

PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ V JESKYNI NA TUROLDU U MIKULOVA

Natural radioactivity of the rock environment in the Na Turoldu Cave near Mikulov

Jindřich Štelcl¹, Jiří Zimák², Ivan Pouř³

¹Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: stelcl@sci.muni.cz

²Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, e-mail: zimak@prfnw.upol.cz

³Svatopluka Čecha 4, 693 01 Hustopeče, e-mail: geolcz@yahoo.com

(34–14 Mikulov)

Key words: gamma-ray spectrometry, natural radioactive elements, limestones, cave soils

Abstract

Using a field gamma-ray spectrometer GS-256 the concentrations of natural radioactive elements (K, U and Th) were measured in the rocks in the Na Turoldu Cave near Mikulov (in the Pavlov Hills, southern Moravia). Concentrations of these elements were converted to the mass activity of ²²⁶Ra equivalent (a_m) in order to present the gamma-ray activity of the locality in question. Average values a_m for limestones (so-called Ernstbrunn Lmst.) and cave soils (incl. dolomite residue) in the Na Turoldu Cave are only 9 and 42 Bq.kg⁻¹, respectively.

Jeskyně Na Turoldu u Mikulova je tvořena třemi patry s mezipatry vázanými na specificky odlišné litologické horizonty v ernstbrunnských vápencích (Bosák et al. 1984): horní patro představuje rozevřené dislokace (jde o pseudokrasové prostory), střední patro je vyvinuto podél girvanellového horizontu, příp. v dolomitech (pravděpodobně hypergenního původu – podle citovaných autorů dolomitizace probíhala v tropickém klimatu spodní křídy, současně s krasověním), spodní patro vzniklo podél vrstevní plochy a v místech jejího protínání puklinami a zlomy.

Výsledky nově provedených parciálních chemických analýz vzorků vápenců odebraných v jeskynním systému (v prostoru připravované návštěvní trasy) potvrdily, že jde o velmi čisté vápence s jen nepatrným obsahem dolomitu a nekarbonátové složky (viz tab. 1); dolomitické vápence a dolomity, o jejichž přítomnosti se zmiňuje Bosák et al. (1984), nebyly v souboru analyzovaných vzorků zastoupeny.

Významným typem sekundární výplně v jeskyni Na Turoldu je vedle sutí (místy stmelené sintrovou hmotou)

vzorek	NT-18	NT-20	NT-26	NT-30	NT-39	NT-40	NT-24	NT-31
CaO (hm.%)	55,02	55,06	55,33	55,32	54,70	54,85	34,70	33,75
MgO (hm.%)	0,50	0,24	0,37	0,50	0,72	0,40	17,55	18,60
FeO (hm.%)	0,02	0,18	0,02	0,02	0,04	0,08	0,10	0,04
MnO (hm.%)	0,003	0,009	0,004	0,007	0,004	0,005	0,042	0,012
SrO (hm.%)	0,004	0,003	0,008	0,003	0,002	0,003	0,008	0,007
n.p. (hm.%)	0,30	0,97	0,24	0,19	0,55	1,32	0,74	0,33
CaCO ₃ (mol.%)	98,72	99,14	99,03	98,72	98,14	98,88	58,58	56,55
MgCO ₃ (mol.%)	1,25	0,60	0,92	1,24	1,80	1,00	41,22	43,37
FeCO ₃ (mol.%)	0,03	0,25	0,03	0,03	0,05	0,11	0,13	0,05
MnCO ₃ (mol.%)	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02
SrCO ₃ (mol.%)	-	-	0,01	-	-	-	0,01	0,01

Místa odběru vzorků: chodba mezi Kruhovou síní a Hlinitou kapsou (NT-18); Stará krápníková síň (NT-20); Síň U žraločí tlamy (NT-24, 26); Síň konce (NT-30, 31); Žlutá síň (NT-39); komín severně od Jezerního domu (NT-40).

Tab. 1 – Chemismus vápenců (vzorky NT-18, 20, 26, 30, 39, 40) a reziduálních dolomitových písků (vzorky NT-24, 31) z jeskyně Na Turoldu (n.p. = nerozpustný podíl); přepočítání na hlavní karbonátové molekuly. Analytik I. Zavadilová, PřF MU Brno.

Tab. 1 – Chemistry of limestones (Samples NT-18, 20, 26, 30, 39, 40) and residual dolomite sands (Samples NT-24, 31) from the Na Turoldu Cave (n.p. = insoluble residue); recalculation to main carbonate molecules. Analyst I. Zavadilová, PřF MU Brno.

hornina	n	K (%)		U (ppm)		Th (ppm)		a_m (Bq.kg ⁻¹)	
		rozpětí	Ø	rozpětí	Ø	rozpětí	Ø	rozpětí	Ø
vápence	32	0-0,6	0,1	0-1,8	0,6	0-1,3	0,1	0-42	9
j.h.-sil.	4	1,3-2,0	1,6	1,3-1,9	1,6	3,5-10,1	6,5	69-130	95
dol.rez.	6	0-0,3	0,1	0-1,0	0,4	0	0	1-12	7

Tab. 2 – Obsahy přirozených radioaktivních prvků (K, U, Th) a vypočtené hodnoty hmotnostní aktivity (a_m) ve vápencích, jeskynních hlínách s vysokým podílem nekarbonátové složky (j.h.–sil.) a dolomitových reziduích (dol. rez.) v jeskyni Na Turoldu.

Tab. 2 – Contents of natural radioactive elements (K, U, Th) and calculated mass activity (a_m) in limestones, cave soils with high content of non-carbonate component (j.h.–sil.) and dolomite residue (dol.rez.) in the Na Turoldu Cave.

hornina	n	K (%)		U (ppm)		Th (ppm)		a_m (Bq.kg ⁻¹)	
		rozpětí	Ø	rozpětí	Ø	rozpětí	Ø	rozpětí	Ø
kletnické vápence	6	0,4-1,0	0,7	2,1-3,3	2,5	1,3-3,2	2,5	48-83	61
ernstbrunnské vápence	5	0-0,3	0,2	1,1-2,2	1,8	0-1,4	0,5	14-40	29
jílovce klementsých v.	3	1,5-1,6	1,5	1,0-2,6	1,8	4,2-6,2	5,1	84-93	89

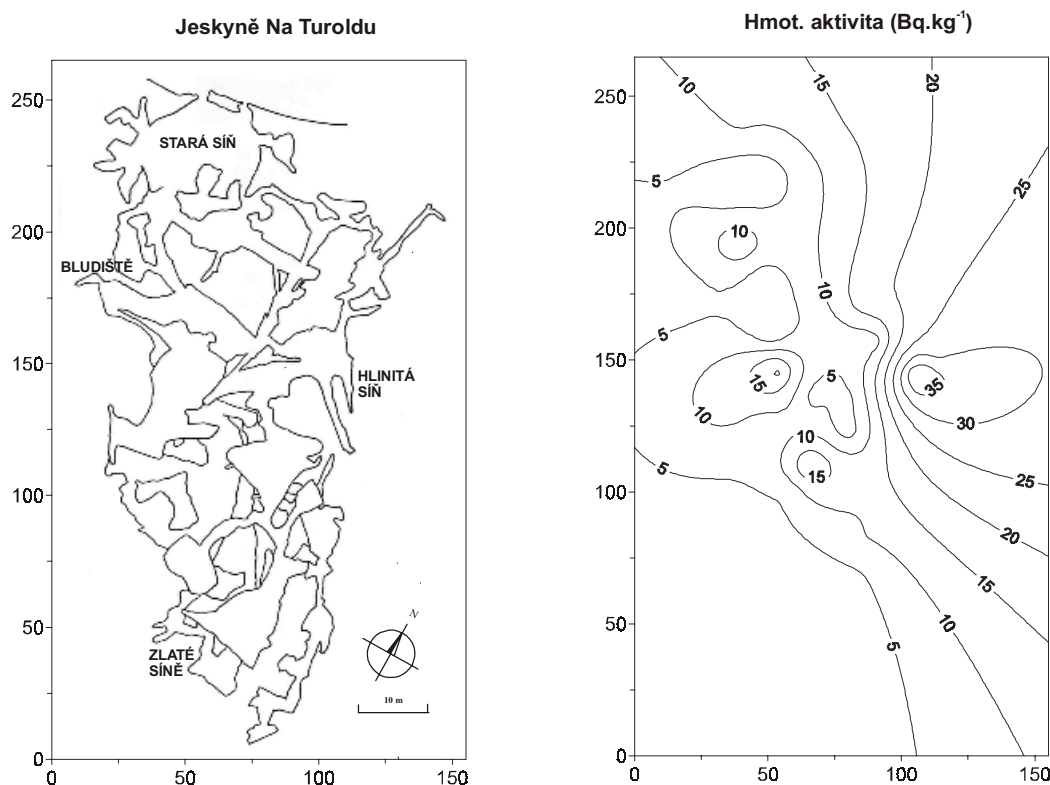
Tab. 3 – Obsahy přirozených radioaktivních prvků (K, U, Th) a vypočtené hodnoty hmotnostní aktivity (a_m) v horninách vystupujících v lomu.

Tab. 3 – Contents of natural radioactive elements (K, U, Th) and calculated mass activity (a_m) in rocks outcropping in the quarry.

reziduální dolomitový „písek“ (vzniklý selektivním rozpouštěním ernstbrunnských vápenců), jehož zrnitostní složení odpovídá štěrkovitému písku, prachovito–štěrkovitému písku nebo štěrkovito–prachovitému písku. Výsledky chemických analýz těchto reziduí jasně dokládají výraznou převahu dolomitu nad kalcitem a jen nepatrný podíl nekarbonátové složky (tab. 1). Vzhledem k tomu, že i tyto sedimenty jsou často speleology označovány jako

„jeskynní hlíny“, užíváme tento termín i v následujícím textu. V jeskyni Na Turoldu jsou přítomny i jeskynní hlíny s vysokým podílem nekarbonátové složky – tyto sedimenty však námi nebyly podrobněji petrograficky hodnoceny.

V celé přístupné části jeskyně Na Turoldu byla pomocí terénního gamaspektrometru GS–256 provedena stanovení obsahů K, U a Th v krasových horninách



Obr. 1 – Schematický náčrt jeskyně Na Turoldu, distribuce vypočtených hodnot hmotnostní aktivity (a_m) v ernstbrunnských vápencích.

Fig. 1 – Ground plan of the Na Turoldu Cave, distribution of calculated values of mass activity (a_m) in the Ernstbrunn Limestones.

a jeskynních hlínách na celkem 42 bodech (použitou metodiku popisuje Zimák – Štelcl 2004, výsledky měření v jednotlivých bodech uvádí Štelcl et al. 2004); přirozená radioaktivita speleotém nemohla být terénní gamaspektrometrií sledována, a to vzhledem k jejich nepatrné mocnosti. Gamaspektrometrická měření byla realizována i na výchozech v prostoru někdejšího lomu, v němž je vchod do jeskyně Na Turoldu; tato měření poskytují údaje jak o přirozené radioaktivitě ernstbrunnských vápenců, tak i vápenců kletnických a také pelitů náležejících ke klementsským vrstvám. Z obsahů K, U a Th stanovených v jednotlivých bodech byla standardním způsobem vypočtena hmotnostní aktivita ekvivalentu ^{226}Ra (dále jen hmotnostní aktivita nebo a_m). Výsledky gamaspektrometrických měření jsou sumarizovány v tab. 2 (měření v jeskyni Na Turoldu) a tab. 3 (měření na povrchových výchozech).

Z údajů v tab. 2 jsou zřejmé velmi nízké (výrazně „podklarkové“) obsahy K, U a Th v ernstbrunnských vápencích. Tomu odpovídají i velmi nízké hodnoty hmotnostní aktivity těchto hornin (max. 42 Bq.kg^{-1} v jednom z měřených bodů). Distribuci hodnot hmotnostní aktivity ve vápencích v prostoru jeskyně Na Turoldu znázorňuje mapka izolinií na obr. 1, z níž je zřejmé, že relativně vysoké hodnoty hmotnostní aktivity jsou ve vápencích v prostoru

Hlinité síně. Pozitivní korelace K a Th v ernstbrunnských vápencích ukazuje na vazbu obou prvků na fylosilikáty. Zejména v případě gamaspektrometrických měření na vápencích v prostoru Hlinité síně je však velmi pravděpodobné, že zvýšené obsahy K a Th mohou souviset s fylosilikáty přítomnými v materiálu tvořícím výplň puklin v těchto horninách.

V případě jeskynních hlín s.l. lze konstatovat značnou proměnlivost obsahů K, U a Th. Jeskynní hlíny se značným podílem nekarbonátové složky (např. v prostoru Hlinité síně) vykazují relativně vysoké obsahy všech tří sledovaných prvků a následně poměrně vysoké hodnoty hmotnostní aktivity (69 až 130 Bq.kg^{-1}). Reziduální dolomitové písky mají obsahy K, U a Th velmi nízké (zcela srovnatelné s obsahy těchto prvků v ernstbrunnských vápencích) a tomu odpovídají velmi nízké hodnoty hmotnostní aktivity (1 až 12 Bq.kg^{-1}).

Údaje v tab. 3 ukazují, že kletnické vápence mají zhruba dvojnásobnou hmotnostní aktivitu ve srovnání s vápenci ernstbrunnskými. Relativně vysoké hodnoty hmotnostní aktivity byly zjištěny u písčitých vápnitých jílovců klementsských vrstev. Je velmi pravděpodobné, že materiál z těchto jílovců lokálně způsobuje relativně zvýšenou přirozenou radioaktivitu jeskynních hlín v jeskyni Na Turoldu (např. v prostoru Hlinité síně).

Literatura:

- Bosák, P. – Čadek, J. – Horáček, I. – Ložek, V. – Tůma, S. – Ulrych, J. (1984): Krasové jevy vrchu Turolu u Mikulova. – Studie ČSAV, 5, s. 1–108.
- Štelcl, J. – Zimák, J. – Poul, I. (2004): Výsledky gamaspektrometrických měření v jeskyni Na Turoldu (závěrečná zpráva). MS. PřF MU Brno a PřF UP Olomouc.
- Zimák, J. – Štelcl, J. (2004): Přirozená radioaktivita horninového prostředí v jeskyních České republiky. Vydavatelství UP Olomouc.