

Využití radionuklidové rentgenfluorescenční analýzy při zkoumání památek

E. Filipinská, J. Fojtíková, A. Salašová, K. Tichá
Gymnázium Vídeňská 47, Gymnázium Mladá Boleslav, Gymnázium
Mikulov, Gymnázium Dobruška
evaicka.f@centrum.cz jaruska.f@seznam.cz xsalasovaa@seznam.cz
emer_eledhwen@seznam.cz

Abstrakt:

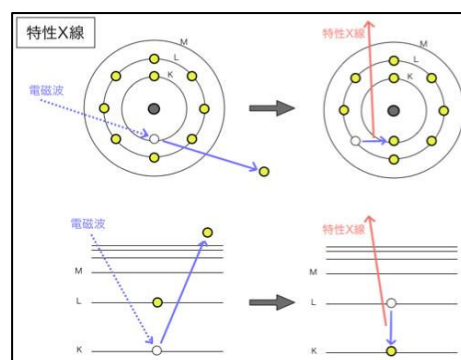
Pomocí radionuklidové rentgenfluorescenční analýzy, což je bezdotyková a nedestruktivní metoda využívající charakteristické záření vybuzené ve vzorku, se zjistí prvkové složení tohoto vzorku. Příkladem může být složení barev, které si dříve malíři míchali sami, a které bylo v různých dobách různé. Tento poznatek se pak využívá při určení originality daného obrazu, jeho stáří či při restaurování. My se pokusíme určit složení mincí a úlomků cihel z archeologických vykopávek.

1 Úvod

Základními pomůckami zjišťování zájmových prvků ve vzorcích jsou zdroj budící záření, neboli radionuklid, který vzorek ozařuje a detektor, který pak vybuzené záření snímá.

Při dopadu na povrch vzorku se část fotonů absorbuje (dochází k tzv. fotoefektu) a část se ve vzorku rozptýlí.

Fotoefekt je děj, při němž je elektron z vnitřní slupky atomu vyražen fotonem. Vzniklé volné místo zaplní elektron z vnější slupky. Dojde tak k vyrovnání vazebných energií a uvolnění charakteristického záření, z něhož po dopadu na detektor můžeme určit o jaký prvek se jedná.



Podle zákona, který objevil H.G.J. Moseley existuje závislost mezi energií čáry charakteristického záření a protonovým číslem daného prvku. Lze jej zapsat ve tvaru:

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

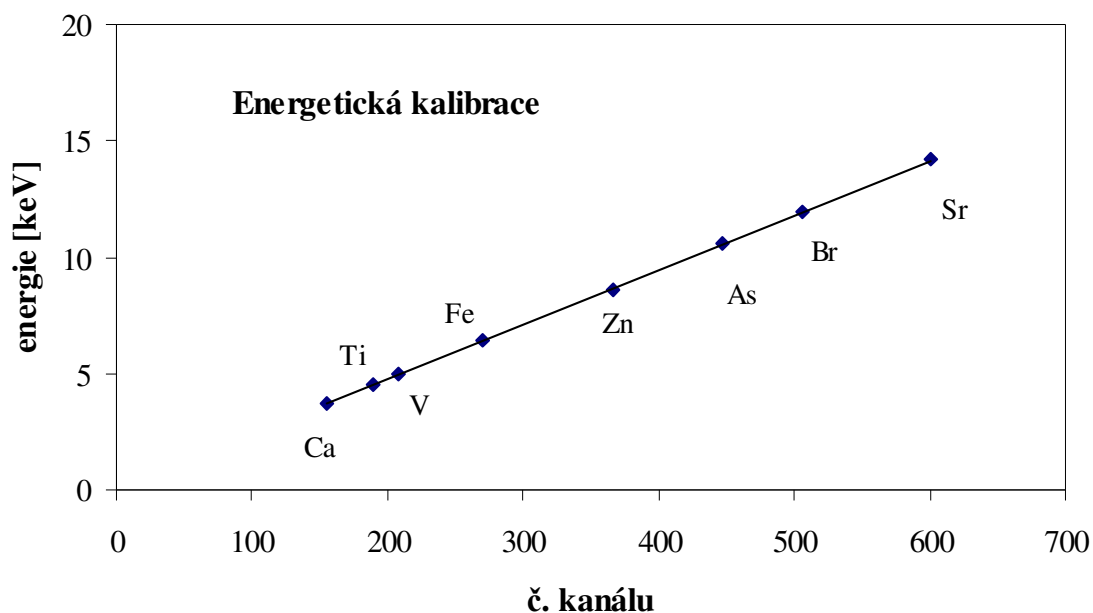
kde K a b jsou konstanty, Z je protonové číslo prvku a E je energie dané série, této sérii odpovídá konstanta K.

Dále pak existují tabulky v nichž je ke každému Z daného prvku přiřazena energie čáry, která je prvkem emitována. Tímto způsobem je možné zjistit, jaké prvky jsou ve vzorku zastoupeny.

2 Kalibrace

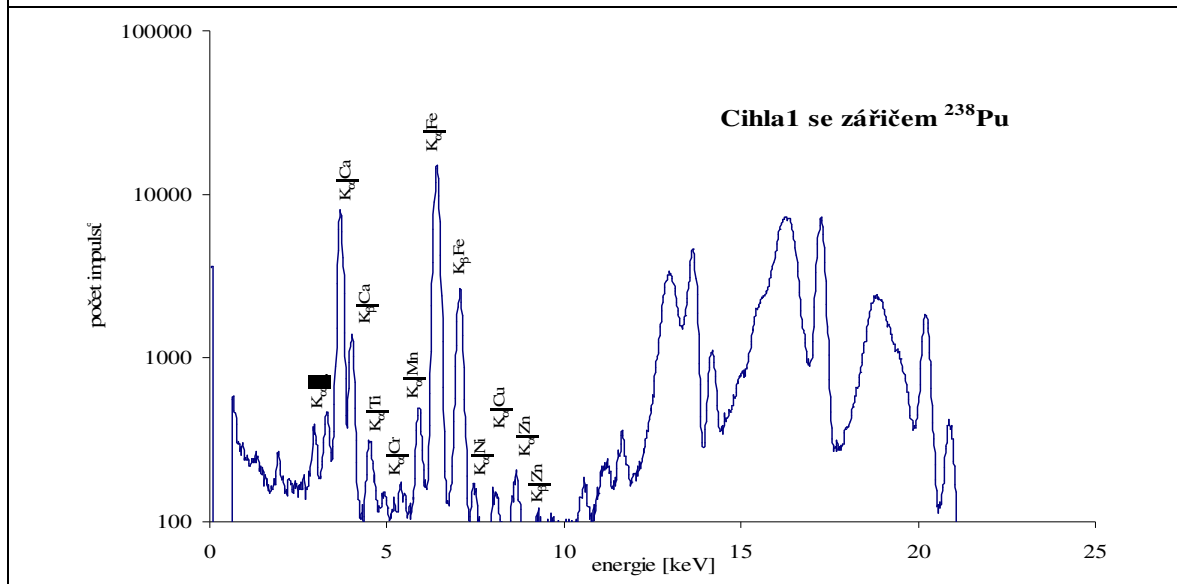
Pro naše měření jsme použily zářič ^{238}Pu , který je vhodný pro spektrum, v němž se pohybujeme, kalibrační destičku (V, Fe, Zn, As, Br, Sr), další kalibrační vzorky (Ca, Ti) a polovodičový detektor.

Připravený kalibrační vzorek jsme vždy umístily nad zářič a spustily měření (5-20 minut). Charakteristické záření dopadlo na detektor a bylo zpracováno, zesilovačem a mnohokanálovým analyzátozem, takže jsme získaly spektrum impulzů a začaly jsme s energetickou kalibrací. K píkům charakteristického záření vzorků Ca a As jsme přiřadily jejich známá protonová čísla. Díky tomu jsme mohly k jednotlivým píkům a tady i ke kanálům v nichž se nacházejí přiřadit i odpovídající energii E [keV] z tabulek. Sestrojily jsme graf závislosti E [keV] na kanálu (CH), což je přímka a vypočítaly jsme kalibrační rovnici.

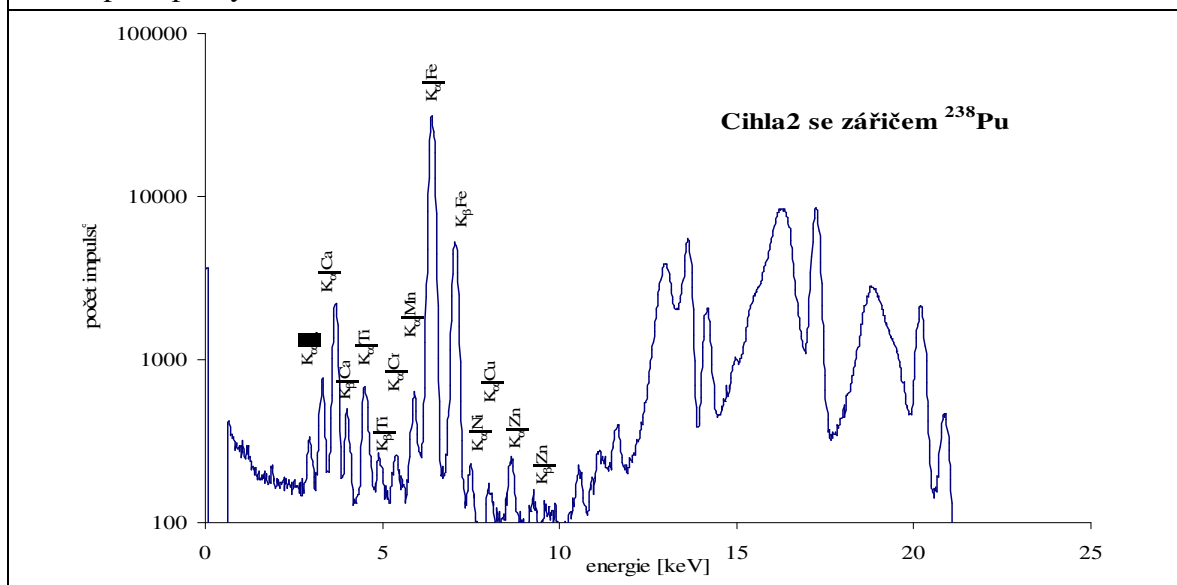


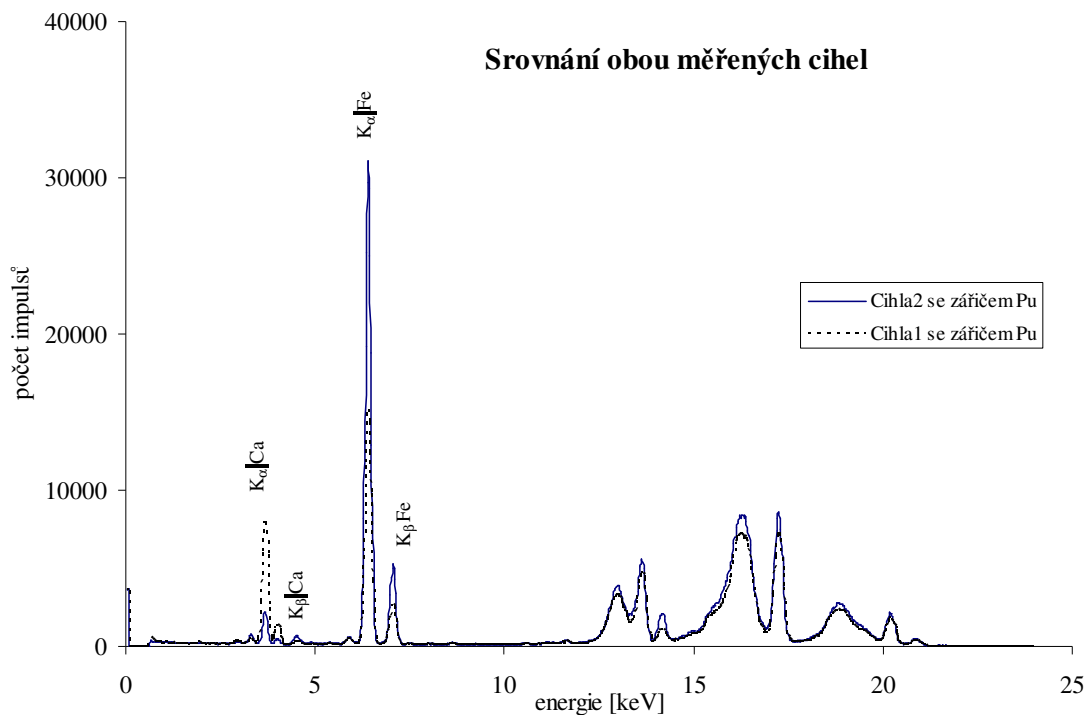
3 Měření neznámých vzorků

Cihla 1 – 1. stol.n.l. z Arca di Richarda (Terst) z uzávěru od vodovodního kanálu
Zastoupené prvky: K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn



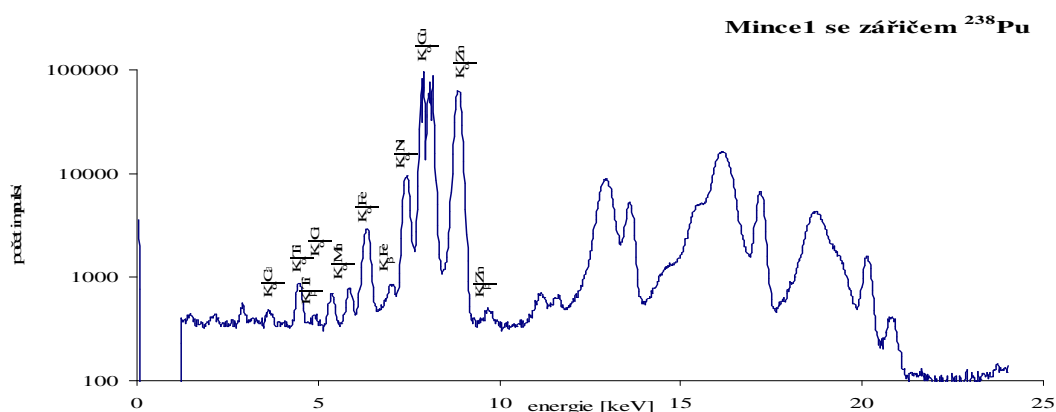
Cihla 2 - 1. stol.n.l. z Arca di Richarda (Terst) z jiné části stavby
Zastoupené prvky: K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn





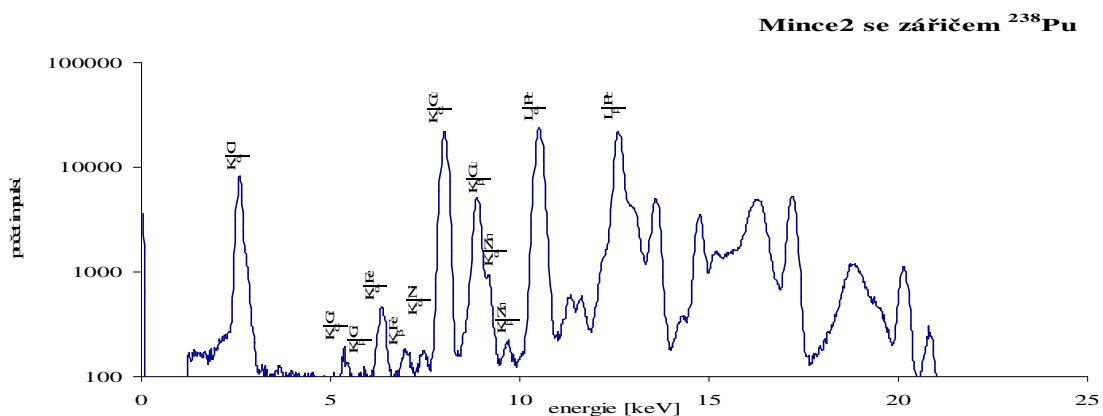
Mince 1 – 1989 z Francie (20 centimes)

Zastoupené prvky: Ti, Fe, Ni, Cu, Zn



Mince 2 – bronz, za vlády Gratiana (367-383 n.l.) z Říma

Zastoupené prvky: (Cl - obal), Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb



3 Shrnutí

Měření ukázalo, že u cihly č.1 pocházející z vodovodního kanálu se projevuje vyšší procentuální hodnota Ca a také nižší hodnota Fe než u cihly č.2, což dokazuje fakt, že ač jsou cihly ze stejného naleziště, jejich použití bylo rozdílné.

Z grafů analýzy mincí vyplývá, že mince byla zhotovena především z mědi a zinku, naopak co se týče mince starší, v jejím složení jsou více zastoupeny prvky měď, zinek a olovo.

Poděkování

Chtěly bychom poděkovat naší supervizorce RNDr. Lence Černé za skvělou pomoc při měření a za ochotu, s kterou nám s panem Ing. Janem Hrbáčkem zodpovídali všechny naše dotazy.

Dále bychom chtěly vyjádřit poděkování panu Prof. Ing. Tomáši Čechákovi za zapůjčení mincí a navozování tajemné badatelské atmosféry při samotném měření.

Reference:

- [1] T. ČECHÁK: *Radionuklidová rentgenfluorescenční analýza*, ČVUT
- [2] MUSÍLEK L.: *Využití ionizujícího záření ve výzkumu*, ČVUT, (1992)
- [3] MATĚJKA K.: *Vybrané analytické metody pro životní prostředí*, ČVUT (1998)