

MINERALNA BOGASTVA SLOVENIJE

Vsebina

UVODNE BESEDE	7
PREDGOVOR	9
MINERALI V RUDIŠČIH	13
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
KALCITONOSNA SLOVENIJA	141
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
POVRŠINSKE NAJDBE	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 Črnega 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 kremena 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 kremena do kremena 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 Mavrincu	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
JAVNO DOSTOPNE ZBIRKE	489
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
POMEN ZBIRANJA MINERALOV	510
POVZETEK	512
SUMMARY	516
KAZALO ČLANKOV S KLJUČNIMI BESEDAMI	520
KAZALO NAHAJALIŠČ	532
KAZALO MINERALOV IN NEKATERIH NJIHOVIH POJAVNIH OBLIK	537
KAZALO AVTORJEV	542
PODATKI O AVTORJIH PRISPEVKOV	544

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 zunanjimi 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 nujnost. 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 naporne 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 predstavitve, 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 opuščnem 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

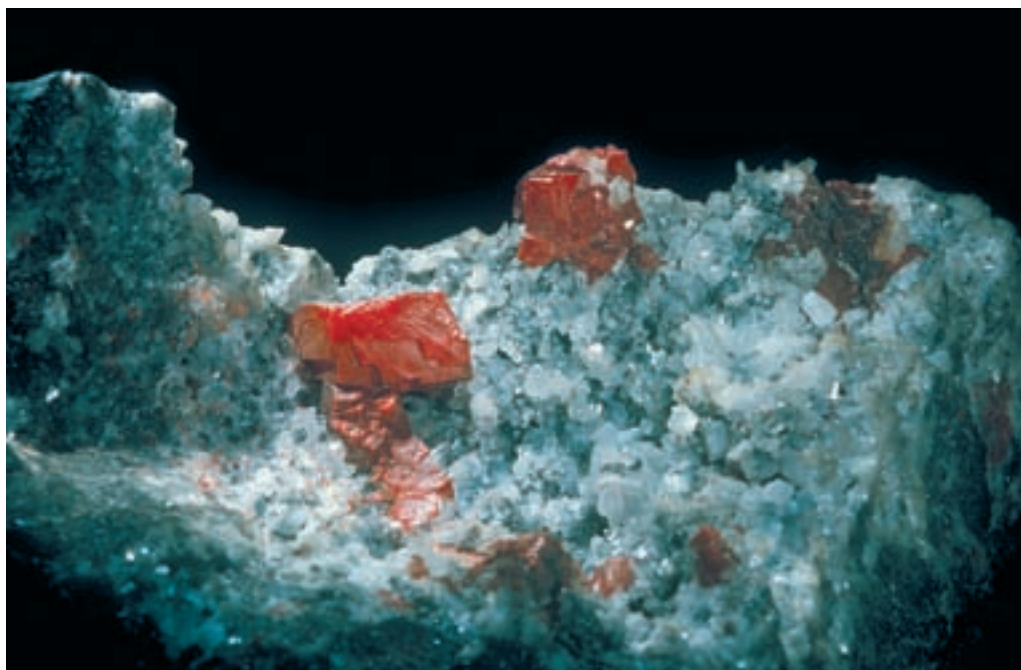
Uroš Herlec, Bojan Režun, Aleksander Rečnik, Feliks Poljanec



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 singenet-skim 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 polegla 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

vs 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 konkrecije, včasih obraščene s kristali pirita. Poimenovali so jo po Karoliju, eminentnemu gostu habsburške vladarske družine,



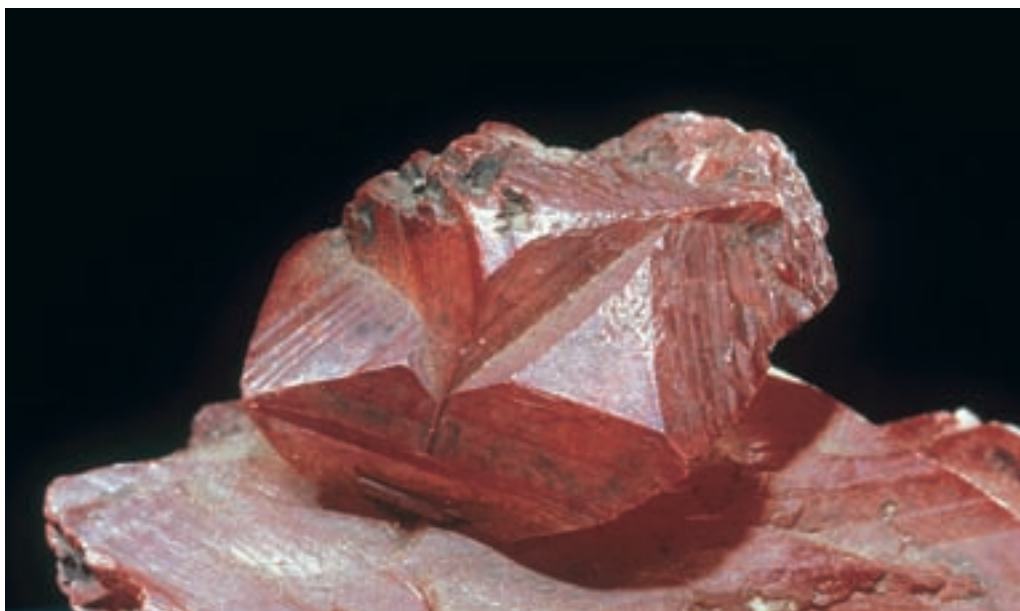
Do 10 mm velike kristale kremenca so našli le v rudnem telesu Grüber. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miran Udovč

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 višje 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. %.

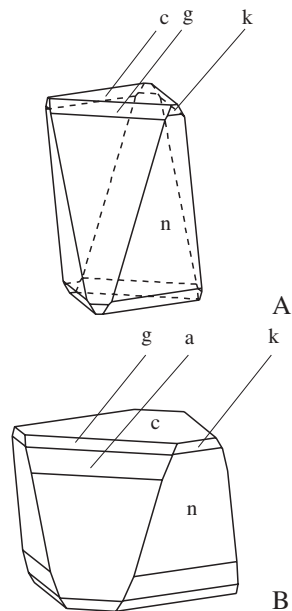
Samorodno živo srebro je v obliki srebrnih kapljic v črnem karbonskem in spodnjeperskem skrilavem glinavcu, ki so ga rudarji zaradi veliko živega srebra poimenovali kar *srebrni skrilavec*. Precej ga je tudi po razpokah v piritnih lečah in gomoljih; pa tudi v porah grödenskih peščenjakov ter v razpokah 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, melanterit in epsomit.

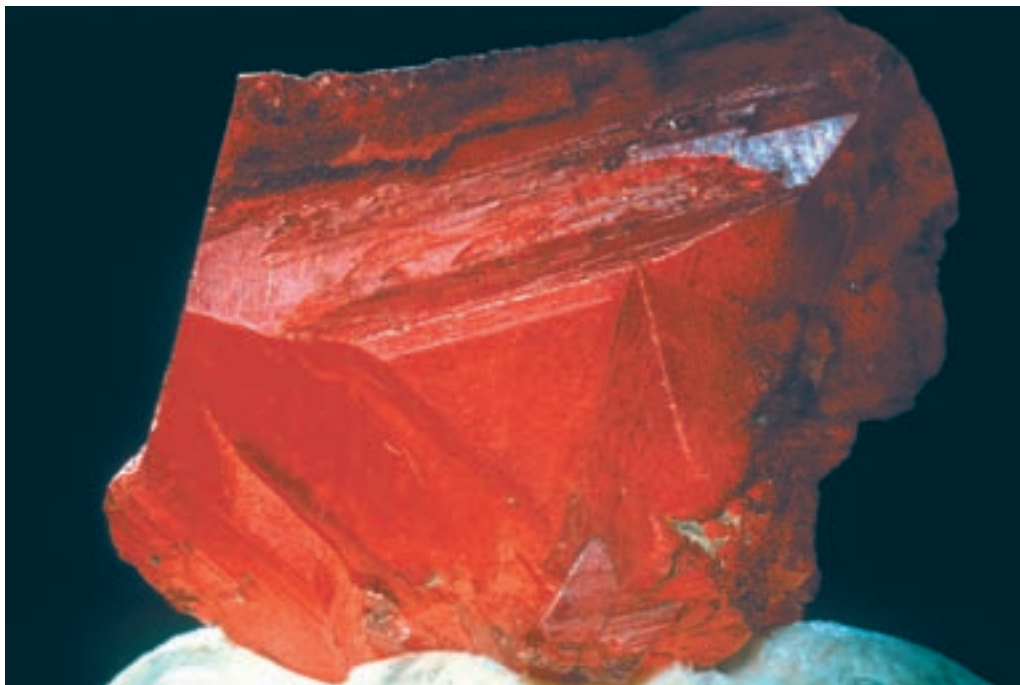
Od sulfidov sta poleg cinabarita najpogostejša **pirit** in **markazit** in sicer v rudnem telesu Karoli. V karbonskih plasteh ter v srednjetriasnih plasteh so med skrilavimi glinavci velike



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



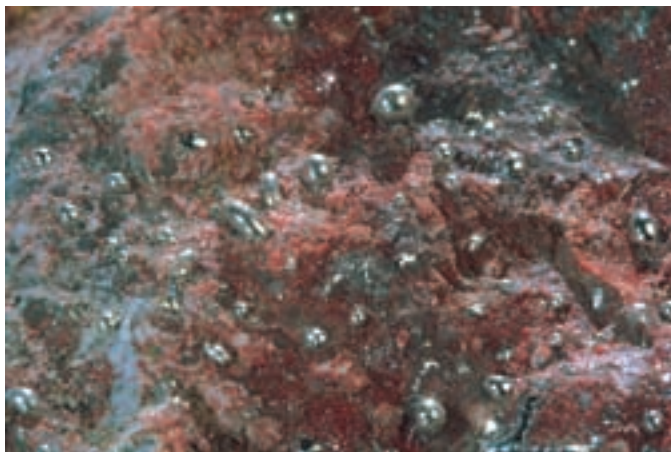
Oblike kristalov cinabarita iz Idrije. Pozitivni romboedri $n\{201\}$, $g\{102\}$ in $a\{101\}$, negativni romboeder $k\{041\}$ in pinakoid $c\{001\}$. Risbi: Mirjan Žorž



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

kroglaste zgodnjediagenetske piritno-markazitne konkretije, 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 Grüber, 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 Grüber. V žilicah s cinabaritom sta pogosta tudi črni pirobitumen in trdna mešanica policikličnih aromatskih ogljikovodikov – **idrialit** (staro ime je idrialin) v rumnozeleni 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.



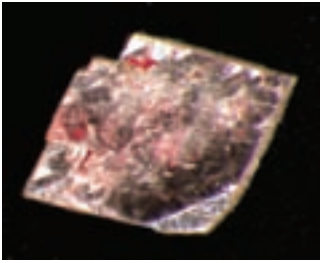
Kapljice samorodnega živega srebra na drobnozrnatni cinabaritni rudi; največja kaplica samorodnega živega srebra meri 2 mm. Zbirka Rudnika živega srebra Idrija. Foto: Miran Udovč

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.

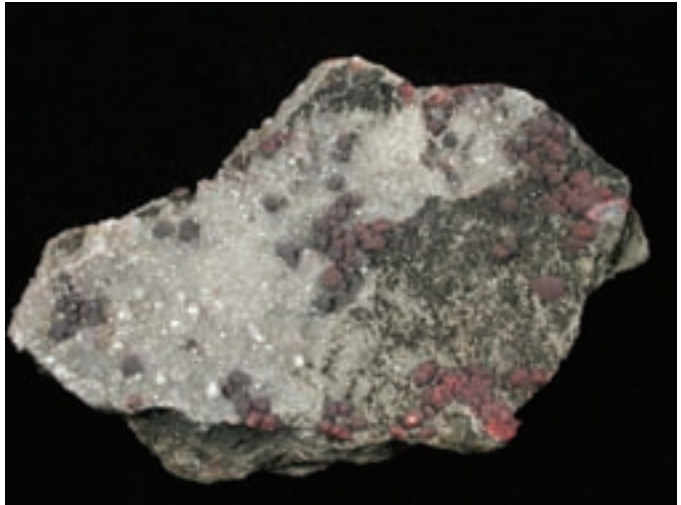
Izmed primarnih nerudnih mineralov so poleg dolomita najbolj značilni kremen, fluorit in barit. Po votlinicah brečastega



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

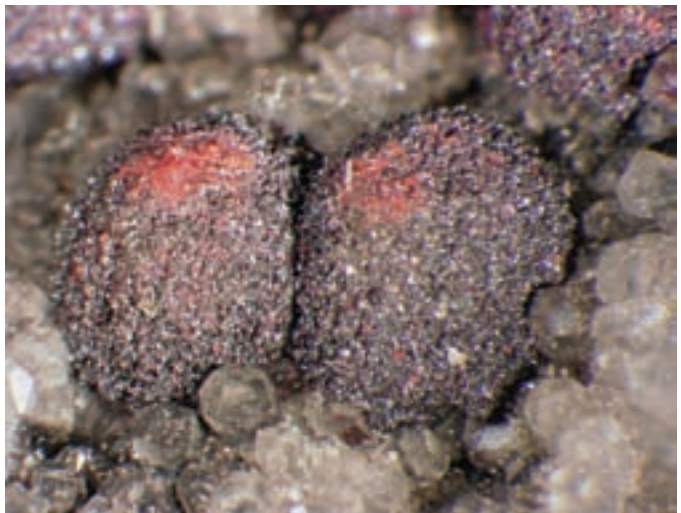


*Kristal barita z vključki cinabarita;
1 mm. Zbirka Oddelka za geologijo
Naravoslovnotehniške fakultete
Univerze v Ljubljani.
Foto: Miha Jeršek*

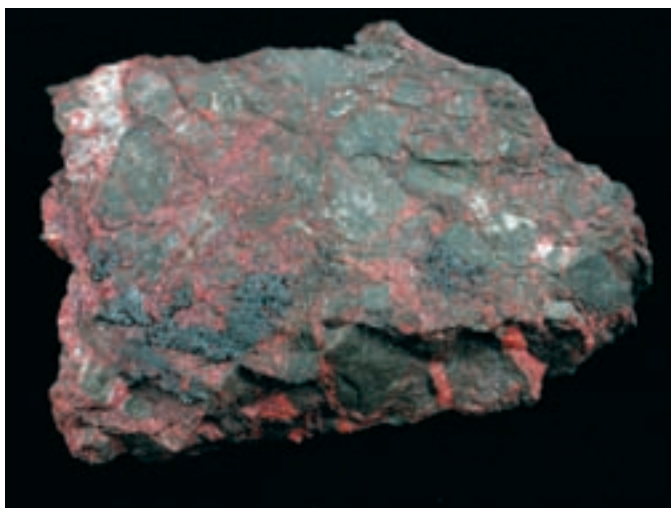


*Kristali metacinabarita in cinabarita sestavljajo žarkasto konkcrcijo na
podlagi iz kalcita; 6 x 4 cm. Zbirka Oddelka za geologijo
Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek*

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 Gröbler 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*

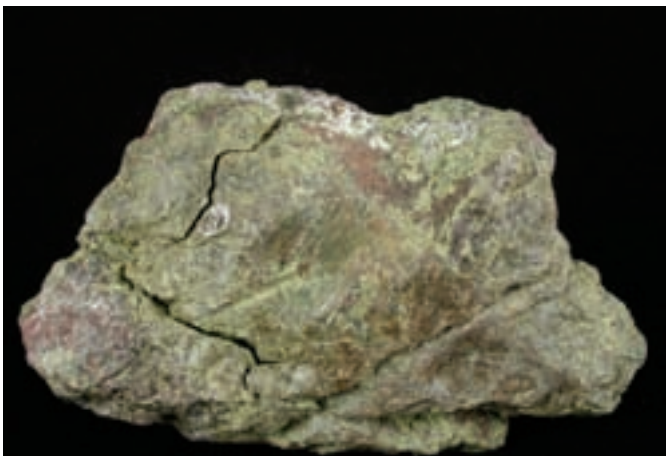


Metacinabaritovi kristali na orudeni breči s cinabaritovim vezivom; 12 x 7 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek

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 glin v sivem triasnem apnencu.



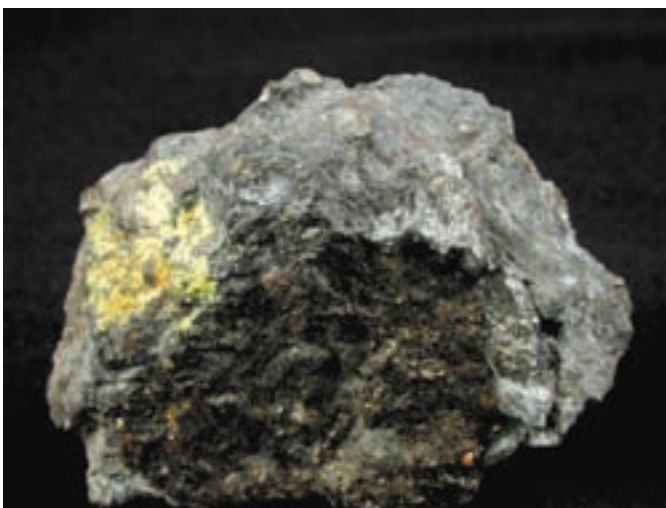
Metacinabaritovi kristali na kristalih kalcita; izrez 20 x 12 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek



Idrijsko rudišče je locus typicus za rumenozelen 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. Melanerit pa ima prosojnozeleno, 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.



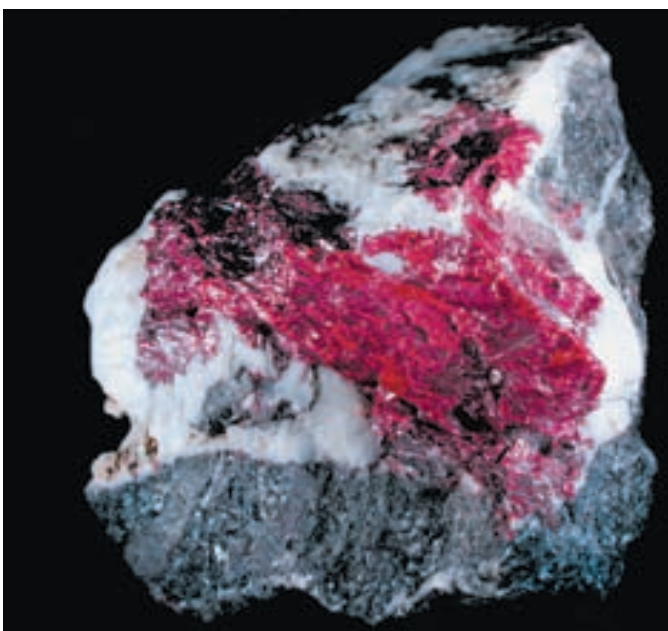
V zapuščenih rovih šentanskega rudnika nas lahko presenetijo jaški, zapolnjeni z vodo, kakor na primer v Jurijevem rovu.

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.

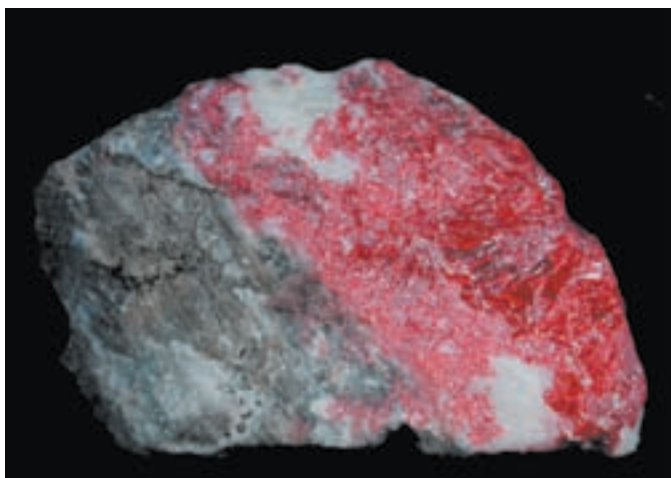
1. januarja 1902 so delo v rudniku formalno ustavili, dejansko pa že decembra 1901. Na skupščini družbe je bil 15. januarja 1902 sprejet sklep o likvidaciji Ilirske živosrebrove združbe. Od leta 1875 do leta 1902 so pridobili 180 t Hg. Na koncu je bilo v rudi le še 0,4 % Hg, povprečno pa so jo odkopali 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



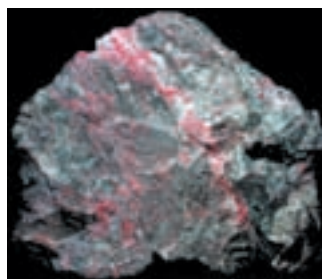
Masivni cinabarit na belem kalcitu iz Antonovega rova; 40 x 28 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek

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 srednjetriasnno 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 orudenje 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.

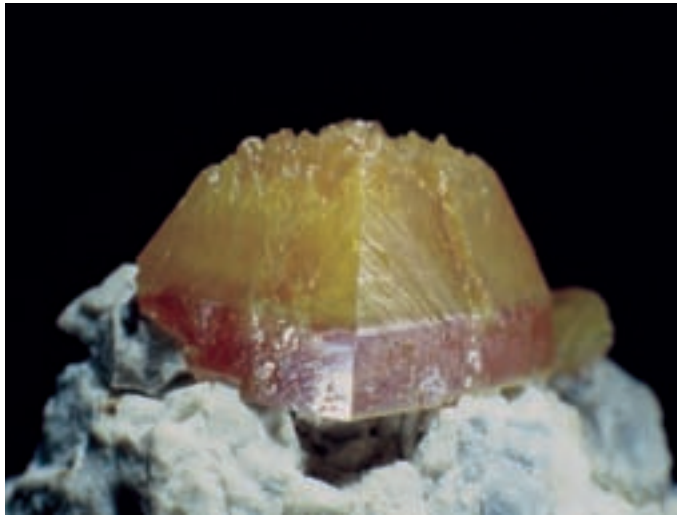
Rudišča ležijo večinoma na levem bregu reke Meže, med Mežico na severu in Črno na Koroškem na jugu. Izjemi sta rudišči Graben in Mučevo ter pojavi svinčevo-cinkove rude na Uršlji gori, ki so na desnem bregu reke Meže. Eksploatacijsko polje je na površini okrog 10 km², celotno polje z vsemi rudnimi pojavi pa obsega 64 km². 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. Stigarja 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 entoti 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

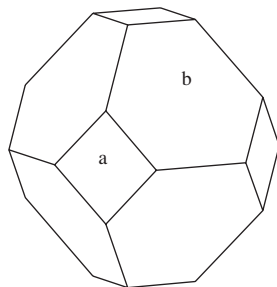


Kubooktaedrski kristali galenita so v mežiških rudiščih sorazmerno redki, saj je galenit v Severnih Karavankah običajno masiven; 19 x 12 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

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.

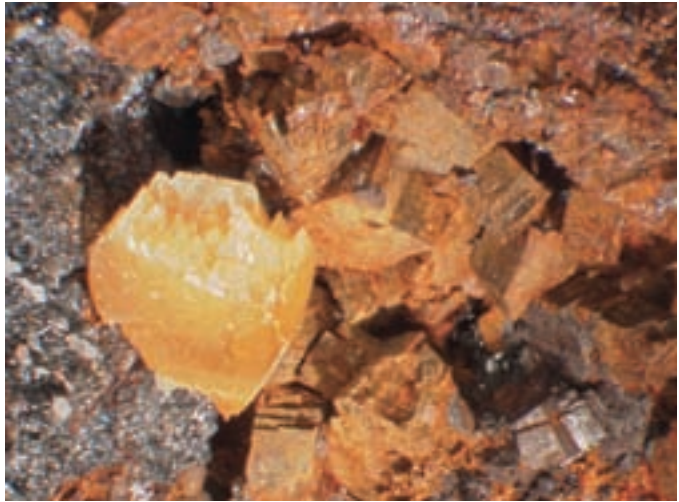
Mineral, iz katerega so pridobivali svinec, je **galenit**. S **sfleritom** in spremljajočima dolomitom ter kalcitom ustvarja raznolike rudne teksture. Galenit je redko v metakristalih oziroma v močno korodiranih makroskopskih kubooktaedrskih kristalih. Za pridobivanje cinka je najpomembnejši mineral sflerit. 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

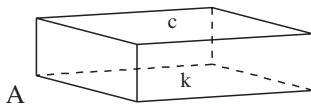


Kristali galenita iz mežiških rudišč imajo razvite ploskve kocke $a\{100\}$ in oktaedra $b\{111\}$.

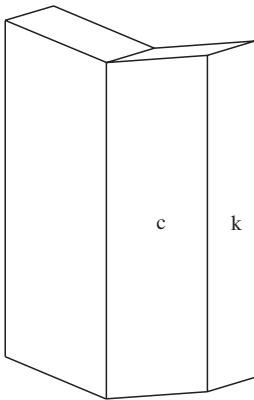
Risba: Miha Jeršek



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).

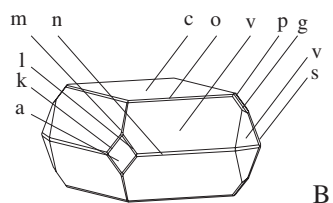
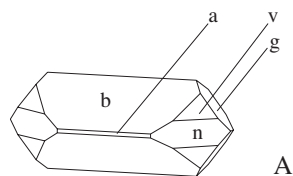
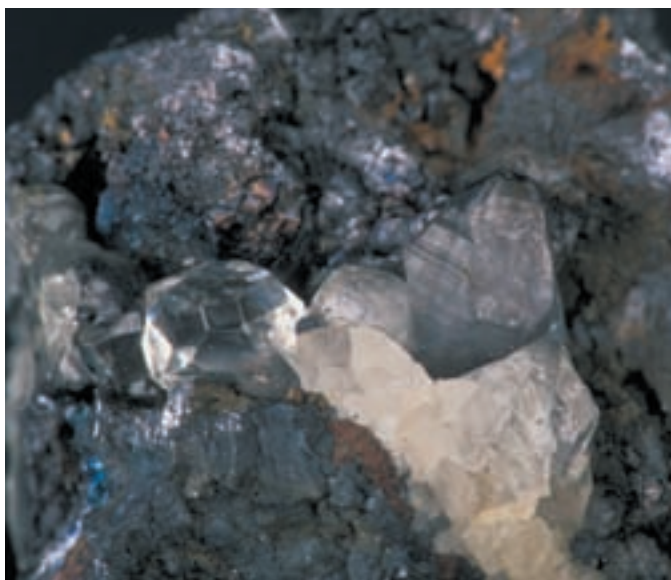
Risbi: Mirjan Žorž

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

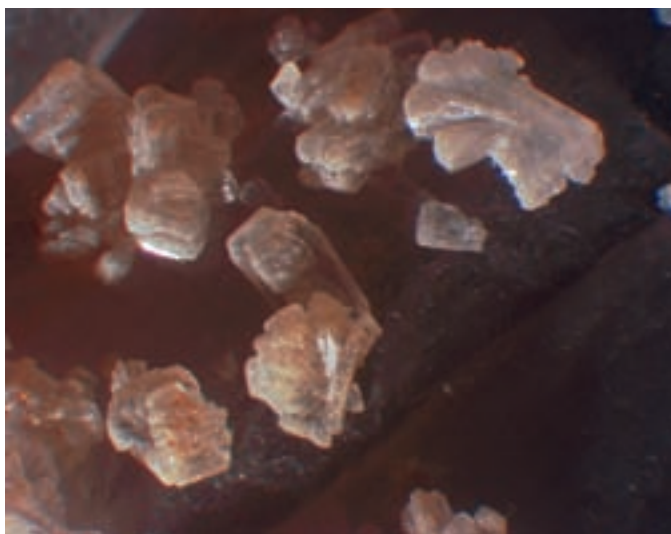


Kristali anglesita imajo običajno visok sijaj; 28 x 15 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Ciril Mlinar

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.



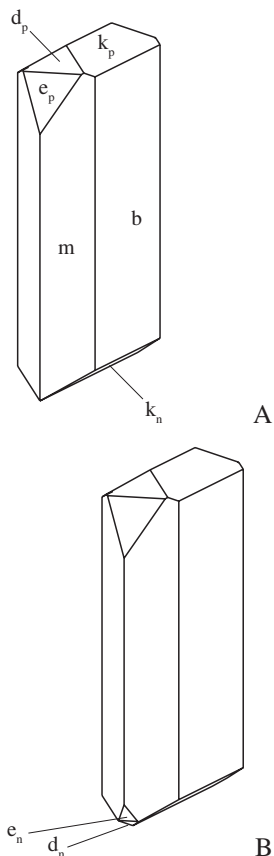
Hemimorf je v Mežiškem rudniku dokaj redek mineral. Vedno pa je v obliki snopastih in pahljačastih kristalov, kakršni so na tem posnetku. Do 2 mm veliki posamični kristali so priraščeni na ploskvi velikega kristala kalcita, kar je tudi svojevrstna redkost. Kristali hemimorfita so namreč praviloma zraščeni 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.

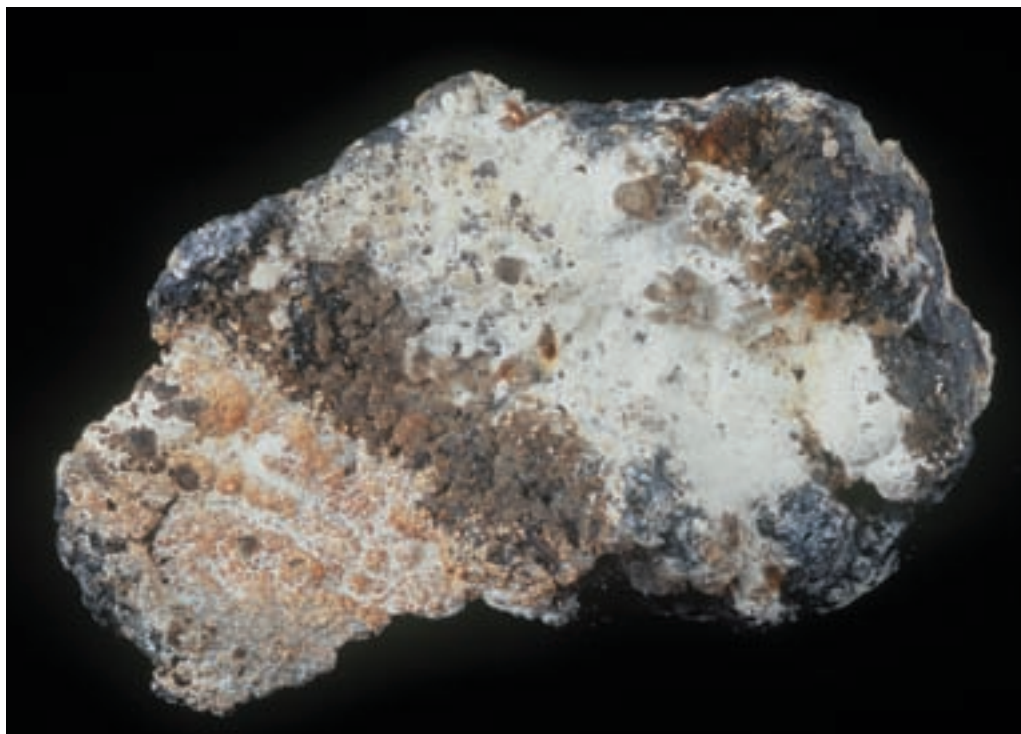
Foto: Miha Jeršek



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

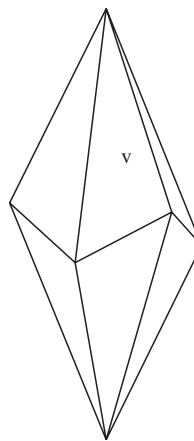


Hemimorfit in hidrocinkit iz primerka na spodnji sliki; izrez 10 x 7 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



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

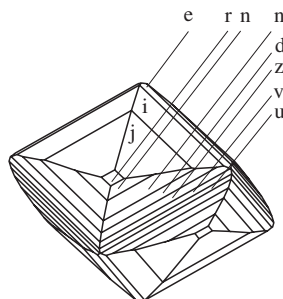
Kalcit je najpogostejši mineral mežiških rudišč. Ker je jalovinski mineral, mu v preteklosti niso posvečali pozornosti. Šele v zadnjem času je bil podrobno morfološko in geokemično raziskan. Deloma je nastal hkrati z rudnimi minerali. Velika večina lepih kristalov je nastala v odprtih razpokah, kjer 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.



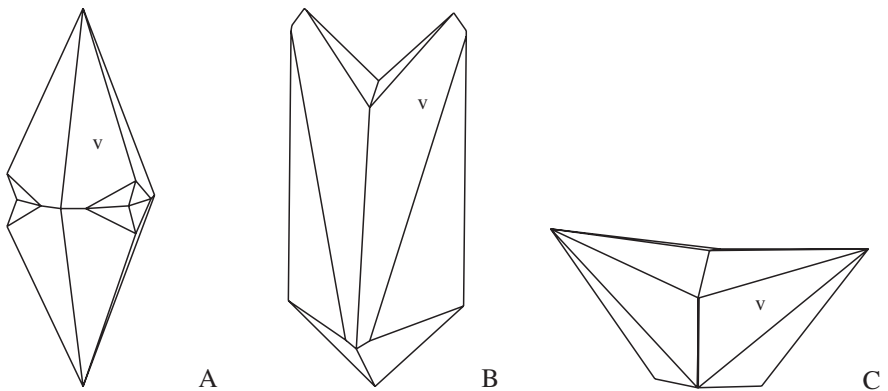
*Kljub temu, da skalenoedrske kristale kalcita lahko najdemo po vsem mežiškem rudišču, so posebej značilni za revir Navršnik (Barget). Imajo razvit lik $v\{211\}$.
Risba: Miha Jeršek*



Eden najimenitnejših 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



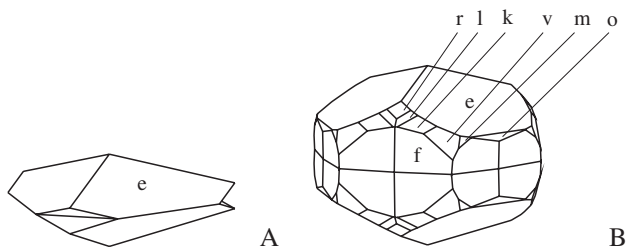
*Značilen kristal kalcita mežiških rudišč ima razvite ploskve likov $r\{101\}$, $j\{12.1.14\}$, $i\{517\}$, $e\{012\}$, $n\{716\}$, $d\{615\}$, $z\{413\}$, $v\{211\}$ in $u\{532\}$.
Risba: Miha Jeršek*



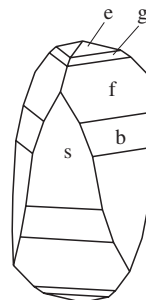
Skalenoedrski kristali kalcita z razvitim skalenoedrom $v\{211\}$ iz mežiških rudišč oblikujejo kristale dvojčke z dvojčičnimi ravninami (001) (A), (012) (B) in (021) (C). Risbe: Miha Jeršek



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 obzorju, najdemo dvojčke tega tipa, ki imajo razvit samo omenjeni lik (A). Ponekod v mežiških rudiščih pa so lahko na tovrstnem tipu kalcitovih dvojčkah 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

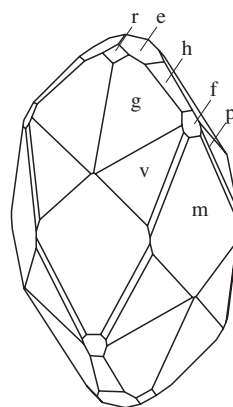


Razmeroma redki kristali kalcita iz mežiških rudišč imajo razvite strme romboedre s približnim indeksom $s\{0.20.1\}$. Najbolj značilni so za revir Graben. Lahko pa imajo razvite še kristalne ploskve $e\{012\}$, $g\{075\}$, $f\{021\}$ in $b\{072\}$.

Risba: Miha Jeršek



»Karo« kalcit je nastal tako, da je starejšo skalenodrsko 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 krovina 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



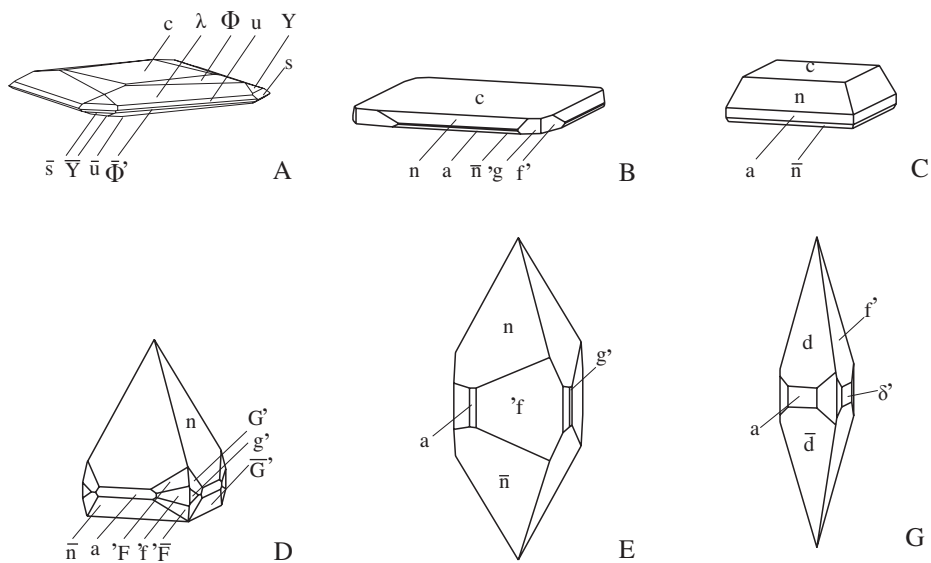
V revirju Union so na obzorju 455 m živooranžni kristali wulfenita na modrikasti podlagi drobnokristaliziranega kalcita. Kristali so conirani vzporedno z ravnino (001), zato so ploskve piramide $n\{011\}$ progaste. To je posledica pogostega menjavanja kristalizacijskih pogojev. Značilna je nazobčana 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 niso že povsem igličasti (od A do G). Na slikah so prikazani liki $s\{013\}$, $Y\{014\}$, $u\{114\}$, $\Phi\{3.4.75\}$, $c\{001\}$, $\lambda\{119\}$, $\bar{s}\{01\bar{3}\}$, $\Phi\{01\bar{1}\}$, $u\{11\bar{4}\}$, $Y\{01\bar{4}\}$, $n\{011\}$, $a\{010\}$, $n\{01\bar{1}\}$, $f'\{1\bar{5}0\}$, $f'\{150\}$, $g'\{120\}$, $\bar{d}\{02\bar{1}\}$, $d\{021\}$, $\delta\{140\}$, $G\{263\}$, $G\{2\bar{6}3\}$, $g'\{1\bar{2}0\}$, $F\{2.14.7\}$, $F\{2.\bar{1}4.\bar{7}\}$. 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 Žorža. Foto: Mirjan Žorž

obzorja mežiških rudišč so značilni tankoploščati kristali, ki so zasukani za 45° 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.

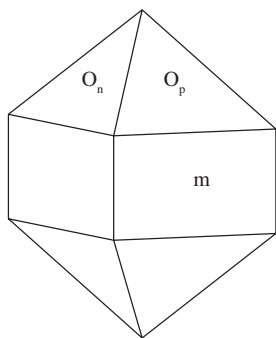


Kristali descloizita v mežiških revirjih so vedno drobni. Največkrat jih najdemo kot kristalne prevleke na apnencu, precej redkeje pa na wulfenitu. V takih primerih je wulfenit vedno korodiran. Na sliki je primerek s kote 395 m unionskega revirja. Lepo je vidna razjedenost ploskev pediona na wulfenitovih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

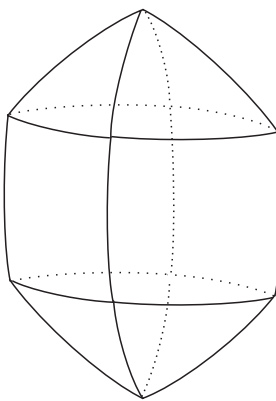
Vanadij, ki je kot primes v wulfenitu, se je pod vplivom oksidativnih raztopin izločil v obliki **descloizita**. Kristali so zelo drobni in ne presegajo 2 mm. Običajno so temnorjavi do črni ali pa svetlorjavi in imajo diamanten sijaj. Pogosto so na karbonatni kamnini ali v bližini kristalov wulfenita, 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: $m\{110\}$, $O_p\{111\}$ in $O_n\{1\bar{1}1\}$.
Risbi: Mirjan Žorž

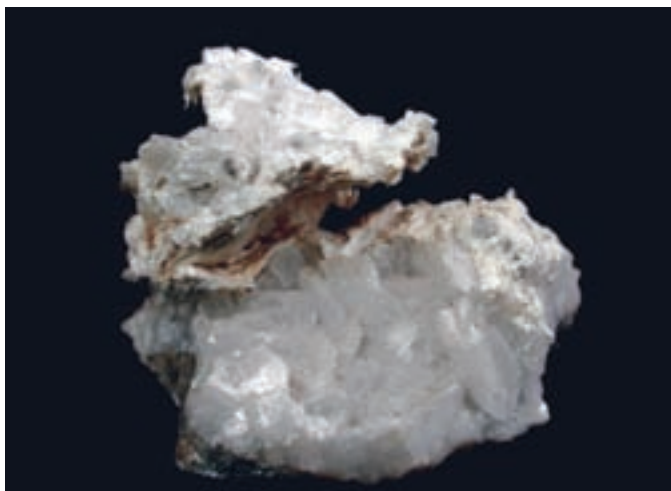


Sadra je v mežiških rudiščih razmeroma pogosta, vendar pa le redko razvije izrazito vlaknate kristale s svilnatim sijajem, ki jih lahko občudujemo s prostim očesom; 15 x 10 cm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek

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 votlinah 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 paligorskite; 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 deklazita 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.

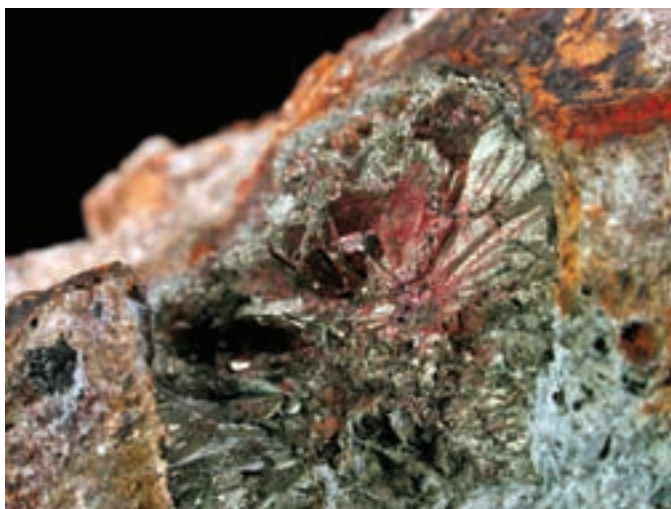
Minerali žilnih rudišč v Posavskih gubah in rudnika Sitarjevec pri Litiji

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 Sitarjevku 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 konkretija 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 Sitarjencu leta 1922, je mineraloška redkost; izrez 12 x 5 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek



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

v vzoredni severno ležeči trojanski antikinali (Češnjice, Zlatenek, med Trojanami in Znojilami – Kraljevi rov, Zinka rov, Perhavc – 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



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



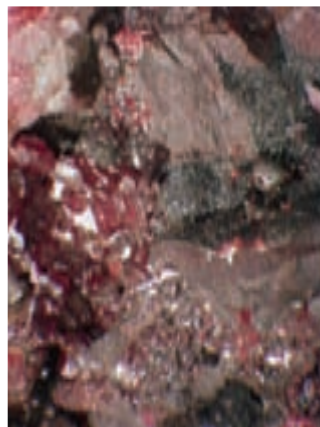
Pirit iz rudišča Sitarjevec; 10 x 6 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek

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 kremen 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 kremen 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

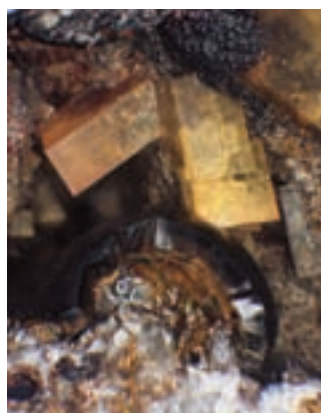
najpomembnejše slovensko polimetalno žilno rudišče Litija - Sitarjevec (galenit, sfalerit, cinabarit, **halkopirit**, barit).

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 zabiloslo ostanke del prvih rudarjev. Tako je Litija verjetno najstarejše slovensko rudarsko mesto.

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

Uradno poročilo lastnika Jörga Tanholzerja, lastnika rudnikov in talilnic v Litiji, iz leta 1542 pravi, da daje rudnik srebro in druge kovine, največ pa železa, vendar se predelava te rude ni preveč obnesla, zato so se omejili le na pridelavo svinca. Verjetno je bilo v železovi rudi veliko žvepla, zaradi katerega je bila kovina preveč krhka. V času protireformacije so večinoma protestantske rudarje pregnali in rudnik okrog 1560. zaprli. Janez Vajkard Valvasor je v svoji Slavi vojvodine Kranjske iz leta 1689 omenil Sitarjevec kot opuščen. Po velikih nasipih jalovine in kosih bogate rude v nji je sklepal, da je bil rudnik velik. O iskanju svinčeve rude v okolici Litije je 1854. poročala rudarska združba *Gewerkshaft am Savestrome*, češ da sledilna rudarska dela na Sitarjevcu 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 srbskih 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 Sitarjevce 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.

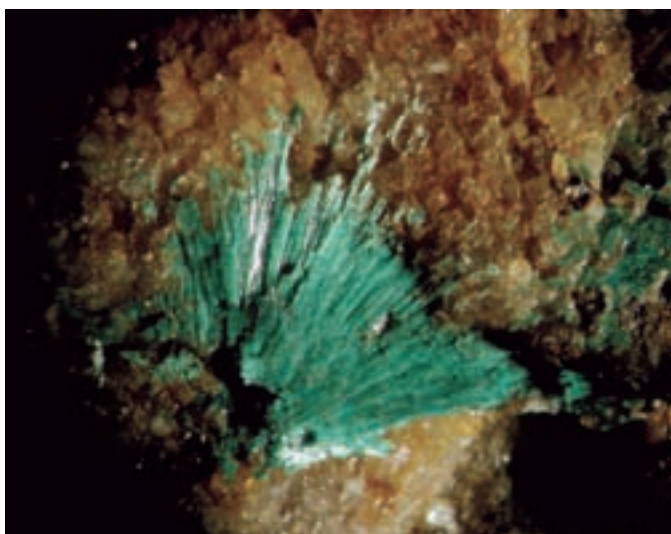
Ugotovili so, da je prva faza orudenja potekala v zaporedju: **kremen, pirit** prve generacije, **kalcit, dolomit in siderit**. Zgodnji raziskovalci so našli v kremenu prve generacije in na njem tudi lističast **hematit**. V drugi fazi je kristalil rdečkastorjav do rjav **sfalerit**, za njim pa kalcit,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

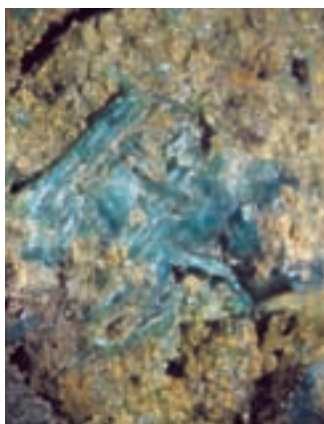
V srednjem delu masivnih drobnozrnatih kremenovih žil so skupki kremenca z do 2 cm velikimi prozornimi kristali kremenca z vključenimi drobnimi lističastimi kristali hematita. Preostala odprtina je bila v času oksidacije rudnih teles zapolnjena z drobnozrnatim ali skorjastim limonitom, zato pogosto dobimo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



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

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

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

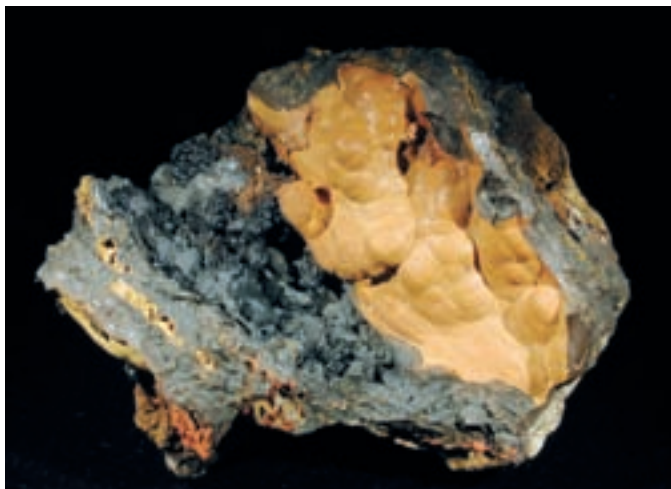
Živordeči, do 5 mm veliki kristali cinabarita, enega najmlajših prvotnih mineralov, rastejo na baritu ali so vraščeni v kristalih mlajšega barita, kar kaže, da so rastle tako za baritom kot hkrati z njim. Cinabarit je lahko v žarkastih skupkih; v tako imenovanem medobzorju Glavnega rova naj bi po ustnem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

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

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

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

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



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

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

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

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



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

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

na laminacijo hematitne rude nedvomno kažejo njihov epigenetski značaj. Razlagamo jih s kasnejšim napredovanjem razpok v asturski tektonski fazi preko že litificiranih delov prej odložene rude, kar je v skladu z opazovanji takšnih rudnih teles drugod po svetu. Do največjega rudnega telesa Alma ali njegovih ostankov zaradi zruškov nismo uspeli priti. Starejši podatki pa kažejo, da je bilo v bližini hematita asimetrično konkordantno sulfidno rudno telo. V spodnjem delu prevladuje drobnozrnati galenit, sledijo barit, ponekod impregniran z galenitom, v zgornjem delu pa barit s cinabaritom. Ruda leži na skrnavem 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 izlivala 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 rovov Sitarjevca. Nekateri so zdvojeni v obliko lastovičjega repa; 60 x 35 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta.
Foto: Goran Schmidt*

razpočljivih 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 lepidokrokit. 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:

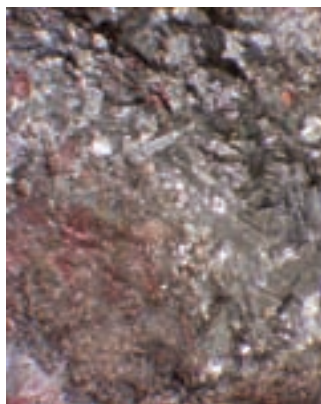
- VALVASOR, J. W., 1689: *Die Ehre dess Herzogthums Crain* (zgodovina, Sitarjevec). Laybach.
- BRUNLECHNER, A., 1885: *Beiträge zur Charakteristik der Erzlagerstätte von Littai in Krain* (mineralna parageneza, str. 387-396). Jahrbuch geol. R-A, Wien.
- VOSS, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums 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 parageneza, pomen rudnika Sitarjevec, str. 1-27). Berg und Hüttenmännische Jahrbuch 71, Wien.
- ČEŠMIGA, I., 1959: *Rudarstvo Slovenije* (zgodovina). Nova proizvodnja, Ljubljana.
- GRAFENAUER, S., 1963: *O mineralnih paragenazah litije in drugih polimetalnih nahajališč v posavskih gubah* (parageneza, 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 paragenazah, 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* (parageneza, str. 377-390). Geologija, knjiga 37, Ljubljana.
- MLAKAR, I., 1994/95: *O marijareškem živosrebrnem rudišču ter njegovi primerjavi z Litijo in Idrijo z aspekta tektonike plošč* (mineralna parageneza, nastanek v asturski in saalski tektonski fazi, str. 321-376). Geologija, knjiga 37/38, Ljubljana.

Minerali rudišča Knapovže

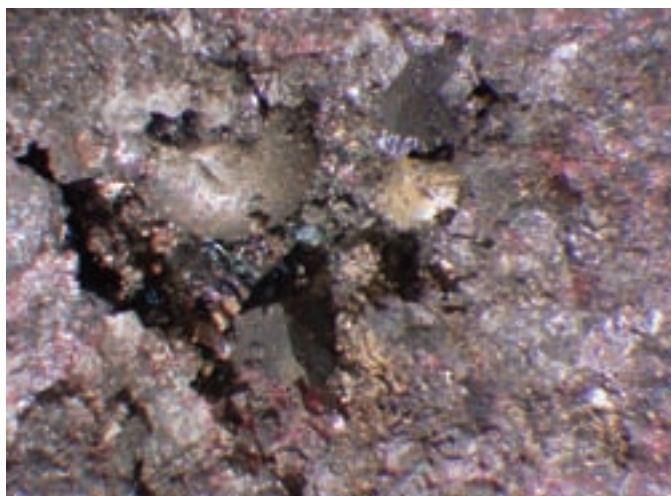
Uroš Herlec, Miha Jeršek

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



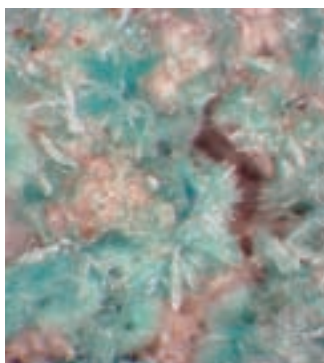
Kristali cinabarita in kapljica samorodnega živega srebra na podlagi iz drobnih kremenovih kristalov; izrez 2 x 2 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



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 **tetraedit**.

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 tetraedit 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

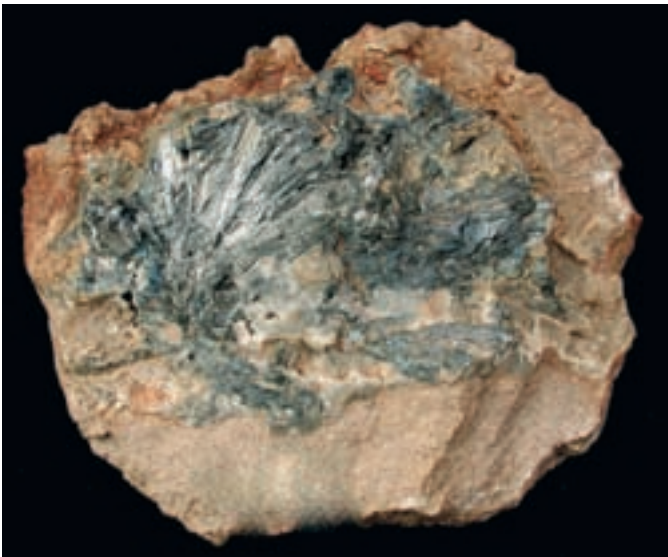
Uroš Herlec, Mirjan Žorž

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

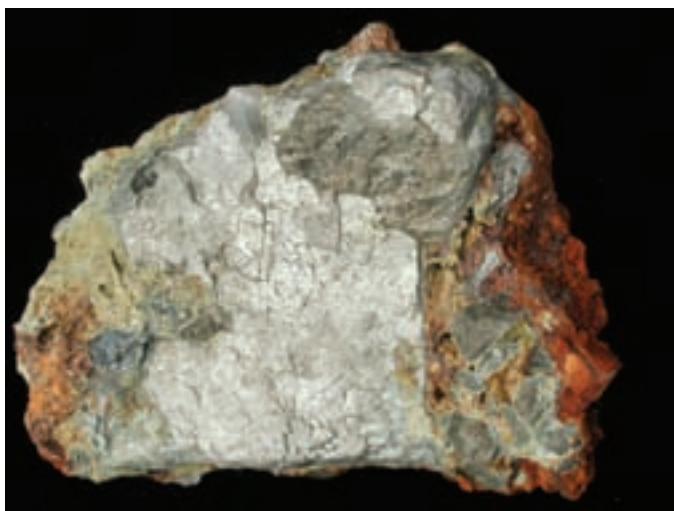
in verjetno valentinit. Pri kasnejših raziskavah so odkrili od primarnih mineralov še bravoit, dolomit, kalcit, berthierit, arzenopirit, gudmundit, linneit, galenit in pirotin, od sekundarnih pa še cervantit, **valentinit**, senarmontit, kermezit, goethit, lepidokrokot in opal.

Ugotovil je, da so karbonske plasti orudene predvsem v medplastnih lečastih razpokah, nepravilnih impregnacijah vzporedno s skrilavim muljevcom, 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 pirita 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 kremenja so zrna kalcita, redko tudi dolomita, pogost pa je ksenomorfni siderit, ki zrnca že prej nastalih karbonatov obrašča in jih pogosto tudi nadomešča. Po tektonski fazi sledi sideritu v tankih žilicah ponekod generacija mlajšega kremenja, 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 dvojčjenja, poleg tega pa so še izrazite vicinalne ploskve, ki s svojimi orientacijami potrjujejo ta tip dvojčjenja. 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 končuirana, 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.

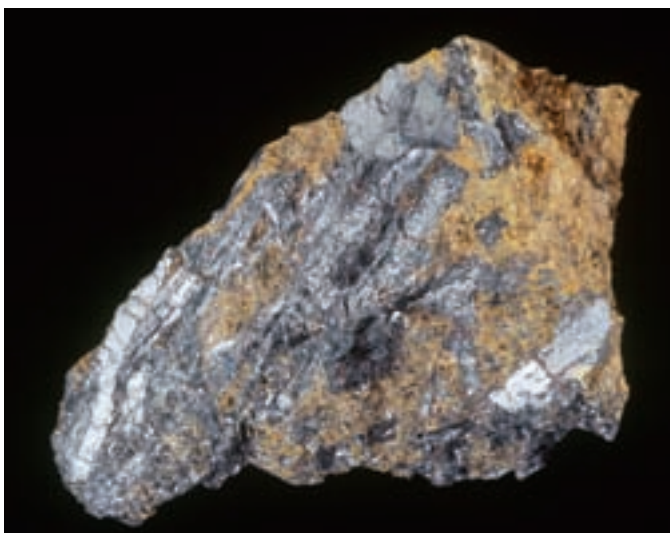
ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja (brazilski dvojčki, str. 62-72)*. Proteus, let. 67, št. 2-3, Ljubljana.

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 rogov, 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 debelo-zrnati 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.

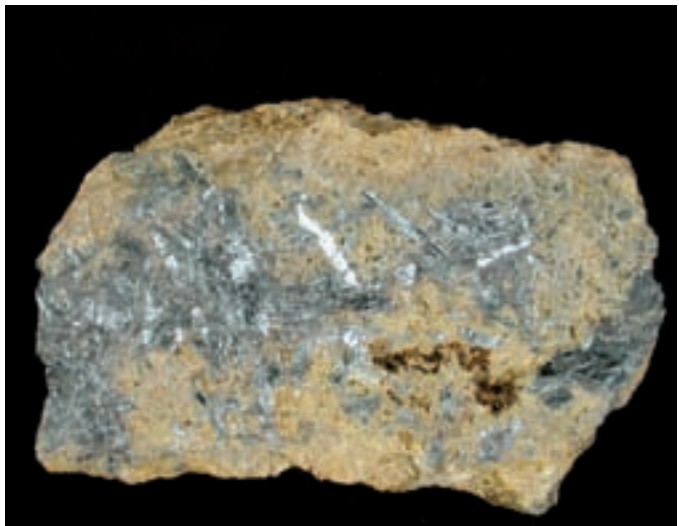
Med kremenom, baritom in antimonitom je skoraj vedno tudi bel prsten **kaolinit**.

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.

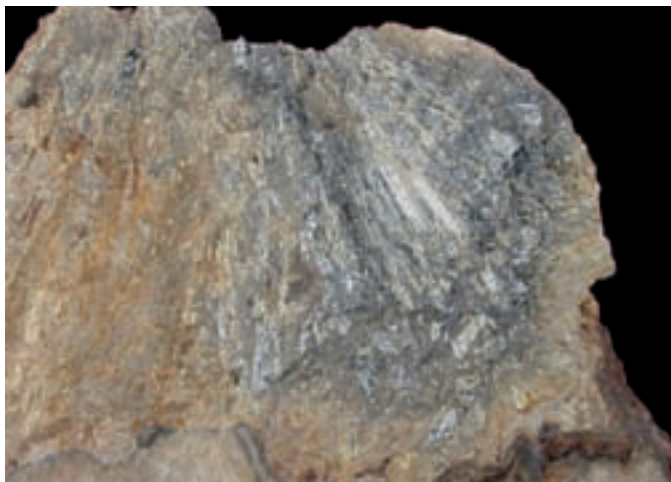
Podrobno geološko kartiranje, sedimentološke in paleontološke raziskave so pokazale, da je orudjenje zajelo zelo različne kamnine, ki so tudi zelo različnih starosti.

Okremenjeni in nato orudeni del Lepe Njive je deloma permški apnenec, največji obseg ima v spodnjetriasnem apnencu, apnenčevem peščenjaku in meljevcu, 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 Lamoviška.

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 kislih 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. Okremenela in orudena 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.

Čprav 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:

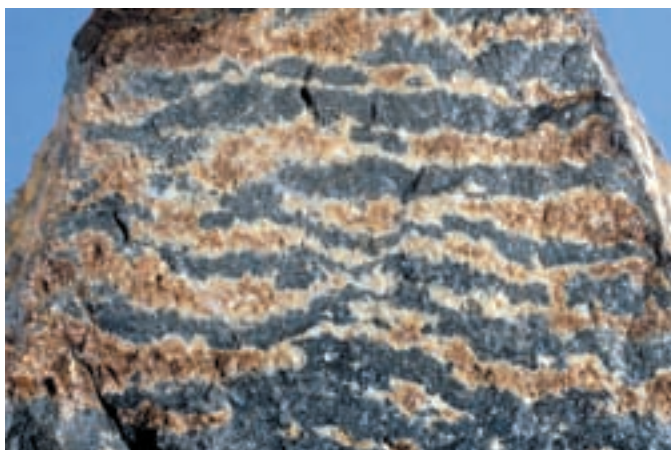
- BIDOVEC, M., 1974: *Antimonovo orudenje Lepa Njiva pri Mozirju* (zgodovina, petrološke značilnosti orudnih kamnin, mineralna sestava). Diplomsko delo. Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana.
- BIDOVEC, M., 1980: *Antimonovo rudišče Lepa Njiva*. Geologija, knjiga 23/2, str. 285-313, Ljubljana.
- 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 orudenja ter o starosti antimonovega rudišča Lepa Njiva* (stratigrafija orudnih plasti, tektonika, nastanek, starost orudenja, str. 353-395). Geologija, knjiga 33, Ljubljana.

Minerali Savskih jam in okolice

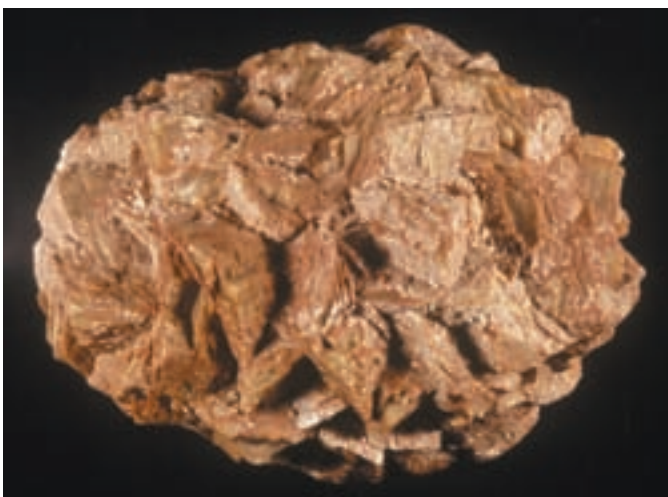
Renato Vidrih, Vasja Mikuž

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 izdanzajo 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 debelozrnat. 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.

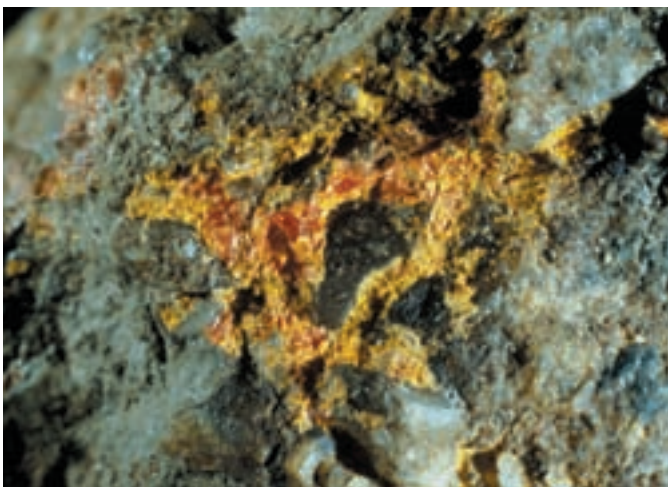
Limonit nastaja s preperevanjem siderita. V Savskih jamah je večinoma kot prevleka na sideritu, pretežno rjave do rumenorjave barve.

Galenit je večinoma nepravilnih oblik in je pogosto obdan z drugimi minerali, predvsem sideritom. Ponekod galenit obraščajo piritne konkrecije 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 konkrecijah, velikih nekaj centimetrov. Kristali so zelo redki. Zelo redko se pojavlja tudi markazit, v obliki nepravilno raztresenih zrn, velikih nekaj milimetrov.

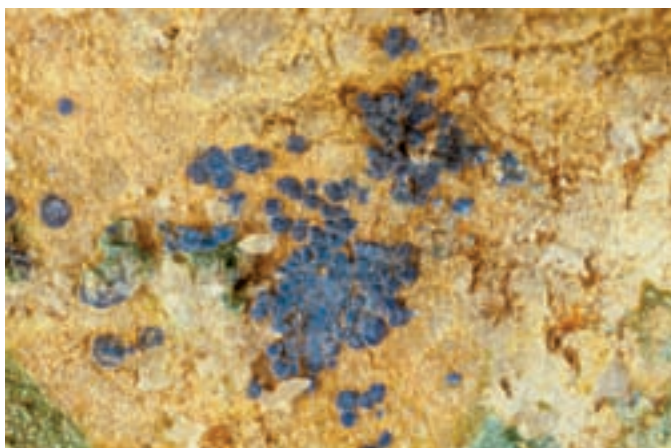
Realgar je s svojo značilno rdečo barvo opazen v konglomeratih in peščenjakih, ponekod tudi v apnencih. Na svetlobi hitro prehaja v avripigment. Na območju Savskih jam lahko najdemo tudi posamezne prizmatske kristale, velike nekaj milimetrov. **Avripigment** ni tako kot realgar v kristalih, pač pa je med kremenovimi zrnji 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 kristalnih 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 orudjenju.

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

Literaturni viri:

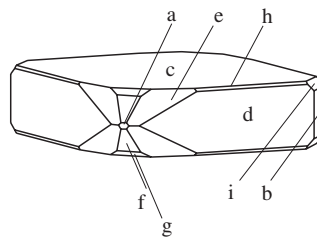
- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- ISKRA, M., 1965: *Geološka zgradba Savskih jam* (podatki o kemični sestavi, str. 279-298). Geologija, knjiga 8, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč 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



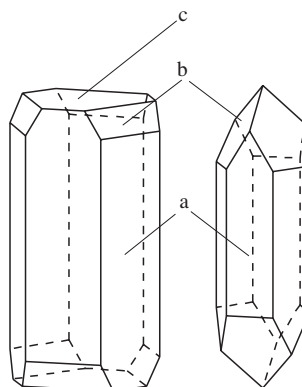
3 mm velik skupek kristalov rosasita obkrožajo drobni kristali malahita in aurihalkita. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miran Udovč

Najpomembnejši rudni minerali so **galenit**, **halkopirit** in **sflerit**. Bistveno redkejši so še **covellin**, **halkozin**, **bornit**, **tetraedrit**, **freibergit**, **gersdorffit**, **polibazit**, **akantit**, **boulangerit** in **pirit**. Spremljajo jih jalovinski minerali, med katerimi so najpogostejši **kremen**, **kalцит**, **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**, **hidrocinkit**, **brianyoungit**, **azurit**, **malahit**, **rosasit** in **aurihalkit**.



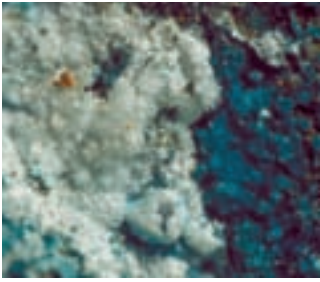
Zelen malahit na svetlomodrih prevlekah aurihalkita; izrez 17 x 12 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Berndt Moser



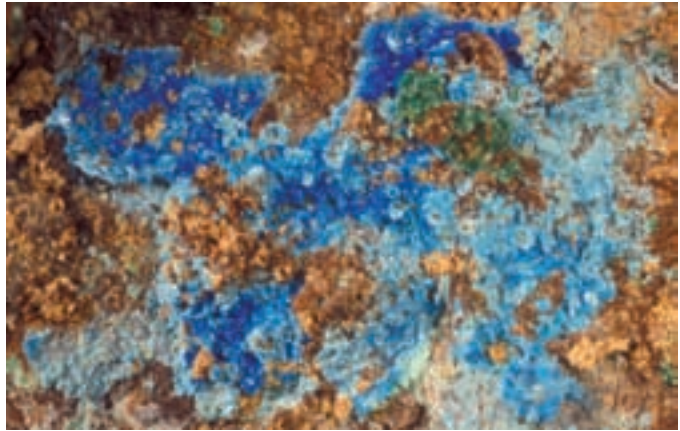
Smithsonit je v prizmatskih kristalih, ki jih definirajo ploskve prizme $a\{100\}$ in negativnega strmega romboedra $b\{021\}$. Pinakoid $c\{001\}$ je pri nekaterih kristalih dobro razvit, pri nekaterih pa ga sploh ni. Risba: Mirjan Žorž



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



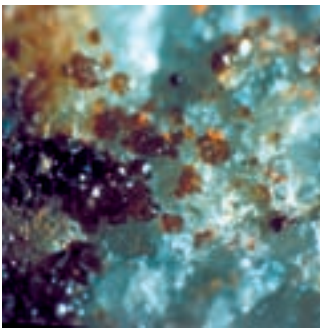
Skupek igličastih svilnatih kristalov brianyoungita na belem hidrocinckitu. Podlaga je malahit; izrez 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Berndt Moser



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 kremenu, 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



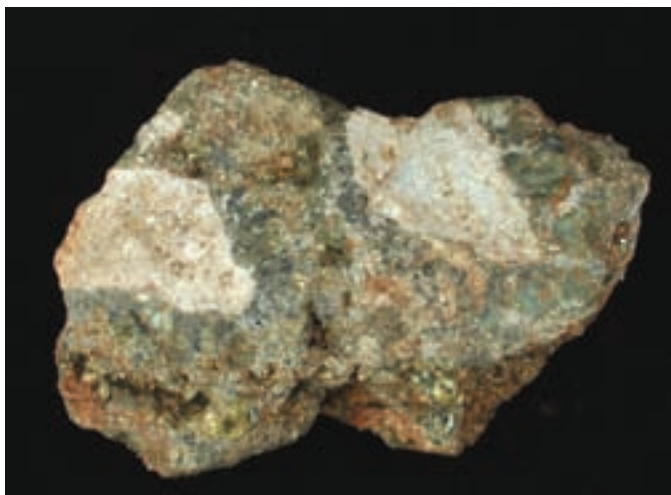
Sfalerit in halkopirit med kristali kremenca; izrez 4 x 2 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Zavoda za kulturo Slovenska Bistrica. Foto: Miha Jeršek

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 svincom, 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.

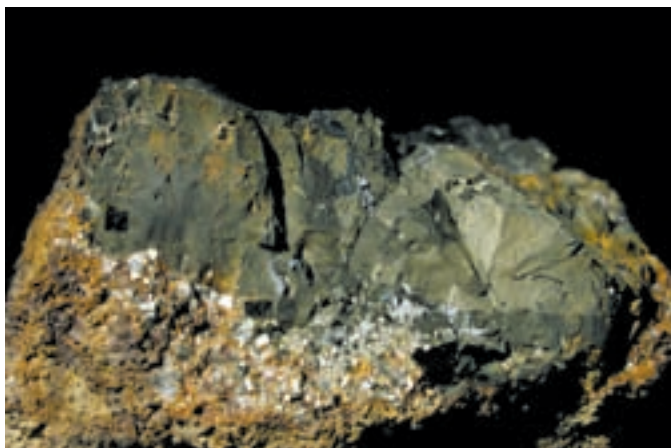


Žile s halkopiritom, sfaleritom in galenitom so v končni fazi kristalizacije zapolnili kristali kremenca; izrez 35 x 25 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek

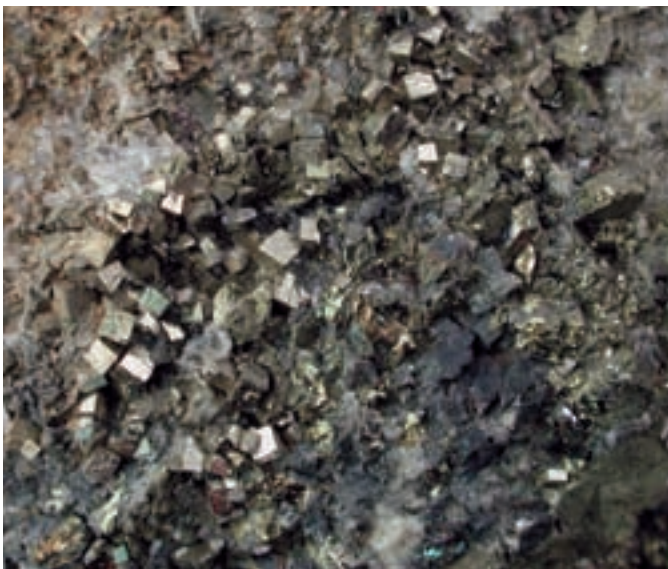


*Orudena breča, v kateri je vezivo iz rudnih mineralov halkopirita, pirita, galenita in sfalerita; 13 x 8 cm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta.
Foto: Miha Jeršek*

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 rogov na levi strani potoka na nadmorskih višinah 440 in 450 m, kjer so izdanki orudenih kamnin ter krajšega rova na desnem bregu potoka, kjer pa ni bilo posebnih rezultatov. Rovi so deloma ali povsem zarušeni in boljše orudeni deli niso več dostopni. Primerke rude in kamnin predvsem iz spodnjega rova lahko še danes najdemo na manjšem terasastem odvalu na desnem bregu potoka.



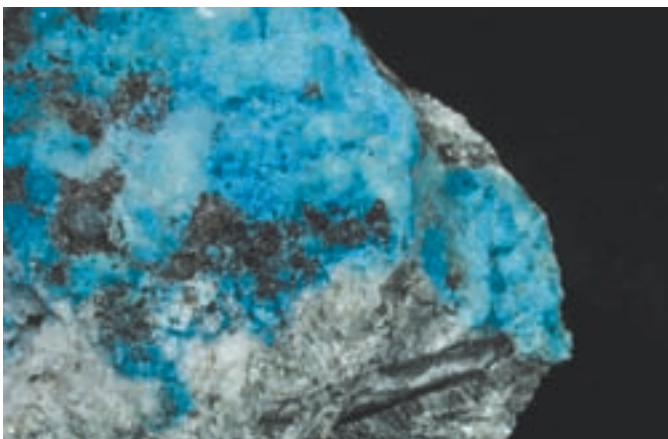
Halkopirit na limonitizirani podlagi; 6 x 4 cm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek



*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.



*Prevleka 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 orudjenje 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, hal-kantit 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



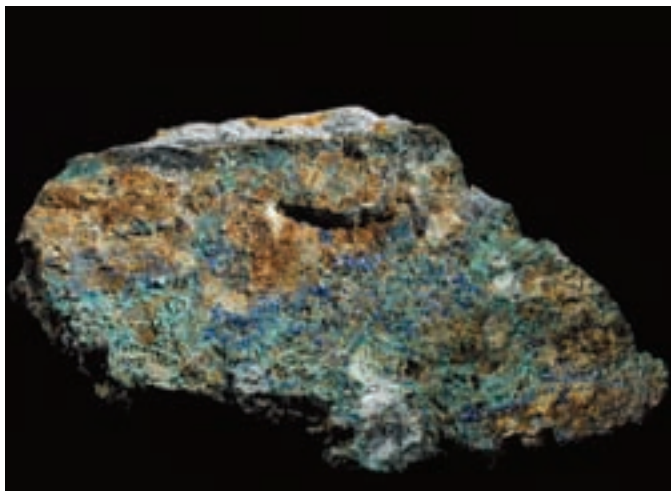
*Skupek kremenovih kristalov; 55 x 33 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena.
Foto: Miha Jeršek*

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



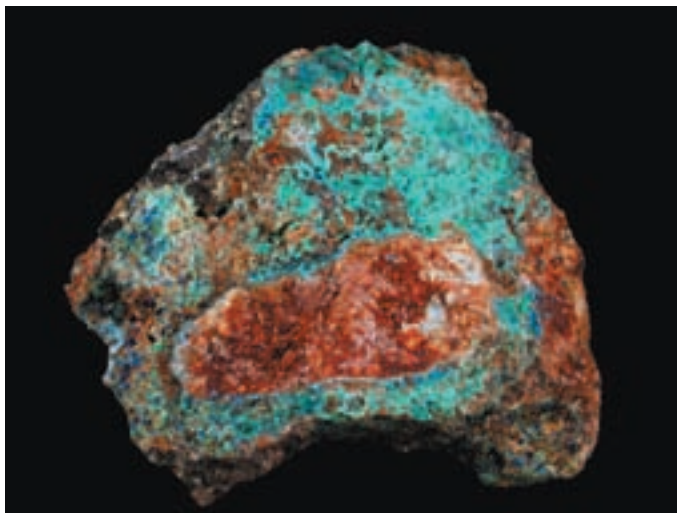
Ametist v razpoki med kremenovimi kristali; izrez 35 x 25 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena Foto: Miha Jeršek



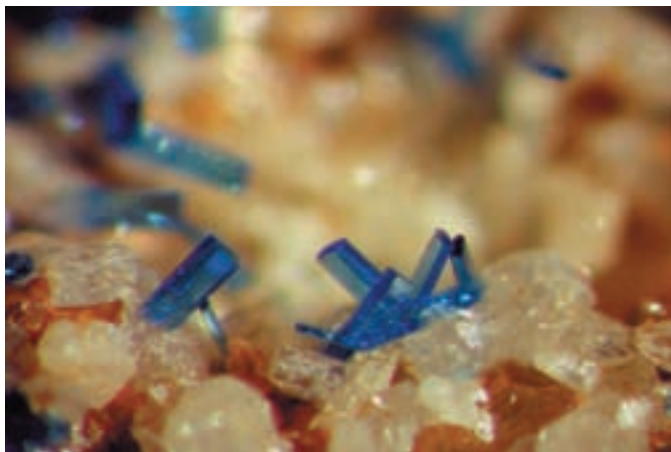
Kristali ametista iz Okoške gore so običajno svetlovijoličasti in prosojni; 64 x 17 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek

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

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

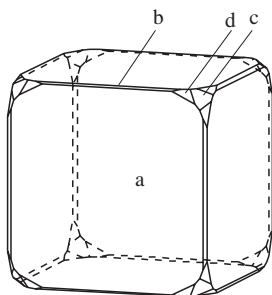
Orudenje najverjetneje ni naše najstarejše, kakor so menili nekoč, ampak je do njega prišlo po višku metamorfoze, verjetno hkrati s hidrotermalnimi procesi ob nastanku pohorskega granodioritnega batolita. Togo deformirane, se pravi prelomljene in zdrobljene kamnine kažejo na bistveno nižji litostatični 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 metamorfni 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.
- VRABEC, 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

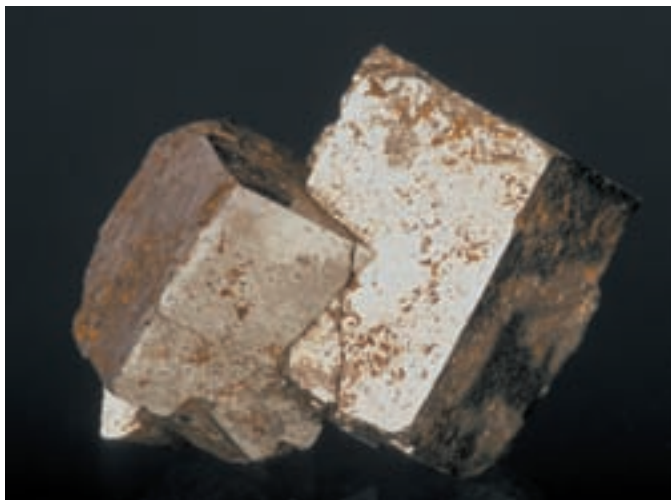
Iz Zgornje Polskave zavijemo proti Ogljenšaku in pri gostilni Kalan zahodno po levi cesti navzgor vse do informacijske table, ki nam pove, da smo blizu Rebernakove in Leskovarjeve domačije. Tu gremo levo po makadamski cesti navzdol do mostu in sotočja dveh manjših potočkov, ki so jima domačini dali ime 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 čisto zelo oteženo.

V rovu, ki je izkopen 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.

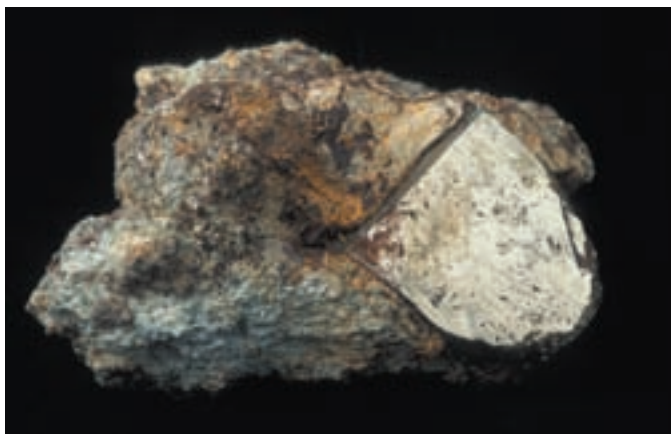


Kamnine s kristali pirita v poskusnem rovu v Janezovem grabnu so precej limonitizirane. Foto: Miha Jeršek



*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 kremenca 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 piritu 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 piritu 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 piritu, 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

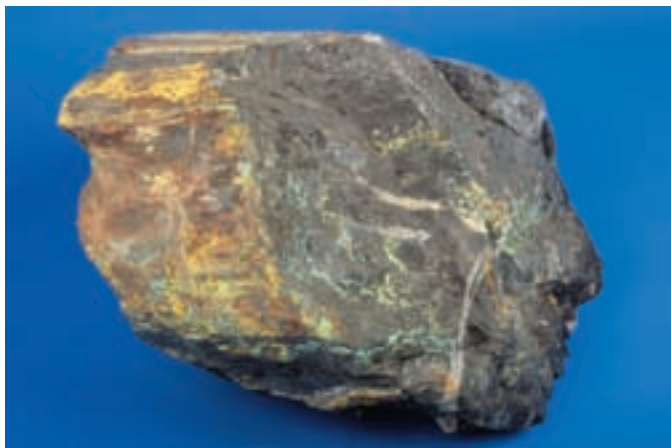
Alojzij Pavel Florjančič

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

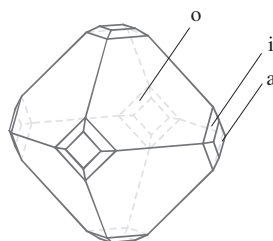


Oruden in okamnel les z zelenim torbernitom; 12 x 10 cm.
Zbirka Škofjeloškega muzeja. Foto: Ciril Mlinar

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 preidejo 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, metamorfni in sedimentni 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-



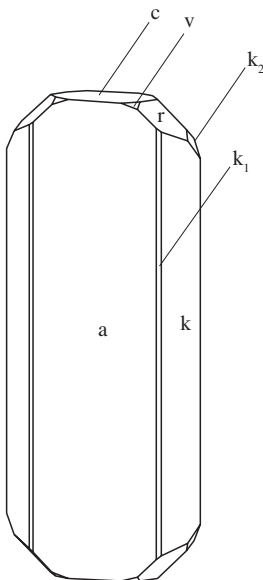
Obilko kristalov galenita v Žirovskem vrhu definira oktaeder $o\{111\}$, ki je modificiran s ploskvami kocke $a\{100\}$ in ikozitetraedra $i\{211\}$. Risba: Mirjan Žorž



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

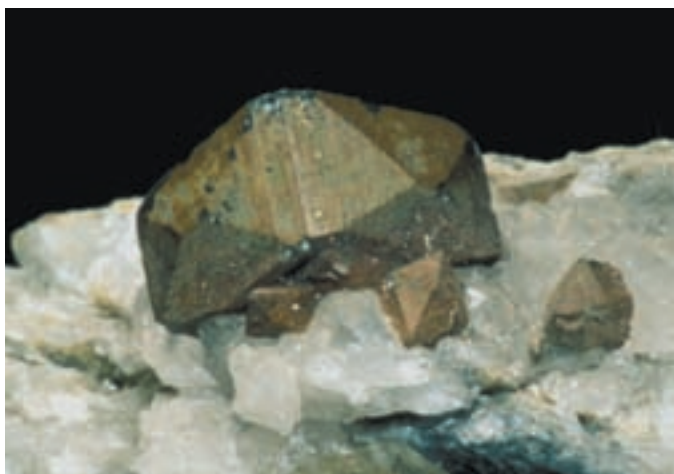


Kristali brookita so sploščeni in potegnjeni v smeri kristalografske c -osi. Omejeni so s ploskvami pinakoidov $a\{100\}$ in $e\{001\}$, prizem $k\{110\}$, $k_1\{210\}$, $k_2\{021\}$ ter piramid $r\{122\}$ in $v\{326\}$. Risba: Mirjan Žorž

marni uranov silikat coffinit. Epigenetski uranovi minerali so nastali z oksidacijo primarnih uranovih mineralov. Običajno so v prevlekeh 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.

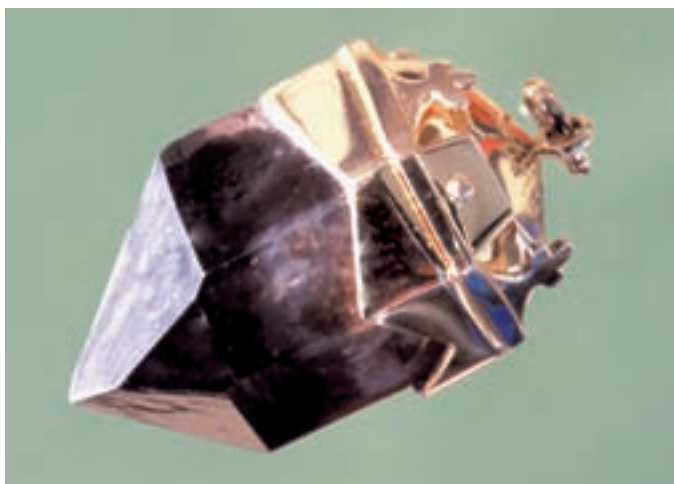
Mineraloško zanimiva je tudi mineralizacija razpok, ki sekajo klastične grödenske kamnine. Med minerali v kremenovo-kalcitnih žilah v rudniku urana Žirovski vrh je najbolj pogost **kremen**, ki ga običajno spremljajo še lepo razviti kristali **kalcita**. Kremenovi kristali so podobni kristalom, ki jih 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



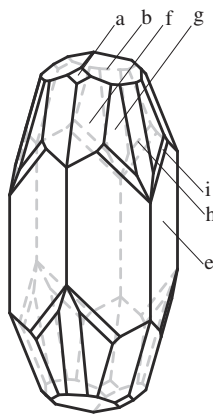
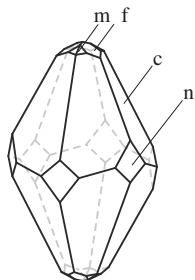
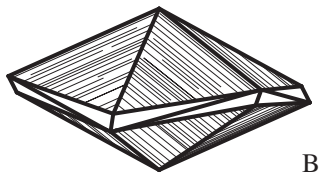
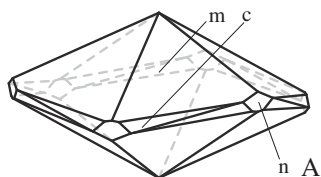
Romboedrski kristali kalcita; izrez 20 x 15 mm. Najdba in zbirka Alojzija Pavla Florjančiča. Foto: Miran Udovč

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**, **sflerita**, **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, metatorbernit, 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



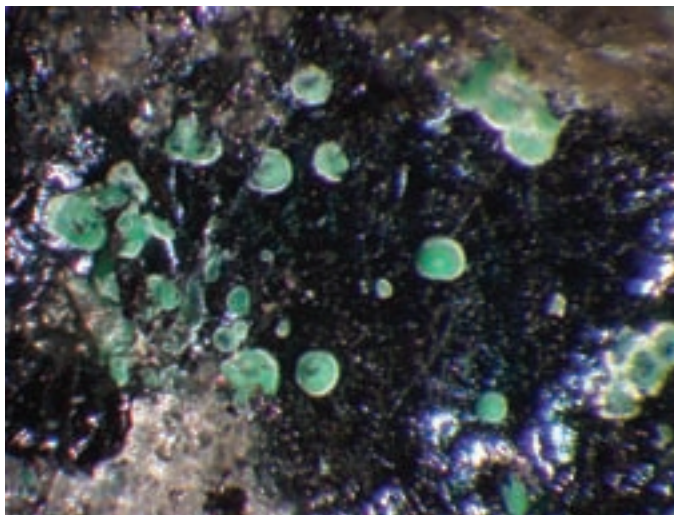
Tetraedrični halkopirit med kristali kremena in albita; izrez 7 x 4 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miran Udovč



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 orudnih plasteh so antracitne leče ali pa so drobcji pooglenelih organskih snovi neenakomerno razpršeni v orudnih 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, α -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 Hobovščiće. 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 Cerkna, 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

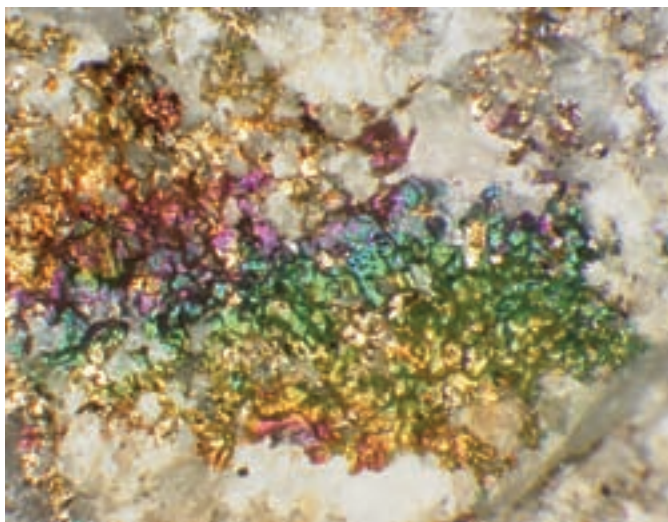
rudna telesa leže v sivem in temnosivem peščenjaku, ponekod so orudeni tudi sivi in zeleni meljevec ter skrilavi glinavec.

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

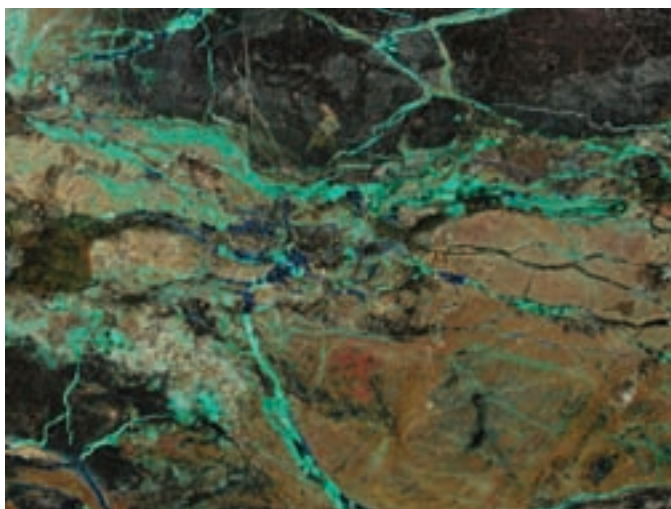
Našli so še cementacijski covellin, digenit in halkozin: od sekundarnih mineralov pa hrizokolo, **malahit**, **azurit** in limonit (goethit in lepidokrokit). Po starih podatkih naj bi bil tu in tam celo wulfenit.

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 glinencev. 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 – diagenoze 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 na svoji poti 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 (SO_4^{2-}). Pri tem se je sproščal H_2S , 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:

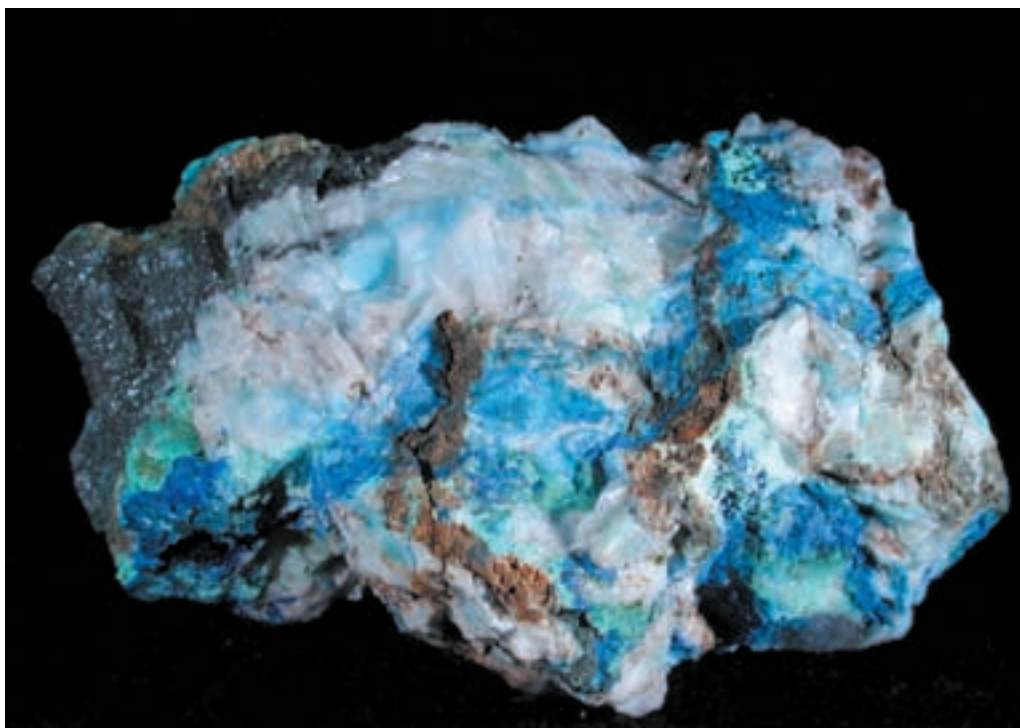
- ČEŠMIGA, I., 1959: *Rudarstvo Slovenije* (zgodovina). Nova proizvodnja, Ljubljana.
- DROVENIK, M., 1968: *Pseudomorfoze rudnih mineralov po rastlinskih drobcih v bakrovem rudišču Škofje* (pseudomorfoze rudnih mineralov po rastlinskih ostankih, str. 141-146). Rudarsko-metalurški zbornik, št. 2, Ljubljana.
- 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

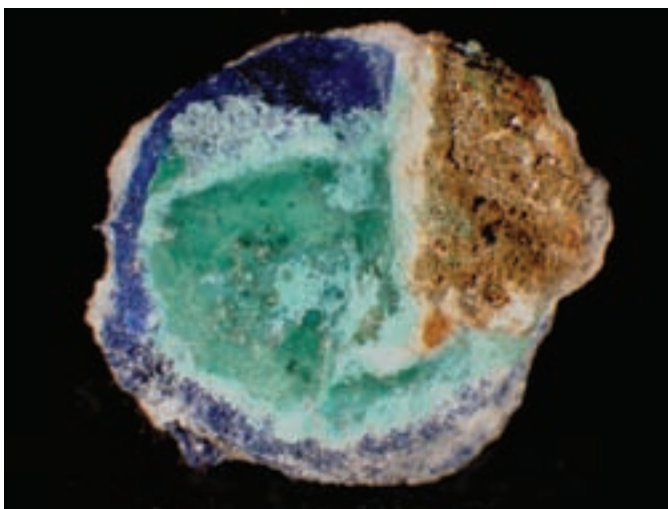
Zmago Žorž, Davorin Preisinger, Gernot Wiessensteiner, Uroš Herlec

Baritno in bakrovo žilno rudo so poskusno odkopavali že v 19. stoletju pri Tržiču 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 srednjeperskih 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 spodnjeperskih 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 spodnjeperskih 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 spodnjeperskih apnencev ali kraška *terra rossa*, pa dokazujejo, da so bili apnenci takoj ob dvigu izpostavljeni intenzivnemu zakrasevanju. Tektonskemu dvigu in sprtni 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 spodnjeperskem apnencu v pobočju, smo našli v masivni debelozrnati 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

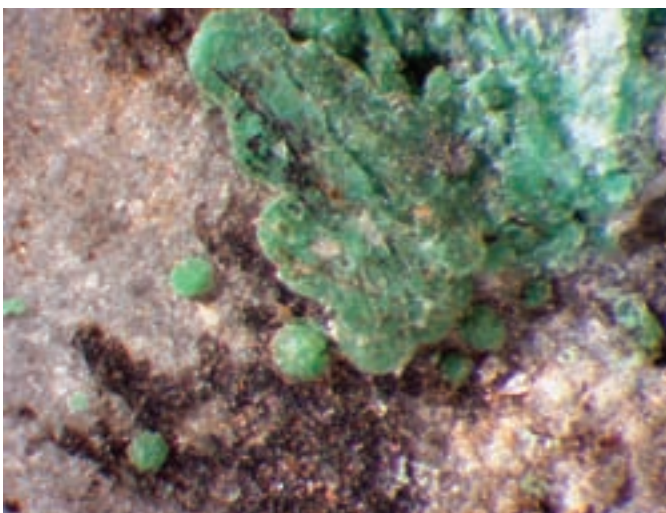


*Do 1 mm veliki kristali azurita na baritu. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.
Foto: Miha Jeršek*

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.

Čprav 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 (kisljih 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 svetlozeleni kristali **theisita** v rozetastih skupkih, velikih do 2 mm. Med mineraloškimimi 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.

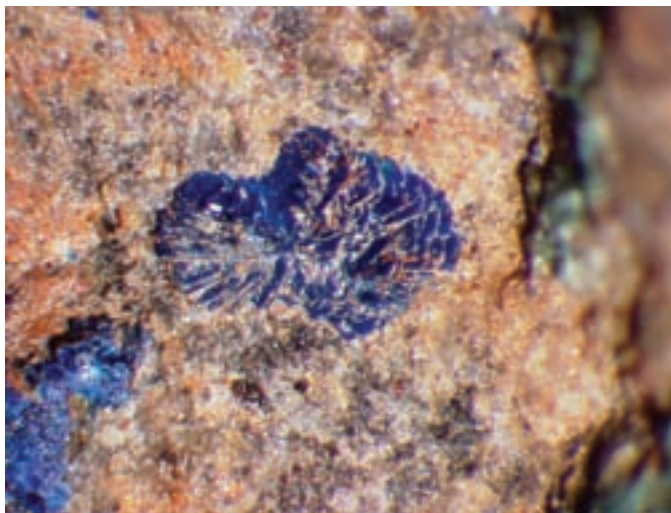
Literaturna vira:

- 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 rogov. 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 zgornjedadovski 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. Orudjenje je povezano z vdori porfirske magme skozi devonske apnence in spodnjekarbonske fliške, 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 tetraedrit, 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 tetraedritovem 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 izkopali 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.

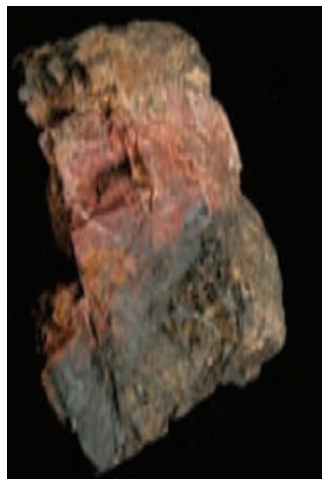


Manganovo-železove skorjaste konkrecije – manganovi gomolji v jurskem (malmskem) apnencu s Slatenka pri Bovcu; 32 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek

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 drobnozrnatimi 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 obrobia 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 % 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 Koblji, 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 amorfnno 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 μm . 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, lepidokroit in hematit so v vzorcu le v sledovih, prav tako mikroklin in albit.

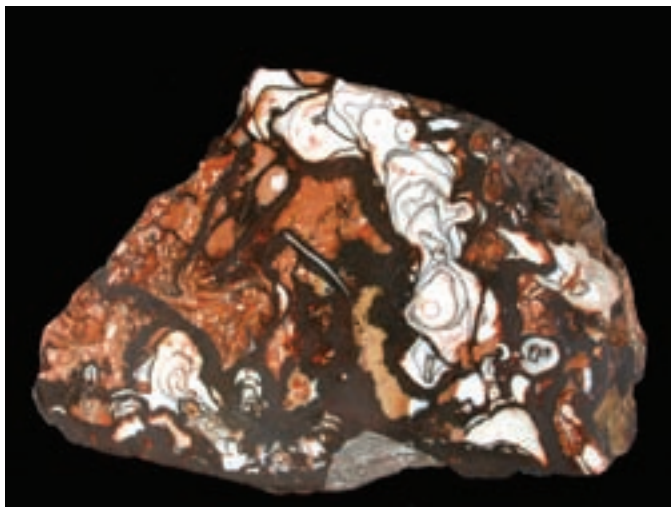
Manganova orudjenja so nastala hkrati s kamninami, v katerih ležijo. Proti koncu liasa je zaradi starokimerijske tektonske faze Julijska karbonatna plošča s plitvomorskimi karbonatnimi kamninami začela razpadati na manjše tektonske bloke. Kaže, da se jih je večina najprej nekoliko dvignila in nato ob 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 hidroksoidov. 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



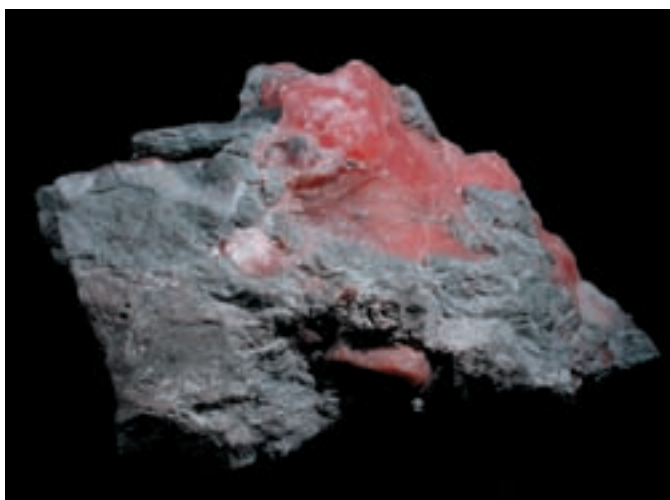
Siv anhidrit; 13 x 8 cm. Najdba in zbirka Jožeta Bediča, Gornjesavski muzej Jesenice. Foto: Marijan Grm

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 srednjeperske in triasne plasti. Le vstopni del je zgrajen v moreni, kvartarnem pobočnem grušču in v morenskem tillu.

Zgornjekarbonske in spodnjeperske 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.

Srednjeperske 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

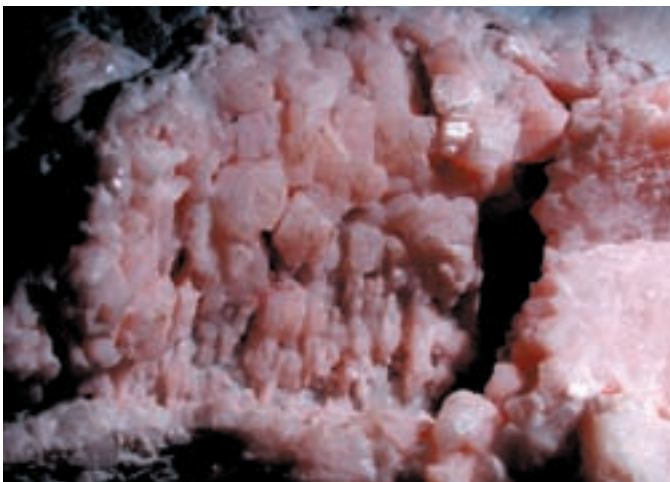
dolžini 800 m, vendar v presledkih. Najdaljši odsek je med 315 in 933 m, ki ga sestavljajo rdeči glinavci, laporovci, rdeči oolitni apnenci in rumenkast dolomit, vmes sadra v lečah in polah. Odsek srednjetrojstanskih plasti je dolg le 60 m, v zgornjetrojstanskih pa ponovno od 2.851 m prek državne meje 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 pritiskne 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; dosega 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.

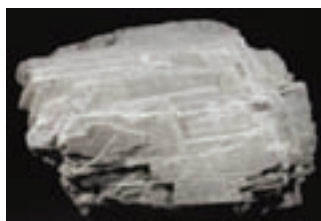
Minerali v Rudniku kaolina Črna pri Kamniku

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.

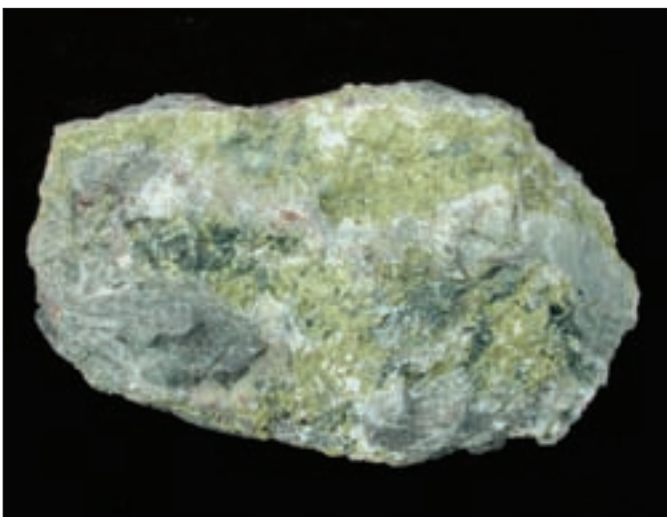
Prvi pisni podatki o pridobivanju illita v dolini Črne segajo v leto 1746. V dolini in njeni bližnji okolici so jo v manjših površinskih odkopih pridobivali Italijani. Uporabljali so ga v svojih obrtnih keramičnih delavnicah v Ljubljani za izdelavo keramične posode vrste fajansa. Kasneje so illit začeli 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 vzhodnje 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 bolehalo 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 μm , 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 prekrte z mlajšimi terciarnimi in kvartarnimi sedimenti. Ladinjske kamnine so hidrotermalno spremenjene vulkanske in piroklastične kamnine Slovenskega jarka. Pri regionalni metamorfozi je omenjeno zaporedje doseglo 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 predomine 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 Aničič, 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 Aničič 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. Plasti 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 % kremenca. 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**, kongrecije 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.

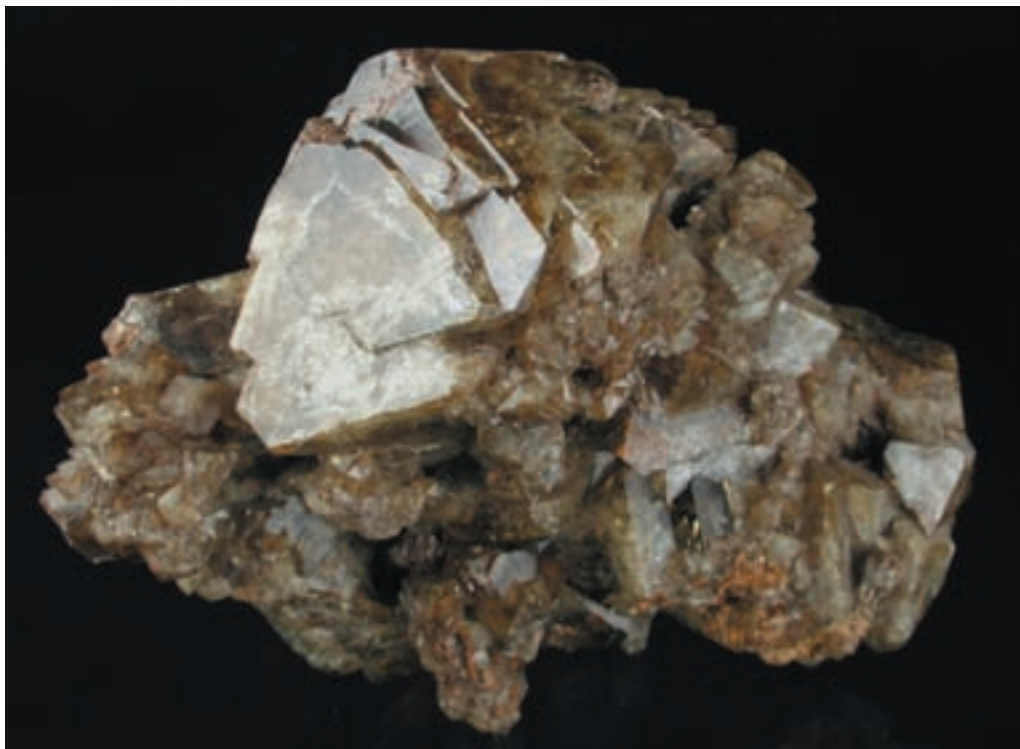
Literaturna vira:

- 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.

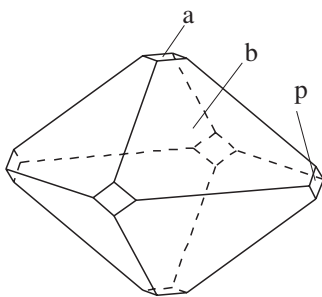
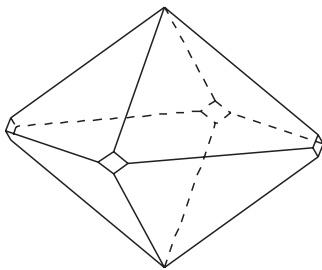
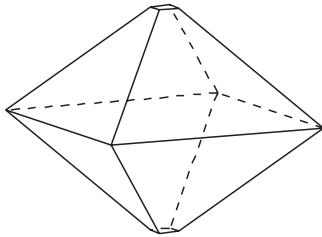
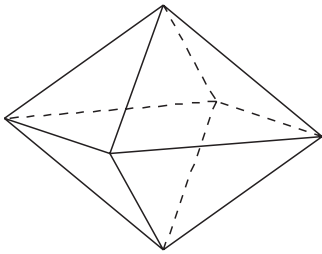
Melit iz premogovnika Trbovlje

Mirjan Žorž, Vasja Mikuž

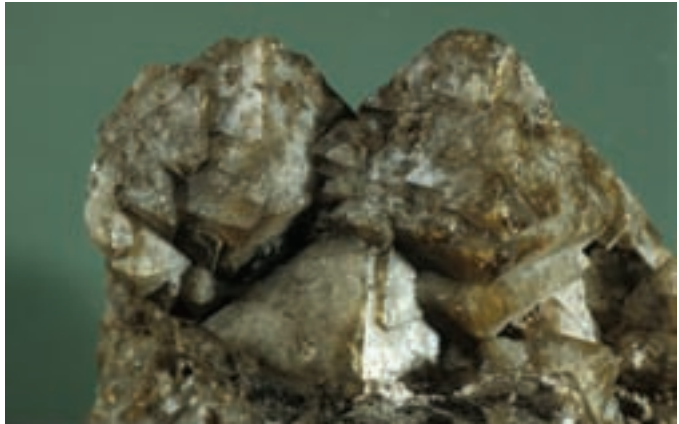
V ožjem geološkem smislu pripada trboveljsko najdišče s kristali melita terciarnemu zagorskemu sinklinoriju oziroma območju Posavskih gub, ki so sestavni del večjega takratnega sedimentacijskega prostora Panonskega bazena in Paratetide. Terciarni skladi ležijo na predterciarni mezozojski podlagi, ki 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 gline 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 dolse 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.

KALCITONOSNA SLOVENIJA

Kalcitonosna Slovenija

Slovenijo v veliki meri prekrivajo karbonatne sedimentne kamnine. Med njimi prevladujeta apnenec in dolomit. Od nastanka kamnine pa do izoblikovanja bolj ali manj popolnih kristalov kalcita oziroma dolomita je lahko preteklo več milijonov let. Kamnine so se namreč medtem pogreznile, razpokale, pogosto prelomile in se običajno tudi premaknile več kilometrov od kraja nastanka. Zaradi tektonskih procesov so nastale razpoke ali prostori, ki so bili ob povišani temperaturi in pritisku ter pod vplivom vodnih raztopin primerno mesto za nastanek in rast kristalov kalcita oziroma dolomita.

Temperatura in pritisk, sestava raztopin in drugi vzroki so narekovali nastanek in razvoj kristalov kalcita različnih oblik in habitusov. Kristali kalcita na ozemlju Slovenije so precej raznoliki, imajo pa nekatere oblikovne značilnosti, zaradi katerih jih razvrščamo v posamezne tipe. Predvsem so to skalenoedrski, strmoromboedrski in položnoromboedrski kristali. Med temi tipi pa so na določenem področju ali nahajališču možni tudi različni prehodi.

V poglavju Kalcitonosna Slovenija predstavljamo nekaj značilnih tipov kristalov kalcita iz delujočih in opuščenih kamnolomov. Posebno pozornost namenjam tistim primerkom, ki so rastle v več generacijah oziroma v spremenljivih razmerah.

Običajno v posameznem geografskem prostoru najprej opišemo osrednje oziroma najpomembnejše najdišče, sledijo pa opisi najdišč v okolici. Mi smo se odločili za drugačno razvrstitev opisov in sicer od zahoda proti vzhodu in od severa proti jugu.

Poleg kalcita in dolomita so opisani tudi drugi minerali, ki jih najdemo v kamnolomih. Mineralna združba v kamnolomih seveda ni pestra, je pa vsekakor zanimiva. Najbolj pogosta spremljajoča minerala sta pirit in markazit. Zaradi oksidacijskih pogojev sta v kamnolomih običajno limonitizirana. Najdemo pa v teh razkritih nedrjih Zemlje tudi železovo bobovo rudo oziroma bobovec. Zato smo v ta sklop uvrstili še prispevek o tem pozabljenem bohinjskem zlatu.

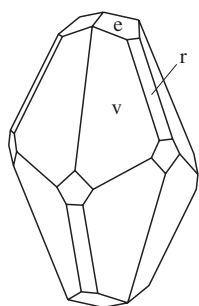
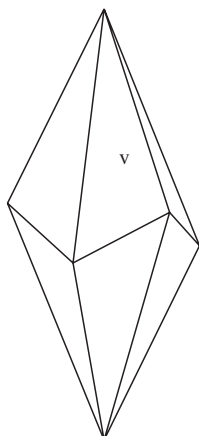
Kalcit je glavni mineral kraškega podzemlja. Tako je prispevek o oblikah kalcita s Krasa smiselno uvrščen v to poglavje. V kraških jamah, redkeje pa v kamnolomih, so tudi kristali sadre. Poglavje sklene predstavitev kalcita v obliki lehnjaka. Kalcit v tem primeru sicer ni v obliki kristalov, ki bi jih lahko občudovali s prostim očesom, vendar je za naravoslovca in ljubitelja narave zanimivo opazovati, kako takorekoč pred našimi očmi nastaja kamnina in kako kalcit inkrustira vejice, liste in mah.

Kalcit je v Sloveniji nedvomno najpogostejši mineral in noben drug mineral na našem ozemlju ne zraste v tako velikih kristalih. Spoznajmo ga.

dr. Miha Jeršek

Kristali kalcita iz kamnolomov v okolici Kroke na Gorenjskem

Miha Jeršek, Peter Urbanija, Davorin Preisinger, Vili Rakovc, France Stare



Kristali kalcita s prevladujočim skalenodrom $v\{211\}$ so redko ohranjeni. Tovrstni kristali imajo lahko razvite še kristalne ploskve likov $e\{012\}$, $f\{021\}$ in s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$.

Risbi: Miha Jeršek



Pogled na eno izmed etaž v kamnolomu Brezovica v hribu Peči leta 2003.

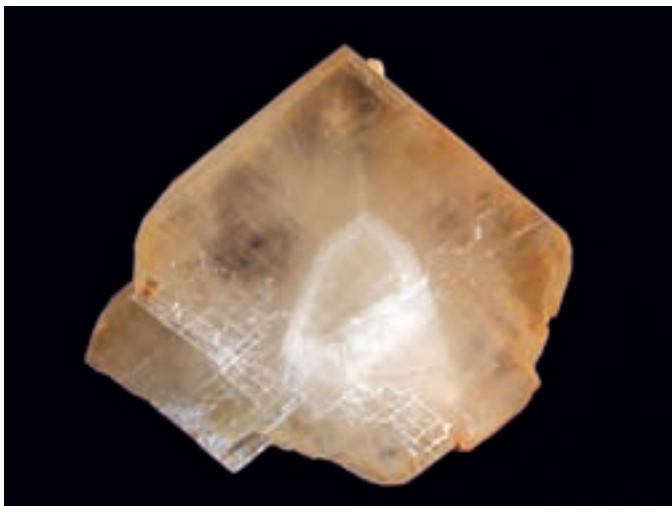
Foto: Miha Jeršek

Na Gorenjskem, na obrobju Jelovice, se Lipniška dolina razteza od Podnarta do Lancovega. Dolina je znana predvsem po železarstvu, ki ima v Kropi bogato zgodovino. Naravna vrednota pa so tudi kristali kalcita, ki jih najlažje najdemo kar v kamnolomih.

Geološka sestava Lipniške doline in njene okolice je zelo raznolika. Po podatkih Osnovne geološke karte so najstarejše kamnine na površju na severnem, vzhodnem in južnem robu Jelovice ter na posameznih delih jeloviške planote. To so srednjetroasni vulkaniti anizijsko-ladinijske starosti. Po starosti jim sledijo zgornjetriasni dolomiti in apnenci Jeloviškega pokrova kot dela Južnih Alp. Iz njih je zgrajena planota Jelovice in ožji pas kamnin od Kamne Gorice do Brezovice. Omenjene kamnine so narinjene na sedimente Slovenskega jarka kot dela Notranjih Dinaridov

Na prostoru Lipniške doline so bili prav zaradi apnenca nekdaj aktivni štirje kamnolomi, medtem ko sta danes le še dva. Najpomembnejši je v hribu Peči, kjer je bil nekoč majhen vaški kamnolom, ki ga domačini imenujejo Brezoviški kamnolom.

Peči so hrib, visok 602 m, ki se vzpenja vzhodno od Kroke in predstavlja osameli kras s površino 0,8 km². Jamarji Društva za



Na preseku kalcitnih kristalov lahko opazimo, da so kristali kalcita rasli v več generacijah; 6 x 5 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja.
Foto: Miha Jeršek

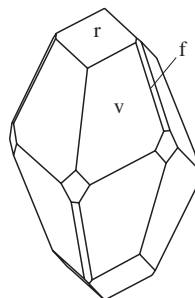
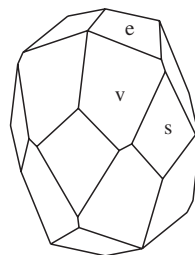
raziskovanje jam Kranj so pričeli z raziskovanjem na omenjenem področju leta 1975. Doslej so našli in evidentirali 49 jamskih objektov. Gostota vhodov v podzemne jame je torej kar 64 vhodov na kvadratni kilometer. Najdaljša in najgloblja kraška jama meri v globino 93 m, dolga pa je 362 m. Poleg geomorfoloških in kraških zanimivosti je območje Peči znano tudi po tem, da so v jamah našli kar šest vrst endemičnih jamskih hroščev.



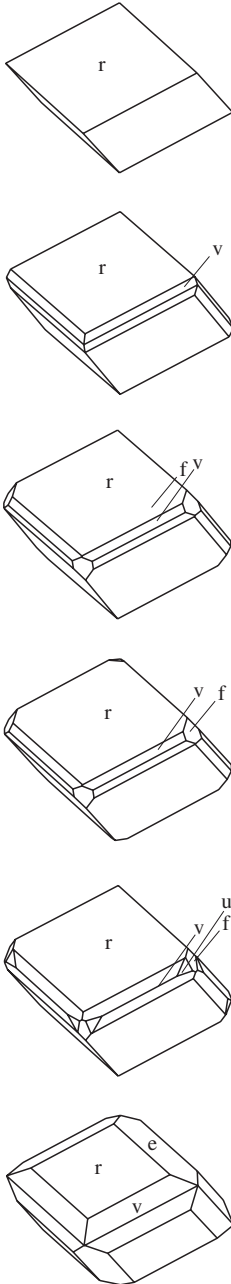
Značilni romboedrski kristali kalcita iz Peči s prevladujočim likom osnovnega romboedra **r**; 26 x 11 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja.
Foto: Miha Jeršek



Kalcit iz Peči ima redko ohranjen skalenoedrski habitus s prevladujočim likom skalenoedra $v\{211\}$, saj jih običajno prerašča mlajša generacija; 5 x 7 cm. Takšni kristali imajo lahko vključke pirita zlatorumene barve. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristali kalcita s prevladujočim skalenoedrom $v\{211\}$ imajo lahko razvite še kristalne ploskve likov $e\{012\}$, $f\{021\}$ in s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$.
Risbi: Miha Jeršek



Kalciti s prevladujočimi kristalnimi ploskvami romboedra $r\{101\}$ so med najbolj značilnimi iz najdišča Peči pri Kropi na Gorenjskem. Risbe: Miha Jeršek

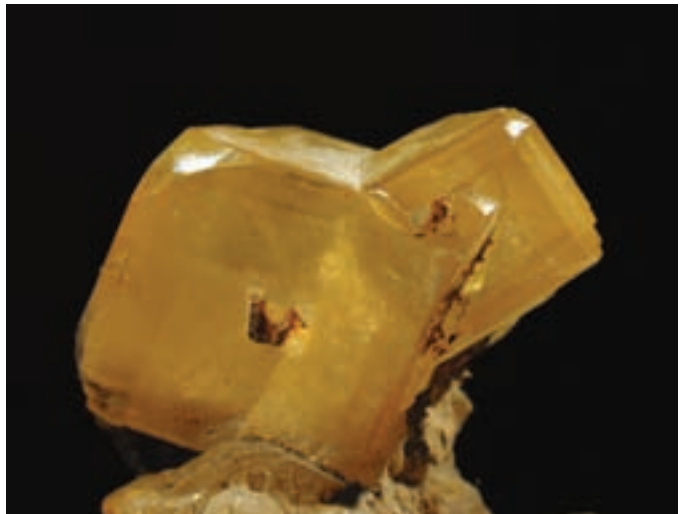


Med najbolj značilnimi so preprosti romboedrski kristali z razvitim likom osnovnega romboedra r . Ti so še posebno zanimivi, če izraščajo iz podlage, ki je posuta z drobnimi kristali kalcita; 3 x 2 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek

V osrednjem delu Peči je kamnolom blokov apnenca za urejanje hudournikov in kamna za uporabo v gradbeništvu.

V nekaj desetletjih je kamnolom razkril razmeroma obsežen del pobočja. Najdbe kristalov kalcita so postale pogoste.

Kristali **kalcita** so predvsem v manjših razpokah ali geodah v približno 60 m širokem pasu okoli osrednje razpoke, ki se razteza preko vseh etaž.

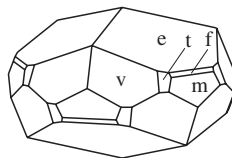
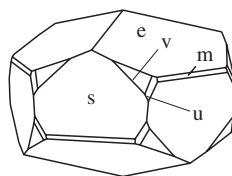
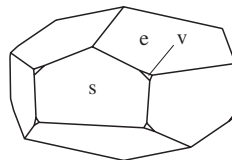
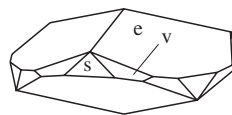
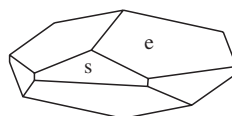


Romboedrski kristali s prevladujočim likom osnovnega romboedra r so lahko kristali dvojčki; 5 x 3 cm. Najdba Vilija Rakovca, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



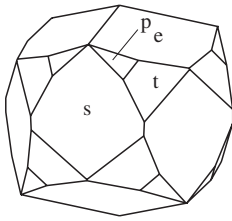
Starejšo generacijo kristalov kalcita z razvitim likom osnovnega romboedra *r* preraščajo kristali, pri katerih je prevladujoč negativni položni romboeder *e*; 5 x 3 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Ciril Mlinar

Že bežen pregled vzorcev nam razkriva, da so kristali nastajali vsaj v treh ali celo štirih generacijah. Najprej so nastali skalenoedrski kristali, veliki do 4 cm, brezbarvni do rahlo rjavkasti in motni, ki pa so razmeroma redki, saj jih prerašča naslednja generacija. Največkrat jih opazimo šele, če razkoljemo večje kristale. Generaciji loči tanka svetlejša plast kalcita, kar vidimo v preseku skalenoedrskih kristalov, lahko pa sta različni samo prosjnosti ene in druge generacije. Značilni so tudi številni drobni vključki zlatorumenega pirita.



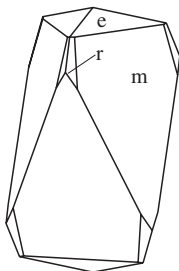
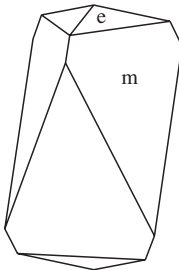
Kontaktni bazalni dvojček kalcita s prevladujočim skalenoedrom *v*. To starejšo generacijo na vrhovih že obrašča mlajša generacija; 6 x 3 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Ciril Mlinar

Kalcit s prevladujočimi kristalnimi ploskvami položnega negativnega romboedra $e\{012\}$.
Risbe: Miha Jeršek



Prehodni tip kristala kalcita, katerega posebnost so ploskve bipiramide $p \{111\}$.

Risba: Miha Jeršek



Kalcit s prevladujočimi kristalnimi ploskvami negativnega strmega romboedra m s približnim indeksom $\{041\}$ pripadajo kristalom tipa 4 in so nastali med zadnjimi. Pogosto jih najdemo v višjih delih kamnoloma.

Risbe: Miha Jeršek



Interpenetracijski dvojček kalcita; 5 x 3 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Ciril Mlinar

Druga generacija kalcita ima značilen romboedrski habitus z razvitim likom osnovnega pozitivnega romboedra. Po barvi ali ohranjenosti se ne razlikujejo bistveno od skalenoodrskih kristalov starejše generacije. Le redki so primerki, ki imajo ravne in razmeroma gladke ploskve z izrazitim sijajem. Značilno romboedrski kristali so veliki do 10 cm. Poleg osnovnega romboedra so včasih razvite še kristalne ploskve skalenoodra in zelo redko pinakoida. Poleg posameznih kristalov lahko najdemo tudi kristale dvojčke, ki so praviloma večji od samskih.

Tudi naslednja generacija kristalov kalcita ima romboedrski habitus. Zanj je značilen negativni položni romboeder. Popularno jih imenujemo *mercedesi*, saj po videzu spominjajo na Mercedesov zaščitni znak. Razlika v morfologiji je še posebno dobro opazna, kadar se preraščata generaciji z razvitimi različnimi liki romboedrov. *Mercedesi* imajo poleg značilnega romboedra razvite tudi kristalne ploskve skalenoodra, strmega romboedra in zelo redko bipiramide. Običajno so veliki do 2 cm, največji pa 5 cm v premeru. Še posebno zanimive so nekaj deset centimetrov velike votline v stenah kamnoloma, ki so dobesedno obdane z značilnimi romboedrski kristali tega tipa.

Med zadnjimi so nastali kristali z razvitimi kristalnimi ploskvami lika strmega romboedra. Ti so zelo pogosti predvsem v višjih etažah. Običajno so beli in na videz neprozorni, zelo redko pa brezbarvni in prozorni. Veliki so do 6 cm, posamezni skupki pa tudi do 20 cm in več.

Poleg kalcita najdemo tudi **bobovce** in **limonitiziran pirit**. V eni izmed kraških jam je pesek iz bobovca, granulacije od 0,6 do 0,8 mm. Posamezni kosi bobovca tehtajo tudi 2 kg in več, medtem ko dosežejo kristali pirita do 1 cm. Na nekaterih primerkih so še lepo ohranjene oblike prvotnih kristalov pirita

z razvitimi kristalnimi ploskvami kocke in oktaedra, na drugih kosih pa oblike kristalov komaj še prepoznamo. Limonitiziran pirit je lahko podlaga, na kateri so rasli predvsem skalenoedrski, pa tudi protasti in redkeje romboedrski kristali kalcita.

V bližini Krope, nedaleč od Kamne Gorice, so še trije kamnolomi s kristali kalcita. Prvi, Valentinov kamnolom, je ob poti iz Kamne Gorice proti še delujočemu kamnolomu. V njem smo v preteklosti našli posamezne razkolke. Njihova velikost je do nekaj centimetrov. So tako čisti, da jih lahko imenujemo tudi islandski dvolomci, saj je dvolomnost svetlobe jasna in izrazita. Tudi primerki z razvitimi strmimi romboedri nekoč niso bili redkost. Drugi, močno zaraščen opuščeni kamnolom, je Rokov kamnolom v bližini kopališča pri Kropi. V njem je bil najden piritiziran fosil, ki še ni določen. Največji in še vedno aktiven pa je v jugovzhodnem pobočju Jelovice pri Kamni Gorici. Tam kristale kalcita redko najdemo. Večinoma so v razpokah, zapolnjenih z ilovico, in močno korodirani. Prevladujejo »mercedesi«, medtem ko kristalov z drugačno morfologijo do sedaj nismo našli.

Kristali kalcita iz okolice Krope na Gorenjskem sodijo med najbolj raznolike kristale kalcita na Slovenskem. Morfološko so pestri, posebej še, ker so najdeni na razmeroma majhnem delu odkritega hriba v nekaj desetmetrskem pasu karbonatnih kamnin.

Literaturni viri:

- GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1974: *Osnovna geološka karta SFRJ. List Kranj 1:10000*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1976: *Tolmač za Osnovno geološko karto SFRJ. List Kranj* (geologija, str. 30-32). Zvezni geološki zavod, Beograd.
- ZUPAN HAJNA, N., 1995: *Geološka podoba Lipniške doline* (geologija Lipniške doline, str. 30-36). Kroparski zbornik ob 100-letnici Plamena: 1894 – 1994. Tovarna vijakov Plamen, občina Radovljica, Kropa.
- SKABERNE, D., Š. GORIČAN, J. ČAR, J., 2003: *Kamnine in fosili (radiolariji) iz kamnoloma Kamna Gorica* (geologija okolice kamnoloma Kamna Gorica, str. 85-89). Vigenjc, let. 3, Kropa.
- JERŠEK, M. 2003: *Kalcit iz Peči pri Kropi* (morfologija kristalov kalcita iz kamnoloma Brezovica v Pečeh, str. 64-65). Vigenjc, let. 3, Kropa.



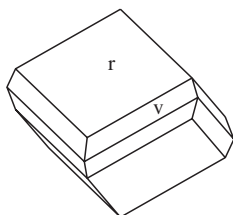
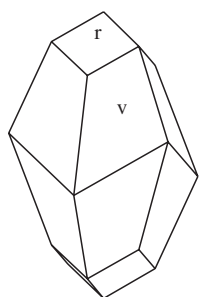
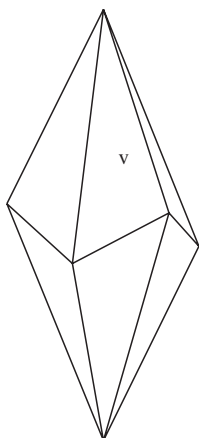
Romboedrski kristal ima tokrat razvite zelo strme like romboedra, zato jih uvrščamo v posebno skupino; 3 x 2 cm. Razmeroma pogosti so v vrhnjih delih aktivnega kamnoloma v Pečeh. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Kristal kalcita z razvitim likom strmega romboedra; 25 x 45 mm. Takšni kristali so nastali med zadnjimi. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar

Veliki kristali kalcita z Jelovice

Davorin Preisinger, Miha Jeršek



Skalenoedrski kristali kalcita z razvitimi kristalnimi liki skalenoedra $v\{221\}$ in romboedra $r\{101\}$.
Risbe: Miha Jeršek

Jelovica je visoka planota, ki se razprostira na nadmorski višini med 1.200 in 1.400 m. Na severu jo omejuje Sava Dolinka, ki jo je v geološki zgodovini ločila od še malo višje planote Pokljuke. Na jugovzhodni in južni strani ležita naselji Kropa in Dražgoše, njen severni konec pa se nadaljuje do Ratitovca (1678 m). Jelovica je del Krnskega pokrova, ki je lokalno poimenovan tudi Jeloviški pokrov, in pripada tektonski enoti Južnih Alp.

Kamnine, ki grade Jelovico, so nastajale v obdobju zgornjega triasa in spodnje jure, kar pomeni, da so stare približno 220 do 180 milijonov let. Med njimi prevladujeta plastnati svetlosivi do bel apnenec, ki ga imenujemo dachsteinski apnenec, in mikritni ter oolitni jurski apnenec. V 536 m globokem breznu pri Leški planini, ki so ga našli in raziskali člani Društva za raziskovanje jam Kranj, so ti skladi vidni prav do dna.

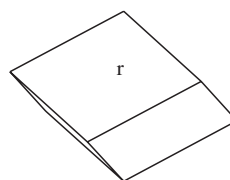
Na južnem pobočju Jelovice so kroparski rudarji kopali železovo rudo, imenovano **bobovec**. Pri tem so naleteli tudi na rove naravnih kraških jam, v katerih še danes najdemo kalcit. Na področju Jelovice je bilo do sedaj odkritih in raziskanih 148 jam. Prva raziskovanja segajo v drugo polovico 19. stoletja. Takrat so v Jamo pod Babjim zobom pričeli voditi turiste, ki so letovali na



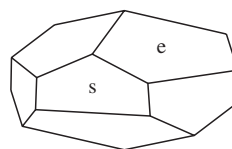
Goran Schmidt leta 2003, nedaleč od mesta na Jelovici, kjer so kristali kalcita praktično na površini, izpostavljeni mehanskemu in kemijskemu preperivanju.
Foto: Miha Jeršek



Kristali kalcita z razvitimi kristalnimi liki skalenoedra so veliki do 6 cm. Najdba in zbirka Vojka Pavčiča. Foto: Ciril Mlinar



Razmeroma redki so kristali kalcita, ki imajo razvite samo kristalne ploskve lika $r\{101\}$.
Risba: Miha Jeršek



Romboedrski kristal kalcita z razvitimi kristalnimi ploskvami likov romboedra $f\{021\}$ in strmega romboedra s približnim indeksom $s \sim \{0.30.1\}$. Risba: Miha Jeršek

Bledu. Intenzivnejše raziskovanje jam na Jelovici se je pričelo po letu 1960 in traja še danes. Vseh 148 jam je narisanih in označenih v slovenskem katastru jam.

V kraških jamah na Jelovici bolj ali manj popolni kristali **kalcita** sestavljajo stene posameznih dvoran ter zapolnjujejo razpoke in druge odprtine v apnencu. Velika večina kristalov kalcita ima protasto teksturo. Med seboj se lahko žarkasto zraščajo v skupke kristalov metrskih dimenzij. Pogosto so precej napokani in zaradi delovanja vode korodirani. Večinoma so povsem beli, pa tudi rumeni ali rjavi zaradi delcev glin, ki je pogosta spremljevalka kraških jam. Na videz so povsem neprozorni, čeprav lahko na odlomljenih delih vidimo svež prelom kristalov z boljše ohranjenimi jedri. Na posameznih delih protasto razvitih kristalov lahko v njihovih vrhovih zasledimo razvite kristalne ploskve romboedrov. Takšni kristali imajo lahko premer tudi do 10 cm in več in so nedvomno največji do sedaj znani kristali kalcita v Sloveniji. V dolžino merijo tudi do 70 cm. A popolnejši kristali so seveda manjši. Najdemo jih lahko tik ob stiku apnenca s protastimi kalcitnimi kristali.

V jamah na Jelovici zelo redko najdemo čiste in povsem prozorne kristale z razvitim skalenoedrskim habitusom. Le izjemoma lahko že s prostim očesom opazimo, da so nastali v več generacijah. Poleg morfologije nam to dokazuje tudi obarvanost posameznih generacij kristalov, saj so v starejši generaciji sivi vključki, kar daje za kalcitove kristale ne ravno značilno sivo barvo. Mlajša generacija, ki prerašča starejšo, pa je brezbarvna. Za starejšo generacijo je značilen tudi skalenoedrski habitus, za mlajšo pa stromoromboedrski.

Na Jelovici nam tu in tam vsekana cesta včasih razkrije dele jam z velikimi kristali kalcita. Popolnih kristalov običajno ni,



Rumeno obarvan skalenoedrski kristal kalcita zažari v presevni svetlobi; 9 x 4 cm. Najdba Davorina Preisingerja, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Strmoromboedrska in mlajša generacija kalcita popolnoma obrašča skalenoadrske kalcite starejše generacije; 45 x 25 mm. Najdba in zbirka Staneta Lamovška. Foto: Miha Jeršek

so pa dobro ohranjeni posamezni razkolki. Ker so dovolj čisti, lahko z njimi opazujemo dvolomnost. Zanimivi pa so seveda tudi zato, ker lahko dosežejo do 10 cm in več.

Nahajališča kalcita na Jelovici so nedvomno ena najbolj zanimivih in edinstvenih v Sloveniji. Ohranimo jih v naravi, saj so tam tudi najlepši.

Literaturni vir:

RAMOVŠ, A., 1972: *Geološki razvoj Selške doline*. Loški razgledi 19, str. 332-355, Škofja Loka.

Kalcit s Straže pri Bledu

Renato Vidrih, Vili Rakovc

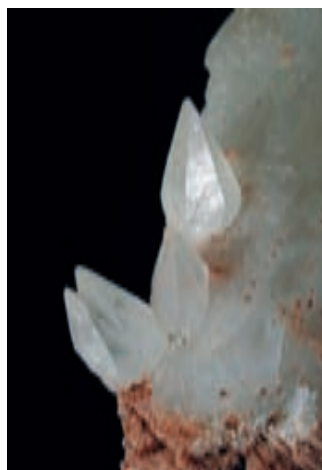


Pogled na neoschwagerinske apnenice, v katerih lahko najdemo lepe skalenoeдре kalcita. Foto: Renato Vidrih

Na Mlinem ob Blejskem jezeru zavijemo južno proti vasi Selo pri Bledu. Pred vasjo se severozahodno od ceste dviguje greben Straže (642 m), ki ga gradijo drobnozrnati masivni dolomiti anizijske starosti. Enako zgradbo ima tudi greben Dobre gore



Kalcit s skalenoeдрskim habitusom; 64 x 53 mm. Najdba in zbirka Cveta Gašpirca. Foto: Miha Jeršek



Skalenoederski kristali kalcita; izrez 41 x 22 mm. Najdba in zbirka Mojce Vidmar. Foto: Miha Jeršek



Skupek skalenoederskih kristalov kalcita; 86 x 57 mm. Najdba in zbirka Cveta Gašpirca. Foto: Miha Jeršek

(620 m), ki leži jugovzhodno od Straže. Med dolomiti pa ob prelomih v smeri zahod severozahod-vzhod jugovzhod izdajajo grebensi neoschwagerinski apnenci in breče srednjepermske starosti, ki gradijo vrh Straže.

Kristale **kalcita** s Straže pri Bledu omenja že Wilhelm Voss in jih uvršča med najlepše na Kranjskem. Danes lahko najdemo lepe skalenoedre v kamnolomu na južnem pobočju. Dostop do kamnoloma je enostaven, mnogo zahtevnejši je vzpon do navpičnih apnenčevih sten. Apnenec je masiven, sekajo pa ga številne manjše razpoke, v katerih lahko najdemo kristale. Posamezni kristali imajo zaključene terminalne ploskve na obeh straneh, več pa je tistih, ki imajo razvito le eno stran. Največji kristali dosega 10 cm. So večinoma rumenorjavnkasti zaradi primesi železovih oksidov, najdemo pa tudi povsem bele, motne kristale. Robovi med posameznimi ploskvami so gladki in ravni. Rastejo v skupkih, ki pa jih le težko dobimo iz razpok. Pogosto so večji kristali obraščeni z manjšimi. Z mnogo truda in ob slučajni ugodni legi na podlagi je mogoče dobiti skupke s premerom 30 cm in s kristali, velikimi do 10 cm.



Skalenoederski kristali kalcita; izrez 35 x 25 mm. Najdba in zbirka Cveta Gašpirca. Foto: Miha Jeršek

Literaturni viri:

- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (kalcit, str. 181, 183, 189-190). Tehniška založba, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1996: *Kalcit v Sloveniji* (kalcit, str. 9-19). Galerija Avsenik, Begunje.

Nahajališča bobovca v predgorju Julijskih Alp

Renato Vidrih, Uroš Herlec

Bobove in skorjaste limonitne železove rude so danes gospodarsko popolnoma nepomembne, v zgodovini pa ni bilo tako. Njihov nastanek je ponekod vezan na jezerske vode, ki so v mrzlih območjih bogate z O_2 . V močvirjih, ki obdajajo jezera, je okolje redukcijsko, brez prostega kisika. Tam je nemobilno trovalentno železo (Fe^{3+}) prešlo v reducirano dvovalentno železo (Fe^{2+}), iz katerega nato nastaja železov hidrogen-karbonat. Kjer se podtalnica izliva v jezersko vodo, ki je bogata s kisikom, se izloči kot železov hidroksid in nastanejo akumulacije železove rude. S postopnim skorjastim priraščanjem na zunanji površini nastanejo večinoma železovi pizoliti, veliki do 3 cm, pa tudi večje konkrecije. Ker je možnost za ohranitev jezerskih in močvirskih sedimentov in prvotnega nahajališča bobove železove rude razmeroma majhna, se **bobovci** zaradi erozije sedimentov nako-pičijo kot netopen ostanek zakrasevanja v vrtačah in brezni.

Železova ruda nastaja tudi s psevdomorfozo preostankov železovih sulfidov (markazita in pirita) iz različnih prepe-revajočih sedimentnih kamnin. Pri oksidaciji preide žveplo iz preostankov pirita in markazita v karbonatnih kamninah v lahko topen sulfat, ki ga voda zlahka odnaša. Dvovalentno železo iz prejšnjega kristala preide v nemobilno trovalentno železo, ki se s kisikom in vodikom poveže v limonit. Limonit pravzaprav ni mineral, temveč je mešanica dveh mineralov: goethita in lepidokrokita, lahko tudi hematita.

Kristalne oblike predhodnega železovega sulfida ali tekstura s piritom in markazitom nadomeščene kamnine so pogosto zlahka opazne, kar je tudi bistvo psevdomorfoze (privzemanja lažne oblike) predhodnega minerala. Limonit, ki se pojavlja v gomoljih ali zaobljenih zrnih, so imenovali bobovec – zaradi podobnosti oblike z živalskimi bobki, ime pa se je ohranilo do danes.

Po Sloveniji je veliko limonita. Predvsem v kraškem svetu je med boksiti in *terro rosso* veliko bobovcev. Bobovca je tudi drugod po Sloveniji kar precej. Že Wilhelm Voss opisuje nahajališča v triasnih apnencih Jelovice, pri Železnikih, Selcih in Kropi, v dachsteinskem apnencu Štefanje gore pri Cerkljah in na Ratitovcu, v krednih skladih Kamnitnika pri Škofji Loki in jurskih skladih Kamniških Alp. Na Bohinjskem je bil mnogo časa glavna železova ruda, lepe bobovce najdemo v okolici Kroepe, v kamnolomu Peči pri Kamni Gorici, če naštevamo le nahajališča v Julijskih Alpah in njihovem predgorju.



Bobovec v osnovi iz kamnoloma Peči pri Kropi; večje zrno 20 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Marijan Grm



Bobovci s premerom do 10 mm z Rudnega polja. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

V naših krajih so nabirali bobovec in ga talili v železo že v predzgodovinski dobi. Bil je osnovna ruda za razvoj železarstva na območju Železnikov, Bohinja, Kroke in Kamne gorice. Bobovce Pokljuke in Jelovice v Triglavskem predgorju so nabirali kmetje, pozneje fužinarji, v kotanjah in vrtačah. Bobova ruda je bila iz manjših zrn oz. manjših konkrecij, velikih od lešnika do oreha, redkeje so našli večje kose. Vsebovali so med 30 in 50 mas. % železa. V posameznih vrtačah je bilo do 1 t rude, kar je pri takratni tehnologiji zadoščalo za pridobivanje železa. Konec 18. stoletja je nova tehnologija zahtevala bistveno večje količine bolj bogate rude, zato je tudi železarstvo v naših krajih zamrlo.

Bobovci so bili v rdečkasti limonitni ilovici in so vsebovali apnenčeve drobnice in zrna mlečnega kremenca. Največ bobovca je bilo odkopanega na Rudnem polju na Pokljuki, od koder so ga vozili v fužine na Savi. V bohinjkih bobovcih je 45 do 60 mas. % železa, 10 do 15 mas. % kalcijevega oksida, do 12 mas. % manganovega oksida, 10 mas. % kremenice in 3 mas. % vode.

Železarstvo v Bohinju se je začelo pred 2.600 leti z taljenjem železove rude v starejši železni dobi (halštat). V 1. stoletju pr. n. št. je bil Bohinj kot del kraljestva Norik vključen v železarsko trgovino z Rimom, zbirni center za noriško jeklo pa je bil Oglej.

Že v 7. stoletju pr. n. št. so začeli načrtno naseljevati Bohinj prav zaradi pridobivanja železa. Že zelo zgodaj so odkrili rudo – bobovec, iz katere so pridobivali železo in jeklo. Svoj vrhunec sta pridobivanje in predelava dosegla v poznoantični dobi in se znova obudila v času preseljevanja narodov v prostor Norika.



Bobovec iz kamnoloma Peči pri Kamni Gorici; 45 x 40 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



*Bobovec z Rudnega polja; premer največjega je 13 mm.
Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar*

V 11. stoletju so nastali prvi večji železarski obrati. V starem, srednjem veku in v začetku novega so pridobivali železo na direktni, proti koncu 16. stoletja pa na indirektni način v breščanskih ali laških pečeh. To so bili začetki sodobnih postopkov. Konec 18. stoletja je prevzela fužine Zoisova družina in jih uspešno upravljala 130 let. Železarstvo v Bohinju je prekinil požar leta 1890.

Že v starejši železni dobi, po nekaterih zgodovinskih virih pa že prej, je nastala transportna povezava Bohinja z Mostom na Soči – preko gorskih prelazov čez Bačo in Suho – kjer železove rude ni bilo, a so železo nedvomno izjemno učinkovito obdelovali. Arheologi imenujejo to značilno in samosvojo tehnologijo in kulturo svetolucijska skupina – staro ime za Most na Soči je Sveta Lucija. Dokaze iz časa od starejše halštatske kulture do propada rimskega imperija v 5. stoletju n. št. so izkopali na Ajdovskem gradcu in v bližnji okolici ter na mnogih mestih v Soški dolini. Prazgodovinsko žlindro so našli na Ajdovskem gradcu, pa tudi na Gradišču pri Lepencah, na griču Dunaj pri Jereki, na Babni gori in Rudnici, kar dokazuje, da so bile tam nekdaj peči. V neposredni bližini so bila glavna nahajališča bobovca.

V starem veku so postopki pridobivanja železa obsegali pripravo goriva (les, oglje), pripravo rude (nabiranje, izkopavanje, praženje), pripravo materialov za peči (peščenjaki, glina, ilovica), izdelavo mehov za dovajanje zraka v peči in izdelavo talilnih peči ter kovaških ognjišč. Rudo, les za oglje in material za gradnjo peči so dobili doma v Bohinju. Iz peščenjakov so izdelovali notranje obloge talilnih peči. Sledilo je taljenje v starih pečeh na volka, čiščenje volka, odstranjevanje žlindre iz peči in kovanje volka v surovec ter nato v končni izdelek.



*Limonitiziran pirit iz kamnoloma Brezovica v Pečeh pri Kropi;
50 x 40 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar*

Podoba starodavnega Bohinja kaže na dve veliki železnodobni in poznorimski središči s talilnicami železa, rudišči, naselbinami, grobovi, čuvajnicami in utrdбами: prva je bila na Ajdovskem gradcu, druga na Dunaju pri Jereki. Številne dokaze (ostanki peči, žlindra, stari volki ...) hrani avtor knjige *Pozabljeno bohinjsko zlato* Ivo Janez Cundrič na svojem domu v Bohinjski Bistrici. V novem veku so bili prisiljeni iskati rudo na širšem območju Julijcev in Jelovice. Ruda je bila večinoma v kotanjah in brezni. Večinoma so bobovec skupaj z limonitnimi psevdomorfozami železovih sulfidov kopali v dnevnih kopih, med katerimi so bili največji v Rudni dolina in na Rudnem polju. Ko so odstranili zgornje plasti, so odkopano mesto ogradili s kamenjem in pustili, da je rudo spral dež, čez zimo pa so jo odvažali. Na rudarjenje danes kažejo izkopi lijakastih oblik vsepovsod po Pokljuki, Jelovici in drugod.

Najgloblje, do globine 250 m, so rudarili v Krašci pri Gorjušah, ki so bile glavni revir za bistriške fužine. Kopali so v ozkih jaških, mnogo zahtevnejše kot na Rudnem polju. Leta 1777 je rudo kopalo 45 delavcev. Kopač je imel pri spuščanju v ozke jaške vrv ovito okoli roke in okoli kolena, držati pa je moral še svečo. Uporabljali so krampe in priostrena kladiva, nabrano rudo pa so na površje zvelkli v posodah.

Bobovec je tesno povezan z znamenitim Slovencem, baronom Sigmundom (Žigo) Zoisom, ki je bil lastnik fužin, naravoslovec, mineralog, zbiralec mineralov ... V njegovi mineraloški zbirki v Prirodoslovnem muzeju Slovenije je tudi nekaj zanimivih primerkov bobovca.

Literaturni viri:

- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- DROVENIK, M., 1984: *Nahajališča mineralnih surovin* (rudišča bobovih in skorjastih železovih rud, str. 243-244). Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, VTO Montanistika, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (limonit, str. 171-174). Tehniška založba, Ljubljana.
- CUNDRIČ, I. J., 2002: *Pozabljeno bohinjsko zlato*. Zbirka Gorenjski kraji in ljudje, št. 21, Gorenjski muzej Kranj. Založba Cerdonis, Slovenj Gradec.
- VIDRIH, R., 2004: *Taljenje železove rude v Bohinju*. Življenje in tehnika, februar 2004, str. 54-66. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

Dolomit in kalcit iz Hotovelj

Renato Vidrih, Vili Rakovc, Miha Jeršek

V Poljanah nad Škofjo Loko zavijemo levo v vasico Hotovlja, nato pa po nekaj sto metrih poti na levem bregu potoka zagledamo kamnolom, ki ga uporabljajo le občasno. V kamnolomu pridobivajo svetlosiv debelozrnat sparitni dolomit zgornjeladinskijske starosti. Dinarski prelom, ki je ustvaril lepe tektonske drse, seka kamnolom v smeri severozahod-jugovzhod. Smeri razpok, v katerih najdemo kristale, so enake smerem preloma.

Debelozrnat sparitni dolomit s satasto strukturo leži v tektonsko poškodovanih plasteh. Med njimi, predvsem pa v severozahodnem delu kamnoloma, so vrinjeni apneneci. Menjavanje apnenca in dolomita je po vsej verjetnosti posledica prelomov. V razpokah, prečno na smer plasti, najdemo posamezna gnezda kristalov dolomita in kalcita.

Najlepši kristali **dolomita** so v jugovzhodnem delu kamnoloma. Prevladujejo romboedrski kristali povprečne velikosti do 3 mm. Ponekod imajo dolomitovi kristali izrazito sedlaste oblike. Večinoma so svetlosivi, redkeje beli. Zanimivo je, kako pogosti so – praktično v vsakem kosu kamnine so votlinice z dolomitovimi kristali.

Na severozahodni strani kamnoloma lahko v razpokah v apnencu najdemo bolj ali manj popolne kristale **kalcita**. So strmoromboedrski, neprozorni do prosojni in veliki do 3 cm.



Pogled na jugovzhodni del kamnoloma, kjer prevladuje dolomit z lepo razvitimi kristali. Foto: Renato Vidrih



Pogled na severozahodni del kamnoloma, kje lahko med apneneci najdemo lepe strmoromboedrske kristale kalcita, velike več centimetrov. Foto: Renato Vidrih



Skupek drobnih, do 1 cm velikih kristalov kalcita. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Položni romboedri na vrhovih strmoromboedrskih kristalov kalcita; 35 x 35 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Sedlasto razvit dolomit; 3 x 2 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar

Njihova glavna značilnost je, da se menjavata dva lika romboedra, kar daje kristalom značilno progavost. Kadar na kalcitu izrazito prevladujejo strmi romboedri, so kristali kalcita videti bolj ošiljeni. Vrhove kristalov zaključujejo položni romboedri.

Ponekod lahko s prostim očesom opazimo drobne, tu sveže, tam limonitizirane kristale **pirita**, ki pa ne presegajo 1 mm. Zaradi oksidacijskih procesov je zato pogost tudi **limonit**, ki pa je vedno samo v tankih prevlekah na karbonatni podlagi. **Manganovi dendriti** dopolnjujejo raznovrstnost mineralov v kamnolomu.

Kljub temu, da kristali dolomita niti barvno, niti po velikosti in obliki ne bodejo v oči, je kamnolom južno od vasi Hotovlja eno najbogatejših in s tem pomembnejših nahajališč dolomitovih kristalov v Sloveniji.

Naj omenimo še nekaj nahajališč **dolomitovih** kristalov na širšem območju: v kamnolomu ob cesti na Črni vrh pri Polhovem Gradcu, blizu meje z rdečimi permskimi peščenjaki; v manjših opuščeni kamnolomih na Grmadi; na zahodnem pobočju Križne gore pri Škofji Loki. Tu lahko poleg majhnih dolomitovih kristalov najdemo tudi drobne kristale kremenca.

Literaturni viri:

- GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1974: *Osnovna geološka karta 1:100 000, list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (kalcit, str. 181, 183, 189-190). Tehniška založba, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1996: *Kalcit v Sloveniji* (kalcit str. 9-19). Galerija Avsenik, Begunje.



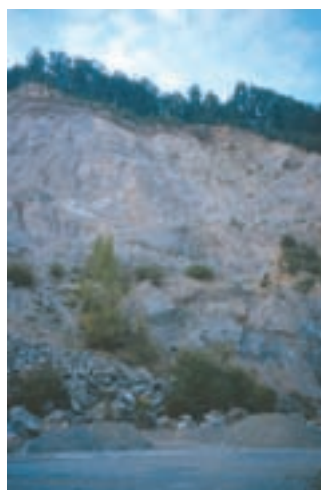
Strmoromboedrski kristali kalcita so razviti na apnencu; 8 x 5 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar

Kalcit iz kamnoloma Hrastenice

Matija Križnar, Damjan Zupančič, Miha Jeršek

Vas Hrastenice leži ob regionalni cesti Ljubljana – Polhov Gradec. Na zahodnem koncu vasi se na severni strani odpira velik kamnolom, ki ga najbolj poznajo zbiralci fosilov in paleontologi kot nahajališče srednjetroasnih (anizijskih) amonitov in drugih okamnin. Velikost kamnoloma priča, da je verjetno obratoval več desetletij. V prvih raziskovanjih sredi devetdesetih let preteklega stoletja smo našli nekaj zanimivih kristalov kalcita in seveda fosilov, kar je bil povod za intenzivnejše iskanje.

Najstarejši so spodnjetroasni (skitski) apnenčevi peščenjaki in laporovci, ki jih najdemo na zahodni strani kamnoloma. V največjem obsegu je razgaljen svetlo- do temnosiv srednjetroasni (anizijski) dolomit, ki zgoraj preide v rumeni laporni dolomit in laporni apnenec. Nad njim ležijo rdečkasti srednjetroasni (anizij, ilirska podstopnja) apnenci z bogato amonitno favno, laporovci, meljevci, peščenjaki in konglomerat. V zgornjem delu kamnoloma so sivi apnenec, dolomitizirani apnenec in dolomit (zgornje-anizijske starosti), kjer je verjetno tudi primarno mesto spodaj ležečih blokov, v katerih so bili kristali kalcita.

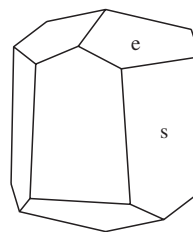


Kamnolom Hrastenice leta 2000.
Foto: Matija Križnar



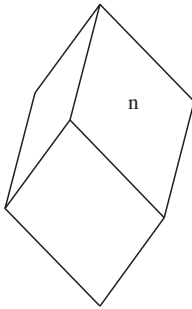
Posamezni kristali kalcita iz kamnoloma Hrastenice so le redko razviti v kristalih, ki jih lahko občudujemo že s prostim očesom. Kristal kalcita na posnetku je visok 12 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta.

Foto: Miha Jeršek



Najpogostejši kristali kalcita iz Hrastenic imajo razvite negativne strme romboedre s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$ in negativne položne romboedre $e\{012\}$.

Risba: Miha Jeršek

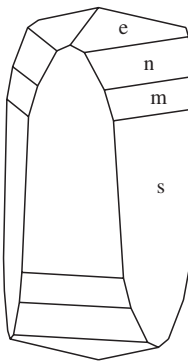


Vrhovi protastih kristalov kalcita iz Hrastenic imajo razvite negativne strme romboedre $n\{021\}$.

Risba: Miha Jeršek



Prozorni kristali kalcita s prevladujočimi strmimi romboedri so v lepem kontrastu z rdečkastim apnencem. Kristali kalcita so visoki do 10 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



Strmoromboedrski kristali kalcita imajo lahko poleg negativnih strmih romboedrov s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$ še negativna strma romboedra $m\{041\}$ in $n\{021\}$ ter na vrhu negativne položne romboedre $e\{012\}$. Risba: Miha Jeršek

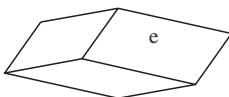
Mineraloško je kamnolom siromašen, najti je mogoče le kristale kalcita in redko dolomita, ki zapolnjujejo večje ali manjše razpoke v kamnini. **Kalcit** najdemo v drobnih razpokah ali geodah v apnencu ali pa preprosto zapolnjuje zakrasele dele kamnine. Ponekod so kristali kalcita dobesedno vezivo v zelo razpokani in tektonsko porušeni kamnini. Najpogostejši so kristali z razvitimi strmimi romboedri. Običajno so brezbarvni, beli ali rumenorjavkasti. Veliki so do 1 cm. Na nekaterih primerkih se menjavajo negativni položni romboeder z negativnim strmim romboedrom. Redkejši so kalciti v večjih kraško razširjenih tektonskih razpokah, so pa veliki do 8 cm, skupki celo do 30 cm v premeru. V tankih razpokah skitskih in anizijskih kamnin je mogoče najti tudi vedno zanimive **manganove dendrite**.

Kamnolom Hrastenice je predvsem zaradi izjemne paleontološke dediščine (bogato nahajališče anizijskih glavonožcev v Sloveniji) in manj zaradi kristalov kalcita pomembna naravna vrednota v tem delu Slovenije.

Literaturna vira:

PETEK, T., 1997: *Skitske in anizijske plasti v kamnolomu pri Hrastenicah in pomembne najdbe zgornjeanizijskih fosilov* (geologija, stratigrafija in paleontologija kamnoloma Hrastenice, str. 119-151). Geologija, knjiga 40, Ljubljana.

KRIŽNAR, M., 1999: *Glavonožci Škofjeloškega in Polhograjskega hribovja* (srednjetriasni amoniti, str. 1-12). Katalog razstave, Društvo Loški kremen, Škofja Loka.



Kristali kalcita z negativnim položnim romboerom $e\{012\}$ so razmeroma pogosti, vendar podobno kot drugi tipi kristalov kalcita v Hrastenicah razmeroma slabo ohranjeni.

Risba: Miha Jeršek

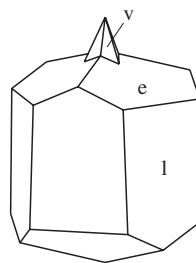
Kalcit iz kamnoloma Povodje

Jure Žalohar, Miha Jeršek

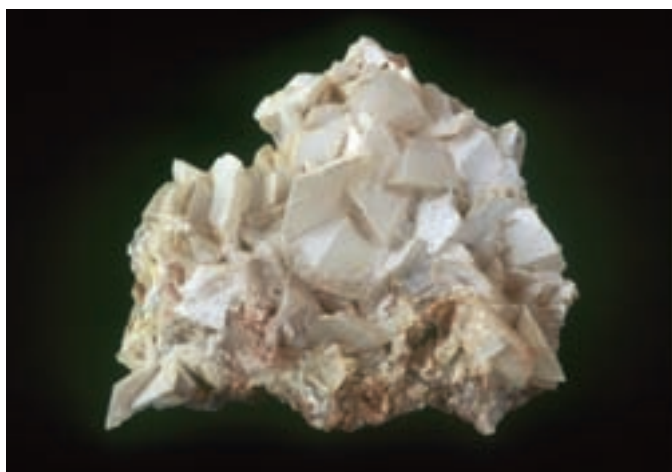
Opuščeni kamnolom apnenca Povodje je na obrobju Ljubljanske kotline, med Gameljnam in Skaručno, v zahodnem pobočju hriba Mali vrh (483 m). V južnem in osrednjem delu kamnoloma je viden triasni tankoplastnat do masiven apnenec. Tam, kjer je apnenec tankoplastnat, se izmenjujejo plasti sivega apnenca in rjavkastega laporastega apnenca. V severnem delu kamnoloma so razkrite kamnine kredne starosti v zaporedju: rjav tankoplastnat laporovec, rjav drobno- do debelozrnat peščenjak, peščen kalkarenitni in kalkruditni apnenec z rudistnimi školjkami ter breča in konglomerat. Plasti triasnega apnenca in krednih kamnin vpadajo v povprečju pod kotom 50° proti severozahodu.

V osrednjem delu kamnoloma je vidna do 30 m široka prelomna cona, v katero so vgneteni večji (do 30 m) in manjši bloki naštetih kamnin. V najvišjem delu kamnoloma je v tem delu tudi konglomerat z rdečkastim limonitiziranim vezivom. Prodniki in bloki v konglomeratu so veliki do 0,5 m. Ta konglomerat, ki je pogost v širši okolici, se razlikuje od vseh ostalih kamnin v kamnolomu in je najverjetneje oligocenske starosti. Velikost izdanka oligocenskih kamnin v kamnolomu je najmanj 15 m.

Kamnine so v osrednjem delu precej razlomljene in razpokane ter z večjimi prelomi ločene v posamezne bloke. Številne večje in



Redki so sklenoedrski kristali kalcita starejše generacije z razvitimi sklenoedri $v\{211\}$, preraščeni s strmoromboedrskimi kristali kalcita mlajše generacije, ki imajo razvite romboedre $e\{012\}$ in l s približnim indeksom $\{0.30.1\}$.
Risba: Miha Jeršek



Kristali kalcita z razvitimi negativnimi položnimi romboedri; 8 x 4 cm. Najdba in zbirka Jureta Žaloharja. Foto: Ciril Mlinar



V kamnolomu Povodje najdemo kalcit s ploskvami negativnega položnega romboedra $e\{012\}$.
Risba: Miha Jeršek

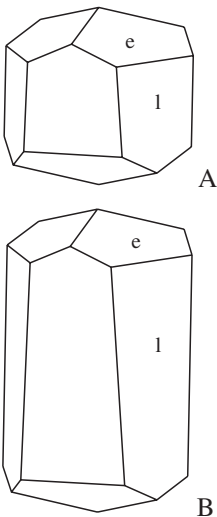
manjše prelome (dolge do nekaj 10 m) in razpoke lahko vidimo tudi drugod v kamnolomu; ob prelomnih ploskvah so pogosto polne kristalov **kalcita**. V južnem delu kamnoloma prevladujejo kristali s ploskvami položnega romboedra. Običajno so brezbarvni in veliki do 1 cm. Čiste kristale z gladkimi ploskvami najdemo v rožnatem apnencu, ki je v bližini osrednje prelomne cone in je zato strukturno precej neenovit.

V severnem in osrednjem delu kamnoloma prevladujejo kristali kalcita z razvitimi ploskvami strmega romboedra. Večji bloki kamnin so lahko dobesedno prepredeni s kalcitnimi žilami, debelimi tudi do 5 cm. Do sedaj najdeni kristali merijo do 1 cm v dolžino. Posamezna gnezda so velika do 20 x 20 cm. Kristali so na površini korodirani zaradi delovanja atmosferilij in zmrzali. Zelo redko najdemo skalenoedrske kristale, ki pa so običajno povsem preraščeni s strmoromboedriskimi. Če to obraščanje ni popolno, lahko na vrhovih kristalov opazimo skalenoedrske terminacije kristalov starejše generacije.

Na osnovi zaporedja preraščanja lahko ugotovimo, da so se najprej razvili skalenoedrski kristali, potem pa strmoromboedriski; nazadnje so nastali položnoromboedriski.

V kamnolomu Povodje najdemo tudi **pirit**, ki je v krednem konglomeratu in je večinoma limonitiziran. Našli smo do 1 cm velike kuboektaedrske kristale pirita. Dela v kamnolomu so razkrila tudi zakrasele triasne apnence, kjer lahko najdemo posamezne odlomke sig in kapnikov.

Glede na dobro odkritost kamnin in na številčnost prelomov, razpok in gub smo raziskali, kakšnim kinematskim (deformacijskim) fazam pripadajo prelomi, razpoke in gube. Z natančnimi mikrotektonskimi meritvami smo želeli ugotoviti, ali



Kristali kalcita iz Povodja so tudi kombinacija strmega pozitivnega romboedra **l** (s približnim indeksom {0.30.1}) in položnega negativnega romboedra **e**{021}. Takšni kristali imajo lahko razvite nizke (A) ali visoke strme romboedre (B).
Risbi: Miha Jeršek



Pseudomorfoza železovih oksidov po kuboektaedrskih kristalih pirita iz Povodja; premer največjega kristala je 1 cm. Najdba in zbirka Mirjana Žorža.
Foto: Ciril Mlinar



Ekstenzijske kalcitne žile v krednem peščenjaku v skrajnem severnem delu kamnoloma. Dolžina razpok je od manj kot 5 cm do približno 1 m.

Foto: Jure Žalohar

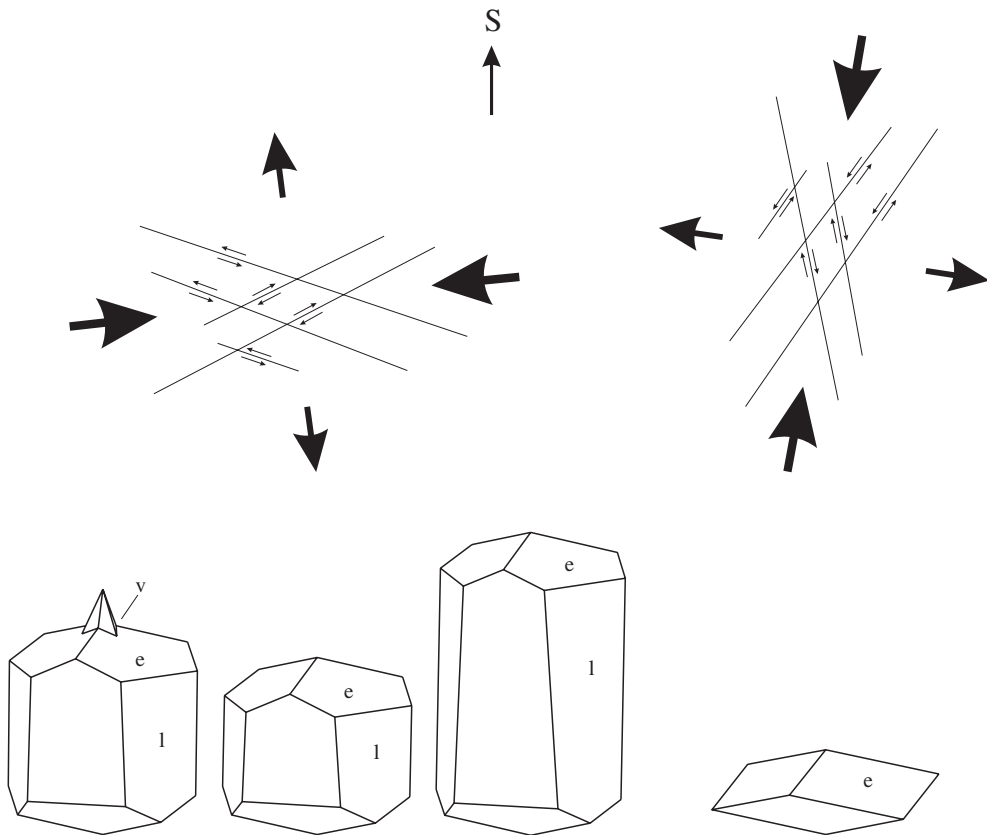
so različni tipi kristalov kalcita nastali v različnih kinematskih (deformacijskih) fazah ali pa so morda nastali v isti fazi, v kateri pa so se spremenile razmere za rast kristalov. Izmerili smo orientacijo 94 prelomnih ploskev in smeri premikov ob njih, orientacijo številnih razpok in osi gub. Številčnost prelomov je omogočila podrobno kinematsko-napetostno analizo, pri kateri smo smeri premika ob prelomih povezali s smerjo napetosti v zemeljski skorji in s smerjo maksimalnega krčenja in raztezanja ozemlja.

Prelomi v kamnolomu Povodje kažejo na najmanj dve deformacijski (kinematski) fazi. Prelomi prve kinematske faze so v severnem in osrednjem delu kamnoloma. V osrednjem delu pripada tej fazi večina največjih prelomov v kamnolomu. Prelomi so povezani s krčenjem prostora v smeri približno zahod-vzhod do zahod jugozahod-vzhod severovzhod. Prvotno zmični prelomi s smerjo severozahod-jugozahod imajo danes smer približno zahod-vzhod. V južnem delu kamnoloma pa v triasnem apnencu nismo našli prelomov, ki bi zanesljivo bili iz prve kinematske faze. Absolutna starost prve kinematske faze je vprašljiva. Premiki ob teh prelomih so se zgodili v času, ko so bile plasti v horizontalni oziroma subhorizontalni legi. Prelomi so namreč večinoma pravokotni na plastnatost, smer premika ob njih pa je v ravnini plastnatosti.

Večina prelomov pripada drugi kinematski fazi. Prelome te faze sicer najdemo v vsem kamnolomu, vendar so v triasnem apnencu mnogo bolj pogosti kot v krednih plasteh. Kažejo na krčenje prostora v smeri sever-jug do severovzhod-jugozahod. Podobno kot pri prvi kinematski fazi je tudi absolutna starost deformacij druge kinematske faze neznana. Do premikov ob prelomih v tej fazi je prišlo v času, ko so bile plasti že nagnjene v današnje lego, zaradi česar sklepamo, da so to najmlajše deformacije v kamnolomu.

Podrobna kinematsko-napetostna analiza prelomov nam torej omogoča, da prelome razdelimo v skupine, ki pripadajo različnim kinematskim fazam. V naslednjem koraku poskušamo ugotoviti, s katerimi kinematskimi fazami je povezana rast določenih tipov kristalov kalcita.

Skalenoedrski in strmoromboedrski kristali kalcita so nastajali v prvi kinematski fazi, saj so praviloma v skoraj vseh razpokah in v špranjah ob prelomnih ploskvah te faze. V triasnem apnencu so ti kristali le v bližini osrednjega prelomnega dela prve kinematske faze. V južnem delu kamnoloma kristalov tega tipa nismo našli. Prav tako pa tam nismo našli prelomov, ki bi jih zanesljivo povezali s prvo kinematsko fazo.



(A) Prva kinematska faza in tipi kristalov kalcita, ki so nastajali v tej fazi.

(B) Druga kinematska faza in tip kristalov kalcita, ki so nastajali v tej fazi.

Ugotovljeni kinematski fazi na ozemlju kamnoloma Povodje in tipi kristalov kalcita, ki so nastajali v teh fazah. Večje puščice predstavljajo smeri krčenja oziroma raztezanja ozemlja. Kristali kalcita iz Povodja so kombinacija strmega pozitivnega romboedra l (s približnim indeksom $\{0.30.1\}$) in položnega negativnega romboedra $e\{012\}$.

Risba: Jure Žalohar

Kristale z razvitimi ploskvami negativnega položnega romboedra smo našli le v triasnem apnencu. So v tanjših ali debelejših (največ do 0,5 m) kataklazitnih conah, v številnih razpokah, zelo pogosto pa preraščajo prelomne ploskve, ki pripadajo drugi kinematski fazi. Kristali položnega romboedra so torej enako stari ali mlajši kot prelomi druge faze. V osrednjem delu kamnoloma (v osrednji prelomni coni) so na eni izmed največjih prelomnih ploskev vidni številni strmoromboedrski kristali, ki pa so močno poškodovani, zdrsani zaradi sistema drs iz druge kinematske faze; te kristale preraščajo položnoromboedrski. Tudi na mnogih drugih prelomnih ploskvah te faze smo našli zglajene kalcitne površine z močno poškodovanimi in zdrsanimi skalenoedrskimi in strmoromboedrskimi kristali. Številne prelomne ploskve, ob katerih je do premikov nazadnje prišlo v drugi kinematski fazi, so očitno obstajale že v prvi fazi, ko so jih ponekod prerasli skalenoedrski in strmoromboedrski kristali. V drugi fazi pa so bili nekateri prelomi reaktivirani, zato lahko na njih najdemo vse tri tipe kristalov kalcita.

Na osnovi kinematsko-napetostne analize prelomov v kamnolomu Povodje ter na podlagi morfoloških analiz kristalov kalcita torej ugotavljamo, da skalenoedrski in strmoromboedrski ter položnoromboedrski kristali niso nastajali v isti fazi deformacij (kinematski fazi). Skalenoedrski in strmoromboedrski kristali so nastajali v prvi, položnoromboedrski kristali pa v drugi kinematski fazi, v času najmlajših deformacij kamnin v kamnolomu.

Literaturni viri:

- BORENOVIČ, T., 1981: *Biostratigrafska sestava prodnikov oligocenskega konglomerata na Rašici* (geološka zgradba ozemlja v okolici Rašice, razširjenost in sestava oligocenskega konglomerata). Diplomsko delo, 57 str. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- PREMRU, U., 1983: *Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100000, list Ljubljana*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- JERŠE, L., 1990: *Elaborat o kategorizaciji, klasifikaciji in izračunu zaloga tehničnega gradbenega kamna – apnenca v kamnolomu Povodje* (geologija, str. 2-4). Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.
- PLACER, L., 1999: *Strukturni pomen Posavskih gub* (tektonska zgradba Posavskih gub, stratigrafski pregled, poimenovanje terciarnih formacij v Zasavju, str. 191-221). Geologija, knjiga 41, Ljubljana.
- ŽALOHAR, J., 2001: *Analiza in ločevanje tektonskih faz* (kinematska analiza prelomov in rekonstrukcija paleonapetosti v zemeljski skorji). Diplomsko delo, 37 str. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Kalcit in markazit iz kamnoloma Velika Pirešica

Miha Jeršek, Mirjan Žorž, Vili Podgoršek, Vili Rakovc, Franc Pajtler



Pogled na del kamnoloma
Velika Pirešica leta 2003.
Foto: Miha Jeršek



Kristali kalcita z razvitimi ploskvami
skalenoedra $\{211\}$ so lahko prekriti
s tanko prevleko sekundarnih
železovih mineralov; največji kristal
12 x 7 mm. Zbirka Prirodoslovnega
muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

Kamnolom leži severozahodno od Celja v južnem grebenu hriba Lesje (503 m) na levem bregu potoka Pirešica ob cesti Arja Vas – Velenje.

Območje Velike Pirešice je najvzhodnejši podaljšek Krnskega pokrova kot dela Južnih Alp, narinjen na severno krilo celjske sinklinale, ki je del tektonske enote Posavskih gub. V kamnolomu prevladujejo sorazmerno čisti, sivi, mikritni, trdni, neizrazito plastnati in delno razpokani zgornjetriasni apneneci. Ponekod prehajajo v dolomitiziran apnenec z vložki apnenčevodolomitne breče. Severovzhodno od kamnolomu se Pireškiški prelom stika s svetlim zgornjetriasnim dolomitom.

Kamnolom je razkril razmeroma veliko področje, ki ga v enem dnevu že težko prehodimo. Prelomi in razpoke so številni, zato je tudi možnosti za najdbo kristalov kalcita veliko. V prvih letih so zbiralci našli precej lepih primerkov, v zadnjem času pa so dobre najdbe redkejše. Razloga sta vsaj dva: prvi je nov način proizvodnje, kajti včasih so odlomljeni kamninski bloki, na in v katerih je bilo mogoče najti kristale, dalj časa ležali v kamnolomu, medtem ko zdaj nakopani material takoj zdrobijo in odpeljejo; drugi razlog pa so vse številnejši obiski zbiralcev. Kjub temu pa je pireškiški kamnolom lokacija, kjer še vedno brez težav dobimo vzorec za svojo zbirko in ki slovi po pestrosti kristalnih oblik kalcita.

Najbolj značilni kristali **kalcita** iz Velike Pirešice so omejeni s ploskvami skalenoedra. Običajno so rumenorjavi, redkeje povsem brezbarvni. Običajno so veliki do 3 cm in le redkeje do 5 cm v višino. Posamezni skupki lahko dosežejo izjemno velikost. Pred zgradbo uprave kamnoloma je nekajmetrski blok apnenca, prekrit z do 2 cm velikimi kristali. Zaenkrat je to največji znani primerek kalcitnih kristalov v Sloveniji, ki je ohranjen *in situ*. Na žalost so kristali zaradi zunanjih dejavnikov, predvsem zmrzali, že precej poškodovani.

Poleg samskih skalenoedrov najdemo tudi kristale dvojčke. Bazalni dvojčki so razmeroma pogosti, medtem ko so dvojčki, ki imajo dvojčično ravnino (012), redkejši. Kadar skalenoedrske kristale prekriva tanka plast železovih hidroksidov, so rjavi ali pa močno rumeni; dobro ohranjeni so prava paša za oči. Posamezne skupke so našli v večjih kavernah, ki so bile zapolnjene s peščenim sedimentom in ilovico. Ostanki sedimenta poudarjajo kontrast med kristali in podlago. Redki so primeri, ko



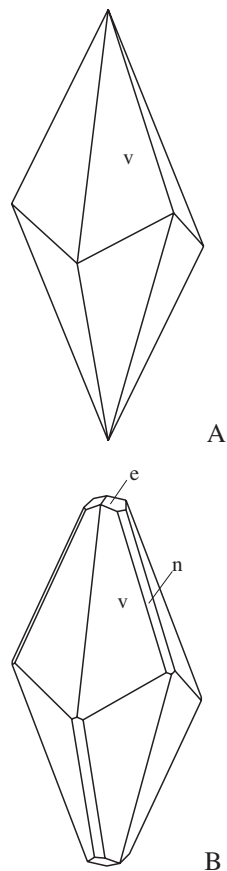
Skupki skalenoedrskih kristalov kalcita lahko sestavljajo zanimive oblike; 45 x 55 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Ciril Mlinar

na skalenoedrskih kristalih najdemo črne prevleke manganovih oksidov, največkrat v obliki dendritov.

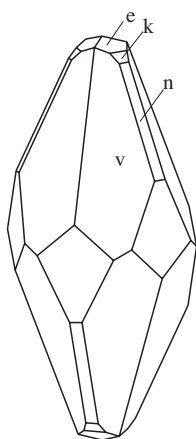
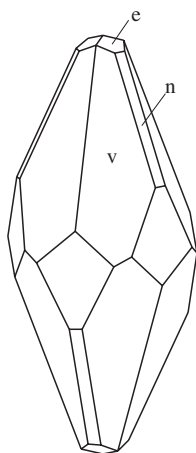
V prvih letih obiskovanja kamnoloma sredi devetdesetih let prejšnjega stoletja sta V. Podgoršek in F. Pajtlar našla kalcit z razvitimi kristalnimi ploskvami položnega romboedra. Kristali so preprosti, saj imajo razvite le kristalne ploskve položnega romboedra in so podobni tistim iz kamnoloma Liboje. Imajo gladke ploskve in jasen steklast sijaj, so brezbarvni in merijo v premeru do 2 cm. Danes jih najdemo le izjemoma, verjetno zato, ker je večina takšnih prelomnih con že odkopanih.

Včasih naletijo tudi na kraške jame s kapniki. Kapniki so povsem beli, vrhovi so pokriti s strmoromboedrskimi kristali kalcita.

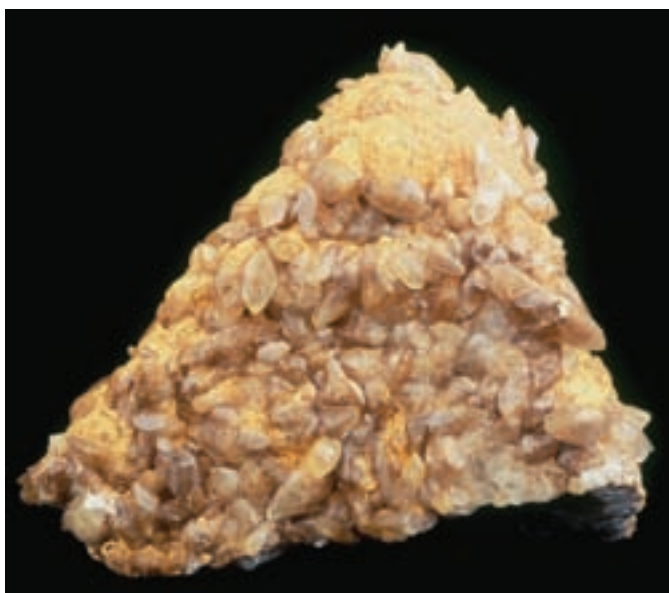
Posebnost so kristali kalcita, ki so rasli v dveh generacijah. Za starejšo generacijo so značilni skalenoedri, za mlajšo pa strmi romboedri. To najlepše vidimo na vrhovih tistih kristalov, kjer



Značilni kristali kalcita iz Velike Pirešice. Skalenoedru $v\{211\}$ (A) se pridružujeta romboedra $e\{012\}$ in $n\{021\}$ (B). Risbi: Miha Jeršek



Značilni kristali kalcita iz Velike Pirešice. Skalenoedru $v\{211\}$ se pridružujejo romboedri $e\{012\}$, $k\{011\}$, $n\{021\}$ in s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$.
Risbi: Miha Jeršek



Dvojčka skalenoedrskih kristalov v podobi lisice. Glava je dvojček skalenoedrskih kristalov z dvojčično ravnino $\{021\}$, trup z repom pa je iz dvojčka skalenoedrskih kristalov z dvojčično ravnino $\{001\}$. Skalenoedrške kristale starejše generacije že prekriva mlajša generacija z razvitimi strmimi romboedri. Zato so kristalne ploskve zaobljene; "lisica" na zgornji sliki meri 18 x 14 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

skalenoedri starejše generacije še niso preraščeni z romboedri mlajše. Če so strmoromboedri kristali povsem prerasli skalenoedrške, zlahka spregledamo, da gre za kalcite dveh generacij. Izjema so primerki, ko so skalenoedrski kristali prevlečeni s tanko plastjo železovih hidroksidov, strmoromboedri pa so beli ali brezbarvni. V takih primerih barvni kontrast ali pa posamezni robovi med kristalnimi ploskvami dokazujejo kalcite vsaj dveh



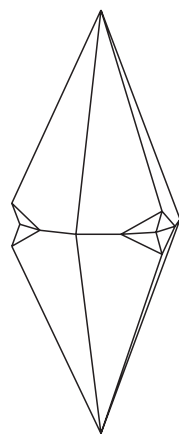
Dvojček skalenoedrskih kristalov kalcita z dvojčično ravnino (021); 40 x 25 mm. Najdba in zbirka Vilja Rakovca. Foto: Ciril Mlinar

generacij. V redkih primerih preraščajo skalenoedrske kristale tudi kristali s položnimi romboedri. Skalenoedrske kristale lahko obraščajo tudi kristali z značilno alternacijo dveh negativnih romboedrov.

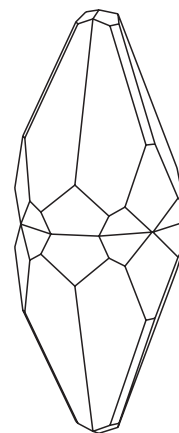
Kako pa je s kristali-dvojčki? Zaenkrat so našli le kristale dvojčke skalenoedrskih kristalov, vendar precej redko. Tudi ti so lahko preraščeni s kristali mlajše generacije. Preraščanje seveda ni poljubno – posamezna ploskev strmega romboedra vedno preraste oziroma zajame dve ploskvi skalenoedra.

Nekateri kristali so precej korodirani in zato manj privlačni. Zelo verjetno pa imajo nekateri kalciti tudi kristalne ploskve, ki so posledica raztapljanja, vendar jih brez podrobnih meritev zaenkrat še ne moremo dokazati.

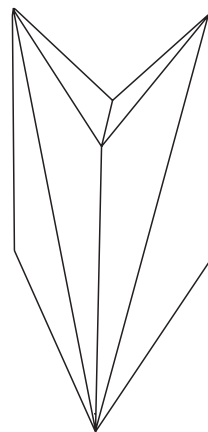
Na večjem bloku apnenca so pred leti našli številne drobne kristale **markazita**. Največji merijo do 4, skupki pa ne več kot 6 mm. Kristali imajo za markazit značilno bipiramidalno obliko,



A

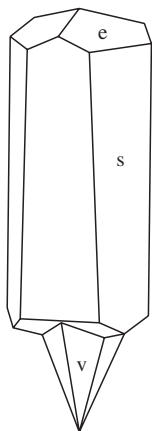


B



C

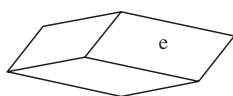
Dvojčki skalenoedrskih kristalov kalcita iz Velike Pirešice. Do sedaj so znani kontaktni dvojčki z dvojčično ravnino (001) (A, B) in (021) (C). Risbe: Miha Jeršek



Kalcit dveh generacij iz Velike Pirešice. Za starejšo generacijo so značilne kristalne ploskve skalenoodra $v\{211\}$, za mlajšo generacijo pa strmi romboedri s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$ in položnim romboedrom $e\{012\}$.
Risba: Miha Jeršek

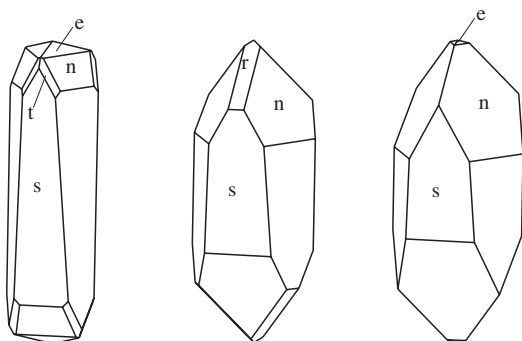


Skalenoedrski kristal kalcita starejše generacije je obraščen s strmoromboedrskim mlajše generacije; 20 x 12 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar



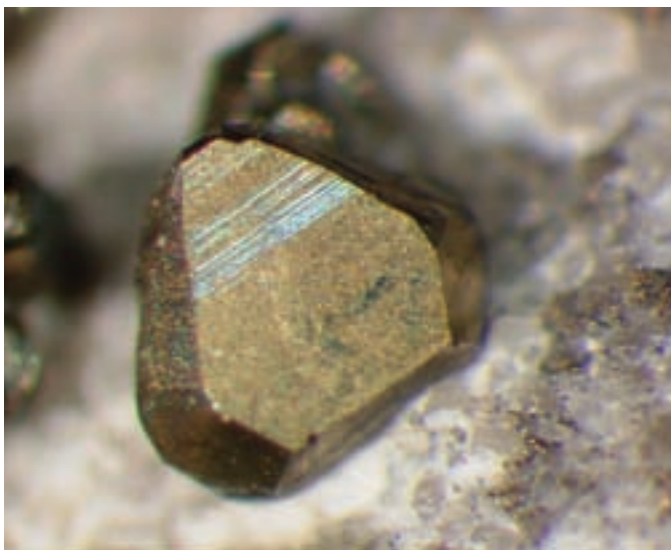
V kamnolomu Velika Pirešica zelo redko najdemo kristale kalcita z razvitimi kristalnimi ploskvami položnega romboedra $e\{012\}$.
Risba: Miha Jeršek

Skalenoedrski kristali kalcita z razvitimi ploskvami skalenoodra $v\{211\}$ so lahko obraščeni z mlajšo generacijo kristalov kalcita, za katere je značilna alternacija romboedrov $n\{021\}$ in $e\{012\}$; največji kristal 20 x 13 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

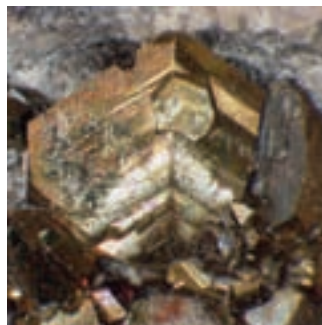


*Strmoromboedrski kristali kalcita iz Velike Pirešice. Za te kristale so značilni strmi romboedri s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$. Morfologijo kalcita dopolnjujejo romboedri $e\{012\}$, $r\{101\}$ in $n\{021\}$ ter skalenoeder $t\{121\}$.
Risbe: Miha Jeršek*

ki je precej podobna kubooktaedriskim kristalom pirita. Ker so markazitovi kristali na površini tudi nekoliko oksidirani, jih na prvi pogled zlahka zamenjamo za pirit. Vendar nimajo zanj značilnih prog na ploskvah, poleg tega pa so skoraj vsi zdvojeni. To pa je za pirit zelo redko. Markazit je zdvojen predvsem v obliki (110) angularnih kontaktnih dvojčkov z značilnimi vpadnimi koti na terminacijah. Redkejši se alternirajoči angu-



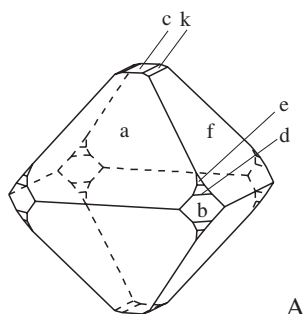
*Kristal markazita; 2 x 2 mm. Narebrenost je posledica menjavanja ploskev prizem $k\{012\}$ in $f\{021\}$. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*



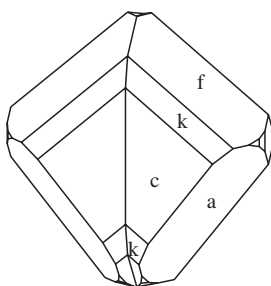
Zdvojen kristal markazita; 4 x 3 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Ciklično zdvojeni kristali markazita; izrez 7 x 5 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

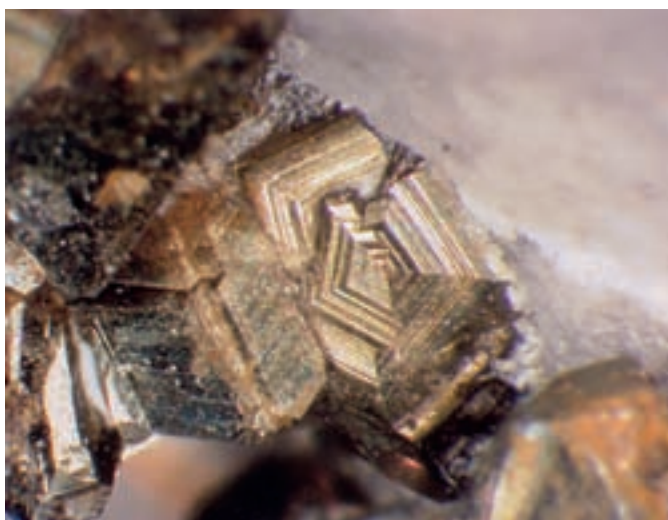


A

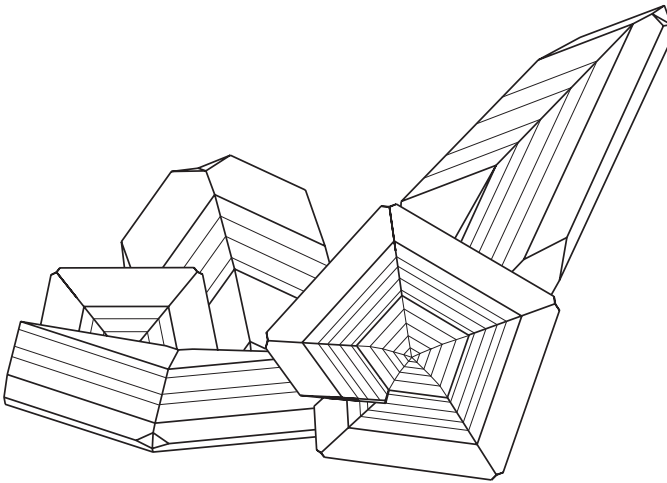


B

Oblika kristalov markazita iz kamnoloma Velika Pirešica (A) in angularnih dvojčkov po (110) (B). Približno enako so razvite ploskve dveh ortorombskih prizem $a\{201\}$ in $f\{021\}$, zato so kristali navidez podobni oktaedrskim kristalom pirita. Simetrijo markazita najbolje definirajo ploskve prizme $k\{012\}$, ki so ob pinakoidu $c\{001\}$. Ostala oglišča pa modificirajo ploskve prizme $b\{110\}$ in dveh bipiramid $d\{331\}$ in $e\{332\}$. Risbi: Mirjan Žorž



Lepo razvit ciklični dvojček markazita; izrez 4 x 3 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Skupek zdvojenih kristalov markazita. Risba: Mirjan Žorž

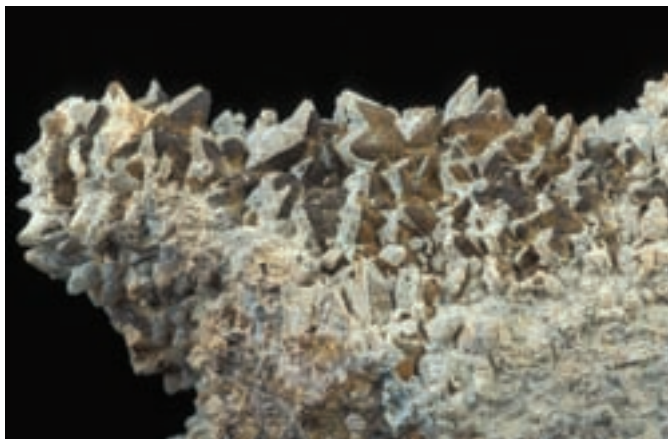
ne more nastati pravi zaprti ciklični dvojček. Ne glede na to se razvijejo tudi dvojčki s petimi kristali in več, vendar vedno le kot odprti dvojčki, kakor je razvidno s fotografije in z risbe.

Literaturna vira:

- ISKRA, M., 1988: *Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji in izračunu zalog tehničnega gradbenega kamna – apnenca in dolomita na območju kamnoloma Velika Pirešica* (geologija, str. 2). Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1997: *Pirit v Sloveniji* (markazit iz Velike Pirešice, str. 25). Galerija Avsenik, Begunje.

Piritiziran kalcit iz Železnega pri Veliki Pirešici

Uroš Herlec, Goran Schmidt

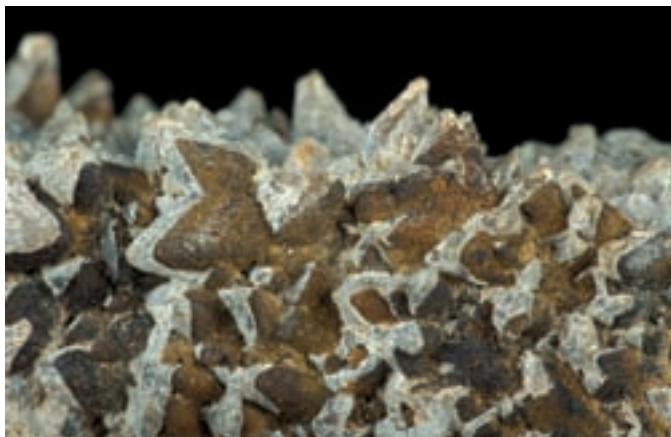


Do 7 mm veliki kristali kalcita s piritnimi prevlekami iz skalnate stene nad Železnim. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar

Območje vzhodno od ceste Velika Pirešica – Dobrna do potokov Koprivnica na severu in Sušnica na jugu je znano kot pirešiški eruptivni masiv iz srednjetriasnih ladinjskih keratofirjev, kremenovih keratofirjev ter njihovih tufov in tufitov. V njih je več plasti in leč apnenca. Apnenec je na stiku s predornino oruden z železovimi minerali, predvsem s piritom in z markazitom, pri Zavrhu (v Atlasu Slovenije kot Pepelno) pa tudi z galenitom, sfaleritom, halkopiritom, arzenopiritom in sledovi pirotina.

Na tem stiku je pri Železnem pod romantično, z bršljanom poraslo steno dolomitiziranega apnenca opuščen rudnik. Edini še prehodni rov je zaklenjen, ker je v njem vodno zajetje za vaški vodovod. Domačini so opazili, da jim kovinska posoda nenavadno hitro rjavi. V razpokah stene so do 0,5 m široki žepi z drobnim, do 1 cm velikimi **bobovci**, ki so se z apnenčastim drobirjem in sigo sprijeli v brečo. Na prepereli površini samega apnenca pa so do nekaj centimetrov velike temnorjave psevdomorfoze **limonita** po piritnih skupkih, vendar s še lepo ohranjenimi kristalnimi oblikami. Zaradi barvnega kontrasta svetle kamnine in rjavih konkrecij kristalov so to lepi primerki.

Združba primarnih sulfidnih mineralov je nastala z metasomatozo topnih apnencev pod vplivom vulkanskih rudonosnih hidroterm. Psevdomorfozo limonita po piritu je povzročilo zelo počasno mehansko in kemijsko preperevanje, ki je omogočilo



Detalj kristalov kalcita z limonitno prevleko; izrez 30 x 20 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar

počasno odnašanja žvepla iz sulfidov. Pri oksidacijskih pogojih je železo nemobilno. Na mestu se je povežalo s kisikom in vodikom v minerale limonita, ki je ohranil predhodno obliko.

Mineraloško posebnost najdemo v dnu stene. Na korodiranih apnenčevih skalnih robovih je najprej kristalil **kalcit** v skalenoedrskih kristalih, velikih do 7 mm. Na zgornjo stran teh kristalov, ki rastejo pravokotno iz stene, se je posedel **pirit** v drobnih kristalih, medtem ko so na spodnji strani kristali kalcita neovirano rasli naprej, tako da je kalcit na robovih celo začel prekrivati piritno prevleko. Tako so nastali skupki kalcitov, ki so z zgornje strani videti kot piritni stožci, obrobljeni s kalcitom, s spodnje pa kot običajni skalenoedri.

Literaturni viri:

ZOLLIKOFER, VON T., 1861/62: *Die geologischen Verhältnisse des südöstlichen Teils von Untersteiermark*. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 12, str. 311-366, Wien.

GERMOVŠEK, C., 1953: *Kremenov keratofir pri Veliki Pirešici*. Geologija, knjiga 1, str. 135-168, Ljubljana.

ISKRA, M., 1976: *O pirešičkem vulkanizmu*. Geologija, knjiga 19, str. 251-257, Ljubljana.

Kalcit in markazit v kamnolomu Pečovnik

Miha Jeršek, Vili Podgoršek



Opuščen kamnolom Pečovnik leta 2003. Foto: Miha Jeršek

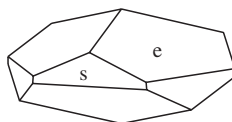
Kamnolom Pečovnik na jugu med Celjem in Štorami, jugozahodno od vasi Zvodno na severnih pobočjih Grmade in Bavča na nadmorski višini med približno 300 in 500 m, je bil odprt leta 1928 in je obratoval z manjšimi prekinitvami vse do poznih devetdesetih let preteklega stoletja. Pridobivali so apnenec za gradbeništvo.

Širše območje kamnoloma je iz triasnih in terciarnih kamnin. Za spodnji trias je značilen dolomit, sledijo mu srednjetriasni psevdofiljski skladi – rjavi ali sivorjavi glinavci in peščenjaki. Za njimi je plast nekaj deset metrov debelega temnosivega do temnosivozelenega porfirja, ki lokalno prehaja v zelenkast ali rdeč tuf. Za zgornji trias pa je značilen svetlosiv do siv, pretežno masiven, jedrnat do drobnozrnat apnenec, ki ponekod prehaja v siv drobnozrnat dolomit. Severno od kamnoloma so terciarne plasti oligocenske in miocenske starosti. Iz oligocena je konglomerat, ki navzgor prehaja v siv peščenjak in še višje v laporovec. Zgornji del oligocenskih plasti pa je iz drobnozrnatega pelitskega andezitnega tufa.

V kamnolomu je plast zgornjetriasnega apnenca debela preko 200 m in močno zakrasela, s sistemi razpok ali manjših prelomov,



Najbolj preprost kristal kalcita iz kamnoloma Pečovnik ima razvite samo ploskve položnega romboedra $e\{012\}$. Risba: Miha Jeršek



Poleg kristalnih ploskev položnega romboedra $e\{012\}$ imajo kristali kalcita razvite tudi strme romboedre s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$. Risba: Miha Jeršek



Najpogostejši kristali kalcita iz kamnoloma Pečovnik so kristali tipa mercedes; 62 x 48 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek



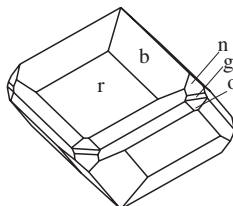
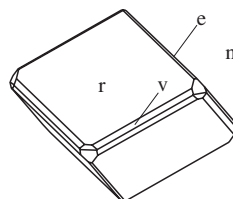
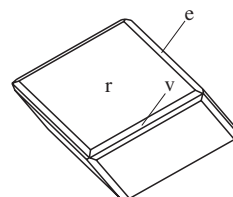
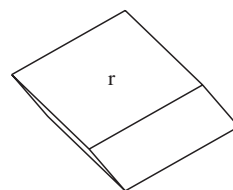
Posebnost kalcitov iz kamnoloma Pečovnik so kristali s prevladujočimi kristalnimi ploskvami romboedra $r\{101\}$, ki se jim pridružujejo še številne druge kristalne ploskve; velikost kristala 15 x 11 mm. Zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek

ob katerih je apnenec zdrobljen v širini od 1 do 10 m. Ponekod je rjavo obarvan. Zdrobljene cone so zapolnjene z ilovico.

V kamnolomu najdemo kristale kalcita in redkeje markazita. Ohranjenih je razmeroma malo primerkov. Kljub temu pa kažejo morfološko pestrost tega minerala. Najbolj pogosti so položnoromboedrski kristali **kalcita**. So tudi največji, v premeru



Redki skupki kristalov kalcita iz kamnoloma Pečovnik s prevladujočimi kristalnimi ploskvami romboedra $r\{101\}$, ki se jim pridružujejo še številne druge kristalne ploskve; velikost posameznih kristalov do 10 mm. Najdba Viliya Podgorška, zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek



Posebnost med kristali kalcita iz Pečovnika so kristali z razvitimi ploskvami romboedra $r\{101\}$. Na njih so razvite še kristalne ploskve romboedrov $n\{021\}$, $e\{012\}$, $b\{12.1.14\}$, $g\{0.12.1\}$, o s približnim indeksom $\{0.50.1\}$ ter skalenoedra $v\{211\}$. Risbe: Miha Jeršek



Drobni skupki markazita dopolnjujejo mineralno paragenezo kamnoloma Pečovnik; izrez 38 x 35 mm, največji skupek kristalov markazita meri 12 mm. Zbirka in najdba Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek

do 3 cm. Običajno se položnim romboedrom pridružujejo še strmi romboedri; kristali so prosojni, beli do rumeni in le redko nepoškodovani. Mnogo redkejši so kalciti, kjer so razviti samo položni romboedri. Ti so veliki do 1 cm, brezbarvni do rjavkastorumeni in imajo izrazit steklast sijaj. Najredkejši so kalciti z razvitimi osnovnimi romboedri, ki so ploskovno bogatejši, vendar običajno ne presegajo 5 mm. Največkrat so beli in le prosojni ali pa jih prekriva tanka plast železovih hidroksidov rumenorjave barve.

Poleg kalcita najdemo tudi drobne kristale **markazita** v skupkih, velikih do 1 cm. V nekaterih razpokah so skoraj črne limonitne konkrecije, velike nekaj centimetrov. Redko imajo po površini razvite drobne kristale **pirita**, ki so običajno močno limonitizirani. Zelo redko pa najdemo popolne, sveže kristale pirita s kovinskim sijajem z razvitimi ploskvami kocke.

Literaturni vir:

STRGAR, I., 1995: *Elaborat o kategorizaciji, klasifikaciji in izračunu rezerv tehničnega gradbenega kamna – apnenca na območju kamnoloma Pečovnik pri Celju* (geologija, str. 7-12). Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.

Kalcit iz kamnoloma Liboje

Miha Jeršek, Franc Pajtler

Liboje, majhno naselje nekaj kilometrov jugozahodno od Celja, je bilo nekoč znano po rudniku rjavega premoga, ki so ga odprli leta 1815, zaprli pa leta 1974. Rudarsko in industrijsko podjetje Montana Žalec je po zaprtju jamskega premogovniškega obrata odprlo kamnolom tehničnega kamna kot preusmeritveni obrat za zaposlitev rudarjev.

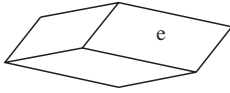
Kamnolom leži v gričevnatem predelu ob južnem robu spodnje Savinjske doline, na pobočju hriba Kotečnik (772 m) ob potoku Bistrica, v zgornjetriasnem svetlem masivnem apnencu v bližini tektonskega stika s predorninami (keratofir, diabaz s tufi) ladinjske stopnje. Ob Libojskem prelomu z glavno smerjo vzhod-zahod in glavnim vpadom 60° in 70° proti severu, so ladinjske predornine ločene od zgornjetriasnega apnenca. Manjši prečni prelomi so mlajši in kamnina je ob njih bolj zdrobljena. Plasti apnenca so zakrasele.



Kamnolom Liboje leta 2003.
Foto: Miha Jeršek



Značilni kristali kalcita iz kamnoloma Liboje z vključki temnih neprosojnih mineralov; 5 x 3 cm.
Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Kristali kalcita z razvitimi ploskvami položnega romboedra $e\{012\}$.
Risba: Miha Jeršek



Skupek drobnih kristalov kalcita; 35 x 20 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Na Slovenskem je precej nahajališč **kalcita** s enostavno morfologijo, ki je značilna za kamnolom v Libojah. Kristali imajo razvite samo kristalne ploskve negativnega položnega romboedra. Zbiralci jim pravijo *libojski tip*. Kljub enostavni morfologiji pa so vredni naše pozornosti. Kristali so lahko lepo ohranjeni, s steklastim sijajem in veliki do 2 cm. Zapolnjujejo razpoke ter votline v apnencu. Dela v kamnolomu odkrijejo včasih tudi več kot kvadratni meter veliko površino s kristali. Lahko so brezbarvni, rahlo rumenkasti, rjavi in celo rožnati. Zaradi različnih vključkov so tudi sivi ali pa povsem črni. Na nekaterih primerkih je vidna fantomska rast kristalov, posebno zanimivi pa so vključki v obliki drobnih rjavih in črnih dendritov v notranjosti brezbarvnih in povsem prozornih kristalov kalcita.

Zaradi del v kamnolomu, odprtosti kamnine in razkolnosti kalcita zelo težko dobimo nepoškodovan primerek kristalov. Kljub temu so za zbiralce dovolj privlačni.

Literaturna vira:

CIGLAR, K., 1980: *Geološko poročilo z oceno rezerv kategorije C₂ in programom raziskav v kamnolomu Liboje* (geologija, str. 2-3). Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.

ISKRA, M., 1981: *Preliminarni geološki podaki po terenskem ogledu kamnoloma Liboje* (geologija, str. 2). Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.

Kalcit iz Tremerij pri Laškem

Vili Podgoršek, Miha Jeršek

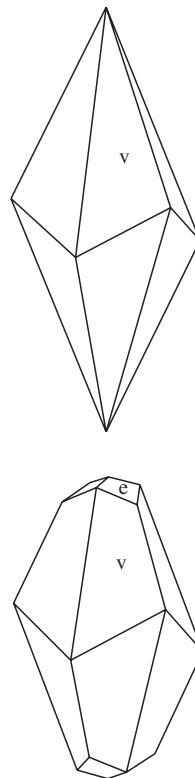
Gradbena dela in urejanje cestnih usekov so lahko lepa priložnost za najdbo kristalov. Eden izmed takšnih primerov je bil leta 1993 v Tremerjah pri Laškem.

Ozko cesto, ki povezuje Celje z Zidanim mostom, so nekoč speljali kar pod železniško progo, kar je bila ob naraščajočem prometu vedno večja ovira. Zato so pri Tremerjah zgradili nadvoz, hkrati pa tudi preuredili nekdanje križanje ceste in železnice. Ob nekdanjem podvozu so odkrili apnenca s številnimi žilami, zapolnjenimi s kristali kalcita. Posebno pozornost so vzbudili skupki kristalov kalcita, veliki do 50 x 50 cm. Čeprav so bili kristali zaradi gradbenih del poškodovani, je bilo razlogov za nadaljnje raziskovanje več kot dovolj.

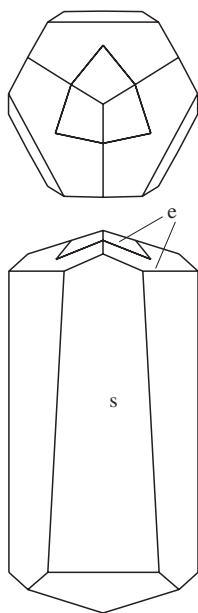
Posebnost **kalcita** tega najdišča so kristali dveh generacij. Pri starejši generaciji prevladujejo skalenoedri, na terminacijah pa



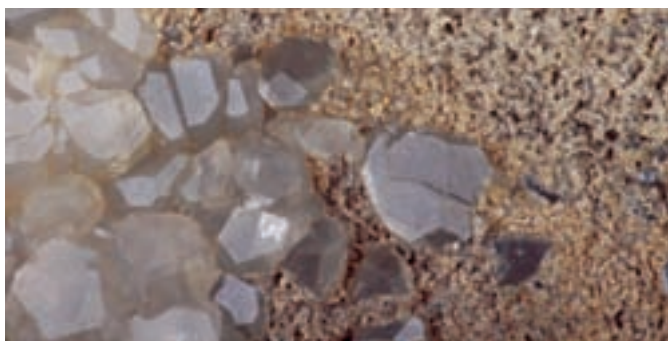
Skalenoedrsko generacijo kalcita prerašča mlajša generacija, za katero so značilni strmi romboedri. Posledica tega je, da imajo kristali na videz zaobljene kristalne ploskve; izrez 10 x 10 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Kristali kalcita z razvitimi skalenoedri $v\{211\}$ in položnimi negativnimi romboedri $e\{012\}$. Risbi: Miha Jeršek



Kalcit dveh generacij iz Tremerij pri Laškem. Za obe generaciji je značilno, da so vrhovi kristalov kalcita končajo s položnimi negativnimi romboedri $e\{012\}$. Sicer pa so za starejšo generacijo značilni skalenoodri $v\{211\}$, za mlajšo pa strmi romboedri s s približnim indeksom $\{0.30.1\}$.
Risbi: Miha Jeršek



Strmoromboedrski kristali kalcita iz Tremerij pri Laškem so veliki do 1 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar



Bližnji posnetek kalcita dveh generacij. Velikost posameznega kristala je do 10 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

so včasih razviti položni romboedri. Kristalne ploskve so gladke, zato imajo kristali izrazit steklast sijaj. Posamezni kristali so veliki do 3 cm, ohranjeni skupki kalcitnih kristalov pa merijo do 20 cm. Običajno so brezbarvni, zaradi podlage pa včasih zelenkasti ali sivi. Na pravokotnih presekih na kristalografsko c -os je lepo vidna fantomska rast. To pomeni, da so se razmere pri rasti večkrat spremenile.

Starejšo generacijo skalenoodrskih kristalov obrašča mlajša generacija, za katero so značilni strmi romboedri, vrhovi pa so zaključeni s položnimi romboedri – podobno kot pri nekaterih kristalih prve generacije.

Najdišče kalcita pri Tremerjah je bilo dostopno zelo malo časa. Kljub temu pa so ohranjeni primerki pomemben materialni dokaz o morfološki pestrosti kalcita na širšem območju Celja.

Minerali iz kamnoloma Stranice pri Slovenskih Konjicah

Franc Pajtler, Miha Jeršek

Vas Stranice z dolinsko in deloma hribovito lego leži severno od Konjiške gore (Stolpnik 1.012 m) ter med Stenico (1.091 m) na zahodu in Pohorjem na severu. Vas je v skrajnem delu Vitanjskega podolja omejena z dolino Tesnice med Straniškimi brdi (737 m) na severu in Mučarjevim vrhom (573 m) na jugu. Okoliški zaselki so Lipa, Poljana, Zabruk, Gornja Vas, Tesnič, Mala Gora in Smole. Kamnolomu Stranice pravijo nekateri tudi kamnolom Pri Lipi. Leži okoli 1 km od regionalne ceste Slovenske Konjice – Celje, ob cesti, ki pelje v Vitanje. Kamnolom je odprt na relativno strmem, z mešanim gozdom poraščenem pobočju. Najnižji del je pri poslovni stavbi na nadmorski višini 466 m, osnovna dovozna etaža je na koti 480 m, najvišja etaža pa je na višini 605 m.

Neposredno na anizijskem dolomitu ležijo na območju Straniških Brd plasti kredne starosti s prevladujočim apnencem, ki navzdol prehaja preko laporastega apnenca in laporovca v gline z vložki črnega premoga.

Večji del kamnoloma je v anizijskem dolomitu, ki je ob številnih razpokah in prelomih zelo zdrobljen. V višjih delih



*Pogled na kamnolom Stranice in dolino v ozadju leta 2003.
Foto: Miha Jeršek*



Gomoljast skupek kalcita; premer 13 cm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Strmoromboedrski kristali kalcita iz kamnoloma Stranice; 30 x 20 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

kamnoloma lahko v precej zaglinjenih prelomnih conah z močno zdobljenim dolomitom najdemo **kalcitne gomolje**. So nenavadnih oblik in veliki od 5 do 150 mm. Podobni so rahlo zapečenemu testu z mnogimi manjšimi izrastki. V jedrih skupkov so lahko posamezni odlomki sprijetega dolomitnega drobirja ali pa so preprosto brez jedra. Če tak gomolj prežagamo, vidimo v notranjosti žarkasto zgradbo in razpoke, ki se širijo iz jedra proti obodu in po tem spominjajo na septarije.

V delih, kjer je anizijski dolomit dovolj enovit, lahko najdemo drobne geode s kristali **dolomita**. So brezbarvni do beli, prosojni do prozorni in veliki do 3 mm.

Zgornjekredni apnenci, ki so narinjeni na anizijske dolomite, so za iskanje mineralov primernejši. Najbolj pogosti so kristali **kalcita**, ki jih najdemo v žilah in razpokah omenjenega apnenca. Do sedaj smo našli tri tipe kristalov kalcita. Prvi je skalenoedrski in so v tem kamnolomu zelo redko ohranjeni. So beli, prosojni in veliki do 1 cm. Drugi je *libojski tip* kristalov z razvitimi položnimi romboedri. Drobni kristali z razvitimi položnimi romboedri so tudi v krednih fosilih, predvsem v hipuritih in radiolitih. Kristali so brezbarvni in veliki do 0,5 cm. Tretji tip kristalov kalcita iz Stranic je strmoromboedrski. So pogostejši in merijo do 12 mm v višino.

Vrhni del apnencev v kamnolomu je zakrasel. Na teh mestih najdemo kalcit v obliki sige in pa v zelo drobnih, skoraj igličastih kristalih.

Poleg kalcita lahko na področju zgornjekrednih plasti najdemo še druge minerale. Vsakega obiskovalca najprej pritegnejo vložki črnega premoga, ki so v izrazitem kontrastu z okolno kamnino. Kmalu lahko ugotovimo, da je celotno ozemlje obogateno z



Korodiran kristal sadre; 60 x 26 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Sadro najdemo v kamnolomu Stranice v bližini premogovih plasti; 45 x 60 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar

železovimi minerali, saj so tako na apnencu kot na premogu številne **limonitne prevleke**. Glavni razlog za nastanek limonita so drobni kristali **pirita**, ki ga najdemo običajno kot oprh na premogu ali pa, zelo redko, kot piritne skupke.

V bližini vložkov premoga smo našli tudi kristale **sadre**. Izvor žvepla, ki je potreben za nastanek tega minerala, so kristali pirita in pa verjetno tudi sam premog. Pronicujoče vode se na poti obogatijo s potrebnimi ioni. Ko takšna raztopina naleti na nepropustno oviro, v našem primeru laporovec, se izloči sadra. Sadro torej lahko najdemo v zaglinjeni coni med laporjem in premogom. Kristali sadre iz Stranic nimajo kristalov z razvitimi kristalnimi ploskvami, večinoma so le ploščati skupki oziroma drobne plasti, debele do 12 mm. Največji do sedaj najdeni primerek sadre meri 60 x 80 mm.

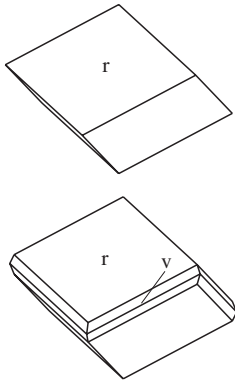
Kamnolom Stranice je izjemen predvsem zaradi paleontološke dediščine, saj je bilo do sedaj najdenih v njem veliko vrst fosilov – tudi takšnih, ki so bili tu prvič najdeni in opisani. Minerali pa dopolnjujejo njegovo bogato geološko dediščino.

Literaturni vir:

JERŠE, Z., 1994: *Elaborat o kategorizaciji, klasifikaciji in izračunu zaloga tehničnega gradbenega kamna – dolomita v kamnolomu Stranice s stanjem 31.12.1994* (geologija, str. 2-5). Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko Ljubljana, Ljubljana.

Kalcit in markazit iz Šentjurja pri Celju

Aleksander Rečnik



Oblike kalcitovih kristalov iz kamnoloma Sotensko z razvitimi kristalnimi ploskvami likov osnovnega romboedra $r\{101\}$ in skalenoeadra $v\{211\}$.

Risbi: Aleksander Rečnik

Dobre 3 km južno od Šentjurja je pri vasi Sotensko ob potoku Kozarica opuščen kamnolom apnenca, kjer najdemo lepe kristale kalcita in markazita. Mineraloško najbolj zanimiva je severna stena kamnoloma, kjer je več prelomov z do 4 cm velikimi kristali kalcita. Največje kristale **kalcita** najdemo v odprtih razpokah močnejših prelomov, ki so zapolnjeni z rdečerjavo glino. Kristali v glini so korodirani in imajo obliko asimetrično razvitih skalenoeдрov. Asimetrično so razviti zaradi prevlek drobnih kristalov **markazita**, ki so v določeni fazi rasti precipitirali iz raztopin po obstoječih kristalih kalcita. Markazitni oprhi so opazni le na zgornji strani kristalov kalcita. Po odlaganju markazita je kalcit rasel dalje in deloma prerasel tudi markazitno plast, zaradi katere so kalciti razviti asimetrično.

Zaradi hkratnega izločanja markazita je starejša generacija kalcita obarvana sivo. Le pri nekaterih kristalih še lahko opazimo drobne kristale markazita pod površino mlajše generacije kalcita. V zaprtih gnezdih v apnencu so kristali manjši, najdemo pa lahko vse prehode od osnovnega romboedra do skalenoeadra. Ob



Skupina svilnatih skalenoeдрskih kristalov kalcita iz kamnoloma Sotensko pri Šentjurju; 8 cm. Sijaj je posledica mikroskopskih razpok v kristalih. Najdba in zbirka Aleksandra Rečnika. Foto: Aleksander Rečnik



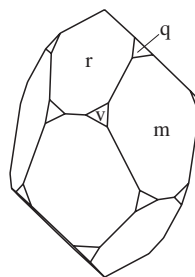
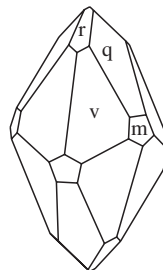
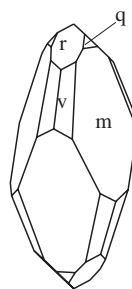
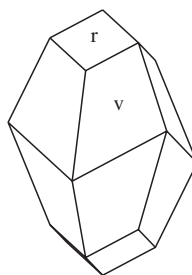
Kristali kalcita na skorji iz drobnih kristalov markazita; 5 cm. Najdba in zbirka Aleksandra Rečnika. Foto: Aleksander Rečnik

podrobnejšem ogledu primerkov bomo opazili, da je pri osnovi med apnencem in kristali kalcita tanka plast markazita. Kristali kalcita v teh razpokah so prosojni in imajo izrazit, za kalcit neobičajen svilnat sijaj, ki je posledica mikroskopskih razpok v kristalih. Pravega vzroka za nastanek teh razpok ne poznamo, kristali pa so zaradi nenavadnega sijaja zanimivi za zbiralce.

Markazit pa ni samo v gnezdih s kristali kalcita, ampak ga najdemo tudi kot drobne kristale po votlinicah jedrnatega svetlosivega apnenca. Votlinice so sprva zapolnjene z modrikasto belo glino, iz katere se po apnencu izločajo kristali markazita. Drobne kristale, ki sprva niso bili opazni, je z leti odkrilo deževje, ki je spralo glino s sveže odkritih površin apnenca. Tako lahko



Kristali markazita na površini apnenca merijo do 3 mm. Najdba in zbirka Aleksandra Rečnika. Foto: Aleksander Rečnik



Oblike kalcitovih kristalov iz kamnoloma Sotensko z razvitimi kristalnimi ploskvami likov romboedrov $r\{101\}$, $m\{041\}$ in $q\{032\}$ ter skalenoedra $v\{211\}$. Risbe: Aleksander Rečnik



Oksidiran dvojček markazita v obliki lista na apnencu; velikost kristala 2 mm. Najdba in zbirka Aleksandra Rečnika. Foto: Aleksander Rečnik

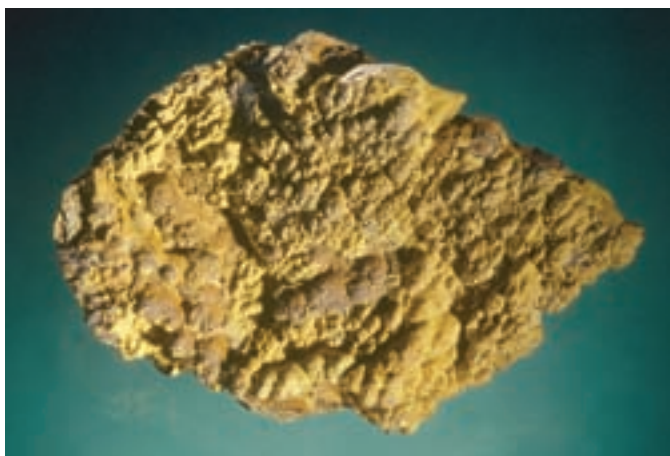
občudujemo kovinsko svetlikajoče se kristale, razpršene po celotni severni steni kamnoloma. Markazit je zaradi površinske oksidacije nahukel in nastopa v odtenkih od kovinskorumene preko zelene vse do bakrenordeče barve. Kristali so večinoma zdvojnjeni in v skupkih, velikih do 5 mm, posamezni kristali pa so redko večji od 2 mm. Markazit s tega nahajališča je zelo obstojen in v zbirkah obdrži svoj prvotni sijaj.

V zgornji etaži kamnoloma je nekaj centimetrov široka navpična razpoka, zapolnjena z **limonitom**. Skorje limonita z značilnimi ledvičastimi oblikami so v jedru rjavo-, na površini pa peščenorumenno obarvane. Primerki limonita prav lepo popestrijo zbirko mineralov iz tega kamnoloma.

Iskanje mineralov je zaradi krušenja kamnov z višje ležečih etaž zelo nevarno. Ta nevarnost je še posebej velika v zimskem in spomladanskem času, ko se tali led med razpokami kamnine. Posebna previdnost velja tudi pri dostopih na višje etaže, kjer je nevarnost zdrsa in plazenja kamnine.

Podobni kristali kalcita in markazita so še v Pečovniku, Pirešici in Železnem.

V okolici Šentjurja velja omeniti še nekaj zanimivih nahajališč mineralov. V glinastih plasteh, ki jih med Šentjurjem in Lokarjami preseka struga potoka Pešnica, najdemo drobne kockaste kristale **pirita**. V gornjem toku potoka Pešnica pri Trnovcu ter v strugi potoka Slomščica pri Hotunjah najdemo večje kose svetlo- do temnozelenega **obsidiana** z značilnim školjkastim lomom. Ponekod v obsidianu opazimo do nekaj milimetrov velike snežnobeke psevdo-oktaedrske kristale **crystalita**. Najlepši primerki svetlozelenega obsidiana s kristobalitom so bili odkriti leta 1994 pri gradnji avtoceste pri Dramljah. Svetlozelen obsidian, kakor tudi tako veliki kristali



Limonitna skorja iz prelomne cone v zgornji etaži kamnoloma; 6 cm. Najdba in zbirka Aleksandra Rečnika. Foto: Aleksander Rečnik

cristobalita, v svetu niso prav pogosti, zato bi veljalo temu mineralošškemu pojavu posvetiti več pozornosti. Stari viri navajajo tudi geode s kristali ametista v avgitnem andezitu pri Spodnjih Dramljah (Trennenberg), v grapi potoka Ločnica med Tratno in Lipovcem pri Slivnici pa naj bi bilo mogoče najti breče porfirja z impregnacijami minerala **lazulita**.

Ametistov pri Dramljah, ki jih omenjajo stari viri, še nismo uspeli najti, zato pa je leta 1998 lepe **kalcedonske** geode z nežno obarvanimi kristali **ametista** našel kranjski zbiralec Stane Lamovšek v opuščnem kamnolomu bazalta v Trličnem pri Rogatcu.

Literaturni viri:

- ZOLLIKOFER, TH. VON, 1861: *Die geologischen Verhältnisse des südöstlichen Teils von Untersteiermark*. Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 12, str. 311-366, Wien.
- ZEPHAROVICH, V. VON, 1873: *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich*, Band II (lazulit, str. 176; ametist, str. 261). Wilhelm Braumüller, Wien.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (markazit iz Šentjurja, str. 105). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1997: *Pirit v Sloveniji* (markazit iz Velike Pirešice, str. 25). Galerija Avsenik, Begunje.

Dolomit in kalcit v Gajškovem kamnolomu na Boču

Vili Podgoršek

Kamnina dolomit pokriva okrog 8 % slovenskega ozemlja, dolomit v kristalih, ki bi jih lahko občudovali s prostim očesom, pa je mnogo redkejši.

Na območju Boča je odprtih več kamnolomov; v velikem kamnolu v Poljčanah nismo našli ničesar zanimivega, v manjšem, še aktivnem Gajškovem kamnolomu v Zgornjem Gabrniku na jugozahodni strani Boča pa smo oktobra 2002 odkrili majhne votlinice s kristali **dolomita** z razvitimi enostavnimi romboedri. Dolomit je brezbarven do siv, kristali pa so veliki do 3 mm. Ponekod kamnino prepredajo bele kalcitne žile; kjer so dovolj odprte, lahko najdemo do 2 cm velike kristale **kalcita** s strmimi romboedri, ki so modificirani s položnimi negativnimi romboedri.



Kristali kalcita na podlagi nekaj milimetrov velikih kristalov dolomita iz Gajškovega kamnoloma. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.

Foto: Ciril Mlinar

Siga v kraških jamah

Nadja Zupan Hajna

Kras je del zemeljske skorje, katerega nastanek in značilnosti določa kemično delovanje vode na relativno dobro topne karbonatne kamnine. Slovenija je kraška dežela, saj je več kot 40 % njenega površja iz karbonatnih kamnin od devonske do miocenske starosti. V Sloveniji je znanih že več kot 8200 kraških jam, v katerih najdemo različne jamske sedimente, od klastičnih do kemičnih.

Siga je kemična usedlina, ki se izloči iz prenasočene vodne raztopine. Deževnica se v atmosferi in pri prenikanju skozi tla obogati s CO_2 in z njim tvori šibko ogljikovo kislino, ki pri prenikanju skozi karbonatne kamnine le-te topi, pri čemer nastajajo kalcijevi in hidrogenkarbonatni ioni $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$. Intenzivnost raztapljanja je odvisna od podnebja, to je od geografske širine, reliefa, količine padavin, temperature, pokritosti s prstjo, količine CO_2 v vodi in od lastnosti



Kristali kalcita v ponvici, Postojnska jama; širina ponvice 3 cm.

Foto: Jure Hajna



Kalcitne cevke rastejo iz razpokanega stropa v jami Bestežovca. Dolžina posameznih cevok je do 30 cm.

Foto: Jure Hajna



Vrhovi stalaktitov, zaves in cevčic segajo v sedaj suho ponvico, kjer se je nanje izločal kalcit neposredno iz vode v ponvici. Kapniki so različno obarvani in različno stari. Ponvica je v Jami S647 v predoru Kastelec; širina motiva približno 1,5 m. Foto: Nadja Zupan Hajna

karbonatne kamnine. V nižjih legah, toplejšem podnebju in pri večji količini padavin se ponavadi izloči več sige. V trenutku, ko kraška voda, obogatena s kalcijevimi in hidrogenkarbonatnimi ioni, doseže jamski prostor, se ravnotežje v njej poruši. Zaradi spremembe parcialnega tlaka CO_2 in temperature se začne izločati kalcijev karbonat $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Oblika sige je odvisna od načina dotoka vode, mineralna sestava in barva pa od prisotnosti različnih ionov v raztopini, to je od sestave izvorne kamnine, ki jo prenikajoča voda raztaplja. Če se sestava raztopine med rastjo sige spreminja, se posamezne plasti razlikujejo po mineralni sestavi. Najpogostejši minerali, ki gradijo sigo v kraških jamah, so kalcit, aragonit in sadra.

Na slovenskem krasu je siga večinoma kalcitne sestave. **Kalcit** je obenem najpogostejši sekundarni mineral v kraških jamah, tako v Sloveniji kot po svetu, po količini pa mu sledita aragonit in sadra.

Sige razlikujemo glede na njeno zunanjo obliko, način nastanka in kristalografske lastnosti. Kalcitni kristali v sigi se izločajo v plasteh, ki rastejo ena vrh druge. Posamezno plast gradijo skupki istočasno individualno rastočih kristalov na enotni podlagi. Skupna rast in tekmovanje med njimi se začne, ko posamezni kristali pridejo v stik drug z drugim. Kristali, ki so prednostno orientirani, to je pravokotno na podlago, rastejo najhitreje, pri drugače orientiranih pa se rast zavre ali celo preneha. Velikost kristalov v sigi je odvisna od vplivov okolja, predvsem pa od stopnje nasičenosti raztopine. Glede na naraščajočo nasičenost se bodo razvijali: skalenoedri, zelo strmi romboedri, pinakoidi in heksagonalne prizme. Cevka, ki je osnova za rast stalaktita, je zgrajena iz kristalov, ki rastejo



Krožnikasti stalagmiti iz Postojnske jame, zrasli na podoru na Veliki gori. Premer stalagmita je 15 cm. Foto: Nadja Zupan Hajna



Stalagmiti, imenovani pagode, iz Pisanega rova v Postojnski jami so visoki več kot 2 m. Foto: Jure Hajna

pravokotno na strop. Ko pa se začne voda pretakati tudi po zunanji strani cevke, se iz nje izloča kalcit, katerega c-osi so pravokotne na steno cevke. Za stalagmite in ostale sige, kjer se izločajo plasti kalcitnih kristalov druga vrh druge, pa so značilni stebričasti kristali, ki rastejo pravokotno na podlago. Temnejše plasti so največkrat zgrajene iz stebričastih kristalov, ki so zelo trdno zrasli, svetlejša pa iz enakih kristalov, le da je med njimi več prostora (večja poroznost). Menjavanje temnih in svetlih plasti razlagajo s sezonskimi spremembami v času rasti sige.

Kalcit se v sigi večinoma izloča v obliki drobnokristalnih skupkov, večji posamezni kristali so redki in se izločajo v vadozni coni v ponvicah s stoječo vodo in iz mezeče vode na jamskih stenah ali v sipkem sedimentu (manjši nepopolnoma razviti strmi skalenoedri in romboedri). Kristali rastejo v skupkih in so veliki od nekaj milimetrov do okrog enega metra. Ponvice, napolnjene z različnimi kristali kalcita, so v naših jamah zelo pogoste, vendar so ti kristali majhni, večji so redkejši. Večji kristali, ki so zrasli pod gladino vode v sedaj sicer suhih ponvicah, kjer pa se nekdaj višina vode še vidi, so znani iz Jame pod Babjim zobom. Veliki kristali se lahko izločijo tudi iz raztopin, ki mezijo iz jamskih sten. Posamezni kristali so lepo razviti, veliki do nekaj decimetrov in navadno rastejo v skupkih. Kristali so tem bolj pravilnih oblik, čim bolj enakomerno priteka raztopina in čim več prostora in časa imajo kristali za svojo rast. Največji (do okrog 1 m) in najlepši kristali rastejo v freatični, stalno zaliti coni krása, vendar takih v naših jamah ne poznamo. V freatičnih pogojih se kristali kalcita izločajo v nasičeni coni ob gladini podtalnice (romboedri, skalenoedri in njune kombinacije). Slovenske jame niso ravno bogate z velikimi kristali kalcita, vendar dajo poseben pečat tisti jami, v kateri se razvijajo. Zelo lepi so bili v Kristalni jami nad Kupljenikom in



Paleta, obtežena z izraščajočimi stalaktiti, s premerom 50 cm iz Martinske jame.

Foto: Nadja Zupan Hajna

Jami pod Babjim zobom, vendar so bili najlepše žal odlomili in odnesli. Za večje med njimi – v Jami pod Babjim zobom jih najdemo kot zapolnitev večjih in manjših votlin – predvidevamo, da so se izločili iz nizekotemperaturnih hidrotermalnih raztopin in da nimajo s kraškimi procesi in z jamo ničesar skupnega ter da so jih jamski rovi po naključju razkrili.

Siga kot drobnokristalni agregat je značilna samo za vadozno cono krasa. Kje in kdaj kakšna oblika raste, pa je odvisno od trenutnih strogo omejenih lokalnih pogojev (mehanika pretakanja) in ne od globine jame. Različne oblike sige nastanejo iz kapljajoče, tekoče, mezeče, ujete, kondenzne vode itd. Iz vode, ki teče po stenah ali tleh, se izloča v plasteh. Nastajajo obloge, »slapovi« in »baldahini«. Kapniki, stalaktiti in stalagmiti, rastejo iz kapljajoče vode v vzdolžni smeri kapljanja.

Siga se izloča različno hitro. Lahko zraste nekaj milimetrov že v nekaj letih ali pa v tisoč letih, kar je odvisno od hidroloških pogojev, ki vplivajo na jakost in stalnost posameznega prenika-jočega curka vode, iz katerega se siga izloča.

Barva sige je različna, odvisna je od njene mineralne sestave, bližine različnih kovinskih nečistoč v karbonatnih kamninah, tal na površju, rastlinskega pokrova, klime in jamskega okolja. Izvor barve lahko pripisujemo trem osnovnim kategorijam: organskim snovem, kovinskim ionom ter različnim pigmentom. Organske kisline izvirajo iz prsti in vegetacije nad jamo ter obarvajo sigo oranžnorjavo in krem. V tem primeru se organske molekule vgradijo v posamezne kalcitne kristale ali pa so pigment med posameznimi kristali. Kovinski ioni se vgradijo v kristale ter povzročijo difuzijski odsevni spekter, ki obarva sigo modro in zeleno (Cu), rožnato (Mn), rožnato in modro (Co) in rumeno (Ni). Pigmenti pa so največkrat železovi in manganovi oksidi ter hidroksidi in obarvajo sigo rdeče, rjavo in črno.

Stalaktiti rastejo s stropa navzdol in so najrazličnejših velikosti ter debelin, kar je odvisno od moči vodnega curka, njegove nasičenosti in njegove stalnosti. Stalaktit začne rasti v obliki dolge tanke cevke, ki je v sredini votla. Cevke lahko zrastejo več metrov v dolžino, pa se še ne začnejo debeliti. Kasneje začne raztopina oblivati tudi zunanjo steno cevke in kalcit se izloča na njej v tankih plasteh, zato je njihova zgradba koncentrična. V teh koncentričnih plasteh kristalizira kalcit s kristalografsko c-osjo pravokotno na steno cevke. Stalaktit se pri tem vedno bolj debeli. Zanimiva oblika so tudi čebulasti kapniki, ki so kot votle krogle pritrjeni na strop, iz njih pa raste krajša ali daljša cevka. Če se pretok skozi cevko zmanjša, se konice stalaktitov močno odebelijo, ker se dotekajoča voda razlije čez oviro in se kalcit izloča na površini cevke. Odebeljene so tudi konice stalaktitov, ki so potopljene v ponvice, ker se okrog njih izloča kalcit iz vode v ponvici.



*V ponvici izloženi kalcit na konicah stalaktitov v Jami pod Babjim zobom.
Foto: Nadja Zupan Hajna*

Stalagmiti rastejo na tleh iz kapljajoče vode. Kadar je višina curka manjša, se plasti sige odlagajo ena vrh druge v stožčasti obliki, če pa voda kaplja z velike višine, se kapljica razprši in dobimo stalagmite s popolnoma ravnim vrhom krožnikaste oblike. Stalagmiti so zaradi razlik v intenzivnosti kapljanja, načina razpršitve kapljice, vpliva kapilarnosti, gravitacije ter kristalizacije najrazličnejših oblik. Nekateri so podobni cipresam, božičnim drevesom, orjakom, kijem, pagodam itd. Če se stalaktit in stalagmit zrasteta s konicama, nastane steber.

Starejši kapniki v jamah Postojnskega krasa in na Krasu so bolj razvejani (ciprese), veliko je tudi že podrtih, kar kaže na drugačno klimo (mehaniko pretakanja, temperaturo) v času njihove rasti.

V teh jamah je tudi več palet, ki v Sloveniji niso ravno pogoste. **Paleta** so bolj ali manj ovalne ploščaste sige, ki jih gradita po dve tanki vzporedni plošči, med katerima doteka raztopina. Iz te raztopine se na robovih plošč izločajo vedno novi kalcitovi kristali. Paleta ali ščiti, kakor imenujemo večje, lahko rastejo iz razpok v steni jamskega rova, že obstoječega kapnika itd., in to pod različnimi koti. Na njihovi spodnji strani večkrat rastejo cevčice, zavese ali stalaktiti.

Monokristalni oziroma *trikotni* kapniki, kot jih pri nas največkrat imenujemo, so redka oblika kalcita. Najpogostejši monokristalni kapniki so lahko posamezni heliktiti ali stalaktiti, monokristalni stalagmiti pa so zelo redki (opisali so jih v Romuniji, Texasu, New Mexicu, Južni Afriki in Braziliji). Monokristalni kalcita rastejo v teh primerih iz nizko nasičene raztopine pri visoki vlagi in visokem parcialnem tlaku CO_2 ter minimalnem pretoku zraka, kar je značilno za zaprte jame.

Zavese se na stenah izločajo iz mezeče vode. Zavesa je lahko različnih oblik, ravna ali valovita, raste v plasteh, ki so različne po barvi in velikosti kalcitovih kristalov. Kristali v plasti rastejo



Presek odlomljenih trikotnih kapnikov iz Jame v Borštu. Stranica preseka zgornjega stalagmita je dolga 8 cm. Foto: Nadja Zupan Hajna



Okrog 2 m visoka zavesa v Stari jami; Postojnska jama. Za zaveso je značilno, da kristali kalcita rastejo po plasteh, ki so lahko različno obarvane.

Foto: Nadja Zupan Hajna

iz raztopine pravokotno na steno in smer toka. Če so zadnje plasti zaveso sestavljene iz makroskopskih kristalov kalcita, je rob zaveso nazobčan.

Koralaste sige so najrazličnejših koralam podobnih oblik, velikosti in barv. Najdemo jih na tleh, kot stalagmite, ali pa preraščajo jamske stene, stalaktite in stalagmite. Značilno je, da za svojo rast v jami potrebujejo precej vlažen zrak in da rastejo iz pljuskajoče, pršeče in kapilarne vode. *Ježki* so koralasta oblika sige, kjer iz stoječih ilovnatih kapnikov rastejo sigove iglice, bodice.



Stromatolitni stalagmit iz Šmidlove dvorane v Škocjanskih jamah.

Foto: Nadja Zupan Hajna



*Raznobarvna siga iz Pisanega rova Postojnske jame. Višina osrednjega, kijastega stalagmita, je 2,8 m.
Foto: Nadja Zupan Hajna*



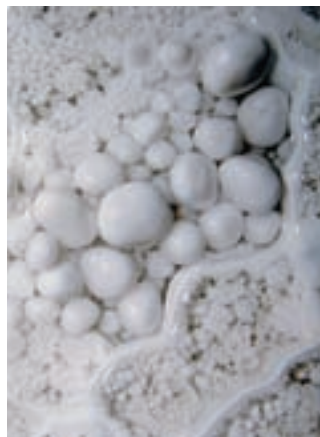
Koralasta siga iz jame na trasi avtoceste Čebulovica – Dane. Širina motiva je 12 cm. Foto: Franjo Drole



Paleta, iz katere izraščajo cevke, v Martinski jami; premer palete približno 20 cm. Foto: Nadja Zupan Hajna

Ponvice so dokaj pogosta oblika sige. Za njihov nastanek je potreben določen naklon pobočja in dokaj stalen vodni tok. Pri nas najdemo v jamah različne ponvice, od zelo majhnih, ki so velike nekaj milimetrov, do tako velikih, kot so tiste iz Dvorane ponvic v Škocjanskih jamah, ki so globoke od 10 do 40 cm. Te ponvice so se oblikovale na nagnjenem ilovnatem pobočju, na površini okrog 80 m² in jih je okrog 100. Ponvicam podobne so sigove pregrade, ki se izločajo takrat, kadar teče voda čez različne ovire v strugi in pri tem izhaja ogljikov dioksid, kar povzroči izločanje kalcita.

Jamski biseri so bolj ali manj gladke kroglaste konkrecije. Nastajajo pod kapljajočim curkom ali v plitvi vodni ponvici s počasnim, vendar stalnim vodnim dotokom, ko se okrog že obstoječega jedra izloča kalcit v koncentričnih plasteh. Koncentrične so, ker se kalcit izloča okrog jedra v vseh smereh enakomerno hitro. Jedro je lahko iz različnih drobcov kamnine, kapnikov itd. Biseri so veliki od nekaj milimetrov do 1 cm, redko so večji. Nekateri so v prerezu podobni onkoidom, njihove plasti so valovite kot pri stromatolitih. V teh primerih so izločanje kalcita verjetno povzročili organizmi (bakterije ali alge). Biseri so največkrat bele barve, lahko pa tudi sive ali rumene. Če se biseri nehajo premikati, se z novo rastočo sigo prilepijo na podlago.



Jamski biseri iz Postojnske jame; izrez 10 cm. Foto: Andrej Mihevc

Heliktiti so manj pogosta oblika sige; rastejo iz kapilarne vode, ki mezi skozi tanke kanale, največkrat skozi prečne razpoke v stalaktitih.

Rastoči heliktiti sledijo načelom kristalizacije in ne gravitacije. So brezbarvni, beli in rumeni. Lahko so različnih oblik, razlikujemo predvsem dve: tanke dolge cevke, ki med rastjo zavijajo v različne smeri, in kratke čokate monokristale, ki so podobni manjšim rogovom.

Plavajoče skorje ali *rafti* so tanke kalcitne skorje, ki rastejo iz ujete vode v lužah in ponvicah. Skorje se na gladini izločajo zaradi spremembe parcialnega tlaka CO_2 . Večje skorje potonejo, ker postanejo pretežke, še posebej zato, ker na njihovi spodnji strani rastejo kalcitovi kristali, ki jih še dodatno obtežijo. Na dno se usedejo tudi v primeru, če voda v ponvicah izhlapi.

Zanimiva oblika sige je tako imenovano **jamsko mleko**, ki ga imenujejo tudi gorsko mleko, Marijino mleko itd. Izloča se kot mikrokristalna bela plastična masa na stenah in sigi, ki ima med mineralnimi zrni do 70 % vode; kadar je suha, pa je precej drobljiva. Mineralna sestava jamskega mleka je različna, največkrat je iz kalcita ali aragonita, lahko pa je tudi iz nekarbonatnih mineralov. Nastaja s kemičnim obarjanjem iz prenasičenih raztopin in tudi s pomočjo mikroorganizmov. Posebno pogost je v visokogorskih jamah. Jamsko mleko imenujemo tudi preperino apnenca in dolomita, ki ostaja na jamskih stenah in vsebuje precej vlage, vendar pa z izločanjem kalcita nima nobene zveze.



Več kot 20 cm dolg heliktit iz Leopardove jame, ki izrašča iz razpoke v stalaktitu. Foto: Nadja Zupan Hajna

Posebnost so tudi tako imenovani **biokapniki**, ki kot stalaktiti rastejo v vhodnih delih jam ali na stenah udornic in z rastjo svojih konic sledijo svetlobi. Kalcit se izloča zaradi delovanja mikroorganizmov, vendar mehanizem njihove rasti še ni popolnoma poznan. Ena od zanimivosti so stromatolitni kapniki, ki jih najdemo pri vhodu v Škocjanske jame v Šmidlovi dvorani. Rebrasti stromatolitni stalagmiti so v bistvu sladkovodni stromatoliti, opisani tudi v Avstraliji, ki se izločajo iz prenikajočega curka vode s pomočjo cianobakterij, ki rastejo na vlagi, do koder še seže dnevna svetloba. Razpotegnjeni so v smeri prepriha, ker je kapljanje vode usmerjeno v smeri pihanja.

Starost posameznih kapnikov je znana samo iz nekaterih slovenskih jam. Starosti so bile določane z absolutnima radioaktivnima metodama ogljika ter uran/torija. Metodo radioaktivnega izotopa ogljika (^{14}C) se uporablja za datacije relativno mlajših kapnikov, ker je njen doseg do 40.000 let. Z U/Th metodo, ki temelji na razmerju med izotopoma urana ^{234}U in torija ^{230}Th , datiramo starejše kapnike, ker je njen doseg do 350.000 let. Še pred dobrimi desetimi leti je prevladovalo mnenje, da so sige pri nas zelo mlade. Največ sige naj bi se, po takratnem mnenju, izločilo po zadnji ledeni dobi, predvsem v atlantiku (pred okrog 6.000 leti), ko je bilo pri nas precej toplo. Vendar so datacije z absolutnimi metodami pokazale, da je veliko do sedaj preiskanih sig starejših od 10.000 let, pa tudi starejših od dosega U/Th metode, to je 350.000 let. Starejše kapnike lahko datiramo z ESR metodo (rezonanca elektronskega spina), ki s sedanjo metodologijo, prirejeno za sige, seže do starosti 3 milijone let, vendar ni najbolj zanesljiva. Trenutno najstarejša s to metodo datirana siga v Sloveniji je iz Pisanega rova v Postojnski jami, kjer naj bi bilo rdeče jedro stalaktita staro 530.000 let. V zadnjem času jamske sedimente čedalje pogosteje datiramo s paleomagnetno metodo, ki pa je le primerjalna. Zato je potrebno poleg geomagnetne časovne skale za natančnejšo opredelitev starosti uporabiti še kakšno drugo metodo. Tako je bila v jami Matarskega podolja posredno, glede na določitev fosilov in magnetnih lastnosti sedimentov v profilu, določena do sedaj najstarejša siga pri nas in sicer nekaj več kot 2 milijona let.

Kalcit in aragonit sta polimorfa kalcijevega karbonata, kar pomeni, da imata isto kemično sestavo, vendar drugačno kristalno strukturo. Najpogostejša oblika **aragonita** so igličasti skupki, drobne prevleke in sige v obliki stalaktitov in stalagmitov, kjer se v istem kapniku lahko izmenjuje s kalcitom. Kateri mineral se bo izločal v določenem primeru, je odvisno od trenutne sestave raztopine, ki doteka v jamski prostor. V jamskem okolju je pri normalnih pogojih aragonit glede na kalcit manj stabilen in sčasoma prehaja v kalcit. Vprašanje je, zakaj potem aragonit v jamah sploh je, posebno če vemo, da je za kalcitom aragonit drugi najbolj pogosti jamski mineral, tako po svetu kot v slovenskih jamah.



*Jamsko mleko na spodnjem delu stalaktita, ki je bil potopljen v ponvico v Jami S647 v predoru Kastelec; izrez 3,5 cm.
Foto: Nadja Zupan Hajna*



Ledeni stalagmiti iz vhodnega dela Potočke zijalke. Karbidovka je postavljena za merilo.
Foto: Andrej Mihevc

O problemu izločanja aragonita v jamah je veliko teorij, najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na njegovo izločanje pred kalcitom, pa so magnezijevi ioni v raztopini. Na zvišanje razmerja Mg/Ca v raztopini, bolj kot sprememba tlaka CO₂, vpliva evaporacija, ki je vzrok za zaporedno izločanje kalcita, aragonita in Mg mineralov iz raztopine. Mg²⁺ ion v raztopini deluje tudi kot ovira pri nastajanju kalcitovih kristalizacijskih jeder, zaradi česar ima raztopina zadostno prenasíčenje, ki omogoča izločanje aragonita.

Pomemben dejavnik pri izločanju aragonita je tudi stroncijev ion, ki pospešuje nastajanje aragonitnih kristalizacijskih jeder. Ko začnejo jedra nastajati, se aragonit izloča na račun kalcita, ki ima višjo kristalizacijsko bariero. Na razmerje med izločanjem kalcita in aragonita imajo verjetno vpliv tudi pH, temperatura, sledni elementi in organske snovi.

Jamske ledene tvorbe nastajajo z zmrzovanjem kapljajoče in pronicajoče vode skozi razpoke v kamnini ter z zmrzovanjem vodnih hlapov. **Led** v jamah ima najpogosteje obliko prosojnih do prozornih stalaktitov, stalagmitov, stebrov, zaves in ledenih jezer. Kapniki so navadno gladki, brez izražajočih kristalov. Pri nas so ledeni kapniki značilni za vhodne dele nekaterih jam visokogorskega krasa, pozimi pa tudi za vhodne dele nižje ležečih jam. Stalaktiti so kar ledene sveče, ki visijo s stropa in sten. V jamskih tleh, ki zmrzujejo, pa najdemo do več centimetrov dolge vlaknate ledene kristale. Najbolj slikoviti so po obliki kijasti stalagmiti, ki v vhodnih delih jam zrastejo v višino tudi preko 2 m. V ledenih jamah na ploskvah ledu včasih najdemo tudi pravilne kristale ledu, ki nastanejo s sublimacijo. V posameznih primerih se kristali oblikujejo v šesterostranih stopničastih lijakih, najpogosteje pa v igličastih skupkih. V posameznih primerih pa lahko kristalizirajo v ploščatih in več centimetrov velikih heksagonalnih kristalih.

Literaturni viri:

- HILL, C. A., P. FORTI, 1986: *Cave Minerals of the World*, 238 str. National speleologica society, Huntsville.
- COX, G., J. M. JAMES, R. A. L. ARMSTRONG, K. E. A. LEGGETT, 1989: *Stromatolitic cryfish-like stalagmites*, str. 339-358. Proc. Univ. Bristol Speleological Society, 18, Bristol.
- PLACER, L., B. OGORELEC, J. ČAR., M. MIŠIČ, 1989: *Nekaj novih podatkov o Ravenski jami na Cerkljanskem*, str. 129-138. Acta carsologica, št.18, SAZU, Ljubljana.
- KNEZ, M., N. ZUPAN, 1992: *Minerali v slovenskih kraških jamah*, 43 str. IZRK ZRC SAZU, Postojna.
- SELF, C. A., C. A. HILL, 2003: *How speleothems grow: an introduction to the ontogeny of cave minerals*, str.130-151. Journal of Cave and Karst Studies 65(2), National Speleological Society, Huntsville.

Kalcit iz kamnoloma Črnotiče

Željko Pogačnik, Miha Jeršek, Vili Podgoršek, Marjetka Kardelj

Kamnolom tehničnega kamna Črnotiče leži severno od regionalne ceste Črnotiče – Podgorje, vzhodno od magistralne ceste Ljubljana – Koper. Kamnolom omejuje na zahodu hrib Gaber (446 m), na zahodu in severu pa območje Petrinjskega krasa.

V geološko strukturnem pogledu spada ožji del kamnoloma v luskasto strukturo Čičarije, v makrotektonskem smislu pa k enoti



*Del vzhodne brežine v kamnolomu Črnotiče leta 2004.
Foto: Miha Jeršek*



*Kalcit z razvitimi strmimi romboedri iz kamnoloma Črnotiče; 5 x 3 cm.
Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar*



Skupek kristalov kalcita iz kamnoloma Črnotiče; 7 x 5 cm. Najdba in zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Ciril Mlinar

Zunanjih Dinaridov. Tektonski blok sivega, gostega in trdnega, alveolinsko-numulitnega apnenca zgornje cuizijske starosti je proti jugozahodu narinjen na istodobne flišne plasti. Flišoidne kamnine sestavljajo glinavci, siv do sivorjav in rumenorjav, delno limonitiziran laporovec, ter skrilav in bituminozen lapornat apnenec, apnenčev peščenjak, katerega prepletajo kalcitne žilice. Luska alveolinsko-numulitnega apnenca oziroma njena narivna ploskev vpada 40° proti severovzhodu.

Ožji del kamnoloma je pretrt s številnimi urejenimi in sistemskimi prelomnimi strukturami. Ločimo dve poglavitni: prelome dinarske smeri ter manjše prelome v smeri slemenitve zahod jugozahod-vzhod severovzhod. Takšna geološka dinamika je vplivala tudi na kasnejši geomorfološki razvoj ob-



Na vrhovih drobnih kapnikov iz kamnoloma Črnotiče lahko prepoznamo značilne kristalne oblike kalcita kraških jam; 4 x 2 cm. Najdba in zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek

močja – na usmerjeno pronicanje površinskih voda. Povezava med geomorfologijo in strukturno geologijo je vidna tudi v sistematski razporeditvi kraških struktur (vrtač, brezstropnih jam ...) v smereh prelomnih elementov, ki so zaradi denudacije in eksploatacije mineralne surovine razkrite na površju in so zapolnjene s starejšimi jamskimi sedimenti ali jerino. V eni izmed takih kraških struktur, v brezstropni jami, je bil na fasetah najden jamski cevkar *Marifugia cavatica*.

V površinskem kopu lahko na odlomljenih blokkih zakraselega apnenca opazujemo raznovrstne oblike **kalcita**, ki so značilne za kraške jame. Mednje sodijo številni kapniki, zavese, tanke kalcitne skorjice in tudi bolj ali manj popolno oblikovani kristali. Najpogostejši je protasti kalcit, ki je nastal z zbirno kristalizacijo drobnozrnate kalcitne sige. Na vrhovih protastih kalcitov, ki so veliki do 2 cm, so razvite kristalne ploskve strmega romboedra. V posameznih blokkih apnenca lahko najdemo drobne skorjice kalcita ali *rafte*, ki ležijo druga na drugi. Nekatere skorjice so debele od 1 mm pa vse do 10 mm. Iz takšne podlage raste kalcit z razvitimi strmimi romboedri. Običajno so kristali brezbarvni do beli in veliki do 1 cm. Večji kristali s strmimi romboedri so redkejši. Najdemo jih na sigi in so običajno rjavi, rumeni, redkeje brezbarvni. Med kristalnimi oblikami kalcita so najredkejši igličasti. Razvite imajo zelo strme romboedre in so podobni razpotegnjenemu riževemu zrnju. Veliki so do 1 cm.

Redkeje najdemo kristale kalcita, ki niso povezani s sigo, in sicer v razpokah alveolinsko-numulitnega apnenca. Od prej omenjenih kristalov se ločijo po tem, da so vrhovi zaključeni s ploskvami položnega romboedra; običajno so veliki do 1 cm.

Poleg kalcita najdemo v kamnolomu Črnotiče tudi **bobovce**, ki skupaj z jerino zapolnjujejo posamezne kraške kaverne.

Literaturni viri:

- PLENIČAR, M., A. POLŠAK, D. ŠIKIČ, 1973: *Tolmač za list Trst*. Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 (luskasta struktura Čičarije, str. 41). Zvezni geološki zavod, Beograd.
- PLACER, L., 1998: *Structural meaning of the Sava folds* (enota Zunanjih Dinaridov, str. 191-221). Geologija, knjiga 41, Ljubljana.
- MIHEVC, A., P. BOSAK, P. BRUNER, B. VOKAL, 2002: *Fosilni ostanki jamske živali Marifugia cavatica v brezstropni jami v kamnolomu Črnotiče v zahodni Sloveniji* (jamski cevkar *Marifugia cavatica*, str. 471-474). Geologija, knjiga 45/2, Ljubljana.
- DROBNE, K., V. PREMEC FUČEK, Ž. POGAČNIK, N. PUGLIESE, 2006: *The succession of planktonic and larger foraminifera in the Sopada section across the K/T, P/E boundaries and the disappearance of the carbonate platform regime at the Ilterdian to Cuisian transition*. V: Caballero F. et al., eds. *Climate & Biota of the Early Paleogene*, Volume of Abstract, (starost apnenca, str. 137-138), Bilbao.

Kalcit iz kamnoloma Mali Medvejk pri Sežani

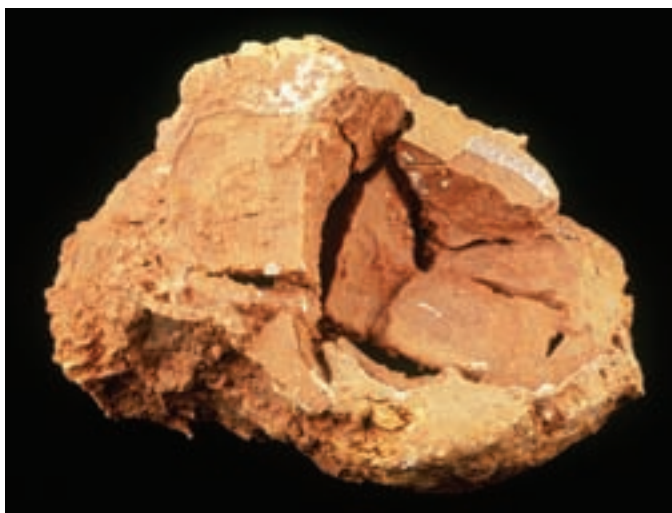
Miha Jeršek, Marjetka Kardelj

Kamnolom tehničnega kamna Mali Medvejk na vzhodnem pobočju hriba Mali Medvedjak je dva kilometra severozahodno od Sežane. Odprli so ga leta 1982, po zaprtju starega sežanskega kamnoloma. Danes ima pet etaž, ki se raztezajo med 360 m in 426 m. Ozemlje je poraslo z nizkim grmičevjem, brinjem, listnatim in deloma mešanim gozdom. Pobočje, v katerem je kamnolom, je položno z vmesnimi strmimi skalnatimi prehodi. Po kamninski sestavi prevladuje trd, temnosiv do črn, tu in tam tudi sivorjavi mikritni plastnati apnenec. Leži nad zgornjekrednim repenskim apnencem, ki je bogat s fosilnimi ostanki, predvsem z velikimi rudistnimi školjkami. Na površini je rahlo spremenjen, deloma zakrasel in razpokan. Ponekod najdemo tudi leče dolomitiziranega apnenca.

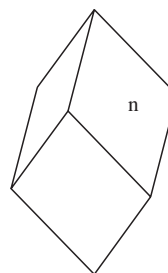
Razpoke in kaverne v apnencu so prevlečene s sigo ali drobnimi kristali **kalcita**. Najpogostejši so protasti kristali, ki so nastali z rekristalizacijo starih sig. Na vrhovih kristalov so razvite ploskve strmega romboedra. Takšni kristali so rdečkastorjavi, rjavi do zelenorumeni, prosojni do prozorni, in veliki do 3 cm.



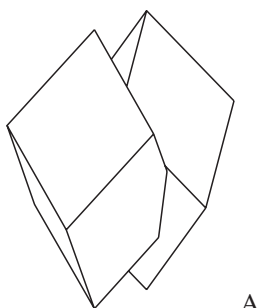
Kamnolom Mali Medvejk leta 2004.
Foto: Miha Jeršek



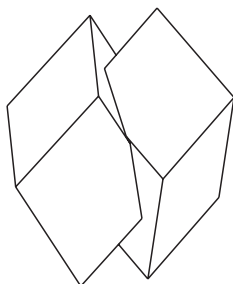
Presek septarijske konkrecije z razpokami; 25 x 14 cm. Nekatere so lahko mineralizirane z drobnimi kristali kalcita z razvitimi položnimi romboedri $e\{012\}$. Najdba in zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Ciril Mlinar



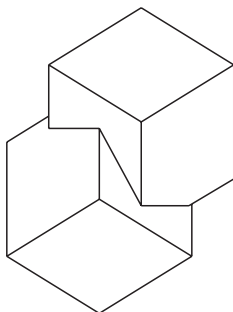
Kristali kalcita iz geod v apnencu imajo preproste kristale z razvitimi kristalnimi ploskvami romboedra $n\{021\}$. Risba: Miha Jeršek



A



B



C

Lateralni dvojček kalcita je poseben tip dvojčkov. Na primeru iz Malega Medvejka sta kristala zdvožčena tako, da je njuna dvojčična ravnina (001). Ker pa sta njuni kristalografski osi *c* razmaknjeni, dobimo tako imenovani lateralni dvojček. Na risbi **a** je lateralni dvojček v klinografski projekciji, na risbi **b** je dvojček obrnjen tako, da je kar najbolj viden, na sliki **c** pa v smeri (001). Risbe: Miha Jeršek, Mirjan Žorž



Lateralni dvojčki kalcita 50 x 35 mm iz kamnoloma Mali Medvejk pri Sežani. Najdba in zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek

Zelo redko najdemo povsem brezbarvne in prozorne kristale kalcita, ki zapolnjujejo večje ali manjše votline in apnenca. Razvite imajo ploskve negativnega strmega romboedra. Njihova posebnost je v tem, da oblikujejo lateralne dvojčke, pri katerih so kristalografske osi *c* posameznih subindividuov vzporedne. Zdvoženi kristali izrazito izstopajo iz podlage, na kateri so razviti manjši samski kristali. Veliki so do 2 cm.

Posamezne kaverne so zapolnjene z nanosi površinske preperine oziroma z rdečerjavo jerino. V njej najdemo številne septarijske konkrecije. Velike so od nekaj centimetrov pa vse do 30 cm v premeru. Razpoke znotraj septarijskih konkrecij so lahko sekundarno zapolnjene s kalcitom. Kristali so majhni in ne presegajo 3 mm. Imajo preprosto morfologijo, saj imajo razvite le ploskve zelo položnega romboedra. Na nekaterih konkrecijah je na površini polno drobnih, ovalnih in okroglih **bobovcev**, ki v premeru ne presegajo 6 mm.

Literaturna vira:

- ROKAVEC, D., 2002: *Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji izračunanih zalog in virov tehničnega kamna – apnenca na območju kamnoloma Mali Medvejk* (geologija terena, str. 2-4). Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System* (lateralni dvojček, str.193; fotografija lateralnega dvojčka kalcita, str. 210-211). Grosuplje.

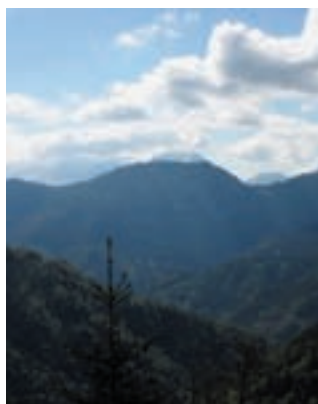
Kalcit in aragonit izpod Stegovnika

Davorin Preisinger, Uroš Herlec, France Stare, Miha Jeršek

Stegovnik je 1.692 m visoka gora, katere izrazit vršni greben v smeri sever-jug je razvodnica med porečjem Tržiške Bistrice z Medvodjem v dolini Jelendol na zahodu in Kokre z Jezerskim na vzhodu. Na severu se greben spusti na Močnikovo sedlo in v obsežne gozdove Komatevre. Iz sedla na južni strani se pobočja dvignejo v Storžič. Privlačna skalna gmota Stegovnika, ki se dviga nad gozdno pokrajino, je primerna za lahke planinske ture. Z vzhoda s Spodnjega Jezerskega in z zahoda iz Medvodja v dolini Jelendol vodita na vrh markirani poti. Ob lepem vremenu je trud poplačan s prelepim razgledom na vse strani.

Več kot 400 metrov visoke stene Stegovnika so iz svetlo sivega do belega, redkeje temnosivega masivnega grebenskega apnenca, v katerem so med fosili najlaže prepoznavne korale in stromatoporida. Kamnine so srednjedevonske starosti in so med najstarejšimi fosilnimi kamninami v Sloveniji. V geološki zgodovini je ta apnenec večkrat zakrasel. Na severnem delu grebena proti Fevču so izdanki najstarejšega znanega paleokrasa v Sloveniji, saj so se apnenci po odložitvi dvignili na površje in zakraseli, o čemer pričajo rjavkastordeči peščeni paleokraški sedimenti v značilnih paleokraških korozijskih kotanjah. Po močni tektonski fazi, ko je celoten prostor sedimentacije potonil v morske globine, so se čez kraške sedimente erozijsko diskordantno odložile plasti spodnjekarbonskih flišev. Med plastmi klastičnih kamnin, predvsem glinavcev in litičnih peščenjakov, so še tanjše plasti črnih mikritnih apnencev s konodonti, ki pričajo o daljših mirnih obdobjih med sunkovito sedimentacijo pobočnih turbiditnih tokov. Redke žile porfiroidov in vložki tufov v plasteh dokazujejo takratno vulkansko dejavnost.

Zakraseli srednjedevonski grebenski apnenci s svojo značilno kraško poroznostjo in propustnostjo so bili dobra past za rudonosne raztopine, ki so nastajale pri ohlajanju vulkanskih kamnin. Menimo, da so prav iz tega časa na severozahodni strani Stegovnika ob stiku zakraselih devonskih apnencev in spodnjekarbonskih neprepustnih plasti nastale nepravilne rudne impregnacije, v katerih najdemo v deloma okremenjenih apnencih drobnozrnat pirit, sfalerit, tetraedrit, boulangierit, halkopirit, galenit, verjetno geokronit ter cinabarit z baritom. Mikroskopske raziskave so pokazale, da je bil precejšnji del orudjenja nadomeščen s kalcitnimi metakristali, ki so znižali prisotnost kovin v že tako razmeroma siromašni rudi. Stara



*Pogled na Stegovnik.
Foto: Davorin Preisinger*



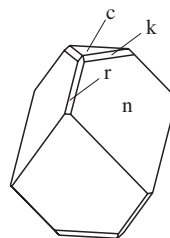
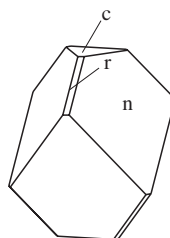
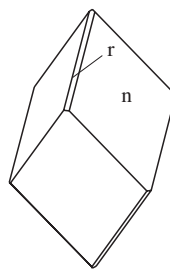
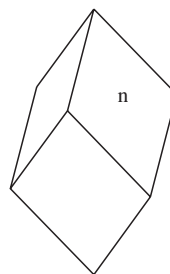
*Detajl iz jame, ki je bila razkrita ob spodmolu; izrez 40 x 25 cm. Pokazali so se skupki aragonitov, ki so zaradi zmrzali večinoma slabo ohranjeni.
Foto: Davorin Preisinger*



Desno je kristal kalcita z razvitimi kristalnimi ploskvami romboedra $n\{021\}$ in pinakoida $c\{001\}$; 81 x 49 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta.
Foto: Miha Jeršek

sledilna rudarska dela so ponekod še opazna. Podobni rudni pojavi so tudi na enakem litostratigrafskem stiku na sedlu Pod Rušem in v pobočju pod Virnikovim Grintavcem.

Masivni srednjedeovski apnenci so bili v geološki zgodovini še večkrat zakraseli in na številnih mestih lahko najdemo kraške jame. V njih so kristali **kalcita** in **aragonita**. Najlažje in brez večjega posega jih najdemo v posameznih odlomih ali v kamninskih blokih, ki so zaradi zmrzali in drugih vplivov popadali s pobočij Stegovnika, kjer so razgaljene tudi nekdanje kraške jame. Večina kristalov je neprivlačnih, saj so razpokani in precej korodirani. V delih kraških votlin, kjer so bili pred zmrzaljo in raztapljanjem zaščiteni z jamsko glino, pa lahko najdemo brezbarvne, čiste in dobro ohranjene kristale. Imajo razmeroma enostavno, pa vendar edinstveno morfologijo pri nas. Večinoma imajo razvite samo ploskve romboedra. Posebnost so kristali s pinakoidom, ki je za kalcite iz najdišč v Sloveniji razmeroma redka ploskev. Zanimivo je, da je večina kristalov zraščena v obliki lateralnih dvojčkov. Najlepše ohranjeni so v večjih razpokah, kjer lahko dosežejo tudi nekaj centimetrov, čeprav večina kristalov ne presega 1 cm. Pogostejši kot kalcit je v nekaterih jamah pod Stegovnikom kasneje izločeni aragonit in sicer v obliki belih skorij na stenah in stropih votlin. Skorje so debele od nekaj milimetrov pa vse do 2 cm. Iz njih izraščajo posamezni zaviti snopasti skupki aragonita, veliki tudi do 10 cm. Na preseku lahko opazimo značilno žarkasto rast igličastih kristalov. Po pripovedovanju bolj izkušenih kolegov so bili v eni od jam tudi lepo razvejani snopasti skupki aragonita, ki pa so jih



Posebnost kristalov kalcita izpod Stegovnika so kristali z razvitimi kristalnimi ploskvami pinakoida $c\{001\}$. Na kristalih pa lahko opazimo še kristalne ploskve romboedrov $n\{021\}$, $r\{101\}$ in $k\{011\}$. Risbe: Miha Jeršek



*Lateralen dvojček kalcita;
17 x 14 mm. Najdba in zbirka
Davorina Preisingerja.
Foto: Davorin Preisinger*

v preveliki zbirateljski vnemi nekateri takrat še neuki zbiralci žal poškodovali in niso ohranjeni. Kalcit je zelo verjetno nastal v starem kraškem hidrološkem sistemu, v času, ko je bil celoten masiv Stegovnika pod gladino talnih voda. Aragonit pa je po našem mnenju nastal kot posledica pretakanja meteorske vode skozi prepustne apnence v času po dvigu masiva Stegovnika nad gladino podtalnice. Za aragonit je sicer značilno, da nastaja pri nekoliko višjih temperaturah kot kalcit ter iz raztopin z več magnezija, ki je sicer zaviralec izločanja kalcita. Trenutno je to najvišje nahajališče aragonita v Sloveniji.

Literaturna vira:

- RAMOVŠ, A., 1976: *Biostratigrafski dosežki v paleozoiku Slovenije v zadnjih 20. letih*. 8. jugoslovanski geološki kongres, str. 28-30, Ljubljana.
- DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji*. Geologija, knjiga 23/1, str. 1-57, Ljubljana.

Aragonitni ježki v Ravenski in Kamniški jami

Davorin Preisinger

Aragonit je v jamah po svetu in v Sloveniji cenjena naravna vrednota. Pri nas je najbolj poznana Ravenska jama, ki nosi ime po vasi Ravne nad Cerknim. V Zeleniških špicah nad Kamniško Bistrico pa leži Kamniška jama, v kateri ravno tako najdemo aragonitne kristale.

Ravensko jamo (katastrska številka 1547, nadmorska višina vhoda 703 m) je 9. marca 1832 slučajno odkril posestnik Martin Čelik, ko je tik ob svoji hiši odprl kamnolom. Jamo si je med prvimi ogledal višji sodnik Josip Kafol, domačin, ki je nekaj kristalov aragonita odlomil in poslal bratu Antonu, profesorju v Gorico. Brata Kafol sta kmalu zatem skupaj odšla v jamo. Anton Kofol si je nalomil več primerkov aragonita in jih pozneje podaril prijateljem. Tako je en kos prispel do kustosa Deželnega muzeja, Idričana Henrika Freyerja. To Freyerju ni zadoščalo, zato se je maja leta 1834 v spremstvu sodnika Kafola odpravil v Ravensko jamo. Pretaknila sta vse dostopne dele. Freyer je jamo izmeril in pozneje narisal načrt. Sam v dnevniku navaja, da je izklesal iz sten najlepše kose, kar jih je našel. Primerke aragonita je izročil Deželnemu muzeju, da bi jih imel za zamenjavo in bogatitev svoje zbirke.

Ravenska jama leži v območju srednjetriasnih ladinjskih plasti v ozkem, okrog 50 m debelem zaporedju temnosivega neplastnatega apnenca. Ta je drobnozrnat in preprežen z gosto mrežo kalcitnih žilic. Nad plastmi apnenca leže tufske, skrilave in peščene plasti julske in tuvalske starosti, ki pripadajo borovniški formaciji, prekriva pa jih dolomit norijske starosti. V zakraselem apnencu karbonatne vode izločajo aragonit, če so tople, oziroma če so v raztopini sulfatni, magnezijevi, stroncijevi ali barijevi ioni.

Dno Ravenske jame je v večjem delu prekrito s suho in trdo rjavo ilovico, medtem ko so na stenah jame popolnoma beli **aragonitni ježki**. Ti so iz igličastih kristalov, ki so radialno razporejeni. Ko jih osvetlimo, se zalesketajo in doživetje je popolno. Posamezni kristali so debeli od 1 do 10 mm, dolgi pa tudi 7 cm. V jami so poleg aragonitnih ježkov še aragonitni kapniki in heliktiti ter kalcitni kapniki in siga.

Kamniška jama (katastrska številka 5058, nadmorska višina vhoda 1.400 m) leži v Zeleniških špicah Kamniško - Savinjskih Alp. Zeleniške špice so ozek gorski hrbet, ki se dviga proti severozahodu od Kamniške Bistrice do Srebrnega sedla in se



*Skupek aragonitnih kristalov iz Ravenske jame, dolga 12 cm.
Foto: Tomaž Planina*

priključi Planjavi. Na severni strani Zeleniških špic je zatrep Repov kot, na južni strani pa leži dolina Bele.

Kamniško jamo so leta 1978 odkrili člani Društva za raziskovanje jam Kamnik. Iskali so neko drugo jamo v Zeleniških špicah, in so počivali pod spodmolom. Eden izmed članov je stikal po neobetavnih razpokah in na koncu ene odkril, da se nadaljuje v jamo. Sledila so večletna raziskovanja in na koncu so namerili 1.600 m rogov in 226 m globine.

Nastanek Kamniške jame sega v čas pred 2 in 5 milijoni let. Jama je oblikovana v komaj 1 km širokem grebenu apnenca in sicer vzporedno s smerjo hrbta. Dolini na obeh straneh ležita 700 m nižje, zato je jasno, da danes v takšnih razmerah vodoravna



*Skupek aragonitnih kristalov iz Kamniške jame; 25 x 16 cm.
Foto: Davorin Preisinger*

jama ne bi mogla nastati. Pomemben mejnik pri ugotavljanju starosti jame je pretočitev zgornjega dela potoka Lučke Bele v Kamniško Bistrico. Pred pretočitvijo je vodovje s tega področja otekalo proti vzhodu za umikajočim se Panonskim morjem. Glavni rov v jami je nastal pred pretočitvijo, saj blago pada proti vzhodu. Na vzhodnem koncu pa je rov z markantnim prelomom odrezan od nadaljevanja jame.

V predzadnji dvorani so lepi aragonitni kristali. Zato so to dvorano poimenovali Aragonitna dvorana. Po stenah so posamezne skupine zraščeni ježkov. Vrhovi posameznih kristalov so široki od 1 do 3 cm, sami kristali pa so dolgi tudi do 12 cm. Na nekaterih vrhovih aragonitnih kristalov so razraščeni drobni aragonitni kristali v obliki rože. Med aragonitnimi ježki je včasih vraščenih nekaj aragonitnih stalaktitov manjših dimenzij. Na nekaterih mestih, kjer aragonit še vedno nastaja, je bel do svetlo rumen, medtem ko je tam, kjer že propada, temnorjav. V aragonitu iz Kamniške jame je tudi nekaj sadre in kalcita.

Aragonitni kristali so najlepši takrat, ko še nastajajo. Zato dandanes med jamarji in tudi ostalimi obiskovalci jam velja nepisano pravilo, da jih pustimo in občudujemo tam, kjer so, da jih bodo lahko občudovali tudi naši zanamci. Vsekakor pa je obisk ene izmed omenjenih jam pod vodstvom izkušenih vodnikov nepozabno doživetje.

Literaturna vira:

- KUŠČER D., R. SAVNIK, J. GANTAR, 1959: *Ravenska jama* (zgodovinski opis, geologija, opis mineralov, str. 7-25). Acta Carsologica 2, SAZU, Ljubljana.
URBANC J., 1981-82: *Kamniška jama* (zgodovinski opis, geologija, opis mineralov, str. 25-34). Naše jame, št. 23-24, Jamarska zveza Slovenije, Ljubljana.

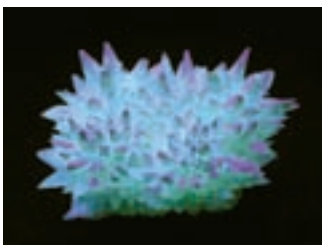
Fluorescirajoči kalcit iz kamnoloma pri Stahovici

Vili Podgoršek

Kamnolom kalcita je od Stahovice pri Kamniku oddaljen le nekaj sto metrov v smeri proti izviru Kamniške Bistrice. Zajeda se v številnih etažah v strmo pobočje Grohata. Nahajališče kristalov kalcita, ki smo ga odkrili spomladi leta 1994, je v osrednjem delu etaž.

Območje kamnoloma je iz zgornjetriasnih apnencev, ki spadajo v geotektonsko enoto Savinjskih Alp. Zaradi intenzivnega tektonskega delovanja so kamnine v kamnolomu močno razpokane, zdrobljene in rekristalizirane.

V kamnolomu pridobivajo dve vrsti apnenca. Na spodnjih etažah pridobivajo takoimenovani *kalcit*. To je zelo čist, bel, skoraj povsem rekristaliziran debelozrnat sparitni apnenec. Na zgornjih etažah pa pridobivajo apnenec. To je mikritni apnenec sive barve, ki je tudi močno razpokan in pretrt. Kristali **kalcita** so v razpokah in votlinicah tega apnenca. Razvite imajo strme negativne romboedre, zato so videti ošiljeni. Posamezni kristali so visoki do 25 mm, skupki pa merijo do 20 cm. Večinoma so rahlo rumenkasti in prosojni do prozorni. Njihova glavna značilnost je, da belo fluorescirajo, če jih osvetlimo z ultravijolično svetlobo. Na površini kristalov je bel oprh minerala, ki še ni določen.



Strmoromboedrski kristali kalcita pri dnevni svetlobi (zgoraj) v ultravijolični svetlobi belo zažarijo; 42 x 26 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Skupek strmoromboedrskih kristalov kalcita iz Stahovice; 50 x 55 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

Sadrini kristali v kraški jami južno od Velenja

Nadja Zupan Hajna

Sadra je za kalcitom in aragonitom tretji najpogostejši mineral v kraških jamah po svetu, pri nas pa ni ravno pogosta. Da sadra kristali v jami, potrebuje izvor sulfatnega iona. Največkrat je to oksidacija pirita v apnencu ali naplavljenih sedimentih, lahko pa tudi razpad netopirjevih iztrebkov, prisotnost vulkanskih raztopin itd. Najbolj značilne oblike sadre v naših jamah (Kamniška jama, jama Kubik, Marijino brezno ...) so skorje, prevleke in tako imenovani *sadrini cvetovi* (žarkasti skupki) iz do 2 cm dolgih igličastih kristalov, vendar še to zelo redko. Pri običajni jamski temperaturi – povprečna letna temperatura v jamah pri nas je okrog 10 °C – in vlagi je sadra stabilna. Sadra je v vodi topna, zato se lahko kristali sadre ohranijo le v delih jame, kjer ni s sulfatom nenasičene vode.

Južno od Velenja je na triasnih apnencih in dolomitih razvit tako imenovan osameli ponikovski kras z vsemi značilnostmi plitvega krasa. Nahajališče kristalov **sadre** je v jami na stiku med zgornjetriasnim apnencem, oligocenskim andezitnim tufom in vulkansko brečo ter brečo z apnenčevimi, dolomitnimi, andezitnimi in keratofirjevimi klasti, katere vezivo je delno tufsko. Na stiku med kremenovim keratofirjem in apnencem so v bližini Velike Pirešice znana sulfidna nahajališča pirita in



*Igličasti kristali sadre, dolgi do 1,5 cm, izraščajo iz jamske stene.
Foto: Nadja Zupan Hajna*



*Naplavine v suhem delu jame, v katerih so zrasli veliki kristali sadre.
Foto: Nadja Zupan Hajna*

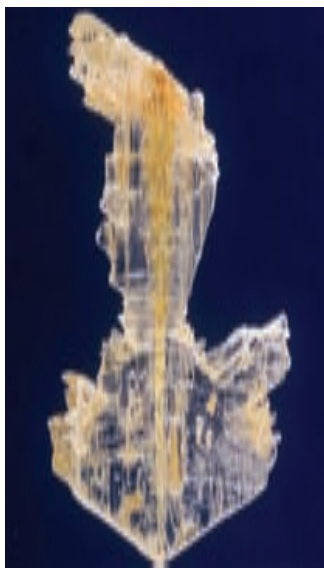
galenita. Jama je aktivni požiralnik z več kot 1 km rovov. Glavni vodni rov je do okrog 6 m visok meander, ki nekajkrat v zgornjem delu preseka starejše, sedaj suhe rove. Posebnost v tej jami so vsekakor do 15 cm veliki in do 3,5 cm debeli sadrini kristali, ki so zrastle v naplavini. Nahajališča sadre so v suhih zgornjih rovih, kjer so ostanki starejše naplavine, s katerimi so bili rovi zapolnjeni, zdaj pa je večinoma erodirana. Temperatura v delu jame, kjer so sadrini kristali, je med 10 in 12 °C. Aktivni rovi so v glavnem brez naplavljenih sedimentov, v končnem delu jame pa je poleg naplavin v enem od zgornjih rovov tudi nekaj kalcitnih kapnikov s heliktiti, več aragonitnih skorij ter ježkov.

Večji kristali sadre so v naših jamah redki, zato je njihova najdba izjemnega pomena. Kristale so med raziskovanjem in merjenjem jame našli člani jamarskega kluba Črni galeb iz Prebolda in jih omenjajo v svojem zapisniku o raziskovanju jame med letoma 1971-1976. Avtor zapisnika je Darko Naraglav, ki rov v končnem delu jame, poln naplavin, opisuje kot posebnost, ker so tam v naplavljenem sedimentu veliki kristali. Leta 1975 so med jamarsko ekskurzijo kristale pokazali Andreju Mihevcu, ki je predvideval, da gre za sadrine kristale. Leta 1991 smo jama obiskali sodelavci z Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU, opisali in poslikali nahajališče ter vzeli nekaj primerkov za zbirko inštituta. Takrat je bilo v sedimentu še vse polno velikih kristalov. Ob ponovnem obisku leta 2004 pa je bilo na žalost opaziti, da je nahajališče precej poškodovano in to predvsem zaradi nevednosti jamarjev, ki hodijo čez nahajališče proti koncu jame.

Sadra je v jami v več oblikah. Iz sten in fluvialnih sedimentov rastejo skorje in cvetovom podobni skupki kristalov, veliki do 2 cm. Kristali v skorjah so vlaknati, bele barve in rastejo pravokotno na steno. Sadrini cvetovi so radialni skupki igličastih kristalov z zavrtimi konicami. Nekaj sten v zadnjem delu jame je prekritih s *sadrinim ledom* iz okrog 1 mm debele, prozorne in bleščeče skorje sadre.

Nahajališče sadrinih kristalov je profil naplavin, visok 1,5 m. V spodnjem delu ga sestavljajo laminirane gline in melj, v zgornjih 30 cm pa je naplavina peščena, pomešana z večjimi in manjšim prodniki. V obeh frakcijah rastejo kristali, ki pa so po obliki različni. V laminiranem sedimentu rastejo do 10 cm dolgi in do 5 mm debeli igličasti kristali, v peščenem sedimentu pa podolgovati kristali, dolgi do 15 cm in s premerom do 3,5 cm. Na prvi pogled so to pravilni kristali, ki so bili kasneje korodirani, v resnici pa so slabo razviti, ker jih je pri rasti oviral sediment. Enake kristale poznamo tudi iz jame Nouvella pri Bologni v Italiji.

Sadra v kraških jamah lahko nastaja na več načinov. Najpogosteje nastaja pri evaporaciji raztopin, bogatih s sulfatnimi ioni, ki so rezultat oksidacije železovih sulfidov. Mineralna sestava vzorcev glinenega in peščenega sedimenta iz profila



Lastovičji rep korodiranih kristalov sadre iz jame pri Velenju; 8 x 3 cm. Zbirka Inštituta za raziskovanje krasa v Postojni, ZRC SAZU. Foto: Ciril Mlinar

v končnem delu jame, kjer je nahajališče sadrinih kristalov, je bila določena z metodo rentgenske difrakcije. Ne v enem ne v drugem vzorcu ni pirita ali markazita in ne limonita, ki bi bil ostanek njune oksidacije, zato ta sediment vsekakor ni izvor sulfatnih ionov, ki so potrebni za nastanek sadrinih kristalov. S sulfatnimi ioni bogata voda pronica v sediment od drugod in v sedimentu lahko reagira s kalcitom, kjer se nato izločajo idiomorfni kristali sadre. Verjetno pa so bili kalcijevi in sulfatni ioni transportirani z večjih razdalj, kar zaradi dobre topnosti sadre ne bi bilo nič nenavadnega. Geneza velikih kristalov sadre je tako v jami pogojena z raztopino, bogato s sulfatnimi in kalcijevimi ioni, ki se preceja skozi dokaj porozne sedimente, v katerih kristali lahko rastejo. Kristalizacija sadre se začne, ko je raztopina prenasičena zaradi evaporacije vode iz sedimenta. Najlepše razviti kristali nastanejo v homogenem okolju, kot so v našem primeru glinaste plasti, v bolj grobo zrnavih plasteh pa so kristali sadre zaradi neizotropnega okolja, kjer rastejo, tudi manj pravilno razviti.

To najpomembnejše slovensko nahajališče večjih kristalov sadre v jamah je na žalost precej uničeno in močno ogroženo.

Literaturni viri:

- GERMOVŠEK, C., 1953: *Kremenov keratofir pri Veliki Pirešici* (pirit, galenit, žveplena kislina, str. 163). Geologija, knjiga 1, Ljubljana.
- NARAČLAV, D., 1971 - 1976: *Zapisnik terenskih ogledov 1971-1976*. Kataster IZRK ZRC SAZU, Postojna.
- BUSER, S., 1977: *Osnovna geološka karta, list Celje*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- HILL, C. A., P. FORTI, 1986: *Cave minerals of the world* (selenit, str. 121). National speleological society, Huntsville.
- MIHEVC, A., 1991: *Dopolnilni zapisnik*. Kataster IZRK ZRC SAZU, Postojna.
- MIHEVC, A., 1992: *Sadra v Tajni jami in jami Kubik*. Acta carsologica 21, str. 175-183, SAZU, Ljubljana.
- HILL, C. A., P. FORTI, 1997: *Cave minerals of the world*, Second Edition. Deposition and Stability of Sulfate minerals, str. 187-193. National speleological society, Huntsville.



Nepopolno razviti kristali sadre, zrasli v jamski naplavini; 10 x 3 cm. Zbirka Inštituta za raziskovanje krasa v Postojni, ZRC SAZU. Foto: Ciril Mlinar

Kristali sadre v preperini oligocenskih klastitov iz jamskih sedimentov v Bohinju

Uroš Herlec, France Stare, Miha Jeršek, Nadja Zupan Hajna

Kristale sadre smo našli v zelenkasto sivi in rjavi ilovici v spodmolu na narivnem stiku erozijsko bolj obstojnih zgornjetriasnih apnencev, ki pripadajo Pokljukinemu pokrovu, in oligocenskih apnenčevih peščenjakov in laporovcev, ki ležijo erozijsko diskordantno na zgornjetriasnih kamninah Krnskega pokrova v južnem vznožju Pokljuke. Spodmol je nastal z bočno erozijo majhne kraške jame v strmem pobočju, kjer je manjših kraških jam v erodiranem čelu nariva še nekaj. Kraška jama je nastala na narivnem stiku neprepustnih oligocenskih apnenčevih peščenjakov in laporovcev v talnini ter razpokanih in zakraselih zgornjetriasnih apnencev v krovlini. Nahajališče sta pred 15 leti odkrila brata Hribernik, takrat člana geološkega krožka, ki ga je dolga leta vodil France Stare.

V spodnjem delu spodmola – nekdanje kraške jame – so ponekod na stenah kraško korozijsko razjedene apnenca limonitne prevleke, ki kažejo, da so prinašale vode z negativno vrednostjo Eh iz pretrtih in slabo prepustnih oligocenskih peščenjakov iz talnine ob narivnici tudi dvovalentno železo, ki se je v oksidacijskih razmerah kraške jame spremenilo v trivalentnega. Pri tem se je odložilo v nekaj milimetrov debelih temnorjavo do oranžnorumenih goethitno-lepidokrokitnih skorjicah, ki smo jih potrdili z rentgensko difrakcijo. Voda hkrati z železovimi Fe^{2+} ioni še vedno prinaša tudi sulfatni (VI) ion SO_4^{2-} . Menimo, da se oba sproščata pri oksidaciji železovih sulfidov iz zgodnjediagenetskih impregnacij železovih sulfidov (pirita in markazita), ki so v oligocenskih klastičnih sedimentih zelo pogosti, na kar kaže tudi značilna siva do zelenkastosiva barva sveže kamnine in rjavi odtenki na površini preperete (oksidirane) kamnine. Ob narivnici so oligocenske kamnine močno zdrobljene in mnogo slabše porozne in prepustne kot zgoraj ležeči zakraseli apneneci, vendar zelo počasen tok vode skoznje očitno omogoča oksidacijo železovih sulfidov ter za rast kristalov sadre še vedno zadosten dotok raztopin s sulfatnimi ioni. V nasipnem stožcu ilovice, ki je nastala s preperevanjem oligocenskih apnenčevih peščenjakov in laporovcev, se voda s sulfatnimi ioni iz talnine k sreči ne meša in s tem redči s kraško vodo iz krovninskih apnencev. To zagotavlja za rast kristalov sadre dovolj visoko koncentracijo sulfatnih ionov v porni vodi ilovice, ki je omogočila za te pogoje nastanka presenetljivo



Izrazito dolgoprizmatski kristali sadre; 45 x 25 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Ciril Mlinar



Kratkoprizmatski kristali sadre so priraščeni na dolgoprizmatskem kristalu sadre; 35 x 22 mm. Najdba in zbirka Miša Serajnika. Foto: Ciril Mlinar

velikost kristalov. Kalcijevih ionov, ki so tudi potrebni za nastanek sadre, je namreč dovolj tako v apnenčevih peščenjakih v talnini kot v krovinskih apnencih. Okrog 4 m globoka streha spodmola ščiti ilovnato preperino oligocenskih peščenjakov v nasipnem stožcu pred meteorno vodo, ki bi sicer redčila s sulfatnim ionom bogatejše vode in tako lahko topila že nastale kristale sadre.

Menimo, da kristali sadre rastejo predvsem zato, ker se površina ilovice večji del leta v suhih dnevih in ob pihljanju pobočnega vetra suši. Zaradi izhlapevanja na površini in zaradi kapilarno dvigajoče se vode se koncentracija sulfatnih ionov v pornih vodah preperle mehke ilovice dvigne do take mere, da omogoča rast kristalov. Zrnavost ilovice in s tem poroznost in prepustnost se v nasipnem stožcu z globino spreminjata. V skladu s tem se spreminja tudi velikost najdenih kristalov. Modrikastosivi in vijoličasti oprhi sten por v sedimentu iz raziskovalne sonde 50 x 50 cm, ki smo jo skopali v zadnjem delu jame blizu tektonskega stika, se spreminjajo v skladu z zrnavostjo in omočenostjo sedimenta. Kaže, da so v porah dejavne razne vrste bakterij, ki glede na mikrokemijske pogoje in svojo številčnost sediment različno obarvajo. Ko se sediment posuši, ta biogena pigmentacija izgine.

Prosojni do prozorni kristali **sadre** so praviloma zdvojni po (100), široki do 7 mm in dolgi do 7 cm. Ta tip dvojčenja je znan pod imenom *lastovičji rep*. Oblika zdvojenih kristalov je izrazito dolgoprizmatska. Le redko pa najdemo nezdvojčene kristale, ki so kratko- do srednjeprizmatski. Ti so veliki do 2 mm. Samski kristali in dvojčki se lahko med seboj zraščajo in sestavljajo žarkaste skupke do 7 x 5 cm.



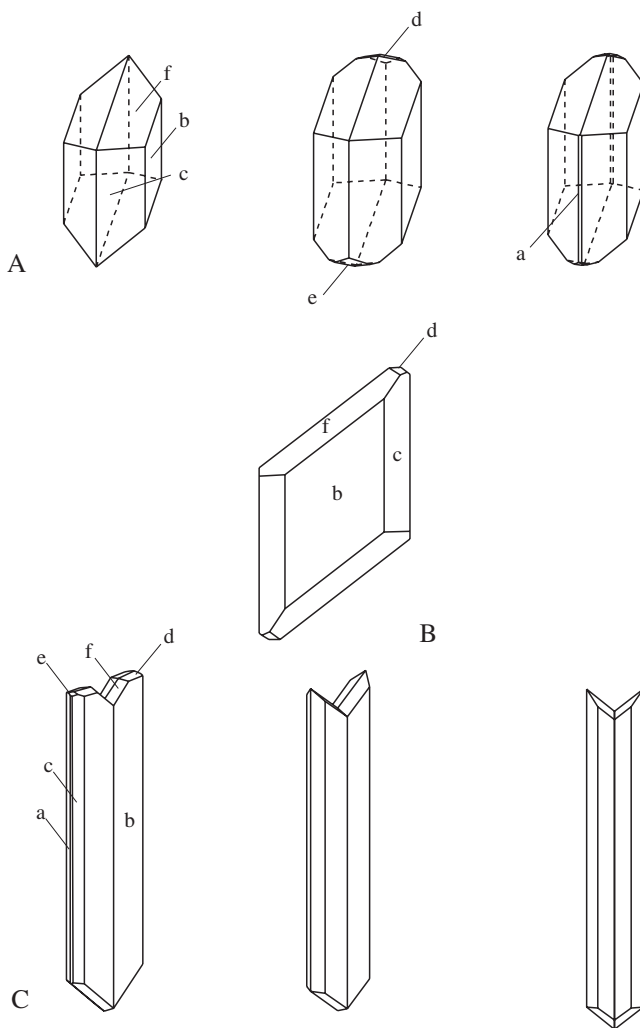
Zdvojen kristal sadre; 35 x 5 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Ciril Mlinar



Skupek kristalov sadre; 35 x 40 mm.
Najdba in zbirka Franceta Stareta.
Foto: Ciril Mlinar

Nekateri dolgoprizmatski kristali sadre imajo priraščene kratko do srednjedolgoprizmatske kristale sadre. To pomeni, da so se razmere pri kristalizaciji sadre večkrat spreminjale, verjetno zaradi spremenljivega dotoka in s tem različne koncentracije sulfatnih ionov v vodi.

V stropu spodmola so tudi kristali **kalcita** skaleoederskega habitusa, veliki do 20 mm, ki so nastali še v času, ko je bila jama dolgo obdobje zalita s kraško vodo, nasičeno s karbonatnimi ioni.



Samski kristali sadre v klinografski projekciji (A) in v projekciji na (010) ravnino (B). Zdvojeni kristali sadre po (100) v klinografski projekciji (C) in dvojček v projekciji na (010) ravnino (D). Na kristalih so razvite ploskve pinakoidov $a\{100\}$, $b\{010\}$ in $e\{10\bar{1}\}$, prizem $c\{120\}$ in $f\{011\}$ ter bipiramide $d\{\bar{1}12\}$. Risbe: Mirjan Žorž

Sulfatni ioni se sproščajo pri oksidaciji vseh sulfidov. Kristalizacijo sadre ali drugih sulfatov, če so prisotni poleg kalcijevih še drugi ioni, lahko pričakujemo povsod tam, kjer je dovolj visoka koncentracija potrebnih ionov glede na ostale fizikalno-kemijske pogoje. Torej tam, kjer ne pride do njihovega prevelikega razredčenja. Večina pogostejših sulfatov, ki lahko nastanejo v pogojih, podobnih atmosferskim, je namreč razmeroma lahko topnih v meteornih ali podobnih vodah.

Dotok zunanjih vod na poti med mestom oksidacije sulfida do mesta rasti sekundarnih sulfatov mora torej biti dovolj omejen. Če se porna voda med mestom oksidacije sulfidov in rastjo sulfatov razredči z zunanjo vodo, koncentracija sulfatnih in/ali drugih ionov ne bo zadostna za rast kristalov. Kadar se hidrogeološki pogoji – pretok vode – zelo spreminjajo, pa lahko kristale, ki so zrastle v sušnejših obdobjih, raztopi voda v času večjega pretoka.

Rast sulfatov torej omogoča razmeroma suho okolje, kakršno je v poroznih jamskih sedimentih vodno neaktivnih kraških in rudniških jamskih prostorov, v bližini oksidiranih sulfidov na našem nahajališču in tam, kjer glina ali drugi neprepustni sedimenti dovolj učinkovito preprečujejo vodi odnašanje produktov oksidacije, na primer pri rasti sadre v glinah ob premogu z železovimi sulfidi, ali glinah neposredno ob sulfidnih rudnih nahajališčih. Podobne sulfate torej lahko pričakujemo še marsikje. Upamo, da tudi v tako izredno zanimivi opisani kombinaciji pogojev.

Lehnjak

Uroš Herlec, Renato Vidrih

Lehnjak je sedimentna kamnina, ki jo sestavljata kalcit in/ali aragonit. Pri nas nastaja v večjih, a danes le še redko ekonomsko zanimivih količinah ob nekaterih posebnih kraških izvirih. Njegova osnovna prepoznavna značilnost je luknjičavost in s tem močna poroznost ter manjša gostota. V manjših količinah nastaja pri prelivanju z raztopljenimi karbonati nasičenih kraških vod preko slapov, jezov in rak ob mlinih in žagah. Stara domača slovenska imena za lehnjak so: apneni (tudi vapneni) maček, lehkovec in apneni tuf, ki pa jih ne uporabljamo več.

Kadar je karbonat izločen v manj poroznih ritmično ponavljajočih se plasteh, nastaja gostejši in trdnejši travertin, ki je pri nas redkejši. Med lehnjakom in travertinom ni jasne meje. Kamnino poimenujemo glede na prevladujočo značilnost. Sestavlja jo največ kalcit, ki se izloča iz vod, v katerih je poleg kalcija tudi več magnezija, pri višjih temperaturah pa se hkrati izloča tudi aragonit. Različice travertina, ki so jih že v antiki uporabljali za izdelavo okrasnih predmetov, so – drugače kot navadni alabaster, ki je iz mehkejše drobnozrnate sadre – imenovali apnenčasti alabaster. Kompaktni in običajno prosojni plastnati travertin ali skorjasto jamsko sigo, ki jo je mogoče dobro polirati in zato uporabiti kot okrasni kamen, trgovci le zaradi podobnega videza imenujejo oniks marmor, kar je strokovno povsem neustrezno, saj



Kamnolom lehnjaka na Jezerskem leta 2005. Foto: Miha Jeršek

ime genetsko ne ustreza oniksu po mineralni sestavi, marmorju pa ne zaradi drugačnega načina nastanka.

Vzroki za izločanje karbonata v lehnjak in travertin so lahko anorganski (fizikalno-kemijski) in/ali biološki. Osnovna dejavnika anorganskega izločanja karbonata sta sprememba temperature in/ali znižanje parcialnega tlaka ogljikovega dioksida v vodi (to je predvsem uhajanje oziroma razplinjevanje CO_2 iz vode). Del karbonata, ki prihaja v reke raztopljen z vodo hladnih kraških izvirov, nasičenih s kalcijevimi in karbonatnimi ioni, se torej izloči/obori zaradi sočasnega uhajanja CO_2 in segrevanja vode. Kraške vode se s karbonatnimi ioni obogatijo pri zakrasevanju apnencev, dolomitov in klastičnih karbonatnih kamnin zaradi CO_2 , ki pride v deževnico iz atmosfere in predvsem zaradi CO_2 iz pedosfere, ki v vodi tvori šibko ogljikovo kislino in raztaplja karbonate, s katerimi pride v stik. Pri usedanju lehnjaka in travertina gre torej za obraten proces kot pri zakrasevanju.

Večje količine lehnjaka in/ali travertina se izločijo ob tistih tektonsko-kraških izviroh, pri katerih pridejo vode v stik z atmosfero po dolgotrajnem podzemnem pretakanju, parcialni tlak njihovega CO_2 pa močno presega tistega v atmosferi. Hitra sprememba pogojev v izviru povzroči hitro uhajanje CO_2 in sočasno izločanje karbonata, najhitreje v turbulentni plitvi vodi. Zato se najhitreje odlaga na slapovih, brzicah ter jezovih in rakah mlinov in žag.

Kemična in mineralna sestava mineralnega dela lehnjaka in travertina je pravzaprav enaka sestavi jamskih sig. Ločimo jih po luknjičavosti in gostoti in po večinoma drugačnem videzu. Nekateri redkejši tipi ritmično skorjastih jamskih sig so sicer lahko na prvi pogled precej podobni homogenejšim in gostim različkom fosilnega travertina, vendar nastajajo v tako različnih okoljih, da jih glede na okolje sedimentacije lahko ločimo. Erozijsko bolj obstojne masivne fosilne sige, ki so rezultat površinskega erozijskega razgaljanja nekdanjih kraških jam, so vedno v bližini drugih paleokraških sedimentov in kraških reliefnih oblik

V nekaterih izviroh navidez kraških vod iz tektonskih razpoklinskih con je povečana količina raztopljenega karbonata posledica večje količine CO_2 , ki po globokih prelomih prihaja iz globlin Zemljine skorje ter na poti proti površju raztaplja karbonate.

Največja nahajališča lehnjaka in travertina po svetu so nastala ob najmočnejših izviroh karbonatnih toplih vod, kjer se karbonat obarja ob znižanju temperature vode in znižanju parcialnega tlaka CO_2 (Pamukale, Turčija; Yellowstonski park, ZDA). Pri nas se v Pomurju (Radenci) iz takih vod v manjših količinah obarja kalcijev karbonat ob ustju nekaterih vrtin s karbonatnimi toplimi vodami predvsem zaradi razplinjevanja ogljikovega dioksida.

Biološki vzrok za nastanek lehnjaka je presnova vodnih rastlin, ki porabljajo vodni CO_2 . S tem se zmanjšata njegov parcialni tlak



*Z lehnjakom prekrit mah izpod slapa
Lehnjak pri Velikih Laščah; 5 cm.
Najdba in zbirka Renata Vidriha.
Foto: Marijan Grm*



Z lehnjakom prekriti iglici iz Kobiljega curka pri Velikih Laščah; leva 42 mm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm

in topnost karbonata v vodi, kar povzroči njegovo izločanje. Kalcijev karbonat postopno prekrije rastline, ki rastejo v ob vodi, s krhkimi, luknjičavimi in močno poroznimi skorjicami, ki lahko povzročijo njihovo postopno odmrtnje. Pred našimi očmi poteka inkrustacija, ki je eden od načinov fosilizacije. Prekrite rastline v nastali kamnini zapustijo svoj odtis – negativ, saj organska snov zaradi prisotnosti kisika razmeroma hitro razpade. Rastline, predvsem gosto rastoči mahovi, s svojo mrežasto razrastjo tudi mehansko zadržujejo izločeni karbonatni sediment. Raziskave kažejo, da je pri izločanju drobnozrnatega karbonata lahko sodeluje vrsta mikroorganizmov, tako da anorganskega (abiogenega) in biogenega lehnjaka in travertina celo pri izvirihi toplih mineralnih vod ne moremo zlahka ločiti.

Za zbiranje so še posebej zanimivi lehnjaki z odtisi listov in drugimi prepoznavnimi oblikami rastlin, na katere se je karbonat usedal. Pogosto lahko občudujemo oblike razvejanih mahov, odtise listov in stebel različnih dreves in drugih rastlin, ki rastejo ob vodi. Še posebej zanimiva so semena, storži in hišice polžev. Vode, v katerih nastaja lehnjak, literatura večkrat označuje kot lehnjakotvorne.

Obstojnost lehnjaka je odvisna od erozijskih pogojev v strugi vodnega toka. Kadar tok prenaša prod in drug klastični sediment, se lehnjak ne ohranja, saj ga sproti erodira.

V močilih v vzhodju nekaterih karbonatnih (največkrat dolo-mitnih) pobočij, kjer še ni razvitega globljega kraškega odvodnjavanja, je pa dobro razvit talni profil, izločeni karbonat lahko inkrustira vodno rastlinje. Tukaj je očiten vzrok za izločanje karbonata razmeroma stalen, a majhen dotok vode s povečano količino pedogenega ogljikovega dioksida. Ta se sprošča iz razpadajočih rastlinskih ostankov v prsti in v izvornem področju močil uhaja v atmosfero in/ali ga porabljajo vodne rastline. V takih lehnjakih je običajno še precej nerazpadlih organskih snovi in pobočnega klastičnega materiala in jih zato za gradnjo redkeje uporabljajo.

V vodi nastajajoči lehnjak je zelo drobljiv, saj po hitrem izločanju še ni povsem strukturno urejen in zrna med seboj še niso cementirana. Po strukturni ureditvi, z napredovanjem cementacije in sušenjem, otrdi, vendar je na delih, kjer prostor med tankimi skorjicami ni zapolnjen s kalcitnim cementom, še vedno zelo lahko drobljiv. Zaradi velike odprte poroznosti in prepustnosti voda iz lehnjakov hitro odteče. Zato je lehnjak razmeroma odporen proti zmrzovanju. Njegovo manjšo gostoto, a še vedno zadostno trdnost, so s pridom uporabljali že v gotskem sakralnem stavbarstvu. Tudi v tradicionalnem stavbarstvu je bil napogosteje vgrajen v oboke. Primeren je za fasade in zaščitne obloge pod ustreznimi nadstreški, kjer je zaščiten pred vplivom običajnih padavin. Zamakanje in pogosto zmrzovanje mu vsekakor škodujeta. Pri zunanjih lehnjakovih oblogah v bolj

onesnaženih urbanih območjih se v številnih porah nabirajo saje in prah, ki jih dež ne more izprati, zato kmalu izgubi precej lepote. V porah nastaja tudi sadra, saj kisli dež, deževnica z žveplovim dioksidom, reagira s karbonatom.

Pri nas lahko lehnjak za zbirke nabiramo na mnogih mestih. Največja nahajališča in kamnolom lehnjaka so ob cesti med Spodnjim Jezerskim in Komatevno pod kmetijo Virnik in pod Virnikovim Grintavcem. V začetku, ko so ga pridobivali za lokalne potrebe, je oblikovanje večjih blokov potekalo ročno, pogosto kar z orodjem, podobnem tistemu za obdelavo lesa – žage, sekire. Od leta 1971, ko lehnjak pridobiva podjetje Marmor Hotavlje, d.d., ki ta kamen tudi obdeluje in vgrajuje, pa velike bloke oblikujejo z diamantno žično žago. V zimskem času zaradi mraza v teh visokih legah kamnolom ne obratuje. To je edini delujoči kamnolom **lehnjaka** pri nas in verjetno tudi v srednji Evropi. Pri odcepu ceste h kamnolomu je tudi prva točka Slovenske geološke poti.

Voda, iz katere se izloča lehnjak in vsebuje nad 250 mg CaCO_3 + MgCO_3 na liter vode, izvira na tektonskem stiku zakraselih devonskih koralnih apnencev in apnenčevih gruščev ter spodnje-karbonskih klastitov, na katerih leži. Temperatura vode v izviru je približno 6,4°C. Lehnjak se bočno in po višini precej spreminja po barvi, prevotlenosti in luknjičavosti ter s tem po gostoti in kompaktnosti, kakor tudi po vrsti in količini fosilnih ostankov. To se jasno odraža v plastnatosti lehnjaka, ki je vzporedna s smerjo in naklonom vodnega toka, ki se v dolgih obdobjih spreminja. Ponekod so votline večmeterske. Lehnjak je najbolj kvaliteten v osrednjem delu kamnoloma, medtem ko je v obrobni delih zaradi izrazitejšega vpliva zmrzali precej preperel in zaglinjen ter zato manj kompakten in trden. Največja debelina, ugotovljena je bila z vrtnjem, je 19 m. V vzhodnem delu kamnoloma, ki je najbolj zanimiv za zbiralce, je mnogo fosilnih ostankov, med katerimi je največ odtisov drevesnih debel, travnih bilk, mahu, listov bukve, gabra, javora in drugih dreves, polžjih hišic, inkrustacij iglavcev, storžev ipd. V votlinah v lehnjaku so ponekod tudi kapniki, ki so nastali zaradi kaplajoče vode v podzemnem delu lehnjaka. Pogoste so predvsem s kapniki zakapane votline, ki so nastale na mestu strohnelih debel. Verjetno je ves lehnjak, ki ga danes odkopavajo, nastal po zadnji ledeni dobi.

Dobrih 100 m zahodneje od kamnoloma na severnem pobočju reke Kokre je izvir z močjo med 10 in 50 l/s. **Lehnjak** na tem področju nastaja pred našimi očmi hitro in gradi pahljačast vršaj s površino okrog več sto kvadratnih metrov proti strugi reke Kokre. V preteklih dveh desetletjih je že skoraj prerasel več kot 2 m visoke betonske zidove zapuščenega gospodarskega objekta.

Karbonat se izloča na tamkajšnjem mahu, drevesih in drugih rastlinskih ostankih. Le-ti na površini ponekod še niso povsem prepereli, zato se menjavata organski in anorganski del



*Inkrustiran mah z Jezerskega;
izrez 4 x 2 cm. Zbirka Oddelka za
geologijo Naravoslovnotehniške
fakultete Univerze v Ljubljani.
Foto: Ciril Mlinar*



Lepo ohranjen list, prekrit z lehnjakom, najden ob slapu Kobilji curek pri Velikih Laščah; 6 cm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm

sedimenta. Še rastoča debla in veje so obdane s skorjami lehnjaka. Marsikje so vidni prehodi iz lehnjaka v hitrorastoči koreninski in zeleni površinski del vodnega mahu. Voda iz izvira se v vršaju razliva v več različno hitrih tokov, ki dodatno pogojujejo hitrost in tip nastalega lehnjaka. Čeprav se v hitreje tekoči in turbulentni vodi karbonat načeloma izloča hitreje, pa je njena erozijska moč prevelika, da bi se odložil. Nastajanje lehnjaka je v tem primeru hitrejše iz počasneje tekoče vode in pa tam, kjer se izločeni karbonat v mirnejšem okolju ujame – sedimentira na mahu in drugem rastlinju.

Plošče iz jezerskega lehnjaka uporabljajo za oblaganje fasad, primeren pa je tudi za razne okrasne detajle zgradb, vrtov in parkov. Zaradi luknjičavosti ga ne polirajo. Tekstura lehnjakov niha od kompaktnih in masivnih do drobljivih, poroznih ali gobastih. Gobasti lehnjaki imajo do 50 % poroznost, medtem ko imajo kompaktni tipi lehnjaka poroznost manjšo od 10 %. Zaradi redkih ekonomsko zanimivih nahajališč v svetu je lehnjak z Jezerskega zelo iskan doma in v tujini (iz lehnjaka so na primer okrasni obok na vrhu klanca v starem delu mesta in

obloge novega dela stavbe Občine v Kranju, pročelje hotela v Sant Moritzu v Švici, vodnjak v Berlinu, itd.).

Lehnjak je v Sloveniji kar pogost, Krka pa je naša edina večja lehnjakotvorna reka. Nastajanje lehnjaka na Krki pospešujejo jezovi, kjer se izloča zaradi pospešenja izhajanja CO₂ in preraslosti z mahovi. Lehnjak, ki je zrasel na jezovih, so v preteklosti vsakih nekaj let ročno izžagali in izsekali v bloke, primerne za gradnjo.

Pogosteje kot v rekah se v Sloveniji lehnjak izloča ob izvirih iz zakraselega karbonatnega zaledja. Zelo lep lehnjak nastaja na slapu Kobilji curek pri Velikih Laščah, na slapu Nežica pri Kostelu in ob številnih drugih slapovih vsepovsod po Sloveniji.

Lehnjak pogosto gradi tudi pobočne vršaje na začetku doline ali na njenem boku. Kadar se izvir večkrat prestavi, se vršaji nizajo drug ob drugem (na primer zgornji Stiški potok z vršajem v Dednem dolu ter dvema vršajema na koncu doline Kosca z dvema opuščjenima kamnolomoma lehnjaka; doline Iščice, Bače in Idrijce; manjši vršaji so tudi v Jelendolu v Karavankah). V Posavskem hribovju nastaja lehnjak v potoku v kraju Gozd ob izviri iz kraške jame Mitoščica nedaleč od trboveljske železniške postaje, le kakšnih 20 m nad strugo Save. Na Vinski gori, vzhodno od Velenja, lehnjak ne nastaja več. V steni nekdanjega kamnoloma pa so še vidni znaki dolgoletnega rezanja lehnjaka, ki so ga bili uporabili za gradnjo cerkve.

Literaturni viri:

- VESEL, J., 1975: *Poročilo o geoloških raziskavah na Jezerskem, Dolžanovi soteski in Jelovici*. Geološki zavod, Ljubljana.
- BUSER, S., 1987: *Vodnik po slovenski geološki poti*. Geološki zavod, str. 36-37, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (lehnjak, str. 187 in 194). Tehniška založba, Ljubljana.
- GALE, U., 2003: *Lehnjak na Jezerskem*. 3. seminarska naloga, 10 str., mentor dr. M. Brenčič. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.
- GAMS, I., 2003: *Kras v Sloveniji v prostoru in času*. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana.



Inkrustiran list leske z Jezerskega; izrez 35 x 20 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Ciril Mlinar.

POVRŠINSKE NAJDBE

Površinske najdbe

Splošno mnenje je, da so nahajališča kristaliziranih mineralov predvsem v rudnikih in kamnolomih, še posebej zaradi velikih količin kamnin in zemljin, ki jih je pri rudarjenju ali pridobivanju mineralnih surovin potrebno odkopati, odstraniti ali kako drugače obdelati. Obsežna dela nedvomno povečajo možnost najdb mineralov in primerkov, ki so zanimivi tako za institucionalne kakor tudi za individualne zbirke. Zato se zdi, da bi se bilo treba na drugih krajih potruditi bistveno bolj, če bi hoteli najti vsaj približno tako številne in lepe primerke.

K sreči ni čisto tako, saj lahko minerale v lepo oblikovanih kristalih najdemo še kje drugje in tudi kako drugače. Osnovni pogoj za to je poznavanje geoloških in mineraloških zakonitosti, ki nas vodijo k odkritju novih nahajališč. Potrebno je imeti tudi pretanjen občutek, kako vzeti kristal ali kristalni skupek iz naravnega okolja, da ostane čimbolj nepoškodovan in da tako ohranimo čimveč informacij. Poudariti tudi moramo, da imata naključje in sreča pri tem dostikrat bistveno vlogo. Nobena stroka ne more ustrezno nadomestiti poznavanja in volje posameznikov, ki jih zanima njihova bližnja in daljnja okolica, kar se je pokazalo v številnih primerih.

Po osamosvojitvi Slovenije so se razmere za odkrivanje mineralnih najdišč bistveno spremenile, k sreči na boljše. Vendar pa se je spoznavanje, odkrivanje in opisovanje novih nahajališč mineralov in njihovih posebnosti intenzivno odvijalo že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Pomembno vlogo pri tem je imela tržiška razstava mineralov in fosilov, ki je bila in je še vedno neutrudni spodbujevalec strokovnega in poljudnega zanimanja za minerale in fosile v vsej Sloveniji.

V tem času je odrasla generacija, ki je zajemala iz spoznanj in izkušenj predhodnikov ter v osnovi spremenila pridobivanje znanja o mineralih na slovenskih tleh. Tudi njej moramo pripisati zasluge, da je zanimanje za minerale prestopilo vrata izobraževalnih in znanstvenih institucij ter se razširilo med ljubiteljske zbiralce mineralov in fosilov. To je zavestno pišoča generacija, kar ji je omogočil tudi prodor računalniških in informacijskih tehnologij. Ugoden splet teh dejavnikov je v naslednjem desetletju in novem tisočletju povzročil pravo eksplozijo novoodkritih površinskih nahajališč ter člankov v poljudnoznanstvenih in znanstvenih revijah, knjigah in razstavah doma in na tujem. Zaenkrat še prav nič ne kaže, da bi se ta razveseljivi razvoj še vsaj nekaj časa ne nadaljeval.

V poglavju o površinskih najdbah je 68 člankov. Med površinska nahajališča prištevamo opuščene rudnike in kamnolome, predvsem pa najdišča, razkrita zaradi naravne erozije in gradbenih posegov.

Približno štirideset odstotkov opisanih nahajališč je razkrila erozija, štirideset gradbena dela, preostalih dvajset pa je v opuščeni rudnikih, kamnolomih in kopih. Le dobra petina opisanih nahajališč je bila znana pred letom 1991.

V tem poglavju je opisanih več kot 80 mineralov. Pohorje je področje, kjer lahko na enem samem nahajališču najdemo tudi do dvajset različnih makroskopsko kristaliziranih mineralov, kar je odraz tamkajšnjih geoloških razmer. Na večini nahajališč pa je le nekaj mineralov. Zaradi geološke zgradbe slovenskega ozemlja so nekateri minerali zelo pogosti: kremen je tako razširjen

mineral v površinskih nahajališčih, da je opisan v vsakem drugem, kalцит v vsakem tretjem in pirit v vsakem četrtem članku. Med pogostejšimi minerali so še markazit, granatova skupina, zeoliti, epidot in barit.

Ne glede na to, kaj najdemo, je vsako nahajališče pomembno. Tudi znana nahajališča lahko postrežejo s čim novim, čeprav so že bila preiskana in so zdaj že skoraj pozabljena. Z večanjem znanja se spreminjajo tudi načini preučevanja mineralne parageneze, zato ni mogoče za nobeno nahajališče reči, da je izčrpano in strokovno povsem obdelano.

Odkrivanje površinskih nahajališč je geografsko pogojeno in odvisno od posameznikov, ki jim je to bodisi ljubiteljsko bodisi strokovno zadovoljstvo ali pa oboje. Zato ni čudno, da so nova nahajališča neposredno povezana z njihovim raziskovanjem na posameznih področjih. Najbolj dejavni so v vzhodnem delu Slovenije, od Mozirja preko Raven do Pohorja in Kobanskega ter preko Pesnice do Goriškega, na jugu pa do Haloz – tu je trenutno največ novoodkritih površinskih nahajališč, med katerimi moramo posebej omeniti turmaline z dravitom v okolici Prevalj, vsa pohorska najdišča in Kobansko, nahajališča septarij v bližini Pesnice in veliko haloško presenečenje.

Drugo področje je med Škofjo Loko, Žirni in Polhovim Gradcem, kjer so prav krajevni ljubitelji mineralov prvič dokazali, da na našem ozemlju pomembna, dotlej še neznanahajališča, niso samo v delujočih rudnikih in kamnolomih. Nadvse pomembno je bilo odkritje fluorita na Osojniku in kremenah na Hrastniku, čemur so sledile še mnoge druge najdbe. Med svetovno znanimi nahajališči je Dolžanova soteska, ki zaradi tradicije in povezanosti s tržiško razstavo mineralov in fosilov uvaja to poglavje, vendar ne s fosili, temveč z manj znanim piritom. Zgodovinsko zanimiv je Črni vrh pri Polhovem Gradcu z raznobarnimi fantomskimi kremenami.

Tudi v osrednji Sloveniji med Ljubljano, Kamniško Bistrico in Trojanami ter Rašico na Dolenjskem so odkrili ali na novo odkrili številna nahajališča. Posebno pomembne so najdbe s trase avtoceste med Ljubljano in Trojanami ter odkritja kremenovih kristalov v okolici Krašnje in Turjaka.

V severozahodnem delu Slovenije, ki je predvsem alpskega značaja in se razteza med Tolminom, Bovcem in Radovljico, so odkrili prave mineraloške posebnosti, kamor moramo prišteti pirit z Matajurja ter markazit izpod Prisojnika in Debelega vrha.

Obalno in kraško področje nista bogata s površinskimi najdbami, zato pa sta zanimiva zaradi solin in obalnih flišev ter v okolici Cerknice enega izmed naših najstarejših znanih površinskih nahajališč kristalov kremenah, ki so zanimali že barona Zoisa.

Kako pomembno je delo posameznikov, ki se zanimajo za minerale, najbolj nazorno vidimo iz geografske porazdelitve doslej znanih površinskih nahajališč. Če potegnemo na zemljevidu Slovenije črto od Sečovelj preko Pivke, Velikih Lašč, Trebnjega, Sevnice, Podčetrтка in Rogatca do Ormoža, vidimo, da so vsa nahajališča, opisana v tem poglavju, severno od nje. To prav gotovo ne pomeni, da na ozemlju južno ob te črte, ki obsega dobro tretjino Slovenije, ni nahajališč. Za kaj takega ni z geološkega vidika nobenega razloga, le zanimanja na tem območju ni veliko ali pa mu nismo posvetili dovolj pozornosti. Vsekakor pa je za to še dovolj časa in prihodnost oziroma iskanci mineraloških zanimivosti bodo slej ko prej razkrili, kaj vse se še tamkaj skriva.

dr. Mirjan Žorž

Pirit v Dolžanovi soteski

Renato Vidrih, Vasja Mikuž



Vznožje pobočja, kjer izdajajo glinavci s piriti. Foto: Renato Vidrih

V Sloveniji je več nahajališč pirita, le ponekod pa je tudi v zelo lepih kristalih. Fran Erjavec navaja, da so ga našli na več krajih po Kranjskem, Koroškem in Štajerskem, še posebno lepi kristali pa da so pri Sv. Lovrencu in pri Sv. Mariji v Puščavi. Wilhelm Voss omenja pirit iz Savskih jam, Poljan pri Škofji Loki, Črnuč pri Ljubljani, Golovca, Osredka pri Dolskem, Spodnjih Gorij, Litije, iz Selške doline, s Kope v dolini Kamniške Bistrice, iz Idrije ter iz premogovnikov Zagorje in Trbovlje. Vidrih in Mikuž omenjata pirite iz Janezovega grabna nad Zgornjo Polskavo, Dolžanove soteske, Blagovice, Cezlaka na Pohorju, Velike Pirešice, Čeplja pri Vranskem, Štrihovca pri Šentilju, Lemberga pri Šmarju, Raven na Koroškem, Drenovega griča, Šentilja, Pece, med Vrhniko in Logatcem, Stranic pri Slovenskih Konjicah, Kamne Gorice, danes pa se odkrivajo nova nahajališča, predvsem na gradbiščih avtocest ipd. Sklenemo lahko, da je pirit takorekoč vsepovsod.

Pred približno dvema desetletjema smo kristale **pirita** našli v že omenjeni Dolžanovi soteski. Največji kristali pirita merijo celo do 4 cm. Pirita po vsej verjetnosti ne bi našel nihče, če ne bi bil ob nahajališču fosilov, ki so ime Dolžanove soteske ponesli v svetovno literaturo in privlačijo pozornost raziskovalcev. V neposredni bližini nahajališča pirita je bil v preteklosti kamnolom, kjer so pridobivali apnenec. Po gori Trogkofel v



Kristali pirita v glinavcu iz Dolžanove soteske; 13 x 10 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar



Kristal pirita z razvitimi ploskvami kocke in pentagonskega dodekaedra iz Dolžanove soteske; kristal 4 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Marijan Grm

Karnijskih Alpah so ga včasih imenovali trogkofelski apnenec, ker pa se le precej razlikuje od tamkajšnjega, sta ga Buser in Forke poimenovala »apnenec Dolžanove soteske«. Apnenec je rožnat, rdeč ali svetlosiv s številnimi ostanki najrazličnejših organizmov. Najpogostejši fosili so fuzulinide, krinoidi, brahiopodi, školjke, polži in glavonožci, vmes so celo trilobiti. V neposredni bližini lahko opazujemo sklade permskega črnega apnenca, ki se v nižjem delu menjavajo s plastmi skrilavega glinavca. V glinavcu, ki je tektonsko zelo zdrobljen in zgneten, je veliko zdrobljenih, v črni premog pooglenelih rastlinskih ostankov, kar mu daje videz mastnosti. V teh apnencih je bila odkrita fuzulinida *Sphaeroschwagerina carniolica*, ki je bila tu prvič najdena in je dobila ime po naših krajih. Kasneje je bila najdena tudi drugod po Sloveniji.

Za lažjo orientacijo in iskanje kristalov pirita nam je v veliko pomoč Vodnik po Slovenski geološki poti avtorja Stanka Buserja. Če bomo sledili vodniku, ki nam poleg drugih geoloških zanimivosti odkriva tudi vsa geološka čudesa Dolžanove soteske, bomo piritove kristale našli v neposredni bližini geološke točke 13.

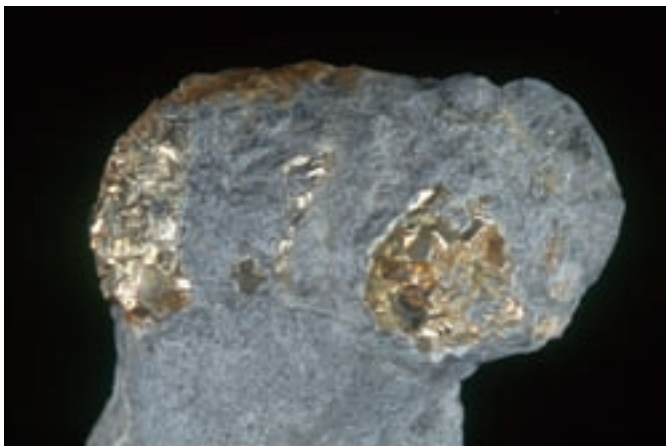
Pirit v Dolžanovi soteski smo najprej našli v skupkih, ki so nastajali v še nelitificiranem glinavcu (v prvotnem mulju oziroma mokri glini). V končni fazi rasti je manjše skupke (nukleacijska jedra), velike do nekaj milimetrov, prerasel eden ali več kristalov pirita, večje skupke pa najdemo v obliki zlatih kroglic, poraščenih z drobnimi kristali pirita. Kroglice so velike do 4 cm. V končni fazi rasti se je izkristalila tudi tanka difuzijska plast, prek katere so skupki nemoteno rasli v mehkem sedimentu, in oblekla piritove kristale in skupke v tanke kremenove srajčke, ki jih opazimo na stiku piritov s prikamnino. Podobno je na Matajurju, kjer skupki v glini rastejo takorekoč še danes.



Kristali pirita v glinavcu iz Dolžanove soteske; 30 x 27 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar



Kockast kristal pirita meri 6 mm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm



Delno limonitizirani skupki piritov v glinavcu; izrez 40 x 30 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar

Drugo nahajališče je v podaljšku istih plasti na desnem bregu Bistrice, kamor pridemo čez most v bližini geološkega stebra. Tam naletimo na kremenove konglomerate s številnimi prodniki kremenovega peščenjaka in skrilavega glinavca. Konglomerat prehaja navzgor v kremenov peščenjak z redkimi plastmi skrilavega glinavca. Prelomu sledi temnosiv apnenec, ki prehaja v svetlejšega z mnogimi žilami kalcita. V tem apnencu lahko najdemo številne kristale pirita, ki so lahko v obliki kock, pa tudi pentagonskega dodekaedra. Večinoma so manjši kristali, veliki do 1 mm, pa tudi večji in lepo oblikovani.

Največje kristale pirita smo našli v plasti skrilavega glinavca na levi strani potoka. Nekateri so merili v premeru do 4 cm. Večinoma so tektonsko razpokani ali deformirani. Kristali so kombinacija ploskev kocke in pentagonskega dodekaedra. Zaradi menjave zaporednih kombinacij obeh ploskev so površine močno narebrenе.

Literaturni viri:

- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- BUSER, S., 1987: *Vodnik po Slovenski geološki poti* (Karavanke, str. 57-61). Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.
- BUSER, S., H. G. FORKE, 1994/95: *Lower Permian conodonts from the Karavanke Mts. (Slovenia)*. Geologija, knjiga 37/38, str.153-171, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (pirit, str. 102-104). Tehniška založba, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1997: *Pirit v Sloveniji* (pirit, str. 22-29). Razstava mineralov, poldragih in dragih kamnov, zvezek 5. Galerija Avsenik, Begunje.

Minerali ravenskih pegmatitov

Uroš Herlec, Petra Souvent, Miha Jeršek

V Sloveniji nimamo veliko priložnosti, da bi zlahka našli razmeroma velike kristale že kar na nedeljskem sprehodu. V cestnih usekih in manjših priložnostnih kamnolomih na Strojni, severno od Raven na Koroškem, pa je to mogoče. Toda za res lepe razstavne primerke je še vedno potrebno precej dela.

Strojna je hribovito območje med reko Mežo in Dravo, ki ga gradijo regionalno metamorfne kamnine in je sestavni del metamornega kompleksa Vzhodnih Alp oziroma Austroalpidov, ki se proti severu v Avstriji nadaljuje na Svinji/Saualpe in na obmejni Golici.

Najstarejši so biotitni in biotitno-muskovitni gnajsi, ki se bočno in v stolpcu menjavajo z blestniki ter s sljudnimi skrilavci z redkimi, nekaj metrov debelimi lečami marmorjev in amfibolitov, in s pegmatitnimi žilami, ki so bile vtisnjene v metamorfne kamnine vzporedno s foliacijo in vzdolž razpok prečno na foliacijo. Redki stiki med obema sistemoma žil kažejo, da so starejše tiste pegmatitne žile, ki ležijo vzporedno s foliacijo metamornih kamnin in tako številčno kot prostorninsko prevladujejo. Pegmatiti starejše generacije so močno razpokani in ob prelomih pogosto zamaknjeni. Pripadajo najvišjemu delu pohorske serije in so



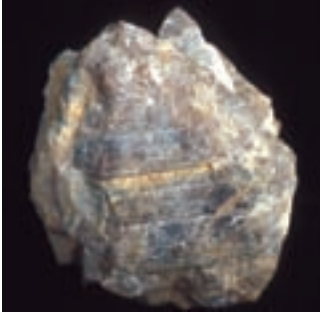
Granat z Raven na Koroškem; premer 28 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



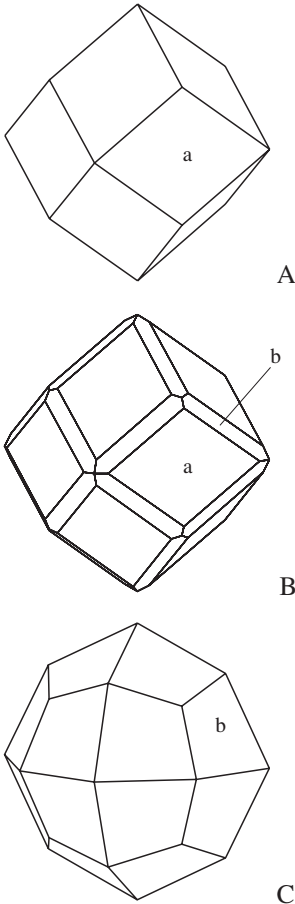
Muskovit s šorlitom iz ravenskih pegmatitov; 45 x 25 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Kristal almandina na kremenu z Raven na Koroškem; 15 mm. Najdba Franca Krivograda, zbirka Marjetke Kardelej. Foto: Miha Jeršek



Kremen s Strojne ima v podlagi ortoklaz in beril; 60 x 56 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

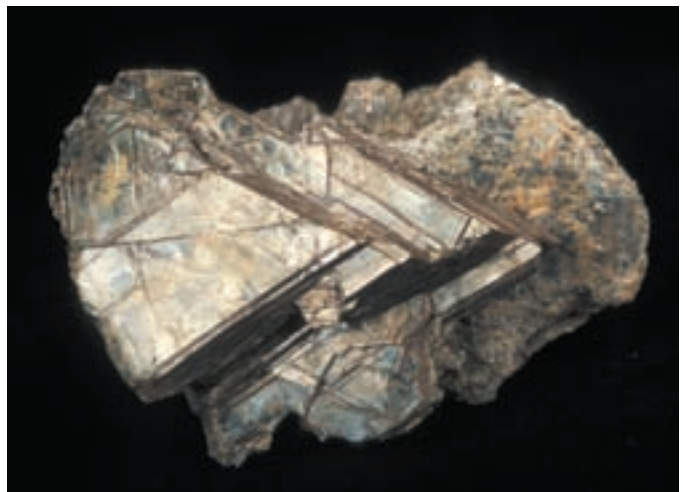


Granati iz ravenških pegmatitov imajo razvite kristalne ploskve tetragon-trioktaedra $b\{211\}$ (C), rombskega dodekaedra $a\{110\}$ (A) ali njuni kombinaciji (B). Risbe: Miha Jeršek

najzahodnejši podaljšek pohorskega horstantiklinorija. Na njih je nad narivnico, ki je filonitizirana in diaforizirana, Strojniški pokrov iz kloritno-sericitnih filitov, amfibolitov in amfibolitnih skrilavcev kobanske serije. Nad njimi je Dravograjski pokrov, ki ga gradijo sericitni filiti, kremenovo sericitni filiti in kvarciti z vložki kremenovega metaporfirja kobanske serije. Zeleni kloritni skrilavci, tufiti in peščenjaki štalenskogorske serije pripadajo Remšniškemu pokrovu. Nad njim pa je prav pri Ravnah narinjen še triasni dolomit, ki pripada že narivu Severnih Karavank.

Pegmatitne žile so v smeri sever-jug do severovzhod-jugo-zahod le v najstarejših kamninah zgornjega dela pohorske serije, v menjajočem se muskovitno-biotitnem gnajsu in blestniku z redkimi lečami marmorjev in amfibolitov. Žile izdanjajo na manjših območjih vzhodno in zahodno od Raven na Koroškem, predvsem pa severno od njih na Zelen bregu, Tolstem vrhu in Brdinju. Največ jih je v pasu od vzhodnega dela Raven proti severu. Južno od Meže so v Barbarskem grabnu in ob potoku Suha pod Navrškimi vrhom. Skupna površina ozemlja s pegmatitnimi žilami je skoraj 40 km². Najlepše primerke mineralov pegmatitnih žil najdemo na izdankih ob gozdni cesti, ki se vije od Raven proti severu po zahodnem pobočju Tolstega vrha. Ob cesti je tudi nekaj manjših odkopov v tektonsko zdrobljenih pegmatitih, v katerih domačini pridobivajo material za posipavanje lokalnih cest.

Mineralna in s tem tudi kemična sestava pegmatitnih žil, ki so bile vtisnjene vzporedno s foliacijo, se značilno razlikujeta od tistih, ki so bile vtisnjene prečno nanjo, kar pomeni, da sta bila različna tako izvor magmatskih talin, iz katerih so nastale, kot tudi čas njihovega nastanka.



Kristal flogopita s Strojne; 90 x 60 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

Starejše žile so iz kisle peraluminijske taline, nastale z delnim taljenjem sedimentnih kamnin. Ker pa v sieno- in monzogranitu najdemo tudi redke zemlje, je mogoče, da so pegmatitne žile nastale z dodatnim dotokom taline magmatskega izvora. Njihova starost je bila določena na osnovi razmerja med Sm/Nd v granatih na avstrijski strani na Svinji/Saualpe: od 269 ± 3 do 249 ± 3 milijona let, vendar drugi podatki kažejo, da so se žile vtiskale še nadaljnjih 30 do 40 milijonov let in so torej permske in triasne starosti. To pomeni, da so časovno in genetsko povezane z nastankom intruzivnih breč v coni Periadriatskega šiva. Mlajše diskordantne pegmatitne žile so nastale iz magmatske taline granitne sestave v času po koliziji Afriške in Evroazijske plošče pred 90 do 80 milijoni let, ko so bile kamnine na globinah okrog 60 do 70 km izpostavljene izredno visokim tlakom okrog 2 GPa in temperaturam okrog 650°C . Starejše pegmatitne žile so bile pri kasnejših tektonskih in metamorfnih procesih bolj ali manj zdrobljene in rekristalizirane in zato ponekod kažejo strukturo pegmatitnega ali aplitnega gnajsa. V prvi fazi deformacij sta v tankih razpokah v zrnih in med zrni mineralov nastajala albit in mikroklin, v drugi fazi deformacij pa kremen. Mlajše žile so povsem neprizadete.

Debelina pegmatitnih žil je od nekaj centimetrov do okrog 25 m, dolge pa so do 800 m. Večinoma imajo jasen oster stik s prikamnino. V pegmatitu odlomkov prikamnine nismo našli.

V starejših pegmatitnih žilah so kamninotvorni minerali albit, mikroklin in ortoklaz, kremen, muskovit in šorlit. Makroskopsko prepoznavna akcesorna minerala sta granat – **almandin** in **beril**. Drugi minerali, ki dopolnjujejo mineralno paragenezo, pa so še apatit, cirkon, epidot, titanit, rutil, sillimanit, uraninit, topaz, pirit in hematit, od sekundarnih pa kaolinit, kalcit, klorit in limonit.



Prizmatški kristal berila s Strojne; 88 x 24 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

Mlajše pegmatitne žile sestavljajo albit, kremen in muskovit. V teh sta makroskopsko prepoznavna akcesorna minerala granat **spessartin** in beril. Mikroskopska sta primarni apatit in cirkon ter sekundarni kaolinit in klorit. Turmalina v teh žilah torej ni.

Med prvimi je v starejših pegmatitih kristaliziral črni turmalin – **šorlit**. Na terenu ga hitro najdemo, saj je v izrazitem barvnem kontrastu z belim kremenom in glinenci. Le redko najdemo popolno oblikovane kristale. Običajno ima razvite gladke ploskve trigonalnih prizem, ki se jim po robovih pridružujejo ozke progaste ploskve heksagonalne prizme. Vrhovi oziroma trigonalno-pedionske terminacije so zelo redko razvite. Največji najdeni primerki so dolgi do 30 cm, preseki pravokotno na kristalografsko os c pa merijo do 8 cm. Doslej največji kristal šorlita z vsemi ploskvami je dolg 5 cm; najlepše so ohranjeni tisti, ki jih v celoti ali večinoma obrašča masiven sivkast kremen, ki je tektonsko manj prizadet.

Šorlit je cenjen kot okrasni kamen, zato smo tudi iz ravskega zbrusili nekaj kabošonov in s tem preverili njegovo draguljarsko kakovost. V večini primerov smo imeli pri brušenju in poliranju precej težav zaradi že omenjenih mikroskopskih razpok, ki so zapolnjene z drobnimi žilicami albita, mikroklina ali belega kremenca.

Črni turmalini so conarni in pripadajo trdni raztopini med šorlitom in dravitom v različnih razmerjih. V vseh vzorcih je še 2 do 30 % elbaitne komponente. Turmalini iz žil imajo več šorlitne komponente, tisti, ki so rasli pod vplivom magmatske taline v metamorfni prikamnini, pa več dravitne in so občutno manjši, največ 5 mm. Na videz so črni, a če jih presvetlimo z močno svetlobo, so rjavi. Ti turmalini tudi nimajo progastih



Rjavkasti in črni turmalini, ki jih najdemo ob stiku pegmatitov s prikamnino. Posamezni kristali turmalinov so veliki do 10 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

ploskev heksagonalnih prizem, kakor je to sicer značilno za večje šorlite v žilah. Turmalin je kristalil iz pegmatitne taline vzdolž razpok, še preden se je talina strdila v današnjih žilah. Zato je talina reagirala s prikamnino, kar se kaže v izraziti mikroskopski conarnosti kristalov. V pegmatit so prihajale raztopine, bogate z magnezijem in železom, iz taline v prikamnino pa bor, kar je povzročilo sočasen nastanek robov na že nastalih kristalih in rast novih zrn turmalinov.

Poleg turmalinov so v starejšem pegmatitu lahko kristali granata almandina. Ti so na videz neprozorni in zaradi preperevanja pogosto rjavkasti. Redko najdemo rdečkaste in prosojne kristale. Majhnih kristalov je zelo veliko, medtem ko takšne, ki jih vidimo s prostim očesom, ne najdemo pogosto. Do sedaj največji primerki imajo premer 28 mm. Redko imajo popolno kristalno obliko, ki jo določajo kristalne ploskve tetragontrioktaedra ali pa kombinacija rombskega dodekaedra s tetragontrioktaedrom. Najlepši kristali so v masivnem kremenu.

Sledila je kristalizacija sljud, med katerimi prevladuje **muskovit**. Njegovi kristali merijo tudi do 25 cm, a večina jih je manjših. Redkejši je **biotit**. Kasneje je prostor med njimi zapolnil najmlajši kremen.

Tako v starejših kot mlajših pegmatitnih žilah so redki kristali belega berila, dolgi do 10 cm. Kadar ne opazimo berilovih ploskev šesterostrane prizme, ga lahko zamenjamo z mikroklinom.

Glinence ravninskih pegmatitov sestavljajo še beli kristali **mikroklina**, včasih veliki več kot 15 cm.

Med zadnjimi je kristalil **kremen**, ki je največkrat mlečno bel. Redki kristali so sivkasto obarvani in slabo prosojni. Merijo do 10 cm v višino, kosi masivnega kremena pa so veliki tudi nekaj decimetrov.

Za iskanje prvih mineralov v domači zbirki so ravninski pegmatiti kot nalašč. Prav vsak bo lahko našel sljudo in črne šorlite, morda pa se komu nasmehne tudi sreča in najde granate ali še kaj drugega.

Literaturni viri:

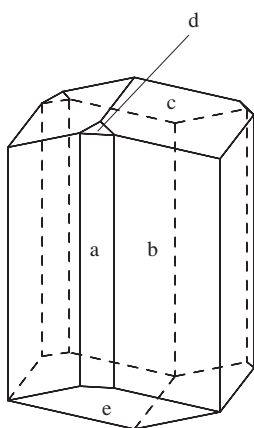
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1988: *Turmalini na Pohorju*. Proteus, let. 50, str. 211-214, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (almandin, str. 256; beril, str. 273; šorlit, str. 279; dravit, str. 282). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- JERŠEK, M., P. KUMP, B. ČINČ JUHANT, 2002: *Nekatere morfološke in geokemične značilnosti granatov iz pegmatitov v okolici Raven na Koroškem (Slovenija)* (morfološke značilnosti granatov, str. 33-34). V: Knjiga povzetkov, 1. slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem, 9.-11. oktober 2002. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- SOUVENT, P., 2004: *Petrografske, mineraloške in geokemične značilnosti turmalinovega pegmatita iz okolice Raven* (generacije, starost žil, nastanek, mineralna parageneza, geokemične lastnosti). Doktorska disertacija, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana.

Dobrova pri Dravogradu - izvorno nahajališče dravita

Mirjan Žorž, Uroš Herlec, Gregor Kobler



Pošta Slovenije, 2000: poštna znamka z motivom dravita iz Dobrove pri Dravogradu iz mineraloške zbirke Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Fotografija Miran Udovč, oblikovanje s sodelovanjem Uroša Herleca in Mirjana Žorža Matjaž Učakar.



Oblika dravitovega kristala iz Dobrove; $a\{100\}$, $b\{110\}$, $d\{201\}$, $c\{011\}$ in $e\{101\}$. Risba: Mirjan Žorž

V času avstroogrške monarhije je bilo področje današnje Slovenije glede mineralnih surovin kar dobro preiskano. Zahvaljujoč pismenosti avstroogrskih učenjakov so bila ta odkritja tudi dobro dokumentirana. Kristale turmalina s tega področja so tako našli in opisali že v tridesetih letih devetnajstega stoletja. Leta 1873 je Viktor Leopold von Zepharovich opisal obliko in paragenezo kristalov iz nahajališča turmalinov nenavadne rjave barve. Deset let kasneje pa je Gustav Tschermak znanstveno opredelil rjavi različek turmalina iz okolice Dobrove in ga poimenoval dravit po bližnji reki Dravi. Leta 1929 je W. Kunitz mineral tudi kemijsko definiral kot Na-Mg-turmalin. Dobrova tako velja za prvo mesto na svetu (*locus typicus*), kjer je bil **dravit** odkrit.



Čokat kristal dravita ima gladke ploskve prizme in lepo razvite ploskve obeh terminacij; 22 x 17 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Miha Jeršek

Nahajališče ima zanimivo zgodovino. V času odkritja je moralo biti tam precej živahno, o čemer so pričali sledovi odkopavanj in vrtanj, ki so jih našli Čevnikovi, ko so v začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja na lokaciji želeli postaviti svojo hišo. Takrat je bila navada, da so večino zemeljskih del ob pomoči sosedov in znancev postorili kar lastniki sami. Ko sta Čevnikova na roko kopala temelje hiše, je gospa v bleščeči sljudnati kamnini naletela na del, v katerem so bili številni rjavi kristali. Ker se jima je precej mudilo, jo je mož priganjal, naj se za to ne meni, zato je kopala dalje. Potem pa je moral oditi po opravkih v dolino, njej pa se je kristalov zdelo škoda, zato si je vzela čas, kristale previdno odkopala in jih spravila. Izkopani material so odvalili v grapo pod hišo. Nekaj kosov kamnine s kristali dravita pa je voda odnesla do samega izteka grape.

Novica o ponovni najdbi dravitov je kmalu zaokrožila in ni minilo dosti časa, ko so se pri Čevnikovih začeli oglašati zbiralci od blizu in daleč v upanju, da si bodo izprosili ali morda celo sami našli kakšen pozabljen kristal.

V začetku osemdesetih let smo misleč, da je pravo nahajališče v grapi pod hišo, v bujnem zelenju potoka iskali dravite in jih nekaj tudi našli v večjih kosih margaroditnega blestnika z bisernim sijajem, ki ga je bilo težko spregledati. Iskanje smo kronali z obiskom Čevnikove gospe, ki je iz hiše prinesla star pisker, v katerem je bilo še precej poškodovanih kristalov, od katerih smo si jih lahko nekaj z zadovoljstvom izbrali.



Večje kristale dravita je težko v celoti in nepoškodovane izluščiti iz kamnine. Razlog je v tektonski napokanosti. Kristal na fotografiji, ki meri 30 x 14 mm, je glede tega precejšnja izjema. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Miha Jeršek



Kristal dravita v margaroditnem blestniku; 13 x 6 mm. Dobro vidna je narebrenost na ploskvah prizme in napokanost zaradi tektonskih procesov. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Po skoraj četrto stoletje smo leta 2005 zopet obiskali Čevnikove in gospa se je še vedno spominjala našega prvega obiska. Skupaj z njenim možem smo osvežili dogodke iz preteklosti. Povedala sta, da so leta 2003 ob polaganju tlakovcev na dvorišču spet našli kristale, ki pa niso bili tako lepi in veliki. Ponovno smo si ogledali tudi primerke dravita, ki jih gospa še vedno skrbno hrani.

Dravit je nastal z lokalnim metasomatskim nadomeščanjem marmorjev pohorske metamorfne serije, na kar so vplivali triasni pegmatitni dajki in deformacije zaradi alpske regionalne metamorfoze. Med metasomatozo je iz pegmatitne taline pri visoki temperaturi in tlaku v prevladujočem muskovitno-margaroditnem pegmatoidu izkristaliziral dravit, v manjši meri pa še rutil. Margaroditno-muskovitni pegmatoidni blestnik ali blestnikasti pegmatit sestavljajo makroskopski lističasti kristali muskovita bisernatega sijaja, velikih od nekaj desetink milimetra do enega centimetra. Največji in najlepše oblikovani kristali dravita so prav tam, kjer je margarodit iz največjih kristalov muskovita.

Kristali dravita iz Dobrove so enostavne prizmatske oblike. Večina kristalov meri do 10 mm, največji pa so dolgi do 10 cm. Najlepše razviti kristali merijo od 3 do 5 cm v dolžino. Manjši kristali so brez razpok in prozorni, večji kristali pa so prosojni in napokani bolj ali manj vzporedno z ravnino (001). Ker je nahajališče ozko omejeno, imajo vsi kristali enako nošo, to je kombinacijo kristalografskih form. Osnovni habitus kristalov definirajo ploskve ditrigonalne prizme $\mathbf{b}\{110\}$, ki so zaključene z zgornjo $\mathbf{c}\{011\}$ in spodnjo $\mathbf{e}\{10\bar{1}\}$ trigonalno piramido. V prizemskem pasu so še ploskve trigonalne prizme $\mathbf{a}\{100\}$. Alternacija ploskev obeh prizem je razlog za značilno narebrenost, ki je vzporedna s prizemskimi robovi. Hemimorfizem dravita v tem nahajališču poudarjajo neizrazite ploskve zgornje trigonalne piramide $\mathbf{d}\{201\}$. Ploskve dravita imajo odtise kristalov muskovita, kar kaže na to, da je ta kristalil šele ob koncu rasti dravitovih kristalov.

V kristalih dravita so vedno vraščeni do 2 mm veliki črni kristali rutila nepravilnih oblik. Manjši rutilovi vključki so lahko rdeče presevni. Do 1 cm dolge kristale **rutila** najdemo izjemoma tudi v margaroditnem blestniku.

Literaturni viri:

- ZEPHAROVICH, V. VON, 1873: *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich*, Band II. Wilhelm Braumüller, Wien.
- TSCHERMAK, G., 1884: *Lehrbuch der Mineralogie* (dravit, str. 472). Auflage I. Wien.
- KUNITZ, W., 1929: *Die Mischungsreihen in der TurmalinGruppe und die genetischen Beziehungen zwischen Turmalinen und Glimmern*. Chemie der Erde, 4, str. 208-251, Jena, Švica.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem*. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

Minerali pohorskih eklogitov

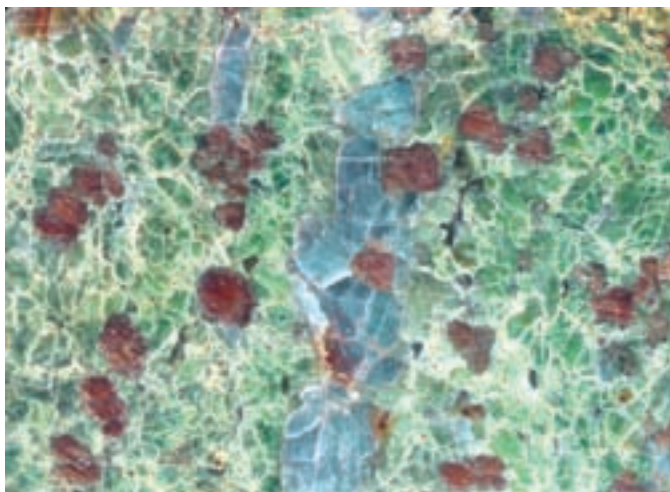
Mirijam Vrabc, Vili Podgoršek, Zmago Žorž



Eklogit je uporabna kamnina za okras; 28 x 16 mm. Zbirka Gašperja Jerška, kabošon brus Miha Jeršek. Foto: Ciril Mlinar

Pohorje leži v severovzhodnem delu Slovenije in je najbolj jugovzhodni podaljšek Vzhodnih Alp. Na severu ga srednjemiocenski Ribniški graben (tektonski jarek) ločuje od Kozjaka in Kobanskega, ki imata podobno zgradbo in kamninsko sestavo. Proti zahodu in jugozahodu je Pohorje ostro omejeno z Labotskim prelomom, proti vzhodu in jugovzhodu pa postopno potone pod mlade sedimente Panonske nižine. Od Dinaridov, ki jim pripadajo tudi Južne Alpe, je Pohorje ločeno s periadriatskim prelomnim sistemom, ki v Sloveniji poteka od zahoda proti vzhodu, od Železne Kaple čez Karavanke do Vitanja, kjer ga preseka podaljšek Labotskega preloma. Po vsej verjetnosti se v globini nadaljuje ob južnem pobočju Pohorja in dalje v Panonsko nižino.

Pohorsko hribovje gradijo trije kamninski pokrovi, nastali v obdobju krede, in pripadajo metamorfnemu zaporedju Vzhodnih Alp. Najnižje ležeči pokrov je iz srednje do visokometamorfne kamnin, zlasti blestnikov, gnajsev in amfibolitov, s številnimi lečami marmorja in kvarcita. K tej enoti sodijo tudi eklogitne leče in obsežno telo metaultrabazičnih kamnin, ki izdanja na območju Slovenske Bistrice. Naslednji, višje ležeči pokrov, je iz šibkometamorfoziranih paleozojskih kamnin, kakršne so

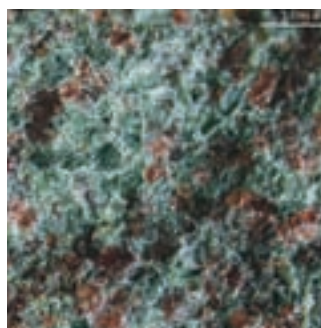


Svež eklogit iz Radkovca je sestavljen iz svetlo zelenih omfacitov, rdečih granatov in podolgovatih zrn modrega kianita; izrez 16 x 7 cm. Zbirka Mirijam Vrabc. Foto: Mirijam Vrabc

nizkometamorfni skrilavci in filiti. Zadnji, najvišji pokrov je zgrajen iz permsko-triasnih klastičnih sedimentnih kamnin: peščenjakov in konglomeratov. Celotno zaporedje pokrovov prekrivajo miocenski sedimenti, ki zapolnjujejo Panonski bazen. V osrednji del pohorskega masiva je bilo v oligocenu intrudirano obsežno magmatsko telo granodioritne sestave. Najstarejše metamorfne kamnine dosegajo starost 400 milijonov let, kljub temu pa se je današnje Pohorje pretežno izoblikovalo v zadnjih 20 milijonih let.

Eklogiti so očem zelo privlačne metamorfne kamnine, sestavljene predvsem iz dveh mineralov: zeleno obarvanega omfacita in rdečega granata. V omembe vrednih količinah so v eklogitih še minerali kianit, zoisit in korund.

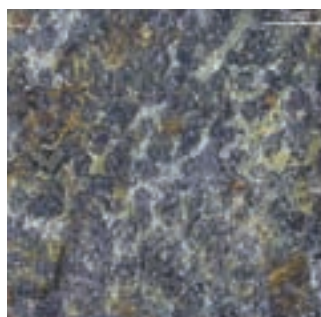
Že znameniti finski geolog Pentti Eelis Eskola (1883 – 1964) je v začetku 20. stoletja eklogite uvrstil v poseben – eklogitni facies, katerega glavna značilnost so visokotlačni pogoji na-



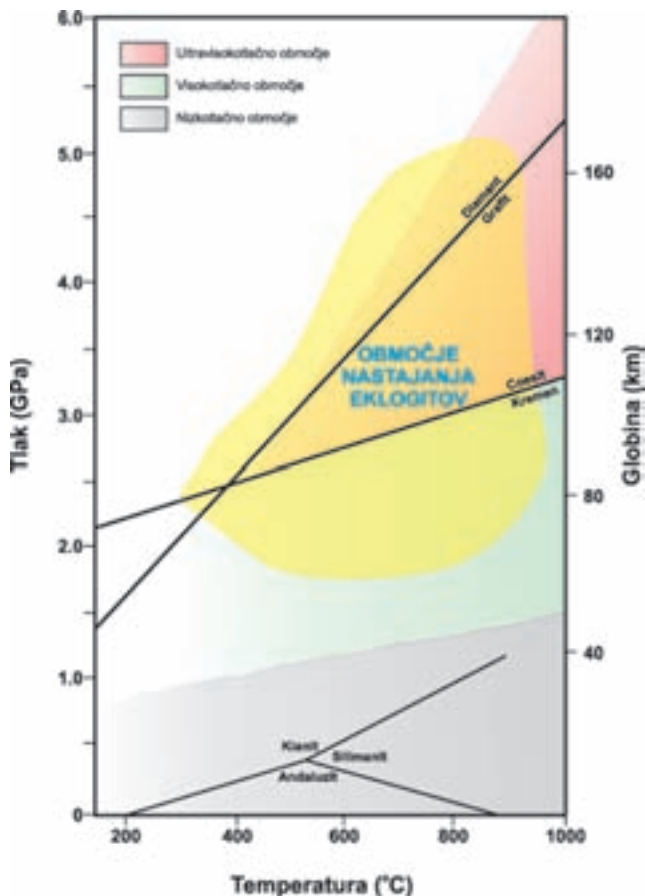
Eklogit z enakomerno zrnato zgradbo iz zelenih omfacitov in rdečih granatov. Zbirka Mirijam Vrabec. Foto: Mirijam Vrabec



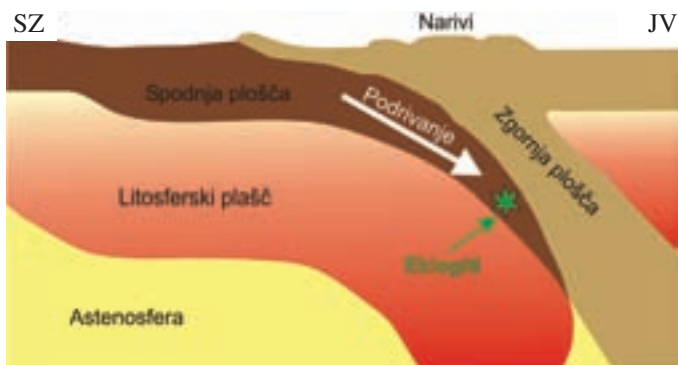
Porfiroblastični eklogit je sestavljen iz večjih zrn rdečih granatov, ki so vključena v drobnozrnato omfacitno osnovo. Granati imajo črno obrobo iz amfibolov. Zbirka Mirijam Vrabec. Foto: Mirijam Vrabec



Retrogradno spremenjeni eklogit. Nekdanje rdeče granate je popolnoma nadomestil črn amfibol. Takšno kamnino že lahko imenujem amfibolit. Zbirka Mirijam Vrabec. Foto: Mirijam Vrabec



Območje nastajanja eklogitov je označeno na diagramu Tlak – Temperatura – Globina, povzeto po Liou et al., 1998.



Med podrivanjem je bila spodnja litosferska plošča, nosilka eklogitov, potisnjena v zemeljski plašč. Risba: Mirijam Vrabc

stanka. K temu ga je najbrž navedel njihov nevsakdanji videz in specifični kemični značaj, saj so eklogiti bazične kamnine, popolnoma brez glinencev. Šele dosti kasneje so z odkritjem visokotlačnih mineralov (kot sta na primer coesit in diamant) v eklogitih resnično dokazali, da so to kamnine, ki so nastale pri izredno visokih tlakih in jih zato upravičeno uvrščamo v povsem ločen metamorfni facies.

Ravno odkritji coesita (visokotlačni različek kremena; SiO_2) in diamanta (visokotlačni različek ogljika; C) v eklogitnih kamninah kolizijskih orogenov na več mestih v svetu sta povzročili veliko revolucijo na področju metamorfne petrologije. Nesporno namreč dokazujeta – ne glede na pogostost, razširjenost ali velikost zrn, v kakršnih se pojavljata – da je bila kamnina med



Skupek kristalov kyanita v eklogitu iz Radkovca; 40 x 30 mm. Zbirka Mirijam Vrabc. Foto: Mirijam Vrabc



*Kristali zoisita, veliki do 26 mm, v eklogitu iz Radkovca na Pohorju. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*

nastankom izpostavljena izjemno visokim tlakom, vsaj 3 (coesit) ali 4 (diamant) GPa. Takšnim tlakom so kamnine izpostavljene le, če so med svojim nastankom potisnjene v globine vsaj 100 do 120 km pod današnje površje. Debelina kontinentalne skorje tudi pod najvišjimi svetovnimi gorstvi ne presega 70 km, zato so bili eklogiti med nastankom potopljeni že v območje zemeljskega plašča.

Na Pohorju so eklogiti v obliki manjših teles, leč ali pasov znotraj gnajsev, blestnikov in amfibolitov. Izdanke eklogitnih kamnin najdemo tako na severni kot tudi na južni strani osrednjega granodioritnega telesa. Najvišji tlačni in temperaturni pogoji, ki so jih dosegli pohorski eklogiti med svojim nastankom, znašajo od 3.0 do 3.1 GPa pri 760 do 820° C.

Na terenu lahko že dokaj hitro ocenimo, ali so v eklogitih še ohranjeni primarni minerali ali pa so bili zaradi dekompresije med dviganjem na površje in aktivnosti fluidnih faz retrogradno spremenjeni. Povsem neretrogradno spremenjeni eklogiti so zgrajeni iz svetlozelenega **omfacita** in živo rdečih **granatov**, ki se jima ponekod pridružujejo še modro obarvana zrna kianita in podolgovati kristali zoisita. Omfacit in granati so lahko v približno enako velikih zrnih ali pa gradijo porfiroblastično teksturo z nekaj milimetrom velikimi porfiroblasti granatov, ki so vključeni v omfacitno osnovo. Retrogradno spremenjeni eklogiti so temnejše zelene barve, ki je posledica večjih količin amfibolovih mineralov. Na terenu je pogosto mogoče slediti zaporedju sprememb, ki vodijo v popolno spremembo čistega



Korund v eklogitu s Tinjske gore; 40 x 35 mm. Najdba in zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Miha Jeršek

eklogita v amfibolit. Prvi vidni znak je temno zelena rogovača, ki postopno nadomešča omfacitno osnovo. Retrogradna sprememba granatov se prične z oblikovanjem tankih amfibolovih obrob, ki se postopno širijo, dokler ne nadomestijo celotnega zrna in kamnina preide v amfibolit.

Najpogostejši mineral v eklogitih, ki ima zbirateljsko vrednost, je **kianit**. Je dokaj pogost in ga ni težko najti. Zaradi njegove značilne modre barve ga ne moremo zamenjati za kakšen drug mineral. Na Pohorju je znan že iz Zoisovih časov, saj je ohranjen primerek tudi v njegovi zbirki. Eklogiti z različnih lokacij, od doline ob Oplotniščici, preko okolice Tinja in Visol ter še naprej na vzhod proti Novi Gori, so z njim različno bogati. V nekaterih ga sploh ni, drugod je le v nekaj milimetrom dolgih, navadno lepo izoblikovanih temno- ali svetlomodrih kristalih. Zlasti v okolici Visol je kianit velik celo po več centimetrom. Enako velike, vendar še izraziteje modro obarvane kianite najdemo v gozdu v okolici Tinja. V dolini Oplotniščice, kjer je nekoliko manj eklogita, pa so večji kianiti prava redkost. V gozdu zahodno od Tinja so našli nekaj primerkov kianita. Ob cesti, ki so jo obnavljali, so ležali kosi eklogitov z več centimetrom dolgimi kristali kianita izrazito modre barve. Največji kristal je daljši od 9 cm in debel okrog 3 cm. Na nekaterih primerkih je jasno vidna sestavljenost iz posameznih kristalov, največkrat pa sestavljajo le brezoblično modro maso.

Poleg kianita najdemo v eklogitih tudi večje razpotegnjene kristale **zoisita**. Kljub temu, da so zoisit že leta 1805 določili in

poimenovali po baronu Sigmundu (Žigi) Zoisu, ga v domačih zbirkah iz slovenskih nahajališč dolgo nismo imeli. Ob izidu knjige *Minerali na Slovenskem* je bil prvič opisan primerek zoisita z Visol nad Slovensko Bistrico, čeprav je Hatle že leta 1885 opisal najdbe zoisita v eklogitih, ki izdajajo pri Tinjah na Pohorju. Ob pazljivem iskanju in poznavanju različnih oblik ga danes lahko najdemo v eklogitih na jugovzhodnem delu Pohorja, v okolici vrha Rogle, v dolini Lobnice in na kobanski strani nad Radljami. Dolgoprizmatske kristale zoisita, dolge do 6 cm, smo našli v dolini Lobnice. Najnovejše najdbe so iz bližine potoka Oplotniščica med Oplotnico in Cezlakom. V dolini Vaškega potoka pri Radljah najdemo z nekaj sreče v blokih eklogita do 5 cm dolge, sivobele do rožnato obarvane dolgoprizmatske kristale.

V eklogitih na Pohorju so tudi kristali **pirita** in rožnatega **korunda**, ki ima izrazito rožnatordečo fluorescenco. Običajno obrašča kristale kianita, zelo redko pa je v enovitih zrnih.

Literaturni viri:

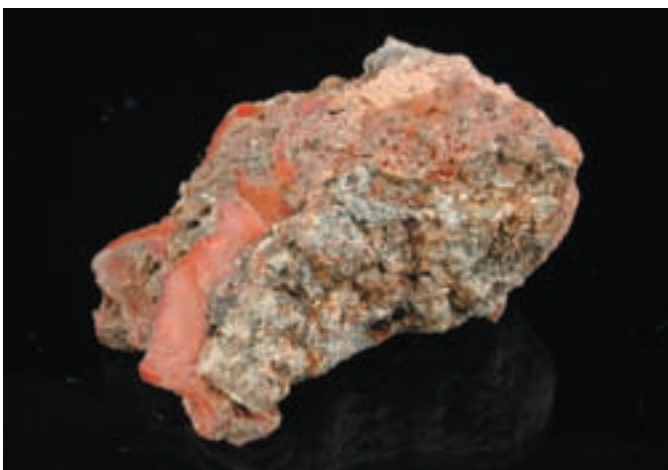
- HATLE, E., 1885: *Die Minerale des Herzogthums Steiermark* (zoisit, str. 123). Verlag von Leuschner & Lubensky, Graz.
- FANINGER, E., 1988: *Zoisova zbirka mineralov* (zoisit, str. 26). Založba Obzorja, Maribor.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (zoisit, str. 270). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- LIU, G., HANG, W. G. E., RUMBLE, D. & MARUYAMA, S., 1998: *High-pressure minerals from deeply subducted metamorphic rocks* (graf, str. 33-96). V: HEMLEY, R. J. (Ed.): *Ultra-high pressure mineralogy: Physics and chemistry of the Earth's deep interior*. Reviews in Mineralogy, št. 37. Mineral. Soc. Am.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega* (zoisit, str. 19; kianit, str. 18). Samozaložba, Radlje ob Dravi.
- RAYMOND, L. A., 2002: *The study of igneous, sedimentary and metamorphic rocks* (Eskola, str. 609). McGraw Hill, New York.
- JANÁK, M., N. FROITZHEIM, B. LUPTÁK, M. VRABEC, E. J. KROGH RAVNA, 2004: *First evidence for ultrahigh-pressure metamorphism of eclogites in Pohorje, Slovenia: tracing deep continental subduction in the Eastern Alps*. Tectonics, št. 23, str. 1-10, American Geophysical Union, Washington D. C.
- VRABEC, M., 2004: *Metamorfoza pohorskega eklogita v visokotlačnih do ultravisokotlačnih pogojih*. Magistrska naloga, str. 2-7 in 19-72. Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.

Minerali iz okolice Tinjske gore na južnem Pohorju

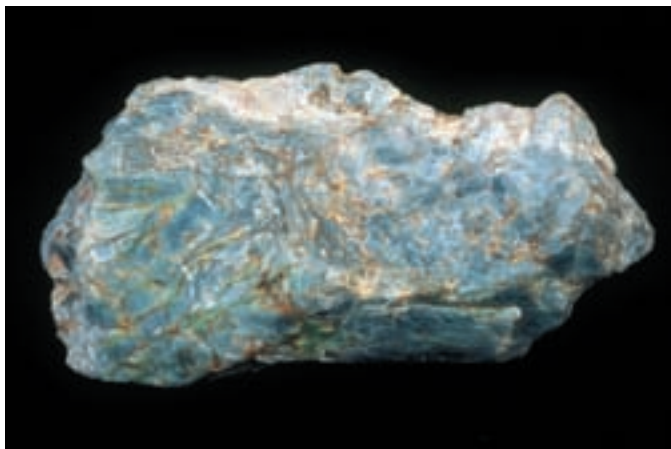
Vili Podgoršek, Jure Kuzman, Uroš Herlec

Med mineraloško in litološko izredno zanimive dele Pohorja prištevamo ozek pas serpentinitov, ki poteka severozahodno od Slovenske Bistrice preko Tinjske gore do Radkovca ter Gladomeškega potoka. Opazovanje primarnih kamnin in iskanje mineralov žal ovira poraščenost terena, debela preperina in majhno število izdankov. Zato je potrebno izkoristiti vsako priložnost za ogled zemeljskih del – izkopi temeljev za nove stavbe, novi useki ob širjenje cest ipd. Ker je na nadmorski višini zgornjega dela Tinjske gore zgornja meja vinogradov, je to ob gradnji zidanic in vikendov k sreči kar pogosto, vendar so takšni izkopi odprti le kratek čas in je treba tako »razstavljene« mineraloške in petrološke »novosti« poiskati vsako leto znova.

Omenjeni serpentinitni pas, ki leži v smeri vzhod-zahod v dolžini skoraj 6 km in širini več sto metrov, je nastal z intruzijo ultrabazičnih globočnin v zaporedje sedimentnih in vulkanoklastičnih ter vulkanskih kamnin verjetno v juri. Zaporedje kamnin je bilo kasneje v kredni močno metamorfozirano v metamorfne kamnine pohorske serije. Ultrabazične kamnine so bile v času dvigovanja pohorskega horst antiklinorija in sočasne retrogradne metamorfoze ter ob vnedrenju miocenskega pohorskega granodioritnega batolita močno serpentinizirane zaradi vpliva hidrotermalnih vod ob prelomih. V zahodnem delu omenjenega pasu so v ser-



Rdečkast opal z Radkovca. Osrednja masivna plast opala je debela 8 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



*Kianit iz Radkovca; 90 x 55 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*

pentinitnem pasu tektonski vključki gnajsa, blestnika, eklogita, amfibolitiziranega eklogita in amfibolita, v vzhodnem delu pa serpentinit pogosteje predirajo pegmatitne žile, nastale iz diferenciatov granodioritne taline. Serpentinitni pas na južni strani meji na pliokvartarne peske in prode, ki prekrivajo dno doline, na severni strani pa je v stiku z gnajsi, blestniki z lečami eklogita in amfibolitiziranega eklogita pohorske serije.

Temnozelenkast serpentinit ima značilno mrežasto teksturo. Po razpokah, po katerih so prihajale hidrotermalne raztopine, sta bila olivin in bronzit iz primarnih kamnin dunita in harzburgita hidrotermalno spremenjena. Serpentinit zdaj sestavljajo zrna avgita in sekundarni minerali serpentinovske skupine, ki sestavljajo psevdomorfoze po primarno kamninotvornem olivinu in bronzitu. S psevdomorfozo mineralov serpentinovske skupine po bronzitu je nastal **bastit**. Od mineralov serpentinovske skupine makroskopsko prepoznamo lahko le vlaknati **hrizotilov** azbest v žilicah. Vlakna so dolga do 5 cm. V žilicah je pogost **magnezijev klorit** (zelena, do 1 cm velika zrna sljude), beli **lojevec** in temnozeleni stebričasti do 3 cm dolgi amfibol – **aktinolit**. Od primarnih mineralov iz serpentiniziranih ultrabazičnih kamnin so zanimiva do 1 mm velika zrna **kromita**. Redki preostanki nespremenjene primarne sveže kamnine so iz svetlega **olivina** in *dialaga*. Našli so tudi dve žili olivinovega gabra s prehodi v granatov peridotit.

Serpentinit sekajo žile pegmatitnega gnajsa, ki je metamorfoziran različek starejših, verjetno krednih pegmatitov, in žile tektonsko prizadetega, vendar nikakor ne metamorfoziranega pegmatita ter hidrotermalnega kremenca. Ob 15 cm debeli pegmatitni žili, ki je bila pred leti še vidna v prvem kamnolomu nad Slovensko Bistrico, kjer so pridobivali serpentiniziran harzburgit, je bilo ob pegmatitu na obeh straneh okrog 20 cm



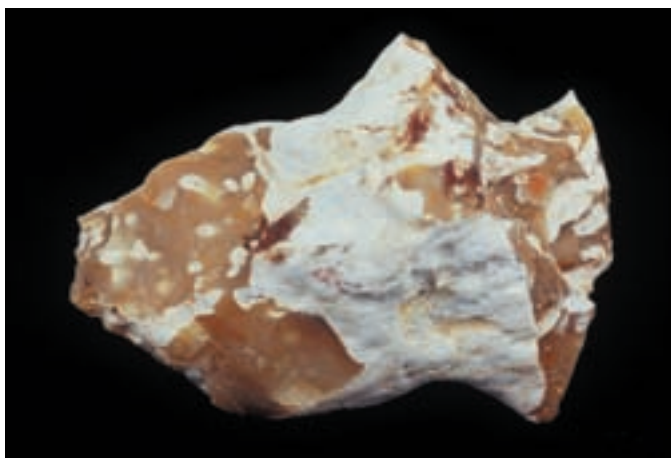
*Skupek kalcedona in kremenca; 12 x 8 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*

debelozrnatega magnezijevega klorita, vzporedno z njim, na stiku s serpentinitom, pa na obeh straneh še po 10 cm lojevca. To kaže na nastanek reakcijskih robov drugotnih mineralov med kislim pegmatitom in ultrabazičnim serpentinitom. Ob žili smo našli tudi bel opal z natečno teksturo. Tektonske razpoke so vir raztopin, ki so povzročale najintenzivnejšo serpentinizacijo in druge hidrotermalne spremembe. Le s kremenico bogatejše hidrotermalne raztopine so na kontaktu s serpentinitom lahko povzročile tudi nastanek lojevčevega in kloritnega skrilavca in raznovrstne okremenitve. Kadar so raztopine le premeščale bolj topni del serpentinita, so nastajale žile vlaknatega hrizotilovega azbesta.

Svež serpentinit je temno- do bledozelen ali sivkastozelen. Na površju, kjer dvovalentno železo preide zaradi oksidacijskih pogojev v trivalentno, nastajajo drobnozrnati železovi oksidi. Zato postane najprej rjavkastozelen in nato rjav.

Prve minerale smo našli pri ogledih kamnin ob strugah hudo-urniških potokov, ki prečkajo serpentinitni pas, ter ob redkih cestnih usekih in v ostankih že zdavnaj opuščenih izkopov lojevca in žilnega kremenca, ki jih najdemo kot močno porasle kotanje v prevladujočem borovem gozdu, saj le-ta uspeva na revnih serpentinitnih tleh.

Najbolje so hidrotermalno spremenjeni serpentiniti razkriti v opuščenem Markeževem *pruhu*, kot domačini imenujejo kamnolom na ovinku, kjer se cesta vije iz doline v vas Radkovec na pobočju Pohorja in prečka manjši potok. Kamnolom v serpentiniziranem harzburgitu je v primerjavi s tistim na začetku Bistriškega vintgarja, ki je v literaturi največkrat omenjen, veliko večji. Poleg serpentinita z mrežasto teksturo so njegova značilnost med seboj križajoči se sistemi z do največ 40



*Masiven kalcedon z opalom; 65 x 40 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*

cm, večinoma pa manj kot 10 cm debelimi razpokami, ki so zapolnjene z magnezitom. Hidrotermalna raztopina je namreč s seboj prinašala tudi ogljikov dioksid in hidrogen-karbonatne ione. Iz serpentinitne prikamnine je izluževala magnezij, ki se je izločil kot **magnezit**. Iz železa, preostalega pri serpentinizaciji olivina in broncita, je nastal **magnetit**. Našli smo do 2 mm velike oktaedrske kristale.

V serpentinitih v neposredni bližini pegmatitnih žil in žil drobnozrnatega mlečnatega hidrotermalnega kremenca smo našli več navadnega žilnega **opala**. Na obodih serpentinitnega masiva in na redkih stikih z granodioritom je serpentinit povsem okremenjen. Okremenitev je potekala pri oksidacijskih pogojih, zato je nastal masiven rdečerjav jaspis. Zapolnil je pogosto selektivno izlužen razpokan serpentinit, na kar kažejo mrežaste votlinice, velike tudi po več centimetrov. Jaspis je pogosto nadomeščal serpentinit v med seboj ločenih ploščastih masivnih telesih, ker so bile razpoklinske cone ob prelomih v serpentinitu okremenjene povsod, koder je lahko dotekala hidrotermalna raztopina iz granodioritnega masiva.

Z jaspisom povsem zapolnjene prelomne cone v serpentinitu najdemo ob številnih poteh po razpotegnjenem naselju Tinjska gora. Prve primerke **jaspisa** smo našli na poti iz Slovenske Bistrice kakšen kilometer pred Velikim Tinjem v razkritih kamninah ob na novo zgrajenem vodnem zajetju in napajališču za živino.

Ker je z jaspisom nadomeščeni serpentinit erozijsko veliko bolj odporen kot serpentinit, ga pogosto najdemo odrinjenega ob robove poti.

Kjer je v votlinice po kristalizaciji masivnega jaspisa v serpentinitu počasi dotekala s kremenico siromašnejša raztopina,



Opal s Pohorja je lahko uporaben kot okrasni kamen; 8,60 in 4,95 ct. Najdba in zbirka Vilija Podgorška, kabošon brus Franc Arbeiter. Foto: Ciril Mlinar

so stene prekrili do nekaj milimetrov veliki in povsem prozorni in brezbarvni kristali **kremena**. Ker primerke najdemo več ali manj na površju, zasijejo v vsej svoji lepoti šele, ko jih dobro očistimo s tekočo vodo, včasih pa tudi z do 10 % raztopino vodikovega peroksida.

V zadnjih letih je bila največji poseg v okolje obnovitev približno 2 km dolge vijugaste ceste skozi gozd tik pred naseljem Radkovec. Večina del je potekala v poznih jesenskih mesecih leta 2005. Z materialom, ki so ga odkopali s pobočja, so cestišče na drugi strani razširili in utrjevali. V pobočju, ki je bilo odkrito tudi več metrov visoko, je prevladoval serpentinit, ki so ga različno na gosto prepredale do 25 cm debele žile belega drobnozrnatega magnezita. Kamnina je podobna tisti v bližnjem Markeževem kamnolomu, ki so ga ob tej priliki ponovno odprli in razkrili sicer redke, do centimetra debele žile čistega masivnega zelenega antigorita s sledovi drsenja posameznih blokov serpentinita.

Magnezit je najmlajši mineral v paragenezi, saj zapolnjuje razpoke in ni tektonsko prizadet. Kjer je magnezitnih žilic največ, je serpentinizirana kamnina najtrdnjša. Magnezit se je v razpoke očitno izločil relativno hitro iz zelo nasičenih raztopin, na kar kažejo tanke razpoke, nastale po kasnejšem strukturnem urejanju magnezita, ali pa je magnezit celo v značilni skorjasti, natečni ali ledvičasti obliki. Tektonika je odprla razpoke in omogočila dotok hidrotermalnih raztopin; iz vročih se je izločil magnezit in kot naravni cement ponovno utrdil kamnino. Zaradi primesi predvsem železovih oksidov in hidroksidov je magnezit ponekod rahlo rumenkasto ali rožnato obarvan.

Ob cesti v Radkovec, v kontaktnih conah pegmatitov z najmočnejše zdrobljenim serpentinitom, so hidrotermalne raztopine, bogate s kremenico, serpentinit nadomestile z **lojevcem**, ki je

bil v preteklosti iskana surovina. Domačini vedo povedati, da so ga prodajali. Ena izmed nastalih sten v cestnem useku je bila na več mestih prekrita z drobnokristalnim kremenom, podobnim tistemu, ki ga najdemo v že opisanih jaspisih, le da imajo zaradi različno obarvane podlage različen videz. Ponekod se mu v raznih barvnih odtenkih pridruži še kalcedon.

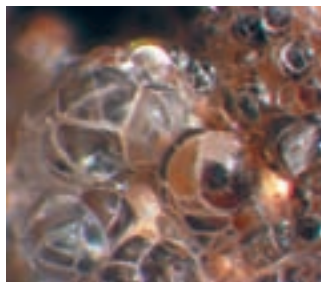
Ker so ob bližnji gozdni poti v serpentinitu žilice raznobarnega navadnega opala, smo ga seveda iskali tudi v na novo odkritih golicah. Trud pri sistematičnem odkopavanju je bil poplačan, saj smo našli sicer skromno, a prvo nahajališče **hialita** v Sloveniji. Hialit je prozorni natečni, včasih ledvičasti različek opala.

Večina hidrotermalnih opalov v zbirkah je iz vulkanskih in vulkanogenosedimentnih ali piroklastičnih kamnin. Najvišjo ceno imajo avstralski raznobarni dragi opali, ki nastajajo z izločanjem bolj ali manj slane, s kremenico bogate podtalnice, ki nastaja zaradi evapotranspiracije oziroma kapilarnega dviga in izhlapevanja vode. Le strokovnjaki pa vedo, da so masivi serpentiniziranih ultrabazičnih kamnin, ki so prišli v stik s kasnejšimi hidrotermalnimi raztopinami s kremenico (raztopljenim SiO_2), praviloma nahajališča raznovrstnih opalov. Večina žilnega opala s Pohorja ima tanke žilice črnih manganovih dendritov. Nekatere žile so obarvane rumeno ali rožnato, nekaj pa je rjavordečega. Nekaj primerkov jaspisa, serpentinita, opala in magnezita smo tudi zbrusili.

V bližini Markeževega *pruha* smo v cestnih usekih našli v pisanih eklogitih tudi za dlan velike kose modrega **kianita**, v žilah pa zoisit, ki je v prelomni coni v eklogitu tudi kakšen kilometer pred Velikim Tinjem ob useku ceste, ki vodi iz Slovenske Bistrice. Posebnost je žila zelenkastega zoisita.

Literaturni viri:

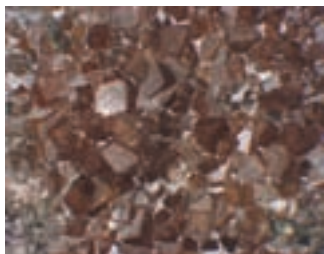
- HINTERLECHNER RAVNIK, A., 1971: *Pohorske metamorfne kamenine* (Pohorska serija, serpentiniti, str. 187-217). Geologija, knjiga 14, Ljubljana.
- HINTERLECHNER RAVNIK, A., 1973: *Pohorske metamorfne kamenine II* (serpentiniti, granatovi peridotiti, str. 245-270). Geologija, knjiga 16, Ljubljana.
- MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1987: *Tolmač k geološki karti lista Slovenj gradec* (serpentiniti, str. 37; metamorfne kamnine Pohorske serije, str. 13-36). Zvezni geološki zavod, Beograd.
- MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1989: *Tolmač k geološki karti lista Maribor in Leibnitz* (serpentiniti, str. 36; metamorfne kamnine Pohorske serije, str. 17-35). Zvezni geološki zavod, Beograd.



Prozoren in brezbarven različek opala imenujemo hialit. Posamezne kroglaste oblike merijo do 2 mm v premeru. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

Granati in drugi minerali na severnih pobočjih Malih Kop na Pohorju

Zmago Žorž



Do 4 mm veliki rjavordeči kristali granatov z Malih Kop. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.

Foto: Miha Jeršek



Kristali granatov z Malih Kop so majhni, a imajo pogosto lepo oblikovane kristale; največji 3 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.

Foto: Miha Jeršek



Malahit z Malih Kop je v drobnih skupkih, ki so v lepem kontrastu z granati; 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

Nahajališč kristalov **granatov** je v Sloveniji kar nekaj, vedno so v različnih metamornih in magmatskih kamninah. Največja nahajališča pri nas so na severozahodnem delu Pohorja, kjer so granati v skarnih, ki so kontaktno metamorfne kamnine, pri nas nastale ob stiku granodioritne magme z marmorji. Najlepše so razkriti na Kopah, kjer ležijo ob stiku z granodioritnim porfiritom in dacitom. Poleg mineralov granatove in epidotove skupine so v skarnih tudi rudni minerali, med katerimi prevladuje magnetit. Magnetitno rudo so na Kopah kopali že v 18. stoletju, od tod tudi ime hriba. Na odvalih najdemo tudi večje kose orudenih skarnov.

Najbolj pogosta vrsta skarnov so epidotovi skarni, sledijo jim granatovi in hedenbergitovi. Epidotovega skarna je največ razkritega na severovzhodnem delu opisanega področja, proti jugozahodu pa prevladujejo granatovi. Granate lahko najdemo na opuščeni odkopih, kjer je še mnogo kosov rude. Takšnih odkopov je največ na severnem pobočju Malih Kop in vzdolž severnega pobočja Progatovega vrha nad kmetijami Hren, Progat in Kopnik, manjši izdanki pa so proti vzhodu vse do Marolta. Nekaj odkopov je tudi na severnem pobočju Velikih Kop ter med kmetijama Jamnikar in Ribniški Kopnik, kjer skarn prehaja v marmor.



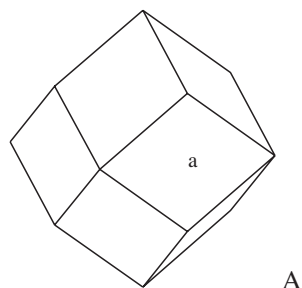
Avtor prispevka na enem izmed odvalov na Malih Kopah, kjer lahko med drugim najdemo tudi večje kose magnetitne rude. Foto: Miha Jeršek

Granati so v granatovem skarnu bistveni minerali. Najlepše razviti rdečerjavi, rdeči, zelenorumeni ali celo črni kristali so v razpokah te kamnine, nekateri z razvitimi kristalnimi ploskvami rombskega dodekaedra in tetragontrioktaedra. Med granati iz granatovega skarna je do sedaj zanesljivo določen **andradit**. Največji kristali merijo do 3 cm.

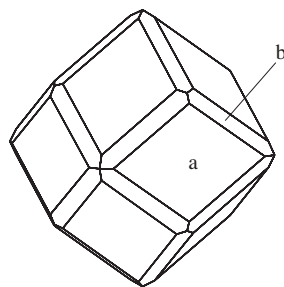
Analiza je pokazala, da se kemična sestava granatov lahko conarno spreminja in da se menjavata andradit in grosular. Andradit lahko sprejme v svojo strukturo številne sledne prvine, ki ga značilno obarvajo. Tako tudi na Kopah najdemo zaradi titana smolnato črno obarvani različek, ki ga imenujemo **melanit**. Poleg granatov najdemo še temno zelene, do 1 cm velike paličaste kristale **epidota** in do nekaj milimetrov velike kristale **kremena**. Tu in tam so razpoke zapolnjene s **kalcitom**, ki je masiven ali



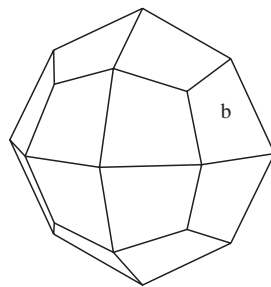
Andradit z Malih Kop z razvitimi ploskvami rombskega dodekaedra; kristal 6 x 6 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Ciril Mlinar



A



B



C

Kristali granatov z Malih Kop na Pohorju imajo razvite ploskve rombskega dodekaedra $a\{110\}$ (A), tetragontrioktaedra $b\{211\}$ (C) ali njune kombinacije (B).
Risbe: Miha Jeršek



Drobni, do 4 mm veliki kristali kremenca z vključki rdečih mineralov dopolnjujejo mineralno paragenezo z Malih Kop. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

pa v drobnih in zaradi erozije korodiranih kristalih. Kristale andradita pogosto preraščajo manganovi in železovi oksidi in hidroksidi ter malahit.

V razpokah ali med posameznimi zrni granatov v granatovem skarnu najdemo še številne druge minerale. Med rudnimi minerali sta najbolj pogosta **magnetit** in **pirit**. Do sedaj najdeni spremljajoči minerali pa so **halkopirit**, **halkozin**, **bornit**, **pirotin**, **galenit**, **sfalerit** in zelo redko **molibdenit**. Med sekundarnimi minerali je najpogostejši **malahit**, medtem ko **azurit** najdemo zelo redko. Od nekovinskih mineralov, ki dopolnjujejo celotno mineralno paragenezo, omenimo še **glinence**, **rogovačo**, **hedenbergit**, **anataz**, **titanit**, kalcit in **sadro**.

Rudarji so pod Malimi Kopami 180 let kopali železovo rudo. Za sabo so pustili veliko jalovinskih kupov in nekaj dostopnih rovov. Minerali, ki jih lahko najdemo na opuščenih jalovinah, so za naše razmere prava mineraloška posebnost. Primerjamo jih lahko s podobnimi nahajališči v Banatu in na Norveškem.

Literaturni viri:

- GERMOVŠEK, C., 1954: *Petrografske preiskave na Pohorju v letu 1952* (kontaktno metamorfno orudjenje v skarnih na Kopah, karta, str. 191-210). Geologija, knjiga 2, Ljubljana.
- FANINGER, E., 1973: *Pohorske magmatske kamenine*. Geologija, knjiga 16, str. 271-316. Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (magnetit, str. 121; andradit, str. 256). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega* (anataz, str. 14; andradit, str. 17). Samozaložba, Radlje ob Dravi.

Minerali iz Puščave na Pohorju

Zmago Žorž

Če na desnem bregu Drave med Dravogradom in Mariborom zavijemo proti Lovrencu na Pohorju, pridemo v vas Puščava. Tik pred njo se stekata potoka Radoljna in Lamprehtov potok. Na tem mestu je prometno križišče in most, preko katerega nas vodi pot proti Rušam. Pred leti so urejevali cesto in z deli odkrili zanimiv geološki profil.

Kamninska zgradba je pri Puščavi zelo pestra. Gnajsi, kremenov keratofit, sericitni skrilavec in helvetske plasti peščenega laporja in peščenjaka so naložene na amfibolit, ki sestavlja pretežen del opisanega ozemlja. Amfibolit se prikaže v izdanku tudi na desni strani Radoljne. V njem so številne drobne razpoke, zapolnjene z žilnim kremenom. Nekatere razpoke potekajo vzdolž plasti amfibolita, druge pa prečno nanje. V amfibolitnih zapolnitvah lahko najdemo zelene prevleke **malahita**, v razpokah med masivnim kremenom pa drobne kristale **pirita**. Drobne piritne žilice so tudi v ponekod tudi v samem amfibolitu, redkeje pa v kristalih, ki bi bili vidni s prostim očesom. Izjema je 4 cm velik kristal pirita s ploskvami kocke.

Na amfibolit so naložene plasti sericitnega skrilavca s tankimi kremenovimi in karbonatnimi plastmi, ki zapolnjujejo vertikalne razpoke. V razpokah je kristaliziral svetlo- do temnorjav



Karbonatne žile s kristali kalcita in ankerita pri Puščavi na Pohorju.
Foto: Miha Jeršek



Goseničasti kalcit ob drobnih kristalih ankerita; 30 x 25 mm. Najdba Franca Pajtljerja, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Pirit, 1 mm, z razvitimi ploskvami oktaedra na podlagi iz rumenih kristalov ankerita. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek

ankerit z razvitimi romboedri, ki so veliki do 2 mm. Na takšni podlagi so lahko nastali posamezni kristali **kalcita** do 7 mm z razvitimi položnimi romboedri. Posebno zanimivi so skupki teh kristalov, veliki do 3 cm, tako imenovani *goseničasti* kalcit. Pod ultravijolično svetlobo rdečkasto zažarijo. V razpokah so tudi še preko 50 cm velika posamezna gnezda kristalov kalcita z brezbarvnimi do belimi sklenoedri, velikimi do 8 mm. Paragenezo dopolnjujejo do 3 mm veliki tankoploščati kristali **barita** v skupkih do 1 cm, nekaj milimetrov velike kocke piritu in zraščeni piritovi kristali do velikosti 5 mm.

Le sto metrov naprej v smeri proti Rušam je na desni strani opuščen kamnolom kremenovega keratofirja, kjer so mogoče nove najdbe.



Kristali kalcita z razvitimi položnimi romboedri, ki jih modificirajo strmi romboedri, ležijo na podlagi iz drobnih kristalov ankerita. Poleg so beli do brezbarvni kristali barita; izrez 25 x 18 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek

Literaturni vir:

ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega*. Samozaložba, Radlje ob Dravi.

Minerali alpskih razpok na severnem Pohorju in Kobanskem

Zmago Žorž

Za krašenje grobov v Rušah in okoliških vaseh so včasih uporabljali skupke kristalov kremenca, ki bi lahko nastali v razpokah alpskega tipa. Zato smo raziskali precejšnji del severnega Pohorja in Kobanskega. Našli smo številne minerale in nekateri izmed njih so res nastali tudi v takšnih razpokah.

V amfibolitih Zgornjega Boča na Kozjaku so ozke, do 5 cm široke in do 1 m dolge vertikalne žile, v katerih so razpoke zapolnjene s kloritom in kremenom. Kristali **kremenca** so dolgoprizmatski in se z vrhovi dotikajo sten razpoke. Zato praviloma nimajo razvitih vrhov. Tu in tam je kremen zaradi vključkov klorita zelen. Največji do sedaj najdeni kremen meri v dolžino 4 cm.

Podobni kristali kremenca so v razpokah alpskega tipa v amfibolitih, ki izdajajo v Lamprehtovem potoku in Lobnici. Tu je poleg kremenca in klorita še **titanit**. Kristali titanita so rjavi in veliki do nekaj milimetrov. Običajno so zdvojeni. Spremljajoči minerali so še drobni beli kristali **adularja** in kristali **pirita**, ki so deloma limonitizirani. Nekatere razpoke zapolnjujejo rumeni, do 3 mm veliki kristali **epidota**.



Rožnati titanit na kremenju s skupki klinoklora; kristal titanita s Košenjaka meri 2 mm v premeru. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Ciril Mlinar



Zdvojen kristal titanita iz alpske razpoke na desnem bregu Lamprehtovega potoka; 4 x 2 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek



V razpoki, ki smo jo našli na Boču nad Selnico, je kremen, zaradi vključkov drugih mineralov, zelen; višina kristala 5 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek



Kristali kremen iz Potočnikovega grabna so prekriti s sekundarnimi železovimi minerali in imajo zato mavričen odsev; največji kristal kremen meri 18 x 13 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

Ob cesti proti Klopnemu vrhu so pri širitvi ceste razstrelili večje bloke kloritnega skrilavca. V njem so do 1 cm široke razpoke zapolnjene s **kremenom**, ki je zaradi vključkov klorita zelen, z limonitiziranim piritom in z drobnimi, do 3 mm velikimi zelenimi kristali titanita. Razpoke pogosto zapolnjujejo najmlajši kristali **hematita**, ki so razviti v obliki lističev in veliki do 1 cm.



Do sedaj smo na severnem Pohorju in Kobanskem našli le drobne, do nekaj milimetrov velike kristale epidota, ki je sicer običajen spremljevalec mineralov v alpskih razpokah. Primerek iz razpoke iz Lobnice 4 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

V muskovitno-biotitnih gnajskih in almandinovitih blestnikih so na področjih med Ožbaltom in Košenjakom na Kobanskem vertikalne kremenove žile z gnezdi kremenovitih kristalov. Tako smo na vzhodnem bregu Potočnikovega potoka v bližini kmetije Ofič odkrili več kremenovitih žil, v katerih najdemo do 10 cm velike betičaste kristale **kremen**. V razpokah so kristale kremen preraščali romboederski kristali **kalcita**, veliki do 2 mm. Na podlagi lahko najdemo do 1 mm velike sedlaste kristale **ankerita** in psevdomorfoze **limonita** po piritu. Zaradi prisotnosti železovitih mineralov je večina kremenovitih kristalov prevlečenih z rjavo limonitno prevleko. Nedaleč stran kremenova žila celo seka pegmatitno žilo, vendar v njej, razen kremen, ni drugih mineralov. Kristali kremen so tektonsko močno pretrti in redko najdemo cel primerek. V nekaterih razpokah so samo brezbarvni ali beli kristali kalcita, veliki do 3 cm, posamezni skupki pa merijo tudi do 10 cm. So v zelo sploščenih kristalih in zelo redko skalenoedrski. V razpokah lahko najdemo še **aragonit** v mlečno belih igličastih kristalih, velikih do 2 mm, in kot železov cvet v grmičastih skupkih, velikih več centimetrov. Paragenezo dopolnjujejo drobne psevdomorfoze limonita po piritovih kristalih.

Na pobočju Košenjaka, v neposredni bližini državne meje z Avstrijo, smo pred nekaj leti odkrili značilno alpsko razpoko v kloritiziranem skrilavcu. Erozija je razpoko že odprla in iz nje smo lahko pobrali kristale **kremena**. Ti so bili odlomljeni s stene in ponovno zacejeni v skupke, velike do 12 cm. V mlečno zelenosivih kloritiziranih kristalih kremena so pod mikroskopom vidne še rdečerjave kristalne mreže rutila (sagenit) in do 5 mm velike psevdomorfoze limonita po kristalih pirita. Nedaleč od omenjene lokacije je ob traktorski vlaki še ena razpoka alpskega tipa. Tudi v njej so bili do 2 cm veliki kristali kremena, za katere je značilna fantomska rast. Poleg kremena so bili še do 1 cm veliki kristali **klorita** in 1 mm velik kristal **titanita** rožnate barve. Na tem območju so razkriti tudi blestniki s prehodi v gnajs. V razpokah lahko z nekaj sreče najdemo **glinence** nepravilnih oblik, velike do 2 cm, in do 1 cm velike polkrožne skupke **klinoklora**.

Na področju Pohorja in Kobanskega je gotovo še veliko alpskih razpok z zanimivimi mineralnimi združbami, ki še čakajo, da jih bomo odkrili. V tem pogledu je morda najbolj obetavno področje v širšem območju Lobnice.

Literaturni viri:

- MLINAŘIK, F., 1966: *Pohorske steklarne* (kristali kremena kot surovina za steklo, str. 39-42). Založba Obzorja, Maribor.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (titanit, str. 263). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (kremen, str. 49). Galerija Avsenik, Begunje.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega*. Samozaložba, Radlje ob Dravi.

Minerali iz kamnolomov pri Cezlaku na Pohorju

Vili Podgoršek, Franc Golob, Uroš Herlec



Kamnolom granodiorita v Cezlaku leta 2005. Foto: Vili Podgoršek



Beril modrikaste barve najdemo v skrajnem desnem delu kamnoloma Zeleni pruh. Prizmatični kristal na posnetku meri 7 mm v višino. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

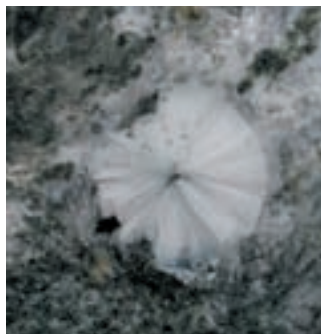
V preteklosti je bilo v magmatskih kamninah na Pohorju več kamnolomov. Naj omenimo le tri največje in najpomembnejše: kamnolom granodiorita v Cezlaku pri Oplotnici v lasti podjetja Mineral, nekaj sto metrov oddaljeni kamnolom čizlakita (zelenega različka gabra), poznan tudi kot Zeleni pruh, ki pa zaradi previsokih proizvodnih stroškov že nekaj let ne obratuje, morda zato, ker ga je Zavod za varstvo narave zavaroval kot *locus typicus čizlakita*, vendar z izjemo blokov, ki jih nujno potrebujejo restavratorji za obnovo starih objektov. V tretjem kamnolomu granodiorita v Josipdolu na severni strani Pohorja, ki ni več aktiven, pa žal ni bilo omembe vrednih najdb.

V Cezlaku sta bili obe globočnini, granodiorit in čizlakit, že kmalu po kristalizaciji magme in strditvi kamnine ob sočasnem dvigovanju pohorskega masiva na gosto razlomljeni. V razpoke je v več fazah vdrla mlajša, verjetno bolj mobilna magma, bogatejša z lahkohlapnimi sestavinami, na kar kaže geometrija med seboj sekajočih se žil. Iz te magme je pri počasnejši kristalizaciji nastal bolj debelozrnati različek žilnine – pegmatit, pri hitrejši kristalizaciji pa drobnozrnati – aplit. Vse te kamnine sekajo prelomi, ob katerih so se odprle najmlajše razpoke alpskega tipa, v katerih so se izločili minerali le še iz hidrotermalnih raztopin. Ob teh najmlajših prelomih so pogosto vidne drsne ploskve ali drse, ki lepo kažejo smer drsenja posameznega bloka, so pa ti premiki v veliki meri tudi zdrobili kristale v razpokah, ki so redko širše od

nekaj centimetrov, lahko pa segajo globoko in daleč, kar vidimo pri odrezanih blokkih. Kamniti bloki ob takšnih razpokah vedno razpadejo, kar je za kamnolom čista izguba.

Čprav so odprte površine razpok velike več kvadratnih metrov, so kristali v njih redki. Ohranili so se le v vbočenih delih razpok, kjer jih drobljenje ob zniku blokov ni doseglo. Tanke razpoke so bile sočasno z drsenjem pogosto v celoti zapolnjene le s kloritom in so zato v glavnem zeleno obarvane. Razpoke v odrezani steni kamnine in s tem obetavna mesta za zbiralce nam poleg klorita kaže tudi iztekanje ali poljenje vode iz sten kamnoloma. Votline v razpokah, ki so plitvo pod odrezanim delom površine kamnitega bloka, izda votel zvok rahlega udarca s kladivom.

Glavni mineral razpok v granodioritu je **kremen**. Kristali so redko daljši kot 2 cm. V kamnolomu zaposleni kamnoseki sicer omenjajo kremenove kristale, velike do 10 cm. Kristali **čadavega kremena**, veliki do 6 cm, so bili leta 2005 razstavljeni v Univerzitetni knjižnici Maribor na razstavi Razkrito mineralno bogastvo Pohorja. Za razstavo jih je posodil delavec, zaposlen v kamnolomu. Našli smo še do 8 mm velike stopničasto razvite zlatorumene kristale **pirita** in do 2 mm velike črne luskaste kristale **hematita** kovinskega sijaja. Drobnoznat masiven hematit smo našli tudi v do 2 cm debeli žili, ki je bila dolga več metrov. Našli smo tudi razpoko z do 5 mm velikimi kristali zeolitov – s prozornim **habazitom** in s snežnobelim **laumontitom**. Najširše



Žarkasti kristali skolecita; 17 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek



Kristali habazita so lahko intenzivno rumeni; 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Kristali belega kalcita in rumenega habazita na podlagi iz granodiorita; 8 x 5 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Kalcit iz Cezlaka v skupkih, zraslih zaradi preraščanja sklenoedrskih kristalov kalcita z mlajšo generacijo kristalov kalcita; 7 x 10 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba.
Foto: Miha Jeršek



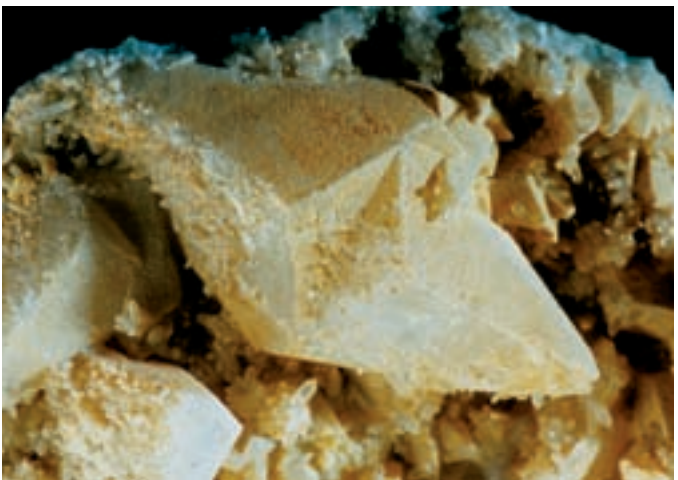
Gorsko usnje je mineral z imenom paligorskit. V Cezlaku je razmeroma redek; dolžina 58 mm. Najdba Zmaga Žorža, zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek

razpoke, v kateri je še ostalo nekaj prostora in so bile med seboj povezane, so bile na koncu zapolnjene še s **kalcitom**, katerega kristali merijo do 2 cm. Tu in tam so v pegmatitnih žilah na gosto posejani do 2 mm veliki kristali rdečega **granata**. Le izjemoma najdemo kristale granata s premerom 5 mm in več.

V žilah granodioritnega pegmatita v *čizlakitu* smo našli kristale **berila**, ki so kar pogosti. Največji je 26 mm velik odlomljen kristal, ki bi ga zaradi modrikaste barve lahko razglasili za akvamarin. Spremljajo jih ploskovno lepo razviti rdeči granati, ki so pogosto razpokani in veliki do 3 mm. Posebnost so do 2 cm dolgi in lepo izoblikovani kristali črnega turmalina - **šorlita**. V pegmatitnih žilah v *čizlakitu* je največ prizmatskih kristalov



Kristal rahlo čadavega kremen iz razpoke v granodioritu iz kamnoloma v Cezlaku; višina 8 cm. Najdba Edvarda Petriča, zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek



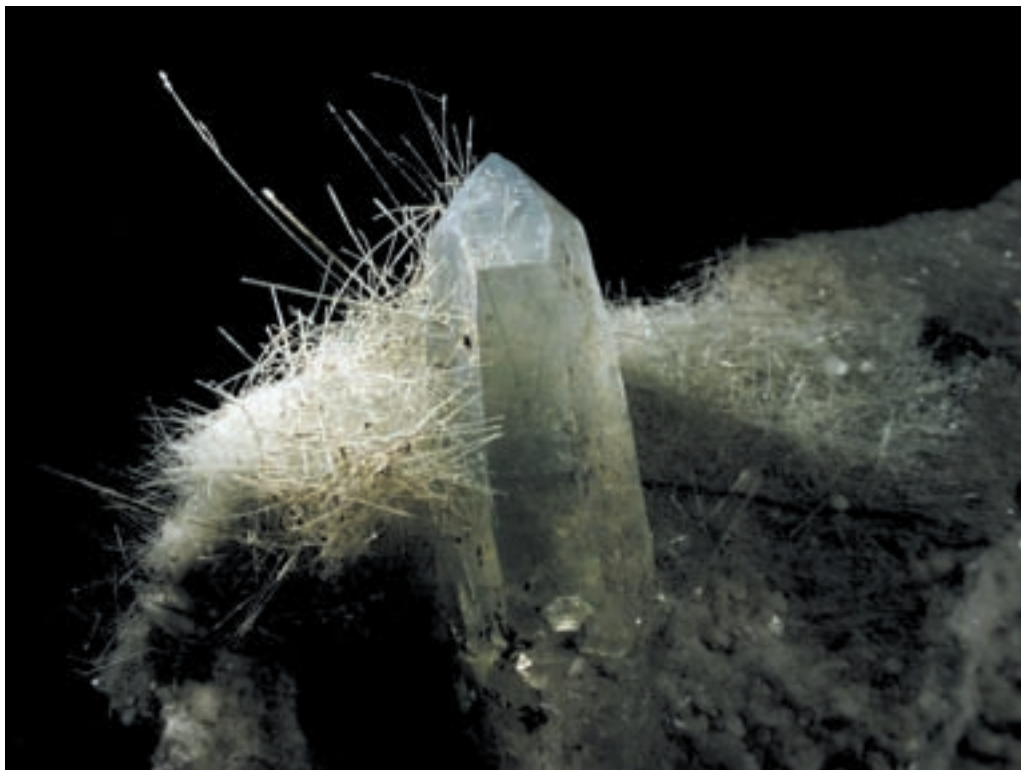
Dvojček po (001) sklenoedrskih kristala kalcita iz Cezlaka, 5 cm, na in ob katerem so drobni kristali kremen. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.
Foto: Ciril Mlinar

rogovače, ki dosežejo do 10 cm. Nastali so na reakcijskem stiku bazične gabrske globočnine in granodioritne taline z več kremenice in drugih primesi.

Razpok alpskega tipa je v *čizlakit*u precej več kot v granodioritu. Tudi v alpskih razpokah v *čizlakit*u je kristalov rogovače, dolgih do 3 cm, največ. V končni fazi rasti prevladujejo vlaknati različki. Rogovači sledijo kristali kremenca, ki merijo do 75 mm v dolžino in so debeli do 40 mm. Kremen ima pogosto vključke drugih mineralov, predvsem zelene rogovače, rumenkasto zelenega **epidota** in **aktinolita**. Omenjene minerale pogosto prekriva **klorit**. Našli smo tudi nekaj čadavih kristalov kremenca. Aktinolit je v tankih lasastih kristalih, ki jih imenujemo bisolit. Redko najdemo v teh razpokah do 5 cm velike biterminirane kristale kremenca z aktinolitnimi iglicami. V razpokah so prav tako redki kristali **titanita**, epidota, **adularja** in **albita**. Titanit je v rumenih in zelenih kristalih, ki merijo do 7 mm in so pogosto zdvojeni. Ponekod so na kremenu tanki lističasti kristali belega kalcita, veliki do 15 mm; mlajši skalenoedrski so redkejši.



*Kalcedon v Zelenem pruhu najdemo bolj redko, a ga lahko uporabimo tudi za okras; 36 x 34 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*



*Kremen in vlaknat aktinolit-bisolit iz Zelenega pruha; 40 x 28 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*

Nazadnje se je v razpokah izločil zelenkasti **kalcedon**, ki prekriva vse starejše minerale parageneze in tudi kristale kalcita. Najden je bil tudi bel kalcedon. V razpokah v *čizlakitu* so lahko lepo razviti prozorni zeleno obarvani prizmatski kristali rogovače in modrega **apatita**, ki ga zaradi podobne oblike in barve zlahka zamenjamo z berilom.

Glede na razlike v mineralni in kemični sestavi osnovnih kamnin granodiorita in *čizlakita* in reakcijskih robov z večkratnim vdorom magme različne sestave, iz katere so nastale pegmatitne in aplitne žile, kakor tudi spremenljivih pogojev pri kasnejših hidrotermalnih zapolnitvah in/ali remobilizaciji prvotnih sestavin, so bili pogoji pri rasti opisanih mineralov precej spremenljivi. Za podrobnejšo razlago bo potrebno dosedanje lepe najdbe kristalov podpreti še s podrobnimi mineraloški in geokemičnimi raziskavami.



V razpokah v granodioritu kamnoloma Zeleni pruh lahko najdemo kristale kremenca z vključki aktinolita; 6 x 1 cm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Kremen iz Zelenega pruha je bolj ali manj intenzivno zeleno obarvan zaradi vključkov igličastega aktinolita; 5 x 3 cm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Do 6 mm veliki kristali titanita iz kamnoloma Zeleni pruh so rumeni do rumenozeleni. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Apatit je mineraloška posebnost kamnoloma Zeleni pruh, 5 x 1 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



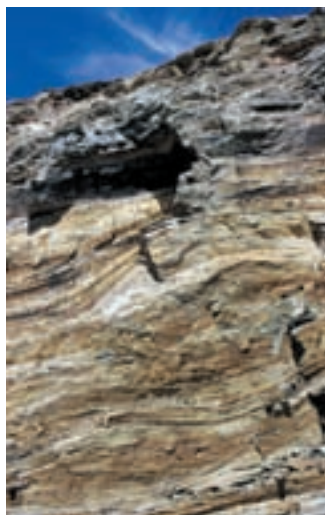
Hematit je v drobnih lističastih kristalih, ki ne presegajo nekaj milimetrov; 63 x 32 mm. Najdba in zbirka Vili Podgoršek. Foto: Miha Jeršek

Literaturni viri:

- FANINGER, E., 1973: *Pohorske magmatske kamenine*. Geologija, knjiga 16, str. 271-316, Ljubljana.
- NIEDERMAYR, G., A. HINTERLECHNER-RAVNIK, E. FANINGER, 1992: *Mineralizirane alpske razpoke na Pohorju*. Geologija, knjiga 35, str. 207-223, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (titanit, str. 263; akvamarin, str. 274; rogovača, str. 293). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (kremen, str. 49). Galerija Avsenik, Begunje.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega*. Samozaložba, Radlje ob Dravi.
- PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica* (minerali kamnolomov pri Cezlaku, str. 11-25). Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.

Minerali v kamnolomu škrilja v Koritnem nad Oplotnico

Vili Podgoršek, Franc Golob



Detajl iz kamnoloma škrilja leta 2005. Foto: Vili Podgoršek

Kamnolom škrilja leži v zaporedju metamorfnih kamnin gnajsev in blestnikov z lečami amfibolita v strmem pobočju na desnem bregu potoka Oplotniščica, takoj za domačijo Leva. Lastnik ga je poimenoval kar po svoji domačiji Kamnolom škrilja Leva. Vzhodna stran pobočja je bila naravno razkrita zaradi vodne erozije, ki je odnesla pobočno preperino, saj ima v tem delu Oplotniščica zaradi precejšnega padca še veliko erozijsko moč. Plasti kamnin vpadajo proti zahodu, zato se je nad potokom izoblikovala strma, ponekod že kar previsna stena. Na zahodni strani omejuje kamnolom manjši potoček, ki se pod domačijo steka v Oplotniščico.

V drugi polovici osemdesetih let je lastnik zaradi nevarnosti rušenja odstranil preperino v strmem pobočju in nekaj plasti kamnin za domačijo. Ugotovil je, da jih je zaradi skrilavosti mogoče cepiti in da so uporabne za oblaganje ter da je na trgu tudi ustrezno povpraševanje. Skrilavost je posledica metamorfne foliacije oziroma orientacije lističastih silikatov, predvsem sljud in drugih ploščičastih in paličastih kamninotvornih mineralov blestnikov in gnajsov pravokotno na prevladujoče pritiske.



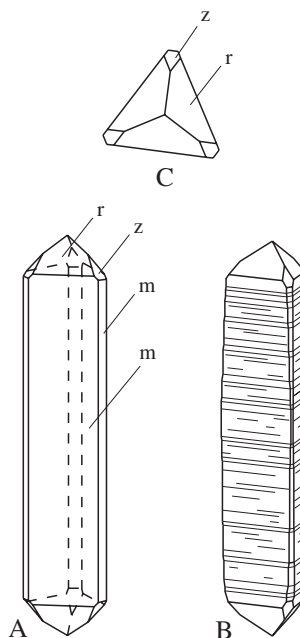
7 cm visok kristal ametista in brušen primerek z maso 0,3 grama. Najdba in zbirka Vilija Podgorška, ovalni briljantni brus Franc Arbeiter. Foto: Ciril Mlinar



Skupek kristalov ametista iz kamnoloma Leva; velikost posameznega kristala ne presega 25 mm. Najdba Vilija Podgorška, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



10 mm visok kristal ametista. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek



Kristali kremen – ametista iz kamnoloma Leva. Idealiziran kristal (A) in njegova terminacija (C) s ploskvami prizme $m\{100\}$ ter pozitivnega $r\{101\}$ in negativnega romboedra $z\{011\}$. Realni kristali (B) so trebušasti in narebreni na ploskvah prizme $m\{100\}$. Risbe: Mirjan Žorž

Začel je s komercialnim izkopavanjem teh kamnin, ki jih kolje v plošče, uporabne za stenske in talne obloge in celo za tradicionalno pokrivanje streh. Na takšen način obdeluje predvsem blestnike in gnajse, medtem ko je bolj masiven amfibolit primernejši za utrjevanje brežin, njegova preperina in drobir pa za posipavanje cest. Zaradi dotekanja vode z vzhodne strani, kjer teče Oplotniščica, so posamezne bolj porozne plasti bolj preperеле, čeprav so več metrov pod površjem. Preperelost in s tem manjša povezanost plasti je pri tem odločilnega pomena. Takšno plast prepoznamo po rjavi obarvanosti – limonitiziranosti, kamnina v njej pa nima gospodarskega pomena. Metamorfni plastnosti ali foliaciji je mogoče slediti čez celoten kamnolom.

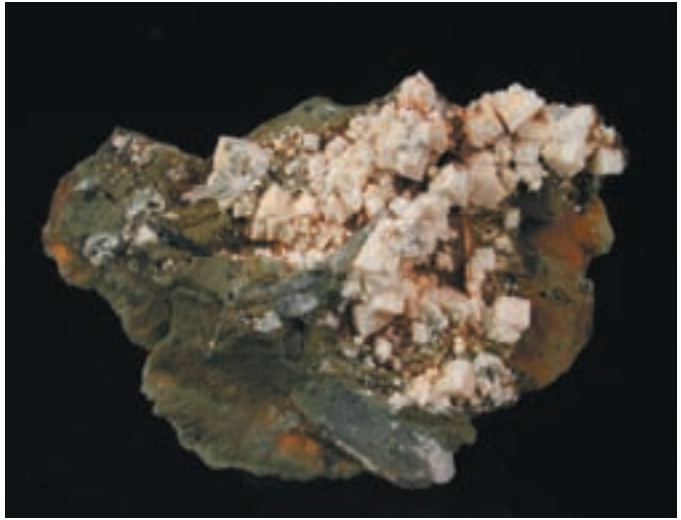
Kamnino pridobivajo na južni strani, zato je vpad plasti proti zahodu lepo razkrit. Med plastmi blestnika in gnajsa so ponekod do več metrov dolge in visoke leče trdnjše amfibolita, ki so pogosto napokane. Menimo, da je njihov nastanek posledica



Kristal kremen v zelenem kloritu; 24 x 30 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Pahljačasto razviti kristali epidota; 10 x 5 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Beli porcelanasti kristali habazita poleg temnozelenih kristalov epidota; 58 x 40 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

raztezanja in budiniranja nekdanj sklenjenih plasti kamnin, iz katerih so pri metamorfozi sicer nastali amfiboliti. Bolj plastične, gnetljive plasti sedimentov, iz katerih so nastali blestniki in gnajsi, pa so zapolnile vmesni prostor. V razpokah takšnih leč trdnjšege amfibolita so različni minerali. V vsaki razpoki, ki se nekoliko bolj razpre, je svojstvena parageneza mineralov. Razpoke so lahko dolge nekaj decimetrov, nekatere pa segajo čez celotno lečo in so med seboj oddaljene od nekaj centimetrov do



Rumenozelene kristali epidota, 3 mm, na podlagi iz kristalov klinoklora. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

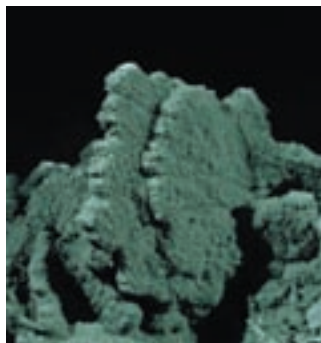


Drobni intenzivno zeleni kristali epidota poleg belih lističastih kristalov kalcita; 42 x 40 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

več decimetrov. Ob njih se kamnina pri delu v kamnolomu pogosto odlomi in nam razkrije svoje mineralno bogastvo. Razpoke, ki segajo čez celotno lečo amfibolita, so praviloma zapolnjene le s kloritom. V večjih izoliranih odebelitvah najdemo lepe kristale ametista, pirita in kalcita. V vrhnjem delu kamnoloma so plasti gnajsa, ki v globino vedno bolj prehaja v amfibolit. Zaradi pestre kamninske sestave je tudi veliko različnih mineralov. Posamezne minerale najdemo le v določenih delih kamnoloma, nekatere pa povsod v kamnolomu.

Pa si oglejmo za zbiralce zanimive minerale. **Muskovitne lističe**, velike do 3 cm, je mogoče najti v vseh delih kamnoloma. Z njimi so pogosto bogate predvsem določene plasti. Zanimivost so do 10 cm veliki lističi temnega **biotita**, ki so jih našli le v nekaj plasteh. Verjetno so to največji primerki biotita, kar jih je bilo najdenih v Sloveniji. Medplastne žile muskovita in biotita so zgubane med ostale trše kamnine.

Granat **almandin** je posebej pogost v zgornjih plasteh gnajsa na zahodni strani kamnoloma. Redki so kristali almandina z oblikovanimi ploskvami, posamezni merijo v premeru več centimetrov, največkrat pa do 1 cm. V spodnjem delu kamnoloma so granati bolj vijolično obarvani, medtem ko so tisti iz zgornjega dela bolj rdeči. Posamezen kristal je zelo težko izluščiti iz matične kamnine, saj se hitro drobi. Prerezan del največjega granata, v daljši smeri meri 64 mm, ki ga je našel lastnik kamnoloma Jože Leva, je razstavljen v mineraloški zbirki Zavoda za kulturo v gradu v Slovenski Bistrici. Kristal je v osrednjem delu lepo vijolično obarvan, zunanji rob kristala pa je rdeč.



Kristali kalcita, do 15 mm, prekriti z zelenim kloritom. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek



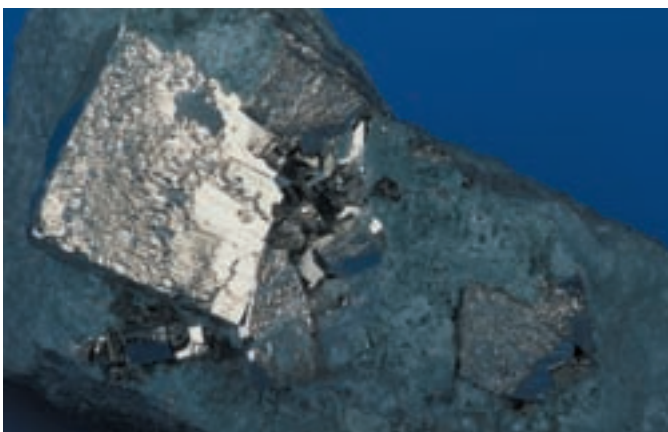
Posamezna gnezda zapolnjujejo kristali kremenca in epidota; največji kremenec je visok 36 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Bisolit je vlaknati različek aktinolita, ki je v kamnolomu pogosto poleg klinoklora; 3 x 2 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Galenit je med najredkejšimi minerali v kamnolomu; 30 x 25 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Kristali pirita imajo razvite predvsem kristalne ploskve kocke; največji kristal pirita 15 x 15 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar

Črni turmalin – **šorlit** največkrat najdemo v polah gnajsa. Nekaj centimetrov veliki kristali so praviloma močno razpokani, lepo oblikovane pa najdemo tudi v sivem gnajsu, vendar ne presegajo dolžine 2 cm.

Najbolj zanimive minerale pa najdemo v razpokah razgaljenih metamorfnih kamnin. V eni, ki smo ji v zadnjih letih sledili vse od vznožja kamnoloma, smo našli doslej najlepše kristale **ametista** v Sloveniji. Največji so dolgi 7 cm. Razpoka je ozka in se le ponekod razširi do 3 cm. Ametisti so brez izjeme obarvani tam, kjer je kristal začel rasti. Masivna žila ametista lahko zapolnjuje celotno razpoko. Mnogi kristali so v razpoki že zdrobljeni. Poleg ametista smo v tej razpoki našli tudi lepe kristale **pirita**, do 25 mm v premeru. Z njim so bogate predvsem razpoke v metamorfnih kamninah v spodnjem delu kamnoloma. Zaradi rasti v ozkih razpokah so kristali pogosto sploščeni. Včasih pa je pirit samo impregnacija v amfibolitu, včasih pa je drobnozrnat masiven. Med sulfidnimi minerali je zelo redko najti še **galenit** – doslej le nekaj posameznih milimetrskih kristalov in le enkrat več centimetrov dolga žilica, v kateri je bil tudi pirit. S piritom in ametistom se v tej razpoki družijo tudi tanko ploščasti kristali **kalcita**, ki so po posameznih razpokah različno veliki in so največkrat videti kot neurejeno zloženi listi belega papirja. Če je odprtina dovolj velika, so med seboj razmaknjeni tako, da oblikujejo odprtine trikotnih oblik. Če je razpoka ozka, so po kamnini razviti kot bela mreža. Redki so primeri, ko je osnoven šeststraničen kristal lepo razvit ter na obe strani tudi odebeljen. Nekatere razpoke zapolnjuje kalcit v celoti.



Kristali kremenca, veliki do 5 mm, so rasli v isto smer. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

V zgornjem delu kamnoloma je v amfibolitu drugačen tip razpok: so krajše in zapolnjene s kristali **kremenca** in **epidota**. Posamezni kristali kremenca so v celoti obdani s kloritom in zato zelenkasto obarvani. Največji primerek je dolg 8 cm in sodi med

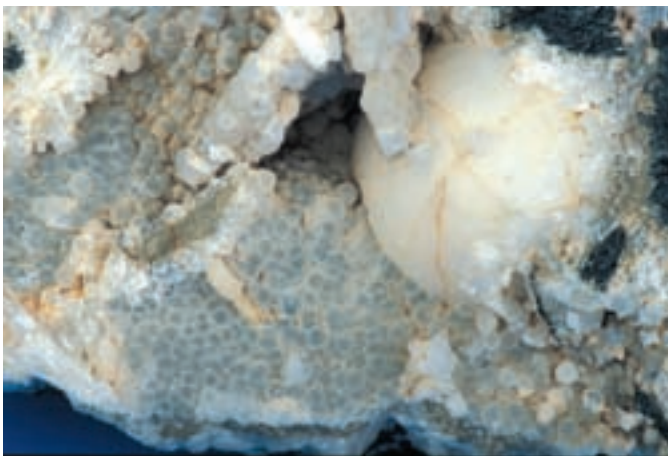


Kalcit z razvitimi ploskvami prizme ob kloritu; 36 x 18 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

največje kremene, najdene na Pohorju. Ob kremenu je v različnih delih kamnoloma tudi **klinoklor** v črnih ali temnozelenih skupkih v obliki svitkov, ki so ponekod samostojno razporejeni, drugje sestavljajo manjše skupke, ali pa so kot tanjša plast v razpoki. V redkih primerih so kristali zrasli na ploskvah kremenca. Posamezni svitki z značilno lamelasto strukturo so veliki do 5 mm, največkrat pa le nekaj milimetrov. V razpokah je največ od travnato zelenega do svetlorjavega epidota. Kristali so največkrat veliki le nekaj milimetrov, izjemoma nekaj manj kot centimeter.



Kristali granata so običajno majhni in le redko večji in lepše oblikovani; premer granata 14 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Kroglasti skupki natrolita, najdeni ob potoku Oplotniščica, nedaleč od kamnoloma škrilja; izrez 32 x 23 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar

Redko se je našel obojestransko zaključen, vedno pa v paragenezi s skoraj vsemi minerali. Posebnost so skupki, iz katerih radialno izrašča več deset kristalov. Kot las tanki kristali, ki pa so lahko dolgi tudi več kot 2 cm, so vlaknati aktinolit ali **bisolit** in je redkejši kot epidot. Navadno so svetlozelenkaste barve, železovi oksidi pa jih v nekaterih razpokah obarvajo v različne rjave odtenke. Na kristalih bisolita opazimo z lupo še drobne kristale zeolita **phillipsita**. Različni zeoliti, ki jih bo potrebno z ustreznimi metodami podrobno določiti, so v nekaterih razpokah kar pogosti. Največkrat so v paragenezi z epidotom. Najbolj pogost je **habazit** v prozornih ali belih kockah, velik do 8 mm, večina pa le nekaj milimetrov. Phillipsit je v obliki drobnih prizmatskih kristalov ali krogličastih skupkov.

Pri potoku Oplotniščica smo našli tudi do 1 cm velike rumene kristale **titanita** v žili z glinenci, kjer so bili še do 5 cm veliki kristali **rogovače**.

Med zadnjimi najdbami omenimo še primerke **natrolita** v obliki drobnih kroglastih skupkov. Ker je kamnolom aktiven, lahko v njem pričakujemo še nadaljnja odkritja novih mineralov.

Literaturni viri:

- HINTERLECHNER RAVNIK, A., 1971: *Pohorske metamorfne kamenine*. Geologija, knjiga 14, str. 187-226, Ljubljana.
- NIEDERMAYR, G., A. HINTERLECHNER RAVNIK, E. FANINGER, 1992: *Mineralizirane alpske razpoke na Pohorju*. Geologija, knjiga 35, str. 207-223, Ljubljana.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega*. Samozaložba, Radlje ob Dravi.
- PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica* (minerali iz kamnoloma Leva v Koritnem, str. 57-60). Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.

Nahajališče epidota Frajhajm na Pohorju

Vili Podgoršek

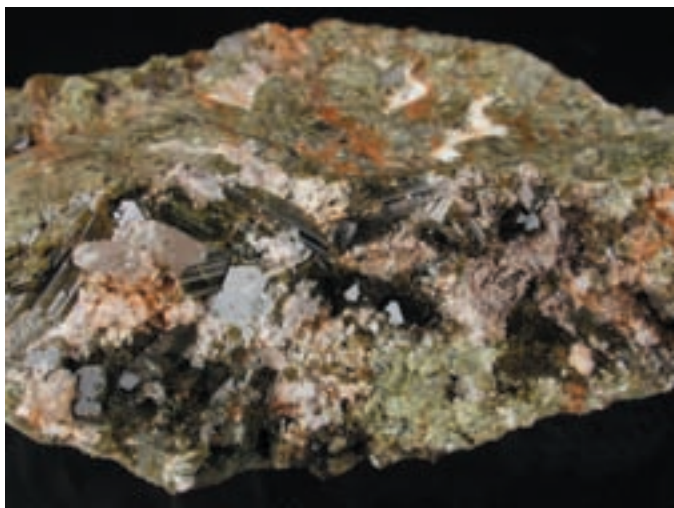
Nova nahajališča mineralov na Pohorju se največkrat pokažejo ob redkih zemeljskih posegih, ko odstranijo praviloma debelo preperino in razkrijejo kamninsko podlago. Na domačiji Pregel v Frajhajmu so se maja leta 2005 odločili, da zravnaajo približno pet hektarjev nekdanjega gozda in pašnika. Na nekaj mestih so tako razkrili kamninsko podlago z zanimivo združbo mineralov. Škoda je le, da so delo opravili tako hitro in da zbiralci mineralov nismo bili tam že od samega začetka – pa vendar dovolj dolgo, da smo lahko pobrskali za minerali in ugotovili njihovo pestrost.

Našli smo doslej najlepše in največje epidote v Sloveniji, poleg tega pa še kremen, granat, kianit, pirit, drobne žilice galenita, šorlit, amfibol in še nekaj zaenkrat nedoločenih mineralov v marmorju.

Domačini so povedali, da je tam nekoč stala apnenica, v kateri so žgali marmor iz bližnjega nahajališča. Ob ravnanju so se prikazali ostanki apna in oglja, kar potrjuje njihovo pripoved in hkrati priča o še enem načinu izkoriščanja pohorskega marmorja v preteklosti. Veliko so ga uporabili tudi kot gradbeni material. V stenah hiš v Frajhajmu, kjer je odpadel omet, še danes vidimo, da so marsikateri objekt vsaj delno ali kar v celoti zgradili iz marmorja.



*Del približno 5 hektarjev velikega zemljišča, ki so ga spomladi leta 2005 preurejali pod Preglovo domačijo v Frajhajmu. Ob tem smo odkrili do sedaj največje nahajališče kristalov epidota pri nas.
Foto: Vili Podgoršek*



*Epidot in periklin sta minerala, ki sestavljata značilno mineralno paragenezo alpskih razpok; 48 x 32 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*



*Epidot z vrhom kristala, ki ima razvite kristalne ploskve; 3 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Miha Jeršek*



Zdvojen kristal epidota;
izrez 3 x 2 mm. Najdba in zbirka
Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

Zravnano pobočje, nagnjeno na jugozahodno stran, je nekaj deset metrov nad potokom Velika Polskava, tik nad maka damsko cesto, ki pelje proti Arehu, in sega vse do ceste za Frajhajm. Približno po sredini preurejenega ozemlja se zbira pod preperino voda, ki nad spodnjo cesto izvira kot krajši pritok Velike Polskave. V tem delu je bilo zemljišče toliko nižje, da so nanj nasuli največ materiala ter tako poskušali pobočje toliko zravnati, da bi bilo primerno za strojno košnjo. Ker je bilo veliko preperine potisnjene v osrednji nižini del zemljišča, si je voda, ki je tam že od nekdaj tekla, ob prvih večjih nevihtah v poletnih mesecih spet izdolbla do 2 m globoke erozijske jarke in dosegla prejšnjo kamninsko podlago. Domačinom je zaradi neupoštevanja osnovnih zakonov narave in neustrezne drenaže naredila veliko škode, nam pa razkrila kamnine, v katerih smo našli številne minerale.

Ugotovili smo, da v višjem delu, severno od omenjenega potočka, v podlagi prevladuje marmor, ponekod se mu pridruži gnajs, zato je debelina prsti in preperine precej tanjša. Proti osrednjemu delu območja je razmeroma veliko epidota, ki mu lahko sledimo vse do spodnje makadamske ceste.

Prve kose epidota, nekateri so bili zapolnjeni z glinenci in v manjši meri s kremenom, smo našli v erozijskih jarkih, ki so jih že med zemeljskimi deli izdolble meteorne vode. Bloki kamnin so bili veliki do 0,5 m, po pripovedovanju domačinov pa so največje že pred tem zakopali na najnižjih delih starega površja. Verjetno je bilo tako premeščenih največ blokov marmorja, med njimi pa tudi takšni, ki so bili zgrajeni samo iz epidota. Prav v neposredni bližini, kjer so odkopali nekaj takih žil, je bila nekoč omenjena apnenica. Južni, nižji del preurejenega pobočja je zgrajen pretežno iz gnajsa, ki ga na gosto prepredajo kremenove žile. Kremen v njih je zdrobljen in pogosto temen. Redko smo v njem našli do 10 cm dolge protaste kristale **kianita** in do 1 cm velike kristale **šorlita**. Ta del je prekrivala tudi do 2 m debela plast preperine, iz katere so se ob ravnanju valili veliki kosi žilnega kremenca.

V osrednjem delu, kjer je stik različnih kamnin, smo našli do 18 mm velike kristale **kremena**, ki so poraščali drobnozrnato kremenovo osnovo, in manjše, nekaj milimetrov debele žile s **piritom** in **galenitom**. Epidot je najpogosteje korodiran in prekrit z limonitnimi prevlekami. Kristali dosežejo 35 mm v dolžino in 16 mm v širino, pogosto pa so prelomljeni. Na odlomih je včasih vidna conarna rast. Notranji del je navadno bolj temen.



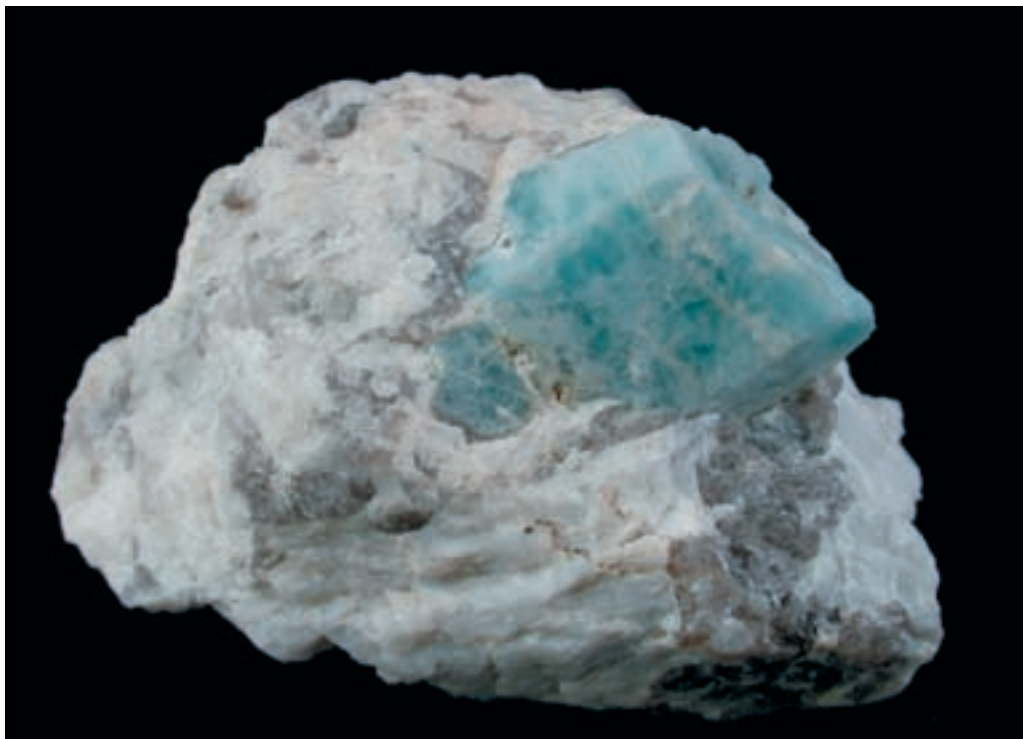
Temno- do svetlozeleni kristali
epidota s Frajhajma so veliki do
15 mm. Najdba in zbirka Vilija
Podgorška. Foto: Miha Jeršek

Minerali v Bistriškem vintgarju

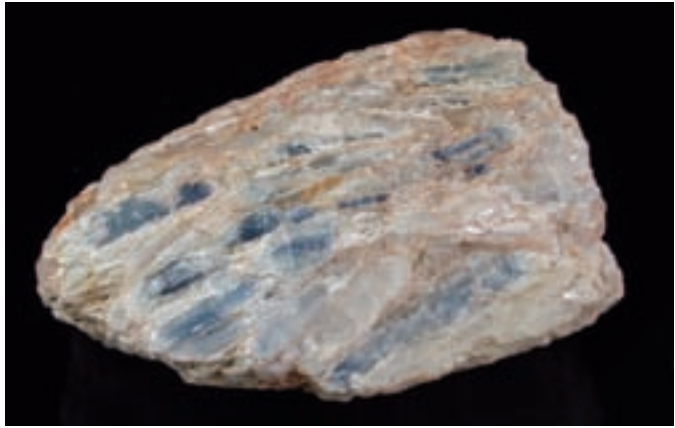
Franc Pajtler

Ob potoku Bistrica nad Slovensko Bistrico nad vodnim zajetjem pri domačiji Šega je opuščen kamnolom pretežno amfibolitiziranega eklogita z žilami pegmatitnega gnajsa, ki mu domačini pravijo Banovinski kamnolom. V času banovine v dvajsetih letih prejšnjega stoletja so kamen lomili in drobili s takrat precej napredno mehanizacijo. V tridesetih letih je kamnolom kupil Jože Špes, po domače Donik, od njega pa ga je kupil še pred drugo svetovno vojno Jože Stare iz Ljubljane. Po vojni je bil kamnolom nacionaliziran. Ko je bila leta 1952 ukinjena občina Zgornja Bistrica, je lastništvo prešlo v upravo mesta Slovenska Bistrica; v šestdesetih letih so z delom v njem prenehali.

Ker je eklogit zelo obstojen barvit naravni kamen, so zaradi zanimanja italijanskih trgovcev v sedemdesetih letih odlomili nekaj blokov. Pri poskusni obdelavi se je pokazalo, da bi bila



Beril v kremenu iz Bistriškega vintgarja; beril 22 x 15 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Kristali kianita iz Bistriškega vintgarja so v lepem kontrastu z belim kremenom; 75 x 65 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

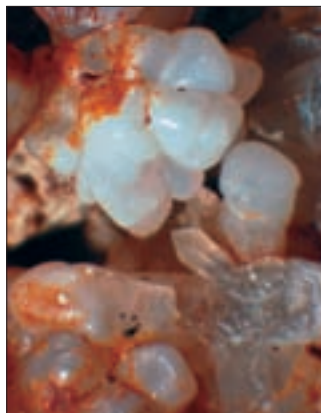
razrez v plošče in poliranje tehnološko prezahtevna in predvsem predraga zaradi **korunda** v eklogitu. Na primarnem mestu smo našli v pegmatitnih gnajskih kamnoloma le drobne, do 4 mm velike kristale **kremena** in do 2 mm velike kristale rdečega **granata**. V devetdesetih letih je Ana Hinterlechner Ravnik vodila ekskurzijo po Pohorju, v kateri je bil tudi Dunajčan A. Harrer. V grušču pod steno kamnoloma je v odlomku pegmatitnega gnajsa našel kristal akvamarina, velik 20 x 21 x 9 mm. Kljub sistematičnemu, natančnemu in dolgotrajnemu razbijanju kamnin in iskanju v stenah kamnoloma nam akvamarina v Banovinskem kamnolomu ni uspelo ponovno najti. Potok Bistrica je ob močnih nalivih zelo deroč, zato menimo, da je bil omenjeni primerek akvamarina v pegmatitnem gnajsu prinesen na teraso ob Banovinskem kamnolomu iz višje ležečih predelov potočne struge, saj smo našli prav take **berile** v pegmatitnih dajkih v granodioritu pri slapu Šum nad Rimskim kamnolomom marmorja. Severno od Rimskega kamnoloma, pri slapu Šum, je namreč meja med metamorfnim zaporedjem pohorske serije in pohorskim granodioritnim plutonom. V kamnolomu, ki mu danes pravimo Rimski, so Rimljani pred okrog 2000 leti pridobivali kalcitni marmor iz do 15 m debele plasti, kasneje pa so marmor v kamnolomu in bližnji okolici lomili tudi za proizvodnjo apna v bližnjih apnenicah. Tovrstna »antropogena erozija« je predvsem pozimi in zgodaj pomladi vidna v vzhodnih pobočjih grape, kjer zaradi odnešenih marmorjev reliefno izstopajo iz pobočij do 4 m debele pegmatitne žile za več metrov. Pegmatit sestavljajo do okrog 5 cm velika bela zrna plagioklazov in kremen. V pohorski seriji se nad debelejšimi plastmi opisanih marmorjev menjujejo tanjše plasti marmorjev z amfibolitnimi in kloritnimi skrilavci. V metamorfnem zaporedju južneje, pod Rimskim kamnolomom, so biotitni blestniki.

Poleg berila najdemo v povodju Bistriškega vintgarja v blestnikih kristale kianita, granate, drobne kristale kremenca in kalcedona. **Kianit** je v brezbarvnih do modrih kristalih, dolgih do 4 cm. Kristali kremenca v pegmatitnih žilah so brezbarvni in prozorni ter veliki do 1 cm. Mineraloška posebnost so kristali kremenca, ki jih prekrivajo drobni, do nekaj milimetrov veliki skupki belega **opala** in **kalcedona**. Celotna mineralna parageneza je lahko limonitizirana.

Najdbe mineralov v Bistriškem vintgarju so predvsem nakučne. Banovinski kamnolom ne obratuje več in zato je vsaka nova najdba pravzaprav velika vzpodbuda za nadaljnje raziskovanje tega področja.

Literaturna vira:

- FANINGER, E., A. HINTERLECHNER RAVNIK, 1993: *Najdba akvamarina na Pohorju ter splošno o beriliju in njegovih mineralih*. Proteus, str. 99-101, Ljubljana.
 HORVAT, A., S. JENČIČ, M. KANOP, B. KRUDER, D. PRISTOVNIK, S. ŠTAJNBAHER, 2000: *Bistriški vintgar*. Občina Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.



Kalcedon iz Bistriškega vintgarja včasih v grozdastih skupkih prerašča brezbarvne kristale kremenca; 4 x 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

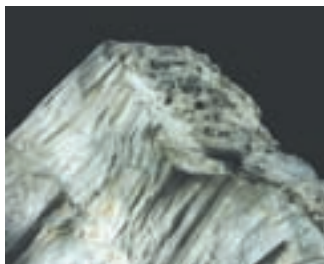
Minerali v Donikovem kamnolomu na Pohorju

Vili Podgoršek, Uroš Herlec



Pogled na zahodni del kamnoloma Donik leta 2004. Foto: Miha Jeršek

Odkritje tega nahajališča mineralov je bilo prav nenavadno. Vili Podgoršek in Franc Golob sta se jeseni leta 1996 vračala s terenskega dela na Frajhamu na Pohorju proti Polskavi. V siju avtomobilskih luči so se ob cesti nenadoma zaiskrile ploskve mineralov na sveže razbitih blokih kamnin. V soju avtomobilskih žarometov sta vzela prve vzorce stebričastih in vlaknatih mineralov, ki jih je Meta Dobnikar z Naravoslovnotehniške fakultete z metodo rentgenske praškovne difrakcije prepoznala kot aktinolit in hrizotil. Glede na velikost in obliko kristalov so to zaenkrat najlepši slovenski primerki teh dveh mineralov. V pričakovanju novih, še boljših najdb smo zbiralci pogosto obiskovali kamnolom in do sedaj našli 15 različnih vrst mineralov.

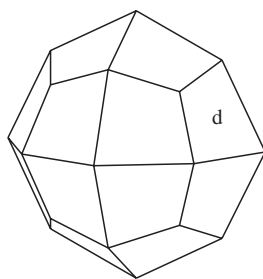


Hrizotil v vlaknatih kristalih, ki so lahko dolgi tudi 10 cm in več. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek

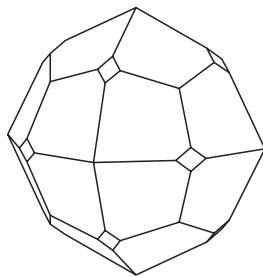
Novo nahajališče so le malo pred prvo naključno najdbo razkrili v začasnem kamnolomu ob gradnji manjše hidroelektrarne na potoku Velika Polskava. Preperino in drobljenec iz blokov kamnin so uporabili za utrjevanje cest, večje bloke pa za izgradnjo cestnih podpornih zidov, kakršni so pri naselju Ogljenšak. Kamnolom je obratoval do leta 2002. Danes so golice ohranjene le še na nekaj najbolj strmih delih, saj se pobočje v metamorfnih kamninah, ki hitro preperevajo, tudi hitro zarašča. Nahajališče smo po lastniku poimenovali Donikov kamnolom.



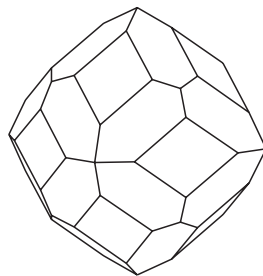
Skupek kristalov čadavcev, mikroklina in berila. Primerek je visok 12 cm, dolžina kristala berila pa je 3 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



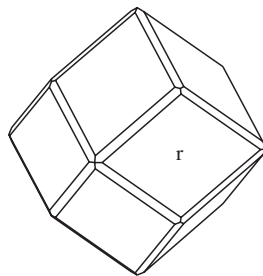
A



B



C



D

Širše področje kamnoloma gradijo metamorfne kamnine pohorske serije: gnajs, pegmatitni gnajs, amfibolit in marmor, ki jih sekajo aplitne in pegmatitne žile oziroma tudi do več metrov debeli dajki. V vzhodnem delu kamnoloma, kjer vanj pripelje gozdna cesta, je na površju nekaj metrov debela žila pegmatita, ki se nadaljuje še nekaj deset metrov nad kamnolomom v gozdu, kjer se stena postopoma dviguje vse do višine okrog 8 m. Verjetno ista pegmatitna žila izdanja tudi ob cesti, ki vodi naprej v Frajhajm, še več kot sto metrov daleč od kamnoloma. Nekaj blokov kamnine so navalili na pobočje nad zgradbo omenjene hidroelektrarne. Pegmatitne žile so še na več krajih v širši okolici kamnoloma Donik. V srednjem delu nekaterih dajkov so še ne povsem zapolnjeni deli s skupki kristalov kremenca, mikroklina, ortoklaza, berila, sljude, ilmenorutila, epidota, pirita in granata.

Kremen je lahko brezbarven ali čadav, posamezni kristali pa veliki do 6 cm. **Čadavec** je skupaj s kristali porcelansko belega **mikroklina**, ki so veliki do 3 cm. Redko so zraščeni po

Kristali granata iz kamnoloma Donik imajo razvite ploskve tetragontrioktaedra $d\{211\}$ v kombinaciji z rombskim dodekaedrom $r\{110\}$. Risbe: Mirjan Žorž



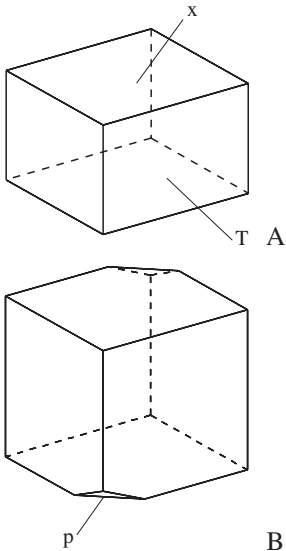
Kristal adularja, 2 mm, iz kamnoloma Donik. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



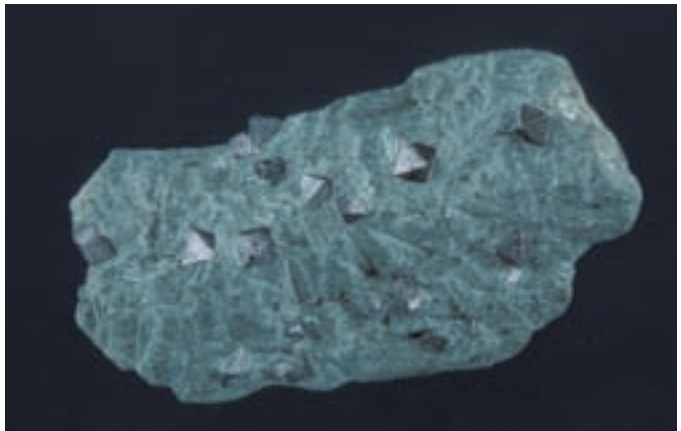
Kremen in muskovit v skupkih, ki so veliki tudi do 15 cm in več. Poleg so granati, ki imajo razvite drobne kristale; izrez 40 x 25 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Ciril Mlinar

manebaškem zakonu dvojčičenja. Zelo redki so kristali **berila**, veliki do 3 mm, nekateri rahlo modro obarvani. **Muskovit** je v kristalih, ki so veliki do 10 cm, zato spadajo med največje kristale muskovita na Pohorju. **Biotit** je v do 10 cm dolgih skupkih, njihov premer je do 2 cm.

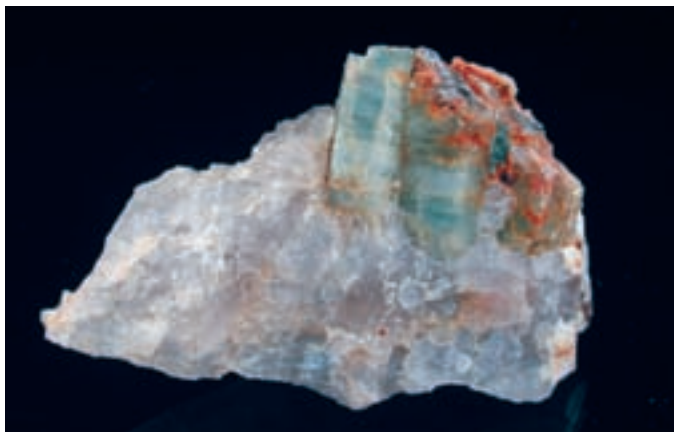
Aktinolit je mineral, ki je značilen za to nahajališče. Pravzaprav je kamnolom Donik najbolj bogato nahajališče aktinolita v Sloveniji. V nekaterih žilah v serpentinitu so do



Oblika kristalov adularja iz kamnoloma Donik. Razvite imajo ploskve $x\{001\}$, $T\{110\}$ in $p\{\bar{1}01\}$. Risbi: Mirjan Žorž



Kristali magnetita, 6 mm, so redko popolno ohranjeni, saj kamnine v kamnolomu Donik hitro preperevajo. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Beril iz kamnoloma Donik je redko modrikasto obarvan; beril 18 x 14 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

6 cm dolgi, precej ploščasti kristali, v nekaterih pa celo lističasti. Redko smo našli posamezne, nekaj milimetrov dolge kristale aktinolit, ki so rasli neovirano v manjše odprte razpoke. Običajno je zelene barve, kristali pa se med seboj tesno preraščajo. Redkeje so črni, najbolj redki pa so sivi. Najdaljši, snopasto razviti kristali, so dolgi več kot 30 cm. Med aktinolitom, ki je v večini žil v serpentinitu kamninotvoren, so drugi minerali redki.

Menimo, da je najpomembnejše odkritje **thulita**. To je rožnat različek **zoisita**, ki smo ga našli izključno skupaj z zelo temnimi, skoraj črnimi kristali aktinolit. Thulit je samo masiven, uporaben pa je tudi kot okrasni kamen, saj smo iz njega lahko zbrusili nekaj okrasnih predmetov.



Aktinolit je značilen mineral, ki ga najdemo v kamnolomu Donik; 85 x 60 mm. Redko je v posamičnih kristalih. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Thulit, rožnati različek zoisita, 18 x 14 cm, smo do sedaj našli le v kamnolomu Donik. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar

V lističastem aktinolitu smo našli še natečne ledvičaste oblike zelenega hidrotermalnega **kalcedona** s premerom do 2 cm. Ponekod ga v skupkih spremlja še redok **pirit** v drobnih kristalih z razvitimi ploskvami kocke.

Najmlajše razpoke in votlinice v aktinolitu zapolnjuje zelenkasti kalcit, ki je tudi v nekaj milimetrov velikih kristalih, in lepo razviti kristali **adularja**, veliki do 4 mm, in nekaj milimetrov veliki kristali kremenca. V redkih razpokah, prečno na žile z aktinolitom, so zelenkasti, nekaj milimetrov veliki kristali



Tanki vlaknati kristali hrizotilnega azbesta. Dolžina posameznih vlaken je do 76 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Ortoklaz s čadavci iz stare zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije; 18 x 15 cm. Foto: Ciril Mlinar

kalcita, kremenca in **glinenca**, ki so rumeno do rjavo obarvani z limonitom.

Metamorfne kamnine v kamnolomu so precej preperete, zato je večina mineralov slabo ohranjenih in limonitiziranih. V serpentinitu v bližini kamnoloma so do 8 mm velike psevdomorfoze serpentinih mineralov po broncitu (bastit) v ultrabazični globočnini – harzburgitu. Posamezne hidrotermalne žile so zapolnjene z vlaknatim **hrizotilom**; vlakna dosežejo dolžino 50 cm, v nekaterih žilah so nagubana, saj so bile razpoke v kasnejših tektonskih fazah zamaknjene ali pa je ob večjih premikih ob razpokah nastal iz vzporedno vlaknatih žil agregat naključno prepletenih azbestnih vlaken.

V zahodnem delu kamnoloma smo v kloritno-biotitnem skrivilavcu na stiku s serpentinitom našli kristale **magnetita**, velike do 6 mm. Magnetit je zelo redko v kristalih, kjer so še ohranjene kristalne ploskve oktaedra. Je sicer običajni produkt serpentinizacije ultrabazičnih kamnin in pogosto nadomešča zrna rombičnih piroksenov. Ob kasnejših tektonskih fazah in geotermalnih spremembah, ki so jim bile podvržene kamnine na Pohorju, je prišlo do njegove zbirne kristalizacije in rasti idiomorfnihih oktedrskih kristalov v najbolj prepustnih delih kamnine v obrobnihih prelomnih conah s kloritom in biotitom. V kamnolomu je oblika kristalov magnetita nepopolna, saj ploskve niso zaključene in so kristali videti zaobljeni. Menimo, da so bili že po svojem nastanku delno hidrotermalno resorbirani oziroma delno raztopljeni.



*Kristal aktinolita; 4 x 2 mm. Zbirka
Prirodoslovnega muzeja Slovenije.
Foto: Miha Jeršek*

Literaturni viri:

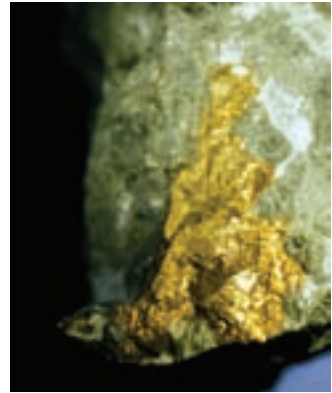
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1999: *Kremen in njegovi pojavi na Slovenskem* (kremen iz Velike Polskave, str. 35-36). Galerija Avsenik, Begunje.
- REČNIK, A., 2000: *Minerali pegmatitnih gnezd* (geologija terena, kremen, spessartin, mikroklin, beril, muskovit, ortoklaz, str. 56-68). Proteus let. 63, št. 2, Ljubljana.
- PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica* (kalcedon, hrizotil, aktinolit, str. 26-32). Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.
- GRADIŠAR, M., 2005: *Mineralna sestava in strukture v pegmatitih iz doline Polskave* (pegmatitne in aplitne žile). Diplomsko delo, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.

Minerali Bistriškega jarka in Vudovega potoka

Zmago Žorž

Severno od Mute preseka Kobansko prelom, ki poteka v smeri sever-jug, ob njem je globoko dolino izdolbel potok Bistrica, ki teče s planine Golica na avstrijski strani in se pri Spodnji Muti izliva v Dravo. Na sredini doline se Bistrici z leve priključi Vudov potok. Zelo strma pobočja dolin obeh potokov nudijo veliko možnosti za iskanje mineralov. Teoretično je mogoče, da bi se porušil velik akumulacijski jez na avstrijski strani Golice, zato so po dolini postavljene denundacijske table in nameščene sirene, ki naj bi opozarjale domačine v primeru nevarnosti. Kjer se vode Sedilnikovega slapa izlivajo v potok Bistrica, so domačini postavili *ekološko kapelico*. Na tem območju, med ekološko kapelico in omenjenim slapom, mimo katerega vodi označena planinska pot na vrh proti Sv. Jerneju in na Bricnikov vrh, lahko najdemo minerale na več mestih. Nekatere najdbe so vezane na nekoč izkopane rudniške rove, druge na nekoč aktiven kamnolom, tretje pa so bolj ali manj naključne.

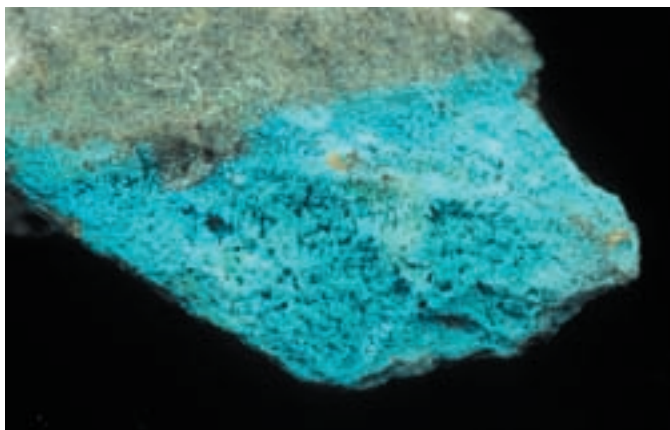
Geološko pestrost in zgodovino iskanja rude nam potrjujejo že arhivski viri. Tako lahko zasledimo, da so 10. oktobra 1866 vpisali v rudarsko knjigo pravico do odkopavanja bakrove rude na posestvu Petra Erjavca, po domače na Prevolovem v Bistriškem jarku, pod imenom Kupferbergbau Prevol. Rudnemu polju je



Halkopirit iz Bistriškega jarka; 50 x 30 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Zmago Žorž



Pogled iz enega izmed ohranjenih rudniških rogov v grapi Vudovega potoka. Foto: Zmago Žorž



*Devillin iz Vudovega potoka; 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.
Foto: Miha Jeršek*

bilo ime Concoridin Grubenfeld in je merilo štiri enojne jamske mere. Lastniki so bili Adolf von Rosthorn (lastnik prevaljske železarne), Gustav Fischer in Anton von Webern. Poskusni rovi so bili izkopani v kloritne skrilavce ob sotočju Vudovega potoka in Bistrice. Danes so dostopni trije raziskovalni rovi.

V prvem rovu ob Vudovem potoku nismo našli orudenja. Verjetno so do podobne ugotovitve prišli tudi nekdanji lastniki, saj je ta rov najkrajši in meri le 7 m. Drugi rov, ki je dolg dvajset metrov in izkopan prav tako v kloritni skrilavec, je verjetno obetal več. V matični kamnini je razpršen **halkopirit** v drobnih zrnih in redko v gomoljih nepravilnih oblik, velikih do 4 cm. V tem rovu sem prvič v Sloveniji našel redek kalcijev-bakrov sulfat **devillin**. Je svetloder, njegovi kristali pa so igličasti. Poleg halkopirita in devillina so številne prevleke iz **malahita**. V kloritnem skrilavcu je bila pri stropu manjša razpoka, ki je bila zapolnjena z do centimeter velikimi kristali **kalcita**. V okolici rova najdemo v razpokah kloritnega skrilavca do 3 mm velike zelene kristale **epidota** in redko kristale **periklina**, ki so veliki do 5 mm. Na več mestih ob Vudovem potoku so žile hidrotermalnega masivnega mlečnega **kremena**. V njem so tanke luske **hematita**, velike do 15 mm, in črni oktaedrski kristali **magnetita**, veliki do 1 mm.



*Planchéit iz Bistriškega jarka;
5 x 3 mm. Najdba in zbirka
Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek*

Tretji rov, ki je nedaleč stran ob potoku Bistrica, je najdaljši, saj meri v dolžino 30 metrov. Pri kopanju rova so sledili tanko razpoko, zapolnjeno s fino razpršenim halkopiritom. Na obeh straneh so zelene prevleke malahita, poleg pa kristali **sadre**, veliki do 2 mm. Tudi na nekaj mestih v okolici še vedno opazimo sledove rudarjenja. Glede na opise in videno lahko sklepamo, da aktivnega rudarjenja ob potoku Bistrica in ob Vudovem potoku ni bilo. Na več mestih so le raziskovali in končno vse opustili. Rudarske pravice so bile izbrisane leta 1894.

Ob obnovi ceste, ki povezuje Bistriški jarek s Sv. Jernejem nad Muto, smo v podobnih kamninah našli zanimivo železovo orudjenje. Poleg lističev **hematita**, velikih do 10 mm, in drugih železovih oksidov, **kuprita** ter **halkopirita**, so bili še **mala-hit**, **hrizokola** in kot posebnost svetlomodri igličasti skupki **plancheita**. Vsi ti minerali so v zrnih, velikih do nekaj milimetrov. Razpoke v orudjenju zapolnjujejo kristali **ortoklaza** z izrazitim steklastim sijajem.

V dolini potoka Bistrice je tudi opuščen kamnolom. Še pred dvajsetimi leti so tu pridobivali siv plastnat marmor, v katerem so kristali **pirita**. To nahajališče so poznali že zbiralci mineralov v času Avstro-Ogrske. Zaradi preperevanja pirita so bili marmorji uporabni le za manj pomembne gradbene projekte. Kar nekaj zidov, hiš, cerkva in obzidij v okolici je zgrajenih iz njega. V razpokah marmorja lahko najdemo še kristale **kalcita** in **sadre**.

Ob cesti, ki povezuje Bistriški jarek s Pernicami, izdanjajo metamorfne kamnine kobanske serije: almandinov blestnik z do 1 cm velikimi kristali granata **almandina**, stavrolitni blestnik, biotitno kloritov skrilavec, kloritno amfibolitov skrilavec, amfibolit in uralitiziran diabaz, marmor in redko lojevčev skrilavec. V enem izmed izdankov lojavčevega skrilavca smo našli 15 mm velik kristal **granata**. V spremenjenem diabazu lahko najdemo do 1 cm velike kristale **avgita**.

Literaturni viri:

Rudarska knjiga C, /1866/, str. 61-63. Arhiv RS, Ljubljana.

MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1972: *Osnovna geološka karta in tolmač lista Slovenj Gradec*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

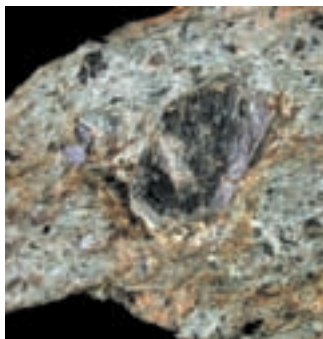
MIOČ, P., 1977: *Geološka zgradba Dravske doline med Dravogradom in Selnico*. Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.

ŠTRUCL, I., 1986-1989: *Metalogenetska problematika kovinskih nahajališč v metamorfnih kameninah na Kobanskem in Pohorju*. Ekonomski center Maribor, enota Ravne na Koroškem, Maribor.

ŽORŽ, Z., 2000: *Skriti zakladi – minerali Koroške*. Koroški zbornik 3, str. 161-179. Zgodovinsko društvo za Koroško, Ravne na Koroškem.

Minerali Košenjaka

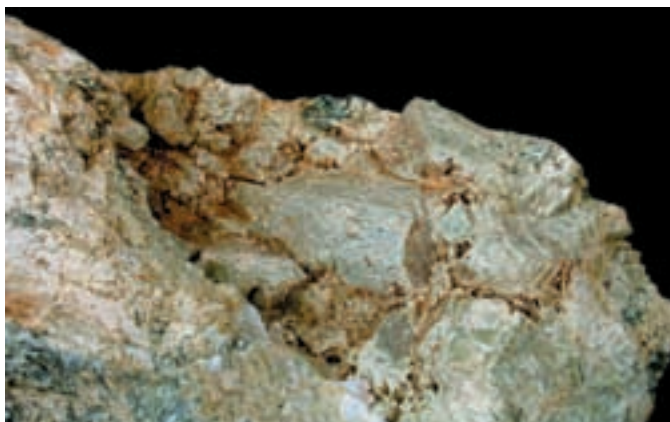
Zmago Žorž



*Avgit s Košenjaka; 21 x 13 mm.
Najdba in zbirka Zmaga Žorža.
Foto: Ciril Mlinar*

Pred skoraj desetimi leti sem obiskal gospoda Čevnika na Dobrovi pri Dravogradu, kraju, ki je večini zbiralcev znan kot nahajališče dravita v temeljih njegove hiše. Beseda je nanesla tudi na stare čase in naše prednike. Ko sem ga vprašal, ali pozna še kakšno posebnost iz sveta kamnin in mineralov, mi je povedal, da je njegov oče enkrat na leto zjutraj peš odšel od doma nekam na drugo stran Drave in se zvečer vrnil s *federvajsom*, ki ga je nato doma z nožem nastrgal in prah uporabil predvsem kot smukec za lažje sezuvanje škornjev. Takoj sem vedel, da govori o lojevcu, čeprav do takrat tega ljudskega poimenovanja še nisem slišal. Opis lokacije »na drugi strani Drave« ni zvenel zelo obetavno. Od takrat nisem imel več miru. V pregledani literaturi o lojevcu nad Dravogradom pa nisem našel nobenega namiga.

Nekega poletnega popoldneva sem se z avtom odpeljal proti Dravogradu, da poskusim srečo na Košenjaku. Iz Dravograda sem intuitivno zavil na Vič. Sredi naselja sem zavil desno ter brez jasnega cilja navzgor. Sledilo je nekaj križišč. Zaslišal sem glas žage pri domačiji Kališnik in zapeljal na dvorišče, da se z domačimi malo pogovorim in jih na koncu še vprašam, če poznajo kakšne zanimive kamnine in morda federvajs. Kar je sledilo, sodi v rubriko »Saj ni res, pa je«! Ne samo, da so poznali **lojavec**, celo pridobivali so ga v rovu nad svojo hišo. Pred drugo svetovno vojno in med njo je bil tu manjši rudnik, katerega vhod je zdaj zarušen. Na strojno poravnane pašniku pa sem še vedno našel vzorce lojevčevega



*Svetlozelen do rjavozelen diopsid, 15 x 8 mm, na podlagi iz drobnih igličastih kristalov aktinolita s Košenjaka. Najdba in zbirka Zmaga Žorža.
Foto: Ciril Mlinar*

skrilavca. Kljub večletnemu iskanju in povpraševanju v arhivih doma in Avstriji mi še vedno ni uspelo najti pisnih virov o rudniku lojevca na Košenjaku.

Gospodar Kališnik me je odpeljal tudi do svežega odkopa na ovinku traktorske vlake, kjer so v marmorju opazili zlato obarvane vključke minerala s kovinskim sijajem. V skalnatem pobočju nad traktorsko vlako sem našel 3 m visok izdanek z zelo različnimi kamninami in minerali. Največ je sivega plastnatega marmorja, ki je na nekaterih mestih okremenjen. Med marmorjem so do 50 cm debele plasti olivnozelenega drobnozrnatega kloritnega amfibolita, v katerem so ozke razpoke zapolnjene z večinoma debelozrnatim masivnim mineralom. Redki so bili dolgoprizmatski olivnozeleni kristali, dolgi do 1 cm. Rentgenska analiza na Graški univerzi je pokazala, da gre za **diopsid**, ki sodi med piroksene. Na avstrijski strani Golice je diopsid sicer znan, vendar ne v kristalih in ne v taki barvi. V eni od razpok sem našel poleg diopsida 1 cm velik zelen kristal **titanita** steklastega sijaja in zraven še nekaj milimetrskih kristalov. V srednji plasti izdanka je v do 10 cm debeli žili **aktinolit** intenzivne zelene barve v tankih žarkastih kristalih. Zraven so ponekod kristali **flogopita** in **avgita**. V marmorju je veliko drobnih zrn **pirita**, ki zaradi preperevanja obarva marmor rjavo. V razpokah v marmorju so bili do 1 cm veliki romboedrski kristali **kalcita**, drobni kristali **sadre** ter redki do 1 mm veliki rdečerjavi kristali **rutila**.

Pa pogledjmo še geološko zgradbo širše okolice. Od mejne črte med Slovenijo in Avstrijo po grebenu Košenjaka se spušča strmo pobočje proti Jelenkovem grabnu. Na najvišjem delu pobočja so almandinovi blestniki s kristali **almandina**, velikimi do 1 cm. Večinoma so prekrti z limonitom. Kljub temu še vedno kažejo kristalne ploskve rombskega dodekaedra. Osrednji del pobočja pod almandinovim blestnikom gradijo biotitno-kloritni skrilavci, najnižji del pobočja pa večinoma kloritno-amfibolovi skrilavci, amfibolit in uralitizirani diabaz ter filit. Redke so žile pegmatitnega gnajsa, beli do sivi plastnati marmorji, kvarciti in serpentinit. V serpentinitu pod cerkvico Sv. Urbana sem našel prvič pri nas mineral **cabrerit**, ki je Mg varianta annabergita. V istem izdanku serpentinita so do 5 cm debele plasti bele do zelenega minerala iz skupine amfibolov, **antofilita**, z značilnimi žarkastimi skupki s premerom do 2 cm.

Vsi opisani litološki členi so del metamorfne kobanske serije. Ker je precej zaraščeno pobočje Košenjaka po svoji sestavi zagotovo edinstveno pri nas, bi ga bilo treba podrobneje raziskati.

Literaturni viri:

- MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1978: *Osnovna geološka karta in Tolmač lista Slovenj Gradec*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega*. Samozaložba, Radlje ob Dravi.
- ŽORŽ, Z., 2000: *Skriti zakladi – minerali Koroške*. Koroški zbornik 3, str. 161-179. Zgodovinsko društvo za Koroško, Ravne na Koroškem.



Antofilit s Košenjaka; 5 x 3 cm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek



Flogopit na aktinolitu s Košenjaka; 5 x 3 cm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

Stavrolit in spremljajoči minerali v regionalnometamorfnih kamninah

Zmago Žorž

Stavrolit je mineral, ki ga najdemo v metamorfnih kamninah in je zaradi kristalne oblike ali pa zgolj zaradi sistematike zanimiv tako za zbiratelje kot za strokovnjake. Prve omembe stavrolita na Slovenskem lahko zasledimo pri Viktorju Leopoldu von Zepharovichu. Tudi August Brunlechner je omenil stavrolit v svojem opisu nahajališč mineralov dežele Koroške. Po sledovih teh opisov sem se podal tudi sam in ga našel na že opisanih in tudi na novo odkritih lokacijah.

V bližini rudnika Leše pri Prevaljah na Koroškem so razkrite plasti biotitno-muskovitnega skrilavca. V njem so razpoke zapolnjene s kremenom in glinenci, v samem skrilavcu pa najdemo sivorjave kristale **stavrolita**. So izrazito dolgoprizmatki, dolgi do 2 cm in široki do 5 mm.



Zdvojčena kristala stavrolita iz Leš; 40 x 35 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek

Zanimivi stavroliti so še južno od Črne na Koroškem v bližini Ludranskega vrha. V pasu biotitovega granita in granodiorita so namreč izdanki stavrolitnega blestnika. Do 1 cm dolgi prizmatski kristali **stavrolita** so črnosivi. Ker jih je težko pripraviti iz kamnine, je najboljša, da si za zbirko vzamemo takšen kos kamnine, kjer je narava opravila svoje in deloma obrusila sljudo, tako da se neizraziti kristali pokažejo na površini.

Na celotnem področju Košenjaka, ob meji z Avstrijo, izdanjajo almandinovi blestniki, v katerih je vse polno preperelih in zato rjavih kristalov **almandina**. Redki so z železom revnejši granati, ki se zasvetijo v prosojni do prozorni rjavordeči barvi in v kristalih, ki imajo razvite ploskve rombskega dodekaedra. Poleg almandina so tudi kristali **stavrolita**. Najdemo ga v dveh oblikah. Prvi so rjavordeče obarvani prizmatski kristali, ki so veliki nekaj milimetrov in le kdaj pa kdaj zdvojnjeni in ne večji od 2 mm. Drugi tip kristalov stavrolita je značilno kratkoprizmatski. Do sedaj smo našli le posamezne kristale. So temnorjavi do črni in veliki do 1 cm. V almandinovem blestniku so ponekod medplastne žile masivnega mlečnatega hidrotermalnega kremenca, ki so ga nekoč uporabljale glažute na Golici, in posamezni izdanki lojevca, ki so ga domačini pred stoletjem in več žagali in uporabljali za obloge krušnih peči.

Metamorfne kamnine, ki obkrožajo magmatsko jedro Pohorja, skrivajo prenekatero presenečenje. Lep primer so kamnine v Mislinjskem jarku. V njih smo našli v zadnjem času tudi primerke **dravita**. V kloritnem skrilavcu je veliko žilnega kremenca, kristalov **stavrolita** in **klinozoisita**.

Stavrolit je tipičen mineral almandinovitih blestnikov in gnajsov na širšem območju Pohorja, Kobanskega in v Mežiški dolini. Zato so možnosti za najdbe kristalov stavrolita še precejšnje. Edina večja težava je, da so v okremenjeni kamnini in poleg sljude, zato jih je težko izluščiti iz matične kamnine.

Literaturni viri:

- ZEPHAROVICH, VON V., 1859, 1873, 1893: *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich*, Band I, II in III. Wien.
- BRUNLECHNER, A., 1884: *Die Minerale des Herzogtums Kärnten*. Klagenfurt.
- MIOČ, P., M. ŽNIDARČIČ, 1972: *Osnovna geološka karta in tolmač lista Slovenj Gradec*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- MIOČ, P., 1977: *Geološka zgradba Dravske doline med Dravogradom in Selnico*. Geologija, knjiga 20, str. 204, Ljubljana.
- ŽORŽ, Z., V. PODGORŠEK, A. REČNIK, P. MIOČ, 1999: *Minerali Pohorja in Kobanskega* (stavrolit, str. 18). Samozaložba, Radlje ob Dravi.
- ŽORŽ, Z., 2000: *Skriti zakladi – minerali Koroške* (stavrolit, str. 165, 170). Koroški zbornik 3. Zgodovinsko društvo za Koroško, Ravne na Koroškem.



*Kristal stavrolita iz Leš; 5 x 2 mm.
Najdba in zbirka Zmaga Žorža.
Foto: Miha Jeršek*

Kremen iz okolice Črnega vrha pri Polhovem Gradcu

Renato Vidrih, Mirjan Žorž

Med kristali kremenena, ki so bili kdajkoli najdeni na Slovenskem, zavzemajo posebno mesto kristali z zelenimi in rdečimi conarnimi vključki (fantomi) z nahajališč v okolici Črnega vrha nad Polhovim Gradcem. Prvim daje barvo zeleni klorit, drugim pa železovi oksidi oziroma hidroksidi. Danes je to področje precej poraščeno, zato je lepe primerke težko najti. Ob kakršnemkoli zemeljskem delu pa vedno lahko naletimo na posamezne kristale. Večinoma so samostojni, redkeje so v skupkih. Najpogosteje so v preperini. Najlepše kristalne skupke najdemo v plasteh kremenena oziroma kremenovega konglomerata, na katerega pa naletimo le redko. Pogosto so tudi na mestih, ki so jih sprale hudourniške vode. Zelo lepi kristali so ohranjeni v stari zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije, kar pomeni, da je bilo to najdišče znano že pred več kot 200 leti, omenjata pa ga v svojih delih tudi Wilhelm Voss in Viktor Leopold von Zepharovich.



Skupek kremenovih kristalov s Črnega vrha nad Polhovim Gradcem ima zaradi vključkov železovih oksidov rožnato barvo. Največji kristal, ki ima v notranjosti lepo razvite conarne fantome, je visok 55 mm. Primerek iz Zoisove zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



*Eno izmed najdišč kremenca v okolici Črnega Vrha leta 2006.
Foto: Renato Vidrih*

Kristale **kremenca** najdemo v srednjepermskih kamninah grödenske starosti, kjer se izmenjujejo plasti rdečih, sivih in zelenkastih peščenjakov, ki ponekod prehajajo v konglomerate. Sekajo jih številni prelomi in narivi v smeri severozahod – jugovzhod in jih ločijo od kamnin triasne starosti. Kristalov nikjer nismo našli na primarnem mestu, ležijo pa v preperini, ki v prelomnih conah lahko doseže tudi meter in več.

Ob gradnji vodovoda so izkopali kremenove konglomerate, ki spet niso bili na primarnem mestu, v njih pa so bili redki kristali prozornega in belega kremenca, veliki nekaj centimetrov. Vmes so bili tudi zeleni in redkeje rdeči kremen. Največji najdeni



Razmeroma redki so nitasti kristali kremenca. V tem kristalu se je 48 mm dolga nit razvila pravokotno na ploskvi prizem; 58 x 45 mm. Najdba in zbirka Marjetke Kardelj. Foto: Ciril Mlinar



Kremen, 12 x 4 mm, z vključki zelenega klorita s Črnega Vrha. Najdba in zbirka Vojka Pavčiča. Foto: Ciril Mlinar

kristali ali kristalni skupki so dosegli 8 cm. Ponekod so med kremenovim konglomeratom in peščenjakom gnezda temnozelenega klorita.

Kremenovi kristali so prizmatski z lepo razvitimi terminacijami in večinoma gladkimi ploskvami. Področje je bilo tektonsko živahno, saj so kristali pogosto prelomljeni in zacepljeni. Drobci, ki so nastali pri lomljenju, so priraščeni na posameznih delih kristalov, kjer so se do določene mere regenerirali. Posebej tipični so rdeče in zeleno obarvani conarni vključki – fantomi, ki so posledica usedanja zelenega klorita in rdečkastih železovih oksidov oziroma hidroksidov na izoblikovane kristalne ploskve, ki jih je kasneje prerasla nova plast kremenca. Obarvanje klorita in železovih spojin se je večkrat ponovilo, zato so v kristalih nastale cele serije vzporednih fantomov. Posledica tektonskih gibanj so tudi nitasti kristali, ki so kar pogosti. Dolžina niti v posameznem kristalu lahko doseže tudi do 5 cm.

Ploskovno so kristali dokaj skromni. Razvite imajo namreč le ploskve prizem $m\{100\}$ in obeh romboedrov $r\{101\}$ in $z\{011\}$. Ploskve bipiramide $s\{111\}$ so precej redke. Na ploskvah romboedrov so vedno značilne vicinalne ploskve, katerih pozicije kažejo na interpenetracijsko dvojčenje klinastega tipa.

Literaturni viri:

- ZEPHAROVICH VON V., 1859, 1873: *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich* (Band I: kristali s Črnega vrha pri Polhovem Gradcu, str. 354; Band II: kristali s Črnega vrha pri Polhovem Gradcu, str. 263). Wilhelm Braumüller, Wien.
- VOSS W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- GRAD K., L. FERJANČIČ, 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, tolmač za list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- ŽORŽ M., 1992: *Nitasti kremen* (razvoj in morfologija nitastih kristalov, str. 291-301). Proteus, let. 54, Ljubljana.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (kremen, zeleni in rdeči fantom, str. 181, 183, 146-148). Tehniška založba, Ljubljana.
- ŽORŽ M., REČNIK A., 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (Črni vrh, str. 43). Galerija Avsenik, Begunje.
- ŽORŽ M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja* (Črni vrh - klinasti dvojčki, str. 62-72). Proteus, let. 67, Ljubljana.

Čadavci z Žirovskega vrha

Vili Rakovc, Renato Vidrih

Vzhodno od Žirov se dviguje greben Žirovskega vrha, ki je zgrajen pretežno iz srednjepermskih grōdenskih peščenjakov, meljevcev in konglomeratov. V grapah potokov, ki sekajo zahodni greben, pogosto naletimo na plasti kremenovih peščenjakov, redkeje konglomeratov. V teh plasteh je precej razpok zapolnjenih s kremenom. Če se dvignemo na greben do Žirovskega vrha in zavijemo proti vzhodu proti kmečkemu turizmu Šimec v Brebovnici, prečkamo grōdensko formacijo – brebovniški člen s sivimi in sivozelenimi peščenjaki, meljevci in konglomerati – in pridemo na zgornjekarbonske plasti iz temnosivih glinavcev z lečami peščenjakov, ponekod meljevcev in laporovcev, ki prehajajo v laporne apnenice. Plasti so močno tektonsko poškodovane, saj jih seka Šimcov prelom v smeri severozahod-jugovzhod. Kristali čadavca so v teh plasteh.

Pred leti so te plasti zgornjekarbonskih peščenjakov zdrsele iz enega od cestnih usekov med Žirovskim vrhom in Brebovnico, približno na nadmorski višini 600 m, in v peščenjaku smo našli leče žilnega kremenca. V razpokah leč so bili priraščeni kristali, značilni za alpske razpoke. Kristali so pogosto čadavo rjavo obarvani, izraziteje temnejši na robovih romboedrov. Čadavo so obarvani zaradi radioaktivnih mineralov, ki so značilni za celotno območje Žirovskega vrha. Najdenih je bilo tudi nekaj primerkov obojestransko zaključenih kristalov **čadavca** in zelo



*Skupek kristalov čadavca;
45 x 35 mm. Najdba in zbirka
Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek*



V zgornjekarbonskih plasteh so ponekod leče peščenjakov, v katerih lahko najdemo lepe kristale čadavca. Foto: Renato Vidrih



Kristali kremena so zaradi naravnega radioaktivnega sevanja rahlo čadavi. Velikost kristalov na posnetku je do 20 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

lepi skupki conarno raščenih fantomov, pa tudi fantomi, ki so jih conarno obarvali vključki klorita. Kristali so veliki do 30 mm, največji celo do 40 mm.

Danes so razmere bistveno spremenjene in le redko najdemo skromne kristale čadavca.

Literaturna vira:

GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, tolmač za list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

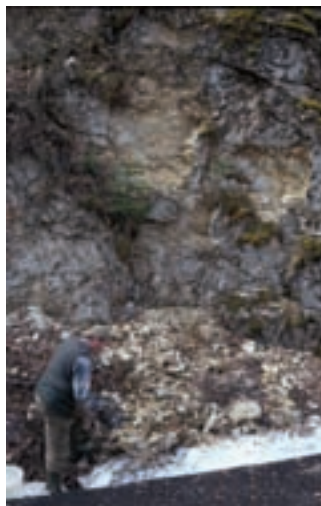
MLAKAR, I., L. PLACER, 2000: *Geološka zgradba Žirovskega vrha in okolice*. Rudnik urana Žirovski vrh, doneski 1, str. 34-45. Didakta, Radovljica.

Igličasti kristali kremenja iz Zadobja

Vili Rakovc, Renato Vidrih, Aleksander Rečnik

Zanimive igličaste kristale kremenja je že pred več kot 200 leti poznal Sigmund (Žiga) Zois, prav tako pa jih v svoji knjigi izpred več kot sto let omenja Wilhelm Voss. Po intenzivnem iskanju smo jih našli v okolici Zadobja v Poljanski dolini, na strmih pobočjih Zlatega hriba. Kristale najdemo v dolomitu cordevolske starosti, ki se vleče od Gorenje vasi na severozahodu po dolini Brebovnice prek Zadobja in Somna pri Lučinah do Brezovca pri Šentjoštu in še dalje proti jugovzhodu. Plasti cordevolskega dolomita, ki potekajo v dinarski smeri, so omejene s prelomi in narivi. Zois opisuje 30 do 40 mm dolge igličaste kristale, ki so bili večinoma motni, ponavadi beli in prosojni, večinoma lepih oblik in biterminirani, zaključeni na obeh straneh.

Dolomit je svetlosiv, ponekod skoraj bel, večinoma je drobno kristaliziran in luknjičav ali satast. Je močno bituminozen in zelo drobljiv. V njem so številne votlinice, ki jih prekrivajo beli romboedrični kristali **dolomita**, veliki do 3 mm. Votlinice so različno velike, največje do 10 cm v premeru. Nekatere so zapolnjene z dolomitovimi romboedri, velikimi kot zrnca peska, v nekaterih pa so tudi lepi kristali **kremenja**, ki ne presežejo dolžine 30 mm, so največkrat debeli 1 mm, zelo redko do 3 mm; prevladujejo pa do nekaj milimetrov veliki. So dolgoprizmatski, večinoma belkasto prosojni, vmes pa lahko s kančkom



Izdanek dolomita, v katerem lahko najdemo kristale kremenja.

Foto: Renato Vidrih



Igličast kremen, 20 mm, na podlagi iz drobnih kristalov dolomita. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Skupek igličastih kremenov iz Zadobja; 25 x 20 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

sreče in predvsem veliko dela najdemo povsem čiste, prozorne, biterminirane kristale.

Največ kremenovih kristalov v votlinicah dolomita je v pasu, ki poteka zahodno od vasi Zadobje prek Zlatega hriba do Potoške grape na severu. Kristale pa lahko najdemo tudi v številnih grapah, ki se spuščajo v dolino Potoške grape. Najlepše smo našli večinoma posamično na severnih pobočjih Zlatega hriba, kjer so lahko povsem prozorni. Ohranili so se le, če so se pri rasti dotaknili sten votlinic ali prerasli dolomitove kristale. Ponekod so nastali celi kristalni skupki. Velikokrat ob udarcu iz votlinic padejo drobni biterminirani igličasti kristali kremenov z obema terminacijama. Zanimivo je, da so na terminacijah debelejši kot v sredini.

Pri iskanju kremenovih kristalov moramo biti zelo pozorni, saj jih na svetlem, belem dolomitu kljub značilni obliki prav lahko prezremo. Dokler se naše oči ne privadijo na različen sijaj, je najbolje primerke shranjevati in jih kasneje še enkrat natančno pregledati.

Literaturni viri:

- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain* (opis igličastih kremenovih kristalov iz Zadobja, str. 42-43). Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (biterminiran igličast kristal na skorji dolomita, str. 56). Založba Avsenik, Begunje.

Karbonatne konkrecije pri Sovodnju

Renato Vidrih, Vili Rakovc

Okolico Sovodnja sekajo številne grape, ki jih znova in znova preoblikuje vsako močnejše deževje. Sestavljajo jih permske kamnine, ki so močno pregnetene in tektonsko poškodovane. Potok Podosojnica teče v smeri severozahod-jugovzhod proti Sovodnjam po stiku zgornjepermskih in permokarbonskih kamnin. Na jugozahodnem delu prevladujejo temnosivi apnenci in dolomiti zgornjepermske starosti, na katere se iz severovzhoda narivajo tektonske luske temnosivega sljudnatega kremenovega peščenjaka, meljevca, glinavca in konglomerata. Proti severozahodu in severu prehajajo omenjene plasti v pretežno rdeč kremenov konglomerat, peščenjak, meljavec in glinavec srednjepermske grödenske starosti. V neposredni bližini izdajajo pretežno zelenkast kremenov konglomerat, peščenjak in meljavec grödenske formacije, ki je ponekod oruden z uranom in bakrom. Potok Podosojnica s svojimi pritoki zarezuje med Bevkovim vrhom in Novo Oselico številne manjše grape, ki jih vsako večje deževje spodjeda, pogloblja in širi strugo. Ob tem so bile na nekaterih mestih izprane kroglaste ali nepravilno ovalno izoblikovane **karbonatne konkrecije** različnih velikosti.

Notranjost konkrecij sestavlja temnosiv apnenec, na zunanji strani močno preperevajo, zato je zunanost limonitizirana in večinoma nepravilno razpokana. Prevladujejo konkrecije svetlorjave do rjave barve, ponekod pa so sivkaste ali popol-



Konkrecija s premerom okoli 50 cm, največje pa dosegajo do 80 cm.
Foto: Renato Vidrih



Tektonski prehodi med različnimi grödenskimi plastmi. Foto: Renato Vidrih



*Konkrecije v sovodenskih grapah imajo najrazličnejše valjaste oblike.
Foto: Vili Rakovc*

noma sive. Nekatere so okrogle, druge ovalne in razpotegnjene. V nekaterih jedrih konkrecij so v glinavcu drobni kristali **pirita**. Majhni kristali pirita so večinoma v obliki kock in pentagonskih dodekaedrov. Na mestih, kjer glinavce prečka potok in jih v podlagi razgali, lahko najdemo posamezne sive krogle s premerom 10 do 20 cm, ki so že izluščene ali se iz kamnine z lahkoto izluščijo. Največje konkrecije dosežejo do 80 cm v premeru, njihova masa pa je do 100 kg. Največjih voda večinoma ne odnaša, zato ležijo vseprek po hudourniških pritokih, kjer jih voda znova in znova obrača in vrti in s tem brusi v prav zanimive oblike. Kljub temu, da večinoma v njihovi notranjosti ni kristaliziranih ali makroskopskih mineralov, so zelo zanimive.



Drobni kristali pirita v razpoki konkrecije; 40 x 75 mm. Najdba in zbirka Miša Serajnika. Foto: Ciril Mlinar



Drobne, do 5 mm velike kristale pirita z razvitimi ploskvami pentagonskega dodekaedra najdemo v neposredni bližini konkcij. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar

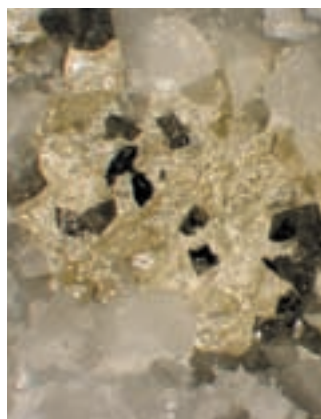
V neposredni bližini nahajališča konkcij je ponekod v sivih in sivozelenkastih peščenjakih in konglomeratih grödenske formacije manjša uranova mineralizacija, pomembnejša pa je bakrova, ki je v višjih plasteh. Prav na območju najlepših konkcij lahko vidimo star opuščen rov, kjer so v preteklosti kopali bakrovo rudo; Italijani med drugo svetovno vojno, raziskave pa so potekale tudi po vojni. Ozemlje ima luskasto zgradbo, orudenje pa je v plasteh iz permokarbonskih meljevcev, ki se izmenjujejo z glinavci ter grödenskim peščenjakom ter zgor-njepermskim apnencem in dolomitom. Apnenec in dolomit sta v stiku s psevdofilskimi črnimi skrilavci z vložki apnencev in tufov. Bakrova mineralizacija je v sivih peščenjakih in meljevcih. Orudene plasti so oddaljene 20 do 30 m od stika z zgornjepermskim apnencem in dolomitom. Orudenje, široko 2,5 m, je v srednjeznatem sivem masivnem kremenovem peščenjaku, širokem od 10 do 30 m. Najpogostejša rudna minerala sta **bornit** in **halkopirit**, opazimo pa lahko številne drobne kristale pirita ter žile kalcita in kremenca. Vsebnost bakra niha med 0,35 do 6,15 mas. %, povprečna pa je 0,97 mas. %.

V neposredni bližini najlepših konkcij smo v temnosivem permskem apnencu našli tudi **samorodno žveplo**. Rumeno obarvani kristali žvepla so posejani po **kalcitni** podlagi in dosejajo milimetrskve velikosti.

Literaturna vira:

GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, tolmač za list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

MLAKAR, I., L. PLACER, 2000: *Geološka zgradba Žirovskega vrha in okolice*. Rudnik urana Žirovski vrh: doneski 1, str. 34-45. Didakta, Radovljica.



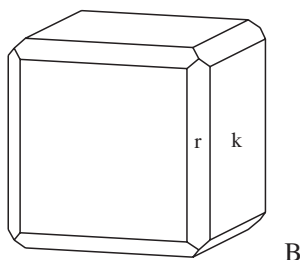
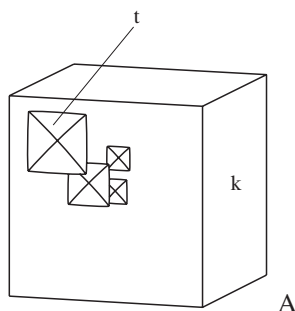
Samorodno žveplo ob kalcitu dopolnjuje mineralno paragenezo sovedenjskih grap; 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

Fluorit in spremljajoči minerali z Osojnika pod Blegošem

Mirjan Žorž, Vili Rakovc



Pošta Slovenije, 2001: poštna znamka z motivom fluorita izpod Osojnika iz zbirke Vilija Rakovca. Zamisel Mirjan Žorž, fotografija Miran Udovč, oblikovanje s sodelovanjem Uroša Herleca in Mirjana Žorža Matjaž Učakar. To je na svetu prva stereoskopska znamka z motivom minerala.



Makroskopski kristali prve generacije fluorita (A) so enostavni, ker imajo razvite le ploskve kocke $k\{100\}$, ki se jim redko pridružijo še ploskve rombskega dodekaedra $r\{110\}$ (B). Na ploskvah kocke je vedno razvita bolj ali manj izrazita parketasta struktura, ki nastane zaradi prekrivanja vicinalnih ploskev zelo položnega tetrakisheksaedra $v\{hk0\}$ z rahlo zaobljenimi robovi (A). Risbi: Mirjan Žorž

Približno 1 km pred Zalim Logom, iz smeri Škofje Loke, je odcep za Davčo, ki mu sledimo 1,5 km, nato pa se odcepi cesta na levo v Muštрово grapo, po kateri teče potok Osojnik. Cesta se po slabem kilometru v ostrem desnem ovinku začne vzpenjati na pobočje Osojnika. Na približno 700 m nadmorske višine prvič preseka plasti okremenjenega zgornjetriasnega dolomita, v katerem so kristali fluorita, nekaj deset metrov višje pa še enkrat. Cesta je izrazito krajevnega značaja, ker so jo zgradili lastniki zemljišča in jo tudi sami vzdržujejo.

Karbonatne kamnine na tem področju je zajelo hidrotermalno selektivno izluževanje, zaradi česar je nastal luknjičav in votlikav dolomit. Votline so nepravilnih oblik in merijo do 5 cm v premeru. Porozno kamnino so nato prepojile raztopine, iz katerih se je izločal pretežno kremen, v manjši meri pa antimonit. Sledilo je večkrat menjajoče se izločanje kristalov fluorita in kremenca, hkrati pa so se kristali fluorita raztapljali in ponovno rasli. Hkrati je potekala tudi oksidacija antimonita do antimonovih oksidov.

Vsepovsod prisotni drobni mlečnati kristali **kremenca**, ki imajo razvite romboedrske terminacije, so dolgi do 5 mm. Na kristalih fluorita se združujejo v radialne skupke. Idiomorfni kremenovi kristali so conarno vključeni tudi v kristalih fluorita temnovijolične barve. Imajo prizmatsko obliko in so opazno zaviti okoli c-osi, zaradi česar so tudi njihove romboedrske ploskve ukrivljene.

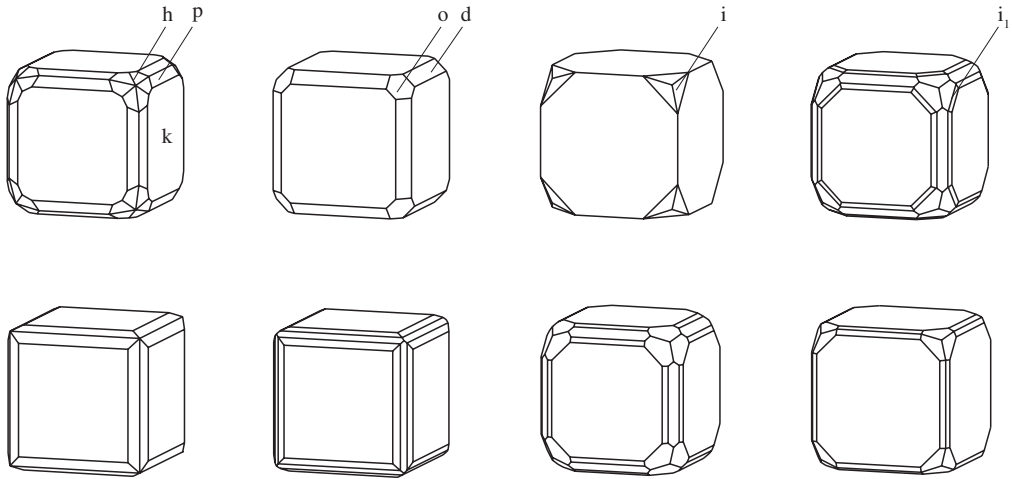


Kockasti kristali fluorita z Osojnika na okremenjenem dolomitu in kremenju. Fluorit je deloma prekrit s kristali kremenja. Največji kristali fluorita merijo do 12 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Miha Jeršek

Prostorastoči kristali **antimonita** v tem nahajališču so redki, ker so praviloma preraščeni s fluoritom in močno oksidirani, zaradi česar so deloma ali v celoti metamorfirani v antimonove okside. Največji najdeni kristali so dolgi 10 cm in debeli do 15 mm. V neoksidirani obliki je metasomatsko vraščen v obliki žarkastih in protastih agregatov v okremenjenem dolomitu.



Kristali vijolične barve z izrazito parketno strukturo so fluoriti prve, brezbarvni pa druge generacije. Eni in drugi so obdani z drobnimi kristali kremenja; izrez 45 x 35 cm. Najdba in zbirka Rafaela Šerjaka. Foto: Miha Jeršek



Makroskopski kristali druge generacije fluorita so različne kombinacije ploskev kocke $k\{100\}$, rombskega dodekaedra $r\{110\}$, tetrakisheksaedra $p\{hk0\}$, heksakisoktaedra $h\{hkl\}$, oktaedra $o\{111\}$ in deltoidnih ikozitetradrov $i\{211\}$ ter $i_1\{311\}$. Risbe: Mirjan Žorž

Antimonit je tudi v žilah, ki so na nekaterih mestih debele 10 cm. Prelomljeni kristali antimonita kovinkosrebrnega sijaja imajo značilno razkolnost vzdolž ravnine (010). V kristalih fluorita so se kristali antimonita zaradi močne oksidacije ohranili le v obliki posameznih igličastih fragmentov. Je pa v kristalih fluorita veliko prizmatskih odtisov rombastega preseka, ki so ostali za oksidiranimi in izluženimi kristali antimonita. Nekateri odtisi so še zapolnjeni z njegovimi oksidacijskimi produkti. Ohranili se še tudi odtisi antimonitovih kristalov v kremenovih perimorfoznih



Kristal antimonita, vrašččen v kristalu fluorita, 7 x 7 mm, ki ga je zaščitil pred oksidacijo. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



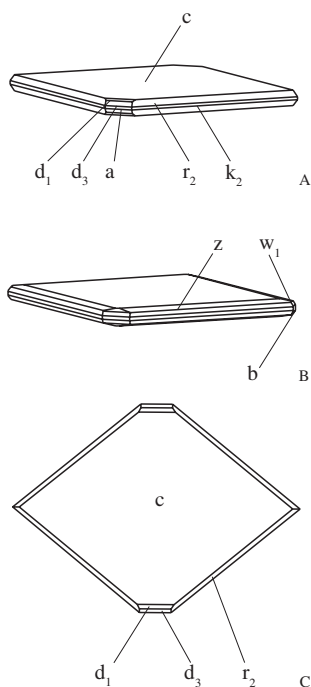
Žarkasti skupki igličastih kristalov antimonita na fluoritu merijo v premeru do 3 mm. Kristali so deloma ali pa v celoti oksidirali v antimonove okside, ki so različno obarvani. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

prevlekah, ki so jih nekoč prekrivale. Po njih sklepamo na izrazito prizmatsko obliko antimonitovih kristalov.

Na tem nahajališču najdemo **valentinit**, ki je nastal z oksidacijo antimonita in zato ohranil njegovo obliko (pseudomorfoza). Relativno hitro se je to zgodilo pri prostorastočih kristalih. Kristali **antimonita**, ki sta jih obrasla kremen ali



Tako lepo oblikovani kristali antimonita so se lahko ohranili samo v razpokah, kjer jih oksidacija še ni premočno zajela. Kristal, dolg 3 mm, ima za antimonit značilno narebrenost na ploskvah prizme in lepo razvito terminacijo. Zraven njega je skupek brezbarvnih kristalov barita. V zgornjem desnem kotu so priraščeni še rumenkasti kristali valentinita. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristali barita iz okolice Osojnika so sploščeni po c -osi (A in B). Najbolj razvite so ploskve pinakoida $c\{001\}$, ki so obrobljene s ploskvami prizem $d_1\{101\}$, $d_3\{201\}$, $k_2\{210\}$ in $w_1\{011\}$, bipiramide $r_2\{211\}$, položne bipiramide $z\{211\}$ ter pinakoidov $a\{100\}$ in $b\{010\}$. Risba C predstavlja kristal A v projekciji, ki je pravokotna na ravnino (001) . Risbe: Mirjan Žorž



Barit je na Osojniku redko v tankih rombičnih kristalih, ki na tem posnetku ne presegajo 3 mm; priraščen je na podlagi drobnih kremenovih kristalov in hkrati preraščen s kristali fluorita. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

fluorit, pa so oksidirali počasneje, zato so se globlje v kristalih fluorita še lahko ohranili. Valentinit je tudi v samostojnih kristalih rumenkaste barve v obliki rozet, katerih premer doseže 10 mm in so na terminacijah lahko celo prozorni. Zelo redko so se razvili kratkoprizmatski kristali z narebrenimi ploskvami, ki pa niso daljše kot 2 mm. Zanimivi so dolgoprizmatski kristali, ki imajo na terminacijah enakomerno zaokrožene ploskve.

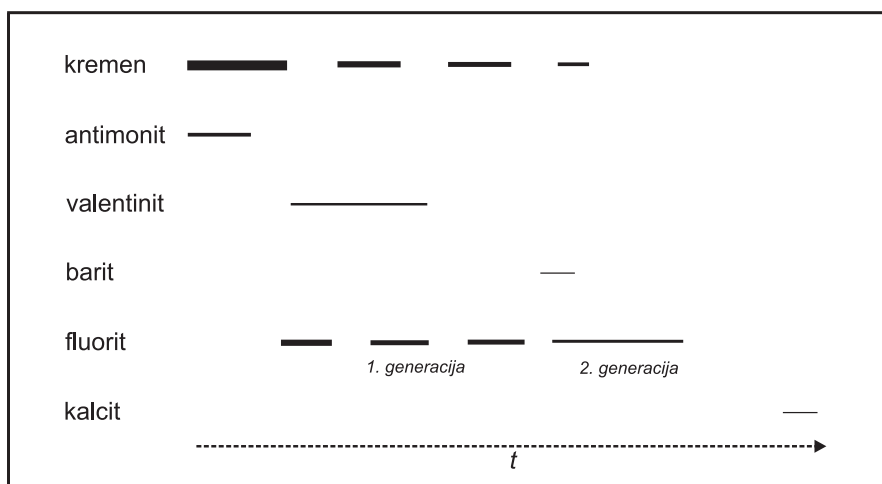
Najzanimivejši mineral tega nahajališča je seveda **fluorit**. Zaenkrat so to največji in najlepši kristali florita na ozemlju Slovenije. Fluorit se je izločal v dveh pomembnejših fazah. Za prvo je značilna kristalizacija enostavnih temnovijoličnih kockastih kristalov, katerih robovi merijo do 2 cm. Prevladujočim ploskvam kocke se včasih pridružijo še ozke ploskve rombskega dodekaedra. Kristali so pogosto conarno obarvani. Nekateri so popolnoma prekriti s prevlekami kremenovih kristalov, ki so se usedali nanje iz nasičenih raztopin. Vključki kremenovih kristalov v fluoritu so lahko conarno razporejeni vzporedno s ploskvami kocke, kar kaže na njihovo večfazno obarvanje iz raztopin. Lepe kristale brez kremenovih prevlek smo našli le na stropnih delih votlin ali pod previsi. Ploskve kocke imajo izbočeno parketasto strukturo, ki je posledica rasti vicinalnih ploskev v obliki zelo položnih tetrakisheksaedrov z zaobljenimi robovi.

Kristali fluorita prve generacije so velikokrat delno korodirani, zaradi česar imajo skeletno obliko, pogosto pa so popolnoma raztopljeni, zato ostanejo za njimi le votle skorjaste kremenove perimorfozne prevleke.

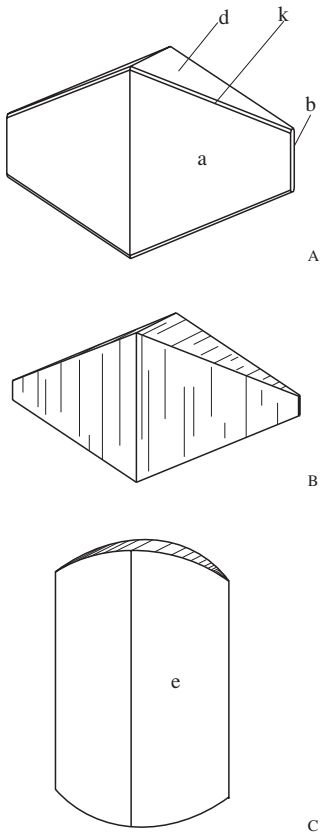
Druga generacija fluorita se je v svetlejših plasteh odlagala na že izoblikovanih kristalih fluorita, zato imajo nekateri večji kristali v svoji notranjosti vijolične fantome. Samo v takih kristalih opazimo prostorsko mrežo prekrizanih meglic, ki se med seboj sekajo pod kotom 90° . Zanimivo je, da je mreža vzporedna s ploskvami rombskega dodekaedra $r\{110\}$. Nastanek tega sistema meglic si razlagamo z orientiranim vključevanjem sledov drugega minerala v strukturo fluorita. Antimonovi oksidi bi lahko pri tem imeli pomembno vlogo.

Samostojni kristali fluorita druge generacije so praviloma manjši, čistejši, rumenkasto zelene barve ali pa brezbarvni. Ploskovno so bolj raznoliki, na ploskvah pa nimajo izrazito razvite parketne strukture. Poleg še vedno prevladujočih ploskev kocke $k\{100\}$ imajo največkrat razvite različne kombinacije ploskev tetrakisheksaedra $p\{hk0\}$, rombskega dodekaedra $r\{110\}$, heksakisoktaedra $h\{hkl\}$, zelo redko pa oktaedra $o\{111\}$ in deltoidnih ikozitetradrov $i\{211\}$ ter $i_1\{311\}$. Pri velikih kristalih druge generacije, ki dosežejo 4 cm, so razvite le še ploskve kocke.

Pred zaključkom kristalizacije fluorita je na nekaterih mestih izkristaliziral **barit** v enostavnih kristalih, ki so močno sploščeni po c-osi. Kristali so porcelanasto bele barve. Manjši so lahko povsem prozorni, velikokrat pa so conarno raščeni vzporedno s ploskvami prizme $k_2\{210\}$. Pri najenostavnejših kristalih so razvite le ploskve pinakoida **c** in prizme k_2 . Pogosto se jim pridružijo še ozke ploskve različnih bipiramid in pinakoidov.



Paragenetski diagram makroskopskih mineralov nahajališča z Osojnika na relativni časovni skali. Mineralizacijo dolomita sta pričela kremen in v manjši meri antimonit. Kasneje je pričel kristalizirati fluorit. Sledilo je več menjajočih se obdobjih kristalizacije kremenca in fluorita. Barit je kristaliziral pred začetkom kristalizacije druge generacije fluorita in deloma med njo. Med kristalizacijo fluorita druge generacije se je obarjanje kremenca končalo. Zadnji je kristaliziral kalcit. Debelina črt ponazarja relativno intenzivnost izločanja posameznega minerala. Diagram: Mirjan Žorž



Kroglast skupek valentinita; premer 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca.
Foto: Miha Jeršek

Za to nahajališče pa so značilne ploskve precej položnih bipiramid $\{211\}$. Poleg posamičnih kristalov so tudi kristali v obliki tako imenovanih knjižnih skupkov.

Zadnji, redek člen parageneze je **kalčit** v nekaj milimetrov velikih kristalih z razvitimi ploskvami skalenoedra $\{211\}$ in negativnega položnega romboedra $\{012\}$.

Literaturna vira:

Osnovno obliko kristalov valentinita okoli Osojnika (A) določajo ploskve prizem $e\{110\}$ in $d\{011\}$, ki se jim v redkih primerih pridružijo še ploskve pinakoida $b\{010\}$ in bipiramide $k\{121\}$. Ploskve valentinitovih kristalov (B) so narebne zaradi menjavanja ploskev prizem e in d s pinakoidom b . Posamični kristali (C) imajo lahko zaokrožene ploskve prizme d . Risbe: Mirjan Žorž

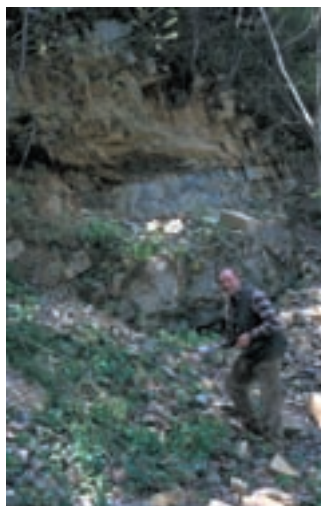
- RAMOVŠ, A., S. LAMOVŠEK, 1991: *O fluoritu in njegovih najdiščih v Selški dolini* (opis najdbe fluorita in geologije nahajališča, str. 18-24). Proteus, let. 54, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, V. MIKUŽ, R. VIDRIH, G. KOBLER, 1992: *Antimonovo orudenje v Selški dolini* (najdba antimonita, opis kristalov kremenca, fluorita, valentinita in oksidacijskih mineralov antimonita, str. 22-27). Proteus, let. 55, Ljubljana.

Samorodno žveplo in drugi minerali iz Račeve pri Žireh

Renato Vidrih, Vili Rakovc, Uroš Herlec

Vrbančkov kamnolom leži približno 2 km jugovzhodno od Žirov v Račevi za domačijo *pri Kavčiču*, Račeva 5. Domačini se spominjajo, da so ga opustili že pred več desetletji. Danes je kamnina odkrita v dolžini dobrih 10 m, plasti skladnega temnosivega apnenca pa so visoke približno 8 m. Kamnolom se počasi zarašča, vidno je le intenzivno kopanje iskalcev mineralov. Plasti zgornjevermskega apnenca so debele do 50 cm. Črn apnenec je močno bituminozen in ponekod v okolici bočno prehaja v dolomit. Med debelejšimi plastmi so pretrte tanjše plasti bolj lapornatega apnenca, ki so ponekod med debelejšimi plastmi apnenca izrinjene ali nagubane. Ker so kamninotvorni minerali tu drobnozrnati, je kamnina manj prepustna. Zato za zbiralce tu ni drugih zanimivih mineralov.

V plasteh črnega apnenca so že na daleč opazni do 5 cm veliki gomolji belega kalcita. Tu in tam so še vidni ostanki školjčnih in polžjih lupin, ki so bile nadomeščene s kalcitom. Kalcitni gomolji so torej nastali na mestu moldične poroznosti oziroma kalupa, kjer so meteorne vode iz že dodobra strjenega apnenčevega drobnozrnatega sedimenta selektivno raztopile aragonitne skelete školjk in polžev. Prostornine nekdanjih skeletov in tistih mehkih delov živali, ki jih po njihovem odmrtnju ni zapolnil sediment, so zapolnjene z drobnozrnatim kalcitom. Redko je ob njem siv drobnozrnat **anhidrit**. Posamezni primerki dosežejo nekaj centimetrov. Kalcit ponekod prekrivajo kristali **žvepla**. Zaradi



Pogled na Vrbančkov kamnolom leta 2006. Foto: Renato Vidrih



Črni apneneci z gomolji kalcita. Foto: Renato Vidrih



Mineraloška posebnost so kristali žvepla, ki so ploskovno bogati, vendar zelo majhni; izrez 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

svoje intenzivne rumene barve preseva skozi kalcit, zato je videti, kakor da je ves prostor votlinice zapolnjen z žveplom.

Z napornim delom, kamnina je namreč zelo trda, lahko najdemo v nekaterih gomoljih še ne povsem zapolnjene votlinice, kjer je bilo še toliko prostora, da so zrasli majhni, vendar sijajni in barvno kontrastni kristali žvepla, **kalcita**, **kremena**, **dolomita** in zelo redko celo **fluorita**. Najpogostejši so romboedrski kristali kalcita, veliki do 3 mm. Ponekod jih v lepih kristalnih skupkih preraščajo skalenoedrski rjavi do oranžnorjavi kalcitovi kristali, veliki do 2 mm. Žveplo je večinoma drobnozrnato in raste na kalcitovih kristalih obeh generacij. Posamezni kristali žvepla so veliki do 3 mm. So intenzivno rumene barve in v kombinaciji s kalcitom zanimiva mineraloška posebnost svojevrstnega nastanka. Kristali belega dolomita, ki so verjetno poznodiagenetskega nastanka, dosežejo 5 mm. Naslednji je kristalil do 4 mm velik, povsem prozoren kremen brez vključkov. Vijoličasti kristali fluorita, ki so s prostim očesom komaj opazni, veliki so le do 1mm, pa so na belem kalcitu.

Pri razlagi nastanka votlinic z zanimivo mineralno paragenezo smo upoštevali paleogeografske in sedimentacijske značilnosti zgornjepermskega sedimentacijskega zaporedja. Znano je, da je

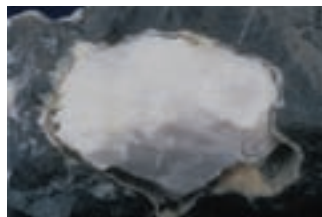


Žveplo nadomešča kalcit, ki zapolnjuje votlinice v temnem apnencu; izrez 8 x 5 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Redki so kristali kremena, ki so v lepem kontrastu s kalcitom; 6 x 4 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

na Cerkljanskem in Idrijskem med zgornjepermskimi plastmi več vložkov in leč evaporitnih kamnin, sadre in anhidrita, ki so nastali v zaprtih lagunah zgornjepermskega plitvega šelfa. Bočno so v odprtih lagunah hkrati uspevale pestre združbe školjk, brahiopodov, koral in mnogih drugih organizmov, ki jih najdemo v bituminoznih apnencih žažarske formacije. Podatek, da apnenci iz kamnoloma bočno prehajajo v drobnozrnate zgodnjediagenetske dolomite, kaže, da je to bil prehodni sedimentacijski prostor



Votline v apnencu redko zapolnjuje anhidrit; 7 x 3 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Fluorit iz Vrbančkovega kamnoloma je intenzivno vijoličast in ima razvite kristalne ploskve kocke. Posamezni kristali ne presegajo 1 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristal dolomita med rjavkasto obarvanimi kalciti; 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Strmoromboedrski kristali kalcita zapolnjujejo votlinice v apnencu. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

med zaprto laguno z evapornitno zgonjediagenetsko dolomitno sedimentacijo in odprto laguno z apnenčevo sedimentacijo razmeroma pogostih moluskov, ki so bili zaradi obilice organskih snovi v precejšnji meri vključeni v sediment. Zaradi selektivnega raztapljanja bolj topnih aragonitnih lupin fosilov v času kratkotrajnega vmesnega vpliva sladke meteorne vode je nastala na njihovem mestu moldična poroznost oziroma votlinice. Iz porne slane raztopine, bogate s karbonatom in s sulfati, ki je počasi prehajala iz zaprte lagune v področje naših najdb, sta se izločila najprej kalcit in anhidrit. V redukcijskih pogojih razpadajočih razpršenih organskih snovi v sedimentu so sulfatreducirajoče bakterije oddajale vodikov sulfid. Ta se v drugih sedimentih najhitreje veže z železom v pirit in/ali markazit, ki ga sicer najdemo v črni prikamnini. Kaže, da je bilo železo iz sedimenta porabljeno že v fazi strjevanja kamnine in sicer tako, da so iz sproščenega vodikovega sulfida nastali kristali žvepla. Fluorit pa je nastal iz evapornitne slanice, za katero je znano, da je obogatena tudi s fluorom. Poznodiagenetski romboedrski kristali dolomita so nastali iz preostale, z magnezijem relativno obogatene porne vode. Zaradi nekoliko višje vrednosti pH slanice se predvsem pri nekoliko povečanih temperaturah, ko so kamnine še globoko pod površjem, raztapljajo detritični kremen in kremenični skeleti v sedimentu, kar je vir silicija za kremenove kristale.

Literaturni viri:

- GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, tolmač za list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji*. Galerija Avsenik, Begunje.
- MLAKAR, I., L. PLACER, 2000: *Geološka zgradba Žirovskega vrha in okolice*. Rudnik urana Žirovski vrh, Doneski 1, str. 36-38. Didakta, Radovljica.

Kalcitovi dvojčki iz Selc

Renato Vidrih, Vili Rakovc

Ob vzdrževalnih delih in utrjevanju brežine na cesti, ki pelje od Selc pri Železnikih v Selški dolini proti Golici, so leta 2002 odkrili plasti močno nagubanih in razlomljenih kamnin z bogato mineraliziranimi razpokami. Ob enem prelomu je celo izvir tople vode.



Odkritelj nahajališča Vili Rakovc pred tektonsko zdrobljenimi kamninami ob cesti Selca – Golica. Foto: Renato Vidrih



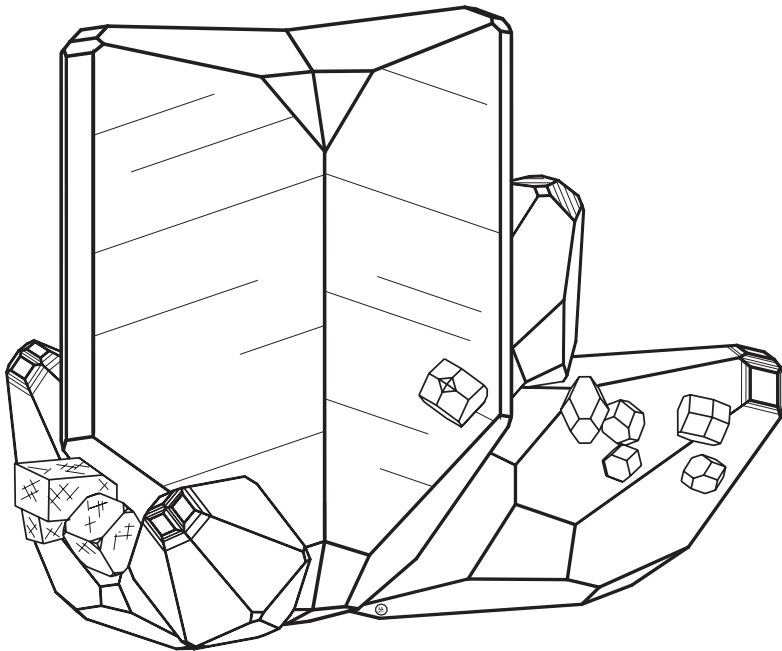
Zdvojeni kristali kalcita v črnem apnencu; 4 x 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Dvojček kalcita z lepo razvitim vrhom kristala; 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

Širšo okolico nahajališča gradijo predvsem skrilavi glinavec, meljevec, peščenjak in konglomerat permokarbonske starosti. Proti severozahodu mejijo na srednjeperske grōdenske sklade, ki jih gradijo rdeči in zelenkastosivi peščenjaki, meljevci s prehodi v skrilavi glinavec in konglomerat ter zgornjeperski temnosivi apnenec in dolomit. Permokarbonske in permske plasti so proti severozahodu narinjene na plasti različnih geoloških starosti – triasa, jure in krede. Najlepši kalciti so v apnencih na stiku permokarbonskih in permskih kamnin z mezozojskimi.

Med plastmi apnenca, ki ležijo skoraj vertikalno, so plasti in leče skrilavih glinavcev, ki imajo masten videz in so temnosivo do črno obarvani. Vmes najdemo v apnencu nekaj centimetrov debele lečaste prečne razpoke, ki jih zapolnjuje **kalcit**, tudi s kristali, velikimi do 1 cm. Prevladujejo brezbarvni skalenodrskih oblik, bogati s ploskvami. Starejše generacije kristalov so mlečne, nekateri, mlajšega nastanka, pa so popolnoma prozorni. V kristalih so pogosti vključki markazita, ki je včasih priraščen tudi na površini kalcitovih kristalov. Velikost kristalov zlato obarvanega **markazita** ne presega 0,5 mm. Kristali na površini hitro oksidirajo in preperjavajo, medtem ko so tisti, ki so ujeti v kalcitu, lepih oblik in barve. Največja zanimivost nahajališča so dvojčični kristali kalcita, ki se zelo razlikujejo od samskih kristalov, saj imajo prizmatsko obliko in so praviloma večji.



*Dvojček kalcita iz Selc, priraščen na samskih kristalih kalcita. Na kalcitu sta izkristalizirala še markazit in fluorit.
Risba: Mirjan Žorž*



Protasti skupek barita, dolg 15 mm, na podlagi iz kristalov kalcita. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



*Dvojček kalcita v apnencu;
3 x 2 mm. Najdba in zbirka Vilija
Rakovca. Foto: Miha Jeršek*

Poredko so med kristali kalcita in markazita priraščeni drobni beli ali pa prozorni kristali **fluorita** v obliki kock. Ponekod lahko v gnezdih kalcitovih kristalov opazimo drobne igličaste kristale **sadre**. Kristali so prozorni, pogosto z dvojčično rastjo, v obliki lastovičjih repov. Najredkejši so majhni kristali **barita**, ki ne presegajo 1 mm. Večinoma so beli in ponekod prekriti s kristali markazita. Zelo redko so razviti do 15 mm dolgi in ukrivljeni protasti skupki drobnih baritovih kristalov.

Literaturni vir:

GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1974: *Osnovna geološka karta 1:100 000, list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Kalcit iz okolice Gorenjih Jazen

Renato Vidrih, Vili Rakovc



Ena izmed skal samic pri Gorenjih Jaznah, v katerih lahko najdemo geode kalcita. Foto: Vili Rakovc

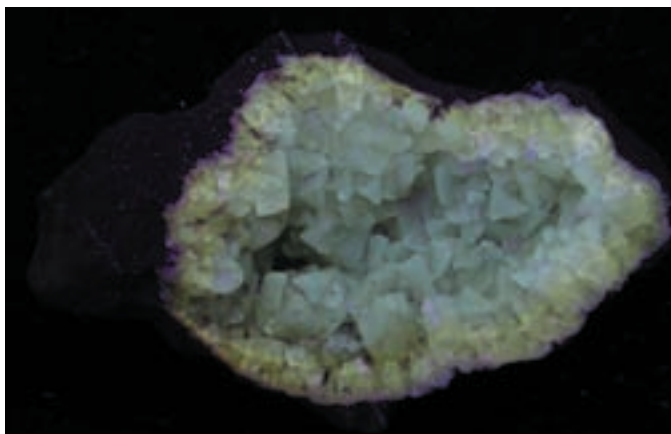
Nahajališče kalcita pri Gorenjih Jaznah ne bi bilo nič posebnega, če ne bi drobni kristali kalcita fluorescirali. Ob obsevanju z ultravijolično svetlobo kalcit močno rumeno zažari in žari še tudi nekaj sekund po končanem obsevanju (fosforescenca).

Do nahajališča pridemo, če v Sovodnju zavijemo proti jugozahodu do zaselka Laniše. Od tu vodi cesta v dolino Javorjev dol, mi pa gremo po desnem odcepu proti naselju Gorenje Jazne. Pri kmetiji Lanišar zavijemo levo in po 100 m pridemo na neugledno nahajališče drobnih romboedrskih kristalov kalcita. Najdišče so odkrili pri obnavljanju brežin, ko so v pobočni preperini z mehanizacijo odkopali več deset skal samic, ki so se verjetno odlomile nekje višje v pobočju. Leži na stiku temnosivega apnenca in dolomita zgornjepermske starosti in lapornega apnenca, dolomita, skrilavega peščenega glinavca ter oolitnega apnenca spodnjetriasne starosti (skitij). Spodnjetriasne kamnine izdajajo ob dveh vzporednih prečnih dinarskih prelomih, ki se prav tu združita; skupen prelom pa se nadaljuje proti jugozahodu. V tem ozkem pasu je predvsem apnenec, ki je v nekaterih delih luknjičav in močno preperel ter ponekod prehaja v lapornat apnenec. Kosi apnenca so razpokani in zapolnjeni s kalcitnimi žilami, vendar v njih ni kristalov.

Pri razbijanju posameznih blokov lapornatega apnenca pa se pokažejo majhne votline z drobnimi kristali **kalcita**, velikimi do 4 mm. Votline so okrogle ali ovalne oblike in spominjajo na



Geoda, zapolnjena z rjavorumenimi kristali kalcita; 7 x 4 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristali kalcita v navadni (zgoraj) in ultravijolični (spodaj) svetlobi; 40 x 25 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

odlitke školjčnih lupin ali na takoimenovano moldično poroznost na mestu raztopljenih lupin mehkužcev. Velikost votlinic je nekaj centimetrov, največje dosegajo 4 x 8 cm. Osnova je do 1 cm debela kalcitna podlaga, iz katere izraščajo kristali kalcita, večinoma rumene do rjave barve. Ker so gnezda po vsej verjetnosti odtisi školjk, je mogoče sklepati, da so kalcitovi kristali sedimentnega porekla (kalcit, nastal iz pornih vod sedimenta). Skoraj praviloma fluorescirajo v ultravijolični svetlobi, kar pri tem mineralu ni nekaj novega, je pa sorazmerno redko.

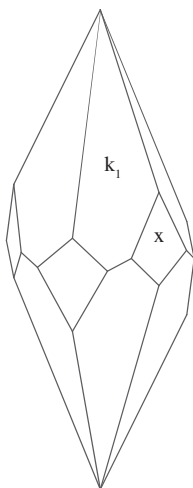
Z obnovitvijo in asfaltiranjem ceste, ki pelje prek najdišča, bodo kristali fluorescirajočega kalcita iz Gorenjih Jazen ohranjeni le še v nekaterih mineraloških zbirkah.

Literaturni vir:

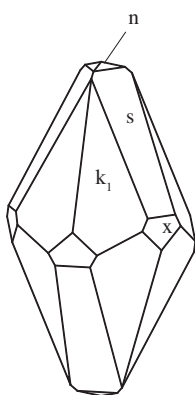
GRAD., K., L. FERJANČIČ, 1974: *Osnovna geološka karta 1:100 000, list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Kalcit iz Kurje doline v Kamniški Bistrici

Mirjan Žorž, Vojko Pavčič



A



B

Oblike kristalov kalcita iz Kurje doline pri Kamniški Bistrici. Primarni kristali (A in B) imajo skalenoidrsko morfologijo, ki jo definira skalenoider $k_1\{211\}$ in je nekoliko modificiran s ploskvami zelo strmega negativnega romboedra $x\{0kl\}$, položnega negativnega romboedra $n\{012\}$ in strmega negativnega romboedra $s\{021\}$.
Risbi: Mirjan Žorž



Skalenoedrski kristal kalcita; 25 x 10 mm. Najdba in zbirka Vojka Pavčiča. Foto: Ciril Mlinar

Dom v Kamniški Bistrici je znano izhodišče gorskih poti v Kamniške in Savinjske Alpe. Manj znano pa je, da je od tam možno oditi tudi na kakšno zanimivo mineraloško turo.

Približno 200 m pred domom se odcepi gozdna cesta, prečka Bistrico in se nadaljuje ob pobočju Črnega plazu, dokler ne pride do hudourniškega potoka, ki priteče iz Kurje doline. Struga potoka je polna velikih nakotaljenih apnenčevih balvanov. Če hočemo doseči področje pod Črnevko in Udiranjem, se lahko povzpne po strugi potoka, vendar gre lažje po gozdu pod Črnevko. Na približno 900 m nadmorske višine pridemo do področja, po katerem so raztreseni veliki apnenčevi bloki, ki so se odtrgali z višje ležečih pobočij. Največji merijo do 10 m v dolžino in tja do 5 m v višino.

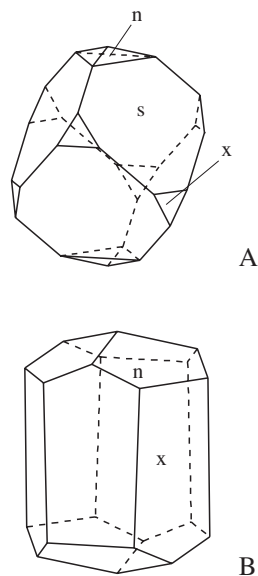
Navidez masivni bloki so na površini in v notranjosti prepredeni z utori, razpokami in votlinami, katerih stene so obraščene s kristali **kalcita**. Razkriti kristali kalcita so zaradi delovanja atmosferilij močno korodirani in razpokani. Razpoke in votline, ki jih voda ni sprala, so zapolnjene z rjavordečo glino. Zaradi zmrzali je večina kristalov v glini zdrobljenih in tudi bolj ali manj korodiranih. Če hočemo priti do bolje ohranjenih kristalov v notranjosti blokov, se moramo kar precej potruditi. Za manj vztrajne pa skrbi narava, ki nenehno kruši bloke z višje ležečih pobočij. Zadrževanje na področju Udiranja zaradi možnosti

padajočega kamena ni povsem brez nevarnosti. Primerna oprema in previdnost sta zato zelo na mestu.

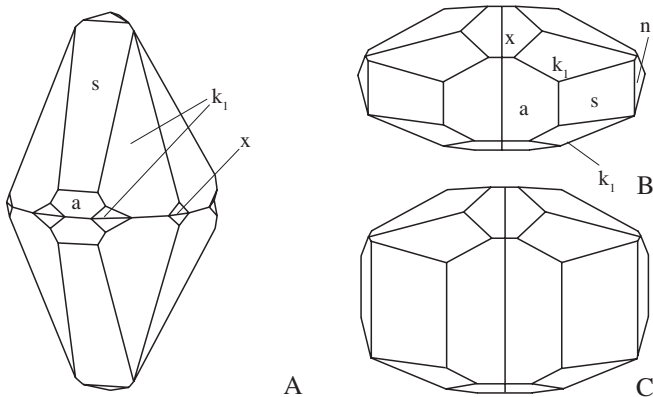
Motni do prosojni kristali kalcita so zaradi železovih oksidov, ki migrirajo v mikrorazpoke vzdolž romboedrskih ravnin razkolnosti (101), večinoma rumenkasto obarvani, z izjemo tistih na površju, ki jih je razbarvala voda.

Primarni kristali so skalenoedrski. V naslednjih fazah kristalizacije so se na račun skalenoedrov k_1 razvile ploskve negativnih romboedrov n in s , zato so se oblikovali romboedrski kristali. Na koncu pa prevladajo ploskve strmih negativnih romboedrov x in s tem skoraj prizmatska oblika kristalov.

Značilnost tega nahajališča so dvojčki po (001), ki so bistveno večji in tudi pogostejši od nezdvojenih kristalov. Največji neredko merijo do 5 cm v dolžino in 2 do 3 cm v širino. Dvojčki so vedno priraščeni na podlago vzdolž dvojčičnega šiva oziroma pravokotno na dvojčično ravnino (001). Tak način pritrditve povzroči polarizacijo zdvojenega kristala in hemimorfen razvoj, ki najhitreje poteka v smeri, ki je bolj ali manj pravokotna na podlago. Zdvojen kristal zato hitreje raste vzdolž dvojčične ravnine in dobi značilno metuljasto obliko. Dokler je stična površina s podlago velika v primerjavi z velikostjo kristala, je dvojček sploščen in metuljaste oblike, z večanjem kristala se stična površina manjša, kristal pa dobiva čedalje bolj pravilno skalenoedrsko obliko.



V naslednji kristalizacijski fazi se razvijejo kristali (C) s prevladujočimi ploskvami s , nazadnje pa kristalizirajo enostavni kristali (D) skoraj prizmatske oblike, ki jih omejujejo ploskve x in n .
Risbi: Mirjan Žorž



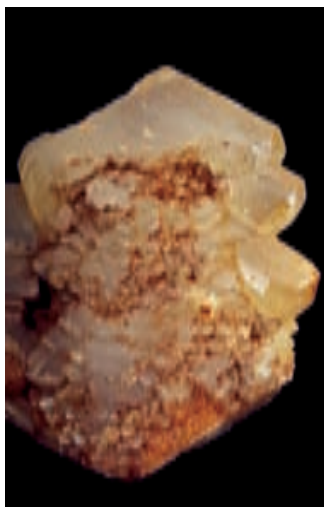
Oblike bazalnih (001) dvojčkov kalcita iz Kurje doline. Osnovna oblika je skalenoedrska (A), ker pa so kristali vedno priraščeni na podlago vzdolž dvojčične ravnine (001), se razvije značilna metuljasta oblika (B in C).
Risbe: Mirjan Žorž

Literaturni vir:

Žorž, M., 2002: *The Symmetry System* (bazalni kontaktni dvojčki kalcita v hk0 dotikalnem načinu, str. 234). Grosuplje.

Kalciti na Raduhi

Miha Jeršek, Zmago Žorž, Franc Krivograd



Kalcit z razvitimi kristalnimi ploskvami osnovnega romboedra je velik 18 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

Raduha je skoraj 5 km dolga gora, ki se vzpenja nad Savinjo med Lučami in Solčavo. Sestavljajo jo različni triasni apnenci, ki so deloma zakraseli. Raduha in njene kraške jame so zaslovele leta 1981 s ponovnim odkritjem Snežne jame, katere vhod je kar na 1.500 m nadmorske višine. Njena posebnost so številne sigaste tvorbe, vulkanski prodniki v jamskih sedimentih, kosti jamskih medvedov in sedem vrst slepih hroščev, med katerimi so kar štiri endemični. Kraške jame na Raduhi so nastale bistveno prej kot jame na našem Krasu.

Na južnem pobočju Raduhe lahko na več mestih ob cesti, ki vodi iz Luč proti planinski koči na Loki, zasledimo razpoke v triasnem apnencu, ki jih zapolnjujejo deloma zaobljeni in korodirani skalenoedrski kristali **kalcita**. Posamezni kristali lahko dosežejo 5 cm, posamezni skupki pa tudi nekaj deset centimetrov. Kristali so mlečnobeli do rumeni. Iz razpok jih je težko dobiti nepoškodovane. Večji kosi, preraščeni z do 1 cm velikimi zaobljenimi skalenoedri kalcita, so še pod cesto, kamor so jih z bagrom potisnili pri obnovi in širitvi ceste. Poleg skalenoedrskih kristalov najdemo tudi romboedrske, ki zelo spominjajo na kristale kalcita iz jam na Jelovici. So bolj ohranjeni in veliki tudi do 20 cm.



Vhod v Snežno jamo na dnu kraške udorine. Foto: Zmago Žorž



Utrinek z obiska Snežne jame. Foto: Zmago Žorž

Barit, kalcit in pirit iz Rove pri Radomljah

Renato Vidrih, Vili Rakovc

Močno razgiban teren med Kamnikom in Tuhinjsko dolino je posledica intenzivne tektonike. Prelomi v smeri zahod–vzhod so razkosali tako permske kot triasne plasti, ki sestavljajo to območje. Zaradi zanimive geološke zgradbe je bilo iskanje mineralov na tem področju uspešno, saj smo tik ob stiku triasnih in permskih plasti odkrili nahajališče barita, ki ga spremljata kalcit in pirit.

Na poti iz Radomelj mimo naselja Rova se pri naselju Kolovec začenejajo permske plasti. Severno od Kolovca se izmenjujejo kamnine različnih starosti, od spodnjetriasnih, srednjeperskih do zgornjeperskih.

Nahajališče je v zgornjeperskih dolomitiziranih apnencih, ki prehajajo v skrilavce, laporje in meljevce. Zgornjeperske plasti je težko ločiti od dolomitov, laporjev, apnencev, skrilavcev, meljevcev in peščenjakov spodnjetriasne starosti (skit), ki izdanejajo na levem bregu potoka.

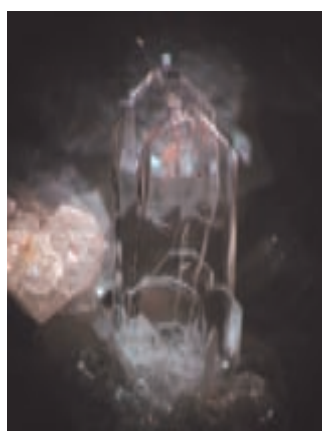
Najlepše kristale **barita** smo našli pod kmetijo Čeh, severno od naselja Kolovec. Kristalizira v manjših gnezdih v satastem dolomitiziranem apnencu na desnem bregu potoka. Popolnoma prozorni kristali barita so veliki do 10 mm, v glavnem pa prevladujejo le nekajmilimetrski. Kristali so sploščeni po c-osi in podaljšani v smeri a-osi, zato so tankoploščati.



Zgornjeperske plasti, v katerih lahko najdemo kristale barita, kalcita in pirit. Foto: Renato Vidrih



Kristali barita so veliki do 5 mm in prekriti z rdečkastimi oprhi. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristali barita z vključki rdeče obarvanih mineralov; 4 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Brezbarvni kristali barita zapolnjujejo votlinice v dolomitiziranem apnencu; 8 x 4 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

V posameznih primerih so se razvili biterminirani kristali. Prevladujejo prozorni, lahko so beli, nekateri pa imajo rdečkast oprh.

Baritovi kristali rastejo med kristali **kalcita**, ki so veliki do 10 mm. Večina gnezd je zapoljenih samo s kalcitovimi kristali, le v nekaterih pa so tudi kristali barita.

Na nahajališču so v svetlem dolomitiziranem apnencu nekoliko nižje ob potoku tudi kristali **pirita** v pentagonskih dodekaidrih, ki pa niso večji od nekaj milimetrov. Pirit je posejan v oprhah po kalcitu, redkeje pa je vraščen v kristalih kalcita.

Literaturni vir:

PREMRU, U., 1982: *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, tolmač za list Ljubljana*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Najdba kremenov na Hrastniku

Željko Habl, Mirjan Žorž, Gregor Kobler

Do leta 1991 smo živeli v prepričanju, da Slovenija z minerali ni ravno najboljše založena, zato smo raje obiskovali z njimi bogatejša področja v drugih jugoslovanskih republikah.

Ločitev od bivše države nas je pripravila do tega, da smo se temeljiteje ozrli na svoje dvorišče, k temu pa so v veliki meri pripomogli navdušenci, ki so imeli voljo in oko, v svojem domačem okolju poiskati še neznana nahajališča mineralov.

Popolnoma nepričakovano odkritje velikih kristalov **kremena** na Hrastniku pri Škofji Loki je tako pomembna prelomnica v zavedanju, kaj vse ponuja geološko raznovrstno ozemlje Slovenije, da si zanimivo dogajanje okrog tega odkritja nedvomno zasluži podrobnejši opis.



Značilen primerek skupka kremenovih kristalov s Hrastnika; 85 x 50 mm. Najdba in zbirka Željka Habla.
Foto: Ciril Mlinar



*Pogled julija 2005 na desni breg grape v zahodni smeri. Na tem delu je bila največja odkrita kremenova žila. Na balvanu v spodnjem levem delu slike je vidna bela plast kremenena. Med navaljenim peščenjakom in konglomeratom je našlo rastlinje ugodne pogoje za svoj razvoj, zato je prej gola stena že lepo ozelenela.
Foto: Miha Jeršek*

Zgodba se začne junija 1991, ko so se pri Hablovih odločili za piknik na Hrastniku, ki je za kaj takega zaradi svoje lege, neokrnjene narave in potokov, ki šumljajo po grapah, nadvse primeren.

Pravi piknik se odvija po znanem zaporedju, v skladu s katerim se po določenem času pri udeležencih navadno pojavi dremavica, ki se ji nekateri ne morejo upreti, drugi spet pa jo skušajo pregnati tako, da se že s čim zamotijo. Željku se je zatorej zdelo primerno, da se sprehodi ob potoku. V soju sončnih žarkov se mu je nekaj pobjlsnilo. Najprej je pomislil na drobec stekla. Kje drugje bi šel mirno mimo, a na Hrastniku je steklo še vedno redkejši pojav. Zato se je sklonil in v produ pobral nekaj, kar je imelo šesterkotno obliko z gladkimi ploskvami in ni moglo biti drugega kot kristal kamene strele, ki ga je tja zanesla voda od kdo ve kod.

To naključje je v njem vzbudilo veliko zanimanje in začel je mrzlično iskati kristale v bližnji in širši okolici. Čez čas je na zahodnem delu Hrastnika našel še več kremenovih kristalov in s tem navdušil še svoje škofjeloške prijatelje: očeta in sina Tomca ter brata Gostičarja. Na največje posamezne kristale in skupke so kmalu zatem naleteli v produ na desnem bregu potoka v grapi jugozahodno pod koto 806 na približno 550 m nadmorske višine. Bili so tako veliki in lepi, da zares ni kazalo drugega, kakor da jih Željko nese pokazat na sejnem mineralov v Trzič.

Maja naslednjega leta je na sejmu svoj zaklad previdno pokazal zdaj temu, zdaj onemu, dokler ni novica, da je nekdo našel za pest velike kristale kremenena slovenskega porekla, prišla na uho Mirjanu. Vest je bila komaj verjetna, saj do tistihmal nismo vedeli za kristale z našega ozemlja, ki bi zrastle do takih velikosti, zato se je moral nemudoma prepričati o resničnosti govoric. Po krajšem iskanju je našel Željka in ga naprosil, da mu kristale pokaže. Ta si ni dal dvakrat reči in je odvil v krpo skrbno zavite primerke. Na plan sta prišla dva tako velika in tako lepo razvita kremenova kristala, da česa takega Mirjan pač ni pričakoval. Dvojici se je v tistem trenutku pridružil še Gregor in nato je bilo slišati le še: »Kje pa rastejo taki kremenini?« Ni preveč verjetno, da bi katerikoli najditelj neznancem kar tako postregel s takim podatkom. Željko je zato samo mimogrede navrgel, da je kristale našel nekje v Selški dolini, jih zavil nazaj, nato pa se je skupina razšla.

Po sejmu sta Mirjan in Gregor staknila glavi in pričela mdrovati o tem, kje v Selški dolini bi taki kristali utegnili rasti. Edina reč, ki jima je prišla v zvezi s kremenom na misel, je bil Lavtarski vrh na Hrastniku pri Škofji Loki, ki je bil že znan po kremenu. Nadaljnje razglabljanje je vodilo še k sklepu, da je moral Željko kristale najti ob kakšni naključni priložnosti, kot je na primer piknik, za katerega pa morajo biti izpolnjeni že uvodoma omenjeni pogoji.

Kmalu zatem je nekaj sobot samo še šlo po grapah Hrastnika gor, po njega temenih sem ter tja in po globačah dol, dokler nista v eni izmed njih naletela na strmo, poševno v potok padajočo steno, ki jo je v spodnjem delu sestavljala kremenov konglomerat, v zgornjem pa precej napokan kremenov peščenjak. Takoj nad potokom se je navpik v steni vila kremenova žila, ki so jo prekrivali mlečno beli kremenovi kristali, vendar se je po nekaj metrih izklinila. Kar je bilo v njej, je voda že zdavnaj izprala. Na bregu je ležala obrobljena deska in bilo je več kot očitno, da jo je nekdo uporabljal za izpiranje kremenovih kristalov. V produ sta našla le še kristalne odlomke in krmežljave mlečne kristale. Vse skupaj zato ni bilo v tistem trenutku zanju nič kaj obetavno.

Edina oprijemljiva točka so bile napokane plasti kremenovega peščenjaka, ki jih je bilo mogoče brez težav lomiti. Dokaj hitro se je prikazalo nadaljevanje kremenove žile, vendar je bil v njej samo mlečnat masiven kremen, zato so se skale še naprej hrupno kotalile v grapo. Žila se je počasi nekoliko razširila, a kremen je bil še vedno enake barve in brez kristalov. Če bi tistih peščenjakovih klad ne bilo tako lahko ločevati od stene, bi se zgodba končala, tako pa je še naprej hrupno treskalo v strugo potoka. Bilo je že kar pozno popoldne, ko so se iz neke špranje vsule prozorne črepinjice zdrobljenih kremenovih kristalov, čemur je sledil še hujši plaz kamenja raz steno. Nenadoma pa se je prikazala modrikasta glina, v kateri so tičale velike zaceljene plošče kremen. Z rahlim prijemom se je pričela ena od njih majati, čemur je sledil kratek poteg, temu pa le še široko odprte oči. Na drugi strani plošče so izražali veliki nepoškodovani kristali kremen. Samo tisti primerek bi odtehtal vse, kar je bilo kdajkoli najdeno, pa tudi ves trud. A v glini je bilo še na desetine manjših in tudi večjih primerkov. Do večera sta jih nabrala toliko, da sta jih komaj znosila po strmem bregu navzgor, pa žile nista utegnili niti dobro počistiti.

Naslednjo soboto sta zato akcijo ponovila. Ker v tem času tam ni bilo nikogar, je že kazalo, da na lokacijo nihče več ne zahaja. Tistega večera sta se zopet opotekala pod kremenovo pezo po bregu navzgor. A tretjo soboto sta na svoje razočaranje naletela na temeljito počiščeno žilo. Ni kazalo drugega, kakor sprijazniti se s tem dejstvom. K sreči se je žila širila navzgor, zato so se kmalu pričeli iz nje trkljati novi primerki.

In tako smo od takrat naprej žilo izmenjaje obdelovali ob sobotah eni, ob nedeljah pa drugi, dokler se nismo neke sobote na nahajališču znašli iz oči v oči. Ni si težko predstavljati očitne napetosti med tistim, ki je v produ odkril prve kremenove kristale, in onim, ki je našel njihovo pravo rastišče v žili. Le to je bilo gotovo, da enega brez drugega ne bi moglo biti, zato smo po razumljivem začetnem nezaupanju sčasoma navezali prijateljske stike, ki so kasneje dosegli višek v več objavah in razstavah. Ker pa tako silovita dogajanja ne morejo ostati prav dolgo skrita, smo



Povsem zgornji del odprte in počiščene žile na Hrastniku julija 2005. Bele prevleke so mlečni kristali kremen prve generacije na kremenovem peščenjaku. S soncem obsijani del peščenjaka je značilno napokan. Za merilo je eden od avtorjev, Mirjan Žorž. V višino meri 1,8 m. Foto: Miha Jeršek



Kremenovi kristali s Hrastnika; 70 x 45 mm. Najdba in zbirka Željka Habla. Foto: Ciril Mlinar

k nadaljnjemu odkrivanju žile povabili še prijatelje od blizu in daleč; nekateri pa so se tudi sami.

Žila je bila zares velika in bogato založena z lepo kristaliziranim kremenom. V dolžino je merila približno 20 m, na najširšem delu pa približno 2 m. Žila je bila »zrela«, kar pomeni, da so se posamezne plasti ali kosi kremenca že sami tektonsko odlučili s stene in padli v razpoko, kjer so kristali rasli naprej. Poleg tega je žila potekala vzporedno s steno, kar je omogočilo njeno radialno odpiranje, s tem pa pridobivanje nepoškodovanih primerkov. V osrednjem delu je imela celo obliko rova in bila tako široka, da se je dalo vanjo zlesti 5 m globoko in še vedno dokaj udobno kopati. Kasneje je bil ta del v celoti odstranjen. V zgornjem delu žile so bili odkriti doslej največji skupki kremenca na Slovenskem. Primerki s premerom do 20 cm niso bili redki. Nekaj jih je merilo do 40 cm, največji pa celo več kot 60 cm v premeru in je zaenkrat največji znani skupek kristaliziranega kremenca pri nas.

Ta primerek ima zanimivo zgodovino. Nekaj let pred odkritjem kremenca na Hrastniku smo navezali stike z zbiralci

iz Wolfsberga na avstrijskem Koroškem; z njimi smo obiskovali njihova in naša nahajališča, zato smo jih povabili tudi na Hrastnik. Nemalo so se čudili izobilju kremenovih skupkov, ki so sicer zelo redki v njihovih tektonsko in erozijsko močno preoblikovanih nahajališčih. Jeseni 1992 se je Mirjan z njimi dogovoril za obisk hrastniške žile, ki pa se mu je moral v zadnjem trenutku odpovedati. Ravno takrat pa so Wolfsberžani našli velike primerke kremenca, med katerimi je bil tudi največji omenjeni. Ko je Mirjan decembra tistega leta obiskal avstrijske prijatelje, mu ga je Fritz Dohr podaril, rekoč, da je to največji primerek s Hrastnika in da je pošteno, če ga vrne. In tako se je kremenov skupek vrnil med Slovence kremenite.

V celoti je bilo v tej žili po naših grobih ocenah okoli 300 kg kristaliziranega kremenca. Na nekaterih primerkih smo našli še kristale albita, zelo redko pa vraščene kristale rutila in dolomita. Razkrivanje žile je bilo najbolj intenzivno v letih 1992/93, potem pa je polagoma zamrlo. Z ozirom na to, da je celoten Hrastnik zgrajen iz bolj ali manj napokanih in preperelih kremenovih konglomeratov in peščenjakov, ki jih prekinjajo tanjše plasti karbonskih skrilavcev, ni posebno težko najti kakšne nove žile, še zlasti ob gradnji gozdnih cest ali pa v kotanjah ob viharjih izravnanih dreves. V teh in naslednjih letih smo tako na Hrastniku na različnih mestih našli še več manjših žil z lepo kristaliziranim kremenom.

Kadar pa se nad Hrastnikom razdivja zares hudo neurje, zdrvi po grapah navzdol tako vodovje, da odnese na spodaj ležeče travnike vse, kar se je dotlej nabralo v njih. Po hudi uri posije sonce in zgodi se, da se v sončnih žarkih zaleskečejo dotlej skriti kremenovi kristali.

Predvsem kristalografsko so kremeniti opisani v naslednjem prispevku.

Literaturna vira:

ŽORŽ, M., 1994: *Minerali hrastniških grap* (zemljepisna lega nahajališča, str. 355). Proteus, let. 56, Ljubljana.

ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1999: *Kremen in njegovi pojavi na Slovenskem* (Hrastnik, str. 25). Galerija Avsenik, Begunje.

Posebneži in njihovi spremljevalci s Hrastnika pri Škofji Loki

Mirjan Žorž

Že v prejšnjem prispevku opisani Hrastnik omejujejo vode Bukovščice, Korenove in Sredniške grape, ki so se zajedle v njegova pobočja in v posameznih predelih razgalile plasti kamnin, ki jih sestavljajo predvsem močno napokani karbonski in permski kremenovi konglomerati ter peščenjaki.



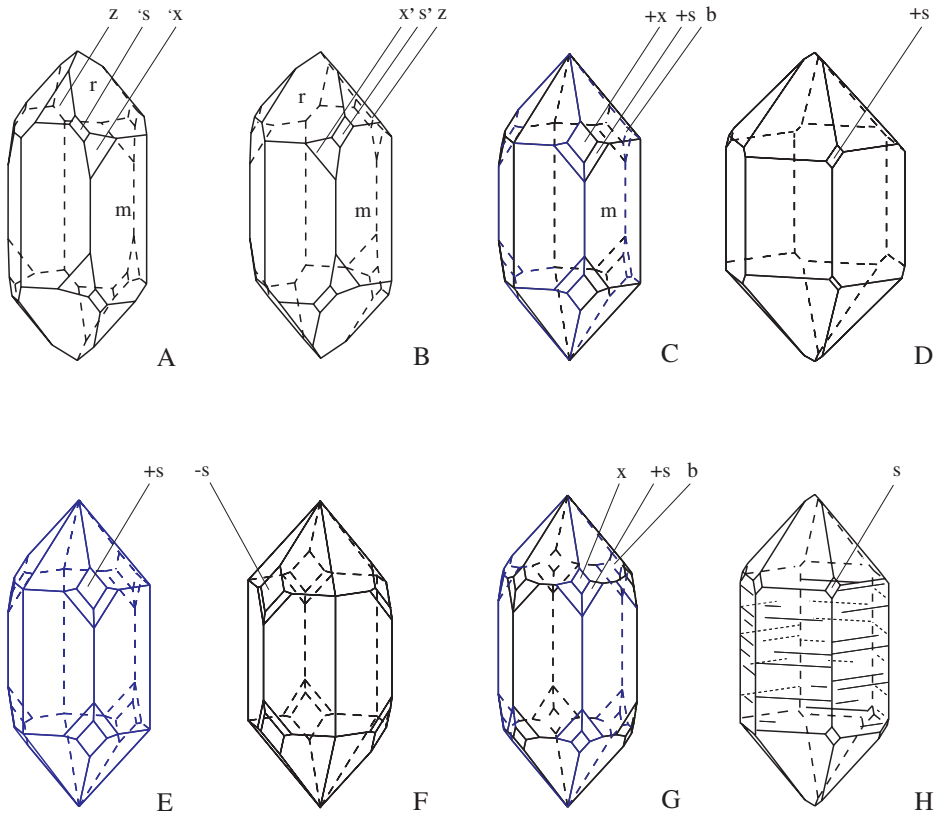
Največji odkriti izdanek kremenovih žil na Hrastniku je med 540 in 560 m nadmorske višine na strmem južnem pobočju grape, ki je v zračni črti oddaljena približno 500 m od najvišje kote 806 na vzhodu. Bele prevleke na peščenjaku in konglomeratu so kristali kremenova prve generacije; stanje maja 1993. Foto: Mirjan Žorž

Razpoke potekajo pretežno v jugovzhodno-severozahodni smeri. Njihova širina ne presega 1 m; večinoma pa so široke le nekaj centimetrov. Odrpte razpoke omogočajo kristalizacijo kremenca in drugih mineralov. Najbolj so seveda zanimive tiste, v katerih so imeli kristali za svoj razvoj na razpolago dovolj prostora. Precej razpok, zlasti tanjših, je v celoti zapoljenih s kremenom.

V letih 1992 in 1993 smo na Hrastniku na različnih mestih našli precejšnje količine kremenca v lepo razvitih kristalih in skupkih zlasti tam, kjer so potoki razkrili kremenove žile, ki pa so na tem področju tako pogoste, da naletimo na kremenove kristale praktično vsepovsod. Včasih ležijo na gozdnih tleh ali pa v kotanjah na ta ali oni način izravnanih dreves, da gradnje gozdnih cest niti ne omenjamo.



Kristali kremenca s sivkastimi fantomi so značilni za hrastniške razpoke. Fantomi so nastajali zaradi usedanja drobnih delcev s sten tektonsko razširjajočih se razpok. Kristal na fotografiji ima v notranjosti celo serijo fantomskih obrisov, ki se vrstijo vse do njegove terminacije. Velikost fantomskega kristala je 30 x 12 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



Levi (A) in desni (B) samski kremenov kristal. Idealni klinasti dvojček po interpenetraciji levega in desnega samskega kristala (C). Idealni dvojček dvojne interpenetracije (G) nastane, če se prerasteta dva klinasta dvojčka, pri čemer se drugi (F) zavrti za 60° z ozirom na prvega (E). Realni klinasti dvojček (D) in dvojna interpenetracija z nekaterimi ploskvami bipiramide v dvojčičnih legah (H). Ploskve vseh kremenovih kristalov s Hrastnika so nabrene zaradi alternacij ploskev prizem m in bipiramid b (H). Risbe: Mirjan Žorž

Kremen je v hrastniških razpokah kristalil v dveh generacijah. Najprej so na konglomeratni, še pogosteje pa na peščeni podlagi, zrasli mlečnobeli kristali, ki so na podlago trdno priraščeni in nimajo razvitih prizemskih ploskev.

Lepše so razviti čokati kristali druge generacije, ki je prerasla prvo. Bazalni deli brezbarvnih kristalov so zato motni, terminacije pa večinoma prozorne, vendar nikoli povsem brez megličastih motnosti. Dolgoprizmatski kristali so razmeroma redki. Kristali kremenja merijo do 5 cm, največji pa do 15 cm v dolžino, v premeru do 7 cm, medtem ko dosežejo kristalni skupki do 10 cm, največji pa do 60 cm v premeru.

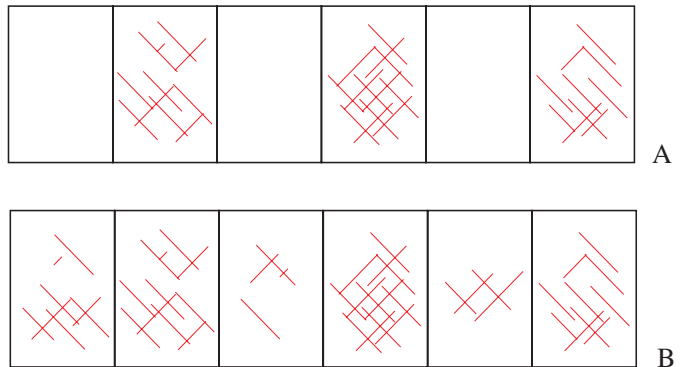
Samski kristal	Klinasti dvojček	Dvojna interpenetracija
prizma $m\{100\}$	prizma $m\{100\}$	prizma $m\{100\}$
pozitivni romboeder $r\{101\}$	bipiramida $b\{101\}$	bipiramida $b\{101\}$
negativni romboeder $z\{011\}$	pozitivna bipiramida $+s\{111\}$	bipiramida $s\{111\}$
leva bipiramida $*s\{2\bar{1}1\}$	pozitivna bipiramida $+x\{511\}$	bipiramida $x\{511\}$
desna bipiramida $s^*\{111\}$		
levi trapezoeder $*x\{6\bar{1}1\}$		
desni trapezoeder $x^*\{511\}$		

Transformacija ploskev zaradi dvojčenja. Ploskve prizme se pri tem, kristalografsko gledano, ne spremenijo. Pri klinastem dvojčku se pozitivni in negativni romboeder spremenita v bipiramido, levi in desni trapezoeder pa v pozitivni bipiramidi. Pri dvojni interpenetraciji se vse ploskve, razen prizemskih, preobrazijo v ustrezne bipiramide.

Prizemske ploskve so značilno narebrenne in rahlo suturirane; poleg tega pa nobena ni popolnoma ravna. Praviloma so rahlo vbočene proti sredini. Najbolj so razvite ploskve bipiramid na terminacijah. Akcesorne ploskve so redke in majhne. Damascenca na terminalnih ploskvah je pogosto zelo izrazita.

V svetlobi totalnega odboja se na prizemskih ploskvah prikažejo tanke ravne dvojčične lamele, ki se križajo pod kotom $84,5^\circ$, kar v celoti izključuje dauphinejsko dvojčenje in s tem tip kremena friedlaender. Dvojčične lamele pa ne ustrezajo vedno niti brazilskemu tipu dvojčenja, kar pomeni, da so nekateri kristali hrastniškega kremena zdvojeni na poseben način, pri katerem se prerasteta dva kristala, od katerih ima eden levo, drugi pa desno orientacijo. Nastali dvojček je zrcalno simetričen v ravnini (001) in ima višjo trištevno sfenoidno (*sphen* je grška beseda za klin) simetrijo, zato mu pravimo klinasti dvojček. To je najredkejši način interpenetracijskega dvojčenja pri kremenu. Dvojčenje povzroči transformacijo ploskev zaradi njihovega medsebojnega preraščanja. Najbolj zanimiva je preobrazba prizemskih ploskev. S klasično kristalografskega stališča se prizme sicer ne transformirajo, kar pa ne velja za njihovo obliko in način ukrivljanja. Vsaka druga ploskev dvojčka je namreč nekoliko širša, kar pomeni, da meji ena široka ploskev na dve ozki in obratno pri ozki ploskvi.

Morfologija hrastniških klinastih dvojčkov je neizrazita. Kristala, ki ima vse značilnosti, ni mogoče najti, še posebej, kadar gre za ukrivljenost ploskev. Za kaj takega je potrebno imeti idealno razvit kristal – *plavač*, ki se je odlomil s stene in se nato popolnoma zacelil. Najbolj diagnostične so dvojčične lamele, ki so na vsaki drugi prizemski ploskvi. Ploskve pozitivne bipiramide $+s$ praviloma niso v legah, ki ustrežajo temu tipu dvojčenja, ker so kristali priraščeni in ker so dvojčične domene naključne.

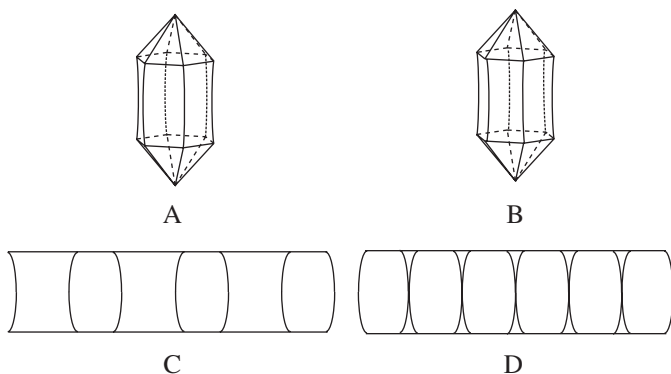


Shematski prikaz dvojčičnih lamel na ploskvah prizme m , ki se sekajo pod kotom $84,5^\circ$ v obliki neizrazitih mrežastih vzorcev. Pri klinastem dvojčku se pojavljajo le na vsaki drugi prizemski ploskvi (A). Za določitev klinastega dvojčenja na realnih kristalih je pomembno, da se lamele ne pojavijo na dveh sosednjih prizemskih ploskvah. Pri dvojnih interpenetracijah so dvojčične lamele razvite na vseh ploskvah prizme (B), česar pa na realnih kristalih ne zasledimo vedno. Za določitev tega tipa dvojčenja pa zadošča, če opazimo lamele vsaj na dveh sosednjih ploskvah. Risbi: Mirjan Žorž

Glavnina kremenovih kristalov je še bolj kompleksno zdvojenjena. Dvojčične lamele, ki so v prekrizanem vzorcu na vseh prizemskih ploskvah, potrjujejo dvojno interpenetracijo, pri kateri se, teoretično gledano, prerastejo štirje samski kristali, od katerih imata dva levo, dva pa desno orientacijo. Dvojne interpenetracije se navzven le malo razlikujejo od klinastih dvojčkov. Tudi to dvojčenje povzroči transformacijo vseh ploskev. Ob podrobnem pregledu opazimo, da so vse ploskve enake in konkavno ukrivljene.

Poudariti je potrebno, da so kremenovi kristali s hrastniških nahajališč brez izjeme zdvojenjeni po enem od opisanih načinov, pri čemer pa dvojne interpenetracije v celoti prevladujejo. Na prvi pogled so podobni kremenovim kristalom tipa friedlaender, ker so suturirani in izrazito damascentski; nikoli pa niso dauphinejsko zdvojenjeni.

Plavači in nitasti kristali so značilnost hrastniških razpok. Tektonika je bila na tem področju očitno dokaj živahna, zato so se posamični kristali lomili s sten razpok in padali vanje, nato pa se zacelili. S sten so se odluščili tudi večji kristalni skupki in plošče; na njihovih robovih so se v kasnejših fazah razvili biterminirani kristali. Prav tako pa so se kristali razvili tudi na vseh ostalih odlomljenih površinah. Nekateri od tako rekristaliziranih skupkov, posebej še, če so na njih tudi fantomski kristali, predstavljajo najlepše in največje primerke kristaliziranega kremenca pri nas.



Dvojčenje vpliva tudi na ukrivljanje kristalnih ploskev. Oblika kristala klinastega dvojčka se spremeni tako, da je vsaka druga ploskev nekoliko širša, vse pa so vbočene (A). Risba B shematsko prikazuje vzorec ukrivljanja ploskev, ki ga dobimo tako, da v ravnini razvijemo vse prizemske ploskve s kristala na risbi A. Pri kristalih dvojne interpenetracije so vse ploskve enako velike in vbočene (C in D). Idealna ukrivljenost se na realnih kristalih redko razvije zaradi domenske narave dvojčenja in priraščenosti kristalov na podlago, kar še posebej velja za klinaste dvojčke. Risbe: Mirjan Žorž

Poleg kristalov so se s sten krušili tudi drobni delci kamnine in se usedali na rastoče kristale. Nastali so fantomski kristali, ki so kar pogosti. Včasih se je to zgodilo večkrat zaporedoma, zato so se razvili conirani fantomski kristali. Za Hrastnik so značilni sivkasti odenki fantomov.

Med stenami tektonsko razširjajočih se razpok so nastajali nitasti kristali kremenca, če so bili orientirani tako, da so se dotikali obeh sten hkrati. Njihova morfologija je odvisna od orientacije posameznega kristala med stenama razpoke in od časa njegove rasti. V ugodnih primerih so niti zrastle do 6 cm v dolžino. Kakšen od nitastih kristalov se je bil tudi odlomil in končal rast kot plavač.

Spremljevalnih mineralov je na Hrastniku malo; dva sta se ohranila le v obliki protogenetskih ali singenetskih vključkov.

Relativno pogost je **albit** v do 1 cm velikih kristalih porcelanasto bele barve s steklastim sijajem. Nekateri majhni kristali so prozorni. Nitasti kristali albita so redki, zato pa so lahko do 3 cm veliki. Vsi kristali albita so zdvojeni bodisi po albitnem, bodisi po albitno-karlovarskem zakonu. Albit je kristaliziral pred kremenom, zaradi česar ga najdemo v obliki protogenetskih vključkov. Večino albitovih kristalov je zajela korozija, zato so najedeni, še posebej vzdolž ravnin razkolnosti.

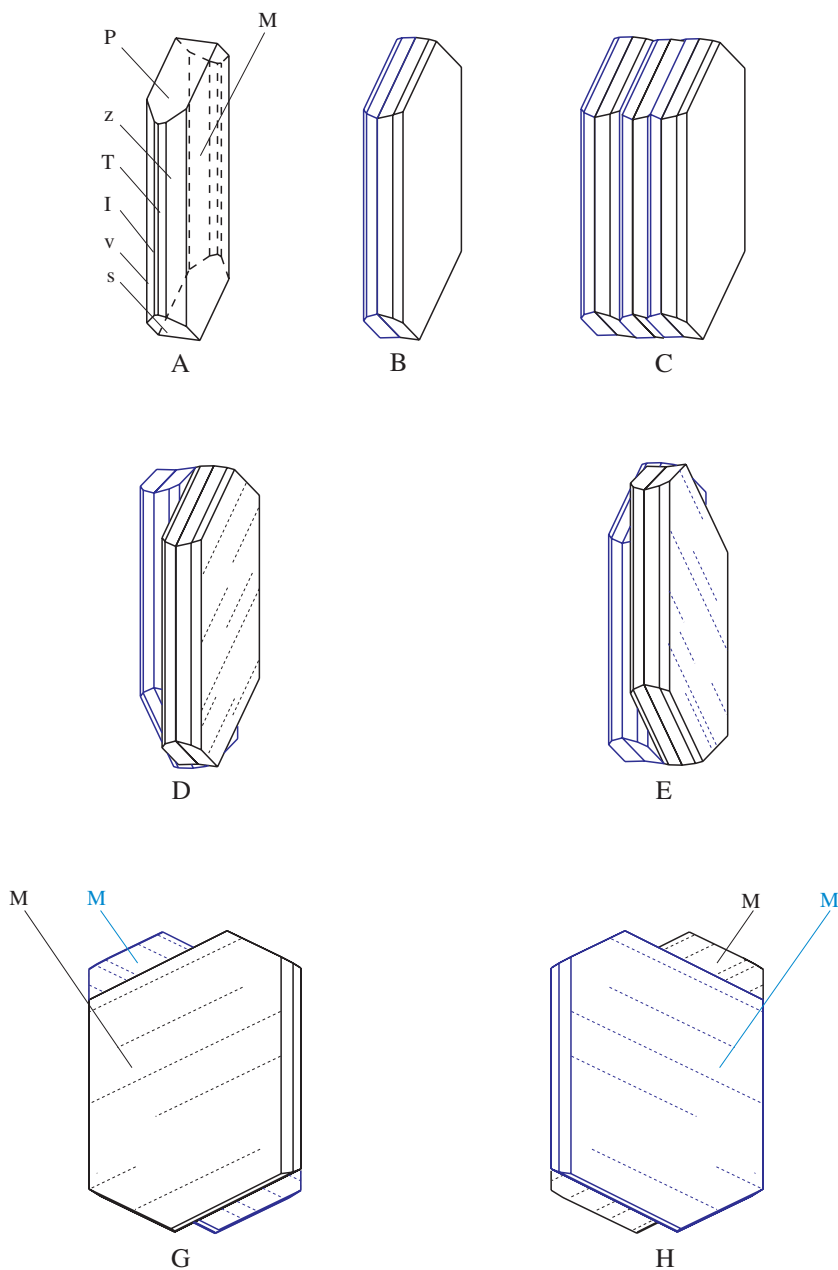
V nekaterih kremenovih kristalih so singenetsko vraščeni romboedrski kristali, ki po obliki, barvi in sijaju ploskev ustrezajo **dolomitu**. Samostojnih kristalov ni, ker so se raztopili v kasnejših fazah, na kar kažejo tudi romboedrski odtisi na kristalih kremenca.

Najredkjejši je **rutil** v kristalih jeklenosive barve, ki so protogenetsko vključeni v kremenu. Kristali so zelo tanki (do 2 μm) in dolgi do 2 cm.

Kristali kremenca s Hrastnika so svojevrstni posebneži zato, ker imajo vsi obliko klinastih dvojčkov in dvojnih interpenetracij. Slednje zasledimo tudi v hidrotermalnih nahajališčih, kjer najdemo še brazilske dvojčke, ki pa jih tako na Hrastniku kot v alpskih razpokah ne zasledimo. Oblike kremenca v hrastniških



V tektonsko živahnih nahajališčih so lepo razviti in nepoškodovani kremenovi skupki cenjena redkost. Skupek na fotografiji je nastal s preraščanjem več kristalov, potem ko so se odlomili s stene in se še uspeli zaceliti. Posebej značilna za hrastniške kremenec je izrazita damascenca na terminalnih ploskvah, ki je posledica dvojčenja. Na terminaciji največjega kristala so vidne vicinalne ploskve; 13 x 10 cm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



Kristali hrastniškega albita. Samskih kristalov (A) ni, ker so vedno zdvojeni po ravnini (010) oziroma po albitnem zakonu (B). Dvojčenje po tem zakonu se večkrat ponovi, zaradi česar nastanejo polisintetski lamelirani dvojčki (C). Albitni dvojček ima višjo simetrijo, kar mu omogoča, da se zdvojči še po karlovarskem zakonu. Nastanejo levi (D) in desni karlovarski dvojčki (E). Razlikujemo jih tako, da pogledamo, na kateri strani dvojčka potekajo ravnine razkolnosti (001) navzdol proti opazovalcu. Na risbi so označene s prekinjenimi črtami. Če potekajo te ravnine navzdol na desni strani dvojčka, potem je zdvojen po (010) in je zato levi karlovarski dvojček (G) ter analogno desni karlovarski dvojček, ki je zdvojen po (010), če potekajo ravnine navzdol na levi strani dvojčka (H). Na kristalih albita s Hrastnika so pinakoidi: $P\{001\}$, $s\{\bar{1}01\}$, $M\{010\}$, $T\{110\}$, $I\{1\bar{1}0\}$, $z\{130\}$, $v\{1\bar{3}0\}$, $o\{\bar{1}11\}$ in $c\{011\}$. Risbe: Mirjan Žorž



Albiti in albino-karlovski dvojčki albita na kremenovi podlagi. Kristali so rahlo korodirani z vidnimi linijami razkolnosti vzdolž (001) ravnin. Največji kristal albita meri 4 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž

razpokah so precej podobne tistim iz alpskih razpok, za katere so značilni tektonsko odlomljeni in zaceljeni kristali ter skupki, še posebej pa nitasti kristali. K podobnosti prispeva še suturiranost kristalnih ploskev in damascenca. Prekrižane dvojčične lamele popolnoma izključujejo dauphinejsko dvojčenje, ki je osnovna karakteristika kremenovih kristalov alpskih razpok. Skratka, pogoji, pri katerih so rasli kristali kremenca in ostalih mineralov v hrastniških razpokah, se razlikujejo od tistih, ki so značilni za razpoke alpskega tipa in tistih, ki vladajo v hidrotermalnih nahajališčih.

Pri nas so nahajališča s takimi kremenovimi kristali precej razširjena, ker pokrivajo kremenovi konglomerati in peščenjaki znaten del našega ozemlja. Zanimivo pa je, da so nahajališča takšnega tipa drugod po svetu redka.

Literaturni viri:

- RYKART, R., 1989: *Quarz-Monographie* (dauphinejski dvojčki, str. 100-107; kremen tipa friedlaender, str. 192-205; vključki, str. 255-279; protogenetski vključki, str. 255-258; singenetski vključki, str. 258-268; epigenetski vključki, str. 268-269; kremen iz alpskih razpok, str. 170-180; pogoji nastanka, str. 172-175). Ott Verlag, Thun, Švica.
- Žorž, M., 1992: *Nitasti kremen* (mehanizem nastanka nitastih kremenovih kristalov, str. 293-295; vpliv orientacije niti na morfologijo kristalov, str. 295-299; nahajališča nitastih kristalov kremenca, str. 299-301). Proteus, let. 54, Ljubljana.
- Žorž, M., 1994: *Minerali hrastniških grap* (zemljepisna lega nahajališča, str. 335; kremen, str. 360-363; fotografija na naslovnici, str. 358; plavači, str. 361; fantomski kristali, str. 362-363; fotografija, str. 361; nitasti kristali, str. 362; fotografije, str. 358 in 359; stereofotografija, str. 360; albit, str. 350-360; dvojčki, str. 358-359; nitasti kristali, 359; fotografija na naslovnici, str. 357 in 358; prva omemba rutila, str. 357). Proteus, let. 56, Ljubljana.

- ŽORŽ, M., 1994: *Pyroelectrically caused twisting of quartz crystals* (vijačniki okoli c-osi pri dauphinejsko zdvojenih kristalih kremenca, str. 219-222; risba, str. 220 in 221). Geologija, knjiga 36, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1999: *Kremen in njegovi pojavi na Slovenskem* (vključki – protogenetski, singenetski in epigenetski, str. 25; Hrastnik, str. 40-43; kremen - fotografija fantomskega kristala, str. 41; fotografija plavača, str. 41; fotografija singenetskih vključkov v kremenca, str. 41; albit, str. 42; fotografija albita, str. 41; rutil, str. 43; karbonati, str. 43; vključki, str. 432-43). Galerija Avsenik, Begunje.
- ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System* (enantiomorfija, str. 23-24; samski kristali, 114-139; dvojčki, str. 189-196; sfenomorfija, str. 24, 113; dvojenje, str. 83-98; morfologija samskih kristalov, str. 99-102; fotografija klinastega dvojčka kremenca, str. 203; fotografija dvojčičnih domen – damascence klinastega dvojčka kremenca, str. 203; interpenetracija, str. 190; klinasti dvojčki, str. 191; dvojne interpenetracije, str. 194-195; fotografija dauphinejsko zdvojenega kristala kremenca, str. 125; fotografija dvojčičnih domen – damascence dauphinejsko zdvojenega kremenca, str. 205). Grosuplje.
- ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preračanja* (brazilski, dauphinejski in klinasti dvojčki – njihova morfologija, dvojčične lamele, dvojčične domene in damascenca, vicinalne ploskve, načini ukrivljanja kristalnih ploskev; brazilsko-brazilske, klinasto-klinaste, dauphinejsko-dauphinejske interpenetracije – njihova morfologija, dvojčične lamele, dvojčične domene in damascenca, vicinalne ploskve, ploskve jedkanja, načini ukrivljanja kristalnih ploskev; nahajališča brazilskih, klinastih in dauphinejskih dvojčkov ter dvojnih interpenetracij v Sloveniji; risbe dvojčičnih shem, dvojčkov, morfologije, tipov dvojčičnih lamel in tipov vicinalnih ploskev; fotografije dvojčkov, lamel, vicinalnih ploskev in figur jedkanja.) Proteus, let. 67, Ljubljana.

Kristali kremena z rožnato conarno rastjo z Zakladnika pri Bitnjah

Vojko Pavčič, Aleksander Rečnik

V zgodnjih osemdesetih letih preteklega stoletja je Rajko Jelovčan, zbiralec iz Šutne pri Škofji Loki, na pobočjih Zakladnika odkril nahajališče brezbarvnih in rahlo rožnatih kremenovih kristalov s *fantomsko* rastjo. Nahajališče leži na južnem



Biterminiran kristal kremena z rožnatim fantomom; 50 x 25 mm. Najdba Rajka Jelovčana, zbirka Vojka Pavčiča. Foto: Ciril Mlinar

pobočju hriba Zakladnik ob gozdni cesti, ki pelje iz doline Suhe pri Bitnjah proti vasi Čepulje. Takoj ko se ob poti pojavijo plasti rdečkastega groedenskega kremenovega peščenjaka, opazimo tudi kose masivnega kremenca iz kremenovih žil v peščenjaku.

Nahajališče je ob nekdanji gozdni poti, ki zavije z glavne ceste proti zahodu in se kot nekakšen jarek zajeda v pobočje hriba. V grušču na več mestih opazimo koščke masivnega kremenca, med katerimi najdemo tudi kakšen kristal. Kremenove žile so pravokotne glede na plastovitost kamnin in sekajo cesto v smeri sever-jug. Najdebelejša kremenova žila, iz katere izvira večina primerkov, meri na svojem najširšem delu do 30 cm. V njej je bilo več geod, ki so merile do 20 cm v premeru. Zapolnjene so bile z rdečkasto glino ter kristali **kremenca**. Večina kristalov, ki so rasli na masivnem kremenju, je bilo prozornih in manjših od 1 cm. V sredini teh geod pa smo našli tudi večje kristale, ki so se s podlage odlomili in so ležali v glini. Čeprav je geod verjetno še precej, je izkopani del kremenove žile zdaj zalit z vodo, kar nekoliko otežuje nadaljnje raziskovanje.

Kristali so prizmatski, z dobro razvitimi terminalnimi ploskvami. Prizemske ploskve so narebrenе vzporedno z robom med romboedrom in prizmo. Ploskve bipiramid so redke in majhne. Posebnost kristalov je v njihovi notranjosti opazna tako imenovana *fantomska rast*. Fantomi imajo nekoliko neizrazito obliko ene od končnih ploskev predhodnih faz rasti in so rdečkasto obarvani. Največji kristal s conarno rastjo z nahajališča Zakladnik meri 5 cm v dolžino in je biterminiran, rožnat fantomski obris pa meri približno 2 cm in je someren. Obarvan je verjetno zaradi hematita, ki sicer značilno obarva srednjepermske groedenske peščenjake.

Literaturni vir:

ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (primerek kremenca z rožnatim fantomom, str. 42). Galerija Avsenik, Begunje.

Kremenovi kristali in okremenjeni ter limonitizirani fosili v okolici Crngroba

France Stare, Uroš Herlec



France Stare na nahajališču kremenov v bližini Crngroba leta 2006. Foto: Saša Brajnik

Vasica Crngrob z znano in od daleč vidno romarsko cerkvijo leži na vzpetini v pobočju nad robom Sorškega polja, približno 2 km severno od naselja Žabnica ob glavni cesti med Kranjem in Škofjo Loko.

V grapah okrog hriba Kovk nad vasjo smo odkrili v zadnjih 22 letih 37 nahajališč, od katerih je večina na drugotnem mestu v preperini.

Skupaj najdemo **kalcedon** in kristale **kremena** ter manjše kristale **dolomita**, **adularja** in **brookita** v geodah ter **okremenjene fosile**. V temnih bituminoznih kamninah so kristali **markazita** in **pirita** ter z drobnozrnatimi gomoljastimi konkrekcijami nadomeščeni skeleti fosilov, ki so bili v pobočni preperini večinoma povsem psevdomorfno limonitizirani.

Vsi primerki so razmeroma majhni, vendar zanimivi zaradi izjemne oblikovne pestrosti. Posamezne oblike kristalov so v večini nahajališč, druge so zelo redke in le na enem ali nekaj nahajališčih. Domnevamo, da je prav največje nahajališče na pobočju ob pešpoti nekaj sto metrov daleč od cerkve tisto, ki ga omenja že Wilhelm Voss.

Pri dolgoletnem sistematičnem terenskem delu, zbiranju in dokumentiranju so z idejami, nasveti ali kako drugače pomagali



Psevdomorfoza limonita po skupku kristalov pirita; 15 x 6 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



Do sedaj največji najdeni kristal kremena, ki je obenem tudi biterminiran, meri 52 x 25 mm. Na začetku hitre rasti kremenovih kristalov so bili v hidrotermalni raztopini tudi ogljikovodiki, ki so takrat nastale tekočinske vključke obarvali črno. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



Geode so nastale na mestu apnenčevih prodnikov, ki jih je vroča in kisla voda s kremenico stopila in na obodu nadomestila apnenec s skorjastim kremenom. V votli notranjosti pa so zrastle tudi kristali kremenca. Najdemo jih v ilovnati preperini nad konglomerati, ker so mnogo bolj odporne na kemično preperevanje kot karbonatne kamnine; izrez 5 x 4 cm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč.



Pseudomorfoza limonita po skupku smrekastih kristalov markazita; višina 3 cm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč

Antonija Šifrer iz Žabnice, geologi Anton Ramovš, Lado Ferjančič in Pavel Alojzij Florjančič ter fotograf Miran Udovč. Z velikim entuziazmom so sodelovali tudi mnogi prijatelji in šestnajst let tudi otroci iz Naravoslovnega krožka OŠ Stražišče, ki ga je vodil France Stare. Med njimi je bil še posebej zagnan prekmalu preminuli Janko Jelovčan, ki je nekaj nahajališč našel sam, nekaj pa skupaj s prvim avtorjem prispevka.

Na omenjenem najpomembnejšem in najstarejšem nahajališču s površino okrog 100, skupaj z razsutim delom preperine v strmi vpadnici pod nahajališčem pa približno 500 m², smo v preteklih desetih letih prekopali in podrobno pregledali vsaj 200 m³ do 1,5 m debele pobočne ilovnate preperine.

Kremenovi kristali so najpogosteje posamični. Redkeje so cele, živorumene, povsem zaglinjene geode v rdečerjavi ilovici, ki so se zaradi preperevanja izlužile iz kamnine v podlagi. Odkrili smo jih okrog 300. Včasih so izlužene geode v preperini še vedno orientirane v enaki legi kot geode v matični kamnini. V vsaki so kremenovi kristali svojskih oblik in barvnih odtenkov. V veliki večini geod je le po nekaj kristalov.

V največji do sedaj odkriti zaglinjeni geodi je bilo približno 10.000 oblikovno povsem podobnih, a različno velikih idiomorfni kristalov. Največji je dolg 52 mm, le nekaj preko 20 mm, nekaj desetim preko 10 mm, velika večina pa ne doseže niti 5 mm. V skoraj vsaki geodi je bilo le nekaj posebno lepo oblikovanih biterminiranih kristalov. Običajno so kratkoprizmatski z gladkimi ploskvami, nekateri so povsem prozorni. Take kristale smo po vzoru Valvazorja, ki je podobne kremenove kristale,



Limonitiziran kamijaki amonit; premer 14 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč



Okremenjena karnijska solitarna korala; 8 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč



Okremenjen karnijski amonit; premer 25 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč

najdene pri Cerknici, imenoval cerkniški demanti, poimenovali *crngrobski diamanti*. Gnezda s samimi diamanti so še posebno redka. Večinoma so manjši od 1 mm, redki dosežejo 15 mm. Najdaljši odkriti kristal je dolg 81 mm, najtežji pa ima maso 98 g.

Kremenovi kristali imajo pogosto številne trdne, tekoče in plinske vključke. Pogosti so bolj ali manj pravilni črni bitumenski vključki trdnih in tekočih ogljikovodikov; tiste v biterminiranih, izrazito dolgoprizmatskih kristalih smo poimenovali *črne duše*. Najbolj opazni so prav v diamantih. Razmeroma pogosti so podolgovati in/ali med seboj povezani tekočinsko-plinski vključki, tako imenovane libele. Conarno razporejeni so oblikovali razmeroma redke fantomske idiomorfne kristale.

V preperini so posebej redke geode z dvostranskimi žezlastimi kristali v obliki pozitivnih in negativnih žezel; le dve sta bili še v kamnini. Niti dve žezli nista povsem enaki; precej jih ima vrhove rahlo čadave.

Enostransko ali dvostransko žezlaste kristale, ki imajo po vseh robovih prizem naniznana zaporedna žezla, tako da so videti kot strehe mesteca Carcassonne v Franciji v malem, smo poimenovali *slovenska žezla*. Dolgi so do 60 mm, našli pa smo jih okrog 100, vse na enem nahajališču. Velika posebnost so pentljasti in brstični ter skeletni ali oknasti kremenovi kristali.

Našli smo tudi preperle geode z obarvanimi kristali kremena, ki so sivkasti, modrikasti ali rumenorjavkasti. Zunanji obod izluženih kroglastih kalcedonskih in kremenovih geod s premerom od 0,5 cm do 15 cm je pogosto iz drobnih kalcedonskih kroglic. Posebnost lokacije so tudi posamezni zaobljeni, obrušeni in naravno spolirani kristali med ostalimi nedotaknjenimi.

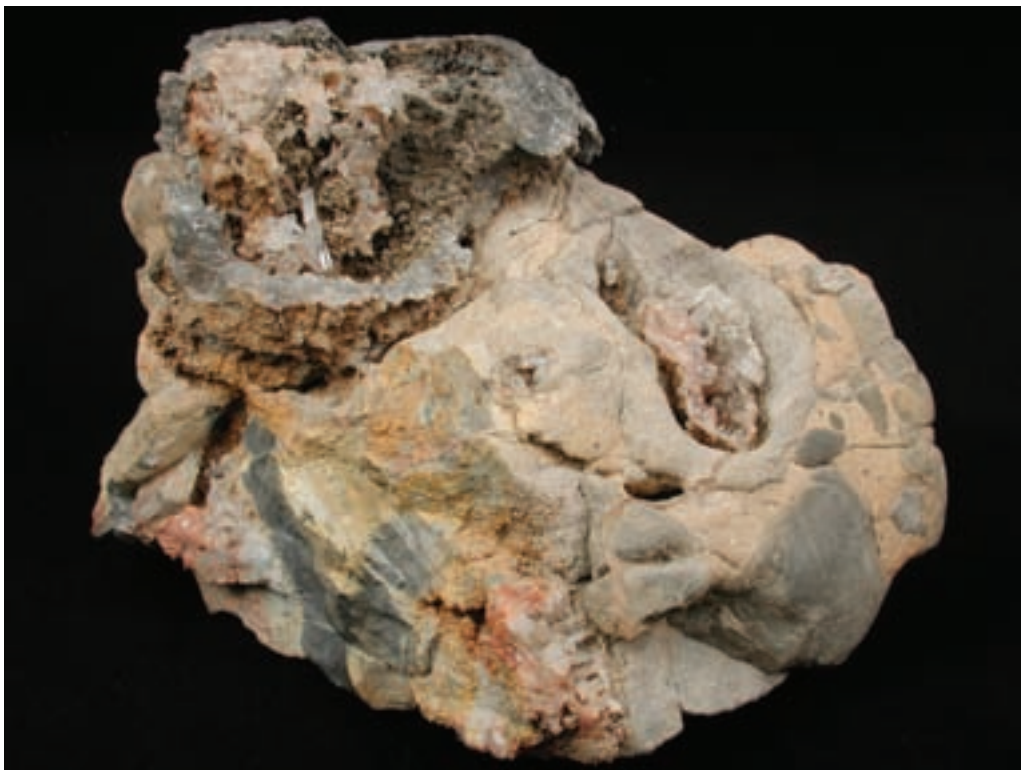
Edinstveni za Slovenijo so v Crngrobu **okremenjeni fosili** (zgornjepermske in karnijske korale, karnijski brahiopodi, amoniti, navtilidi, polži in drugi) z desetimi različnih taksonomskih skupin, ki še čakajo na določitev. Za kremenom je le v nekaterih geodah kristalil **kalcit**, velik do 15 mm. Kristale adularja in brookita je prvi odkril kranjski zbiralec Vili Rakovec. Kasneje smo našli adular v skupkih, velikih do 1 cm, še na treh lokacijah. V svežih temnih različkih kamnin smo našli preseke konkracij piritu in markazita, v njihovem jedru so karnijski amoniti in navtilidi, polži, brahiopodi, bodice morskih ježkov, koproliti in drugi fosili, ki jih naravno preparirane najdemo v preperini kot psevdomorfoze **limonita** po piritu, kakor tudi psevdomorfoze limonita po idiomorfni kristalih markazita in piritu.

Podrobnejši morfološki opis in nastanek kremena iz Crngroba sledi v naslednjem prispevku.

Nastanek in značilnosti kremenovih in drugih kristalov pri Crngrobu

Uroš Herlec, France Stare, Aleksander Rečnik, Mirjan Žorž

V pobočju severovzhodno od cerkve v Crngrobu izdanjajo zgornjepermske kamnine žažarske formacije. To so deloma okremenjeni črni apnenci z redkimi kolonijskimi koralami vrste *Waagenophyllum indicum*. Ob pokritem prelomu v prečnodinarski severovzhodno-jugozahodni smeri mejijo na votlikave karnijske dolomitizirane in okremenjene apnenčeve brečaste konglomerate, plastnate julske in tuvalske črne apnenice s fosili ter skrilave glinavce, laporovce in peščenjake. Karnijske plasti, ki izdanjajo v redkih golicah v pobočju, so večinoma pokrite z debelo pobočno preperino. Nad cerkvijo in severozahodno od nje so po razpoklinskih sistemih delno dolomitizirane in okremenjene. V črnih različnih kamnin z več organskimi



Selektivno izlužen apnenčev in dolomitni karnijski konglomerat z opalnokalcedonskimi in kremenovimi geodami; 30 x 18 cm. Najdba Gregorja Tomca. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek



Ko ni bilo več pogojev za nadaljevanje ukrivljene rasti, se je nastala deformacija kompenzirala z nastankom več manjših kristalov, ki skušajo slediti ukrivljenosti osnovnega kristala. Vrhovi kristalov se divergentno razširjajo od c-osi v obliko vzbrstelega ali brstičnega kremenca, 25 x 16 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč

snovmi so zgodnjediagenetski kristali pirita in markazita. Skupki kockastih kristalov pirita so veliki nekaj centimetrov, markazit pa je v obliki smrekastih skupkov, velikih do 2 cm; oba minerala sta večinoma v drobnozrnatih konkrecijah okrog fosilov. V preperini sta močno oksidirala, ne glede na to pa so njune kristalne oblike kljub psevdomorfozi v limonit lahko še vedno dobro ohranjene. Zgornjetriasna norijska in retijska baška formacija leži v pobočju nad karnijskimi plastmi, deloma ob prečnodinarskem prelomu, deloma pa ob normalni, večinoma pokriti meji. To so plastnati in skladnati votlikavi dolomiti s plastmi ter gomolji rožencev. V najnižjem delu pobočja, delno še tik nad cerkvijo in vse do dolinske uravnave, ležijo na opisanem zaporedju kamnin erozijsko diskordantno zakraseli oligocenski bazalni, večinoma apnenčevi konglomerati in peščenjaki z vrtačami. Te plasti niso okremenjene.

Najlepši in najbolj raznoliki kristali **kremenca** so nastali v votlikavih karnijskih dolomitiziranih in okremenjenih apnenčevih brečastih konglomeratih. Manj raznolike so zapolnitve v delno dolomitiziranih in okremenjenih apnencih s fosili. Na istem nahajališču so lahko zelo različne oblike kremenca. Našli smo vse od kalcedonskih (nekdanj opalnih) in drobnozrnatih kremenovih zapolnitev do posameznih geod z nekaj centimetrov velikimi kristali. Kljub kratkim razdaljam med geodami so bodisi skoraj enaki ali pa imajo zelo različno morfologijo, velikost, vključke in barve. Nekdo, ki ne pozna nahajališča, bi jih zlahka pripisal povsem različnim okoljem in pogojem rasti. Za naše razmere oblikovno izredno pestra in zaenkrat, kot kaže tudi število najdenih primerkov, najbogatejša okremenitev votlinic je posledica posebnih in za posamezno geodo značilnih razmer pri njihovem nastanku.



Sosednja lega ploskev bipiramide in značilna lamelasta površina ploskev prizem sta značilni za brazilsko dvojčenje; dolžina 57 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



Pentljasti (dvojno zdvojeni) kristali so posebnost nahajališča. Prizemske ploskve se navidezno konkavno ukrivljajo od sredinskega dela proti romboedrijskim terminacijam, medtem ko so ploskve romboedra videti konveksno napete. Kristal je zato na sredini ožji kot na terminacijah, zaradi česar je podoben pentlji; 37 x 31 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč

Ustrezen prostor za rast kristalov so bile votlinice, ki so nastale s selektivnim raztapljanjem najbolj topnega dela kamnine. V klastičnih različnih kamnin so to bili aragonitni in/ali kalcitni skeleti fosilov; na njihovem mestu so nastale votlinice, ki pogosto v največjih podrobnostih odražajo predhodno obliko fosila in ustvarjajo moldično poroznost. To pomeni, da se je po raztopitvi fosila na njegovem mestu ohranil njegov podrobni kremenov »odlitek«. Površinsko preperevanje večinoma karbonatnih kamnin je povzročilo selektivno raztapljanje karbonatov. Zato so se slabše topni kremenovi odlitki nakopičili v preperini v tako dobrem stanju, da lahko fosil taksonomsko določimo.

Največje kroglaste do oglate geode v karnijskih plasteh so posledica selektivnega raztapljanja brečastih konglomeratov z raznovrstnimi prodniki. V majhnem izdanku v spodnjem delu največjega in najbolj pestrega nahajališča smo našli v brečastem konglomeratu še povsem nedotaknjene dolomitne prodnike, v neposredni bližini pa so bili nekdanji apnenčevi prodniki in/ali prodniki apnenčevih peščenjakov selektivno raztopljeni.

Različnost kristalov v posameznih geodah je mogoče razložiti z razlikami v odprti poroznosti in s tem z razliko v količini in koncentraciji raztopin, ki so prinašale kremenico in druge ione ter z različnim številom kristalnih jeter, ki so bila na voljo. Več tisoč povsem podobnih biterminiranih kristalov v posamezni geodi je verjetno zraslo okrog jeder kremenovih zrn v netopnem ostanku selektivno raztopljenega kremenovo-apnenčevega peščenjaka.



V zadnjih fazah so nastali najbolj prozorni kristali ali deli kristalov z najmanj vključki. Iz siromašnejših, a čistejših raztopin, so zrasli značilni, kot čista voda prozorni kratkoprizmatski kristali kremenca, ki jih zaradi njihove popolne prozornosti in diamantnega sijaja imenujemo crngrobški diamanti; 10 x 6 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč



Črna fantomska oblika prvotnega biterminiranega kristala v posameznih kristalih kaže na obdobja visoke koncentracije vključkov ogljikovodikov. Prerasla jih je plast bolj prozornega kremenca; višina 12 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek

Netopni ostanek v geodi je s svojo značilno kemično sestavo v okviru mikrookolja posamezne geode deloval kot pospeševalec ali zaviralec razvoja določenih kristalnih ploskev, barv ipd. Kjer v netopnem ostanku ni bilo dovolj zrn kremenca, ki bi lahko bila kristalizacijska jedra, ali pa tam, kjer je zaradi selektivnega raztapljanja hitro nastala večja votlina, so se iz raztopin izločali kristali na stenah geode že v začetni fazi. Večina geod je sploščenih, pretrtih ali počenih, kar kaže, da je selektivno raztapljanje kamnine zmanjšalo njeno trdnost, zato so se posamezni deli posedli, geode pa so se strle in sploščile.

V geodah, ki so nastale z raztapljanjem apnenčevih produktov in kalcitnih fosilov, je prvi kristalil **dolomit** po površinah prekristaljene dolomitne kamnine v obliki nekaj milimetrov velikih, okrasto obarvanih sedlastih romboedričnih kristalov. To kaže, da so imele raztopine, ki so povzročale selektivno raztapljanje in votlikavost, drugačne lastnosti kot kasnejše raztopine.

Dolomitu so sledili sicer redki, do 5 mm veliki kristali dolgoprizmatskega **adularja**. Po značilni obliki, sijaju in beli barvi jih zlahka ločimo od sedlastih okrastih kristalov dolomita.

Sledila sta izločanje **opala** in verjetno **kalcedona** ter kristalizacija kremenca. Zunanji deli z opalom/kalcedonom zapolnjenih geod imajo po površini značilno ritmično skorjasto pa tudi povsem koncentrično natečno strukturo, če se je hkrati z njunim izločanjem nadomeščala še prikamnina; če so pa površine gladke ali bolj ali manj hrapave, se je zapolnjevala le votlina, ni pa potekalo hkratno nadomeščanje. Kalcedonske kroglice merijo manj kot milimeter, največje pa merijo 15 cm v premeru. Za opal in ritmično izmenjevanje opala in kalcedona je sicer značilno, da nastajata iz koloidnih raztopin z veliko kremenice. Menimo, da sta se izločala tam, kjer je bila največja odprta poroznost in največja koncentracija kremenice v hidrotermalnih raztopinah. V obrobni predelih in tam, kjer je bila zaradi postopno zmanjšane poroznosti kamnine na voljo le siromašnejša ionska raztopina, se je brez opala in kalcedona ter neposredno na dolomitu in adularju izločal kremen v kristalih, kar nam dokazujejo značilni odtisi omenjenih kristalov v opalno-kalcedonskih skorjah in kremenovih kristalih, ki so rastle preko njih.

Dolgoprizmatski prozorni kristali kremenca sestavljajo naključno preraščene skupke, dolge do 81 mm, najtežji pa ima maso 98 g. Kristale kremenca najbolj zanesljivo najdemo v temnordeči ilovici, ki zapolnjuje geode. S preperevanjem kamnine ostane na prvotnem mestu le še ilovica s kristali, zato takrat, kadar naletimo nanjo, previdnost ni odveč. Zaradi hitrega preperevanja lahko pričakujemo originalno priraščene kristale na bituminoznem dolomitu le v izdankih sveže kamnine.

Geode v preperini so največkrat sploščene, včasih pa tudi izrazito diskaste. Doslej smo našli približno 2500 geod. Mnogokrat

so med seboj sprijete, zapolnjene s kristali ali s kalcedonskimi konkrecijami. Našli smo tudi popolnoma votle primerke.

Osnovna značilnost kremenovih kristalov v tem nahajališču je biterminirana rast in veliko bitumenskih, tekočinskih in plinskih vključkov. Jedra in/ali cone kristalov z bitumenskimi vključki kažejo na rast pri temperaturah, ko so vključki najbolj mobilni, to pa so v temperaturnem območju *naftnega okna* (angl.: oil-window) med 80-250° C; deloma skeletno rast, ki je povzročila nepopolno zapolnitev kristalnih ploskev pa kaže, da so rasli hitro. Najvišja temperatura homogenizacije plinsko-tekočinskega vključka je bila 300° C, ki sta jo v kristalih s Crngroba določila Sibila Borojević in Ladislav Palinkaš s Prirodoslovno matematične fakultete v Zagrebu.

Pogosta sosednja lega ploskev bipiramide in značilna lameliranost na prizemskih ploskvah potrjujeta brazilsko dvojčenje. Poleg tega pa so pogosti kristali, ki so dvojno zdvojeni in so posebnost tega nahajališča – zanje je značilna pentljasta rast. Prizemske ploskve takšnih kristalov se konkavno ukrivljajo od sredinskega dela proti romboedrskim terminacijam, sami romboedri pa so konveksno napeti. Kristal je zato na sredini ozek in na terminacijah odebeljen ter podoben pentlji. Dvojno zdvojeni kristali so med največjimi; našli smo do 5 cm dolge.

Ko ni več pogojev za ukrivljeno rast, se nastala deformacija kompenzira z nastankom več manjših kristalov, ki skušajo slediti ukrivljenosti osnovnega kristala. Vrhovi takšnih kristalov se divergentno razširjajo od c-osi osnovnega kristala. Zaradi takšnega razraščanja je videti, kakor da bi osnovni kristal vzbrstel, zato mu včasih pravimo tudi *brstični kremen*.

V zadnjih fazah kristalizacije so kristali rasli iz siromašnejših, a čistejših raztopin, zato so nastali najbolj prozorni kristali ali deli kristalov z najmanj vključki. Značilni so kot čista voda prozorni kratkoprizmatski kristali kremenca, ki jih zaradi njihove popolne prozornosti in diamantnega sijaja imenujemo *crngrobski diamanti*.

V kristalih, kjer je bila v začetni fazi rasti koncentracija bituminoznih vključkov zelo visoka, opazimo v njihovi notranjosti črno fantomsko obliko prvotnega biterminiranega kristala, ki ga je kasneje prerasla plast povsem prozornega kremenca brez vključkov. V primerih, ko je zadnja faza kristalizacije kremenca zajela geode z že formiranimi pentljastimi kristali, so se na terminacijah prvotnih kristalov razvili povsem prozorni betičasti kristali. Tak kristal predstavlja sklepno fazo kompenzacije njegove ukrivljenosti.

Da so bila na crngrobskemu nahajališču zelo različna mikrokemijska okolja in veliko spremenljivih pogojev rasti, pričajo najdbe vseh prehodnih oblik od pentljastih do zaporedno betičastih kristalov, ki so videti kakor pagode zaradi enega za drugim nanizanih kristalov kremenca v smeri c-osi. Pagodast



Ko je končna faza kristalizacije kremenca zajela pentljaste kristale, so se na njihovih terminacijah razvili prozorni betičasti; 12 x 5 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miran Udovč



Pagodasti kristali so nastali, kadar je v segmentih pentljastega kristala vzdolž c-osi kristalil tudi betičasti pas; 23 x 12 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



V redkih primerih, ko je bila koncentracija raztopin v sklepni fazi kristalizacije povišana, so se lahko zaradi nepopolne »zapolnitve« kristalnih ploskev razvili skeletni ali oknasti kristali kremenca; 25 x 15 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



Brstični kristal kremenca je v sklepni fazi rasti prerasel skupek vzporedno raščeni prozornih crngrobskih diamantov in nastal je betičast kristalni skupek kremenca; 14 x 7 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek



Redki kratkoprizmatski kristali kremenca z lepo vidnimi kristalnimi ploskvami romboedra so bili vrh betičastega kristala kremenca; 11 x 14 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek

kristal se razvije takrat, ko v vsakem segmentu pentljestega kristala vzdolž c-osi prične kristaliti betičasti pas.

Mnogi kristali zadnje generacije so rahlo čadavi, intenzivneje po robovih. V redkih primerih, ko je bila koncentracija raztopin v zadnji fazi kristalizacije povišana, so se lahko razvili skeletni ali oknasti kristali kremenca. So zelo redki in v veliko veselje najditelju in poznavalcem, poleg tega pa ključni pri študiju morfogeneze kristalov s tega nahajališča.

Na kristalih kremenca v geodah redko najdemo priraščene črne kristale **brookita**. Največji kristal brookita je dolg 3 mm, večina pa jih ne presega 1 mm. So ploščati in značilno vzdolžno narebreni.



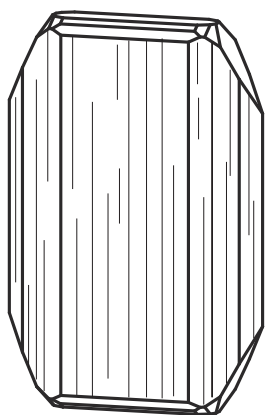
Na veliko spremenljivost pogojev rasti pričajo najdbe vseh prehodov od pentljestih do zaporedno betičastih kristalov, ki so videti kakor pagode zaradi enega za drugim nanizanih kristalov kremenca v smeri c-osi; 31 x 16 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek.



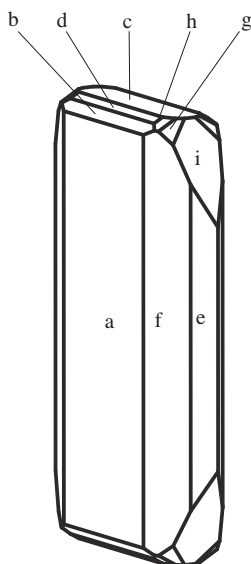
4 mm velik kristal brookita je delno vraščen v kremenu. Dobro vidna je značilna narebrenost na široki ploskvi pinakoida {010}. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto Miha Jeršek.

Skorjast in krogljčast kalcedon ter do nekaj milimetrov veliki kristali kremenca zapolnjujejo poleg geod, nastalih na mestu nekdanjih apnenčevih prodnikov, tudi moldično poroznost na mestu raztopljenih fosilnih skeletov. Za Slovenijo je to edinstven primer regionalne izomorfne okremenitve karbonatnih skeletov karnijskih fosilov.

Tudi v spodnjem delu baške formacije nad Crngrobom je kamnina izrazito votlikava, kar je značilno za kamnine spodnjega dela te formacije vse do Tolminskega. Na stenah do nekaj centimetrov velikih votlinic so kristali sedlastega dolomita in kremenca. Votlikavost je posledica selektivnega raztapljanja kamnine z regionalnim tokom korozivskih fluidov. V večjem delu zahodne Slovenije in Slovenskega jarka ležita pod baško formacijo karnijska amfiklinska formacija in pod njo ladinjska psevdofiljska formacija z značilnimi globljevodnimi drobnozrnatimi klastičnimi sedimenti in ladinjskimi piroklastiti. Na zgornji strani prehaja baška formacija postopno v spodnjeljurske liasne karbonate z večinoma distalnimi karbonatnimi turbiditi s polami in gomolji rožencev. Ponekod je večji del liasnega zaporedja močno okremenjen. Kremen je kristaliziral po votlinicah zgornjetriasnega baškega dolomita z roženci, ki je ob meji s sicer spodaj ležečimi karnijskimi plastmi tudi tektonsko pretrt, in z žilicami dolomita, kremenca in redko pirita. Ta tip votlikave kamnine si velja zapomniti, ker je na vseh podobnih nahajališčih in je zanesljiv znak za možnost najdbe kremenovih in/ali drugih kristalov.



A



B

Ploskovno razgibani kristali brookita iz Crngroba imajo značilno sploščeno obliko in narebrenost (A). Narebrenost je posledica medsebojnega izmenjavanja ploskev pinakoida $a\{100\}$ in prizem $f\{210\}$ ter $e\{110\}$. Razvite so še ploskve pinakoida $c\{001\}$, prizem $b\{101\}$, $d\{102\}$ in $i\{021\}$ ter bipiramid $g\{122\}$ in $h\{326\}$ (B). Risbi: Mirjan Žorž



Pagodasti kristali kremenita po pentljestem kremenu; 27 x 8 mm. Najdba in zbirka Franceta Stareta. Foto: Miha Jeršek

Okremenitev litološkega zaporedja od permskih pa vse do liasnih kamnin dokazuje njihovo regionalno epigenetsko mineralizacijo. Ker v oligocenskih plasteh ni okremenitve, na nastanek nahajališča oligocenska vulkansko-hidrotermalna faza ni vplivala. To pomeni, da nastanka še ne znamo razložiti. Vsaj časovno ga bomo lahko določili, ko bodo znani rezultati izotopskih radiometričnih datacij kristalov adularja.

Literaturni viri

- VOSS, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain* (omemba nahajališča Crngrob, str. 42). Kleinmayr & Bamberg, Laibach.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (kremen, str. 26; adular, str. 322). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- STARE, F., 1998: *Mineraloške in fosilne najdbe nad Crngrobom* (oknasti kristal s Crngroba, str. 8-12). Slovensko geološko društvo, Škofja Loka.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (morfogeneza pentljestih kristalov, str. 53-55). Galerija Avsenik, Begunje.
- HERLEC, U., F. STARE, 1998: *Naravovarstveni in znanstveni pomen kremenovih kristalov in okremenjenih fosilov iz Crngroba* (pagodasto oknasti kristal kremenita, str. 65-69). Zvezek 6. razstave mineralov Begunje, Galerija Avsenik, Begunje.
- HLAD, B., 1998: *Nahajališče Crngrob v luči nastajajoče naravovarstvene zakonodaje* (pagodasti kristal kremenita, str. 70-75). Zvezek 6. razstave mineralov Begunje, Galerija Avsenik, Begunje.
- FLORJANČIČ, A. P., 2001: *Rudnine na Škofjeloškem* (markazit in pirit, str. 19-22; kremen, str. 38-39). Muzejsko društvo Škofja Loka, Škofja Loka.
- ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja* (fotografija pentljestega kristala s Crngroba, str. 69; dvojna interpenetracija, str. 71). Proteus, let. 67, št. 2-3, Ljubljana.

Kremenovi in dolomitovi kristali med Škofjo Loko in Soro

Matija Križnar, Vili Rakovc, Uroš Herlec

Med Škofjo Loko in vasjo Sora je vrsta globokih grap, ki so jih izoblikovali in poglobili potoki z vzhodnih pobočij nad reko Soro. Tam smo od leta 1994 odkrili več nahajališč kristalov kremenca, dolomita, kalcita in pirita. V večjih blokih kamnin v podpornih zidovih na obrežju reke Sore je namreč Matija Križnar v votlinicah dolomitnih in kremenovih žil našel kristale omenjenih mineralov. Poglobljeno poizvedovanje in terensko raziskovanje nas je pripeljalo do odkritja več prvotnih nahajališč estetsko in oblikovno zanimivih kristalov kremenca, ki jih spremljajo dolomitovi in kalcitovi kristali, v grōdenskih peščenjakih v vrhnjih delih grap pa tudi kristali pirita.

Kamnine, v katerih smo našli kremenove, dolomitove in kalcitove kristale, so zgornjetriasni baški dolomit in jurski škofjeloški ploščasti apnenec z roženci. Baški dolomit, ki je najlepše razgaljen v strmih grapah potokov na mnogih mestih vzdolž celotnega pobočja, je izrazito votlikav in žilnat; kristali v njem so bolj raznoliki kot v zgoraj ležečih škofjeloških ploščastih apnencih z roženci. Večja poroznost in prepustnost baškega dolomita zaradi razpok in votlinic sta omogočala hitrejšo in bolj neovirano rast kristalov. Na posameznih primerkih zapolnjenih votlinic je lepo vidno zaporedje kristalizacije.

Najprej je kristalil sedlasti, rahlo rumenorjavo obarvan **dolomit** romboedrske oblike, ki ne presega 5 mm. Sledijo mu



Votlinica, zapolnjena s kristali dolomita in 4 mm visokim kristalom kremenca. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Biterminiran kristal kremenca, 30 x 8 mm, v geodi, zapolnjeni z dolomitom. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristal kremenca, 18 x 8 mm, v geodi, zapolnjeni z dolomitom. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek

do 20 mm veliki in do 5 mm debeli povsem prozorni in brezbarvni kristali **kremenca**, ki so redko biternirani. Generaciji kremenca je sledil delno prosojni motni **kalcit** z do 3 mm velikimi romboedrijskimi kristali, ki v nekaterih votlinah in žilah kremenca povsem preraščajo.

Najlepša je najdba do 15 mm velikih žezlastih kremenovih kristalov na dolomitni osnovi, ki so popolnoma čisti, kar sicer velja za vse kristale kremenca s teh nahajališč.

Na področje baškega dolomita in spodnjejurskih škofjeloških ploščastih apnencev z roženci s prelomom v dinarski smeri severozahod-jugovzhod mejijo rdečkasti, sivi in zeleni grōdenski peščenjaki in konglomerati, ki segajo skoraj do vrha Osolnika. V sivih in zelenih, torej reduciranih različkih, smo na več mestih našli do 7 mm velike pentagondodekaedrske kristale **pirita**.

Pobočja med Škofjo Loko in Soro gotovo skrivajo še več nahajališč mineralov. Upamo, da bo naš prispevek botroval novim najdbam.

Literaturni vir:

GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1974 : *Osnovna geološka karta 1:100 000, list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Rožnati conarni kremen iz grödenskih plasti pri Žireh

Vili Rakovc, Renato Vidrih

Vzhodno od Žirov se dviguje greben Žirovskega vrha, ki ga skoraj v celoti gradijo srednjep permske grödenske plasti in se v največ petkilometrskem pasu širi v smeri severozahod-jugovzhod. V zahodnem grebenu, ki se spušča proti Žirem, so številne grape, ki so nastale ob manjših prelomih. Ena od njih je Plastuhova grapa, ki je nastala ob manjšem prelomu v prečnodinarski smeri severovzhod-jugozahod. V njej prevladujejo rdeči peščenjaki in meljevci s prehodi v glinavce, le ponekod so konglomerati.

Ob prenovi ceste na Žirovski vrh so bile v teh plasteh najdeni do 10 cm veliki skupki **kremena**. Kamnina je sicer močno okremenjena in v rdečih peščenjakih, redkeje v konglomeratih, lahko pogosto najdemo manjše kremenove kristale. Kjer se rdeči peščenjaki izmenjujejo z zelenimi, so tudi do več centimetrov debele kremenove žile, bogate s kloritom. Redko so v rdečih peščenjakih gnezda z bolj ali manj čistimi kristali kremena. Najdba ne bi bila nič posebnega, če ne bi bili kremenovi kristali rahlo rožnato obarvani. Najlepši kristali dosegajo 20 mm; skupine



Skupek kristalov rožnatega kremena z značilnimi fantomi; 4 x 3 cm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar



Pogled na grödenske plasti, kjer lahko v gnezdih rdečih peščenjakov najdemo lepe kristale rožnatega conarnega kremena. Foto: Renato Vidrih



Posamezni kristali rožnatega kremenja s fantomi so veliki do 20 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Ciril Mlinar

teh rožnatih kristalov pa merijo, kako smo že bili omenili, preko 10 cm. Med rožnatimi kristali so ponekod tudi conarno raščeni kristali, z do 20 mm velikimi rožnatimi fantomi. Rožnata barva je posledica vključkov železovih mineralov na ploskvah, ki jih kasneje preraste nova plast kremenja; tako nastanejo v kristalu conarno raščeni fantomi.

Literaturni vir:

GRAD, K., L. FERJANČIČ, 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, tolmač za list Kranj*. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Zeoliti in geode na Smrekovcu

Zmago Žorž

Smrekovško pogorje, kjer se lahko v miru in brez velikega napora sprehodimo po srednjegorskih travnikih, je med planinci zelo priljubljeno. Mnogi obiskovalci tudi vedo, da je bilo območje Smrekovca nekoč vulkansko aktivno.

S težkim kladivom, brez katerega bomo težko kaj postorili, lahko začnemo iskati minerale po celotnem pogorju Smrekovca, ki ga na severu omejuje čudovita dolina potoka Bistra in na zahodu mogočno pogorje Raduhe; na jugu se andezitne plasti spuščajo v Savinjsko dolino, na vzhodu pa v dolino Javorja.

Geološka zgradba Smrekovca je posebnost v slovenskem prostoru. Smrekovške kamnine, ki naj bi z vulkanskim delovanjem nastale v paleogenu, sestavljajo andezit, andezitni tuf, tufit, vulkanska breča in glinovec z vložki andezitnega tufa. Andezit je običajno olivnozeleno do sivkasto zelena kamnina, sestavljena iz plagioklazov, avgita, hiperstena, rogovače, biotita, plovca in vulkanskega stekla. Če naletimo na porfirsko strukturo, lahko vse omenjene minerale najdemo v večjih prepoznavnih kristalih. Kose vulkanskega stekla oziroma obsidiana naj bi našli delavci ob gradnji avtoceste med Žalcem in Vranskim.

Najpogostejši mineral, ki ga lahko najdemo na Smrekovcu, je različek kremenca, **kalcedon**. Prvo izmed najdišč je bilo v enem izmed pritokov Kramarce. Planinska pot, ki vodi od koč na Smrekovcu proti Raduhi, na nekaj mestih vodi čez odkrite andezitne kamnine. Pozorno oko opazi modre do bele žilice kalcedona. Nekaj več ga je v blokih pri Velikem Travniku, pa



Nahajališče ahatnih gomoljev na Smrekovcu. Foto: Valerija Žorž



*Ahatni gomolj s premerom 10 cm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Ciril Mlinar*

še v številnih grapah na severnem pobočju, ki se strmo spuščajo preko skalnih previsov v dolino Bistre.

Kalcedon najdemo v svetlomodri, beli in rjavi barvi. Običajno je v koncentričnih plasteh v andezitu, redkeje pa najdemo **ahatne gomolje**, velike do 10 cm. Beli je grozdasto in polkrožno natečen v votlinicah in je lahko v paragenezi s kalcitom in habazitom. Rjavi kalcedon smo našli le v pritokih Kramarce na vzhodnih pobočjih Smrekovca. Nekatere votlinice, velike do 5 cm, zapolnjuje mlečnobeli **kremen** z drobnimi, do nekaj milimetrov velikimi kristali v središču.

Na vzhodnih pobočjih Smrekovca so izdanki rogovačinega andezita. V porfirski strukturi so kristali **rogovače** veliki do 15 mm. Tudi **kalcit** lahko sam ali v paragenezi s habazitom zapolnjuje votlinice v andezitu. Največja do sedaj najdena kalcitna zapolnitev, ki je bila podobna ahatnemu gomolju, meri 5 cm v premeru in je prevlečena z drobnimi mlečnobelimi romboedrs-kimi kristali kalcita. V nekaterih votlinicah najdemo precej korodirane milimetrske skalenoedrske kristale kalcita.

Klorit se je v večini zapolnjenih votlinic odložil na njihovih stenah, največkrat v polkrožnih in črvastih oblikah, in je pomešan z delci zeolitov ali kremenca. V plasteh andezitnega tufa lahko najdemo lepe, nekaj milimetrov velike črne kristale **biotita** z značilnimi šesterkotnimi preseki. Redko najdemo v nekaterih votlinicah limonitizirane, do 4 mm velike kocke **pirita**.

Habazit je najpogostejši mineral iz skupine zeolitov, ki zapolnjuje votlinice; največkrat je sam, najdemo pa ga tudi v paragenezi s kalcedonom, kremenom in kalcitom. Habazit praviloma kristalizira v obliki dvojčkov, ki se med seboj značilno preraščajo. Kristali so skoraj pravilne kocke, ki dosežejo 4 mm. Lahko je v



Skupek svetlozelenega prehnita s premerom 4 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

posameznih kristalnih ali pa v skupkih, ki prekrivajo stene votlinic. So beli do prozorni, z močnim steklastim sijajem. V močnejše preperelom andezitu so kristali prevlečeni z limonitom.

Ob gradnji gozdne ceste na severnem pobočju smo na dveh mestih našli do 2 mm dolge kristale **laumontita** značilnih oblik; v razpokah, ki so ponekod presegle površino 50 cm², so bili samostojno ali pa kot žarkaste zapolnitve v andezitu. Nekatere razpoke so bile v celoti preraščene z laumontitom. V tankih prevlekah ga lahko najdemo še ob kontaktu tonalita z andezitom na severnovzhodnih pobočjih Smrekovca.

Poleg kremenja najdemo v votlinicah andezita lepe polkrožne skupke svetlozelenega **prehnita** iz kristalov, ki so debeli le nekaj desetink milimetra. Ploskve posameznih kristalov so gladke in se lepo svetijo. Prehnit je v geodah kristaliziral za kremenom. Parketno naložen svetlozelen polkrožni skupek kristalov, ki v premeru meri 4 mm, je kristaliziral v votlinici na podlagi iz kremenja in ob drobnih kremenovih kristalih. Najden je bil v enem izmed številnih pritokov Kramarce na vzhodnem pobočju.

Možnosti za najdbe ostalih zeolitnih in drugih mineralov je še več. Ker na območju Smrekovca ni kamnolomov ali večjih gradbenih posegov, lahko le čakamo na razdiralno moč narave, da odtrga kakšen večji blok v hudourniških grapah.

Literaturna vira:

Geološka karta lista Ravne na Koroškem, 1980. Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.

ŽORŽ, Z., 2001: *Skriti zakladi – minerali Koroške*. Koroški zbornik, str. 161–179. Zgodovinsko društvo za Koroško, Ravne na Koroškem.

Minerali bazaltnih tufov in tufitov pri Gradu na Goričkem

Polona Kralj, Mojca Bedjanič, Ludvik Penhofer, Aleksander Rečnik



*Kristali philipsita na bazaltni podlagi; izrez 5 x 3 mm. Najdba in zbirka Ludvika Penhoferja.
Foto: Miha Jeršek*

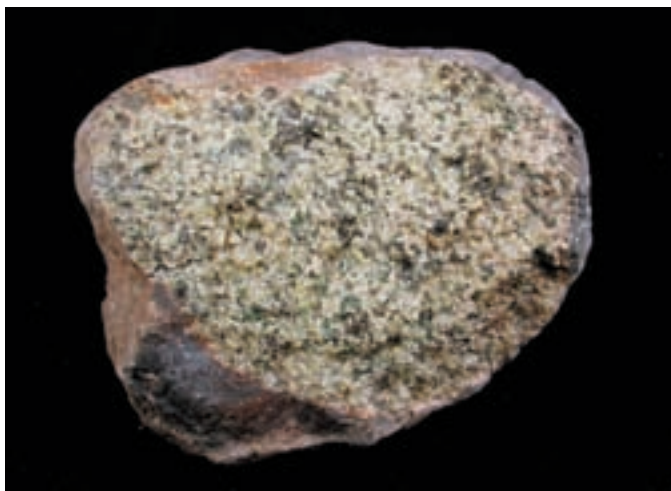
Goričko je gričevnata pokrajina, ki v geotektonskem smislu pripada severnemu obrobju Murske udorine. Predterciarno podlago grade paleozojski filitoidni skrilavci, ki izdanzajo v okolici Sotine in na Rdečem bregu. Terciarno sedimentacijsko zaporedje se pričenja s sarmatijskimi klastičnimi usedlinami deltnega faciesa in konča z zgornjepliocenskimi rečnimi prodi in peski. Med njimi najdemo v okolici Grada tudi bazaltne tufe in tufite, stare približno 3 milijone let. V kosih alkalne bazaltne lave in bazaltnih tufih so zanimivi magmatski minerali, na primer pirokseni in plagioklazi, poleg njih pa tudi avtigeni minerali, predvsem phillipsit, analcim, habazit, apofilit, thenardit in sadra. Peridotitni vključki so iz olivina in piroksenov, ponekod tudi spinela.

Kamnine iz okolice Grada (tufi in tufiti) so bile zanimive za gradbeništvo že v srednjem veku, saj so jih uporabili pri gradnji največjega gradu v Sloveniji v Gradu na Goričkem. Pred drugo svetovno vojno pa vse do šestdesetih let so klesane kamnite bloke uporabljali predvsem za temelje hiš, pa tudi pri gradnji železniškega tunela v Mačkovcih, drobir pa za nasipavanje poti. Danes gorički tufi in tufiti ekonomsko niso več tako zanimivi.

Ozemlje današnjega Goriškega je bilo kopno že v zgornjem pliocenu (daciju). Zaradi pogreznja predterciarne podlage se



Nahajališče bazaltnega tufa in tufita v opuščnem kamnolomu v Gradu na Goričkem. Foto: Miha Jeršek



*Olivinova nodula iz zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije; 15 x 10 cm.
Foto: Ciril Mlinar*

je oblikoval niz aluvialnih vršajev in prepletajočih se rek, ki so prinašale velike količine proda, peska in mulja. Pred približno 3 milijoni let je bilo na tem območju še vulkansko delovanje, povezano z zabazensko ekstenzijo Panonskega bazena. Magma alkalne bazaltne (basanitne) sestave je nastajala v globini okoli 50 km in je z delnim nataljevanjem plašča in ob globokih razpokah prodirala na površje. V začetnem obdobju vulkanskega delovanja je bilo več manjših izlivov lave, nastali so stožci skorje, kasneje pa predvsem tufi, povezani s hidrovolkanskimi in freatskimi pojavi. Za kasno obdobje vulkanskega delovanja so značilni laharji z veliko erozijsko močjo.

Glavni minerali v bazaltni lavi so amfiboli, pirokseni in glinenci. Pirokseni so v obliki do 5 cm velikih kristalov **rogovače**. Največje vtrošnike **avgita** je mogoče videti s prostim očesom, saj dosežejo velikost do nekaj milimetrov. Glinenci so navadno drobni in vidni samo pod mikroskopom. Pripadajo kalcijevim plagioklazom in kalijevim glinencem. V kosih lave ter bazaltnem tufu in tufitu najdemo tudi peridotitove nodule.

Nodule so ovalne ali nekoliko oglate oblike in merijo do nekaj centimetrov. Nekatere so obdane z nekaj milimetrov debelim črnim bazaltnim ovojem. Glavni mineral teh nodul je rumeno do svetlozelen ali izrazito zelen **olivin**. Najdemo ga v do 3 mm velikih prosojnih kristalih panalotriomorfni obliki in navadno pripada magnezijevemu različku (forsteritu, hrizolitu). Primesna minerala sta ortopiroksen in klinopiroksen. Ortopiroksen je temnozelene barve in pripada enstatitu ali njegovim prehodom v bronzit. Klinopiroksen je rjavkasto zelene, spinel pa temnorjave barve. Najlepšo in največjo do sedaj najdeno olivinovo nodulo hrani Prirodoslovni muzej Slovenije.



Kalcit pasji zob, višina 9 mm, in phillipsit. Najdba in zbirka Ludvika Penhoferja. Foto: Miha Jeršek

Magmatski fluidi in pregrete porne vode so v vulkanskem steklu raztapljali alkalijske prvine, v medzrnskih prostorih tufov in tufitov pa so iz nasičenih raztopin kristalizirali zeoliti phillipsit in habazit ter v manjši meri tudi analcim, ki so se razvili v obliki v lepih, a mikroskopsko majhnih kristalov. Ponekod je kot porni cement tudi kalcit. Minerali se vrstijo v zaporedju: glinenci (predvsem albit in ortoklaz), zeoliti s phillipsitom v obliki značilnih skupkov žarkasto raščenenih dolgoprizmatskih kristalov, analcim v prozornih ikozitetraedrskih kristalih, ter habazit v obliki enostavnih romboedrskih kristalov brez opaznih akcesornih ploskev. Kot zadnji je v votlinicah kristalil **kalcit** v do 1 cm velikih kristalih.

Razkriti sta ostali samo dve večji nahajališči – opuščena kamnoloma severno in severozahodno od Grada. Pri Gradu je edino nahajališče olivinovih nodul v Sloveniji, kjer je bil pri nas mineral olivin v kristalni obliki prvič najden prav v teh nodulah. Ob sistematskem delu pričakujemo še najdbe mnogih drugih zeolitnih mineralov. Zaradi mineraloške posebnosti je nahajališče olivinovih nodul pri Gradu razglašeno za naravno geološko vrednoto državnega pomena, občina Grad pa ga želi predstaviti kot turistično geološko zanimivost Krajinskega parka Goričko.

Literaturni viri:

- WINKLER, A., 1927: *Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Gleichenberg* (geološka zgradba). Geologisches Bundesanstalt, Wien.
- PLENIČAR, M., 1970: *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Goričko*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- HINTERLECHNER RAVNIK, A., M. MIŠIČ, 1985: *Peridotitne nodule pri Gradu v Prekmurju* (olivinove nodule, str. 205-218). Geologija, knjiga 28/29, Ljubljana.
- KRALJ, P., 1995: *Litofaciesi pliocenskog fluvialnog i vulkanoklastičnog kompleksa područja Grada u sjeveroistočnoj Sloveniji* (geološke razmere). Doktorska disertacija Univerze v Zagrebu.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (olivin, str. 252). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- KRALJ, P., 2000: *Upper Pliocene alkali basalt at Grad, Northeastern Slovenia* (sestava bazalta, str. 213-218). Geologija, knjiga 43/2, Ljubljana.
- KRALJ, P., 2001: *Pliocene clastic sediments in Western Goričko, Northeastern Slovenia* (geološke razmere, str. 213-218). Geologija, knjiga 44/1, Ljubljana.

Minerali iz kamnoloma Sotina

Ludvik Penhofer, Miha Jeršek

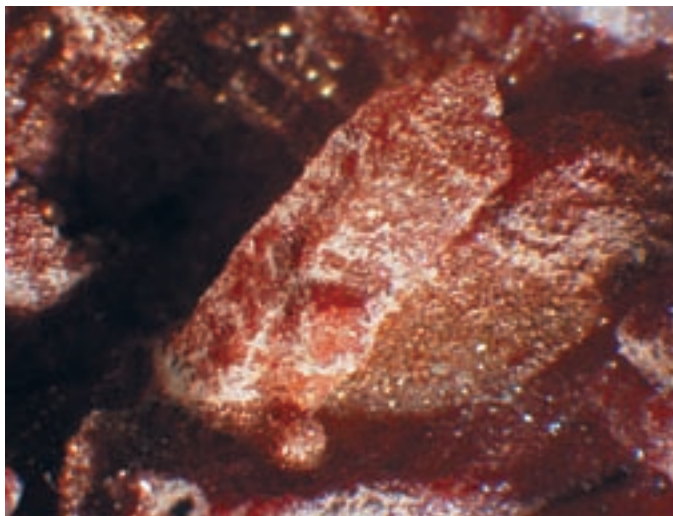
Kamnolom Sotina leži na severozahodnem delu občine Rogašovci, okoli 20 km zračne črte od Murske Sobote, v bližini slovensko-avstrijske meje. Imenovan je po vasi Sotina, ki leži 1 km južneje. Kamnolom na zahodni strani Sotinskega brega so odprli leta 1987.

V kamnolomu prevladuje močno metamorfoziran diabaz oziroma metadiabaz, ki pripada geotektonski enoti Centralnih Alp. V metadiabazu so aplitne žile in medplastne hidrotermalne žile. V njih najdemo bolj ali manj popolno razvite kristale pirita, kremenca, albita, sljude in še nekaterih drugih mineralov. Nastali so z izločanjem iz vročih mineralnih raztopin. Hidrotermalni procesi so povzročili tudi sekundarne spremembe prikamnine, med katerimi je najbolj izrazita kloritizacija.

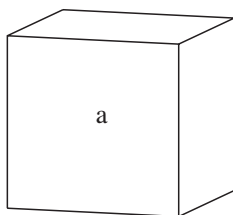
Za iskanje mineralov so najprimernejše že od daleč opazne kremenove žile, ki so lahko debele tudi 10 cm. Velika večina jih je zapoljenih samo z drobnozrnatim masivnim kremenom. V srednjih delih nekoliko razširjenih razpok pa lahko najdemo tudi kristale. Najbolj prepoznaven je **pirit** v drobnih zlatorumenih kristalih z razvitimi ploskvami kocke. Posamezni kristali so veliki do 5 mm, skupki pa do 3 cm. Med njimi so razmeroma redko povsem brezbarvni in prozorni kristali **kremenca**. Do



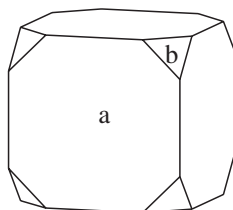
Detajl iz kamnoloma Sotina leta 2004. Kamnine so ponekod precej limonitizirane. Foto: Miha Jeršek



Kristali kremenca, veliki do 10 mm, so posuti z drobnimi kristali kalcita in ankerita. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



A



B

Kristali pirita v kamnolomu Sotina imajo razvite ploskve kocke $a\{100\}$ (A) v kombinaciji s ploskvami oktaedra $b\{111\}$ (B).
Risbi: Miha Jeršek

sedaj najdeni ne presegajo 1 cm. Prostor med skupki kremenovih kristalov je zapolnjen s porcelansko belim **albitom**, tudi v samskih kristalih in dvojčkih karlovarskega tipa, velikih do 3 mm. Kristali **muskovita** so redki in veliki do 5 mm. Vse našete minerale lahko prekriva najmlajši temnozelen drobnozrnat mineral iz kloritove skupine. V levem oziroma severnem delu kamnoloma so tudi karbonatne žile. Prevladuje drobn sedlasto razviti **dolomit**, ki je prekrit z **limonitom** tako, da so kristali videti kot drobni kristali siderita ali ankerita. Ponekod so v limonitu drobni gručavi ali natečni skupki **goethita**, veliki do 3 cm.

Mineralna združba v kamnolomu Sotina je torej kar pestra. Čeprav do sedaj najdeni kristali niso pretirano veliki, pa nas omenjena parageneza navdaja z upanjem, da bodo dela v kamnolomu zagotovo odkrila še kakšen lep mineral. Žilni kremen z nadihom vijoličaste barve je že eden od razlogov, da bomo kamnolom še kdaj obiskali.

Literaturni vir:

JERŠE, M., 2002: *Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji izračunanih zalog in virov tehnične ga kamna – metadiabaza v kamnolomu Sotina s stanjem 31.12. 2002* (geologija, str. 8-9). Cestno podjetje Murska Sobota, Murska Sobota.

Minerali septarij pri Gornjem Štrihovcu

Mirjan Žorž, Vasja Mikuž, Gregor Kobler

Septarije, ki so jih odkrili leta 1994 na trasi avtoceste Pesnica – Šentilj pri Gornjem Štrihovcu, so glede na njihovo mineralno paragenezo posebnost v svetovnem merilu. Nastale so v plasteh sivega laporja, ki jih uvrščamo med sklade tortonijske (badenijske) stopnje.

Kamnino gornještrihovških septarij sestavlja kalcijev karbonat s primesmi drugih karbonatov in nekaterih silikatov. Večinoma so bile bolj ali manj kroglaste oblike z okoli 1 m premera. V njihovi notranjosti se prepletata dva sistema razpok, nastalih zaradi diagenetske kontrakcije septarijske kamnine. Prvi sistem v obodnih plasteh sledi obliki konkrecije, medtem ko v notranjosti prevladuje naključni sistem razpok, katerih širina praviloma ne presega 5 cm.

Nastanek in rast septarijskih konkrecij je kompleksen proces, ki se odvija med diagenezo sedimentov. Po vsej verjetnosti je razkroj živih organizmov v sedimentih eden od pomembnejših



Pošta Slovenije, 2003: poštna znamka z motivom barita iz Gornjega Štrihovca iz zbirke Mirjana Žorža. Fotografija Miran Udovč, oblikovanje s sodelovanjem Mirjana Žorža Matjaž Učakar.



Usek pri Gornjem Štrihovcu tik pred zaključkom zemeljskih del junija 1996. Največ septarij so odkrili na delu, ki sega od električnega droga v obliki črke A do buldožerjev. Velikost septarij se je z globino manjšala. Višina posamezne terase je približno 8 m. Foto: Mirjan Žorž



Ta septarija je bila s premerom 180 cm aprila 1995 ena izmed največjih, kar so jih izkopali. Del zunanje plasti je odstranjen, tako da se vidi njena napokana notranjost in kristali kalcita v razpokah. Foto: Mirjan Žorž

vzrokov za njihov nastanek. Razkroj spremljajo reakcijski produkti, ki difundirajo v obdajajoči sediment in povzročajo izločanje mineralov. Kemijska in fizikalna sestava obdajajočega sedimenta se zaradi tega polagoma spremeni, zaradi česar pride do nastanka konkrecije, pa tudi do njegove postopne diageneze. Ta proces povzroči kontrakcijo sedimenta v notranjosti konkrecije. Sprva nastanejo drobne, sčasoma pa vse večje razpoke, v katerih lahko kristalizirajo različni minerali. Velikost in oblika konkrecij, njihova lega v obdajajoči kamnini, obseg napokanosti njihove notranjosti, vrsta ter velikost in oblika v njej kristaliziranih mineralov so odvisni od vrste dejavnikov, med



Junija 1995 odprta septarija z izrazito koncentrično zgradbo v obodnem delu. V razpoki je še in situ kristal barita prve generacije, dolg (smer kristalografske *a*-osi) približno 5 cm in z zelo lepo razvito gladko ploskvijo baznega pinakoida. Tako preraščenega kristala barita se v večini primerov ni dalo ohraniti. Žal tudi ta ni bil izjema. Vsemu navkljub pa je kristal (na tem delu je posnetek neoster), ki je desno od njega sam pritrjen na podlago, uspel preživeti s pripadajočo podlago in njeno razpoko vred. Širjenje razpoke, ki jo prerašča, je povzročilo njegovo nitenje. Foto: Mirjan Žorž



Skupki ferrierita na podlagi merijo do 4 mm v premeru. Izredno tanki kristali so imeli prvotno obliko žarkastih skupkov, ki pa so se sčasoma sprijeli. Foto: Mirjan Žorž

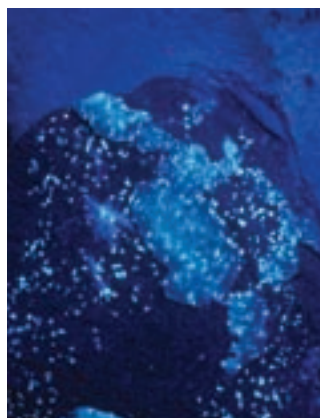
katerimi imajo sestava sedimenta, pritisk, temperatura in različni geološki dejavniki pomemben vpliv.

Septarija med svojim nastajanjem, obstajanjem in razkrojem predstavlja dinamičen sistem, v katerega iz okolice pronicajo raztopine različnih ionskih zvrsti. Njihova sestava je v nenehnem ravnotežju s pritiskom (*p*) in temperaturo (*T*). Njun produkt (*pT*) pa določa, kateri od mineralov se bo v prikamnini in septariji v določenem trenutku raztapljal oziroma kristalil. Mikrolokalna kompleksnost omenjenih in drugih dejavnikov je v primeru septarijskih konkrecij z Gornjega Štrihovca tolikšna, da je bila vsaka od preiskanih nekoliko drugačna.

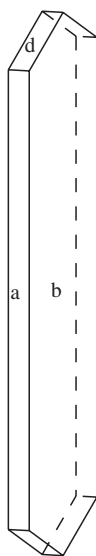
V makroskopski mineralni paragenezi je najprej nastal **Fe-dolomit**, ki je kristalil v nekaj desetink milimetra velikih enostavnih romboedrskih kristalih, ki prekrivajo večino razpok v svetlo- do temnorjavo svetlikajočih se odtenkih.

Sledila je kristalizacija dveh zeolitov, kar je doslej edini opaženi primer v septarijah. Prvi je kristalil **ferrierit** v obliki lasastih skupkov s premerom do 5 mm. Ob nastanku so imeli skupki obliko pravilnih tankih žarkastih svilnatih kristalov, ki pa so se sčasoma sprijeli. Primarno obliko skupkov je mogoče opaziti le v notranjosti kristalov nekaterih mineralov, ki so jih prerasli.

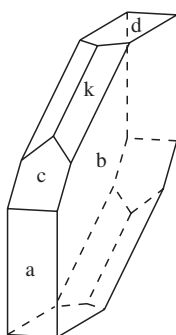
Morfološke značilnosti kristalov ferrierita so vidne šele pri velikih povečavah. Dolžine kristalov presegajo njihovo debelino do desettisočkrat, zato so zelo opgljivi.



Isti primerek kot na zgornji fotografiji, fotografiran v kratkovalovni ultravijolični svetlobi. Kristali ferrierita šibko fluorescirajo v mod-rem odtenku. Ultravijolično obsevanje razkrije desetine kristalov heulandita, ki intenzivno fluorescirajo v bledorumenih odtenkih. Na posnetku je videti še tanko plast šibko fluorescirajočega kalcita. Foto: Mirjan Žorž



A Pri Gornjem Štrihovcu so se v septarijski kamnini pogosto ohranili fosilni ostanki flore in favne. Na posnetku iz novembra 1995 je primer septarije, ki je imela v središču približno 8 cm veliko jedro školjke vrste *Pectunculus pilosus* Linn. Jedro školjke in septarijske razpoke obraščajo do 1 cm veliki kristali kalcita. Foto: Mirjan Žorž



Oblika kristalov ferrierita (A) s ploskvami pinakoidov $a\{100\}$ in $b\{010\}$ ter prizme $d\{101\}$, in heulandita (B) s ploskvami pinakoidov $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ in $d\{101\}$ ter prizme $k\{011\}$. Risbi: Mirjan Žorž

A

B

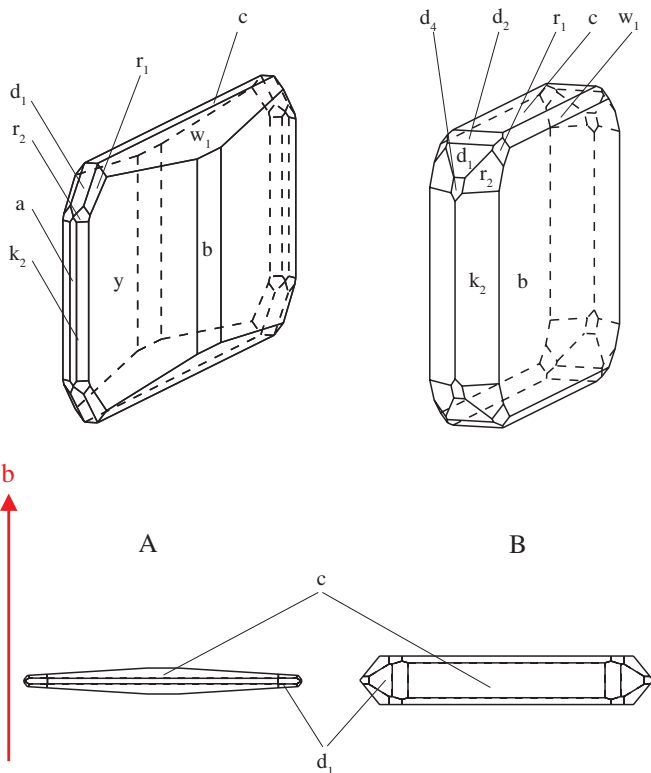
Ferrierit fluorescira v ultravijolični svetlobi, poleg tega pa ima tudi izrazito fosforescenco, česar pri tem mineralu doslej niso opazili.

Zatem se je izločil **heulandit** v enostavnih prozornih kristalih z medenim odtenkom. Njihova velikost ne presega nekaj desetink milimetra, vendar so kljub temu zaradi gladkih ploskev dobro opazni. Razkolnost po pinakoidu **b** jim daje bisernat lesk.

V ultravijolični svetlobi fluorescira, po obsevanju z njo pa fosforescira. Tudi v tem je gornještrihovski heulandit edinstven v svetovnem merilu.

Meritve temperatur homogenizacije dvofaznih vključkov v kristalih **barita** kažejo na relativno visoko temperaturo, pri kateri bi utegnili kristaliti barit prve generacije, za katero so značilni rjavkasto obarvani prozorni kristali, ki so najhitreje rasli v smeri kristalografske a-osi, bistveno manj pa v smeri b-osi, zato so sploščeni vzporedno z a-osjo. Kristali prve generacije so enostavni, saj jih definirata le prizmi y in w_1 , ki pa ju kmalu modificirajo druge ploskve, zato so lahko nekateri kristali kljub vsemu ploskovno precej razgibani. Kristali te generacije so vedno preraščeni s plastjo barita druge generacije. V nekaterih primerih so rahlo rjavkasto obarvani, zato jih opazimo kot fantome. V redkih primerih lahko sekundarno plast oluščimo s primarnega kristala.

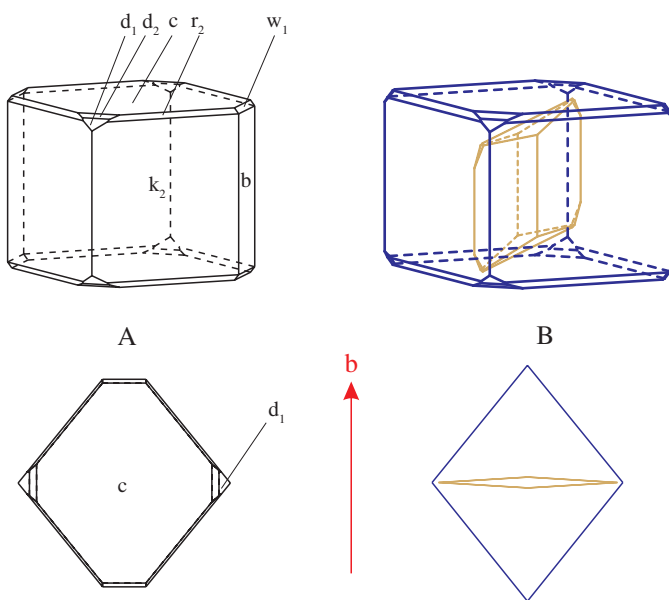
Kristali barita prve generacije pa so dobro vidni v ultravijolični svetlobi zaradi fluorescence, ki je barit druge generacije nima. Izrazita je tudi fosforescenca. Kristali prve generacije so rasli iz raztopine z veliko primesmi, kar je razlog njihove obarvanosti ter fluorescence in fosforescence. Največji kristali so zrasli do 15 cm v dolžino in 5 mm v širino.



Plaskovno bogat kristal barita prve generacije (A) in njegova projekcija na ravnino (001). Tipičen kristal barita druge generacije (B) in njegova (001) projekcija. Rdeča puščica označuje smer b-osi v (001) projekciji.

Risbe: Mirjan Zorž

V določenem trenutku je prišlo do spremembe predznaka gradienta pT produkta, kar povzroči inverzijo celotne prostorske porazdelitve nabojev kateregakoli kristala, ki ga taka sprememba zajame. Pojav je znan kot piezoelektričnost, če se spremeni pritisk, oziroma piroelektričnost, če se spremeni temperatura. Zato se spremenijo vsi vektorji rasti. Pri baritu, ki je primarno rasel najhitreje v smeri kristalografske a -osi, najpočasneje pa v smeri b -osi, pride do takoimenovanega sin-epi preklopa, ki spremeni morfologijo kristala. Kristali poslej rastejo najhitreje v smeri b -osi in najpočasneje v smeri a -osi. Hitrost rasti v smeri c -osi ostane enaka. Namesto sploščenih kristalov z ozkimi ploskvami prizme k_2 in pinakoida c se razvijejo čokati kristali z velikimi ploskvami pinakoida c in širokimi ploskvami prizme k_2 . Nasprotno pa se manjša pinakoid b , dokler v celoti ne izgine. Na splošno raste barit v tej fazi le še v smeri b -osi. Morfološki obrat je dobro opazen v vseh možnih stopnjah zaradi drugače obarvanih in fluorescirajočih jeder kristalov prve generacije.



Morfologija preklopljenega kristala barita druge generacije in njegova (001) projekcija (A). Za sin-epi morfološki obrat je značilna rast ploskev prizme k_2 in pinakoida c na račun prizem y in w_1 . Lego jedra prve generacije v kristalu barita druge generacije in njegovo (001) projekcijo prikazuje risba B. Po morfološkem obratu je primarno jedro majhno v primerjavi s celotnim kristalom. Rdeča puščica označuje smer b -osi v (001) projekciji.
Risbe: Mirjan Žorž



Popolnoma preklopljen kristal barita na septarijski podlagi. Kristal ima značilno morfologijo, ki jo zaznamuje rombast pinakoid c , na katerem je viden vzorec vicinalnih ploskev. Pinakoida b zato ni. Kristalografska a -os poteka z leve proti desni strani kristala, ki ga obdaja rekristaliziran baritni drobir, ki se je odkrnil z drugih kristalov barita med njihovim nitenjem, in številni kristali kalcita z značilno stopničasto morfologijo. Zbirka Mirjana Žorža.
Foto: Mirjan Žorž



*Kristal barita z redko elongacijo v smeri kristalografske a-osi, ki je povzročila, da se je kristal v to smer podaljšal, ni pa še uspel zaceliti vpadnih kotov, zaradi česar ima svojevrsten izrastek; kristal 24 x 13 mm. Največja ploskev z izrazitimi vicinalkami pripada pinakoidu **b**. Barit je obdan s kristali kalcita. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž*

V posameznih septarijah je prišlo do korozije baritovih kristalov. V primeru začete korozije se zamotnijo ploskve pinakoida **b** in prizme k_2 , medtem ko ostanejo ploskve pinakoida **c** in prizme w_1 gladke. Intenzivnejša korozija pa bolj ali manj načne vse ploskve kristala.

Širjenje septarijskih razpok povzroči pokanje vseh kristalov, ki razpoke preraščajo. Počenemu kristalu se zniža simetrija, poveča se mu polarnost, zato se pospeši rast na prelomljenih površinah in počeni kristali se hitro zacelijo. Širjenje razpok povzroča nenehno pokanje in celjenje kristalov, zaradi česar se kristali podaljšajo z ozirom na njihovo lego med stenama razpoke.

Izrazita razkolnost barita vzdolž ravnin (001) in (210) je razlog, da so favorizirane elongacije vzdolž c-osi. Ostale elongacije so redkejšje, zato pa so taki kristali morfološke posebnosti. Nastanek nitastih kristalov v pogojih septarijske kontrakcije doslej ni bil poznan.

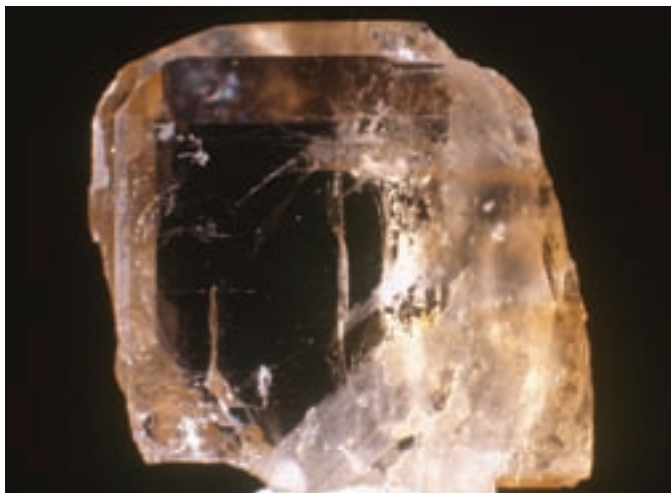
Najlepše je razvoj nitastih baritov videti v ultravijolični svetlobi. Pri nastajanju niti namreč počni fluorescirajoče jedro, razpoko pa zaceli nefluorescirajoča snov. Čim daljša je nit v kristalu, tem šibkejša je njena fluorescenca. V posameznih primerih je nit oziroma razpoka med obema deloma primarnega jedra popolnoma nefluorescirajoča.

Pinakoid	Prizma	Bipiramida
a{100}	k₁{110}	r₁{111}
b{010}	k₂{210}	r₂{211}
c{001}	k₃{310}	r₃{212}
	k₄{410}	r₄{213}
	g{230}	
	y{1.10.0} *	
	d₁{101}	
	d₂{102}	
	d₃{201}	
	d₄{103}	
	d₅{1.0.10}	
	w₁{011}	

Morfologijo kristalov gornještrihovskega barita najbolj določajo pinakoidi, prizme in bipiramida, ki so označeni s krepkim tiskom. Ostale prizme in bipiramide so le na nekaterih kristalih. Prizma, označena z zvezdico, je le na kristalih prve generacije.



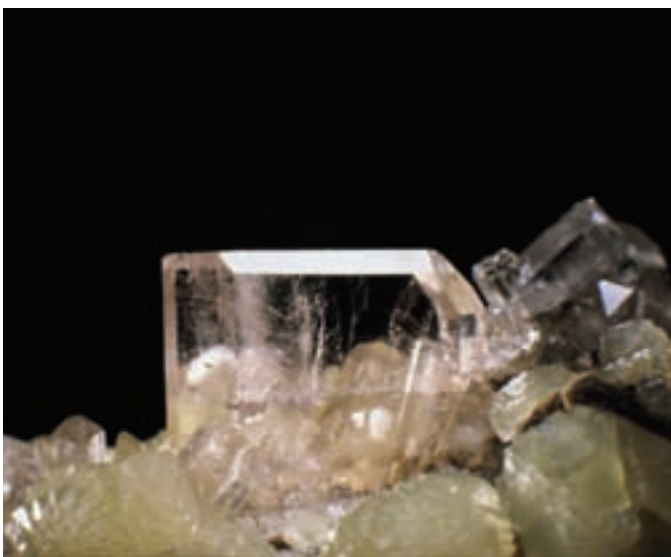
Nitast kristal barita, 10 x 9 mm, z elongacijo v smeri kristalografske c-osi na podlagi iz kalcitovih kristalov. Nitenje v tej smeri povzroči prekomerni razvoj prizme **k₂** in pinakoida **b**. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



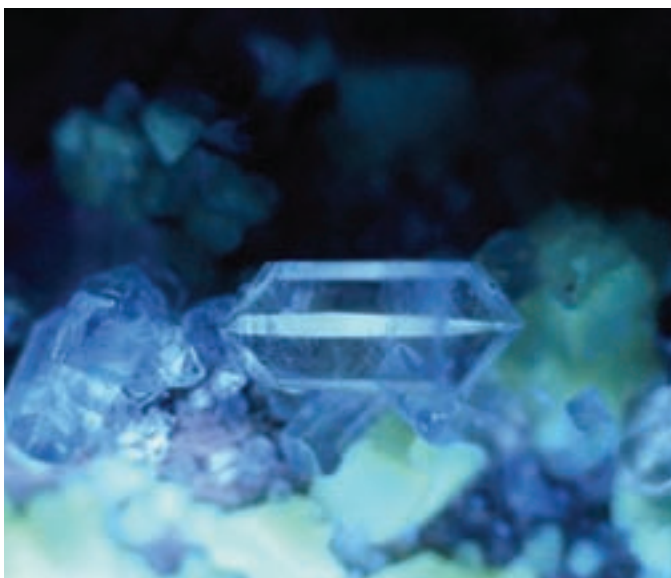
Kristal barita s fantomom, ki je nastal kot posledica odlaganja delcev septarijske kamnine na ploskvi bipiramide d_1 primarnega kristala, kar pomeni, da je bil v septariji obrnjen s to ploskvijo navzgor (mineraloška svinčnica). V notranjosti je vidna še ploskev prizme w_1 . Do tega je prišlo zaradi diagenoze septarijske kamnine in njene kontrakcije, kar je obenem povzročilo nitenje tega kristala v smeri kristalografske c-osi. Kristal je fotografiran pravokotno na pinakoid b in meri 24 x 24 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



Isti kristal kot zgoraj, fotografiran v kratkovalovni ultravijolični svetlobi, ki izzove izrazito fluorescenco primarnega jedra. Njena intenziteta je tako velika, da povzroča odseve na vseh ploskvah, obenem pa razkriva vso dramatičnost in dinamiko procesa nitenja. Pokajoče primarno jedro je celila druga generacija barita, ki ne fluorescira. Oba dela primarnega jedra sta zato razprta kot čeljusti, v špranji med njima pa so vidne tanke, rahlo fluorescirajoče niti ostankov primarnega jedra, ki ju povezujejo. Na osnovi intenzitete fluorescence med obema deloma primarnega jedra sklepamo, da je proces potekal zelo enakomerno, kljub vsemu pa stopenjsko, kajti opazni so trije izraziti preskoki fluorescence, katere intenziteta se zmanjšuje proti sredini špranje. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



*Nitast kristal barita na podlagi je obdan z manjšimi kristali barita in kalcita. Ima velike ploskve pinakoida **b**, kar je posledica njegovega nitenja v smeri kristalografske **c**-osi. Nit je vidna kot megličasta sled na levi strani kristala, velikega 16 x 12 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž*



*Isti kristal kot zgoraj, fotografiran pravokotno na pinakoid **c** v kratkovalovni ultravijolični svetlobi. Primarno jedro klinaste oblike močno fluorescira v bledorumeni svetlobi. Približno enako intenzivno, le da v nekoliko drugačnem odtenku, fluorescirajo kristali kalcita. Fluorescirajoča jedra in niti je mogoče opaziti še v posameznih kristalih barita. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž*

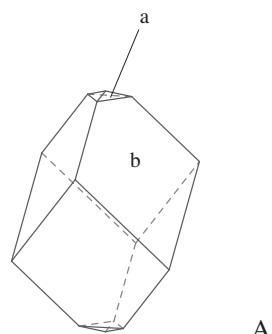
Ob koncu rasti barita je nižanje pT produkta privedlo do izločanja **kalcita** v obliki enostavnih kristalov, ki jih definirajo ploskve strmega negativnega romboedra **b**. Kalcit je ravno še ujel širjenje razpok, zato so nastali tudi nitasti kristali, ki pa so zares redki. Največkrat so elongirani pravokotno na ploskev romboedra **b**.

Nenehno padajočemu pT produktu se je prilagajala morfologija kalcita, ki postopoma prehaja v položnoromboedrsko. Slednjo definira položni negativni romboeder **a**. Prehod med obema morfologijama spremlja stopničasta rast, pri kateri se izmenjujejo strmi in položni romboedri. Večina kristalov kalcita ima stopničasto morfologijo, ki je še dodatno modificirana z ukrivljanjem ploskev. Ukrivljenost je skladna s simetrijo kalcita, na katero pa vpliva še geometrija pritrditve posameznega kristala na podlago.

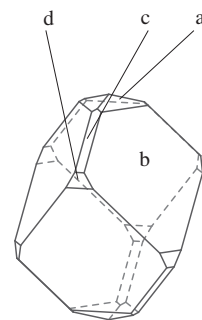
V nekaterih septarijah je prišlo do korozije kalcita, ki pa se je kmalu zatem ponovno izločil v tankih prevlekeh na baritu in kalcitu.



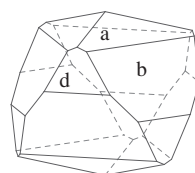
Vsi kristali kalcita iz gornještarihovških septarij imajo ukrivljene ploskve, vendar le izjemoma tako močno kot ta na posnetku. Kristal meri 40 x 22 mm in je na poseben način priraščen na podlago, zaradi česar ima zelo nizko simetrijo, zaradi katere pa pospešeno raste v smeri, ki je pravokotna na rob med dvema romboedroma. "Vlečka", ki se razprostira ob njegovem vznožju, je integralni del tega kristala in posledica take rasti. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



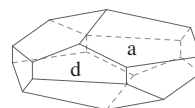
A



B

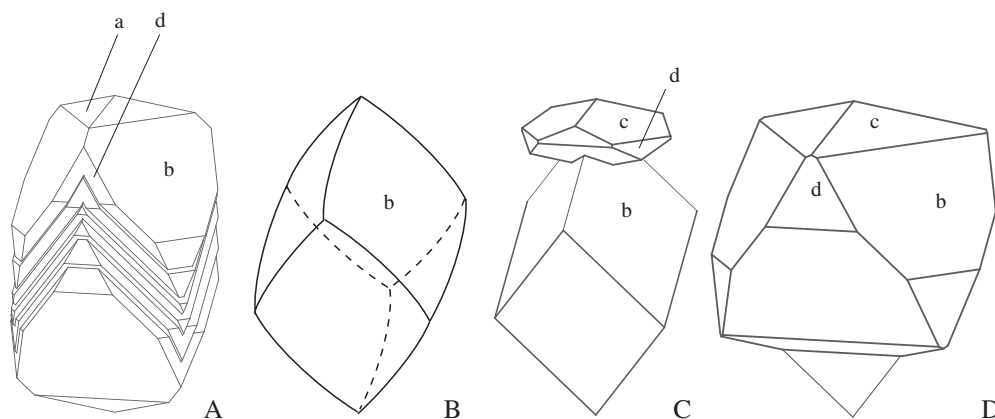


C



D

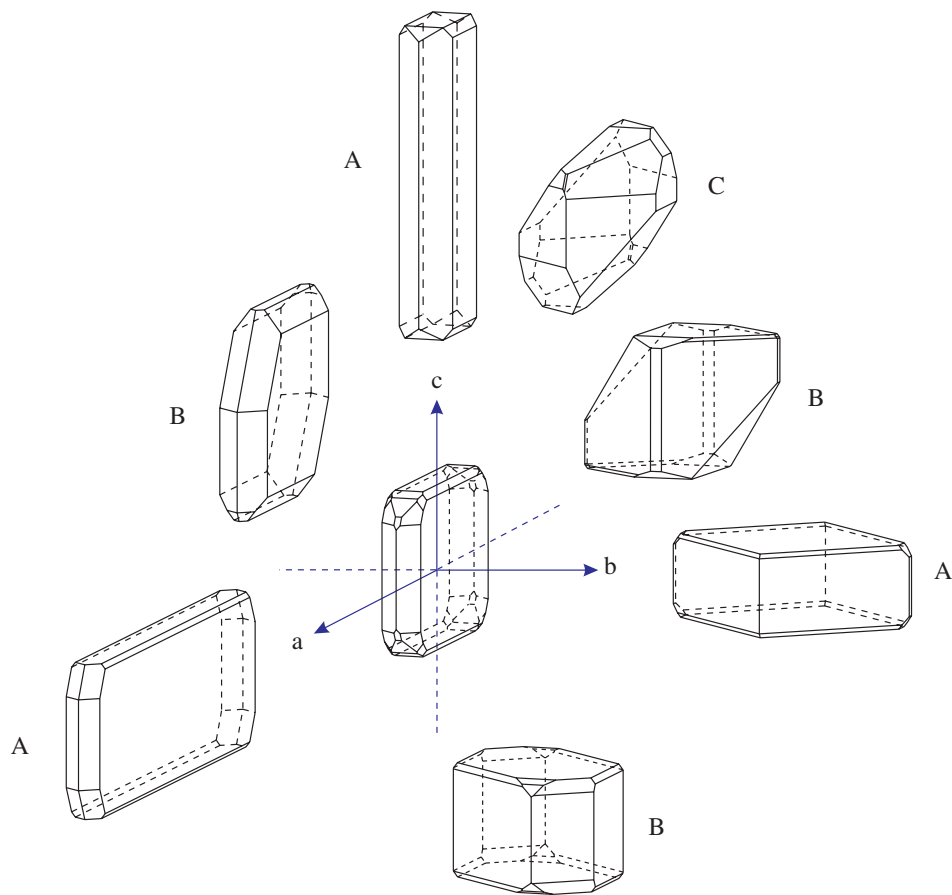
Kristali kalcita s strmoromboedrskim (A in B), prehodnim (C) in položnoromboedrskim habitusom (D). Njihovo obliko definirajo ploskve negativnih romboedrov $a\{012\}$ in $b\{021\}$ ter pozitivnega romboedra $c\{101\}$ in prizme $d\{100\}$. Risbe: Mirjan Žorž



Ploskve strmega negativnega romboedra **b** so vedno progaste zaradi alternacije s ploskvami negativnega romboedra **a** in prizme **d**, zaradi česar so kristali stopničasti (A). Večina strmoromboedrskih kristalov ima močno ukrivljene ploskve negativnega romboedra **b** (B). Prehod med habitusoma se prične z delnim preraščanjem položnoromboedrskega preko strmoromboedrskega primarnega kristala (C) in nadaljuje preko vmesnega habitusa (D). Do popolnega prehoda ni prišlo, ker se je rast prej končala. V nasprotnem primeru bi nastali razmeroma veliki fantomski kristali položnoromboedrskega habitusa. Risbe Mirjan Žorž

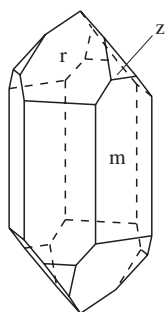


Isti kristal kot na levi strani, fotografiran v kratkovalovni ultravijolični svetlobi, ki povzroči intenzivno žveplenorumenno fluorescenco. Foto: Mirjan Žorž

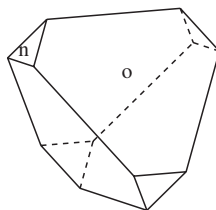


Elongacijska simetrija	Smer elongacije							
	brez	(100)	(010)	(001)	(hk0)	(h0l)	(0kl)	(hkl)
2ΦO	+	+	+	+				
2ΦA					+	+	+	
1ΦA								+

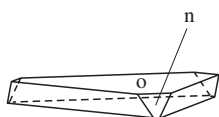
Risba prikazuje elongacijski diagram nitastih kristalov barita. Elongacija povzroči prekomeren razvoj kristalnih ploskev z ozirom na smer, v kateri poteka. Tabela podaja simetrije kristalov v odvisnosti od smeri elongacije. Osnovna simetrija 2ΦO, ki ji sicer ustreza ortorombska točkovna grupa mmm, se ne spremeni, če poteka elongacija v smeri kristalografskih osi (kristali označeni z A). V primeru elongacije v eni izmed ravnin med dvema kristalografskima osema se zniža simetrija na 2ΦA, ki ji ustreza monoklinska točkovna grupa 2/m (kristali označeni z B). Katerakoli druga elongacija zniža simetrijo na 1ΦA, ki ji ustreza triklišna točkovna grupa $\bar{1}$ (kristal z oznako C).
 Risbe: Mirjan Žorž



Kristali kremenja omejujejo le ploskve prizme $m\{100\}$ ter pozitivnega $r\{101\}$ in negativnega $z\{011\}$ romboedra. Risba: Mirjan Žorž

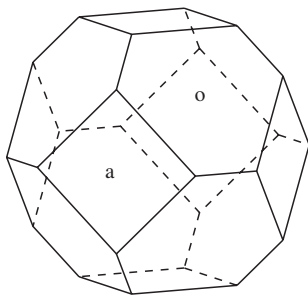


A



B

Kristali sfalerita so redko idiomorfno razviti (A) z velikimi ploskvami pozitivnega $o\{111\}$ in majhnimi ploskvami negativnega $n\{1\bar{1}1\}$ tetraedra. Praviloma so sploščeni po o (B). Risbi: Mirjan Žorž



Kristali pirita (A) imajo enostavno obliko, ki jo določajo ploskve kocke $a\{100\}$ in oktaedra $o\{111\}$. Risba: Mirjan Žorž

Kristali kalcita so obarvani v vseh odtenkih od blede do živorumene barve in se razlikujejo od septarije do septarije. V UV svetlobi pa ne glede na to vsi fluorescirajo v enakem barvnem odtenku. Fosforescence ni opaziti. Največji merijo do 5 cm.

Sfalerit je v temnordečih kristalih značilnega diamantnega sijaja, ki so redko priraščeni na podlago. Merijo do 5 mm. Njihova morfologija in nesprijetost s podlago kaže, da je rasel iz tanke plasti tekočine ali na njeni površini. Praviloma so sploščeni in dendritsko razviti. Verjetno so kristalizirali pred baritom in kalcitom.

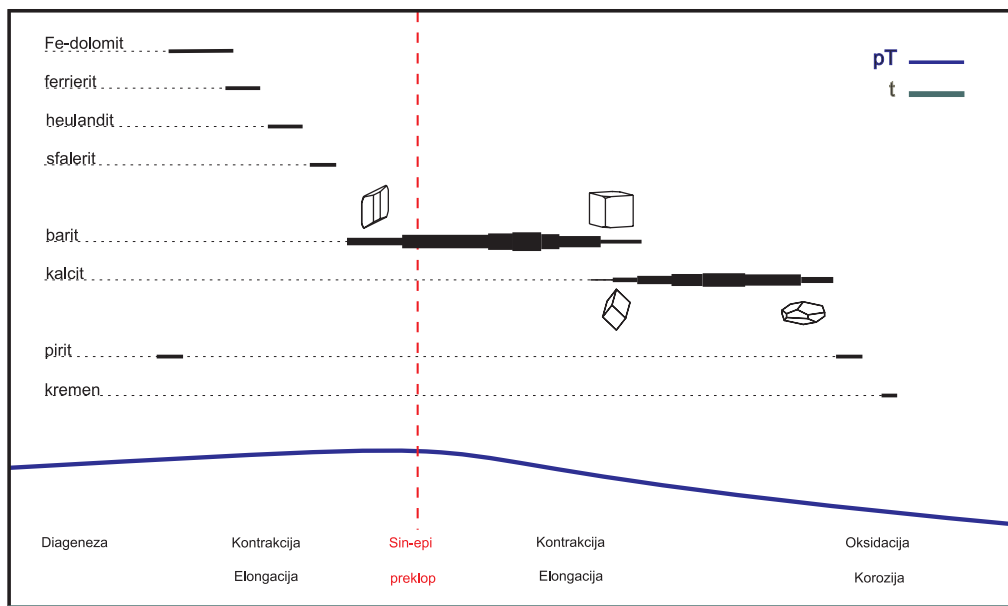
Pirit se je v manjših količinah izločal še pred oziroma ob kristalizaciji Fe-dolomita, raznobarvne prevleke kristalov pirita na kristalih kalcita pa kažejo na to, da je prišlo do njegovega izločanja tudi potem, ko je pT produkt dosegel najnižjo vrednost. Kristalil je v anaerobnih pogojih, kasneje pa ga je zajela oksidacija, ki je povzročila nahuklost. Največ 0,5 mm veliki kristali imajo enostavno kubo-oktaedrsko morfologijo.

Kremen, kot najredkejši makroskopski član parageneze, je v prozornih kristalih, velikih do 2 mm. Verjetno je nastal iz ferrierita. V kremenovih kristalih so namreč vključki lameliranih kristalov še neznanega minerala bele barve, njihova okolica pa kaže znamenja raztapljanja ferrierita.

V septarijah so tudi mikroskopski kristali albita, ortoklaza, muskovita in markazita. Naštete minerale je mogoče opazovati le pri velikih povečavah, zato jih tu ne bomo podrobneje opisali.

Mineral	Fluorescenca	Int	Fosforescenca	Int
ferrierit	modra	+	rumenobela	++++
heulandit	bledorumena	++	bledorumena	++
barit	bledorumena	+++	bledorumena	+++
kalcit	žveplenorumena	+++	-	-

Štirje minerali iz gornještrihovških septarij oddajajo fluorescentno oziroma fosforescentno svetlobo pri oziroma po osvetlitvi z ultravijolično svetlobo. V tabeli so navedeni barvni odtenki in intenziteta sevane svetlobe. Čim intenzivnejša je fluorescenca posameznega minerala, tem dolgotrajnejša je njegova fosforescenca po končanem obsevanju z ultravijolično svetlobo. Najdlje trajajočo fosforescenca (do 30 s) ima ferrierit.



Paragenetski diagram prikazuje pričetek, trajanje in intenzivnost kristalizacije posameznih mineralov na relativni časovni skali (t) v odvisnosti od relativnega pT produkta. Prvi se je izločal Fe-dolomit, zadnji pa kremen. Takoj ko je pT produkt dosegel največjo vrednost, je prišlo do sin-epi preklopa pri baritu. Pri kalcitu do tega ni prišlo, ker je kristalil v pogojih padanja pT produkta, kar je povzročilo le prehod med strmimi **b** in položnimi **a** negativnimi romboedri. Diagram: Mirjan Žorž

Literaturni viri:

- TSCHERNITCH, R. W., 1992: *Zeolites of the World*. (ferrierit, str. 172-180; kemizem, struktura in kristalografski podatki, str. 172; fizikalne lastnosti ferrierita, str. 172-174; morfologija ferrierita, str. 176; nastanek ferrierita, str. 176-180; pojavljanje ferrierita, str. 246-273; heulandit, str. 246; kemizem, struktura in kristalografski podatki o heulanditu, str. 247; fizikalne lastnosti heulandita, str. 248-249; morfologija in nastanek heulandita, str. 251; pojavljanje heulandita, str. 251-273). Geoscience Press, Inc, Phoenix.
- EMILIANI, G., 1995: *De septaria* (o nastanku in razvoju septarij ter njihovih oblikah, str. 3-50; fotografije septarij na str. 42, 43 in 45-49; risba septarije, str. 51; barit v septarijah, str. 63-72; fotografije barita, str. 67-72; morfologija in risbe barita, str. 64-66; kalcit v septarijah, str. 74-81; fotografije kalcita, str. 77-81; morfologija in risbe kalcita, str. 75-76; pirit v septarijah, str. 103-106; fotografije pirita, str. 104-106; kremen v septarijah, str. 108-116; fotografije kremena, str. 112, 114 in 115; morfologija in risbe kremena, str. 111, 113 in 116; sfalerit v septarijah, str. 118 in 119; fotografija sfalerita, str. 119). Grafiche Galeati, Bologna.
- EMILIANI, G., M. ŽORŽ, 1995: *osebna korespondenca* (o dimenzijah septarij in o nepojavljanju zeolitov v septarijah). Mirjan Žorž, Grosuplje.
- MEDEN, A., A. REČNIK, M. ŽORŽ, 1996: *osebna korespondenca* (priprava vzorcev za analizo zeolitov v gornještirihovskih septarijah, prva določitev ferrierita in heulandita). Mirjan Žorž, Grosuplje.

- ŽORŽ, M., A. REČNIK, A. PODGORNIK, G. KOBLEK, 1996: *Septarijska mineralizacija pri Gornjem Štrihovcu* (odkritje septarij in geološko okolje, str. 292-293; nastanek septarij, str. 293-294; prva objava ankerita v gornještrihovških septarijah, str. 295; fotografija ankerita, str. 294; prva objava aragonita v gornještrihovških septarijah, str. 295; fotografija aragonita, str. 296; prva objava barita v gornještrihovških septarijah, str. 296; morfologija in risba barita, str. 298; fotografija barita, str. 294, 295 in naslovnica; prva objava kalcita v gornještrihovških septarijah, str. 297; fotografija kalcita, str. 295 in 296; morfologija in risba kalcita, str. 299; prva objava piritu v gornještrihovških septarijah, str. 297; prva objava sfalerita v gornještrihovških septarijah, str. 298; fotografija sfalerita, str. 296; morfologija in risba sfalerita, str. 299; prva objava ortoklaza v gornještrihovških septarijah, str. 299; fotografija albita, str. 297; prva objava albita v gornještrihovških septarijah, str. 299). Proteus, let. 58, Ljubljana
- PODGORNIK, A., M. ŽORŽ, A. REČNIK, G. KOBLEK, 1997: *I minerali delle septarie di Gornji Štrihovec (Slovenia)* (prva objava ferrierita v gornještrihovških septarijah, str. 264, 3. odst.; fotografija ferrierita, str. 267; prva objava heulandita v gornještrihovških septarijah, str. 264, 4. odst.; morfologija in risba heulandita, str. 263; prva objava kremenca v gornještrihovških septarijah, str. 265). Rivista mineralogica Italiana, 3
- REČNIK, A., S. ŠTURM, A. PODGORNIK, M. ŽORŽ, 1997: *Geneza in mineralizacija septarij pri Gornjem Štrihovcu* (Litološki profil v cestnem odseku Pesnica–Šentilj v bližini Gornjega Štrihovca, str. 7). Zaključno poročilo DARS, IJS, Ljubljana.
- TSCHERNITCH, R. W., M. ŽORŽ, 1997: *osebna korespondenca* (o zeolitih v septarijah, o pogojih nastanka ferrierita in heulandita, o optičnih lastnostih ferrierita in heulandita, o fluorescenci in fosforescenci ferrierita in heulandita). Mirjan Žorž, Grosuplje.
- ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System* (holomorfija, str. 18-19; antimorfija, str. 20-23; Φ -simetrija, str. 37; sin-epi preklon, str. 43-47; holomorfija - $3\Phi O$ in lateralni dotik kalcita z Gornjega Štrihovca, str. 61- 67 in 155, 2. odst.). Grosuplje.
- KRALJ, A., 2003: *Minerali razpok septarijskih kongregacij iz Gornjega Štrihovca v Slovenskih goricah* (splošno o kongregacijah, str. 2-9; splošno o septarijah, str. 11-14; barit – temperatura homogenizacije (Th) primarnih tekočinskih vključkov v baritu, str. 49-59). Diplomsko delo, Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Nova nahajališča septarij v Slovenskih Goricah

Danijel Kren

Nahajališče septarij pri Zgornjem Štrihovcu, ki je bilo razkrito ob gradnji avtoceste med Pesnico in Šentiljem sredi devetdesetih let prejšnjega stoletja, je le majhen del obsežnega področja v Slovenskih goricah, kjer smo v zadnjih letih tudi našli septarije s kristali barita, kalcita in kremenca na lokacijah Štrihovec, Polički Vrh, Polička vas, Vajgen in Jareninski Vrh.

Pri zemeljskih delih odvodnjavanja zemeljskega plazuz Krenovi domačiji na Jareninskem Vrhu smo maja 2001 v lapornati ilovici naleteli na septarije. Pri odkopu približno 950 m jarkov, globokih od 2 do 8 m, smo našli sedem septarij s premerom od 23 do 78 cm. V septarijah je bil v notranjih razpokah rumeno obarvan **kalcit** z razvitimi strmimi negativnimi romboedri. Kristali so večinoma majhni in ne presegajo 3 mm.

Še istega meseca so začeli ravnati zemljišče za vinograd v Vajgnu. Tu so izkopali okoli 80 septarij in nekatere med njimi so merile v premeru tudi do 1,5 m. V razpokah septarij je bil **kalcit** z enako morfolologijo kot tisti z Jareninskega Vrha, le da so bili kristali večji, saj so merili do 10 mm. Posebnost pa so kristali



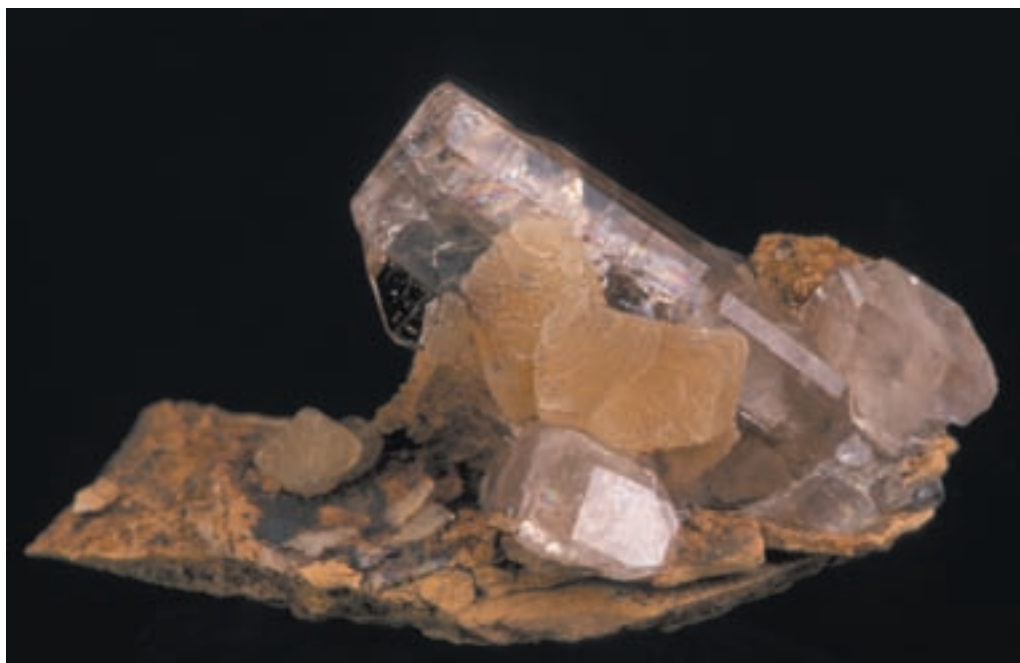
Barit dveh generacij iz Štrihovca; 25 x 5 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar



Avtor prispevka na nahajališču septarij Štrihovec leta 2003. Foto: Miha Jeršek



Barit iz Štrihovca; 28 x 7 mm. Najdba Danijela Krena, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Barit in kristali kalcita iz Vajgna. Največji kristal barita na posnetku je dolg 35 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek



Kalcit ima razvite položne romboedre, spodaj ob njem je na videz rožnat barit. V resnici je brezbarven, barva pa je posledica oprha rožnatega minerala, ki še ni določen; izrez 18 x 8 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena.

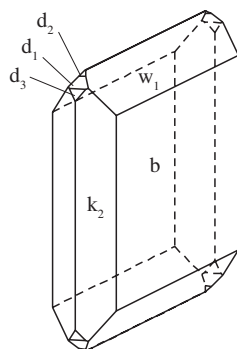
Foto: Miha Jeršek

kremena. Nekateri so bili veliki do 40 mm in so bili povsem čisti. Zato smo jih nekaj zbrusili in vdrali v unikaten nakit. Kremen najdemo še v obliki rumenorjavega skorjastega **kalcedona** v obliki geod. Kristali barita so veliki do 4 cm. Mineralno paragenezo dopolnjuje **ferrierit**, katerega posamezni kristali pa ne presegajo 3 mm.

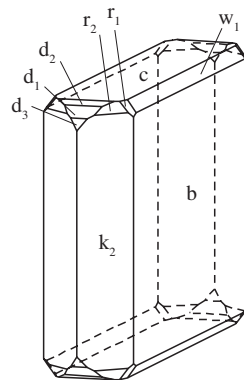
Avgusta 2001 so na Poličkem Vrhu prav tako urejevali vinograd. V plasteh laporovca smo našli 6 septarij. Vse so bile močno preperle, v razpokah pa je bila manj pestra združba in manj primerkov: le **barit** v kristalih, velikih do 25 mm, in kristali **kalcita**, veliki do 10 mm.

Septembra 2001 smo v peskokopu v okolici Poličke vasi našli del septarije. Razpoke so bile zapolnjene z rahlo rumeno obarvanim kalcitom brez razvitih kristalnih ploskev.

Oktober 2003 smo opazili na novo razrito zemljo na Štrihovcu. To je bilo novo nahajališče septarij in obvestili smo Prirodoslovni muzej Slovenije. Organizirali smo izkop in hranjenje septarij na delu gradbišča, kjer niso motile nadaljnjih del. Kasneje smo nekaj septarij prepeljali na domačijo v Jareninski Vrh, sedem pa v Prirodoslovni muzej Slovenije. Skupno smo v plasteh laporovca našli 45 septarij. Dve septariji sta merili preko 2 m. V septarijah so kristali **kalcita**, veliki do 10 mm. Kremen je v obliki **kalcedonskih** rožastih skupkov, velikih do 25 mm. **Barit** je v kristalih, ki je nastal v dveh generacijah. To se lepo vidi na prozornih primerkih, saj je v večjem kristalu skrit še popolno oblikovan manjši. Največji kristali barita merijo 70 mm.

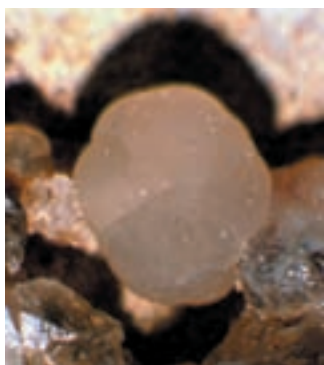


A

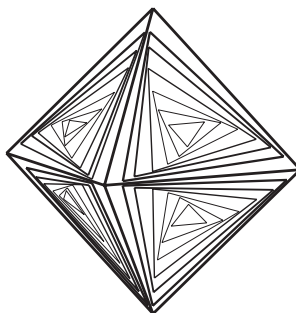


B

Oblika kristalov barita s Štrihovca. Kristali starejše generacije (A) so enostavnejši od kristalov druge generacije (B). Na kristalih so razvite ploskve pinakoidov $b\{010\}$ in $c\{010\}$, prizem $d_1\{101\}$, $d_2\{102\}$, $d_3\{201\}$, $w_1\{011\}$ in $k_1\{210\}$ ter bipiramid $r_1\{111\}$ in $r_2\{211\}$.
Risbi: Mirjan Žorž



Detajl kalcedonove rože iz septarije; premer 3 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miha Jeršek



Pirit s Poličkega Vrha je v kristalih, katerih oktaedrske ploskve imajo zanimivo ukrivljeno površino. Risba: Mirjan Žorž



Kristal kremen iz septarije z Vajgna meri 12 x 5 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Danijel Kren

Avgusta 2005 smo na Poličkem Vrhu odkrili novo nahajališče septarij. Na manjši površini, ki so jo ravnali z rinežem, smo našli dve septariji s premerom 40 in 70 cm. V notranjih razpokah septarij smo našli kristale **kalcita** z razvitimi strmimi romboedri, velikimi do 9 mm in drobne, do 1,5 mm velike kristale **pirita**.

Na vseh nahajališčih je torej zelo podobna mineralna parageneza. Značilnost teh novih najdb je, da so vse septarije, če jih primerjamo z zgornjeshtrihovškimi, precej preperele. Tudi zunanji ovoj precej lažje odstranimo kot pri zgornjeshtrihovških. Zaradi preperevanja so tudi minerali v notranjosti nekoliko slabše ohranjeni. Kljub temu pa so nekateri primerki zelo lepi.

Na omenjenem področju lahko pričakujemo nove najdbe septarij z mineraliziranimi razpokami. Lepa priložnost je predvsem ob rigolanju vinogradov ali ob gradnji cest.

Literaturni vir:

ŽORŽ, M., A. REČNIK, A. PODGORNIK, G. KOBLER, 1996: *Septarijska mineralizacija pri Gornjem Štrihovcu*. Proteus, let. 58, str. 292-299, Ljubljana.

Septarije iz Hlapja v Slovenskih goricah

Božo Stojanovič, Uroš Herlec

V zadnjih letih so zaradi gradnje avtocest zemeljska dela na vseh koncih Slovenije izredno obsežna. Pri geološki reambulaciji ozemlja na osnovni geološki karti lista Maribor, na sekciji Šentilj, so tako pri Hlapju razkrili novo nahajališče septarij, ki ni nič manj zanimivo kot tisto pri Zgornjem Štrihovcu. Pomembno je zlasti zato, ker z novimi podatki dopolnjuje vedenje o septarijah tako prostorsko kot mineraloško in genetsko.

Septarije so v miocenskem drobnozrnatem olivnosivem tufitu s školjkasto in nepravilno krojitvijo in v rjavkasto- do modrikastosivem miocenskem laporovcu. V globini od 1 do 5 m smo našli 17 septarij s premerom od 30 do 100 cm. Večje septarije so kroglaste oziroma okrogle, manjše pa so ponekod nekoliko sploščene, vse pa imajo značilne notranje žarkaste in koncentrične razpoke, ki jih zapolnjuje večinoma bel **kalcit**, ki je le redko v kristalih, ti pa imajo razvite kristalne ploskve strmega romboedra. Drugih mineralov zaenkrat nismo našli.



Septarije iz Hlapja s premerom do 70 cm. Foto: Božo Stojanovič

Septarije z Borla pri Ptuju

Franc Golob

Konec leta 1996 smo našli cevaste konkrecije v prepadni steni iz miocenskega lapornatega peščenjaka, ki se dviga nad obrežjem Drave v Dolanah pri Borlu. Nahajališče je za gostinskim obratom, ki je tik ob borlskem mostu preko Drave. V steni so bile na več mestih 1 m dolge in do 15 cm debele cevaste konkrecije, ki so bile prečno razpokane in močno korodirane. V osrednjih delih so bile votle. Le redko so ta mesta zapolnili beli in korodirani kristali kalcita.



Presek septarije v Dolanah pri Borlu z lepo vidnimi razpokami, ki jih zapolnjuje kalcit. Foto: Franc Golob

Ob vznožju pečine se je nabralo veliko grušča, ki ga je bližnji usnjar in gostilničar Herman Kokol dal z buldožerjem odstraniti, da je pridobil večji parkirni prostor. Pri teh delih so z buldožerjem razbili veliko okroglo septarijo. Iz ostankov smo dobili lepe, do 10 mm velike kristale **kalcita** svetlorumene barve. Nekaj je bilo posameznih drobnih strmoromboedrskih kristalov. Običajno so ostrorobi romboedrski kristali prerasli v večje skupke, ki so popolnoma obrasli razpoke, včasih pa so nanizani eden na drugega in sestavljajo skupke, ki močno spominjajo na kalcit iz Zgornjega Štrihovca.

V lapornatem peščenjaku smo našli še fosilne rastlinske ostanke, med njimi iglice morskih ježkov, enega ježka pa tudi v celoti ohranjenega.

Literaturni vir:

ŽORŽ, M., A. REČNIK, A. PODGORNIK, G. KOBLEK, 1996: *Septarijska mineralizacija pri Gornjem Štrihovcu*. Proteus, let. 58, str. 292-299, Ljubljana.

Cevaste in piritne konkrecije pri Vranskem

Franc Golob

V septembru leta 1996 sva s kolegom Vilijem Podgorškom brskala za minerali in fosili na gradbišču avtoceste pri Vranskem. V brežini cestnega useka, ki je bil odkopan v vznožju vzpetine na levi strani, v smeri proti Ljubljani, sva naletela v oligocenskem laporovcu na posebne valjaste tvorbe, ki so bile v sredini votle. V votlinicah sva opazila kristale kalcita. Ker je bil odkop zelo strm in razmeroma globok, sva lahko tem cevastim tvorbam sledila več kot meter globoko. Našla sva le posamezne dele, saj so bile vse konkrecije prečno prelomljene. Ponekod so se drevesasto razvejale.

Ovoj konkrecij je ponekod žarkasto razpokan in zato lahko te tvorbe imenujemo tudi septarijske konkrecije. Zunanji premer kosov konkrecij, ki smo jih izluščili iz kamnine, je od 20 do 70 mm, premer notranjih cevastih odprtin pa do 25 mm. Pri posameznih odprtinah se premer zelo hitro spreminja, saj se na kratki razdalji konusno zožijo ali razširijo. Deli so različno dolgi in sicer od 2 do 8 cm. Nekateri kosi so votli, drugi pa popolnoma zapolnjeni s temnosivim kalcitom brez izrazitih kristalnih oblik. V njem so pogosti ostrorobi kosi svetlejšega laporovca, podobnega tistemu, ki gradi ovojnico cevaste konkrecije. Ponekod so razviti majhni, do 1 mm veliki kristali **pirita**. Največji skupki pirita, združeni v tanke ledvičaste skupke, so na ploskvah preloma prečnih razpok med posameznimi deli konkrecije. V votlinicah valjastih septarij smo našli do 4 mm velike rumene in rumenozelene kristale **kalcita** z razvitimi strmimi romboedri. Na njih je ponekod bel oprh. Kristali kalcita pod ultravijoličasto svetlobo zažarijo v rumeni do oranžni svetlobi.

Pri Čepljah, kjer cesta, v smeri od Vranskega proti Celju, zavije na nizek grič, smo našli pirit v oligocenskih peščenjakih in sivih glinovcih. Pirit je v dveh oblikah, ki sta nastali v različnih okoljih. V drobnozrnatem peščenjaku smo našli kristale **pirita** s ploskvami kocke, ki se jim redko pridružijo ploskve oktaedra. Najredkejši so samo oktaedrski kristali. Največji skupek kristalov meri 25 x 15 mm.

Gomolji pirita pa so podolgovati, valjasti in na obeh koncih konusno zoženi. Ponekod smo našli kamena jedra školjk, obraščena z drobnimi kristali pirita, v glinovcih pa je pirit zelo redko in le kot oprh na drobnih fosilnih polžkih.



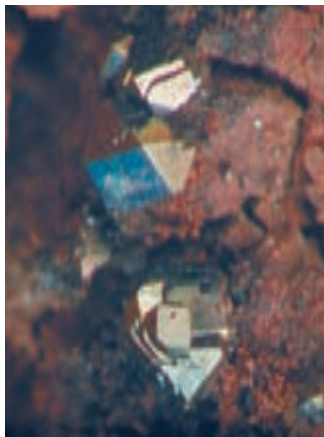
Skupek kristalov pirita; 25 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Miha Jeršek



Presek septarije iz okolice Vranskega pri Čepljah; 35 x 35 mm. Notranji del septarije s kristali kalcita meri v premeru 20 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar

Mineralizirane konkrecije Tunjiškega gričevja

Jure Žalohar



Do 2 mm veliki kubooktaedrski kristali pirita v septarijski konkreciji iz spodnjega dela govških plasti ob potoku Rakovnik v južnem delu Tunjiškega gričevja. Najdba in zbirka Jureta Žaloharja. Foto: Miha Jeršek

Oligocenske in miocenske plasti so v Tunjiškem gričevju nagubane v približno vzhod-zahod potekajočo sinklinalo s subvertikalnim, deloma prevrnjenim severnim krilom in z južnim krilom, ki vpada položno proti severu. Stratigrafski razvoj oligocenskih in miocenskih plasti je podoben kot v Zasavju. V spodnjem delu je oligocenski bazalni konglomerat v skupni debelini do 200 m, nad njim je zgornjeoligocenska morska, ponekod pa brakična glina, katere debelina verjetno ne presega 100 m. Nad oligocenskimi plastmi erozijsko diskordantno sledijo miocenske plasti v skupni debelini več kot 1.000 m. Tudi v Tunjiškem gričevju lahko govorimo o ekvivalentnih govških, laških in dolskih plasti, ki jih najdemo v Zasavju. Konkrecije smo našli v zgornjeoligocenski glini in v spodnjem delu govške plasti, kjer je verjetno najmanj 300 m debelo zaporedje plasti gline, peska in melja z vmesnimi plastmi in vložki proda, konglomerata in peščenjaka. Natančna starost teh plasti je vprašljiva, saj do sedaj še nihče ni v njih preiskoval mikrofavne in mikroflora. Vendar pa jih lahko uvrstimo v spodnji miocen, saj nanoplankton kaže celo na spodnjemiocensko starost v srednjem delu govških plasti.



Zgornjeoligocenska karbonatna konkrecija s kristali pirita iz okolice Sidraža v severnem delu Tunjiškega gričevja; dolžina približno 6 cm. Najdba in zbirka Jureta Žaloharja. Foto: Ciril Mlinar

V oligocenski morski ali brakični glini smo med letoma 1993 in 2003 našli številne **karbonatne konkrecije** in piritizirane ter limonitizirane karbonatne konkrecije ob strugah potokov okoli vasi Viševca, Vrhovlje in Sidraž. Velike so do 50 cm, najpogosteje pa okoli 15 cm. Največkrat so popolnoma nepravilnih oblik. Pogosto so v notranjosti precej razpokane (septarijske konkrecije), v razpokah pa najdemo zelo drobne, do 2 mm velike kristale kalcita in pirita. Kristali **pirita** imajo kombinacijo ploskev kocke in pentagonskega dodekaedra, **kalcit** pa je strmoromboedrske oblike. Pirit je pogosto ob različnih rastlinskih ostankih, na primer pooglenelih listih in steblih kopenskih rastlin. Pomembna najdba v teh konkrecijah je polž *Pleurotomaria sp.* Glede na način fosilizacije in kamnino kamenega jedra tega polža domnevamo, da je bil v eni izmed takih konkrecij najden tudi polž *Pleurotomaria carniolica Hilber*, ki ga hrani Prirodoslovni muzej Slovenije.

V spodnjem delu govških plasti je nekaj izjemnih nahajališč karbonatnih, limonitiziranih karbonatnih in piritnih konkrecij ob Tunjščici pri Komendi in na območju Rakovnika in Rovčka. Konkrecije so v plasteh gline, meljaste gline, melja in peska. Velike so do 2 m, najpogosteje pa okoli 20 cm. Običajno so kroglaste oblike, pogosto je več kroglastih združenih v eno večjo konkrecijo, nemalokrat pa najdemo tudi povsem nepravilno oblikovane. Tudi te so v notranjosti razpokane (septarijske konkrecije), v razpokah pa so drobni, do 2 mm veliki kristali **pirita** in **kalcita**. Podobno kot v oligocenski glini imajo tudi v konkrecijah iz govških plasti piritovi kristali kombinacijo ploskev kocke in oktaedra, kalcitovi pa so najpogosteje strmoromboedrski. Pri Rakovniku najdemo v več plasteh tudi drobne, do 2 cm velike **piritne konkrecije**. Ponekod so tako pogoste, da jih v 1 dm³ najdemo celo več kot 100. Te konkrecije v so zanimive tudi zato, ker v njih najdemo raznovrstno in dobro ohranjeno morsko makrofavno: predvsem školjke in polže, pa tudi storže bora, kosti rib, zobe morskih psov, rake iz skupine deseteronožcev itd.

Literaturni viri:

- PLACER, L., 1999: *Strukturni pomen Posavskih gub* (stratigrafski razvoj oligocenskih in miocenskih plasti v Zasavju, str. 191-221). Geologija, knjiga 41, Ljubljana.
- VRABEC, M., 2000: *Govški peščenjak v profilu Doblič* (govška formacija → govške plasti). Diplomsko delo, Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.
- VRABEC, M., 2001: *Strukturna analiza cone Savskega preloma med Trstenikom in Stahovico* (tektonska zgradba Tunjškega gričevja). Doktorska disertacija, Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.
- ŽALO HAR, J., J. ZEVNIK, 2006: *Miocenske plasti v Tunjškem gričevju* (stratigrafski razvoj oligocenskih in miocenskih plasti v Tunjškem gričevju, str. 289-301). Kamniški zbornik XVIII, Kamnik.



Polž rodu Turritella v konkreciji iz spodnjega dela govških plasti ob potoku Tunjščica pri Komendi v Tunjškem gričevju; višina hišice približno 3 cm. Najdba in zbirka Jureta Žaloharja. Foto: Miha Jeršek

Minerali na trasi avtoceste med Vranskim in Lukovico

Aleksander Rečnik, Mirjan Žorž, Franc Golob, Vili Podgoršek

Pri gradnji avtocestnega odseka med Vranskim in Lukovico so odkrili plasti karbonskih glinavcev, v katerih smo našli številne zanimive minerale. Dela na avtocestnem gradbišču smo spremljali v letih 1997-2004. Pri odkopavanju cestnih usekov in predorov so velike količine materiala odvažali na različne lokacije, zato velikokrat ni bilo mogoče natančno določiti primarnega nahajališča mineralov.

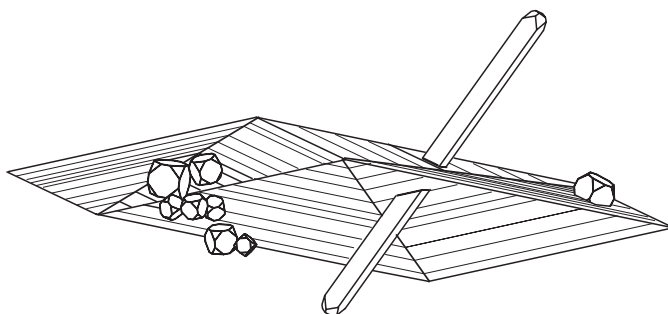
V črnih karbonskih glinavcih so pogoste kocke pirita, s stranicami do 3 cm. Največje kristale najdemo v skrilavih plasteh glinavca. Kristali pirita niso vedno pravilno razviti. Tisti v skrilavih plasteh glinavca so precej bolj deformirani kot manjši kristali v peščenih frakcijah kamnine. Če si pirite v kamnini natančno ogledamo, opazimo, da je vsak kristal prekrit s tanko kremenovo skorjo. Takšne skorje pokrivajo vse kristale pirita, ki so nastali avtigeno, v še nelitificiranem sedimentu.

Pirit najdemo praktično povsod, kjer je odkopan malo večji profil v črnih karbonskih glinavcih. Največje koncentracije piritovih kristalov smo našli na lokacijah pri Podmilju, Podzidu, pod Javorškim gričem in pri Ločici.

Karbonske glinavce sekajo do 1 m široke kremenove žile. Kremen je tektonsko zdrobljen, le tu in tam so manjše votlinice zapolnjene s kristali kremenca, redko tudi z rudnimi minerali.



Kristal pirita iz Radomlje pri Krašnji; 12 mm. Najdba in zbirka Aleksandra Rečnika. Foto: Aleksander Rečnik



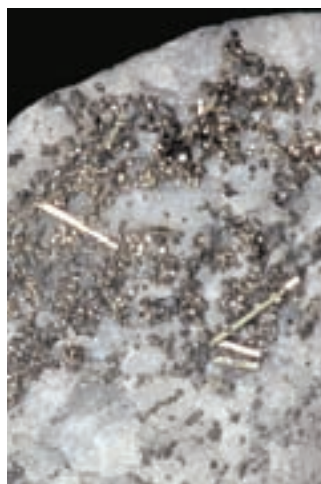
V karbonski skrilavcih, skozi katere potekajo trojanski predori, so drobne žile, v katerih je kalcit v enostavnih kristalih z dominantnimi ploskvami negativnega romboedra {012}, ki so narebne zaradi menjave s ploskvami pozitivnega romboedra {101}. Skupaj s kalcitom je pirit v kristalih nenavadne oblike, na katerih je en par ploskev kocke {100} podaljšan v ortorombki pinakoid {100}, drugi par, ki je na prvega pravokoten, pa podaljšan v ortorombki pinakoid {010}. Tretji par ploskev kocke, ki je na terminaciji, ostane nespremenjen, vendar je ortorombki pinakoid {001}. Ploskve oktaedra {111} so podaljšane v ortorombsko bipiramido {110}. Rezultat takega morfološkega razvoja je pirit v dolgoprizmatskih ortorombkih kristalih, ki zrastejo do 5 mm v dolžino. Na istem primerku so priraščeni piritovi kristali z običajnimi oblikami. Risba: Mirjan Žorž

Med Krašnjo in Blagovico smo našli drobne kristale **sfalerita**, **halkopirita** in **galenita**, kdaj pa kdaj v družbi s **covelinom**, **cinabaritom**, **sideritom**, **ankeritom**, **kalcitom** in **piritom**. V predoru proti Izlakam so poleg kalcita izkopal lasaste kristale **millerita**, ki so dolgi do 20 mm.

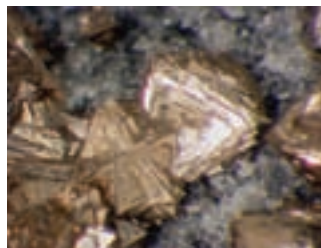
Zelo zanimivi so kristali **kalcita** in **ankerita**, ki smo jih ob kremenju in piritu iz predora pri Podzidu našli v nasipu pri Ločici. Ankerit je v belih položno romboedrskih kristalih, velikih do 2 cm. Prava morfološka posebnost so do 8 mm veliki beli ali svetlorumeni sedlasti kristali **kalcita**, ki so videti, kakor bi imeli čipkasto obrobo. **Pirit** v kremenovih žilah kristali v kombinaciji kocke in oktaedra, kristali pa merijo v povprečju le nekaj milimetrov. Poleg običajnih kristalov pirita smo tu našli tudi nenavadne, do 5 mm velike igličaste kristale pirita.

Od Trojan proti Zajasovniku prehajajo karbonske in permske plasti v mlajše triasne kamnine. V razpokah teh kamnin smo v useku avtoceste pri Zajasovniku našli kristale **barita**, **kalcita**, **pirita** in **sadre**. Kristali barita so veliki do 8 mm in so prosojni. Kalcit v prozornih skalenoedrskih kristalih obrašča mlajša generacija romboedrskih oblik. Kristali sadre so prozorni in veliki do 3 mm. V lapornih plasteh smo našli do 6 mm velike ježke **aragonita**.

V predoru pod Javorškim gričem so bile v laporovcu ozke razpoke z manganovimi minerali, najpogosteje baržunaste prevleke **psilomelana**, na katerem so še kristali **rodohrozita** in



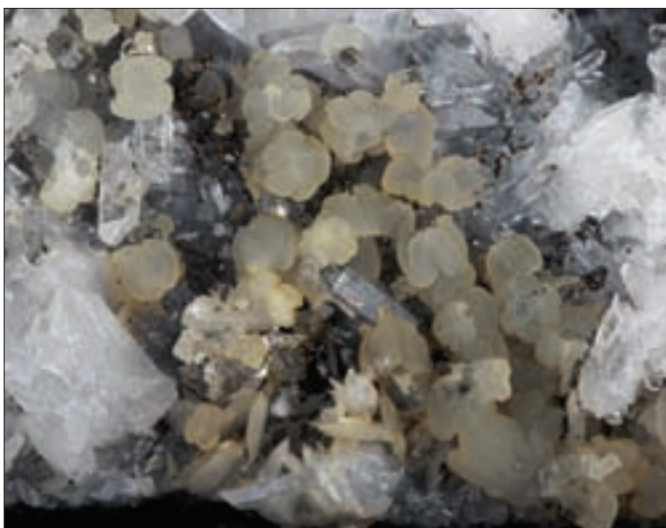
Igličasti kristali pirita, veliki do 5 mm, na kremenju z nahajališča pri Podzidu. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar



Kristali pirita s trase avtoceste med Trojanami in Blagovico imajo navznoter ukrivljene ploskve oktaedra, zaradi česar se je na njih razvila izrazita parketna struktura; velikost kristalov 2 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek



Zdvojen sfalerit s trase avtoceste med Trojanami in Blagovico; 3 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena. Foto: Miran Udovč



Sedlasti kristali kalcita s kremenom in piritom z nahajališča pri Podzidu; kristali kremenca do 5 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar

manganita. Pred predorom so bile v temnosivem glinavcu do 3 cm velike konkrecije **pirita**. Posamezni kristali teh konkrecij merijo do 15 mm in so kombinacija kocke in oktaedra. V plasteh s pirinimi konkrecijami smo našli tudi drobne kristale **kalcita**.

Prav pomembnih najdb kljub veliki količini odkopanega materiala na celotni trasi ni bilo. Večina mineralov je bilo mikroskopskih, čeprav so nedaleč stran bogata nahajališča, na primer v Krašnji kremen in rutil, v Češnjicah in Zlatenku pri Blagovici cinkovo-bakrovo-svinčeva orudjenja ter rudišča anti-monita tik pod Trojanami in vse do Znojil.

Literaturni viri:

DROVENIK, M., M. PLENIČAR, F. DROVENIK, 1980: *Nastanek rudišč v SR Sloveniji* (Zn-Cu-Pb rudišči Češnjice in Zlatenek, str. 21-23; Znojile, str. 33-37). Geologija, knjiga 23, Ljubljana.

VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (kristali pirita z nahajališča pri Črnučah iz Zoisove zbirke, str. 104). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (kremen in ankerit iz predora pri Podzidu, str. 49). Galerija Avsenik, Begunje.

Žolta družčina z Boštajevga hriba

Mirjan Žorž

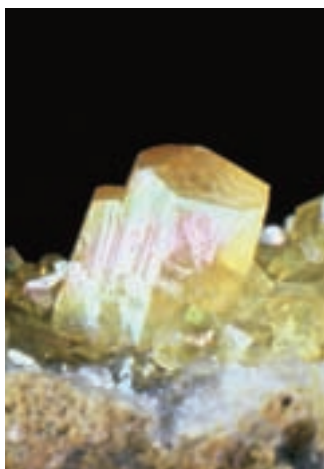
Od gradnje avtocestnega odseka mimo Domžal si v mineraloškem oziru ni bilo kaj posebnega obetati. Trasa je potekala preko rečnih nanosov do zamočvirjenega sveta pri Zaborštu, ki ga je bilo potrebno premostiti, nato pa se pregristi skozi manjšo vzpetino, ki sliši na ime Boštajev hrib. V nasprotju s temi pričakovanji pa so leta 2000 razkrili razpoke s kristali kalcita, ki so posebnost zaradi svoje zlatorumene barve ter pestrosti svojih oblik.



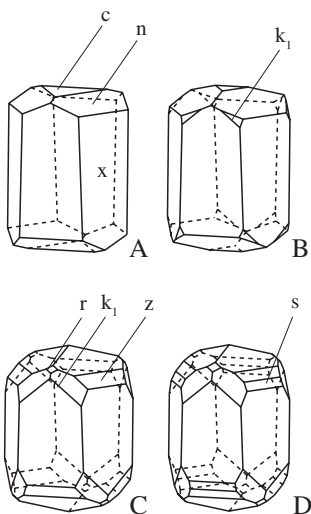
Gradbišče avtoceste na Boštajevem hribu – pogled proti Krtini septembra 2000. Foto: Mirjan Žorž



Razkrite plasti laporja in apnenca. Na rjavorumeno obarvanih mestih so bili kristali kalcita, na katere je ob obhodu delovišča prvi naletel zbiralec iz Ljubljane Rafael Šerjak. Foto: Mirjan Žorž



Najpogostejši so kristali, ki so kombinacija strmega romboedra *x* in položnega romboedra *n*. Navidezno imajo prizmatško obliko. Velikost kristala 6 x 4 mm. Foto: Mirjan Žorž



Primarni kristali kalcita so še imeli ploskve pinakoida *c* (A), ki pa so jih v nadaljnji rasti začele izpodrivati ploskve negativnega položnega romboedra *n* (B). Nato so se pojavile ploskve pozitivnega romboedra *r* in skalenoedra *k*, ter ploskve negativnega romboedra *z* (C), ki jim je sledil še negativni strmi romboeder *s* (D). Risbe: Mirjan Žorž

Hribec sestavljajo oligocenske plasti rjavkastih laporovcev in drobnega, močno sprijetega ter deloma že prekrystaljenega apnenčevega peščenjaka. Pravokotno na plasti v jugovzhodno-severozahodni smeri potekajo številne do 5 cm široke razpoke, ki kažejo vidna znamenja tektonskih zdrsov. Tanjše razpoke so lahko v celoti zapolnjene s kalcitom, v širših razpokah pa kristali kalcita deloma ali v celoti prekrivajo njihove stene.

Razpoke so se iskriale v mirijadah kristalov, lesketajočih se v zlatorumenih odtenkih, ki so imeli lahko tudi modrikaste odseve. Kristali so bili dolgi do 1 cm in debeli do 5 mm. Le izjemoma se je našla kakšna poč z rejenimi potegoni, ki so bili dolgi do 3 cm in široki 1 cm.

Kalcit s te mikrolokacije ima zanimivo morfologijo, ki jo najbolj določa strmi negativni romboeder *x*. Točnega indeksa tej kristalografski môri ni mogoče določiti, ker njene ploskve močno alternirajo, za nameček pa so še ukrivljene. Ob risanju modelnih kristalov je bil zato uporabljen približni indeks $\{0.60.1\}$.

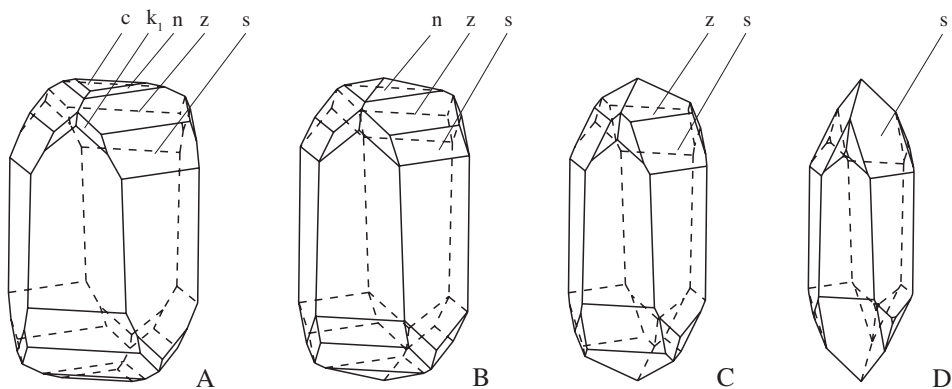
Na tukajšnji kristalni bratovščini lahko spremljamo zanimiv proces zveznega prehoda med dvema skrajnima morfologijama. Prvo predstavljajo kristali s pinakoidalno terminacijo, drugo pa enostavni romboedrski kristali. Med obema je množica prehodnih habitusov.

Menili bi, da si lahko vsak razkolnik po svoji volji izbere njemu povšečno nošo iz razpoložljive garderobe. Denimo, da si omisli sukunjico iz pozitivnih romboedrov in se pokrije z mičnim pinakoidom, medtem ko se v špranji temperature nižajo. Dvolomnež bistro ugotovi, da mu v taki opravi trda prede in da ga nima smisla še na ta način lomiti, zato si brž nadene težke romboedrske negativce.

Izhajajoč iz tega vidimo, da imajo kristali bore malo svobode odevanja. Torej, kristalna (ne narodna) noša je zelo odvisna od klimatskih razmer v razpoki, to se pravi od *pT* produkta. In kristali se temu podredijo brez nadaljnjega.

V celoti se na brumnih boštajčanih poleg pinakoida in bipiramide pojavlja še 7 različnih romboedrov in 8 skalenoedrov. Dva romboedra in dva skalenoedra se na ta ali oni način izvijata določitvi kristalografskih indeksov. Inverzni skalenoeder pa v celoti odpoveduje pokorščino konvencionalni kristalografiji, ker so njegove ploskve vbočene. Te nastanejo, ko prične negativni romboeder *s* preraščati negativni romboeder *x*. Dobra stara veda o risanju kristalov pri tej formi le nemočno dvigne svoje risalo in ostane brez indeksa.

Primarni kristali so praviloma bolj motni kot njih prekrivajoče sekundarne plasti, zavoljo tega jih vidimo kot fantome. Razgrajaški procesi pa so krivi, da se drobiž, ki se ob drhtenju Zemljinih neder kruši s sten, prestrašeno drgetajoč usede na ploskve kalcita, kamor ga prikuje nova plast kalcita in poskrbi za fantomski obris prvotnega kristala. Fantomi nastanejo še na



Pinakoid c se je redko ohranil (A). Proces izpodrivanja se namreč odvija najprej na njegov račun (B), nato na račun n (C), dokler s v celoti ne prevlada (D). Habitus kristalov se pri tej tranziciji opazno zoži. Risbe: Mirjan Žorž

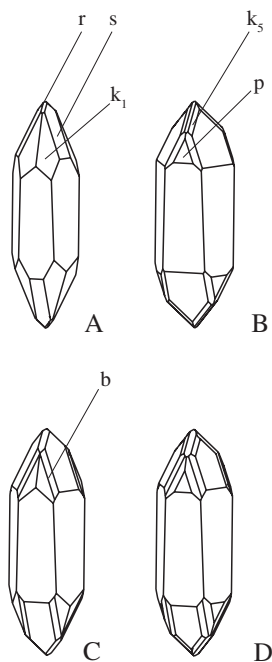
neki drug način, ki je opisan v nadaljnjem besedilu; vseh pa je bilo na tej brežini v izobilju.

Marsikateri kristal kalcita je moral vojevati boj s tektoniko, ki mu je ven in ven rušila njegovo natančno sestavljeno kristalno zgradbo, s katero je premoščal razpoko. Komaj je pontifeksu uspelo postaviti zadnji zidak na svoje mesto, že mu je likof

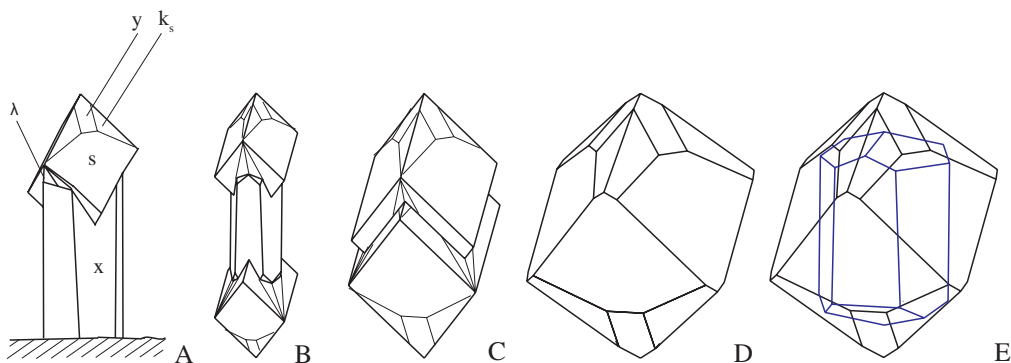


Kristali kalcita, pri katerih je prišlo do popolne prevlade negativnega romboedra s , ki je prerasel primarne kristale s ploskvami negativnega strmega in položnega romboedra x oziroma n ; te je v notranjosti videti kot rjavkaste fantome. Kristal na desni meri 10 x 7 mm. Zbirka Mirjana Žorža.

Foto: Mirjan Žorž



Sloki kristali so posledica prevlade negativnega romboedra s , še posebej, če se mu pridruži skalenoeder k_1 (A). Ploskovno so najbolj razgibani, ker se na njih pojavljajo bipiramide b , skalenoedri k_5 in romboedri p (B, C in D). Risbe: Mirjan Žorž



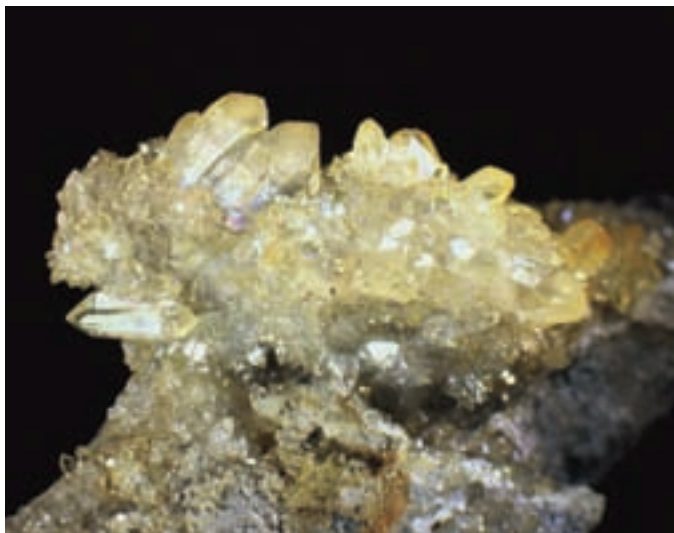
V zadnjih fazah kristalizacije kalcita negativni romboeder s popolnoma prevlada. Proces se prične z rastjo sekundarnega kristala preko primarnega, pri čemer nastajajo ploskve inverznega romboedra λ , negativnega romboedra y in skalenoedra k_s (A). Pri biterminiranih kristalih se proces odvija na obeh terminacijah hkrati (B), dokler ni preraščen celoten primarni kristal, na katerem so opazni le posamezni vpadni koti (C), potem pa se še ti popolnoma zarasejo (D). Po končanem preraščanju ostane v notranjosti obris fantomskega kristala s prvotno morfologijo (E). Risbe: Mirjan Žorž

Pinakoid	Bipiramida	Pozitivni romboeder	Negativni romboeder	Skalenoeder	Inverzni skalenoeder
$c\{001\}$	$b\{443\}$	$r\{101\}$	$n\{012\}$	$k_1\{211\}$	$\lambda\{-hkl\}$
		$p\{401\}$	$z\{011\}$	$k_2\{411\}$	
			$s\{021\}$	$k_3\{212\}$	
			$x\{0k_1l_1\}$	$k_4\{315\}$	
			$y\{0k_2l_2\}$	$k_5\{122\}$	
				$k_6\{414\}$	
				$k_s\{hkl\}$	

Habitus kristalov kalcita z Boštajevega hriba je najbolj odvisen od romboedrov s in x , nekoliko pa še od romboedrov z in n . Vse ostalo so akcesorije, ki se ne pojavljajo na vseh kristalih. Od teh sta najpogostejša skalenoeder k_1 in romboeder r . Posebnost je inverzni skalenoeder λ .

preprečila mostove lomeča zgaga. Ni mu kazalo drugega, kot sproti popravljati nastalo škodo. Razpoke je neutrudoma zapolnjeval z vsem, kar je imel pri roki, zato se je v njih znašlo marsikaj. Danes vidimo le še sledove te ihtе. So kot nekakšne megličaste niti, ki se vlečejo v notranjosti kristala. Od tod izhaja pojem nitasti kristal, ki nima ničesar skupnega s predilništvom in krojaštvom, dasiravno takim kristalom tektonika med nitenjem še kako ukroji njihovo opravo.

Ob tej množici kristalov bi bilo več kot upravičeno pričakovati tudi kaj dvojčkov. Kalcit se namreč nadvse rad zazre v ogledalo.



Na posnetku je skupek kristalov kalcita, 22 x 11 mm, v katerem je posebež nitast kristal z elongacijo v smeri, ki je pravokotna na rob med dvema ploskvama romboedra *x*. Spodaj levo je kristal, čigar terminacijo omejujejo ploskve negativnega romboedra *s*. Nevzporednost robov med negativnimi romboedri *x* je na tem kristalu dobro izražena. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž

Od same navdušenosti nad tistim, kar zagleda, se tako zaljubi v svojo zrcalno podobo, da se od nje ne more več ločiti.

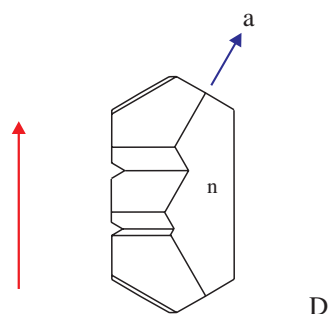
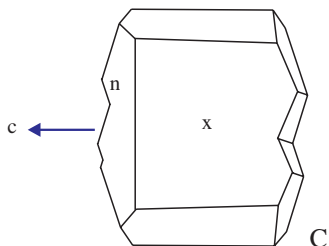
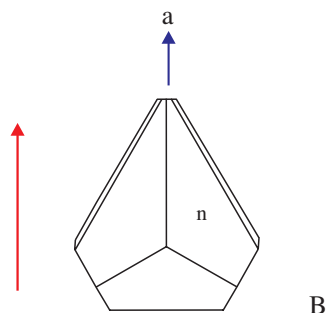
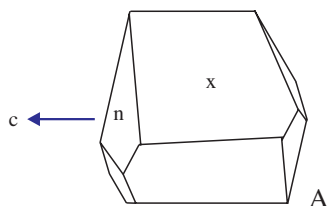
Žal se je v tem primeru pokazalo, da mu ni bilo nič kaj do tega. Znabiti, da mu je bilo preveč hladno in temno. V celotni kristalni populaciji se je pojavilo komaj nekaj dvojčkov, pa še ti so bili iz najbolj preprostega reda angularcev.

Navajeni smo, da se zdvojnjeni kristal ponosno postavi pokonci in razširi svoje ude daleč preko nesparjenih monoklonirancev. Tle tukaj pa komajda dajo vedeti, da so sploh živi v svoji neupadljivi poležani majhnosti. Največji merijo do 15 mm. Morda pa njihov čas šele prihaja.

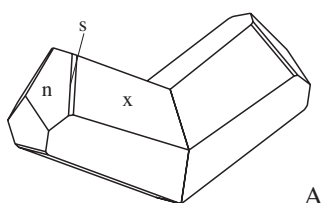
Tisti, ki se s to problematiko nekoliko bolj ukvarjajo, vedo, da kalcit iz naših logov ni kaj posebno gizdav. Še najraje se ovije v kakšno bledico. Najbrž zato, da ostane bolj neopažen. Prav poredko je mogoče naleteti na kakšnega krajevnega posebnega, ki je pregloboko pogledal v kozarec kromoforjev. Da bi pa kakšen sledil modnim trendom?

A že po naravi iskri boštajčani so se namerili narediti konec bledikavemu dolgočasju. Zato so sklenili kupčijo z njihovim v kamnino vkljenim železnatim sosedom in mu v zameno za živopisani lišp ponudili varno zavetje svojih špranj.

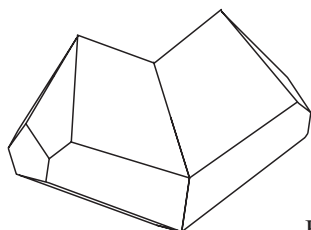
Železovci so po eonih anaerobne utesnjenosti primezeli iz kamnine in se hvaležno prevlekli preko kalcitovih kristalov. Za seboj so pustili zlatorumeno sled, sami pa so se v svoji skromnosti



Nitnje kristalov kalcita zaradi tektonskega širjenja razpok. Najpogostejši elongaciji potekata v smereh, ki sta pravokotni na romboeder *x* (A in B) oziroma na rob med dvema ploskvama romboedra *x* (C in D). Prikazane so projekcije na ravnine (110) (A), (100) (C) in (001) (B in D). Rdeči puščici označujeta smer nitenja, modre pa ponazarjajo smeri kristalografskih *a*- in *c*-osi. Risbe: Mirjan Žorž



A



B

Redki kristali kalcita so zdvoženi v angularnem načinu po negativnem položnem romboedru $n(012)$, ki je sicer najpogostejši način dvojčenja pri kalcitu. Kristali so enostavna kombinacija negativnih položnih n in strmih romboedrov x , ki se jim včasih pridruži še zelo ozek negativni strmi romboeder s (A). Dvojčkom se zniža simetrija na najnižjo hemimorfijo, zato hitreje rastejo vzdolž ravnine dvojčenja, zaradi česar se v tej smeri podaljšajo in se ploskovno še bolj poenostavijo (B). Risbi: Mirjan Žorž



Dvojčki kalcita so v tem nahajališču redki. Na fotografiji je angularni dvojček z izrazito hemimorfno morfologijo, 12 x 7 mm, desno ob njemu pa je priraščen še en zdvožčen kristal. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž

skupčkali v drobcene rozete goethita, katerih premer ni večji kot 1 mm, a raje niti toliko ne. Nekateri od njih pa so prišli iz medžilja pod kapo, ker so se, veseleč svobode, naselili kar na ploskvah kristalov kalcita. To se jim je kasneje maščevalo, ker jih je kalcit, ne meneč se zanje, mirno prerasel. Resnici na ljubo so vseeno nekoliko na boljšem, saj jih sedaj lahko vsi občudujejo kot fantome, sami niso prikrajšani za lep razgled, pa še streho nad glavo imajo zagotovljeno.

In tako so odtistihmal oboji družno živeli vse do današnjih dni.

Literaturna vira:

ŽORŽ, M., 1992: *Nitasti kremen* (o nastanku nitastih kristalov, str. 293-295; vpliv orientacije na morfologijo nitastih kristalov, str. 295-299). Proteus, let. 54, Ljubljana.

ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System* (holomorfija $3\phi O$, str.18-19; sin–epi preklop, str. 43-47; dvojčenje, str. 83-98; kontaktno angularno dvojčenje, str. 86-87). Grosuplje.

Kremen, rutil in siderit iz Krašnje

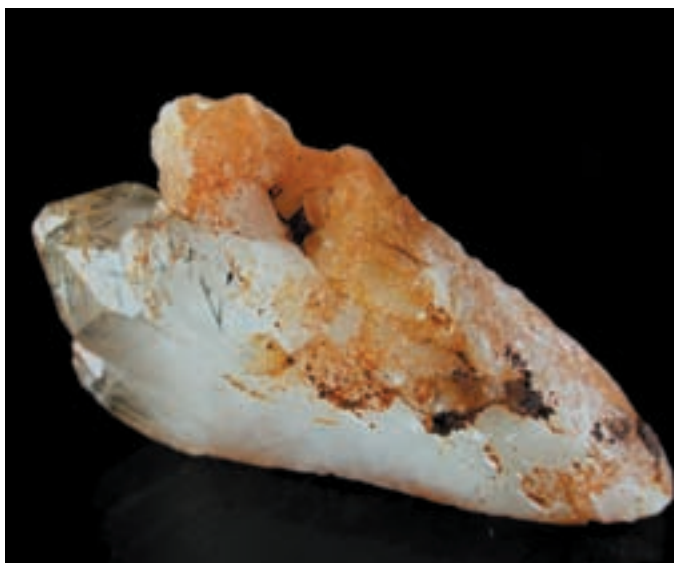
Renato Vidrih, Vili Rakovc

Za iskanje kremenovih kristalov v okolici Krašnje smo tudi v tem primeru dobili idejo pri Wilhelmu Vossu. V svoji knjigi namreč omenja kristale kremenca s poti iz Korena proti Krašnji. Opisuje do 10 cm velike in do 7 cm debele kristale.

Širšo okolico Krašnje gradijo karbonski skrjavci glinavci, ki višje proti Vrhu nad Krašnjo prehajajo v prave metamorfne skrjavce. Plasti ležijo v smeri vzhod-zahod. Skrjavci so muskovitno kremenovi. Ponekod višje proti severu so v pasu paleozojskih kamnin tudi plasti kremenovih peščenjakov in konglomeratov. Najpogostejše plasti s kremenovimi žilami najdemo po grapah, ki ležijo od Vrha nad Krašnjo proti jugu in jugozahodu proti Krašnji. Dve največji grapi delita Lepi hrib. Mogoče nas to ime opozarja na najdbe lepih kristalov v preteklosti. Nedvomno je, da so kremen oziroma kremenove kristale tu že kopali. Na številnih mestih vidimo sledi rudarjenja: površinske kope, rove, manjše izkope, pogreznjene dele, odkopani material pa je večinoma preraščen. Kremen so pred sto in več leti kopali za uporabo v steklarstvu (glažutarstvo), morda pa so ga med drugo svetovno vojno kopali Nemci za izdelavo



Kristal kremenca s klasične lokacije pri Krašnji; 55 x 25 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristal kremenca z vključki rutila; 30 x 10 mm. Najdba Vilija Rakovca iz leta 1995. Zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kristal kremenca z vključki rutila; 25 x 15 mm. Najdba in zbirka Vilija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Številni površinski kopi kažejo, da so kremen oziroma kremenove kristale kopali že v preteklosti. Foto: Renato Vidrih



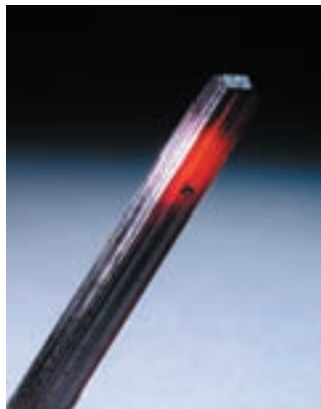
Pogled na kremenovo-muskovitne skrilavce, ki ponekod ležijo vodoravno, drugje pa navpično. Mineralizacija v alpskih razpokah je povzročila rast lepih kristalov kremenca, ki ponekod preraščajo igličaste kristale rutila. Foto: Renato Vidrih

piezoelektričnih rezonatorjev, za kar so potrebovali čiste kristale. V novejšem obdobju pa so kremen na tem področju ponovno našli pred slabimi desetimi leti.

Številni prelomi, ki so posledica delovanja tektonskih sil in potekajo večinoma v smeri sever-jug, so skrilavce razpokali. Ponekod so razpoke vzporedne z vodoravnimi plastmi, ponekod pa so prečne na plastnatost. V razpokah so različno dolge in debele žile kremenca. Ponekod dosežejo debelino več metrov in dolžino do 15 ali celo več metrov. **Kremenovi** kristali so večinoma dolgoprizmatski; največji najdeni je bil dolg 6 cm. V razpokah so kristali zelo čisti, medtem ko so kremen iz žil blizu površine precej korodirani in so zato motni.

Najdbe v poznih devetdesetih letih so torej potrdile Vossove navedbe o lepih kremenovih kristalih. Le v nekaterih smo opazili tudi zelo drobne iglice, ki pa jim takrat nismo posvečali posebne pozornosti.

Leta 2001 je Aleksander Rečnik začel s sistematičnim raziskovanjem grap na širšem območju Krašnje, kar se mu je kmalu obrestovalo. V razpokah med Krajnim Brdom ter Vrhom nad Krašnjo je našel kremenovo žilo, v kateri so bili poleg lepih kristalov kremenca še rdeči igličasti kristali **rutila**. V gnezdu,



Kristali rutila so v presevni svetlobi intenzivno rdeči. Posamezni kristali so lahko dolgi tudi do nekaj centimetrov; višina 16 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek



Kremen z vključki igličastega rutila; 76 x 40 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Kristal kremen s klasične lokacije pri Krašnji; 55 x 25 mm. Najdba in zbirka Viliija Rakovca. Foto: Miha Jeršek



Kremen, 20 mm, na podlagi iz siderita z vključki rutila. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Siderit in igličast rutil; izrez 18 x 12 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

zapolnjenem z belo glino, je bilo polno kristalov **kremen**, **siderita** in **rutila**. To, v zadnjem času najpomembnejše novo odkritje mineralnega bogastva v Sloveniji, je prispevalo tudi največji do sedaj najdeni kristal kremen pri nas (30 cm), do 3 cm velike kristale siderita ter do 6 cm velike igličaste kristale ognjeno rdečega rutila, ki so večinoma vraščeni v kremen, lahko pa so tudi samostojni. Za piko na i pa je bil v enem od gnezd najden tudi 15 mm velik kristal rožnatega **apatita**.



Vključki rutila v kremen iz Krašnje. Kristal kremen je visok 6 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Literaturni viri:

- VOSS, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*, str. 39. Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- PREMRU, U., 1982: *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000, list Ljubljana*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (nahajališča kamene strele, str. 134). Tehniška založba, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji*, str. 49. Galerija Avsenik, Begunje.
- REČNIK, A., 2006: *Kristali rutila in kremen iz alpskih razpok v grapah nad Krašnje*. Proteus, let. 68, št. 6, str. 246-260, Ljubljana.

Kremenovi kristali pri Zagradišču

Mirjan Žorž

Kremenovi kristali iz tega nahajališča so dolga leta veljali za najlepše in največje v Sloveniji. Generacije zbiralcev so desetletja obiskovale to za slovenske razmere zares klasično nahajališče najraje v zgodnjih pomladanskih mesecih, ko drugje zaradi snega in zmrzali še ni mogoče iskati mineralov. Razlog je ugoden dostop in lega nahajališča, do katerega vodi ozka asfaltirana cesta, ki se nedaleč od Sostra pri Ljubljani v Sadinji vasi odcepi in povzpne do vasi Češnjice, ki leži pred Zagradiščem.



V večjih gnezdih v kremenovem peščenjaku pri Zagradišču zrastejo lepo oblikovani skupki kremenca. Gnezda so zapolnjena še s kloritom, ki ga posamezni kristali kremenca obrastejo, zato so v njih lepo oblikovani fantomi. Zbirka Mirjana Žorža; 7 x 6 cm. Foto: Ciril Mlinar

Do odkopa je mogoče priti preko dvorišča domačije Groznikovih in seveda le z njihovim dovoljenjem, ker je odkop v njihovi lasti. V preteklosti so zbiralce radi videvali, v zadnjih letih pa so izkrčili gozd nad peskokopom in na rob nakopičili drevesne šore, ki grozijo, da se bodo zavalili v odkop, zaradi česar se je povečala nevarnost za zbiralce in domače otroke, ki so spremljali iskanje kristalov. V bojazni zanje in za zbiralce Groznikovi obiskov zaenkrat ne dovolijo.

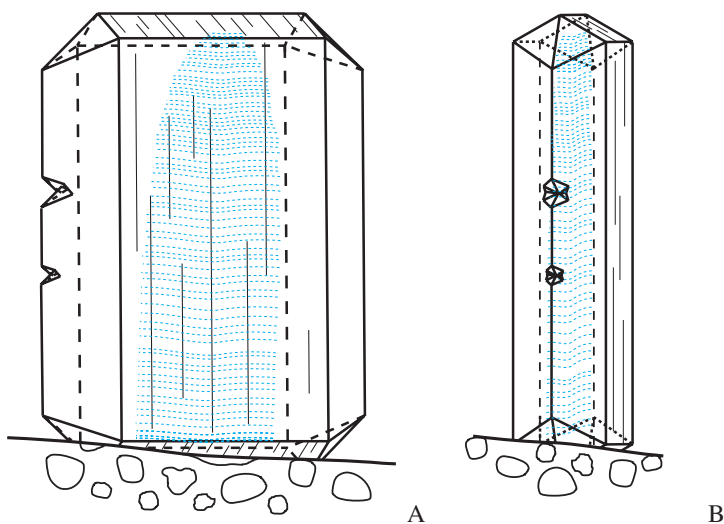
V odkopu krajevnega značaja so kopali pobočno preperino karbonskega kremenovega konglomerata, ki so ga uporabljali za nadelavo in posipanje okolišnjih cest. V odkopu je razkrita približno 30 m visoka stena z dvema strmima stopnjama: v spodnjem delu v kremenovem konglomeratu, v zgornjem pa v kremenovem peščenjaku. V steni je polno medsebojno sekajočih se vodoravnih in navpičnih razpok. Večinoma so zapolnjene z masivnim belim in tektonsko razpokanim kremenom, v nekaterih pa sekundarne mineralizacije ni opaziti. V peščenjakih so razpoke široke do 5 cm, medtem ko so lahko razpoke v spodnjem, konglomeratnem delu, široke do 30 cm. Dolžina razpok pravzaprav ni omejena, saj lahko potekajo v celotni dolžini razkrite stene.

Kristali **kremena** so v posamičnih gnezdih vzdolž razpok. V peščenjakih so gnezda majhna in praviloma zapolnjena z limonitom. Prizmatski kristali kremena so do 3 cm veliki, precej čisti in pogosto fantomski. Kristalni skupki so redki in dosežejo tja do 5 cm v premeru. Bistveno večja gnezda so v konglomeratnih plasteh in merijo do 50 cm v dolžino, poleg tega pa so zapolnjena s kloritom. Ustrezno večji so tudi skupki kristalov iz teh gnezd. Največji zrastejo do 10 cm, posamezni skupki pa tja do 20 cm v dolžino.

Zaradi postopnega širjenja tektonskih razpok je pogosto prišlo do nastanka nitastih kristalov. V zadnjih letih smo našli nekaj zares lepih in relativno velikih primerkov z izrazitimi mlečnimi nitmi, ki se uvrščajo ob prizmo tistim s Hrastnika pri Škofji Loki. Do 4 cm dolgi kristali so najpogosteje elongirani v smeri, ki je pravokotna na prizemski rob, zato so izrazito sploščeni vzporedno s ploskvami prizme. Elongacije v smeri c-osi so bistveno redkejše. Razlog je v kinetiki širjenja razpok in rasti primerno orientiranih kremenovih zrn v konglomeratu ob nastanku razpoke. Za razlago glej literaturne vire.

Pogosti so sivkasti fantomski kristali z neizrazitimi conami, poleg tega pa kristali z amorfnimi in nestrukturiranimi vključki. Praviloma so to precej čisti kristali, ki so med rastjo obrasli iz raztopine obarjajoče se minerale.

Vsi kremenovi kristali v tem nahajališču so zdvojeni. Na osnovi njihove morfologije, pozicije ploskev bipiramide in vicinalnih ploskev na terminacijah, sklepamo na klinasti tip dvojenja.



Nitasti kristali kremenca iz razpok v kremenovem konglomeratu pri Zagradišču so najpogosteje razpotegnjeni v smeri kristalografske a -osi, zaradi česar je en par prizemskih ploskev $m\{100\}$ prekomerno razvit (A). Zaradi nenehnega lomljenja in celjenja kristala v tektonsko razširjajoči se razpoki nastane v notranjosti struktura v obliki bolj ali manj široke niti, ki jo sestavlja približno ravno toliko vzporednih mlečnih sledi, kolikorkrat je kristal počil in se ponovno zacelil. Pogled na nitasti kristal s strani (B). Risbi: Mirjan Žorž



V eni od največjih kremenovih žil se je izoblikovalo približno 1 m dolgo in 20 cm široko gnezdo, zapolnjeno s kloritom in kremenovimi kristali. Pogoji širjenja razpoke in rasti kristalov so omogočili nastanek velikih in lepo oblikovanih nitastih kremenovih kristalov. Posnetek prikazuje kristal kremenca z izrazito in široko nitjo v smeri, ki je pravokotna na rob med ploskvami prizem. Kristal je zato sploščen vzporedno s tema dvema prizmama. V notranjosti je dobro opazna vzporedna strukturiranost niti, ki kaže vsakokratno lomljenje in celjenje kristala med širjenjem razpoke. Kristal meri 20 x 17 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar

Mineralna parageneza je tukaj skromna. Od makroskopskih mineralov je poleg kremenca le **albit** v rahlo korodiranih kristalnih porcelanasto bele barve. Največji redko presežejo 5 mm. Večinoma gre za večkratno dvojčenje po albitnem zakonu, vmes pa se najde kakšen kristal, ki je še dodatno zdvojen po karlovarskem zakonu.

Romboedrski odtisi na nekaterih kristalih kremenca kažejo, da so hkrati s kremenom kristalizirali tudi karbonatni minerali, ki pa so bili v kasnejših fazah izluženi.

Literaturni viri:

- ŽORŽ, M., 1992: *Nitasti kremen* (razvoj in morfologija nitastih kristalov, str. 291-301). Proteus, let. 54, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., 1994: *Minerali Hrastniških grap*. Proteus, let. 56, str. 355–363, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. Rečnik, 1998.: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (Zagradišče, str. 48). Galerija Avsenik, Begunje.
- ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja* (klinasti dvojčki v Zagradišču, str. 62-72). Proteus, let. 67, Ljubljana.

Kremen iz okolice Cerknice

Miha Jeršek, Mirjan Žorž

Pri pregledovanju Zoisove zbirke mineralov v Prirodoslovnem muzeju Slovenije smo pred leti našli dobro ohranjene, lesketajoče se kristale kremenca v škatli s šestimi prekati. Nekateri so lepo razviti in čisto prozorni, skratka taki, za kakršne so včasih radi uporabljali oznako *diamanti*. V našem primeru bi jih lahko imenovali *cerkniški diamanti*, ker smo ob primerjavi številke na kartotečnih listkih s podatki v inventarni knjigi ugotovili, da je pri nekaterih navedeno nahajališče Zirknitz (Cerknica), pri nekaterih pa najdišče ni bilo navedeno.

Ker je bila zbirka v zadnjih desetletjih velikokrat seljena, je zelo mogoče, da so se med kremenca iz Zoisovega časa pomešali tudi primerki, ki so jih zbiralci v okolici Cerknice po sledih opisa Wilhelma Vossa iz leta 1895 našli mnogo kasneje. Da bi se prepričali o pravilnosti navedb na inventarnih listkih, smo se odločili, da s primerjalnimi raziskavami kristalov iz zbirke in kristalov novejših najdb poizkusimo ugotoviti njihovo identiteto.

V enih in v drugih je veliko vključkov ogljikovodikov. Kristali **kremenca** iz Zoisove zbirke so praviloma idiomorfno razviti. Biterminirani kristali so največkrat dolgoprizmatski, le v posameznih primerih je prizma zelo kratka ali pa je celo ni. Prosojni kristali so v povprečju veliki okoli 15 mm, največji pa so motni

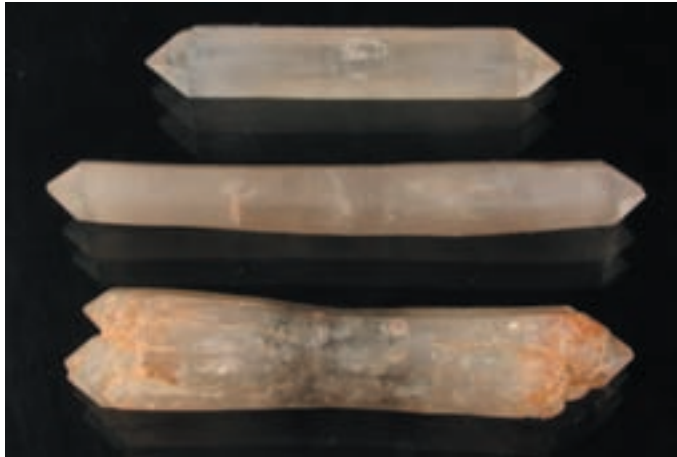


Kristal kremenca s Slivnice; 29 x 8 mm. Najdba in zbirka Rafaela Šerjaka. Foto: Miha Jeršek



Cerkniški kremenca iz Zoisove zbirke, veliki do 1 cm, so lahko pravilnih oblik in brez vključkov. Zato so jih nekoč imenovali cercniški diamanti.

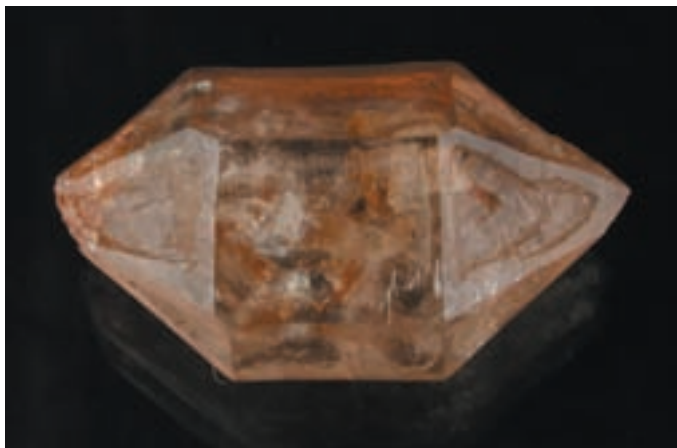
Foto: Miha Jeršek



Dolgoprizmatški in pentljasti kristali kremen iz Zoisove zbirke; najdaljši 18 mm. Foto: Miha Jeršek

in merijo do 4 cm v dolžino ter do 1 cm v premeru. Ploskve prizem so motne, ploskve na terminacijah pa nekoliko vbočene in v posameznih primerih skeletno razvite. Pri nekaterih kristalih so terminacije divergentno razcepljene v šest subindividuov. Taki kristali so na sredini prizemskega pasu tudi mnogo ožji, zaradi česar imajo izrazito pentljasto obliko. To je pri kremenu nasploh izredno redka morfologija. V zbirki je nekaj žezlastih kristalov, dokaj pogosti pa so tudi čadavi. Nekateri kristali iz zbirke imajo mehansko zaobljene robove, kar kaže na transport iz matične lege v sekundarno ležišče.

Primerjava morfologij kristalov iz Zoisove zbirke s kristali novejših najdb iz okolice Cerknice potrjuje, da so vzorci iz muzejskega depoja z istega nahajališča, saj ni opaziti nikakršnih



Oknast kremen iz okolice Grahovega pri Cerknici; 14 x 5 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek



Čadav in brezbarven kremen ter kremen z rdečkastimi vključki iz okolice Grahovega pri Cerknici; največji je dolg 1 cm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Miha Jeršek

razlik v morfologiji, kristalnih ploskvah in barvnih odtenkih. Edino, česar nismo zasledili pri novejših najdbah, so pentljusti kristali z razcepljenimi terminacijami. Po vsej verjetnosti so tisti iz Zoisove zbirke z danes nepoznane mikrolokacije.

Vzorci iz starih mineraloških zbirk so pomembni dokazi posameznih nahajališč, od katerih bi bilo marsikatero najbrž pozabljeno, če v muzejih ne bi ohranili vsaj nekaterih inventarnih podatkov in posameznih primerkov. Tako pa je mogoče ugotoviti približno lego nahajališča, z več ali manj truda najti nove primerke, jih nato skrbno preučiti in z novimi podatki potrditi dejanski izvor muzejskega gradiva.

Zbirka Zoisovih *diamantov* nas opominja na druga, nekoč že znana, a danes pozabljena nahajališča, ki bi jih kazalo s sistematskimi terenskimi raziskavami ponovno odkriti.

Dokumente o naravni geološki dediščini ustvarjamo z različnimi analizami oziroma analitskimi metodami, računalniško obdelavo podatkov, risbami, fotografijami, digitalizacijo, javnimi objavami in drugimi zapisi. Skupaj z inventariziranimi vzorci predstavljajo nujno osnovo za opravljanje muzejskega poslanstva. Strokovna obdelanost muzejskih zbirk oziroma deponiranih vzorcev je nedvomno bistveno pomembnejša kot zgolj kopičenje vzorcev. Zato je potrebno obdelavi zbranega gradiva nameniti veliko pozornosti, znanja in sredstev.

Literaturni viri:

Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogtums Krain*. Sonderdruck aus den Mittheilungen des Musealvereines für Krain, Laibach.

VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (cerkniški demant, str. 136-137). Tehniška založba, Ljubljana.

ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi na Slovenskem* (morfologija kremenov iz okolice Cerknice, str. 51-52). Galerija Avsenik, Begunje.



Kristal kremen s Slivnice; 49 x 13 mm. Najdba in zbirka Rafaela Šerjaka. Foto: Miha Jeršek

Od kremenca do kremenca med Grosupljem in Rašico na Dolenjskem

Mirjan Žorž



S svojimi 85 x 25 mm spada ta žezlast kristal kremenca z Medvedice med največje in najlepše kristale iz naših nahajališč sedimentnega tipa. Spodnja terminacija je slabše razvita zato, ker je kristal prvotno obraščal neki drugi mineral, ki pa se je kasneje raztopil. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Miha Jeršek

V osnovni šoli Borisa Kidriča v ljubljanskem Savskem naselju smo imeli dve vitrini z minerali, ki sta me pritegovali od mojega prvega šolskega dne. Če sem le imel priložnost, sem tiščal nos na steklo in se čudil bleščavi mineralov. Eden mojih sošolcev je to opazil in mi nekega dne prinesel kar precej velik kremenov kristal. Bil je rjavkaste barve, ploskve pa je imel tako gladke, da se nikakor nisem mogel načuditi, kako in zakaj lahko kaj takega zraste samo od sebe. Na vso moč me je zanimalo, kje bi lahko tudi sam našel tak kristal, a na ta odgovor sem moral malce počakati.

V sredini osemdesetih let sem iz Savčana metamorfoziral v Grosupeljčana. Malo me je sicer motilo, ker je okolica Grosuplja čisto kraška. Zato pa imamo polno brezen po hostah in enkratno Radensko polje ter nekoč Taborsko, zdaj pa spet Županovo jamo. Sem ter tja so mi sicer prišle na ušesa govornice, da je ta ali oni našel na svoji njivi *diamante*, vendar tega *in situ* nikakor nisem mogel preveriti.

Kmalu po preselitvi sem se seznanil z Leopoldom Severjem iz Ivančne Gorice, ki se je vedno zanimal za različne naravne posebnosti in pojave, med njimi tudi za kamnine in minerale s tega področja. Od njega sem prvikrat slišal, da so v okolici Turjaka kremenovi kristali. Januarja 1993 me je poklical in povedal, da pri Gradežu kopljejo vodovod po nekem skalovju, od katerega se pri kopanju širi smrad, pod krampi pa iskri, da je veselje. Leopold je k sreči prišel pome, še preden so vodovod zasuli. Dejansko so presekali nekaj debelih žil mikrokristalnega roženca, ki je bil preden s kalcedonom. V rožencu so bile ponekod geode, katerih stene so bile obraščene s prozornimi kristali kremenca. Pokrivala jih je srebrnkastočrna plast pirobitumna, ki se jo je dalo brez težav odlučiti. Kristali so imeli večinoma razvite le terminacije in so dosegli 1 cm v premeru. Da je ob udarcih smrdelo in se isknilo, ni ob taki mešanici materialov nič čudnega.

Čez nekaj let je Leopold zopet prišel na obisk in s seboj prinesel dve vrečki. Iz prve je pritrkljal kakšnih 8 cm dolg in 5 cm debel idiomorfen kristal kremenca rjave barve, ki mu je delal družbo še nekoliko manjši. Iz druge pa je vsul množico manjših kristalov, od katerih so bili nekateri prozorni, drugi pa mlečni ali motni, skoraj vsi pa biterminirani. Vprašal sem ga, kje je to kupil, pa mi je odvrnil, da jih je sam našel. Kremenov drobiž je spominjal na skoraj enake kristale iz okolice Cerknice, tisti veliki kristal pa je bil s svojimi izmerami za naše razmere nekaj povsem neobičajnega, a mi je bil vseeno nekam znan.



V nahajališču Medvedica smo našli doslej največje kristale sedimentnega tipa. Zanje je značilna večfazna skeletna rast, zaradi česar imajo zelo razgibane oblike; 64 x 27 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar

Proti koncu devetdesetih let sva nahajališča **kremena** okoli Malega Osolnika in Malih Lipljen obiskala skupaj z Aleksandrom Rečnikom, s katerim sva takrat pripravljala publikacijo o kremenenu. Po tamkajšnjih njivah sva brez težav nabrala nekaj prgišč celih in fragmentiranih kristalov. Prevladujejo prizmatski biterminirani kristali mlečne barve; med njimi pa so tudi povsem prozorni. Terminacije nekaterih kristalov se po barvi razlikujejo od sredinskih delov. Nekaj kristalov pa ima tudi skeletno zgradbo. Največji kristali so lahko do 3 cm dolgi in do 1 cm široki.

Ob neki novozgrajeni hiši je bila gozdna brežina še sveže odprta, zato sva si jo malo поблиže pogledala in kmalu našla kristale kremena, ki so bili še vključeni v konglomeratni kamnini, sestavljeni iz prodnikov kalcita. V kamnini je bilo polno izluženih razpok in votlin, v katere so štrleli prizmatski kristali kremena.

Ko sem kasneje Aleksandru omenil tisti debeli Leopoldov kristal, je takoj predlagal, da se srečava z njim. Nedolgo zatem je Leopold pri meni zopet trkljal kremenove kristale iz svojih vrečk in zadeva se je končala tako, da je čez čas pokazal Aleksandru kraj, kjer je te kristale našel.

Spomladi 2003 sva z Aleksandrom prečesala še sveže preorane njive v okolici Male Rašice. Našla sva le nekaj kristalov. Razlog je v tem, da jih okoličani poznajo in tudi sami nabirajo. Nad vasjo je hrib Cerovec (592 m), kjer so v gozdu kremenovi kristali na več mestih. Kristali iz teh dveh nahajališč se od tistih iz Lipljen in Osolnika prav v ničemer ne razlikujejo.

Med prebivalstvo naše občine štejejo tudi medvedi, ki še dandanes pridejo do same občinske stavbe. Potem, ko uredijo formalnosti, jih brumni lovci pospremijo nazaj v svoja lovišča. Da včasih ni moglo biti prav nič drugače, pričata dve krajevni imeni Medvedica. Prvo označuje naselje, drugo pa hrib s koto



Obliko tega kristala lahko dejansko primerjamo le z vladarskim žezlom.
Kristal z Medvedice; 63 x 14 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar

444 m, pod katerega pridemo po gozdni cesti, ki se odcepi 1 km južno od Sv. Jurija. Na bivalno pravico medvedov nas ob cesti opozarjajo table.

Junija 2003 me je poklical Aleksander, ki je malo pred tem oblezel podrte smreke pod hribom Medvedica, ker mu Leopoldov kristal pač ni dal miru. Pokazalo se je namreč, da je tiste velike kristale kremen našel ravno na tem področju. Ob podrti smreki je našel kar velik kristal, zato je na tistem mestu odkopal nekaj ruše in zemlje, v kateri je našel še nekaj večjih kristalov.

Nahajališče je na strmini v mešanem gozdu. Najprimernejša tehnika, ki prihaja v poštev v takih pogojih, je *grudanje*, ki sva ga s pridom uporabila že na podobnem nahajališču pri Vojskem. Ta tehnika zahteva primerno širok in težak kramp ter kondicijsko podprtega kopača. Kramp je potrebno zasaditi kar se da globoko v prst in vsaj 20 cm proč od roba ruše. Z močnim potegom na ta način odtrgamo velik kos prstene grude. Nato nastopijo delo *grudisti*, ki morajo grudo z rokami razdrobiti na majhne koščke. Primernost te tehnike pride do izraza zato, ker se gruda najraje oddrobi ravno tam, kjer tiči kremenov kristal. Občutka, ko se ti pred očmi zablešči kremenov kristal, se ne da popisati. Nikoli kasneje ni kristal več tako lep. Pokazalo se je, da so kristali samo v tistem delu nahajališča, kjer je bila prst malo temneje obarvana. Kakor hitro se je barva prsti spremenila v rdečo, kristalov v njej ni bilo več. Plast prsti je bila na nekaterih mestih do pol metra debela, večinoma pa le decimeter do dva. Pod prstjo je plast preperevajočega apnenca, v katerem ni kremen niti za začimbo.

Matična kamnina je bila lokalno prekristaljen dolomit, ki je temne barve zaradi vključkov pirobitumna. Od nje ni ostalo prav dosti. V glavnem manjši zaobljeni kosi, ki posmrdevajo, če jih dobijo s krampom. V prsti so bili posamični kosi roženca,



Kremenovi kristali, ki so še vraščeni v korodiranih kristalih kalcita, so izjemno redki. Samo pri Medvedici smo jih našli nekaj. Skupina kristalov kremen na sliki meri 12 x 11 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar

našli pa smo tudi limonit in nekaj močno korodiranega kalcita z vraščeni kristali kremen.

Ampak kremen, ta pa je v tem nahajališču presegel vse dotedanje predstave o kristalih tega tipa. Tisto, kar smo pred tem pobirali po njivah, je pravi drobiž v primerjavi z velikimi kristali, ki smo jih našli na tem mestu. Manjših kristalov je bilo veliko, najbolj presenetljiva pa je bila številčnost velikih. Našli smo jih nekaj deset, ki so bili dolgi več kot 4 cm. Največji so dolgi več kot 8 cm in do 4 cm široki, poleg tega pa lepo ohranjeni, prozorni in gladkih ploskev. Zanimivo pri tem je, da so jih kristali le redko skupili s krampom. En sam samcat, resda precej velik in zato omembe vreden, je šel na kosce. Največkrat pa se je zgodilo tako, da se je kakšen posebno velik kristal kar sam od sebe znašel pod nogami.

Naše delovanje so očitno ves čas nadzirali kosmatinci, ki so tam puščali nedvoumne sledi. V času zadrževanja na nahajališču smo se zato trudili biti nadvse glasni. Opozorilne table zares niso kar tako.

Navkljub lokacijski raznolikosti imajo kristali iz opisanih nahajališč skupno lastnost, po kateri jih ločimo od ostalih kristalov iz podobnih nahajališč po Sloveniji. V opisanih nahajališčih, z izjemo tistega pri Gradežu, namreč najdemo korodirane kristale, ki imajo na terminalnih ploskvah značilne trikotne figure jedkanja. Njihova orientacija nam tudi takoj pove, da so zdvojeni po brazilskem zakonu. Korozija zajame vse robove med prizmami in romboedri, poleg tega pa je še domensko pogojena. Če je posamezna domena na robu korodirana, potem njej sosednja ni. Razlog je v različnih orientacijah obeh domen. Zato so robovi nazobčani, na korodiranih robovih pa so negativne ploskve, ki so vedno zaokrožene.



Samostojni biterminirani kristali z različno obarvanimi terminacijami so značilnost nahajališč okoli Rašice na Dolenjskem, Malih Lipljen in Malega Osolnika pri Turjaku ter Medvedice pri Grosupljem. Različna obarvanost terminacij je posledica hitre sekundarne rasti. Kristal na posnetku je z Medvedice in meri 41 x 9 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Ciril Mlinar

Kristali so praviloma prizmatske oblike, vmes pa so tudi taki, pri katerih so ploskve prizme zelo ozke ali pa jih sploh ni. Ploskovno so kristali dokaj skromni, saj imajo le ploskve prizme in obeh romboedrov, ploskve bipiramide so redke, medtem ko so ploskve trapezoedra zelo redke.

Skeletni kristali, ki so značilni za hitro večfazno rast iz nasičenih raztopin, so kar pogosti, pa tudi lepo oblikovani žezlasti kristali niso redki. Pravzaprav tako velikih in lepo oblikovanih pri nas še nismo našli. Večfazna rast se odraža še v obliki različne obarvanosti terminacij, kar je tudi splošna značilnost kristalov iz opisanih nahajališč. Osnovni kristal je navadno mlečnobelega barve, njegove terminacije pa so obarvane v rjavkastorumenih odtenkih. To kaže na spreminjajoče se pogoje rasti, pri čemer je prihajalo do večjih sprememb temperature in/ali pritiska in s tem do spremembe kemijske sestave raztopin. Zaradi tega je prišlo do povečanja koncentracije kremenca in drugih snovi v raztopini, temu pa je sledila relativno hitra kristalizacija na terminacijah. Obdobja, ko je prihajalo do raztapljanja in ponovne rasti kristalov, so se kar pogosto menjala, kar lahko pripišemo tektoniki, ki je zajela to področje in povzročila lokalno metamorfozo dolomitnih kamnin, ki so vsebovale kremen. Dolomit v bližini prelomnih con je šibko prekrystaliziral, obenem pa se je izločila organska komponenta v obliki pirobitumna, ki dolomit temno obarva. Hkrati je prišlo do rekristalizacije kremenca v dolomitu, kar pojasnjuje prevladujočo biterminirano obliko kristalov. Stopnja prekrystalitve dolomita je nizka, pirobitumen med zrnji pa zmanjšuje kohezijo, zato ta kamnina hitro prepereva. Pod prsti se značilno drobi, ob udarcih pa zaradi pirobitumna zasmrdi. Vraščeni kristali kremenca se ob preperevanju dolomita izluščijo in ostanejo zaradi svoje obstojnosti v prsti, ki je zaradi pirobitumna tudi temneje obarvana. Vključki pirobitumna so zatorej skoraj v vseh kristalih.

Potem, ko je bilo nahajališče preiskano, sem se lotil čiščenja in katalogizacije nabranih kristalov. Ko sem kristale razporedil po mizi, se mi je eden od njih zazdel znan. Vzel sem ga v roke in ugotovil, da je ravno tak kot tisti, ki mi ga je podaril sošolec. Ne morem reči, da je bil njegov prav iz tega nahajališča, čisto izključiti pa te možnosti tudi ni mogoče. Tistega kristala že dolgo nimam več, zato pa sedaj vsaj mislim, da vem, zakaj, kako in kje zraste kaj takega.

Literaturna vira:

- ŽORŽ, M., A. REČNIK 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji* (Turjak, str. 57). Galerija Avsenik, Begunje.
 ŽORŽ, M., 2004: *Kremenovi dvojčki preraščanja* (brazilski dvojčki iz okolice Turjaka, str. 62-72). Proteus 67, Ljubljana.

Kremen na Dobrini

Vili Podgoršek

Odkritje kremenca v Halozah je bila pred leti novost, saj v pisnih virih ni bilo mogoče najti omembe kremenovih kristalov na tem območju Slovenije. Do odkritja nahajališča je prišlo po spletu naključnih dogodkov. Okrog Dobrške gore v Kozmincih so sicer domačini poznali kremenove kristale že desetletja, zbiralci pa smo jih tam našli šele leta 1998.



Lepo razvit žezlast kristal kremenca iz Dobrine, 49 x 24 mm, na katerem je priraščeni še nekaj manjših kristalov. Na spodnjem delu kristala je ohranjena podlaga, kar je v tem nahajališču redko. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar



Avtor prispevka in lastnik kremenovosne parcele na Dobrini leta 2003. Foto: Miha Jeršek



Skoraj vsi kristali z nahajališča Dobrina imajo rjavkaste limonitne prevleke. Skupek kristalov na sliki, 41 x 35 mm, pa je prevlečen s precej debelo plastjo limonita, zato je tako izrazito rjavo obarvan. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar

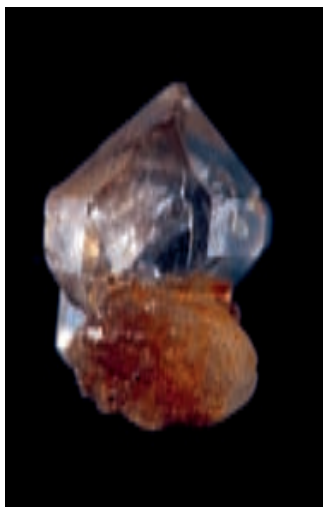


Eden imenitnejših skupkov kristalov kremen iz Dobrine; dolžina 128 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar

Po številu in velikosti primerkov najpomembnejše nahajališče **kremen**a na Pečinah v Dobrini pa smo odkrili šele leta 2001. Dan je bil tako hladen, da sem ob prvem ogledu s Francem Medvedom, ki me je obvestil o novem kamnolomu, po pomoti pobral celo nekaj koščkov ledu. Na razkopenem površju je ležalo nekaj kremenovih kristalov, dolgih do 3 cm. Ker je bil material razrinjen z buldožerjem in pomešan, kristali pa so bili na raznih krajih, nekaj časa nismo uspeli najti izvornega nahajališča. Zato smo poizkušali na več mestih.

Plasti konglomerata, ki se ponekod izmenjujejo z rjavkastim plastni peščenjaka, so se izkazale nezanimive. V konglomeratu so karbonatni prodniki pogosto že izluženi. Peščenjak je razlomljen v različno velike kose, vmes je odložena preperina, pomešana z gozdno prstjo, vse pa je prepredeno s koreninami tako, da je plastnost težko določiti. Kristali so le v posameznih razpokah. Večina kristalov je že zdavnaj odpadla s kamnine, zato so primerki s kristali na matični kamnini redki in zaradi tega zelo cenjeni med zbiralci. Kristali so praviloma prekrti z bolj ali manj debelimi limonitnimi prevlekami. Nekateri so samo rahlo rjavkasto obarvani, z drugih pa lahko rjavo skorjo zlahka odluščimo.

Po več obiskih nahajališča smo ugotovili, da glavna razpoka s kremenom poteka diagonalno preko odkopanega mesta in se nadaljuje v pobočju vzporedno s površjem. Plitvo pod površino smo zato izkopali skoraj deset metrov dolg rov. Delo so ovirale drevesne korenine in pomanjkanje svetlobe. Na dveh mestih smo do površja izkopali nekakšen zračnik, ki je osvetljeval čelo izkopa. Razpoka je bila ponekod široka skoraj 20 centimetrov, zato smo lahko z roko otipali kristale. Največji primerki so bili kot nekakšni stebri postavljeni prečno na razpoko. Na desni strani



Kristal izrašča iz manjšega kremenovega prodnika, kar je svojevrstna posebnost dobrinskega nahajališča; 15 x 10 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Ciril Mlinar



Veliko kristalov kremenca v Dobrini ima izrazito skeletne ploskve; 40 x 27 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Ciril Mlinar

razpoke je v dolžini več metrov potekala trdna plast peščenjaka, podobna nekakšni pregradi, zato smo kopali predvsem levo od glavne razpoke, da se je prostor razširil in omogočal napredovanje. Glavni razpoki je sledilo še več manjših, ki so se izklinjale, nato pa spet na novo odpirale. Zapolnjene so bile s preperelo kamnino in rastlinskimi ostanki. Veliko kremenovih kristalov je bilo že razpokanih. Skoraj vsi kristali imajo razpoke, v katere se je zalezla preperina, ki jo je težko očistiti. Kristali so zato motni, kar je najbolj vidno pri večjih primerkih.

Našli smo skeletne, žezlaste in zelo pogosto preraščene kristale kremenca. Posebno zanimivi so primerki, ki so se razvili na celih ali prelomljenih kremenovih prodnikih. Takih smo našli le kakšnih deset. Posebnost so še združbe številnih sprijetih različno velikih kristalov, ki so odpadli s sten razpoke in se nabrali na njenem dnu, kasneje pa se med seboj zrasli. Takšne primerke smo poimenovali kar *kristalna breča*. Posamezni kosi peščenjaka so lahko z vseh strani obraščeni z milimeter ali dva velikimi kristali. Večina je bogatih z različnimi vrstami vključkov. Poleg trdnih vključkov vsebujejo tudi ogljikovodikove, ki fluorescirajo belo v ultravijolični svetlobi.

Posamezni kristali dosegajo zavidljive dimenzije. Žezlasti kremenca so veliki do 6 cm. Na nekaterih je vidnih šest do



Dva razgibana kremenova kristala sta priraščena na podlagi iz manjših kristalov kremenca; 40 x 36 mm.
Zbirka Vilija Podgorška.
Foto: Ciril Mlinar

sedem priraščenih con. Tudi primerki obojestransko zaključenega, biterminiranega skeletnega kremenca so lahko dolgi do 6 cm. Kristale, ki so vzporedno zraščeni iz desetih kristalov z razvitimi ploskvami in so obojestransko zaključeni, smo poimenovali *snopasti kremen*. Ti so tudi največji, preko 10 cm.

Redko smo našli odtise školjk, ki pa niso v celoti ohranjeni. Med plastmi so tudi močno zdrobljene temne pole organskih ostankov.

Nahajališče je v gozdu in zato nam je prijazen lastnik zemljišča dovolil iskati kristale. Večkrat nas je celo obiskal in nas povabil na dom, pomagal pa je tudi z marsikakšno koristno informacijo.

Manjše nahajališče kristalov **kremenca** je še ob cesti, ki povezuje Globočec z Dobrino. Redke razpoke v sivi lapornato peščeni kamnini so pogosto zapolnjene samo s **kalcitom**. Na nekaj mestih se toliko odprejo, da so med množico kalcitovih kristalov, ki podlago v celoti pokrivajo, vidni tudi do 1 cm veliki lepo razviti kristali kremenca. Nahajališče je sedaj že v celoti poraslo. Ob skrbnem iskanju je mogoče odkriti le ostanke kalcitnih žilic. Verjetno je podobnih lokacij v bližnji okolici še nekaj.

Literaturni viri:

- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem*. Tehniška založba, Ljubljana.
- ŽORŽ, M., A. REČNIK, 1998: *Kremen in njegovi pojavi v Sloveniji*. Galerija Avsenik, Begunje.
- ANIČIĆ, B., M. JURIŠA, 1985: *Tolmač geološke karte Rogatec*. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- PODGORŠEK, V., 2004: *Pomen odkritja in značilnosti kremenovih kristalov z nahajališča na pečini v Dobrini*, Zbornik Žetale in Žetalanci nekoč in danes, Občina Žetale, Žetale.

Kremenovi kristali v osrednjih Halozah

Franc Golob

O kristalih kremenca v Halozah vse do leta 1998 nismo slišali oziroma v literaturi niso bili omenjeni. Tega leta pa smo pomladi od gospoda Silva Voda, doma iz Kozmincev, dobili koristno informacijo. Povedal je, da se na gozdni cesti, ki so jo morali pred približno desetimi leti z buldožerjem na novo vrezati, pojavljajo lesketajoči se kamenčki, ki imajo lepe gladke ploskve. Gozd je last njegovega deda Rudolfa Horvata iz Kozmincev 14, ki ima kakšnih 500 m pod nahajališčem tudi svojo hišo. Gozd se razprostira na pobočju Dobrške gore, ki leži severozahodno od ceste Podlehnik – Žetale.

Ogled ceste v maju 1998 je več kot izpolnil naša pričakovanja. V cestišču smo našli do 3 cm velike kristale **kremenca**. Nahajališče na nadmorski višini okrog 300 m smo med letoma 1998 in 2001 večkrat obiskali. Sama cesta blago zavija in teče v smeri vzhod-zahod, razpoke pa potekajo skoraj v smeri sever-jug. Kremenove kristale smo našli v razpokah strmega useka nad gozdno cesto, sledili pa smo jim lahko tudi v samem cestišču, vendar v njih ni bilo posameznih kristalov. V razpokah so bili skupki kristalov pomešani z okremenjenim peščenjakom ali pa so bile zapolnjene



*Avtor prispevka na prvi izmed lokacij kremenca na pobočju Dobrške gore pri Kuzmincih v Halozah.
Foto: Miha Jeršek*



*Skupke razgibanih kristalov kremenca z Dobrške gore; 49 x 19 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba.
Foto: Ciril Mlinar*



Zanimivo oblikovan kristal kremenca, ki je rasel v tesni razpoki nahajališča Dobrška gora; 59 x 16 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba.
Foto: Ciril Mlinar

z masivnim kremenom. V posameznih kosih kamnine so bili tudi slabo ohranjeni odtisi školjk. V rdečkastorjavi preperini smo nabrali kar precej kremenovih kristalov. Po vmesnih ostankih večjih ali manjših kosov kamnine smo sklepali, da so kristali nastali v razpokah peščenjaka, iz njihove lege v preperini pa, da so pravzaprav ostali na svojem mestu, kakor so bili nekoč v razpoki. Kakor hitro na spodnji strani preide kamnina v konglomerat, kristalov ni več najti, ravno tako ne na zgornji strani, kjer so plasti peščenega laporovca.

Večina najdenih kremenovih kristalov je velikih od nekaj milimetrov do 2 cm in so oblikovno raznoliki: lahko so dolgoali kratkoprizmatski in imajo razvit vrh na eni ali pa na obeh straneh. Nekateri imajo po več vrhov. Najdaljši dolgooprizmatski žezlasti kristal je meril 9 cm. Redki so zelo kratkoprizmatski kristali, ki nimajo pravih vrhov, ker so rasli prečno na steni razpoke. Kar nekaj je lepih žezlastih kremenov, pa tudi oknastih in skeletnih. Pogosto so se kristali medsebojno prerasli. Očitno gre za več generacij. Posebnost so kristali, ki so zrasli na prelomljenih kremenovih prodnikih. Večina takšnih je prosojnih do rahlo mlečne barve, nekaj je sivkastih, nekateri pa so skoraj črno obarvani. Zelo redki so bili popolnoma prozorni. Večinoma so vključki kremenovih drobcov, pa tudi plinastih in tekočinskih v obliki libel ne manjka.

V preperini smo našli še 15 x 11 mm veliki skupek limonitiziranega **pirita**, kjer so še dobro vidni robovi nekdanjih kock.

Nahajališče so domačini poznali že dolgo, saj se osemdesetletni lastnik zemljišča spominja, da so kristale iskali kot otroci in so se z njimi igrali na paši. Rekli so jim kapelice. Razlagali so si jih takole: Nekdaj naj bi med seboj trknile zvezde. Pri tem so se kresale iskre, padle na Zemljo, se zarile v skale in se ohladile.



Kristali kremenca so lahko ohranjeni na kremenovih prodnikih; 4 mm.
Najdba in zbirka Franca Goloba.
Foto: Miha Jeršek



Lepo raščen žezlast kristal kremena iz Stanošine; 25 x 11 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar

Nekatere so ostale cele, lepih oblik, večina pa se jih je polomila. To so tiste, ki nimajo oblike kapelice.

Malo pod vrhom Dobrške gore (422 m) je vinograd. Nad njim gre po kratkem slemenu kolovoz. V njem smo leta 1998 našli prelomljeno septarijo s kristali **kremena in kalcita**. Kremenovi so bili veliki od 1 do 15 mm. Vsi so prozorni, vendar s temnimi, skoraj črnimi vključki, od katerih nekateri prehajajo v zelenkasto barvo. Vključki močno fluorescirajo. Kalcit, ki obrašča kremen, je v romboedrskih in močno korodiranih kristalih. V bližini smo našli še eno septarijo, v kateri je bil le močno korodiran kalcit. Po pripovedovanju domačinov so pred leti pri strojnem rigolanju vinograda naleteli na več velikih krogel, vendar so jih zakopali nazaj.

Drugo večje nahajališče kristalov **kremena** je v Stanošini v neposredni bližini hiše Konrada Vavpotiča, Stanošina 10. Nahajališče je v nizkem hribu na levi strani ceste Podlehnik – Žetale. Prve kristale kremena smo tukaj našli avgusta 1998 v useku cestišča, ki vodi k hiši. Najdba je bila skromna. Le nekaj deset drobnih, večinoma ploščatih kristalov z lepimi gladkimi ploskvami. Največji meri 18 mm. Bili so v zelo ozki razpoki v kremenovem konglomeratu.

Do pravega nahajališča smo prišli šele februarja 2001. S ceste vidimo opuščen kamnolom, ki je čez leto zakrit z gostim rastjem. Vznožje kamnoloma je na nadmorski višini 245 m, vrh pa na dobrih 260 m. Kamnolom je pred mnogimi leti za enkratno rabo odprla cestna uprava, da je pridobivala kamen za nasutje cest. V njem smo v razpokah svetlorjavega lapor-natega peščenjaka našli lepe in zelo čiste kristale z visokim



Kristali kremena z Dobrške gore imajo prizmatsko obliko. Pogosto so obojestransko zaključeni ali pa so žezlasto oblikovani; 24 x 9 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar



*Kremen in kalcit iz Stanošine; 15 x 5 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba.
Foto: Ciril Mlinar*



*Kremenovi kristali s Stanošine niso veliki, zato pa so lepo oblikovani in prozorni; 14 x 6 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba.
Foto: Ciril Mlinar.*

površinskim leskom. V peščenjaku je kar veliko karbonatov, saj s kislino burno reagira. Plasti peščenjaka vpadajo pod kotom 30° na severovzhod. Kamnolom se v širini približno 50 m razteza v smeri jugozahod-severovzhod, razpoke pa potekajo v hribino v smeri severozahod-jugovzhod. Večina razpok je bila širokih okrog 1 cm, nekaj pa je bilo širših. Najširša, okrog 15 cm, je bila na debelo obložena z romboedriskim **kalcitom**, ki pa ga je že načela korozija. Vmes je bilo nekaj kristalov s polkrožnim ostrorobim vrhom, posamezni manjši pa so bili v skoraj vseh razpokah. Zanimivo je, da je kalcit v kar nekaj primerih popolnoma prerasel kristale **kremena**, kar kaže na to, da je kalcit nastajal kasneje kot kremen. V razpokah so bili številni kremenovi kristali, zelo različni po velikosti in obliki. V širših razpokah so nastali večji ploščati z bogato rebrasto površino, debeli do 2 cm. Večinoma so nepravilnih oblik s številnimi ploskvami in prekriti s kalcitom. V manjših razpokah so prevladovali kratkoprizmatski kristali z romboedriskimi zaključki. Manjši so zelo čisti in prozorni, medtem ko so večji mlečnati do prosojni.

V istem griču, le na drugi strani, kakšnih 100 m vstran, je ob vznožju še eno nahajališče. Kremen je prišel na dan, ko je kmet s kopačem urejal dovoz na bližnjo njivo. V zemlji, ki jo je zravnal v cestišče, so bili majhni, a zelo čisti kristali. Več jih je bilo v široki plasti rumenorjave preperine, ki je bila razkrita ob urejanju poti. **Kremen** je bil v do 50 cm široki in do 1 m globoki

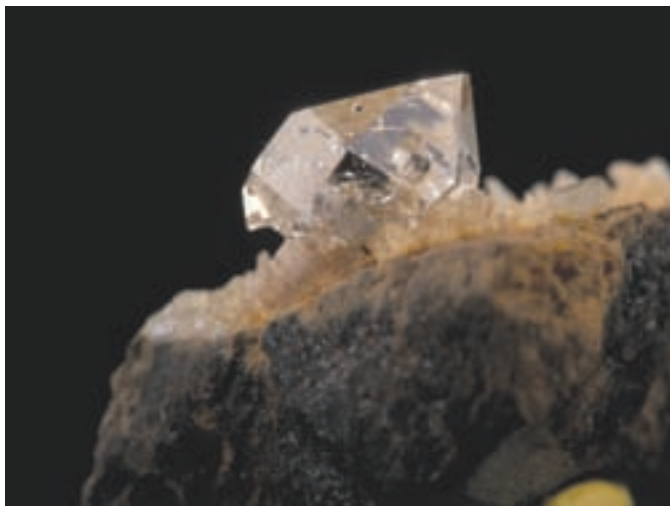


Del septarije s Strajne s priraščenimi kristali kalcita in kremenovim kristalom; 26 x 26 mm. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar.

razpoki med trdnim peščenjakom, ki je bila zapolnjena z zemljo. V kosih peščenjaka, ki je bil odvaljen v brežino bližnjega potoka Strganca, so bili številni ostanki fosilnih školjk in polžev. V tem delu nahajališča so bili kristali veliki do 6 cm. Večina jih je imela zelo gladke in lesketajoče se ploskve. Kar nekaj jih je bilo zelo čistih in prozornih, zlasti tistih manjših, ki so merili do 2 cm. Videz kristalov kar kliče po tem, da bi jih imenovali *haloški diamanti*. Večina jih ima številne vključke, največkrat ob nastajanju zrasle dele kremenovih kristalov, ponekod pa so vključeni drobni celi kristali. V nekaterih so plinasti in tekoči vključki. Kristali imajo praviloma skeletno oblikovane ploskve, pogosti pa so tudi žezlasto oblikovani. Lepi so ploščati kristali z več vrhovi na obeh straneh.

Na drugi strani potoka so v prsti ob vznožju hriba posamezni kristali **kremena**. Med njimi je veliko odkruškov. Lepo oblikovani kristali so veliki od nekaj milimetrov do 30 mm. So prozorni, mlečni ali pa sivi do temnosivi. Najdemo jih tudi na sosednji njivi. V glavnem so odkruški, ki so motni in delno prosojni.

Pri urejevanju zemljišča za gradnjo gospodarske lope tik nad kamnolomom smo našli nekaj milimetrov velike, a zato precej pravilno oblikovane kristale **kremena**. Večinoma so prozorni in brez vključkov. Nahajališče je na slemenu ob cesti skozi Strajno, tam, kjer se odcepi od nje cestica za Dobrino pri hiši Strajna 8. Kremenove kristale in večinoma močno korodirane kristale kalcita smo našli v cestnem useku v samem križišču. Očitno



9 mm velik žezlasto oblikovan kremenov kristal je priraščen na kamnini septarije, ki jo prekrivajo kristali kalcita. Najdba in zbirka Franca Goloba. Foto: Ciril Mlinar

je bila presekana septarija v rjavem lapornatem peščenjaku. Kristali kremenca so veliki do 10 mm in zelo čisti. Nekaj je bilo med njimi obojestransko zaključenih. Rasli so v zelo ozkih razpokah najrazličnejših smeri, nekaj jih rumeno fluorescira zaradi vključene organske snovi. Zraven je tudi kalcit s kristali v obliki pasjega zoba, ki so veliki do 3 mm.

Nekaj metrov vstran so si domačini urejali prostor za parkiranje. Pri tem so izrinili in razbili večjo septarijo. Laporovec je temen, skoraj črn. Ko smo razbili nekaj kosov kamnine, je iz posameznih votlinic s premerom nekaj milimetrov stekla prozorna tekočina. Imela je močan vonj po nafti. V votlinicah je črno obarvan **kalcit**. Nekatere votlinice z ene ali več strani obdaja zelo tanka plast svetlomodrega ledvičastega **kalcedona**. Gre za prvo in do sedaj edino najdbo kalcedona v Halozah. Razpoke v septariji so bile zelo ozke z na redko posejani drobnimi kristali **kremenca**. Večinoma so plosko prirasli in zaključeni na obeh straneh, veliki do nekaj mm, pa tudi kratkoprizmatski z lepo razvitim vrhom. V razpokah so še majhni skalenoderski kristali **kalcita**, včasih v obliki dvojčkov. Večji od 2 mm so redkost.

Na najvišji točki ob cesti skozi Strajno so za vodno prečrpališče strajnskega vodovoda izkopal gradbeno jamo. V laporovcu so naleteli na več septarij. V eni, ki so jo razbili, smo naleteli na lepe, do 2 cm velike kristale **kremenca**, ki so svetlorjavi in prosojni ter drobno narebreni. V razpokah so poleg njih še kristali **kalcita**. Večino septarij so vgradili v zid, nekaj pa jih je videti ob vhodu v vodohram. Nahajališče je le nekaj 10 m oddaljeno od hiše, ki ima številko Strajna 22. Nadmorska višina pri vodohramu je okrog 400 m.

Kalcit in kremen iz Starega Gradu pri Makolah

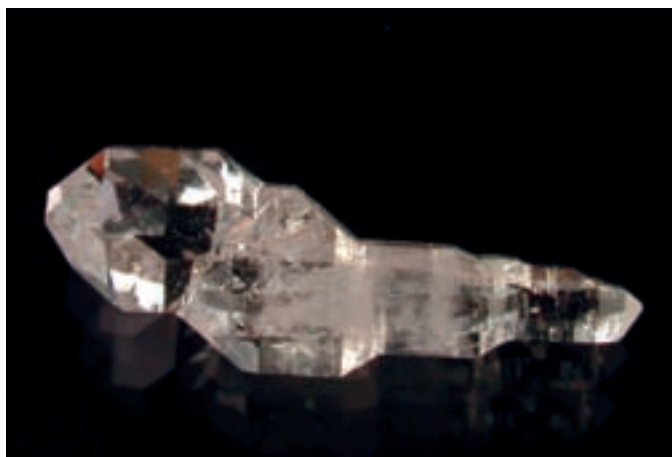
Franc Pajtler, Vili Podgoršek

Naselje Stari Grad je razloženo na skrajnem zahodnem robu Haloz in se imenuje po razvalinah nekdanjega gradu Štatenberg, prvič omenjenega že leta 1241. Z zahoda ga obdajajo Boč, južno Šuštarica, obkrožajo pa še Plešivec in Stavski vrh. Ozemlje spada v povirje Jelovškega potoka.

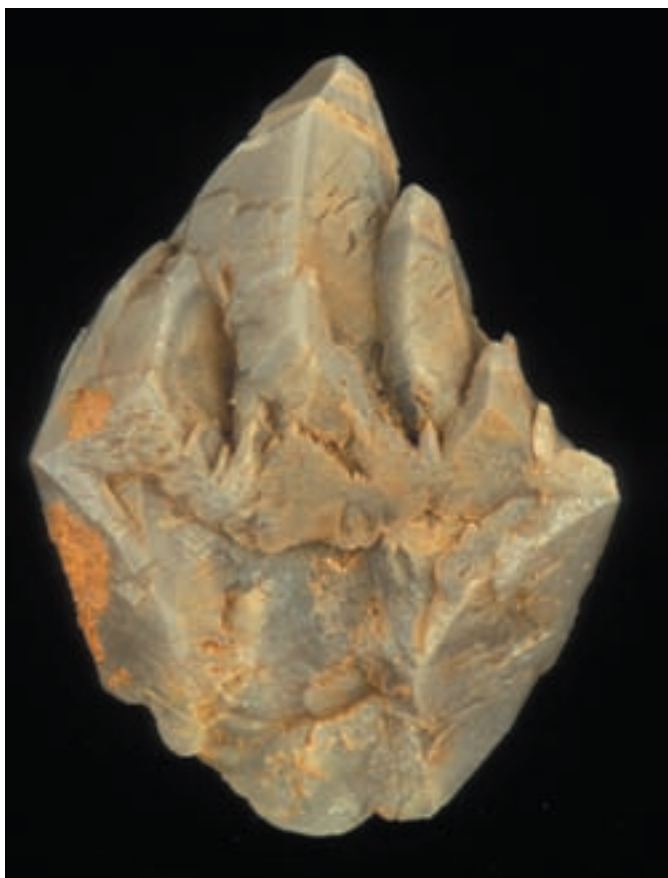
Nova nahajališča mineralov včasih odkrijemo po spletu naključij. Junija 2002 so obnovljali cesto v Stari Grad. Zato je bilo pobočje v dolžini več sto metrov razkopano in je obetalo nove najdbe. V Osnovni šoli Makole je učiteljica Silva Samastur organizirala raziskovalni tabor. S skupino učencev smo se odpravili na gradbišče blizu opuščenega, danes nedostopnega premogovnika Šega. Nekdanji vhod zarašča grmovje. Ko se prične cesta dvigovati, je najprej vrezana v zelo zdrobljene plasti apnenca, v katerega je nedaleč proč voda izdolbla kraško jamo Belojača. Ob prelomu, ki ga pogloblja manjši potok, se spremeni kamninska sestava. V več metrov debelih plasteh temnosivega laporovca je nastala plitva stranska dolinica. Ob cestnem useku so plasti apnenca, ki jih prepdajajo tanke kalcitne žilice. V ozkih razpokah smo našli žezlaste in izrazito igličaste kristale **kremena**, velike do 4 cm. Večina kristalov ima vključke, ki fluorescirajo v ultravijolični svetlobi. Približno na polovici izkopenega dela smo našli kristale **kalcita**. Večina je skalenoedrskih,



Kremen z vključki organske snovi; 15 x 4 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek



Povsem prozorni in lepo oblikovani kristali kremena iz Starega Gradu pri Makolah so redki; 17 x 5 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek



Bazalni dvojček kristalov kalcita s skalenoedrskim habitusom; višina 58 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

med njimi pa so tudi več centimetrov veliki dvojčki. Ker so bili blizu površja, so večinoma korodirani. Zaradi vključkov gline so nekateri sivi, po površini pa imajo še limonitne prevleke. Največji merijo do 7 cm.

Nad naseljem Stari grad cesta ponovno seka apnenec. V bližini so pred desetletji iz tega apnenca žgali apno. Pri obnavljanju ceste so razkrili kraške votline s sigastimi tvorbami. **Stalaktiti** so kazali znake začetne stopnje rasti, ko s stropa najprej zraste do 10 cm dolga cevka.

Literaturni vir:

PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica*, str.38-42. Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.

Kremen in kalcit iz okolice vasi Zakl v Halozah

Franc Pajtler, Danijel Kren

V prvih spomladanskih mesecih leta 2006 smo v Halozah v bližini vasi Zakl našli novo nahajališče kremenca in kalcita. Je na pobočju ob potoku Strganca, ki se izliva v potok Rogatnico, med Podlehnikom na severu in Stanošino na jugu.

Razpoke in drobne žilice s **kremenom** in **kalcitom** so v kremenovem peščenjaku. Posamezni biterminirani kristali kremenca so veliki do 25 mm in imajo razmeroma malo tekočinskih vključkov. Zato so kristali povsem brezbarvni in prozorni. Nekateri so precej razpokani ali pa imajo tekočinske vključke z bitumnom. Kalcit je bel in prosojen, po kristalni obliki pa spominja na kalcit iz Liboj. Do sedaj najdeni kristali kalcita niso večji od 1 cm.

Na nahajališču pa smo našli tudi fosile: ostanke školjk in manjši zob morskega psa.



*Kristal kremenca s številnimi organskimi vključki; 18 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena.
Foto: Miha Jeršek*



Kremen in kalcit na podlagi iz peščenjaka; 30 x 18 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Miha Jeršek

Kalcit in kremen z Meljskega hriba

Danijel Kren



Avtor prispevka na melišču, kjer lahko najdemo kremen, kalcit in tudi fosile miocenske starosti. V toplih mesecih je pogosta družba modrasov. Foto: Miha Jeršek



Menjavanje laporovca in peščenjaka na Meljskem hribu. Foto: Miha Jeršek

Če se z vlakom pripeljemo iz smeri Pragerskega v Maribor ali z avtomobilom po obvoznici iz južnega dela Maribora proti Šentilju, lahko na desni strani opazimo belo strmino Meljskega hriba (398 m), ki se dviga ob toku reke Drave. Ozemlje pripada jugovzhodnemu delu Slovenskih goric.

Vzhodni del Meljskega hriba gradijo miocenske plasti laporovca, ki se menjavajo z do 50 cm debelimi plastmi peščenjaka. Poleg bogatega fosilnega inventarja in septarij s kalcitom lahko na Meljskem hribu najdemo tudi popolno oblikovane kristale kalcita in kremenca.

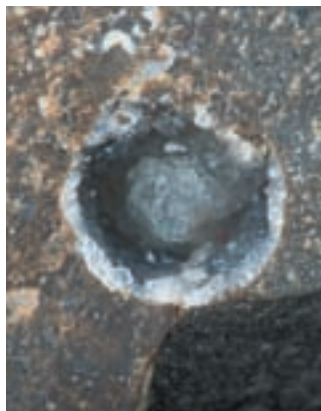
Kalcit in kremen zapolnjujeta razpoke, ki so nastale prečno na smer plasti laporovca in peščenjaka. V delih, kjer razpoke sekajo plasti laporovca, so nastali kristali kalcita, medtem ko so v delih, kjer sekajo peščenjake, nastali kristali kremenca. Posamezne razpoke s kalcitom so široke do 10 cm in dolge tudi do 1 m. V delih razpok, kjer je bilo dovolj prostora, so nastali tudi popolnejši kristali kalcita rumenkaste barve s položnim romboedriskim habitusom. Kristale kremenca smo našli leta 1999. Posamezni kristali so brezbarvni in veliki do 15 mm. Posebno zanimivi so manjši skupki, pri katerih se zrašča tudi do 40 drobnih kremenovih kristalov. Leta 2002 smo našli še drobnozrnati različek kremenca oziroma **kalcedon**. Ta je posebno privlačen, kadar oblikuje podobe v obliki rož v velikosti do 15 mm.



Meljski hrib leta 2004. Foto: Danijel Kren



Na območju Meljskega hriba lahko najdemo tudi septarijske konkcije s premerom do 80 cm, kakor ta na sliki, v katerih pa do sedaj nismo našli lepo kristaliziranih mineralov. Foto: Miha Jeršek



*Kremen redko zapolnjuje votlinice v septarijah; premer 7 mm. Najdba in zbirka Danijela Krena.
Foto: Ciril Mlinar*



Drobni skupki kremenovih kristalov zapolnjujejo razpoke in votlinice. Na fotografiji je detajl slike na desni. Foto: Ciril Mlinar



*Rumen kalcit in brezbarven kremen zapolnjujeta razpoke in votline v laporovcu in peščenjaku; 9 x 7 cm. Najdba in zbirka Danijela Krena.
Foto: Ciril Mlinar*

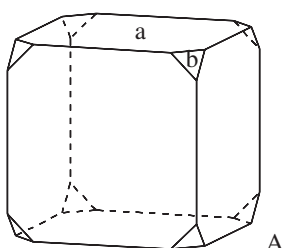
Nahajališče je težje dostopno, saj se na melišču pod njim ob toplih dnevih plazijo številni modrasi, pa tudi nevarnost padajočega kamena je velika. Zaradi tega je obisk tvegan.

Literaturni vir:

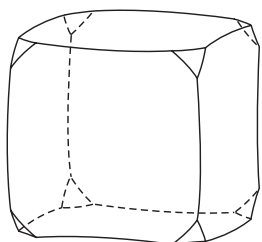
Osnovna geološka karta 1 : 100 000, Maribor in Leibnitz, 1989: Zvezni geološki zavod, Beograd.

Pirit iz brezimnega potoka pri Lembergu

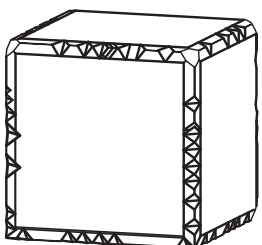
Franc Pajtler, Mirjan Žorž



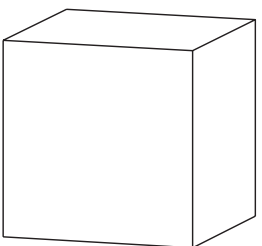
A



B



C



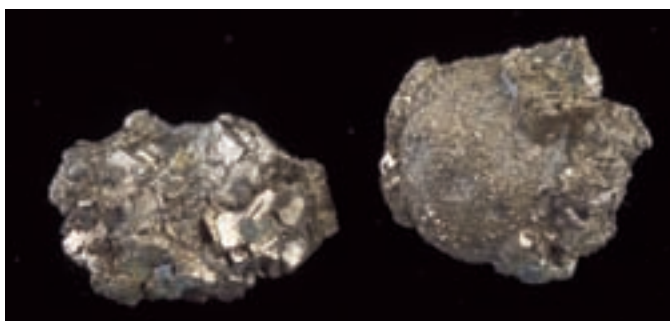
D

Kristali leंबरškega pirita (A) so sicer kombinacija kocke $a\{100\}$ in oktaedra $b\{111\}$, vendar so vse ploskve zvite (B). Robovi kocke so neostri in narezljani zaradi menjavanja ploskev oktaedra (C). Kristali prve generacije so enostavne kocke (D). Risbe: Mirjan Žorž

Lemberg je naselje v dolini Dobrnice, ki leži ob cesti Pristova – Vojnik. Na področju med Pristovo in Lembergom je na desnem bregu Dobrnice več manjših grap. Ena izmed njih nastane po spojitvi dveh grap pri koti 371, ki leži jugozahodno od Lemberga. Z bregov se vanjo scejajo vode, ki se združujejo v skromen potoček, kateremu pa tudi domačini ne vedo ali pa niso dali imena.

Na približno desetih metrih dolžine teče potok preko vodoravne plasti svetlosivega glinavca miocenske starosti, ki je približno meter debela in se nadaljuje v oba bregova. Glinavec se kolje vzdolž vodoravnih plasti, zato je dno potoka na tem delu oblikovano v številnih drobnih terasah. Stopnja diageneze tega glinavca je tako nizka, da se po izsušitvi razsloji ali pa celo razpade v prah.

V bistri vodi se v glinavcu zlato svetlikajo drobni kristali **pirita**, s katerimi je kamnina na redko posejana. Glavnina pirita v obliki kongrecij in posameznih kristalov je skoncentrirana v zgornjih 20 cm plasti glinavca, pri čemer je vrhnjih 5 cm plasti razpokanih, pirit pa že precej oksidiran, medtem ko spodnjih 15 cm oksidacija še ni zajela. Kongrecije in kristale zlahka izluščimo iz kamnine, še posebej, ko se osuši. Zaradi tega je težko ohraniti primerke s piritovo kongrecijo ali kristalom v matični kamnini. Premeri največjih kongrecij dosežejo 7 cm, v povprečju pa se gibljejo med 2 in 4 cm. Najdejo se tudi mamilarne oblike, ki so nastale po združitvi več kongrecij.



Piritove kongrecije v tem nahajališču imajo dve značilni obliki, ki se razlikujeta po velikosti kristalov. Na levi je kongrecija, sestavljena iz kristalov, velikih do 5 mm, ki v celoti prekrivajo njeno jedro. Na desni pa je kongrecija, ki ima lepo vidno kroglasto jedro iz drobnih kristalov, iz katerega izrašča le nekaj posamičnih kristalov, velikih do 10 mm. Najdba in zbirka Franca Pajtlerja. Foto: Ciril Mlinar



Ozko korito brezimnega potoka se je v dolžini približno desetih metrov zajedlo v piritonosno plast glinavca. Potoček je ravno toliko vodnat, da zaliva tisti del sivkasto obarvane plasti glinavca, v kateri je največ piritovih kristalov in konkretij, obenem pa sproti spira odkopano zemljo in mulj. Eden izmed avtorjev, Franc Pajtler, čaka, da se bo voda zbistrila in se bo pokazal pirit v plasti glinavca. Foto: Marjetka Kardelj



Lemberški pirit je posebnost zaradi hkratne rasti kristalov nekega drobnogličastega minerala, ki so se kasneje razkrojili. Za seboj so pustili zanimive odtise, zaradi česar imajo kristali namesto robov žarkaste zajede. Kasneje je prišlo do ponovne kristalizacije pirita, zato so se robovi deloma zacelili v nizu menjajočih se ploskev oktaedra. V neostrem ozadju levo zgoraj so vidni tako zaceljeni robovi kock; premer kristala 2 mm. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Aleksander Rečnik

Pirit se je izločal ob diagenezi sedimenta. Pomembno vlogo pri nastanku pirita in rasti konkretij v tem okolju so prav gotovo imeli anaerobni mikroorganizmi, ki so reducirali vezano žveplo do sulfidnih S^{2-} anionov. Ob hkratni prisotnosti železovih Fe^{2+} kationov se je pričela v sedimentu kristalizacija pirita. Za prvo fazo rasti je značilna relativno hitra koncentrična rast konkretije okoli kristalizacijskih jeder. Piritovi kristali te generacije so zato številni in drobni, poleg tega pa imajo enostavno obliko kock z ravnimi robovi.

Zanimivost tega nahajališča so posebni odtisi na kristalih pirita. Najpogostejši so na robovih kock, na katerih so razvite žarkaste zajede, ki se širijo proti središču ploskve kocke. Nastanek teh zajed pripisujemo hkratni kristalizaciji nekega minerala v obliki žarkastih skupkov drobnih igličastih kristalov. Kristalizacija tega minerala je bila epitaktično kontrolirana, kar pomeni, da je to bila orientirana rast, ki se je sprva odvijala na robovih kocke, od tam pa se je postopoma širila proti sredini ploskev kocke pirita.

V naslednji fazi je bil epitaktično vraščeni mineral popolnoma odstranjen. Razloge za to lahko iščemo v spremenjenih pogojih temperature in pritiska. Zato ni mogoče zanesljivo ugotoviti,



Piritna konkrecija s premerom 13 mm v matični kamnini. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Aleksander Rečnik

kateri mineral je to bil. Morda je bil markazit, ki lahko kristalizira pri takih pogojih, vendar redko v tako tankih igličastih kristalih in skupaj ali za piritom. Morda je bil goethit, katerega nastanek pa zahteva oksidativne pogoje. V njegov prid govorijo odtisi, ki so značilni za kristale goethita. Možno pa je, da je bil še kakšen drug mineral.

V zadnji fazi kristalizacije pirita se je koncentracija železovih in sulfidnih ionov že toliko znižala, da se je rast kristalov upočasnila in omejila na najbolj aktivna mesta, zaradi česar iz konkrecij le posamično izraščajo do 1 cm veliki kristali pirita. V teh razmerah so nastali kristali z drugačno morfologijo. Poleg ploskev kocke so se razvile še ploskve oktaedra, vse pa so zelo ukrivljene v skladu s simetrijo pirita. Močna ukrivljenost povzroči razvoj makromozaične strukture na vseh ploskvah, kar se na kristalih odraža tako, kakor da bi bili zraščeni iz stotin prekrivajočih se manjših kristalov. Zadnja plast pirita je prekrila odtise izluženega minerala predvsem na ploskvah kocke, medtem ko se robovi še niso v celoti zacelili, zato so neostri in narezljani zaradi menjavanja ploskev oktaedra.

Nekatere konkrecije na posameznih delih prekriva tanka plast mikrokristalnega kalcita, na katerem so le izjemoma razvite ploskve negativnega položnega romboedra {012}.



Posamični kristali pirita so manj pogosti. Značilno zanje je, da imajo močno ukrivljene ploskve, kar povzroči razvoj izrazite makromozaične strukture, zaradi česar se zdi, kakor da bi bil kristal sestavljen iz množice prekrivajočih se manjših kristalov; rob kristala 11 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Aleksander Rečnik

Literaturni viri:

- Državna topografska karta 1:25000, 078, Žalec, 1998: Geodetska uprava Republike Slovenije.*
Državna topografska karta 1:25000, 079, Vojnik, 1998: Geodetska uprava Republike Slovenije.
 ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System* (fotografija zvitega kristala pirita, str. 130; antimorfija in zvijanje kristalov pirita, str. 145). Grosuplje.

Markazit z Debelega vrha

Davorin Preisinger, Mirjan Žorž

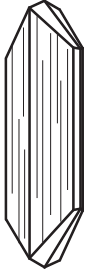


Debeli vrh, pogled s Planine v Lazu. Foto: Tomaž Gubenšek

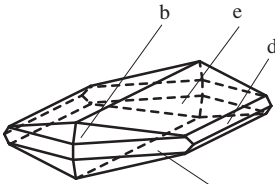
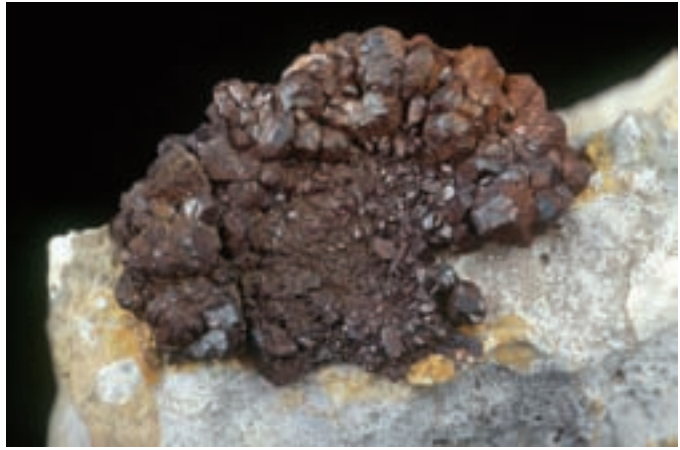
V Triglavskem narodnem parku, nekako na sredini med sedmerimi Triglavskimi jezери in Velim Poljem, stoji dokaj osamljen 2.390 metrov visoki Debeli vrh. Okoli njega se na področju, ki sega na severovzhodni strani do Mišeljskega in na jugovzhodni do Lazovškega prevala, na jugozahodu do Zadnjega Vogla, na severozahodu strani pa do Vršakov, razprostirajo visokogorski podi. Področje je polno vrtač, od katerih se nekatere nadaljujejo v brezna. Teren že vrsto let sistematično obdelujejo člani Društva za raziskovanje jam Kranj.

Celotno področje podov gradijo prelomljeni skladi dachsteinskega apnenca, ki jih uvrščajo v zgornji trias (retijska stopnja). Greben, ki se vleče od Debelega vrha proti Vršakom, je na južni strani zelo izpostavljen eroziji, zato se z njega na melišča nenehno rušijo skalne gmote. V enem izmed njih je član omenjenega društva Igor Potočnik našel kristale **markazita**.

Kristale oziroma kristalne skupke najdemo v precej grobem pobočnem grušču, vendar se je treba precej potruditi, če hočemo najti kakšen primerek markazita, ki le redko doseže do 6 cm v premeru. Markazit prepereva iz apnenčeve osnove in pada na melišče, zato je pogosto poškodovan. Skupki so skorjaste oblike, najdemo pa tudi take, ki imajo obliko geode. Vsi primerki so brez izjeme popolnoma oksidirani, kar pomeni, da imamo opraviti s psevdomorfozo železovih oksidov (limonita) po markazitu. Na prelomih so zato kristali rjavkastočrne barve.

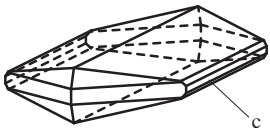


A Skupek kristalov markazita na apnencu; 25 x 17 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar



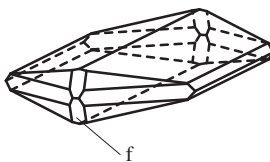
B

Morfologija markazita v tem nahajališču je dokaj tipična. Kristali imajo obliko sploščene rombske prizme, ki jo omejujejo ploskve različnih prizem in bipiramid. Kristali so na nekaterih ploskvah značilno progasti. Samski kristali so precej redki, zato ker prevladujejo angularni (110) dvojčki zaprtega tipa, ki so za markazit nadvse značilni. Zelo redko se pojavi še kakšen angularni (101) dvojček.



C

Posebnost tega nahajališča so alternirajoči kontaktni dvojčki, pri katerih se angularno (110) dvojčenje večkrat ponovi. Če je število ponovitev liho, se simetrija v celoti ne spremeni. Od enostavnega (110) angularnega dvojčka pa se razlikuje po značilni lameliranosti v njegovem osrednjem delu, ki jo brez

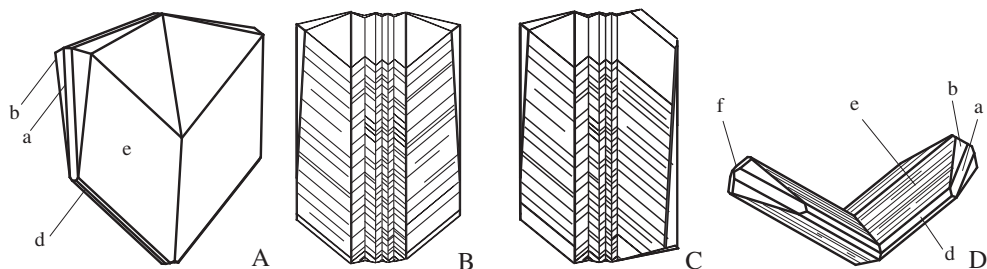


D

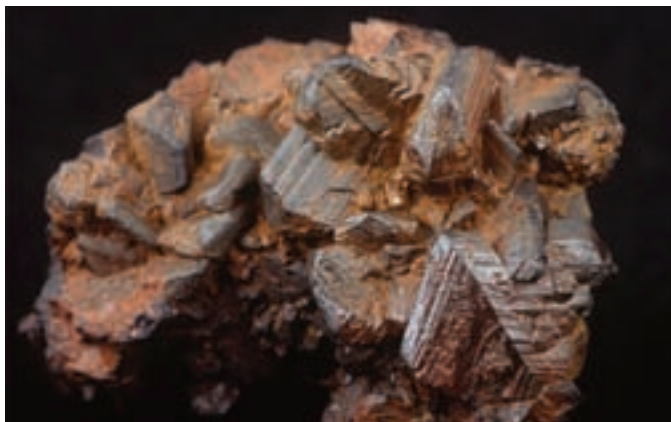
Morfologija kristalov markazita z Debelega vrha. Večina kristalov je ploskovno skromnih z značilno progavostjo na prizemskih ploskvah (A). Najbolj tipični kristali so kombinacija široke prizme $e\{013\}$, ozkih prizem $a\{110\}$ in $d\{021\}$ ter bipiramide $b\{331\}$ (B). Pinakoid $c\{010\}$ je redek (C). Na kristalih, ki so angularno zdvojeni po (101), so ponekod tudi ploskve prizme $f\{301\}$. Risbe: Mirjan Žorž



Angularni dvojčki markazita z Debelega vrha. V sredini slike je lepo razvit (101) dvojček, ki meri 6 mm. Obdaja ga množica zaprtih (110) dvojčkov, katerih terminacije imajo značilne vpadne kote, ki so dobro vidni na največjih kristalih. Vsi kristali so popolnoma oksidirani, zato so temnorjave barve. Zaradi limonitnih prevlek pa je večina kristalov rjavih. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Ciril Mlinar



Dvojčenje markazita z Debelega vrha. Najbolj pogosti so angularni (110) dvojčki zaprtega tipa (A). Progavost po ploskvah prizem e ni zarisana zaradi jasnosti prikaza. Posebnost nahajališča so alternirajoči (110) angularni dvojčki, pri katerih se (110) angularno dvojčenje večkrat ponovi. Zaradi tega nastane značilna cik-cakasta progavost. Dvojček z liho ponovitvijo alternirajočega dvojčenja po (110) ima progavost na obeh straneh dvojčičnih ravnin obrnjeno navzgor (B), medtem ko pri dvojčku s sodo ponovitvijo poteka progavost na obeh straneh dvojčičnih ravnin v isto smer (C). Najredkejši so (101) angularni dvojčki (D). Ploskve: prizme $a\{110\}$, $d\{021\}$, $e\{013\}$ in $f\{301\}$ ter bipiramida $b\{331\}$. Risbe Mirjan Žorž



Alternirajoči angularni dvojčki markazita. V sredini zgoraj je kristal z liho ponovitvijo alternirajočega dvojčenja, zato poteka progavost zrcalno simetrično z ozirom na njegovo (110) dvojčično ravnino. Na primerku je še nekaj tako zdvojenih kristalov. Največji kristal meri 10 mm. Najdba in zbirka Davorina Preisingerja. Foto: Ciril Mlinar

težav opazimo zaradi nalomljene progavosti, sicer pa je kristal simetričen z ozirom na dvojčično (110) ravnino. V primeru sodega števila ponovitev pa se simetrija dvojčka zniža, zato nastali dvojček ni več zrcalno simetričen z ozirom na to ravnino.

Dvojčki so praviloma večji kot nezdvojeni kristali. Tudi debelovršni markazit potrjuje to zakonitost. Samski kristali dosežejo do 3 mm v dolžino, medtem ko dvojčki zrastejo do 12 mm vzdolž dvojčične ravnine.

Literaturna vira:

RAMOVŠ, A., 1990/91: *Še enkrat Triglav v geološki zgodovini* (geološka zgradba področja, str. 169-172). Proteus, let. 53, Ljubljana.

ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System* (alternirajoče kontaktno dvojčenje, str. 91-92). Grosuplje.

Markazit in pirit izpod Prisojnika

Blaž Miklavič, Mirjan Žorž, Goran Schmidt



Limonitizirana baritno-markazitna žila v apnencu. Lepo so vidni tudi beli oprhi sadre.

Foto: Blaž Miklavič



Leče in žilice drobnozrnatega markazita v baritno-apnenčasti osnovi.

Foto: Blaž Miklavič

Julijske Alpe zaradi svoje geološke sestave niso področje, kjer bi bili poleg karbonatnih mineralov prav pogosti še kakšni drugi. Naključna informacija o italijanski najdbi bakrove rude, ki smo jo dobili pri domačinih iz Trente – kraj so nam nato tudi pokazali – je zato pomenila nekaj novega. V Pokrajinskem arhivu Nova Gorica je najti podatke o popravljanju ceste Trenta – Vršič med prvo in drugo svetovno vojno; tako je moč sklepati, da so na žilo naleteli takrat. Izkopali so več krajših raziskovalnih rogov in izkopov, ki pa so danes delno ali v celoti zasuti. Kot kaže, do ekonomskega izkoriščanja nahajališča ni prišlo. Ker pisnih virov o nahajališču nismo našli, smo hoteli pravilnost informacije preveriti na kraju samem.

Ob obisku nahajališča, ki leži na jugozahodnem pobočju Kranjske planine pod koto 1.870 m, smo ugotovili, da izročilo o bakrovi rudi ne drži in da gre v resnici za žile, v katerih so markazit in jalovinski minerali. Možno je, da so želeli najti baker oziroma kakšno drugo kovino, in da so te govorce ostale v zavesti domačinov do danes.

Orudena sta zgornjetriasni cordevolski masivni apnenec in dolomit, ki sta nastala v relativno mirnem okolju plitvega šelfa Julijske karbonatne plošče. Litološka in tektonska podobnost z markazitno-baritno mineralizacijo, na katero naletimo zahodno od Mangarta in ki jo uvrščajo v periferni del rabeljskega metalogenetskega pasu, nakazuje možno povezanost obeh nahajališč. Mineralizirani pas je neposredno ob prelomu, ki poteka od juga proti severu.

Nad vhodom enega izmed zasutih rogov se je utrgala velika skala, zaradi česar se je na tem mestu razkril izdanek rude in del nekdanjega rova. V karbonatni kamnini je na stropu rova do 50 cm široka žila masivnega **markazita**, ki se po dobrem metru ostro izklinja; okrog nje pa je še nekaj manjših markazitnih žil in leč. Ob robovih glavne žile je prostor med drevesasto razraščanim markazitom in osnovno kamnino zapolnjen s kalcitom in dolomitom. Poleg markazitnih so tudi do 3 cm debele žile masivnega drobnozrnatega dolomita in barita, v nekaterih razpokah pa sta tudi tektonski zdrob in melj.

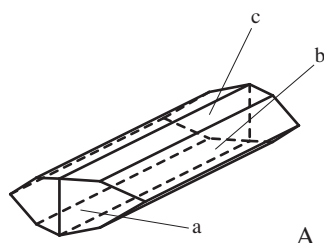
Nedaleč stran je še do pol metra široka markazitno-baritna žila, ki v apnenčasti steni poteka v subvertikalni smeri. Markazit je na površju že povsem oksidiran in spremenjen v **limonit**. Pod to plastjo pa so še sveže markazitne leče in žile v baritni osnovi.

Markazit je tu večinoma drobnozrnat in zato srebrnozelenkaste barve. Ob sami žili so v prikamnini votlinice, zapolnjene z oksidiranim markazitom, ki pa z oddaljenostjo od žile postopoma izginjajo. Poleg limonita so tudi drobni kristali **sadre**, ki nastajajo zaradi oksidacije markazita.

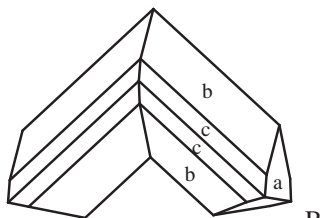
Markazit je imel prostor za kristalizacijo v odprtih žilah, zato so se razvili do 4 cm dolgi kristali, ki izraščajo iz podlage v obliki agregatov v za markazit značilni parketni obliki. Ker so žile s kristali markazita v kasnejših fazah zapolnili karbonatni minerali, je mogoče morfološke oblike kristalov markazita preučiti šele potem, ko karbonate kemijsko odstranimo. Izkaže se, da so kristali praviloma angularno zdvojnjeni po (110). Del, s katerim so pritrjeni na podlago, je ozek, nato pa se kristali širijo proti terminacijam, ki imajo značilen vpadni kot. Dvojčki markazita v tem nahajališču imajo dve morfološki obliki,



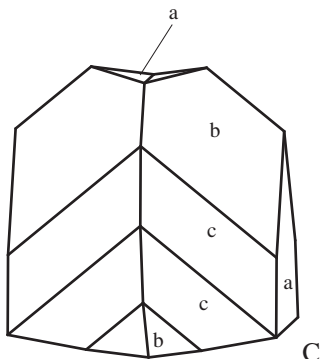
Pogled na enega izmed zasutih raziskovalnih rovo; obprelomna razpoka poteka prav preko njega. Foto: Blaž Miklavič



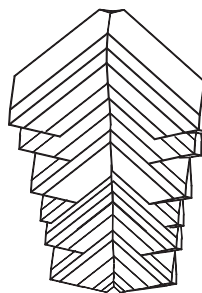
A



B



C



D

Kristal markazita v najpogostejši kristalografski orientaciji s ploskvami prizem $a\{110\}$, $b\{011\}$ in $c\{014\}$ (A). Odprt angularni dvojček po (110) (B). Zaprt (110) angularni dvojček markazita (C). Dvojčki markazita s Prisojnika so praviloma stopničasto razviti in ožji v bazalnem delu (D). Risbe: Mirjan Žorž

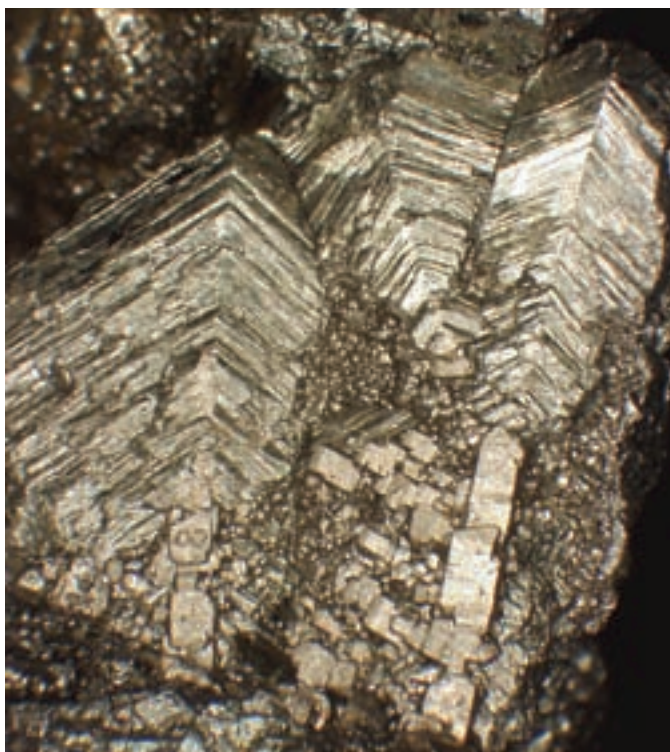


Detajl levega kristala s fotografije na desni, ki prikazuje orientacijo piritovega kristala glede na dvojček markazita. Pirit je prizmatsko razvit vzdolž dvojčičnega (110) šiva, zato ima raztegnjene ploskve kocke $a\{100\}$, ki so spodaj in zgoraj zaključene s ploskvami pentagonskega dodekaedra $b\{210\}$. Na obeh straneh prizmatskega kristala so kristali pirita z drugačno orientacijo, ki preraščajo manjše dvojčke markazita. Iz njihove lege lahko sklepamo še na ciklično dvojčenje markazita po (110), ki je pri tem mineralu pogosto; izrez 5 x 3 mm. Foto: Miha Jeršek

od katerih je ena odprta, druga pa zaprta. Pri markazitu se dvojčenje po (110) lahko ciklično ponavlja, vendar tega v tem nahajališču ni opaziti. Iz večjih dvojčkov pogosto izraščajo manjši, zaradi česar se razvijejo že omenjeni drevesasti skupki.

Posebna zanimivost so kristali **pirita**, ki posamezne dvojčke markazita deloma preraščajo, nekatere pa v celoti. Pri tem gre za orientirano preraščanje oziroma epitaksijo pirita po markazitu. Simetrija zdvojenega markazita se namreč ujema s simetrijo pirita, zato pride ob njuni epitaksiji do sovpadanja njihovih dvoštevnihi osi.

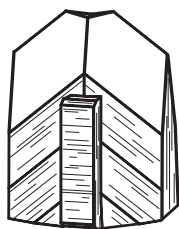
Pri markazitu poteka dvoštevna os vzdolž dvojčične (110) ravnine, pri piritu pa pravokotno na ploskev kocke (100). Preraščanje pirita se vedno začne tam, kjer je markazit priraščen na podlago in sprva poteka natanko po njegovem dvojčičnem (110) šivu tako, da je značilna progavost na ploskvi pirita pravokotna nanj. V posameznih primerih prekrije pirit le šiv na obeh straneh markazitovega kristala, zato se na kristalu markazita na tem



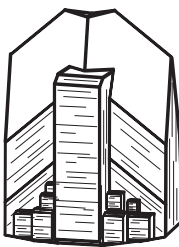
Orientirano preraščanje pirita po zdvojenem kristalu markazita. Na fotografiji so vidni štiri razviti dvojčki markazita po (110). Trije so orientirano preraščeni s kristali pirita. Preraščanje je bilo v prvi fazi najintenzivnejše vzdolž dvojčične ravnine (110), zato je na tem mestu pirit razvit v obliki prizmatskih kristalov; kristal na desni strani posnetka 13 x 3 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek



Markazitova dvojčka, ki ju je pirit že dodobra orientirano prerasel. Prosti sta ostali le še terminaciji, medtem ko sta dvojčična šiva obeh kristalov markazita že v celoti prekrita s piritom; izrez 3 x 2 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek



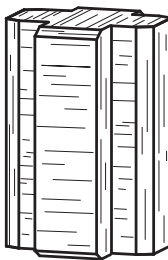
A



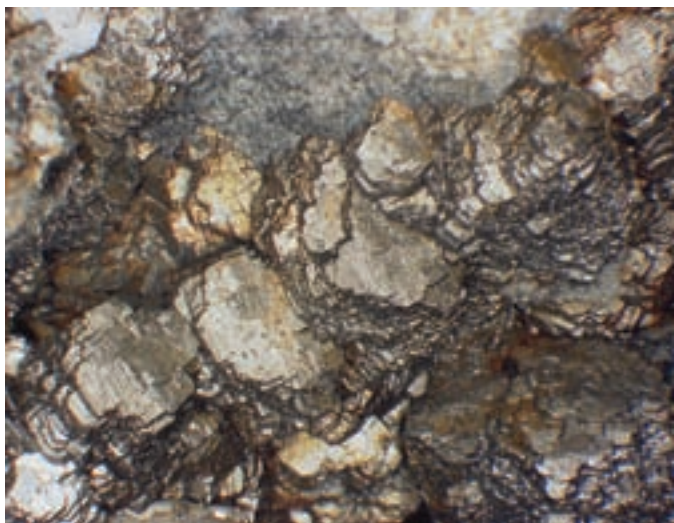
B



C

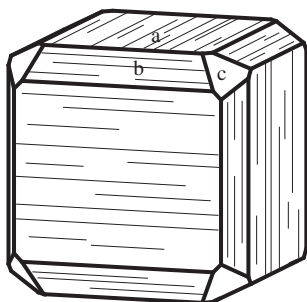


D



S piritom popolnoma orientirano preraščeni dvojčki markazita. Kristali pirita imajo prizmatsko obliko in obliko križa na terminaciji, ki je posebej izrazita na kristalu levo spodaj; izrez 7 x 4 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek

Orientirano preraščanje pirita po zdvojenem kristalu markazita se prične vzdolž (110) dvojčičnega šiva (A). Nato pirit prerašča čedalje večji del markazitovega dvojčka (B in C), dokler ga ne preraste. Kristal popolnoma epitaktično preraščenega pirita po (110) angularnem dvojčku markazita ima obliko dvoštevne prizme z izrazitimi vpadnimi koti med podaljšanimi ploskvami kocke in zato obliko križa na terminaciji oziroma v preseku (D). Risbe: Mirjan Žorž



Kristali pirita s Prisojnika so kombinacija kocke $a\{100\}$, pentagonskega dodekaedra $b\{210\}$ in oktaedra $c\{111\}$. Risba: Mirjan Žorž

mestu razvijeta dva dolga prizmatska kristala pirita. Če poteka preraščanje naprej, piritova kristala na terminaciji prerasteta dvojček markazita in se združita. Nato prične pirit preraščati še ostale dele markazitovega dvojčka, dokler ga v celoti ne prekrije tudi ob straneh. Namesto zdvojenega kristala markazita imamo sedaj le še izrazito prizmatsko razvit kristal pirita, ki ima velike vpadne kote med ploskvami kock, njegova terminacija pa ima obliko križa. Vse ploskve imajo izrazito parketno strukturo. Če se preraščanje s piritom še nadaljuje, izginejo tudi vpadni koti med ploskvami kocke, zato se razvije kristal z zaobljenimi ploskvami.

Taka epitaksija pirita po zdvojenem markazitu je sicer znana le še v rudniku Nanisivik, ki leži daleč na severu Kanade.

Literaturni viri:

- BRAUN, K., 1965: *Mangart, strukturne in geokemične raziskave območja Mangart v letu 1965*. Poročilo, str. 15, 41. Arhiv GZS, Ljubljana.
- BRAUN, K., 1966: *Mangart, prospekcija ozemlja zahodno od Mangarta v letu 1966*. Poročilo, str. 18–19. Arhiv GZS Ljubljana.
- JURKOVŠEK, B., 1987: *Osnovna geološka karta SFRJ. Tolmač listov Beljak in Ponteba* (interpretacija in starost kamnine, str. 25-26, 45), Zvezni geološki zavod, Beograd.
- GAIT, R. I., G. W. ROBINSON, K. BAILEY, D. DUMKA, 1990: *Minerals of Nanisivik Mine, Baffin Island, Northwest Territories* (morfologija markazita, str. 522-526; morfologija in epitaksija pirita po markazitu, str. 526-532). *Mineralogical Record*, Vol. 21, No. 6.
- ŽORŽ, M., 2002: *The Symmetry System*. (polarne epitaksije, pirit po markazitu, str. 246), Grosuplje.

Različne oblike pirita z Matajurja

Blaž Miklavič, Goran Schmidt

O *matajurskem zlatu* se je med domačini vedelo že dolgo in se še danes govori, da si je nekdo z njim dal popraviti celo zob. Ob podrobnejši preiskavi širšega območja Matajurja zlata ni bilo moč najti, pač pa na več mestih pirit.

Podrobno smo raziskali nahajališče na severnem pobočju Matajurja, na območju Idrske planine. Piritno-markazitne konkcije so v plasteh gline, laporovca in glinavca zgornjekredne starosti. Zaradi večje razgaljenosti terena sta bila na tem mestu spiranje in erozija preperine močnejša, medtem ko drugod na Matajurju najdemo zgolj posamezne primerke.

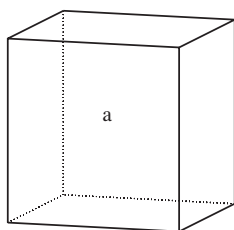
V zgornjem delu nahajališča je osnova laporovec, **pirit** pa je predvsem v posameznih kristalih v obliki kock, večinoma velikih 2–3 mm, ki so na izpostavljenih mestih limonitizirane in izlužene, zato je kamnina videti luknjičava. Na zgornji površini okrog 5 cm debelih vložkov drobnozrnate breče so kocke v skupkih s kristali **kalcita** in so nemalokrat progave. V laporovcu imajo nekatere piritne konkcije s premerom okrog 1 cm na površini do 3 mm velike kristale z razvitimi ploskvami kocke, kristali, manjši od 1 mm, pa imajo razvite še ploskve oktaedra in pentagonskega dodekaedra. Nekateri kristali imajo celo psevdoikozaedrsko obliko, če so ploskve oktaedra in pentagoskega dodekaedra razvite v enaki meri. Najdemo pa tudi vzporedno zraščene kristale. Nemalokrat je korozija razkrila njihovo conarno rast.



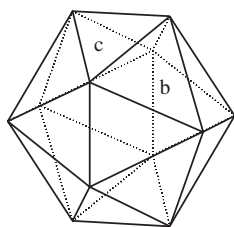
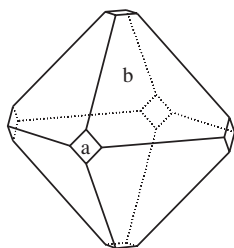
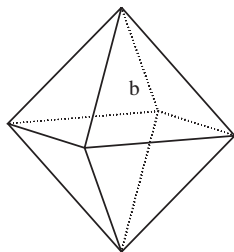
Nahajališče piritov na Matajurju leta 2004. Foto: Miha Jeršek



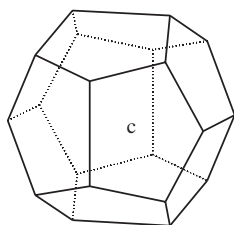
Breča s kristali pirita, ki imajo razvite kristalne ploskve kocke; 14 x 8 cm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar



A

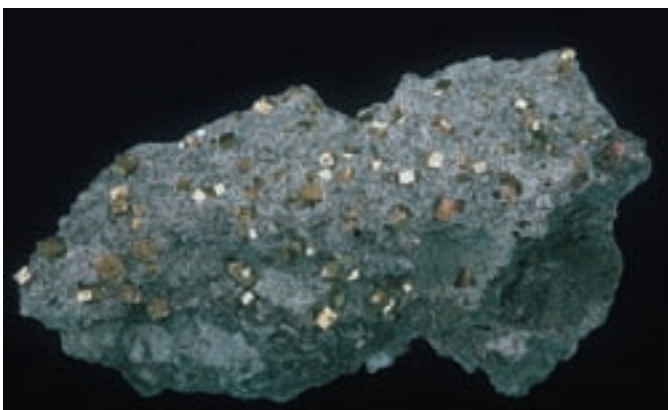


D



E

Kristali pirita z Matajurja imajo razvite kristalne ploskve kocke $a\{100\}$, oktaedra $b\{111\}$, pentagonskega dodekaedra $c\{210\}$ ali ikozaedra d .
Risbe: Blaž Miklavič

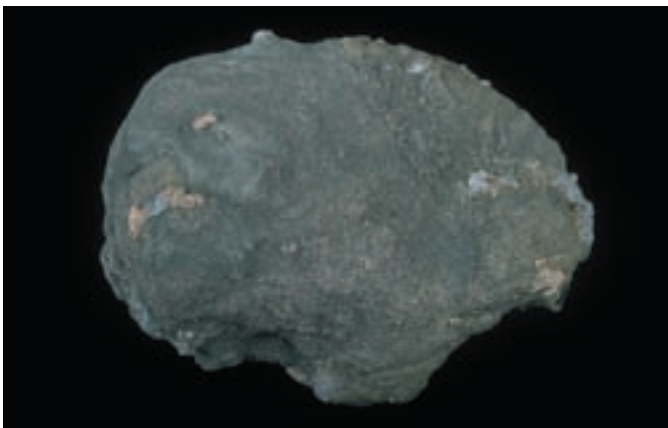


Do 2 mm veliki kristali pirita z razvitimi ploskvami kocke. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar

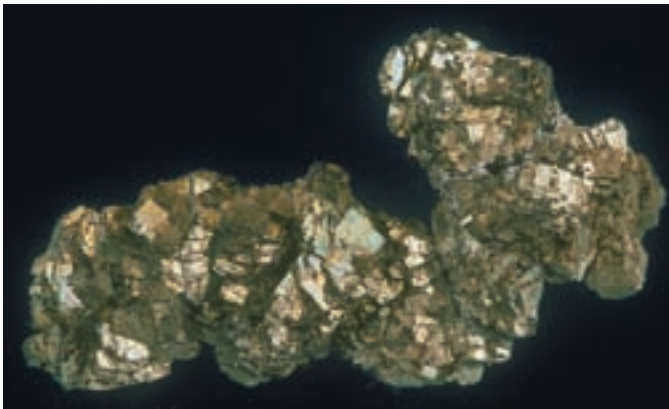
B Konkrecije, ki jih najdemo na površini, so značilno zlatobakrene in bakrenorjave barve zaradi površinske oksidacije. Med kristali pirita so tudi romboedrski kristali kalcita, veliki okrog 0,3 mm. Zaradi limonitizacije so pogosto oranžno obarvani.

V glini, ki je pod glinavcem, pa najdemo poleg konkrecij, podobnih zgoraj opisanim, tudi mnogo večje, povsem iz drobnozrnatega pirita. Nekatere so zelo krhke in zlahka razpadejo na manjše kose. Največja najdena konkrecija je bila kroglaste oblike s premerom okrog 17 cm. Na nekaterih so priraščeni do 1 mm veliki kristali **markazita** z dvojčično rastjo. Na površini glinice so tu in tam do 5 in več centimetrov veliki kosi limonita, ki so psevdomorfoze limonita po piritno-markazitnih konkrecijah, ki jih najdemo globlje v glini.

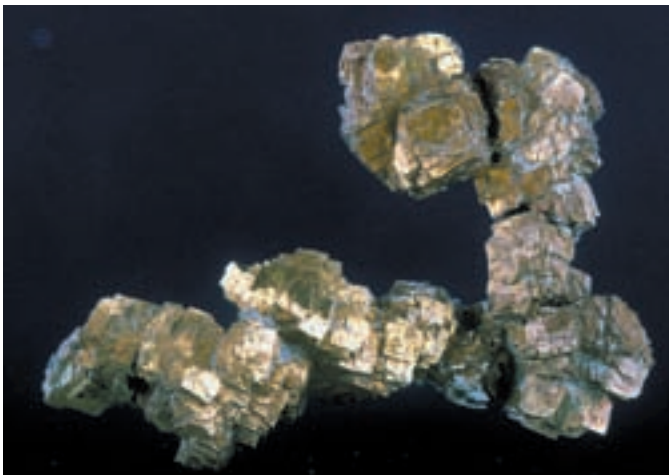
Posebnost nahajališča so v glini nastali kristali pirita z zvinitimi ploskvami kocke, ki se stopničasto preraščajo, tako da so videti



Piritna septarijska konkrecija; 170 x 75 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar



Črvasti matajurec; 38 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta.
Foto: Ciril Mlinar



Skupek kristalov pirita v obliki črva; 75 x 5 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Ciril Mlinar

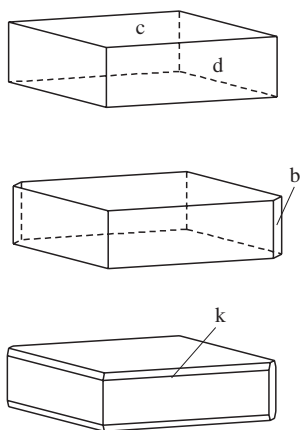
kot zavito stopnišče, saj ne prekrivajo povsem druga druge. Zaradi svoje posebnosti jih pogovorno imenujemo *matajurci*. Najpogosteje so v obliki nepravilnih podolgovatih, včasih razvejenih črvastih skupkov zaporedno zraščanih kristalov pirita. Dosežejo premer 5 mm, dolgi pa so največ okrog 7 cm, pri čemer so vsi najdeni primerki na koncih odlomljeni, tako da ostajajo njihove dejansko možne dolžine še uganka.

Literaturna vira:

- BUSER, S., 1986: *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000 lista Tolmin in Videm (Udine)*. Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- MIKLAVIČ, B., 2002: *Pirit, dragulj zlate gore*. 1. Slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem. Knjiga povzetkov, str. 56-57, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Barit in kalcit na slovenski obali

Zmago Žorž



Kristali barita iz flišev na slovenski obali imajo razvite pinakoida $c\{001\}$ in $b\{010\}$, prizmo $d\{210\}$ in bipiramido $k\{211\}$.
Risbe: Mirjan Žorž

Jutranji ali večerni sprehodi ob morski obali so prijetno doživetje večine dopustnikov. Če ob tem pobiramo še raznobarvne kamenčke in školjke za domačo zbirko ter jih poskusimo določiti, postanejo počitnice navsezadnje še poučne.

Ko smo leta 1985 družinsko preživljali dopust na slovenski obali, smo v več izletih prehodili skoraj ves neposeljeni del obale med Piranom in Izolo. V plasteh eocenskega fliša, kjer se bloki peščenjaka zaradi erozije krušijo in padajo iz klifa na ozek kos obale ali v morje, smo našli kalcitne žile. V širših in ne povsem zapolnjenih razpokah so bili lepi, beli do rumeni, do 10 mm veliki romboedrski kristali **kalcita**. Mnogi so bili že močno poškodovani zaradi korozije morske in meteorne vode in drugih vremenskih dejavnikov. Pravo presenečenje pa so bili do 4 mm veliki mlečnobeli tankploščati kristali. Kar nekaj let so bili v zbirki, preden je bila uganka rešena – izkazalo se je, da je to **barit**, kar je bila prva znana najdba tega minerala na naši obali.



Kristali barita v flišnem peščenjaku; izrez 20 x 12 mm. Najdba in zbirka Zmaga Žorža. Foto: Miha Jeršek

Literaturni vir:

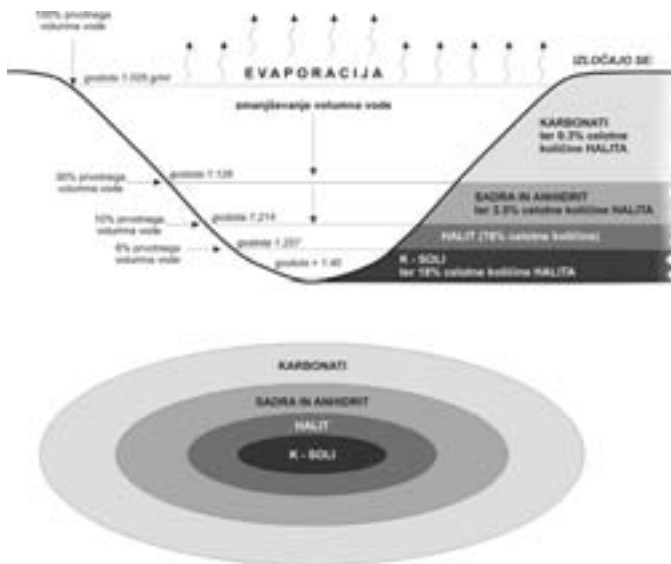
PODGORNIK, A., A. REČNIK, 2000: *Minerali slovenske obale*. Proteus, let. 62, str. 426-441, Ljubljana.

Kristali halita iz slovenskih solin in o evaporitih na splošno

Mirjam Vrabc, Davorin Preisinger

Strunjanske soline so najbolj severno ležeče soline v Sredozemlju. Imajo bogato zgodovino, saj prvi podatki o solinarstvu na tem področju segajo v leto 804. Zelo pomembne pa so bile v času Beneške republike. Danes jih poskušajo delno oživiti. Ob Slovenski obali so bile nekoč znane še koprške soline, ki so nastale na naplavinah reke Rižane, delovale pa so tudi soline v Izoli. Največje so soline v Sečovljah. Danes je ohranjen le še majhen del sečovljskih in strunjanskih solin. Solinarji še vedno pridelujejo sol na tradicionalen način, s klasičnimi solinarskimi postopki in orodji. V vročih poletnih mesecih je obisk solin tudi lepa priložnost, da najdemo kristale kuhinjske soli oziroma halita, minerala, ki ga uvrščamo med evaporite. Zato si na kratko pogledimo nekaj značilnosti evaporitnih mineralov.

Evaporitni minerali nastanejo z izločanjem iz naravnih visoko koncentriranih raztopin ali slaníc zaradi močnega izparevanja ali evaporacije. Med najpogostejše evapornitne minerale prištejemo zgodnjediagenetske evapornicijske dolomite, sadro, anhidrit ter različne soli kot so halit, polihalit, silvin, karnalit in druge.



Shematski prikaz razporeditve evapornitnih sedimentov pri izparevanju morske vode v zaprtem sistemu. Izločanje vrste evapornitnih mineralov je odvisno od zmanjšanja prvotnega volumna in s tem hkratnega povečanja gostote normalne morske vode (prirejeno po Einsele, 1992).



Strunjanske soline leta 2004. Foto: Miha Jeršek

Evaporitni minerali in sedimenti se danes odlagajo v obrobnih delih slanih jezer in depresij, v salinah, v zaprtih morskih lagunah ter v zalivih in v slanih jezerih aridnih, suhih in toplih klimatskih okolij. Torej v izoliranih vodnih okoljih, kjer intenzivno izparavanje močno presega količino dotekajoče sveže vode, saj se le v takšnih pogojih koncentracija soli ustrezno poveča in s tem omogoči kristalizacijo evaporitov.



Dendritni skupek skeletnih kristalov halita. Takšni skupki so zelo krhki; posneti v strunjanskih solinah poleti leta 2005. Foto: Miha Jeršek



Kristali halita rastejo hitreje po robovih kot v osrednjih delih kristalnih ploskev; izrez 35 x 15 mm. Primerek halita je iz strunjanskih solin. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Ob stalnem izparevanju vode pri temperaturi okoli 30° C se z naraščajočo koncentracijo postopno izločajo iz raztopine različni minerali. Ob izparevanju morske vode najprej kristalijo Ca-karbonati, ki jih zaradi povečane količine Mg v preostali slanici v nadaljevanju nadomestijo zgodnjediagenetski dolomiti. Sledi kristalizacija sadre, ki se prične izločati šele takrat, ko slanost naraste na triinpolkratno vrednost normalne slanosti morske vode. Z nadaljnjim povečevanjem koncentracije se zaporedno izločijo anhidrit, nato halit in šele nazadnje K-Mg soli.



Izrazita dendritasta rast kristalov halita. Primerk iz strunjanskih solin; 80 x 35 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Skeletni kristali halita iz strunjanskih solin; 55 x 40 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Zaradi izparevanja se zmanjšuje prostornina in povečuje koncentracija raztopine. Največ sadre in anhidrita se izloči iz morske vode v izoliranih bazenih takrat, ko se prostornina vode zmanjša na 10 - 30 % prvotne vrednosti. Po zmanjšanju prostornine pod 10 % prvotne vrednosti se iz vode izloča v glavnem samo še halit. Pri nadaljevanju intenzivnega izparevanja in zmanjšanju prostornine pod 6 % prvotne vrednosti pa se prično izločati tudi K-soli.

Pa se povrnimo h kristalom **halita** v strunjanskih solinah. Najdemo jih v vročih poletnih mesecih, ko je izhlapevanje morske vode v solnih bazenih zelo intenzivno. Majhni kristali



Skupek skeletnih kristalov halita iz strunjanskih solin; 40 x 35 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

halita se izločajo kot tanke skorje v osrednjih delih bazenov. Poleg skorij lahko najdemo tudi skupke. Ti nastajajo ob poglobljenih robovih bazenov, kjer se halit zbira dalj časa. Kristali so večinoma brezbarvni ali beli in prozorni. Posamezni kristali halita imajo razvite samo ploskve kocke. Običajno so veliki med 4 in 10 mm. Njihova posebnost je skeletna rast, ker robovi kock rastejo hitreje kot osrednji deli kristalov. Večji, tudi do 2 cm veliki in lepi kristali nastanejo ob robu pretočnih kanalov, kjer se slana voda počasi pretaka iz izparilnih v kristalizacijske bazene.

Sol pridelujejo v posebej za to pripravljenih bazenih, ki jih delijo na izparilne in kristalizacijske. V izparilnih bazenih se povečuje koncentracija soli z naravnim izparevanjem vode. V kristalizacijskih bazenih, kot že ime pove, pa poteka kristalizacija soli – halita.

V 14. stoletju so solinarji Slovenskega primorja uvedli novo tehnologijo pridobivanja soli. Na tleh kristalizacijskih bazenov so pričeli gojiti *petolo*. Petolo sestavljajo tanka plast zelene alge *Microcoleus corium*, sadra, karbonatni minerali in v manjši meri tudi glina. Taka plast preprečuje mešanje soli z morskim blatom, zato je pridobljena sol čistejša, bolj bela. Petola deluje hkrati tudi kot biološki filter.

Na dnu kristalizacijskega bazena že v enem dnevu nastane tanka skorja soli. To je potrebno potem vsak dan grabiti na rob bazena ter jo kopičiti v približno 30 cm visoke kupe. Iz njih se izcedi preostala voda, tako da ostane sama sol, ki jo je treba



Skeletni kristali halita v sredini in dendritasta rast skeletnih kristalov halita v zgornjem in v spodnjem delu primerka iz strunjanskih solin; 65 x 60 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek



Skupek skeletnih kristalov halita iz strunjanskih solin; 55 x 45 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

sproti odvažati. Pomembno je vsakodnevno grabljenje slane mreže s površine, kajti sicer se mreža zgosti in odebeli in to trdo skorjo je težko odstranjevati. Sol, ki jo vsak dan pridobijo z vodne površine kot tanko plavajočo skorjico in je sestavljena iz zelo finih kristalčkov soli, je zelo cenjena in jo imenujejo *solni cvet*.

Za hojo po bazenu uporabljajo solinarji lesene cikle z ravnim dnom, da se plast petole ne poškoduje. Grablje oziroma strgala za odstranjevanje slane mreže s površine so prav tako lesena.

Literaturna vira:

EINSELE, G., 1992: *Sedimentary basins. Evolution, facies and sediment budget*, str. 242-263. Springer Verlag, Berlin.

TUCKER, M. E., 2001: *Sedimentary petrology*, str. 166-181. Blackwell Science, Oxford.

Zlato iz dravskih naplavin

Milan Bidovec, Miha Jeršek

Prvi zapisi o zlato na naših tleh segajo tja v 6. stoletje pred našim štetjem, ko so vzhodno od današnjega Ogleja, v pokrajini noriških Tavriskov, odkrili izjemno bogato nahajališče. Zlato je bilo precej enostavno odkopavati, odstraniti je bilo potrebno le dobrega pol metra zemlje, pod katero je ležala do meter in pol debela plast, v njej pa za grah velika zlata zrna. Po dveh mesecih so ga Rimljani skupaj z domačini nabrali toliko, da je njegova cena v rimskem imperiju padla za tretjino!

Plinij je zapisal, da so ga v provinci Norik dnevno pridobili okoli 2 kg. V srednjem veku so Turki zavzeli prestolnico kneza Zrinjskega in na njegovem dvoru našli stotine kilogramov zlata, ki naj bi izviralo iz reke Drave. Leta 1776 je cesarica Marija Terezija dala številnim izpiralcem ob Dravi in Muri stalna dovoljenja, ki so bila razveljavljena šele po drugi svetovni vojni.

Do zdaj so rudarji v avstrijskih Turah, kjer so primarna nahajališča te plemenite kovine, izkopali več kot 130 km rovov, v vsaki toni rude pa jo je bilo v povprečju približno 11 g. V 14. stoletju so bili ti rudniki zelo pomembni, saj so iz njih pridobili do 50 kg zlata letno. V 16. stoletju so jih v času zaporednih hudih zim, tako imenovane male ledene dobe, zaradi napredujočih ledenikov zaprli. Po prvi svetovni vojni so ponovno začeli z izkopavanjem, vendar so zaradi velikih nihanj v proizvodnji rudarjenje opustili. S tem se je končalo več kot 4000 let iskanja in pridobivanja zlata na tem področju.

Zanimiv in kar presenetljiv za današnje razmere je podatek, da je v letih 1907 in 1908 na Dravi izpiralo zlato okoli 200 izpiralcev. Po nekaterih podatkih naj bi v času pred drugo svetovno vojno vaščani vasi Vidovac, Dubrava in Sv. Marija izprali do 5.200 m³ vrhnjih plasti rečnih nanosov in tako pridobili do 12 kg zlata na sezono.

Med letoma 1910 in 1940 so bili bregovi Drave in Mure razdeljeni na posamezna koncesijska polja za raziskave in izpiranje, ki pa je po drugi svetovni vojni hitro pojenjalo. Leta 1986 je geologom Geološkega zavoda Slovenije uspelo dokumentirati pridobivanje zlata iz dravskega proda, kar so takrat znali le še redki.

Zlato je zelo obstojna samorodna kovina, ki je kemijsko odporna proti koroziji. Iz matične kamnine ga površinske vode odnašajo in ker je razmeroma težko, se odlaga in koncentrira na tistih mestih rečnega toka, kjer energija vode hitro pojenja.



Izpiralca zlata z opremo za izpiranje ob reki Dravi leta 1986.

Foto: Milan Bidovec



S posebno lopato, imenovano gledanka, so izpiralci zlata najprej ugotovili mineralno sestavo peska.

Foto: Milan Bidovec



Na primernem prodišču so postavili topolovo desko in ločili drobnozrnati in težji material od debelozrnatega in lažjega. Foto: Milan Bidovec



*S topolove deske s hrapavo površino so s curkom vode izprali minerale težke frakcije na izpiralno dilo.
Foto: Milan Bidovec*



*Z izpiranjem so prišli do najtežjih, največkrat črnih mineralov, med njimi pa tudi zrnč rumenega zlata.
Foto: Milan Bidovec*



Težkim mineralom z zlatom so v skodelici dodali živo srebro ter z ročnim tresenjem in mešanjem povzročili nastanek amalgama z zlatom.. Foto: Milan Bidovec



*Želatinasti amalgam z zlatom so položili v laneno krpo, odvečno živo srebro pa so izcedili.
Foto: Milan Bidovec*

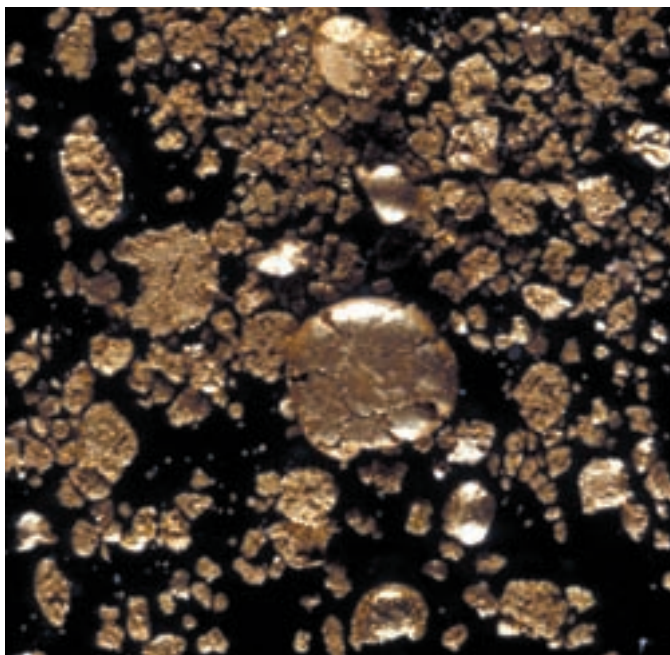
Največkrat je to v nižjih, bolj umirjenih delih rek in potokov in pa na notranjih delih rečnih meandrov. Med takšne reke spadata tudi Drava in Mura, ki sta edini zlatonosni reki na Slovenskem.

Na primarnih nahajališč zlata, torej v avstrijskih Turah, so kremenove žile z zlatom dolge več sto metrov. Nastale so z izločanjem iz hidrotermalnih raztopin pri razmeroma nizkih temperaturah (pod 200° C). Zato jih uvrščamo med epitermalna nahajališča zlata.

Zlato iz avstrijskih Tur se je izpiralo dolga geološka obdobja in se odlagalo tudi v koritu Drave vse do Slovenije in tudi na Hrvaško.

Dravsko zlato je v luskihah, ki so navadno velike do 0,8 mm. Za 1 g je bilo potrebno zbrati od 5.000 do 100.000 luskič. Največje znano zrno, ki so ga našli v produ Drave leta 1939, meri v premeru 3 mm. Hranijo ga v mineraloški zbirki Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani.

Najprimernejše mesto za izpiranje je v neposredni bližini vode, saj to zahteva sam postopek. Primeren material najdemo v zgornjih delih sipinastih otočkov in v sipinah v notranjih delih rečnih meandrov. Dober znak za zlatonosni pesek so rožnata ali rdeča zrna granatov, ki je mineral z visoko gostoto in je zato v rečnih nanosih zelo verjetno skupaj z zlatom.



*Zlato iz dravske naplavine. Največje zrno meri v premeru 3 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.
Foto: Marijan Grm*

Orodje za izpiranje so si domačini naredili sami. Za prvi vtis o količini zlata v rečnem nanosu so uporabljali posebno izoblikovano lopato *gledanko*. Narejena je bila iz temnega orehovega lesa, zgornji rob pa je bil okovan. Z njo so zajeli prod tam, kjer je bilo veliko rožnatega peska, in ga na hitro izprali v reki. Na spodnjem robu lopate pri ročaju so ostale pretežno luskice zlata, proti vrhu pa so se ločili čedalje lažji minerali. Če je bilo luskic vsaj 50, so na tem mestu začeli izpirati.

Najprej so na široko topolovo desko naložili prod s peskom in ga polivali z vodo, dokler na hrapavi površini deske ni ostala le težka frakcija z luskicami zlata. Zlato so nato izpirali še na *izpiralni dili*, na koncu pa so ga ločili od ostalih mineralov težke frakcije z živim srebrom.

Zlato v dravskih in murskih naplavinah lahko najdemo še dandanes. Zato je lahko izziv za vsakogar, da se na lep poletni dan sprehodi ob eni izmed rek, pregleda prodišča in sipine, poišče rožnato granatno mivko in v njej morda najde tudi kakšno zlato luskico.

Literaturni viri:

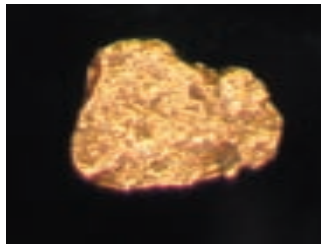
- BIDOVEC, M., 1986: *Raziskave zlata v naplavinah Drave in Mure*. Poročilo o raziskovalnem projektu (zgodovinski podatki o dravskem in murskem zlatu, str. 2-12; dokumentiran postopek izpiranja zlata v Donji Dubravi, str. 13-20). Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- PERKO, J., 1988: *Raziskave težkih mineralov v dravskih naplavinah* (vrste težkih mineralov v dravski naplavini). Diplomski naloga, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (fotografija največjega zrna zlata iz dravske naplavine, str. 66). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- SVOLJŠAK, D., 1997: *Gli ornamenti preistorici nel mondo Alpino e Prealpino Sloveno* (zlato noriških Tavriscev, str. 305-308). Provincia Autonoma di Trento, Trento.
- JERŠEK, M., 1999: *Zlato* (zlato kot mineral, str. 13-18; nahajališča zlata, str. 18-26). Galerija Avsenik, Begunje.



Preostanek na laneni krpi so izoblikovali v kroglico, katero so položili ob žerjavico kar na lopati.
Foto: Milan Bidovec



Živo srebro je izhlapelo, ostalo je zlato, katerega so stehali.
Foto: Milan Bidovec



Zrno zlata, ki ga je leta 2006 iz dravske naplavine izprala Manca Černila; 1 mm. Foto: Miha Jeršek

Jantar v Sloveniji

Vili Podgoršek, Uroš Herlec

V Sloveniji so jantar ali nakit, izdelan iz njega, razmeroma pogosto našli v arheoloških nahajališčih iz rimske dobe. Arheologi so ugotovili, da so ga v Rimski imperij, katerega del je bila tudi današnja Slovenija, prinašali po *jantarni poti* z obal Baltiškega morja. Tam ga je vrglo na obalo viharno morje prav tako, kakor se to dogaja še danes. Sila morskih valov ga je odtrgala iz premogonosnih plasti v priobrežnih morskih plitvinah. Ker ima jantar manjšo specifično gostoto kot ostale kamnine in ker se manj drobi kot premog, odložijo valovi kose jantarja na obalo, kjer jih pričakujejo zbiralci že več kot dva tisoč let. Najdbe jantarja v premogovih plasteh in v plasteh sedimentov, kamor so bili naplavljeni poogleneli rastlinski ostanki, so drugod večinoma naključne, v Sloveniji pa ni znana še nobena takšna najdba.

Jantar je delno pooglenela fosilna smola iglavcev. Ta pa je sestavina ali maceral vseh premogov, ki so nastali iz iglavcev. Največkrat je le v majhnih količinah in je viden le pod mikroskopom. Fosilno smolo lahko imenujemo jantar šele takrat, kadar je kos dovolj velik in zanimivo obarvan ter zato primeren za izdelavo nakita. Jantar je trd, vendar precej krhek, običajno rumenkaste do rjavkaste barve, prosojen do prozoren in se lahko polira. Posebej zanimiv in cenjen je, kadar so v njem insekti in



Jantar v laporovcu iz Ločice pri Vranskem; 18 x 10 mm. Najdba in zbirka Vilija Podgorška. Foto: Miha Jeršek

drugi organizmi, ki so se ujeli v lepljivo smolo, ko je še mezela iz živega drevesa. Priljubljen je tudi, ker je na dotik topel.

Ostanke fosilne smole – retinit so pri nas prvič našli na odkopu rjavega premoga Pijavci pri Rogaški Slatini. Po nahajališču so ta različek še v začetku prejšnjega stoletja imenovali **pijavcit** ali tudi **piaucit**, vendar se ime v svetovni strokovni literaturi ni ohranilo. Našli so ga tudi v rjavem premogu v zdaj že zaprtih premogovnikih Laško in Kočevje, kjer je bil razmeroma pogost. Nekdanji dnevni kop premogovnika Kočevje je zdaj Kočevsko jezero, zato nahajališča niso več dostopna. Nekaj primerkov pijavcita hranijo v zbirki Oddelka za geologijo na Naravoslovnotehniški fakulteti. V njem je 6–15 % kisika, značilno je, da je brez jantarjeve kisline, najdemo pa ga v šotah in lignitih. Jantarjeva kislina je namreč kristaljena dikarboksilna kislina, sestavni del drevesnih skorij, ki je v vseh jantarnih različkih fosilnih smol. Poleg barve je to tudi osnovna razlika med pijavcitom in jantanjem.

V letih 1996 in 1997 so preko Celjske kotline gradili avtocesto. To območje je pretežno ravninsko. Obrobne dele prekrivajo predvsem pliokvartarni zaglinjeni prodi, srednje dele pa postglacialni rečni nanosi, zato na trasi nismo pričakovali posebno zanimivih najdb mineralov in fosilov in smo gradbena dela spremljali le občasno. Ko pa so v bližini Čepelj, danes – gledano iz ljubljanske smeri – le nekaj kilometrov pred cestninsko postajo Vransko, v cestnem useku ob vznožju pobočja, ki se dviguje proti jugu, odstranili pobočno preperino, so odkrili bogato nahajališče mio-censkih fosilov, med katerimi so najbolj zanimivi številni ostanki fosilnih rib. Nekateri rastlinski fosilni ostanki, najpogosteje pa polži, so nadomeščeni z drobnozrnatim **piritom**.

Na enem od prelomljenih kosov laporovca smo našli tudi nenavaden rumenorjavo obarvan fragment. Preprosto preverjanje s segreto jekleno šivanko je pokazalo, da je to **jantar**. Skupek je dolg 18 mm in širok približno 10 mm. Na robovih rumenkastorjavo preseva. Nahajališče smo zaradi zanimivih najdb obiskali še večkrat, vendar kljub pozornemu iskanju novih kosov jantarja nismo našli. Kaže, da gre za osamljeni primerek, naključno naplavljen dlje od obale. Zelo verjetno pa je, da bi ob bolj natančnem spremljanju gradbenih del ne bil več osamljen.

Literaturni vir:

TUČAN, F., 1957: *Specialna mineralogija* (pijavcit, str. 539). Školska knjiga Zagreb, Zagreb.



Pijavcit iz Pijavce pri Rogaški Slatini. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani; 7 x 5 cm. Foto: Miha Jeršek

Bitumen na Mavrincu

Renato Vidrih

V Sloveniji je v apnencih in dolomitih veliko bitumna, v manjši količinah pa tudi v nekaterih skrilavih glinavcih in peščenjakih. Bitumna v kamnini ni težko ugotoviti, saj črna kamnina med lomljenjem oddaja značilen vonj, ko iz nje uidejo iz zaprtih por sproščeni plinasti ogljikovodiki. Takšne kamnine imenujemo bituminozne. Redkeje pa najdemo z bitumnom zapolnjene razpoke v kamnini, prevleke ali celo kapljičasta nakopičenja bitumna.

Najpogosteje je bitumen v sedimentnih kamninah, nastal pa je z razpadom ostankov odmrlih organizmov v temperaturnem območju med 80 in 250°C v *naftnem oknu*, na enak način kot nafta. Sestavljajo ga slabše mobilni, tekoči in trdni ogljikovodiki z veliko molekulsko maso.

Pri delu za diplomsko nalogo sem med Kranjsko Goro in Vršičem, na grebenih Velikega in Malega Kumleha, Škrbinjeka, Mavrince in Špice v Sedelcih na svoje veliko presenečenje med iskanjem fosilov naletel na močno bituminozno kamnino, v kateri so bili ponekod tanki »filmi« in prevleke, ponekod celo tanjše žilice **bitumna**, dolge do nekaj centimetrov in debele manj od milimetra. Kamnina je spodnjetriasne starosti in izdanja v ozkem pasu od Špice v Sedelcih do Mavrince. Starost kamnine dokazujejo številni značilni spodnjetriasni fosili: polža *Natiria costata* in *Turbo rectecostatus*, školjka *Costatoria costata* in *Gervilleia*,



Bitumen v apnencu s Špice v Sedelcih nad Kranjsko Goro; 40 x 25 mm.
Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm

foraminifere *Meandrospira*, *Ammodiscus*, *Glomospira*, amonit *Tirolites cassianus* itd. Kamnine so zelo raznovrstne, od dolomita do apnenca, vmes pa so laporovci in skrilavi glinavci, peščenjaki in lapornati apnenci. Okolico gradijo anizijski in cordevolski apnenci in dolomiti.

Profil spodnjetriasnih plasti Špice v Sedelcih se proti severovzhodu nadaljuje proti Mavrincu. Vrhnji del spodnjetriasne skladovnice je na Mavrincu. Tu prevladuje apnenčev razvoj s prevladujočimi apnenci in vložki lapornatega apnenca, sam vrh pa je zgrajen iz opisanih bituminoznih apnencev z bogato mikrofavno. Kamnina je biomikrit, ki je pogosto razpokan. Razpoke so zapolnjene s številnimi kalcitnimi žilicami in imajo stiliolitne šive. Pri določanju starosti, predvsem na podlagi številnih foraminifer, ki so v teh plasteh zelo pogostne, je bil bitumen viden tudi v mikroskopskih preparatih – zbruskih.

Literaturna vira:

VIDRIH, R., 1980: *Biostratigrafski razvoj spodnjetriasnih in sosednjih plasti severozahodno od Vršiča*. Diplomaska naloga, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.

VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem* (bitumen, str. 330-331). Tehniška založba, Ljubljana.

Kristali v fosilih

Vasja Mikuž, Renato Vidrih, France Stare

Kamnine so v glavnem zgrajene iz mineralov, prav tako pa tudi skeleti fosilnih ostankov. Vsi skupaj sestavljajo sedimentne kamnine. Nekdanji organizmi so imeli zunanjo ali notranjo oporo oziroma skelet iz določenih mineralov. Ti minerali so se ohranili do danes ali pa so se spremenili v druge minerale. Veliko fosilnih ostankov je zgrajenih iz karbonatov in to predvsem iz kalcita in aragonita. Iz karbonatov imajo zgrajene svoje opore nekatere alge, mnoge luknjičarke, korale, številni mehkužci, raki vitičnjaki, nekateri mahovnjaki, ramenonožci, večina iglokožcev in še nekateri drugi organizmi. Mnogi fosilni ostanki so se ohranili, ker je njihove skelete gradil kremen. Mednje sodijo mreževci, nekatere spongije, kremenične alge in drugi organizmi. Številni imajo zunanje skelete iz hitina, na primer žuželke, ki pa se v fosilnem stanju redko ohranijo. Večkrat se ohranijo skeleti rakov, ki imajo hitin obložen s kalcijevim karbonatom.

Pri vretenčarjih, predvsem sesalcih, sestavlja skelete in zobe več različnih mineralov: apatit, aragonit, kalcit in fluorit. Pri



Presek permskega polža iz Račeve pri Žireh, zapolnjenega s kristali kalcita in žvepla; polž 37 x 35 mm.
Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm



Drobne prevleke cinabarita na piritizirani površini ramenonožca v triasnem klastitu in žilice cinabarita v triasnem dolomitu rudišča živega srebra Idrija; ramenonožec 10 x 8 mm. Zbirka Rudnika živega srebra Idrija.

Foto: Marijan Grm

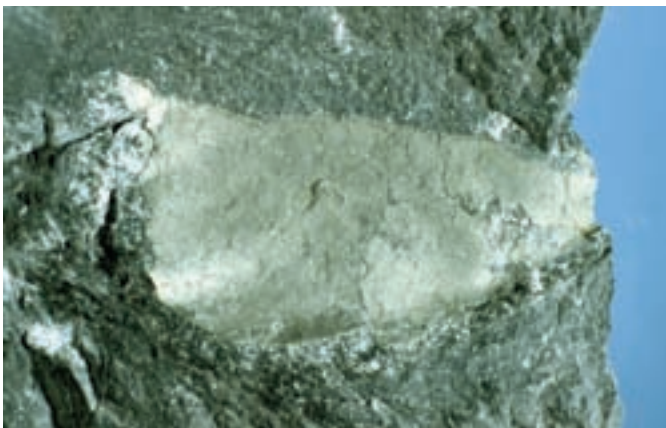
rastlinah golosemenkah in dvokaličnicah moramo omeniti še les, ki je prepreden s številnimi prevajalnimi trakovi in kanali, kamor se pogostokrat zalezejo mineralne raztopine, na primer kremenica. Takrat govorimo o silificiranem lesu.

Takšna je neposredna povezava med minerali in fosilnimi ostanki. Je pa tudi posredna: fosilni ostanki ali njihovi skeleti imajo namreč pogosto idealen prostor za kristaljenje mineralov. Ko je organizem odmrli, so mehki deli propadli in ostal je prazen prostor v skeletu, če ga ni zapolnil sediment ali kakšna druga mineralna raztopina. Pogosto propade tudi skelet in ostane le obris nekdanjega skeleta ali organizma, ki je bil kasneje deloma ali v celoti zapolnjen z enim ali več minerali.

V Sloveniji imamo precej fosilnih ostankov, v katerih so postopoma kristalili minerali in celo samorodne prvine. Med najbolj



Jurski onkolitni apnenec s posameznimi piritiziranimi onkoidi iz okolice Vrhnike; izrez 25 x 15 mm. Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm

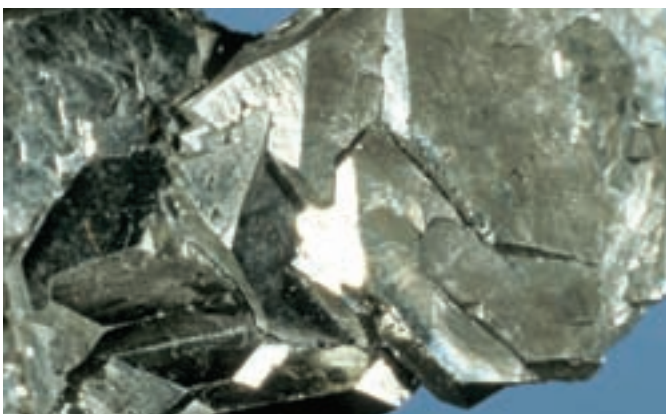


Piritizirana površina odtisa zgornjetriasne školjke iz kamnoloma črnega apnenca z belimi kalcitnimi žilami blizu Drenovega Griča; odtis 29 x 15 mm. Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm

pogostimi minerali so kalcit, pirit, markazit, kremen, psilomelan, limonit in sadra, redkeje pa najdemo žveplo, cinabarit, kalcedon, opal, dolomit, barit in vivianit.

S pomočjo fosilnih ostankov lahko približno določimo čas, ko so vdrle mineralne raztopine v prazen prostor skeleta ali pa med skelet in obdajajočo kamnino. Ugotovimo lahko tudi zaporedje nastajanja mineralov. Poglejmo si nekaj izbranih združb fosilnih ostankov in mineralov.

V Sloveniji je samo nekaj nahajališč **žvepla**. V najdišču, ki mu nekateri pravijo Vrbančkov kamnolom pri Račevi blizu Žirov, je žveplo v temnosivem permskem apnencu. Najdemo ga v drobnih kristalih med kalcitom, običajno pa skupaj zapolnjujeta fosilne ostanke polžev in ramenonožcev. Pogostokrat so poleg tudi kristali kremenca. **Cinabarit** je v Sloveniji na več mestih.



Majhni kristali markazita iz premogovnika Trbovlje; izrez 20 x 12 mm. Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm

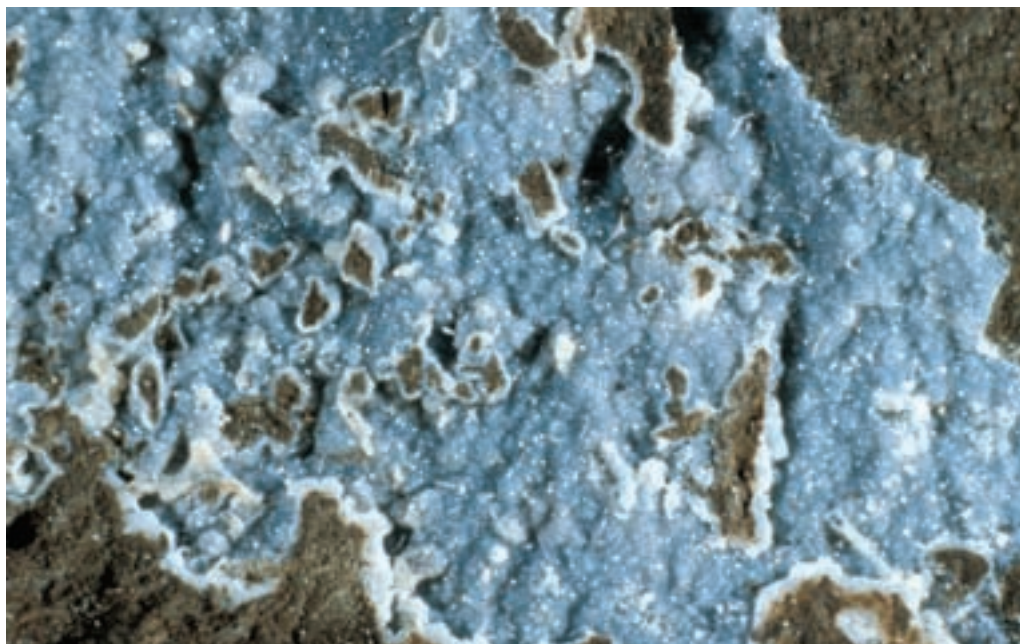


Več kristalov kremena v notranjosti glavonožca s Crngroba; veliki kristal 13 x 5 mm. Zbirka Franceta Stareta. Foto: Marijan Grm

V rudniku živega srebra v Idriji zapolnjuje številne razpoke v različnih kamninah, najdemo pa ga tudi v triasnih klastitih z ramenonožci. Nekoč so ramenonožce zamenjevali s koralami, zato so orudeno kamnino imenovali *koralna ruda*. **Pirit** je zelo razširjen mineral in pogosto najdemo njegove kristale tudi v najrazličnejših fosilnih ostankih. V črnem zgornjetriasnem apnencu iz Drenovega Griča smo našli piritizirano površino odtisa školjke vrste *Trigonodus carniolicus*. Pirit je kristaliziral celo med onkoidnimi laminami jurskega onkolitnega apnenca, ki ga najdemo v profilu med Vrhniko in Logatcem. **Markazit** je razmeroma pogost mineral. Med lepšimi so markazitne konkcije iz premogovnika Trbovlje, kjer so deloma povezane s plastmi premoga. Lepi kristali v fosilnih ostankih pri nas niso pogosti. Velik vtis naredijo prav gotovo primerki s Crngroba na Škofjeloškem, kjer jih najdemo tudi v votlinicah glavonožcev.



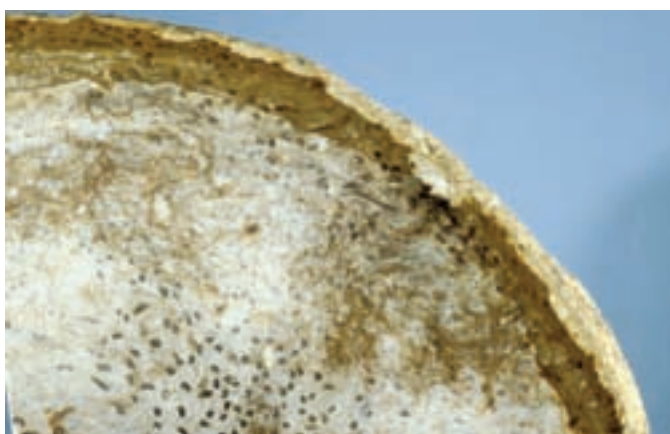
Kristal mlečnega kremena iz Račeve pri Žireh v združbi s kalcitom in žveplom; kremen 5 x 3 mm. Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm



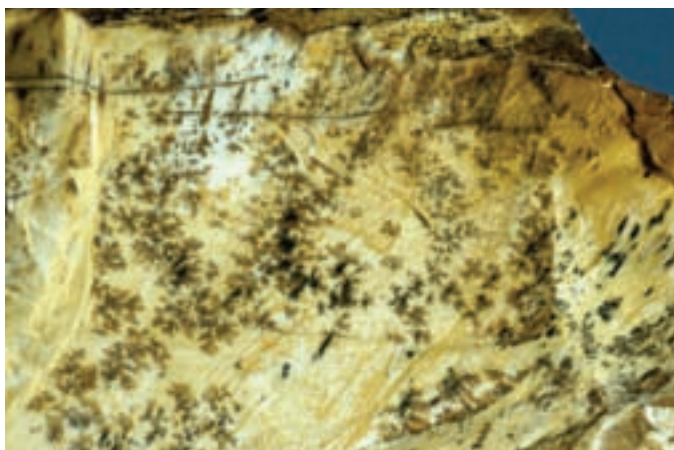
Modrikast kalcedon na silificiranem egerijskem premogu; izrez 18 x 12 mm. Priskrbel Goce Mitrevski.

Foto: Marijan Grm

Majhne kristale kremenca smo opazili tudi pri drugih fosilih, celo v rudistnih školjkah z vznožja Nanosa. **Kalcedon**, drobnozrnati različek kremenca, je v Sloveniji razmeroma pogost. V egerijskem lesu oziroma premogu iz Trbovelj je v lepih modrikastih žilicah in prevlekah, debelih nekaj milimetrov. **Opal** je pri nas redek, a še posebno zanimiv, če je povezan s fosilnimi ostanki. Takšen primer je opalizirani les najverjetneje miocenske palme z najdišča Sidol v Tuhinjski dolini. Podoben, vendar rožnato obarvani opal-

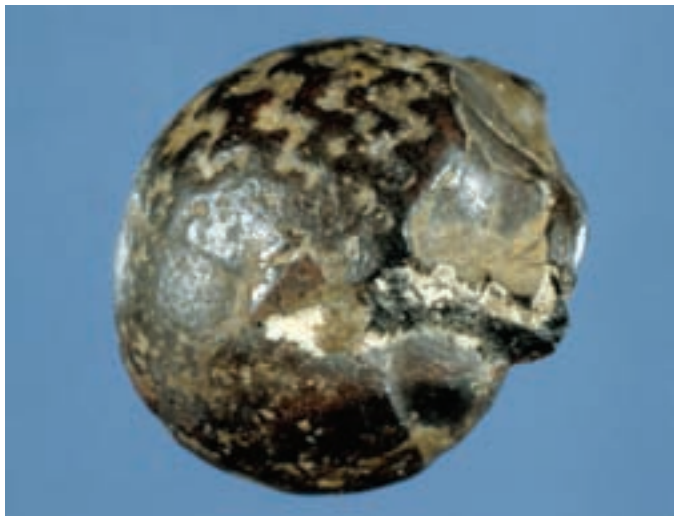


Del opaliziranega miocenskega palminega debla iz Sidola v Tuhinjski dolini; 102 x 76 mm. Zbirka Franceta Stareta. Foto: Marijan Grm



Dendriti psilomelana v oklu mamuta iz najdišča Kicar pri Ptuju; izrez 23 x 17 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Priskrbel Franc Golob. Foto: Marijan Grm

izirani kos lesa poznamo tudi iz okolice Komende v Tunjiškem gričevju. Zmes različnih **manganovih** in **železovih oksidov** velikokrat dela dendrite, ki jim preprosto rečemo manganovi dendriti, po sestavi pa so mineral **psilomelan**. V Sloveniji so zelo pogosti v različnih kamninah in v različnih fosilnih ostankih: na lupinah mehkušcev, kosteh in zobeh vretenčarjev. Zelo lepi manganovi dendriti so tudi v mamutovem oklu iz pleistocenskega proda najdišča Kicar pri Ptuju. Limonit ni mineral, ampak kombinacija različnih železovih hidroksidov, goethita in lepidokrokita. Pri nas je zelo pogost kot **bobovec**, najdemo pa ga tudi skupaj s fosilnimi ostanki. **Kalcit** je prav gotovo najbolj pogost mineral



Limonitizirana hišica glavonožca s Crngroba; 14 x 10 mm. Zbirka Franceta Stareta. Foto: Marijan Grm



Do 3 mm dolgi sklenoedrski kristali kalcita obraščajo geodo v permskem ramenonožcu iz Račeve pri Žireh; ramenonožec 25 x 18 mm. Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm

v sedimentnih kamninah Slovenije. Velikokrat ga najdemo tudi v različnih fosilnih ostankih, med litotamnijami, v koralah, polžih, školjkah, glavonožcih, briozojih, ramenonožcih, morskih ježkih itd. Navadno je v obliki geod, pogosto v obliki sklenoedrov, na primer v votlini ramenonožca iz Vrbančkovega kamnoloma. Čeprav je dolomit kot kamnina v Sloveniji zelo pogost, so kristali **dolomita** razmeroma redki. Še bolj redki so tisti kristali, ki so povezani s fosili. Našli smo lepe temne romboedre dolomita na površini kamenega jedra megalodontidne školjke iz zgornjetriasnih dolomitov v okolici Turjaka. V večji votlini oligocenske koralice iz Poljšice so v podlagi rumenkasti kristali kalcita, na kalcitu pa posamezni beli stebričasti kristali **barita**, veliki do 6



Temni kristali dolomita na površini kamenega jedra megalodontidne školjke iz zgornjetriasnega dolomita v okolici Turjaka. Med kristali dolomita so najverjetneje beli kristali anhidrita ali pa sadre; izrez 15 x 8 mm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Marijan Grm



*Beli in prozorni kristali barita na kalcitu oligocenske korale iz Rovta;
izrez 42 x 18 mm. Zbirka Franceta Stareta. Foto: Marijan Grm*

mm. **Sadra** je pri nas razmeroma pogosta. Ni pa veliko primerov, ko bi bili sadrini kristali neposredno na fosilnih ostankih. Lepe stebričaste kristale sadre smo našli v piritni geodi v zavoju miocenskega ceritijskega polža iz Tunjiškega gričevja.

Kristale, ki so v fosilih, običajno najdemo tudi v okolni kamnini. To pomeni, da fosil ni neposredno povezan z genezo minerala. Fosil oziroma njegov del, ki ni bil zapolnjen s sedimentom, je le prostor v naravi, kjer so lahko zrasli bolj ali manj popolni kristali. In ker so to redki primeri, so vsekakor zanimivi za ljubitelje naravne dediščine.

Vivianit na premoгу in v subfosilnih kosteh sesalcev

Vojko Pavčič, Uroš Herlec

Vivianit so našli v pleistocenskih in recentnih sedimentih Ljubljanskega barja že ob koncu 19. stoletja, čeprav natančne lege ter značilnosti nahajališč in kristalov niso navedli. Poleti leta 1987 je pri Igu domačin ob kopanju odvodnjevalnih jarkov, ki običajno niso globlji od 1 m, izkopal iz močvirskih sedimentov tudi nekaj črnih subfosilnih kosti sesalcev. Majhne žarkaste skupke vivianita, velike do 2 mm, je na površini neočiščene sklepne glavice jelenove stegenice našel Vojko Pavčič. Pri pranju so kristali žal odpadli, zeleni z lepim steklastim sijajem pa so bili ohranjeni v votlinicah prerezane porozne sklepne glavice kosti.

Ljubljansko barje je 163 km² velika, delno zamočvirjena uravnava na nadmorski višini 300 m, ki sega od zahodnega roba Ljubljane do Škofljice, Iga, Podpeči, Vrhnike, Drenovega griča in Brezovice. Nastajati je začelo s počasnim ugrezanjem ob dinarskih in prečnodinarskih prelomih pred približno dvema milijonoma let. Še vedno se ugreza, kar dokazujejo tudi pogosti potresi. Neotektonsko udorino zapolnjujejo in uravnavajo pleistocenski in recentni rečni vršaji z obrobja barja ter močvirski sedimenti. Občasne ojezeritve, o katerih pričajo tudi jezerski sedimenti, so posledica obdobja hitrejšega pogrezanja, ki mu zapolnitev ni mogla slediti. Izkop Gruberjevega kanala med



1,5 mm velik skupek zelo drobnih, igličastih kristalov vivianita ob kostnih ostankih. Vivianitovi kristali so v presevni svetlobi brezbarvni ali modri. Primerek je iz Nevelj pri Kamniku. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek.

Grajskim hribom in Golovcem leta 1781 je omogočil hitrejše odtekanje barjanskih vod in zmanjšal površino stalno zamočvirjenih področij ter s tem skrajšal čas poplav, ki pa še vedno lahko večkrat letno prekrijejo do 50 % barjanske površine. Barjanski sedimenti so naloženi do 170 m na debelo, barjanski osamelci, vzpetine nad uravnanim delom barja, pa so najvišji deli še neprekritega starega reliefa in hkrati geološke podlage barja.

Vivianit nastaja v redukcijskih pogojih, ko sta železo in fosfor v pornih vodah sedimenta mobilna. V našem primeru ustvarjajo redukcijske pogoje razpadajoči rastlinski in živalski ostanki, ki iz porne vode močvirskih sedimentov porabljajo ves prosti kisik. Prisotni Fe^{3+} preide v Fe^{2+} , ki je topen in torej mobilen. Fosilne kosti in zobje sesalcev pa so vir fosforja in hkrati s poroznimi spužvastimi kostmi najustreznejši prostor za rast kristalov.

V našem primerku so na takem mestu zrastle do 3 mm veliki ploščasti podolgovati modrikastozeleni prosojni monoklinski prizmatski kristali vivianita. Žarkasti kristali s površine kosti so hitreje rasli v smeri osi c. Na ploščastih kristalih iz notranjosti kosti so razviti kristalografski liki {110}, {221} in {010}.

Kristali **vivianita** z nahajališča pri Igu so veliki do 3 mm ne glede na tip in velikost kosti, v kateri jih najdemo. Menimo, da je v kosteh iz globljih plasti pričakovati večje kristale, ki so imeli za svojo rast več časa. Rast bi se lahko nadaljevala vse do popolne zapolnitve votlinic v kosteh ali do porabe vsega razpoložljivega fosforja. Železo najbrž ni omejevalni dejavnik, saj ga je v barjanskih sedimentih na pretek. Najdbe vivianitovih kristalov torej lahko pričakujemo na in v kosteh sesalcev, ki jih praviloma najdejo ob vseh večjih zemeljskih delih in ob arheoloških izkopavanjih na Barju.

Na površini kosti so nekateri žarkasti skupki kristalov rjavkasto obarvani, kar kaže, da je del železa (Fe^{2+}) v zgradbi vivianita že prešel v Fe^{3+} obliko. Verjetno prehaja vivianit ob oksidaciji v metavivianit, kar pa bo potrebno potrditi s posebnimi raziskavami.

Kljub razmeroma ugodnim pogojem in obilici najdenih kosti pa so kristali vivianita iz Ljubljanskega barja v zasebnih in institucionalnih zbirkah zelo redki. Razlogov je več. Kristali že na nahajališču po odkopu zaradi sušenja ali pri čiščenju odpadejo s površine kosti. Vendar že najmanjša zrnca kažejo, da utegnejo biti lepi kristali v votlih delih kosti.

Menimo, da so kristali vivianita skriti v večini subfosilnih kosti iz Ljubljanskega barja, ki so jih našli v desetletjih arheoloških izkopavanj, tudi v tistih površinsko očiščenih, ki so danes shranjene v muzejskih depojih ter v različnih zbirkah.

Kristali **vivianita** so bili najdeni tudi v kosteh mamuta, razstavljen je v Prirodoslovnem muzeju Slovenije, iz močvirskih sedimentov v Nevljah pri Kamniku in v triasnih (ladinijskih) močvirskih sedimentih rudišča živega srebra Idrija, kjer so bile



2 mm visok kristal vivianita iz Nevelj pri Kamniku. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Foto: Miha Jeršek.



Vivianit na površini premoga iz Kočevja; 80 x 50 cm. Zbirka Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Foto: Miha Jeršek.

vir fosforja lupine brahiopodov iz rodu *Discina*. Posebnost pa je najdba **vivianita** in skupkov **francolita** - karbonat-fluorapatita v reduciranih drobnozrnatih sedimentih kraške jame Divje babe I pri Cerknem pod Šebreljami, ki je svetovno znano arheološko paleolitsko najdišče tudi zaradi piščali, narejene iz kosti, kar naj bi bilo delo neandertalčevih rok. Redukcijski pogoji, ki so v jamskih sedimentih omogočili mobilnost fosforja, so verjetno nastali zaradi velikega števila mrtvih živali.

Železo v vivianitu prehaja pod vplivom svetlobe hitreje v višjevalenčno stanje, zato kristali počasi potemniijo in jih je treba hraniti v temnem prostoru. Za dolgotrajnejšo razstavo v vitrinah je najlepših primerkov škoda.

Literaturni viri:

- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain* (vivianit, str. 35). Verlag von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg, Laibach.
- DOLŽAN, F., 1930: *Mineralogija in geologija za višje razrede srednjih šol* (vivianit, str. 91). Tiskovna zadruga v Ljubljani, Ljubljana.
- NIKITIN, V. V., 1942: *Kristalografska in optična karakteristika vivianita iz Nevelj*, str. 263. Razprave matematično-prirodoslovnega razreda Slovenske akademije znanosti in umetnosti, knjiga II, Ljubljana.
- TUČAN, F., 1957: *Sistematska mineralogija* (nahajališči vivianita Nevlje in Ljubljansko barje, str. 331). Školska knjiga, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1985: *Minerali na Slovenskem* (vivianit, str. 242). Tehnična založba Slovenije, Ljubljana.
- TURK, I., 1996: *Divje babe I – iskanje novih poti v paleolitski arheologiji Slovenije* (sestav in opis frakcij, str. 48). Doktorska disertacija, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani.

Piritizirani fosili iz Tunjškega gričevja

Vasja Mikuž, Edo Grmšek, Goran Schmidt

Med mineraloške zanimivosti Tunjškega gričevja sodijo tudi piritizirani mehkužci s še nekaterimi spremljajočimi minerali. Najdišča so na desnem bregu potoka Tunjščice, zahodno od Podgorja in severno od Križa.

Tunjško gričevje je že dolgo znano po številnih fosilnih ostankih, predvsem po »kranjski rakovici« *Tasadia carniolica* in »kranjskem polžu« *Pleurotomaria carniolica*. Med prvimi, ki je na območju Tunjškega gričevja vneto iskal in nabiral fosilne ostanke ter opazoval tamkajšnje kamnine, je bil šenturški župnik Simon Robič, ki je leta 1882 o njih tudi pisal.

Plasti v najdišču s piritiziranimi mehkužci in drugimi fosilnimi ostanki ob Tunjščici so iz spodnjega miocena v sivem do temnosivem peščenem muljevcu. Plasti so skoraj vedno pod gladino omenjenega potoka. Mehkužci, ki niso piritizirani, se takoj zdrobijo, zato celih polžjih hišic ali školjčnih lupin do sedaj nismo našli. Močno **piritizirane** so predvsem hišice polžev, zato na prvi pogled vse pripadajo isti vrsti. Ker so hišice večinoma povsem nadomeščene s piritom, je v prerezih skoraj samo pirit, ostanki hišic pa so skromni. Če pa jih primerno zbrusimo, kljub temu prepoznamo obris hišice in obliko posameznih zavojev in ugotovimo, da vse pripadajo stožčastim, najverjetneje ceritijskim vrstam, med njimi smo določili polža *Tympanotonos margaritaceus*. Ta oblika je spodnjemiocenska in je razširjena od egerija do karpatija. Pri nas v Sloveniji smo jo našli na več mestih, po našem mnenju v plasteh egerijsko-eggenburgijske starosti. Piritovi kristali so majhni, na površinah hišic zelo oksidirani, v notranjosti sveži in lepi. Večinoma so preraščeni, nekaj je tudi posamičnih z lepo razvitimi kristalnimi ploskvami kocke, pentagonskega dodekaedra in oktaedra.

Redko najdemo v prerezu polžjih hišic ob kristalih pirita še kristale **sadre**, ki so na piritno geodo pritrjeni v skupkih ali posamezno. Torej so nastali po končani rasti piritovih kristalov. Sadrini kristali so prizmatski ali pa v obliki lastovičjega repa in dolgi do 1,5 mm ter debeli do 0,3 mm.

Najdbe dokazujejo, da so lahko piritizirani tudi drugi fosilni ostanki: les oziroma premog, rastlinski plodovi in školjke. Primerek črnega premoga je prepreden z žilicami pirita. Nekateri konkrekcije spominjajo na rastlinske plodove, obdane s kristali pirita. Zanimiva je tudi tista, ki se je razvila okrog nekdanjega kosa lesa s črvastimi piritiziranimi tvorbami, ki so sledovi



Najdišče piritiziranih mehkužcev ob Tunjščici. Na sliki je tudi najditelj Edo Grmšek pri svojem značilnem načinu iskanja fosilnih ostankov. Foto: Vasja Mikuž



Notranjost piritiziranega polža; 29 x 16 mm. Zbirka Vasje Mikuža. Foto: Marijan Grm.



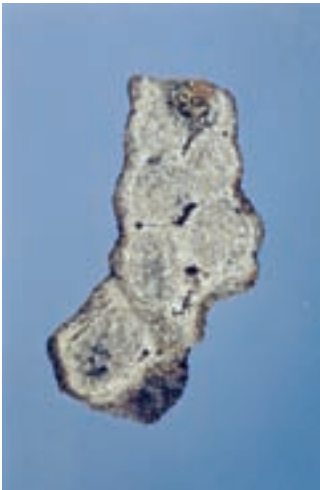
Polž vrste *Tympanotonos margaritaceus* (Brocchi, 1814), obložen s piritnimi prevlekami; 32 x 17 mm. Zbirka Eda Grmška. Foto: Marijan Grm



Prez piritiziranega polža *Tympanotonos margaritaceus*, pri katerem je hišica deloma nadomeščena s piritovimi kristali; 23 x 12 mm. Zbirka Eda Grmška. Foto: Marijan Grm



S piritom popolnoma nadomeščena in na debelo obložena hišica druge vrste polža; 32 x 16 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Marijan Grm



Tretja oblika piritiziranega polža z ovalnimi zavoji in tanko zunanjo piritno oblogo; 19 x 9 mm. Zbirka Eda Grmška. Foto: Marijan Grm



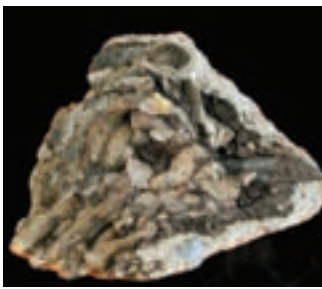
Četrta oblika polža z bolj okroglimi zavoji, pri katerem je hišica povsem nadomeščena s piritom; 11 x 5 mm. Zbirka Eda Grmška. Foto: Marijan Grm



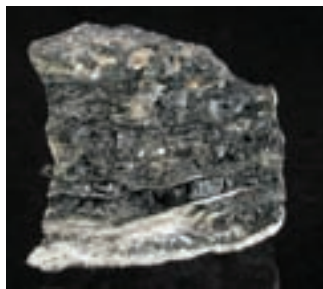
Prez piritiziranega polža z geodasto rastjo različno obarvanih ali oksidiranih kristalov pirit, tudi različnih oblik in velikosti; 22 x 13 mm. Zbirka Eda Grmška. Foto: Marijan Grm



Zelo tanka lupina pektenidne školjke, ki je na zunanji strani prekrita z debelejšo plastjo zelo drobnih piritovih kristalov; 66 x 61 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek



Del večje kongrecije s piritiziranimi črvastimi zapolnitvami kanalov; 65 x 54 mm, debelina zapolnitev 5 do 6 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek



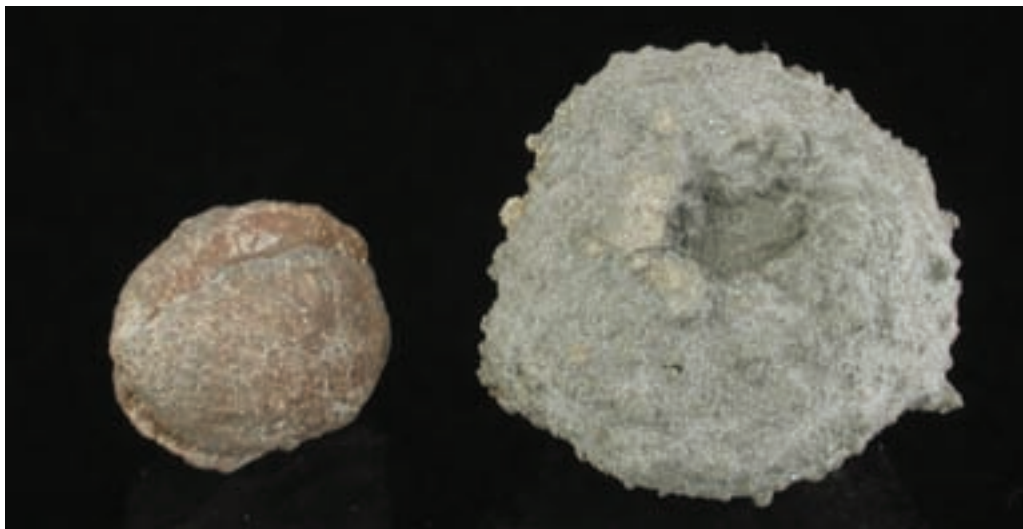
S piritom prepojen kos črnega premoga; 32 x 32 mm. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek

»lesovrta« oziroma najverjetneje školjkic rodu *Nototeredo*; živele so v vodnem okolju in v lesu. Ko je les postal pretežak, je potonil na dno, kjer ga je prekril mulj. Posebnost je še tanka pektenidna lupina, ki je na zunanji strani obdana z debelim nanosom zelo drobnih piritovih kristalov.

Najdišča piritiziranih fosilov ob potoku Tunjščica so nedvomno med najbolj zanimivimi, bogatimi in raznovrstnimi pri nas.



Paličast kristal sadre na drobnih kristalih pirita; geoda 3 x 2,5 mm, kristal sadre 1,5 x 0,3 mm. Zbirka Eda Grmška. Foto: Marijan Grm



Ovalna, 20 x 16 mm, in kroglasta, 29 x 26 mm, kongrecija pirita, ki spominjata na rastlinska plodova. Najdba in zbirka Gorana Schmidta. Foto: Miha Jeršek

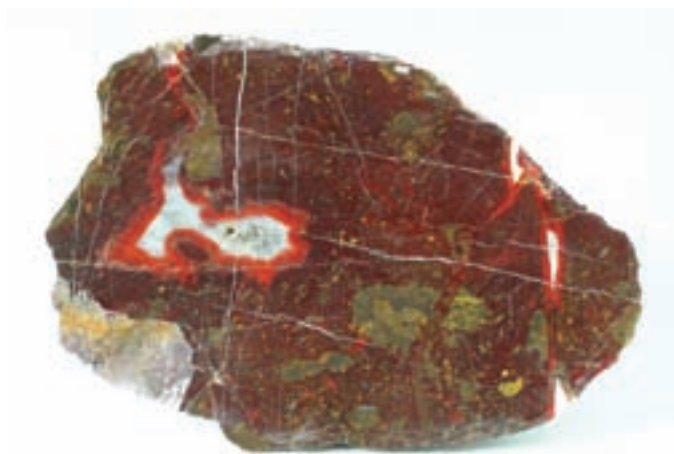
Minerali v prodnikih

Alojz Županec, Uroš Herlec

Zbiranje prodnikov je postalo nov način ohranjanja geološke naravne dediščine. Med njimi so strokovno, znanstveno in zbirateljsko zanimivi vzorci kamnin, fosilov in mineralov, za katere terenski geologi še ne poznamo prvotnih nahajališč. Da bi jih, bomo morali podrobno preiskati še precejšnje površine.

Zbiranje prodnikov je le jemanje naravi tistega, kar bi bilo sicer erozijsko uničeno. V naravo ne posega tako kot zbiranje mineralov in fosilov, kjer predvsem zaradi pomanjkanja znanja nekateri neuki zbiralci v želji po lepih primerkih lahko poškodujejo ali celo uničijo velik del nenadomestljive geološke naravne dediščine. Ne zahteva posebnega znanja, opreme in stroškov, zato je zelo priporočljivo za začetnike. Vsak rečni breg je lahko odlična petrografska in mineraloška šola v naravi.

Sestava rečnega proda je povprečje kamninske sestave erozijskega zaledja in erozijske odpornosti tamkajšnjih kamnin. V svetu je petrografska analiza prodnikov uveljavljena začetna geološka metoda spoznavanja kamninske sestave porečja in obvezna stopnja spoznavanja vsakega terena, za geologa in zbiralca pa dragocena informacija in izziv. Najdba različkov kamnin ali zbiralsko zanimivih mineralov v njih, za katere še ne vemo, od kod prihajajo in kateremu delu litostratigrafskega zaporedja pripadajo, nam napoveduje iskanje, ki ne bo končano,



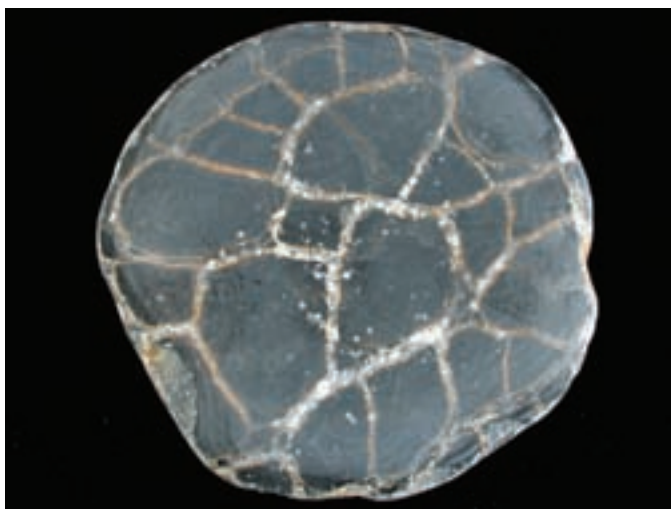
Ojaspisena tufska breča s karneolsko-ahatno zapolnitvijo geode iz Save pri Sevnici; 7 x 6 cm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek



Gnajs z granati in žarkastimi skupki amfibolov iz Drave pri Mariboru; 12 x 7 cm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek

vse dokler ne bomo našli izdankov in ugotovil lege iskane kamnine na prvotnem nahajališču. Le s primerjavo prodnikov s kamninami iz pobočij porečja je možno določiti, iz katerega dela magmatskega, sedimentnega ali metamorfne zaporedja prihajajo. Na izvornem mestu pa nas morda čakajo tudi kristalne oblike mineralov, ki jih vodni transport še ni poškodoval.

Najbolj pomembno je poznavanje sestave proda pred posameznimi rečnimi sotočji. S postopnim izločevanjem neobetajočih vodotokov od izlivov proti izvirom lahko sistematično spoznavamo kamninsko sestavo in zgradbo določenega območja. Z večanjem porečja se običajno večja tudi raznolikost sestave



Septarijska konkrecija iz Save pri Okroglem; 6 cm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek

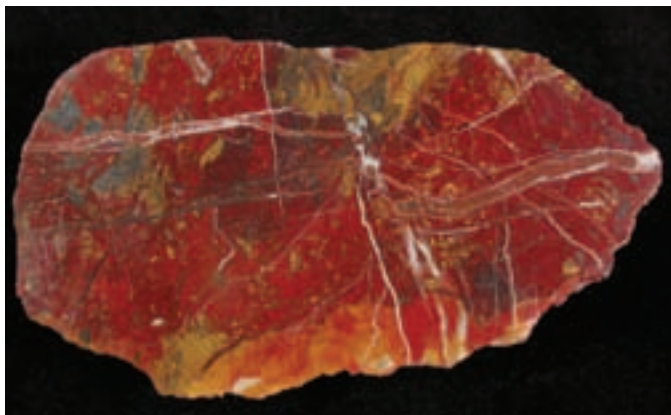


Iz Save pri Litiji so v cementu tufske breče, ki je verjetno ladinijske starosti, ploščati kristali wurzita, katerih primarno nahajališče še ni znano; 9 x 5 cm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek

prodnikov. V spodnjih delih toka rek ostajajo le še prodniki najtrših kamnin. Daljši ko je namreč rečni transport, manj je mehkejših in s tem manj odpornih prodnikov, ki na poti razpadejo na težko prepoznavne manjše drobce. Tako se podatki o erozijsko neobstoječih tipih kamnin postopoma izgubijo. Poleg raznovrstnosti prodnikov, ki odraža raznolikost geološke sestave izvornega področja, nam pomembne podatke nudijo tudi količina prodnikov posameznih kamnin, velikost in zaobljenost. Obseg in



Kalcedonov oprh na okremenjenem ksilitu iz Save pod Hrastnikom; 10 cm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek



Ojaspisena tufska breča iz Idrije pri Želinu; 9 x 5 cm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek

sestava rečnega proda je odvisna od bližine in površine izvornega področja, mineralne sestave in vezanosti kamnine, njene tektonske pretrtosti in s tem erozijske odpornosti, pa dolgosti reke in moči vodnega toka.

Teren bomo res dobro poznali, ko bomo znali razvrstiti večino značilnih prodnikov v osnovne skupine in v regionalno litostratigrafsko zaporedje kamnin. Vsak ljubiteljski zbiralec lahko že v nekaj dneh pozornega opazovanja in določanja kamnin pod mentorstvom geologa okvirno poimenuje veliko večino slovenskih kamnin. Petrografska identifikacija preostalih prodnikov pa tudi za strokovnjake ni vedno enostavna naloga. Pregled z lupo, preizkus trdote in/ali kislinski test ne zadostujejo več. Natančna določitev in poimenovanje je mogoče šele po pregledu mikroskopskega preparata-zbruska v polarizirani svetlobi petrografskega mikroskopa, ki razkrije drobnost in/oziroma njeno spremenjenost zaradi metasomatskih, hidrotermalnih in metamorfni procesov. Takšne določitve so sicer običajne pri podrobnih geoloških študijah, pri prodnikih pa se jih zaradi stroška izdelave preparata lotimo le, kadar gre za izjemno zanimive primerke.

Vsak izjemen prodnik z ohranjeno informacijo o nahajališču je lahko koristna informacija za stroko in znanost in celo muzejski predmet, ki ga brez sramu predstavimo na razstavi in hranimo v muzejskih zbirkah, enakopravno s fosili, minerali in kamninami iz prvotnih nahajališč.

Posebna vrednost prodnikov so njihova redkost, izjemna sestava, barva, vzorec in oblika. V nekaterih prodnikih je prav posebno nazorno ujet zapis načina in okolja nastanka kamnine ter njenega razvoja. Zgodbo o nastanku kamnine ter videz in lepoto primerkov lahko učinkovito poudarimo s prerezi in poliranimi površinami.



V prodniku ladinijskega ojaspisenega lesa iz selške Sore pri Škofji Loki so v kremenovi žilici tudi lističasti kristali hematita (spekularit), ki ga drugje še nismo našli; debelina kremenove žilice 8 mm. Najdba in zbirka Alojza Županca. Foto: Miha Jeršek

V rekah in potokih, ki se stekajo z orudnih področij, so vedno tudi prodniki z značilnimi mineralnimi združbami. Marsikje so bila rudniška jalovišča ob strugah potokov, kjer so jih visoke vode postopno povsem odnesle, tako da vzorce iz zdaj zarušenih jamskih rovov najdemo le še med prodniki. Včasih šele po takšni vzvratni poti pridemo do nekdanjega rudnika.

Literaturna vira:

ŽUPANEC, A., U. HERLEC, 2005: *Prodišča slovenskih alpskih rek* (o zbiranju prodnikov, str. 59-62). Narava Slovenije – Alpe, Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana.

HERLEC, U., A. ŽUPANEC, 2006: *Akrezijski lapili iz ladinijskih plasti zahodno od Ljubljane* (redka najdba – akrezijski lapili). 2. slovenski geološki kongres, Zbornik povzetkov, Idrija 2006.

Utrinek za zbirko

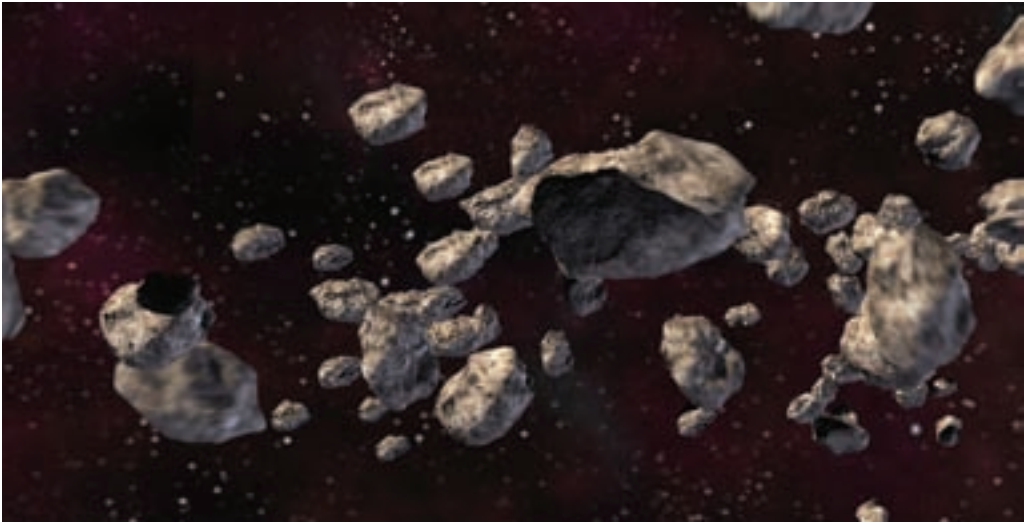
Miha Jeršek, Uroš Herlec

Ko zaide sonce in se nad nami prikaže nebo s tisočimi zvezdami, najdemo čas zase in za opazovanje zvezd in utrinkov, ki nas vedno znova razveselijo. Prastara vraža namreč pravi, da se nam lahko uresniči prva želja, ki nas prešine v trenutku, ko smo ga opazili. Prav vsak je verjetno že videl utrinek in si ob tem nekaj zaželel, saj priložnosti ne kaže zamuditi ... Geologi si, med drugim, pogosto zaželimo, da bi utrinek trajal in trajal in da bi vsaj malo tistega, kar vidimo, padlo na Zemljo, ter bi morda prav mi ta vzorec tudi našli. To pa ne bi bilo nič drugega kot – meteorit, ki je velika zbiralska redkost.

V zgodovini našega planeta so padci meteoritov povzročili izjemne katastrofe. Že zelo zgodaj je udarec ogromnega meteorita v Zemljo odtrgal iz nje večino snovi, ki se je kasneje postopoma združila v Luno, ki vse od takrat potuje po Zemljini krožnici. Padci velikih meteoritov na Zemljo so povzročili ob vsakem udarcu hude katastrofe, v katerih je v širokem območju umrlo vse, kar je bilo živega. Posledice udarca in požarov pa so za daljši čas povsem spremenile podnebje na vsem planetu, tako da so izumrle mnoge živalske in rastlinske skupine, med njimi zadnji tudi dinozavri. Nedvomno bi padec večjega meteorita lahko povzročil tudi konec naše civilizacije. Zato na meteorite po eni strani mislimo s strahospoštovanjem, po drugi strani pa so zelo priljubljeni. Vsak delec najde svoje mesto v zbirkah. Občudovani so tudi v nakitu ali kot amuleti.

Poglejmo, kaj so meteoriti in kako je z meteoriti, ki so domnevno padli na našo deželo.

Meteoriti so kosi ali bloki kamnin, ki imajo svoj izvor v vesolju, največ jih prihaja iz pasu med Marsom in Jupitrom. Na Zemljo padejo zaradi njene velike privlačnosti. Približujejo se ji z izjemno hitrostjo, tudi do 70 kilometrov v sekundi. Ko pridejo do Zemljine atmosfere, se zaradi trenja z zrakom tako segrejejo, da se razbelijo in zato zasvetijo. Velika večina manjših meteoritov pri padanju skozi vse bolj gosto Zemljino atmosfero preprosto zgori oziroma izpari. Ostanjejo le zelo zelo drobni delci, ki jih imenujemo meteoritski prah. Ta počasi pade na površino Zemlje. Po nekaterih podatkih naj bi na ta način padlo na Zemljo tudi do milijon ton meteoritskega ali kozmičnega prahu letno. Če pa bi zbrali ves ta prah od paleozoika do danes, bi ga bilo le za približno meter debelo plast po vsej Zemljini površini. Nas seveda zanimajo nekoliko večji – a ne preveliki! – meteoriti. Torej takšni, ki padejo na naš planet, a ob tem ne



*Velika večina meteoritov, ki pade na Zemljo, izvira iz območja asteroidov med Jupitrom in Marsom.
Digitalna risba: Zlatko Drčar in Matjaž Učakar*

naredijo posebne škode. Poleg svetlobnega pojava je ob padcu velikega meteorita značilen tudi zvok, ki spominja na grom ob udarcu strele. Ob padcu izdolbe večji ali manjši krater, pač odvisno od njegove velikosti. V Zemljini zgodovini so znani kraterji, ki imajo več deset kilometrov v premeru. Meteorit pa je tudi že prebil Zemljino skorjo.

Meteorite delimo glede na njihovo sestavo na kamnite in železove. Za kamnite meteorite je značilno, da so sestavljeni pretežno iz silikatnih mineralov, medtem ko v železovih prevladujeta železo in nikelj. Seveda pa so nekateri tudi mešanega značaja, saj vsebujejo tako silikate kot kovine. Podrobneje jih na tem mestu ne bomo razčlenjevali. Omenimo še tektite. To niso meteoriti, ampak steklo, ki je nastalo v zraku pri ohlajevanju raztaljenega izvrženega materiala ob padcu večjega meteorita.

Kako ločimo meteorit od zemeljskih kamnin? Običajno ima meteorit na površini številne vdolbine. Zunanji del meteorita je prekrit s tanko rjavo, včasih steklasto skorjo, nastalo s taljenjem in izgorovanjem meteorita med padcem, v njem pa je skoraj vedno tudi nekaj samorodnega železa. Če pa prelomimo kovinski meteorit, je izrazito srebrno bel; vedno so tudi magnetni. Posebnost kovinskih meteoritov so še Widmanstaettenove figure. To je trikoten in/ali štirikoten vzorec preraščanja značilnih meteoritnih mineralov kamacita in taenita, ki pa je najboljše viden šele na polirani in jedkani površini železovega meteorita.

Padec meteorita je tako redek pojav, da je zelo malo verjetnosti, da ga bomo sami doživeli. Imamo pa o takšnem dogodku v Sloveniji ohranjen zapis.

Pri urejanju mineraloške zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije smo namreč naleteli na zelo zanimiv eksponat. Na priloženem inventarnem listku piše:

Meteor, železen, 4092

Padel v Zg. Tuhinjsko dolino, Dar I. Tomec.

Ker materialnih dokazov o najdbi meteorita na Slovenskem še nimamo, smo bili ob tem odkritju presenečeni in veseli. Takoj smo pogledali na še večji priloženi list z obširnejšim opisom:

Meteor (železen in druge spojine) tehta 1570 gr, opazovan v Kamniku od astro-observatorija za opazovanje sonca v Ljubljani Ivana Tomeca v večernih urah poleti 1923. Padel je v zgornjo Tuhinjsko dolino na južno pobočje. Poiskali in prinesli so ga opazovalcu kmetje, ko jim je označil približni kraj, kjer naj ga iščejo. Istočasno sta bila najdena in izročena I. Tomcu dva meteorja, katerih eden t. j. večji je naš kos, manjši pa je bil ukraden iz njegove mižnice v pisarni. Meteor prevzela dr. Budnar - Lipoglavšek 16. II. 1946 na domu I. Tomca Miklošičeva 17/II.

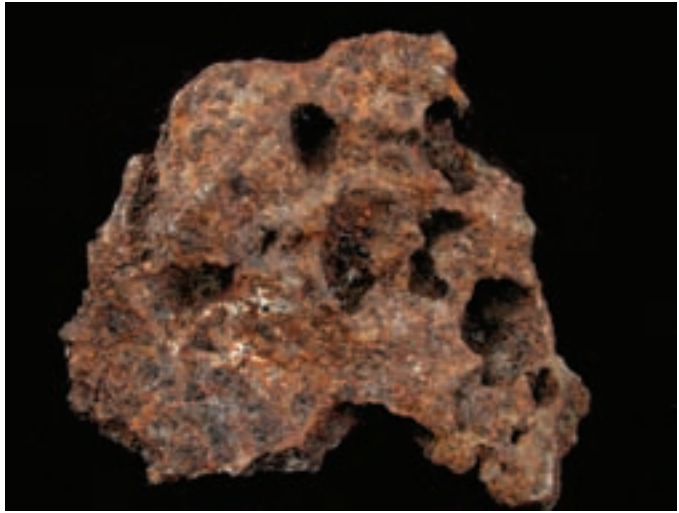


Meteorit iz zgornje Tuhinjske doline, ki naj bi padel poleti leta 1923, je v resnici limonitiziran pirit. Ali je meteorit še nekje na južnih pobočjih zgornje Tuhinjske doline? Foto: Miha Jeršek

Temnorjavi meteorit smo takoj raziskali. Žal smo ugotovili, da ni meteorit, temveč limonitiziran skupek piritovih kristalov. Poleg tega vzorec ni magneten, za svojo velikost je prelahek, pa tudi drugih značilnosti železovih meteoritov nima.

Ali to pomeni, da je vsa zgodba splet domišljije in naključij, ali pa meteorit, ki naj bi domnevno padel v zgornjo Tuhinjsko dolino, še čaka odkritelja?

Leta 1999 nam je učiteljica Slavka Sark, profesorica likovne vzgoje v osnovni šoli Tabor v Logatcu, prinesla domnevni



Domnevni meteorit iz okolice Logatca. Neverjetna je morfološka podobnost kromove rude s kovinskimi meteoriti. Foto: Miha Jeršek

meteorit. Njenemu učencu ga je dal oče, ki ga je bil našel pri kopanju vodnjaka leta 1986 v Novem svetu pri Hotedrščici. In res! Vzorec brez primere! Težak, kovinski. Vdolbinica poleg vdolbinice. Rjava skorja, na odlomljenem delu pa srebrnobel kovinski sijaj. In še magneten! Navdušenje je bilo popolno. Gospa Sark nam je prinesla še preostale tri vzorce; vsi štirje so bili prvotno en kos, velik 20 x 15 cm.

Ker je bil čas dopusta, smo sklenili, da se podrobna analiza kemične sestave opravi čez kakšen mesec. Medtem smo opazovali utrinke ... Na poti proti domu smo morali obiskati carinski urad – in glej presenečenje! Na lično izdelanem lesenem podstavku je bil na vidnem mestu postavljen prav takšen meteorit, kakršen je bil naš. Izvedeli smo, da so ga našli v tovoru, ki je prihajal iz Rusije in da so jim ga lastniki poklonili, ker jim je bil tako všeč. Seveda so jih imeli lastniki še mnogo več. Ali smo bili na sledi mednarodni trgovini z meteoriti?

Analiza kemične sestave, ki sta jo opravila dr. Peter Kump in dr. Marijan Nečemr na Institutu Jožef Stefan, je pokazala, da je vzorec domnevnega meteorita iz Novega sveta kromovo-železova ruda. To je potrdil tudi profesor Jakob Lamut z Naravoslovnotehniške fakultete. Vsi smo bili nekoliko razočarani, a vseeno zadovoljni z novimi spoznanji. Morfološka podobnost kromovo-železove rude s kovinskimi meteoriti je res neverjetna. Le kdo bi vedel, kako se je ta ruda znašla v Novem svetu.

Na Tolminskem je znana legenda o padcu meteorita okoli leta 1885 na hrib Kobilnik nad sotočjem Tolminke in Zadlaščice. Pastirici s kmetije Mažarevc naj bi se ob blisku in udarcu prika-

zala devica Marija. Ob obletnicah tega dogodka so vse do prve svetovne vojne vsako poletje romale na Kobilnik večtisočglave procesije vernikov, celo iz Furlanije. Na mestu prikazovanja še danes stoji litoželezni križ, ki so ga z vozom pripeljali z Dunaja. Poseka ob križu, ki so jo obnovili pred leti, je vidna tudi iz doline, še posebej izpred okrepčevalnice P^r Palukču pri Tolminskih koritih, kjer nam je njen lastnik Milan Šorli pripovedoval to zgodbo. Znani zbiralec ostankov prve svetovne vojne Tilio iz Tolmina je bil prvi, ki je imel v teh krajih detektor za kovino. Dobil ga je od ameriških vojakov, ki so po drugi svetovni vojni bivali v coni B in odstranjevali minska polja. Pri sistematičnem iskanju na Kobilniku mu je uspelo najti poleg mnogih kovinskih ostankov iz prve vojne tudi delno zaobljeno in luknjičavo kovinsko gmoto, ki so jo seveda takoj proglasili za meteorit. Najdbo naj bi potrdili tudi na Institutu Jožef Stefan, kjer kasneje v arhivih žal nismo našli nobenih podatkov, in v nekem muzeju v Frankfurtu. Sin pokojnega najditelja je še imel eno rezino tega primerka, ki nam jo je prijazno pokazal. Takoj smo ugotovili, da je to kovinski baker s prevleko zelenega volka – malahita. Bakreni meteoriti pa niso znani. Tudi delno konveksna oblika na eni strani ter ravna na drugi sta kazali, da je bila kovina ulita v neko posodo. Že kmalu smo lastnika in nahajališče obiskali v spremstvu arheologinje dr. Neve Trampuž Orel, ki je potrdila, da je predmet polizdelek, verjetno iz bronaste dobe. Mesto najdbe za bronasto dobo dragocene najdbe je zelo nenavadno, saj je visoko nad dolino Soče v stranski dolini. Razmislek pa nas je vodil do spoznanja, da smo verjetno na sledi stari tovorniški poti med Soško dolino in Bohinjem preko sedla med Tolminskim Migovcem in Podrto goro. Meteorit nas torej nekje na Kobilniku še čaka.

Pred kratkim nam je zelo uspešen amaterski arheolog in kriminalist Pavel Jamnik prinesel v analizo sumljiv podolgovat zaobljen kovinski predmet z deloma dendritsko površino,



Kroglasti meteoriti so kroglice stisnjene drobnozrnate hematitne in magnetitne rude, ki jo najdemo ob železniških tirih. Na svežih presekih imajo kovinski sijaj; premer do 10 mm. Foto: Miha Jeršek



Polizdelek iz kovinskega bakra, verjetno iz bronaste dobe, iz stranske doline reke Soče; 12 x 7 cm. Foto: Uroš Herlec



*Kapljica na hitro ohlajene nikljevo-
železove litine iz žlindre jeseniške
železarne; 44 x 18 mm.
Foto: Miran Udovč*

ki ga je njegov znanec našel na Žirovniškem polju; predmet je bil osumljen, da je meteorit. Že v jeseniški železarni so na odžaganem vzorcu napravili analizo, ki je pokazala več kot 23 % niklja. S kolegom metalografom Boštjanom Markolijem smo se lotili analize še mi in ugotovili, da je osumljenec velik kapljičast kovinski skupek, ki je ostal v žlindri pri ulivanju v jeseniški železarni. Žlindra je razpadla, izluščeni kovinski skupek z dendritsko površino, ki kaže, da se je talina hitro ohlajala, pa se je na nepojasnen način znašel na Žirovniškem polju.

Leta 1994 smo iz Murske Sobote po pošti dobil v analizo nenavadno kroglico s kovinskim sijajem. Lastnik, ki ne želi biti imenovan, je pripisal, da mu je ponoči priletel meteorit v vetrobransko steklo avtomobila in ga razbil. Analiza kroglice s premerom 12 mm je pokazala, da je to peletirana hematitno-magnetitna ruda, ki jo slovenski železničarji v velikih količinah prevažajo iz koprškega pristanišča v avstrijske železarne. Vzrok za padec in udarec torej ni bila Zemljina gravitacija, ampak hitro krčenje na frači raztegnjene elastike.

Na koncu se lahko vprašamo: Le kdaj bomo v Sloveniji našli meteorit? Gotovo je, da nekje je, saj so jih našli v vseh deželah okrog nas in je torej le vprašanje časa, kdaj se bomo takšne najdbe razveselili tudi mi. Zelo malo verjetno je, da bi ga imeli priložnost opazovati pri padcu. Kdor bo to doživel, bo imel izjemno srečo in naj si zapiše prav vsako podrobnost, ki jo bo ob tem opazil. Verjetneje je, da ga bomo našli slučajno na terenu, kjer bo takó drugačen od drugih kamnin, da bo pritegnil našo pozornost.

Do tedaj pa nam ostanejo utrinki in tudi zanje si je vredno vzeti čas.

Literaturna vira:

- ZEBEC, V., 1985: *Uz izložbu Pojave izvenzemaljske materije na Zemlji u Mineraloško-petrografskom muzeju u Zagrebu*. Mineraloško-petrografski muzej, Zagreb.
- HERLEC, U., 2005: *Nastanek Zemlje*. V: Kaj spreminja svet, str. 7-8, Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana.

JAVNO DOSTOPNE ZBIRKE

Javno dostopne zbirke

Od časa, ko je minerale v deželi Kranjski zbiral baron Sigmund (Žiga) Zois pl. Edelstein, so do danes nastale številne zbirke, kar pomeni, da ima zbiranje mineralov v Sloveniji zavidljivo tradicijo. Nekatere zbirke so se ohranile, druge propadle. Zato je pomembno, da ima prav vsaka zbirka svojega skrbnika. To je največkrat njen lastnik, če je zbirka zasebna, ali pa kustos, če je zbirka muzejska. Danes ločimo več vrst zbirk, odvisno od njihovega namena. Nekatere so kulturnozgodovinske, druge sistematske, tretje študijske. Pri snovanju zbirke je pomemben koncept. Minili so namreč časi, ko se je zbiralo vse povprek in je bil cilj le čim višja številka v inventarni knjigi. Bistveno pomembnejše je, da so zbirke čim bolj strokovno obdelane, da so primerki oštevilčeni, inventarizirani, in da so podatki vnešeni v računalniško bazo. Ob podatkih o primerku so prav tako, če ne še bolj, pomembni podatki s terena – kje in kdaj je bil vzorec najden. Prav vsak mineral v zbirki je namreč materialen dokaz za dogodke v geološki preteklosti. In vsi podatki, ki so shranjeni ob vzorcu, nam lahko pomagajo te dogodke tudi razumeti.

V vseh prispevkih tega zbornika je navedeno, iz katerih zbirk so posamezni minerali. Nekateri so iz zasebnih, drugi iz zbirk različnih institucij in javnih zavodov. Tiste zbirke, katerih skrbništvo podpirata država in/ali lokalna skupnost, morajo biti javno dostopne. Pomembno je tudi, da ima vsaka zbirka svoj statut. V njem so namreč zapisana pravila za delo in rokovanje z zbirko, določen je njen skrbnik in podobno.

V poglavju o javno dostopnih zbirkah so predstavljene najpomembnejše zbirke: Prirodoslovnega muzeja Slovenije, Rudnika živega srebra v Idriji, Mežiškega rudnika svinca in cinka, Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in Zavoda za kulturo Slovenska Bistrica. V to poglavje je uvrščena tudi Seidlova zbirka, ki je razstavljena na gimnaziji in ki priča, da so nekoč mnogo cenili zbirke mineralov, fosilov in kamnin, saj velika večina današnjih gimnazij takšnih zbirk nima. Posebna zbirka je še Branisljeva zbirka radioaktivnih mineralov v Loškem muzeju. Njeni skrbniki želijo postaviti osrednjo zbirko takšnih mineralov v Sloveniji in upamo, da so ti prvi vzorci spodbuda za ureditev zbirke v prihodnosti. Danes si jo lahko ogledamo le ob vnaprejšnji najavi. Za konec je predstavljena zasebna zbirka Renata Vidriha, ki je kar del domače hiše spremenil v muzej in razstavil minerale tako, da si jih ob vnaprejšnji najavi lahko tudi ogledamo.

dr. Miha Jeršek

Mineraloške zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije

Miha Jeršek, Breda Činč Juhant



Pošta Slovenije, 2005: poštna znamka z motivom zoisita s Svinje/Sauualpe iz mineraloške zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Fotografija kristala Miha Jeršek, risba kristala Mirjan Žorž, oblikovanje Matjaž Učakar. Znamka je izdana ob 200-letnici poimenovanja minerala.



Baron Sigmund (Žiga) Zois je bil fužinar, naravoslovec, mineralog in zbiralec, ki je pomembno zaznamoval kulturo slovenskega naroda. Njegova zbirka mineralov, rud in kamnin je ena izmed ustanovnih zbirk prvega muzeja na Slovenskem. Risba: Matjaž Učakar

Prirodoslovni muzej Slovenije hrani kulturnozgodovinske, razstavne in študijske mineraloške zbirke. V kulturnozgodovinskem pomenu je najpomembnejša zbirka mineralov, rud in kamnin, ki jih je zbral baron Sigmund (Žiga) Zois (1747 – 1819). Zbirka obsega približno 5000 primerkov, v glavnem iz tedanjih evropskih najdišč. Med slovenskimi so še posebno zanimivi primerki cinabarita iz idrijskega rudnika in kristali kremena iz okolice Črnega vrha pri Polhovem Gradcu ter iz okolice Cerknice. Edinstveni so vzorci zoisita s Svinje/Sauualpe, saj so to prve najdbe tega minerala na svetu sploh. Našel jih je trgovec z minerali Simon Prešern in jih prinesel Zoisu, ki je predvideval, da je to še neznan mineral. Zois je vzorce poslal vodilnim evropskim mineralogom, ki so potrdili njegovo domnevo in ga njemu v čast leta 1805 poimenovali zoisit.

Zoisova zbirka je pomembna muzejska zbirka in dokaz, da je naravoslovje v muzealstvu na Slovenskem vedno imelo pomembno vlogo. Ta zbirka namreč sodi med ustanovne zbirke prvega muzeja na Slovenskem, Deželnega muzeja, ki je bil ustanovljen leta 1821, za javnost pa odprt desetletje zatem. Prvotno je bila razstavljena večina Zoisovih mineralov. S selitvami in vedno novimi postavitvami pa se je razstavni del zbirke skrčil na približno 300 primerkov. Preostale ponovno reinventariziramo in si jih bo kot razstavno depojsko zbirko mogoče ogledati v novi zgradbi Prirodoslovnega muzeja Slovenije.

Med pomembnejšimi zgodovinskimi eksponati so še ploščice kamnin in mineralov, ki jih je zbral višji državni uradnik v nekdanji vojvodini Kranjski Jožef Palnstorf. Zbirko je Deželnemu muzeju leta 1831 oziroma 1832 predal njen drugi lastnik, graščak Friderik Rudež. Predsednik muzejskega kuratorija, grof Franc Jožef Hanibal Hohenwart, pa je dal izdelati dve leseni bidermajerski mizi, obloženi s 393 ploščicami iz **Palnstorfove zbirke**.

V osemdesetih letih preteklega stoletja se je nabral razmeroma obsežen fond rud oziroma rudnih mineralov, pretežno z območja Balkana, posebne pozornosti pa so deležni primerki iz slovenskih rudišč.

V zadnjem času še posebno skrbno urejamo **študijsko zbirko Minerali Slovenije**. Do sedaj obsega 1500 inventariziranih primerkov, ki so večinoma razvrščeni po nahajališčih,

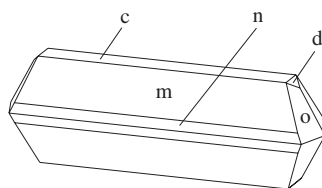


Detajl kristala zoisita s Svinje/Sausalpe; 30 x 25 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

podatki o vzorcih pa so vnešeni v računalniško bazo podatkov. So pomembno dokazno gradivo o burnih dogodkih v geološki preteklosti slovenskega ozemlja. Najpomembnejši del zbirke so minerali mežiških rudišč s podatki o natančnem mestu najdbe v rudniku. Pomemben del zbirke so Prirodoslovnemu muzeju Slovenije podarili tako imenovani *prijatelji darovalci*. Med njimi so tudi primerki iz drugih držav; posebno zanimivi so iz Južne Amerike, Avstralije in tudi od drugih.

V **šolski zbirki mineralov** so eksponati, namenjeni pedagoškemu delu.

V novem Prirodoslovnem muzeju Slovenije, ki je predviden v Biološkem središču v Ljubljani, bo kot del osrednje razstave Narava Slovenije tudi stalna zbirka slovenskih mineralov. Preostale pomembne zbirke in zbrano gradivo pa bodo javnosti dostopni ob tematskih razstavah in kot razstavna depojska zbirka.



Kristal zoisita z nahajališča Prickler Halt s Svinje/Sausalpe v Avstriji, kjer je bil odkrit. Pinakoid $c\{001\}$, prizme $d\{012\}$, $m\{401\}$ in $n\{601\}$ ter bipiramida $o\{111\}$. Risba: Mirjan Žorž



Zoisit s Svinje/Sausalpe; 12 x 5 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Miha Jeršek

Študijska geološka zbirka Rudnika živega srebra Idrija

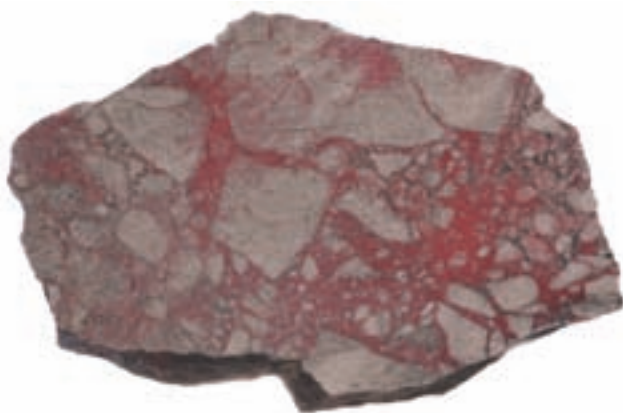
Bojan Režun



*Cinabarit iz Idrije; 2 mm. Zbirka Rudnika živega srebra Idrija.
Foto: Miran Udovč*

Z razvojem idrijskega rudnika in odkopavanjem živosrebrove rude so rudarji pri delu našli tudi mnoge naravne zanimivosti in znamenitosti, ki smo jih shranili in ohranili zanamcem. Idrija ima s svojo petstoletno tradicijo rudarjenja danes poleg tehniške ohranjenosti tudi bogato naravno dediščino. Njen pomembni del so kamnine, fosili, minerali in rude idrijskega rudišča ter bližnje okolice, ki jih hranimo v zbirkah Rudnika živega srebra Idrija in v Mestnem muzeju Idrija.

Prvi podatki o manjših zbirkah idrijskih mineralov in rud v lasti tedanjih rudniških uslužbencev segajo v 18. stoletje. Niso pa se žal v Idriji ohranili primerki rud in mineralov, ki jih je zbral od leta 1754 in uporabljal pri svojem poučevanju rudniški zdravnik in evropsko pomemben naravoslovec Giovanni Antonio Scopoli. Prav tako je po odhodu iz Idrije leta 1781 odnesel s seboj v Ljubljano svojo zbirko tudi Baltazar Hacquet. Ko je znani slovenski geolog Marko Vincenc Lipold leta 1867 prevzel upravljanje idrijskega rudnika, je tam že bila geološka zbirka, ki jo je v naslednjih letih še dopolnil. Zbirka je po obsegu in vsebini sčasoma dobila nacionalni pomen. Leta 1912 je Josip Kropáč, ki se je ukvarjal predvsem z geologijo idrijskega rudišča, zapisal, da ima rudnik prav po Lipoldovi zaslugi dragoceno zbirko.



Redek primerek bogate brečaste cinabaritove rude, ki je nastala v cementu in odlomkih breče; 14 x 10 cm. Zbirka Rudnika živega srebra Idrija.

Foto: Miran Udovč

Manjši, še ohranjeni del **Lipoldove geološke zbirke** je danes shranjen v Mestnem muzeju Idrija. Po ustanovitvi muzeja leta 1956 so rudniški strokovnjaki v grajskih prostorih postavili novo, obsežno **stratigrafsko-litološko, paleontološko in mineraloško zbirko** ter bogato **zbirko živosrebrovih rud**. Leta 1992 je bila zbirka strokovno dopolnjena in postavljena v prenovljene prostore idrijskega Mestnega muzeja.

Prav tako pomembna ohranjena geološka zbirka je **študijska zbirka Rudnika živega srebra Idrija**, ki je pričela nastajati z uvedbo geološke službe pri rudniku. V njej je preko 800 različnih primerkov vseh kamnin, rud in mineralov, ki jih najdemo v rudišču. V zbirki so vzorci, ki so jih zbrali rudniški geologi pri raziskovanju idrijskega rudišča in širše okolice Idrije med letoma 1955 in 2003. Zaradi kompleksnosti je zbirka razdeljena v sedem tematskih sklopov. Posamezni primerki so zaradi izjemne geneze in razvoja rudišča unikatni v strokovnem pogledu. Vzorci predstavljajo posamezne geološke elemente, pomembne za razvoj in zgradbo rudišča (mineralogija, petrologija, sedimentologija, rudna geologija, tektonika). Kot celota zbirka zaokroža spoznanja več generaciji geologov o nastanku idrijskega rudišča živega srebra, ki je mnogim raziskovalcem pomenil poseben izziv. Odločitve pri urejanju zbirke temeljijo na izjemno bogati ohranjeni geološki dokumentaciji. Geološka zbirka je tudi računalniško obdelana. V bazi podatkov so strokovni opis, posebnosti in lokacija (jamomerske koordinate, geološka karta) posameznega vzorca v rudišču. Dodana je tudi njegova fotografija.

Večji del zbirke je razstavljen in na razpolago raziskovalcem v novih upravnih prostorih Rudnika živega srebra v sklopu jaška Frančiška, nekaj najlepših primerkov pa je razstavljenih v vhodni zgradbi Antonijevega rova, kjer si jih lahko ogledajo obiskovalci idrijskega podzemlja.

Podzemlje Pece - muzej rudnika svinca in cinka Mežica

Suzana Fajmut Štrucl



*Wulfenit iz revirja Doroteja;
18 x 14 cm. Najdba Aleksander
Rečnik, zbirka muzeja rudnika svinca
in cinka Mežica.
Foto: Aleksander Rečnik*

Turistični rudnik in muzej smo uredili v okviru zapiralnega programa Rudnika svinca in cinka Mežica, da bi ohranili izjemno bogato, naravnogeološko, tehnično in kulturno dediščino rudnika, ki je na območju zgornje Mežiške doline deloval več kot 330 let. V tem okviru smo leta 1997 posebej uredili in odprli za javnost del rudišča Moring.

Obisk **muzeja v naravi** je posebno doživetje. Do revirja Moring v osrčju gore Pece popeljemo obiskovalce po 3,5 km dolgem rovu Glančnik s pravim rudarskim vlakom. Obiskovalci izstopijo v revirju Moring, kjer so vsi tehnični objekti, potrebni za proizvodnjo rude, in je v celoti ohranjena in vzdrževana podoba rudarskega delovišča.

Predstavljeni so stroji in oprema, ki nazorno prikazujejo nekdanje načine rudarjenja, od pričetkov do zadnjih dni pridobivanja rude, ki se je končalo leta 1994. Obiskovalce seznanimo z metodami odkopavanja rude ter njenega transporta na površino, orodje in osebno opremo rudarjev ter sistem varnostnih ukrepov. Predstavljeno je tudi raziskovalno vrtnanje na jedro, s katerim so v rudniku iskali nova rudna telesa, ter vrtnanje za iskanje rudnih podaljškov, pri katerem so iz vrtine dobili prašnate vzorce.



*Anglesit; višina 15 mm. Zbirka muzeja rudnika svinca in cinka Mežica.
Foto: Miha Jeršek*

Obiskovalci prehodijo 1,5 km dolgo pot v spremstvu izkušenih vodičev, ki so bili nekoč tudi sami rudarji in lahko posredujejo svoje bogato znanje, izkušnje in tradicijo.

Ob poti so tudi ostanki svinčevo-cinkove rude v naravnem okolju. Obiskovalce, ki jih zanima geologija, popeljemo tudi do mesta, kjer so ohranjeni rovi in odkopi s profili najpomembnejših rudonosnih ladinjskih (wetersteinskih) plasti s tipičnimi orudjenji mežiških rudišč.

Po zaprtju rudnika bosta ostala odprta tudi dela rudišča Topla in Helena, vključena v ponudbo turističnega rudnika in muzeja. V zgornjem delu rudišča Topla smo zavarovali profil sedimentnega orudjenja. V rudišču Helena so ohranjena v svetu zelo znana nahajališča wulfenita in kristalov kalcita.

V poslovni in stanovanjski zgradbi iz leta 1927, ki smo jo spremenili v muzej, so postavljene številne zbirke, med njimi **petrološka, mineraloška in rudna**.

Pestra geološka sestava kamnin Mežiške doline z okolico je predstavljena na reliefu. Razstavljeni so tudi vzorci kamnin. V skladu s starostjo, vrsto kamnine in regionalno razprostranjenostjo lahko vidijo obiskovalci vse značilne kamnine slovenske Koroške: od magmatskih kamnin južno od Periadriatskega šiva in na področju Smrekovca, do kontaktnometamorfni kamnin, nastalih ob stiku regionalnometamorfni kamnin z magmo.

Od sedimentnih kamnin so razstavljene kamnine orudenega dela zgornje Mežiške doline, ki jih gradijo triasni apnenci in dolomiti. Dokaz, da so kamnine, v katerih so rudna telesa, nastale v morju, so fosili, med njimi korale, amoniti in polži, ki so razstavljeni v muzeju.

Posebnost mežiških rudišč so minerali lepih kristalnih oblik, od katerih je najbolj cenjen in v svetu poznan wulfenit močnih barv v rumenkasto-oranžno-rjavih odtenkih. V zbirki pa so tudi številni primerki kristalov kalcita in drugih sekundarnih mineralov, ki so jih našli v mežiških rudiščih: anglesit, cerusit, smithsonit, limonit, hidrocinkit, greenokit in descloizit.

V zbirki rud so številni slikoviti primerki svinčeve in cinkove rude z značilnimi strukturami in teksturami, ki kažejo raznolikost okolij in pogojev njihovega nastanka.

Reliefna in prostorska oblikovanost območja, globinska razsežnost odkopanih rudnih teles ter več kot 1.000 km skupne dolžine jamskih del so predstavljeni s trodimenzionalnim steklenim modelom v merilu 1 : 2880. Na stenski jamski karti so prikazane vse najpomembnejše lokacije rudišč in vsi pomembnejši jamski prostori v merilu 1 : 2000.

Tako obsežen rudnik je nastal zaradi orudjenja z mineraloma galenitom in sfaleritom, ki sta vedno imela pomembno ekonomsko vrednost. Spremlja ju vrsta redkejših in ekonomsko manj pomembnih, a mineraloško nadvse zanimivih mineralov.



Utrinek z ogleda turističnega rudnika in muzeja Podzemlje Pece. Poleg naravnih vrednot si lahko v turističnem delu rudnika ogledamo tudi nekatere predmete tehniške kulturne dediščine. Foto: Tomo Jeseničnik

Del muzeja je namenjen predstavitvi pomembnih geodetskih del v rudniku – meritvam jamskih prostorov, ki so jih jamomerci vrisali na jamske karte, te pa so služile za podlago nadaljnjemu rudarskemu in geološkemu delu.

V muzeju je razstavljeno tudi dokumentarno fotografsko gradivo, ki priča o delu in življenju rudarjev v različnih zgodovinskih obdobjih. Kako so živeli rudarji v obdobju med obema vojnama, je predstavljeno v delu zgradbe, kjer so bila poleg poslovnih prostorov tudi rudarska stanovanja.

Glede na bogato zgodovino, velike razsežnosti rudnika in še številne neizčrpane priložnosti muzej še vedno dopolnjujemo. Odprti del rudnika in ohranjeni arhiv sta osnova za raziskovanje, študij in razvoj tudi v prihodnje.

Bogato geološko naravno dediščino pa bomo povezali v geološki park.

Zbirka mineralov, kamnin in rud na Oddelku za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

Uroš Herlec

Zbirko je osnoval redni univerzitetni profesor Karel Hinterlechner leta 1920. V prvem študijskem letu 1919/20 povsem nove univerze v Ljubljani je bil prvi zaposleni in obenem snovalec ter predstojnik stolice (katedre) za mineralogijo in petrografijo na novoustanovljenem Mineraloško-Petrografskem institutu in Institutu za nauk o slojiščih (o nastanku rudišč), ki sta bila del Tehniške fakultete. Karel Hinterlechner je končal gimnazijo v Ljubljani. Na dunajski univerzi je študiral mineralogijo in petrografijo od leta 1894 do 1898 pri svetovno znanem profesorju Gustavu Tschermaku. Predavanja iz drugih geoloških vsebin je poslušal pri drugem znanem profesorju, Edvardu Suessu, ki ga je navdušil tudi za druga področja geologije. Od leta 1898 je bil Hinterlechner asistent na nemški tehniški visoki šoli v Brnu. Že leta 1899 je bil promoviran za doktorja filozofije. Na Češkem je v letih od 1898 do 1899 kot sodelavec Cesarsko-kraljevega geološkega zavoda na Dunaju začel s terenskim delom za dva lista geološke karte v merilu 1 : 75.000, ki jih je dokončal kasneje. Čas od leta 1900 do konca prve svetovne vojne je preživel na geološkem zavodu na Dunaju ob obilici terenskega dela, največ na Češkem. V zadnjih vojnih letih je bil tudi njegov poddirektor, kar je bilo za geologa in Slovence na Dunaju nedvomno častivredno delovno mesto in veliko priznanje njegovim sposobnostim in dotodanjemu delu. Profesor Karel Hinterlechner je nedvomno idejni in izvedbeni oče univerzitetne zbirke mineralov, kamnin, rud in fosilov, saj je do leta 1932, ko je nenadoma umrl, pridobil za zbirko skoraj dve tretjini, to je 9140 od 14.213 do marca 2006 inventuriranih primerkov. Pridobil je tudi sredstva za izdelavo uglednih in še vedno najbolj uporabnih hrastovih vitrin, ki so bile izdelane v Ljubljani po načrtih vitrin podobne zbirke na univerzi v Pragi, ki jih je preskrbel ugledni profesor mineralogije tamkajšnje univerze in predsednik Češke akademije znanosti dr. Karel Vrba. Profesor Hinterlechner se je očitno zavedal, da je prav primerjalna zbirka mineralov, rud in kamnin nujna osnova za kvaliteten študij geologije in rudarstva.

Novo vzorce za zbirko je profesor Hinterlechner pridobil na zelo različne načine. Bil je večkratni dekan Tehniške fakultete in šesti rektor Univerze v Ljubljani med letoma 1924 in 1925.



Dr. Karel Hinterlechner je ustanovil Zbirko mineralov, kamnin in rud, ki jo danes hrani Oddelk za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete. Stenska fotografija na Oddelku za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete. Neznani fotograf, reprodukcija: Miran Udovč

Opravljal je še vrsto drugih pomembnih funkcij. Za nakupe vzorcev – do konca leta 1932 jih je bilo kar 4710 – za to še danes najuglednejšo in najpopolnejšo slovensko študijsko sistematsko zbirko, je v tekmovanju s premnogimi finančnimi potrebami drugih fakultet uspel pridobiti znatna sredstva tudi takrat, ko je bila njegova fakulteta v tesnem finančnem primežu beograjskih oblasti. Poleg zbirke je pridobil tudi zavidljivo knjižnico in precej izobraževalne in raziskovalne opreme. Kaže, da je bil izjemno sposoben in na univerzi zelo ugleden in vpliven. Leta 1921 je na njegovo prošnjo ministrstvo za javna dela v Pragi izdalo državnim češkim in slovaškim rudnikom nalog za pripravo sistematičnih študijskih zbirk značilnih mineralov in rud iz najpomembnejših rudnikov in nahajališč prav za univerzitetno zbirko, kar je podprl tudi takratni v Pragi službujoči diplomat Kraljevine Srbov, Hrvatov in Slovencev in kasnejši minister v jugoslovanski vladi dr. Ivan Hribar, nekdanji ljubljanski župan. Veliko vzorcev so mu podarili ugledni stanovski prijatelji iz časa njegovega geološkega kartiranja na Češkem od leta 1898 do 1899, in iz časa, ki ga je preživel na Dunaju, ter kolegi geologi in rudarji iz nekdanje habsburške monarhije in takrat nove kraljevine Jugoslavije.

Vse večje sistematske strokovne zbirke (skupaj 2984 vzorcev) je profesor Hinterlechner kupil pri še danes svetovno znanem nemškem podjetju Franz Krantz v Bonnu. Za manjše vsote je pridobil tudi manjše zbirke zasebnikov iz raznih krajev takratne Jugoslavije in novih držav, ki so nastale na prostoru nekdanje monarhije. Sem sodijo: zbirka ravnatelja Kranjske hranilnice in predvojnega dunajskega dvornega svetnika M. Pirnata (567 vzorcev), v kateri so ob drugih še posebej lepi primerki iz češkega rudišča Příbram, zbirka I. del Cotta iz Brežic (778 vzorcev), polkovnika H. Hoernesa iz Lienza ob Donavi (280 vzorcev) ter T. Wippla iz Kirchendorfa ob reki Kremži (250 vzorcev), v kateri so bili tudi lepi fosili predvsem iz klasičnih čeških paleozojskih nahajališč, ki so zdaj del Paleontološke zbirke Oddelka za geologijo. Največji donator zbirke je bil profesor Hinterlechner sam, saj je podaril čez 400 vzorcev. Po številu donacij mu sledi vitez A. Schöppel (skupaj 372 vzorcev). Vse te manjše zbirke je Karel Hinterlechner glede na študijske potrebe sproti vključeval v glavne strokovne zbirke.

Zelo pomembne vzorce ob začetku nastajanja zbirke, ki podajajo pregled različnih tipov rud in izbor najlepših mineralov, sta podarili upravi litijskega rudnika Sitarjevec in Mežiških rudnikov. Takrat pridobljeni skupki litijskega cerusita so še vedno najlepši, kar jih imamo v Sloveniji, mežiškega wulfenita pa so nedvomno med najlepšimi. Karel Hinterlechner v svojem poročilu v zborniku ob 10-letnici Univerze v Ljubljani omenja, da so zelo pomembni del zbirke tudi darovi posameznikov in s posebnim priznanjem navaja darila svojih absolventov in slušateljev, ki so



Vitrina z vzorci mineralov iz litijskega rudišča Sitarjevec, med katerimi so tudi znameniti primerki cerusita.
Foto: Miran Udovč.

po končanem študiju strokovno in znanstveno delovali po vsem Balkanu ter drugod po svetu in z izjemnimi vzorci bogatili zbirko, obenem pa ohranjali stik, potrevali stanovsko pripadnost in se z darovi simbolično zahvalili svoji *almi mater montanistiki*, ki jim je dajala znanje v letih študija. Ta način pridobivanja vzorcev je bil še do nedavnega zelo pomembna tradicija tudi po zaslugi vseh takratnih skrbnikov zbirke. Pomemben del vzorcev pa so že od samega začetka nabirali na študijskih ekskurzijah in na terenskih vajah ter pri raziskovalnem delu. Načrtno odvzete tipične vzorce rud in prikamnin je pridobil iz večine delujočih rudnikov in premogovnikov s področja nekdanje avstroogrške monarhije in Jugoslavije.

V okviru zbirke je osnoval devet osnovnih tematskih strokovnih zbirk. To so: **mineraloška sistematska zbirka**, **kemijska tehnološka zbirka**, **strokovna zbirka iz nauka o slojiščih** (veda o nastanku rudišč), **internacionalna petrografska zbirka**, **domača petrografsko-stratigrafska zbirka**, v kateri so bili takrat le vzorci iz Slovenije, danes pa so v njej tudi primerki s področja povojne Jugoslavije, **gradbeno-arhitektska zbirka**, **zbirka posameznih rudnikov**, tako iz Jugoslavije kakor tudi od drugod, in **dijaška študijska zbirka**, kar kaže na njegov poseben posluš na študentske potrebe. Paleontološka zbirka, ki

jo je tudi osnoval profesor Hinterlechner, pa so že v letu 1929 začeli uporabljati na Mineraloško-petrografskem inštitutu na takratni Filozofski fakulteti. Ta inštitut je šele po drugi svetovni vojni prešel v okvir Fakultete za naravoslovje in tehnologijo in se združil s katedrami nekdanje Tehniške fakultete v Oddelek za geologijo. Za zbirko mineralov nekdanjega Inštituta za mineralogijo in petrografijo na Filozofski fakulteti, ki jo je nasledila Katedra za geologijo in paleontologijo, se je v začetku osemdesetih let izgubila vsaka sled.

Zbirko so po smrti Hinterlechnerja zgledno varovali in dopolnjevali v naslednjih obdobjih pater Janez Žurga, profesor Vasilij Nikitin in profesor Jože Duhovnik s sodelavci profesorjem Dušanom Kuščerjem, Dragico Strmole, Cirilom Gantarjem in drugimi. Zelo pomemben del zbirke so vzorci, ki jih je v času svojih raziskovanj jugoslovanskih in slovenskih rudišč zbral priljubljeni in spoštovani zaslužni profesor dr. Matija Drovenik. Na svoji praksi v kontaktnometamorfne rudišču svinca in cinka Stari trg – Trepča je nabral več deset izrednih primerkov. Izredno pomembni so vzorci iz metasomatskega rudišča Bor in drugih rudnikov ter premogovnikov. V sodelovanju z dr. Ivanom Mlakarjem je zbral značilne rude idrijskega rudišča, vrsto vzorcev iz mežiških rudišč ter iz rudišča Topla. S svojih potovanj po svetu je prinesel tudi vzorce nekaterih najpomembnejših svetovnih rudišč. Pomembne vzorce je v skladu s stanovsko tradicijo prispevala vrsta montanistov, med katerimi je glede na število in pomen vzorcev potrebno posebej omeniti ing. Marjana Dolenca.

Zbirka Oddelka za geologijo je najpomembnejša muzejsko-studijska sistematska zbirka mineralov, rud in kamnin v Sloveniji, saj obsega največje število različnih mineralov, rud in kamnin. Za raziskave načrtno odvzeti vzorci iz večine v tem času delujočih slovenskih in jugoslovanskih rudišč, od katerih je zdaj večina že zaprta, so izjemen strokoven in znanstven dokument. Mnogi med njimi pa so kot geološka dediščina nedvomno slovenska, evropska ali celo svetovna naravna vrednota.

Velik del najlepših in najznačilnejših vzorcev je danes razstavljenih v prostorih Oddelka za geologijo v stavbi montanistike na Aškerčevi 12 v Ljubljani. Fosili, ki jih je pridobil profesor Hinterlechner, pa so zdaj del univerzitetne paleontološke zbirke na Oddelku za geologijo na Privozu 11 na Prulah v Ljubljani.

Literaturni vir:

HINTERLECHNER, K., 1929: *Zgodovina Slovenske Univerze v Ljubljani do 1929*. Mineraloško-petrografski inštitut ter Inštitut za nauk o slojiščih, Ljubljana.

Zbirke kamnin, fosilov in mineralov v gradu Slovenska Bistrica

Stane Gradišnik

Grad Slovenska Bistrica je mestno in občinsko kulturno središče. Med številnimi stalnimi zbirkami v gradu so tudi zbirke kamnin, fosilov in mineralov.

Leta 1995 je bila odprta Pajtlerjeva zbirka fosilov in mineralov. Zbirka je postavljena v dveh prostorih; v prvem so fosili, v drugem pa minerali. Večina mineralov je predstavljenih po sistematski Strunzovi razdelitvi. Posebej so predstavljeni minerali, ki jih je zbral mariborski tovarnar Franc Swaty leta 1872. Vseh razstavljenih primerkov mineralov in fosilov je okoli 1600. Zbirka spada med obsežnejše zbirke fosilov in mineralov v Sloveniji.



*Franc Pajtler leta 2004 na svoji razstavi mineralov in fosilov v gradu Slovenska Bistrica.
Foto: Miha Jeršek*



Ametist iz kamnoloma Leva; 30 mm. Najdba Franca Pajtlerja, zbirka Zavoda za kulturo Slovenska Bistrica. Foto: Miha Jeršek

Leta 1998 je bila odprta druga stalna razstava s temo geološke dediščine **Kamnine Pohorja**. Zbirka zajema 37 večjih in predvsem značilnih vzorcev kamnin, ki sestavljajo masiv Pohorja: magmatske (7 vzorcev), metamorfne (25 vzorcev) in sedimentne (5 vzorcev). Med najznamenitejšimi so vsekakor granodiorit, čizlakit, marmor, ki je krojil kamnoseško zgodovino teh krajev ter mnogi drugi. Primerke sta zbrala Franc Pajtler in Vili Podgoršek.

Leta 2003 pa je bila odprta najpopolnejša regionalna sistemska mineraloška zbirka **Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica**. Približno 200 primerkov, ki jih je zbral Franc Pajtler, je razstavljenih v osmih vitrinah, ki smiselno predstavljajo tudi najpomembnejša najdišča mineralov v obeh občinah. To so kamnolomi v Cezlaku, kamnolomi v Veliki Polskavi, opuščeni rudniki v Janezovem grabnu, na Okoški gori itd.

Zavod za kulturo Slovenska Bistrica se zaveda raznolikosti in pomembnosti geološke dediščine Pohorja. Zato ob razstavah izdaja tudi kataloge, ki vse bolj podrobno obravnavajo pester svet mineralov, fosilov in kamnin. Predvsem pa si prizadeva, da vse grajske zbirke postanejo spomenik naravne oziroma kulturne dediščine Slovenije.

Literaturni viri:

- VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Vodnik po Pajtlerjevi zbirki fosilov in mineralov*; 38 str. Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.
- MIOČ, P., 1998: *Splošni pregled geološke zgradbe Pohorja* (geologija Pohorja, str. 4-7). V: *Kamnine Pohorja: stalna zbirka v gradu Slovenska Bistrica*. Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.
- PAJTLER, F., 2003: *Minerali občin Slovenska Bistrica in Oplotnica*; 76 str. Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica.

Seidlova geološka zbirka v Novem mestu

Renato Vidrih, Vasja Mikuž

Leta 1996 je gimnazija v Novem mestu praznovala svojo 250-letnico (1746 – 1996). Počastili so jo s številnimi prireditvami, vodstvo pa ni pozabilo na ureditev nekaterih »zapršenih« zbirke, med njimi tudi zbirko mineralov, kamnin in fosilov. Ob pomoči ravnateljstva, profesorjev in dijakov smo uspeli urediti zbirko in izdati katalog, ki je izšel leta 1998. Poimenovali smo jo po profesorju dr. Ferdinandu Seidlu (1856 – 1942).

V **geološki zbirki**, po kateri bi se lahko zgledovale tudi druge pedagoške ustanove, so fosili, minerali in kamnine. Med prvimi jo je najverjetneje urejal profesor Seidl, ki je poučeval na novomeški gimnaziji. To dokazuje njegov rokopis z opisi posameznih primerkov na nekaterih listkih. Seidl je bil zelo ugleden geolog, ki se je ukvarjal tudi s seizmologijo, bil je član Jugoslovanske akademije znanosti in umetnosti in kasneje tudi Akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani ter avtor številnih strokovnih in poljudnoznanstvenih člankov s področja geologije, seizmologije, meteorologije in botanike. Njegova najpomembnejša dela so razprave o podnebjju na Krasu, o fenu na dinarskem področju in o potresih. Po ljubljanskem potresu leta 1895 je organiziral mrežo poročevalcev. Njegovo glavno delo pa je knjiga Kamniške in Savinjske Alpe (1907/08), ki je prva poljudna geološka knjiga pri nas. Ob vsem tem si je vzela dovolj časa, da je poskrbel tudi za urejanje geološke zbirke, ki je seveda najboljši učni pripomoček za spoznavanje geološke dediščine.

Pri urejanju zbirke so sodelovali še drugi. Iz listkov lahko sklepamo, da je za zbirko skrbel Viktor Fabian (1905 – 1982), ki je tudi poučeval na gimnaziji in bil vsestranski naravoslovec in medicinec.

Del zbirke so fosili, ki jih je nabral in uredil šenturški župnik Simon Robič (1824 – 1897). Zanimal se je za različna področja naravoslovja, predvsem pa je z velikim veseljem zbiral fosile. Mineraloški del je dopolnil Jurij Ivanetič, ki je prispeval predvsem primerke iz rudišča Bor.

Na podlagi opisov na posameznih listkih smo ugotovili, da je največji del zbirke pripravil prav Seidl, čeprav so pri urejanju prvotne zbirke sodelovali tudi drugi. V paleontološkem delu zbirke je 206 registriranih primerkov, v mineraloškem delu 510 primerkov nekaj deset različnih mineralov, zaokrožuje pa jo še 236 primerkov kamnin, ki so večinoma s slovenskih nahajališč.



Profesor dr. Ferdinand Seidl.



V Seidlovi zbirki so primerki limonita iz okolice Žužemberka, podobni temu iz zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije; 9 x 7 cm.

Foto: Ciril Mlinar



Pogled na lepo urejene vitrine Seidlove zbirke s fosili, minerali in kamninami. Foto: Miha Hadl

Knjiga, ki je izšla ob otvoritvi zbirke, vključuje Uvod k Seidlovi geološki zbirki avtorjev Rajka Pavlovca in Andreje Škedelj Petrič, Paleontološki del Seidlove geološke zbirke avtorja Vasje Mikuža ter Mineraloški del Seidlove geološke zbirke in Kamnine v Seidlovi geološki zbirki avtorja Renata Vidriha. Vsebina knjige pouči bralca o ustvarjalcih zbirke, o nastanku življenja in razvoju živalskih in rastlinskih vrst, o svetu mineralov in kamnin. Zadnji del knjige je katalog s seznanji fosilov, mineralov in kamnin v Seidlovi zbirki. Poudariti moramo največjo pomanjkljivost zbirke – manjkajoče podatke o najdiščih. To naj bo v poduk vsem zbiralcem, da vedno skrbno zabeležijo nahajališče primerkov, ki so jih uvrstili v zbirko.

V mineraloški zbirki so zbrani predstavniki mineralov vseh devetih razredov. Med najlepšimi primerki so samородni baker, rude iz rudnika Trepča na Kosovem, primerki iz rudišča Bor, ahat in opal iz neznanih nahajališč, železove rude, nekatere po vsej verjetnosti z dolenskih nahajališč (okolice Žužemberka), aragonit in malahit iz neznanih nahajališč in še vrsta drugih primerkov.

O strokovni vrednosti posameznih zbirk je težko govoriti; vendar je Seidlova zbirka – čeprav za večino primerkov niso znana nahajališča – nedvomno zgleda vreden primer ohranjanja geološke dediščine.

Literaturni vir:

MIKUŽ, V., R. VIDRIH, R. PAVLOVEC, A. ŠKEDELJ PETRIČ, 1998: *Seidlova geološka zbirka*; 159 str. Gimnazija Novo mesto, Novo mesto.

Branisljeva zbirka radioaktivnih mineralov v Loškem muzeju

Alojzij Pavel Florjančič

Iz bogate sistematske mineraloške zbirke Škofjeločana Franca Branislja z 2579 različnimi minerali v 4915 vzorcih se je leta 1986 na 14. mednarodni razstavi mineralov in fosilov v Tržiču, ko sta bila njena pokrovitelja Rudnik urana Žirovski vrh in občina Škofja Loka, izoblikovala zbirka radioaktivnih mineralov. Braniselj je pripravil priložnostni priročnik o radioaktivnih mineralih, ki je danes najpopolnejše sistematično delo o radioaktivnih mineralih v Sloveniji. Od leta 1993 je zbirka v Loškem muzeju v Škofji Loki, za ogled pa se je mogoče dogovoriti.



Torbernit iz Branisljeve zbirke; izrez 40 x 28 mm. Foto: Miran Udovč



Avtor zbirke Franc Braniselj leta 2005. Foto: Alojzij Pavel Florjančič

Zbirka šteje 70 primerkov radioaktivnih uranovih in torijevih mineralov iz najpomembnejših svetovnih nahajališč. Posebno mesto pripada primerkom, ki jih je v rudnikih urana po svetu nabral avtor sam, največ seveda v rudniku urana Žirovski vrh.

Zbirka radioaktivnih mineralov je edina te vrste pri nas in ena redkih te vrste daleč naokoli.

Literaturni viri:

- BRANISELJ, F., 1984: *Radioaktivni minerali*; 117 str. Tipkopolis, Škofja Loka. Hrani: F. Braniselj, RUŽV, Loški muzej in Uprava RS za jedrsko varnost.
- FLORJANČIČ, A. P., 1993: *Priložnostna razstava radioaktivnih mineralov in uranovih rud v Loškem muzeju*. Loški razgledi 40, str. 257-260, Muzejsko društvo Škofja Loka, Škofja Loka.
- FLORJANČIČ, A. P., 1996: *Zasebna zbirka Franca Branislja*. Minfos 24, str. 21-27, Društvo prijateljev mineralov in fosilov Slovenije, Tržič.

Sistematska zbirka mineralov Renata Vidriha

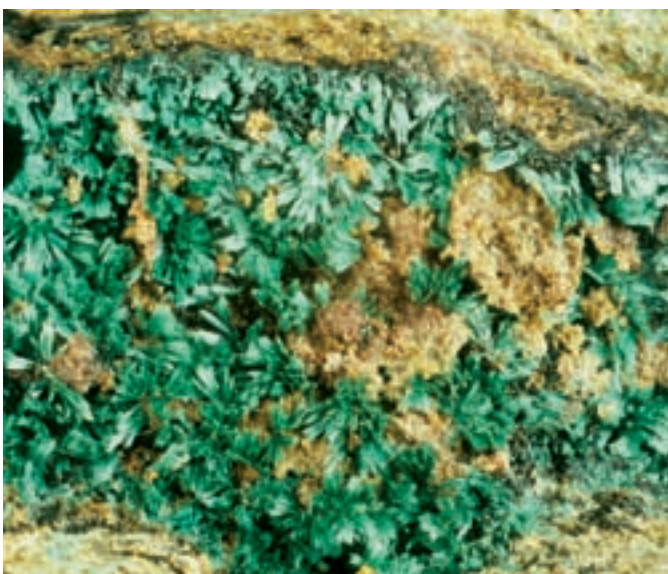
Miha Jeršek, Uroš Herlec



Renata Vidrih ob pregledu vzorcev v svoji zbirki mineralov leta 2004. Foto: Miha Jeršek

Med poklicnimi in amaterskimi mineralogi verjetno ni nikogar, ki bi ne poznal geologa Renata Vidriha. Tudi široka slovenska javnost ga dobro pozna, saj je običajno prvi, ki v medijih s strokovnega stališča razloži burne dogodke iz Zemljinih globin. S potresi, oziroma s seizmologijo, se ukvarja profesionalno. Kolegi, prijatelji in mnogi ljubitelji mineralov ga poznamo tudi kot vnetega sistematika pri zbiranju mineralov in pisca mnogih člankov.

V začetku zbiranja mu je, tako kot večini slovenskih zbiralcev, največ pomenila vsakoletna razstava mineralov in fosilov v Trzinu in trgovine v italijanski Gorici, kjer je bilo minerale mogoče kupiti vse leto. Ob domačih kalcitih in piritih se mu je zbirka postopno bogatila z minerali iz jugoslovanskih rudišč, predvsem iz Trepče, Bora, Srebrenice in makedonskih rudišč. Na ekskurzijah po slovenskih rudiščih je obogatil zbirko z idrijskimi cinabariti, mežiškimi wulfeniti, trboveljskimi meliti in uranovimi minerali iz rudišča Žirovski vrh. Posebno mesto v zbirki imajo pohorski zoisiti in draviti s Strojne.



Rože uranofana s Polhovca pri Žirovskem vrhu; 16 x 12 mm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Marijan Grm



Wulfenit na apnencu iz revirja Union; 105 x 75 mm. Najdba in zbirka Renata Vidriha. Foto: Miha Jeršek

V zgodnjih devetdesetih letih se je odločil za sistematsko zbiranje mineralov, torej ne samo lepih kristalov in lepo obarvanih mineralov, ampak tudi manj lepih, a strokovno prav tako zanimivih vzorcev, ki so pomembni v sistematiki določanja mineralov. Pred leti se je odločil za prenovo gospodarskega posloplja ob domu sorodnikov v vasi Studeno pri Postojni in v njem uredil zbirko.

Za Vidriha zbirka v škatlah ne obstaja. Prepričan je, da morajo biti minerali na ogled zbiralcu, pa še komu drugemu, ki ga to zanima. S kombiniranjem starih omar in vitrin je uspel predstaviti večji del zbranih vzorcev in narediti zbirko dostopno vsakomur.

V njej je več kot 3200 inventariziranih primerkov, ki so vpisani v računalniško bazo podatkov, torej jih lahko najdemo po letu pridobitve posameznega minerala, po nahajališčih, formulah in drugih kriterijih. Minerali so urejeni sistematsko po mineraloških tabelah Huga Strunza.

Večina lepših mineralov oziroma tipičnih predstavnikov posameznih mineralnih oddelkov je razstavljena v 30 vitrinah. Vsak mineral je na podstavku, ki je opremljen z nalepko, na kateri je ime minerala, njegova formula, rudnik ali nahajališče in država, iz katere prihaja.

V zbirki je nad 600 različnih mineralov vseh mineralnih razredov. Primerkov je seveda še mnogo več, kot je inventariziranih, predvsem s tistih nahajališč, kjer jih je nabiral sam. Mnoge je našel pri terenskem delu v Sloveniji in na nahajališčih bivše Jugoslavije.

Fotografije šestdesetih slovenskih mineralov iz Vidrihove zbirke so vključene v knjigo *Minerali na Slovenskem*, ki jo je napisal skupaj z Vasjo Mikužem in je izšla pri Tehniški založbi Slovenije

leta 1995. Najlepših 136 primerkov iz zbirke pa je Renato Vidrih opisal v knjigi *Svet mineralov*, ki jo je izdala ista založba leta 2002 v nakladi 18.000 izvodov. Zato ima zbirka nedvomno velik pomen za popularizacijo mineralogije na Slovenskem.

V dobrih tridesetih letih, odkar Renato Vidrih intenzivno zbira minerale, je postala njegova zbirka ena največjih sistematskih zbirk v Sloveniji in je vsekakor vredna ogleda. Zbrani primerki kažejo poleg poznavanja mineralov tudi poseben estetski čut.

Renato pa se ne zanima le za minerale. Poznavanje kamnin in fosilov, astronomije, botanike in še mnogih naravoslovnih in družboslovnih področij ga je oblikovalo ob samo njemu lastnem temperamentu, energiji in nekonformizmu v vedno zanimivega, presenečenj polnega sogovornika.

Literaturna vira:

VIDRIH, R., V. MIKUŽ, 1995: *Minerali na Slovenskem*; 379 str. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

VIDRIH, R., 2002: *Svet mineralov*; 104 str. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.

Pomen zbiranja mineralov

Z minerali smo življenjsko povezani vse od tedaj, ko je naš prvi prednik spoznal njihovo uporabnost. Najprej kot orodje, potem kot vir kovin in danes tudi kot vir surovin za mnoge nekovinske materiale. Prav minerali in znanje o njihovi uporabi in predelavi v nove materiale nam zagotavljajo visoko tehnološko in življenjsko raven. Zelo kmalu smo spoznali, da so minerali lahko tudi lepi. In prav zato že od prazgodovine pogosto krasijo številne lastnike in njihove domove. Kdor se zbliža z lepoto mineralov, je lahko zasvojen za vse življenje.

Minerale za zbiranje lahko kupimo na razstavah ali v za to namenjenih trgovinah, nekateri pa jih raje poiščejo sami. Ponekod v tujini je iskanje razstavnih mineralov vir preživetja in prenekateri rudniki imajo zaposlene poklicne iskalce. A minerali niso le predmeti občudovanja in zbiranja, ampak hranijo tudi zapise o svojem nastajanju in morebitnem spreminjanju v burni geološki zgodovini nekega ozemlja. Z takšnim raziskovanjem mineralov se ukvarjajo strokovnjaki geologi.

V Sloveniji so minerali precej priljubljeni. Priložnosti za nakup in menjavanje je vedno več, za najdbe pa nekoliko manj. Rudniki so večinoma že zaprti, še največ jih je na njihovih jaloviščih, zato so odkritja mineralov najpogosteje povezana z naključnim razkritjem kamnin v kamnolomih, ob različnih zemeljskih delih ali pa jih razkrije erozija. Za najdbo minerala je potrebnega nekaj znanja, veliko prakse in predvsem vztrajnosti.

Ob odkritju nahajališča mineralov je pomembno, da ga ustrezno dokumentiramo. Najdišče fotografiramo in njegovo lego označimo na najboljši topografski karti, ki jo lahko dobimo na geodetskih upravah. Posebnega pomena so fotografije nahajališča, ko so minerali še v kamnini, razpoki, žili ali kako drugače vrasčeni, še preden smo jih z nahajališča odstranili. Pri tem ne smemo pozabiti na primerjalno merilo ali priložen predmet znane velikosti, pa naj gre za fotografije prikamnine ali minerala. Da bi lahko razumeli, kako in zakaj je mineral nastal, je pogosto nujno poznati in razumeti tudi vrsto prikamnine, zato si zagotovimo reprezentativne primerke. Vse podatke o značilnostih nahajališča zapišemo v terenski dnevnik. Upoštevajmo kodeks zbiranja mineralov in fosilov na terenu.

Odkrivanje mineralov v kamninah v naravi je prva stopnja v verigi njihovega raziskovanja. Podrobno sistematično terensko opazovanje pa je osnovna metoda za odkrivanje novih nahajališč. Iskalci mineralov tako neposredno prispevajo k napredku znanosti, če primerke odzamejo strokovno in v razumni količini ter poseg dokumentirajo, vse v skladu z naravovarstvenimi standardi.

Minerali, ki smo jih našli na terenu, zamenjali ali kupili, predstavljajo zbrano gradivo. Čimprej se moramo odločiti, kaj bomo zadržali v zbirki. Po temeljitnem pregledu zbranega gradiva izbranim vzorcem določimo inventarno številko, jih vpišemo v inventarno knjigo in po možnosti tudi fotografiramo. Preostalo zbrano gradivo ni del zbirke. To lahko postane, če je zanj zainteresiran še kdo drug, ki bi imel v zbirki prav takšne vzorce. Zato je med zbiratelji običajno menjavanje primerkov. V zbirko sodijo samo strokovno določeni vzorci. Toda pogosto so najdbe mineralov, predvsem tistih najmanjših, velikih samo nekaj milimetrov, takšne, da brez dodatnih analiz ne vemo, kaj smo našli. Njihov znanstveni pomen pa je lahko zelo velik. Vzorce, ki jih ne uspemo

določiti sami, pošljemo strokovnjakom, ki bodo ocenili, ali so potrebne analize, kje se lahko opravijo in podobno. Zadovoljstvo ob takšnem sodelovanju, pa čeprav zaradi prezaposlenosti strokovnjakov lahko traja mnogo dlje, kakor si želimo, je običajno na koncu obojestransko. Za iskanje novih nahajališč in novih mineralov je potrebno več izkušenj in znanja, ki ga prinese le načrtno lastno usposabljanje.

Ne glede na to, kaj zbiramo, je pomembno, da imamo zbirko urejeno in dostopno. Kopičenje nepregledne množice vzorcev je namreč povsem nesmiselno.

Vsaka zbirka mora imeti neki namen oziroma načrt zbiranja. Lahko zbiramo po sistematiki, kar pomeni, da bomo zbirali vzorce najrazličnejših mineralov. Danes jih poznamo preko 4000, kar pomeni, da bo takšna zbirka precej obsežna. Nekateri zbirajo samo določene minerale. Na primer kalcit, kremen in podobno. Drugi zbirajo samo slovenske minerale, tretji samo minerale z enega nahajališča. Šolske zbirke so namenjene študijskemu, vzgojnoizobraževalnemu oziroma pedagoškemu delu. Kulturnozgodovinske zbirke so dokument časa, ko je nastajale, ali pa so povezane z osebnostmi, ki so jih osnovale.

Vsaka zbirka mora imeti svojega skrbnika. Običajno je to njen lastnik, muzejski kustos, pedagoški delavec, profesor ... Zbirka, ki nima skrbnika ali pa se z njo nihče ne ukvarja, predvsem če je v zasebni lasti, je po svoje že izgubljena. Zato se moramo pravočasno odločiti, da zbirko ali podarimo ali pa prodamo zainteresiranim, v kolikor se z njo ne želimo ali ne moremo več ukvarjati. Le urejena zbirka z vso dokumentacijo ima strokovno in tržno vrednost.

Minerali, najdeni v Sloveniji, so naša naravna vrednota, ki postanejo tudi del kulturne dediščine, ko jih uvrstimo v zbirko. Status mineralom v Sloveniji določa Zakon o ohranjanju narave. Vrednotenje mineralov kot naravnih vrednot temelji na naslednjih merilih: izjemnost oziroma redkost najdb (na primer izjemna velikost, kristalna oblika, mineralna združba), tipičnost vzorca (šolski primeri, prvič opisani minerali pri nas), kompleksna povezanost (mineralna združba in sklop geoloških dejavnikov orudenja/mineralizacije), ohranjenost, znanstveno raziskovalna in pričevanjska pomembnost (zgodovinske zbirke, zaprti in nedostopni rudniki), lahko pa je tudi samo estetski.

Zbiranje slovenskih mineralov pomeni zbiranje predmetov neobnovljive in neponovljive naravne dediščine. Ohranjanje in zaščita nahajališč in situ in tudi mineralov izven njihovih nahajališč, je zelo pomembno za izobraževanje, raziskovanje in tudi promocijo, kar je eden izmed ciljev pričujoče monografije.

dr. Uroš Herlec, dr. Miha Jeršek

Povzetek

Monografija **Mineralna bogastva Slovenije** predstavlja pomembnejša nahajališča mineralov v Sloveniji. Prvo poglavje zajema rudnike, drugo kalcitonosno Slovenijo s kristali kalcita, ki so nastali v karbonatnih kamninah, in nekatere spremljajoče minerale; tretje, najobsežnejše poglavje opisuje tako imenovane površinske najdbe v opuščeni kamnolomih, v razkritih kamninah ob izgradnji cest, in najdbe, ki so kljub dobremu poznavanju geologije in zakonitosti nahajališč kristalov bolj ali manj slučajne; četrto poglavje predstavlja javno dostopne zbirke.

Prvo poglavje **Minerali v rudiščih** se začne z idrijskim rudnikom, ki je obratoval več kot 500 let in je bil vir kristalov cinabarita ter metacinabarita. Sledita mu manj znani Šentanski rudnik cinabarita, pa rudnik svinca in cinka Mežica, v katerem so našli veliko kristaliziranega wulfenita, ki je zaradi velikosti in značilnih oblik sestavni del vseh pomembnih institucionalnih zbirk. Zelo iskan je tudi med zbiratelji. Podrobno so opisani še cerusit, anglesit, hemimorfit in smithsonit, s posebno pozornostjo pa kalcit in nekatere redke oblike mineralov iz tega rudišča. Nedaleč od Ljubljane, pri Litiji, je nadvse zanimivo rudišče Sitarjevec, v katerem so našli svinec v zelo redki obliki žičnatih kristalov in kjer še vedno rastejo izjemno veliki limonitni kapniki. Knapovže, 14 km severozahodno od Ljubljane, so še eno rudišče, v katerem so našli samorodno živo srebro in kristale cinabarita. Antimonit, ki so ga nekoč kopali med Trojanami in Znojilami ter pri Lepi Njivi, je v makroskopskih kristalih v Sloveniji razmeroma redek. V novejšem času so pri Znojilah pod Trojanami odkrili kristale kremenca in velike kristale arzenopirita z oprhi skorodita. Največje rudišče sideritove železove rude v apnencih na Slovenskem so Savske jame pri Jesenicah, kjer najdemo tudi realgar in arsenolit. Remšniški rudnik sodi med redke rudnike v Sloveniji, ki imajo svojo monografijo s poudarkom na opisu mineralov, poleg barita in rosasita še nekaterih redkih, na primer beaverita in brianyoungita. V polimetalnem rudišču Okoška gora na Pohorju so majhni, a zanimivi skupki sfalerita, pirita, halkopirita in kremenca. Največji kristali pirita v Sloveniji so iz opuščene pohorskega rudnika v Janezevem grabnu. Rudnik urana Žirovski Vrh ima bogato uranovo paragenozo. Predstavljeni so okremenjen in oruden les s kristali torbernita, kremenčadavec in drugi minerali. Zgodovinsko in genetsko je pomembno bakrovo rudišče Škofje pri Cerknem, v katerem so, redko sicer, drobni kristali bakrovih mineralov. Podobno je z bakrovimi in bari-tovimi rudnjami na Počivalniku, v Dolžanovi soteski in v pasu polimetalnih rudnih pojavov pod Stegovnikom, Rušem, Fevčem in Virnikovim Grintavcem. Manganovi minerali v makroskopsko razvitih kristalih so redki, zato so manganove rude in rudniki predstavljeni v enem prispevku. Med manganovimi posebnostmi omenjamo dendrite in manganovo-železove skorjaste konkracije ter jurski apnenec z amoniti, ki je zanimiv zaradi impregnacije z manganovimi oksidi. Pri kopanju predora pod Karavankami so našli rožnato sadro, v rudniku kaolina Črna pri Kamniku so kopali il-litno glino. Pri Podčetrku, nedaleč od meje s Hrvaško, so bili nekoč številni manjši rudniki železove rude. Danes so del Kozjanskega parka z geološko učno potjo; tamkajšnja mineraloška posebnost so kristali aragonita. Poglavje sklence melit, ki je redkost iz rudnika premoga v Trbovljah.

Drugo poglavje z naslovom **Kalcitonosna Slovenija** predstavlja različne tipe kristalov kalcita iz delujočih in opuščeni kamnolomov, saj Slovenijo v veliki meri prekrivajo karbonatne sedimentne kamnine. Najbolj značilni so skalenoedrski in romboedrski kristali različnih oblik, med katerimi

je vrsta prehodov. Posebna pozornost je posvečena kristalom kalcita, ki so rastle v več generacijah. Opisi najdišč so razvrščeni po nahajališčih od zahoda proti vzhodu in od severa proti jugu, kar je drugače kot običajno, ko je v posameznem geografskem prostoru najprej opisano osrednje oziroma najpomembnejše najdišče, sledijo pa mu opisi preostalih najdišč v okolici. Na Gorenjskem je pomembno najdišče kristalov kalcita v bližini Kroke. Slovci po raznolikih kristalih kalcita in po njihovem največjem skupku, ki je razstavljen v Prirodoslovnem muzeju Slovenije. Na bližnji Jelovici so največji kristali kalcita v Sloveniji, saj dosežejo velikost dobrega pol metra. Nekoliko severneje, pri Bledu, je najdišče skalenoedrskih kristalov kalcita. V Hotovljah v Poljanski dolini so v občasno delujočem kamnolomu ob kalcitu tudi sedlasto razviti kristali dolomita. V kamnolomu Hrastenice, ki je bolj znan po fosilnih amonitih, je z veliko truda moč najti kristale kalcita. Na primeru kalcita iz opuščenega kamnoloma Povodje je razložena odvisnost različnih tipov kristalov od posameznih tektonskih faz. Med Ljubljano in Mariborom je več kamnolomov, najzanimivejši je pri Veliki Pirešici z veliko lepo razvitimi skalenoedrskimi kristali kalcita in redkimi cikličnimi dvojčki markazita. Nedaleč od Velike Pirešice je Železno s kristali kalcita, prevlečenimi z limonitiziranim piritom. Med Celjem in Štorami je opuščen kamnolom Pečovnik s kroglastimi skupki markazita in za ta kamnolom značilnimi kalciti z razvitimi osnovnimi romboedri. Drugače pa je v kamnolomu Liboje, kjer prevladuje na kristalih kalcita negativni položni romboeder. Kalcit in markazit sta tudi v opuščenem kamnolomu pri Šentjurju. Tudi manjša najdišča kalcitov, ki so bila odkrita naključno ob urejanju cestnih usekov, nam lahko razkrijejo kakšno zanimivost, na primer v Tremerjeh, kjer so našli kalcite dveh generacij. Pri Slovenskih Konjicah je kamnolom z raznovrstnimi fosili in minerali kalcitom, sadro, dolomitom in piritom. Sploh v kamnolomih pogosto najdemo pirit, markazit in železovo bobovo rudo oziroma bobovec.

Kalcit je glavni mineral kraškega podzemlja, zato so podrobneje opisane njegove raznovrstne oblike. Nekateri kamnolomi na Primorskem razkrivajo kristale kalcita iz kraškega podzemlja. Opisani so kristali kalcita iz kamnolomov Črnotiče in pa Malega Medvedjaka, kjer so posebnost lateralni dvojčki kalcita, enaki tistim ob vhodu v kraško jamo pod Stegovnikom. V nekaterih kraških jamah so kristali aragonita, predstavljeni so primerki iz Ravenske in Kamniške. Redkost v kraških jamah so kristali sadre, razložen je njihov nastanek v jami južno od Velenja in v Bohinju. Na koncu poglavja je še prispevek o kalcitu v obliki lehnjaka.

Tretje poglavje **Površinske najdbe** je najobširnejše. Začne se piritom iz Dolžanove soteske v bližini Tržiča, ki je zibelka zbirateljstva mineralov in fosilov v Sloveniji. Nadaljuje ga vrsta prispevkov z opisi mineralov na Koroškem, Kobanskem in na Pohorju. Priljubljeno nahajališče je na Strojni, severno od Raven na Koroškem, kjer so v pegmatitih šorlit, granati, sljude in tudi kristali berila. Nedaleč stran, pri Dobrovi, je locus typicus dravita. Pohorje skriva marsikatero mineraloško posebnost. V zadnjem času poglobljeno raziskujejo minerale eklogitov: omfacit, kianit, zoisit, korund in minerale granatove skupine. V okolici Tinjske gore na južnem Pohorju in v Bistriškem vintgarju so poleg izdankov eklogita še najdišča opalov, kalcedona in magnezita. Magnetitna ruda je na Kopah, kjer so tudi andradit, grosular in melanit. V karbonatnih žilah pri Puščavi na Pohorju je moč najti kalcit, ki rdeče fluorescira, in kristale barita. V alpskih razpokah na severnem Pohorju in na Kobanskem so značilne združbe mineralov kremen, klorit, titanit, adular, pirit in epidot. Najbolj so takšne razpoke razkrite v dveh delujočih kamnolomih pri Cezlaku. Poleg omenjenih mineralov pa najdemo tam še čadavce, skolecit in habazit. Posebnost iz kamnoloma Zeleni pruh so modrikasti kristali berila, apatit in kremen z vključki aktinolita. V kamnolomu škričja v Koritnem nad Oplotnico so prvič našli ametist v lepih kristalih. Na Pohorju pri Frajhajmu je veliko nahajališče epidota. Največji kristali aktinolita in hrizotila v Sloveniji so v

Donikovem kamnolomu, ki je postal znan predvsem zaradi najdb čadavcev in berila. V Bistriškem jarku in Vudovem potoku so še ohranjeni stari rudarski rovi. Na Košenjaku je nahajališče lojevca. Značilen mineral v metamorfnih kamninah je stavrolit, v kristalih in celo dvojčkih so ga našli pri Lešah.

Med Škofjo Loko, Žirmi in Polhovim Gradcem je po zaslugi zbirateljev bogata bera mineralov. Opisani so kremen s Črnega Vrha pri Polhovem Gradcu, čadavci z Žirovskega Vrha in kristali igličastega kremenca iz Zadobja, iz Sovodnja pa karbonatne konkrecije s kristali pirita. Najzanimivejše najdišče mineralov v tem delu Slovenije je Osojnik pod Blegošem, kjer so poleg fluorita tudi kremen, antimonit, valentinit in barit. Ti minerali so morfološko podrobno raziskani in v prispevku je opisano zaporedje njihove kristalizacije. V Račevi pri Žireh je poleg kalcita, fluorita, dolomita in sadre še samorodno žveplo. Kalcitovi dvojčki iz Selc izraščajo iz podlage, kjer so poleg kristalov kalcita še markazit, fluorit in barit. Kalcit iz okolice Gorenjih Jazen v ultravijolični svetlobi močno rumeno fluorescira. Tudi v Kurji dolini v Kamniški Bistrici in na Raduhi so kristali kalcita, na Hrastniku pri Škofji Loki pa veliki kristali in skupki kristalov kremenca, ki so, tako kakor albit, morfološko podrobno opisani. Manjši nahajališči kremenca z rožnato conarno rastjo sta v Zakladniku pri Bitnjah in pri Žireh, večje nahajališče kristalov kremenca pa je v okolici Crngroba pri Škofji Loki. Opisane so morfološke značilnosti kristalov in parageneza. Kremen in dolomit najdemo tudi med Škofjo Loko in Soro.

Ahat, laumontit in prehnit so zagnani zbiralci našli na Smrekovcu, sledovi vulkanizma z olivinovimi nodulami in kristali phillipsita pa so tudi v okolici Gradu na Goričkem; v Sotini lahko najdemo kristale kremenca, kalcita in ankerita.

Pri gradnji avtoceste med Pesnico in Šentiljem so pri Zgornjem Štrihovcu odkrili septarijske konkrecije. Poleg barita dveh generacij in kalcita so največja posebnost kristali fluorescirajočega ferrierita in heulandita. Barit in njegovo nitenje sta podrobno opisana. Danes poznamo še več najdišč septarij v tem delu Slovenije. Opisane so lokacije Štrihovec, Polički Vrh, Polička vas, Vajgen, Jareninski Vrh, Hlapje, Borl pri Ptujju in Vransko. Konkrecije s kristali pirita so v Tunjiškem gričevju.

Na trasi avtoceste med Trojanami in Blagovico so odkrili igličaste kristale pirita, pri Domžalah pa na Boštajevemu hribu še morfološko zanimive kristale kalcita. Pri Krašnji so že leta 1995 odkrili kremene z vključki rutila, najdba zadnjih let pa je preseгла vsa pričakovanja. Blizu Ljubljane, pri Zagradišču, so kristali kremenca v kremenovih konglomeratih, v okolici Cerknice in med Grosupljem ter Rašico na Dolenjskem pa so v karbonatnih kamninah kristali kremenca z zanimivo pentljasto obliko. V Halozah so presenetljiva najdišča kremenca: prvo je bilo pri Kuzmincih, najbolj obsežno pa je na Dobrini. Na Meljskem hribu pri Mariboru je manjše nahajališče kremenca in kalcita.

Morfološko raziskane in opisane so konkrecije kristalov pirita iz Lemberga in pa markazita z Debelega vrha, pri katerih so opisani tudi dvojčki, orientirano preraščanje markazita in pirita pa je razloženo na primerkih izpod Prisojnika. Raznolikost oblik pirita dopolnjujejo še primerki pirita z Matajurja.

V razpokah obalnih flišnih kamnin so kristali barita, v strunjanskih in sečoveljskih solinah rastejo kristali halita. Iz avstrijskih Visokih tur plavita Drava in Mura k nam zlato, ki ga lahko

izpiramo v obrežnih peskih. Prispevki govorijo tudi o organskih snoveh: jantarju in bitumnu, kristalih vivianita na premogu iz Kočevja in v kosteh sesalcev z Ljubljanskega barja. Zanimivo je samorodno žveplo v polžih iz Račeve pri Žireh in piritizirani fosili iz Tunjškega gričevja. Radi bi odkrili meteorit, ki je domnevno padel na naše ozemlje, a nam do danes to še ni uspelo.

V četrtem poglavju z naslovom **Javno dostopne zbirke** so predstavljene tiste, ki so dostopne javnosti. Prva in v kulturnozgodovinskem pomenu najpomembnejša je Zoisova zbirka mineralov, ki jo hrani Prirodoslovni muzej Slovenije. Študijska geološka zbirka Rudnika živega srebra Idrija nam razkriva več kot 800 različnih primerkov kamnin, rud in mineralov iz njihovega rudnika. V turističnem rudniku Mežica so razstavljeni značilni minerali svinčevo-cinkovih rudišč. Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani ima največjo študijsko zbirko kamnin v Sloveniji. Zavod za kulturo v Slovenski Bistrici hrani minerale, fosile in kamnine, ki jih je za njih zbral Franc Pajtler, predvsem iz pohorskega okoliša. Seidlova zbirka mineralov, kamnin in fosilov je zgodovinska zbirka, ki sta jo Renato Vidrih in Vasja Mikuž strokovno postavila v Gimnaziji Novo mesto. Franc Braniselj, ki hrani največjo sistematsko zbirko mineralov v Sloveniji, jo je del poklonil Loškemu muzeju, kjer načrtujejo osrednjo zbirko radioaktivnih mineralov na Slovenskem. Renato Vidrih pa je v domači hiši uredil muzej in razstavil svojo zbirko v Studenem pri Postojni.

dr. Miha Jeršek, dr. Mirjan Žorž

Summary

With monograph **The Mineral Riches** of Slovenia we covered all the known significant mineral sites together with their minerals. It consists of four major parts of which the first covers the most important mines. The second part is devoted to numerous locations with calcite crystals that were formed in carbonate rocks covering the largest part of Slovenian territory. The third and the most extensive part describes the so-called surface finds related to abandoned mine workings and stone quarries, different construction works on highways and roads, and some coincident findings. The concluding part presents institutional and private mineral collections in Slovenia that are open to the public.

The **first part** commences with the Idrija mine that operated for more than 500 years and had been the source of cinnabar and metacinnabar crystals, followed by less known Šentanski mercury mine. Widely known Mežica mines, in which lead and zinc ore was mined, were the source of many excellent wulfenite specimens that, owing to the size and characteristic crystal forms, constitute a part of all significant institutional and private collections world-wide. Cerussite, anglesite, hemimorphite and smithsonite are described in detail as well. A special attention was dedicated to calcite crystals and other minerals from this ore deposit. At Litija, not far from Ljubljana, a highly interesting Sitarjevec ore deposit is situated. Native lead in very rare wire-like crystals and very large and still growing limonite stalactites were found there. Knapovže, an abandoned mine some 14 km northwest from Ljubljana, is known for yet another ore deposit, in which native mercury and cinnabar crystals were found. Stibnite in macroscopic crystals is fairly rare in Slovenia. Decades ago it used to be mined between Trojane and Znojile and at Lepa Njiva, while more recently quartz crystals as well as large crystals of arsenic pyrite with scorodite coatings were discovered. The largest deposit of siderite iron ore in Slovenia is Savske jame near Jesenice. Realgar and arsenolite are two of other interesting minerals from this ore deposit. The Remšnik mine is one of the rare mines in Slovenia with its own monograph with an emphasis on the description of minerals. In addition to barite and rosasite, some rare minerals have been found in it, such as beaverite and brianyoungite. The Okoška gora polymetallic ore deposit in Pohorje mountains is the site of small but interesting sphalerite, pyrite, chalcopirite and quartz specimens. The largest pyrite crystals in Slovenia originate from the abandoned Pohorje mine at Janezov graben. The Žirovski vrh uranium mine has a rich uranium paragenesis. Petrified wood impregnated with torbernite crystals, smoky quartz and other minerals are presented. Historically and genetically significant is the copper ore deposit at Škofje near Cerklje, in which tiny crystals of copper minerals sporadically occur. The same holds true for copper and barite ore outcrops at Počivalnik and in Dolžanova soteska, and below the mountains of Stegovnik, Ruš, Fevči and Virnikov Grintavec. Manganese minerals in macroscopically developed crystals are rare. For that reason manganese ores and mines are given by a single contribution. Amongst the manganese special features, dendrites and manganese-iron crusty concretions are mentioned together with Jurassic limestone including ammonites. During the construction of the Karavanke Tunnel, pink gypsum was found. In the kaolin mine at Črna near Kamnik, illite clay was mined. At Podčetrtek, near the boundary with Croatia, numerous small iron ore mines used to exist. Today, they are a part of Kozjansko Regional Park and its geological educative path. Well-developed aragonite crystals can be seen there. Melite, a rarity of the Trbovlje coal mine, concludes this chapter.

Slovenia is to a large extent covered by carbonate sedimentary rocks. Within the framework of **Calcite Carrying Slovenia**, the characteristic types of calcite crystals found in active or abandoned mines and stone quarries are presented. The most striking among them are scalenohedral and rhombohedral crystals of various habits with many transitions between them. A special attention was dedicated to calcite crystals showing growth in two generations. The description of sites is followed from the west towards the east and from the north towards the south. In a certain geographical entity, we first of all usually describe the central or the most important site, followed by description of the remaining sites in the neighbourhood.

A significant site of calcite crystals in the Gorenjska region is situated in the vicinity of Kropa, where diverse calcite crystals can be found. The largest cluster of calcite crystals, now exhibited in the Slovenian Museum of Natural History, is known from this site. The nearby Jelovica mountain is home to the largest calcite crystals (up to 1 m in size) in Slovenia. In the area slightly more to the north, near Bled, a location of calcite scalenohedrons is situated. At Hotavlje in the Poljanska valley there is a periodically active quarry, in which saddle shaped dolomite together with calcite crystals can be found. At the Hrastenice quarry, which is known particularly for its fossils (ammonites), some rare calcite crystals have been discovered. On the case of calcite found in abandoned Povodje quarry we tried to link different types of its crystals with separate tectonic phases. The most interesting among the several quarries situated between Ljubljana and Maribor is the one at Velika Pirešica in which numerous well-developed scalenohedral calcite crystals have been found. Very rare cyclic marcasite twins were found there, too. At Železno, not far from Velika Pirešica, calcite crystals with oxidised pyrite coatings were discovered. Between Celje and Štore lies the abandoned Pečovnik quarry, whose major characteristics are, apart from rounded clusters of marcasite, calcite crystals in well-developed rhombohedrons. Quite different is the case at Liboje, where a negative rhombohedron predominates on calcite crystals. Calcite and pyrite were further found in an abandoned quarry near Šentjur. Some interesting features can also be disclosed at some other small calcite sites, discovered purely by chance during road reconstructions. Such is the case of calcite from Tremerje, where calcites of two generations were found. Near Slovenske Konjice, a quarry with rich fossil inventory is situated. Calcite, gypsum, dolomite and pyrite were found. Pyrite and marcasite can often be discovered in stone-quarries.

As calcite is the main mineral of the karst underground, we described its forms found there in a greater detail. In the Primorska region, there are some quarries that unveiled calcite crystals from the karst underground as well. Calcite crystals from the quarries of Črnotiči and Mali Medvejk near Sežana are described. Special features of Mali Medvejk are calcite lateral twins which, however, were also found at the entrance to a karst cave under the mountain of Stegovnik. Some karst caves in Slovenia are known as home to aragonite crystals. Two of them are presented: the Ravenska and Kamniška caves. Gypsum crystals are rare in karst caves; their origin and occurrence in the cave south of Velenje and at Bohinj are described herewith. At the end of this chapter, calcite in the form of tufa is presented.

The most extensive is the thematic block entitled **Surface Finds**. It begins with pyrite from Dolžanova soteska near Tržič, which is in fact the cradle of mineral and fossil collecting in Slovenia. This is followed by a series of contributions in which minerals from Koroška, Kobansko and Pohorje mountains are described. A very popular site is at Strojna north of Ravne na Koroškem, where schorlite, garnets, micas and beryl crystals were found in pegmatites. The Dobrova site nearby is known as the locus tipicus of dravite. The Pohorje mountains hide in themselves numerous mineralogical particularities. Minerals, such as omphacite, kyanite, zoisite, corundum and minerals

of the garnet group are described. In the vicinity of Tinjska gora in the southern Pohorje mountains and at Bistriški vintgar, sites of opals, chalcedony and magnesite as well as eclogite outcrops were found. Magnetite ore is characteristic of Kope, where andradite, grossularia and melanite can also be found. In carbonate veins at Puščava in the Pohorje mountains, red fluorescent calcite and barite crystals can be admired. In the alpine veins in the northern Pohorje mountains and at Kobansko, the characteristic association of minerals can be studied: quartz, chlorite, titanite, adularia, pyrite and epidote. These veins are disclosed especially in the two active quarries at Cezlak. Apart from the mentioned minerals, smoky quartz, scolecite and chabasite can be found there. Special features from the Zeleni pruh quarry are bluish beryl crystals, apatite and quartz with actinolite inclusions. In a schists quarry situated at Koritno above Oplotnica, amethyst in attractive crystals on matrix was found for the very first time in the territory of Slovenia. Frajhajm in the Pohorje mountains is known for its large site of epidote. The largest actinolite and chrysotile crystals in Slovenia are located in the Donik quarry that has become known particularly for its smoky quartz and beryl finds. In Bistriški jarek and Vudov potok, old mining pits have been preserved. Košenjak is a magnesite locality. A characteristic mineral in metamorphic rocks is staurolite whose crystals and twins can be found at Leše.

The area between Škofja Loka, Žiri and Polhov Gradec has become rich with mineral finds largely owing to collectors. Quartz crystals from the long-known locality at Črni Vrh near Polhov Gradec are described. Smoky quartz crystals were found at Žirovski vrh, while needle quartz crystals were discovered at Zadobje. At Sovodenj, carbonate concretions with pyrite crystals were found. The most interesting mineral site in this part of Slovenia is Osojnik below the Blegoš mountain, where quartz, stibnite, valentinite and barite can be found in addition to fluorite. The mentioned minerals were morphologically researched in greatest detail and their crystallisation sequence established. Račeva near Žiri is the site of native sulphur, accompanied by calcite, fluorite, dolomite and gypsum crystals. Well-developed calcite twins on a matrix are known from Selce, where marcasite, fluorite and barite can also be found. Calcite from the vicinity of Gorenje Jazne exhibits intensive yellow fluorescence in UV light. Calcite crystals were additionally found in Kurja dolina and on the mountain of Raduha. At Hrastnik near Škofja Loka, large quartz crystals were discovered. Their morphologic properties are described in detail. Minor sites of quartz with pink zoned growth are situated at Zakladnik near Bitnje and at Žiri, whereas a major site of quartz crystals is located in the vicinity of Crngrob near Škofja Loka. Apart from the find itself, we thoroughly described the morphological characteristics of quartz crystals and the occurring paragenesis. Quartz can be found in the belt between Škofja Loka and the Sora river as well, where it occurs together with dolomite.

Agate, laumontite and prehnite can be found at Smrekovec. The traces of volcanism can also be studied in the vicinity of Grad at Goričko, where olivine nodules and phillipsite crystals occur. At Sotina, crystals of quartz, calcite and ankerite are found.

During the construction of a highway between Pesnica and Šentilj, septarian concretions were discovered at Gornji Štrihovec. They contain a unique mineral paragenesis consisting mainly of barite and calcite, and of small ferrierite and heulandite crystals that show an intense fluorescence under a UV light. Faden-forming elongation of barite crystals and its two-generation growth are described. Today, some more sites of septarian concretions are known from this part of Slovenia. Finds from the following localities are described: Štrihovec, Polički vrh, Polička vas, Vajgen, Jareninski vrh, Hlapje, Borl near Ptuj, and Vransko. Concretions with pyrite crystals occur in Tunjice hills.

When the Trojane-Blagovica highway section was being built, pyrite needle crystals were discovered, whereas at the section near the Boštajev grič near Domžale, morphologically interesting calcite crystals were found. In 1995, quartz crystals with rutile inclusions were discovered at Krašnja. However, recent finds greatly surpassed all expectations. At Zagradišče near Ljubljana, there is a site of quartz crystals placed in quartz conglomerates. In the vicinity of Cerknica as well as between Grosuplje and Rašica (Dolenjska region), quartz crystals in carbonate rocks were found with a highly interesting barbell form. At Haloze, several sites with quartz crystals were surprisingly discovered, the first one at Kuzminci and the more important at Dobrina. At Meljski hrib near Maribor, there is a minor site of quartz and calcite.

At Lemberg, we discovered clusters of pyrite crystals and carried out morphological research on them. At Debeli vrh we found marcasite and described its crystals and twins. The epitactic relationship of marcasite and pyrite is described on the samples found under the Prisojnik mountain. The diversity of pyrite crystal morphology is further presented with samples found on the mountain of Matajur.

Along the Slovenian Littoral, barite crystals were found in the crevices of flysch rock. At the Strunjan and Sečovelje salt-pans, clusters of halite crystals can be found. From the Austrian Hohe Tauern, gold reaches Slovenian territory, where it can be washed out in the Drava and the Mura rivers. Organic matter has also been found: amber and bitumen. Vivianite crystals occur on coal from the Kočevje mine and in bones of some mammalian fossils from Ljubljansko barje. Very interesting is the native sulphur in petrified snails from Račeva near Žiri and pyritized fossils from Tunjice hills. One would dearly love to discover the meteorite that has presumably fallen on the territory of Slovenia, but so far this has not been the case.

In the concluding part, the **publicly accessible collections** are presented. The first and in a cultural-historical sense the most important one is Zois's collection of minerals kept by the Slovenian Museum of Natural History. The geological study collection of Idrija Mercury Mine discloses over 800 different samples of rocks, ores and minerals that were found in this mine. In the Mežica mine museum, the characteristic minerals from lead-zinc ore deposits are exhibited. The Department of geology at the Natural History – Technical Faculty, University of Ljubljana, keeps the largest study collection of rocks and minerals in Slovenia. Franc Pajtler gathered numerous minerals, rocks and fossils from Slovenia for the Institute of Culture in Slovenska Bistrica. Seidl's collection of minerals, rocks and fossils is a historic collection, professionally set up by Renato Vidrih and Vasja Mikuž in Novo mesto Grammar School. Franc Braniselj, who keeps the largest systematic collection of minerals in Slovenia, donated part of it to the Loka Museum, where a central collection of radioactive minerals in Slovenia is being planned. Renato Vidrih, on the other hand, turned part of his private home into a museum and exhibited his collection at Studeno near Postojna.

dr. Miha Jeršek, dr. Mirjan Žorž

Kazalo člankov s ključnimi besedami

<i>Breda Činč Juhant</i> UVODNE BESEDE	7
<i>Breda Mirtič</i> PREDGOVOR	9
<i>Uroš Herlec</i> MINERALI V RUDIŠČIH	13
<i>Uroš Herlec, Bojan Režun, Aleksander Rečnik, Feliks Poljanec</i> RUDIŠČE ŽIVEGA SREBRA V IDRJI barit, cinabarit, dolomit, epsomit, fluorit, galenit, idrialit, kaolinit, kremen, markazit, melanterit, metacinabarit, paligorskit, pirit, sadra, sfalerit, vivianit, živo srebro	15
<i>Alojzij Pavel Florjančič</i> ŠENTANSKI RUDNIK ŽIVEGA SREBRA cinabarit, galenit	28
<i>Miha Jeršek, Uroš Herlec, Breda Mirtič, Mirjan Žorž, Meta Dobnikar, Suzana Fajmut Štrucl, Franc Krivograd</i> MINERALI MEŽIŠKIH RUDIŠČ anglesit, aragonit, cerusit, descloizit, epsomit, fluorit, hemimorfit, hidrocinokit, kalcit, limonit, markazit, melanterit, paligorskit, pirit, sadra, sfalerit, smithsonit, wulfenit	32
<i>Uroš Herlec, Mirko Dolinšek, Andraž Geršak, Mateja Jemec, Sabina Kramar</i> MINERALI ŽILNIH RUDIŠČ V POSAVSKIH GUBAH IN RUDNIKA SITARJEVEC PRI LITJI antimonit, aragonit, argentopirit, avripigment, azurit, baker, barit, bornit, bournonit, bravoit, cerusit, cinabarit, covellin, digenit, dolomit, galenit, goethit, halkantit, halkopirit, halkozin, hematit, hemimorfit, hidrocinokit, jaspis, kalcit, kremen, lepidokrokot, limonit, limonitni kapniki, malahit, markazit, melanterit, metacinabarit, miargirit, pirit, piroluzit, piromorfit, psilomelan, realgar, sadra, schwazit, sfalerit, siderit, smithsonit, svinec, tennantit, tetraedrit, witherit, wulfenit, živo srebro	52
<i>Uroš Herlec, Miha Jeršek</i> MINERALI RUDIŠČA KNAPOVŽE cinabarit, galenit, halkopirit, kremen, pirit, sadra, tetraedrit, živo srebro	66
<i>Uroš Herlec, Mirjan Žorž</i> ANTIMONIT MED TROJANAMI IN ZNOJILAMI antimonit, arzenopirit, kremen, pirit, skorodit, stibikonit, valentinit	68

<i>Uroš Herlec, Miha Jeršek, Milan Bidovec, Stane Lamovšek</i> ANTIMONOVO RUDIŠČE LEPA NJIVA antimonit, barit, kaolinit, kremen	73
<i>Renato Vidrih, Vasja Mikuž</i> MINERALI SAVSKIH JAM IN OKOLICE arzenolit, avripigment, azurit, galenit, halkopirit, kalcit, kremen, limonit, malahit, markazit, pirit, realgar, sfalerit, siderit	78
<i>Zmago Žorž</i> REMŠNIK IN NJEGOVI MINERALI akantit, anglesit, aragonit, aurihalkit, azurit, baker, barit, beaverit, bornit, boulangerit, brianyoungit, cerusit, covellin, Fe-dolomit, freibergit, galenit, gersdorffit, goethit, halkopirit, halkozin, hematit, hidrocinokit, kalcit, kianotrihit, kremen, kuprit, langit, linarit, malahit, pirit, piromorfit, polibazit, posnjakit, rosasit, sadra, sfalerit, smithsonit, tenorit, tetraedrit	84
<i>Franc Pajtler, Meta Dobnikar, Uroš Herlec</i> MINERALI RUDIŠČA OKOŠKA GORA ametist, aragonit, azurit, cerusit, galenit, halkopirit, hrizokola, kremen, limonit, linarit, malahit, pirit, sadra, sfalerit	89
<i>Franc Pajtler</i> PIRIT IZ JANEZOVEGA GRABNA NA POHORJU pirit	97
<i>Alojzij Pavel Florjančič</i> URANOVO RUDIŠČE ŽIROVSKI VRH albit, autunit, brookit, dumontit, galenit, kalcit, kremen, morion, pirit, sfalerit, torbernit	101
<i>Uroš Herlec</i> BAKROVA ORUDENJA V GRÖDENSKIH PLASTEH IN V RUDIŠČU ŠKOFJE PRI CERKNEM azurit, bornit, dolomit, halkopirit, kalcit, kremen, malahit, pirit	106
<i>Zmago Žorž, Davorin Preisinger, Gernot Wiessensteiner, Uroš Herlec</i> BAKROVI IN BARITOVİ RUDNI POJAVI NA POČIVALNIKU IN V DOLŽANOVİ SOTESKI aragonit, azurit, barit, bornit, Cu-adamin, dolomit, galenit, halkopirit, kalcit, limonit, malahit, Mn-dendrit, partzit, pirit, stibikonit, tennantit, tetraedrit, theisit	112
<i>Uroš Herlec, Zmago Žorž, Davorin Preisinger, Gernot Wiessensteiner</i> POLIMETALNI RUDNI POJAVI POD STEGOVNIKOM, RUŠEM, FEVČEM IN VIRNIKOVIM GRINTAVCEM aragonit, azurit, barit, bornit, boulangerit, cerusit, cinabarit, dolomit, galenit, halkopirit, halkozin, kalcit, kremen, langit, limonit, malahit, markazit, Mn-dendrit, pirit, sfalerit, stibikonit, tetraedrit	116

<i>Uroš Herlec, Renato Vidrih</i> MANGANOVA ORUDENJA V SLOVENIJI braunit, piroluzit, todorokit	119
<i>Renato Vidrih</i> MINERALI KARAVANŠKEGA PREDORA anhidrit, dolomit, kalcit, montmorillonit, pirit, sadra	125
<i>Vilko Rifel, Uroš Herlec</i> MINERALI V RUDNIKU KAOLINA ČRNA PRI KAMNIKU illit, pirit	128
<i>Bogoljub Aničič, Miha Jeršek, Franc Pajtler</i> MINERALI NA JUŽNEM POBOČJU RUDNICE IN V BLIŽNJI OKOLICI hematit, jaspis, kalcit, limonit, pirit, siderit	132
<i>Mirjan Žorž, Vasja Mikuž</i> MELIT IZ PREMOGOVIKA TRBOVLJE melit, sadra	136
<i>Miha Jeršek</i> KALCITONOSNA SLOVENIJA	141
<i>Miha Jeršek, Peter Urbanija, Davorin Preisinger, Vili Rakovc, France Stare</i> KRISTALI KALCITA IZ KAMNOLOMOV V OKOLICI KROPE NA GORENJSKEM bobovec, kalcit, pirit	143
<i>Davorin Preisinger, Miha Jeršek</i> VELIKI KRISTALI KALCITA Z JELOVICE bobovec, kalcit	149
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc</i> KALCIT S STRAŽE PRI BLEDU kalcit	152
<i>Renato Vidrih, Uroš Herlec</i> NAHAJALIŠČA BOBOVCA V PREDGORJU JULIJSKIH ALP bobovec	154
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc, Miha Jeršek</i> DOLOMIT IN KALCIT IZ HOTOVELJ dolomit, kalcit, limonit, Mn-dendrit, pirit	158
<i>Matija Križnar, Damjan Zupančič, Miha Jeršek</i> KALCIT IZ KAMNOLOMA HRASTENICE kalcit, Mn-dendrit	160

<i>Jure Žalohar, Miha Jeršek</i> KALCIT IZ KAMNOLOMA POVODJE kalcit, pirit	162
<i>Miha Jeršek, Mirjan Žorž, Vili Podgoršek, Vili Rakovec, Franc Pajtler</i> KALCIT IN MARKAZIT IZ KAMNOLOMA VELIKA PIREŠICA kalcit, markazit	167
<i>Uroš Herlec, Goran Schmidt</i> PIRITIZIRAN KALCIT IZ ŽELEZNEGA PRI VELIKI PIREŠICI bobovec, kalcit, limonit, pirit	175
<i>Miha Jeršek, Vili Podgoršek</i> KALCIT IN MARKAZIT V KAMNOLOMU PEČOVNIK kalcit, markazit, pirit	177
<i>Miha Jeršek, Franc Pajtler</i> KALCIT IZ KAMNOLOMA LIBOJE kalcit	180
<i>Vili Podgoršek, Miha Jeršek</i> KALCIT IZ TREMERIJ PRI LAŠKEM kalcit	182
<i>Franc Pajtler, Miha Jeršek</i> MINERALI IZ KAMNOLOMA STRANICE PRI SLOVENSKIH KONJICAH dolomit, kalcit, limonit, pirit, sadra	184
<i>Aleksander Rečnik</i> KALCIT IN MARKAZIT IZ ŠENTJURJA PRI CELJU ametist, cristobalit, kalcedon, kalcit, lazulit, limonit, markazit, obsidian, pirit	187
<i>Vili Podgoršek</i> DOLOMIT IN KALCIT V GAJŠKOVEM KAMNOLOMU NA BOČU dolomit, kalcit	191
<i>Nadja Zupan Hajna</i> SIGA V KRAŠKIH JAMAH aragonit, kalcit, led	192
<i>Željko Pogačnik, Miha Jeršek, Vili Podgoršek, Marjetka Kardelj</i> KALCIT IZ KAMNOLOMA ČRNOTIČE bobovec, kalcit	204
<i>Miha Jeršek, Marjetka Kardelj</i> KALCIT IZ KAMNOLOMA MALI MEDVEJK PRI SEŽANI bobovec, kalcit	207

<i>Davorin Preisinger, Uroš Herlec, France Stare, Miha Jeršek</i> KALCIT IN ARAGONIT IZPOD STEGOVNKA aragonit, kalcit	209
<i>Davorin Preisinger</i> ARAGONITNI JEŽKI V RAVENSKI IN KAMNIŠKI JAMI aragonit	212
<i>Vili Podgoršek</i> FLUORESCIRAJOČI KALCIT IZ KAMNOLOMA PRI STAHOVICI kalcit	215
<i>Nadja Zupan Hajna</i> SADRINI KRISTALI V KRAŠKI JAMI JUŽNO OD VELENJA sadra	216
<i>Uroš Herlec, France Stare, Miha Jeršek, Nadja Zupan Hajna</i> KRISTALI SADRE V PREPERINI OLIGOCENSKIH KLASTITOV IZ JAMSKIH SEDIMENTOV V BOHINJU kalcit, lehnjak, sadra	219
<i>Uroš Herlec, Renato Vidrih</i> LEHNJAK	223
<i>Mirjan Žorž</i> POVRŠINSKE NAJDIBE	231
<i>Renato Vidrih, Vasja Mikuž</i> PIRIT V DOLŽANOVI SOTESKI pirit	233
<i>Uroš Herlec, Petra Souvent, Miha Jeršek</i> MINERALI RAVENSKIH PEGMATITOV almandin, beril, biotit, granat, kremen, mikroklin, muskovit, spessartin, šorlit	236
<i>Mirjan Žorž, Uroš Herlec, Gregor Kobler</i> DOBROVA PRI DRAVOGRADU – IZVORNO NAHAJALIŠČE DRAVITA dravit, rutil	241
<i>Mirijam Vrabec, Vili Podgoršek, Zmago Žorž</i> MINERALI POHORSKIH EKLOGITOV granat, kianit, korund, omfacit, pirit, zoisit	245
<i>Vili Podgoršek, Jure Kuzman, Uroš Herlec</i> MINERALI IZ OKOLICE TINJSKE GORE NA JUŽNEM POHORJU aktinolit, bastit, hialit, hrizotil, jaspis, kianit, magnezijev klorit, kremen, kromit, lojevec, magnetit, magnezit, olivin, opal	251

*Zmago Žorž***GRANATI IN DRUGI MINERALI NA SEVERNIH POBOČIJ
MALIH KOP NA POHORJU**

257

anataz, andradit, azurit, bornit, epidot, galenit, glinenci, granat, hadenbergit, halkopirit, halkozin, kalcit, kremen, magnetit, malahit, melanit, molibdenit, pirit, pirotin, rogovača, sadra, sfalerit, titanit

*Zmago Žorž***MINERALI IZ PUŠČAVE NA POHORJU**

260

ankerit, barit, kalcit, malahit, pirit

*Zmago Žorž***MINERALI ALPSKIH RAZPOK NA SEVERNEM POHORJU
IN KOBANSKEM**

262

adular, ankerit, aragonit, epidot, glinenci, hematit, kalcit, klinoklor, klorit, kremen, limonit, pirit, titanit

*Vili Podgoršek, Franc Golob, Uroš Herlec***MINERALI IZ KAMNOLOMOV PRI CEZLAKU NA POHORJU**

265

adular, aktinolit, albit, apatit, beril, čadavec, epidot, granat, habazit, hematit, kalcedon, kalcit, klorit, kremen, laumontit, pirit, rogovača, šorlit, titanit

*Vili Podgoršek, Franc Golob***MINERALI V KAMNOLOMU ŠKRILJA V KORITNEM NAD OPLOTNICO**

271

almandin, ametist, biotit, bisolit, epidot, galenit, habazit, kalcit, klinoklor, kremen, muskovit, natrolit, phillipsit, pirit, rogovača, šorlit, titanit

*Vili Podgoršek***NAHAJALIŠČE EPIDOTA FRAJHAJM NA POHORJU**

278

amfibol, epidot, galenit, granat, kianit, kremen, pirit, šorlit

*Franc Pajtler***MINERALI V BISTRISKEM VINTGARJU**

280

beril, granat, kalcedon, kianit, korund, kremen, opal

*Vili Podgoršek, Uroš Herlec***MINERALI V DONIKOVEM KAMNOLOMU NA POHORJU**

283

adular, aktinolit, beril, biotit, čadavec, glinenci, hrizotil, kalcedon, kalcit, kremen, magnetit, mikroklin, muskovit, pirit, thulit, zoisit

*Zmago Žorž***MINERALI BISTRISKEGA JARKA IN VUDOVEGA POTOKA**

290

almandin, avgit, devillin, epidot, granat, halkopirit, hematit, hrizokola, kalcit, kremen, kuprit, magnetit, malahit, ortoklaz, periklin, pirit, plancheit, sadra

525

<i>Zmago Žorž</i> MINERALI KOŠENJAKA	293
aktinolit, almandin, antofilit, avgit, cabrerit, diopsid, flogopit, kalcit, lojavec, pirit, rutil, sadra, titanit	
<i>Zmago Žorž</i> STAVROLIT IN SPREMLJAJOČI MINERALI V REGIONALNO METAMORFNIH KAMNINAH	295
almandin, dravit, klinozoisit, stavrolit	
<i>Renato Vidrih, Mirjan Žorž</i> KREMEN IZ OKOLICE ČRNEGA VRHA PRI POLHOVEM GRADCU	297
kremen	
<i>Vili Rakovc, Renato Vidrih</i> ČADAVCI Z ŽIROVSKEGA VRHA	300
čadavec	
<i>Vili Rakovc, Renato Vidrih, Aleksander Rečnik</i> IGLIČASTI KRISTALI KREMENA IZ ZADOBJA	302
dolomit, kremen	
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc</i> KARBONATNE KONKRECIJE PRI SOVODNJU	304
bornit, halkopirit, karbonatne konkrecije, pirit, žveplo	
<i>Mirjan Žorž, Vili Rakovc</i> FLUORIT IN SPREMLJAJOČI MINERALI Z OSOJNIKA POD BLEGOŠEM	307
antimonit, barit, fluorit, kalcit, kremen, valentinit	
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc, Uroš Herlec</i> SAMORODNO ŽVEPLO IN DRUGI MINERALI IZ RAČEVE PRI ŽIREH	314
anhidrit, dolomit, fluorit, kalcit, kremen, žveplo	
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc</i> KALCITOVİ DVOJČKI IZ SELC	318
barit, fluorit, kalcit, markazit, sadra	
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc</i> KALCIT IZ OKOLICE GORENJIH JAZEN	321
kalcit	
<i>Mirjan Žorž, Vojko Pavčič</i> KALCIT IZ KURJE DOLINE V KAMNIŠKI BISTRICI	323
kalcit	

<i>Miha Jeršek, Zmago Žorž, Franc Krivograd</i> KALCITI NA RADUHI kalcit	325
<i>Renato Vidrih, Vili Rakovc</i> BARIT, KALCIT IN PIRIT IZ ROVE PRI RADOMLJAH barit, kalcit, pirit	326
<i>Željko Habl, Mirjan Žorž, Gregor Kobler</i> NAJDBA KREMENOV NA HRASTNIKU kremen	328
<i>Mirjan Žorž</i> POSEBNEŽI IN NJIHOVI SPREMLJEVALCI S HRASTNIKA PRI ŠKOFJI LOKI albit, dolomit, kremen, rutil	333
<i>Vojko Pavčič, Aleksander Rečnik</i> KRISTALI KREMENA Z ROŽNATO CONARNO RASTJO Z ZAKLADNIKA PRI BITNJAH kremen	343
<i>France Stare, Uroš Herlec</i> KREMENOVI KRISTALI IN OKREMENJENI TER LIMONITIZIRANI FOSILI V OKOLICI CRNGROBA adular, brookit, dolomit, okremenjen fosil, kalcedon, kalcit, kremen, limonit, markazit, pirit	345
<i>Uroš Herlec, France Stare, Aleksander Rečnik, Mirjan Žorž</i> NASTANEK IN ZNAČILNOSTI KREMENOVIH IN DRUGIH KRISTALOV PRI CRNGROBU adular, brookit, dolomit, kalcedon, kremen, opal	348
<i>Matija Križnar, Vili Rakovc, Uroš Herlec</i> KREMENOVI IN KALCITOVİ KRISTALI MED ŠKOFJO LOKO IN SORO dolomit, kalcit, kremen, pirit	356
<i>Vili Rakovc, Renato Vidrih</i> ROŽNATI CONARNI KREMEN IZ GRÖDENSKIH PLASTI PRI ŽIREH kremen	358
<i>Zmago Žorž</i> ZEOLITI IN GEODE NA SMREKOVČU ahatni gomolji, biotit, habazit, kalcedon, kalcit, klorit, kremen, laumontit, pirit, prehnit, rogovača	360

- Polona Kralj, Mojca Bedjanič, Ludvik Penhofer, Aleksander Rečnik*
MINERALI BAZALTNIH TUFOV IN TUFITOV PRI GRADU NA GORIČKEM 363
avgit, kalcit, olivin, rogovača
- Ludvik Penhofer, Miha Jeršek*
MINERALI IZ KAMNOLOMA SOTINA 366
albit, dolomit, goethit, kremen, limonit, muskovit, pirit
- Mirjan Žorž, Vasja Mikuž, Gregor Kobler*
MINERALI SEPTARIJ PRI GORNJEM ŠTRIHOVCU 368
barit, Fe-dolomit, ferrierit, heulandit, kalcit, kremen, pirit, sfalerit
- Danijel Kren*
NOVA NAHAJALIŠČA SEPTARIJ V SLOVENSKIH GORICAH 384
barit, ferrierit, kalcedon, kalcit, kremen, pirit
- Božo Stojanovič, Uroš Herlec*
SEPTARIJE IZ HLAJPA V SLOVENSKIH GORICAH 388
kalcit
- Franc Golob*
SEPTARIJE Z BORLA PRI PTUJU 389
kalcit
- Franc Golob*
CEVASTE IN PIRITNE KONKRECIJE PRI VRANSKEM 390
kalcit, pirit
- Jure Žalohar*
MINERALIZIRANE KONKRECIJE TUNJIŠKEGA GRIČEVJA 391
kalcit, karbonatne konkrecije, pirit, piritne konkrecije
- Aleksander Rečnik, Mirjan Žorž, Franc Golob, Vili Podgoršek*
MINERALI NA TRASI AVTOCESTE MED VRANSKIM IN LUKOVICO 393
ankerit, aragonit, barit, cinabarit, covellin, galenit, halkopirit, kalcit, manganit, millerit, pirit, psilomelan, rodohrozit, sadra, sfalerit, siderit
- Mirjan Žorž*
ŽOLTA DRUŠČINA Z BOŠTAJEVEGA HRIBA 396
kalcit
- Renato Vidrih, Vili Rakovc*
KREMEN, RUTIL IN SIDERIT IZ KRAŠNJE 402
apatit, kremen, rutil, siderit

<i>Mirjan Žorž</i> KREMENOVİ KRISTALI PRI ZAGRADIŠČU albit, kremen	406
<i>Miha Jeršek, Mirjan Žorž</i> KREMEN IZ OKOLICE CERKNICE kremen	410
<i>Mirjan Žorž</i> OD KREMENA DO KREMENA MED GROSUPLJEM IN RAŠICO NA DOLENJSKEM kremen	413
<i>Vili Podgoršek</i> KREMEN NA DOBRINI kalcit, kremen	418
<i>Franc Golob</i> KREMENOVİ KRISTALI V OSREDNJIH HALOZAH kalcedon, kalcit, kremen, pirit	422
<i>Franc Pajtler, Vili Podgoršek</i> KALCIT IN KREMEN IZ STAREGA GRADU PRI MAKOLAH kalcit, kremen	428
<i>Franc Pajtler, Danijel Kren</i> KREMEN IN KALCIT IZ OKOLICE VASI ZAKL V HALOZAH kalcit, kremen	430
<i>Danijel Kren</i> KREMEN IN KALCIT Z MELJSKEGA HRIBA kalcedon, kalcit, kremen	431
<i>Franc Pajtler, Mirjan Žorž</i> PIRIT IZ BREZIMNEGA POTOKA PRI LEMBERGU pirit	433
<i>Davorin Preisinger, Mirjan Žorž</i> MARKAZIT Z DEBELEGA VRHA markazit	436
<i>Blaž Miklavič, Mirjan Žorž, Goran Schmidt</i> MARKAZIT IN PIRIT IZPOD PRISOJNIKA limonit, markazit, pirit, sadra	439

- Blaž Miklavič, Goran Schmidt*
RAZLIČNE OBLIKE PIRITA Z MATAJURJA 444
kalcit, markazit, pirit
- Znago Žorž*
BARIT IN KALCIT NA SLOVENSKI OBALI 447
barit, kalcit
- Mirijam Vrabec, Davorin Preisinger*
KRISTALI HALITA IZ SLOVENSКИH SOLIN IN O EVAPORITIH NA SPLOŠNO 448
halit
- Milan Bidovec, Miha Jeršek*
ZLATO IZ DRAVSKIH NAPLAVIN 454
zlato
- Vili Podgoršek, Uroš Herlec*
JANTAR V SLOVENIJI 457
jantar, pijavcit, pirit
- Renato Vidrih*
BITUMEN NA MAVRINCU 459
bitumen
- Vasja Mikuž, Renato Vidrih, France Stare*
KRISTALI V FOSILIH 461
barit, bobovec, cinabarit, dolomit, kalcedon, kalcit, markazit, Mn-dendrit, opal, pirit, psilomelan, sadra, žveplo
- Vojko Pavčič, Uroš Herlec*
VIVIANIT NA PREMOGU IN V SUBFOSILNIH KOSTEH SESALCEV 469
francolit, vivianit
- Vasja Mikuž, Edo Grmšek, Goran Schmidt*
PIRITIZIRANI FOSILI IZ TUNJIŠKEGA GRIČEVJA 472
piritiziran fosil, sadra
- Alojz Županec, Uroš Herlec*
MINERALI V PRODNIKIH 475
ahat, amfibol, granat, hematit, jaspis, kalcedon, karneol, ksilit, wurzit
- Miha Jeršek, Uroš Herlec*
UTRINEK ZA ZBIRKO 480
pirit

<i>Miha Jeršek</i> JAVNO DOSTOPNE ZBIRKE	489
<i>Miha Jeršek, Breda Činč Juhant</i> MINERALOŠKE ZBIRKE PRIRODOSLOVNEGA MUZEJA SLOVENIJE	491
<i>Bojan Režun</i> ŠTUDIJSKA GEOLOŠKA ZBIRKA RUDNIKA ŽIVEGA SREBRA IDRIJA	493
<i>Suzana Fajmut Štruel</i> PODZEMLJE PECE – MUZEJ RUDNIKA SVINCA IN CINKA MEŽICA	495
<i>Uroš Herlec</i> ZBIRKA MINERALOV, KAMNIN IN RUD NA ODDELKU ZA GEOLOGIJO NARAVOSLOVNOTEHNIŠKE FAKULTETE UNIVERZE V LJUBLJANI	498
<i>Stane Gradišnik</i> ZBIRKE KAMNIN, FOSILOV IN MINERALOV V GRADU SLOVENSKA BISTRICA	502
<i>Renato Vidrih, Vasja Mikuž</i> SEIDLOVA GEOLOŠKA ZBIRKA V NOVEM MESTU	504
<i>Alojzij Pavel Florjančič</i> BRANISLJEVA ZBIRKA RADIOAKTIVNIH MINERALOV V LOŠKEM MUZEJU	506
<i>Miha Jeršek, Uroš Herlec</i> SISTEMATSKA ZBIRKA MINERALOV RENATA VIDRIHA	507
<i>Uroš Herlec, Miha Jeršek</i> POMEN ZBIRANJA MINERALOV	510
<i>Miha Jeršek, Mirjan Žorž</i> POVZETEK	512
<i>Miha Jeršek, Mirjan Žorž</i> SUMMARY	516

Kazalo nahajališč

Številke pomenijo prvo stran članka.

Agata	52	Dobrina v Halozah	418
Andrejevec	52	Dobrova pri Dravogradu	241
Barbarski graben	236	Dobrška gora v Kozmincih	418, 422
Bavšica	119	Dolane pri Borlu	389
Begunjščica	119	Dolina Triglavskih jezer	119
Bevkov vrh	304	Dolžanova soteska	112, 233
Bistriški jarek na Kobanskem	290	Dramlje	187
Bistriški vintgar na Pohorju	251, 280	Drenov Grič pri Vrhniku	461
Blagovica	393	Fevč	116
Boč	191	Frajhajm na Pohorju	278
Bodoveljska grapa	101, 106	Gabrovka na Dolenjskem	119
Borl pri Ptujju	389	Globočec v Halozah	418
Boštajev hrib pri Domžalah	396	Gorenje Jazne	321
Bovški Gamsovec	119	Gornji Štrihovec	
Brdinj	236	pri Zgornjem Štrihovcu	368
Brebovnica	300	Gozd pri Trbovljah	223
Brezje pri Trojanah	68	Gradež pri Ivančni Gorici	413
Breznica pod Malim Ljubnikom	101	Grad na Goričkem	363
Brezno pri Laškem	52	Grahovo pri Cerknici	410
Brezovica pri Mirni na Dolenjskem	119	Grmada pri Polhovem Gradcu	158
Budna vas	52	Haloze	418, 422, 428, 430
Bukovec nad Jezerskim	106	Hlapje v Slovenskih goricah	388
Bukovje pri Čebinah	68	Hobovše	106
Cerknica	410	Hrastnica pri Škofji Loki	52
Cezlak	265	Hrastnik v Selški dolini	328, 333
Cirkuše	52	Hudajužna	119
Crngrob	345, 348, 461	Ig	469
Čeplje	390, 457	Izola	447
Češnjice pri Blagovici	52, 68	jama	
Čisti vrh nad Zgornjo Trento	119	Divje babe	469
Črna na Koroškem	295	Kamniška	212, 216
Črna pri Kamniku	128	Kristalna nad Kupljenikom	192
Črna prst	119	Kubik	216
Črni vrh pri Polhovem Gradcu	158, 297	Marijino brezno	216
Dašnik	52	Mitoščica	223
Davča	307	pod Babjim zobom	192
Debeli vrh v Julijskih Alpah	436	Postojnska	192
Dedni Dol	223		

Potočka zijalka	192	Marolt	257
Ravenska	212	Ofič	262
Sela	128	Podstejšak	73
S647 v predoru Kastelec	192	Progat	257
Škocjanske	192	Ribniški Kopnik	257
Janezov graben na Pohorju	97	Kobla	119
Jareninski Vrh	384	Komenda v Tunjiškem gričevju	391, 461
Javorniški rovt	119	Koritno nad Oplotnico	271
Javorščica na Kozjanskem	132	Košenjok nad Dravogradom	262, 293, 295
Javorški grič	393	Krajno Brdo pri Krašnji	402
Jazbine	52	Krašca pri Gorjušah	154
Jelendol	223	Krašnja	393, 402
Jelovica	149, 154	Križna gora pri Škofji Loki	158
Jesenovo pri Čemšeniku	68	Kurja dolina	323
Jezero v Lužnici	119		
		Lavtarski vrh	328
Kališe pri Kamniku	128	Lepa Njiva	73
Kamnica pri Dolskem	52	Lemberg	433
Kamniška Bistrica	323	Lepene nad Jesenicami	78
kamnolom		Lepi hrib pri Krašnji	402
Cezlak	265	Ljubinj	119
Črnotiče	204	Ljubljansko barje	469
Donikov	283	Lobnica	245, 262
Hotovlja	158	Ločica	393
Hrastenice pri Polhovem Gradcu	160	Log pri Budni vasi	52
Kropa	143	Log pri Litiji	52
Liboje	180	Logatec	461
Mali Medvejk pri Sežani	207	Lubnik	101
Povodje pri Skaručni	162	Ludranski vrh	295
Rimski	280	Lukovica	393
Rogatec	187		
Sotensko	187	Magolnik	106
Sotina	366	Mala Rašica	413
Spodnje Jezersko	223	Male Kope na Pohorju	257
Stahovica	215	Male Lipljene	413
Stranice pri Slovenskih Konjicah	184	Mali Osolnik	413
Koritno nad Oplotnico	271	Mangartsko sedlo	119
Velika Pirešica	167, 187	Marija Reka	52
Vrbančkov	461	Martinj vrh	106
Zeleni pruh	265	Masore	106
karavanški predor	125	Matajur	444
Klopni vrh	262	Mavrinec v Julijskih Alpah	459
kmetija		Medvedica	413
Gregorc	73	Meljski hrib	431
Hren	257	Mežica	119
Jamnikar	257	Močilno	106
Kopnik	257	Muštrova grapa	307

Nanos	461	Oplotniščica	271
Nevlje pri Kamniku	469	Osojnik	307
Nova Gora pri Slovenski Bistrici	245	Pešnica	187
Nova Oselica	106, 304	Podosojnica	304
Novaki	106	Potočnikov	262
Novine	106	Skrivni	52
		Slatenk pri Čezsoči	119
Okoška Gora	89	Slomščica	187
Osojnik pod Blegošem	307	Stiški	223
Otalež	106	Strganca	430
Ožbalt na Kobanskem	262	Suha	236
		Vaški pri Radljah	245
		Vudov	290
Padež	52	Potoška grapa v Poljanski dolini	302
Paradišče	52	Prevalje na Koroškem	295
Pasjek	52	Prhavec	68
Peca	32	Prisojnik	439
Pecelj	52	Progatov vrh	257
Peči	143	Ptuj	461
Pečine v Halozah	418	Pustov mlin	52
Pečovnik pri Celju	177, 187	Puščava na Pohorju	260
Pernice	290		
Pijavci pri Rogaški Slatini	457	Račeva pri Žireh	314, 461
Piran	447	Radež	52
Plastuhova grapa	358	Radkovec	251
Počenska gora	119	Raduha	325
Podgorica nad Sevnico	52	Rakovnik	391
Podgorje ob Sevnici	52	Ravni Laz pri Bovcu	119
Podkum	106	Razbor	52
Podlipoglav	52	reka	
Podmilj	393	Bača	223
Podzid pod Trojanami	68, 393	Drava	454, 475
Pokljuka	154, 219	Iščica	223
Polhovec	101	Idrija	223, 475
Polička vas	384	Krka	223
Polički Vrh	384	Mura	454
Ponoviče	52	Sava	475
potok		Selška Sora	475
Bukov	106	Remšnik	84
Gladomeški	251	Rova pri Radomljah	326
Dovce na Kozjanskem	132	Rovček	391
Kotredeščica	68	Rudnica pri Podčetrtku	132
Kramarca	360	rudnik	
Lamprehtov	262	Črna pri Kamniku	128
Laški	52	Idrija	15, 461
Mačkov	106	Janezov graben	97
Maljek	52	Knapovže	52, 66

Lepa Njiva	73	Šebrelje	106
Leše	295	Šentjur pri Celju	187
Litija – glej rudnik Sitarjevec		Škofja Loka	356
Marija Reka	52	Škofje	106
Mežica	32	Šmarjetna gora pri Kranju	119
Okoška Gora	89	Špice v Sedelcih v Julijskih Alpah	459
Pleše	52	Štanga	52
Počivalnik	106, 112	Štangarske Poljane	52
Podljubelj	28	Štrihovec	384
Remšnik	84	Štrus	52
Savske jame	78		
Šentanski – glej rudnik Podljubelj		Tinje	245
Sitarjevec	52	Tinjska gora	251
Trbovlje	136, 461	Tolminski Triglav	119
Žirovski vrh	101	Tolsti vrh na Koroškem	236
Rudno polje	154	Tolsti Vrh pri Vačah	52
Ruš	116	Trebeljevo	52
		Tremerje pri Laškem	182
Savske jame	78	Trenta	439
Sečovelje	448	Trnovo pri Šentjurju pri Celju	187
Sela nad Podmelcem	119	Trojane	52, 393
Sela pri Kamniku	128	Tuhinjska dolina	461, 480
Selca pri Železnikih	318	Tunjiško gričevje	391, 461, 472
Sidraž	391	Turjak	461
Sitarjevec	52		
slap		Vajgen	384
Kobilji curek pri Velikih Laščah	223	Vajnof	52
Nežica pri Kostelu	223	Vancovec	119
Slovenska Bistrica	251	Velika Polskava	283
Smrekovec	360	Velike Kope na Pohorju	257
Sopotnica	101	Veliki Travnik na Smrekovcu	360
Sora	356	Veliko Tinje	251
Sovinja Peč	128	Vernek	52
Sovodenj	106, 304, 321	Vinska gora	223
Srednik	52	Virnikov Grintavec	116
Stahovica	128	Visole	245
Stanošina v Halozah	422	Viševca	391
Stari Grad v Halozah	428	Vransko	390, 457
Stegovnik	116, 209	Vrh nad Krašnjo	402
Strajna v Halozah	422	Vrhnika	461
Straža pri Bledu	152	Vrhovlje	391
Strojna	236	Vrsnik	119
Strunjan	448	Vršič	439
Sušje	106		
Svibno	106	Zadnja Smoleva	106
Svinja/Sauvalpe	236	Zadobje v Poljanski dolini	302
Sv. Jernej nad Muto	290	Zagorica pri Litiji	52

Zagradišče pri Sostrem	406	Zlatenek	52, 393
Zajasovnik	393	Zlati hrib	302
Zakl v Halozah	430	Znojile	52, 68, 393
Zakladnik pri Bitnjah	343		
Zali Log	307	Železno pri Veliki Pirešici	175, 187
Zavrstnik	52	Žiri	358
Zelen breg	236	Žirovski vrh	300
Zgornji Boč na Kozjaku	262	Županje Njive	128

Kazalo mineralov in nekaterih njihovih pojavnih oblik

Številke pomenijo prvo stran članka.

adular	262, 265, 283, 345, 348
ahat	475
ahatni gomolji	360
akantit	84
aktinolit	251, 265, 283, 293
albit	101, 265, 333, 366, 406
almandin	236, 271, 290, 293, 295
ametist	89, 187, 271
amfibol	278, 475
anataz	257
andradit	257
anglesit	32, 84
anhidrit	125, 314
ankerit	260, 262, 393
antimonit	52, 68, 73, 307
antofilit	293
apatit	265, 402
aragonit	32, 52, 84, 89, 112, 116, 192, 209, 212, 262, 393
argentopirit	52
arzenolit	78
arzenopirit	68
aurihalkit	84
autunit	101
avgit	290, 293, 363
avripigment	52, 78
azurit	52, 78, 84, 89, 106, 112, 116, 257
baker	52, 84
barit	15, 52, 73, 84, 112, 116, 260, 307, 318, 326, 368, 384, 393, 447, 461
bastit	251
beaverit	84
beril	236, 265, 280, 283
biotit	236, 271, 283, 360
bisolit	271
bitumen	459
bobovec	143, 149, 154, 175, 204, 207, 461
bornit	52, 84, 106, 112, 116, 257, 304
boulangerit	84, 116
bournonit	52
braunit	119
bravoit	52
brianyoungit	84
brookit	101, 345, 348

cabrerit	293
cerusit	32, 52, 84, 89, 116
cinabarit	15, 28, 52, 66, 116, 393, 461
covellin	52, 84, 393
crystalit	187
Cu-adamin	112
čadavec	265, 283, 300
descloizit	32
devillin	290
digenit	52
diopsid	293
dolomit	15, 52, 106, 112, 116, 125, 158, 184, 191, 302, 314, 333, 345, 348, 356, 366, 461
dravit	241, 295
dumontit	101
epidot	257, 262, 265, 271, 278, 290
epsomit	15, 32
Fe-dolomit	84, 368
ferrierit	368, 384
flogopit	293
fluorit	15, 32, 307, 314, 318
fosil okremenjen	345
fosil piritiziran	472
francolit	469
freibergit	84
galenit	15, 28, 52, 66, 78, 84, 89, 101, 112, 116, 257, 271, 278, 393
gersdorffit	84
glinenci	257, 262, 283
goethit	52, 84, 366
granat	236, 245, 257, 265, 278, 280, 290, 475
habazit	265, 271, 360
halit	448
halkantit	52
halkopirit	52, 66, 78, 84, 89, 106, 112, 116, 257, 290, 304, 393
halkozin	52, 84, 116, 257
hedenbergit	257
hematit	52, 84, 132, 262, 265, 290, 475
hemimorfit	32, 52
heulandit	368
hialit	251
hidrocinkit	32, 52, 84
hrizokola	89, 290

hrizotil	251, 283
idrialit	15
illit	128
jantar	457
jaspis	52, 132, 251, 475
kalcedon	187, 265, 280, 283, 345, 348, 360, 384, 422, 431, 461, 475
kalcit	32, 52, 78, 84, 101, 106, 112, 116, 125, 132, 143, 149, 152, 158, 160, 162, 167, 175, 177, 180, 182, 184, 187, 191, 192, 204, 207, 209, 215, 219, 257, 260, 262, 265, 271, 283, 290, 293, 307, 314, 318, 321, 323, 325, 326, 345, 356, 360, 363, 368, 384, 388, 389, 390, 391, 393, 396, 418, 422, 428, 430, 431, 444, 447, 461
kaolinit	15, 73
karbonatne konkrecije	304, 391
karneol	475
kianit	245, 251, 278, 280
kianotrihit	84
klinoklor	262, 271
klinozoisit	295
klorit	262, 265, 360
klorit magnezijev	251
korund	245, 280
kremen	15, 52, 66, 68, 73, 78, 84, 89, 101, 106, 116, 236, 251, 257, 262, 265, 271, 278, 280, 283, 290, 297, 302, 307, 314, 328, 333, 343, 345, 348, 356, 358, 360, 366, 368, 384, 402, 406, 410, 413, 418, 422, 428, 430, 431
kromit	251
ksilit	475
kuprit	84, 290
langit	84, 116
laumontit	265, 360
lazulit	187
led	192
lehnjak	219
lepidokrokit	52
limonit	32, 52, 78, 89, 112, 116, 132, 158, 175, 184, 187, 262, 345, 366, 439
limonitni kapniki	52
linarit	84, 89
lojevce	251, 293
magnetit	251, 257, 283, 290
magnezit	251
malahit	52, 78, 84, 89, 106, 112, 116, 257, 260, 290
manganit	393
markazit	15, 32, 52, 78, 116, 167, 177, 187, 318, 345, 436, 439, 444, 461

melanit	257
melanterit	15, 32, 52
melit	136
metacinabarit	15, 52
miargirit	52
mikroklin	236, 283
millerit	393
Mn-dendrit	112, 116, 158, 160, 461
molibdenit	257
montmorillonit	125
morion	101
muskovit	236, 271, 283, 366
natrolit	271
obsidian	187
olivin	251, 363
omfacit	245
opal	251, 280, 348, 461
ortoklaz	290
paligorskit	15, 32
partzit	112
periklin	290
phillipsit	271
piaucit, glej pijavcit	
pijavcit	457
pirit	15, 32, 52, 66, 68, 78, 84, 89, 97, 101, 106, 112, 116, 125, 128, 132, 143, 158, 162, 175, 177, 184, 187, 233, 245, 257, 260, 262, 265, 271, 278, 283, 290, 293, 304, 326, 345, 356, 360, 366, 368, 384, 390, 391, 393, 422, 433, 439, 444, 457, 461, 480
piritne konkrecije	391
piroluzit	52, 119
piromorfit	52, 84
pirotin	257
plancheit	290
polibazit	84
posnjakit	84
prehnit	360
psilomelan	52, 393, 461
realgar	52, 78
rodohrozit	393
rogovača	257, 265, 271, 360, 363
rosasit	84
rutil	241, 293, 333, 402

sadra	15, 32, 52, 66, 84, 89, 125, 136, 184, 216, 219, 257, 290, 293, 318, 393, 439, 461, 472
schwazit	52
sfalerit	15, 32, 52, 78, 84, 89, 101, 116, 257, 368, 393
siderit	52, 78, 132, 393, 402
skorodit	68
smithsonit	32, 52, 84
spessartin	236
stavrolit	295
stibikonit	68, 112, 116
svinec	52
šorlit	236, 265, 271, 278
tennantit	52, 112
tenorit	84
tetraedrit	52, 66, 84, 112, 116
theisit	112
thulit	283
titanit	257, 262, 265, 271, 293
todorokit	119
torbernit	101
valentinit	68, 307
vivianit	15, 469
witherit	52
wulfenit	32, 52
wurzit	475
zlato	454
zoisit	245, 283
živo srebro	15, 52, 66
žveplo	304, 314, 461

Kazalo avtorjev

Številke pomenijo prvo stran članka.

Aničić Bogoljub	132
Bedjanič Mojca	363
Bidovec Milan	73, 454
Činč Juhant Breda	7, 491
Dobnikar Meta	32, 89
Dolinšek Mirko	52
Fajmut Štrucl Suzana	32, 495
Florjančič Alojzij Pavel	28, 101, 506
Geršak Andraž	52
Golob Franc	265, 271, 389, 390, 393, 422
Gradišnik Stane	502
Grmšek Edo	472
Habl Željko	328
Herlec Uroš	13, 15, 32, 52, 66, 68, 73, 89, 106, 112, 116, 119, 128, 154, 175, 209, 219, 223, 236, 241, 251, 265, 283, 314, 345, 348, 356, 388, 457, 469, 475, 480, 498, 507, 510
Jemec Mateja	52
Jeršek Miha	32, 66, 73, 132, 141 , 143, 149, 158, 160, 162, 167, 177, 180, 182, 184, 204, 207, 209, 219, 236, 325, 366, 410, 454, 480, 489 , 491, 507, 510 , 512 , 516
Kardelj Marjetka	204, 207
Kobler Gregor	241, 328, 368
Kralj Polona	363
Kramar Sabina	52
Kren Danijel	384, 430, 431
Križnar Matija	160, 356
Krivograd Franc	32, 325
Kuzman Jure	251
Lamovšek Stane	73
Miklavič Blaž	439, 444
Mikuž Vasja	78, 136, 233, 368, 461, 472, 504
Mirtič Breda	9 , 32

Pajtlar Franc	89, 97, 132, 167, 180, 184, 280, 428, 430, 433
Pavčič Vojko	323, 343, 469
Penhofer Ludvik	363, 366
Podgoršek Vili	167, 177, 182, 191, 204, 215, 245, 251, 265, 271, 278, 283, 393, 418, 428, 457
Pogačnik Željko	204
Poljanec Feliks	15
Preisinger Davorin	112, 116, 143, 149, 209, 212, 436, 448
Rakovec Vili	143, 152, 158, 167, 300, 302, 304, 307, 314, 318, 321, 326, 356, 358, 402
Rečnik Aleksander	15, 187, 302, 343, 348, 363, 393
Režun Bojan	15, 493
Rifel Vilko	128
Schmidt Goran	175, 439, 444, 472
Souvent Petra	236
Stare France	143, 209, 219, 345, 348, 461
Stojanovič Božo	388
Urbanija Peter	143
Vidrih Renato	78, 119, 125, 152, 154, 158, 223, 233, 297, 300, 302, 304, 314, 318, 321, 326, 358, 402, 459, 461, 504
Vrabec Mirijam	245, 448
Wiessensteiner Gernot	112, 116
Zupan Hajna Nadja	192, 216, 219
Zupančič Damjan	160
Žalohar Jure	162, 391
Žorž Mirjan	32, 68, 136, 167, 231 , 241, 297, 307, 323, 328, 333, 348, 368, 393, 396, 406, 410, 413, 433, 436, 439, 512 , 516
Žorž Zmago	84, 112, 116, 245, 257, 260, 262, 290, 293, 295, 325, 360, 447
Županec Alojz	475

Podatki o avtorjih prispevkov

mag. Aničič Bogoljub		Bratovševa ploščad 8	1000 Ljubljana
Bedjanič Mojca	Zavod za naravo	Slomškov trg 6	2000 Maribor
mag. Bidovec Milan	Geološki zavod Slovenije	Dimičeva ulica 14	1000 Ljubljana
dr. Činč Juhant Breda	Prirodoslovni muzej Slovenije	Prešernova cesta 20	1000 Ljubljana
dr. Dobnikar Meta	Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani	Aškerčeva cesta 12 Veliki vrh 11	1000 Ljubljana 1270 Litija
Dolinšek Mirko			
mag. Fajmut Štruel Suzana	Rudnik svinca in cinka Mežica v zapiranju d.o.o.	Glančnik 8	2392 Mežica
Florjančič Alojzij Pavel		Podlubnik 27	4220 Škofja Loka
Geršak Andraž		Pot v dolino 40	1261 Dobrunje
Golob Franc		Arbajterjeva ulica 5	2250 Ptuj
Gradišnik Stane	Zavod za kulturo Slovenska Bistrica	Grajska ulica 11	2310 Slovenska Bistrica
Grmšek Edo		Križ 54	1218 Komenda
Habl Željko		Mestni trg 4	4220 Škofja Loka
dr. Herlec Uroš	Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani	Aškerčeva cesta 12	1000 Ljubljana
Jemec Mateja		Zagorica 8	1270 Litija
dr. Jeršek Miha	Prirodoslovni muzej Slovenije	Prešernova cesta 20	1000 Ljubljana
Kardelj Marjetka		V Murglah 63	1000 Ljubljana
Kobler Gregor		Blasov breg 15	1000 Ljubljana
dr. Kralj Polona	Geološki zavod Slovenije	Dimičeva ulica 14	1000 Ljubljana
Kramar Sabina	Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Restavratski center	Poljanska cesta 40	1000 Ljubljana
Kren Danijel		Jezdarska ulica 8	2000 Maribor
Križnar Matija		Godešič 134	4220 Škofja Loka
Krivosgrad Franc		Pod gonjami 59	2391 Prevalje
Kuzman Jure		Ulica Borisa Vinterja 9	3210 Slovenske Konjice
Lamovšek Stane		Dolenčice 1a	4223 Poljane nad Škofjo Loko
Miklavič Blaž		Ulica Gradnikove brigade 33	5000 Nova Gorica
dr. Mikuž Vasja	Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani	Privoz 11	1000 Ljubljana
dr. Mirtič Breda	Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani	Aškerčeva cesta 12	1000 Ljubljana
Pajtlar Franc		Kolodvorska ulica 15	2331 Pragersko
Pavčič Vojko		Kašelska cesta 111	1000 Ljubljana
Penhofer Ludvik		Prekmurska ulica 4	9231 Beltinci
Podgoršek Vili		Kraigherjeva ulica 17	2250 Ptuj
dr. Pogačnik Željko	Salonit Anhovo, Kamnolomi, d.o.o.	Kidričeva ulica 20	5000 Nova Gorica

Poljanec Feliks		Triglavska ulica 20	5280 Idrija
Preisinger Davorin		Kajuhova ulica 34	4000 Kranj
Rakovec Vili		Jenkova ulica 1	4000 Kranj
dr. Rečnik Aleksander	Institut Jožef Stefan	Jamova cesta 39	1000 Ljubljana
Režun Bojan	Rudnik živega srebra Idrija	Bazoviška ulica 2	5280 Idrija
Rifel Vilko		Žaga 11a	1242 Stahovica
dr. Schmidt Goran		Ljubeljska ulica 23	1000 Ljubljana
dr. Souvent Petra	Agencija RS za okolje	Vojkova 1b	1000 Ljubljana
Stare France		Žabnica 75	4209 Žabnica
Stojanovič Božo		Zlato polje 1	4000 Kranj
Urbanija Peter		Zgornja Dobrava 2	4246 Kamna Gorica
mag. Vidrih Renato	Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo	Dunajska cesta 47	1000 Ljubljana
mag. Vrabec Mirijam	Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani	Aškerčeva cesta 12	1000 Ljubljana
Wiessensteiner Gernot		Norbert – Ehrlichsiedlung 27	A-8530 Deutschlandsberg
dr. Zupan Hajna Nadja	Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU	Titov trg 2	6230 Postojna
Zupančič Damjan		Brilejeva ulica 13	1000 Ljubljana
Žalohar Jure		Koroška cesta 12	4000 Kranj
dr. Žorž Mirjan		Prešernova cesta 53	1290 Grosuplje
Žorž Zmago		Pod perkolico 52	2360 Radlje ob Dravi

Javne zbirke ustanov: Gimnazija Novo Mesto, Gornjesavski muzej Jesenice, Loški muzej, Numizmatični kabinet Narodnega muzeja Slovenije, Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Prirodoslovni muzej Slovenije, Rudnik svinca in cinka Mežica, Rudnik živega srebra Idrija, Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, ZRC SAZU Institut za raziskovanje Krasa v Postojni.

Zasebne zbirke: Jože Bedič, Manca Černila, Alojzij Pavel Florjančič, Urška Florjančič, Cveto Gašpirc, Franc Golob, Edo Grmšek, Željko Habl, Gašper Jeršek, Marjetka Kardelj, Janez Klemenčič, Gregor Kobler, Danijel Kren, Stane Lamovšek, Vasja Mikuž, Stane Osolnik, Franc Pajtler, Vojko Pavčič, Ludvik Penhofer, Vili Podgoršek, Feliks Poljanec, Davorin Preisinger, Vili Rakovec, Aleksander Rečnik, Bojan Režun, Goran Schmidt, France Stare, Rafael Šerjak, Goran Velikonja, Mojca Vidmar, Renato Vidrih, Mirijam Vrabec, Jure Žalohar, Mirjan Žorž, Zmago Žorž, Alojz Županec.

Avtorji fotografij: Jože Bedič, Milan Bidovec, Saša Brajnik, Franjo Drole, Alojzij Pavel Florjančič, Franc Golob, Marijan Grm, Tomaž Gubenšek, Miha Hadl, Jure Hajna, Nadja Zupan Hajna, Uroš Herlec, Miha Jeršek, Tomo Jeseničnik, Marjetka Kardelj, Danijel Kren, Matija Križnar, Tomaž Lunder, Andrej Mihevc, Blaž Miklavčič, Vasja Mikuž, Ciril Mlinar, Berndt Moser, Jurij Nastran, Tomaž Planina, Vili Podgoršek, Davorin Preisinger, Vili Rakovec, Aleksander Rečnik, Goran Schmidt, Ivica Spruk, Božo Stojanovič, Miran Udovč, Renato Vidrih, Mirijam Vrabec, Blaž Zarnik, Jure Žalohar, Mirjan Žorž, Valerija Žorž, Zmago Žorž.

Avtorji risb: Miha Jeršek, Matjaž Učakar, Mirijam Vrabec, Jure Žalohar, Mirjan Žorž.

Avtorja digitalne risbe: Zlatko Drčar, Matjaž Učakar.

Avtor diagramov: Mirjan Žorž.

Arhivsko gradivo: Vilko Rifel, Numizmatični kabinet Narodnega muzeja Slovenije.

Kazala: Goran Schmidt, Mojca Kranjc.