

## Vivianit na premogu 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 stegnenice 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 km<sup>2</sup> 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  $\text{Fe}^{3+}$  preide v  $\text{Fe}^{2+}$ , 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}.

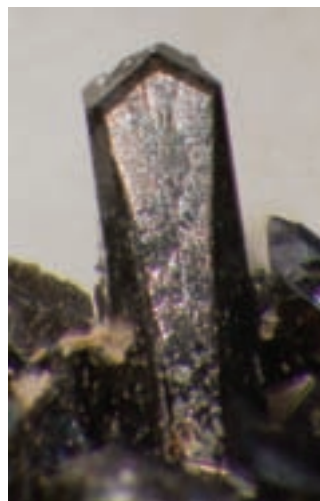
Kristali **vivianita** z nahajališča pri Igu so veliki do 3 mm ne glede na tip in velikost kosti, v kateri jih najdemo. Menimo, da je v kosteh iz globljih plasti pričakovati večje kristale, ki so imeli za svojo rast več časa. Rast bi se lahko nadaljevala vse do popolne zapolnitve votlinic v kosteh ali 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 ( $\text{Fe}^{2+}$ ) v zgradbi vivianita že prešel v  $\text{Fe}^{3+}$  obliko. Verjetno prehaja vivianit ob oksidaciji v metavivianit, kar pa bo potrebno potrditi s posebnimi raziskavami.

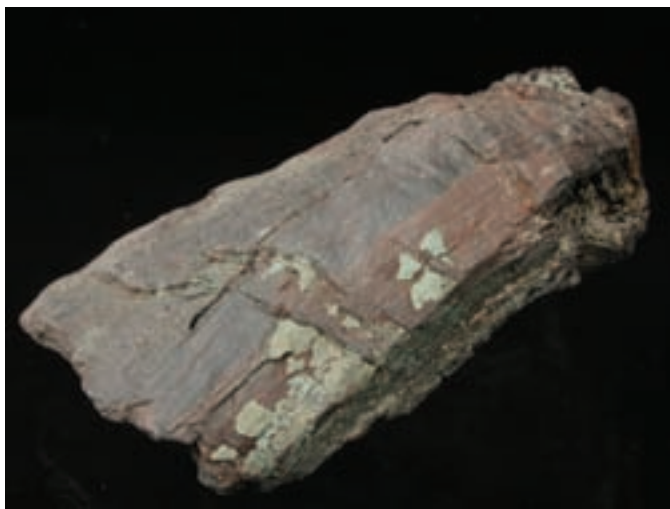
Kljub razmeroma ugodnim pogojem in obilici najdenih kosti pa so kristali vivianita iz Ljubljanskega barja v zasebnih in institucionalnih zbirkah zelo redki. Razlogov je več. Kristali že na nahajališču po odkopu zaradi sušenja ali pri čiščenju odpadejo s površine kosti. Vendar že najmanjša zrnca kažejo, 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.