

Využití radionuklidové rentgenfluorescenční analýzy při studiu památek

R. Bulín, Gymnázium Plasy

H. Fartáková, Gymnázium Jiřího Gutha-Jarkovského, Praha 1

Rbulin@seznam.cz, H.MIA@seznam.cz

Abstrakt:

Radionuklidová rentgenfluorescenční analýza je metoda, která používá charakteristické záření vybuzevané ve vzorku k určení přítomnosti zájmových prvků. Metoda využívá zdroj budícího záření (radionuklidu), s jehož pomocí dojde k tzv. fotoefektu na zkoumaném prvku. Pomocí tohoto postupu se zjistí složení zkoumaného vzorku, čehož se využívá při studii památek.

1 Úvod

Radionuklidová rentgenfluorescenční analýza je postavená na principu tzv. fotoefektu. Při fotoefektu dochází k vyražení elektronu z některé vnitřní slupky elektronového obalu atomu fotonem, který přichází z radionuklidu a volné místo se zaplní přeskokem elektronu z některé z vnějších slupek. Při tomto přechodu se uvolní kvantum energie, která je snímána detektorem. Rentgenfluorescenční analýza předpokládá, že existuje závislost mezi energií jednotlivé čáry charakteristického záření a protonovým číslem prvku. Tento zákon objevil H. G. J. Moseley a zní:

$$E = K (Z - b)^2$$

kde K a b jsou konstanty a E je energie čáry v dané sérii, Z je protonové číslo. Každá čára charakteristického záření má určitou energii. Pokud ji změříme detektorem, můžeme říci z jakého prvku čára vychází, a tedy můžeme zjistit složení vzorku. Jako zdroje záření se používají ^{55}Fe , ^{238}Pu , ^{109}Cd , ^{241}Am , ^{57}Co . Každý zdroj lze využít pouze v určitém rozsahu protonových čísel. Je důležité, aby energie budícího záření ležela nad absorpčním prahem sledovaného prvku. Existují i různé typy detektorů: polovodičový, proporcionální, scintilační.

2 Kalibrace

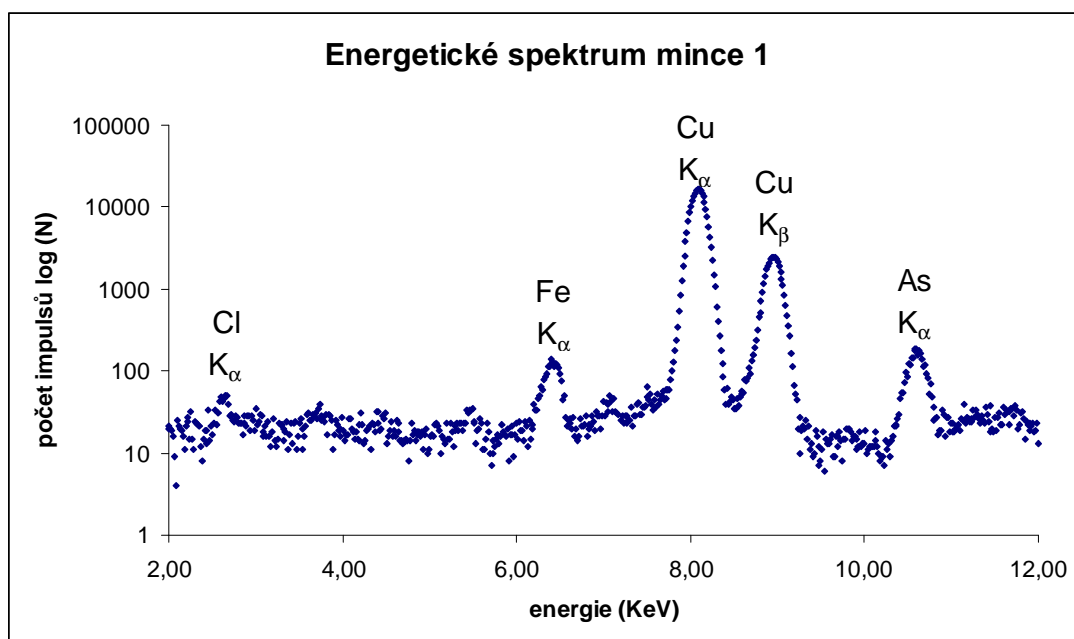
Při měření jsme používali ^{238}Pu , které je vhodné k detekci prvků s protonovým číslem menším než 39. K dispozici jsme měli polovodičový detektor (Si aktivovaný Li), který se musí chladit na teplotu kapalného dusíku, ale má vysokou energetickou rozlišovací schopnost.

Před vlastním měřením je nutné provést kalibraci měřícího přístroje. K tomu nám posloužila kalibrační destička obsahující tyto prvky: V, Fe, Zn, As, Br, Sr. Kalibrace spočítá v tom, že známe energie K-linií daných prvků. Tyto hodnoty jsme přiřadili k odchýlkám na grafu, který se objevil na obrazovce detektoru.

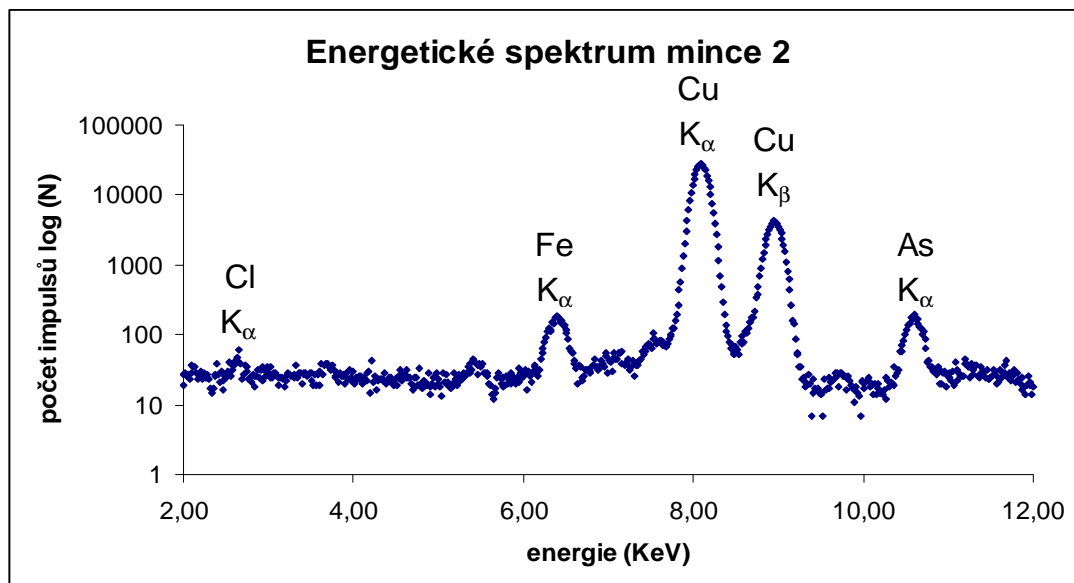
Standard E (KeV)				
Prvek	Tabulkové hodnoty		Naměřené hodnoty	
	K_{α}	K_{β}	K_{α}	K_{β}
V	4,96	5,43	4,96	5,45
Fe	6,403	7,057	6,405	7,058
Zn	8,638	9,57	8,643	9,59
As	10,543	11,75	10,554	-
Br	11,923	15,29	11,922	-
Sr	14,16	15,83	14,160	-

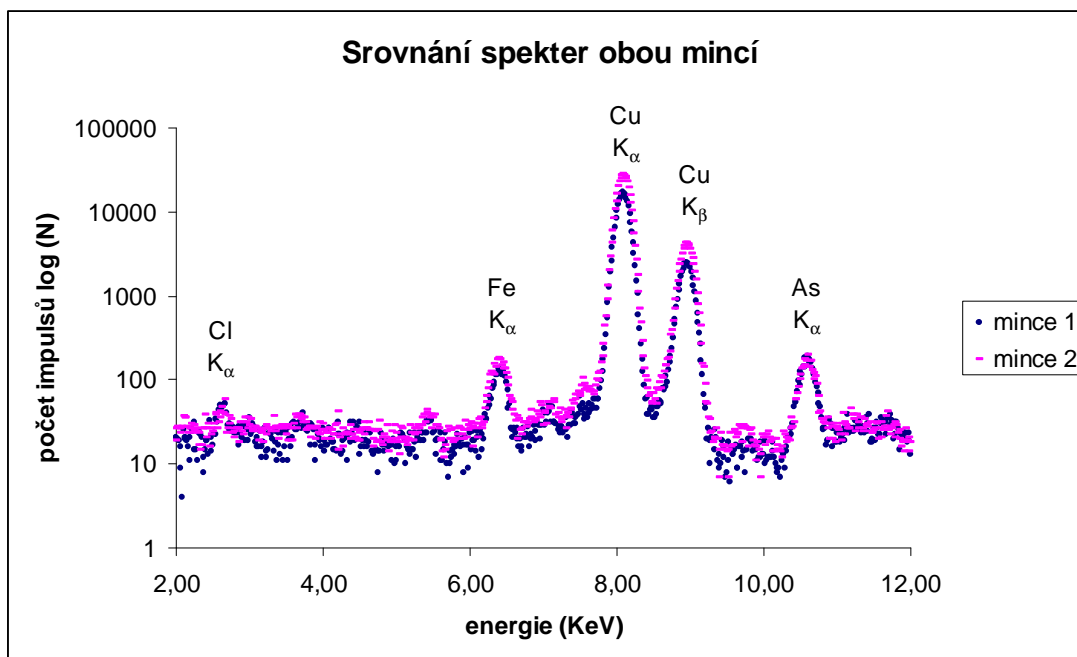
3 Měření a výsledky

Měřili jsme složení prvků dvou mincí. První mince pocházela z roku 1851, z Rakouska-Uherska. Jednalo se o půl krejcar.



Druhá mince byla krejcar z roku 1816, opět Rakouská.





4 Shrnutí

Z grafu, shrnující naše měření, je patrné, že obě mince jsou téměř totožného složení, a tedy byli vyrobeny i ve stejné době. Dominantním prvkem je měď. Dále zde můžeme objevit železo a arsen. Zjištěna byla i přítomnost chloru, který však pochází z obalu mincí. Kromě těchto prvků se v mincích nachází stopové množství niklu a chromu. Na jejich plné rozlišení od pozadí bychom však potřebovali delší dobu měření. Naše výsledky dokazují, že se rentgenfluorescenční metoda využívá ke studiu památek, aniž by došlo k poškození zkoumaného vzorku.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat Ing. Jiřímu Martinčíkovi za zasvěcení do problematiky a odbornou pomoc při práci na tomto monoprojektu, dále Prof. Ing. Tomáši Čecháčkovi za zapůjčení mincí.

Reference:

[1] T. ČECHÁK: *Radionuklidová rentgenfluorescenční analýza*, ČVUT