

Hibridne kode za transport delcev

Bor Kos

3. konferenca ŠFOSM

Reaktorski center Podgorica, 29. 2. 2016



Transport delcev

Boltzmannova transportna enačba

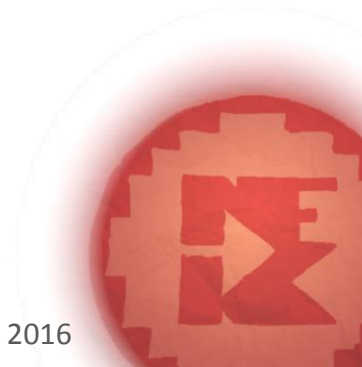
$$\hat{\Omega} \cdot \nabla \psi(\bar{r}, \hat{\Omega}, E) + \Sigma_t(\bar{r}, E) \psi(\bar{r}, \hat{\Omega}, E) = \\ = \int_0^\infty \int_{4\pi} \Sigma_s(\bar{r}, \hat{\Omega}' \cdot \hat{\Omega}, E' \rightarrow E) \psi(\bar{r}, \hat{\Omega}', E') d\hat{\Omega}' dE' + q(\bar{r}, \hat{\Omega}, E)$$

Transportna enačba s transportnim operatorjem ($\mathbf{L} = \mathbf{H} - \mathbf{S}$)

$$\mathbf{S}\psi = \int_0^\infty \int_{4\pi} \Sigma_s \mathbf{L}\psi = q \quad E) \psi(\bar{r}, \hat{\Omega}', E') d\hat{\Omega}' dE'$$
$$\mathbf{H}\psi = \nu \mathbf{L} \cdot \nabla \psi + \Sigma_t \psi$$

Ekvivalenca med fluksom in adjungiranim fluksom:

$$\langle \psi, q^\dagger \rangle = \langle \psi^\dagger, q \rangle$$



Deterministične vs. Monte Carlo metode

Numerično reševanje transportne enačbe

Slabosti:

- Diskretizacija prostora in energije

Prednosti:

- Hitrost
- Manjša poraba računalniške procesorske moči

Simulacija življenja delca preko naključnega vzorčenja

Slabosti:

- Približevanje k pravi vrednosti s korensko odvisnostjo $O(1/\sqrt{N})$

Prednosti:

- Poljubno zapletena geometrija
- Uporaba točkovnih jedrskih podatkov



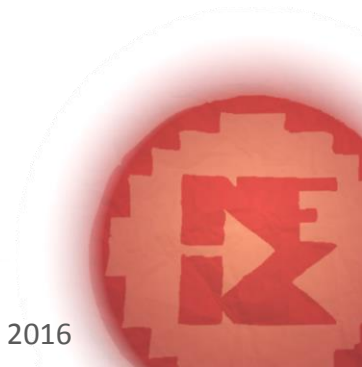
Hibridne kode

Združujejo dobre lastnosti obeh družin kod preko redukcije variance.

$$\langle T \rangle = \int \int P(\bar{r}, \bar{v}) T(\bar{r}, \bar{v}) d\bar{r} d\bar{v}$$

Optimalna utežna okna:

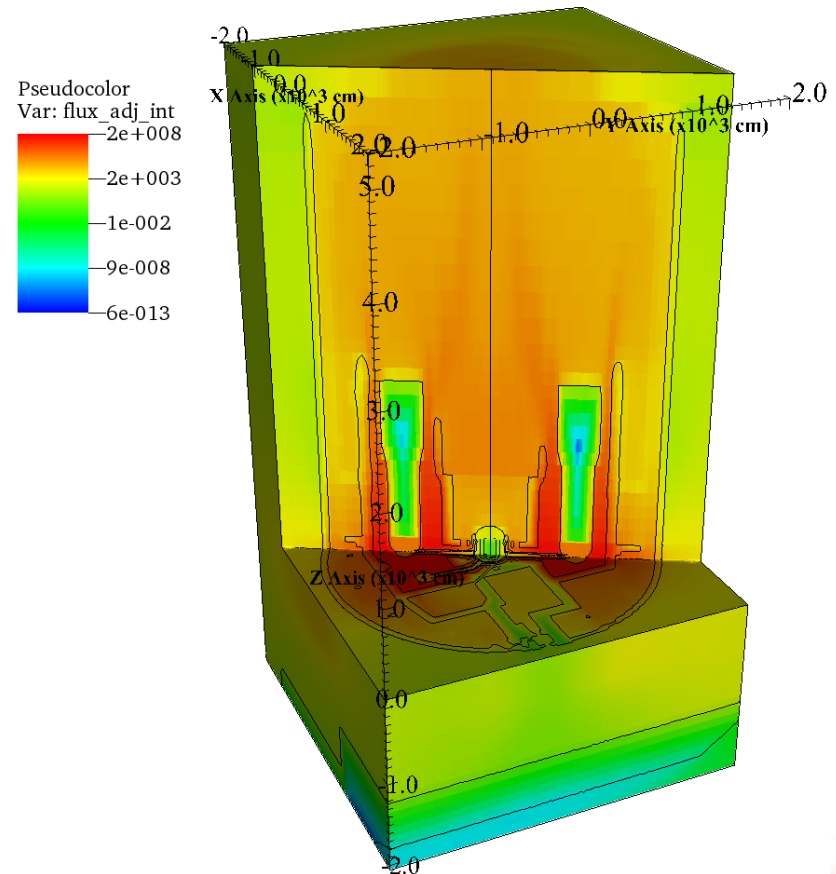
$$w(P) = \frac{\int_P \psi^\dagger q(p) dP}{\psi^\dagger(P)} = \frac{R}{\psi^\dagger(P)}$$



Uporaba hibridnih kod - NEK

Namen:

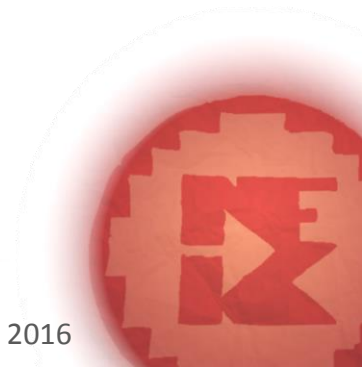
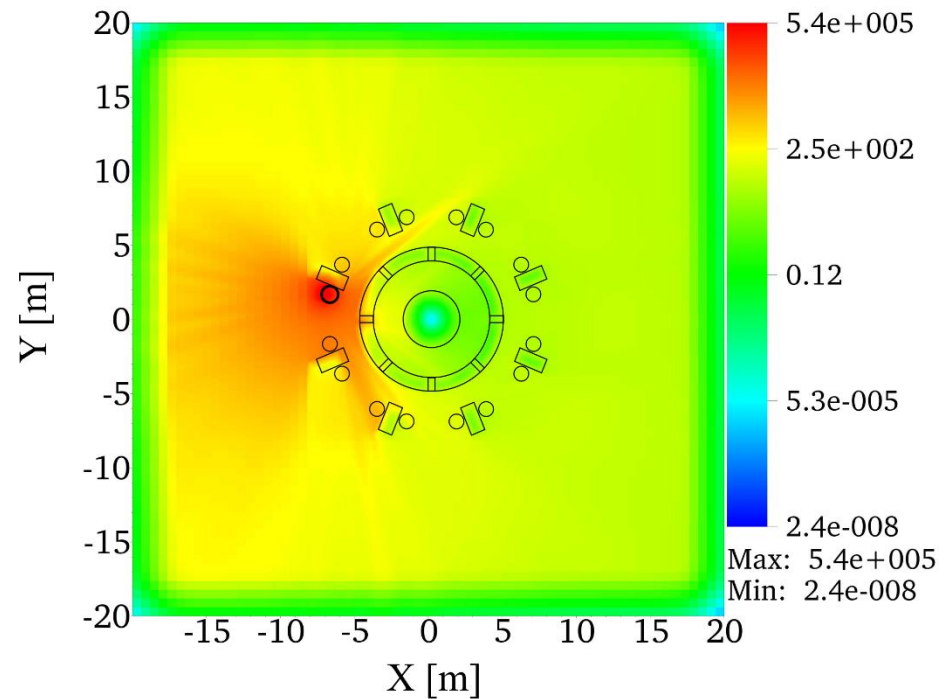
- Izračun nevtronske doze v prvem in drugem predelku
- Projektiranje ščitov v penetracijah vroče in hladne veje



Uporaba hibridnih kod - JET

Namen:

- Testiranje hibridne kode ADVANTG za fuzijske aplikacije
- Testiranje na poenostavljenem modelu tokamaka JET



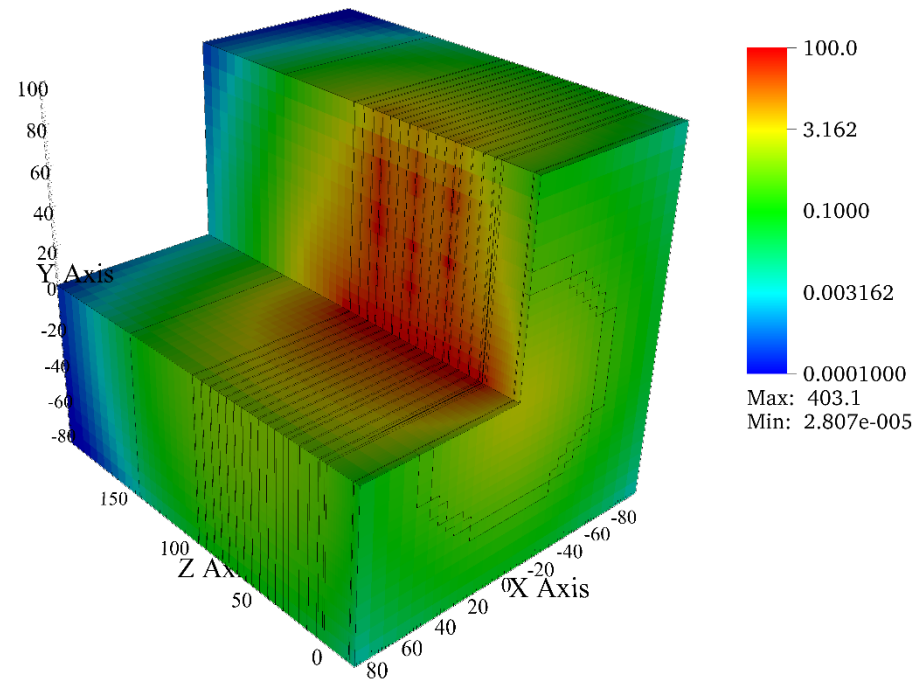
Uporaba hibridnih kod - *benchmark* eksperimenti

Namen:

- Validacija jedrskih podatkov na podlagi eksperimentalnih podatkov

Validacija na *benchmark* eksperimentih:

- Iron 88
- NESDIP-3
- JANUS-1



Hvala za pozornost!

Literatura:

- [1] M.P. Garcés. Activation Neutronics for the Swiss Nuclear Power Plants. ETH-Zürich, 2013.
- [2] Scott W. Mosher, Seth R Johnson, Robert E. Grove, and et.al. ADVANTG An Automated Variance Reduction Parameter Generator. Aug 2015.
- [3] T. M. Evans, A. S. Stafford, R. N. Slaybaugh, and K. T. Clarno. Denovo: A new three-dimensional parallel discrete ordinates code in scale. Nuclear Technology, 171:171-200, 2010.
- [4] X-5 Monte Carlo Team. MCNP - Version 5, Vol. I: Overview and Theory. LA-UR-03-1987, 2003.

