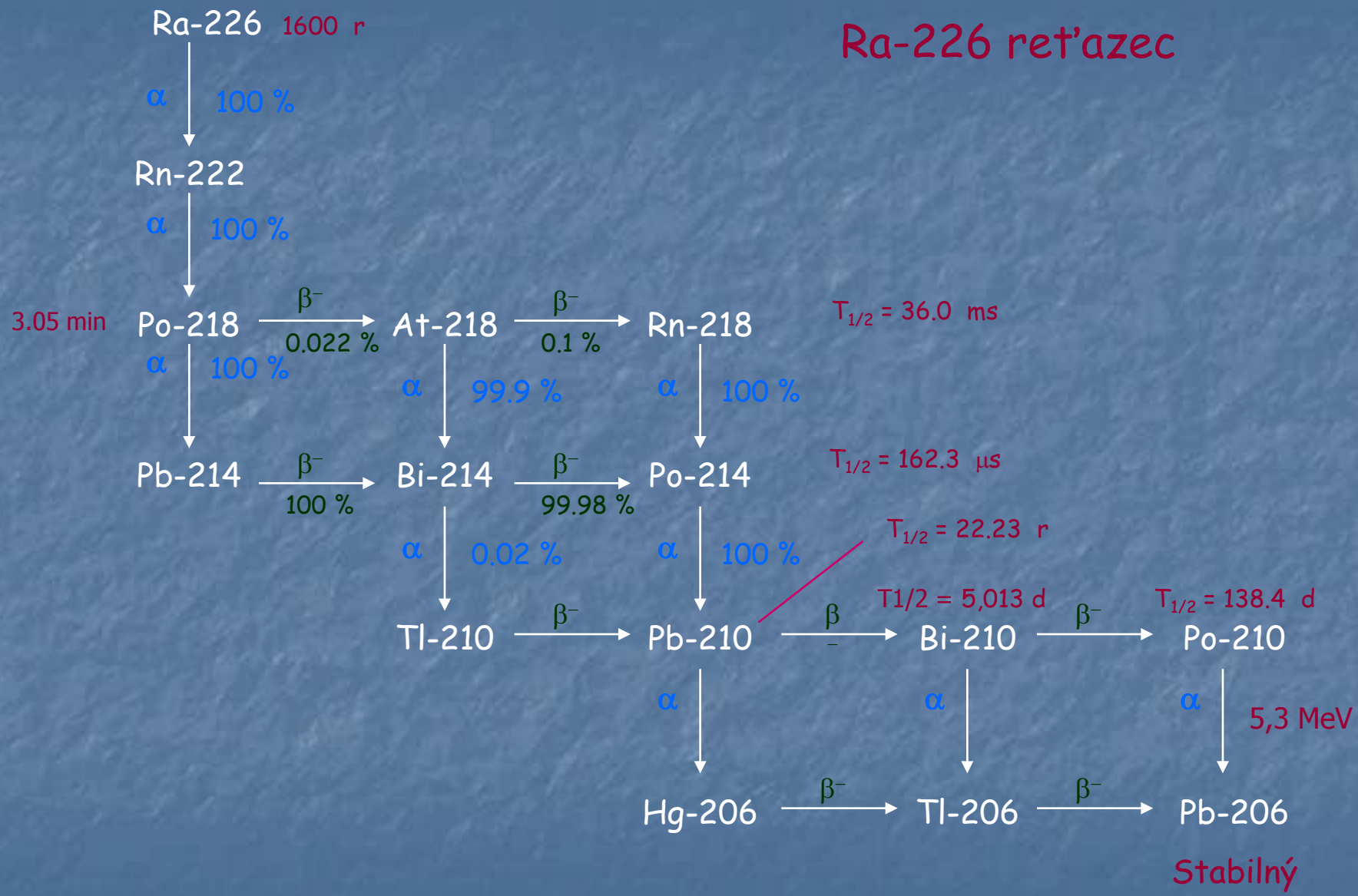


**STANOVENIE OBJEMOVEJ AKTIVITY  
POLÓNIA-210  
VO VYBRANÝCH SLOVENSKÝCH MINERÁLNYCH  
VODÁCH**

P. Rajec, M. Krivošík, Ľ. Mátel  
Katedra jadrovej chémie Prírodovedeckej  
fakulty, Univerzity Komenského,  
842 15 Bratislava, Slovensko

# Ra-226 reťazec



# VYHLÁŠKA

## Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky

### zbierka zákonov č. 528/2007

Najvyššie prípustné hodnoty obsahu rádionuklidov v dodávanej vode

Rádionuklid	Pramenitá voda „vhodná na prípravu stravy pre dojčatá“ [Bq.l <sup>-1</sup> ]	Prírodná minerálna voda [Bq.l <sup>-1</sup> ]	Pramenitá voda, balená pitná voda, pitná voda [Bq.l <sup>-1</sup> ]
<sup>210</sup> Pb	0,1	0,8	0,3
<sup>210</sup> Po	0,1	0,5	0,2
<sup>222</sup> Rn	-	600	300
<sup>223</sup> Ra	0,2	5,0	1,5
<sup>224</sup> Ra	0,3	7,5	2,3
<sup>226</sup> Ra	0,2	1,9	0,6
<sup>228</sup> Ra	0,1	0,7	0,3
<sup>234</sup> U	1,8	12,1	3,9
<sup>235</sup> U	1,9	12,6	4,1
<sup>238</sup> U	2,0	13,2	4,3

# Postup pri príprave vzorky na meranie

Do kadičky sa pridalo potrebné množstvo destilovanej vody ku ktorej sa pridá 1 ml roztoku  $^{210}\text{Pb}$  ( $a_v = 1 \text{ Bq.ml}^{-1}$ ). Počas miešania sa hodnota pH podľa potreby upraví vodným roztokom  $\text{NH}_3$  alebo  $\text{HNO}_3$  na  $\text{pH} = 2,0 - 2,2$  kvôli potlačeniu sorpcie  $^{210}\text{Po}$  na skle nádoby. Do kadičky sa následne pridá 350 mg scintilátoru  $\text{ZnS(Ag)}$ . Vzorka sa intenzívne mieša magnetickým miešadlom 4 min, následne sa prefiltruje. Filtrát sa premyje destilovanou vodou okyslenou  $\text{HNO}_3$  na  $\text{pH} = 2,0 - 2,2$ . Filter so vzorkou sa prenesie na meraciu miskú, vysuší pri teplote  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 30 min – 1 h. Preparát sa uchováva v tme, aktivita sa odmeria v intervale 2 až 5 dní po vysušení na prístroji NV 3103 pomocou scintilačnej sondy 61 PK 413.

Pri stanovení  $^{210}\text{Po}$  v minerálnych vodách sa postupovalo podľa normy ČSN 75 7626 „Jakost vod – Stanovení polonia 210“.

1



2



3



4



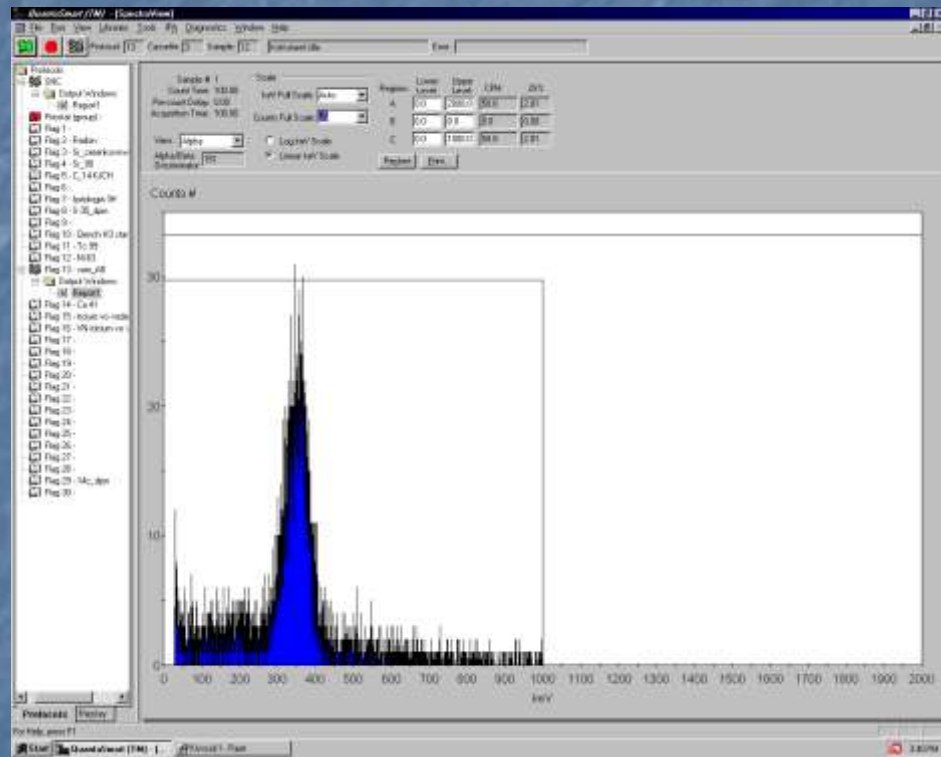
5



6

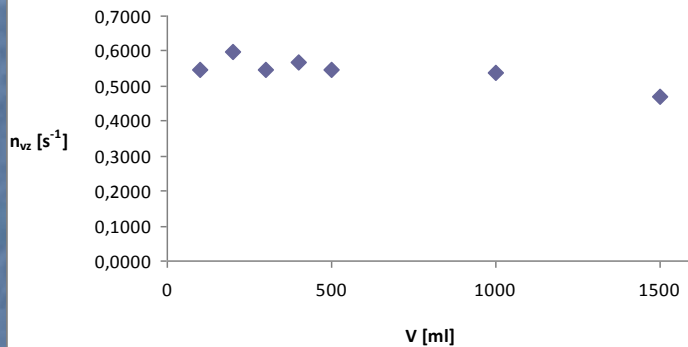


LSC spektrum  $^{210}\text{Pb}$  v rovnováhe s  $^{210}\text{Po}$  zmerané po zmiešaní 75 $\mu\text{l}$  objemu s 10 mL UltimaGold AB na prístroji TRICARB 2900TR v alfa mode.

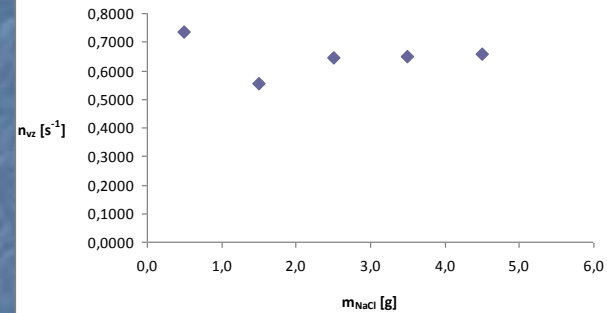


# Závislosti početnosti preparátu od objemu vzorky vody, pH roztoku a sol'nosti

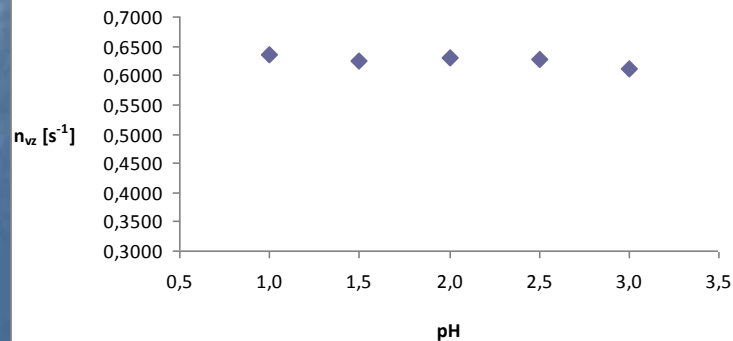
## Vplyv objemu vzorky na početnosť



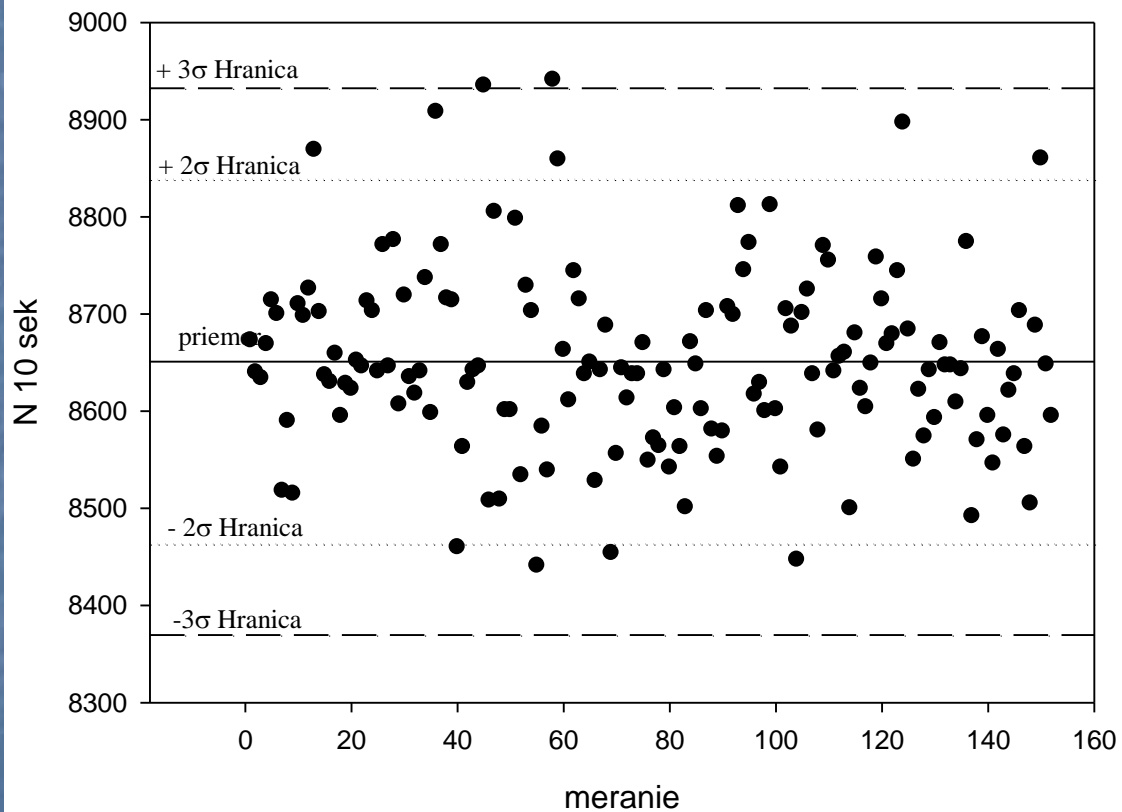
## Vplyv prítomnosti soli (NaCl) na početnosť



## Vplyv pH vzorky na početnosť



Regulačný diagram prístroja NV 3103 pre meranie celkovej alfa aktivity pomocou scintilačnej sondy 61 PK 413





# Vzorky prírodných vôd

voda	prameň	soľnosť [mg.dm <sup>-3</sup> ]	V [cm <sup>3</sup> ]	a <sub>v</sub> [Bq.dm <sup>-3</sup> ]
Mitická	MP-1 Trenčianské Mitice	1827,0	500	<MDA
Rajec	Rajec, Rajecká lesná	326,0	500	<MDA
Korytnická	Ľudovít, k. ú. Liptovská Osada	3110,0	500	<MDA
Ľubovnianska	LZ-6 Veronika, Ľubovnianske kúpele	2374,2	500	<MDA
Čerínska	Čam-1-Čačín	2017,0	500	0,013 ± 30%
Budiš	B-5 a B-6, Budiš	2406,0	500	<MDA
Baldovská	BV-1, Baldovce	1544,0	500	<MDA
Slatina	BB-2, Slatina	1714,0	500	<MDA
Fatra	Fatra II./BJ-2, Martin-Záturčie	2911,0	500	<MDA
Kláštorná	KM1, k. ú. Kláštor pod Znievom	1863,0	500	<MDA
Salvator	S2 Lipovce	2505,0	500	<MDA
Gemerka	HVŠ-1, Tornaľa	2294,0	500	<MDA
Brusnianska	Ondrej, Brusno	1958,0	500	0,017 ± 25%
Korytnická liečivá	Klement, k. ú. Liptovská Osada	3300,0	500	<MDA
Cígeľská	CH-1 Štefan, k. ú. Cígeľka	21105,0	500	<MDA
Šaratica		12785,0	500	<MDA

MDA = 0.011 [Bq.dm<sup>-3</sup>]

Početnosť vzorky minerálnej vody po pridaní 1 Bq stopovača  $^{210}\text{Pb}$  v rovnováhe s  $^{210}\text{Po}$  po sorpcii na  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  a meranej pomocou scintilačnej sondy 61 PK 413,  $t=6000$  sek

voda (názov)	zdroj (prameň)	sol'nosť [mg.l <sup>-1</sup> ]	$n_{\text{vz}}$ [s <sup>-1</sup> ]	$\delta$ %
Mitická	MP-1 Trenčianské Mitice	1828	0,703	1,6
Rajec	Rajec, Rajecká lesná	326	0,676	1,6
Korytnická	Ľudovít, k. ú. Liptovská Osada	3110	0,681	1,6
Ľubovnianska	LZ-6 Veronika, Ľubovnianske kúpele	2374	0,687	1,6
Čerínska	Čam-1-Čačín	2017	0,668	1,6
Budiš	B- B-6, Budiš	2406	0,776	1,5
Baldovská	BV-1, Baldovce	1544	0,738	1,5
Slatina	BB-2, Slatina	1714	0,684	1,9
Fatra	Fatra II./BJ-2, Martin-Záturčie	2911	0,735	1,5
Kláštorná	KM1, k. ú. Kláštor pod Znievom	1863	0,701	1,6
Salvator	S2 Lipovce	2505	0,694	1,6
Brusnianska	Ondrej, Brusno	1958	0,717	1,5
Gemerka	HVŠ-1 Tornaľa	2294	0,638	1,6
Cigeľská	CH-1 Štefan, k. ú. Cigeľka	21105	0,663	1,6
Šaratica		12785	0,582	1,7

Hodnota separačnej a detekčnej účinnosti pre minerálne vody je  $0,7 \pm 5$  %.

## STANOVENIE $^{210}\text{Po}$ V MINERÁLNYCH VODÁCH

Ing. Alena Belanová, Bc. Veronika Címerová \*, RNDr.  
Marta Vršková Litomyšl 2007

### Objemové aktivity $^{210}\text{Po}$ stanovené jednotlivými metódami

Minerálka	Objemová aktivita $^{210}\text{Po}$ [ $\text{Bq.l}^{-1}$ ]		
	NPH	Sorpčná metóda	Metóda LSC
Mitická	0,5	< 0,015	< 0,023
Budiš		< 0,015	< 0,023
Vincentka		< 0,015	0,032
Slatina		< 0,015	< 0,023
Kláštorná		< 0,015	< 0,023
Šaratica		< 0,015	< 0,023
Piešťany		< 0,015	< 0,023

# VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA č. 5-6/2005 str. 33-35

Obsah rádionuklidov v balených minerálnych a liečivých vodách na Slovensku  
 Mgr. Františka Minčáková, RNDr. Marta Vršková, Ing. Alena Belanová, RNDr.  
 Jana Merešová

Tab. 3 Rádiologické parametre v prírodných minerálnych vodách

Názov	celková objemová aktivita alfa [Bq.l <sup>-1</sup> ]	celková objemová aktivita beta [Bq.l <sup>-1</sup> ]	objemová aktivita <sup>226</sup> Ra [Bq.l <sup>-1</sup> ]	objemová aktivita U <sub>tot</sub> [Bq.l <sup>-1</sup> ]
	odvodená zásahová úroveň*		najvyššia prípustná hodnota obsahu rádionuklidu*	
	1,0	2,0	1,9	13,2
Budiš	2,14	2,09	0,25	0,02
Čerínska	2,17	1,10	0,57	0,15
Fatra	< 0,06	0,95	0,03	< 0,063
Kláštorná	< 0,06	0,58	0,02	< 0,063
Korytnica (perlivá)	1,09	< 0,02	0,02	0,10
Mitická tichá	1,42	0,11	0,02	-
Salvator	1,40	1,61	0,40	0,22
Santovka	0,60	2,63	0,40	0,13
Slatina	0,23	1,72	0,19	0,03
Lubovnianska	0,28	0,21	0,03	-
Gemerka	1,37	0,58	0,13	< 0,063
Baldovská	0,87	0,64	0,07	< 0,063
Mattoni (ČR)	0,53	0,77	0,04	0,04
Magnesia (ČR)	0,18	< 0,02	< 0,012	< 0,063
Ásványvíz (Maďarsko)	0,85	0,58	0,10	< 0,063
Aquarel (Maďarsko)	0,26	0,16	0,03	0,11
Radenska (Slovinsko)	0,56	2,21	0,17	0,05

Výsledky merania celkovej objemovej aktivity alfa pomocou metódy  
 STN 757600, množstvo meranej vzorky 100 mg  
 P. Rajec, M. Sedláková, Litomyšl 2007

Minerálna voda	hmotnosť odparku mg	objemová aktivita Bq/L	relatívna neistota
Budiš 1	2580,0	0,333	20,3
Budiš 2	2377,6	0,156	35,1
Budiš 3	2440,7	0,208	28,3
Budiš 4	2398,4	0,239	24,9
Budiš 5	2494,6	0,261	23,9
Mitická 1	1741,4	0,132	31,3
Mitická 2	1474,5	0,111	31,3
Mitická 3	1655,0	0,089	41,9
Mitická 4	1559,0	0,167	23,5
Mitická 5	1869,4	0,214	22,3
Čerinská 1	2074,8	0,571	11,7
Čerinská 1	2074,8	0,581	11,6
Čerinská 2	2025,1	0,592	11,3
Čerinská 3	1927,3	0,426	13,6
Čerinská 4	2016,4	0,661	10,4
Čerinská 5	2001,1	0,478	6,0
Baldovská 1	2241,4	0,120	41,9
Baldovská 2	2299,0	0,084	58,9
Baldovská 3	2139,5	0,047	94,3
Baldovská 4	2359,0	0,057	85,4
Baldovská 5	2323,8	0,079	62,7

Závislosť MDA na dobe merania vzorky pre dobu merania pozadia 6000 sekúnd pri odberoch vzorky vody o objeme 0,5 –1,0- 1,5 L, separačná a detekčná účinnosť 0,7

**V Y H L Á Š K A Ministerstva  
zdravotníctva Slovenskej republiky**  
Zbierka zákonov č. 524/2007 Strana 3759

$$MDA = \frac{2,71 + 3,29 \times \left[ n_B \times t_s \times \left( \frac{t_s}{t_B} + 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}}{\eta \times R \times V \times t_s}$$

kde

MDA je minimálna detegovateľná aktivita [Bq, Bq/kg],

$n_B$  je početnosť impulzov pozadia,

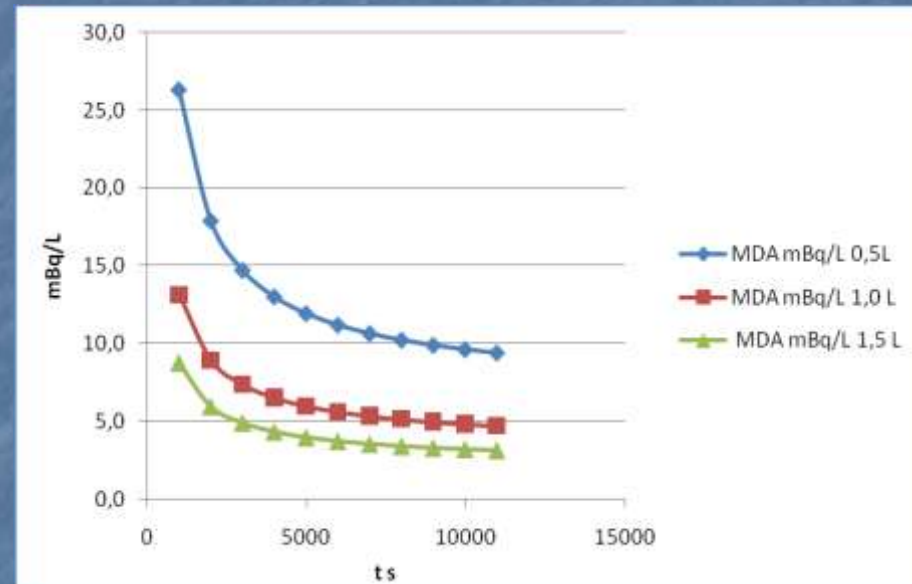
$t_B$  je doba merania pozadia,

$t_s$  je doba merania vzorky,

$\eta$  je detekčná účinnosť,

$R$  je chemická výťažnosť,

$V$  je množstvo vzorky (objem, hmotnosť,...),



# Závery

- Na modelových roztokoch sa optimalizovali podmienky sorpcie  $^{210}\text{Po}$  na  $\text{ZnS}(\text{Ag})$ .
- Bola vypočítaná minimálna detekovateľná aktivita (MDA) pre  $^{210}\text{Po}$ .
- Objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  vo vybraných minerálnych vodách stanovená metódou sorpcie  $^{210}\text{Po}$  na  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  bola vo všetkých prípadoch nižšia ako minimálna detekovateľná aktivita okrem minerálnych vôd Čerínska a Brusnianska
- Nezistili sme prekročenie úrovne najvyššej prípustnej hodnoty objemovej aktivity  $^{210}\text{Po}$  v meraných prírodných minerálnych vodách