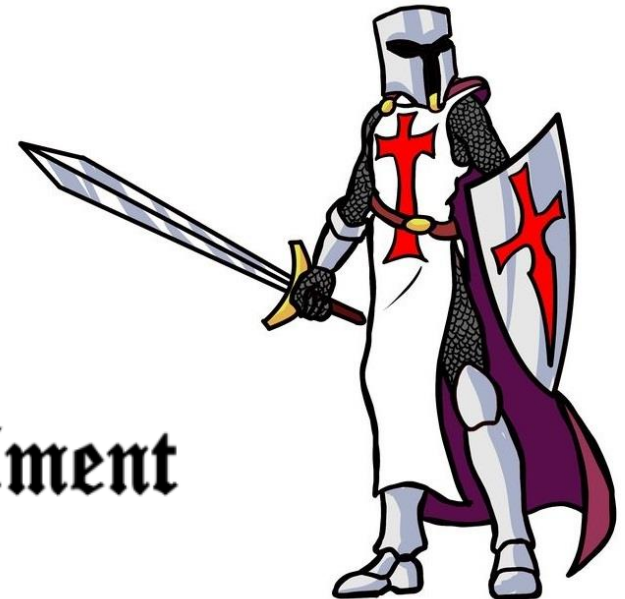


Monte Carlo Model of the Leksell Gamma Knife Perfexion in Geant4

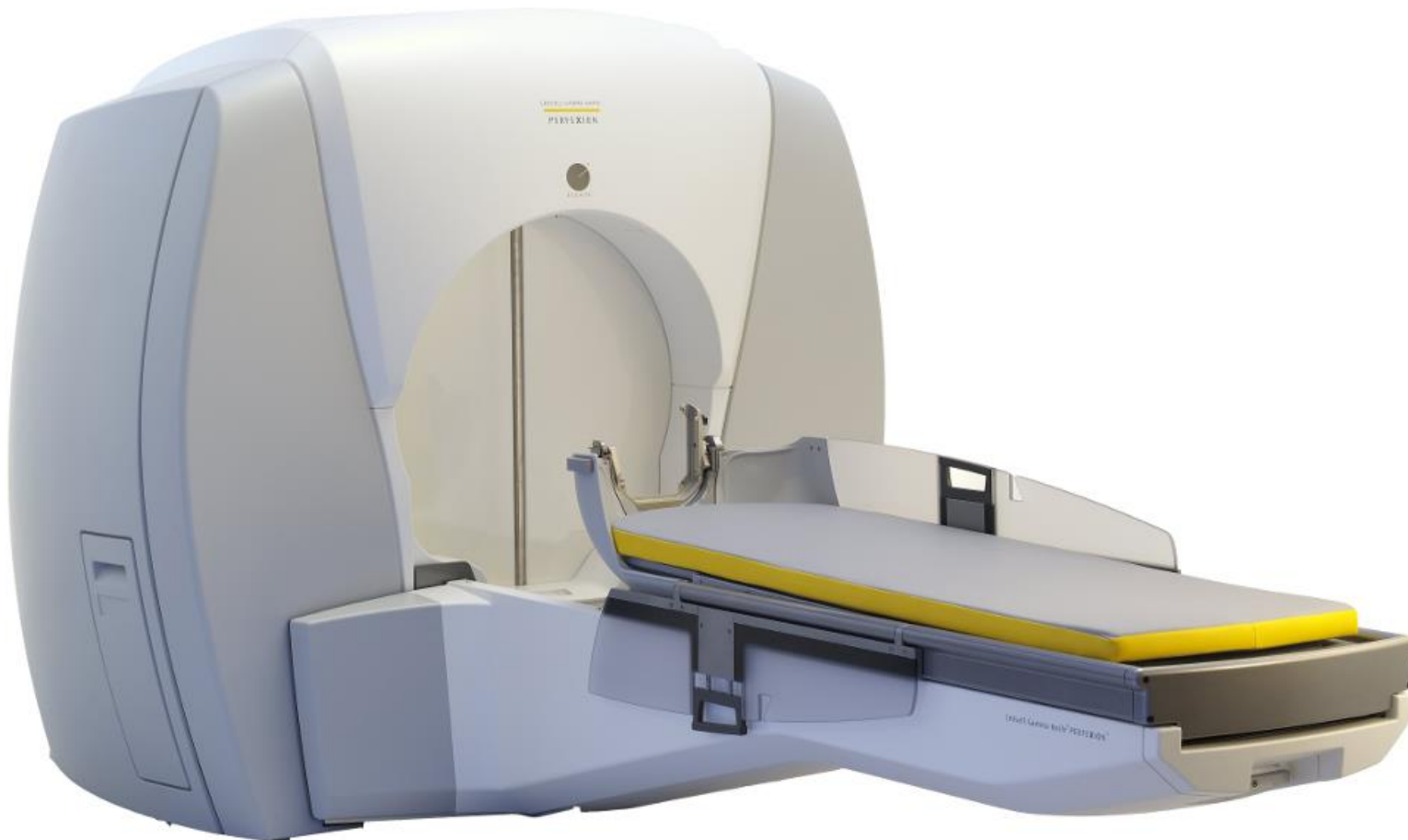


Jan Pipek
Josef Robotný
Josef Robotný Jr.
Petra Kozubíková



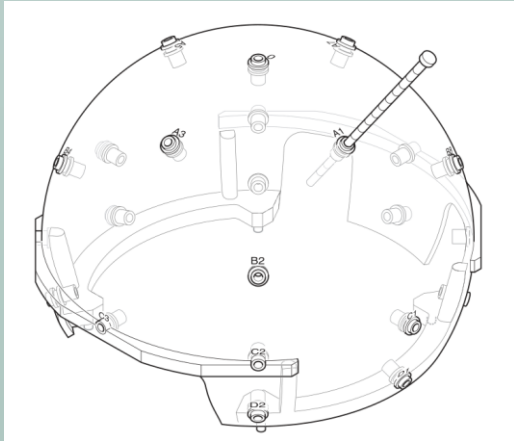
Dětenický experiment
27. 3. 2015

Leksellův gama nůž Perfexion



LGK – výpočet dávky v plánovacím systému

TMR Classic, TMR 10

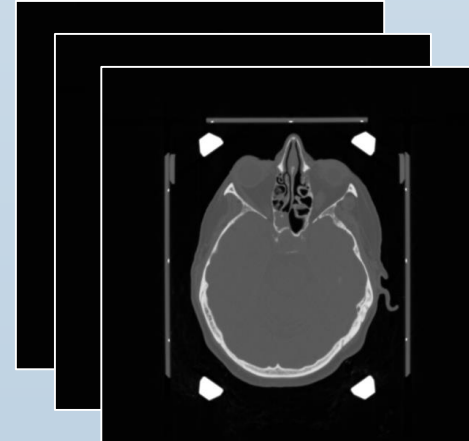


exponenciální zeslabení
divergence svazku



OF, profily, μ

Convolution

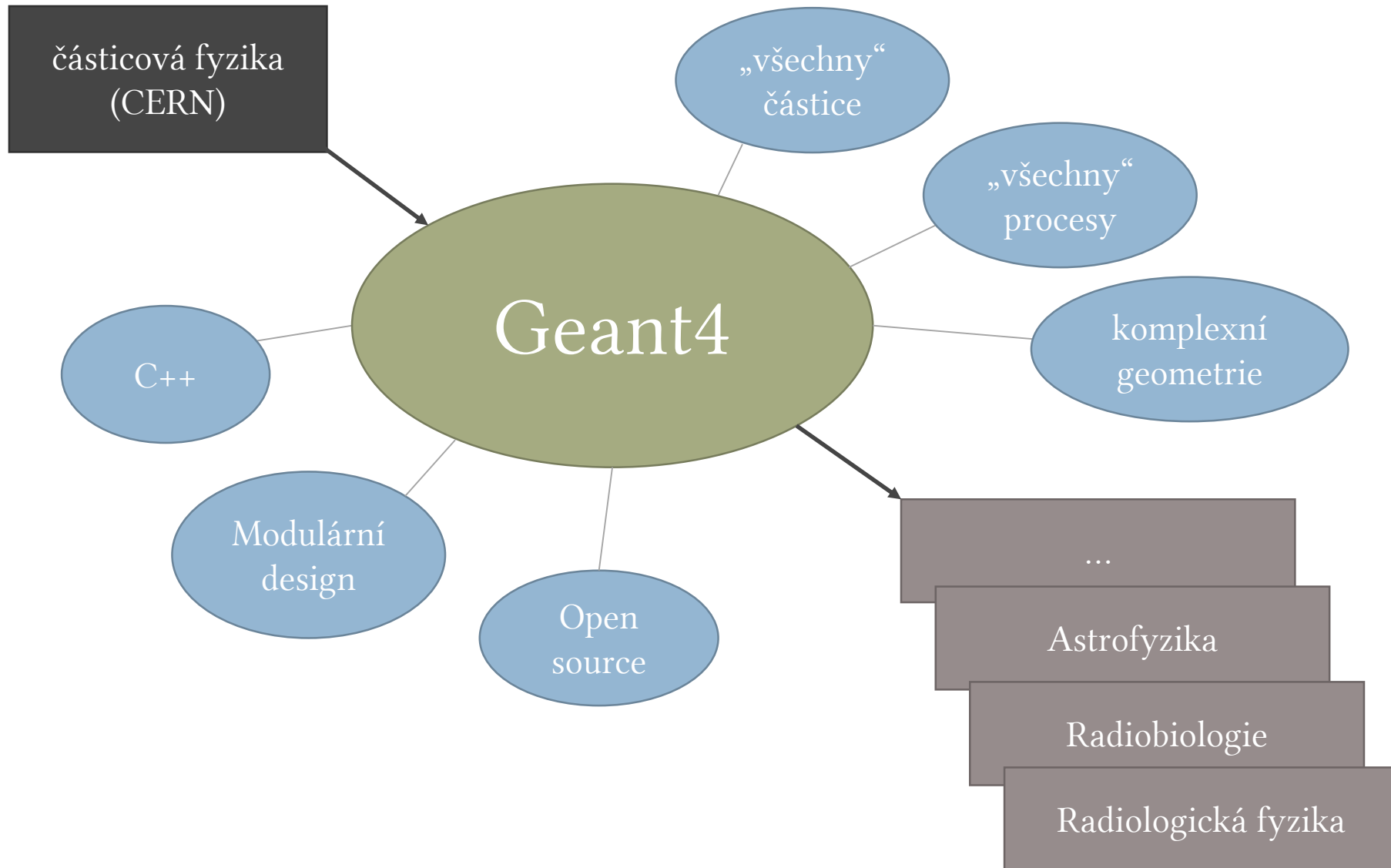


TERMA
primární dávka
rozptýlená dávka

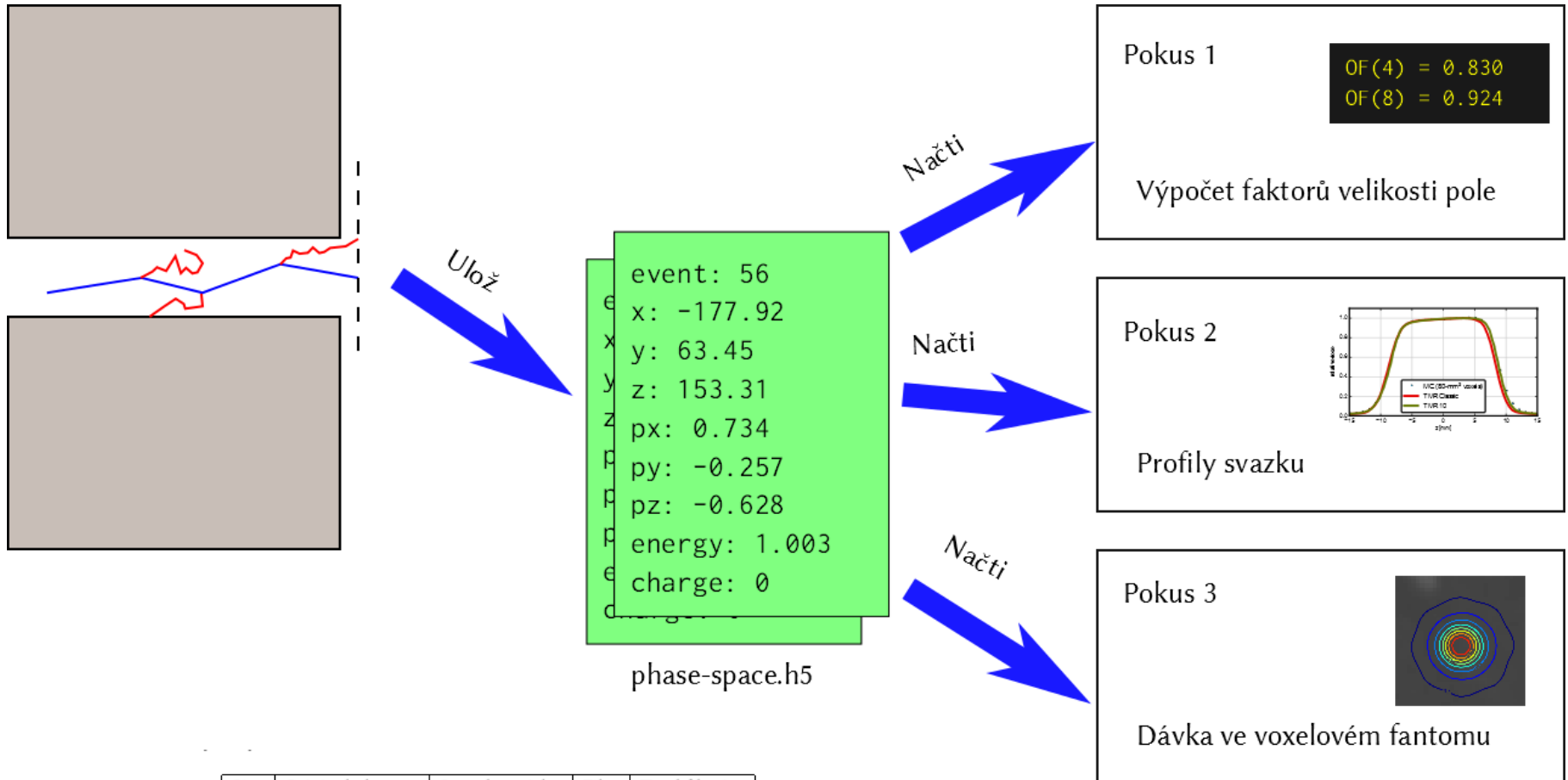


OF, kernel, kalibrace el. hustoty, ...

„Geant4 is a toolkit for the simulation of the passage of particles through matter.“

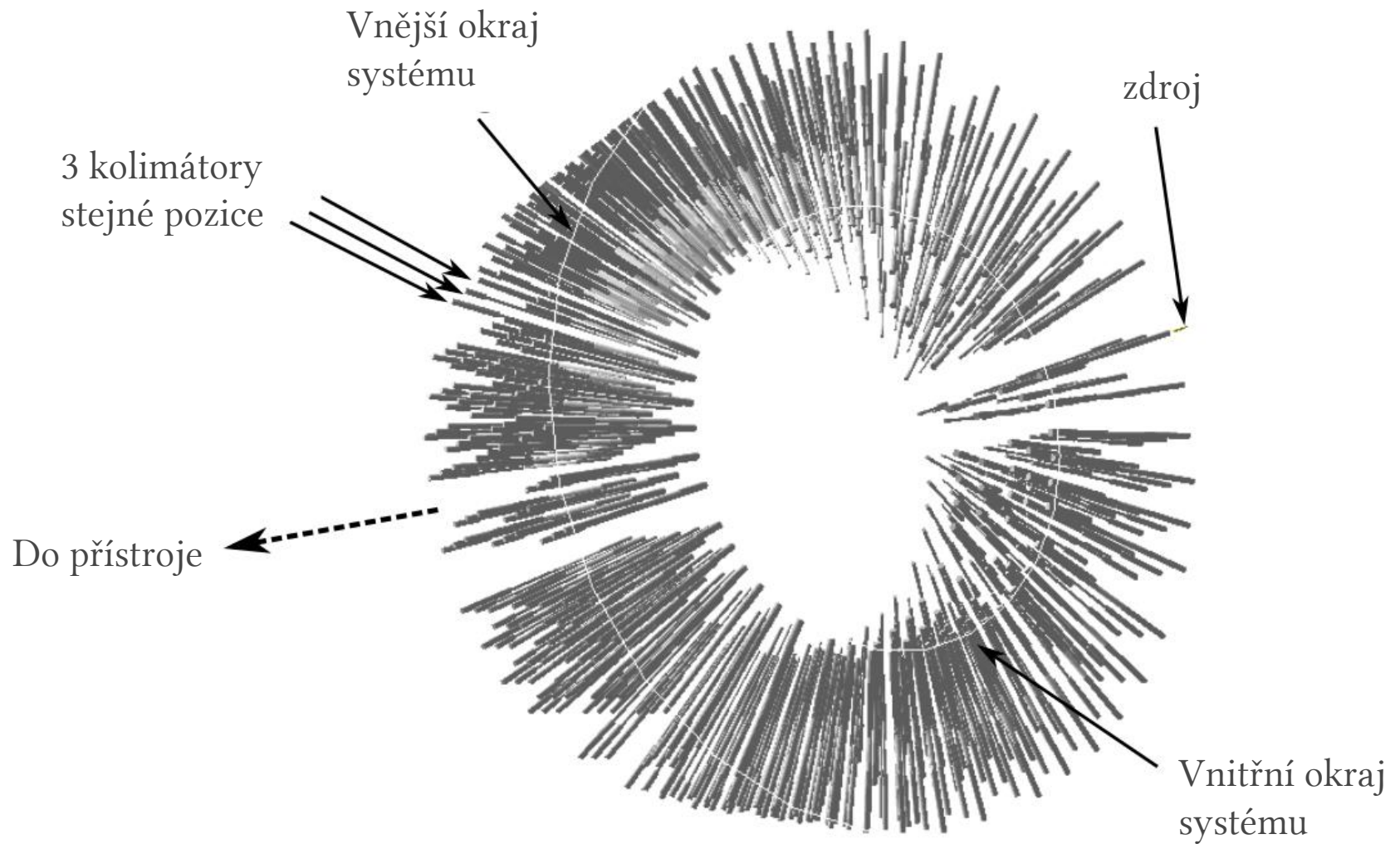


„Workflow“



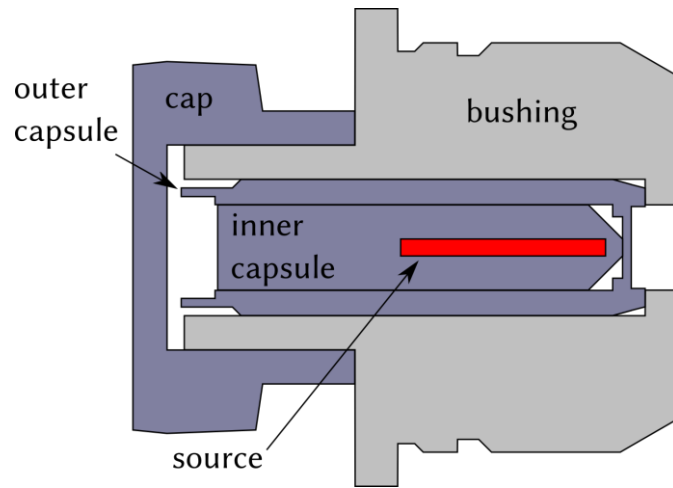
Size	Original photons	Stored particles	Files	Total file size
4	5×10^{10}	188,940,399	50	17 GB
8	5×10^{10}	588,643,642	50	53 GB
16	5×10^{10}	2,175,265,318	50	195 GB

Kolimační systém – přehled

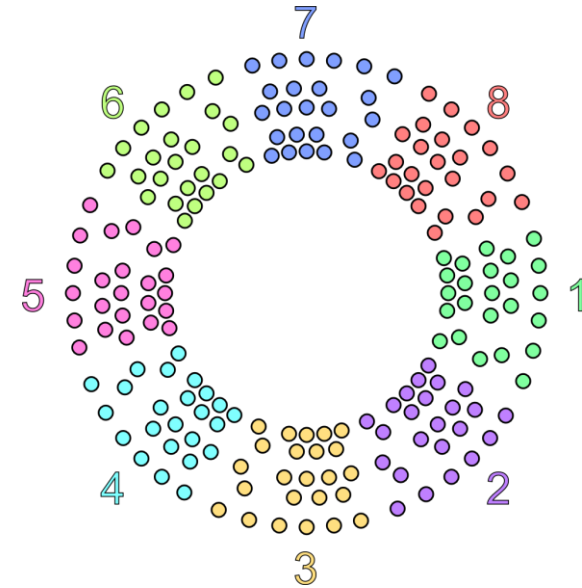


Kolimační systém – detail

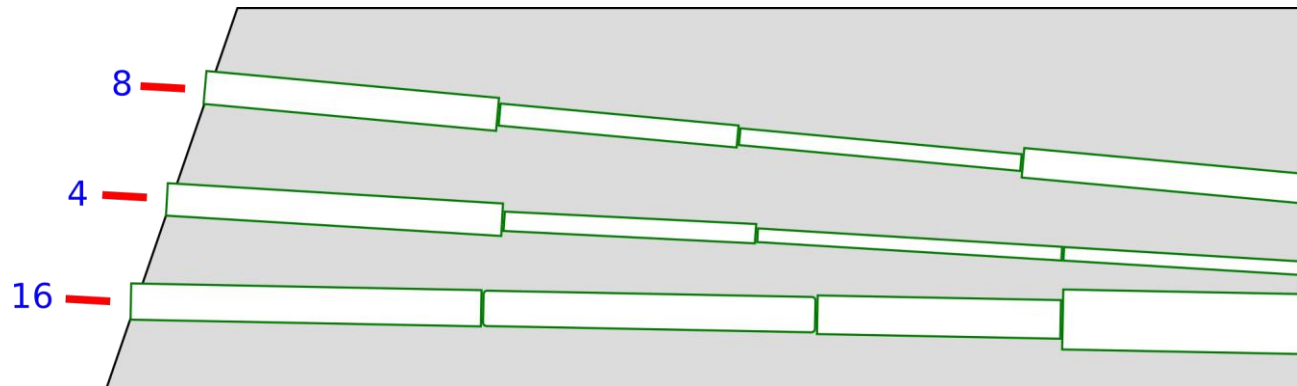
Model zdroje



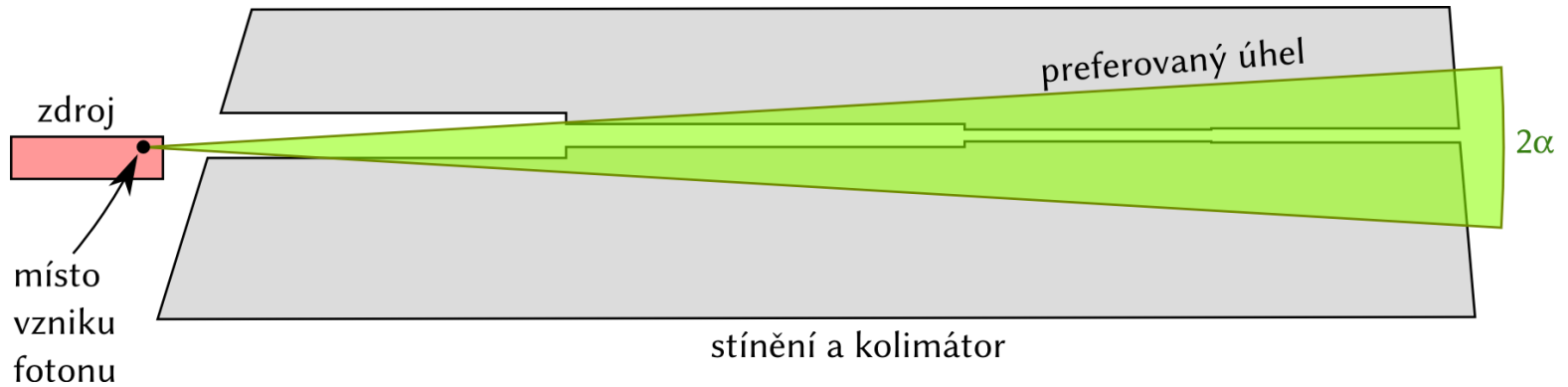
Rozložení zdrojů / kolimátorů



Průřez kolimátory



Generování částic a fyzika



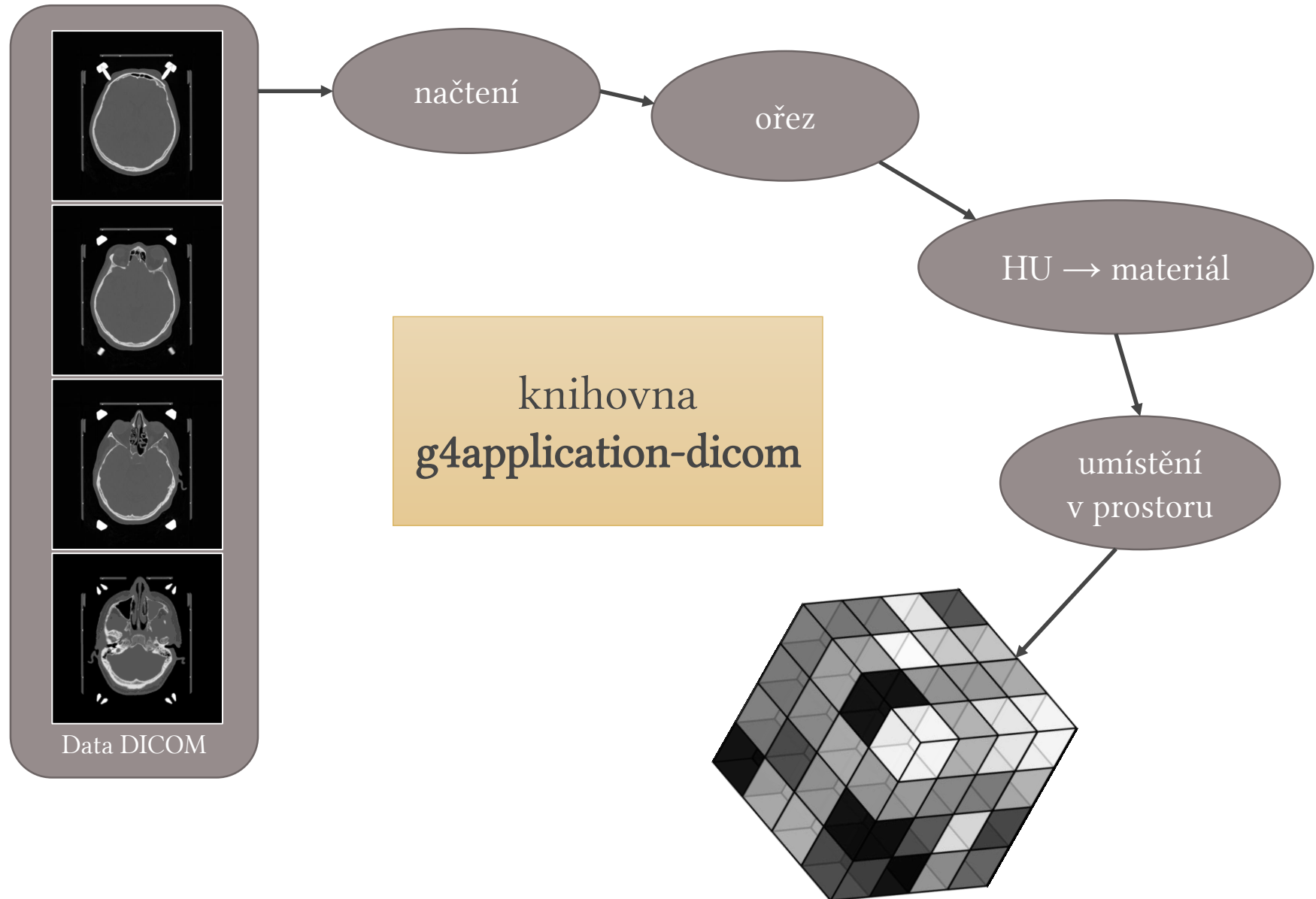
Standardní EM fyzika

Low-energy EM
fyzika

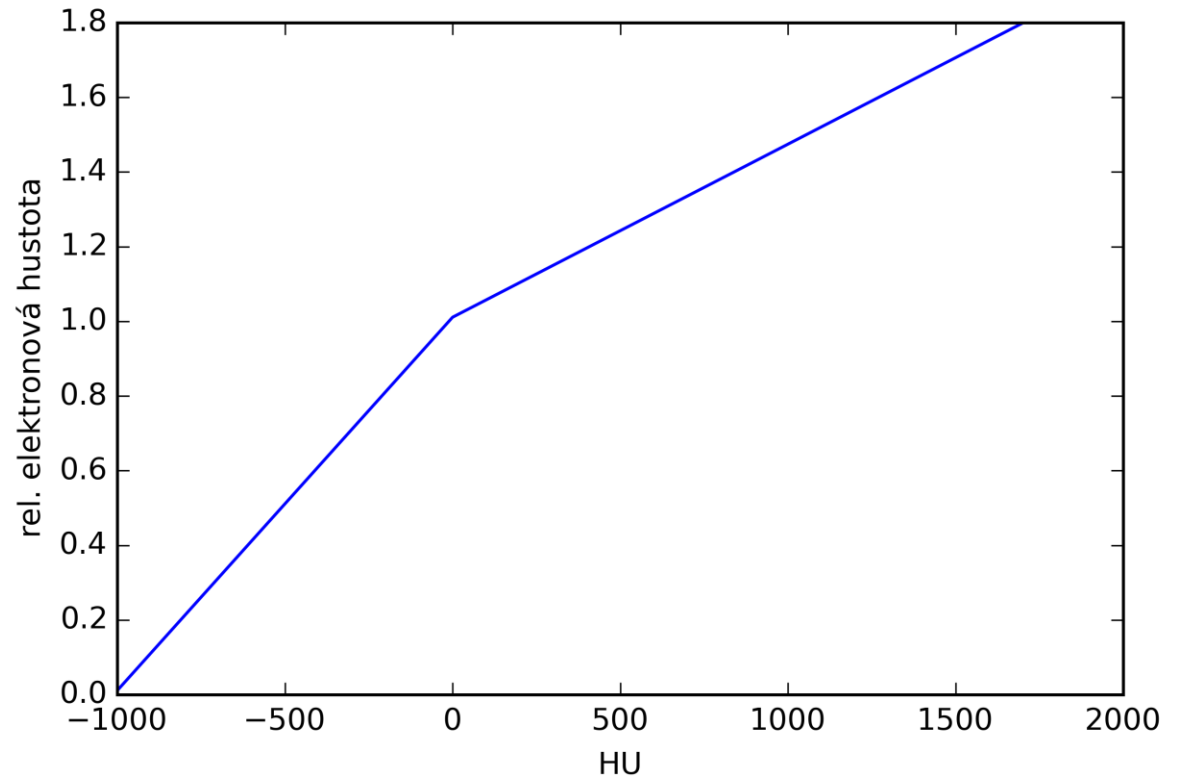
Další parametry

- Maximální délka kroku: 0,05 mm
- Produkční „cut“ na částice: 0,03 mm

Konstrukce voxelového fantomu



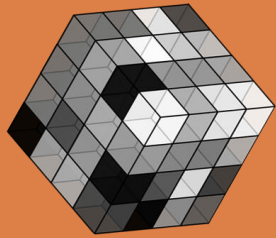
Definice materiálů



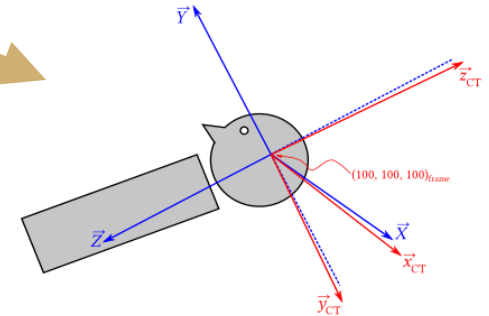
Materiálové složení: **VODA**

(Elektronová) hustota: z kalibrační křivky CT scanneru

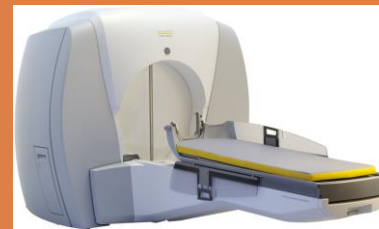
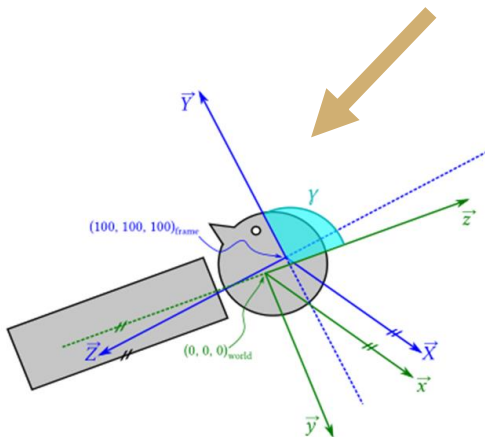
Umístění v prostoru



Souřadnice
CT



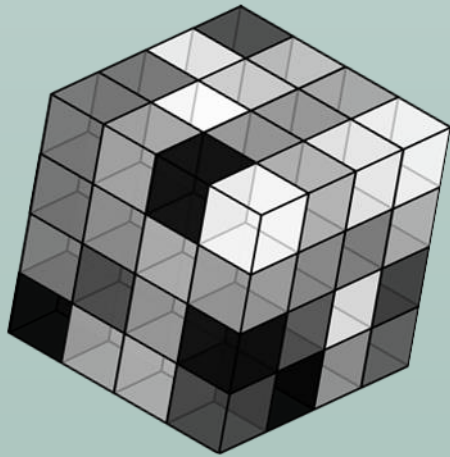
Stereotaktické
souřadnice



Absolutní
souřadnice

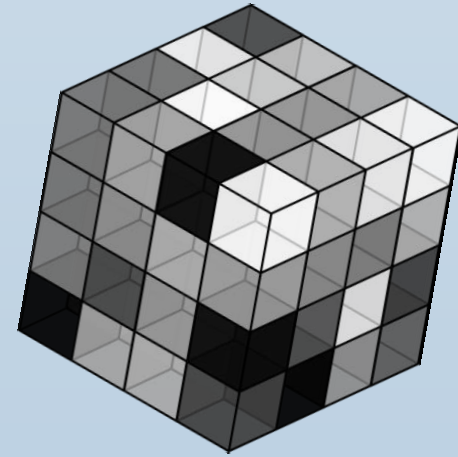
Data pro porovnání

Leksell GammaPlan



- export DICOM ve formátu RT
- relativní dávka (0..65535)
- mřížka
- 3 algoritmy

Monte Carlo



- výchozí skórování Geant4
- libovolná mřížka
- skórování veličin
 - deponovaná energie
 - dávka
- celkový výstup v textové podobě

Voxelové fantomy – případy

Gelový fantom



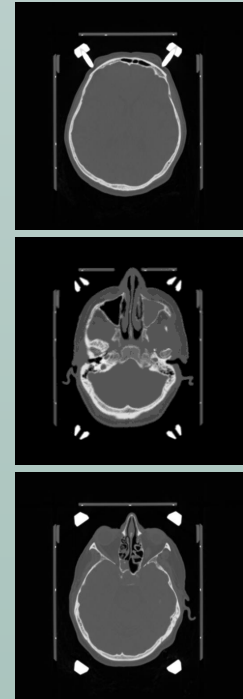
1 shot

Neuralgie



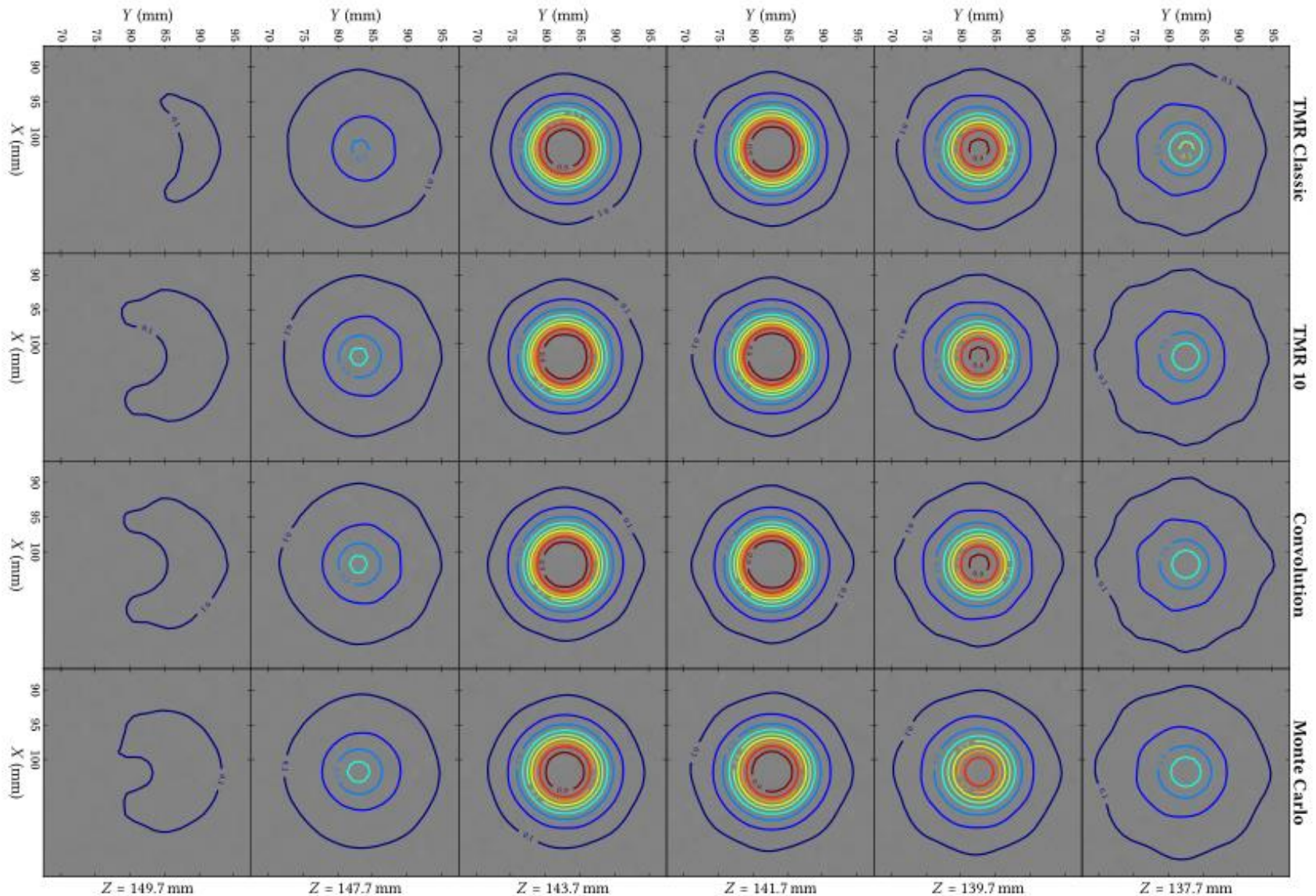
1 shot

Adenom



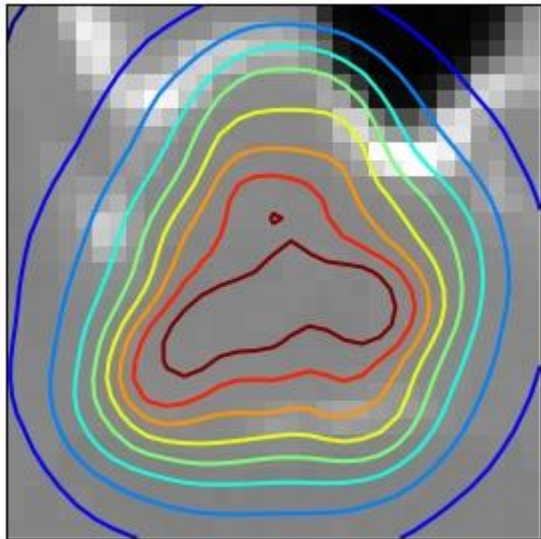
17 shotů
různé kolimátory

Porovnání distribucí – vizuální

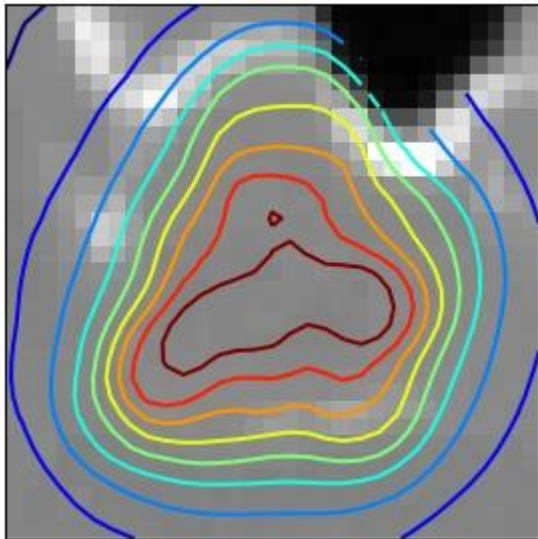


Porovnání distribucí – detail

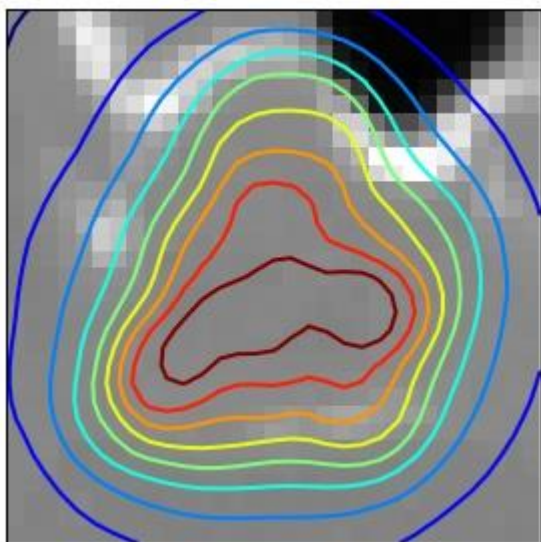
TMR 10



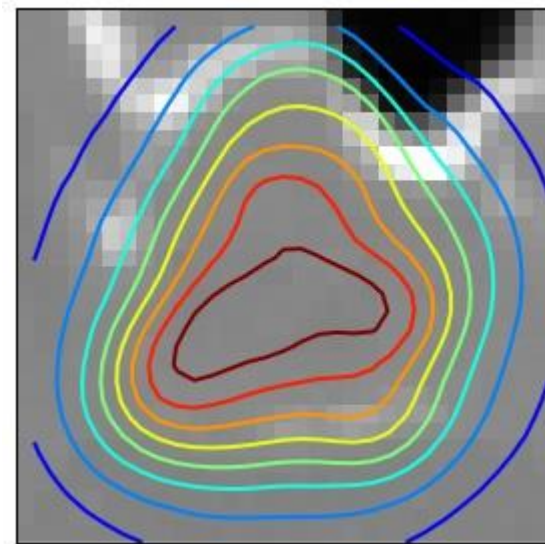
Convolution



TMR Classic



Monte Carlo



Porovnání distribucí – gama index

$$\gamma(\vec{r}_i) = \min_{\{\vec{r}_j\}} \sqrt{\left(\frac{D(\vec{r}_i) - D(\vec{r}_j)}{\Delta D_M}\right)^2 + \left(\frac{|\vec{r}_j - \vec{r}_i|}{\Delta d_M}\right)^2}$$

	TMR Classic	TMR 10	Convolution
gel	87,34 %	94,81 %	94,31 %
neuralgie	99,77 %	99,41 %	99,29 %
adenom	97,01 %	97,74 %	97,21 %

$$\Delta d_M = 0,5 \text{ mm}$$

	TMR Classic	TMR 10	Convolution
gel	99,71 %	99,90 %	99,92 %
neuralgie	99,99 %	99,98 %	100,00 %
adenom	99,75 %	99,78 %	99,76 %

$$\Delta d_M = 1,0 \text{ mm}$$

$$\Delta d_M = 1,5 \text{ mm}$$

$$\Delta D_M = 3 \%$$

	TMR Classic	TMR 10	Convolution
gel	99,94 %	99,99 %	99,99 %
neuralgie	100,00 %	100,00 %	100,00 %
adenom	99,92 %	99,92 %	99,91 %

Shrnutí

- † Geometrický model Perfexion
- † Knihovna pro vytváření voxel fantomů
- † Srovnání dávkového rozložení

- † Detailnější model zdroje a stínění
- † Vhodnější případy pro srovnání algoritmů
- † Podpora gelové dozimetrie

