

## Posudek školitele na disertační práci

Posлуchač: **Ing. Kamila Johnová**  
Studijní program: **Aplikace přírodních věd**  
Studijní obor: **Jaderné inženýrství**  
Název práce: **Optimalizace kalibračních postupů terénních spektrometrů záření gama**  
Školitel: **RNDr. Lenka Thinová, Ph.D.**  
Akademický rok: **2022/2023**

Předložená disertační práce se v souladu se zadáním zabývá pokročilým způsobem kalibrace terénních gama spektrometrů se zaměřením na rozšíření možnosti využití kalibrační základny ve Stráži pod Ralskem (dále KZS), která byla nově vybudována v areálu o. z. TÚU, DIAMO, s. p. v roce 2009-2010 po převezení původních standardů z lokality Bratkovice (zde vznikla základna v roce 1975). Stěžejní částí KZS jsou betonové kalibrační pady pro přenosné gama spektrometry a dále vrstevnaté pady pro kalibraci karotážních aparatur.

Práce reaguje na potřeby praxe, neboť s rozvojem moderní měřicí techniky, a tedy i typů měřidel s různým geometrickým uspořádáním vzdálenosti detektor-povrch padu při kalibracích, vyvstala potřeba umožnit přepočít kalibračních parametrů pro různou výšku detektoru nad pady, ideálně popsat pole záření v areálu celé základny s využitím metody Monte Carlo resp. kódu MCNP, zhodnotit a upřesnit vliv jednotlivých stavebních prvků základny a jejich příspěvky do píků úplné absorpce energií gama přírodních radionuklidů. To současně vybavení základny dosud neumožňuje, protože její původní zaměření bylo cíleno na geofyzikální spektrometry (přenosné, letecké a karotážní spektrometry a radiometry pro geologické mapování, průzkum ložisek uranu a monitorování životního prostředí), využívající geometrii měření  $2\pi$ . Jde tedy o ojedinělé a světově unikátní rozšíření využití celého prostoru kalibrační základny pomocí pokročilých modelovacích metod.

Hlavním cílem práce tedy bylo popsat pole záření uvnitř kalibrační základny tak, aby uživatel mohl odhadnout veličiny, které potřebuje v rámci kalibrace stanovit, a to v libovolné geometrii, nikoliv pouze v geometrii  $2\pi$ , se sondou umístěnou ve středu jednotlivých standardů. Ke splnění cíle byly vybrány pokročilé metody modelování.

V úvodní – teoretické části – je popsán současný stav kalibrační základny, vlastnosti standardů, kalibrační postupy v gama spektrometrii a způsoby kalibrace na KZS (jak jsou popsány v publikaci prof. M. Matolína). Dále je vysvětlen základní princip metody Monte Carlo a použitého výpočetního kódu MCNP. Text přináší velmi přehledně informaci o úskalích a možných chybách při měření a vyhodnocení dat metodou gama spektrometrie. Na tuto část navazuje praktická část, popisující využívané postupy metody Monte Carlo a vlastní model, uzavřený finální verifikací s využitím měření přenosným detektorem HPGe. Pro vytvoření detailního modelu základny byly použity reálné materiály, jejichž charakteristiky byly stanoveny metodou laboratorní spektrometrie gama. Popsán je tedy vliv přírodních radionuklidů, obsažených v konstrukčních prvcích základny (budovy) na měření na vybraných pozicích uvnitř základny.

Nedílnou součástí práce bylo vytvoření modelů a získání odezev různých typů detektorů, během měření na jednotlivých standardech v různých výškách, v rámci několika měřících kampaní na kalibrační základně. Porovnání měření jedním ze spektrometrů (GF Instruments) a vytvořeného modelu slouží jako podklad pro zdůvodnění cíle práce, tedy nutnost zohlednění příspěvku jednotlivých prvků stavby KZS do celkového pole záření. V závěru práce jsou navrženy možnosti výpočtu s použitím prezentovaného modelu, který je nejdůležitější součástí práce. Tento model je unikátním nástrojem pro rozvoj využití kalibrační základny a jeho použití bude v oblasti kalibrace přenosných i leteckých spektrometrů velmi inovativní.

V dodatcích pak nalezneme modely dalších typů detektorů použitých v předkládané práci a dále ukázkou řezů maticí dávkových příkonů v prostoru základny.

V závěru práce je uveden seznam publikační činnosti autorky, který odpovídá zcela požadavkům na publikační činnost doktoranda. Ocenila bych také významné zapojení do pedagogické práce se studenty jaderného inženýrství na KDAIZ i se zahraničními studenty (spolupráce na diplomové práci studentů UP Valencie Jara Turégano Lara a Alejandro Barbera), aktivní zapojení do vedení mezinárodních intenzivních kurzů, organizovaných na základě projektů hrazených z programu ERRASMUS + (Athens, SARA, NIRM, INI a další). Doktorandka se také aktivně podílela na výuce v rámci kurzů, zaměřených na získání zvláštní odborné způsobilosti SÚJB v oblasti přírodního ozáření a na organizování mezinárodních konferencí, workshopů a kurzů (např. Dny radiační ochrany, ESTRO, IRRMA, RADON atd.).

Práce je napsána velmi čtivě a přehledně, všechny postupy jsou pečlivě zdůvodněny a popsány; lze konstatovat, že text má charakter studijního materiálu, který může být snadno využit další generací studentů. **Přestože studentka použila množné číslo ve slovesných tvarech, teoretickou i praktickou část práce dělala zcela sama.** Jedinou pomocí byla asistence kolegů při měřicích kampaních na kalibrační základně, proměření dceřiných produktů přeměny radonu v ovzduší základny, které provedl Ing. Radek Černý jako zástupce SUJCHBO, v.v.i. a odborné konzultace k metodě MCNP s doc. Jaroslavem Klusoněm.

**Závěrem mohu konstatovat, že předloženou disertační práci považuji za plnohodnotný podklad k zahájení oponentního řízení k udělení titulu Ph.D.**

V Praze dne 20. 12. 2022

Lenka Thinová