

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

*Ing. Alena Belanová*

*Bc. Veronika Címerová \**

*RNDr. Marta Vršková*

---

*VÚVH Bratislava*

*\* FCHPT STU Bratislava*

*Litomyšl 2007*

# Úvod

- V súvislosti so stále sa zvyšujúcou spotrebou minerálnych vôd je potrebné dôkladne poznať ich zloženie. Minerálne vody môžu mať okrem osviežujúceho a liečebného účinku na organizmus aj nežiadúce účinky, najmä ak sa pijú vo veľkom množstve a v nevhodných prípadoch. Ak má minerálna voda zvýšenú mineralizáciu, môžeme predpokladať aj zvýšený obsah prírodných rádionuklidov.
- V rámci riešenia úlohy na oddelení rádiochémie NRL zameranej na stanovenie rádiologických ukazovateľov v minerálnych vodách sme sa venovali aj stanoveniu  $^{210}\text{Po}$ , ktoré patrí do skupiny veľmi vysoko toxických rádionuklidov.

# Vlastnosti $^{210}\text{Po}$

- je členom uránového premenového radu
- je silný alfa-žiarič (energia žiarenia 5304,5 keV) s dobou polpremeny  $T_{1/2} = 138,4$  dní
- polónium je chemicky odlišné od väčšiny alfa-žiaričov, má veľa charakteristík kovov alkalických zemín, je amfotérne, má tendenciu k tvorbe hydroxidov a rádiokolloidov in vitro a in vivo
- podľa Nariadenia vlády SR č. 350/2006 Z.z. je najvyššia prípustná hodnota  $^{210}\text{Po}$  v pitnej vode  $0,2 \text{ Bq.l}^{-1}$ , v prírodnej minerálnej vode  $0,5 \text{ Bq.l}^{-1}$

# Rádiotoxicita $^{210}\text{Po}$

- Polónium sa prirodzene nachádza v prírode. Po rozpade radónu a jeho premenových produktov vo vzduchu sa polónium usadzuje v teréne a na vegetácii, napríklad na listoch tabaku. Alfa-žiarenie z polónia odparujúceho sa z fajčiarskeho tabaku hrá dôležitú úlohu pri vzniku rakoviny pľúc u fajčiarov.
- Okrem inhalácie z tabakového dymu  $^{210}\text{Po}$  v ľudských tkanivách pochádza z priamej ingescie z potravín a z rozpadu prijatého  $^{210}\text{Pb}$ , ktoré je zadržované v tkanivách v tele. Dýchacími cestami však vniká do organizmu v 6-krát väčšom množstve ako zažívacím traktom.
- Ukladá sa najmä v pľúcach, pečeni, obličkách, slezine, vo svaloch a v kostnej dreni. Jeho koncentrácia v jednotlivých tkanivách je rôzna. U pracovníkov pracujúcich s polóniom bol zaznamenaný zvýšený výskyt rakoviny obličiek.

# Vzorky

- zo širokej škály balených minerálnych a liečivých vôd sme vytypovali tie, v ktorých sme predpokladali zvýšené objemové aktivity  $^{210}\text{Po}$
- sú to: Mitická, Budiš, Vincentka, Slatina, Kláštorňá, Šaratica
- $^{210}\text{Po}$  sme stanovovali aj v jednej termálnej vode, odobratej priamo z vrtu V9 v Piešťanoch
- v balených minerálnych vodách sme priamo v obale pomocou  $\text{HNO}_3$  upravili pH na hodnotu 2,0 až 2,2

# Metódy stanovenia $^{210}\text{Po}$ vo vodách

- Metóda s použitím niklovej podložky –  $^{210}\text{Po}$  sa oddeľuje spoluzrážaním so síranom olovnatým, ktorý sa ďalej rozpúšťa v zriedenej HCl a  $^{210}\text{Po}$  sa kvantitatívne vylučuje na niklovú podložku z roztoku kyseliny askorbovej pri 55 – 80 °C. Elektrochemická spontánna depozícia  $^{210}\text{Po}$  na niklovú podložku je veľmi špecifická a môže sa uskutočniť aj za prítomnosti ostatných rádionuklidov
- Sorpčná metóda – založená na selektívnej sorpcii  $^{210}\text{Po}$  na scintilátore ZnS(Ag) z kyslého prostredia s hodnotou pH v rozmedzí 2,0 až 2,2 a na scintilačnom meraní odozvy impulzov
- Kvapalinová scintilačná spektrometria (LSC) – je v súčasnosti najcitlivejšou univerzálnou a široko používanou meracou technikou na detekciu a kvantifikáciu rádioaktivity

# Postup stanovenia $^{210}\text{Po}$ sorpčnou metódou

- pred stanovením sme uskutočnili intenzívnu aeráciu na odstránenie  $^{222}\text{Rn}$  po dobu najmenej 60 minút
- po aerácii sme do kadičky odmerali 500 ml vzorky, pridali 350 mg scintilátora  $\text{ZnS}(\text{Ag})$  a intenzívne miešali elektromagnetickým miešadlom po dobu 4 minút, potom sme vzorku prefiltrovali cez papierový filter a premyli destilovanou vodou o pH 2,0 až 2,2
- filtračný papier so scintilátorom a nasorbovaným  $^{210}\text{Po}$  sme z filtračného zariadenia preniesli na meraciu miskú, vysušili 1 hodinu pri  $105\text{ }^\circ\text{C}$ , do merania uchovávali v tme a scintilačne merali v intervale dva až päť dní po vysušení na prístroji NA 6200II po dobu  $4 \times 1000\text{ s}$

# Postup stanovenia $^{210}\text{Po}$ metódou LSC

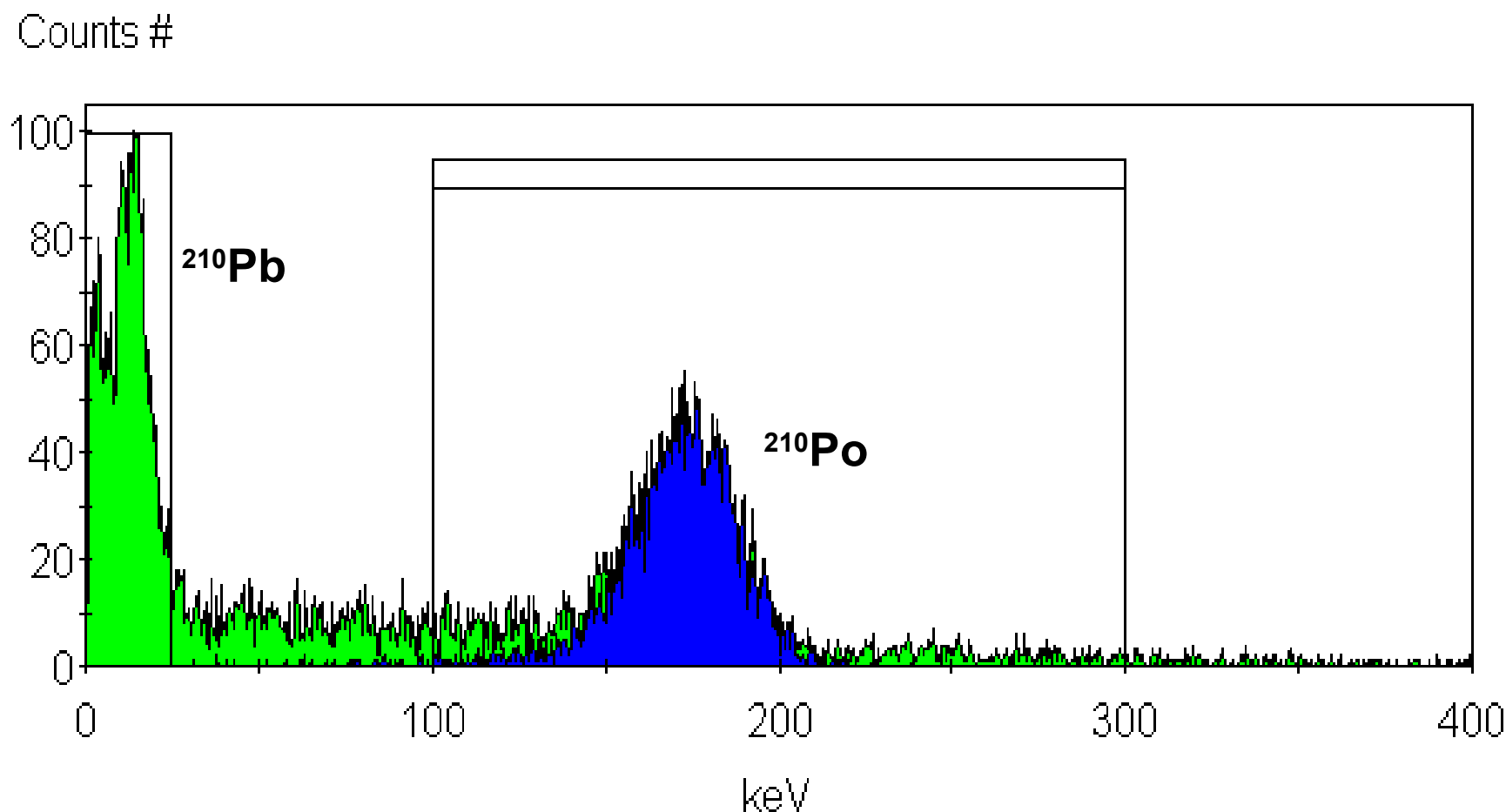
- vzorku sme najprv spracovali rovnakým postupom ako pri sorpčnej metóde
- získaný scintilátor s nasorbovaným  $^{210}\text{Po}$  sme z filtračného papiera pomocou 10 ml HCl (1:1) kvantitatívne zmyli do kadičky, ktorú sme prikryli hodinovým sklíčkom a nechali zahrievať do úplného rozpustenia scintilátora
- po vyčírení roztoku sme kadičku odkryli a roztok sme nechali odpariť takmer do sucha
- pomocou 10 ml destilovanej vody sme zvyšok po odparovaní preniesli do vialky
- pridali sme 10 ml scintilátora UltimaGold LLT, ručným trepaním sme uskutočnili extrakciu (2 minúty) a vialku sme vložili do prístroja na meranie



# Postup stanovenia $^{210}\text{Po}$ metódou LSC

- meranie sme uskutočnili na kvapalinovom scintilačnom spektrometri TRI-CARB 2900TR pomocou programu QuantaSmart™
- prístroj používa PDA elektroniku na kategorizovanie premien ako alfa alebo beta, impulzy alfa-žiariča sú v spektre vykresľované modrou farbou, beta-žiarenie je vykresľované zelenou
- súčasne s  $^{210}\text{Po}$  je teda možné stanovenie aj  $^{210}\text{Pb}$
- energetické okno pre alfa-častice sme zvolili 100-300 keV, doba merania bola 30 minút

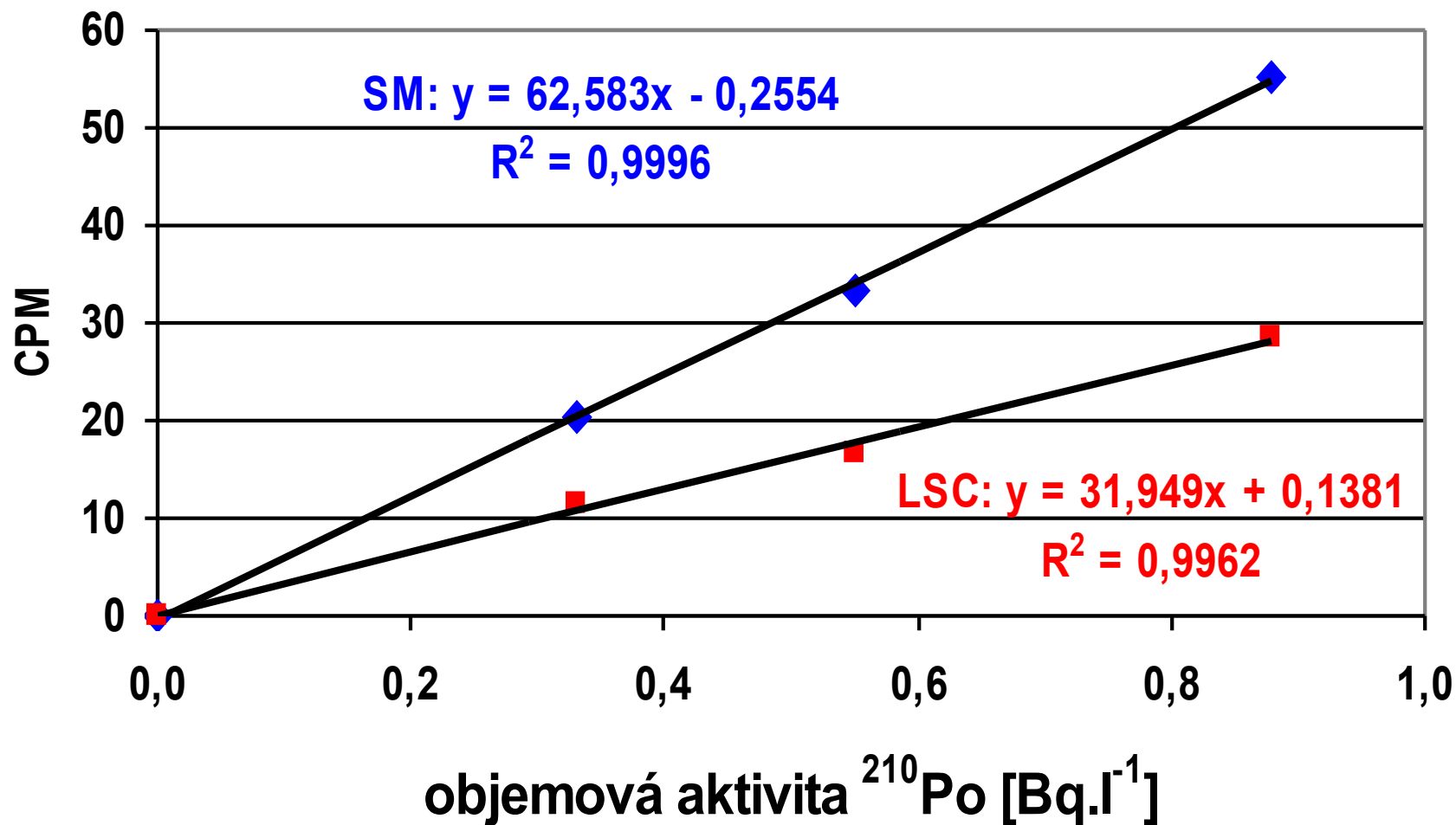
# Lineárne alfa/beta spektrum získané metódou LSC



# Kalibrácia

- na kalibráciu sme použili štandardný roztok  $^{210}\text{Pb}$  s aktivitou  $1,082 \text{ Bq.ml}^{-1}$  v rovnováhe s  $^{210}\text{Po}$
- kalibráciu sme uskutočnili metódou vnútorného štandardu, ktorý sme pridali do 500 ml vzorky a takto získaný roztok sme spracovali rovnakým postupom ako samotnú vzorku
- veľkosť pozadia sme určili spracovaním 500 ml destilovanej vody rovnakým postupom ako vzorky
- zostrojili sme aj kalibračnú krivku pridaním stúpajúceho množstva štandardu do 500 ml destilovanej vody a spracovaním rovnakým postupom ako vzorky
- najmenšiu významnú a detegovateľnú objemovú aktivitu  $^{210}\text{Po}$  sme vypočítali podľa STN 75 7600

# Kalibrační krivky $^{210}\text{Po}$



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

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	<b>0,032</b>
Slatina		< 0,015	< 0,023
Kláštorná		< 0,015	< 0,023
Šaratica		< 0,015	< 0,023
Piešťany		< 0,015	< 0,023

# Záver

- v našej práci sme dvoma metódami stanovovali vo vodách objemovú aktivitu  $^{210}\text{Po}$ , ktoré patrí do skupiny veľmi vysoko toxických rádionuklidov, a preto môžeme očakávať zvýšený záujem o jeho stanovenie v pitných vodách
- ako vzorky sme si zvolili 5 minerálnych vôd, 1 liečivú vodu a 1 termálnu vodu, ktoré mali zvýšené hodnoty základných rádiologických ukazovateľov
- overili sme použitie sorpčnej metódy na stanovenie  $^{210}\text{Po}$  v minerálnych vodách

# Záver

- overili sme možnosť stanovenia  $^{210}\text{Po}$  metódou LSC tak, že po spracovaní vzorky rovnakým postupom ako pri sorpčnej metóde sme scintilátor ZnS s nasorbovaným  $^{210}\text{Po}$  rozpustili v HCl, roztok sme odparili takmer do sucha, pomocou 10 ml destilovanej vody sme zvyšok preniesli do vialky, pridali sme 10 ml scintilátora Ultimagold LLT a zmerali
- vypočítali sme najmenšiu významnú a najmenšiu detegovateľnú aktivitu  $^{210}\text{Po}$  pre obe metódy
- objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  stanovená sorpčnou metódou bola vo všetkých prípadoch nižšia ako najmenšia významná objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$ , vyššiu hodnotu ako je najmenšia významná objemová aktivita  $^{210}\text{Po}$  sme stanovili metódou LSC iba v minerálnej vode Vincentka

***Ďakujem za pozornosť***



# Lineárne alfa/beta spektrum

Sample # 27  
Count Time: 30.00  
Pre-count Delay: 0.00  
Acquisition Time: 28.23

View: **Alpha\Beta**  
Alpha/Beta Discriminator: 170

Scale

keV Full Scale: 400

Counts Full Scale: Auto

Log keV Scale

Linear keV Scale

Regions	Lower Level	Upper Level	CPM	2S%
Beta A	0.0	25.0	107.6	3.63
Beta B	100.0	300.0	132.7	3.27
Alpha	100.0	300.0	122.5	3.40

[Restore](#) [Print...](#)

Counts #

