

Gama záření z přírodních zdrojů

D. Korenko – Sportovní gymnázium Kladno – korinek12@centrum.cz

M. Šebek – Gymnázium J.G.Jarkovského – mates@namarsu.com

T. Sýkora – Gymnázium Českolipská 373 – tomas.sykora@email.cz

Abstrakt:

Pracovali jsme na spektrometrii gama záření. S pomocí polovodičového HPGe detektoru jsme měřili záření gama u čtyř vzorků – panelu a omítky z domu s vysokým obsahem přírodních radionuklidů, třešni z Petřínského sadu a kamene z Hladové zdi. Pomocí naměřených spekter jsme byli schopni porovnat přítomnost radionuklidů v jednotlivých vzorcích.

Úvod

Na začátek by bylo vhodné vysvětlit samotnou podstatu záření gama. Když nestabilní jádro radionuklidu vyzáří α nebo β částici, přejde jádro do excitovaného stavu. Přejod jádra do stabilního stavu je doprovázen emisí fotonu o vysoké energii a frekvenci. Toto záření se nazývá γ záření a pro člověka je vysoce nebezpečné.

Spektrum tohoto záření se měří metodou spektrometrie za použití scintilačního nebo polovodičového detektoru. Detektory využívají korpuskulárních vlastností fotonů a měří energii elektronů srážejících se s fotony. Používají se polovodičové a scintilační detektory, přičemž polovodičové mají lepší rozlišovací schopnost, ale nižší účinnost.

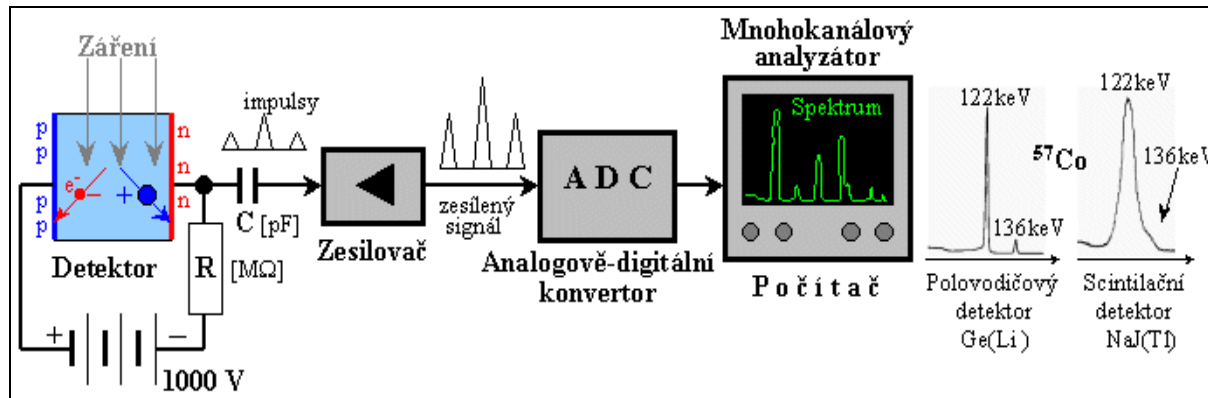


Schéma spektrometrické trasy s polovodičovým detektorem

Většina přírodních materiálů obsahuje určité množství přírodních radionuklidů. Tyto nuklidy se dělí na kosmogenní, primordiální a sekundární. Kosmogenní vznikají interakcí prvků s kosmickým zářením - nejčastěji v atmosféře. Neustále vznikají nové a mají menší poločas rozpadu. Jsou to například C-14, H-3, Be-7 a Na-22. Primordiální nuklidy existují od počátku existence naší planety a mají poločas rozpadu i několik miliard let. Jsou jimi U-238, U-235, Th-232 a K-40, které tvoří takzvané rozpadové řady. Poslední skupinou jsou sekundární nuklidy vznikající radioaktivním rozpadem primordiálních nuklidů. Například Ra-226, Rn-222 nebo Rn-220.

Měření

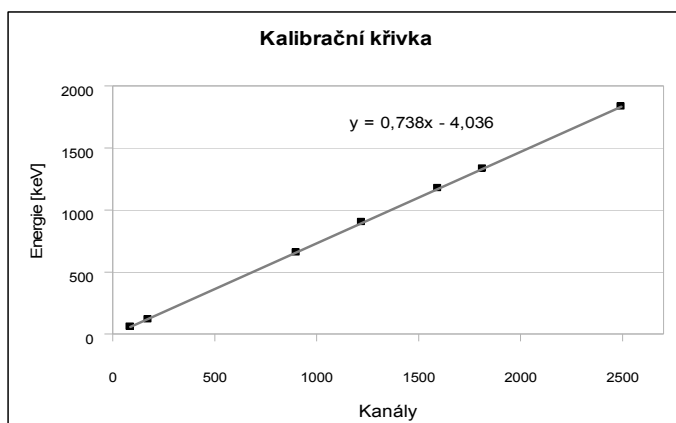
Přístroj

Použili jsme polovodičový HPGe detektor, jehož krystal je vyroben z vysoce čistého

Germania. Má rozlišovací schopnost 1.65 keV pro energii 1332 keV Co-60. Detektor je chlazen tekutým dusíkem, i když v současné době se používají i detektory chlazené elektricky pomocí coolerů. Detektor je umístěn v olověném stínění, aby se minimalizovalo pozadí od okolního záření.

Energetická kalibrace

Pomocí etalonu o známém složení byla provedena energetická kalibrace – přiřadili jsme kanálům odpovídající energetické hodnoty. Na grafu č.1 je vidět kalibrační křivka s rovnicí kalibrace. V tabulce jsou uvedeny nuklidy s jejich příslušnými energetickými hodnotami a kanály.

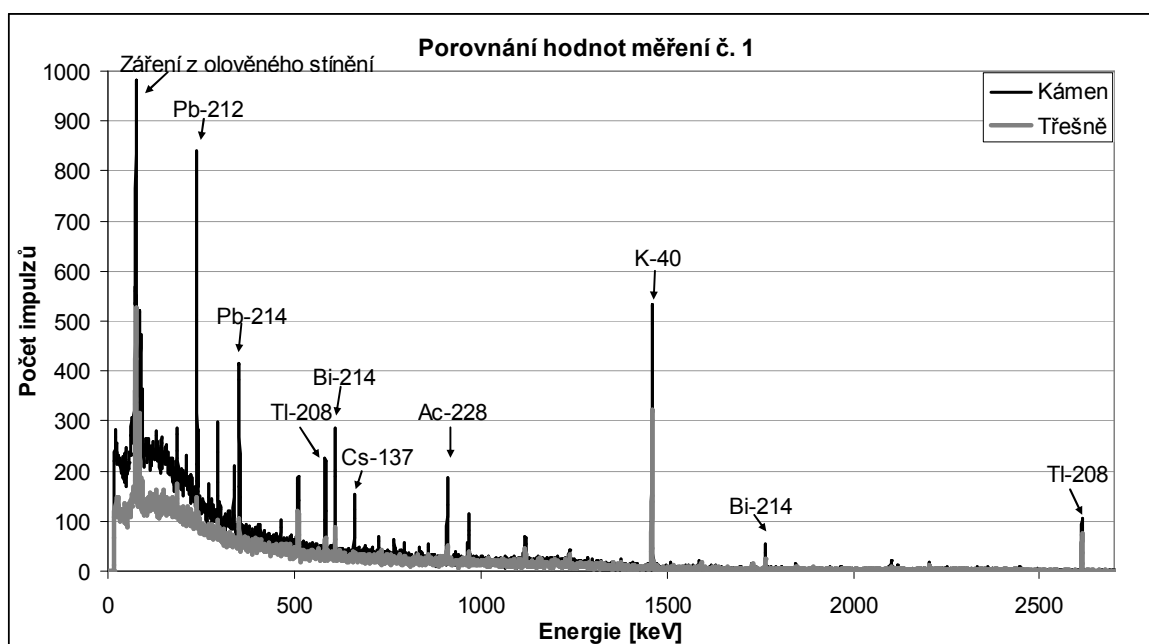


Nuklid	Energie	Kanál
Am-241	59,54	86
Co-57	122,06	171
Cs-137	661,65	902
Y-88	898,02	1222
Co-60	1173,22	1595
Co-60	1332,49	1811
Y-88	1836,01	2493

Graf č.1

Měření I.

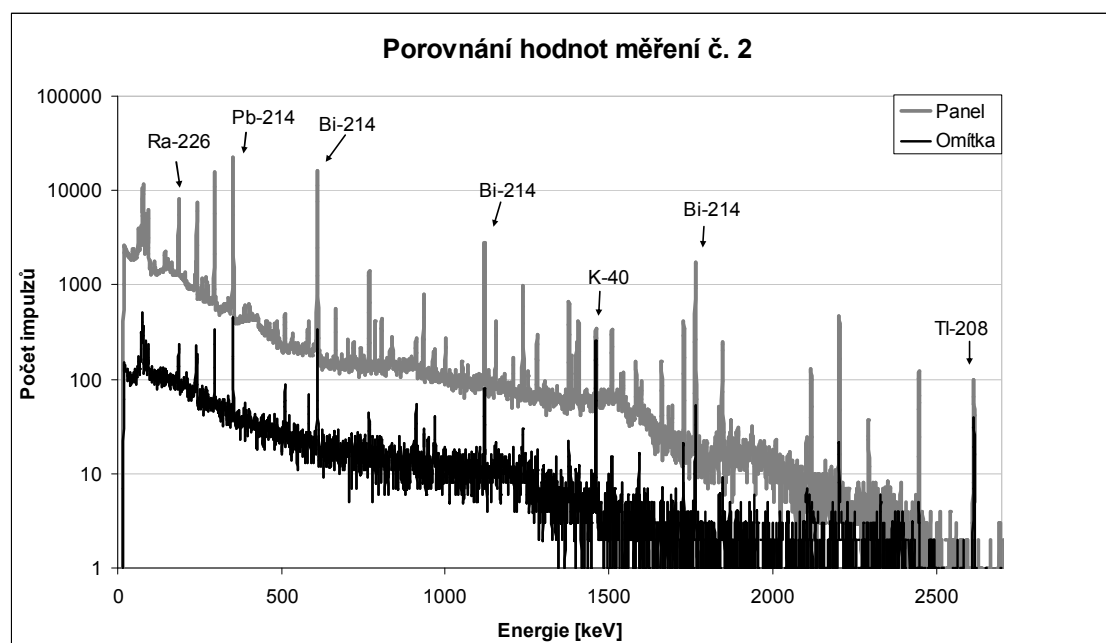
Měřili jsme vzorek třešní z Petřínského sadu a vzorek kamene z Hladové zdi. Oba vzorky byly měřeny po dobu 12000 sekund. Graf č.2 jasně znázorňuje, jaké radionuklidy jsou přítomny ve vzorcích. Je vidět, že jsou všechny přírodního původu (kromě Cs-137 v kameni), takže jejich výskyt byl předpokladatelný. Nejvyšší jsou hodnoty K-40, u testovaného kamene jsme naměřili větší počet impulzů než u třešní. První větší pík není záření gama, nýbrž fotony charakteristického záření X, které bylo vybuzeno v olověném stínění.



Graf č.2

Měření II.

Měřili jsme vzorky panelu a omítky. Na výrobu panelu byly použity materiály s vysokým obsahem přírodních radionuklidů. Oba vzorky byly měřeny po dobu 6000 sekund. Pro názornější zobrazení jsme použili na ose y logaritmické měřítko (hodnoty u měřených vzorků se lišily o 2 řády). Používáním nevhodných surovin se do stavebních materiálů dostaly přírodní radionuklidy (vyznačeny na grafu č.3). Jasně jsou pozorovatelné produkty thoriové a uranové rozpadové řady (Ra-226 a poté jeho dceřiné nuklidy Pb-214 a Bi-214). Mezi hodnotami 2000 a 2500 keV lze najít píky, které vznikly chybou přístroje (detektor zaregistruje jednu dávku energie zatímco přiletěly dva fotony – sečetl jejich energie). Tyto nepřesnosti jsou způsobeny větší aktivitou měřených vzorků.



Graf č.3

Závěr

Mnoho radionuklidů se vyskytuje běžně v přírodě. To jsme potvrdili spektrometrií záření gama u námi sebraných vzorků i u vzorků v majetku FJFI. V třešních při prvním měření jsme zjistili radionuklid K-40. Ten byl obsažen i v kameni z Hladové zdi, avšak ve vyšší koncentraci. V témže kameni jsme zároveň našli další obvyklé přírodní radionuklidy (Pb-214, Bi-214) a nepřírodní Cs-137, které má zřejmě původ v havárii Černobylu.

Z druhého měření jasně vyplynula větší radioaktivita panelu než omítky. V materiálu jsme potvrdili velké obsahy prvků thoriové i uranové řady. Kvůli jejich nebezpečnosti je jasné, proč byl dům, z něhož vzorky pocházejí, určen k demolici.

Vzorky neměli stejné rozměry a z časových důvodů jsme neprovedli účinnostní kalibraci, takže jsme nemohli přesně vypočítat aktivitu uvedených radionuklidů. Aktivity jsme proto porovnávali jen podle plochy naměřených píků.

Monitorování radionuklidů je důležité pro zabezpečení kvalitního životního prostředí, proto jsou metody jako spektrometrie záření gama velice významné pro celé lidstvo.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat supervisovi ing.Lence Trnkové za pomoc a ochotu při vypracování monoprotjektu a i FJFI za organizaci celého fyzikálního týdne (zvláště pak Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za poutavé přednášky a koordinaci Fyztýd09).

Zdroje

V.Ullman: <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>

<http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyzika/prof/Svadlenkova/Scintilacni%20detektory.pdf>

<http://astronuklfyzika.cz/DetekceSpektrometrie.htm#4>

<http://ie.lbl.gov/toi/nucSearch.asp>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Radioaktivita>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Rozpadov%C3%A1_%C5%99ada