

## Analiza spreminjanja nevtronskega fluksa in fisijske hitrosti s fisijskimi celicami v reaktorju TRIGA

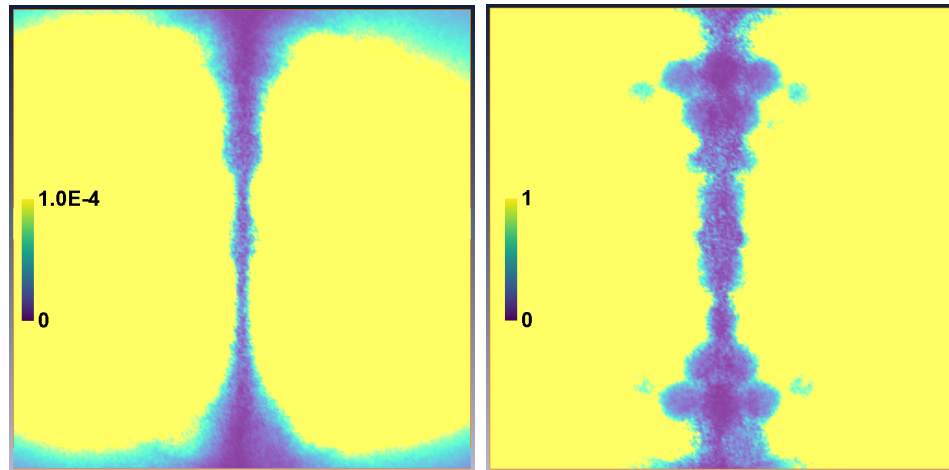
...

Tanja Kaiba

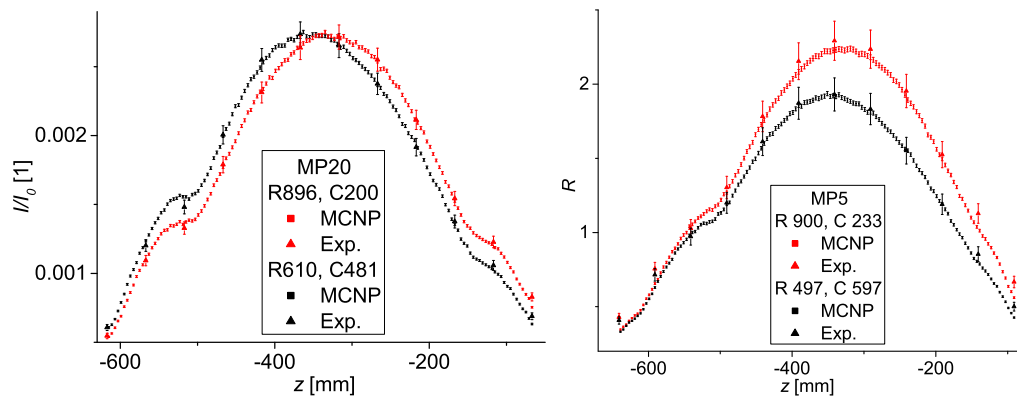
V okviru mednarodnega projekta med CEA Cadarache in Inštitutom Jožef Stefan smo na raziskovalnem reaktorju TRIGA Mark II v Podgorici izvedli vrsto različnih eksperimentov s fisijskimi celicami (Žerovnik in sod., 2015; Kaiba, Žerovnik, Jazbec in sod., 2015; Kaiba, Žerovnik, Štancar in sod., b.d.). V majhnih raziskovalnih reaktorjih, kot je TRIGA, se nevtronski fluks znotraj sredice reaktorja močno spreminja v aksialni in radialni smeri. Velik vpliv na spreminjanje nevtronskega fluksa imajo tudi kontrolne palice, njihova postavitve pa lahko tako močno vpliva na meritve moči reaktorja. Meritev moči se trenutno izvaja z nevtronskimi detektorji postavljenimi izven reaktorske sredice. Predlagali smo nov merilni sistem z več detektorji znotraj reaktorske sredice, ki bi lahko izničili zgoraj omenjene učinke.

S pomočjo Monte Carlo programa MCNP smo najprej analizirali odziv nevtronskega fluksa in fisijske hitrosti skozi celotno reaktorsko sredico na spreminjanje položaja kontrolnih palic in določili optimalne pozicije detektorja, kjer je njihov vpliv minimalen (slika 2.1; Kaiba, Žerovnik, Štancar in sod., b.d.). Optimalne pozicije smo določili preko izračuna vrednosti  $\chi^2$  preko različnih postavitvev kontrolnih palic.

Meritve smo izvedli v dveh različnih eksperimentalnih postavitvah v sredici brez trikotniškega kanala. V prvem delu smo izvedli meritve s štirimi pomanjšanimi fisijskimi celicami znotraj sredice hkrati, v drugem delu pa s tremi. Analizirali smo aksialne profile fisijskih hitrosti posamezne celice in njen odziv na spreminjanje pozicije kontrolnih palic, kar je prikazano na Sliki 2.2. Pri meritvah s tremi fisijskimi celicami je ena služila kot referenčni detektor. V splošnem se izračuni dobro ujemajo z meritvami, kar še dodatno potrjuje obstoječi MCNP model IJS TRIGA reaktorja. Ponovno smo potrdili, da so optimalne pozicije detektorja na liniji med regulacijsko in kompenzacijsko kontrolno palico. Pri izbiri prave merilne pozicije moramo upoštevati tudi ostale eksperimentalne omejitve, zaradi katerih odpade velika večina možnih lokacij.



Slika 2.1: Prikaz izračunanega  $\chi^2$  za različne pozicije kontrolnih palic. Na levi sliki je predstavljen  $\chi^2$  za nevtronski fluks, na desni strani pa za fisijsko hitrost v xy ravnini, približno na sredini aktivnega dela goriva. Vijolična barva (temna) predstavlja najhujše vrednosti  $\chi^2$  in tako optimalne pozicije detektorja (Kaiba, Žerovnik, Štancar in sod., b.d.).



Slika 2.2: Primerjava aksialnih profilov fisijskih hitrosti v MP20 (levo) iz prvega eksperimentalnega dela in v MP5 (desno) iz drugega dela. Normalizacija profila na levi sliki je na površino pod grafom, normalizacija profila na desni sliki pa na referenčni detektor. Prikazana sta profila pri dveh različnih konfiguracijah kontrolnih palic, kjer rdeča barva predstavlja popolnoma izvlečeno regulacijsko palico, črna barva pa delno vstavljeno (Kaiba, Žerovnik, Štancar in sod., b.d.).

V naslednjem projektu v sodelovanju s CEA Cadarache se bomo osredotočili na analizo energijskih spektrov nevtronov v reaktorju TRIGA. Izvedli bomo meritve s pomanjšanimi fisijskimi celicami obdanimi z različnimi ščiti, ki nam bodo omogočali meritve le določenega dela energijskega spektra. Predlagani ščiti so: BN, Gd in Cd. Prav tako bomo uporabili fisijske celice z različnimi materiali: U, Np in Pu. Izračuni energijskih spektrov s pomočjo programa MCNP so bili že narejeni za omenjene materiale ter različne velikosti in oblike ščitov.

## Literatura

- Kaiba, Tanja, Gašper Žerovnik, Anže Jazbec in sod. (2015). »Validation of neutron flux redistribution factors in JSI TRIGA reactor due to control rod movements«. V: *Applied Radiation and Isotopes* 104, str. 34–42.
- Kaiba, Tanja, Gašper Žerovnik, Žiga Štancar in sod. »Evaluation of neutron flux and fission rate distributions inside the JSI TRIGA Mark II reactor using multiple in-core fission chambers«. V: to be submitted to *Annals of Nuclear Energy*.
- Žerovnik, Gašper, Tanja Kaiba in sod. (2015). »Validation of the neutron in gamma fields in the JSI TRIGA reactor using in-core fission and ionization chambers«. V: *Applied Radiation and Isotopes* 96, str. 27–35.