

Odbleski iz Leve – drugi del

Mirjan Žorž, Viljem Podgoršek, Franc Golob, Igor Dolinar in Miha Jeršek

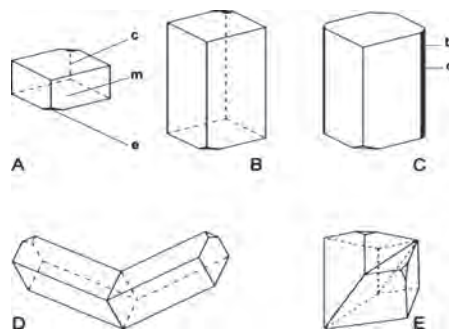
V prejšnji številki ste v prvem delu članka o *Odbleskih iz Leve* prebrali in pregledali zanimivosti o rudnih in spremljevalnih mineralih. V tem nadaljevanju pa vam avtorji predstavljajo podrobne opise mineralov iz skupin silikatov in zeolitov. Članek zaključujejo s časovnim prikazom razvoja mineralne parageneze tega nahajališča.

Silikatni minerali

Ta skupina mineralov je v obravnavanem nahajališču v obliki makroskopskih kristalov najštevilčnejša, ker kaže sestavo kamnin, v katerih so nastale razpoke. Za gornji del iz skrilavcev in gnajsov so značilni sljudni minerali, v spodnjem – amfibolitnem delu – pa prevladuje aktinolit. Epidot in adular sta prisotna v vseh razpokah.

Adular $KAlSi_3O_8$

To je najbolj »alpski« član parageneze v razpokah tega nahajališča. Adular je namreč oblika ortoklaza, ki je značilna le za alpske



Kristali adularja so kratkoprizmatski (A) in omejeni s ploskvami prizme $m\{110\}$, ki jo odrežejo ploskve pinakoidov $c\{001\}$ in $e\{101\}$. Redkeje so kristali dolgoprizmatski (B), še redkeje pa imajo razvite ploskve pinakoida $b\{010\}$ in prizme $d\{120\}$ (C). Manebaške dvojčke (D) spoznamo po kolenasti obliki, ki nastane po dvojčenju v ravnini $\{001\}$. Bavenski dvojčki nastanejo z dvojčenjem v ravnini $\{021\}$ in so deltoidne oblike (E). Vse risbe v članku: Mirjan Žorž.



Zdvoženi kristali adularja iz razpoke v amfibolitu iz spodnjega dela kamnoloma. V sredini posnetka je manebaški dvojček kolenaste oblike, ki je obdan z deltoidno oblikovanimi bavenskimi dvojčki. Velikost izreza je 20 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar.

Zbirka: Viljem Podgoršek.

razpoke. Kristali so brezbarvni in prosojni do prozorni. V nasprotju z ortoklazom so njegovi kristali sploščeni zaradi odsotnosti ali neizrazite razvitosti stranskega pinakoida **b**. Kristali tukaj so kratko- do dolgo-prizmatski in ne večji od petih milimetrov. Prizemske ploskve so narebne vzoredno z robovi (010). Terminacije opredeljuje bazni pinakoid **c**. Razvitih je še nekaj drobnih akcesornih likov.

Prvikrat smo pri nas našli zdvočene kristale adularja po manebaškem in bavenskem zakonu. Prvi so zdvočeni v ravnini (001) in imajo obliko zelo razprte črke »V«, drugi pa po ravnini (021) in so deltoidne oblike. Oboji ne presežejo 5 milimetrov. Adular je kristaliziral med prvimi minerali. Tudi na njegovih kristalih so vidne zareze. To so odtisi tankih primarnih kristalov kalcita, ki so se kasneje raztopili.

Aktinolit $\text{Ca}_2(\text{MgFe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

To je glavna sestavina amfibolita v delu kamnoloma ob reki. Pojavlja se v celotnem kamnolomu v obliki zelo tankih igličastih kristalov, dolgih do 2 centimetra. V razpokah amfibolita so kristali nekoliko širši, zato

imajo razvite tudi terminacije. Spodnji del teh kristalov je črn, medtem ko so terminacije svetlejše in celo prozorne. Kristali so progasti na prizemskih ploskvah. Aktinolit je kristaliziral med prvimi minerali.

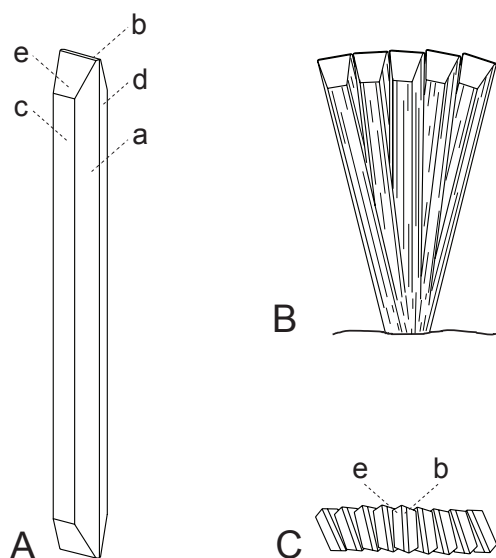
Epidot $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+}\text{Al})_3(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{O},\text{OH})_2$

Za kristalizacijo epidota je nujna mobilizacija železovih in kalcijevih ionov, čemur je bilo tukaj zadoščeno, zato je prisoten v vseh razpokah. Koncentracija železovih ionov pogojuje barvo. Čim višja je, tem temneje so obarvani kristali epidota. Svoj delež prispeva še debelina kristalov. V tem nahajališču se barvna paleta razprostira od komajda obarvanih kristalov do izrazito temnih odtenkov. Prevladujejo svetli rumenozeleni odtenki. Lasasti kristali so skoraj brezbarvni do rumenkasti. Epidot je v tem nahajališču kristaliziral med prvimi minerali, vendar je kasneje prišlo do raztapljanja kalcita in kremena ter do neke mere tudi epidota. Na nekaterih kristalih epidota so dobro vidni sledovi korozije, ki je povzročila mobilizacijo ionov. Sledilo ji je obarjanje druge generacije epidota. V nekaterih navpičnih



V spodnjem delu kamnoloma so se v razpokah znotraj amfibolita razvili razmeroma veliki kristali aktinolitne črne barve. Ob koncu rasti so kristalizirali brezbarvni kristali, zato so nekatere terminacije celo prozorne. Kristala rumenkaste barve sta titanit, razpoko pa zapolnjuje beli albit. Velikost izreza je 11 milimetrov.

*Foto: Igor Dolinar.
Zbirka: Viljem Podgoršek.*



Kristali epidota so omejeni s ploskvami pinakoidov $c\{001\}$, $a\{100\}$ ter $d\{101\}$, ki močno prevladujejo. Zaradi tega imajo navidezno prizmatske oblike, kakor je prikazano na risbi (A). Njihove terminacije so omejene s ploskvami prizme $e\{310\}$ in pinakoida $b\{010\}$. Kristali se praviloma prirastejo na podlago s pinakoidom b , kar povzroči ukrivljanje kristala v obliko pahljače (B). To ukrivljanje je simetrijsko pogojeno, ker ima epidot v tej pritrditvi kiralno simetrijo 2. Če pogledamo pahljačasti kristal pravokotno na njegovo terminacijo, to je v projekciji (010) (C), vidimo, da je sinusno ukrivljen in ima dvoštevno simetrijo.



Pahljačasti kristali epidota v družbi s tankimi kristali aktinolita iz zgornjega dela kamnoloma. Kristali kremenca so bili delno korodirani in kasneje nekoliko zacejeni, zato so nepravilnih oblik. Velikost izreza je 9 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar. Zbirka: Viljem Podgoršek.

razpokah so na tej podlagi nastala gnezda drobnih epidotovih kristalov, ki so popolnoma obrasla do neprepoznanosti korodirane večcentimetre kristale kremenca.

Kristali epidota so igličasti in razviti v obliki pahljač, kar je za epidot značilno. Pahljače navidezno sestavlja množica kristalov, v resnici pa je vsaka pahljača en sam zvit kristal, ki zvitost nadomešča z nastankom vpadnih kotov in izraščanjem posameznih

subindividuov. Pogled pravokotno na njihove terminacije razkrije, da so rahlo sinusoidalno zvite v skladu s pritrditveno monoklinsko simetrijo epidota. Največji kristali dosežejo do 10 milimetrov v dolžino in so do enega milimetra debeli. Njihovo obliko najbolj določajo ploskve pinakoidov a , c in d . Terminacije kristalov so lepo razvite, vendar drobne.



Ta primerek je bil v razpoki v zgornjem delu kamnoloma, ki je imela več kot 20 centimetrov v premeru. Kristali kremenca so precej korodirani in obraščeni z drobnimi kristali epidota, med katerimi je veliko biterminiranih. Zaradi korozije so ioni kalcija, silicija in železa prešli v raztopino, iz katere se je nato izločil epidot druge generacije in prekril kremenove kristale. Del kremenovih kristalov je prekrit še s sivkastimi prevlekami klorita. Velikost primerka je 7,3 centimetra x 6,8 centimetra.

Foto: Miha Jeršek.

Zbirka: Viljem Podgoršek.



Kristali klinoklora v tankih lističih so združeni v temne rozete, ki so prekrile podlago, iz katere izraščajo kristali epidota. Velikost izreza je 10 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar.

Zbirka: Franc Golob.

Klinoklor $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

Lističasti kristali klinoklora so vedno združeni v do 5 milimetrov velike rozete, ki prekrivajo podlago in so s svojo temnozeleno barvo v zanimivem kontrastu z epidotom in kalcitom.

Klorit $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}, \text{Li}, \text{Mn}, \text{Ni})_{4-6}(\text{Si}, \text{Al}, \text{B})_4\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$

Pomislili bi, da mineral, ki vsebuje več kot 10 odstotkov stabilnega dela periodnega sistema elementov, ne bo ravno pogost v

mineraliziranih razpokah. V resnici je ravno obratno. Klorit je pogost spremljevalec razpok. Njegovi drobni kristali sivkasto-zelene barve so med zadnjimi, ki se oborijo iz raztopin. Zato prekrijejo kristale drugih mineralov in jim tako odvzamejo sijaj ter lepe oblike. K sreči ga je v tukajšnjih razpokah razmeroma malo.

Muskovit $\text{KA}1_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$

V nasprotju z znatnim deležem muskovita v matični kamnini je njegove kristale v

razpokah komaj mogoče zaznati. Združeni so v rumenkastosrebrne rozete, ki merijo le nekaj desetink milimetrov v premeru. Opazimo jih na ploskvah drugih mineralov, ker so kristalizirali med zadnjimi.

Minerali iz skupine zeolitov

Pojav treh različnih mineralov iz skupine zeolitov v tem nahajališču je presenečenje. Ti minerali potrebujejo za svoj nastanek razmeroma nizek tlak in temperaturo. Njihova pojavnost je pogosto vezana na bližino ohlajajočih se magmatskih teles, kar je na Pohorju izpolnjeno. Vrstni red kristalizacije zeolitov je odvisen tudi od vsebnosti silicija in vode v njihovih kristalnih strukturah. V Levi je najprej kristaliziral natrolit, ki ima najnižjo vsebnost kristalne vode, temu pa sta sledila habazit in stilbit.

Habazit $\text{CaAlSi}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Habazit je v razpokah kamnoloma najbolj razširjen zeolit. Kristaliziral je med zadnjimi, zato so njegovi kristali priraščeni na vseh mineralih. Tudi na najtanjših kristalih aktinolita je kakšen našel oprijem za svojo rast, zato se včasih zdi, kot da bi njegovi kristali prosto lebdeli.

Največji kristali merijo do 8 milimetrov na robovih, večinoma pa 2 do 5 milimetrov.

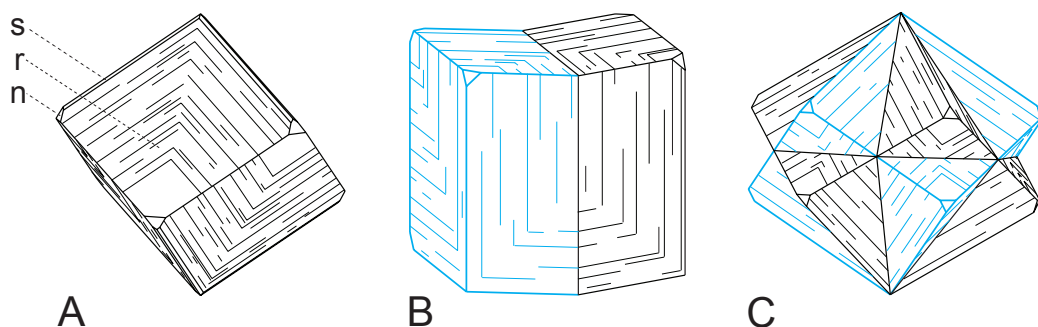
Zaradi trigonalne simetrije imajo kristali romboedrsko obliko, ki pa je zelo podobna kocki. Manjši kristali so brezbarvni in prosojni do povsem prozorni, večji pa so motni, pogosto bele barve in razpokani. Imajo ste-klast sijaj in gladke ploskve, ki so značilno narebne zaradi menjavanja romboedra **r** in skalenoedra **s**. Habazit je kristaliziral v dveh stopnjah, ker je prišlo do raztapljanja natrolita. Sproščeni ioni natrolita so se oborili kot rumenkasti habazit, ki v tankih skorjah deloma prekriva globule korodiranega natrolita.

Habazit je v večini nahajališč interpenetracijsko zdvojen tako, da se preraščata dva kristala, od katerih se eden zasučje okoli c-osi za 60 stopinj. Ker so kristali skoraj kockasti, je tudi nastali dvojček precej podoben dvojčku fluorita, ki pa ima značilno razkolnost po oktaedru (111). Večina habazitovih kristalov je zdvojen na ta način. Poleg tega se habazit kontaktno dvojči po

*Interpenetracijski dvojček habazita je priraščen na ploskvi pinakoida **c** kalcitovega kristala. Na tej ploskvi je izrazita parketna struktura, ki je nastala z menjavanjem ploskev osnovnega romboedra **r**. Kristal zdvojenega habazita meri 4 milimetrov. Oglišča so odsekana s ploskvami strmega negativnega romboedra **n**, vidna pa je tudi progavost na romboedrskih ploskvah **r**. Iz kalcitovega kristala izraščajo igličasti kristali epidota.*

Foto: Igor Dolinar. Zbirka: Viljem Podgoršek.





Kristali habazita v Levi so enostavnih, skoraj kockastih oblik. Opredeljujejo jih ploskve romboedra $r\{101\}$, katerih oglišča malenkostno odrežejo ploskve negativnega strmega romboedra $n\{021\}$. Redko so na njih razvite ozke ploskve skalenoedra $s\{214\}$, ki povzročajo na vseh kristalih opaženo progavost (A).

Dvojčenje je normalen pojav pri tem mineralu, vendar je kontaktno dvojčenje po romboedru r razmeroma redko. Dvojček opazimo kot prelom na romboedrski ploskvi, kjer se stikata zdvojen kristal. V Levi so tako zdvojeni kristali kar pogosti (B). Bistveno bolj pogosti so interpenetracijski dvojčki, pri katerih sta dva kristalna subindividuuma zasukana okoli skupne c -osi drug proti drugemu za 60 stopinj (C).

romboedru (101). To je redkejši tip dvojčkov, vendar jih je tukaj kar nekaj. Ker ima vsak kristal 6 romboedrskih ploskev, se lahko zdvojči na vsaki od njih, zato so pogosti večkratni (101) dvojčki. Dvojčenje opazimo kot prelome na romboedrskih ploskvah. Nekateri kristali v tem nahajališču so še bolj kompleksno zdvojeni tako, da je interpenetrirani dvojček večkrat še kontaktno zdvojen po (101).

Natrolit $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

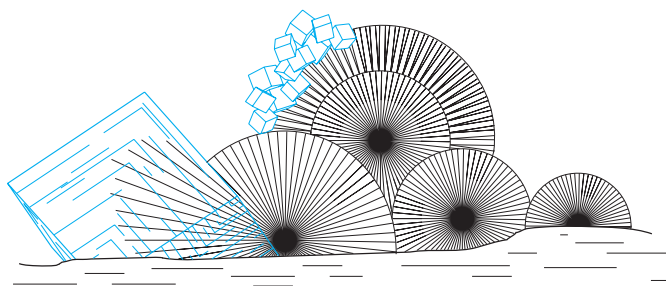
Samo v razpokah znotraj amfibolita je kristaliziral natrolit v do 2 milimetra velikih sferičnih agregatih bele barve, ki imajo na prelomu žarkasto strukturo. Večino agregatov je zajela korozija, ki je prodrla do določene globine. Na prelomljenih agregatih to opazimo kot rumenkasto obarvano plast, medtem ko je nekorodirana sredica še bele barve. Pravzaprav je od prvotnih agregatov



Mlečno beli kristali habazita so obdani s kristali epidota, aktinolita in kremena. Primerek izvira iz zgornjega dela kamnoloma. Zgoraj levo je interpenetracijsko zdvojen kristal. Kristali kremena so bili korodirani, zato so močno narebreni. Ker pa se je kasneje nanje ponovno odložila tanka plast kremena, so njihove ploskve gladke. Velikost izreza je 18 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar.

Zbirka: Viljem Podgoršek.



Kristali natrolita so tako tanki, da ne moremo določiti njihovih kristalnih likov. Ker jih je zajela korozija, so se ohranila zgolj jedra nekdanjih kroglastih kristalnih agregatov igličastih kristalov, ki imajo na prelomih žarkasto strukturo, kakor jo shematsko prikazuje risba. Pri večjih agregatih je vidna globina korozije v obliki različno obarvanih plasti. Zaradi korozije sproščeni ioni so se oborili na površini korodiranega natrolita v obliki drobnokristaliničnih habazitovih prevlek. Tanki igličasti kristali natrolita so se ohranili v notranjosti kristalov habazita, ker jih je ta obrasel.



Kroglasti skupki natrolita so kristalizirali na primarnih kristalih epidota. Na posnetku so vidni njihovi prelomi z žarkasto strukturo. Natrolit je zajela korozija, zato so se raztopile vrhnje plasti žarkastih skupkov. Ohranjeni žarkasti kristali natrolita so vidni le v notranjosti kristalov habazita kot zelo tanke bele črte. Na koncu se je na površini korodiranih kristalov natrolita izločila plast mikrokristaliničnega habazita umazano bele barve, ki je na posnetku dobro vidna. Ob desnem robu sta dva kristala brezbarvnega adularja. Velikost izreza je 12 milimetrov.

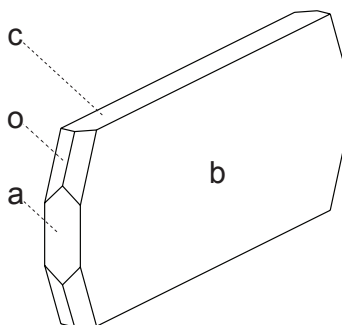
Foto: Igor Dolinar. Zbirka: Viljem Podgoršek.

žarkasto izraščajočih lasastih kristalov ostala le kompaktna sredica, medtem ko so se tanki kristali raztopili. Pač pa so se kristali ohranili, če jih je obrasel habazit. Vraščeni kristali so ravno tako bele barve in radialno oblikovani, vendar med seboj dobro ločeni, ker jih je habazit zaščitil pred korozijo.

Stilbit $\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Kamnolom Leva je prvo znano nahajališče tega zeolita na ozemlju Slovenije, kar je svojevrstno presenečenje. Prej bi ga pričakovali na Smrekovcu. Stilbit je zadnji član parageneze, ki je kristaliziral samo v amfibolitovih razpokah. Priraščen je na kristale habazita v obliki pahljačastih skupkov rumenkastih kristalov, ki ne presegajo 2 milimetra v višino. Prozorni kristali so lepo razviti in imajo gladke ploskve. Stilbit v tem nahajališču

ima za ta mineral značilno obliko in kombinacijo kristalografskih likov.



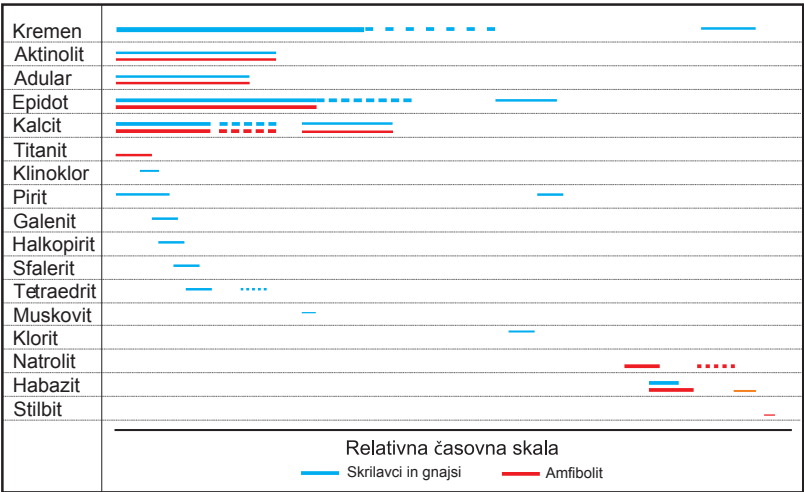
Stilbit v spodnjem delu kamnoloma Leva je v obliki kristalov, ki so sploščeni po pinakoidu **b**{010}. Kristale omejujejo ploskve pinakoidov **a**{100} in **c**{001}, značilno obliko pa jim dajejo ploskve rombske bipiramide **o**{111}.



Stilbit je bil v Sloveniji prvič odkrit v spodnjem delu kamnoloma Leva. Trije rumenkasti kristali za stilbit značilne snopaste oblike so priraščeni na kristalih habazita in epidota. Dobro vidne so njihove terminacije, ki jih oblikujejo ploskve pinakoida **a** in bipiramide **o**. Velikost izreza je 8 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar.

Zbirka: Viljem Podgoršek.



Paragenetski diagram alpske mineralne parageneze, ki se pojavlja v kamnolomu Leva. Prikazani časovni potek temelji na opažanjih zaporedja rasti oziroma korozije posameznih mineralov v razpokah in je le približen. Debelina posamezne črte ponazarja obseg izločanja, prekinjene črte pa korozijo posameznega minerala.

Literatura:

Rykart, R., 1989: *Quarz – Monographie*. Thun: Ott Verlag.
Tschernitch, R. W., 1992: *Zeolites of the World*. Phoenix: Geoscience Press Inc.
Lieber, W., 1994: *Amethyst*. Heidelberg: Werner Lieber.
Blackburn, W. H., Dennen, W. H., 1997: *Encyclopedia of Mineral Names*. The Canadian Mineralogist, Special publication 1. Ottawa: Mineralogical Association of Canada.
Žorž, M., 2002: *The Symmetry System*. Grosuplje: Samozaložba.
Žorž, M., 2005: *Kremenovi dvojčki preraščanja*. Proteus, 67: 2-3.
Podgoršek, V., Golob, F., 2006: *Minerali v kamnolomu škrilja v Koritnem nad Oplotnico*. Scopolia, Supplementum 3. Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije.

Podgoršek, V., Golob, F., Rečnik, A., Hinterlechner - Ravnik, A., 2007: *Minerali medplastnih in alpskih razpok v metamorfnih kamninah v Koritnem nad Oplotnico*. Nahajališča mineralov v Sloveniji. Ljubljana: Institut Jožef Stefan.