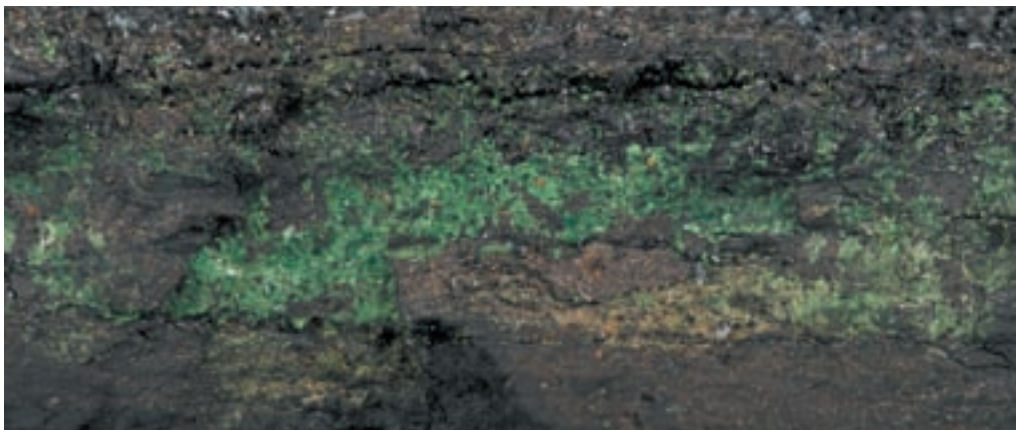


Uranovo rudišče Žirovski vrh

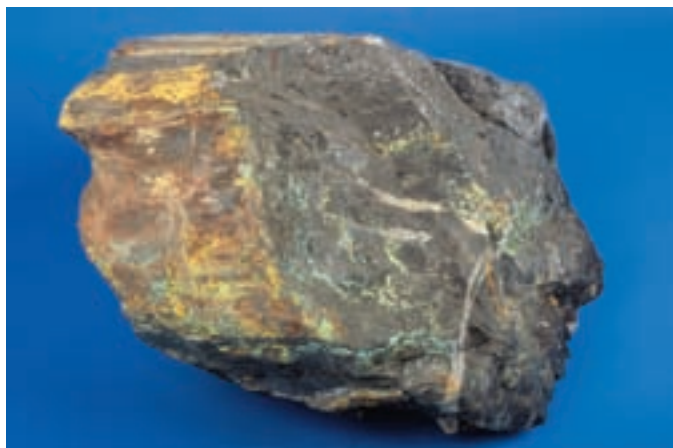
Alojzij Pavel Florjančič

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

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



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

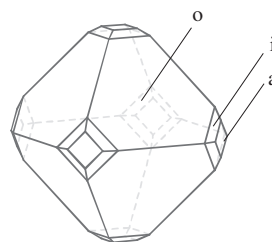


Oruden in okamel les z zelenim torbernitom; 12 x 10 cm.
Zbirka Škofjeloškega muzeja. Foto: Ciril Mlinar

prišlo do redukcije uranilnih ionskih kompleksov in do izločanja uranove smole. Zaradi prisotne kremenice je prišlo do nastanka coffinita in drugih uranovih silikatov. Poleg organskih snovi so za izločanje uranovih mineralov iz raztopin pomembni še drugi absorbenti, na primer minerali glin, zeoliti, klorit in drugi. Do obarjanja uranovih mineralov je prišlo na meji med redukcijsko in oksidacijsko cono v sedimentu. Z odlaganjem mlajših sedimentov in sočasnim tonjenjem že litificiranih uranonosnih plasti 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, metamorfnih in sedimentnih kamnin, kakršne so granit, pegmatit, kremenov porfir, andezit, diabaz, granatni gnajs, blestnik, kvarcit, kloritno-sericitni skrilavec, filit, peščenjak, meljevec, apnenec, dolomit, roženec (jaspis, lidit) in tuf. Litična zrna so pogosto limonitizirana. V klastitih najdemo še avtigena zrna glinencev in sljud, v manjših količinah pa zrna težkih mineralov. Vezivo je sestavljeno iz kremenca, mineralov glin, glinencev, sericita in karbonatov. Peščenjakom dajejo barvo predvsem minerali, ki jih najdemo v vezivu. Sivozelenemu peščenjaku daje barvo sericit, rdečemu pa hematit in železovi hidroksidi.

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



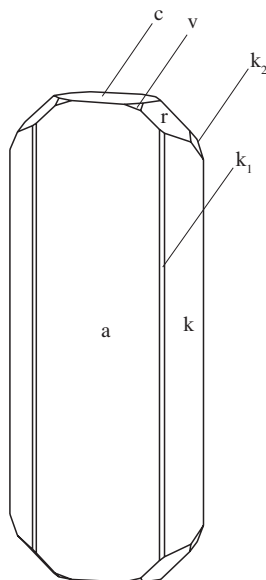
Obilko kristalov galenita v Žirovskem vrhu definira oktaeder $o\{111\}$, ki je modificiran s ploskvami kocke $a\{100\}$ in ikožitetraedra $i\{211\}$. Risba: Mirjan Žorž



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



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

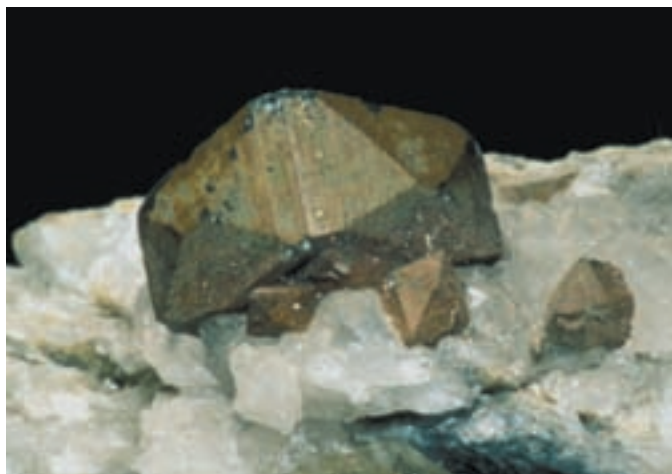


Kristali brookita so sploščeni in potegnjeni v smeri kristalografske c -osi. Omejeni so s ploskvami pinakoidov $a\{100\}$ in $c\{001\}$, prizem $k\{110\}$, $k_1\{210\}$, $k_2\{021\}$ ter piramid $r\{122\}$ in $v\{326\}$. Risba: Mirjan Žorž

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

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

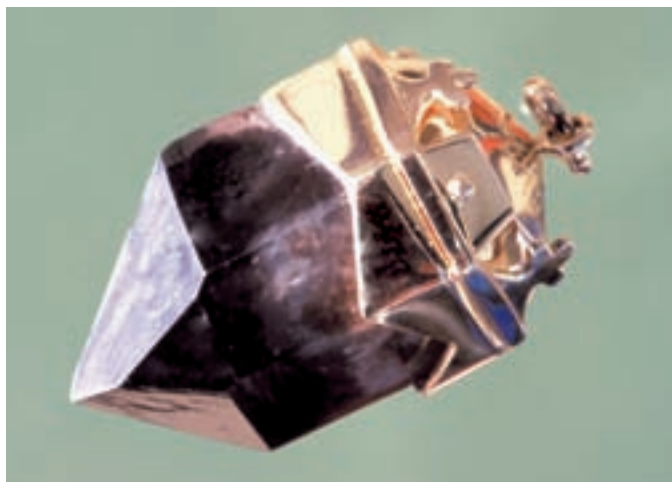
Mineraloško zanimiva je tudi mineralizacija razpok, ki sekajo klastične grödenske kamnine. Med minerali v kremenovo-kalcitnih žilah v rudniku urana Žirovski vrh je najbolj pogost **kremen**, ki ga običajno spremljajo še lepo razviti kristali **kalcita**. Kremenovi kristali so podobni kristalom, ki jih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



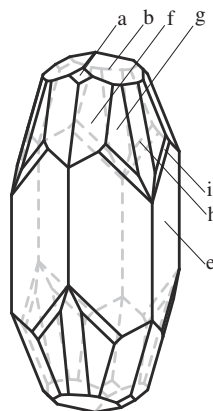
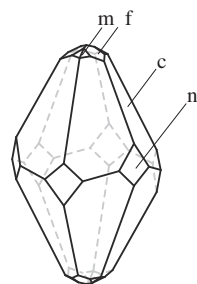
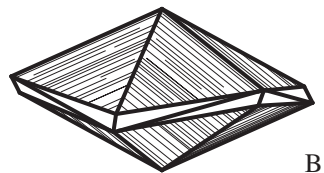
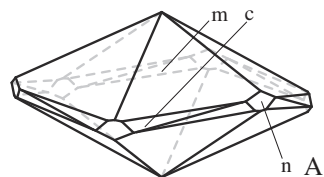
Romboedrski kristali kalcita; izrez 20 x 15 mm. Najdba in zbirka Alojzija Pavla Florjančiča. Foto: Miran Udovč

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

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



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



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



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

Literaturni viri:

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