

GAMASPEKTROMETRICKÁ CHARAKTERISTIKA UHELNÝCH SEDIMENTŮ BOSKOVICKÉ BRÁZDY A STRUSEK VZNIKLÝCH JEJICH SPALOVÁNÍM

Gamaspectrometry of coal-bearing sediments from the Boskovice furrow and products of their burning

Petra Jakobová, Jaromír Leichmann

Ústav geologických věd, PřF MU Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: 175225@mail.muni.cz

(24–34 Ivančice)

Key words: Boskovice furrow, coal-bearing sediment, products of coal burning – slag, uranium (U), thorium (Th)

Abstract

The concentration of K, U, Th was measured by a portable gamma spectrometer on localities of radioactive anomaly (coal-bearing sediments and a slag dump) in the southern part of the Boskovice furrow, in the Rosice–Oslavany basin in Oslavany. Samples from both localities were measured by more precise laboratory gamma spectrometer and analyzed on an electron microprobe. The comparison of U and Th concentration among the samples of coal-bearing sediments and the slag samples (products of coal burning) reveals that the coal-bearing samples contain higher U concentration and lower Th than the slag samples. It was also determined that the U is bound into a limonite vein cutting the coal-bearing shale. The U is not concentrated into any of the phase found in glass of the slag, but it is distributed evenly throughout the glass.

Úvod

V rosicko-oslavanské pánvi, v katastru obce Oslavany, v údolí řeky Oslavy, byly leteckou gamaspektrometrií (Gnojek 2005) zjištěny na dvou lokalitách, později identifikovaných jako výchozy uhelných slojí a halda elektrárenské strusky, radioaktivní anomálie.

Na těchto lokalitách byly pomocí přenosného gamaspektrometru změřeny koncentrace K, U a Th a z obou lokalit byly odebrány vzorky, jež byly studovány polarizačním mikroskopem, podrobeny přesnějším měřením v gamaspektrometru laboratorním a analyzovány na elektronové mikrosondě s cílem objasnit, jak jsou koncentrace U a Th v uhelných sedimentech a strusce rozloženy a zda jsou U a Th ve vzorcích vázány na konkrétní minerál a rozšířit znalosti o přítomnosti U a Th v sedimentech boskovické brázdy.

Geologická situace

Boskovická brázda, obklopená na JV brněnským masivem a na SZ horninami moravika, je vyplněna sedimenty stáří stefan-autun o mocnosti přes 2 km.

Podloží permokarbonu je podle Dopity et al. (1985) tvořeno horninami moldanubika a moravika, brněnským masivem, místy i devonskými a kulmskými sedimenty. Limnický karbon, zastoupený pouze svrchním stefanem, je vyvinut jen v rosicko-oslavanské pánvi, kde se v nadloží bazálních červenohnědých klastik objevuje šedě zbarvené rosicko-oslavanské souvrství s uhelnými slojemi, na které volně navazují horniny spodního permu (Chlupáč et al. 2002).

Výplň pánve je tvořena jak klastickými sedimenty, tak organogenními uloženinami, ale i sedimenty vulkanogenními. Tyto uloženiny vykazují určitou cyklicitu (Chlupáč et al. 2002) a v rosicko-oslavanské pánvi vytváří, dle Dopity et al. (1985), převážně autochtonní černouhel-

né humity rosicko-oslavanského souslojí, jež lze sledovat podél z. okraje pánve v délce 8 km. Uhlonosný komplex upadá pod úhlem 25° až 65° k východu. Uhlí je rozdrčené a znečištěné anorganickými proplástkami a aleuropelity. V meziloží slojí byla místy zjištěna zvýšená radioaktivita doprovodných hornin (Dopita et al. 1985). Radioaktivita těchto hornin byla studována Jelínkem (2001) v rámci jeho práce zabývající se proveniencí pískovců v jižní části boskovické brázdy.

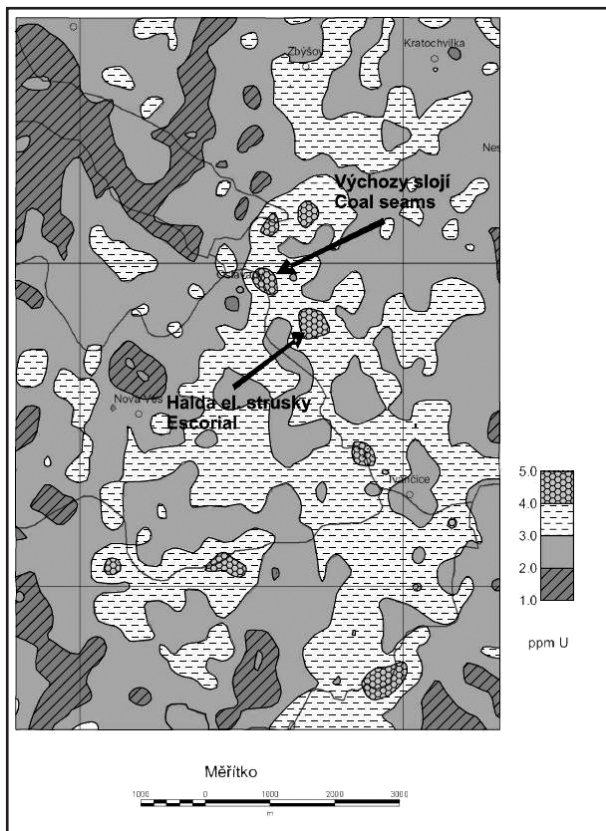
Malý (1966) popisuje v produktivním uhlonosném souvrství stefanského stáří v rosicko-oslavanské pánvi tři uhelné sloje, všechny jsou charakteristické znečištěním, zejména nepravidelně prouhelnými sedimenty, jako jsou uhelné jílovce, uhelné páskované jílovce, prouhelné prachovce a šedě slabě prouhelné jemnozrnné pískovce.

Při východním okraji boskovické brázdy se vyskytují nevrstevnaté rokytenské slepence s převahou drob a prachovců a místy hojnými devonskými až spodnokarbonskými vápenci. V západní části jsou vrstvy mírněji ukloněny k východu a jsou tvořeny balinskými slepenci obsahujícími klastický materiál z krystalinických komplexů západní Moravy, moldanubika, moravika, letovického krystalinika, a jen v menší míře z devonu a spodního karbonu (Chlupáč et al. 2002).

V permu narůstala aridita klimatu a uhelné sloje se tak přestávaly tvořit (Chlupáč et al. 2002).

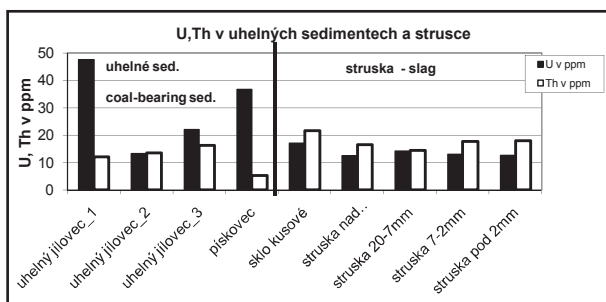
Metodika

Na základě mapy distribuce přírodních radioaktivních prvků získané leteckou geofyzikou (Gnojek 2005), viz obr. 1, bylo provedeno terénní studium lokalit radioaktivních anomálií u obce Oslavany, na jehož základě byly identifikovány výchozy uhelných slojí a halda strusky. Na obou lokalitách byly pomocí přenosného gamaspektrometru Rt-230 změřeny koncentrace



Obr. 1: Výřez z mapy anomálií koncentrací U u obce Oslavany – výchozy slojí a halda el. strusky, upraveno podle Gnojka (2005).
 Fig. 1: Cut out from the map of the U concentration nearby Oslavany town – Coal seams and a Slag dump - Escorial, edited acc. to Gnojek (2005).

U a Th. Z obou lokalit byly odebrány vzorky. Vzorky elektrárenské strusky, odebrané z povrchu, byly vysušeny a rozděleny na frakce nad 20 mm, 20–7 mm, 7–2 mm a pod 2 mm. Všechny vzorky, jak el. strusky, tak vzorky ze slojí, byly přeměřeny přesnějším gamaspektrometrem laboratorním GS 320. Hodnoty koncentrací změřené laboratorním gamaspektrometrem přehledně zobrazuje graf na obr. 2. Ze vzorků byly vyhotoveny výbrusy pro studium v polarizačním mikroskopu a na elektronové mikrosondě. Pro zjištění mikrostruktury vzorků bylo použito polarizačního mikroskopu JENALAB firmy ZEISS Germany.



Obr. 2: Graf srovnání obsahu U a Th v uhelných sedimentech a strusce – laboratorní gamaspektrometr.
 Fig. 2: Comparison of U and Th content of coal-bearing sediments and slag samples – laboratory gamma spectrometer.

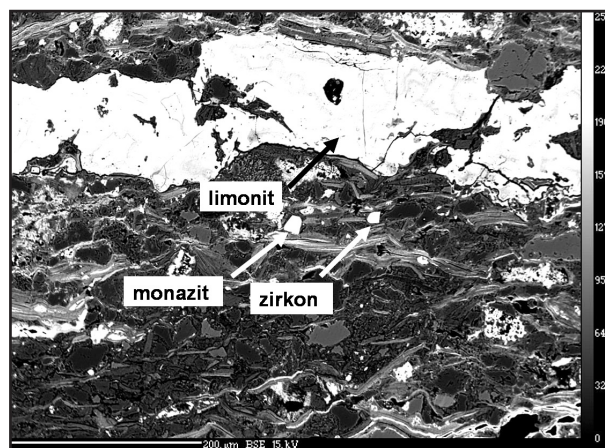
Chemické analýzy minerálů byly provedeny na elektronové mikrosondě CAMECA SX 100, na společném pracovišti Ústavu geologických věd, PŘF MU a ČGS v Brně. Urychlovací napětí 15 keV a proud svazku 20 nA pro spinelidy, sulfidy a monazit, 10 nA pro silicidy, průměr svazku pro spinelidy, sulfidy, monazit a silicidy byl 4 μm.

Výsledky

Z výchozů slojí na s. okraji obce Oslavany při úpatí kopce na levém břehu řeky Oslavy, 60 m sz. od Dědičné štolý, v blízkosti bývalého dolu Kukla, byly odebrány čtyři vzorky – tři vzorky uhelného jílovce a pískovec. Z druhé lokality, haldy elektrárenské strusky, která se nachází na v. okraji obce Oslavany, na levém břehu řeky Oslavy, bylo odebráno pět vzorků skla a strusky.

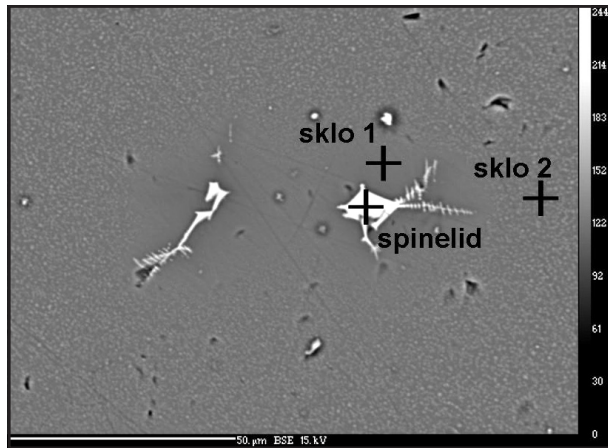
Průměrné hodnoty koncentrace U měřené jak přenosným, tak laboratorním gamaspektrometrem ve vzorcích z výchozu I. sloje se pohybují okolo hodnoty 30 ppm. Podobné koncentrace naměřil již Jelínek (2001). Obvyklá koncentrace U v zemské kůře je cca 2,5 ppm (Plant et al. 1999). Dva vzorky, pískovec a uhelný jílovec_1 vykazují koncentrace nad 35 ppm. Průměrné hodnoty koncentrace U ve strusce z haldy měřené jak terénním, tak laboratorním gamaspektrometrem vykazují hodnoty okolo 14 ppm, žádný ze vzorků nevykazuje výrazně odlišné hodnoty (obr. 2).

Průměrné hodnoty koncentrací Th vzorků z obou lokalit naměřené laboratorním gamaspektrometrem, se pohybují okolo 15 ppm (obr. 2), přenosný gamaspektrometr naměřil na obou lokalitách hodnoty pohybující se kolem hodnoty 25 ppm (střední hodnota koncentrací Th v zemské kůře je okolo 10 ppm (Plant et al. 1999)).



Obr. 3: Uhelný jílovec_2 s monazitem, zirkonem a polohou limonitu, podklad pro distribuci U, BSE obraz.
 Fig. 3: A coal-bearing sediment_2 with monazite, zircon and limonite layer, basis for U distribution, BSE image.

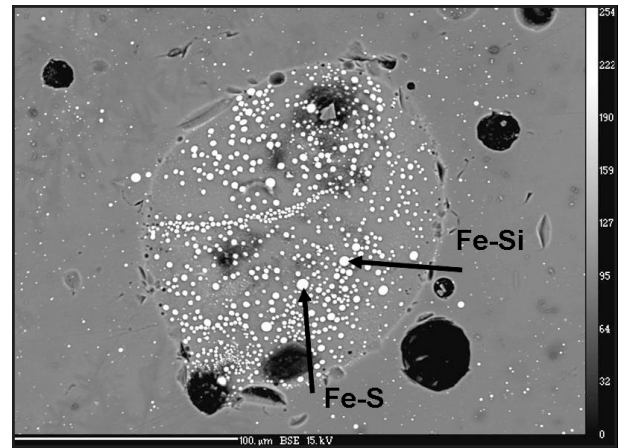
Ze studovaných sedimentů se jako nejzajímavější jeví tmavě šedý, jemnozrný uhelný jílovec_2, neboť v něm byla nalezena žilka limonitu (obr. 3), na kterou bylo vázáno uranové zrudnění, jež bylo detekováno distribucí na el. mikrosondě. Zvýšené koncentrace U byly nalezeny v monazitu, kde však převažuje obsah Th nad U. V zirkonu ze vzorku byla koncentrace uranu pod mezí detekce.



Obr. 4: Sklo kusové, masivní (halda el. strusky) se znázorněním analyzovaných bodů – spinelid, hmota skla (BSE obraz).
Fig. 4: Compact glass (Slag dump) with analyzed points – mineral from spinel group, glass (BSE image).

Optickým studiem výbrusu skla z haldy elektrárenské strusky bylo zjištěno, že se jedná o poměrně homogenní sklo. Tento vzorek byl analyzován také na elektronové mikrosondě. Pomocí EMS bylo zjištěno, že vedle skla se ve vzorku vyskytují i krystalické fáze o max. velikosti 10–20 µm (obr. 4), které byly pomocí bodové analýzy identifikovány jako spinelidy (tab. 1). Další fáze již nebyly analyzovány kvantitativně. Plošným scanem na elektronové mikrosondě bylo zjištěno, že U je ve vzorku rovnoměrně distribuován.

Dalším vzorkem z haldy, analyzovaným na elektronové mikrosondě, byla porézní struska (obr. 5). V tomto vzorku byly mimo spinelidů detekovány i zrna silikátů, sulfidů a fosfidů železa, které jsou nerovnoměrně rozmístěny v homogenní hmotě okolního skla. Chemické analýzy skla



Obr. 5: Porézní struska (halda el. strusky), sferolit Fe-Si a Fe-S fáze.
Fig. 5: Porous slag (Slag dump), Fe-Si and Fe-S phase.

a strusky jsou uvedeny v tab. 1. Uran opět nejvíe tendenci ke koncentraci ani ve skle ani v novotvořených fázích.

Diskuze a závěr

Na základě map distribuce přírodních radioaktivních prvků byly v terénu identifikovány lokality radioaktivních anomálií představovaných horninami z blízkosti uhelných slojí a haldou elektrárenské strusky. Na obou lokalitách byly pomocí přenosného gamaspektrometru změřeny koncentrace U a Th a z obou lokalit byly odebrány, zdokumentovány a popsány vzorky, z nichž vybrané byly přeměřeny gamaspektrometrem laboratorním (obr. 2) a analyzovány na elektronové mikrosondě.

Největší koncentrace U byla naměřena na vzorcích hornin vázaných na výchoz uhelné sloje, a to ve vzorku uhelného jílovce_1 a pískovce. Skla a strusky z haldy elektrárenské strusky, i přes své značně zvýšené koncentrace U, vykazují nižší hodnoty těchto koncentrací než horniny vázané na sloje.

Koncentrace U v horninách vázaných na sloj I je vyšší, než koncentrace Th. Ve strusce převažuje koncentrace Th nad U. Z naměřených hodnot také vyplývá, že koncentrace Th ve skle a strusce z haldy el. strusky je vesměs vyšší, než koncentrace Th v sedimentech.

Podle distribuce U provedené el. mikrosondou na vzorku uhelného jílovce_2 bylo nejvíce U koncentrováno do žilky limonitu a do monazitu, naopak v zirkonu nebyl U detekován vůbec. Chemická analýza monazitu ukázala, že v monazitu převládá obsah Th nad U, což neodpovídá poměru těchto prvků v hornině jako celku. Předpokládáme tedy, že monazit není hlavním zdrojem uranu v uhelných jílovcích. Lze tak vyvodit, že koncentrace uranu v hornině není primární, tzn., že nebyl do horniny přinesen klasticky, ale že se uran v hornině vyskytl později, a to v důsledku diagenetických či alteračních pochodů.

uhelný jílovec - monazit			masivní sklo				porézní struska			
%	1	2.	%	spinelid	sklo - bod 1	sklo - bod 2	%	fosfid	sulfid	silicid
P ₂ O ₅	31,11	30,96	FeO	60,69	11,84	11,00	S	0,00	10,92	0,00
CaO	1,16	1,21	NiO	0,55	0,00	0,00	Fe	90,20	78,15	85,54
La ₂ O ₃	12,43	13,21	MnO	0,22	0,00	0,00	Ni	1,02	0,11	0,12
Ce ₂ O ₃	25,90	26,49	TiO ₂	0,35	0,00	0,00	Si	0,00	0,00	13,64
ThO ₂	6,80	4,60	MgO	4,72	0,00	0,00	Cr	0,00	0,00	0,04
UO ₂	0,40	0,84	Al ₂ O ₃	25,64	22,18	23,02	P	3,30	0,00	0,66
PbO	0,14	0,13	ZnO	0,00	0,00	0,00	Co	0,50	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	3,07	2,21	SiO ₂	0,11	53,03	53,34	Zn	0,30	0,00	0,00
SiO ₂	0,22	0,23	Cr ₂ O ₃	2,50	0,00	0,00				
Dy ₂ O ₃	1,12	0,80	CaO	0,08	3,00	3,66				
Pr ₂ O ₃	2,88	2,63	P ₂ O ₅	0,00	0,41	0,40				
Nd ₂ O ₃	10,61	10,84	CoO	0,07	0,00	0,00				
Gd ₂ O ₃	2,01	1,49	Na ₂ O	0,00	2,32	2,14				
Sm ₂ O ₃	2,23	2,07	SrO	0,00	0,10	0,00				
Er ₂ O ₃	0,21	0,00	BaO	0,00	0,00	0,11				
FeO	0,69	0,15	K ₂ O	0,00	3,97	3,57				
F	0,52	0,54	PbO	0,00	0,00	0,00				
suma	101,48	98,38		94,92	96,86	97,25		95,32	89,18	100,00

Tab. 1: Chemické analýzy vzorků.

Tab. 1: Chemical analyses of samples.

Co se týká strusky, jsou U a Th vázány ve skle, nemají tendenci se koncentrovat a díky tomu jsou bezpečně fixovány a neohrožují svoje okolí.

Závěrem lze tedy shrnout, že:

1/ vzorky hornin vázaných na uhelné sloje vykazují vyšší koncentraci U (13–48 ppm), ale nižší koncentraci Th (5–16 ppm), než vzorky z haldy (12–17 ppm U, 14–21 ppm Th),

2/ koncentrace U a Th v různých frakcích strusek z haldy se od sebe zásadně neliší (12–14 ppm U, 14–18 ppm Th),

3/ ve vzorku uhelného jílovce_2 se U koncentruje do polohy s limonitem, detekovaný monazit vykazuje vyšší poměr Th/U, než hornina jako celek a v zirkonu se U nekonzcentruje vůbec,

4/ U se ve vzorku skla z haldy elektrárenské strusky nekonzcentruje v žádné z krystalických fází v něm se vyskytujících (spinelidy, silikáty, sulfidy a fosfidy železa), ale je distribuován zcela rovnoměrně v celé mase skla.

Poděkování

Studium bylo finančně podporováno Grantovou agenturou ČR, projekt č. GAČR 205/09/1257.

Literatura

- Dopita, M. – Havlena, V. – Pešek, J. (1985): Ložiska fosilních paliv. – Nakladatelství technické literatury, 263 str. Praha.
- Gnojek, I. (2005): Geofyzikální podklady z vybraného úseku rosicko-oslavanské pánve. – Miligal s. r. o., 30 str. Brno.
- Chlupáč, I. – Brzobohatý R., – Kovanda, J. – Stránil, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – Akademie věd ČR, 436 str. Praha.
- Jelínek, F. (2001): Provenience pískovců boskovické brázdy v její jižní části. – MS, diplomová práce, Katedra geologie a paleontologie PřF MU, 66 str. Brno.
- Malý, L. (1966): Rosicko-oslavanským uhelným revírem. – Okresní pedagogické středisko Brno venkov, 101 str.
- Plant, A. J. – Simpson, R. P. – Smith, B. – Windley, F. B. (1999): Uranium Ore Deposits—Products of the Radioactive Earth. – In: Burns, C. P. – Finch, R. (Eds.): Uranium: Mineralogy, Geochemistry and the Environment, Reviews in Mineralogy, Volume 38, 255–307, Mineralogical Society of America. Washington, DC.