

Název: Forward and Backward Modelling of Spectroscopic Diagnostics in Fusion Plasmas

Autor: Matěj Tomeš

Katedra: Katedra fyziky povrchů a plazmatu

Vedoucí práce: Mgr. Jakub Seidl, Ph.D., Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i.
Abstrakt: Práce se primárně zaměřuje na vývoj dopředných a zpětných modelů pro diagnostiku fúzního plazmatu. Zahrnuje vývoj a aplikaci těchto modelů pro Thomsonův rozptyl, odhad koncentrace neonu v divertoru tokamaku JET a pro synchrotronní záření.

V první kapitole je podrobně popsán dopředný model Thomsonova rozptylu napsaný pro simulační software Cherab. To zahrnuje vývoj laserového modulu určeného pro širokou škálu aplikací, především ale pro umožnění simulací Thomsonova rozptylu. Příkladem aplikace je komplexní model diagnostiky Thomsonova rozptylu z tokamaku COMPASS. Model diagnostiky je kombinován s experimentálně získanými profily elektronové teploty a hustoty za účelem zhodnocení jeho přesnosti. Druhá polovina kapitoly se zaměřuje na vývoj zpětného modelu pro bayesovský odhad teplotních profilů z naměřených dat Thomsonova rozptylu. Účinnost tohoto modelu je srovnávána s tradičním přístupem založeným na optimalizaci součtu nejmenších čtverců, což odhaluje jasné výhody bayesovského modelu.

Druhá kapitola popisuje vývoj zpětného modelu pro určení koncentrace nečistoty neonu v divertoru tokamaku JET během výbojů s úmyslným ochlazováním divertoru vpouštěním nečistot. Zpětný model nebere v potaz transport nečistot a je založen na bayesovské inverzi. Před aplikací tohoto modelu na skutečná data je jeho výkonnost pečlivě hodnocena pomocí dat generovaných dopředným modelem. Je zavedena metoda pro porovnávání statistické inference s dopředným modelováním. Kvalita invertovaných experimentálních profilů koncentrace je poté zkoumána vzhledem k několika faktorům: světelným odrazům, měřením koncentrace v hlavní středové rovině tokamaku a teoretickým předpovědím odvozeným ze simulací SOLPS.

Třetí kapitola představuje nově vyvinutý synchrotronový model pro Cherab. Univerzálnost modelu zahrnuje schopnost simulovat odrazy od první stěny a efekty toroidálně asymetrických distribucí ubíhajících elektronů a 3D magnetických polí. Schopnosti modelu jsou demonstrovány na dopředném modelování infračervených kamer JET KLDT-E5WC a KL7-E8WB. V případě KLDT-E5WC model úspěšně replikuje obrazové vzory vzniklé díky magnetickým ostrovům. U obou kamer je pozorována podobnost mezi měřeními a modelovanými vzory odrazů.

Klíčová slova: dopředný model zpětný model Raysect Cherab Thomsonův rozptyl synchrotronní záření nečistoty plazmatu