

PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ SPELEOTERAPEUTICKÉ LÉČEBNY V SLOUPSKO-ŠOŠŮVSKÝCH JESKYNÍCH (MORAVSKÝ KRAS)

Natural radioactivity of the rock environment in the speleotherapy medical facility
in the Sloupsko-šošůvské Caves (Moravian Karst)

Jindřich Štelcl¹, Jiří Zimák²

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

(24-23 Protivanov)

Key words: *Moravian Karst, Sloupsko-šošůvské Caves, gamma-spectrometry, natural radioactive elements, speleotherapy*

Abstract

Concentrations of natural radioactive elements (K, U, Th) were measured in Devonian limestones, sinters, cave soils and fluvial cave sediments in the speleotherapy medical facility in the Sloupsko-šošůvské Caves using a field gamma-ray spectrometer. In Devonian limestones, K ranges from 0 to 2.1 %, U from 0 to 5.1 ppm and Th from 0 to 12.2 ppm. Relatively high values of K (0.7 - 3.9 %), U (1.3 - 7.1 ppm) and Th (2.6 - 18.0 ppm) were found in cave soils and cave fluvial sediments. Sintere have low contents of K (0 - 1.1 %), U (1.1 - 3.0 ppm) and Th (0 - 3.6 ppm).

Jedním z významných parametrů prostředí v podzemních prostorách speleoterapeutických léčeben je přirozená radioaktivita hornin (s ní může m.j. souviset koncentrace kladně a záporně nabitých iontů v jeskynní atmosféře, která má patrně významnou roli při průběhu vlastní terapie).

Dětská léčebna se speleoterapií se sídlem v Ostrově u Macochy využívá k léčbě pacientů především Císařskou jeskyni, někdy však i turisticky nepřístupnou část Sloupských jeskyní (které jsou součástí jeskyní Sloupsko-šošůvských). Předběžné zhodnocení koncentrace přirozených radioaktivních prvků v horninovém prostředí v okolí léčebny ve Sloupských jeskyních bylo provedeno již před cca 10 lety (viz Štelcl et al. 1993). V letech 2000 - 2003 bylo autory této zprávy realizováno detailní gamaspektrometrické měření pomocí gamaspektrometru GS-256 (výrobce Geofyzika Brno) na celkem 176 bodech, a to jak v prostoru

vlastní léčebny, tak i v jejím širším okolí, včetně trasy sloužící k pohybu návštěvníků jeskyní a pacientů. Měření byla provedena jak na devonských vápencích (vilémovických), sintrech, tak i na jeskynních hlínách a fluviálních jeskynních sedimentech, které zde představují významnou složku horninového prostředí.

Na úhrnné gama-aktivitě hornin se z přirozených radioaktivních prvků podílí hlavně K, U a Th. Z jejich gamaspektrometricky stanovených koncentrací lze vypočítat hmotnostní aktivitu ekvivalentu ²²⁶Ra (a_m) pomocí vztahu

$$a_m = 12,35U + (1,43 \times 4,06Th) + (0,077 \times 313K),$$

do něž jsou obsahy U a Th dosazovány v ppm, obsahy K v hmot. %.

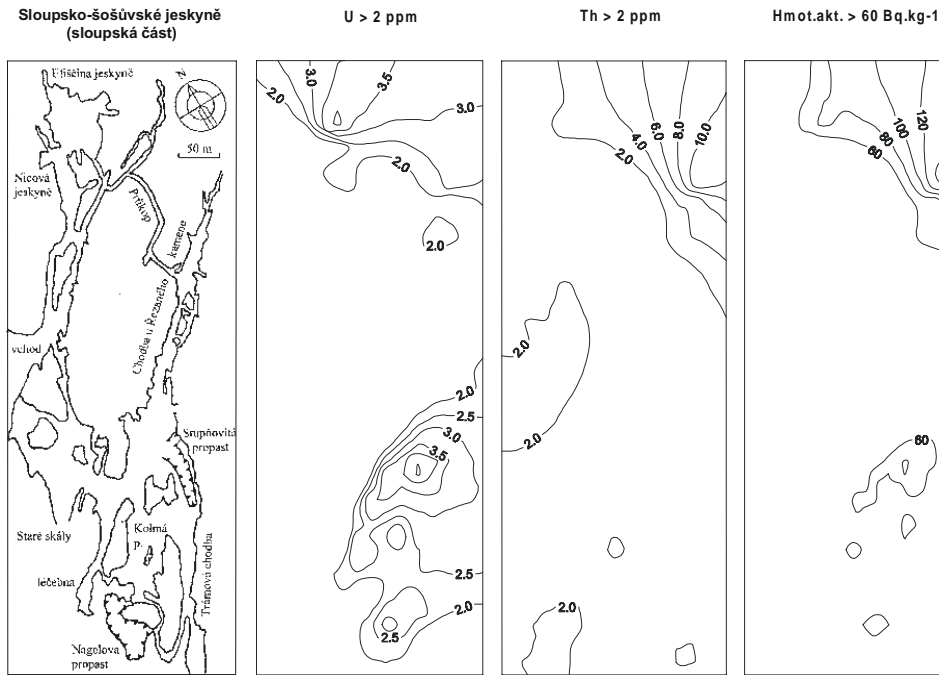
Výsledky provedených gamaspektrometrických měření jsou sumarizovány v tab. 1, do níž byly zahrnuty i výsledky obdobných měření realizovaných v uplynulých

lokalita / hornina	n	K (%)		U (ppm)		Th (ppm)		a_m (Bq.kg ⁻¹)	
		rozpětí	průměr	rozpětí	průměr	rozpětí	průměr	rozpětí	průměr
Sloupské j. / devon. vápence	121	0-2,1	0,5	0-5,1	1,7	0-12,2	1,1	5-156	39
Sloupské j. / siliciklastika	40	0,7-3,9	2,2	1,3-7,1	3,6	2,6-18,0	9,7	53-249	153
Sloupské j. / sintry	15	0-1,1	0,4	1,1-3,0	2,0	0-3,6	0,9	18-60	39
Císařská j. / devon. vápence	130	0,1-1,3	0,5	0,2-6,2	1,7	0,1-5,0	1,7	7-128	45
Císařská j. / siliciklastika	13	0,5-3,2	1,3	1,6-10,1	3,4	0,5-12,8	4,5	36-227	99
Císařská j. / sintry	11	0,3-0,8	0,6	0,8-4,2	2,4	0,2-4,4	2,2	19-87	55
Mladeč / devon. vápence	60	0-1,3	0,3	8,4-46,9	24,7	0,2-10,2	2,9	125-608	328
Mladeč / siliciklastika	28	0,3-3,1	1,6	16,6-47,5	28,3	2,2-21,2	12,3	246-678	455

Poznámka: Obsahy Th pod mezí detekce použitého přístroje uvádíme jako „nulové“.

Tab. 1 – Obsahy přirozených radioaktivních prvků (K, U, Th) a vypočtené hodnoty hmotnostní aktivity (a_m) v devonských vápencích, siliciklastických sedimentech (jeskynních hlínách a fluviálních jeskynních sedimentech), sintrech ve Sloupsko-šošůvských jeskyních (sloupská část) a v horninovém prostředí dalších speleoterapeutických léčeben na Moravě.

Table 1 – Natural radioactive element contents (K, U, Th) and calculated mass activity (a_m) in Devonian limestones, siliciclastic sediments (cave soils and fluvial cave sediments) and sinters in the Sloupsko-šošůvské Caves (the Sloup part) and in the rock environment of other speleotherapeutical centers in Moravia.



Obr. 1 – Schematický náčrt studované části Sloupsko-šošůvských jeskyní, distribuce obsahů U a Th (> 2 ppm) v devonských vápencích a vypočtená hmotnostní aktivita ($a_m > 60 \text{ Bq.kg}^{-1}$).
 Fig. 1 – Ground plan of the studied part of the Sloupsko-šošůvské Caves, distribution of U and Th contents (> 2 ppm) in Devonian limestones, and calculated mass activities ($a_m > 60 \text{ Bq.kg}^{-1}$).

letech ve stávajících speleoterapeutických léčebnách v moravských jeskyních (viz Štelcl – Zimák 1999, 2000, Zimák - Štelcl 2001). Z porovnání údajů v tab. 1 je zřejmé, že jak devonské vápence, tak sintry a siliciklastické sedimenty (jeskynní hlíny a fluviální jeskynní sedimenty) v obou jeskynních systémech využívaných léčebnou v Ostrově u Macochy mají hodnoty hmotnostní aktivity několikanásobně nižší než horniny v jeskyni „Ve štole“ u Mladče, která slouží k pobytů dětí ze speleoterapeutické léčebny ve Vojtěchově.

Obsahy přirozených radioaktivních prvků ve vilémovických vápencích a sintrech jsou relativně velmi nízké (viz tab. 1). Výsledky gamaspektrometrických měření obsahů U a Th ve vápencích sledované části Sloupsko-šošůvských jeskyní a vypočtené hodnoty a_m jsou znázorněny formou mapek izolinií na obr. 1. Pro větší názornost jsou na dílčích obrázcích vyznačeny v případě

U a Th jen izolinie nad 2 ppm, v případě hmotnostní aktivity jen izolinie nad 60 Bq.kg^{-1} . Vápence s nejvyššími hodnotami hmotnostní aktivity byly zjištěny v Eliščině jeskyni a jejím širším okolí a také v okolí Stupňovité a Nagelovy propasti.

Je nutno konstatovat, že v rámci sloupské části Sloupsko-šošůvských jeskyní místy existují relativně zvýšené koncentrace přirozených radioaktivních prvků v siliciklastických sedimentech (jeskynních hlínách a fluviálních jeskynních sedimentech). Mineralogickými a petrografickými metodami však tyto sedimenty byly studovány jen zcela okrajově, a proto způsob vazby radioaktivních elementů v těchto horninách není dosud jasný (zejména v případě U a Th). Na radioaktivitě prostředí, v němž pobývají pacienti, se tyto sedimenty mohou podílet významnou měrou, neboť z prostoru vlastní léčebny nebyly vyklizeny, ale pouze překryty vrstvou vápencové drtě a místy též zámkovou dlažbou.

Literatura:

- Štelcl, J. – Navrátil, O. – Surý, J. (1993): Předběžné výsledky studia koncentrace a zdrojů přirozených radioaktivních prvků v okolí Stupňovité propasti ve Sloupsko-šošůvských jeskyních v Moravském krasu. – Zpr. geol. Výzk. v R. 1992, 76–77. Praha.
- Štelcl, J. – Zimák, J. (1999): Výsledky geologického, petrografického a geochemického výzkumu v prostoru speleoterapeutické léčebny Mladče. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1998, 157–161. Brno.
- Štelcl, J. – Zimák, J. (2000): Radioaktivita hornin ve speleoterapeutické léčebně v Císařské jeskyni (Moravský kras). – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1999, 161–164. Brno.
- Zimák, J. – Štelcl, J. (2001): Rock radioactivity in the Javoříčko Karst and the Mladče Karst (Czech Republic). – AUPO, Fac. Rer. Nat., Geologica 37, 67–83. Olomouc.