

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Validace kódu ASTEC na integrálním experimentu Phébus FPT-3
<b>Jméno autora:</b>	Štěpán Tichý
<b>Typ práce:</b>	díplomová práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra jaderných reaktorů (KJR)
<b>Oponent práce:</b>	Adolf Rýdl
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	INSET s.r.o., Lucemburská 7, Praha

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce je v zásadě pěkné. Snad jen osobní poznámku, že pro tohoto oponenta by byl požadovaný rozsah výpočtů a jejich vyhodnocení až příliš široký. S tím tedy, že potom není možné věnovat se např. jen některé z fází integrálního experimentu Phebus FPT-3 do větší hloubky. Takhle můžeme mít dobře udělanou povšechnou interpretaci celého experimentu -což je strašně moc práce a zde to student zvládl velmi dobře- ale řadu podstatných detailů modelování jsme museli nechat bez povšimnutí.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posudte, 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>	
-	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vhodný</b>
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
-	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>výborná</b>
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň této práce je velmi dobrá. Přesto má oponent několik připomínek, z nichž jedna je závažnějšího charakteru. Tedy především bylo jedním z úkolů práce vytvoření vstupního modelu v kódu ASTEC pro experiment PHEBUS. V seznamu doporučené literatury je -neveřejná! a tedy asi nedostupná-zpráva ÚJV z roku 2012, která podle všeho už takový model popisuje (sice pro starší verzi kódu, ale to nehraje roli). Tato zpráva ÚJV je správně citována v diplomové práci, ale nikde v textu není napsáno, jak vlastně byla při tvorbě nového modelu použita. Nový model přece musel vycházet z něčeho, co už tu bylo? Nebo byl prostě napsán "from scratch"? Přesto, že byl k dispozici popis funkčního staršího modelu? Tohle jsou otázky, na které oponent marně hledal odpovědi v textu diplomové práce. Možná, že jde jenom o nějaké mé neporozumění, ale tato informace se měla někde v textu vyskytnout. Protože tvorba a odladění takového modelu vždy představuje zásadní část práce.	

Hodnocení jednotlivých kapitol diplomové práce:

Úvod je pěkný, stručně a srozumitelně seznamuje s tím, o čem se v prováděných pracích jedná a co bude obsahem zprávy. Kapitola 1, s vysvětlováním fenomenologie, je také v zásadě hezká. Trochu zmatečné se mně zdají některé části odstavce "Oxidace a zvyšování teploty AZ" a odstavce "Ztráta geometrie AZ". Např. že "oxidaci může limitovat (mimo jiné) difuzní rychlost H<sub>2</sub>O skrz oxidickou vrstvu ZrO<sub>2</sub>". Jednak nejde o difuzi H<sub>2</sub>O, ale o difuzi kyslíku z už disociovaných molekul H<sub>2</sub>O a za druhé o tomhle zrovna nemluvíme jako o něčem, co "limituje oxidaci", protože právě tohle je tou samotnou oxidací: parabolický proces, tj. proces oxidace řízený difuzí skrz protektivní vrstvu vznikajícího oxidu.

A jinde třeba: "Když teplota AZ překročí teplotu tavení ZrO<sub>2</sub> 2700 °C a pro UO<sub>2</sub> teplotu 2850 °C, začne se tvořit bazén taveniny v AZ". Určitě ne, bazén taveniny by se začal tvořit mnohem dříve, v důsledku eutektických interakcí (o kterých autor sám mluví hned o dvě věty dále a zmiňuje tyto interakce též už v předchozím odstavci). Rozhodně je v diplomové práci tato část povídání poněkud zmatečná.

Hezké jsou naopak celé odstavce "Tvorba a únik ŠP", "Transport ŠP" a "Chemie jódu". Snad pouze, že jsou zde všude citovány jako zásadní reference zprávy [5] a [6], spolu dohromady, přičemž zpráva [5] je uvedena jako "Š. Tichý, Výpočty ... kódem ASTEC, Výzkumný úkol, ČVUT 2023". Tohle by oponent vyloženě nedoporučoval jako nějakou klíčovou citaci v paragrafech o fenomenologii havárií - navíc se to ani nedá snadno dohledat.

A ještě jedna menší připomínka: "Takto usazené aerosoly se mohou resuspenzovat - např. odparem vody, změnou pH, dávkovým příkonem apod". K resuspenzi usazených aerosolů rozhodně nemůže napomoci změna pH - ta ovlivňuje změny chemických forem jódu rozpuštěného ve vodě, ne chování nějakých částic aerosolu.

Kapitoly 2, 3 a 4 jsou všechny povedené. Z kapitoly 2, "Popis a průběh experimentu Phebus FPT-3", oponent sám získal nové poznatky o věcech, o kterých předtím mnoho netušil. Hezky jsou popsány všechny čtyři fáze experimentu FPT-3 a je srozumitelně vysvětleno, proč se v jaké fázi nastavovaly podmínky experimentu tak či onak (teploty, průtoky plynů apod) s ohledem na to, co se mělo/chtělo zkoumat.

Poslední, pátá kapitola ukazuje výsledky validačního výpočtu. Z výsledků je vidět, že výpočet docela rozumně simuluje všechny fáze experimentu, v globálních parametrech - což je samozřejmě velký úspěch (při uvážení vši složitosti spojené s integrálním průběhem havárie) a je za tím spousta práce. Některé významnější rozdíly mezi výpočtem a experimentem, např. v časech prvního úniku ŠP z paliva, jsou ve zprávě srozumitelně vysvětleny. Rozdíly v časech první relokace materiálů v degradovaném svazku jsou také významné. A zde by bylo lépe ukázat nějaký graf z výpočtu, s časovým průběhem (degradace a) relokace, než pouze říci, že důvodem je to, že bylo ve výpočtu v tomto brzkém čase predikováno velmi malé množství relokovaného materiálu. Co když by o dvě minuty později došlo ve výpočtu ještě k relokaci dalšího, velkého množství materiálu? To se bez čísel v grafu nedozvíme.

Stejně tak vysvětlení významného rozdílu mezi výpočtem a experimentem v celkovém množství generovaného vodíku - což je nejpodstatnější charakteristika pro in-vessel fázi havárie - se tomuto oponentovi úplně nezdá. Spíše než na rozdíly v celkové dodané energii mezi výpočtem a experimentem by oponent hádal na praktickou nemožnost správně modelovat pozdní fázi oxidace, tedy oxidaci už degradovaných/relokovaných materiálů - to neumí dobře žádný výpočetní kód.

Z některých grafů v kapitole 5 není úplně jasné, jestli vidíme výpočet nebo experimentální data (nebo obojí - viz obr. 5.5, 5.16, 5.17) - možná se to dá uhádnout, ale lépe by bylo to do grafů explicitně uvést.

### Formální a jazyková úroveň

### výborná

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

Zpráva je velmi hezky typograficky vyvedená. Čeština zprávy je v obecnosti pěkná, zvláště používání všech různých odborných termínů z oblasti studia těžkých havárií a jejich rozumné poskládání v českých větách tak, že se to dá dobře číst.

Oponent narazil na několik překlepů a také našel pár nehezkestí, typicky když bylo v textu potřeba použít superlativu nebo komparativu adjektiva a místo toho byl použit nějaký ošklivý opis ("nejvíce významné" místo správného "nejvýznamnější", "nejvíce důležitou" místo "nejdůležitější", "více hrubé dělení" místo "hrubější dělení" apod)

Jedna věc oponenta úplně vykolejila - v kontextu toho, čím se sám oponent už aspoň čtvrtstoletí zabývá a nač je také kladen zvláštní důraz v této diplomové práci - a to jsou části věnované jódu (chování izotopů jódu při havárii). V celé zprávě se všude píše o "jodu", a ne o "jódu". Což je tedy hrozné. Zde jsem měl v úmyslu být velmi příkrým hodnotitelem a napsat: "student ani neví, jak se jmenuje chemický prvek, o kterém píše téměř na každé straně své zprávy". Ale ještě předtím jsem se podíval do Slovníku spisovného jazyka českého a zjistil, že je v češtině možné psát i jod, s krátkým o! Takže jsem se po dlouhých letech bádání -včetně studia chemie na VŠ- až teprve z této diplomové práce dozvěděl, že vlastně já pořádně nevím, jak všelijak se jmenuje předmět mého zájmu.

### Výběr zdrojů, korektnost citací

### výborné

*Vyjádríte se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.*

-

### Další komentáře a hodnocení

*Vyjádríte 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.*

-

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

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

Přes všechny uvedené výhrady se oponentovi zdá, že zde bylo uděláno tolik práce, a velmi hezké, že si to celé zaslouží hodnocení VÝBORNĚ.

Dvě otázky:

(i) Poněkud neortodoxně je v práci vysvětlováno -v Kapitole 5 a v Závěru- pozorované usazování aerosolů v kontejnmentové fázi experimentu PHEBUS FPT-3 ("lokální podtlak strhující aerosoly" apod)

Zkuste, prosím, ještě jednou vysvětlit, jakými procesy je podle Vašeho názoru nejspíše řízeno usazování aerosolů na condensers a na zdech a na dně nádoby kontejnmentu, i se stručným objasněním fyzikální podstaty takových procesů

(ii) V Závěru zprávy se píše, že "... špatně odhadnutý poměr plynné a aerosolové formy jodu (způsobeno mimo jiné) ... dle měření nižšími teplotami ve studené větvi než jak byly předepsány v zadání benchmarku".

Můžete tohle nějak podrobněji vysvětlit? A jak to případně souvisí s detaily toho, jak ASTEC (SOPHAEROS) modeluje chování isotopů jódu v primárním okruhu (event. i v kontejnmentu) ?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm A - výborně.

Datum: 18. srpna 2024

Podpis:

