

Zjišťování složení mince pomocí NAA

R. Petit*, K. Hermannová**

Gymnázium Prachatice*

Gymnázium Josefa Božka, Český Těšín**

hermannova.katerina@gmct.cz**

Abstrakt:

Rentgen-fluorescenční analýzou (XRF) jsme zjistili prvkové složení staré mince – Cu, Au. Metodou neutronové aktivační analýzy (NAA) jsme upřesnili izotop zlata nacházející se v minci využitím školního reaktoru VR-1 a následné analýze v polovodičovém detektoru HPGe.

1 Úvod

XRF je založena na interakci RTG fotonů s elektronovým obalem atomů ve zkoumaném vzorku a detekujeme charakteristické RTG záření chemických prvků v studovaném materiálu. NAA je založena na aktivaci stabilních jader atomů pomocí neutronů. Neutrony jsou absorbovány jádrem atomů ve zkoumaném vzorku a poté se uskuteční jaderná reakce. Typů jaderné reakce může být několik (např. (n,γ) , (n,α) , (n,p) atd.) a závisí na vlastnostech neutronového pole. Nově vzniklé jádro nemusí být stabilní a obvykle při rozpadu vyzařuje charakteristické γ záření, které detekujeme. Cílem je zjištění složení mince detekováním γ záření a metodou XRF.

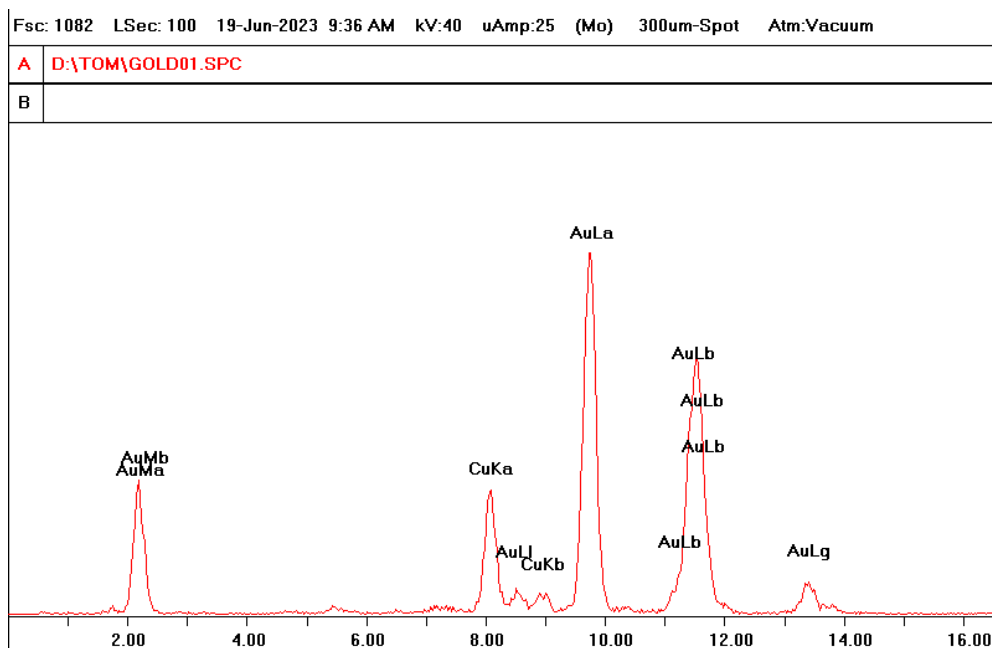
2 Vlastní měření

XRF

K měření jsme si vybrali starou tureckou minci „Kurush“ z roku 1923.



Nejprve jsme minci podrobili rentgenově-fluorescenční analýze na spektrometru EAGLE III μ -Probe, protože po metodě NAA by byla radioaktivní.

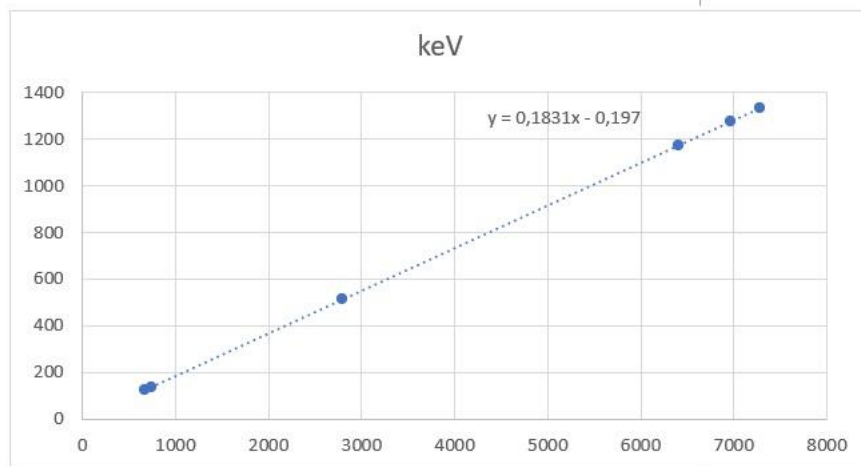


Graf ukazuje výskyt zlata a mědi v minci.

NAA

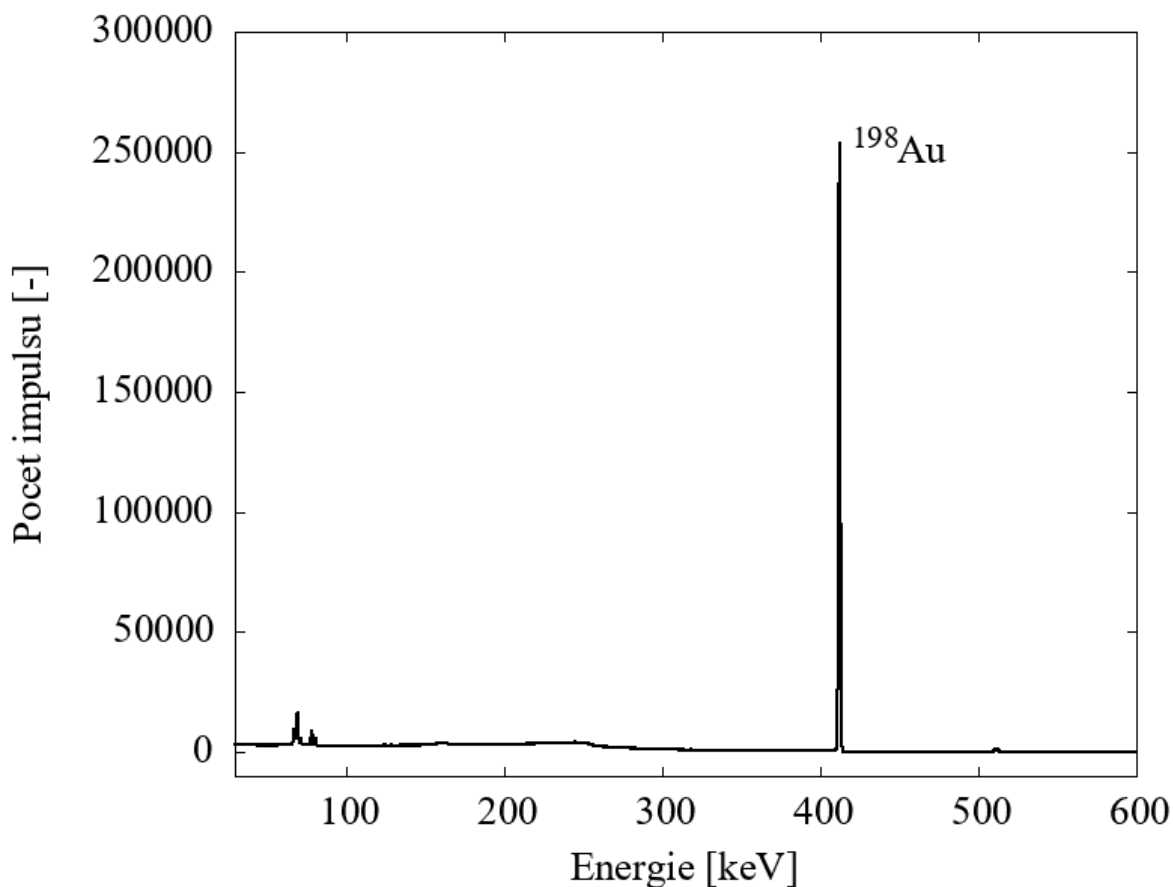
Nejdříve jsme provedli energetickou kalibraci HPGe detektoru pomocí izotopů ^{22}Na , ^{57}Co , ^{60}Co .

Channel	keV
668	122,06065
747	136,473
2790	511
6961	1274,537
6408	1173,228
7278	1332,492
4561	834,9221



S funkcí $y = 0,1831x - 0,197$ se vypočítá energie charakteristického γ záření tak, že za x dosadíme hodnotu kanálu analyzátoru prostředku peaku, který chceme identifikovat a dostaneme energii charakteristického γ záření. Výsledek využijeme k vyhledávání v databázi izotopů.

Minci jsme umístili do školního reaktoru VR-1 a ozařovali jsme ji na výkonu $1E7$ po dobu 20 minut. Po vyjmutí mince z reaktoru jsme měřili γ spektrum pomocí polovodičového HPGe detektoru.



V spektru uvedeném na obrázku, jsme viděli jeden výrazný peak s energií 412,03 keV. Energii jsme porovnali s databází izotopů a identifikovali jsme neznámý izotop, kterým byl ^{198}Au .

Během ozařování proběhla reakce $^{197}\text{Au} (n, \gamma) ^{198}\text{Au}$ a teda pozorujeme γ záření typické pro izotop ^{198}Au (polčas přeměny 2,6941 dní, $E_\gamma = 411.80205 \text{ keV}$).

3 Shrnutí

Stanovení složení historických mincí má význam z hlediska numizmatiky. Prvkové složení poskytuje informace o politických, sociálních a ekonomických kontextech v daných regionech v dané době. Pomocí XRF jsme zjistili, že mince obsahuje Cu a Au. Pomocí NAA jsme v spektru identifikovali jenom izotop ^{198}Au , který byl vytvořen jadernou reakcí

$^{197}\text{Au} (n, \gamma) ^{198}\text{Au}$. Gamma záření charakteristické pro izotopy Cu jsme v γ spektru nebyli schopni pozorovat.

Poděkování

Závěrem děkujeme vedoucímu miniprojektu Ing. Martinu Cesnekovi, PhD. za seznámení s NAA a navedení při plnění miniprojektu. Dále děkujeme Bc. Lindě Keltnerové za odborné představení reaktoru VR-1. Naše díky patří i všem organizátorům Týdne vědy na Jaderce a ČVUT.

Reference

- [1] R. ŘEZNÍČEK, A. WODECKI *Neutronová aktivační analýza (sborník příspěvků 2005)* FJFI ČVUT, 2005 Str. 153-156
- [2] M. STEFANIK, L. SKLENKA, O. HUML, J. RATAJ *Activation anaysis of tibetan coins and thermal neutron flux measurement at the VR-1 training reactor (magazín Elsevier)* ČVUT, 2018 Str. 1
- [3] M. O. Pereira, V. de S. Felix, P. de J. M. Aranha, P. C. S. Heringer, R. P. Freitas: Analysis of gold coins of the XIX century by portable XRF, 2017 *International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2017*, 22-27