

Širokospektrální rtg. systém

(ŠIROKO)

FW03010568

Metodika pro testování reflexních vrstev

(Evidenční č.: FW3010568-04-O)



Prosinec 2023

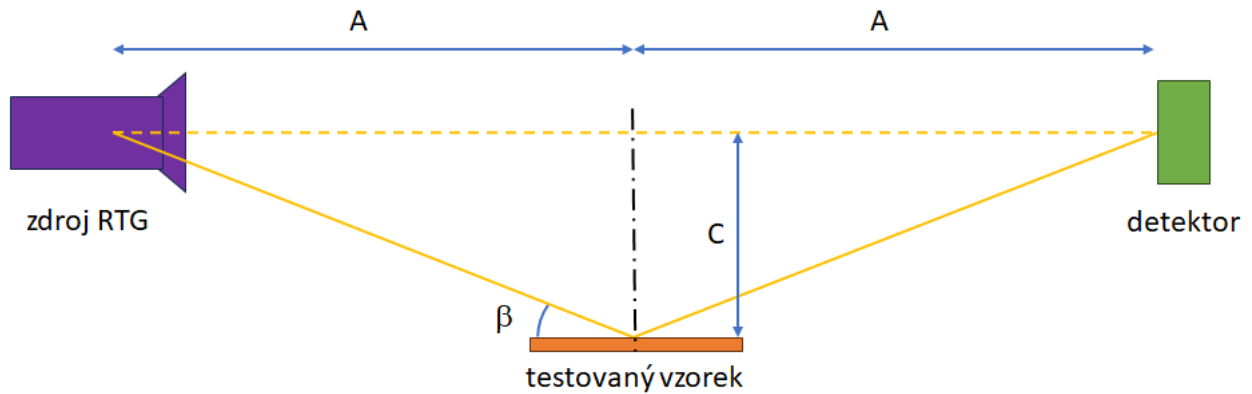
Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o.

Novodvorská 994 • 142 21 Prague • Czech Republic

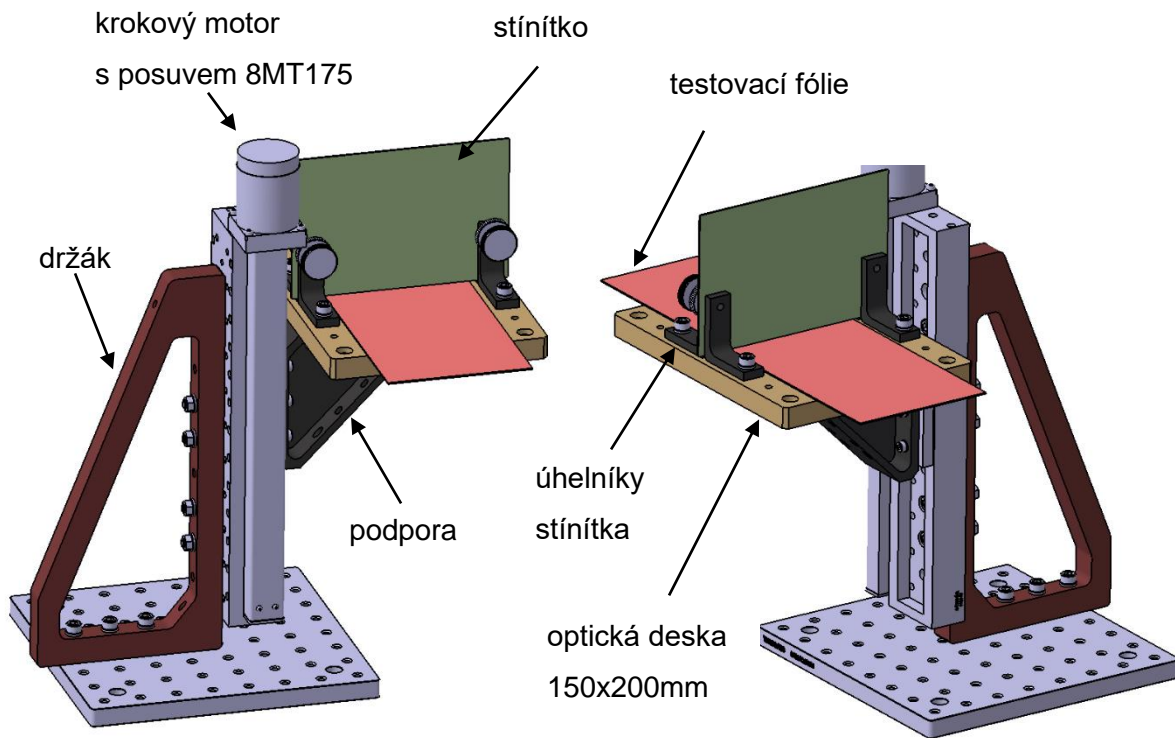
Registr No.: CZ28400020 • T: +420 273 136 951 • M: +420 734 231 472 • Mail: sales.prague@rigaku.com

1.

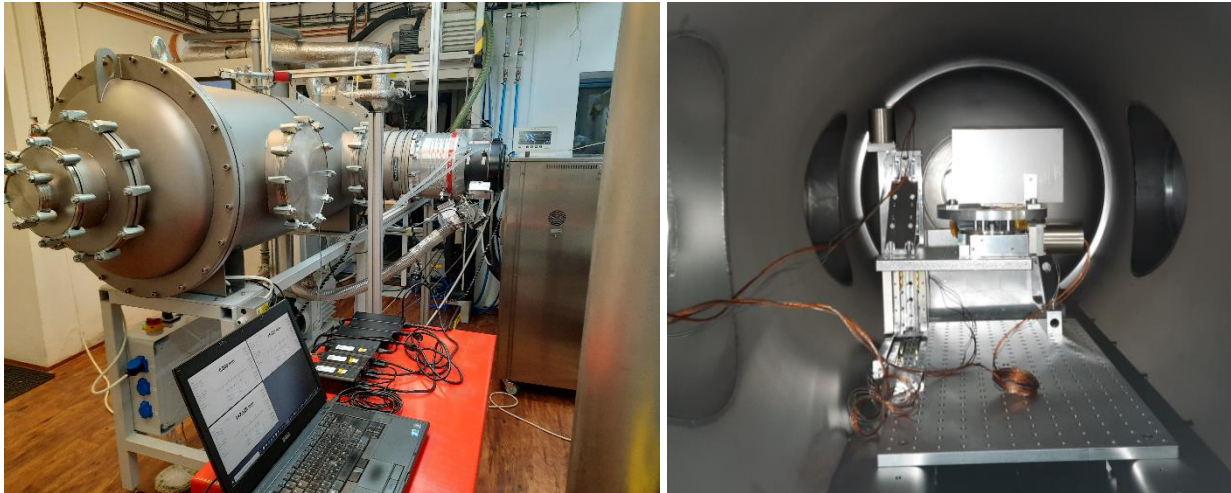
Evidenční číslo	FW3010568-04-O
Druh výsledku projektu	Ostatní
Název výsledku	Metodika pro měření/testování reflexních vrstev
Popis výsledku	Dokument shrnuje metodiku pro testování reflexních vrstev na tenkých fóliích a metodiku pro výpočet křivek reflexních charakteristik ve vakuovém tunelu. Metodika umožňuje změřit reflektivit pro libovolný reflexní vzorek s ohledem na reálný zdroj rtg. záření (včetně měkkých rtg. zdrojů) a ohledem na kvantovou a spektrální účinnost zvoleného detektoru.
Tvůrce výsledku	Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o. Ing. Adolf Inneman, Ph.D. Ing. Veronika Maršíková, Ph.D. Výzkumný a letecký ústav, a.s. Ing. Vladimír Dániel, Ph.D.
Místo ověření	Výzkumný a letecký ústav, a.s. Beranových 130, 149 00 Praha Letňany
Termín ověření	01 – 12 / 2023
Závěr:	Výstupem projektu “Širokospektrální rtg. systém” (ŠIROKO), TREND FW3010568 byla navržena a experimentálně ověřena metoda testování reflexních vrstev a výpočtu reflexních charakteristik pro multispektrální rtg. zdroj v dlouhofokálním vakuovém tunelu. Naměřená data byla porovnána s teoretickými daty a byla nalezena shoda.



Obr. 1: Princip měření reflektivity z bodu do bodu.



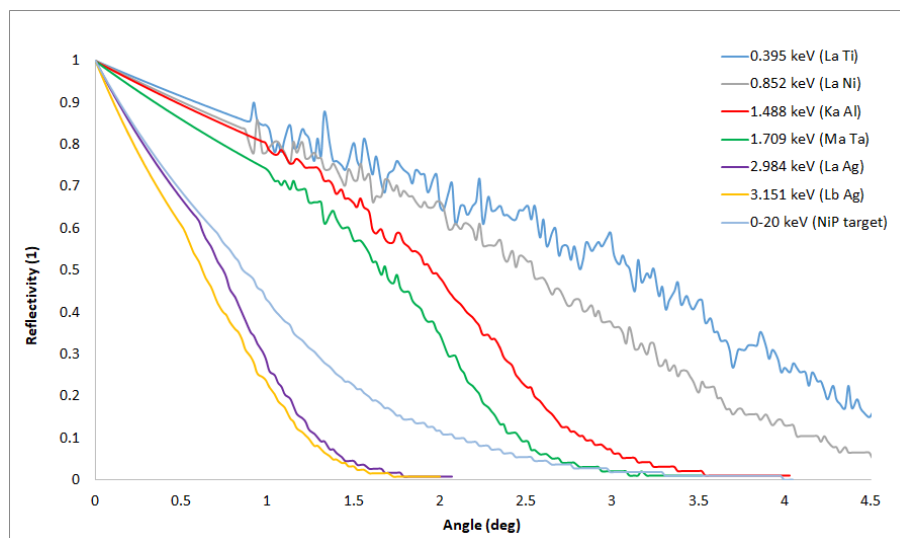
Obr. 2: Konstrukční návrh s vertikálním posuvem.



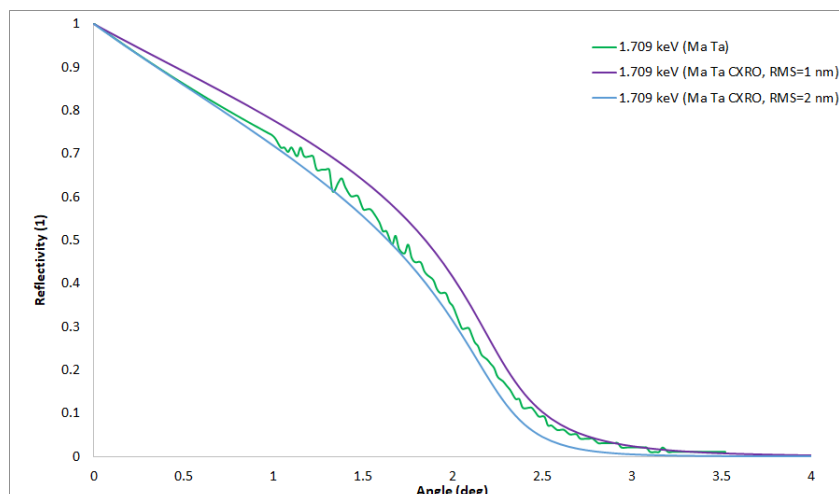
Obr. 3: Fotografie celé komory a měřícího standu.

Metodika pro měření reflektivit

Metodika pro testování reflektivit byla ověřena na tenké reflexní fólii s Au vrstvou. Pro tyto experimenty byl použit SDD detektor. Naměřená data byla porovnána s teoretickými daty získaných z CXRO (the Center for X-Ray Optics at Lawrence Berkeley National Laboratory, <https://cxro.lbl.gov/>) pro vybranou energii, stejný materiál povrchu a dvě různé drsnosti povrchu (Obr. 5). V souhrnné grafu (Obr. 4) je uvedena i křivka pro multispektrální rtg. zdroj s NiP targetem (světle modrá křivka). Na grafu je vidět shoda naměřených a teoretických dat.



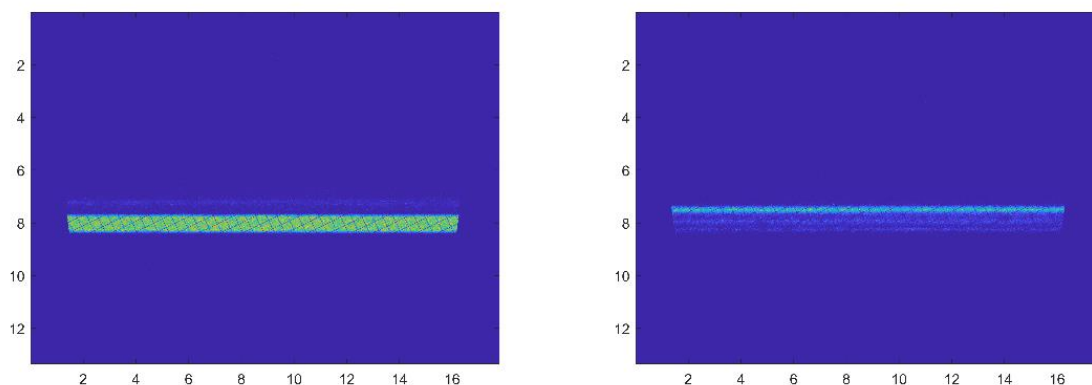
Obr. 4: Naměřená reflektivita pro fólii s Au vrstvou pro různé energie záření.



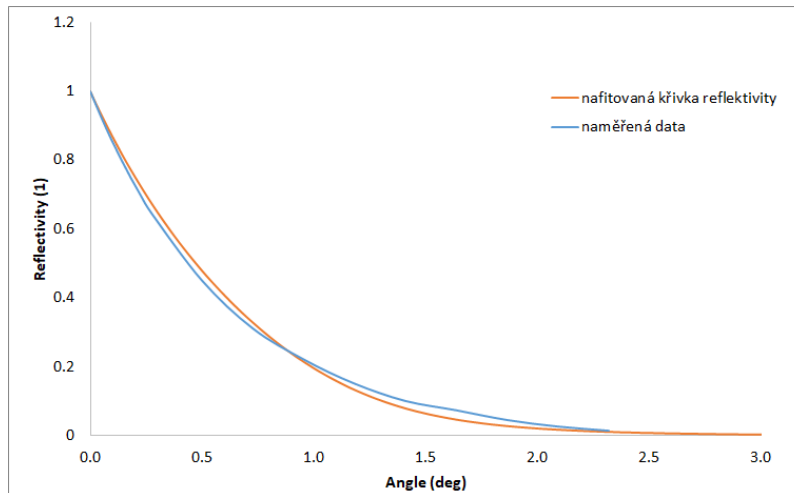
Obr. 5: Naměřená reflektivita pro fólii s Au vrstvou pro energii 1.709 keV.

Metodika výpočtu křivek reflexních charakteristik pro multispektrální rtg. zdroj

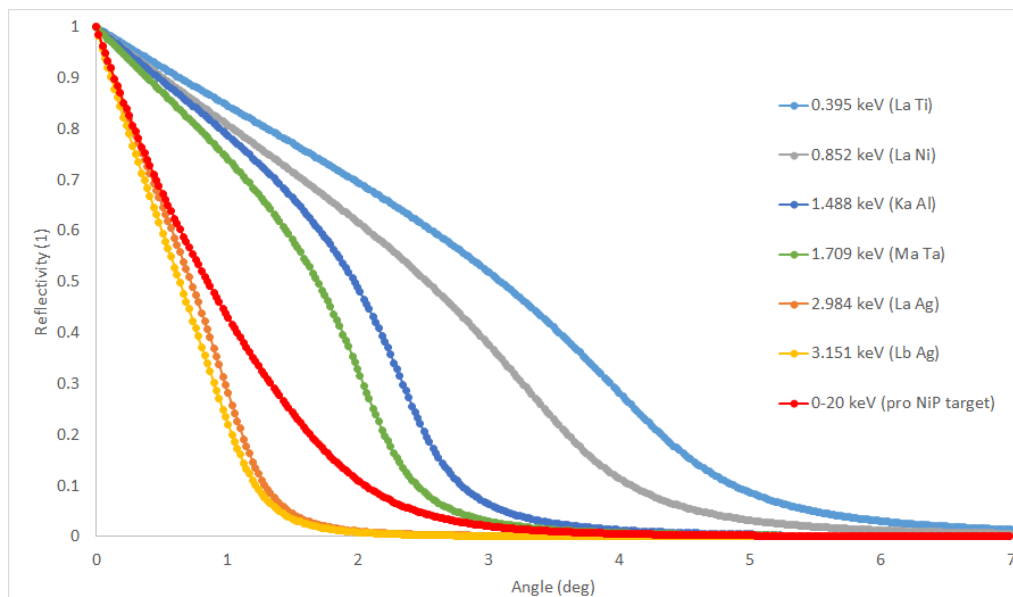
Křivka reflektivity daného vzorku byla spočtena z naměřených dat, respektive vycházela ze součtu všech odražených fotonů dopadlých na detektor (CCD kameru) při daném úhlu dopadu. Z těchto dat byla matematicky dopočítaná křivka reflektivity pro konkrétní reálný rtg. multispektrální zdroj. Tato křivka reflektivity může být použita při ray-tracingu rtg. optiky. Díky této metodě lze detailněji porozumět chování optické soustavy při experimentech s reálným multispektrálním zdrojem a optimalizovat návrh rtg. optiky.



Obr. 6: Vlevo – snímek přímého průsvitu na detektoru, vpravo – snímek odraženého rtg. záření při úhlu 0.5° pro multispektrální zdroj s NiP targetem a CCD kamerou.

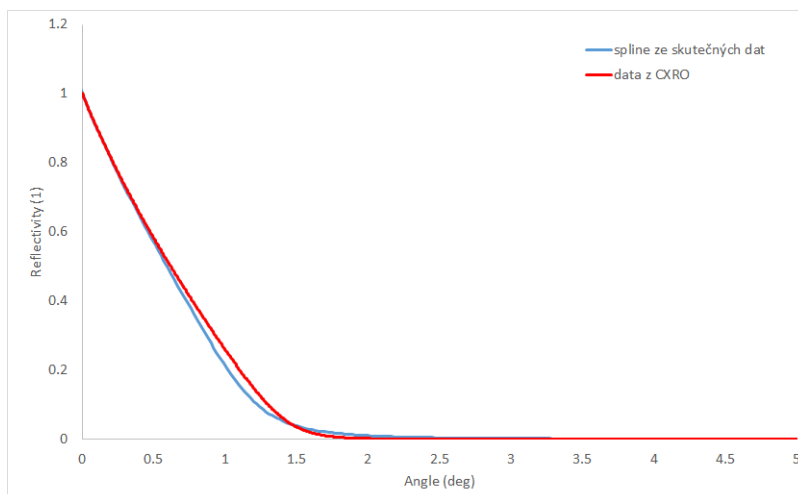


Obr. 7: Křivka reflektivity – testovací reflexní fólie s Au vrstvou – naměřená data (modrá křivka) a z nich matematicky dopočítaná křivka reflektivity pro daný rtg. multispektrální zdroj s NiP targetem a CCD kamerou.



Obr. 8: Příklad výpočtu interpolační křivky z naměřených dat pro reflexní vzorek s Au vrstvou, rtg. multispektrální zdroj s NiP targetem a SSD detektor.

Správnost metodiky měření a zpracování dat byla ověřena porovnáním interpolační křivky vypočtené z naměřených dat pro danou energii a dat získaných z CXRO – the Center for X-Ray Optics at Lawrence Berkeley National Laborator (<https://cxro.lbl.gov/>) pro stejnou energii a stejný povrch (Obr. 9).



Obr. 9: Příklad porovnání CXRO a interpolační křivky z naměřených dat pro zlatý reflexní povrch a energii 2.9 keV.

Závěr

Výstupem projektu “Širokospektrální rtg. systém“ (ŠIROKO), TREND FW3010568 byla navržena a experimentálně ověřena metoda testování reflexních vrstev a výpočtu reflexních charakteristik pro multispektrální rtg. zdroj v dlouhofokálním vakuovém tunelu. Naměřená data byla porovnána s teoretickými daty a byla nalezena shoda

Úplná sada naměřených hodnot, snímků a fotografií je k dispozici ve společnosti Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o., Za Radnicí 868, Dolní Břežany.