

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Prostorové vlivy při měření reaktivity v podkritických stavech výzkumných reaktorů
Jméno autora:	Bc. Petr Kladiva
Typ práce:	díplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra jaderných reaktorů (KJR)
Vedoucí práce:	Ing. Tomáš Bílý, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	KJR FJFI ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání a motivace k jeho vypsání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	

Zadání navazuje na výzkumný úkol, v němž se autor věnoval aplikaci Modifikované metody násobení zdroje pro stanovení reaktivity na reaktoru VR-1. Diplomová práce má dvě nosné části: aplikaci metody měření reaktivity zohledňující vliv pozice detektoru na reaktoru TRIGA v Pavii a rozvedení problematiky stanovení reaktivity z provozních dat se zohledněním vlivu pozice detektoru. Náročnost první části spočívá v nutnosti seznámit se s pro studenta novým jaderným zařízením, jeho instrumentací a modelováním v Monte Carlo kódu a v pochopení rozdílu aplikace stejné metody na reaktoru nulového výkonu a na výzkumném reaktoru s nezanedbatelným tepelným výkonem. Obtížnost druhé části spočívá ve skutečnosti, že daná problematika není pro výzkumné reaktory jednoznačně vyřešena, a nejedná se o aplikaci zavedené metody, ale spíše o odborné posouzení možností, které mohou směřovat k požadovanému cíli.

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání považuji za splněné v plném rozsahu.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	výborná
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.</i>	
Během řešení student prokázal velkou míru aktivity a samostatnosti. Kromě vedoucího dílčí části práce konzultoval s pracovníky reaktoru TRIGA v Pavii i s konzultantem z University v Pavii. Část práce týkající se reaktoru VR-1 založil na otestování možnosti aplikace neuronové sítě na problematiku monitorování reaktivity. Při zadávání práce toto nebylo vedoucím očekáváno a jedná se o inovativní přístup studenta vycházející ze seznámení se s možnostmi neuronových sítí během studijního pobytu v Itálii, který zároveň naplňuje zadání práce. Student dokázal odborně obhájit možnost aplikace tohoto postupu a postup otestovat na provozních datech reaktoru VR-1. Při konzultacích byl vždy dobře připraven a schopen odborné diskuze na dobré úrovni.	

Odborná úroveň	výborná
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornou úroveň považuji za velmi dobrou. Student prokázal velmi dobré porozumění řešené problematice. Lze však nalézt i výhrady: v kapitole 1 student ne vždy přesně odlišuje mezi měřením reaktivity a stanovením korekčních faktorů zohledňující pozici detektoru při měření reaktivity (viz např. mírně zavádějící název kapitoly 1.3). Výsledky získané na reaktoru TRIGA v Pavii jsou objektivně limitované nedostupností či neexistencí potřebných podkladů (energetické spektrum Ra-Be zdroje, složení paliva zohledňující aktuální vyhoření). To je	

studentem ve většině případů dobře komentováno, nicméně např. tvrzení „From the available neutron spectra, the AmBe spectrum has the most similar functional shapes of neutron flux as the RaBe neutron source“ by mohlo být více rozvedeno. Celkově však tato část dává velmi dobrý vhled do možností o omezení aplikace MSM na výzkumném reaktoru nulového výkonu. Práce jako celek ukazuje, že student je schopen dobře aplikovat postupy experimentální reaktorové fyziky, využívat výpočetní simulace neutroniky reaktoru i přicházet s novými postupy, jako je např. použitá metoda neuronových sítí.

Formální a jazyková úroveň

průměrná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Práce je psaná v anglickém jazyce. Je patrné, že se jedná o první rozsáhlejší práci autora v tomto jazyce a místy jsou vyjádření poněkud neobratná. Z odborného hlediska ji však považuji za dobře srozumitelnou. Lze najít několik formálních nedostatků, nicméně jejich míra nepřekračuje míru obvyklou pro tento typ prací (např. na straně 43 má být odkaz na rovnici 2.3, nikoli 2.4, na straně 47 není uvedena jednotka „ $\$$ “ u uváděné hodnoty reaktivity (ačkoliv ji lze dovodit z kontextu), na straně 47 je součet pulzů uveden v „cps“ namísto „counts“. V práci chybí seznam použitých symbolů a veličin, což může mírně komplikovat čtení textu. Na straně 48 je uvedena zkratka „PMV3“ bez vysvětlení.

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjáďte se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Zdroje považuji za odpovídající. V práci jsem nenašel porušení citační etiky.

Další komentáře a hodnocení

Vyjáďte se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Odbornou úroveň je třeba komentovat ze dvou hledisek. Z hlediska dosažených výsledků lze konstatovat, že aplikace metody MSM na reaktoru TRIGA sice přináší dílčí zlepšení proti tradiční metodě násobení zdroje, nicméně nedosahuje přínosu demonstrováném pro nulový reaktor VR-1 ve studentově výzkumném úkolu. Použití metody ANN na provozní data reaktoru VR-1 představuje prokázání možnosti použití ANN pro danou problematiku na dobře definovaném relativně úzkém definičním poli. Použitý postup nelze považovat za optimalizovaný a o vhodnosti některých dílčích rozhodnutí u jednotlivých postupů by bylo možné polemizovat (např. pravděpodobně příliš jemný krok výpočtů reaktivity při vytažování regulačních tyčí vůči dosažené nejistotě těchto výpočtů). Druhý pohled zohledňuje studentův přístup k řešení úkolu. Zde je třeba vyzdvihnout studentovu samostatnost, iniciativu a schopnost uvědomovat si a nakládat s omezeními používaných postupů. Z tohoto pohledu představuje první část práce velmi zajímavý vhled do potřeb pro úspěšnou aplikaci metody MSM na výzkumný reaktor nulového výkonu, druhá část práce pak ukazuje, že i na úrovni diplomové práce je možné přicházet s vlastními inovativními přístupy monitorování reaktivity a demonstrovat jejich použití. Lze vyzdvihnout, že student prošel celou cestu od vlastní idey řešení, přes návrh řešení, jeho implementaci, otestování a zhodnocení použitelnosti. Třebaže je obtížné si představit, že by metoda neuronových sítí vzhledem ke svému charakteru mohla sloužit jako primární metoda monitorování reaktivity, lze se domnívat, že může nalézt uplatnění pro její nezávislé monitorování a přinášet indikaci možného selhání či odchýlení primární metody. Zejména to může platit v případech, kdy v systému při změnách reaktivity dochází k významným změnám v rozložení neutronového toku či v neutronovém spektru.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Případně uveďte otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Při klasifikaci zohledňuji zejména samostatnost a tvůrčí přístup studenta opřený o dobrou znalost standardních přístupů.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 27.1.2023

Podpis:

