

Vědecké oddělení
Děkanát Fakulty jaderné
a fyzikálně inženýrské
ČVUT v Praze

k rukám předsedy oborové
rady doktorského studijního
programu resp. předsedy
státní zkušební komise

Posudek disertační práce Ing. Františka Havlůje

Na základě pověření pana děkana FJFI jsem vypracoval oponentský posudek na disertační práci pana Ing. Františka Havlůje, studenta doktorského studijního programu na Katedře jaderných reaktorů FJFI ČVUT v Praze. Student vypracoval disertační práci s názvem „ANDREA – An Integrated Framework for In-Core Fuel Management Analyses“. Práce vznikla pod vedením Ing. Radima Vočky, Ph.D. a jejím základem je výzkumná a vývojová práce doktoranda vykonaná v rámci jeho pracovního poměru v ÚJV Řež, a.s.

Práce je členěna na 14 kapitol včetně čtyř krátkých kapitol: úvodu, závěru, zhodnocení výsledků a návrhů na budoucí vývoj. Autor práci opatřil ještě předmluvou a vstupním hodnocením svého přínosu v rámci vývojového týmu. Práce má 135 stran, je doplněna 102 odkazy na literaturu a jiné zdroje dat a obsahuje přibližně 55 obrázků a grafů, pouze několik tabulek a velké množství úryvků skriptů a zdrojových kódů. Práce není doplněna seznamem obrázků a tabulek, ani seznamem zkratk, označení a symbolů, což značně znesnadňuje orientaci čtenáře v práci. Práce není doplněna žádnou přílohou; verze, kterou jsem měl k dispozici, neobsahovala ani žádné datové medium. Autor explicitně neuvádí seznam jím publikovaných článků a zpráv. V seznamu použitých zdrojů však cituje relativně velké svých publikací, je tedy zjevné, že před odevzdáním práce své výsledky dostatečně publikoval.

Práce se zabývá problematikou výpočetních kódů pro komplexní neutronově-fyzikální (i jiné) analýzy aktivních zón energetických jaderných reaktorů. Popisuje systém kódů s názvem ANDREA, který byl vyvinut v ÚJV Řež, a.s. a na jehož vývoji se doktorand aktivně podílel. Doktorand v práci popisuje mnoho dílčích kódů, pomocných rozhraní, skriptů, ale i metodik používaných týmem autorů i uživatelů systémů kódů ANDREA. Práce je typicky prací z oblasti čistého aplikovaného výzkumu, přináší přehled vývoje dílčích částí systému kódů, je tedy ještě spíše než prací výzkumnou, tak prací z oblasti experimentální vývoje. Práce se pohybuje na hranici mezi jaderným inženýrstvím, aplikovanou reaktorovou fyzikou, pokročilými výpočetními technologiemi a informatikou. Ač je to v rámci disertačních prací neobvyklé, tak lze tuto interdisciplinaritu považovat za jeden z nejhodnotnějších přínosů doktorandovy výzkumné a vývojové práce. Autor sám uvádí tento fakt již v předmluvě a začlenění pokročilých výpočetních a infromatických metod považuje za jeden z cílů práce. Vzniklý systém kódů, popisovaný autorem, je možné považovat za velmi pokročilý, moderní a nadějný výpočetní nástroj pro analýzy palivových vsázek jaderných reaktorů, parametrů a návrhů cyklů a celých kampaní, včetně některých parametrů bezpečnostní zprávy. Systém ANDREA je, podle všeho, systém světové úrovně a přínos autora k tomuto potenciálnímu úspěchu se zdá být značný, některé pasáže ukazují na jeho vůdčí

roli při vývoji celých pasáží kódů. Doktorand je tedy evidentně připraven k samostatné vědecko-výzkumné práci a na první pohled je jeho disertační práce bez problémů doporučeníhodná k obhajobě.

Nicméně ačkoliv jsem velmi spokojen s dosaženým popisovaným stavem kódu ANDREA a doplňkových programů, mám nemalé výhrady k práci samotné. Práce neobsahuje jakoukoliv ucelenou řešerši problematiky, směřuje rovnou k popisu dílčích částí kódu ANDREA a pro čtenáře, který se nepohybuje v oblasti reaktorové fyziky, bude značně složité se v problematice zorientovat pouze na základě přečtení práce. Popis původnosti řešené problematiky a zdůvodnění, proč je nutné se zrovna této části věnovat, je proveden velmi stručně a vágně. Velmi stručně je představen i samotný systém kódů ANDREA, který je rozkrýván až postupným čtením práce. Až po několikaterém přečtení práce se čtenář v celém systému kódů i ve vlastním poselství práce zorientuje. Práce je psána velmi příjemným anglickým jazykem, jednotlivé věty a odstavce jsou na vysoké jazykové i slohové úrovni a dávají čtenáři smysl, dohromady se však obtížně spojují, jsou velmi často kouskovány a jednotlivé kapitoly jsou obtížně čitelné a pochopitelné. Autor se navíc v závěrečných kapitolách navrácí k některým částem kódu popsaným již v úvodu, což nepůsobí příliš logicky a přehledně.

Cíle práce nejsou v úvodu explicitně zmíněny, některé jsou zmíněny v textu předmluvy, jiné se objevují v úvodní části při vytyčení milníků projektu ANDREA, jiné jsou zmiňovány v úvodu jednotlivých kapitol. Tento nedostatek souvisí i s celkovým pojetím této disertační práce. Práce je zpracována jako popis vybraných částí systému kódů, dala by se považovat za jakýsi zjednodušený manuál nebo jakýsi „propagační“ materiál pro kód ANDREA určený pokročilým uživatelům konkurenčních kódů nebo kódu HELIOS. Autor, podle mého názoru, někdy příliš zabíhá do detailních popisů používání skriptů nebo rozhraní, jindy naopak pouze stručně a vágně popíše celé fyzikální principy. Velkou výtku mám k používání první osoby množného čísla – práce takto působí jako týmová (což jistě do určité míry musí být). Toto pojetí je typické pro výzkumné zprávy, kterých autor cituje velké množství, nicméně nemělo by být použito v disertační práci. Pokud autor zvolil tuto slohovou formu, bylo by vhodné představit tým a mnohem více zdůraznit svůj vlastní přínos k vývoji popisovaných kódů. Tento přínos je zhodnocen pouze velmi stručně v části „Credits“. S touto výtkou souvisí i volba názvu práce, která nese v sobě pouze kód ANDREA, který není čistě doktorandovým dílem. Možná by bylo vhodnější zdůraznit rovnou v názvu práce část přínosu autora (Vývoj kódu..., Rozvoj kódu..., Úpravy kódu...). Název práce je však navrhován školitelem a schvalován již při státní doktorské zkoušce – moje připomínka je tedy bezpředmětná.

Práce obsahuje mnoho různých pouček a definic, které nejsou dostatečně citovány (není možné je považovat za obecně známé ani za definice vymyšlené autorem). Autor uvádí 102 použitých zdrojů, avšak celkově cituje v textu zdroje dosti sporadicky. K použitým zdrojům mám drobnou výtku související s jejich volbou. Jedná se velmi často o interní technické zprávy ÚJV, které nejsou veřejně dostupné a pro odbornou veřejnost jsou tedy tyto zdroje nedohledatelné. Autor, bohužel, také nerespektuje pravidla a normy pro citování, čímž také komplikuje dohledatelnost některých zdrojů.

Formálně je práce zpracována na dobré úrovni v typografickém systému na bázi LATEX, nicméně mám výtku k použitému stylu, ve kterém jsou příliš velké rozdíly mezi sudou a lichou stránkou a nadstandardně velké okraje. Popisky tabulek bývá zvykem dávat na rozdíl od grafů a obrázků nad

tabulky. Autor v práci také nesprávně používá název své Alma Mater. Jazyk práce je velmi příjemný a v našich končinách nadstandardní. Překlepy a drobné chyby se objevují, avšak nejsou časté.

Věcně mám výtky k některým pasážím textu, kdy se autor velmi detailně věnuje technickému popisu skriptů, publikuje ukázky zdrojového kódu nebo popisuje parametry a jejich nastavení. Pro čtenáře, který nebude s kódem pracovat (což bude většina), jsou tyto části sice zajímavé, ale příliš dlouhé. Většinová část práce je popisem autorem vytvořených pomocných modulů jako jsou ARIEL, KIRKÉ, QUADRIGA, IUGUM, apod., které zpracovávají a připravují data, zpracovávají vstupy či výstupy, propracovaně hlídají verze kódu, zajišťují verifikaci a validaci, nebo automaticky zprostředkovávají testování programu. Tyto části jsou velmi zajímavé a mají nesmírný přínos pro vývoj vlastního kódu ANDREA, tedy pro jeho vývojáře a uživatele. Obecně pro komunitu reaktorových fyziků a vědeckou veřejnost v této oblasti má, dle mého názoru, významnější dopad inovovaná metodika parametrizace jaderných dat a s tím spojené využití metaprogramování v modulech QUADRIGA a ANASTÁZIE, za velmi hodnotný považuji také modul AMÁLKA zajišťující referenční řešení. Bohužel, detailnímu popisu těchto částí autor nevěnuje odpovídající prostor.

Závěrem posudku mohu konstatovat, že disertační práce doktoranda Ing. Františka Havlů je přínosnou disertační prací, popisující vývoj výpočetního systému kódů ANDREA pro reaktorově fyzikální analýzy palivových cyklů. Obsahuje původní myšlenky, postupy a závěry, které dokládají připravenost doktoranda k samostatné výzkumné práci a z nichž některé se podařilo autorovi disertace publikovat. Formálně tedy splnil náležitosti vnitřních předpisů a minimální náležitosti §47 odstavce (4) zákona č. 111/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů a mohu jeho práci doporučit k obhajobě před státní komisí.

Vzhledem k tomu, že práce je poněkud nestandardně napsána formou technické popisné zprávy, žádám autora, aby před státní komisí:

- 1) Popsal vývojový tým systému ANDREA a svoji roli v rámci týmu.
- 2) Stručně popsali současný stav řešené problematiky ve světě a zmínil, jak pokročilé výpočetní a infromatické metody začleňují do svých systémů kódů konkurenční skupiny ve světě (USA/Westinghouse, Francie, Rusko, aj.)
- 3) Jasně definoval cíle své disertační práce a popsali jejich naplnění.
- 4) Stručně popsali, jak si představuje vývoj poproutkového řešiče, který by měl být doplněním k poproutkové rekonstrukci z nodálního řešení, jež používá současná verze kódu ANDREA.
- 5) Stručně popsali, v čem vidí přínos začlenění SP₃ metody a v čem negativa tohoto přístupu.

V Brně, dne 23. prosince 2013

Ing. Karel Katovský, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT
Vysoké učení technické v Brně