

**IV. INTERAKTÍVNA KONFERENCIA  
MLADÝCH VEDCOV**

**PREVEDA**

**Adsorpčné vlastnosti Sr(II)  
na bentonite Jelšový potok  
v porovnaní so štandardmi  
Saz-1 a STx-1**



**ADRIÁN KRAJŇÁK<sup>1</sup>, Michal Galamboš<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,  
Katedra jadrovej chémie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava,  
Slovenská republika, Krajnak.A@gmail.com*



# Úvod

- potenciálna využiteľnosť bentonitových hornín ako tesniacich bariér v multibariérovom systéme **hlbinného geologického úložiska (HÚ)** pre vysokoaktívne RAO a VJP.
- použitie bentonitových prefabrikátov v úložisku:
  - mineralogické, erózne, reologické vlastnosti
  - priaznivé **adsorpčné** a retardačné správanie sa k iónovým formám ekotoxických rádionuklidov.

# HÚ pre VJP a RAO

## Situácia na Slovensku:

**1996-2001:** Projekt vývoja hlbinného geologického úložiska

- predpoklad výberu lokalít okolo roku 2010
- zahájenie prevádzky HÚ rok 2037

**2001:** projekt zastavený vedení SE a.s.

- neskoršie snahy o obnovenie projektu zatiaľ neúspešné

# HÚ pre VJP a RAO



# Stroncium

- 15. najrozšírenejší prvok na Zemi, v prírode 4 stabilné izotopy:  $^{84}\text{Sr}$  (0,56 %),  $^{86}\text{Sr}$  (9,86 %),  $^{87}\text{Sr}$  (7,0 %) a  $^{88}\text{Sr}$  (82,58 %).
- najvýznamnejšie rádioizotopy z rádioekologického hľadiska:

rádioizotop	$T_{1/2}$	typ premeny	E [MeV]	produkt premeny
$^{85}\text{Sr}$	64,85 d	$\epsilon, \gamma$	0,514	$^{85}\text{Rb}$
$^{89}\text{Sr}$	50,57 d	$\beta^-$	0,909	$^{89}\text{Y}$
$^{90}\text{Sr}$	28,90 r	$\beta^-$	0,546	$^{90}\text{Y}$

$^{90}\text{Sr}$  – štiepny produkt uránu, má všetky predpoklady zhubného účinku na ľudský organizmus.

# Bentonit a adsorpčné vlastnosti

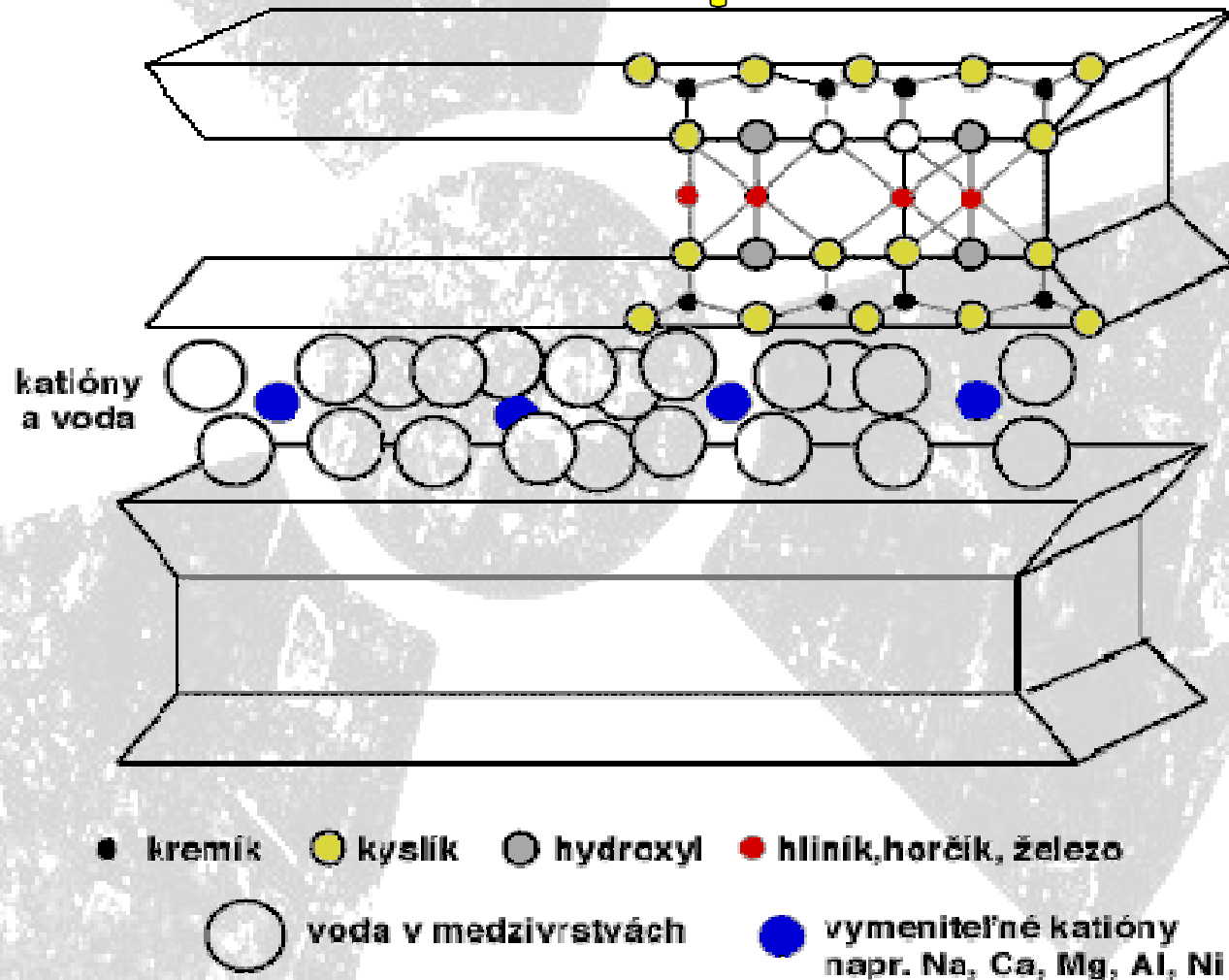
## Bentonit

- patrí medzi ílovité horniny, zložený z minerálov ílovej skupiny (montmorillonit, illit, beidellit, nontronit, kaolinit...).
- prevládajúce zastúpenie dioktaedrického smektitu – **montmorillonitu**, (50 % - 85 %).

## Adsorpčné vlastnosti sú ovplyvnené

- chemická a mineralogická skladba, hodnota kationovej výmennej kapacity a merného povrchu.
- **výber použitého adsorbentu** a jeho vlastnosti, **výber metódy pre pozorovanie priebehu adsorpcie stroncia**.
- ďalší rad faktorov ( vplyv pH, teploty, radiácie, množstvo a **zrornosť adsorbentu**, **koncentračný interval adsorbátu**, prítomnosť anorg. kationov, aniónov a org. ligandov).

# Bentonit a adsorpční vlastnosti



# Adsorpcia

Adsorpcia katiónov kovov na ílovytých mineráloch je exotermický a spontánny proces.

## Adsorpcia na tuhom fázovom rozhraní:

- Fyzikálna adsorpcia
- Chemická adsorpcia (chemisorpcia)
- Elektrostatická adsorpcia (iónová výmena)

V najjednoduchšej forme možno pre rýchlosť adsorpcie použiť vzťah:

$$v = \frac{dq}{dt} = k(q_{\max} - q_t)$$

$q_t$  – množstvo adsorbovanej látky za čas  $t$

$q_{\max}$  – množstvo adsorbovanej látky po dosiahnutí rovnováhy

$k$  - rýchlostná konštanta

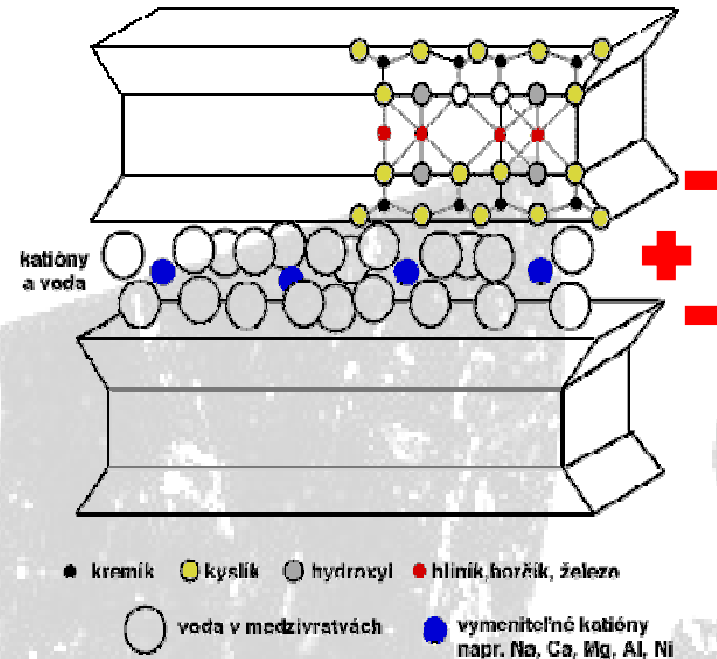


# Adsorpcia

Adsorpcia nastáva v medzivrstvovom priestore pomocou:

- „**outersphere**“ komplexov
  - okamžitý, veľmi rýchly proces
  - reverzibilný
  - len na povrchoch opačne nabitých ako absorbát

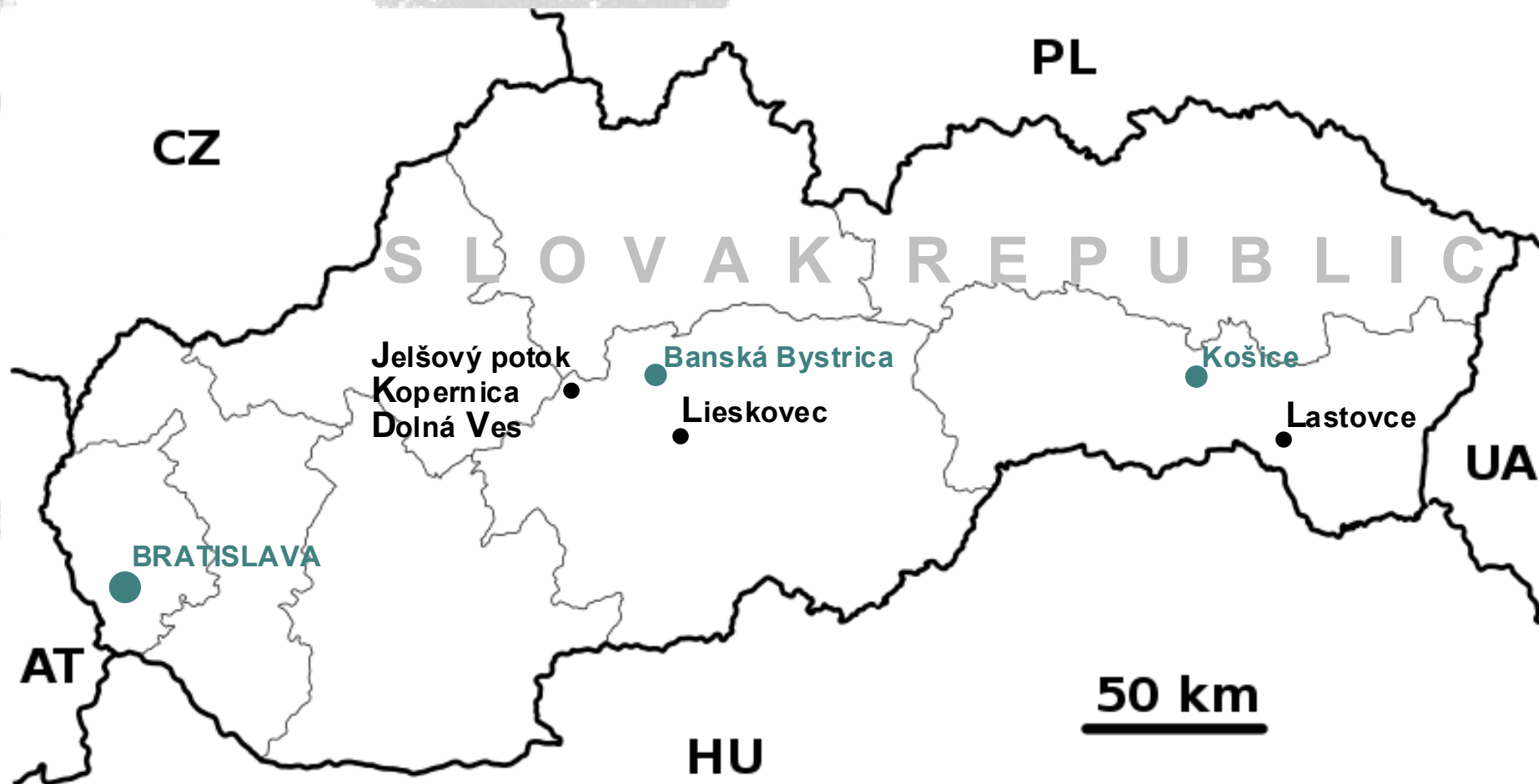
- **Iónovou výmenou**  $v = \frac{dq}{dt} = k(q_{\max} - q_t)$ 
  - ovplyvnená koncentráciou, iónovou silou a veľkosťou katiónov absorbátu



# Ciele práce

- štúdium vplyvu mineralogického zloženia adsorbentov bentonitu z ložiska Jelšový potok a štandardov montmorilonitu SAz-1 a STx-1 z USA na adsorpčné správanie katiónov stroncia.

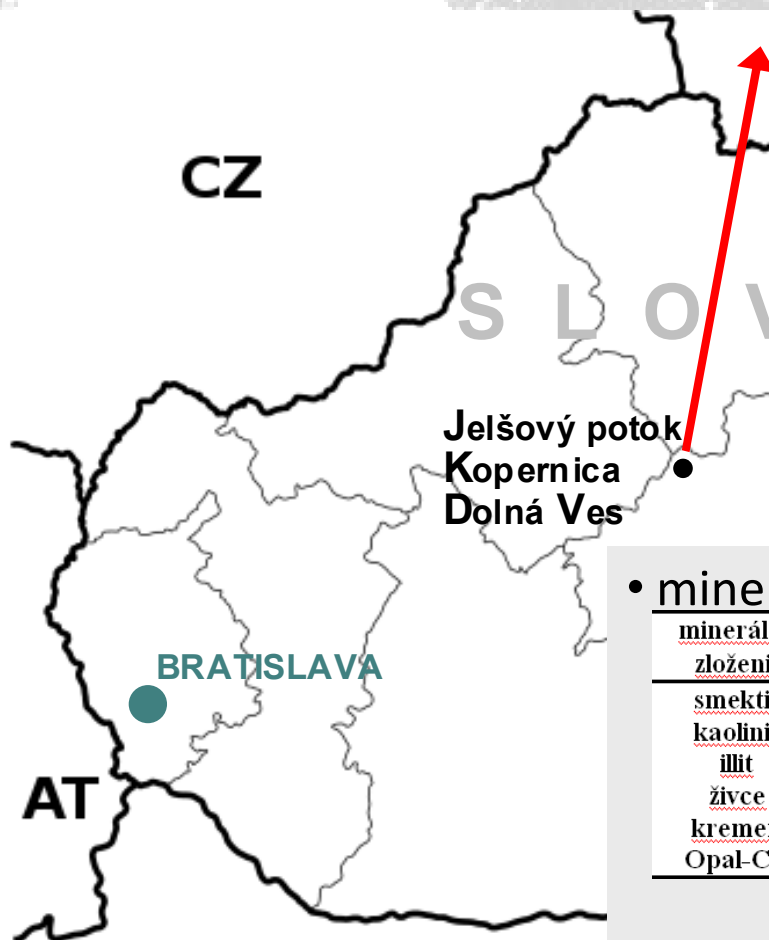
# Ložisko Jelšový potok



# Ložisko Jelšovský potok

## Jelšovský potok

- stredné Slovensko,
- dlhodobou ťaženú ložisko **stredoeurópskeho významu**
- **vysokosmektitické ložisko**
- **Al-Mg montmorillonit**
- v experimente použitá vzorka **J250**, prírodná forma, zrnitosť fragmentov pod 250  $\mu\text{m}$



- mineralogické (hm %) a priemerné chemické zloženie:

<u>minerálne zloženie</u>	<u>vzorka</u>		
	J	SAz-1	STx-1
<u>smektit</u>	88,3	97,6	69,4
<u>kaolinit</u>	2,4	0	0
<u>illit</u>	0	1,6	0
<u>živce</u>	5,8	0,8	0,3
<u>kremeň</u>	2,7	0	0
<u>Opal-CT</u>	0,8	0	30,3

<u>oxidy kovov</u>	<u>vzorka</u>		
	J	SAz-1	STx-1
<u>SiO<sub>2</sub></u>	61,25	60,4	70,1
<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	22,51	17,6	16,0
<u>CaO</u>	1,82	2,82	1,59
<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	2,53	1,42	0,65
<u>FeO</u>	0,23	0,08	0,15
<u>MgO</u>	3,18	6,46	3,69
<u>MnO</u>	0,018	0,099	0,009
<u>Na<sub>2</sub>O</u>	0,11	0,063	0,27
<u>K<sub>2</sub>O</u>	1,24	0,19	0,078
<u>TiO<sub>2</sub></u>	0,19	0,24	0,22
<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	0,03	0,020	0,026

# Metodika adsorpcie a meranie aktivity

## Adsorpčné experimenty:

nosič:  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$   
koncentračný interval:  $5 \times 10^{-1}$ ,  $1 \times 10^{-1}$ ,  $5 \times 10^{-2}$ ,  $1 \times 10^{-2}$ ,  $5 \times 10^{-3}$ ,  
 $1 \times 10^{-3}$ ,  $5 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $5 \times 10^{-5}$ , a  $1 \times 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3}$   
rádioindikátor:  $^{85}\text{Sr}$  (energia  $\gamma$ -žiarenia 0,514 MeV)  
metóda: vsádzková

## Meranie aktivity:

detekčný systém so studnicovou scintilačnou sondou NaI(Tl)

# Metodika experimentu

- systém modelov: rádioaktívne označený roztok (5 ml) / bentonit (50 mg).
- vzorky bentonitov sa premiešavali s označeným roztokom na mechanickej laboratórnej premiešavačke.
- doby premiešavania fáz bola 120 min.
- po skončení adsorpcie sa vzorka centrifugovala 10 minút pri 6 000 otáčkach/min.
- zo supernatantu sa odoberal 1 ml na meranie aktivity.

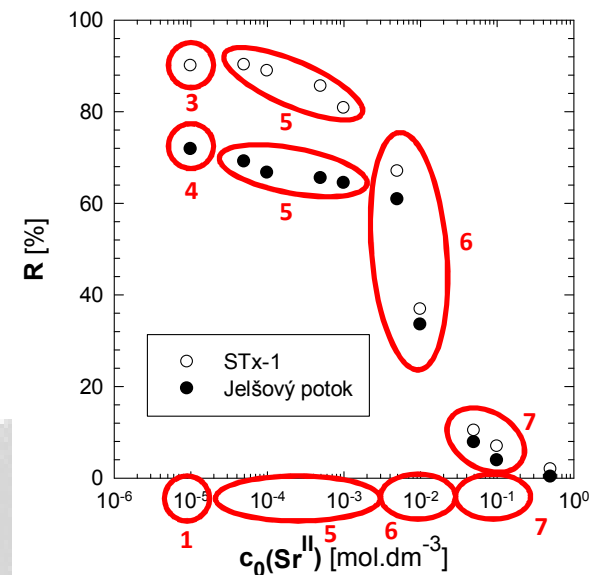
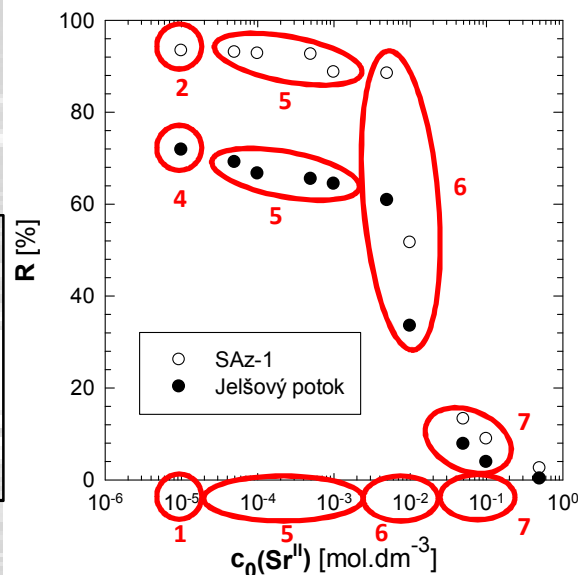
# Výsledky

percento adsorpcie

$$R = \frac{a_0 - a}{a_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

$a_0$  – počiatočná objemová aktivita roztoku

$a$  – rovnovážna objemová aktivita roztoku



- 1• najvyššie hodnoty  $R$  sa dosahovali pri najnižších koncentráciách  $c_0(\text{Sr}^{\text{II}})$  a v celom koncentračnom intervale bola závislosť nepriamo úmerná.
- 2• najvyššie hodnoty  $R$  (94 %) sa dosahovali pri adsorbente SAz-1 s podielom montmorillonitu 97,6 %.
- 3• adsorbent STx-1 preukázal porovnateľné adsorpčné vlastnosti ako SAz-1 s vysokou hodnotou  $R$  (89 %), pričom podiel montmorilloitu bol iba 69,4 %.
- 4• pri bentonite Jelšový potok s podielom montmorillonitu 88,3 % sa dosiahlo  $R$  (71 %).
- 5• v koncentračnom intervale  $5 \times 10^{-5}$  až  $1 \times 10^{-3}$  mol.dm<sup>-3</sup> bola hodnota  $R$  pre vzorku bentonitu Jelšový potok v intervale (71-65 %), pre vzorku SAz-1 (94-89 %) a pre vzorku STx-1 (89-81 %).
- 6• medzi  $c_0(\text{Sr}^{\text{II}})$   $5 \times 10^{-2}$  a  $1 \times 10^{-2}$  mol.dm<sup>-3</sup> dochádzalo k výraznému poklesu hodnôt percenta adsorpcie pre vzorku bentonitu Jelšový potok (33 %), pre vzorku SAz-1 (51 %) a pre vzorku STx-1 (38 %).
- 7• pri najvyšších koncentráciách kationov stroncia  $5 \times 10^{-2}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  a  $5 \times 10^{-1}$  mol.dm<sup>-3</sup> sa dosahovali najnižšie hodnoty  $R$  a to pre vzorku bentonitu Jelšový potok v intervale (8-0,5 %), pre vzorku SAz-1 (13-3 %) a pre vzorku STx-1 (10-2 %).

# Záver

- bol preukázaný vplyv mineralogického zloženia adsorbentov na percento adsorpcie katiónov stroncia.
- najvyššie hodnoty sa dosahovali pri vzorke SAz-1, ktorý má podiel montmorilonitu 97,6 %.
- porovnateľné výsledky sa dosiahli aj pre vzorku STx-1, ktorý má podiel montmorillonitu 69,4 %.
- slovenský bentonit Jelšový potok preukázal dobré adsorpčné správanie v porovnaní s montmorillonitovými štandardmi.
- z tohto hľadiska je využiteľný pre multibariérový systém hlbinného geologického úložiska pre vysoko rádioaktívny odpad a vyhoreté jadrové palivo.





*Ďakujem za pozornosť!*