

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE  
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

Katedra jadrovej chémie

Slovenská republika



# *Adsorpcia Cs na smektitickom bentonite z ložiska Jelšovský potok*

Banskoštiavnické dni 2009

7. - 9. X. '09

BANSKÁ ŠTIAVNICA

Michal Galamboš  
Olga Roskopfová  
Veronika Paučová  
Pavol Rajec

# Úvod

Aktuálny problém súčasnosti:

**bezpečné uloženie rádioaktívnych odpadov a vyhoretého jadrového paliva**

## Hlbinné geologické formácie

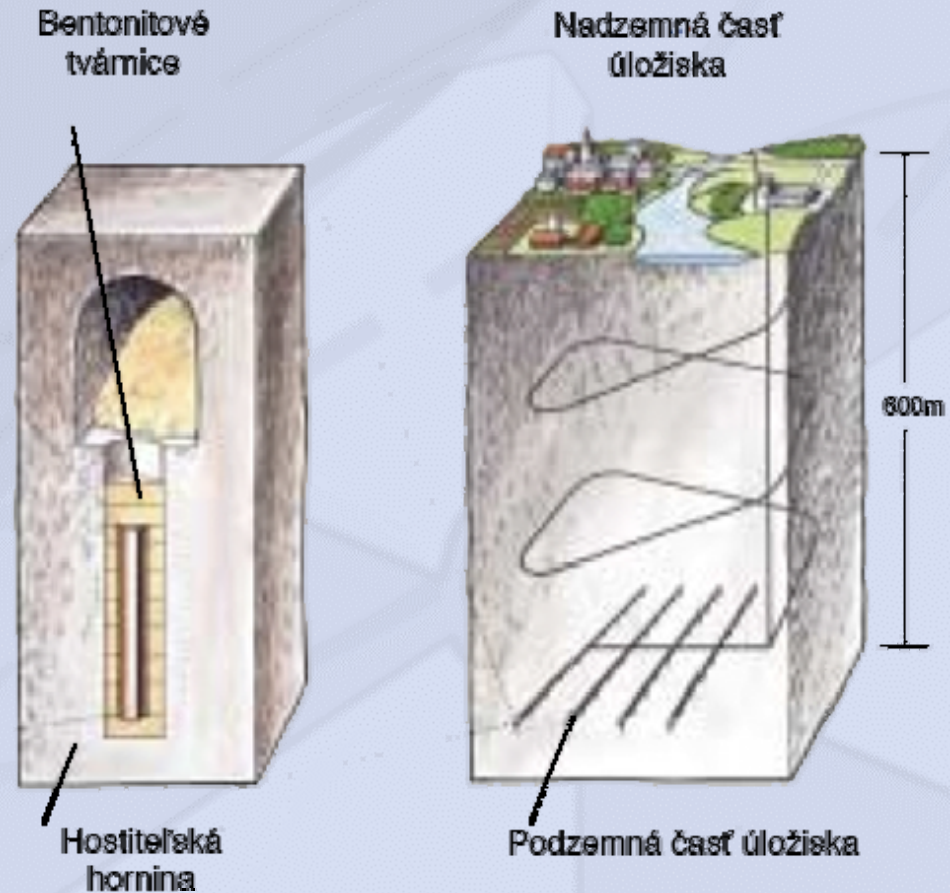
/momentálne najvýznamnejšia forma trvalého uloženia/

## Prírodné a inžinierske bariéry

/slúžiace na izoláciu dlhožijúcich rádionuklidov od biosféry/

## Ílové materiály - bentonity

/základné komponenty bariér/

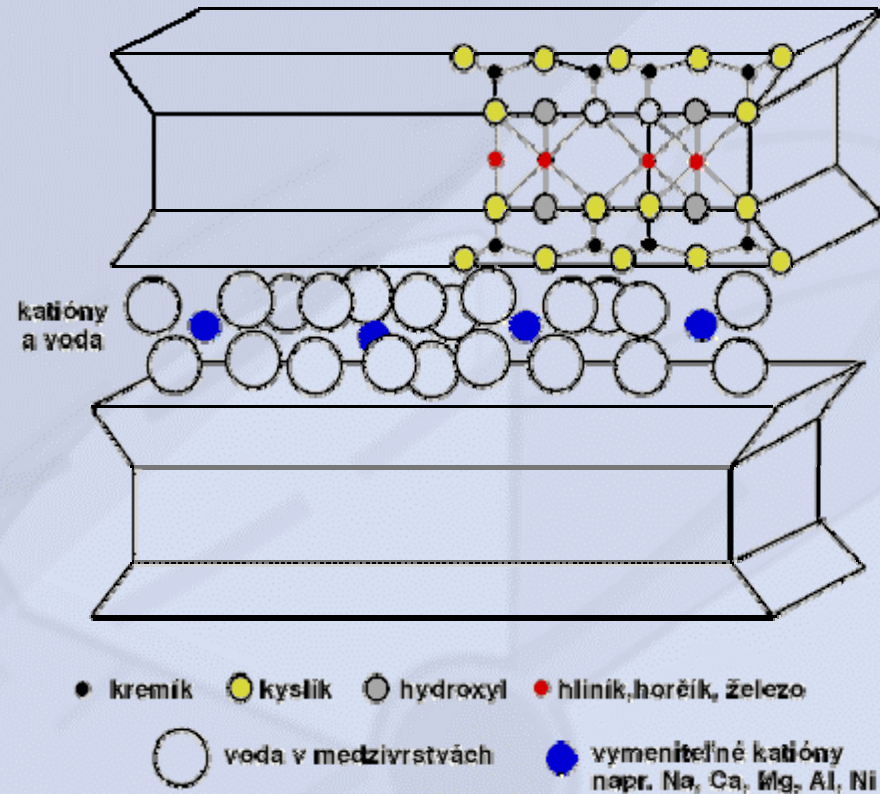


# Bentonity

➤ obsah minerálu montmorillonitu 50 - 85 %

Bentonit – ílovitá hornina, zložená prevažne z mikrokryštalických častíc minerálu montmorillonitu koloidných rozmerov.

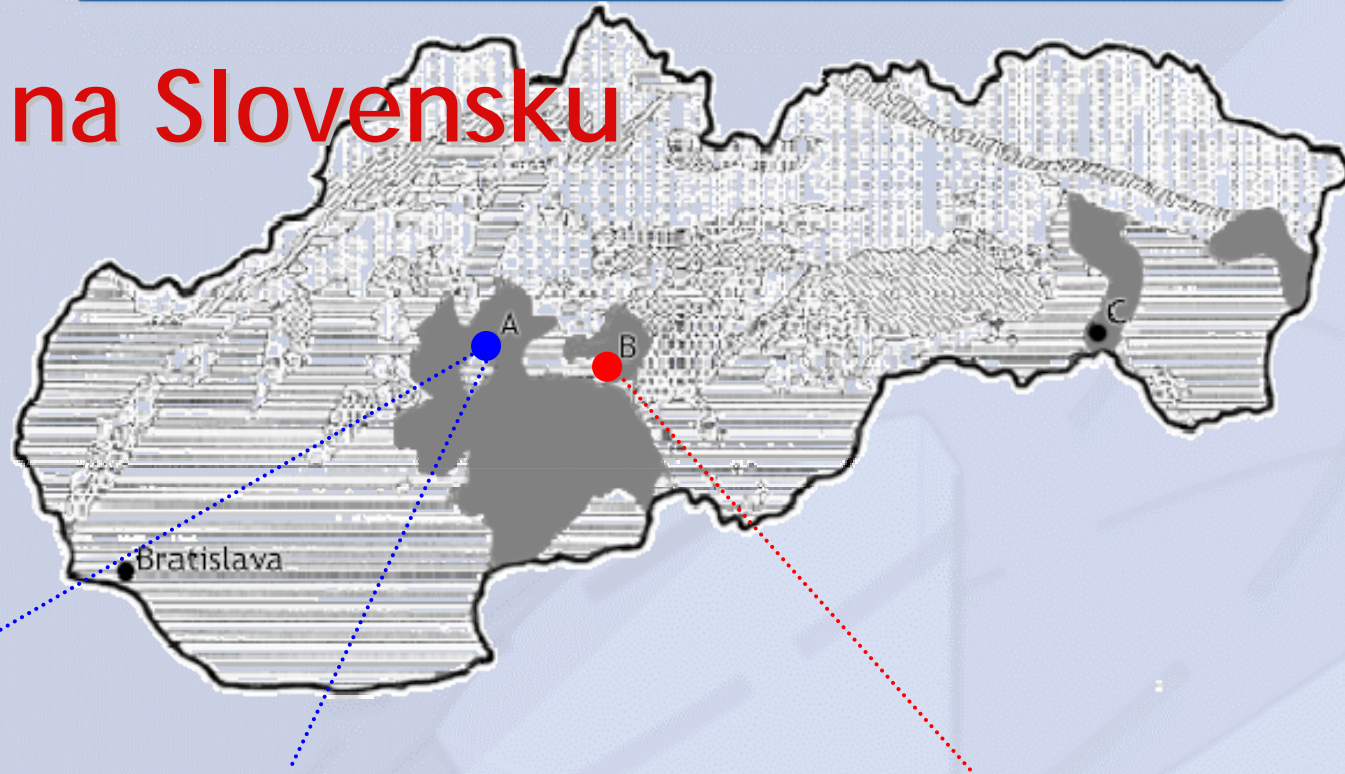
- ✓ vysoká adsorpcia kationových foriem
- ✓ nízka priepustnosť
- ✓ vysoká napučiacca schopnosť
- ✓ vysoký merný povrch
- ✓ plasticita
- ✓ pufrovacia schopnosť
- ✓ tepelná vodivosť
- ✓ vysoká pevnosť pri tlaku a šmyku
- ✓ nízka stlačiteľnosť
- ✓ vysoký modul deformácie
- ✓ reologická stabilita



➤ Predurčené ako tesniace bariéry v **multibariérovom** systéme hlbinného geologického úložiska rádioaktívnych odpadov.

# Bentonity na Slovensku

- Jelšový potok
- Kopernica
- Dolná Ves
- Lieskovec
- Lastovce



TRI slovenské ložiská

## Jelšový potok

(smektitický bentonit, stredné Slovensko)

## Kopernica

(smektitický bentonit, stredné Slovensko)

## Lieskovec

(smektitický bentonit, stredné Slovensko)

Al-Mg smektit je identifikovaný ako montmorillonit a jeho oktaedrická štruktúra je tvorená hlavne Al a Mg

Fe-montmorillonitový typ smektit je identifikovaný ako montmorillonit a jeho oktaedrická štruktúra je tvorená hlavne Fe

# Bentonity

Pozornosť sa sústreďuje na rýchlosť adsorpcie a na vplyv činiteľov pôsobiacich na sorpčné procesy, uplatňujúce sa v okolí uloženého odpadu v hlbinných geologických podmienkach.

pH prostredia

modifikácia  
bentonitov

konkurencia katiónov

teplota prostredia

radičná stabilita

prírodné organické činidlá

syntetické organické činidlá

komplexotvorné organické činidlá

# Vzorky

- Frakcie bentonitov (získané suchým mletím) pod 250  $\mu\text{m}$
- Technologické vzorky Envigeo, a.s.
- Prírodná forma J250
- Ožiarená forma J250ož
- Na-forma BJ250

# Ožarovanie

Vzorky sa ožarovali v natívnom stave na Slovenskom metrologickom ústave

- Zdroj: Co-60  
s energiou 1,17 a 1,33 MeV
- Doba ožarovania: cca 50 dní
- Stredný dávkový príkon: 0,092 Gy.s<sup>-1</sup>
- Úhrnná absorbovaná dávka: 390 kGy

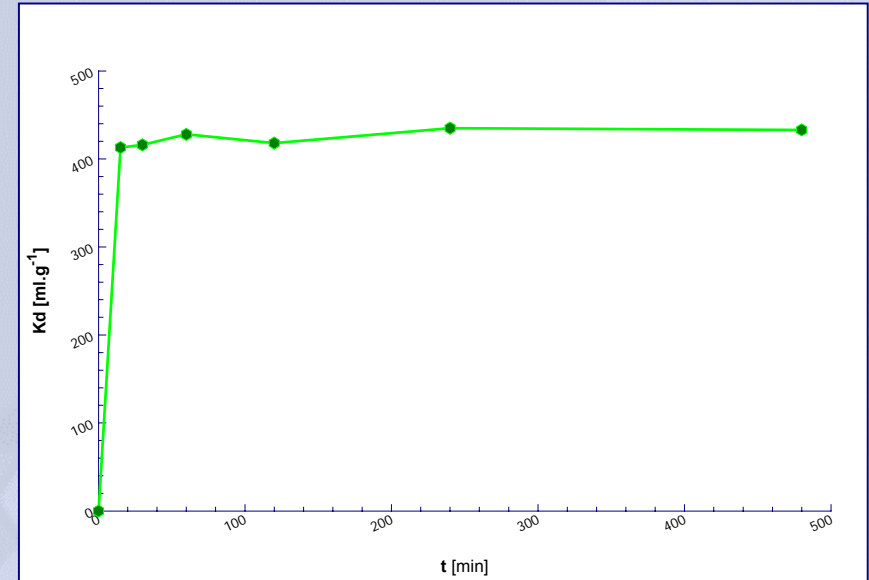
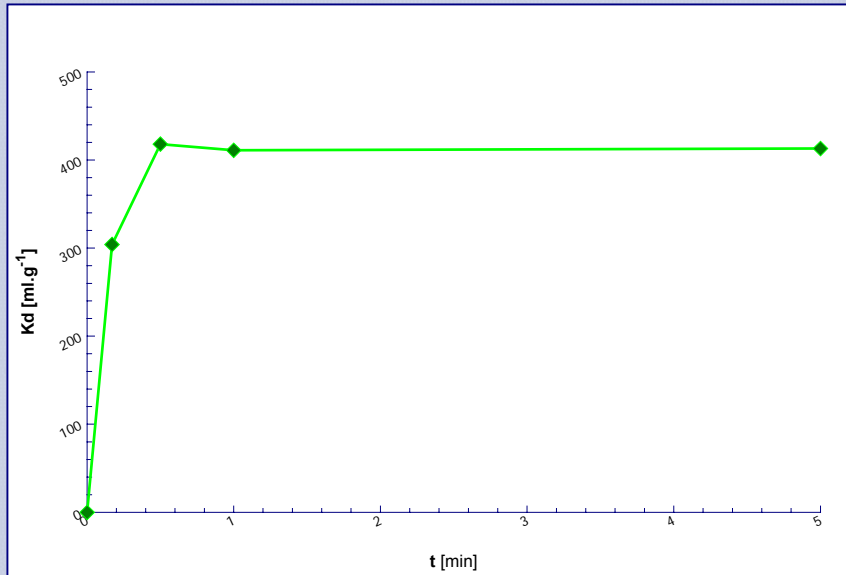
# Sorpčné experimenty

- Koncentračný rozsah  $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1} \text{ mol.dm}^{-3}$
- Rádioindikátor  $^{137}\text{Cs}$  (1 MBq.ml<sup>-1</sup>)
- Nosič chlorid cézny CsCl
- Teplota laboratórna teplota

# Meranie aktivity

- $\gamma$ -spektrometer MODUMATIC (Packard) s NaI(Tl) detektorom

# ČAS PREMIEŠAVANIA FÁZ



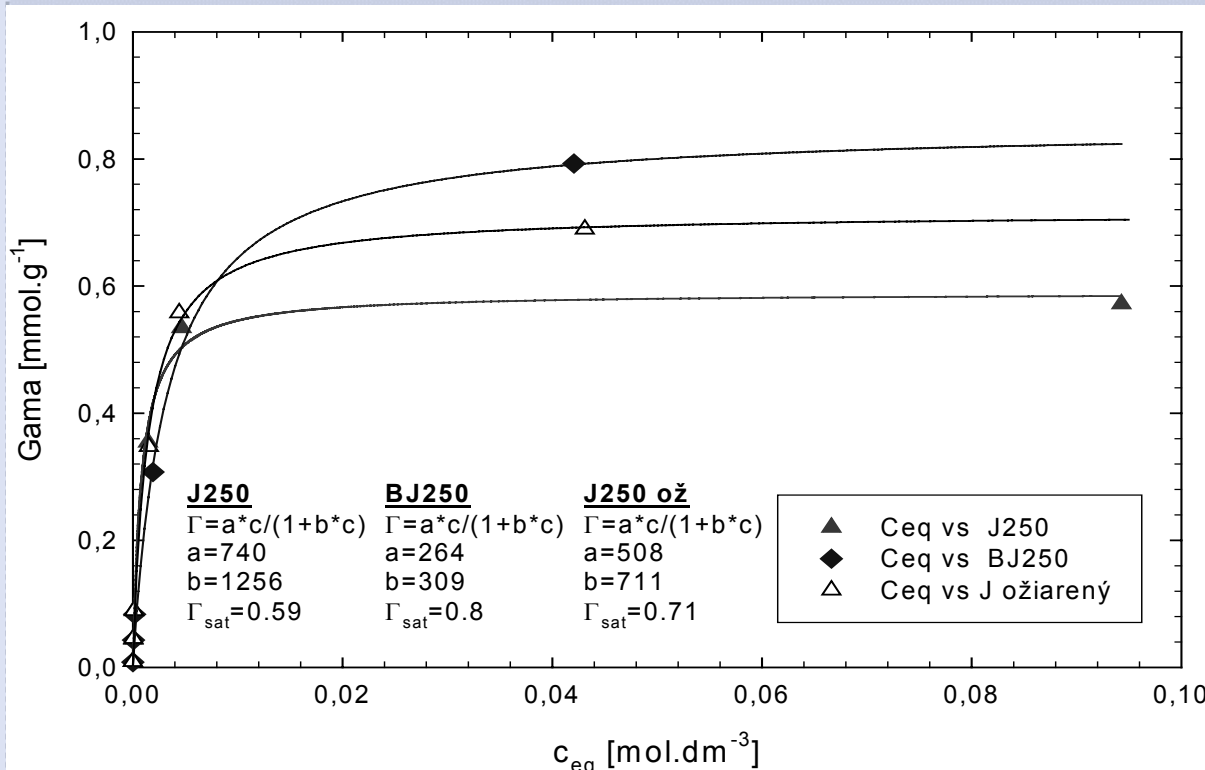
Závislosť distribučného pomeru ( $K_d$ ) cézia od doby premiešavania kvapalnej ( $c = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) a tuhej fázy /0 - 480 min/

Pre sorpčné experimenty bola vybraná doba premiešavania 2 hodiny

Sorpčný proces bol rýchly, rovnováha sa dosiahla do 1 min od začiatku styku tuhej a kvapalnej fázy.



# ADSORPCIA CÉZIA



Modelovaná  
Langmuirova  
izoterma pre  
vzorky bentonitov

- J250
- J250ož
- BJ250

Sorpčná kapacita jednotlivých vzoriek klesá v poradí:

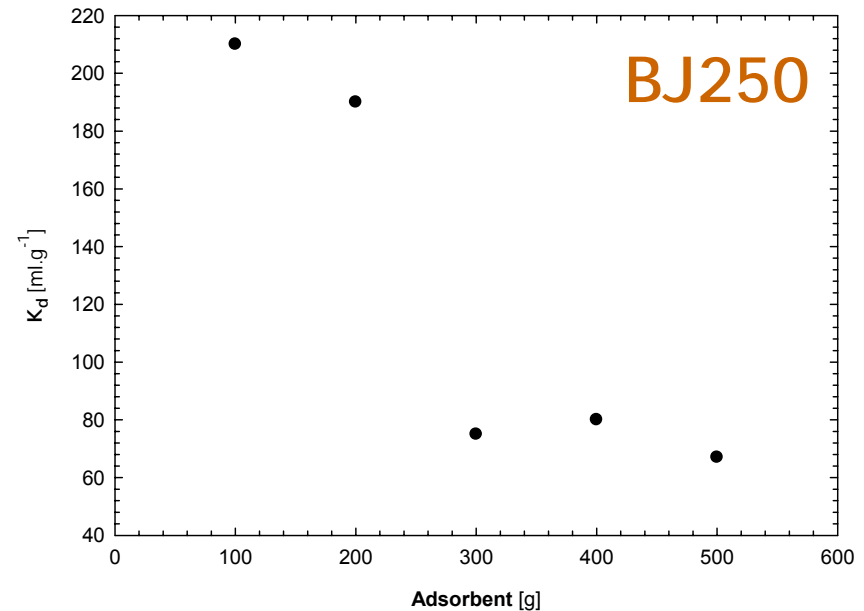
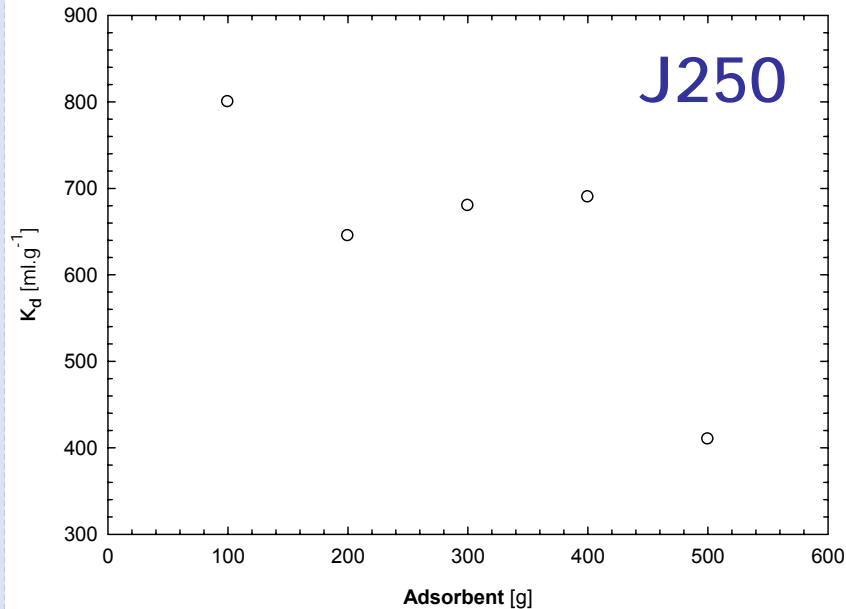
**BJ250 > J250ož > J250.**

*Základný sorpčný mechanizmus*

**KATIÓNOVÁ VÝMENA**

BANSKOŠTIAVNICKÉ DNI '09 BANSKÁ ŠTIAVNICA

# Zmena pomeru hmotnosti adsorbentu



**J250** – **nebola** pozorovaná výrazná zmena v hodnotách  $K_d$

**BJ250** – zmeny vo vlastnostiach sústavy. V roztoku sa objavili gélovité formy fáz, ktoré nebolo možné oddeliť centrifugáciou, ani mikrofiltráciou s veľkosťou pórou 0,4  $\mu\text{m}$

→ **prítomnosť koloidných častíc.** O ich prítomnosti možno usudzovať aj na základe nízkych  $K_d$  (pri nízkych koncentráciách  $C_s$ )

# Záver

## ❑ OŽIARENÁ FORMA J250ož

Na ožiarenej forme sa pozoroval mierny nárast sorpčnej kapacity.

- vznik centier porúch v tetraedrickej štruktúre montmorillonitu,
- zväčšeniu špecifického povrchu,
- zmena rozpustnosti ílových minerálov,
- možná strata pôvodných sorpčných vlastností

(v dôsledku rádiolýzy nasorbovanej vody)

Natrifikáciu ako technologický proces zvyšovania kvality bentonitov nie je možné aplikovať pri výstavbe dlhodobého úložiska pre rádioaktívne odpady a vyhoreté jadrové palivo.

Hlavným problémom je technologický proces, pri ktorom dochádza k výraznému zvýšeniu hodnoty pH.

Zásadité prostredie v kombinácii s prítomnosťou draslíka a zvýšenou teplotou v okolí rádioaktívneho odpadu môže viesť k rýchlej illitizácii smektitu a strate pôvodných sorpčných vlastností.

## ❑ NATRIFIKOVANÁ FORMA BJ250

Natrifikácia spôsobuje výrazné zväčšenie celkového merného povrchu a umožňuje najlepšie oddeliť základné smektitové vrstvy, čo vedie k získaniu nového priestoru pre adsorpciu iónov.

Nevýhodou je vznik koloidných častíc.

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE  
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

Katedra jadrovej chémie

Slovenská republika



Banskoštiavnické dni 2009

7. - 9. X. '07

BANSKÁ ŠTIAVNICA



**ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ**

[galambos@fns.uniba.sk](mailto:galambos@fns.uniba.sk)

<http://www.fns.uniba.sk/~kjd/>

Michal Galamboš  
Ol'ga Rosskopfová  
Veronika Paučová  
Pavol Rajec