

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 gornještarihovških 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

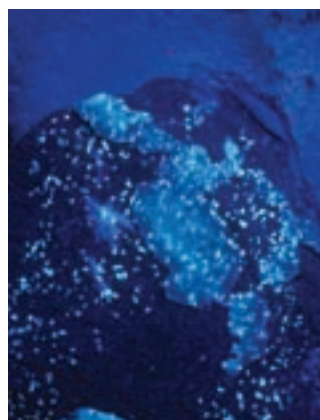
katerimi imajo sestava sedimenta, pritisk, temperatura in različni geološki dejavniki pomemben vpliv.

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.

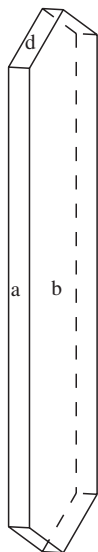
V makroskopski mineralni paragenezi je najprej nastal **Fe-dolomit**, ki je kristalil v nekaj desetink milimetra velikih enostavnih romboedrskih kristalih, ki prekrivajo večino razpok v svetlo- do temnorjavo svetlikajočih se odtenkih.

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 upogljivi.

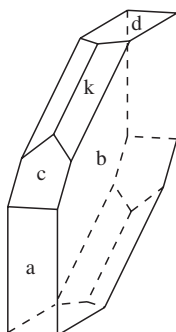


Isti primer kot na zgornji fotografiji, fotografiran v kratkovalovni ultravijolični svetlobi. Kristali ferrierita šibko fluorescirajo v mod-rem odtenku. Ultravijolično obsevanje razkrije desetine kristalov heulandita, ki intenzivno fluorescirajo v bledorumenih odtenkih. Na posnetku je videti še tanko 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

B

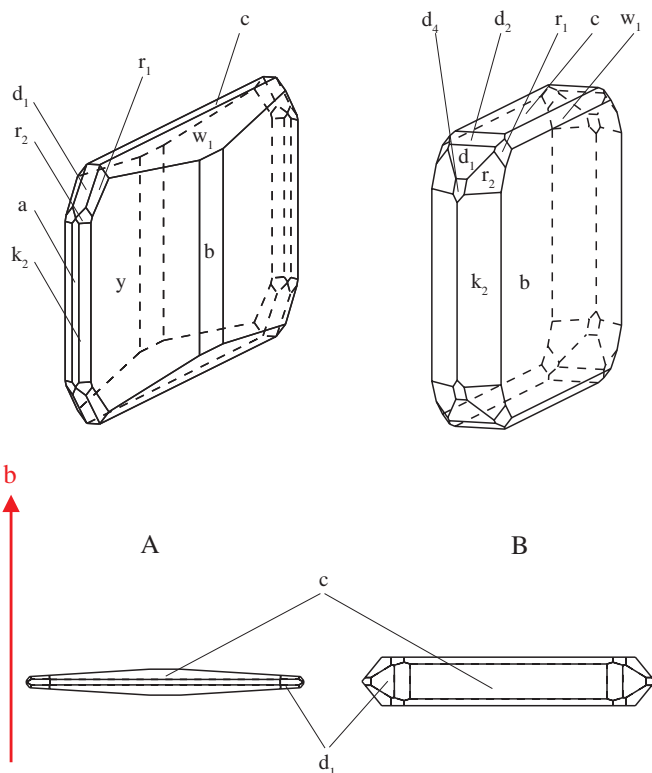
Ferrierit fluorescira v ultravijolični svetlobi, poleg tega pa ima tudi izrazito fosforescenco, česar pri tem mineralu doslej niso opazili.

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.

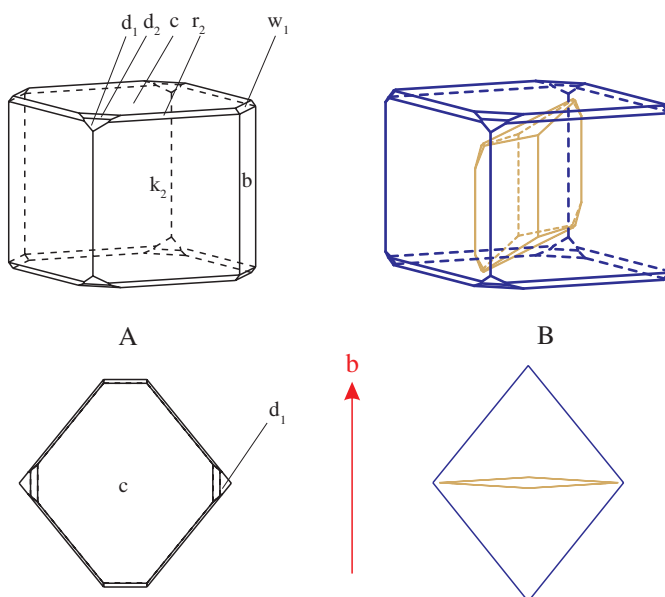
Meritve temperatur homogenizacije dvofaznih vključkov v kristalih **barita** kažejo na relativno visoko temperaturo, pri kateri bi utegnil kristaliti barit prve generacije, za katero so značilni rjavkasto obarvani prozorni kristali, ki so najhitreje rasli v smeri kristalografske a -osi, bistveno manj 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 zrastle do 15 cm v dolžino in 5 mm v širino.



Ploskovno 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 Žorž

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 preklapljenega 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 preklapljen kristal barita na septarijski podlagi. Kristal ima značilno morfologijo, ki jo zaznamuje rombasti 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 odgrnil 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 počí 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}	

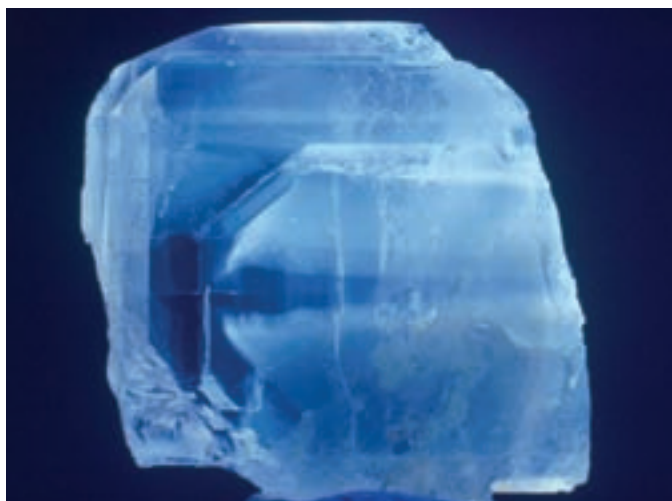
Morfologijo kristalov gornještarihovskega barita najbolj določajo pinakoidi, prizme in bipiramida, ki so označeni s krepkim tiskom. Ostale prizme in bipiramide so le na nekaterih kristalih. Prizma, označena z zvezdico, je le na kristalih prve generacije.



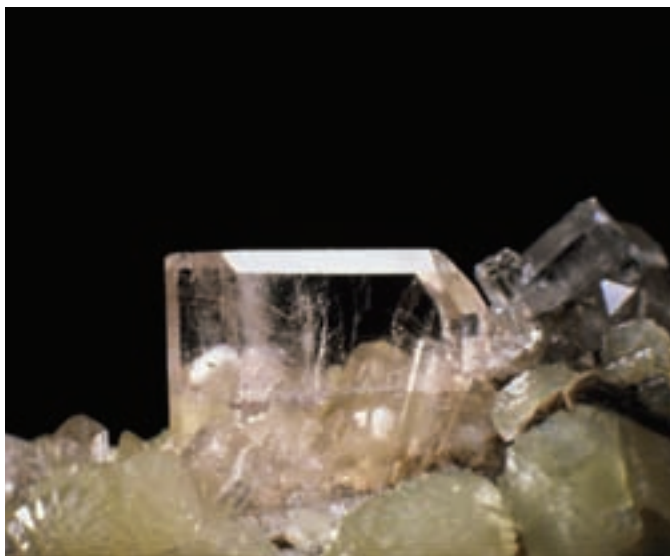
Nitast kristal barita, 10 x 9 mm, z elongacijo v smeri kristalografske c-osi na podlagi iz kalcitovih kristalov. Nitenje v tej smeri povzroči prekomerni razvoj prizme **k₂** in pinakoida **b**. Zbirka Mirjana Žorža. Foto: Mirjan Žorž



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 diagenetice 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 24×24 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

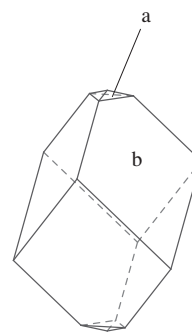
Ob koncu rasti barita je nižanje pT produkta privedlo do izločanja **kalcita** v obliki enostavnih kristalov, ki jih definirajo ploskve strmega negativnega romboedra **b**. Kalcit je ravno še ujel širjenje razpok, zato so nastali tudi nitasti kristali, ki pa so zares redki. Največkrat so elongirani pravokotno 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.

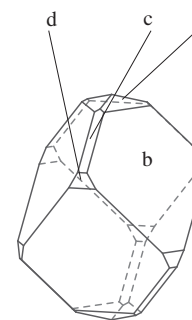
V nekaterih septarijah je prišlo do korozije kalcita, ki pa se je kmalu zatem ponovno izločil v tankih prevlekeh na baritu in kalcitu.



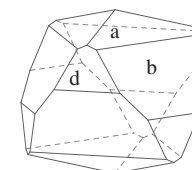
Vsi kristali kalcita iz gornještarihovških septarij imajo ukrivljene ploskve, vendar le izjemoma tako močno kot ta na posnetku. Kristal meri 40 x 22 mm in je na poseben način priraščen na podlago, zaradi česar ima zelo nizko simetrijo, zaradi katere pa pospešeno raste v smeri, ki je pravokotna na rob 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.



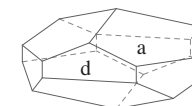
A



B

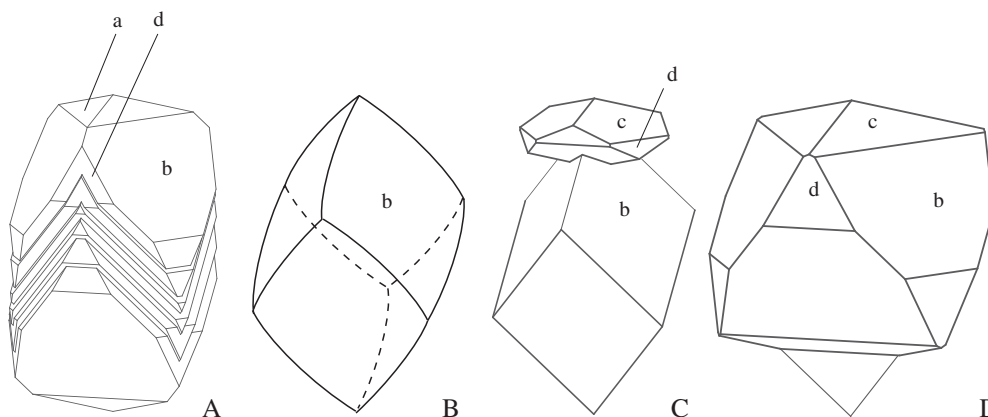


C



D

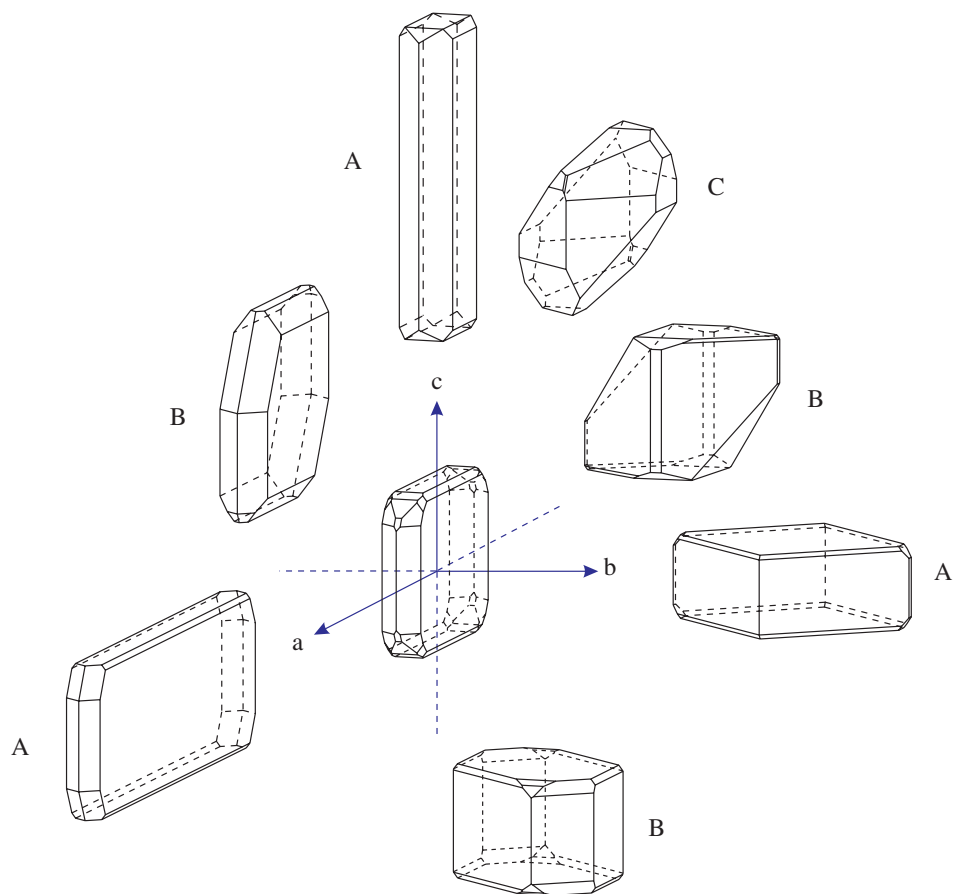
Kristali kalcita s strmoromboedriskim (A in B), prehodnim (C) in položnoromboedriskim habitusom (D). Njihovo obliko definirajo ploskve negativnih romboedrov $a\{012\}$ in $b\{021\}$ ter pozitivnega romboedra $c\{101\}$ in prizme $d\{100\}$. Risbe: Mirjan Žorž.



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



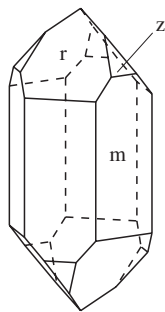
Isti kristal kot na levi strani, fotografiran v kratkovalovni ultravijolični svetlobi, ki povzroči intenzivno žveplenorumenno fluorescenco. Foto: Mirjan Žorž



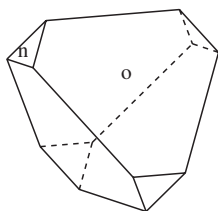
Elongacijska simetrija	Smer elongacije							
	brez	(100)	(010)	(001)	(hk0)	(h0l)	(0kl)	(hkl)
$2\Phi O$	+	+	+	+				
$2\Phi A$					+	+	+	
$1\Phi A$								+

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 $2\Phi O$, 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 $2\Phi A$, ki ji ustreza monoklinska točkovna grupa $2/m$ (kristali označeni z B). Katerakoli druga elongacija zniža simetrijo na $1\Phi A$, ki ji ustreza triklinska točkovna grupa $\bar{1}$ (kristal z oznako C).

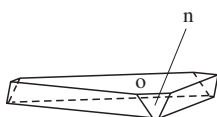
Risbe: Mirjan Žorž



Kristal kremen a omejujejo le ploskve prizme $m\{100\}$ ter pozitivnega $r\{101\}$ in negativnega $z\{011\}$ romboedra. Risba: Mirjan Žorž

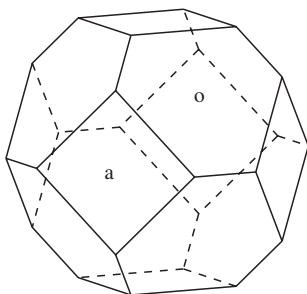


A



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.

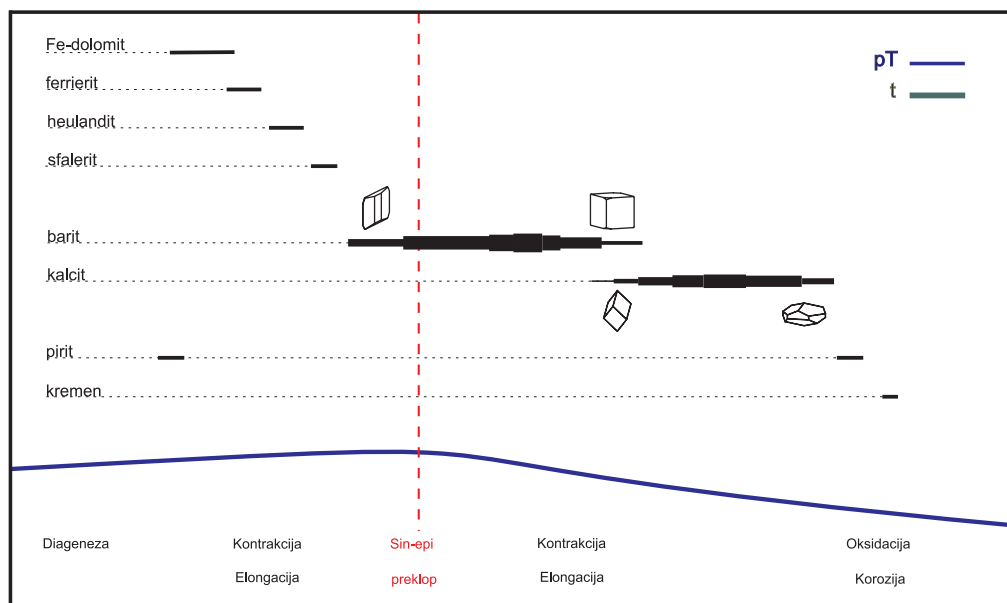
Pirit se je v manjših količinah izločal še pred oziroma ob kristalizaciji Fe-dolomita, raznobarvne prevleke kristalov pirita na kristalih kalcita pa kažejo na to, da je prišlo do njegovega izločanja tudi potem, ko je pT produkt dosegel najnižjo vrednost. Kristalil je v anaerobnih pogojih, kasneje pa ga je zajela oksidacija, ki je povzročila nahuklost. Največ 0,5 mm veliki kristali imajo enostavno kuboektaedrsko 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 sevanja 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 pirit, 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. KOBLE, 1996: *Septarijska mineralizacija pri Gornjem Štrihovcu* (odkritje septarij in geološko okolje, str. 292-293; nastanek septarij, str. 293-294; prva objava ankerita v gornještirihovških septarijah, str. 295; fotografija ankerita, str. 294; prva objava aragonita v gornještirihovških septarijah, str. 295; fotografija aragonita, str. 296; prva objava barita v gornještirihovških septarijah, str. 296; morfologija in risba barita, str. 298; fotografija barita, str. 294, 295 in naslovnica; prva objava kalcita v gornještirihovških septarijah, str. 297; fotografija kalcita, str. 295 in 296; morfologija in risba kalcita, str. 299; prva objava pirita v gornještirihovških septarijah, str. 297; prva objava sfalerita v gornještirihovških septarijah, str. 298; fotografija sfalerita, str. 296; morfologija in risba sfalerita, str. 299; prva objava ortoklaza v gornještirihovških septarijah, str. 299; fotografija albita, str. 297; prva objava albita v gornještirihovških septarijah, str. 299). Proteus, let. 58, Ljubljana
- PODGORNIK, A., M. ŽORŽ, A. REČNIK, G. KOBLE, 1997: *I minerali delle septarie di Gornji Štrihovec (Slovenia)* (prva objava ferrierita v gornještirihovških septarijah, str. 264, 3. odst.; fotografija ferrierita, str. 267; prva objava heulandita v gornještirihovških septarijah, str. 264, 4. odst.; morfologija in risba heulandita, str. 263; prva objava kremenca v gornještirihovških 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 preklap, 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 konkrecij iz Gornjega Štrihovca v Slovenskih goricah* (splošno o konkrecijah, 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.