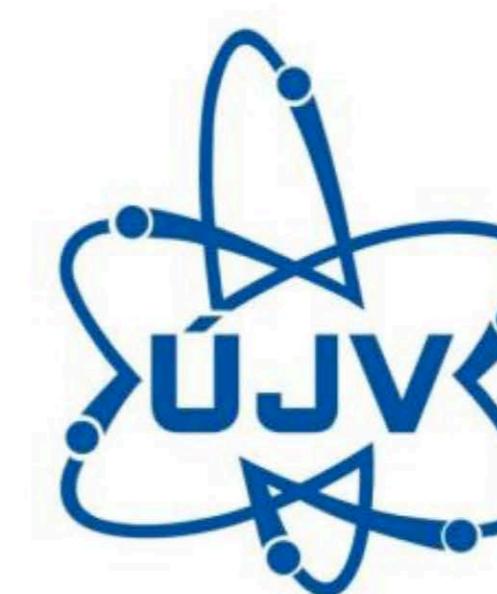


TRANSPORT RADIONUKLIDŮ Z ÚLOŽIŠTĚ / VSTUPNÍ PARAMETRY A PROCESNÍ MODELY PRO HODNOCENÍ TRANSPORTU RADIONUKLIDŮ PŘES INŽENÝRSKÉ BARIÉRY



Eva Hofmanová

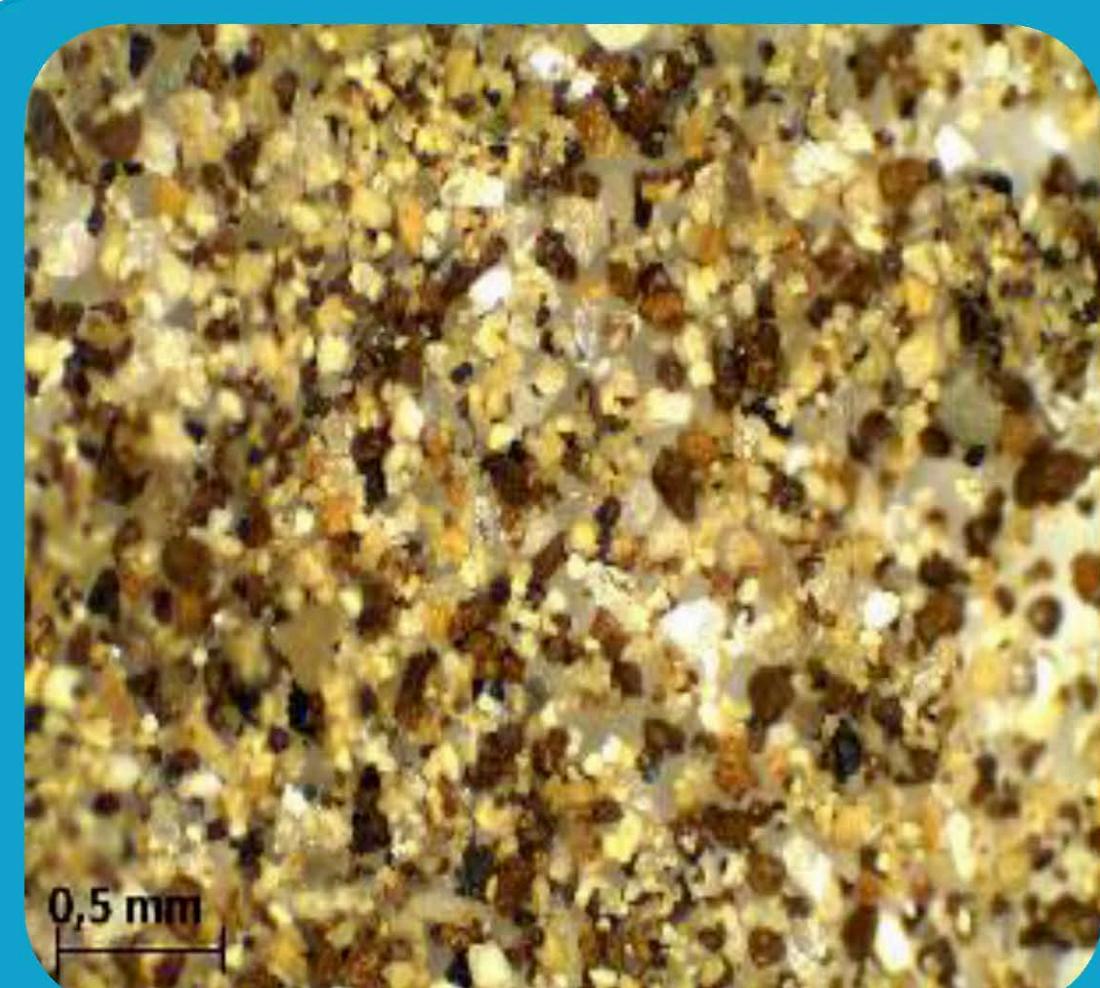
Hlavní 130, Řež, 250 68 Husinec, eva.hofmanova@ujv.cz

Řešení a nejvýznamnější výsledky dílčího projektu „Transport radionuklidů z úložiště / Vstupní parametry a procesní modely pro hodnocení transportu radionuklidů přes inženýrské bariéry“, který byl součástí projektu SÚRAO „Výzkumná podpora bezpečnostního hodnocení hlubinného úložiště“

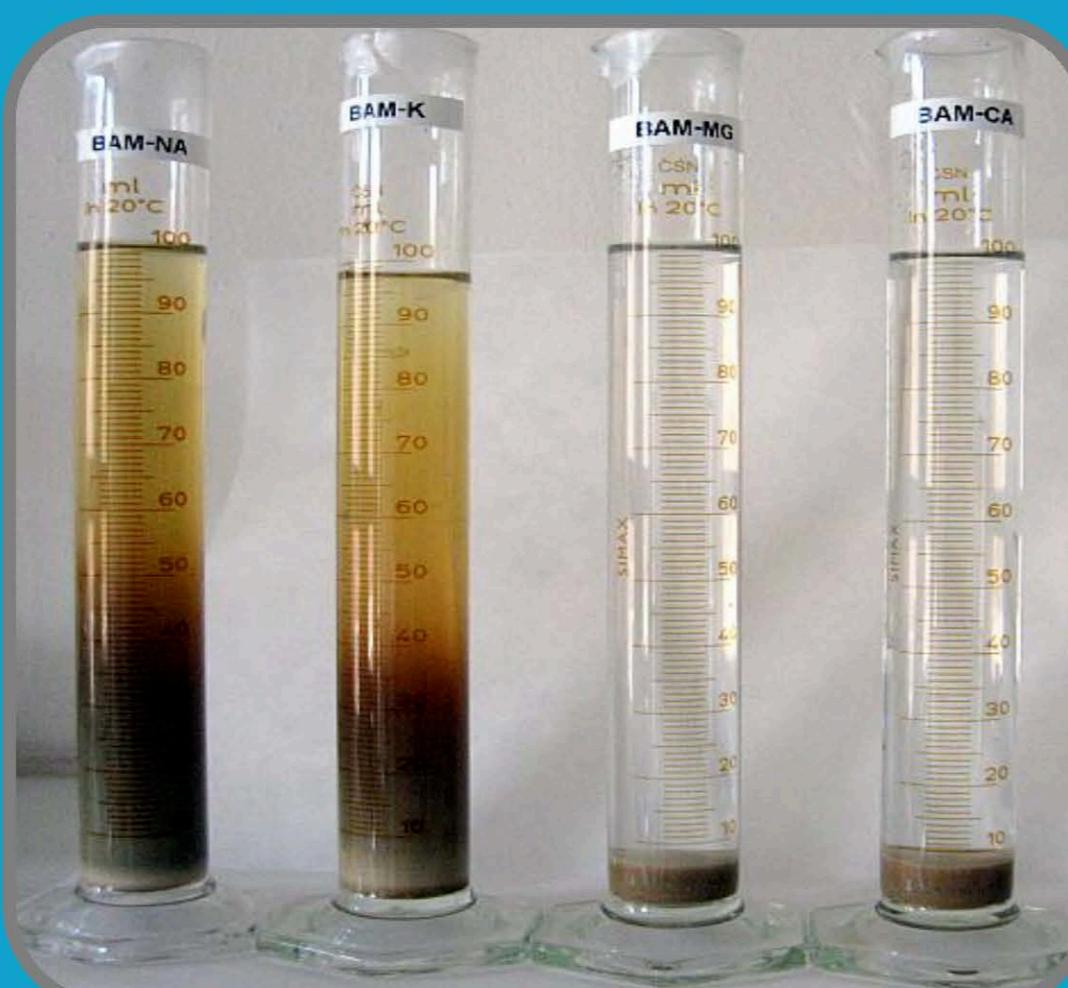


SÚRAO

POSTUP ŘEŠENÍ



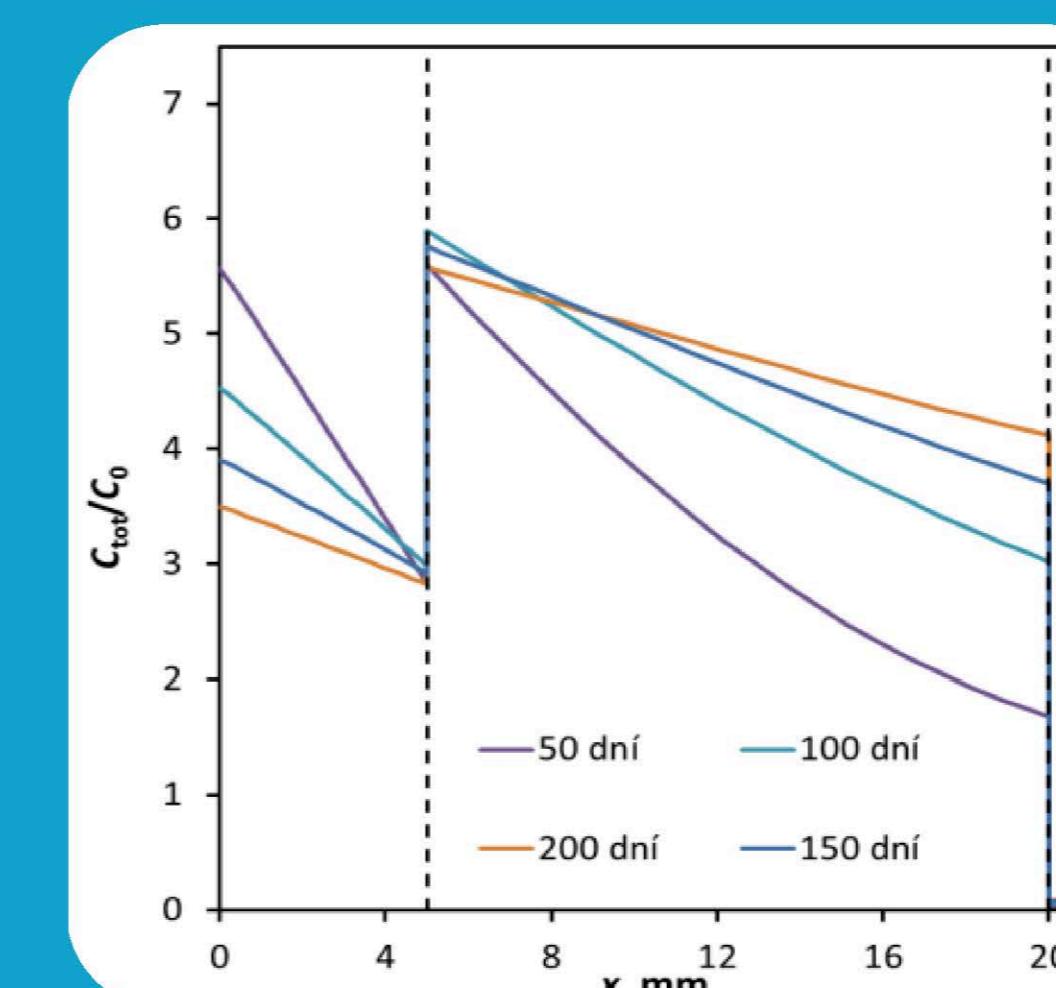
Charakterizace bentonitových materiálů



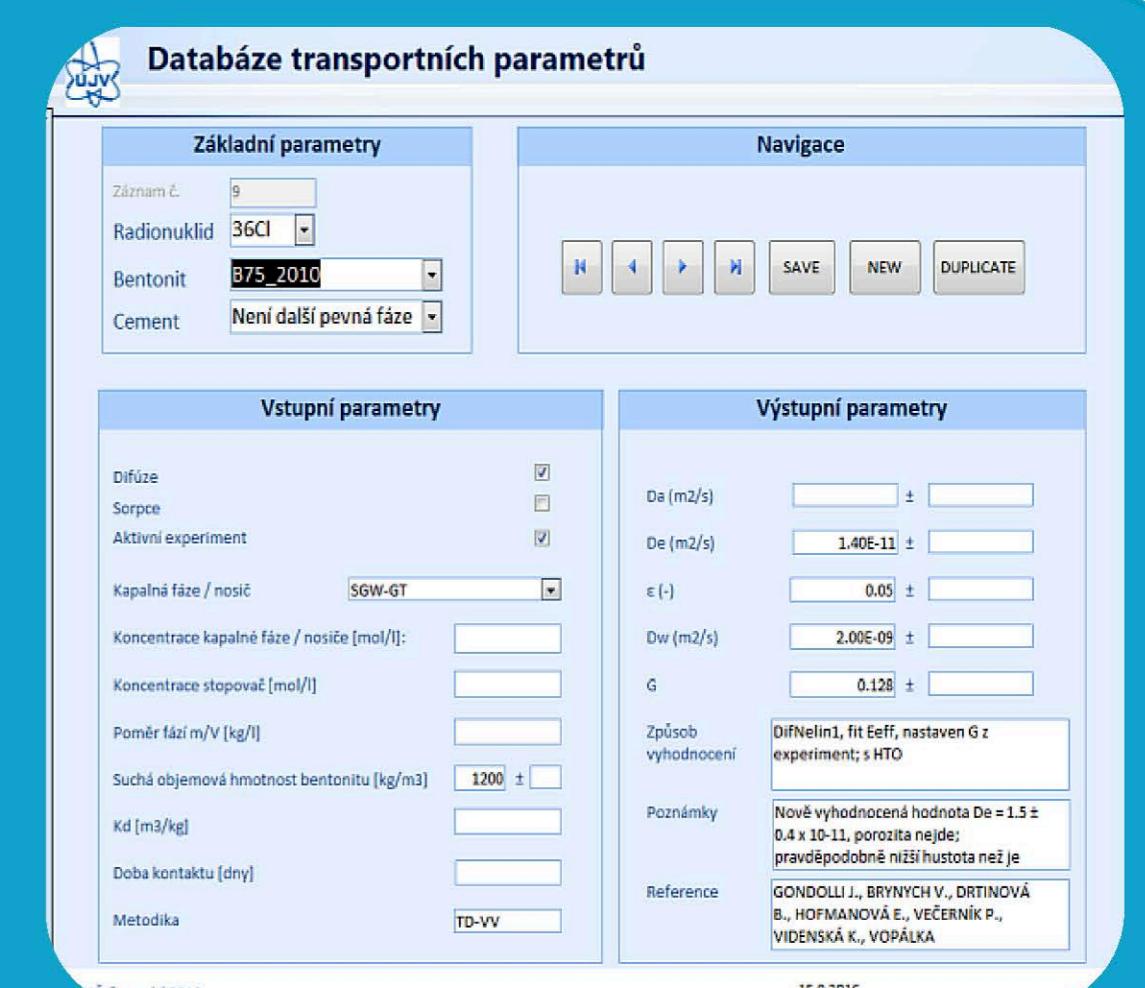
Difúzní a sorpční experimenty na komp. bentonitu BaM



Difúzní a sorpční experimenty na rozhraní bariér HÚ



Procesní modely



Aktualizace parametrů pro bezpečnostní výpočet

VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

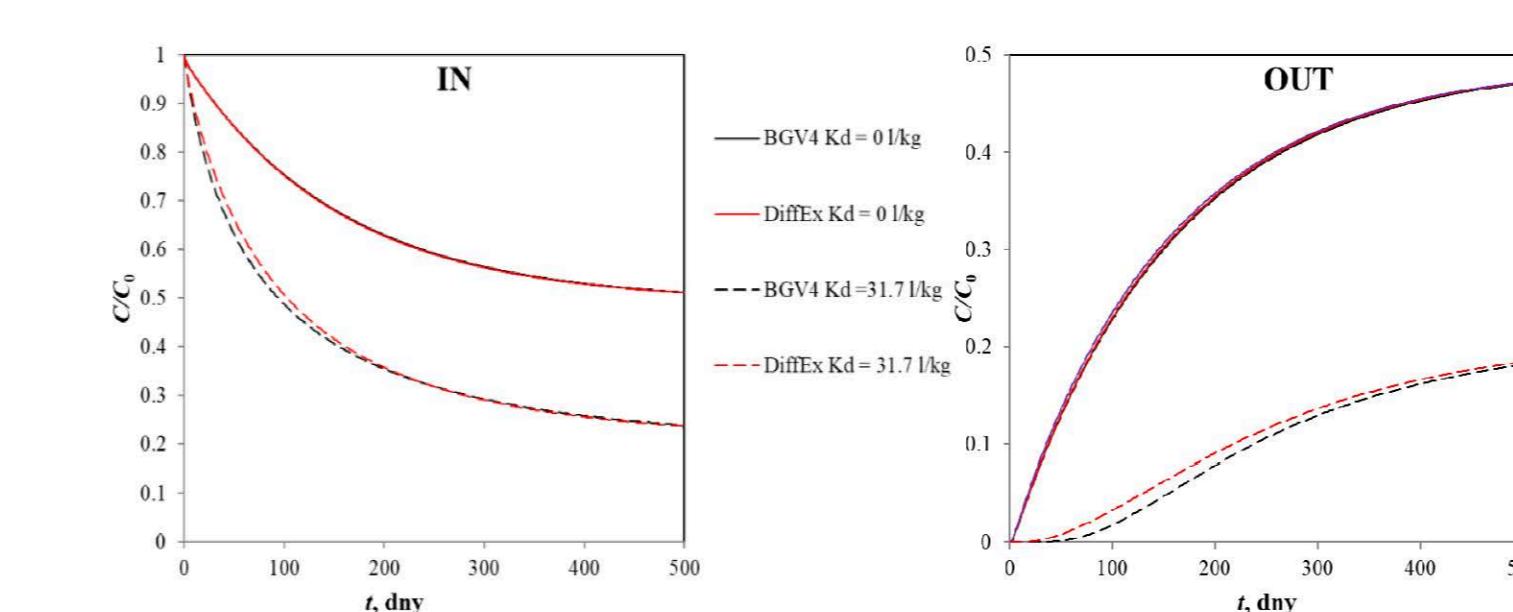
- srovnatelné chemické složení BaM, BCV
- obsah smektitu – problematická metodika XRD, stanovení CEC (55 – 65 hm.%)
- vliv vyměnitelného kationtu na geotechnické chování - od objemové hmotnosti $\sim 1500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ nebyly pozorovány žádné významné změny v geotechnickém chování studovaných materiálů
- je Ca-forma vhodným reprezentantem pro bentonity z ložiska Černý vrch, kde dominuje Mg? difúzní experimenty naznačují odlišné chování Ca- a Mg-formy
- homogenita materiálu – vliv na výsledky experimentů v malém měřítku (CEC, stanovení difúzních a geotechnických vlastností) přítomnost frakce vyšší hustoty v BaM

- databáze procesních modelů - shrnuje postupy, modely, jejich realizace a provedené simulace, dále i pomocné procedury teoretické postupy, 60 položek
- rozvoj a aplikace modelových popisů trojího druhu pro vyhodnocování a modelování základních typů difúzních experimentů:

- analytické založené na řešení rovnic 1. a 2. Fickova zákona
- numerické v rámci programového prostředí PhreeqC
- numerické v rámci programového prostředí GoldSim

DTM model

- analogie modelu povrchové difuze
- transport je v modelu urychlován
- $D_e = \epsilon G D_w + \rho_d K_d D_s$
- na rozhraních s jiným prostředím se předává sledovaná specie jen v kapalné fázi (v pôrech)



porovnání modelů TD experimentu v GoldSim a PhreeqC

- komplexní model úložiště (GoldSim) – pole blízkých interakcí v oblasti transportních vlastností tlumicího materiálu

limity rozpustnosti

navržena metodika, demonstrační výpočet s B-SGW2-ANOX (IS 0,017 mol/l)

referenční difuzivity D_w (při nekonečném zředění)

distribuční koeficienty K_d

navržena metodika s využitím korekčních faktorů, demonstrační výpočet s B-SGW2-ANOX

geometrické faktory G

celková porozita a frakce porozity (neboli efektivní porozita ϵ_{eff}) pro objemovou hmotnost bentonitové tlumící vrstvy $\rho_d = 1600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

iontová síla
pórové
vody komp.
bentonitu

- problematické:
 - limity rozpustnosti
 - D_e větší než D_w

- laboratoř kompaktovaný bentonit
- zdánlivý difúzní koeficient D_a (PS experimenty)
- efektivní difúzní koeficient D_e (TD v ustáleném stavu)
- efektivní porozita ϵ_{eff} (TD, SAT)
- laboratoř dispergovaný bentonit
- distribuční koeficient K_d (BE)

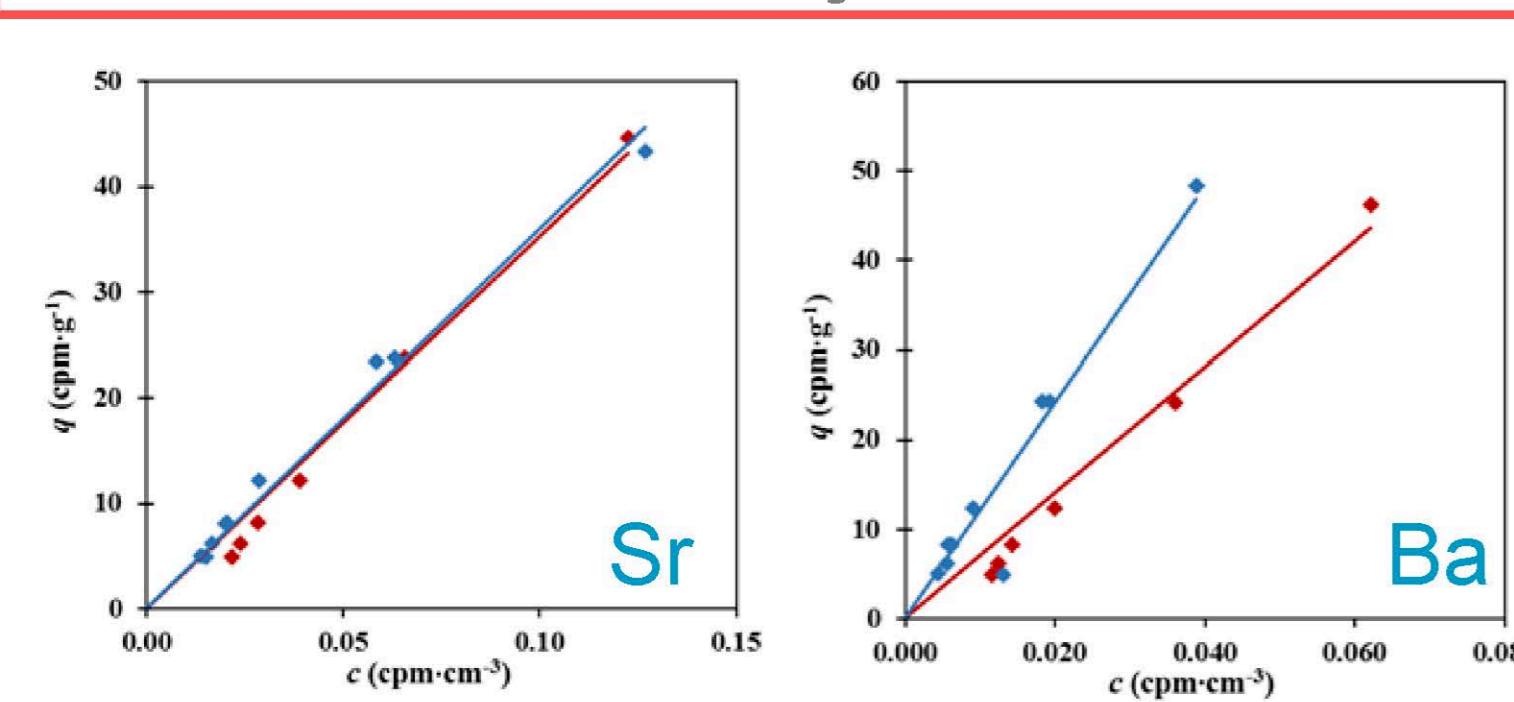
specie vybrané pro migrační experimenty

- tritiovaná voda (HTO) představující neutrální konzervativní stopovač, který se standardně používá k charakterizaci bentonitu, zejména geometrického uspořádání pórového prostoru,
- jodid jako zástupce anionických forem radioaktivních kontaminantů,
- stroncium jako předpokládaný analog k radiu a jako zástupce kationických forem radioaktivních kontaminantů,
- cesium jako významný štěpný produkt ve VJP,
- sodík, který byl použit v EM experimentech (Večerník et al. 2017),
- radium ve formě izotopu ^{223}Ra (Kukleva et al. 2015),
- baryum jako prvek mezi Sr a Ra v II.A skupině k zhodnocení chemické analogie.

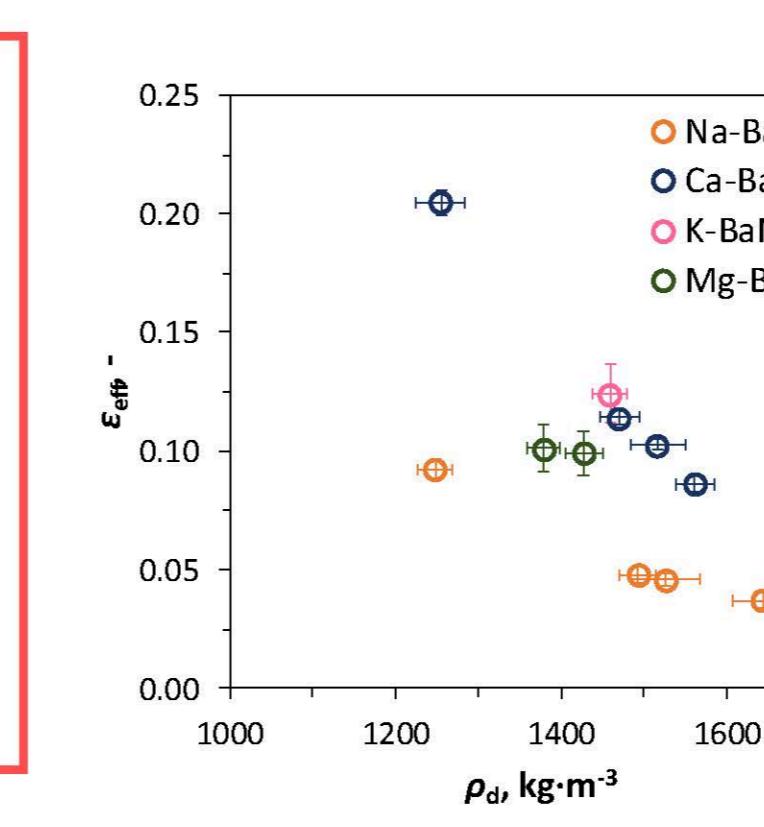
stanovené hodnoty D_a pro aniontové a kationtové stopovače z PS experimentů při rozdílných iontových silách (demineralizovaná voda a elektrolyt o iontové síle $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$) byly srovnatelné

složení bentonitové pórové vody není výrazně ovlivněno roztokem použitým k nasycení vzorku

hodnoty ϵ_{eff} jodidu nebyly stejné, ačkoliv iontová síla byla v experimentech zámerně volena stejná



- nebylo potvrzeno analogické chování Sr, Ba a Ra při migraci kompaktovaným bentonitem



- stanovené hodnoty D_a HTO, jodidu, sodíku a stroncia na sodné a vápenaté formě bentonitu byly srovnatelné
- charakter dominantního vyměnitelného kationtu neovlivňuje významněji geometrické uspořádání pórového prostoru

- zvýšení porozumění procesům ovlivňujícím transport specií
- nutnost mít k dispozici modely, které dokáží spolehlivě predikovat transport radionuklidů v kompaktovaném bentonitu
- nutnost oddělovat procesy: transport a iontová rovnováha
- úskalí užití dílčích parametrů D_w , G a K_d při hodnocení transportu