

PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA MAGMATICKÝCH A METAMORFOVANÝCH HORNIN NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ

Natural radioactivity of igneous and metamorphic rocks of the Podyjí (Thayatal) National Park

Jiří Zimák, Veronika Jůzková

Katedra geologie PřF UP, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: zimak@prfnw.upol.cz

(33-22 Vranov nad Dyjí, 33-24 Hnanice, 34-11 Znojmo, 34-13 Dyjákovice)

Key words: Brunovistulicum, Moravicum, gamma-spectrometry, natural radioactive elements

Abstract

The concentrations of natural radioactive elements (K, U, Th) were measured using a laboratory gamma-ray spectrometer in 360 samples of igneous and metamorphic rocks from the Podyjí (Thayatal) National Park. The studied territory belongs to the Dyje-Ivančice Massif (granites prevail), Lukov Unit (mainly mica schists, also phyllites, marbles, quartzites and orthogneisses), Bíteš Unit (orthogneisses, also paragneisses and amphibolites), and Šafov-Vranov Unit (mica schists, orthogneisses, marbles, amphibolites). All mentioned rocks show a low natural radioactivity. Mass activity of the most radioactive rock sample is only 334 Bq.kg⁻¹.

Úvod

Přirozená radioaktivita je jednou z fyzikálních vlastností hornin a představuje významný parametr přírodního prostředí. Leteckou, terénní i laboratorní gamaspektrometrií bylo již dříve prokázáno, že NP Podyjí leží v oblasti s relativně nízkou přirozenou radioaktivitou hornin (viz Manová a Matolín 1995). V této zprávě jsou sumarizovány výsledky laboratorních gamaspektrometrických stanovení K, U a Th ve vzorcích magmatitů a metamorfů z tohoto relativně malého, avšak geologicky značně komplikovaného a petrograficky pestrého území. Jeho v. část je součástí brunovistulika, zde vystupujícího jako dyjská část dyjsko-ivančického masivu ve smyslu Chába et al. (2008) (dále jen „dyjský masiv“), která je na území NP Podyjí tvořena převážně biotitickým granitem, na styku s moravikem přecházejícím do blastomylonitů. V prostoru NP Podyjí vystupuje při jv. okraji dyjského masivu biotitický granodiorit (viz Batík 1992). Téměř celá z. část NP Podyjí náleží k moraviku, zde zastoupenému jednotkou lukovskou (centrální část NP) a jednotkou bítešskou (z. část NP). Lukovská jednotka je dělena na spodní a svrchní oddíl. Převládajícími horninami spodního oddílu jsou muskovit-biotitické a muskovit-chloritické svory s granátem, staurolitem, místy chloritoidem, typickými akcesorií je turmalín; ve svorech jsou polohy kvarcitů. Ve svrchním oddílu lukovské jednotky převažují dvojslídne svory s granátem, staurolitem a chloritoidem, které místy přecházejí do jemnozrnných savorů až fylitů (zejména na rakouském území – sv. od pevnosti Kaja). V metapelitech svrchního oddílu lukovské jednotky jsou vložky kvarcitů a zejména kalcitických mramorů, na kontaktu s bítešskou ortorulou i erlanů. Spodní a svrchní oddíl lukovské jednotky je oddělen stébelnatou biotitickou ortorulou (pleissingská či weitersfeldská ortorula). Na rozhraní obou oddílů byly

mezi tokem Dyje a kótou 410,2 „U včelína“ (cca 500 m s. od Faltýskova Mlýna) nalezeny fragmenty leukokratiní ortoruly s turmalínem. Dominantním horninovým typem bítešské jednotky na území NP Podyjí je bítešská ortorula, místy s vložkami pararul, amfibolických rul a amfibolitů. Na z. okraji sledovaného území vystupují horniny šafovsko-vranovské jednotky, zde tvořené metapelity (hlavně svory a pararuly), ortorulami, kalcitickými mramory a granátickými amfibolity. Podrobnější údaje o geologické stavbě a petrografických poměrech zájmového území uvádí např. Batík (1984, 1999, 2004), Cháb et al. (2008).

Vzorky a metody

V Národním parku Podyjí (na území ČR i Rakouska) a v jeho bezprostředním okolí (do 1 km od hranice NP) byl proveden odběr 360 vzorků magmatitů a metamorfů. Na PřF UP v Olomouci byly za použití spektrometru SG1000 LAB s NaI(Tl) detektorem o objemu 0,35 dm³ (průměr 76 mm, délka 76 mm) v těchto vzorcích stanoveny obsahy K (přímo na základě koncentrace ⁴⁰K) a obsahy U a Th (nepřímo na základě koncentrací dceřiných produktů, a proto jsou při uvádění výsledků analýz tyto obsahy označovány jako eU a eTh); hmotnost měřených vzorků se pohybovala kolem 450 g, doba měření 1800 s. Z gamaspektrometricky stanovených koncentrací všech tří uvedených prvků byla vypočtena hmotnostní aktivita ekvivalentu ²²⁶Ra (a_m) pomocí vztahu $a_m = 12,35U + (1,43 \cdot 4,06Th) + (0,077 \cdot 313K)$, do něhož jsou obsahy U a Th dosazovány v ppm, obsahy K v hmot. %. Meze detekce pro jednotlivé prvky: K = 0,5 hmot. %, U a Th pod 1,5 ppm. Při výpočtu hodnot a_m a při statistickém zpracování dat byly obsahy K pod mezí detekce nahrazeny hodnotou 0,33 hmot. %, obdobně v případě eU a eTh hodnotou 1 ppm.

geol. jednotka / hornina	n	K (hmot. %)				eU (ppm)				eTh (ppm)				am (Bq.kg ⁻¹)			
		min.	max.	med.	x	min.	max.	med.	x	min.	max.	med.	x	min.	max.	med.	x
<i>dyjský masiv (n = 77):</i>																	
granity	43	2,1	5,2	3,4	3,5	<1,5	8,4	<1,5	2,0	<1,5	15,7	6,9	6,9	107	226	143	149
granodiority	10	1,9	3,9	2,7	2,7	<1,5	3,2	1,6	1,7	4,7	7,3	5,8	5,9	87	147	123	121
aplity	14	2,3	4,6	3,8	3,9	<1,5	5,7	2,0	2,8	2,0	17,6	7,5	8,0	107	266	162	174
pegmatity	10	1,9	8,1	3,9	4,8	<1,5	1,8	<1,5	<1,5	<1,5	4,1	<1,5	1,7	64	217	117	138
<i>lukovská jednotka (n = 176):</i>																	
metapelitey – spodní odd.	29	1,1	4,3	2,5	2,5	<1,5	2,4	<1,5	<1,5	4,7	16,6	9,2	9,4	66	192	127	133
kvarcity – spodní odd.	16	<0,5	1,0	<0,5	0,5	<1,5	2,9	<1,5	<1,5	<1,5	8,1	1,5	2,2	26	102	26	38
biotitická ortorula	16	0,9	3,7	2,3	2,2	<1,5	2,6	1,5	1,5	<1,5	13,4	7,3	7	55	170	111	111
leukokratní ortorula	8	1,6	5	2,4	2,8	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	4,5	1,8	1,9	57	139	88	90
metapelitey – svrchní odd.	82	1,6	5,6	2,6	2,8	<1,5	6,0	2,5	2,5	7,9	27,8	12,9	13,5	111	334	170	176
mramory – svrchní odd.	21	<0,5	1,6	0,6	0,7	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	9,1	2,0	2,7	26	99	38	44
kvarcity – svrchní odd.	4	<0,5	1,9	1,1	1,1	<1,5	2,4	1,9	<1,5	<1,5	9,5	5,0	5,1	26	126	115	72
<i>bítešská jednotka (n = 51):</i>																	
ortoruly	39	0,5	4,5	2,2	2,4	<1,5	2,1	<1,5	<1,5	<1,5	13,9	4,2	4,6	34	148	99	97
pararuly	9	0,6	3,6	2,2	1,8	<1,5	4,0	1,5	1,9	4,2	23,1	6,4	9,3	64	270	95	121
amfibolity, amfibol. ruly	3	0,5	1,6	1,3	1,1	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	1,6	<1,5	<1,5	30	60	49	47
<i>šafovsko-vranovská jednotka (n = 56):</i>																	
metapelitey	26	0,7	3,7	2,0	2,2	<1,5	4,6	2,3	2,3	2,4	21,9	9,1	9,7	67	246	129	137
mramory	4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	4,7	<1,5	1,9	26	48	26	31
ortoruly	16	0,5	4,7	3,5	3,0	<1,5	4,8	2,2	2,4	<1,5	15,1	12,0	10,4	52	222	168	161
amfibolity	10	<0,5	0,8	<0,5	0,5	<1,5	2,1	<1,5	<1,5	<1,5	7,7	<1,5	2,3	26	65	35	40

Tab. 1: Obsahy přirozených radioaktivních prvků (K, eU, eTh) v horninách a vypočtené hodnoty hmotnostní aktivity (a_m).

Tab. 1: Natural radioactive element (K, eU, eTh) contents in rocks and calculated mass activity (a_m).

Výsledky

Výsledky provedených gamaspektrometrických měření jsou sumarizovány v tabulce 1. Ze získaných dat plynou tyto závěry:

1. Všechny magmatity a metamorfity v prostoru NP Podyjí mají jen nízkou přirozenou radioaktivitu, což je způsobeno „klarkovými“ nebo „podklarkovými“ průměrnými obsahy všech tří sledovaných prvků (průměrná hmotnostní aktivita hornin zemské kůry je kolem 180 Bq.kg⁻¹).

2. V rámci dyjského masivu vykazují mírně zvýšenou přirozenou radioaktivitu některé vzorky granitů, a to díky relativně vysokým obsahům uranu (6,7 až 8,4 ppm eU).

3. V prostoru NP Podyjí lze vymezit dvě oblasti granitů, lišících se obsahy uranu:

a) Granity s relativně vysokými obsahy uranu vystupují mezi Mašovicemi a Hradištěm (jde o výrazně zbrídlíkatelný biotitický granit) a dále od Hradiště pokračují do prostoru pod hradbami Znojma (zde jde převážně o narůžovělý biotitický granit). V těchto granitech bylo zjištěno 2,3 až 8,4 ppm eU (průměr 3,8 ppm eU, n = 14).

b) Granity dyjského masivu na území NP Podyjí mimo výše zmíněnou oblast mají obsahy uranu zpravidla pod 1,5 ppm eU (n = 29, z toho 26 měření pod 1,5 ppm eU, max. 2,5 ppm eU), a to bez ohledu na jejich stavbu (v tomto souboru jsou zastoupeny vedle „nedeformovaných“ granitů jak granity s různým stupněm zbrídlíkatění, tak i blastomylonity z blízkosti kontaktu s moravikem).

4. Metapelitey spodního a svrchního oddílu lukovské jednotky se liší nejen rozsahem retrogradní metamorfózy (její projevy jsou výraznější ve spodním oddílu), ale i obsahy U a Th (vyšší koncentrace obou prvků jsou v metapelitech svrchního oddílu) – viz tab. 1.

5. Nově zjištěná leukokratní ortorula s turmalínem v pozici mezi spodním a svrchní oddílem lukovské jednotky vykazuje jen velmi nízkou přirozenou radioaktivitu, a to díky výrazně podklarkovým obsahům U (pod 1,5 ppm eU) i Th (max. 4,5 ppm eTh).

Literatura

- Batík, P. (1984): Geologická stavba moravika mezi bítešskou rulou a dyjským masívem. – *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 59, 6, 321–330. Praha.
- Batík, P. (1992): Geologická mapa Národního parku Podyjí 1 : 25 000. ČGÚ Praha.
- Batík, P. (1999): Moravikum dyjské klenby – kadomské předpolí variského orogénu. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 74, 3, 363–369. Praha.
- Batík, P. (2004): Tektonické uspořádání moravika severní části dyjské klenby po závěrečné fázi variské orogeneze. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003*, 9–12. Praha.
- Cháb, J. – Breiter, K. – Fatka, O. – Hladil, J. – Kalvoda, J. – Šimůnek, Z. – Štorch, P. – Vašíček, Z. – Zajíc, J. – Zapletal, J. (2008): *Stručná geologie základu Českého masivu a jeho karbonského a permského pokryvu*. – Vydavatelství České geologické služby, Praha.
- Manová, M. – Matolín, M. (1995): Radiometrická mapa České republiky 1 : 500 000. ČGÚ Praha.