

Analiza odziva izvensrediščnih jedrskih detektorjev reaktorja TRIGA

...

Žiga Štancar

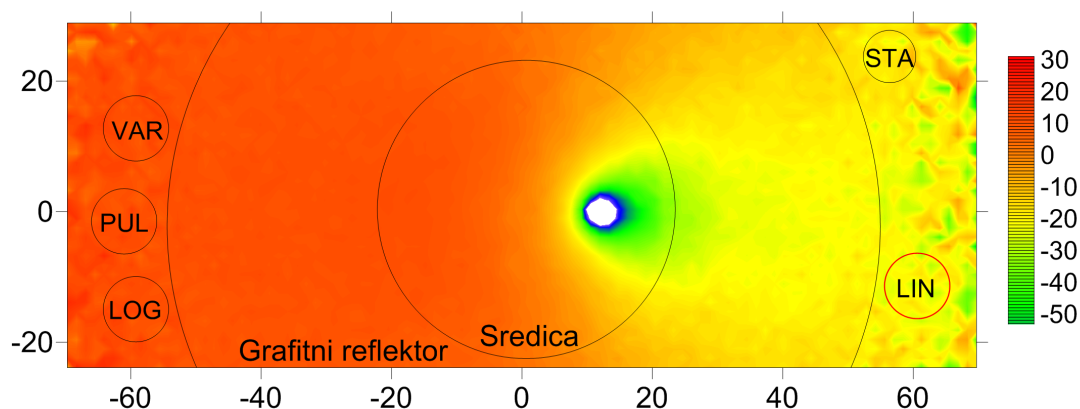
Eden izmed pomembnejših parametrov, ključnih za varno obratovanje reaktorja TRIGA, je termična moč reaktorja. Meritve moči se izvajajo z izvensrediščnimi kanali, ki so sestavljeni iz aluminijastih vodotesnih ohišij in detektorjev ionizirajočega sevanja in so nameščeni ob zunanji rob grafitnega reflektorja reaktorja. Ob sredici je pozicioniranih pet jedrskih detektorjev, izmed katerih je vsak namenjen merjenju reaktorske moči v določenem območju. Najbolj dinamični močnostni interval, od 100 mW do 300 kW, pokriva linerani kanal, ki se večinoma uporablja za merjenje moči pri normalnih obratovalnih pogojih. Glavni sistem za uravnavanje in spreminjanje moči reaktorja TRIGA predstavlja vstavitev in izvlek kontrolnih palic. V primeru, da so slednje nesimetrično vstavljene v sredico, pride do efekta redistribucije fluksa, kar lahko bistveno vpliva na odčitke izvensrediščnih detektorjev. Tako lahko pri isti termični moči reaktorja, a drugačni poziciji kontrolnih palic, izmerimo do 20 % različne vrednosti nevtronskega fluksa na linearnem kanalu. Ker je normalizacija izračunov Monte Carlo v absolutne vrednosti, primerljive z eksperimentalnimi podatki, linearno odvisna od termične moči, je potrebno upoštevati učinek nagiba fluksa na odčitke izvensrediščnih kanalov in vrednost moči ustrezno normalizirati (Žerovnik, Podvratnik & Snoj, 2014).

Cilj konferenčne predstavitve je opisati faktor, ki omogoča normalizacijo termične moči pri neenakomerni vstavitvi kontrolnih palic in ki ga zapišemo v obliki:

$$S = \frac{1}{\Pi_i [1 - (1 - f_i) \cdot g_i(\ell)]}, \quad f_i = \frac{\phi_i}{\phi_0}, \quad (6.1)$$

kjer je f_i faktor upada fluksa (ang. *flux depression factor*) in je definiran kot razmerje med izmerjenim fluksom na položaju izvensrediščnega jedrskega kanala ϕ_i pri popolni vstavitvi kontrolne palice i in med fluksom ϕ_0 pri izvlečenih kontrolnih palicah. Količina $g_i(\ell)$ predstavlja interpolacijsko funkcijo, ki opisuje relativno vrednost kontrolne palice v odvisnosti od njene vstavitve, pri čemer je za popoln izvlek $g_i(\ell = \ell_{min}) = 0$ in popolno vstavitev $g_i(\ell = \ell_{max}) = 1$. Hkrati bo predstavljen eksperiment, izveden z miniaturnimi fisijskimi celicami, s katerim je bilo ugotovljeno, da omenjeni faktor v skrajnih položajih kontrolnih palic ni natančen. Ob primerjavi meritev in izračunov Monte Carlo reakcijskih hitrosti znotraj sredice v primeru popolnoma izvlečenih oz. vstavljenih kontrolnih palic so bila namreč opažena okrog 10 % relativna odstopanja (Štancar, 2014). Predstavljena bo analiza redistribucije fluksa znotraj sredice in vpliv na izvensrediščne detektorje pri različni vstavitvi kontrolnih palic, kar je prikazano na sliki 6.1.

V želji po odpravitvi neskladja v vrednostih korekcijskega faktorja so bili izvedeni izračuni Monte Carlo pri 121 različnih kombinacijah vstavitve kompenzacijske in regulacijske kontrolne palice. Relativna razlika v nevtronskem fluksu na poziciji linearnega kanala



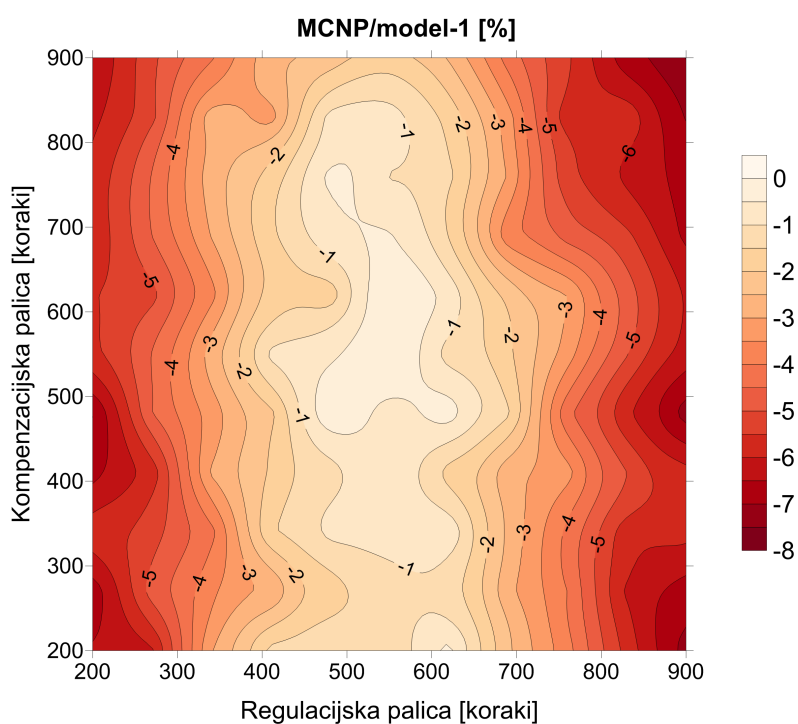
Slika 6.1: Relativna razlika med fluksoma pri popolnoma izvlečenih kontrolnih palicah in popolnoma vstavljeni regulacijski palici z označenimi izvensrediščnimi detektorji (dimenzije v cm).

zaradi neenakomerne vstavitve omenjenih kontrolnih palic pri isti reaktorski moči je bila primerjana z vrednostmi dobljenimi prek uporabe faktorja v enačbi (6.1). Rezultat primerjave je prikazan na sliki 6.2, kjer vidimo, da so razlike največje v skrajnih pozicijah regulacijske palice. Največja odstopanja so tako približno 8%, kar je bilo opaženo tudi v primeru meritev aksialnih profilov reakcijskih hitrosti s fisijskimi celicami. Izračuni so bili uporabljeni pri analizi meritev fisijskih celic, s čimer so bile prej opažene diskrepance med meritvami in izračuni Monte Carlo odpravljene.

...

Literatura

- Štancar, Ž. (2014). *Computational analysis of power profile measurements in TRIGA reactor* (Magistrsko delo, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani).
- Žerovnik, G., Podvratnik, M. & Snoj, L. (2014). On normalization of fluxes and reaction rates in MCNP criticality calculations. *Annals of Nuclear Energy*, 63, 126–128.



Slika 6.2: Relativna razlika korekcijskega faktorja na poziciji linearnega kanala zaradi neenakomerne vstavitve regulacijske in kompenzacijske kontrolne palice pri isti reaktorski moči, pridobljenih preko teoretičnega modela in izračunov MCNP.