

PhD Értekezlet: **Fúziós berendezéseken végzett nyalábemissziós mérések tervezése és interpretációja szimulációk segítségével**

PhD hallgató: Asztalos Örs

PhD témavezető: Dr. Pokol Gergő

Nyalábemissziós spektroszkópia (BES) a fúziós plazmafizikában alkalmazott aktív diagnosztikák egyike, a plazma sűrűségének, illetve annak fluktuációinak mérésére alkalmas, centiméter és mikroszekundum tér- és időskálákon. A plazmasűrűség-fluktuációk egy monoenergiás, semleges atomnyaláb plazmába való behatolása során bekövetkező spontán emisszió térbeli és időbeli eloszlásából határozhatók meg. A RENATE egy 3D BES modellező szintetikus diagnosztika, amely méréskiértékelési, mérés optimalizálási és plazmafizikai modell validációs célokat szolgál.

Egy új fluktuációválasz számítás került kifejlesztésre, ami meghatározza a BES rendszer fotonválaszát a nyaláb mentén elhelyezett sűrűségperturbációkra. A fluktuációválasz-függvényből származtatott információk közé tartoznak az egyes detektorokhoz rendelhető fluktuációkra érzékeny felületek, azok súlypontja illetve a mérőrendszer effektív térbeli felbontása. A válaszfüggvény alkalmazása az EAST BES rendszereinek tervezési folyamatában, illetve JET lítium BES rendszerének méréskiértékelésére során lett demonstrálva.

Egy tervezett BES diagnosztikai koncepció képességeinek felmérésére, optimalizációjára és a fellépő tervezési kompromisszumok feloldására egy átfogó módszertan lett kifejlesztve és több BES diagnosztikára alkalmazva. A W7-X alkáli BES rendszer tervezése során megjelent legkritikusabb kompromisszum a térbeli felbontás és nyaláb behatolásai mélysége között adódott. Az ITER fluktuációs BES esetén a fő megoldandó kompromisszum a jel-zaj és jel-háttér arányok között lépett fel. Végül a JT-60SA lítium illetve hidrogén BES rendszerek esetén felléptek kompromisszumok a BES rendszer radiális illetve vertikális felbontása között, amit a megfigyelő rendszer pozicionálásával lehetett hangolni.

Az alapvető plazmafizikai modellekre alapuló kódok tanulmányozása és validálása egy turbulencia időskálán működő BES szintetikus diagnosztika kifejlesztését tette szükségessé. Ez első alkalmazásaként a 2D HESEL multi-folyadék turbulencia kódhoz lett csatolva. A szintetikus diagnosztika célja a plazma modellezés eredményét a kísérleti mérésekkel való direkt összehasonlítást lehetővé tevő vonatkoztatási rendszerbe transzformálni figyelembe véve az összes releváns BES mérési artefaktumot. A szintetikus diagnosztika validálása az ASDEX-Upgrade tokamak lítium BES mérésével történt.

Végül, a RENATE ütközéses sugárzási modellje ki lett terjesztve semleges atomok és molekulák semleges nyalábatomokkal való ütközésének figyelembevételével. Egy klasszikus trajektória Monte Carlo módszer validálása meglévő hatáskeresztmetszetekkel lehetővé tette új hiányzó hatáskeresztmetszetek generálását. A nyalábatomok semleges gázzal való ütközésének jelentőségét a semleges gázban történő nyalábgyengülési és nyalábemissziós számolások támasztották alá. Szignifikáns fotonemisszió tulajdonítható a gázzal történő ütközéseknek a határréteg plazmában, amely érdemben befolyásolja a turbulens fluktuációk megfigyelését.