

## ZDROJE, TRANSPORT A FRAKCIONACE PLATINOIDŮ VE VYBRANÝCH GEOLOGICKÝCH PROSTŘEDÍCH ČESKÉHO MASIVU

### Sources, transport and fractionation of platinoids in selected geological environments of the Bohemian Massif

JAN PAŠAVA<sup>1</sup> - EMIL JELÍNEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Český geologický ústav, Klárov 3, 118 21 Praha 1

<sup>2</sup>Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2

(23-22 Žďár n. Sázavou, 12-31 Plasy, 12-33 Plzeň)

*Key words: Bohemian Massif, Ransko mafic-ultramafic massif, Barrandian Proterozoic black shales, Platinoids*

### POSTUP PRACÍ A METODIKA

Ve shodě s plánovaným harmonogramem řešení projektu byly během posledního roku grantového úkolu GAČR 205/96/0147 dokončeny speciální výzkumy zejména na lokalitách, na kterých byly zjištěny v minulých letech anomální koncentrace platinových kovů (Staré Ransko a Rožany – Schweidrich – v bazických a ultrabazických horninách; Hromnice a Kamenec v černých břidlicích). Vedle dodatečných stanovení hlavních oxidů (kompletní silikátové analýzy) a dalších stopových prvků (Ag, Pb, Bi, Au, Sb, Rb, Sr, Cr, Co, Cu, Ni, Te a REE) byly dokončeny srovnávací analýzy platinoidů. Původní stanovení prováděná v laboratořích ČGÚ, Praha metodou předkoncentrace do niklového kamínku a stanovení platinoidů metodou atomové absorpční spektrometrie s grafitovou kyvetou byla u vybraných vzorků podrobena kontrolním analýzám na přístroji ICP MS u bývalé firmy Analytika, s.r.o. (dnešní Ekochem, s.r.o.). Pokračoval i kvalitativní a kvantitativní mineralogický a petrografický výzkum, který byl prováděn mikroskopicky a elektronovou mikroskopou za pomoci vlnové dispersního spektrometru Microspec WDX-3PC v laboratořích ČGÚ, Praha. Vybrané vzorky bazických hornin byly rovněž podrobena stanovení absolutního stáří metodou Sm/Nd. Potvrdilo se, že plánovaná stanovení izotopů síry v sulfidech nemohla být u větších částí zájmových vzorků provedena z důvodu ultramikroskopických srůstů jednotlivých fází. Takováto stanovení by byla technicky možná jen na iontové sondě, která v ČR chybí. Rovněž studium plynokapalných uzavření v minerálních fázích bazických a ultrabazických hornin nemohlo být provedeno pro jejich nepřítomnost.

### ZHODNOCENÍ HLAVNÍCH VÝSLEDKŮ

V průběhu řešení tohoto grantového úkolu bylo dosaženo významných vědeckých výsledků týkajících se nejen vlastní distribuce, transportu a fyzikálně-chemických podmínek

vzniku anomálních koncentrací platinoidů v klasických a netradičních geologických prostředích Českého masivu, ale i v oblasti optimalizace metodiky stanovení platinoidů.

Ukázalo se, že ze všech studovaných lokalit jsou nejvýznamnější anomální koncentrace platinoidů vázány na bazické a ultrabazické horniny ranské gabro-peridotitové intruze v oblasti bývalého ložiska Cu-Ni rud Staré Ransko (Pt - až 171 ppb, Pd - až 540 ppb a Ir - až 41). Suma Pt kovů se zde blíží 1 ppm, což je srovnatelné s průměrnými obsahy Pt kovů - 0,9 ppm z průmyslově využívaného ložiska Ni-Cu-PGE Sudbury v Kanadě. Nově zde byl zjištěn a popsán výskyt Pd-Bi-Te a Pt-As-S mineralizace, která je vázána na velmi jemnozrnná gabra bohatá pentlandit-chalkopyrit-pyrhotinovou rudou, dále na masivní pyrhotin s příměsí pentlanditu a na troktolity s vtroušenou pentlandit-pyrhotinovou mineralizací. Hlavními minerály jsou miche-nerit ( $Pd_{0,84}Fe_{0,11}Ni_{0,06}Bi_{0,97}Te_{1,02}$ ), froodit ( $Pd_{0,82}Fe_{0,12}Cu_{0,06}Bi_{1,00}S_{0,05}Te_{1,04}$ ), sperylit ( $Pt_{0,97}Fe_{0,07}As_{1,95}S_{0,05}Te_{1,04}$ ) a dosud nepojmenovaný telurid Bi a Ni-Bi ( $Ni_{2,73}Fe_{0,18}Te_{2,91}$ ). Z výsledků Sm/Nd studia vyplývá, že bazické a ultrabazické horniny byly derivovány z více či méně ochuzeného plášťového zdroje. Dále bylo zjištěno, že údaj (0,8 Ga) je také pravděpodobně maximálním limitem intruzivního stáří ranského bazického komplexu. Homogenita iniciálního Nd izotopického složení pro většinu vzorků ukazuje na homogenitu zdroje a pravděpodobně i zanedbatelnou roli pro kontaminaci izotopicky odlišným materiálem (např. zralou kontinentální kůrou). Tato homogenita by mohla svědčit pro hypotézu, že všechny studované horninové typy vznikly frakční krystalizací v uzavřeném systému a že tedy např. olivínem bohaté horniny (tj. dunity a peridotity) mohou reprezentovat kumuláty z grabroidního magmatu. Detailnější informace jsou uvedeny v pracích VAVŘÍNA (1997), VAVŘÍNA, FRÝDY a JELÍNKY (1997), VAVŘÍNA a FRÝDY (1998), VAVŘÍNA, FRÝDY a PAŠAVY, (1998) a PAŠAVY et al. (1999).

Podobná mineralizace byla zjištěna i z proterobazů lokalit Kunratic a Rožany ve Šluknovském výběžku (lužický pluton) a detailní popis je uveden v práci VAVŘÍNA a FRÝDY (1998).

K velmi zajímavým zjištěním patří nález platinových minerálů společně se zlatem v těžkém podílu pyroponosných štěrků na ložisku Vestřev u Hostinného. Minerály platiny, osmia a iridia s příměsí dalších Pt kovů jsou v aluviálních rozsypech ložiska Vestřev vzácné a kromě vzácně se vyskytujícího Pd-zlata nejsou v koncentrátu těžkých minerálů žádné charakteristické nerosty, které by ukazovaly na přítomnost nějakého známého typu ložisek platinových kovů. Identifikována byla silně opracovaná zrnka platiny (Pt) a dále osmiridia (OsIr) a iridosminu (IrOs). Absolutní většina ostatních těžkých minerálů pochází zcela jistě z permokarbonských klastik ve snosové oblasti Kalenského potoka nebo z hornin krkonošského krystalinika. Přítomnost paladiového zlata však nevylučuje ani určitá spojitost s výskyty málo známé asociace Au-Pd nejasné geneze v rýchorském krystaliniku, které leží zčásti ve snosové oblasti ložiska Vestřev. Více informací je k dispozici v práci MALCE (1997).

Kovonosné černé břidlice z oblasti západočeského svrchního proterozoika obsahují až 100 ppb Pd, 23 ppb Pt a 0,34 ppb Ir. Podobná distribuce platinoidů byla zjištěna ve vzorcích kovonosných černých břidlic typu Talvivaara z východního Finska. Naproti tomu svrchněproterozoické kovonosné černé břidlice z oblasti Voroněžského masivu (Rusko) obsahují několikanásobně vyšší obsahy platinoidů. Korelační studium ukázalo, že důležitými faktory ovlivňujícími distribuci platinoidů v černých břidlicích jsou vedle množství organické hmoty také geochemické složení vulkanicko-hydrotermálních fluid, velikost a typ anoxického bazénu a stupeň metamorfózy. Kombinace těchto faktorů byla použita k vysvětlení, proč v podobných geotektonických podmínkách může docházet na jedné straně ke vzniku jen slabě zvýšených (Česká republika, Finsko) a na druhé straně téměř ekonomických obsahů platinoidů (Rusko). Detailnější informace jsou shrnuty v pracích PAŠAVY, LOUKOLY-RUSKEENIEMA a CHERNYSHOVA (1997) a PAŠAVY (1998).

Byly rovněž dosaženy významné výsledky ve vývoji optimální metodiky stanovení platinoidů. Výsledky porovnání stanovení platinoidů metodou atomové absorpční spektrometrie s grafitovou kyvetou v laboratořích ČGÚ, Praha se stanoveními na přístroji ICP MS u bývalé firmy Analytika, s.r.o. (dnešní Ekochem, s.r.o.) byly publiková-

ny v práci PAŠAVY et al. (1998) a prezentovány ve formě panelu na mezinárodní konferenci o analytice ve Varšavě.

## ZÁVĚR

Vědecké výsledky grantového úkolu byly průběžně uváděny celkem v 9 recenzovaných příspěvcích a 1 nepublikované zprávě a zároveň i prezentovány ve formě vyžádaných přednášek (1), obyčejných přednášek (2) i panelů (2) na významných světových konferencích v USA (1996), Finsku (1997), Jihoafrické republice (1998) a Polsku (1998).

## Literatura

- MALEC, J. (1997): Mineralogické zpracování koncentrátu z ložiska Vestřev se zřetelem na výskyt minerálů Pt kovů. – MS, (interní zpráva), 16 s.
- PAŠAVA, J. (1988): Metal-rich black shales – a possible source of PGE, Book of Abstracts, p.88–89, Symposium Carbonaceous formations in geological history, June 2–7, 1988, Petrozavodsk, Russia.
- PAŠAVA, J. (1998a): Black shales – a prospective host environment for PGE. – Abstracts, 8<sup>th</sup> International Platinum Symposium, Symposium Series S 18, South African Institute of Mining and Metallurgy, 313–317, Johannesburg. ISBN 1-874832-86-2.
- PAŠAVA, J. - LOUKOLA-RUSKEENIEMI, K. - CHERNYSHOV, N. M. (1997): Important controls of PGE enrichment in Proterozoic metal-rich black shales. – In: Mineral Deposits: Research and Exploration – where do they meet? (Papunen, H. ed.), A.A.Balkema, Rotterdam, pp. 11–14.
- PAŠAVA, J. - RUBEŠKA, I. - SIXTA, V. (1998): Determination of PGE in nonsilicate rocks by fire assay with NiS collector. – Przekład Geologiczny 46:962, Abstracts of the 8<sup>th</sup> International Conference on Analytical Geochemistry in the service of geology and environmental protection, Warszawa.
- PAŠAVA, J. - VAVŘÍN, I. - FRÝDA, J. - JANOUŠEK, V. - JELÍNEK, E. (in print): PGE mineralization in the Ransko gabbro-peridotite massif, Bohemian Massif (Czech Republic). – Proceedings of the SGA-IAGOD Conference, Balkema, Rotterdam.
- VAVŘÍN, I. - FRÝDA, J. (1998): Pt-Pd-As-Te mineralizace na ložiskách měďnato-niklových rud z Kunratic a Rožan na Šluknovsku. – Věst. Čes. geol. Úst., 73, 177–180. Praha.
- VAVŘÍN, I. - FRÝDA, J. - PAŠAVA, J., 1998, Distribution of PGE in the Ransko mafic-ultramafic massif, Czech Republic. – Abstracts, 8<sup>th</sup> International Platinum Symposium, Symposium Series S 18, South African Institute of Mining and Metallurgy, 423–426, Johannesburg. ISBN 1-874832-86-2.
- VAVŘÍN, I. - FRÝDA, J. (1998): Michenerite PdBiTe and froodite PdBi<sub>2</sub> from the Cu-Ni mineralization in the Ransko Massif, Czech Republic. – Mineral. Petrol., 63, 141–146.

**Zprávy o geologických výzkumech v roce 1998**  
**Geoscience Research Reports for 1998**

Vydal Český geologický ústav, Praha 1999. Recenzent RNDr. Miroslav Rejchrt, CSc. Redaktorka Mgr. Šárka Beránková.  
Sazba Jana Kušková z autorských předloh. Vydání 1., 147 stran. Tisk Český geologický ústav, Klárov 3, Praha 1. Náklad 300  
výtisků. 03/9 446-417-99

ISBN 80-7075-389-9 ISSN 0514-8057

2