

Posudek školitele diplomové práce
Petra Máchy
Studium okrajového plazmatu v tokamacích pomocí
pokročilých elektrických sond

Ing. Vojtěch Svoboda, CSc

Téma měření profilů teploty a hustoty a úrovní fluktuací vybraných parametrů v okrajové slupce vysokoteplotního plazmatu patří k velmi důkladně studovaným jevům, protože tyto dávají informace o vzniku a charakteru tzv. transportní bariéry, klíčového procesu pro zlepšení globálních charakteristik udržení energie a částic tokamakového plazmatu.

Předložená práce experimentálně zkoumá vybrané fyzikální charakteristiky okrajového plazmatu tokamaku pomocí celého spektra pokročilých elektrických sond na dvou různých tokamacích GOLEM a COMPASS. Správné porozumění takového komplexního tématu, jakým je fyzika a diagnostika okrajové vrstvy vysokoteplotního plazmatu, je už nepředstavitelné nejen bez důkladného teoretického zvládnutí problematiky, ale současně je důležité téma přetavit do náležitě vymodelovaných numerických simulací konkrétních studovaných jevů. Takto se uchazeč studijně ocitl na třech frontách: PIC simulace a experimentální práce na dvou tokamacích, a to vše pod vedením odborníků pro příslušné oblasti, kromě mne tedy ještě dr. Jana Stöckela a dr. Jamie Gunna. Na jednu stranu záviděníhodné studijní téma a prostředí, na druhou stranu extrémní náročnost vše skloubit smysluplně do výsledného celku.

Lakonicky řečeno: Petr to zvládl skvěle.

Uchazeč navázal na svou bakalářskou práci, kde se s tématem v základu seznámil a pokračoval studiem teorií měření charakteristik plazmatu pomocí už velmi speciálních a specifických elektrostatických sond, nastudoval problematiku numerické simulace studovaných procesů v konkrétní geometrii tunelové sondy, experimentálně naměřil radiální profily elektronové teploty a hustoty, plovoucího potenciálu a potenciálu plazmatu v tokamakových výbojích a naměřená data podrobil velmi rozsáhlé a důkladné analýze vedoucí k lokalizaci tzv. stříhové vrstvy a k finální specifikaci doby života a charakteristických frekvencí turbulentních struktur v jejím okolí. Dostal se tak daleko, že připojil i nad rámec zadání a očekávání měření korelace elektrostatických a magnetických fluktuací. Vše provedl a srovnal pro tři výbojové režimy plazmatu: Ohmický režim tokamaku COMPASS a GOLEM a následně H-mód s vysokým udržením pro tokamak COMPASS.

Rozsah odvedené práce je bezpochyby nadprůměrný, s minimem chyb. Uchazeč ve své práci osvědčil preciznost ve výstavbě celé své práce od nastudování celé škály složitých vzájemně propojených procesů a témat fyziky a diagnostiky okrajové vrstvy plazmatu, správně uchopil nezanebatelnou analýzu expanze stěnové vrstvy kolem sond s měnící se teplotou a hustotou plazmatu, nechybí často opomíjené chybové analýzy, v diskusní části práce bohatě prokázal, jak se poměrně spolehlivě orientuje ve velmi komplexní problematice fyziky okrajové vrstvy, dokáže analyzovat

vlivy nadmíru sofistikovaných témat tokamakové fyziky jako jsou geodesické akustické módy, tzv. GAMy, interní kinky apod. Důstojně analyzuje případné rozpory mezi výsledky a experimentálním očekáváním u výsledných profilů na iontové straně tunelové sondy. Z mého pohledu za velmi přínosný považuji jeho příspěvek k analýze možnosti vzniku transportní bariéry na tokamaku GOLEM, což je stále téma vyvolávající poměrně sáhodlouhé odborné diskuse příslušného výzkumného týmu kolem tokamaku GOLEM.

Spolupráce s Petrem byla bezproblémová. Svědomitě a s nevšedním předstihem docházel na měření, průběžné výsledky referoval bezprostředně a na důstojné úrovni již při prvním zpracování tak, že nebylo nutné je významně korigovat. Petr se sympaticky zapojil i do výchovy mladších studentů.

Závěry práce jsou dostatečně unikátní a mající přesah relevantní pro větší tokamaky a tudíž bezprostředním aktuálním úkolem pro Petra je nyní zpracovat vše do shrnujícího článku a publikovat v recenzovaném časopise.

Pokud bych přeci jen měl vypíchnout něco k dalšímu Petrově zamyšlení o jeho osobnostním/vědeckém rozvoji, tak bych mu doporučil při sepisování svých závěrů více se odpoutat od skutečnosti, že problematiku důvěrně zná a vcítit se do role čtenáře méně obeznámeného a bohatěji se rozepisovat o referovaném tématu.

Opakuji v podobné situaci již podruhé, že Petr je pro nás za daných okolností mimořádná studentská osobnost a že touto prací má skvěle našlápnuto a velmi se těším na jeho další badatelský postup. Myslím, že je nutné, aby si začal ještě více důvěřovat (má bezpochyby na čem stavět), a i přes nepříznivé okolnosti se začal více aktivněji a bez ostychu prodírat do světa vědecké komunity.

Jelikož, jak bylo zmíněno, jsem významně zaštiťoval hlavně část měření a zpracování dat na tokamaku GOLEM, mám přeci jen dvě otázky v oblastech, ve kterých jsem nefiguroval jako vedoucí zcela dominantně:

- Strana 47, obr. 3.6: proč nedošlo k zasunutí reciproké sondy trochu později (cca o 10 ms) tak, aby po celou dobu pohybu byla ve stacionární fázi proudu plazmatu?
- Uchazeč v práci zmiňoval a analyzoval vliv nadtepelných elektronů na sondová měření na tokamaku GOLEM. Mohl by komentovat tento jev i na tokamaku COMPASS?

Mohu tedy s přihlédnutím ke všem okolnostem závěrem konstatovat, že předložená práce splňuje podmínky kladené na diplomové práce a doporučuji ji k obhajobě. Svým rozsahem a zpracováním je mimořádná a pečlivá a zasluhuje bezpochyby nejvyšší hodnocení, tudíž práci hodnotím stupněm A, výborně.

V Praze, 24. srpna 2020

Ing. Vojtěch Svoboda, CSc.