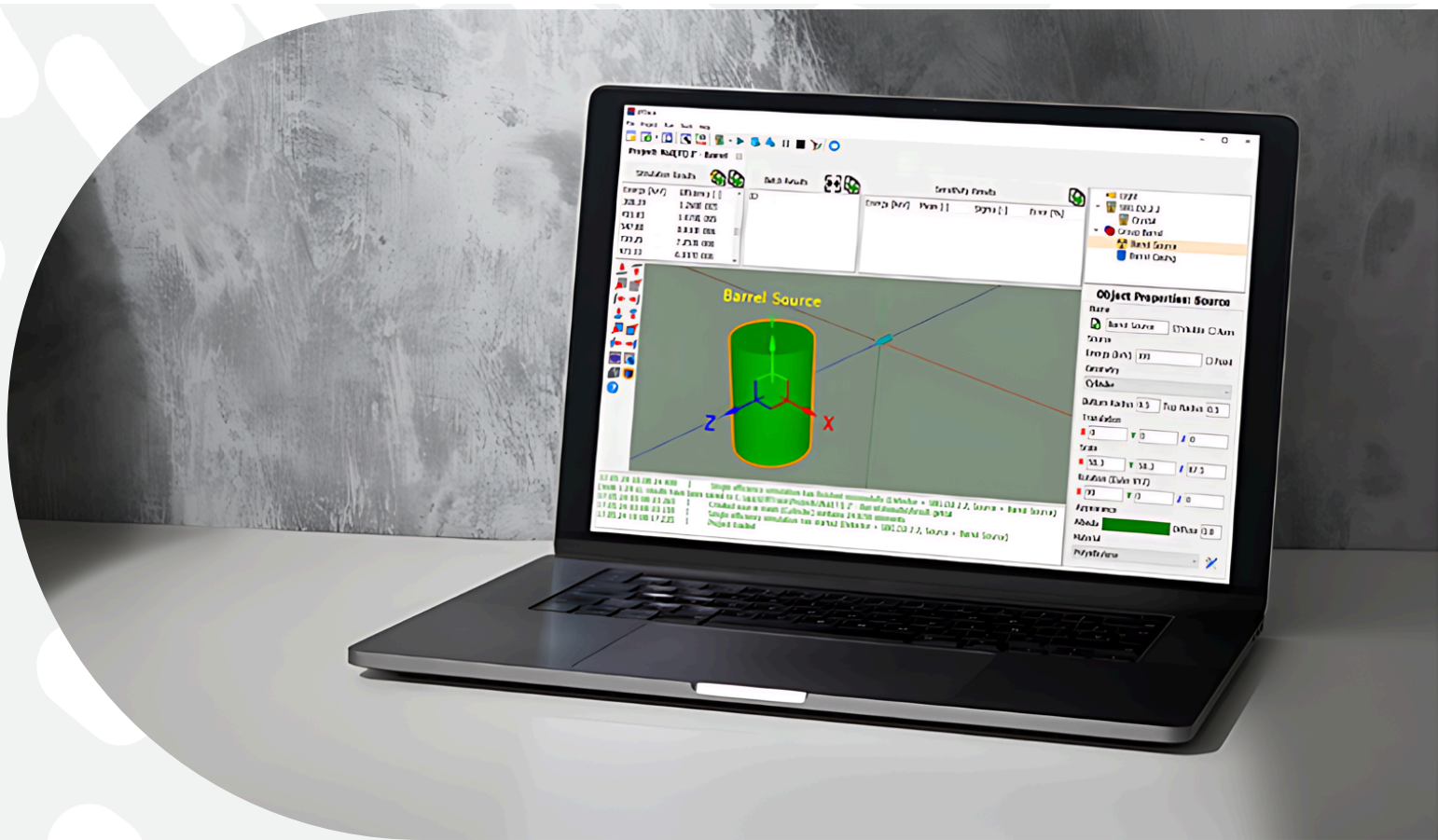


NuSOFT EffTrace



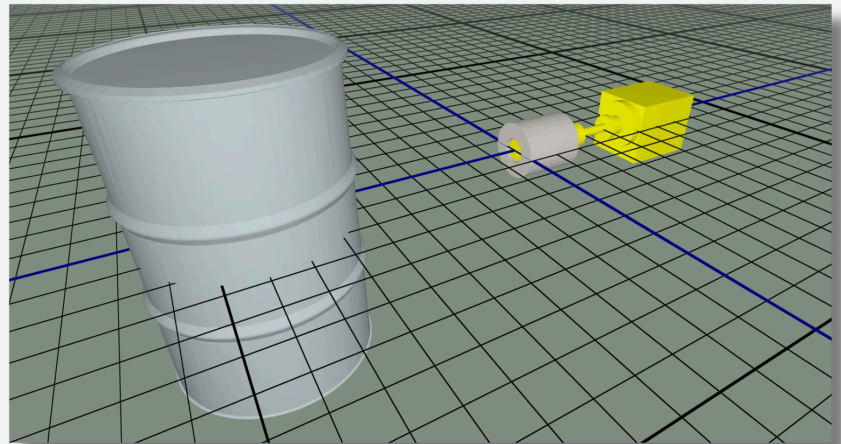
Software NuSOFT EffTrace je určen pro rychlý a přesný odhad účinnostních kalibrací pro libovolné měřené objekty s gama spektrometrickými detektory (jak pro scintilační, tak pro polovodičové HPGe). Výpočet je založen na analytickém přístupu s výpočtem prostorového úhlu mezi elementárním objemem zdroje a detektorem, s následnou korekcí stínění všech entit v 3D modelované geometrii včetně samostínění zdroje. Pro správný absorpční efekt v detektoru musí uživatel zadat účinnosti pro různé vzdálenosti, úhly a energie gama. To umožňuje použít NuSOFT EffTrace s libovolným detektorem. Pro kolimátory nabízí SW vestavěnou metodu Monte Carlo, která dokáže automaticky odhadnout efekt kolimátoru pro daný detektor, aniž by bylo nutné takový efekt experimentálně měřit.

Benefity

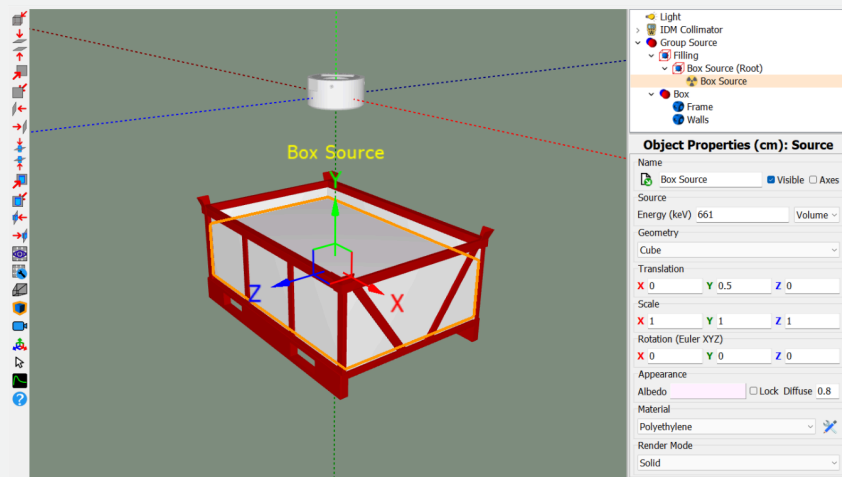
- Snadná definice složité 3D geometrie pomocí CSG
- Možnost importu 3D geometrií ve formátu STL
- Vlastní definice detektoru a kolimátoru
- Výpočet vlivu kolimátoru vestavěnou metodou Monte Carlo
- Rychlý analytický přístup k výpočtům účinnosti
- Dávkový výpočet umožňující automatickou změnu různých parametrů (s modulem Dávkového výpočtu)
- Analýza citlivosti pro provedení studie nejistoty vstupních parametrů modelu (s modulem Citlivostní analýzy)

Editor projektu

Všechny potřebné definice pro výpočty účinnosti jsou integrovány v projektu. Hlavním prvkem okna projektu je 3D scéna, která slouží jako pracovní prostor pro modelování měřené geometrie. Scéna je vybavena řadou užitečných nástrojů, včetně ovládacích prvků kamery, rozměrové mřížky a 3D transformačního nástroje gizmo. Editor je navržen s ohledem na jednoduchost, což uživatelům umožňuje rychle se seznámit s pracovním postupem.



Obrázek 1: Projektová scéna, perspektivní promítání kamery



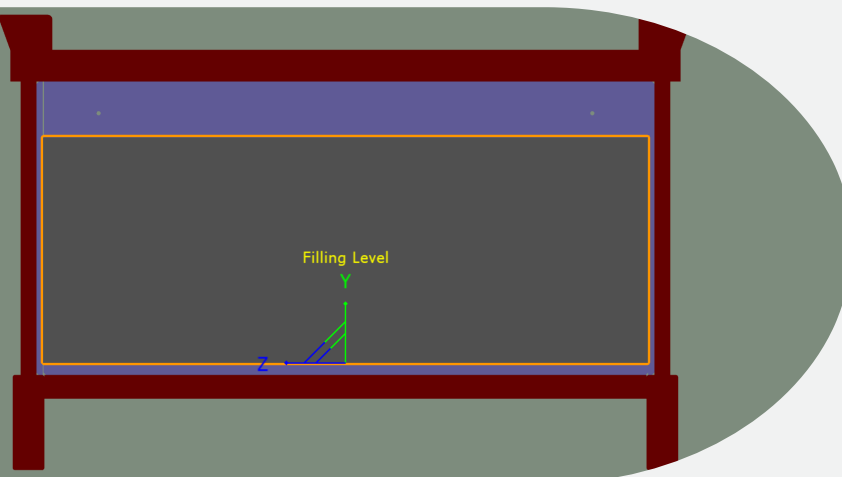
Obrázek 2: Projektový editor s panelem vlastností objektu a paletou rychlých tlačítek

Definice geometrie

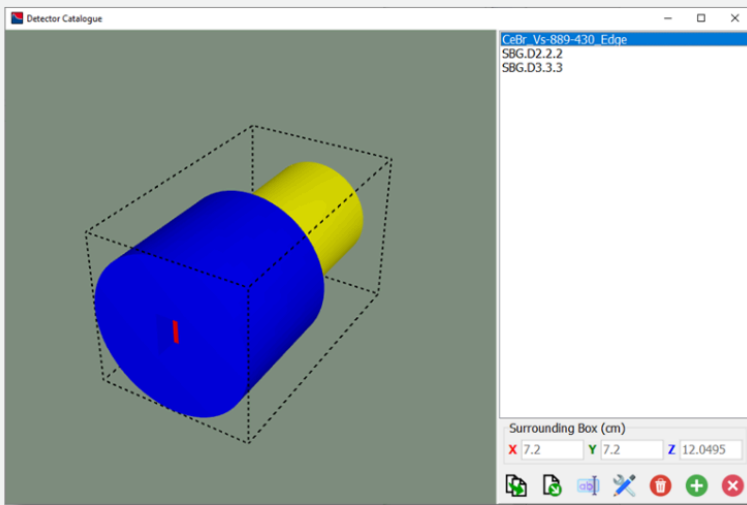
Editor umožňuje jednoduché analytické geometrie (krychle, koule, válce) pro rychlé prototypování a výpočty účinnosti. Pro složité 3D tvary využívá tzv. Constructive Solid Geometry, která provádí booleovské operace na 3D geometriích. Kromě toho je podporován přímý import geometrií ze souborů STL, což zajišťuje bezproblémovou interoperabilitu s CAD nástroji a usnadňuje efektivní spolupráci s konstrukčními inženýry.

Abstraktní geometrie

Editor podporuje tvorbu hierarchických abstrakcí nad primitivními geometrickými entitami. Umožňuje seskupování objektů, což dovoluje definovat prostorové vztahy vzhledem k lokálním souřadnicovým systémům skupiny. Uživatelé mohou navíc přepsat výchozí referenční středy objektů zadáním vlastních referenčních bodů, což zlepšuje kontrolu nad transformacemi objektů. Tato funkce je obzvláště výhodná v simulačních kontextech, jako je modelování objemového zaplnění v rámci ohraničených geometrií.



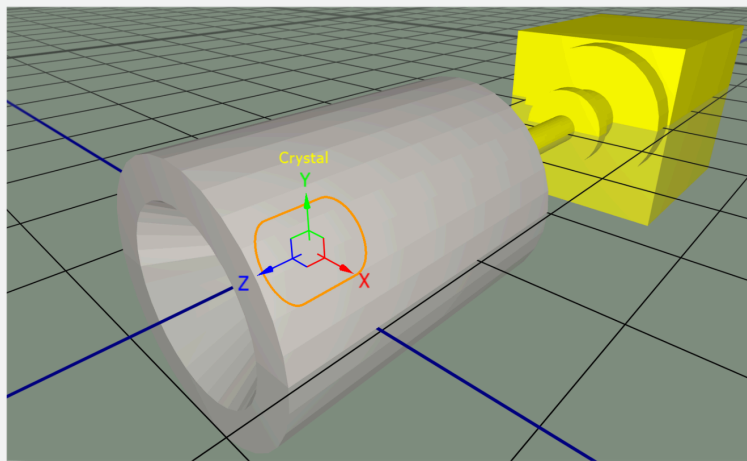
Obrázek 3: Abstraktní geometrie boxu s úrovní zaplnění, ortografické promítání kamery



Obrázek 4: Katalog detektorů

Editor detektorů

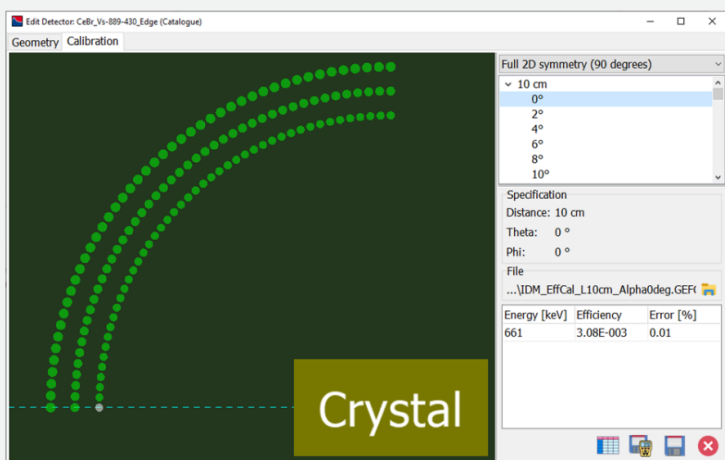
System umožňuje uživatelům definovat vlastní detektory a kolimátory a nabízí plnou kontrolu nad jejich konfigurací. Vliv kolimátoru na účinnost se vypočítává pomocí integrované metody Monte Carlo. Uživatelé mohou dokonce implementovat generické teoretické detektory, pokud poskytnou kalibrační data z pokročilých simulačních nástrojů, jako je MCNP. Tato flexibilita podporuje širokou škálu experimentálních a modelových scénářů, od na míru navržené instrumentace až po komplexní teoretické studie.



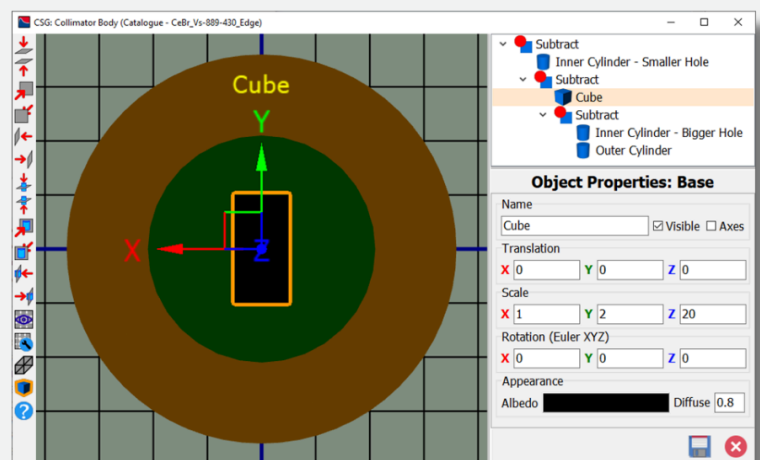
Obrázek 5: Editor detektoru - definice geometrie

Definice detektoru je rozdělena do dvou kategorií: Geometrie a Kalibrace. Ty se provádějí v editoru detektorů. Geometrie se skládá ze 3 entit:

1. Tělo detektoru – hlavní tělo detektoru, fyzická reference měřicího zařízení.
2. Krystal – aktivní objem zodpovědný za detekci částic, entita, která se používá ve výpočtech.
3. Kolimátor – lze jej sestavit z různých částí kolimátoru



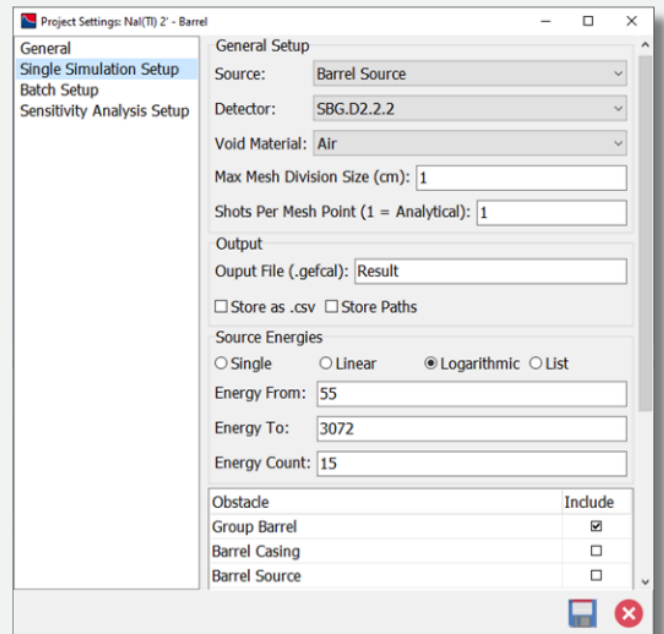
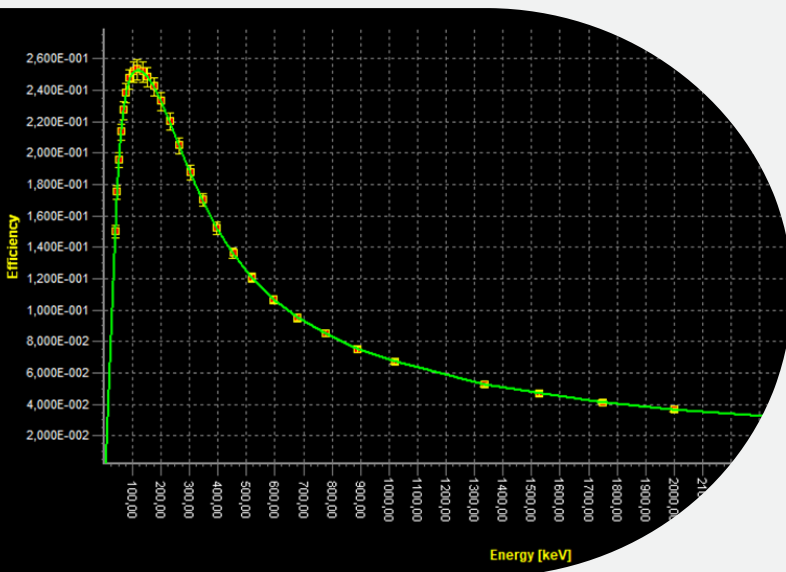
Obrázek 6: Editor detektoru - kalibrace



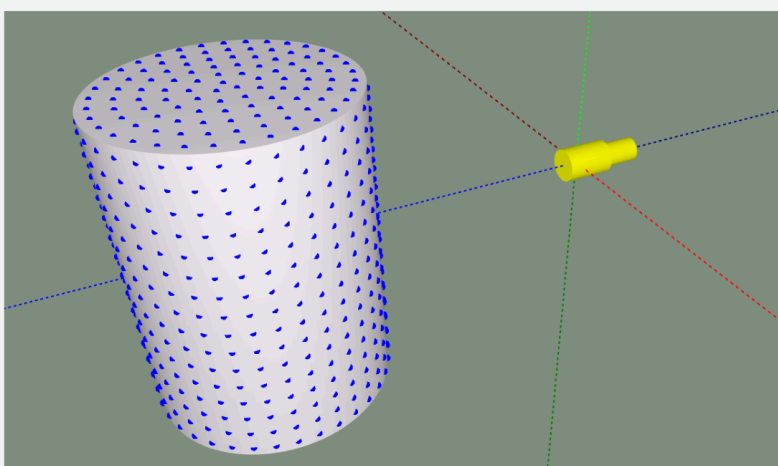
Obrázek 7: Definice kolimátoru pomocí CSG geometrie

Konfigurace výpočtu účinnosti

NuSOFT EffTrace informuje uživatele o všech nezbytných krocích pro spuštění výpočtu pomocí chybových hlášení. Nejprve je třeba předpočítat softwarové účinnosti zvoleného detektoru a kolimující efekt přidruženého kolimátoru. Poté se provede konfigurace výpočtu podle definovaného nastavení v Nastavení projektu a pokud je vše provedeno úspěšně, je uživatel informován o výstupu.



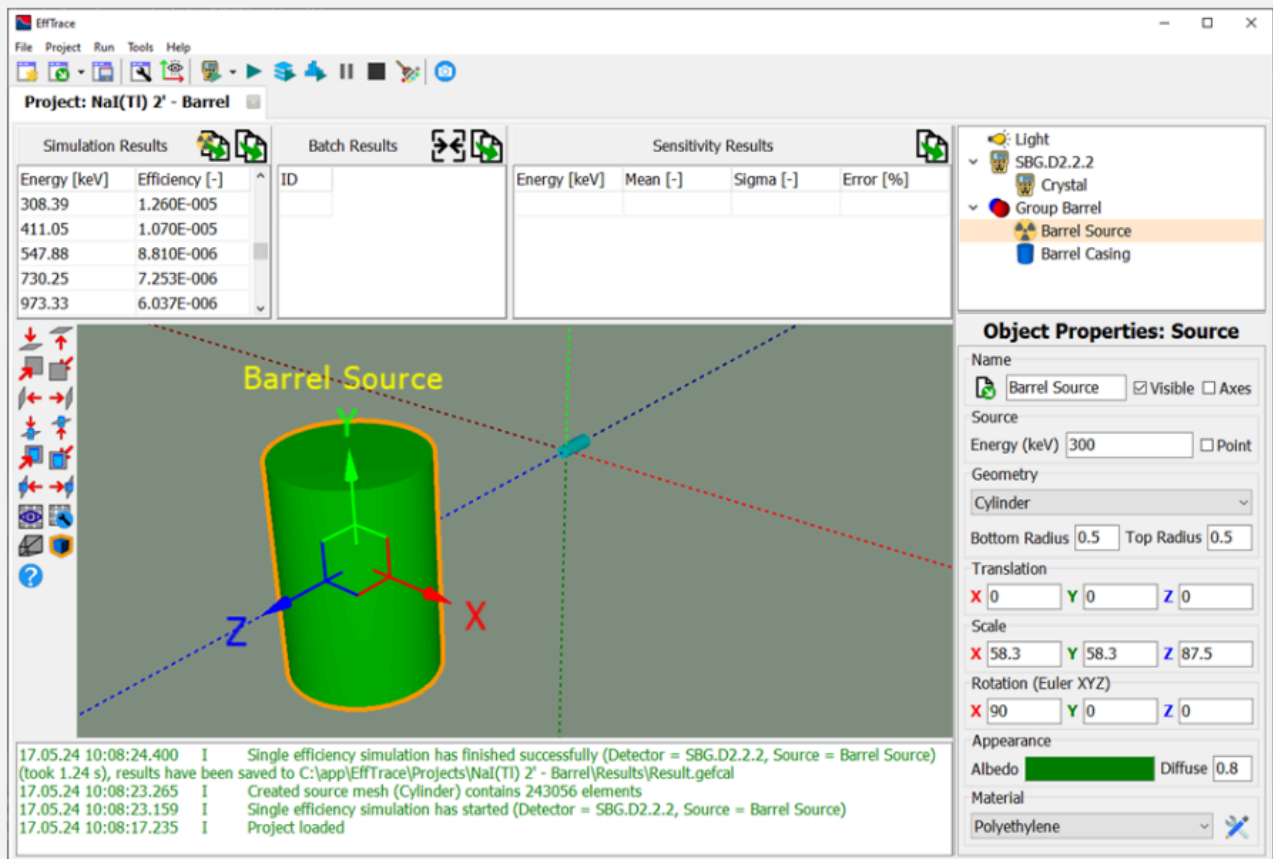
Obrázek 8: Nastavení projektu – konfigurace výpočtu



Obrázek 9: Diskretizace zdroje na elementární objemy (nebo elementární povrchy)

Výpočetní rychlost

Geometrie zdroje je rozdělena na elementární podobjemy pro objemovou (nebo na dílčí povrchy pro plošnou) kontaminaci, čímž vzniká výpočetní síť. Omezením simulace na primární fotony emitované ze zdroje a plně absorbované v objemu detektoru se výrazně snižuje výpočetní náročnost. Vnitřní absorpční vlastnosti detektoru jsou zahrnuty v poskytnutých kalibračních datech, což eliminuje potřebu simulovat detailní vnitřní interakce. V důsledku toho postačuje sledovat geometrické interakce fotonů podél jejich přímých drah směrem k detektoru.

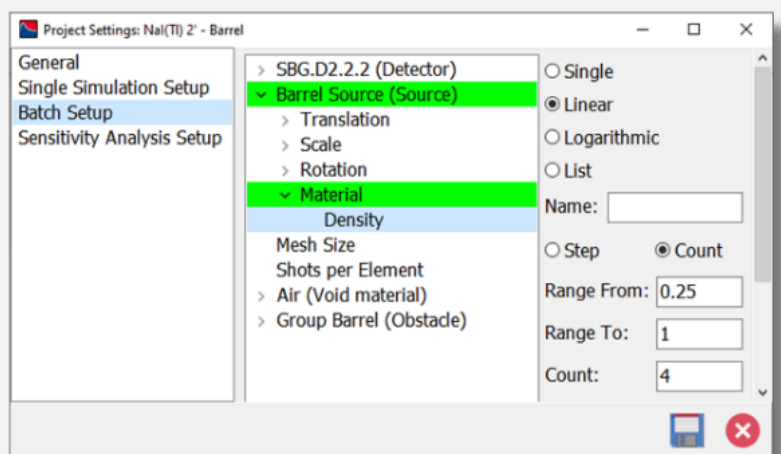


Obrázek 10: Úspěšné dokončení výpočtu účinnosti

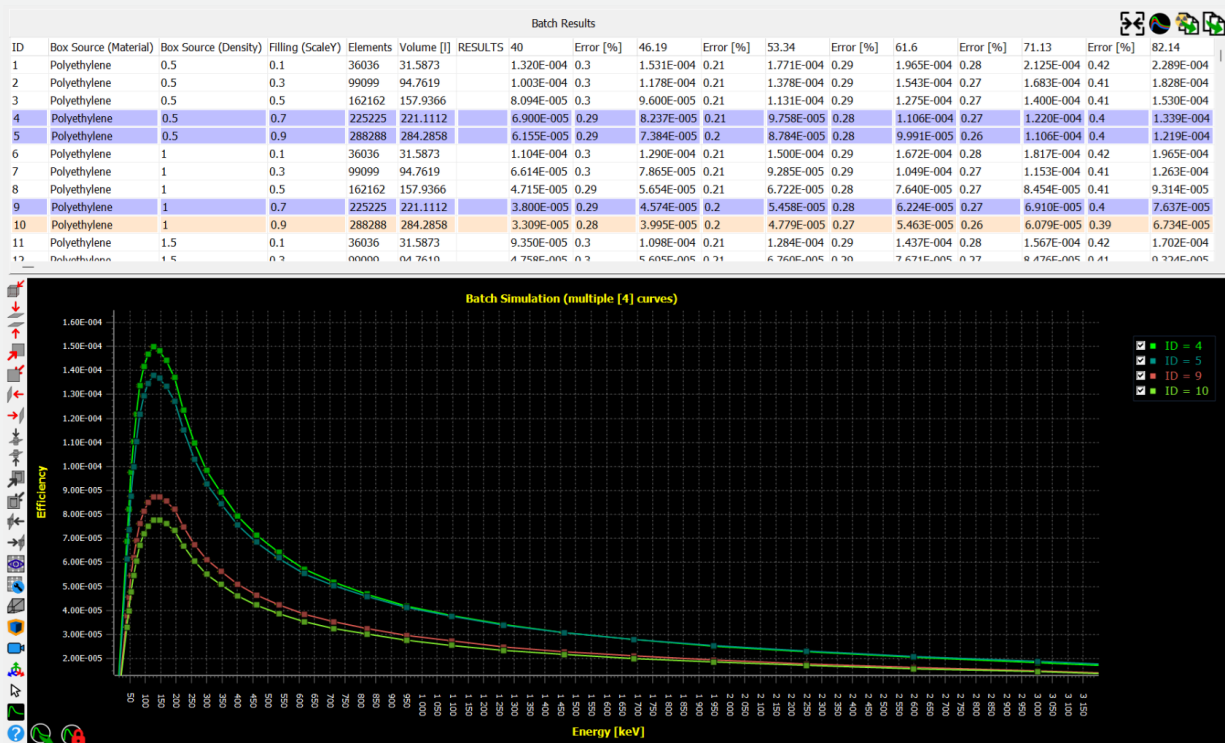
Dávkový výpočet

Pokročilé funkce umožňují dávkové spouštění více simulačních konfigurací. Měnit scénu a spouštět vždy jen jednu simulaci je neefektivní. Místo toho mohou uživatelé definovat parametry, jako jsou geometrické transformace nebo vlastnosti materiálů, a software automaticky vypočítá všechny kombinace jedním příkazem. Podporované parametry jsou:

- Materiál (z databáze projektu) jakékoliv entity kromě detektoru zapojené do simulace,
- Hustota materiálů jakékoliv entity kromě detektoru nebo materiálu prázdného prostoru,
- Posun a rotace libovolné entity,
- Velikost jakékoliv entity kromě detektoru,
- Diskretizační velikost sítě zdroje,
- Počet Monte Carlo simulací (střel).



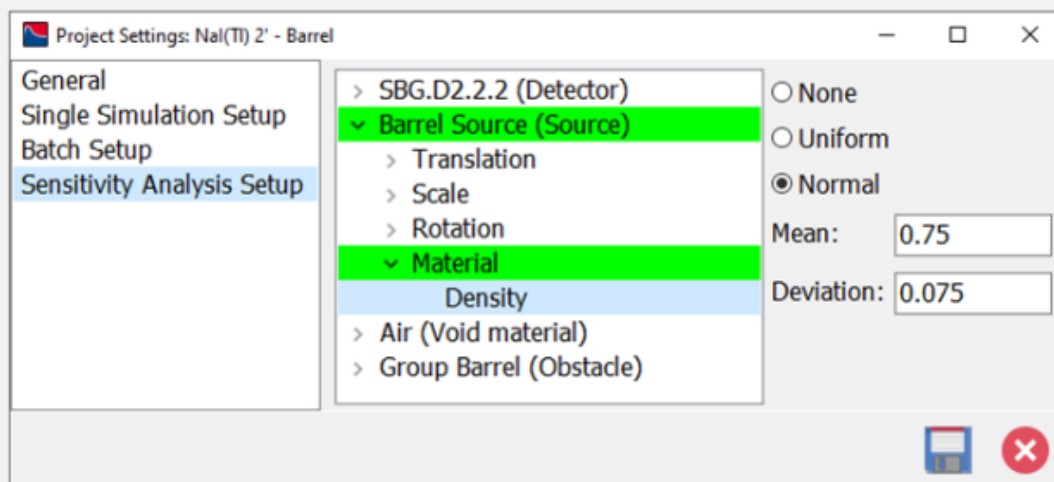
Obrázek 11: Nastavení projektu – konfigurace dávkových parametrů



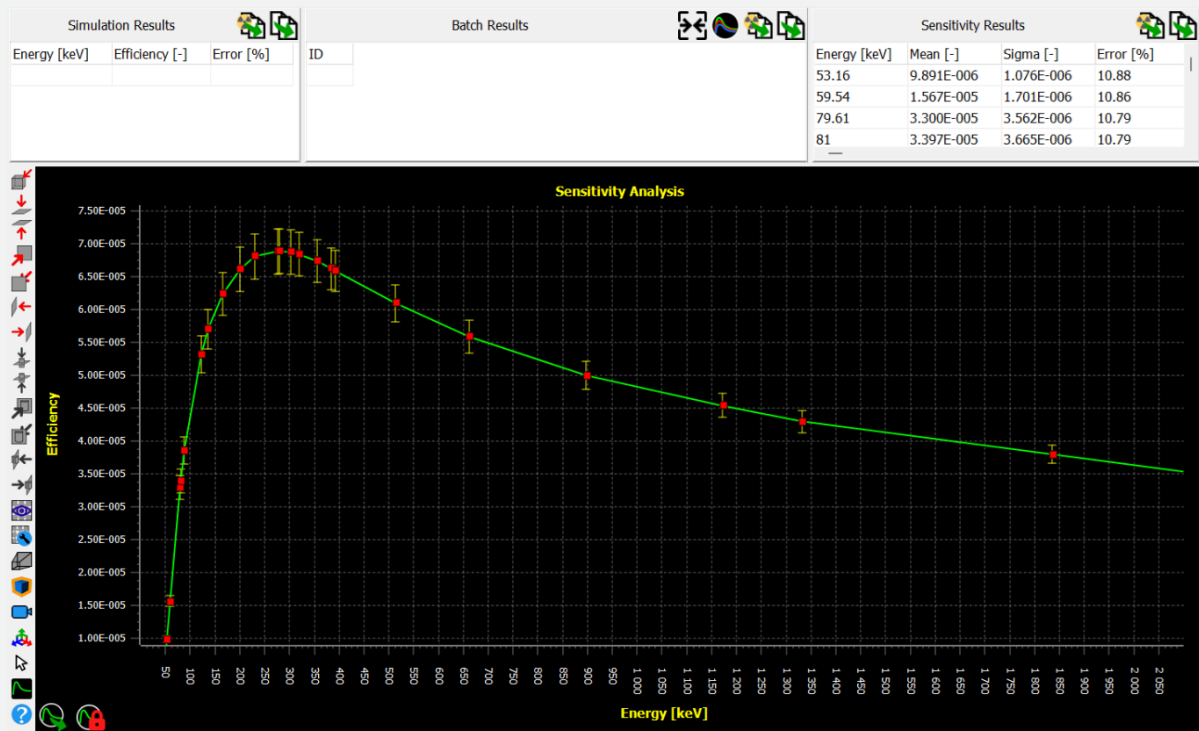
Obrázek 12: Úspěšné dokončení dávkového výpočtu

Citlivostní analýza

Podobně jako v dávkovém režimu umožňuje nástroj pro analýzu citlivosti považovat tyto parametry za náhodné proměnné a vyhodnocovat vliv nejistot vstupů na výslednou účinnost. Parametry mohou být definovány jako rovnoměrné rozdělení se zadaným rozsahem nebo jako normální rozdělení se zadanou střední hodnotou a směrodatnou odchylkou. Uživatel také volí počet náhodných vzorků (tj. počet nezávislých simulací). Výstup analýzy citlivosti obsahuje střední hodnotu účinnosti, její směrodatnou odchylku (sigma) a relativní chybu (sigma dělené střední hodnotou) vyjádřenou v procentech.



Obrázek 13: Nastavení projektu – konfigurace citlivostních parametrů



Obrázek 14: Úspěšné dokončení citlivostní analýzy

Moduly softwarového balíku NuSOFT EffTrace:

Hlavní modul

- Definice detektoru a kolimátoru
- Tvorba 3D geometrie
- Definice materiálu
- Charakterizace zdroje
- Výpočet účinnosti
- Export do CSV nebo GAMWIN

Modul pro Dávkové výpočty

- Automatizovaný výpočet účinností s úpravami různých parametrů (např. různé materiály, hustoty a polohy zdroje)
- Široká škála možností parametrizace
- Hromadný export účinností do formátu CSV nebo do více jednotlivých souborů
- Vícevláknová podpora pro odhad efektu kolimátoru v nezávislých geometrických konfiguracích

Modul pro Citlivostní analýzu

- Studie nejistoty vstupních parametrů, jako je hustota materiálu nebo zaplnění sudu

Modul Monte Carlo

- Umožňuje vypočítat účinnost zdroje pomocí jednoduché metody Monte Carlo (semianalytický přístup)
- Lze použít pro Marinelliho nádoby nebo vzorky s blízkými geometriemi