

Oponentní posudek k doktorské disertační práci Ing. Karla Kovaříka: „Development and application of methods for measurement of magnetic field on tokamaks“

Vypracoval: doc. RNDr. Jan Mlynář, Ph.D., Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.
Za Slovankou 3, 182 00 Praha 8

Doktorská disertační práce Ing. Karla Kovaříka je věnována fundamentální diagnostice tokamaků - měření magnetického pole. Ve dvou v zásadě zcela nezávislých částech se věnuje nejprve svému podílu na testování Hallovyho senzorů k přímému měření magnetické indukce, a poté (ve výrazně větším rozsahu) konstrukci, simulacím a měření charakteristik filamentárních struktur vně plazmatu pomocí své U-sondy. U-sonda přitom svým vybavením překračuje rámec názvu doktorské disertace, protože vedle magnetického měření umožňuje i měření pomocí Langmuirových sond, jejich vzájemné kombinace a korelace. Všechny tyto diagnostické nástroje jsou z hlediska výzkumu na tokamacích velmi důležité a zasluhují další vývoj. Zároveň platí, že projekty termojaderného výzkumu na tokamacích jsou dobře koordinovány v rámci mezinárodní spolupráce, mají poměrně vysokou prioritu i odezvu. To ostatně dokazují i seznamy spoluautorů u prací, ve kterých je Ing. Karel Kovařík autorem nebo spoluautorem. Téma doktorské disertační práce lze proto zajisté považovat za relevantní pro špičkový výzkum ve fyzice plazmatu, a zároveň za téma vysoce aktuální a perspektivní. Vzhledem k tomu, že autor práce Ing. Karel Kovařík je dlouholetým členem týmu na tokamaku COMPASS Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, jde také bezpochyby o práci původní.

Autor se rozhodl svoji práci sepsat v angličtině, což po prostudování práce považuji za poněkud nešťastné. Jazyková úroveň práce je bohužel do té míry nízká, že je to při čtení dost rušivé. Zejména se neustále opakují gramatické chyby související s jednotným a množným číslem (např. str 11 a tokamaks, str 22 a special coils, str 35 these instability, str 37 structures propagates a mnoho dalších) a chybná volba času (zpravidla je chybně použit čas přítomný místo předpřítomného času, když už není celá práce psána v minulosti). Často chybí členy (str.3 with highest), slova jsou používána v chybném významu (str. 13, 3. odstavec: actually) nejsou správně velká a malá písmena (Tritium, Lithium str. 7) nebo jsou použity chybné tvary (v poděkování: cannot forgot, str. 10: toruses), samozřejmě se najdou i překlepy (footnote str. 33) Ani větná stavba není vždy zvolena dostatečně srozumitelným způsobem (str. 14, poslední věta: one the being constructed, str. 25 poslední dva odstavce, body na str 64 a další) a časté používání první osoby jednotného čísla je sice pochopitelné z hlediska zdůraznění vlastního přínosu, je ale zpravidla neobratné a chaotické (dobře je to vidět např. v závěrečném summary). Práce je dále bohužel zatížena i řadou formálních nedostatků, jako je špatný font (například italka u jednotek fyzikálních veličin, např. MeV na str. 6, MW na str. 15), grafika s nevhodnou tloušťkou čar či fontů (obr. 7.2, obr. 10.4 a další) nebo chybné dělení řádků, viz str. 85, 86. Celkově by práci prospěla jak z formálního, tak z jazykového hlediska větší pečlivost a důkladná kontrola před odevzdáním práce. Také mi nevyhovuje skutečnost, že odkazy na literaturu jsou uváděny v obyčejných (kulatých) závorkách, navíc (zejména v úvodních částech) bez dalšího vysvětlení přímo za názvem kapitoly.

Z odborného hlediska je práce výrazně kvalitnější a má zejména z metodologického hlediska řadu pozitivních rysů, a to především v těch částech, které se věnují vlastnímu příspěvku k výzkumu. V úvodních kapitolách má bohužel několik nedostatků, například vztah (2.7) by neměl být uváděn jako Lawsonovo kritérium, jde o tzv. trojný součin. Chybí vysvětlení, proč je v inerciální fúzi třeba frekvence mikroexplozí kolem 10 Hz, a není vůbec uvedena hlavní výhoda tokamaků oproti stellarátorům. Na straně 13 je chybný index u poloidálního pole (třetí odstavec). Není pravda, že by délka pulsu na JET byla kratší, než 10 s (str 15 dole – zpravidla je 20s, s nízkým polem může být až 60s). Zadáání práce by podle mě rozhodně nemělo být zařazeno jako samostatná třetí kapitola. Část 4.1 odpovídá svojí odbornou úrovní spíše diplomové než disertační práci, v části 4.2 je chybně uvedena energie

DT neutronů. Definici SOL uvedenou na str. 37 bych po pravdě řečeno nepochopil, navíc se termín SOL vyskytuje bez vysvětlení již na str. 34. Odborně obtížný pojem detachment se vyskytuje jen jednou na str. 40 bez jakéhokoli vysvětlení nebo alespoň odkazu na literaturu. Obdobně není vysvětleno, co za materiál se skrývá za označením PEEK. Na straně 55 není numericky jasné, co znamená suma přes plný úhel.

Jak jsem již uvedl výše, části věnované odborné tematice dokazují hlubší vztah k oboru, nicméně i zde je možné najít mnoho drobných nedostatků. Kvůli nešťastné grafice není zřejmé, co vlastně ukazuje obrázek 8.3, jaká je jeho role. Ve dvou případech jsou v obrázku 8.5 chybně označené osy. U hologramů (obr. 9.3, 9.6, 9.10) není uvedeno, v jakém časovém intervalu a v jakém směru vznikaly. V obr. 10.7 vlevo dole zřejmě došlo ke grafické chybě (?). Je velká škoda, že klíčový graf 10.10 je jen černou skvrnou, která neukazuje hustotu bodů v závislosti na poloze.

Na práci bych rád vyzdvihl dobře formulovanou motivaci v části 6, a velmi pečlivé, systematické a metodologicky čisté řešení přípravy na zpracování dat z U-sondy (část 8) a také samotné analýzy naměřených dat (části 9 a 10). Úroveň zpracování těchto částí dostatečným způsobem dokládá schopnosti k samostatné vědecké práci, požadované k získání doktorského titulu.

V rámci obhajoby práce považuji za nutné s autorem Ing. Karlem Kovaříkem prodiskutovat několik zásadních bodů, které nejsou v práci dostatečným způsobem objasněny:

- Práce je prezentována v podobě dvou na sobě zcela nezávislých úloh, a sice testování Hallovy detektorů a konstrukce a použití U-sondy. Vysvětlete, prosím, proč jste řešil tak diametrálně odlišná zadání, a případně komentujte jejich fyzikální či odbornou návaznost, pokud existuje.
- Na str. 28 nahoře se mluví o možných strategiích při zdokonalování Hallovy sond do budoucna, přitom poslední data uvedená v práci jsou z roku 2009. Prosím o shrnutí dalšího vývoje v oboru od té doby, a to zejména zda došlo k navrhovanému zdokonalení sond, nebo jaká je situace v současnosti.
- V kapitole 10 je uveden výrazný nesoulad mezi množstvím dat pro ohmický režim a pro režimy s nestabilitou typu ELM. Není mi ale jasné, proč je výrazně více dat pro inter-ELM měření, než pro měření přímo ELM. Prosím o vysvětlení.
- Z grafů v části 10 mi přijde, že nalezené regresní vztahy nedávají předpověď s dostatečně malým rozptylem dat, viz např. obr. 10.10, který je navíc v log-log měřítku. Jinými slovy, regrese má nejspíš skryté parametry, tj. fyzikální závislosti, které byly při fitování experimentálních dat opomenuty. Diskutujte, zda s tímto stanoviskem souhlasíte, a pokud ano, jaké parametry by ještě bylo možné uvážit.
- V práci postrádám hlubší fyzikální zamyšlení ve vztahu k interpretaci výsledků analýzy dat, v závěru pak postrádám vyhodnocení významu dosažených výsledků, jejich diskusi a perspektivu další práce v tomto směru.
- Přiložený seznam literatury je pro doktorskou disertaci v některých ohledech příliš chudý, ale zejména chybí jasné vydělení prací, ve kterých je autor disertace zároveň autorem nebo spoluautorem článku. Prosím o detailní uvedení publikovaných prací, ve kterých je Ing. Karel Kovařík prvním autorem, a o vysvětlení spoluautorského příspěvku u dalších vybraných publikací.

Závěrem konstatuji, že předložená práce přes všechny výše uvedené připomínky dostatečně prokazuje předpoklady autora k samostatné tvůrčí práci v oboru a proto doporučuji její přijetí k obhajobě.

V Praze dne 15. června 2017

Jan Mlynář