

## Pot od geometrije CAD do izračunov Monte Carlo pri projektih ITER

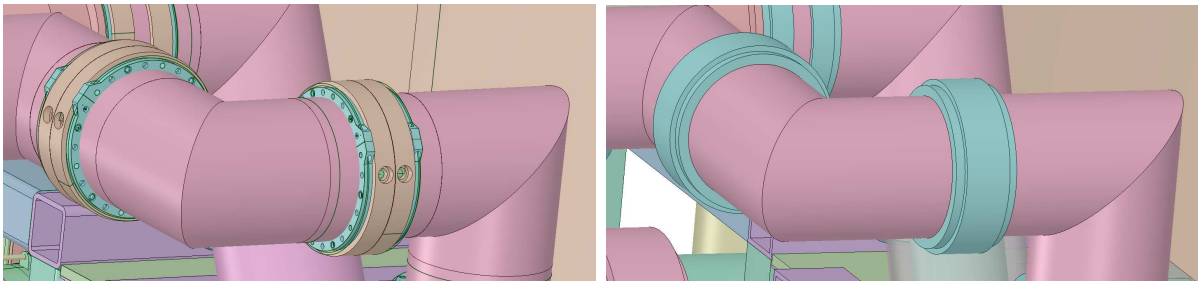
...

Aljaž Kolšek

V okviru 2. Konference mladih Odseka F8 na Institutu »Jožef Stefan« je nastala predstavitev z naslovom *Pot od CAD geometrije do izračunov Monte Carlo pri projektih ITER*, ki na kratko predstavi postopek izvajanja projektov za fuzijski reaktor ITER. Projekt se ponavadi razvija v sledečem vrstnem redu:

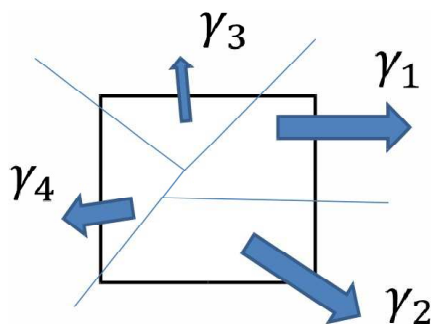
1. poenostavitev geometrije CAD
2. prevajanje geometrije CAD v model MCNP
3. priprava izvora (ali več izvorov v obliki RSSA, SDEF, itd.) delcev
4. izbor tehnike redukcije variance (angl. variance reduction)
5. izračun z uporabo kartice FMESH
6. uporaba "meshtal" za aktivacijo vseh celic v mreži FMESH
7. simulacija izvora gama pridobljenega v prejšnjem koraku

Naročnik organizaciji oz. raziskovalni skupini posreduje delovni nalog, ki mu je dodan model geometrije CAD, ki jo je ponavadi potrebno dodati v že obstoječi model reaktorja (b-lite oz. novejši c-lite) ali stavbe tokamaka. Model CAD ponavadi vsebuje dosti detajlov, ki so za nevtroniko povsem nepomembni in jih je težko opisati z osnovnimi elementi MCNP, zato je prvi korak poenostavitev, kot jo prikazuje slika 10.1. S tem lahko pri kompleksnih modelih zmanjšamo število celic tudi za več tisoč, kar olajša iskanje izgubljenih delcev, če MCNP slučajno vrne to napako.



Slika 10.1: Poenostavitev geometrije CAD za prevajanje v model MCNP.

Poenostavljeni model se z uporabo programa SuperMC/MCAM 5.2 Pro (Wu & FDS Team, 2009) iz formata .stp prevede v .txt, ki v formatu MCNP vsebuje seznam vseh celic, površin in materialov, ki jih vstavimo v model reaktorja ali stavbe tokamaka. Izbor le-tega je povsem odvisen od opisa problema, ki ga naročnik posreduje v delovnem nalogu. Za kompleksne modele CAD je potrebno ustvariti "universe" in ga vstaviti na primerno mesto v izbran input, medtem ko pri lažjih lahko uporabimo kar operator komplementa, #.



Slika 10.2: Vsak delček celice modela MCNP v celici FMESH postane samostojen izvor gama z enakomernim vzorčenjem po prostornini.

Izvor delcev je tudi podan s strani naročnika, najpogosteje pa je kombinacija več izvorov: nevtronski plazemski izvor (SDEF), izvor promptnih gama iz reaktorja (SDEF), izvor gama zaradi aktivacije reaktorja (SDEF), nevtronski izvor na ravnini biološkega ščita (RSSA, pri izračunih v stavbi tokamaka), izvor gama zaradi aktivacije v stavbi tokamaka (photonfile, output kode R2S-UNED za aktivacijo v FMESH mreži), itd.

Na podlagi rezultatov preliminarnih izračunov se lahko odločimo še za različne tehnike redukcije variance, ki izboljšajo statistiko. Pri izračunih aktivacije v mreži FMESH je predvsem uporabna tehnika redukcije globalne variance, ki vsaki celici v FMESH priredi vrednost obteženega okna (angl. weight-window), ki je odvisna od razmerja med fluksom v tej celici in maksimalnim fluksom v mreži FMESH, nakar to zapiše v datoteko z imenom wwinp.

Aktivacija se izvede s programom R2S-UNED (Catalán, Sauvan & Sanz, 2013), kjer sta MCNP in ACAB (ACTivation ABacus Inventory Code) (J. Sanz, 2008) povezana s skriptami, napisanimi v Pythonu, ki za vhodni podatek vzamejo “meshtal” (output kartice FMESH) in obsevalni scenarij (podroben opis obsevanja in ohlajanja za izračun aktivacije), nakar vsak material (oziroma delček celice, ki sega v celico mreže FMESH) koda ACAB obseva s specifičnim fluksom. Rezultat je množica izvorov gama (slika 10.2), ki se združijo v datoteko poimenovano “photonfile”, ki jo prirejena kompilacija kode MCNP uporabi za izvor.

Končni rezultat se lahko z uporabo programa ParaView (Ayachit, 2015) predstavi v obliki toplotne karte, kjer so razvidna problematična območja z visoko stopnjo aktivacije ter neovirani tokovi delcev (angl. streaming), ki nastanejo zaradi slabše zasnove modela.

...

## Literatura

- Ayachit, U. (2015). *The ParaView guide: A parallel visualization application*. Kitware Inc.
- Catalán, J. P., Sauvan, P. & Sanz, J. (2013). Shutdown dose rate assessment for a DCLL blanket-based reactor: Application of the R2S-UNED approach. *Fusion Engineering and Design*, 88(9–10), 2088–2091. Proceedings of the 27th Symposium On Fusion Technology (SOFT-27); Liège, Belgium, September 24–28, 2012. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2013.04.011
- J. Sanz, N. G.-H., O. Cabellos. (2008). *Inventory code for nuclear applications: Users' manual v. 2008*.

Wu, Y. & FDS Team. (2009). Cad-based interface programs for fusion neutron transport simulation. *Fusion Engineering and Design*, 84(7–11), 1987–1992. Proceeding of the 25th Symposium on Fusion Technology (SOFT-25). doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2008.12.041>