

Validace Monte Carlo modelu detektorů MiniPIX TPX3 s různými senzory

Jaroslav Šolc⁽¹⁾, Daniela Doubravová⁽²⁾, Jana Šmoldasová⁽¹⁾, Eliška Trojanová⁽²⁾

Projekt TAČR „RaDron“: vývoj miniaturního zařízení pro rychlou lokalizaci zdroje IZ z dronu pomocí Comptonovy kamery. Validace Monte Carlo (MC) modelu detektorů a metod zpracování výsledků za účelem optimalizace parametrů detektoru a měření pomocí MC simulací.

Comptonova kamera: zjištění směru ke zdroji IZ, pokud známe místa dvou interakcí fotonu v detektoru a deponovanou energii.

Detektor: pixelový detektor *MiniPIX TPX3* s různými kombinacemi senzorů: Si tloušťky 1 mm, CdTe 1 mm, CdTe 2 mm; buď jeden senzor (jednovrstvá kamera) nebo dva senzory nad sebou (dvouvrstvá kamera).

Měření: hledání dvojných koincidence – současná detekce signálu na dvou místech v detektoru, stanovení pozice X,Y,Z a deponované energie

Simulace: kód MCNP, rozdělení objemu senzoru na pixely, zápis interakcí a deponované energie v pixelech do souboru, analýza

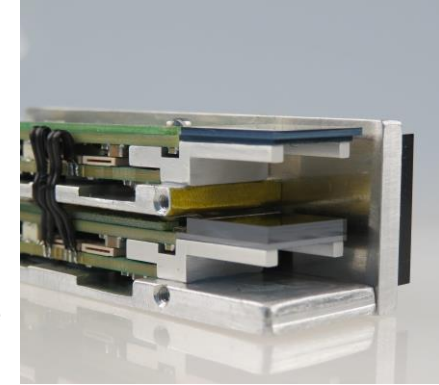
Validace MC modelu: Porovnání dvou relevantních veličin z měření a simulací - 1) **Píková detekční účinnost**; 2) **Detekční účinnost dvojných koincidence se součtem energií v zadaném intervalu**. Měření s bodovými zdroji ¹³³Ba, ¹³⁷Cs, ²⁴¹Am a ¹⁵²Eu.

Výsledky: Píková detekční účinnost – poměr EXP/MC.

Radionuklid	E (keV)	Jednovrstvá kamera		Dvouvrstvá kamera		
		2 mm CdTe	1 mm Si	2 mm CdTe	1 mm CdTe	2 mm CdTe
²⁴¹ Am	59.5	1.11 ± 0.04	1.21 ± 0.05	1.06 ± 0.03	0.98 ± 0.03	0.55 ± 0.03
¹⁵² Eu	121.7	0.98 ± 0.03	0.75 ± 0.17	1.05 ± 0.04	0.98 ± 0.04	1.06 ± 0.04
¹³³ Ba	356.0	0.76 ± 0.03	0.87 ± 0.25	0.97 ± 0.03	1.07 ± 0.04	0.99 ± 0.03
¹³⁷ Cs	661.7	0.86 ± 0.03	0	1.01 ± 0.03	1.09 ± 0.04	1.01 ± 0.04

Detekční účinnost dvojných koincidence se součtem energií v zadaném intervalu – poměr EXP/MC.

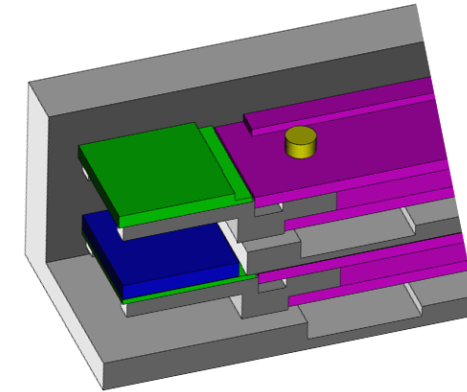
Radionuklid	E (keV)	Jednovrstvá kamera		Dvouvrstvá kamera		
		2 mm CdTe	1 mm Si	2 mm CdTe	1 mm CdTe	2 mm CdTe
²⁴¹ Am	59.5	9.48 ± 0.63	1.06 ± 0.11	7.97 ± 0.44	7.01 ± 0.54	8.58 ± 1.56
¹⁵² Eu	121.7	0.95 ± 0.05	1.52 ± 0.20	0.94 ± 0.04	1.06 ± 0.06	1.07 ± 0.06
¹³³ Ba	356.0	0.69 ± 0.03	1.39 ± 0.72	0.97 ± 0.04	0.99 ± 0.07	0.99 ± 0.04
¹³⁷ Cs	661.7	0.75 ± 0.03	1.34 ± 0.95	0.94 ± 0.04	0.95 ± 0.05	0.94 ± 0.04



Dvouvrstvá Comptonova kamera MiniPIX TPX3.



Dron vybavený miniaturní Comptonovou kamerou s detektorem MiniPIX TPX3.



Monte Carlo model Comptonovy kamery.

[Propagační video na YouTube](#)

Závěr: Relativní rozdíl mezi měřením a výpočtem typicky ±10 %, kromě ²⁴¹Am (velmi nízká pravděp. koincidence) a Si senzoru; jinak přiměřená shoda s ohledem na komplexnost porovnávaných dat. Klíčovou roli hraje správná energetická kalibrace detektoru, přesné měření deponované energie a přesné měření času interakcí.