



Posudek oponenta diplomové práce

Název práce: **Statistical analysis of measurements of fusion neutrons and photo-neutrons at the COMPASS tokamak**

Autor práce: Bc. Lukáš Lobko (FJFI ČVUT v Praze)

Školitel: Ing. Ondřej Ficker

Oponent práce: Ing. Karel Řezáč, Ph.D. (FEL ČVUT v Praze)

Převzetí práce: 3. 5. 2022

Posuzovaná diplomová práce se zabývá statistickým zpracováním měření fúzních neutronů a foto-neutronů na tokamaku COMPASS v Praze. Použitá vědecká metoda se zdá být v pořádku, s malou výhradou. Rešerše se zaměřuje na vysvětlení základních pojmů, naproti tomu chybí část, kde by bylo zkoumáno, zda se podobným tématem již někdo zabýval na stejném zařízení nebo na jiných zařízeních ve světě a co se od této práce očekává (nové závěry nebo potvrzení závěrů z jiných pracovišť).

Stěžejní část se zabývá měřením a statistickým zpracováním fúzních neutronů z D-D reakce, včetně měření za stěnou experimentální místnosti tokamaku z důvodů odhadu ekvivalentní dávky. Zde bych měl, jako oponent, několik poznámek. Již na str. 11 je uveden radiační váhový faktor roven 10 pro neutrony odpovídající energii 10-100 keV. A níže na str. 36 je uvedena i ekvivalentní dávka 50 mSv/rok pro radiačního pracovníka. Toto jsou hodnoty ze starého atomového zákona a přidružených vyhlášek. Nový zákon a vyhlášky z roku 2016 stanoví jiné hodnoty (radiační váhový faktor pro neutrony je spojitý, roční dávka radiačních pracovníků 20 mSv/rok, hranice pro stanovení sledovaného / kontrolovaného pásma je 6 mSv). Pokud by byla tato práce podkladem pro budoucí aktualizaci povolení SÚJB u budovaného tokamaku COMPASS-U, je toto třeba opravit a brát na zřetel. Stejně jako podmínky monitorování pracoviště (ale toto není předmětem posuzované DP).

Když se vrátíme k první části DP, doporučil bych podrobněji popsat použité detektory – např. u scintilátorů rozměry a základní časové vlastnosti, u fotonásobičů jejich typ a základní časové vlastnosti, u použitých stíněných rozměry (jak pro DHPE, tak i pro olovo). U přechodu od zkoumání všech experimentům k třem, vyvstává otázka, proč zrovna tyto 3 byly zvoleny. Zda to jsou typičtí zástupci 3 množin. Jak byly tyto množiny velké?

U odhadu atenuace neutronového toku stěnou experimentální místnosti byl použit zjednodušený přístup, který nebral v úvahu různé energie neutronů. Toto bylo pak na konci podkapitoly diskutováno, tj. ok.



V kapitole 7.2 (str.58), se píše o zanedbání olověného stínění. Zajímavé by bylo znát konkrétní rozměry stínění nejenom vzhledem k vlivu na energii detekovaných neutronů, ale hlavně na jejich počet (účinný průřez pro rozptyl).

Kromě výše uvedených kritických připomínek musím pochválit pěknou metodu pro rozlišení HXR signálu od neutronového (kap. 6).

Za hlavní přínos studenta bych považoval: (i) vůbec zpracování potřebného tématu, (ii) pak kapitoly 3 a 4 (po opravě hodnot dle nových zákonů). Neméně zajímavá je i část věnovaná měření foto-neutronů.

Předložená diplomová práce má celkem 76 stran textu (včetně Úvodu a Použité literatury). Sestává se z 8 číslovaných kapitol a Závěru. Není samostatná kapitola věnovaná Diskuzi, ta se nachází uvnitř jednotlivých kapitol. Nicméně pro přehlednost a kompaktnost práce je vhodné kapitolu Diskuze neopomenout.

Zadání práce bych hodnotil jako náročné nejen odborně, ale i časově. Domnívám se, že téměř všechny body zadání práce byly v splněny. Chybí mi pouze shrnutí a důsledky pro neutronovou diagnostiku na nově budovaném tokamaku COMPASS-U (bod 5 zadání).

Formální úroveň zpracování práce hodnotím kladně. V práci nechybí oficiální zadání, abstrakty (česky, anglicky), obsah, seznamy obrázků a tabulek, a též použitá literatura. K dokonalosti práce zde chybí seznam použitých symbolů a zkratk. Text, grafy i tabulky jsou vesměs čitelné (kromě popisek ve Fig. 1.2). V práci je velmi malý počet formálních nedostatků (rovná se místo šipky u reakcích 1.1. a 1.2), špatný zápis exponentu (str. 5) a 2x stejné slovo „discharge“ na str. 13, u Obr. 3.7, kde dochází ke srovnání, by bylo lepší použít stejná měřítka na ose y nebo obě závislosti vynést do jednoho grafu. Což je celkově minimální počet formálních nedostatků. Práce je napsána v anglickém jazyce na vysoké úrovni.

Výběr zdrojů (použité literatury) hodnotím jako vhodný. Nechybí zde starší ověřené zdroje, ani články z poslední doby. To také ukazuje na aktuálnost práce. Celkový počet zdrojů 36 vidím jako minimální pro diplomovou práci. Zápis citací je dle normy. Jen bych doporučil postupné číslování odkazů v textu (ne od čísla [7]) a také bych doporučil zápis odkazů bez přidaných kulatých závorek.

Předloženou diplomovou práci hodnotím jako zdařilou. **U obhajoby bych porosil studenta, aby se vyjádřil k následujícím bodům:**

- 1) Popište podrobněji „filtrování signálů“ (kap. 3.2.). Jak toto konkrétně proběhlo? Pokud byla např. použita různá napětí na fotonásobičích, jakým faktorem byly upraveny signály,



- pokud bylo použito jiné místo pro detekci, jakým faktorem bylo upraveno a na základě čeho (numerické simulace / kalibrace na místě)?
- 2) Jak by se změnil výsledek výpočtu ekvivalentní dávky při započítání spojitého váhového faktoru pro neutrony (na základě legislativy z roku 2016)?
 - 3) Prosím o popsání způsobu výběru srovnávacích exp. #15510, #15514 a #15524. Proč zrovna tyto 3 byly zvoleny? Zda to jsou typičtí zástupci 3 množin. Jak byly tyto množiny velké?
 - 4) Jaké rozměry mělo použité olověné stínění (viz kap. 7.2, str 58) a jaký předpokládáte, že by mohlo mít vliv na energii a počet detekovaných neutronů.

Žádná větší obsahová chyba nebo nepřesnost nebyla v práci nalezena. Myslím, že výše uvedenou kritiku textu diplomové práce může hravě vyvážit její odborná i časová náročnost a velmi pěkná úprava. Podle mého názoru budou mít dosažené výsledky přínos. **Předloženou diplomovou práci proto doporučuji k obhajobě a navrhuji známkou velmi dobře (B).**

V Praze, 20. 5. 2022

Ing. Karel Řezáč, Ph.D.
oponent

kontakt:
tel: 22435-5875
e-mail: rezack@fel.cvut.cz