

# PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ V JESKYNÍCH NA POMEZÍ U JESENÍKU

Natural radioactivity of the rock environment in the Na Pomezí Caves near Jeseník

Jiří Zimák<sup>1</sup>, Jindřich Štelcl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc; e-mail: zimak@prfnw.upol.cz

<sup>2</sup>Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: stelcl@sci.muni.cz

(14-22 Jeseník)

**Key words:** *Branná Group, marbles, sinters, cave soils, natural radioactive elements*

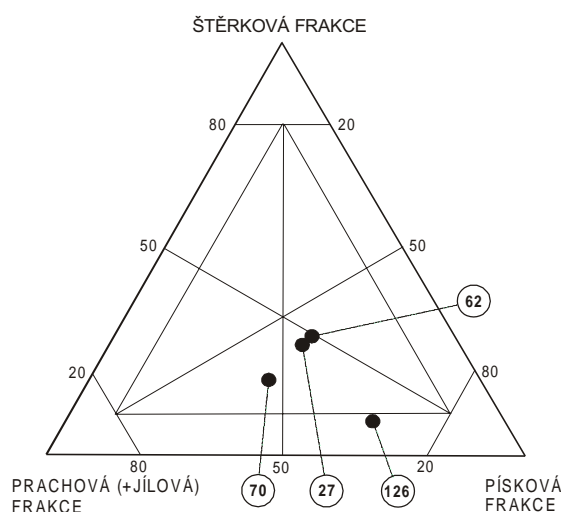
## Abstract

Concentrations of natural radioactive elements were measured in the rocks using gamma-ray spectrometry. The monitored parts of the Na Pomezí Caves are characterized by low contents of potassium, uranium and thorium, both in calcite marbles of the Branná Group (K 0 to 1.2 wt%; U 0.5 to 5.5 ppm; Th 0 to 3.9 ppm), and in sinters (K 0 to 1.1 wt%; U 0.5 to 3.3 ppm; Th 0 to 7.7 ppm), and in siliciclastic sediments (cave soils, K 0.4 to 2.0 wt%; U 0.9 to 4.2 ppm; Th 1.6 to 13.3 ppm). Concentrations of K, U and Th were converted to the mass activity of <sup>226</sup>Ra equivalent ( $a_m$ ) in order to present the gamma-ray activity of the studied locality. Average values  $a_m$  for marbles, sinters and siliciclastic sediments are 45, 36 and 94 Bq.kg<sup>-1</sup>, respectively.

Jeskyně Na Pomezí byly vytvořeny v krystalických vápencích skupiny Branné, které mají v prostoru jeskyní a v jejich okolí charakter středně zrnitých až hrubozrných mramorů bílé až šedobílé barvy, místy s šedými nebo i růžově šedými šmouhami. Na složení zdejších mramorů se téměř výhradně podílí kalcit; ojediněle jsou přítomny šupinky fylosilikátů (flogopit, muskovit, příp. chlorit), místy se vyskytují vtroušeniny pyritu. Vysoká čistota kalcitických mramorů ve sledovaném území je zřejmá i z výsledků chemických analýz mramorů, které jsou těženy v nedalekých lomech na Smrčnicku (viz např. Zelinger et al. 1998). Na stěnách jeskynních chodeb lze pozorovat, že mramory

jsou často prostoupeny hustou sítí okrově hnědých žilek. I když tyto žilky někdy připomínají hydrotermální mineralizaci (známou z lomů na Smrčnicku), je z výbrusů zcela zřejmé, že vznik zmíněných žilek souvisí se zvětrávacími procesy, při nichž se podél trhlin v mramorech tvoří oxo-hydroxidy Fe (ve formě pigmentu v kalcitových zrnech).

Významnou součástí horninového prostředí v jeskyních Na Pomezí jsou jeskynní hlíny, které se zde vyskytují převážně v krasových dutinách, puklinách a v bazálních částech chodeb. Nejvíce rozšířeny jsou v západní až severozápadní části jeskynního systému (např. v Bahenním dómu). Mají žlutohnědou až okrově hnědou barvu. Ve čtyřech vzorcích jeskynních hlín byla síťovou metodou provedena granulometrická analýza, již bylo sledováno zastoupení tří zrnitostních frakcí: štěrkové frakce (nad 2 mm), pískové frakce (0,06 až 2 mm), prachové a jílové frakce (pod 0,06 mm). Výsledky zrnitostních analýz jsou vyneseny v klasifikačním diagramu prach – písek – štěrk upraveném podle Konty (1969), v němž odpovídají



Obr. 1 – Pozice studovaných jeskynních hlín v modifikovaném klasifikačním diagramu prach-písek-štěrk podle Konty (1969). Lokalizace vzorků: 27 - Římské lázně, 62 - Klenotnice, 70 - Bahenní dóm, 126 - Kazatelna.

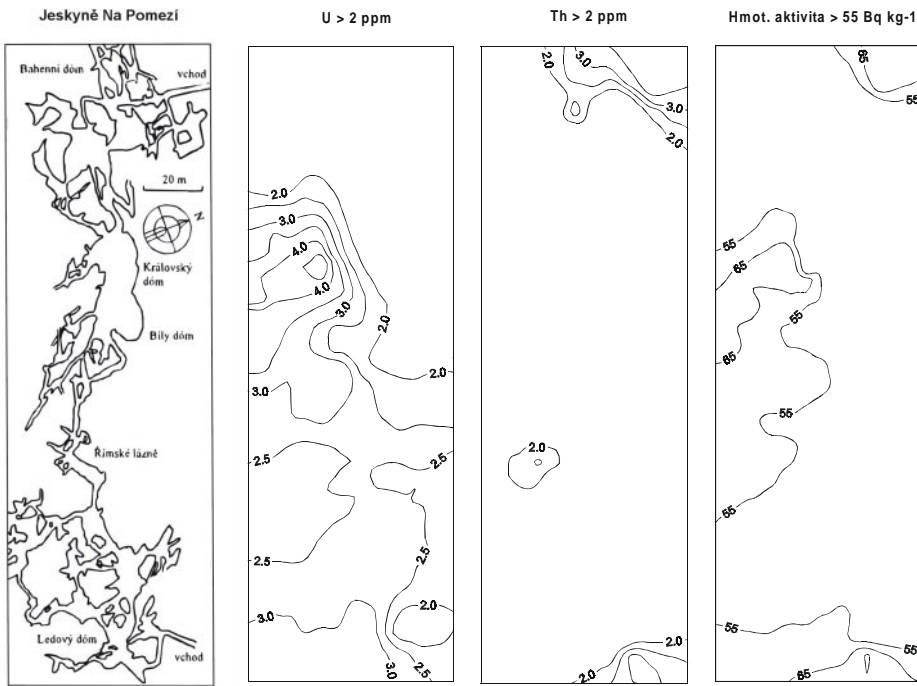
Fig. 1 – Location of cave soils in the modified triangular diagram silt-sand-gravel based on Konta (1969). Explanation: prachová (+jílová) frakce = silt grains (+clay particles); písková frakce = sand grains; štěrková frakce = fragments over 2 mm.

hornina		mramory	sintry	jeskynní hlíny
n		77	25	23
K (%)	rozpětí	0 - 1,2	0 - 1,1	0,4 - 2,0
	průměr	0,5	0,4	1,2
U (ppm)	rozpětí	0,5 - 5,5	0,5 - 3,3	0,9 - 4,2
	průměr	2,2	1,6	2,2
Th (ppm)	rozpětí	0 - 3,9	0 - 7,7	1,6 - 13,3
	průměr	1,1	1,3	6,5
$a_m$ (Bq.kg <sup>-1</sup> )	rozpětí	6 - 80	9 - 90	47 - 153
	průměr	45	36	94

Poznámka: Obsahy K a 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 mramorech, sintrech a jeskynních hlínách.

Tab. 1 – Natural radioactive element contents (K, U, Th) and calculated radium equivalent mass activity ( $a_m$ ) in marbles, sinters and cave soils.



Obr. 2 – Schematický náčrt jeskyně Na Pomezí, distribuce U (> 2 ppm), Th (> 2 ppm) a vypočtené hmotnostní aktivity ekvivalentu  $^{226}\text{Ra}$  ( $a_m > 55 \text{ Bq.kg}^{-1}$ ) v mramorech.  
 Fig. 2 – Ground plan of the Na Pomezí Cave, distribution of U (> 2 ppm), Th (> 2 ppm) and calculated radium equivalent mass activity ( $a_m > 55 \text{ Bq.kg}^{-1}$ ) in marbles.

šterkovito-prachovitému písku, prachovitému písku a šterkovito-písčitému prachu (obr. 1). I když námi použitou metodou nebylo možno oddělit prachovou frakci od frakce jílové, domníváme se na základě mechanických vlastností odebraných vzorků, že v zrnitostní kategorii pod 0,06 mm převládá prachová složka a že je proto užití klasifikačního diagramu na obr. 1 možné.

Šterková zrnitostní frakce je v popisovaných jeskynních hlínách zastoupena variabilním podílem, který však v žádném ze čtyř studovaných vzorků nepřevyšuje 30 % objemu. Převážná většina klastů má velikost 2–5 mm. Asociaci šterkových klastů skládají četná zrna křemene, lupínky silně chloritizovaného biotitu, úlomky krystalického vápence a silně vyloužené granity, resp. pegmatity (křemen, muskovit, živec, chloritizovaný biotit, granát), jejichž původ lze s největší pravděpodobností spatřovat v blízkém žulovém plutonu.

Stanovení obsahů přirozených radioaktivních prvků (K, U a Th) v hominovém prostředí (mramory, jeskynní hlíny a sintry) pomocí terénního gamaspektrometru GS-256 (výrobce Geofyzika Brno) bylo provedeno na 125 bodech situovaných na návštěvní trase nebo v její bezprostřední blízkosti. Z gamaspektrometricky stanove-

ných koncentrací K, U a Th byla vypočtena hmotnostní aktivity ekvivalentu  $^{226}\text{Ra}$  (dále jen hmotnostní aktivity nebo  $a_m$ ), a to pomocí vztahu

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

do nějž jsou obsahy U a Th dosazovány v ppm, obsahy K v hm. % (viz Zimák et al. 2003).

Z údajů v tab. 1, v níž jsou sumarizovány výsledky všech provedených gamaspektrometrických měření, je zřejmá velmi nízká hmotnostní aktivity mramorů a sintrů. Distribuce obsahů U a Th a také vypočtených hodnot hmotnostní aktivity v mramorech v jeskyních Na Pomezí je znázorněna formou mapek izolinií na obr. 2.

Také jeskynní hlíny mají velmi nízkou přirozenou radioaktivitu, i když ve srovnání s mramory je jejich hmotnostní aktivity zhruba dvojnásobná. Maximální hodnoty  $a_m$  jeskynních hlín se pohybují kolem  $150 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , průměrná hodnota je jen  $94 \text{ Bq.kg}^{-1}$ , což je zhruba jedna čtvrtina z limitních  $370 \text{ Bq.kg}^{-1}$  (podle normy OECD pro tzv. „pobytové místnosti“, za něž lze v této souvislosti považovat i veřejnosti přístupné jeskyně). I přes stanovený střední stupeň propustnosti nelze jeskynní hlíny v jeskyních Na Pomezí považovat za výraznější zdroj radonu.

#### Literatura:

- Konta, J. (1969): Quantitative analytical petrological classification of sedimentary rocks. – Acta Univ. Carol., Geol. 1969, 175–253. Praha.  
 Zelinger, O. et al. (1998): RD Jeseník 1958–1998. Vydaly Rudné doly Jeseník.  
 Zimák, J. – Štelcl, J. – Zelinka, J. (2003): Přirozená radioaktivita horninového prostředí v jeskyních Slovenské republiky. Vydavatelství UP Olomouc.