

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Příprava makroskopických účinných průřezů pro reaktory s vysokým únikem neutronů
Jméno autora:	Bc. Ondřej Petrášek
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra jaderných reaktorů (KJR)
Oponent práce:	Ing. Martin Lovecký, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ŠKODA JS a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem diplomové práce je příprava difúzních konstant pro malý modulární reaktor NuScale. Téma práce je aktuální, protože vývoj a následná výstavba SMR je jednou z možných řešení energetické soběstačnosti a bezpečnosti. Závěry lze zobecnit na nízkoučinné reaktory (např. VVER). Součástí zadání jsou výpočty v několika rozdílných výpočetních kódech (SCALE, Serpent, PARCS).	

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>	
Diplomant splnil poměrně rozsáhlé zadání. Nadstandardně je zpracována rešerše, kde jsou uvedeny postupy a závěry různých analýz.	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup a metody řešení jsou na vynikající úrovni. Postup řešení je v této práci velmi důležitý pro splnění cílů práce, jednotlivé výpočty jsou časově náročné, navazují na sebe a je potřeba testovat jejich nastavení. Zároveň bylo nutné dělat mezizávěry, aby počet výpočetních variant zůstal únosný, což se povedlo.	

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>	
Diplomant prokázal vysokou úroveň znalostí a schopnosti pracovat s odbornou literaturou. Práce sleduje aktuální trendy v oblasti výpočtů (Serpent a zejména Polaris patří mezi poměrně nové kódy) a využívá model předního SMR.	
Palivo 17x17 pro AP-1000 má aktivní výšku cca 366 cm a hmotnost uranu cca 540 kg. Pro 37 PS, 160 MW a 200 cm výšky by byl specifický výkon paliva pouze 14.7 kW/kg, nikoliv použitých 40 kW/kg (to mají velké energetické reaktory).	
Obr. 5.11 ani doprovodný text neobsahuje informaci o statistické chybě Monte Carlo výpočtu výkonu palivových souborů. Vzhledem k symetrii NuScale jsou rozdíly mezi nejvíce zatíženými PS vysoké (např. PS#18 a PS#32 mají relativní výkony 1.1641 a 1.1719, tj. rozdíl 0.7 %). Obdobně jsou rozdíly v mezi 1/4 a případně 1/8 zóny vidět na Obr. 5.12 a dále (Obr. 5.19 rozdíly v nejvíce zatížených symetrických PS až 1.8%).	

Formální a jazyková úroveň

výborná

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

Práce po formální stránce splňuje podmínky kladené na závěrečné práce. Z hlediska formální stránky je nutné ocenit sepsání práce v typografickém systému LaTeX. Po formální stránce není v souladu s praxí umístění popisu tabulek pod tabulkou. V práci jsou gramatické chyby, kterým bylo možné předejít. V celé práci je pravděpodobně zaměněna jednotka koncentrace kyseliny borité, kde ppm je v zahraničí používáno jako koncentrace samotného bóru a pro reaktory VVER se používá koncentrace kyseliny borité [g/kg]; v práci je ppm kyseliny borité. Obdobná nepřesnost je pravděpodobně u obsahu vyhořívajícího absorbátoru, který se s UO_2 standardně používá jako Gd_2O_3 , nikoliv jen Gd.

V kapitole 1.1 chybí popis deterministických kódů srovnatelných s Monte Carlo kódy, které řeší transportní rovnici (Denovo, PENTRAN). V kapitole 1.1 chybí rozdělení difúzních makrokódů na diferenční (MOBY-DICK, BIPR) a nodální (jsou v práci). Nesprávně je v práci často difúzní makrokód zaměňován s nodálním makrokódem, který je podmnožinou difúzního makrokódu.

Program Ahsoka v kapitole 4 není popsán a ani není na něj odkaz v referencích. Z textu práce není jasné, kdo je autorem programu a jak program pracuje. Stejně je to s programem Sabine v části 5.5.2.

V popisu v části 4.1.1 je popsán kód Origen-S. V současné sadě SCALE-6.2.4 je kód po výrazné modernizaci značen už jen jako Origen, dřívější označení ORIGEN-S už není aktuální.

V popisu v části 4.1.2 je Polaris popsán jako solver vyvinutý jako "součást Insilico balíku kódu Exnihilo (dříve známý jako Denovo [6])". Tato věta je nesrozumitelná a částečně zavádějící. Balík kódů Exnihilo pro vysoce výkonné HW představuje alternativu k balíku kódů SCALE pro běžné HW. Součástí Exnihilo je modul Insilico (alternativa Triton) s transportními řešiči Shift (alternativa KENO-VI) a Denovo (alternativa NEWT). Navíc kód Denovo využívá metodu diskretních ordinát pro řešení transportní rovnice, nikoliv metody charakteristik jako Polaris.

V popisu kódu Serpent 2 je zmíněna neefektivita "tradiční" delta-tracking metody v oblastech silného absorbátoru. Jedná se o nevhodnou formulaci. Standardem a tradicí je surface-tracking, delta-tracking je netradiční metoda aplikovaná v Serpentu (metoda není nová, ale její aplikace ano).

V části 5.3.1 nebo 5.3.2 by mělo být zmíněno, že se jedná o první vsázku provozu reaktoru.

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjádrěte 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.

Široký výběr zdrojů odpovídá řešené problematice a zahrnuje především články z amerických časopisů, mezinárodních konferencí a výběr dizertačních prací. Práce s aktuálními články z časopisů je na vysoké úrovni. Jedinou výtkou je reference [29], která je vhodná především jako zdroj designu VVER-1200. Modely pro výpočet radiálního reflektoru z reference [29] na Obr. 2.8 nemusí dávat aplikovatelné výsledky, protože v těchto geometriích nelze v kódu Serpent 2 aplikovat jinou než vakuovou hraniční podmínku (na rozdíl od MCNP) a modely jsou prostorově velmi malé. Jedná se o článek běloruské autorky s dvěma záznamy ve Scopusu (konference + Q4 časopis z Kazachstánu). Přepočtení variant na Obr. 2.10 dávající rozdíly až 150% je pravděpodobně výsledkem volby hraničních podmínek a malého počtu palivových a nepalivových souborů.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete 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.

Hlavním přínosem práce je otestování parametrů pro přípravu difúzních konstant pro SMR, srovnání 3 možných SW nástrojů pro makrokód PARCS a srovnání difúzního řešení PARCS s transportním řešením Serpent až na úrovni celozónového výpočtu vyhořívání. Dále se objevila chyba v kódu Polaris a byla nahlášena vývojářům SCALE. Závěry práce pro vysokoúnikový SMR reaktor lze zobecnit i pro nízkoúnikové velké energetické reaktory.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Předložená diplomová práce se věnuje přípravě difúzních konstant pro malý modulární reaktor NuScale. Práce je po formální i obsahové stránce nadstandardně zpracována. Práce je velmi obsáhlá a její závěry jsou přínosné pro tvorbu difúzních konstant axiálního a radiálního reflektoru nejen malých modulárních reaktorů. K rozpravě při obhajobě před komisí navrhuji následující otázky:

1. Byly testovány parametry Polarisu (jemnost prostorového dělení apod.) tak, aby křivka Polarisu na Obr. 4.12 měla stejné znaménko derivace jako křivka pro Serpent?
2. Na Obr. 5.9 jsou PARCS(Triton) a PARCS(Polaris) o cca 200 ppm bóru výše než PARCS(Serpent) a Serpent v průběhu vyhořívání. Rozdíly k-eff pro nulové vyhoření na Obr. 5.7 jsou obdobné pro PARCS(Polaris), PARCS(Serpent) a Serpent, zatímco PARCS(Triton) je rozdílný. Co by mohlo být důvodem pro výsledky Polaris a Triton rozdílné na Obr. 5.7, ale obdobné na Obr. 5.9?
3. Byl součástí výpočtů PARCS termohydraulický modul nebo coupling s TH kódem? Jsou z pohledu teplot provedené výpočty PARCS a Serpent srovnatelné?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 21.5.2022

Podpis:

