

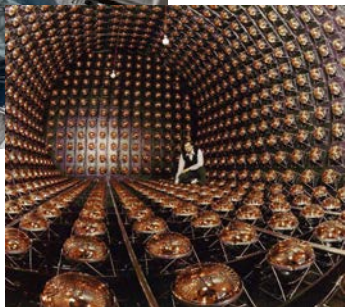
# Reaktorová antineutrína - detector $S^3$

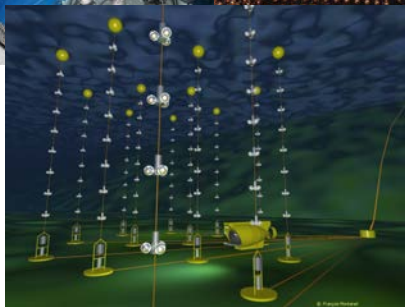
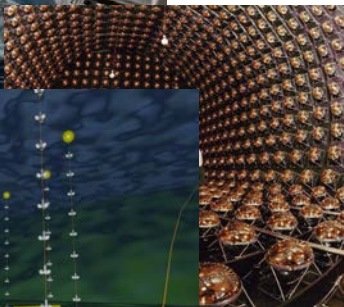
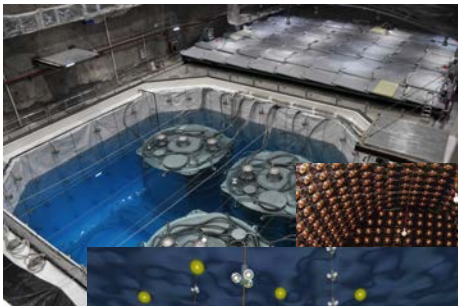
Lukáš Fajt

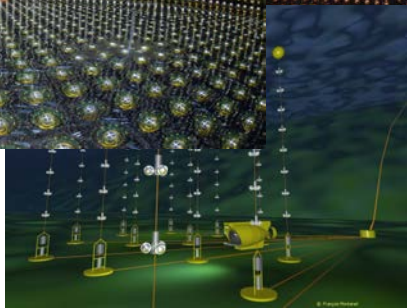
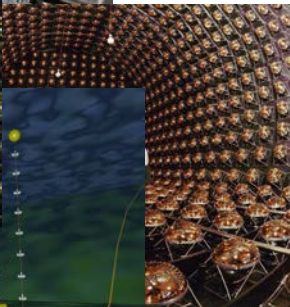
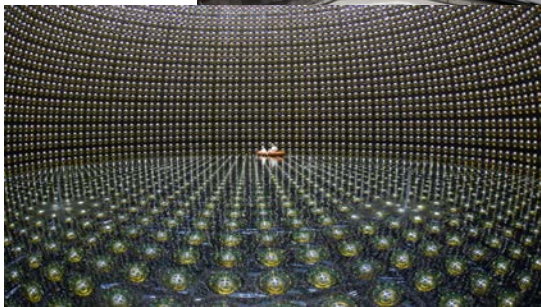
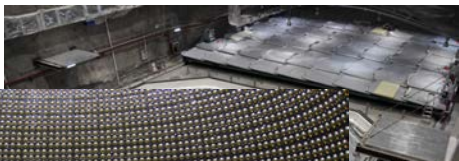
$S^3$  kolaborace – ÚTEF ČVUT & JINR DUBNA (Skupina V. Egorova)  
lukas.fajt@utef.cvut.cz  
ÚTEF ČVUT / MFF UK

Neutrinový seminář  
25. 05. 2015









# Detektor reaktorových antineutrin

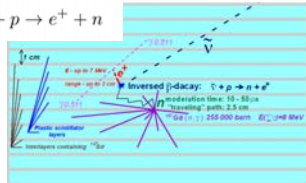
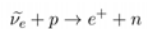
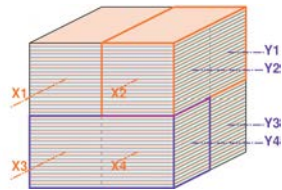
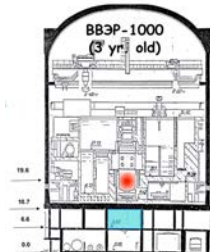
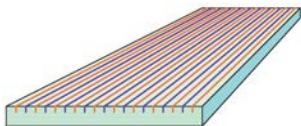
## Nástin konstrukce

Detektor reaktorových antineutrin na bázi polystyrenových scintilátorů

Prototyp 40 × 40 × 40 cm<sup>3</sup> → 80 desek s 19 vlákny, 8 kanálů

Základní element deska 40 × 20 × 1 cm<sup>3</sup> obalená odrazovým materiálem a Gd fólií

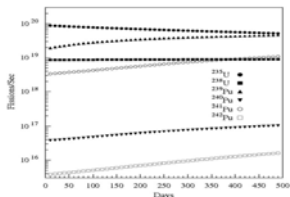
Stínění - 100-leté olovo, polyethylen, lithiovany nebo borovany polyethylen



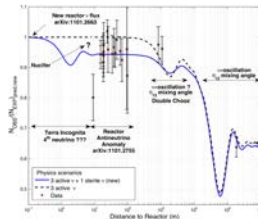
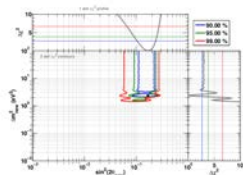
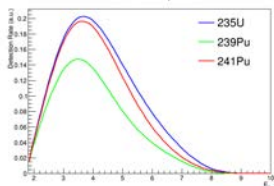
## Motivace

## Aplikace

Aplikovaný výzkum → Monitorování zastoupení jednotlivých izotopů v jaderném reaktoru  
 Základní výzkum → Ověření existence „sterilního“ neutrina



Anti-neutrino spectra



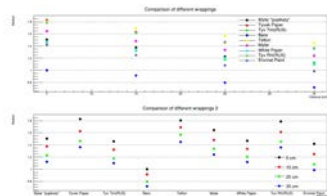
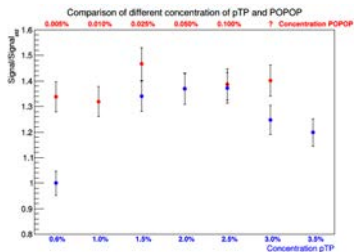
# Optimalizační experimenty

## Komponenty

- Temná místnost, rám s elektronikou NIM, měřící PC, kalibrační LED
- Trigrovací scintilátory
- Kosmické záření

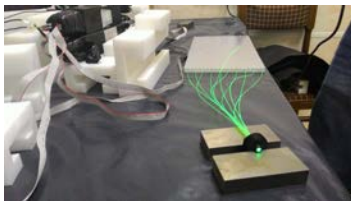
## Optimalizované prvky

- Chemické složení detektoru → luminiscenční dopanty pTP a POPOP
- Obalové materiály (holý scintilátor, bílý papír, TiO<sub>2</sub> barva, různé typy mylaru, teflon, různé typy tyveku)
- Gadoliniová konverzní vrstva

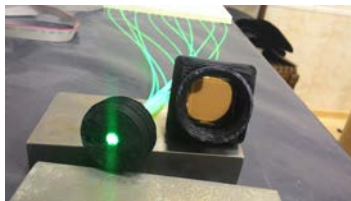




## Temná místnost



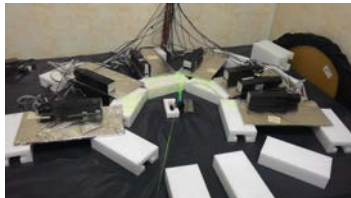
(a) Scintilátor a redukce na PMT



(b) Scintilátor a PMT



(c) Měření podélného útlumu



(d) Porovnání různých koncentrací POPOP

Obrázek : Měřicí aparatura v temné místnosti v JINR, Dubna

# Simulace

## Geant4

Objektově orientovaný simulační toolkit vyvinutý v CENRu umožňující provádět simulace průchodu částic hmotou

## Simulations

- Scintilační deska
- Celý detektor

## Studované vlastnosti

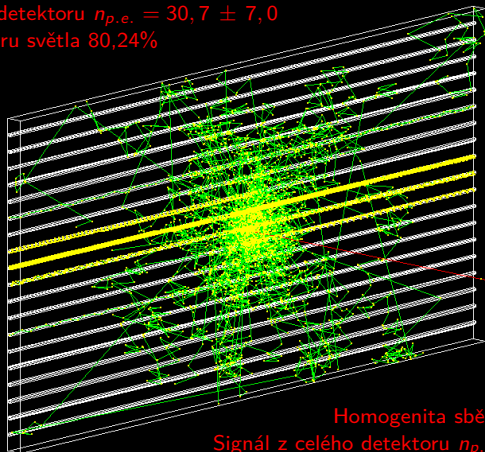
- Struktura inverzního beta rozpadu (IBD)
  - Čas mezi anihilací pozitronu a záchytem neutronu
  - Účinnost záchytu neutronu na Gadolinium
  - Energie deponované v mrtvých vrstvách
  - Délka drah vytvořených částic
- Účinnost detekce antineutrin
  - Závislost na pozici primární interakce
  - Závislost na velikosti detektoru
  - Závislost na energii antineutrina
- Rozlišení

## Simulace desky - ilustrace

Signál z celého detektoru  $n_{p.e.} = 30,7 \pm 7,0$

Homogenita sběru světla 80,24%

Simulace

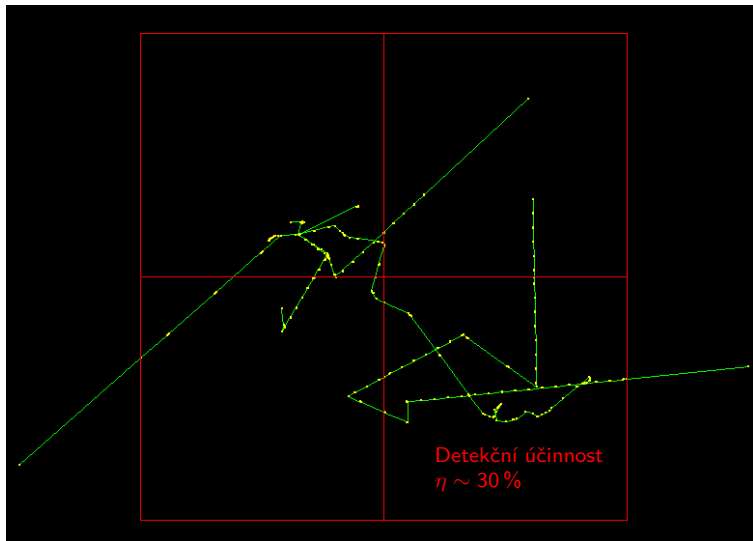


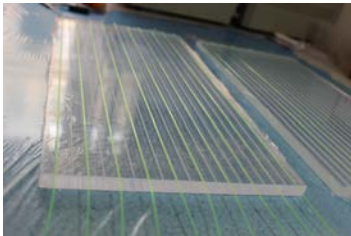
Experiment

Homogenita sběru světla 80,27%

Signál z celého detektoru  $n_{p.e.} = 31,3 \pm 3,3$

## Simulace detektoru - ilustrace





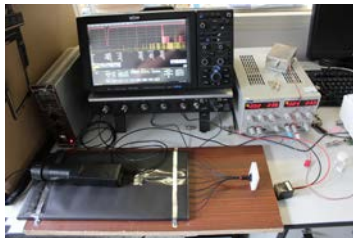
(a) Lepení WLS vláken



(b) Scintilační plát připravený na měření



(c) Měření scintilátor a trigovací fotonásobič



(d) Celá měřící aparatura

Obrázek : Měřící aparatura v UTEF, Praha. <img alt="Navigation icons: back, forward, search, etc." data-bbox="700 935 990 965"/>

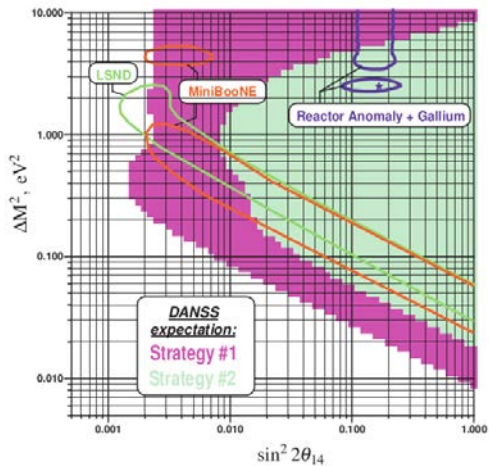
## Rekapitulace

- Optimalizace zastoupení pTP a POPOP → 2 % pTP, 0.05 % POPOP
- Nalezen optimální obalový materiál → teflon
- Vyzkoušeny různé druhy aplikace gadolinia → izolepa a  $Gd_2O_3$
- Výsledný experimentální světelný výtěžek je  $n_{p.e.}^{exp} = 31,3 \pm 3,3$  p.e./MeV
- Výsledný světelný výtěžek ze simulací je  $n_{p.e.}^{sim} = 30,7 \pm 7,0$  p.e./MeV
- Homogenita sběru světla ze simulací je 80,24% vs. experiment 80,27%
- Detekční účinnost  $\eta \sim 30$  %
- Podán patent

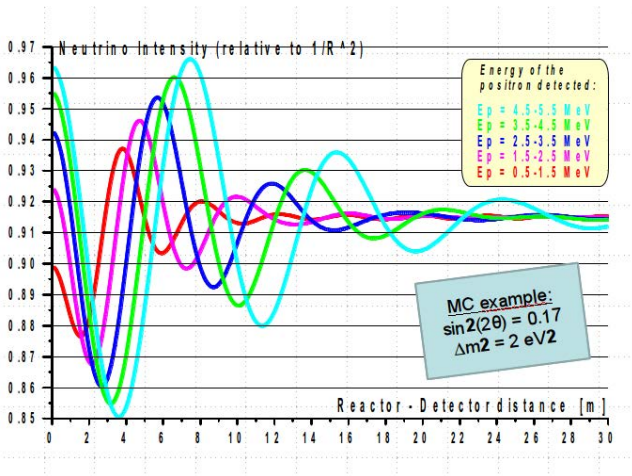
## Budoucnost

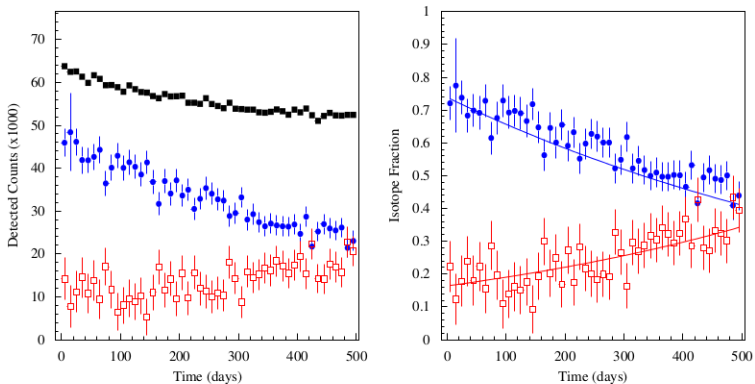
- Výroba desek v Envinetu + výroba drážek → 20 desek vyrobeno
- Nalepení vláken, zabalení do odrazivého materiálu a výroba a použití gadoliniové fólie
- 4 kanálová elektronika připravena → Měření pozadí, vyhodnocení vlivu stínění

Děkuji za pozornost.









**Fig. 6.** GEANT4 simulation results. Left: total (black) and separated detected counts from  $^{235}\text{U}$  (blue) and  $^{239}\text{Pu}$  (red) as a function of time. Each point represent the results of 10-days integration time. Right: measured isotopic fraction of  $^{235}\text{U}$  (blue) and  $^{239}\text{Pu}$  (red) as a function of time. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)