

Neutrontranszport-számítások az ITER fúziós reaktor trícium tenyésztő cellájára

Sebestyén Zsolt, VI. évfolyam

Konzulens: Szieberth Máté, Dr. Fehér Sándor, Nukleáris Technikai Intézet

A fúziós technológia napjainkban jelentős fejlődésen megy keresztül, melynek fókuszában a franciaországi Cadarache-ban nemzetközi összefogással felépítendő International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) áll. Ennek a berendezésnek a célja már egy jövőbeni fúziós erőműben lezajló fizikai folyamatok vizsgálata.

Fúziós energia szabályozott felszabadítása többek között azért kínál óriási lehetőséget az emberiség számára, mert üzemanyaga – a deutérium és a trícium – szinte kimeríthetetlenül rendelkezésre áll Földünkön. Előbbi a hidrogén természetben is jelentős mennyiségben előforduló izotópja, míg utóbbi a fúziós reakcióban keletkező neutronok segítségével állítható elő a földkéregben mindenütt megtalálható lítium izotópjaiból. Az önfenntartó üzemanyagciklushoz azonban a neutronok sokszorozására van szükség, mivel amikor egy trícium magot elhasznál a folyamat, csak egy neutron keletkezik, amely 100%-os hasznosítása trícium tenyésztésre nem lehetséges.

Az ITER-ben több kísérleti trícium tenyésztő cellát (Test Blanket Modul, TBM) helyeznek majd el a fenti folyamatok tanulmányozására. Az általam vizsgált változatban a lítium kerámia golyók formájában található, a hűtést és a keletkező trícium elszállítását pedig hélium gáz biztosítja. A neutronsokszorozásról a lítium rétegek között található berillium rétegek gondoskodnak, amelyekben gamma sugárzás hatására fotoneutronok keletkeznek. Ezen összetett folyamatok vizsgálatára a neutrontranszport számításokat végeztem az ITER és a benne elhelyezett TBM modelljére az MCNPX 2.5 háromdimenziós, folytonos energiás, Monte Carlo részecsketranszport kóddal.

A számításokkal meghatároztam a trícium termelést és annak térbeli eloszlását. Megvizsgáltam továbbá a berillium szerepét a neutronsokszorozásban. Ennek érdekében meghatároztam, hogy az ITER mely szerkezeti elemeiben keletkeznek a fotoneutronok és a 1,67 MeV-es küszöbenergiáját meghaladó energiájú gamma részecskék. Számításokat végeztem a keletkező fotoneutronok térbeli eloszlására és energiaspektrumára. Ugyan az ITER-nek még nem feladata a trícium tenyésztés demonstrálása, de ezekből a számításokból következtetni lehet egy jövőbeni fúziós erőmű működésére is. A tríciumtermelés mellett a másik fontos vizsgált kérdés a TBM-ben a neutron- és gammasugárzás hatására felszabaduló hő, melynek térbeli eloszlása a hűtőrendszer tervezéséhez fontos adat.

A kapott eredmények szoros egyezést mutattak a fellelhető irodalmi adatokkal. A számítások segítettek a neutrontranszport folyamatok feltérképezésében, megértésében és jó alapot adnak a továbbiakban tervezett számításokhoz: a TBM-ben végzendő neutronfluxus és spektrum mérések modellezéséhez.