

Rentgenfluorescenční analýza, pomocník nejen při studiu památek

T. Doleželová¹, V.Míč²

¹Gymnázium Vyškov, BejuBe@seznam.cz,

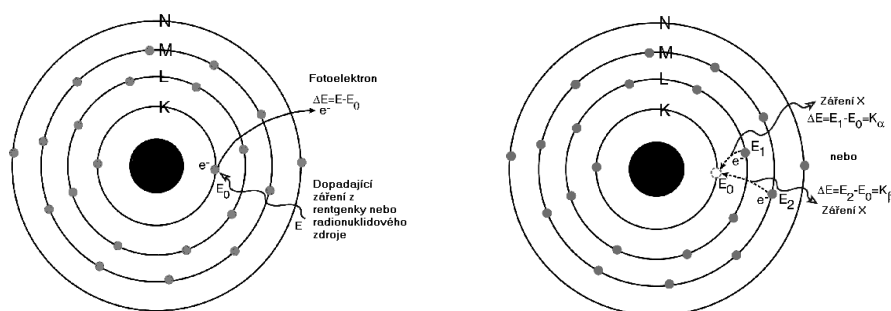
²Gymnázium Brno, Křenová, v.mic@centrum.cz

Abstrakt

Rentgenfluorescenční analýza je analytická nedestruktivní metoda, založená na fotoelektrickém jevu a následném buzení fotonového záření, které je charakteristické pro jednotlivé prvky. Tato metoda má využití v mnoha oborech – od průmyslových aplikací až po zkoumání historických předmětů. V našem miniprojektu jsme provedli měření různých vrstev pigmentů, a zjistili závislost poměru ploch dvou hlavních píků na tloušťce měřené vrstvy.

1 Úvod

Při dopadu fotonu na atom dochází k uvolnění elektronu z vnitřní slupky elektronového obalu. Volné místo je zaplněno elektronem z vnější slupky, a energetický rozdíl je vyzářen ve formě charakteristického záření X. Na následujících obrázcích je znázorněn fotoelektrický jev:



Energie fotonů je funkcí protonového čísla. Tuto závislost vyjadřuje Moseleyův zákon:

$$E = K (Z - b)^2 \quad (1)$$

K, b – konstanty

Z – protonové číslo

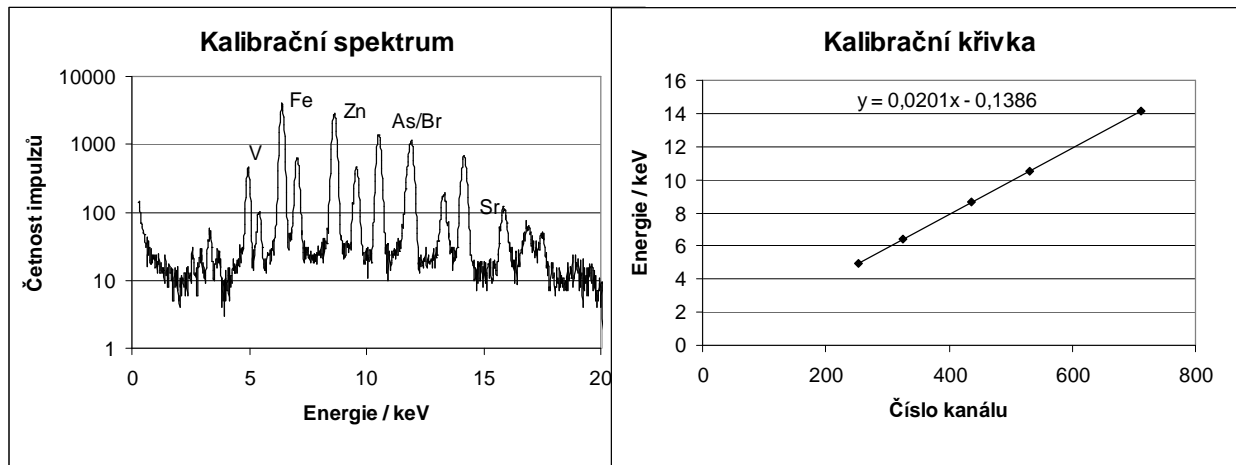
E – Energie charakteristického záření

Na základě spektrometrického měření tohoto záření, jsme schopni určit prvkové složení zkoumaného vzorku.

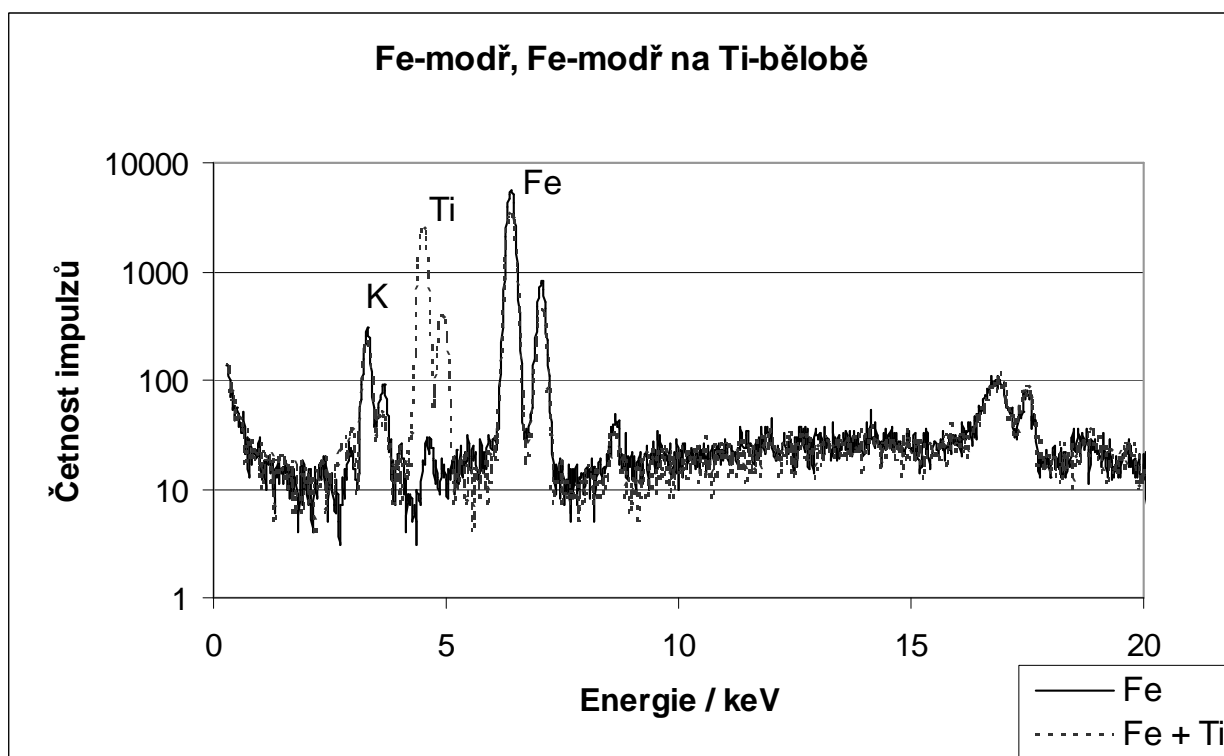
2 Měření a výsledky

Jako primární zdroj fotonového záření byla použita rentgenka (napětí na rentgence bylo 30kV a proud 100μA). Charakteristické záření bylo měřeno polovodičovým Si-PIN detektorem.

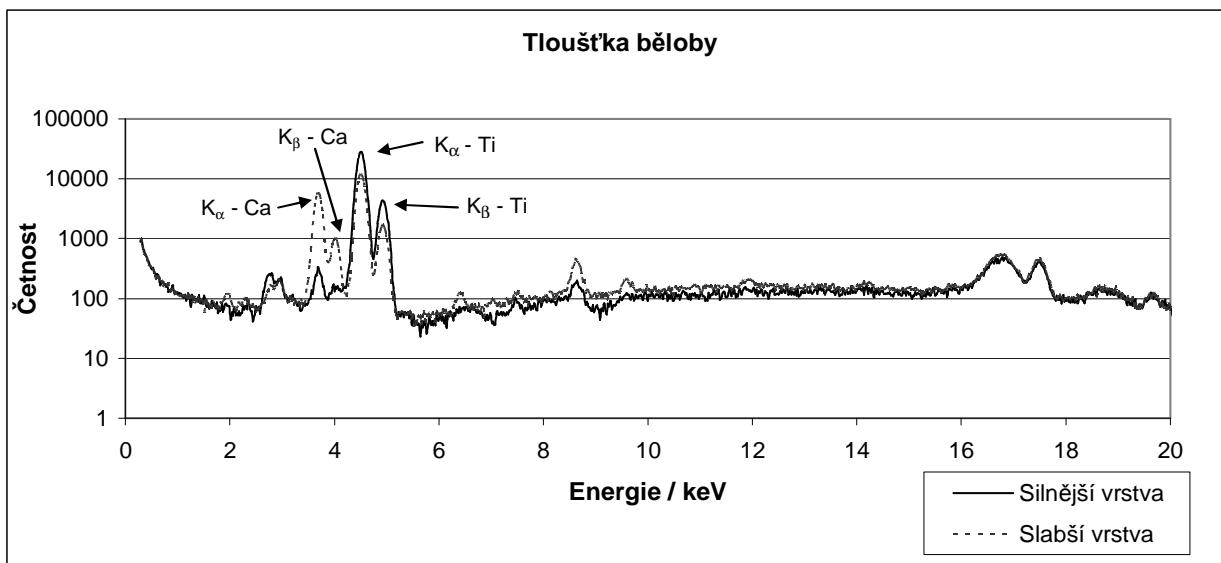
Prvním krokem bylo provedení energetické kalibrace, k čemuž jsme použili kalibrační destičku se známým prvkovým složením. V tabulkách jsme vyhledali energie charakteristického záření těchto prvků a sestavili jsme kalibrační křivku. Získaná kalibrační rovnice vyjadřuje lineární závislost energie na čísle kanálu. Na následujících obrázcích je znázorněno kalibrační spektrum a vynesena kalibrační křivka s kalibrační rovnicí.



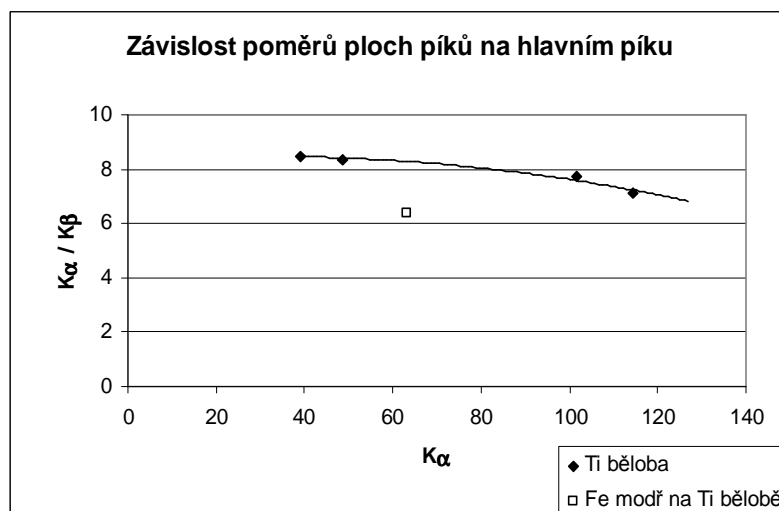
Na základě měření, jsme tedy schopni určit prvkové složení látek. Jako první jsme analyzovali titanovou bělobu a pruskou modř. Následující graf zachycuje spektra pruské modři a modři na vrstvě titanové běloby. Z druhého spektra je zřejmé, že dochází k vybuzení i podkladové vrstvy tvořené bělobou.



Dále jsme provedli měření různých tlouštěk titanové běloby. Protože dochází k samoabsorpci záření ve vzorku a fotony s menší energií jsou více zeslabeny než fotony s vyšší energií, je možné na základě poměrů ploch píků K_{α} , K_{β} určit tloušťku měřené vrstvy. Na následujícím obrázku jsou znázorněna spektra dvou různě tlustých vrstev běloby. Ze spekter je dobře patrné, že u tenčí vrstvy dochází k většímu vybuzení vápníku z papíru, na kterém jsou pigmenty nanášeny.



Na posledním grafu je vynesena závislost poměru ploch píků K_{α} a K_{β} na ploše píku K_{α} . (Rostoucí plocha píku K_{α} odpovídá zvětšující se tloušťce pigmentu.) Z grafu je zřejmé, že tato závislost je klesající, tedy že s rostoucí tloušťkou vrstvy, klesá poměr ploch píků. V grafu je také vyneseno měření pruské modři na titanové bělobě. Je patrné, že tento bod neleží na dané křivce, což je způsobeno zeslabením záření v povrchové vrstvě modři.



3 Závěr

Na základě provedených měření jsme si ověřili, že metodou rentgenfluorescenční analýzy lze zjistit prvkové složení látky. Umožňuje také stanovovat různé tloušťky materiálů a rozhodovat, zda-li je prvek přítomen v povrchové vrstvě, nebo ve větší hloubce materiálu. Zkoumání povrchových vrstev a jejich tlouštěk je vhodným nástrojem například při studiu maleb.

Poděkování

V první řadě děkujeme našemu supervizorovi Ing. Lence Trnkové. Dále děkujeme FJFI ČVUT a Ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. za organizaci Fyzikálního týdne.

Reference

Musílek Ladislav: Využití ionizujícího záření ve výzkumu, Praha, ČVUT 1992
ISBN 80-01-007669

<http://www.amptek.com/xrf.html>