

prováděním dalších periodických kontrol pH a Eh charakteristik vod, odebíráním dalších vzorků vod, stream-sedimentů, půd a vzorků oxyhydroxidů v blízkosti ústí štoly sv. Michaela. Zároveň budou pravidelně odebírány vzorky srážkových vod.

Pozornost se zaměří na studium fyzikálně-chemických vlastností materiálu závalu ústí štoly sv. Kateřiny se zvláštním zřetelem na chování vybraných těžkých kovů. Dále bude proveden mikrobiologický rozbor vody vytékající ze štoly sv. Kateřiny.

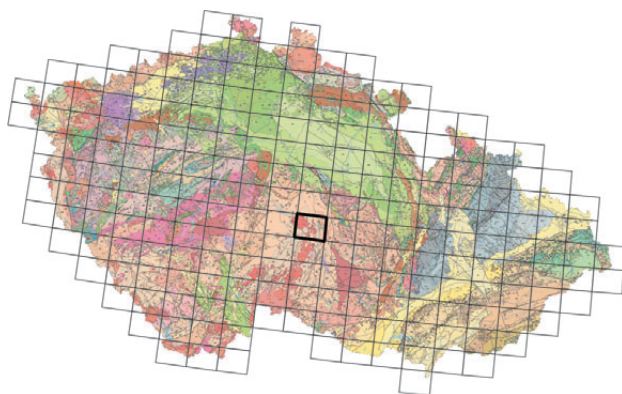
GRAFITICKÁ PARARULA Z VRTU MÍROVKA

Graphitic paragneiss from the borehole Mírovka

VÁCLAV PROCHÁZKA

Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2
Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav skla a keramiky, Technická 5, 166 28 Praha 6, vaclav.prochazka@vscht.cz

(23-21 Havlíčkův Brod)



Key words: *graphite, paragneiss, sulphides, arsenic, Moldanubicum*

Abstract: A sample of strongly peraluminous graphitic paragneiss from borehole Mírovka was chosen from several cm thin layer rimmed by quartzite. This paragneiss seems to contain more graphite (> 10 %) than graphitic paragneisses in a thick formation which form lower part of the borehole. The rock is poor in Ca, Sr, Na and P and has high contents of S and As, which are contained mainly in metamorphic pyrite, arsenopyrite and löllingite. Older ilmenite is replaced mainly by rutile, pyrite and quartz. Abundances of transition metals are elevated too but with the exception of Mn they are not significantly higher than in cordierite paragneisses from the area.

Byla zkoumána grafitická pararula z vrtu Mi 2a (Mírovka u Havlíčkova Brodu) ze skladu vrtného jádra České geologické služby – Geofondu. Přesná poloha vrtů u Mírovky a dokumentace jádra jsou ve zprávě URBANA (1949). Většinu jádra tvoří běžné pararuly jednotvárné skupiny s různým stupněm migmatitizace. Průzkum byl zaměřen na polymet-

Literatura

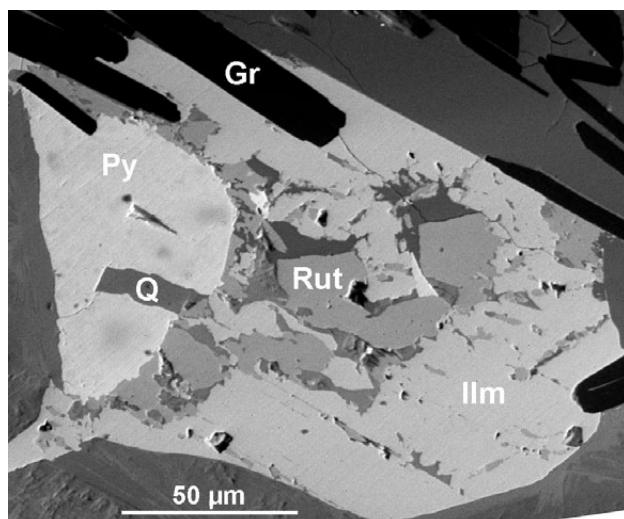
- ALLOWAY, B. J. (1990): Heavy metals in soils. – Halsted Press John Wiley & Sons, Inc. New York.
- BOWEN, H. J. M. (1979): Environmental chemistry of the elements. – Academic Press, London.
- ČECH, V. – KOŘAN, J. – KOUTEK, J. (1952): Rudní ložiska v okolí Ratibořských Hor a Staré Vožice u Tábora. – Geotechnika, 13.
- FERGUSON, J. E. (1990): The heavy elements: Chemistry, Environmental impact and Health Effects. – Pergamon Press.
- KRATOCHVIL, J. (1962): Topografická mineralogie Čech, 5. sv. O-Ř. – 2. vyd. Nakl. Čs. akad. věd, Praha.

talické zrudnění, ale sulfidy byly zjištěny jen v nehojných žilkách. Zkoumaný vzorek pochází z hloubky 42,2 m. Souvislá poloha grafitických pararul byla zjištěna v hloubce od 63 m až do konce vrtu v hl. 108 m, dochované vzorky jádra z této části však nejsou grafitem tak bohaté. Zajímavé je, že v sousedních vrtech tato mocná poloha grafitických rul nepokračuje.

Vzorek je tvořen několik centimetrů mocným páskem pararuly, která obsahuje přes 10 % grafitu a střídá se s kvarcitem, který je na grafit chudší. Vybrán byl pro posouzení, zda jsou grafitické polohy výrazně bohatší některými stopovými prvky, které mohly být koncentrovány organickou hmotou v protolitu. Tento proces se předpokládá i v oblasti nejvýznamnějšího výskytu grafitických hornin v Česku – okolí Českého Krumlova (obohacení zvláště o V a Cu; viz JÍRELE 1983), od něž se zájmové území liší především absencí karbonátů. Hlavními minerály v pararule jsou vedle grafitu sillimanit, křemen, muskovit, biotit a cordierit.



Obr. 1. Vrtné jádro se zkoumaným vzorkem grafitické pararuly.



Obr. 2. Ilmenit zatlačovaný rutilem, pyritem, křemenem a velmi jemnozrnným silikátem (pravděpodobně cordieritem nebo chloritem); do trhlin proniká i grafit. Snímek v BSE (odražených elektronech).

Plagioklasu i K-živce je poměrně málo. Akcesorie tvoří starší silně korodovaný ilmenit, zatlačovaný rutilem, křemenem a pyritem, se kterými proniká do ilmenitu po trhlinách i grafit (obr. 2). Vedle pyritu je běžný i arzenopyrit a löllingit, které byly identifikovány kvalitativní elektronovou mikroanalýzou na pracovišti České geologické služby v Praze (operátor J. Malec). Xenomorfní vývoj a často protažené agregáty sulfidů svědčí o jejich krystalizaci při metamorfóze, nejde tedy o puklinovou mineralizaci. Na pyritu je často pozorovatelná počínající oxidace. Bylo nalezeno i několik milimetrů velké zrno turmalínu s typickou cedníkovitou strukturou, podle světlé barvy ve výbruse (bezbarvý až žlutooranžový s odstínem do hněda) jde zřejmě o lithný turmalín nebo dravit. Zirkon a fosfáty jsou zastoupeny podstatně méně.

Jemné zvrásnění horniny je patrné hlavně na grafitu a silimanitu. Znamky intenzivní, téměř jisté starší deformace jeví některé plagioklasy.

V chemickém složení horniny jsou výrazné vysoké hodnoty S a As a nízké hodnoty Ca, Sr, Na a P; také obsahy tranzitních kovů (Cr, Mn, V, Co, Ni, Cu, Zn) jsou vysoké, ale s výjimkou Mn ne výrazně vyšší než v cordieritických pararulách.

Zajímavou otázkou je, jestli původní minerální asociace s hojným ilmenitem nemohla být pozůstatkem asociace podobné cordieritickým rulám u Humpolce (viz Procházka et al. 2008). To by znamenalo podstatně více oxidační podmínky starší metamorfózy a vylučovalo vznik současné silně redukováné asociace bez významného fluidního přínosu

Tabulka 1. Chemická analýza grafitické pararuly z vrtu Mi 2a z hloubky 42,2 m (stopové prvky v ppm)

SiO ₂	48,30	S (%)	0,74
TiO ₂	0,92		
Al ₂ O ₃	21,91		
FeO _{tot}	7,39	Rb	103
MnO	0,21	Sr	< 30
MgO	3,13	Ba	629
CaO	0,27	Zr	240
Na ₂ O	0,86	V	209
K ₂ O	4,00	Cr	179
P ₂ O ₅	0,067	Co	64,6
F	0,133	Ni	59,4
-O = F2	0,06	Cu	76
C	10,87	Zn	132
celkem	98,01	As	412

fluor metodou ISE, spolu s celkovým uhlíkem stanoveny v laboratořích České geologické služby v Praze na Barrandově, ostatní prvky rentgenfluorescencí v Centrálních laboratořích VŠCHT v Praze

uhlíku i síry. Dosavadní informace však neumožňují tuto variantu potvrdit ani vyvrátit. Velmi vysoké obsahy síry a arzenu by mohly být způsobeny hydrotermálním přínosem těchto prvků, ale současné sulfidy (i löllingit jako zástupce arzenidů) krystalizovaly až při metamorfóze, která by důkazy o hydrotermální mineralizaci stejně setřela. Obsahy tranzitních kovů nedosahují extrémních hodnot, které by dokazovaly obohacení o tyto prvky vazbou na organickou hmotu nebo jejich významný přínos fluidy. Indicií pro významný vliv fluid na složení horniny by mohlo být potvrzení výskytu lithného turmalínu.

Poděkování patří doc. B. Kříbkovi za cennou konzultaci.

Literatura

- JIŘELE, P. (1983): Distribuce vybraných stopových prvků v horninách jihočeských grafitových ložisek. Diplom. práce. – MS Přírodověd. fak. Univ. Karlova, Praha.
- PROCHÁZKA, V. – MATĚJKA, D. – UHER, P. (2008): Nové údaje ze známých i neznámých hornin v okolí Lipnice nad Sázavou. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2007, 30–33.
- URBAN, K. (1949): Geologický profil vrtu Mírovka 2a. In: Vyhledávací průzkum Pb-Zn ložisek Havlíčkovobrodsko, II. díl. – MS Geol. průzk. Brno, závod Jihlava, Čes. geol. služba – Geofond, P 16609.