

Odbleski iz Leve

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

S Pohorja se na jugovzhodni strani v Dravinjo steka Oplotnica, ki si je v kamnine vrezala razmeroma globoko strugo. Pri kmetiji Leva nedaleč od Koritnega na višini približno 450 metrov nad morjem je na desnem bregu razkrila nekaj deset metrov plasti kamnin, ki vpadajo proti zahodu. Lastnik te kmetije je v obdobju od sredine osemdesetih let prejšnjega stoletja do konca prvega desetletja novega tisočletja na južni strani istoimenskega kamnoloma te plasti izkoriščal za pridobivanje škrlja.

V aktivnem obdobju kamnoloma je bilo mogoče na odvalu in v razkritih stenah z dovoljenjem lastnika iskati minerale, ki so bili v kamninah in razpokah, kar so zbiralci in strokovnjaki s pridom izkoristili. Zaenkrat je z njegovim soglasjem še možno nabirati in tudi najti različne minerale. Ker kamnolom ni več dejaven, se kar hitro zarašča. Drobir, ki se kruši s sten, zasipa spodnje dele, oboje pa vedno bolj zmanjšuje možnosti novih najdb.

Ker ni prav verjetno, da bo kamnolom še kdaj dejaven, je sedaj pravi čas, da predstavimo minerale in njihove posebnosti. To nahajališče je vir najlepših kristalov kremenovega različka ametista in epidota, kar smo jih doslej našli na slovenskem ozemlju. Poleg tega smo v slovenskem merilu našli nekaj novih pojavnih oblik adularja in perimorfoze limonita po tetraedritu. Opisujemo tudi v Sloveniji prvokrat odkriti mineral stilbit iz skupine zeolitov.

Geološka slika

Kamnine v kamnolomu sestavljajo plasti muskovitno-biotitnega skrilavca in gnajsa z vložki amfibolita. Spodnje plasti, ki so razkrite le pri strugi Oplotnice, so iz amfibolita.

Tektonika je v določeni meri nagubala kamnine, ob tem pa sta nastali dve vrsti razpok. Skrilavci so se na nekaterih mestih razplastili in nastale so razpoke, ki potekajo vzporedno s plastovitostjo. Druga vrsta razpok je nastala zaradi pokanja skrilavcev pravokotno na njihovo plastovitost.

Razpoke obeh vrst so redko širše kot 5 centimetrov, vendar so bile nekatere široke tudi do 20 centimetrov. Posameznim razpokam je bilo mogoče slediti več metrov v dolžino vzdolž plasti ali pravokotno na njih.

V razpokah je bil na razpolago prostor za kristalizacijo različnih mineralov iz raztopin juvenilne ali vadozne vode. Juvenilna voda nastane zaradi kemijskih reakcij dehidracije pri metamorfozi kamnin in raztaplja kamnine okoli razpoke. Ta dogajanja so potekala v globinah, kjer je bil tlak nekaj kilobarov, temperatura pa je bila približno 300 stopinj Celzija. Vadozna oziroma površinska voda je pronicala skozi kamnine in se med potjo segrevala v skladu s temperaturnim gradientom, ki je vladal v skladovnici kamnin.

Dvig temperature in tlaka omogoča raztapljanje kamnin, ki poteka toliko časa, dokler ni v raztopini preseženo nasičenje posamezne mineralne sestavine. Do nasičenja pride tudi takrat, ko začneta tlak in/ali temperatura padati. Brž ko se to zgodi, pričnejo v razpokah kristalizirati minerali v določenih zaporedjih.

V razpokah kamnoloma Leva so kristalizirali minerali, ki jih uvrščamo v tako imenovano družčino oziroma paragenezo mineralov alpskih razpok.

Parageneza v Levi je razmeroma številna in obsega minerale, ki so sestavni del kamnin, ter minerale, ki so zrasli v razpokah. V kamninske minerale na tem nahajališču prištevamo vrsto granata – almandin – in črni



Pridobivanje škrilja z lomljenjem gnajsa v kamnolomu Leva. Kamnino najprej lomijo pravokotno na njeno plastovitost v bloke zelene velikosti, nato pa jo razkoljejo v primerno debele plošče.

Foto: Viljem Podgoršek (oktobra leta 2002).



Sveže adminirana južna stena v kamnolomu v višini 4 metrov z odtisi vrtin. Lepo vidna je razlika med izrazito plastnatimi škrilavci in bolj homogenim gnajsom, v katerem je ovalno oko izoliranega amfibolita. Navpične razpoke so številne, vidne pa so tudi medplastne razpoke, ki so pretežno zapolnjene s kremenom.

Foto: Viljem Podgoršek (oktobra leta 2002).

različek turmalina – šorlit. Med glavnimi sestavinami škrilavcev in gnajsov so kremen ter sljudi muskovit in biotit, pri amfibolitih pa aktinolit, albit in titanit. V škrilavcih se pojavljajo razpršeni sulfidni minerali, ki v

stiku s kisikom hitro oksidirajo in s svojimi oksidacijskimi produkti kamnine obarvajo v rjavih, modrih in belih odtenkih. Železovi oksidi oziroma limonitne prevleke prekrivajo minerale v večini razpok. Le v spodnjem delu, v amfibolitu, jih ni zaslediti. V nadaljevanju opisujemo le minerale, ki smo jih našli v razpokah.

Rudni minerali

Našli in določili smo pet rudnih mineralov, ki so vsi iz skupine sulfidov železa, cinka, antimona in bakra. Pojavljajo se v razpokah škrilavcev in gnajsov, vendar v tako majhnih količinah, da ne moremo govoriti o kakšni omembe vredni rudni mineralizaciji.



Lega kamnoloma Leva je označena z rdečo puščico. Državna topografska karta, 054 Oplotnica. Geodetska uprava Republike Slovenije 1998.

Galenit (PbS)

Galenit je redek in praviloma vključen v kristalih kalcita. Največkrat opazimo le razkolne ploskve po ravninah kocke, ki so kovinsko srebrne barve. Kristali so drobni in ne presežejo enega milimetra. Zelo redki so kuboooktaedrični kristali.

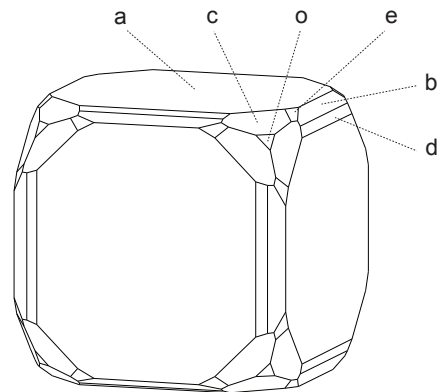
Halkopirit (CuFeS₂)

Spoznamo ga po zlato rumeni barvi na školjkastih prelomih. Pravilno oblikovanih kristalov ni opaziti. Največkrat ga najdemo v bližini sfaleritovih kristalov. Zrna so manjša od enega milimetra. Oksidacija halkopirita ni zajela, ker je večinoma vključen v kamnini ali pa v sfaleritu.

Pirit (FeS₂)

Kristali prve generacije dosežejo do 25 milimetrov na robu. Največkrat so obraščeni s kalcitom, ki jih je zaradi sočasne kristalizacije lahko oviral pri rasti. V takih primerih so kristali pirita slabše razviti in pogosto sploščeni. Ker jih je kalcit varoval pred oksidacijo, so njihove ploskve gladke in zlate barve.

Prostorastoči kristali so površinsko rahlo oksidirani in zato obarvani v različnih mo-



*Kristali pirita v razpokah so ploskovno precej razgibani. Prevladujejo ploskve kocke **a**{100}, katerih robovi so zaobljeni s ploskvami dveh pentagonskih dodekaedrov **d**{210} in **b**{310}. Tudi oglišča kock so zaokrožena, ker jih odrežejo ploskve oktaedra **o**{111} in deltoidnega ikozaedra **c**{211}. Najmanj izražene so ploskve diakispentagonskega dodekaedra **e**{321}.*

Vse risbe v članku: Mirjan Žorž.

drikastih in rdečkastih odtenukih. Močnejše oksidirani kristali z limonitnimi prevlekami so redki.



*Kristali pirita prve generacije na kremenovi podlagi iz zgornjega dela kamnoloma so na površini zaradi začete oksidacije obarvani v različnih odtenkih. Ploskve kocke imajo izrazit relief, ki je nastal z menjavanjem ploskev kocke **a** in pentagonskega dodekaedra **d** in poteka vzporedno z robovi kocke ter kocke **a** in deltoidnega ikozaedra **c**, ki je pod kotom 45 stopinj glede na robove kocke. Okoli večjega kristala, ki meri 1,5 milimetra na robu, so majhni skupki kristalov muskovita.*

Foto: Igor Dolinar. Zbirka: Viljem Podgoršek.

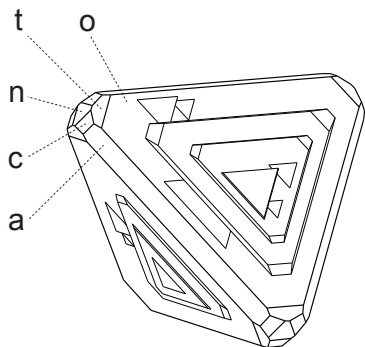
Večji primarni kristali so kockasti in imajo na ploskvah značilen rebrasti vzorec, ki je posledica menjavanja ploskev kocke **a** in pentagonskega oktaedra **d**. Bistveno bolj razgibani so manjši kristali, ki so tudi kockasti, vendar imajo razvite še like oktaedra **o**, pentagonskega dodekaedra **b**, deltoidnega ikozaedra **c** in diakispentagonskega dodekaedra **e**. Na teh kristalih se v enem pasu stopničasto menjajo ploskve kocke in pentagonskih oktaedrov, v drugem pa ploskve kocke, deltoidnega ikozaedra in oktaedra.

Na ploskvah kocke nastanejo zanimivi reliefni vzorci. Pozneje je kristalizirala druga generacija pirita, zato drobne kristale najdemo na kristalih kalcita. Ti so enostavne kocke, ki imajo oglišča odrezana s ploskvami oktaedra **o**. Pirita ni v amfibolitu.

Sfalerit (ZnS)

Razpršen je po kristalih kalcita, v katerega je ponekod vraščen. Kristali črne barve z lepim sijajem na ploskvah so manjši od enega milimetra. Na razkolnih ploskvah so

rdečkastorjavo prosojni. Ploskovno so precej kompleksni in narebreni, ker se v pasovih menjavajo ploskve pozitivnega tetraedra **o**, kocke **a** in trisoktaedra **t**.



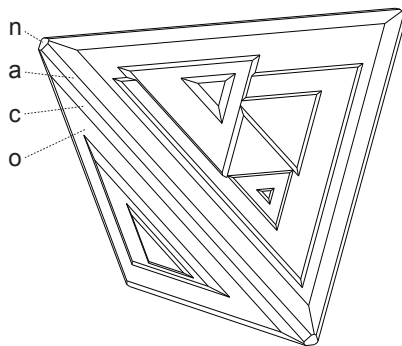
*Sfalerit kristalizira v kristalih, ki jih omejujejo ploskve pozitivnega tetraedra **o**{111} in kocke **a**{100}, ki se medsebojno menjavajo, zato so ploskve tetraedra narebrene in imajo trikotno parketno strukturo. Oglišča so nekoliko modificirana s ploskvami deltoidnega ikozaedra **c**{211}, trisoktaedra **t**{221} in negativnega tetraedra **n**{ $\bar{1}11$ }.*

Tetraedit - $(\text{CuFe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$

Kristali tetraedita so priraščeni na kremenove kristale. Zaradi oblike kristalov ga zlahka zamenjamo s sfaleritom, od katerega pa se loči po bolj motnih ploskvah, ki so modrikasto obarvane. Tudi razkolnosti nima. Največji kristali merijo približno 2 milimetra na tetraederskem robu in so terasasto razviti zaradi menjavanja ploskev pozitivnega tetraedra **o** in deltoidnega ikozaedra **c**. Ploskve teh likov najbolj opredeljujejo tetraeditno obliko kristalov. V manjši meri so razvite tudi ploskve kocke **a** in negativnega tetraedra **n**.

Nekateri kristali so bili v celoti oksidirani, ker pa jih je hkrati prekrila oksidacijska plast netopnega limonita, se je s tem ohranila limonitna lupina, ki ima obliko prvo-

tnega kristala tetraedita. Nastala je torej perimorfoza limonita po tetraeditu, ker so se topni oksidacijski produkti izlužili. Rjave perimorfoze so v nekaterih medplastnih razpokah kar pogoste. Pred čiščenjem primerkov je treba biti previden in jih pregledati, ker so perimorfoze pač krhke in jih s čiščenjem nehote odstranimo. Nekatere razpoke in njihova okolica so bile izrazito modrikasto obarvane zaradi bakrovih oksidov, ki so nastali pri razkroju tetraedita.



*Kristal tetraedita iz Leve je omejen s ploskvami pozitivnega tetraedra **o**{111}, ki pa se menjavajo s ploskvami deltoidnega ikozaedra **c**{211}, zaradi česar so tetraeditne ploskve parketirane in narebrene. Robovi in oglišča so malenkostno posneti s ploskvami kocke **a**{100} in negativnega tetraedra **n**{ $\bar{1}11$ }.*

Spremljevalni minerali

To je skupina mineralov, ki so stalni spremljevalci alpskih razpok. Kristalizirajo prvi oziroma med prvimi in so podlaga za minerale, ki so kristalizirali kasneje. Zaradi svojega zgodnjega nastanka so pogosto žrtve spremenjenih pogojev kristalizacije, ki povzročijo njihovo raztapljanje, ali pa jih kasnejši minerali v celoti prekrijejo.



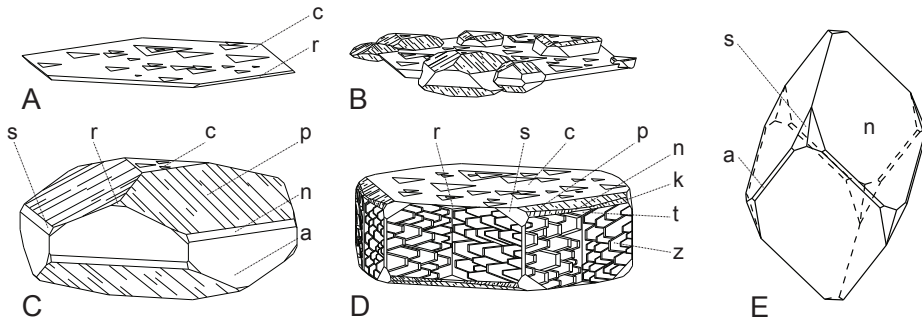
Kristal tetraedrita na posnetku meri 2 milimetra v premeru in ima stopničasto razvite ploskve. Izvira iz zgornjega dela kamnoloma in je priraščen na kremenove kristale, ki jih prekriva limonitna prevleka. Foto: Igor Dolinar. Zbirka: Viljem Podgoršek.

Kalcit (CaCO_3)

Razširjenost kalcita po vseh razpokah tega nahajališča je nekoliko presenetljiva glede na kamnine, v katerih so nastale. Ta mineral tudi sicer ni pogost v alpskih razpokah, ker se praviloma izluži. Kristalizira med prvimi minerali v obliki zelo tankih kristalov – lamel, ki imajo prevladujoče ploskve pinakoida **c** in zelo ozke ploskve osnovnega romboedra **r**. Kalcitove lamele se med seboj naključno preraščajo v satastih oblikah. Posamezne so do 2 centimetra dolge. V prostorih med njimi so kristalizirali drugi minerali; v našem primeru pirit, sfalerit, galenit, tetraedrit in epidot. Korozija je zajela večino primarnih kristalov kalcita, kar potrjujejo zajede in odtisi na kristalih kremen

in epidota ter korodirani ostanki primarnih kristalov kalcita.

V naslednji fazi rasti pričnejo prevladovati ploskve negativnega romboedra **p**, kar pomeni, da je prišlo do preklopa oblike kristalov zaradi spremembe tlačnega oziroma temperaturnega gradienta v razpokah. Te ploskve so progaste zaradi menjavanja s ploskvami romboedra **r**. Končna oblika kristalov je romboedrska, saj so najbolj razvite ploskve strmega negativnega romboedra **n**. Na pinakoidu **c** in na prizemskih ploskvah **z** je prisotna izrazita parketna struktura. Največji kristali so veliki do enega centimetra. Zdvojenih kristalov kalcita tukaj nismo našli.



Kristali kalcita prve generacije so zelo sploščeni po pinakoidu $c\{001\}$, ki ga omejujejo le ploskve osnovnega romboedra $r\{101\}$. Ploskve pinakoida so vedno parketirane v obliki trikotnikov, ker se medsebojno menjavajo s ploskvami romboedra r (A). V nadaljevanju rasti je prišlo do spremembe temperature in/ali tlaka, zato so se začele na primarnih kristalih razvijati oziroma brsteti ploskve negativnega položnega romboedra $p\{012\}$ in negativnega strmega romboedra $n\{021\}$ (B). Romboedri p so vedno značilno nabrekli zaradi menjavanja s ploskvami romboedra r . Samostojno razvit kristal druge generacije prikazuje risba C. Na teh kristalih so razvite še ploskve skalenoedra $s\{211\}$ in prizme $a\{100\}$. V nekaterih razpokah so se v vmesnih fazah razvili kristali s precej kompleksno morfologijo (D). Razvite imajo ploskve redke ditrigonalne prizme $z\{10.1.0\}$, ki so močno parketirane zaradi menjavanja ploskev z , r in n . Razviti so še akcesorni liki negativnega strmega romboedra $t\{041\}$ in negativnega skalenoedra $k\{10.1.\bar{5}\}$. Ob zaključku kristalizacije so kristali kalcita v celoti preklapljeni (E), saj imajo najbolj razvite ploskve negativnega strmega romboedra n . Te so malenkostno modificirane s ploskvami prizme a , skalenoedra s in pinakoida c .

Kremen (SiO_2)

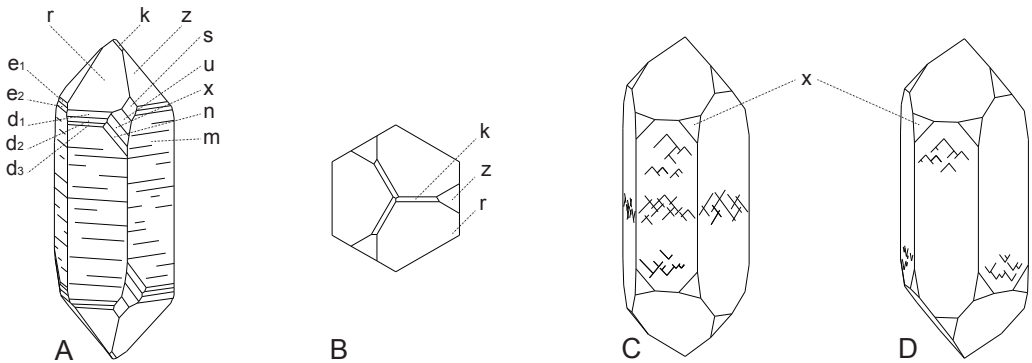
Kremen je sestavni del skrilavcev in gnajsov, zato ne preseneča njegova pogostost v vseh razpokah. Nasprotno pa ga v amfibolitu ni, zato ga na vzhodni strani v razpokah ob vznožju nismo našli.

V kamnolomu se pojavlja v dveh barvnih različnih – v brezbarvnih ali motno belih kristalih in v vijolično obarvanih kristalih, ametistu. Kristali obeh različkov so prizmatski z dobro razvitimi romboedriskimi terminacijami. Najbolj so razvite ploskve prizme m , ki so progaste zaradi menjavanja s ploskvami treh različnih strmih pozitivnih romboedrov tipa $\{hk0\}$ ter dveh negativnih strmih romboedrov tipa $\{0k\}$. Za kremen značilne terminacije oblikujejo večje ploskve pozitivnega romboedra r in manjše ploskve negativnega romboedra z . Na nekaterih kristalih so na terminalnih romboedriskih robovih razvite ploskve bipiramide b , ki so posledica raztapljanja kristalov po zaključeni rasti. Druge akcesorne ploskve so redke. Največkrat opazimo majhne ploskve bipiramide s , ki se pojavljajo v dvojčičnih legah in ustrezajo bodisi brazilskemu bodisi klinaste-

mu tipu dvojčenja. Razvite so tudi ploskve trapezodrov u , x in n .

Omenjeni vrsti dvojčenja se kažeja v lamelnosti, ki je vidna na ploskvah prizme. Vrhovi lamel v obliki narobe obrnjene široke črke »V« na prizemskih ploskvah kažejo proti terminacijam, v sredini prizemskih ploskev pa so lamele prekrizane v mrežastem vzorcu. Tipa dvojčenja posameznih kristalov zaradi priraščenosti na podlago ne moremo zanesljivo določiti, ker sta terminaciji obeh tipov dvojčkov v takem primeru identični. Razlikovali bi ju lahko le na obojestransko razvitih kristalih (bitermiranih), kakor je prikazano na risbi. Zdvoječnost se kaže tudi z damascenco na ploskvah prizme m ter romboedrov r in z .

Večina brezbarvnih in motnih kremenovih kristalov zraste do 10 milimetrov v dolžino, v nekaterih večjih razpokah pa lahko dosežejo tudi do 8 centimetrov. Manjši kristali so dobro razviti, prozorni in imajo lep sijaj na ploskvah. Večji kristali imajo motne ploskve zaradi raztapljanja. Posamezni so korodirani do te mere, da so povsem brezoblični. Nekateri kremenovi kristali imajo



Kristali kremenca (A) so prizmatski z dobro razvitimi ploskvami prizme $m\{100\}$, ki so narebrne zaradi menjavanja s ploskvami treh pozitivnih strmih romboedrov $d_1\{h1011\}$, $d_2\{h2012\}$ in $d_3\{h3013\}$ ter dveh strmih negativnih romboedrov $e_1\{0k111\}$ in $e_2\{0k212\}$. Kristale zaključujejo ploskve pozitivnega $r\{101\}$ in negativnega romboedra $z\{011\}$. Redko so razvite še ploskve trapezoidov $u\{311\}$, $x\{511\}$ in $n\{hk1\}$, ki se zaključijo s ploskvami bipiramide $s\{111\}$. Nekateri kristali so korodirani na robovih med romboedroma r in z , zato se tam razvijejo korozijske ploskve bipiramide $k\{311\}$, ki so nazorne prikazane na kristalu v (001) projekciji (B). Večina kristalov je v tem nahajališču v obliki klinastih (C) ali brazilskih (D) dvojčkov. Risbi idealizirano prikazujeta značilno strukturiranost dvojčičnih lamel, ki so na ploskvah prizem v obliki okoli obmjenih širokih črk »V«. Vrhovi lamel so obmjeni proti terminacijam. Ker so kristali priraščeni na podlago, obeh vrst dvojčkov med seboj ni možno ločiti. Razviti so namreč samo zgornji deli, ki se med seboj ne razlikujejo.



Skupek kristalov ametista iz zgornjega dela kamnoloma je obdan s kristali kalcita, ti pa so potreseni s kuboooktaedričnimi kristali pirita druge generacije. Na ametistu so priraščene še drobne rozete muskovita. Na kristalu kalcita na levi strani je vidna progavost zaradi menjavanja ploskev romboedra r in romboedra p . Veličnost izreza je 12 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar. Zbirka: Viljem Podgoršek.

Tanki kristali aktinolita so rastle istočasno kot kristali kremenca, zato jih je slednji obrastel. Kristal iz zbirke Franca Goloba je visok 12 milimetrov.

Foto: Igor Dolinar.
Zbirka: Franc Golob.



zareze, ki so ostale za raztopljenimi tankimi kalcitovimi kristali. V zadnjih fazah se je kremen v razpokah gornjega dela izločal v obliki kalcedonskih prevlek in skorij.

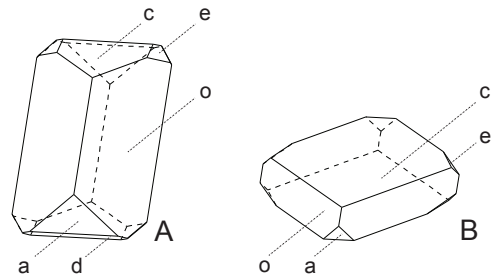
Kristali ametista so posebnost tega nahajališča. Pri nas še nismo našli tako izrazito lepo obarvanih in razvitih. Najizraziteje so obarvani ob svojih vznožjih, kjer so pritrjeni na podlago. Največji kristali so motni tako v svoji notranjosti kakor tudi na ploskvah. Zaradi nekoliko sodčkasto ukrivljenih ploskev so kristali širši na sredini, kar povzroči kompenzacijo ukrivljenosti preko nastanka vpadnih kotov na ploskvah prizme. Zato na teh ploskvah brstijo manjši kristali.

Vijolična barva ametistovih kristalov se lahko razvije le pri temperaturah pod 300 stopinj Celzija in je pogojena z določenim deležem Fe^{3+} ionov v kristalni strukturi. Vendar šele oksidacija trivalentnih železovih ionov v Fe^{4+} , ki je možna le s pomočjo gama žarkov, povzroči nastanek vijolične barve. Vir gama sevanja je naravni radioaktivni izotop kalija ^{40}K , ki je prisoten v kamninah. Ta način obarvanja razloži intenzivnej-

šo barvo kristalov na delih, ki so priraščeni na podlago.

Titanit (CaTiSiO_5)

V zgornjem delu kamnoloma titanita nismo zasledili. Rumenkasti kristali, ki so zrasli v razpokah amfibolita, so tanki in ne večji od 2 milimetrov. Prevladuje oblika tako imenovane pisemske ovojnice, nekateri pa so precej sploščeni. Zdvojenih kristalov titanita nismo opazili.



Sploščeni kristali titanita v tem nahajališču imajo obliko pisemske ovojnice (A), ki jo najbolj opredeljujejo ploskve prizme $\mathbf{o}\{111\}$ in pinakoidov $\mathbf{a}\{100\}$ ter $\mathbf{c}\{001\}$. Ogljišča so modificirana s ploskvami prizme $\mathbf{e}\{122\}$. Redko se pojavijo ozke ploskve pinakoida $\mathbf{d}\{\bar{1}01\}$. Manjši del kristalov je kratkoprizmatski (B). Ti so sploščeni po pinakoidu \mathbf{c} .

Literatura:

- Rykart, R., 1989: *Quarz – Monographie*. Thun: Ott Verlag.
 Tschermich, R. W., 1992: *Zeilites 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 škrlja 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.

Nadaljevanje prispevka bo objavljeno v naslednji številki *Proteusa*.