

## Oponentský posudek disertační práce Mgr. Lucie Baborové „Studium difúze Sr a Cs v kompaktovaném bentonitu“

### 1) Aktuálnost tématu práce

Cílem disertační práce Mgr. Lucie Baborové byl teoretický rozbor a diskuse mechanismů, které ovlivňují reaktivní transport radionuklidů v bentonitové bariéře HÚ a rozbor principů experimentálních metod a možností jejich vyhodnocení pro studium reaktivního transportu radionuklidů v kompaktovaném bentonitu v laboratorních podmínkách. Kompaktovaný bentonit tvoří důležitou fyzikální bariéru chránící obalové soubory s vyhořelým jaderným palivem před jejich předčasným poškozením v hlubinném úložišti. Po jejich poškození brání rychlé migraci radionuklidů do horninového prostředí. Přesto, že tato problematika je řešena v ČR i ve světě více než 30 let, existuje řada rozporů týkajících se mechanismu difúze radionuklidů přes kompaktovaný bentonit. Z tohoto důvodu práce zaměřená na hlubší poznání mechanismů ovlivňujících difúzi radionuklidů přes bentonit je stále aktuální.

### 2) Metody zpracování

Práce je rozdělena na teoretickou část, popis materiálů a použitých metod, popis výsledků, diskusi a závěry. V teoretické části je stručně shrnuta problematika interakce látek s pevnými povrchy a jsou popsány různé mechanismy difúze kationtů a aniontů ve ztuhnutém bentonitu. Popsány jsou i základní metody vedení a vyhodnocování difúzních experimentů na neupraveném bentonitu a na bentonitu, který byl předtím převeden do homoionní formy. Na tuto část navazuje popis výsledků, jejich diskuse a závěry. Práce je velmi obsáhlá, autorka však neodděluje přísně výsledky, jejich diskusi a závěry. Například vývoj modelu vyhodnocování difúzních experimentů v programu GoldSim, který je uveden v popisu materiálů a použitých metod, a ve značné míře představuje východisko pro diskusi výsledků experimentů, mohl být zahrnut až do výsledků. V diskusi je ve značné míře zahrnuta i rešerše, která naopak mohla být podrobněji uvedena na začátku práce.

### 3) Splnění cílů práce

Cílem práce byl teoretický rozbor mechanismů difúze a rozbor experimentálních metod vedení a vyhodnocování experimentů. Byl proveden obširný rozbor literárních poznatků zabývajících se mechanismy difúze radionuklidů v bentonitu a obsáhlý rozbor experimentálních metod a způsobů vyhodnocování experimentů včetně návrhu a optimalizace nové metody vyhodnocování difúze. Provedení a diskuse výsledků vlastních experimentů poté přispívá k rozboru možných mechanismů difúze radionuklidů přes bentonit a způsobu vyhodnocování difúze. Je možné tedy konstatovat, že práce splnila své cíle.

### 4) Hodnocení výsledků a vědeckého přínosu práce

Experimentální výsledky byly vždy ověřeny na více vzorcích. Autorka se systematicky zabývala různými nejistotami, které mohou ovlivnit sorpci a difúzi stroncia a cesia v kompaktovaném bentonitu. Zdá se, že dosažené výsledky se výrazně neodlišují od výsledků dosažených v předchozích pracích. Z práce jasně potvrzuje, že difúzi radionuklidů přes kompaktovaný bentonit ovlivňuje velké množství faktorů a rovněž i hodnocení difúze je závislé na řadě předpokladů.

Přínosem této práce je především je to, že bylo jasně potvrzeno, že přenositelnost distribučních koeficientů získaných ze sorpčních experimentů na vyhodnocení difúze přes kompaktovaný bentonit je problematičtější, zejména v systémech s roztokem o nízké iontové síle. Tento nesoulad se projevuje

především za určitých podmínek, například při vyšších koncentracích sorbujících radionuklidů. Bylo by zajímavé stanovit podmínky, za kterých je možno použít klasický přístup v bezpečnostních rozbořech, tj. použití distribučních koeficientů ze vsádkových experimentů a efektivních difúzních koeficientů nesorbujících radionuklidů pro celkové hodnocení bezpečnosti úložiště či zda vůbec je tento způsob pro hodnocení transportu radionuklidů přes bentonit možný.

Zajímavým aspektem této práce byl příspěvek k možnosti vyhodnocování difúze radionuklidů s využitím tzv. povrchového difúze modelem duálního transportu, který uvažuje transport specie vázané na pevnou fázi. Pomocí modelu vytvořeného v programu GoldSim se podařilo výrazně lépe proložit experimentální výsledky difúzních křivek, zejména difúze stroncia přes kompaktovaný bentonit. Tyto výsledky jasně podpořily tzv. koncept povrchové difúze sorbujících radionuklidů, který zdaleka není přijímaný ve všech vědeckých kruzích.

Přes řadu pozitivních výsledků týkajících se poznání mechanismů difúze radionuklidů přes kompaktovaný bentonit zůstává řada otázek otevřených. Především je třeba se zaměřit na lepší vysvětlení fyzikálně chemické podstaty povrchové difúze, tj. možnosti migrace kationtů přes jílové materiály nasorbovaných na pevnou fázi, v případě, že nesoulady s vyhodnocování difúze některých kationtů přes kompaktovaný bentonit nelze vysvětlit jiným způsobem.

Disertační práci Mgr. Lucie Baborové doporučuji k obhajobě.

V Řeži, dne 5.1 2022

Ing. Antonín Vokál, CSc.