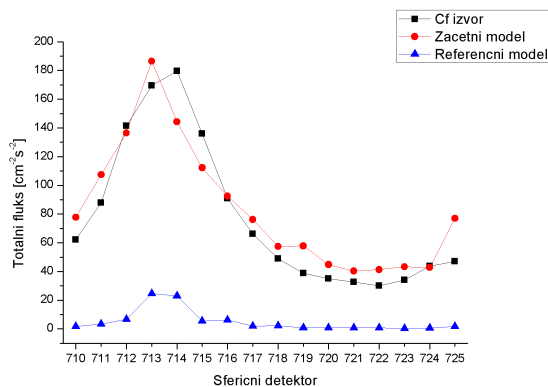


Izboljšave modela MCNP fuzijskega reaktorja Joint European Torus (JET)

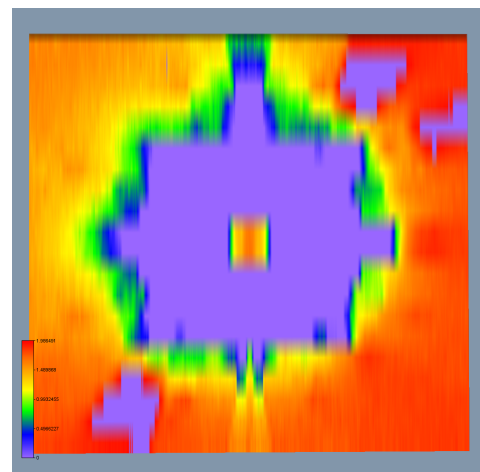
...

Rok Krpan

V sodelovanju Instituta »Jožef Stefan« z »EUROfusion« je v okviru projekta JET3 cilj izdelati več modelov MCNP za nevtronske izračune v fuzijskem reaktorju Joint European Torus (JET). IJS je prejel model MCNP, ki je bil dopolnjen in nadgrajen. Ta model je predvsem v okolici reaktorja dajal zelo drugačne rezultate od drugih modelov MCNP, narejenih za isti reaktor. Za referenčni model, ki daje najboljše ujemanje izračunov z resničnim eksperimentom, sem vzel model Seana Conroya (Conroy, b.d.). Gledal sem razlike med fluksi nevtronov v obeh modelih. V modelu IJS je bil fluks nevtronov izven reaktorske posode približno enak fluksu nevtronov izvora samega brez materiala. To pomeni, da je atenuacija v materialu neznatna, kar je dokaz za prehajanje nevtronov mimo celic, ki so vsebovale material.



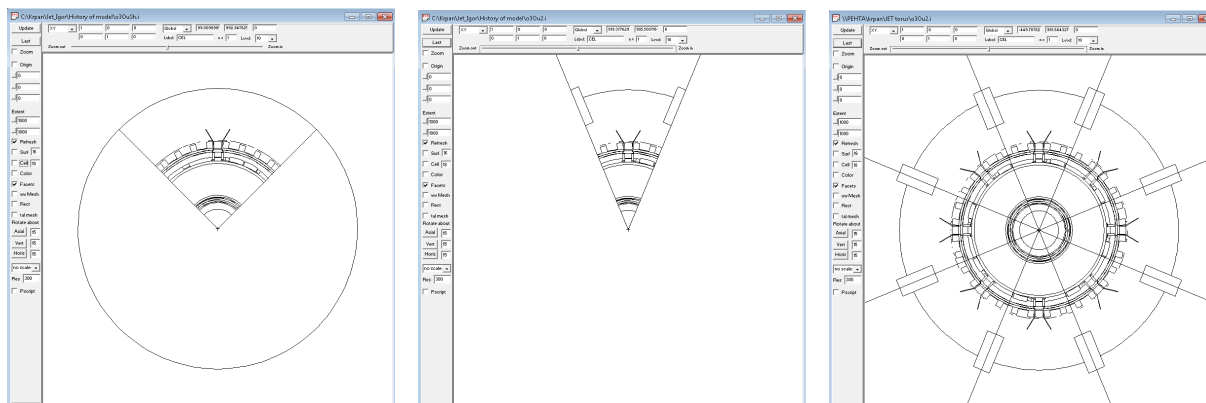
Slika 7.1: Totalni fluks v celicah sferičnih detektorjev.



Slika 7.2: Razlika v fluksu nevtronov skozi celoten model za plazemski izvor, presek v ravnini XY pri $z = 0$.

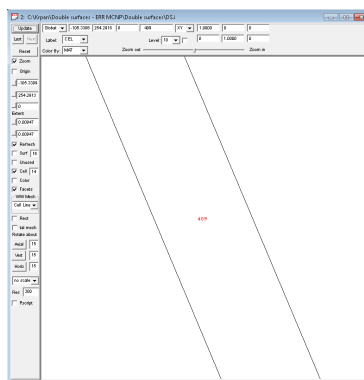
Model IJS je bilo potrebno popraviti tako, da bi se rezultati izračunov približali rezultatom drugih modelov, pri čemer pa je bilo potrebno upoštevati inženirske načrte (načrte CAD) reaktorja samega.

Med izdelavo modela, in sicer pri rotaciji in multiplikaciji oktantov, se je pojavila poglobljena napaka, ki je povzročala dvojne celice na mejah oktantov. Najprej je bila modelirana samo četrtina reaktorja, ki je obsegala 90° (slika 7.3a). Ta četrtina je bila s funkcijo `universe` izrezana na osmino – 45° (slika 7.3b) ter 8-krat replicirana in zavrnjena, tako da je model obsegal celoten kot 360° (slika 7.3c). Za odpravo napake izgubljanja delcev na mejah oktantov so bile definirane celice, ki so objemale vsak posamezen oktant ter bile rotirane



(a) Začetni model, četrtina celotnega modela. (b) Izrezana osmina modela, tretji oktant. (c) Celotni model reaktorja po transformaciji tretjega oktanta.

Slika 7.3: Proces izdelave modela



Slika 7.4: Dvojne ploskve med oktanti.

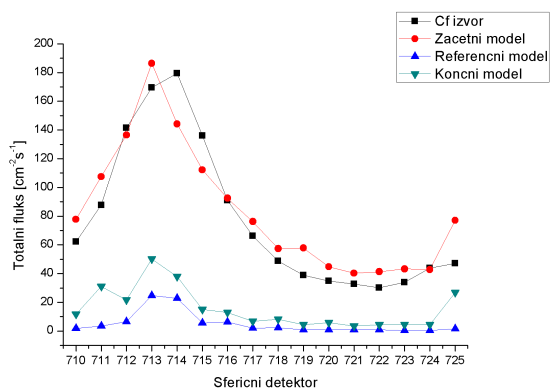
skupaj z oktantom. V grafičnem urejevalniku modela MCNP so bile med mejami oktantov dvojne ploskve, ki so imele neznan vpliv na nevtrone med potekom izračunov (slika 7.5).

Po odpravi dvojnih ploskev (s komplementom med sosednjimi oktanti) so se spremenili izračuni volumnov celic ter izračuni fluksov izven vakuumске posode. Po spremembi so volumni celic izračunani z MCNP pravilni – za faktor 2 do 3.5 večji.

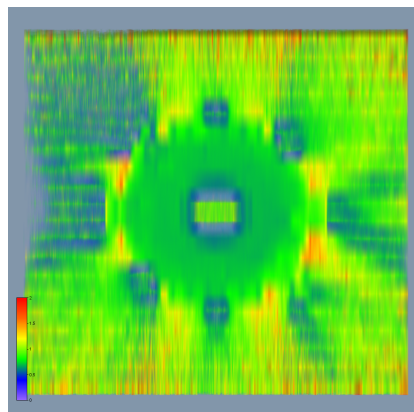
Za preučevanje vpliva dvojnih ploskev na fluks nevtronov skozi model sem naredil poenostavljen model samo z vakuumsko posodo. Prazne okolice oktantov, ki so bile rotirane z oktanti, sem razdelil na več celic. Iz rezultatov funkcije beleženja poti delcev PTRAC je bilo razvidno, da so nevtroni prehajali skozi prazne celice okolic. Prišlo je do nekakšne interference med universi. Nevtroni so na istih koordinatah imeli možnosti nahajanja v različnih celicah. To je napaka programa MCNP, je pa predvsem posledica nepravilne uporabe funkcije `universe`.

Naslednji popravki modela so bili spreminjanje gostote materiala v komponentah in s tem spreminjanje mase komponent. Masa komponent je po popravkih enaka masam v inženirskih načrtih. Povečanje mas komponent povzroči večjo atenuacijo in s tem zmanjšanje nevtronskega fluksa izven vakuumске posode, kar je bil največji problem pred spreminjanjem modela.

Zanimalo me je, kakšne so razlike sprememb fluksov med IJS in referenčnim modelom zaradi posameznih komponent. Po odpravi napak v modelu IJS so največje razlike posledica



Slika 7.5: Totalni fluks v celicah sferičnih detektorjev po popravkih.



Slika 7.6: Razlika v fluksu nevtronov po popravkih skozi celoten model za plazemski izvor, presek v ravnini XY pri $z = 0$.

neskladnosti referenčnega modela z inženirskimi načrti, predvsem manjša dimenzija vrat vakuumske posode in debelejše stene vakuumske posode.

...

Literatura

Conroy, S. (b.d.). MCNP model of Joint European Torus.