

# Gama záření z přírodních zdrojů

David Paulů, Gymnázium Jiřího Wolkerova, Prostějov; david\_paulu@seznam.cz

Jan Zugárek, SPŠE Brno; j.zugarek@seznam.cz

Petr Distler, Gymnázium Jeseník; petrdistler@seznam.cz

## Abstrakt:

Práce se věnuje problematice detekce gama záření pomocí HPGe detektoru. Cílem experimentální části bylo určit radionuklidy ve vybraných přírodních vzorcích na základě detekované energie. Zvolenými vzorky byly smolinec z hlušiny jáchymovské haldy a med nasbíraný v roce 1988 v černobylské oblasti.

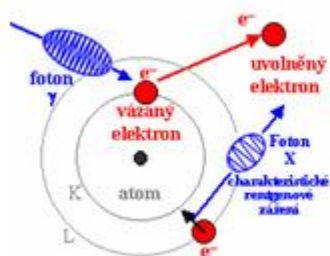
## 1 Úvod

Cílem naší práce bylo seznámit se s fyzikální podstatou záření gama, jeho interakcí s látkou, možnostmi detekce a měření vybraných vzorků.

Co gama záření vůbec je? Je to vysoce energetické elektromagnetické vlnění vznikající při radioaktivních a jiných jaderných a subjaderných dějích, které je často definováno jako záření o energii fotonů nad 10 keV. (Kiloelektronvolt = množství energie, kterou potřebuje elektron na překonání elektrického potenciálu jednoho kilovoltu,  $1 \text{ keV} \approx 1,602 \times 10^{-16} \text{ J}$ .) Záření gama je druh ionizujícího záření. Do materiálu proniká lépe než záření alfa nebo beta, která jsou korpuskulární.

Existuje mnoho způsobů jak může gama záření interagovat (vzájemné působení částic) s látkou, ovšem ve většině případů jsou to tyto tři:

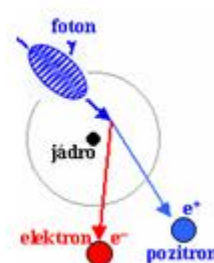
- 1) Fotoelektrický jev – vzniká, když foton  $\gamma$  interaguje s elektronem na orbitu atomu a předá mu veškerou energii, což elektronu umožní opustit atom.
- 2) Comptonův rozptyl – je interakce fotonu s volným nebo slabě vázaným orbitálním elektronem, při níž část energie fotonu umožní únik elektronu z atomu a zbytek energie je vyzářen v podobě méně energetického fotonu.
- 3) Vznik elektron-pozitronového páru – nastává při průletu fotonu v dosahu Coulombické síly jádra. Energie fotonu je využita na vznik páru elektron- pozitron.



Fotoefekt



Comptonův rozptyl



Vznik páru  $e^-$  a  $e^+$

Chceme-li detekovat gama záření a určit jeho energii, můžeme použít detektory: scintilační, plynové nebo polovodičové.

## 2 Metodika

K měření jsme použili polovodičový detektor HPGe (High Purity Germanium = Vysoce Čisté Germanium) s analyzátozem Canberra. Pro kalibraci detekční soustavy jsme použili radionuklidy  $^{137}\text{Cs}$  ( $E_\gamma = 661,7 \text{ keV}$ ) a  $^{60}\text{Co}$  ( $E_{\gamma 1} = 1173 \text{ keV}$ ,  $E_{\gamma 2} = 1333 \text{ keV}$ ).

Měřili jsme tyto vzorky: 1) Med z Černobylu nasbíraný v roce 1988

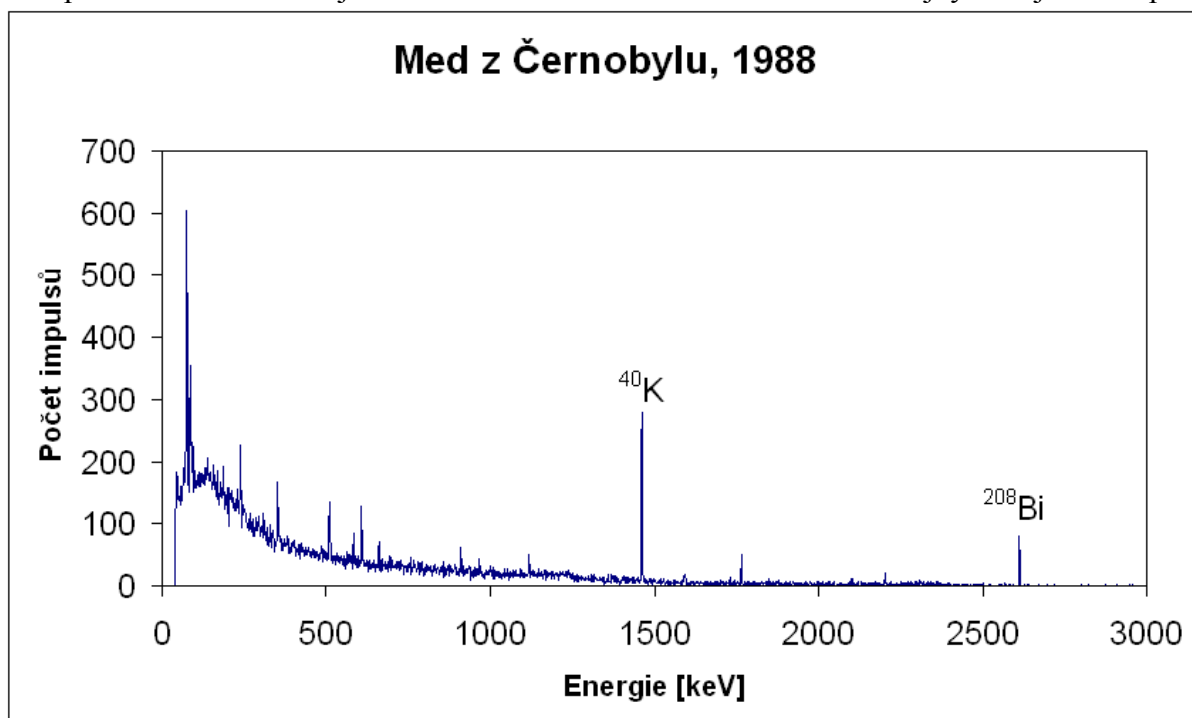
2) Smolinec z Jáchymova

Nízko aktivní vzorek medu jsme měřili po dobu  $t_1 = 7262 \text{ s}$ , pro aktivnější vzorek smolince jsme zvolili kratší čas  $t_2 = 1977 \text{ s}$ .

## 3 Výsledky měření

Naměřená spektra jsou na grafu 1 a 2.

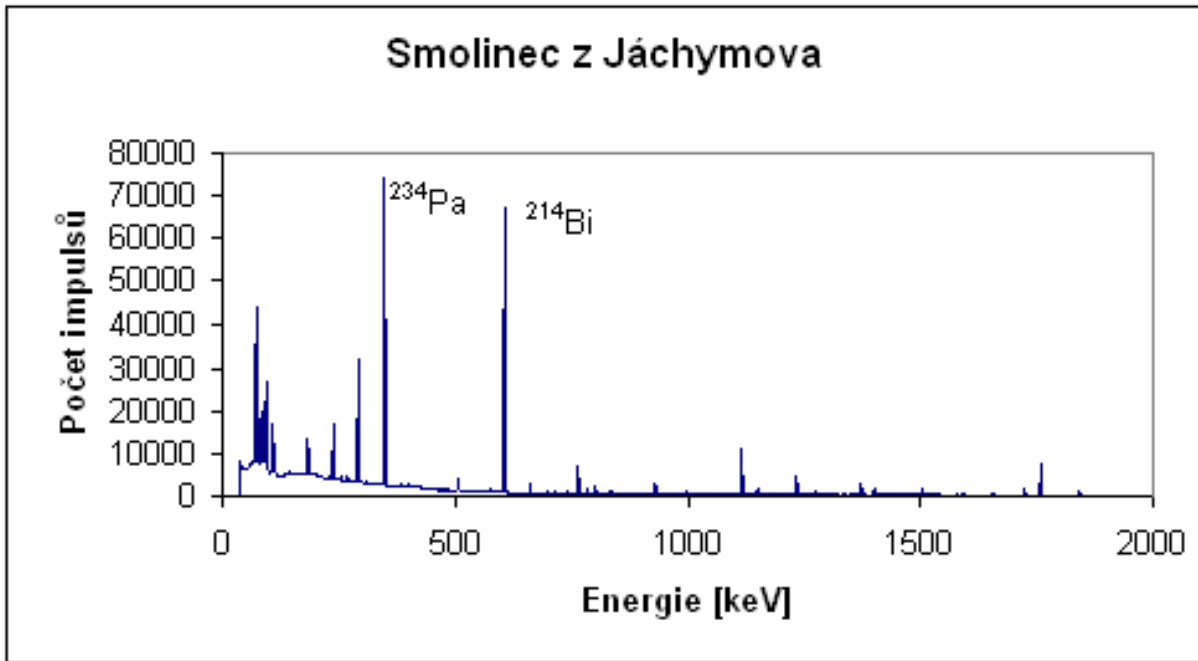
Ve spektru obou vzorků jsme identifikovali mnoho radionuklidů. Nejvýrazněji zastoupené



Graf č. 1: Naměřené energetické spektrum prvního vzorku.

Radionuklid	Energie [keV]
$^{40}\text{K}$	1461
$^{208}\text{Bi}$	2615

Tabulka č. 1: Radionuklidy obsažené v medu.



Graf č. 2: Naměřené energetické spektrum druhého vzorku. Na první pohled je patrný výrazně vyšší počet detekovaných impulsů než v případě prvního vzorku.

Radionuklid	Energie [keV]
$^{214}\text{Bi}$	609, 767, 1120
$^{214}\text{Pb}$	295, 352
$^{234}\text{Pa}$	294, 1762

Tabulka č. 2: Nejvíce zastoupené radionuklidy druhého vzorku.

## 4 Závěr

Provedli jsme měření vybraných přírodních vzorků, u kterých jsme předpokládali určitý obsah radionuklidů.

U medu z černobylské oblasti jsme pozorovali pouze malou aktivitu, nejvýrazněji zastoupeným radionuklidem byl  $^{40}\text{K}$ , který je jako biogenní prvek v určitém množství složkou většiny živých organismů.

U smolince byla aktivita výrazně větší, pozorovali jsme produkty rozpadové řady  $^{238}\text{U}$  a to hlavně  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ .

Výsledky nejsou nijak překvapivé a dopadly podle očekávání, u medu je odhadovaná aktivita minimální, u horniny z oblasti těžby uranu je naopak větší.

## Poděkování

V závěru práce bychom chtěli poděkovat ČVUT, obzvláště FJFI, ČEZu a Nadačnímu fondu pro podporu teoretické fyziky za finanční dary i zázemí. Za odborný dohled našemu supervizorovi Ing. Ondřeji Šmejkalovi. V neposlední řadě děkujeme taky Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc., za přípravu a průběh Fyzikálního týdne.

## Reference:

- [1] [www.cs.wikipedia.org](http://www.cs.wikipedia.org)
- [2] PFENNIG, G. – KLEWE-NEBENIUS, H. – SEELMANN-EGGEBERT, W.: *Karlsruher Nuklidkarte*. Forschungszentrum Karlsruhe – Technik und Umwelt, 1998, str. 24.
- [3] On-line tabulka radionuklidů, <http://nucleardata.nuclear.lu.se>