

RÁDIOAKTIVITA V JASKYNIACH

Andrej Renčko, Michal Toropila, Michaela Špalková, Denisa Daňová, Anna Strečanská, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Ústav biológie, zoológie a rádiobiológie

Cieľom našej práce bolo sledovať hodnoty troch prírodných rádioelementov a jedného umelého najmä v niektorých jaskyniach na Slovensku.

Na úvod niečo z rádiobiológie

Rádioaktivita sa delí na prírodnú a umelú. Prírodná rádioaktivita pochádza z extraterestriálnych zdrojov a z rádioaktívnych prvkov nachádzajúcich sa v zemskej kôre. V prírode bolo identifikovaných 340 rôznych nuklidov, z ktorých približne 70 je rádioaktívnych. Všetky prvky, ktoré majú protónové číslo väčšie ako 80, tvoria rádioaktívne izotopy a všetky izotopy prvkov s protónovým číslom vyšším ako 83 sú rádioaktívne (Mátel, 2011). Najrozšírenejším rádioaktívnym prvkom v uvedenom prostredí je izotop rubídia ^{87}Rb . V porovnaní s obsahom uránu, tória a izotopu draslíka ^{40}K je ^{87}Rb oveľa viac, avšak rádioaktivita ^{40}K prevyšuje sumu rádioaktivity všetkých iných prirodzene rádioaktívnych prvkov v zemskej kôre. Rádionuklid ^{40}K je rozšírený hlavne v hlinitých pôdach, kým ťažké rádionuklidy, ako urán, tórium a rádium, sa nachádzajú prevažne v horninách žulového charakteru (Hrušovský, Beneš, 1985).

Pracovný postup a práca v teréne

Porovnávali sme hodnotu rádioaktívnych izotopov prvkov vo vzorkách hornín z neprístupných jaskýň stredného a východného Slovenska a na porovnanie sa odobrali vzorky minerálov z tatranských štítov, plies a horniny z hald starých banských diel. Pri odbere vzoriek sa samozrejme rešpektovali všetky zásady odberu vzoriek s ohľadom na životné prostredie a ochranu prírody, keďže väčšinou (najmä v jaskyniach) išlo o prostredia v 5. stupni ochrany. (Z tohto dôvodu sa neodoberal sintrový materiál, ale len vzorky sedimentov z dna.) Vzorky hornín sa odoberali v teréne od jesene 2011 do jari 2012, najčastejšie vo forme hrubozrnného štrku s čo najmenším obsahom pôdy a iného organického materiálu (tráva, listie, ihličie atď.). Následne sa tieto vzorky transpor-

tovali na spracovanie. Po odbere vzoriek z rôznych lokalít, nadmorských výšok a rôznych druhov minerálov sme stanovovaný materiál hornín očistili od zvyškov organického materiálu umývaním vodou a následne zhomogenizovali pomocou kladiva a sita s veľkosťou ôk 5×5 mm na štrk vo veľkosti častíc max. 0,5 mm. Vzorky pred vlastným stanovením stáli v nádobách kvôli vyrovnaniu časticovej rovnováhy minimálne 4 týždne pred meraniami. Meranie aktivity rádionuklidov tória, draslíka, rádia a cézia sa vykonalo gamaspektrometriou na prístroji gamaspektrometer. Stanovenie prebehli v Marinelliho nádobách s objemom 0,45 l. Stanovovali sme prírodné rádioizotopy draslíka ^{40}K , rádia ^{226}Ra , tória ^{232}Th , ale aj umelý rádioizotop cézia ^{137}Cs .



Vzorky pripravené na homogenizáciu



Sito na homogenizáciu vzoriek

Tab. 1. Zoznam odobratých hornín na expertízu a farebné rozdelenie vzoriek podľa lokality odber

Odber vzorky	Lokalita	Druh horniny	Prostredie náleziska	Zemepisné súradnice GPS	Nadmorská výška
1	Lomnický štít	žula	horolezecky dostupný vrchol	49° 11' 15,42" S 19° 01' 50,94" V	2632 m n. m.
	Ďumbier	granit	turistický vrchol	48° 56' 11" S 19° 38' 25" V	2043,4 m n. m.
2	Veľké Hincovo pleso	žula	karové pleso	49° 10' 45" S 20° 3' 34" V	1944 m n. m.
	Vrbické pleso	granodiorit	ľadovcové pleso	48° 55' 23" S 19° 36' 11" V	1113 m n. m.
3	Krížová jaskyňa	vápenec	krasová, turisticky neprístupná malá jaskyňa	48° 49' 00" S 21° 10' 22" V	774 m n. m.
	Veľká Ružinská jaskyňa	dolomit	krasová, turisticky neprístupná veľká jaskyňa	49° 10' 00" S 20° 25' 00" V	611 m n. m.
	Špaňopoľská jaskyňa	vápenec	malá jaskyňa, vstupná chodba	48° 51' 32" S 20° 2' 8" V	626 m n. m.
	Jaskyňa Podbanište	vápenec	turisticky neprístupná stredne veľká jaskyňa	48° 28' 37" S 20° 4' 6" V	352 m n. m.
4	Kvetnica pri Poprade	chromit	malý povrchový lom	50° 03' 30" S 14° 40' 59" V	750 m n. m.
	Dubník	andezit	haldy po podzemnej ťažbe opálu, halda Wiliam	48° 55' 25" S 21° 27' 44" V	695 m n. m.

Vysvetlivky: 1 – vzorky z tatranských štítov, 2 – vzorky z tatranských plies, 3 – vzorky odobraté z jaskýň, 4 – vzorky z hald starých banských diel (v podstate tiež vynesené z podzemia)

Výsledky

O výsledných hodnotách nameraných vzoriek vypovedá tab. 2.

V štúdiu sme po meraniach zistili, že medzi meraných vzoriek sú najnižšie hodnoty prírodných rádionuklidov práve v nami meraných vzorkách z jaskýň, a to:

^{40}K – Podbanište, lok. Slizké, Slov. kras
150,54 ± 10,49 Bq/kg
 ^{226}Ra – Krížová jaskyňa
3,62 ± 0,36 Bq/kg
 ^{232}Th – Podbanište, lok. Slizké, Slov. kras
06 ± 0,53 Bq/kg

Tab. 2. Hodnoty rádionuklidov vybraných prvkov zaznamenaných na prístroji gamaspektrometer.

Číslo vzorky	Druh	Lokalita	Výsledky [Bq/kg]			
			^{137}Cs	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
1.	chromit	Malý lom, Kvetnica pri Poprade	< 0,50*	820,18 ± 15,18**	14,89 ± 0,39	14,76 ± 0,31
2.	andezit	Haldy po ťažbe, Dubník	1,11 ± 0,26	412,06 ± 10,76	17,98 ± 0,53	17,27 ± 0,40
3.	žula	Hincovo pleso, Mengusovská dolina	45,22 ± 0,77**	655,91 ± 14,12	17,95 ± 0,51	23,46 ± 0,46
4.	žula	Lomnický štít	11,78 ± 0,50	750,42 ± 16,11	9,55 ± 0,48	17,62 ± 0,56
5.	vápenec	Krížová jaskyňa	2,65 ± 0,28	160,12 ± 7,30	3,62 ± 0,36*	2,57 ± 0,42
6.	dolomit	Veľká ružinská jaskyňa	2,20 ± 0,33	212,64 ± 9,10	3,76 ± 0,44	1,77 ± 0,42
7.	vápenec	Španie Pole, Špaňopoľská jaskyňa, Slov. kras	4,37 ± 0,36	170,63 ± 9,10	5,29 ± 0,51	2,23 ± 0,49
8.	vápenec	Podbanište, lok. Slizké, Slov. kras	3,16 ± 0,39	150,54 ± 10,49*	4,50 ± 0,59	1,06 ± 0,53*
9.	granit	Ďumbier	8,20 ± 0,42	794,94 ± 16,29	11,08 ± 0,49	27,02 ± 0,63**
10.	granodiorit	Vrbické pleso	4,26 ± 0,34	679,35 ± 14,24	20,67 ± 0,51**	23,92 ± 0,45

Vysvetlivky: * nameraná najnižšia hodnota, ** najvyššia hodnota



Marinelliho nádoby

Čo sa týka umelého rádionuklidu ^{137}Cs , ako môžeme vidieť v tab. 2, najväčšie hodnoty dosahuje v plesách a štítoch najmä Vysokých, ale i Nízkyh Tatier, naproti tomu namerané množstvá tohto umelého rádionuklidu sú veľmi nízke v meraných jaskyniach a ešte nižšie v haldovom materiáli vnesenom na povrch z hlbokých baní počas stoviek rokov. Toto zistenie koreluje so skutočnosťou, že rádionuklid ^{137}Cs je umelý a unikol pri havárii černobyľského reaktora, pričom záchyt a spád tohto rádionuklidu bol najvyšší na vyvýšených miestach našej republiky. (Rozhodujúce boli meteorologické a geofyzikálne podmienky pri prechode tretieho černobyľského mraku ponad naše územie.) No pomerne nízke hodnoty z jaskýň a baní svedčia o tom, že do hlbokých vrstiev zeme sa ^{137}Cs nedostalo.

Aj nami sledované prírodné rádionuklidy v jaskyniach dosahujú nízke hodnoty, ale treba podotknúť, že ide o krasové, vápencové jaskyne a o obsah rádionuklidov rozhoduje hlavne minerálne zloženie hornín a takisto vek horniny. Horniny sopečného pôvodu a bridlice majú päť- a viacnásobne vyšší obsah rádioaktívnych izotopov než vápence a pieskovce (Kiršin a kol., 1988). Čím je hornina staršia, tým menšie hodnoty sa namerajú, pretože všetky rádionuklidy prvkov podliehajú polčas rozpadu. A jaskyne patria medzi najstaršie krasové útvary. Iná situácia je v Kvetnici pri Poprade, kde sme namerali najvyššiu hodnotu draslíka, až

$820,18 \pm 15,18 \text{ Bq/kg}$. Je to síce povrchový lom, lenže tu rozhoduje jeho zloženie, lebo sa tu nachádza chromit, minerál, z ktorého sa získavala chrómová ruda.

Záver

Môžeme konštatovať, že spomedzi meraných vzoriek ani jeden nami sledovaný rádionuklid nedosiahol vysokú hodnotu, práve naopak – vzorky z jaskýň sú preukázateľne chudobné na sledované rádionuklidy ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , čo je spôsobené horninovou skladbou jaskýň. To, že pri všetkých troch sledovaných rádioelementoch sme zaznamenali najnižšie hodnoty spomedzi nami odobratých vzoriek práve z jaskýň, sa javí paradoxné. Z tejto štúdie vyplýva i to, že naše jaskyne ostali uchránené od rádionuklidu ^{137}Cs , ktorého hodnoty oproti napríklad Hincovmu plesu ($45,22 \pm 0,77 \text{ Bq/kg}$) sú až 20-násobne nižšie. Pritom ak berieme do úvahy fakt, že ^{137}Cs má polčas rozpadu 30 rokov, v r. 1986 to musela byť hodnota skoro dvojnásobná. A tu sa nastoľuje otázka. Sú teda jaskyne z hľadiska rádiologického žiarenia paradoxne bezpečnejšie? Z poznatkov zozbieraných za desaťročia jaskyniarskeho výskumu a existencie rádiobiológie ako vedného odboru však vieme, že určite nie. Sumárnu rádioaktivitu v jaskyniach totiž udávajú aj iné nami nesledované rádioelementy a takisto radón. Avšak nami sledované rádioelementy sa na tejto hodnote (ako ukazuje štúdia) podieľajú nevýznamne málo.

Poďakovanie. Patrí najmä Ústavu verejného zdravotníctva v Košiciach, kde boli merané vzorky. Práca vznikla na aj základe spolupráce a podpory Slovenského horolezeckého spolku James, HK Dolný Kubín. V neposlednom rade ďakujeme Jaskyniarskemu klubu Demänovská Dolina, kde nás naučili základom jaskyniarstva a jaskyniarskej etike.

Použitá literatúra

- HRUŠOVSKÝ, J. – BENEŠ, J. 1985. Radiologie ve veterinárním lékařství. Naše vojsko, Praha, 237 s.
- KIRŠIN, V. A. a kol. 1988. Veterinární radiobiologie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 190 s.
- MÁTEL, L. 2011. Rádioekológia, Kartiprint, Bratislava, ISBN 978-80-89553-01-3.



Gamaspektrometer
Křížová jaskyňa
Marinelliho nádoby
Sito na homogenizáciu vzoriek
Vzorky pripravené na homogenizáciu na sitách