

**Oponentský posudek disertační práce Mgr. Milana Aftanase
„Thomson Scattering Diagnostic on COMPASS Tokamak“**

*Jan Wild, Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta,
Katedra fyziky povrchů a plazmatu*

Jeden z hlavních problémů současné civilizace je hledání dostatečně vydatného a pokud možno přírodu nezatěžujícího zdroje energie. Řízená jaderná fúze se zdá být jedním z možných řešení; zejména poslední dekáda proběhla ve znamení znatelného pokroku v této oblasti, jehož výslednicí by se měl stát tokamak ITER budovaný velkým nadnárodním společenstvím vědců a techniků. V této souvislosti probíhají na význačných světových pracovištích přípravné experimenty na tzv. ITERu podobných (či relevantních) tokamacích, k nimž patří i systém COMPASS provozovaný Ústavem fyziky plazmatu AV ČR.

Pokud se zjišťují parametry velmi horkého a hustého plazmatu, které slouží jako pracovní medium v tokamaku, je nutno použít odlišné nebo alespoň modifikované měřicí metody v porovnání s těmi, které jsou běžné při výzkumu nízkoteplotního laboratorního plazmatu. K takovým metodám patří i diagnostika založená na Thomsonově rozptylu, jež je schopná přinést základní informace o hustotě a teplotě nabitých částic v různých částech plazmatu tokamaku. V této souvislosti je možno konstatovat, že téma disertace je aktuální, a dále předznamenat, že prezentované výsledky jsou významné a mají rozsáhlé možnosti dalšího použití.

Oponovaná práce patří svým uspořádáním k formálnímu typu, jehož principem je soubor publikací, který je doplněn a sjednocen průvodním textem. Pojednání takového druhu sice nebývá rozsáhlé, ale mělo by kromě motivační pasáže a teoretické části obsahovat zejména souhrn hlavních výsledků společně s interpretačním a zobecňujícím komentářem z pohledu autora.

Jakkoli považují předkládanou práci z hlediska výsledků za velmi obsažnou a hodnotnou, nemohu se zdržet některých kritických připomínek právě k průvodnímu textu, t.j. k formě disertační práce. Proto tento posudek dále dělím na oddíly hodnotící zvlášť výsledky, zvlášť formu a na část s dotazy k obhajobě.

1. Výsledky práce

Práce Mgr. Aftanase obsahuje celkem 14 příloh, z nichž většina jsou původní články v impaktovaných časopisech nebo příspěvky na konferencích posléze přijaté do časopisů jako články; doktorand je u všech textů uveden jako spoluautor, u dvou vystupuje v roli hlavního autora.

Nejtěsnější vazbu na téma práce mají následující přílohy:

Appendix II (Bílková et al., *Rev. Sci. Instrum.*, **72**, 10D531, (2010)).

- Pojednává o návrhu, stavbě a prvních kalibračních měřeních optické části diagnostického systému založeného na Thomsonově rozptylu.

Appendix III (Bílková, Aftanas et al., *Nucl. Instr. Meth. A*, **623**, 656-659 (2010)).

- Přináší zejména charakteristiky prostorového rozlišení systému.

Appendix VI (Aftanas et al., *J. Instrum.*, 7, Art. No. C01074, (2012)).

- Tento článek podle mého názoru obsahuje nejdůležitější výsledky, a to ze dvou důvodů:

a) na experimentu ukazuje, že navržené a zkonstruované zařízení (na němž se podílel doktorand) skutečně má očekávané parametry;

b) zveřejňují se první data týkající se elektronových hustot a teplot ve výboji v komplexu COMPASS.

V tomto ohledu jsou nejdůležitější obrázky č. 8 a 9 zmíněného Appendixu 9.

Vzhledem k tomu, že o nich v průvodním textu disertace není ani zmínka, vrátím se k těmto podle mého zásadním výsledkům ještě v otázkách.

2. Forma

Text je rozdělen do pěti hlavních oddílů, totiž Introduction, Thomson Scattering theory, Thomson Scattering on COMPASS, ITER a závěrečného Conclusion. Na tomto místě bych poznamenal, že bych uvítal samostatný oddíl nebo aspoň podkapitolu věnovanou formulaci cílů práce.

Teorie Thomsonova rozptylu je zpracována dosti podrobně. Jediná nejasnost se týká depolarizačního efektu, jenž se započítává pomocí korekčního faktoru zavedeného na straně 16. O tomto faktoru se tvrdí, že zůstává konstantní, jak je podle textu možno vypožorovat z obrázku 2. 3. na str. 17. Dotyčný obrázek ale ukazuje závislost korekčního faktoru na teplotě, t.j. na veličině, jejíž hodnota má být měřena. V tomto ohledu by si uvedené závislosti zasluhovaly rozsáhlejší komentář; navíc i původ diskutovaného obrázku není zcela jasný: jde o nepublikované výsledky měření nebo výpočtů?

Pokud se týče oddílu Thomson Scattering on Compass, jako uspokojivé je možno označit ještě podkapitoly 3.1 až 3.3 pojednávající stručně o návrhu zařízení. Avšak komentář ve výsledkové části 3.4 je pro mě nedostatečný, neobsahuje ani utřídění výsledků z hlediska významu pro vlastní měřicí zařízení, ani komentář k naměřeným hodnotám vztahujícím se k plazmatu tokamaku, které v dané době byly podle mého názoru unikátní. Autorem namátkou vybrané a prezentované obrázky 3.3 až 3.6. pak už jen působí spíše jako kulisa, než aby bez náležitého komentáře čtenáři umožnily hlubší vhled do problému.

Oddíl o návrhu měřicího zařízení pro systém ITER je zpracován podrobněji a soustavněji než předešlá kapitola. Chybí mi tam však podrobnější odkaz na využití těch zkušeností z návrhu a provozu Thomsonova rozptylu na COMPASSu, které by měly být relevantní pro ITER.

3. Dotazy k obhajobě

- 1) Jak jsem již uvedl, z textu na str. 16 není zřejmé, jakým způsobem se při měření nebo výpočtech teploty započítával korekční faktor q . Mohl by autor proceduru stručně ozřejmit?
- 2) V souvislosti s výsledky uvedenými v Appendixu VI, rád bych se dozvěděl ještě dvě informace:
 - a) Pokud se týče prostorového a teplotního rozlišení a časových konstant, splnilo vybudované zařízení očekávání?
 - b) Prezentovaná data se vztahují k události *Shot No. 2165*. Co je možno o tomto výboji říci? Byl pro COMPASS typický? Pokud ne, proč? Pokud ano, je možno a záhodno ještě zvyšovat elektronové teploty ve výboji?
- 3) Které hlavní zkušenosti s budováním a provozem Thomsonova rozptylu posloužily při návrhu analogického zařízení pro ITER?

Třebaže nepovažuji formu oponované práce pana Mgr. Aftanase za příliš zdařilou, vzhledem k rozsahu a kvalitě výsledků nicméně doporučuji, aby tato práce byla přijata k obhajobě.

V Praze, 20. 8. 2015

Doc. RNDr. Jan Wild, CSc.