Stínící vlastnosti kompozitního nanovlákenného materiálu, vyrobeného metodou elektrostatického zvlákňování

Michaela Kozlovská[1], Eva Kuželová Košťáková[2], Jan Grégr[2], Petr Otáhal[1]

1- Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i., 2 – Technická univerzita v Liberci

kozlovska@sujchbo.cz

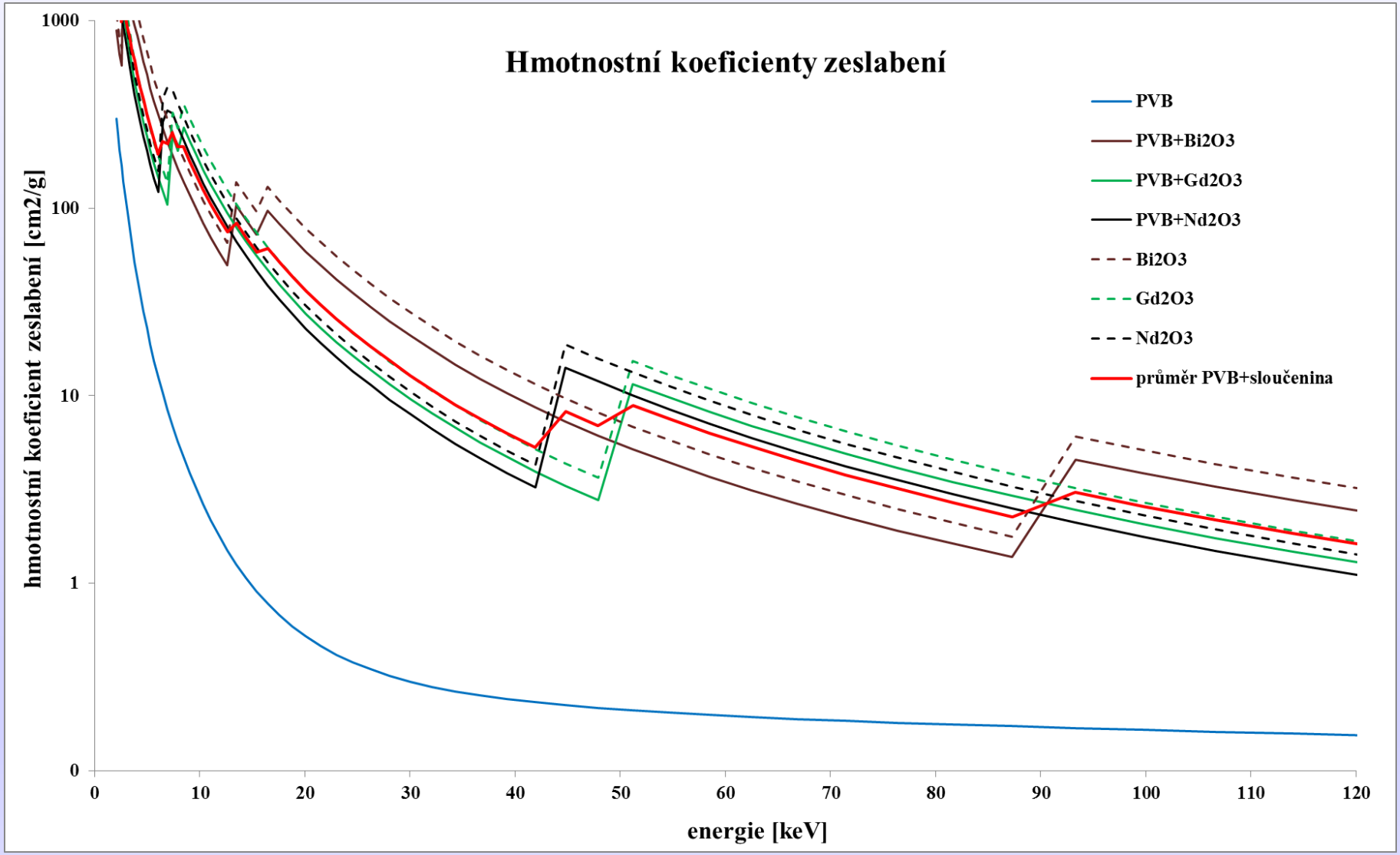
XLII. Dny radiační ochrany

8. 11. – 12. 11. 2021

Projekt: Inteligentní textilie proti CBRN látkám
VI20172020059

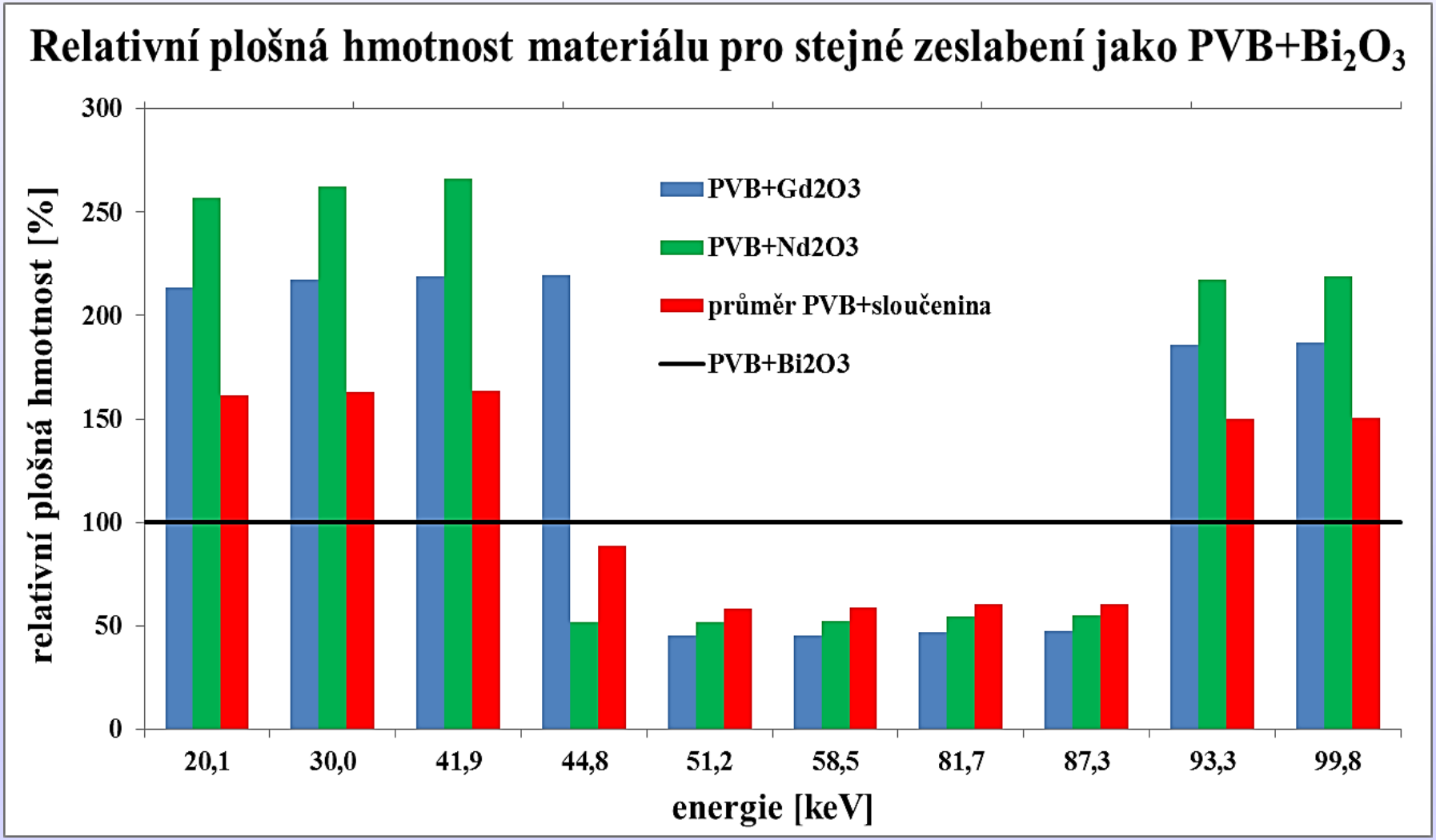
- **Vytvoření materiálu stínící vrstvy ochranných oděvů, zeslabování X a gama záření**
- **Fotoefekt - nejúčinnější mechanismus zeslabování X a gama záření v oblasti nízkých energií ⇨ nutnost inkorporace těžkých kovů do báze stínící vrstvy**
- **Nanovlákenný materiál vytvořený elektrostatickým zvlákňováním – možnost inkorporace velkého množství sloučenin, obsahujících těžké kovy**
- **Báze: polyvinyl butyral (PVB) - $(C_8H_{14}O_2)_n$**

Hmotnostní koeficienty zeslabení



data dle databáze NIST

Výběr vhodných sloučenin



Testování optimálního složení zvlákňovacího roztoku

<u>Zvlákňovací roztok</u>:

Báze - polyvinylbutyral (PVB) – 10% hm. roztok v etanolu

příměsi – sloučeniny nanočástic těžkých kovů

př. Bi_2O_3 nano, 90-210 nm velikost částic, obsah kovů 99.8%

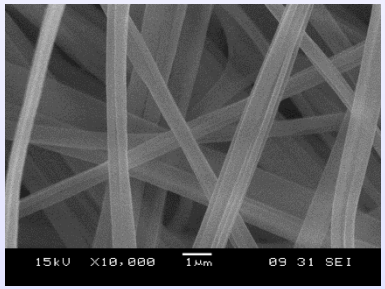
působení ultrazvuku

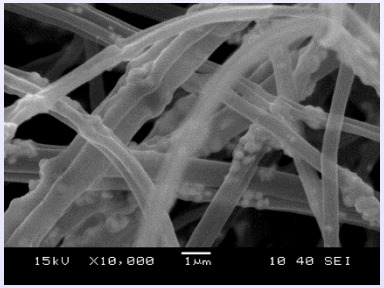
testování optimálního složení zvlákňovacího roztoku

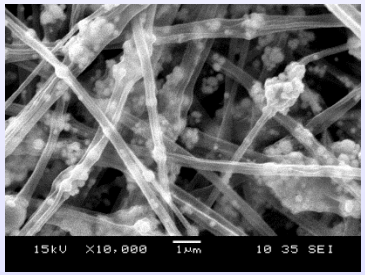
Výroba nanovlákenného materiálu metodou elektrostatického zvlákňování

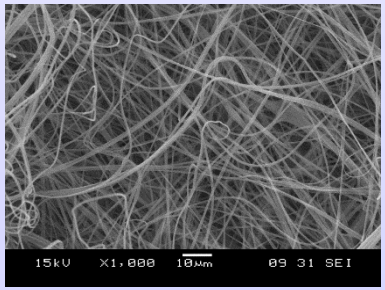
- **poloprovozní zařízení pro kontinuální bezjehlové elektrické zvlákňování – NS 4S1000U (Elmarco, CZ)**
- **cartridge dávkuje polymerní roztok přes otvor ve svém středu na strunu – připojena na kladný zroj VN**
- **kolektor pod kterým probíhá podkladová textilie (spunbond) – záporný zdroj VN (rozdíl potenciálů 50 kV, vzdálenost elektrod 170 mm)**

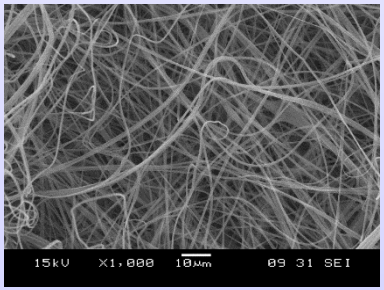
SEM – různý poměr PVB: Bi_2O_3

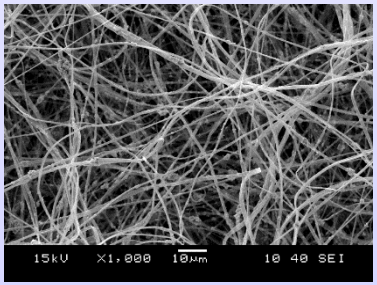


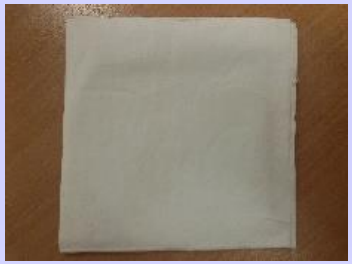






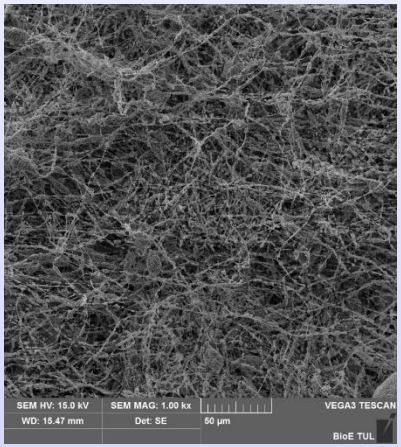


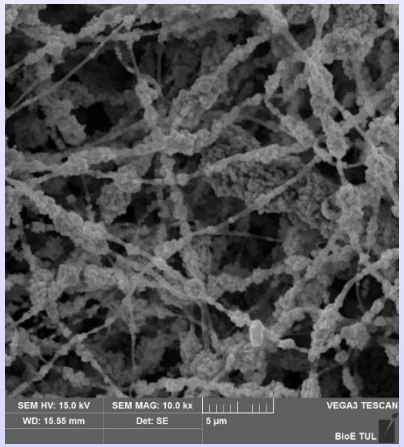


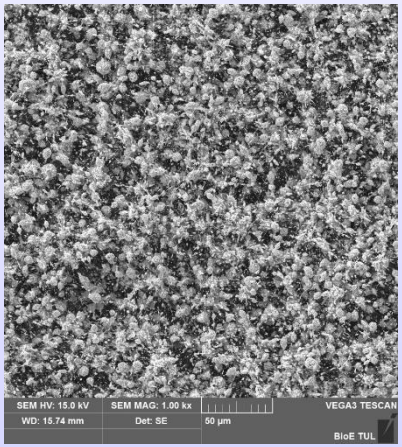


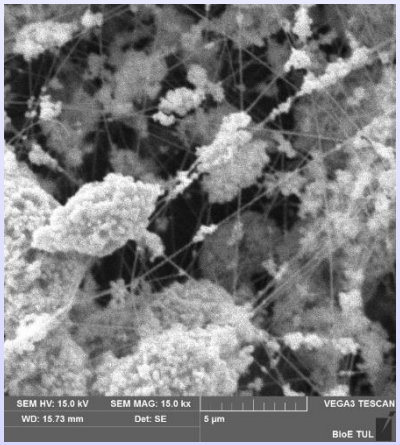
PVB: Bi2O3 - 1:0 **PVB: Bi2O3 - 1:1** **PVB: Bi2O3 - 1:3**

SEM – různý poměr PVB: Bi_2O_3





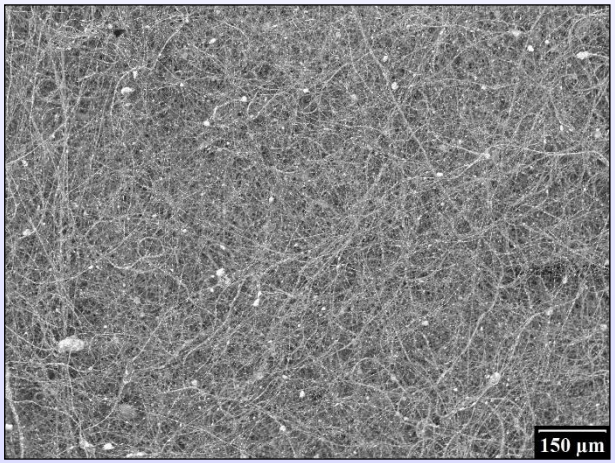


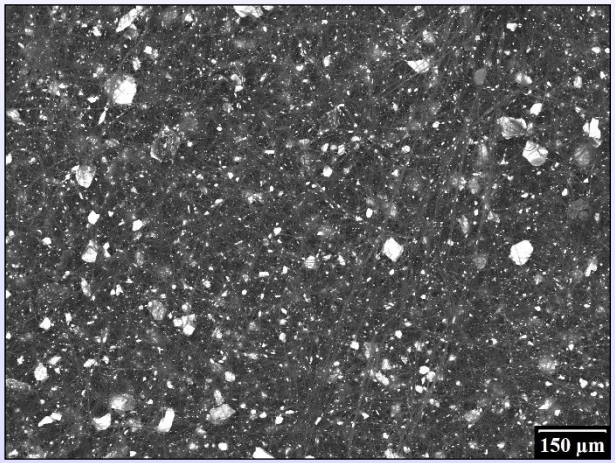


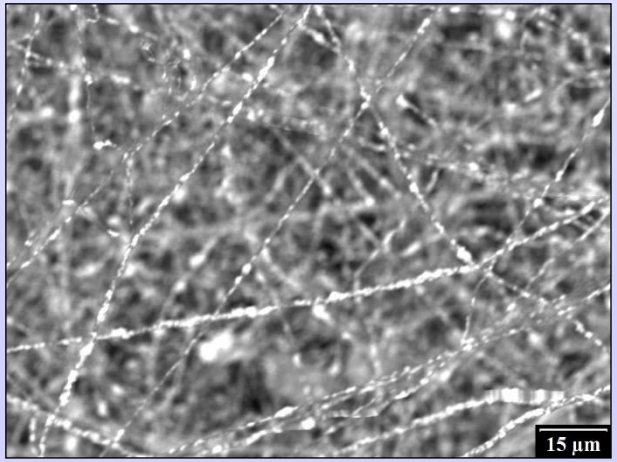
PVB: Bi_2O_3 nano 1:19
95hm% částic ve vláknech;
68,5 obj% částic ve vláknech

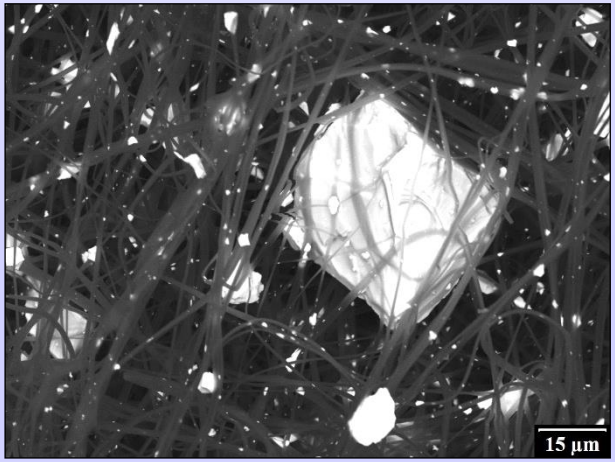
PVB: Bi_2O_3 nano 1:29
96,6 hm% částic ve vláknech
- shluky nanočástic, obtížná tvorba zvlákňovacího roztoku, snížení produktivity strojní výroby

SEM – různé sloučeniny těžkých kovů





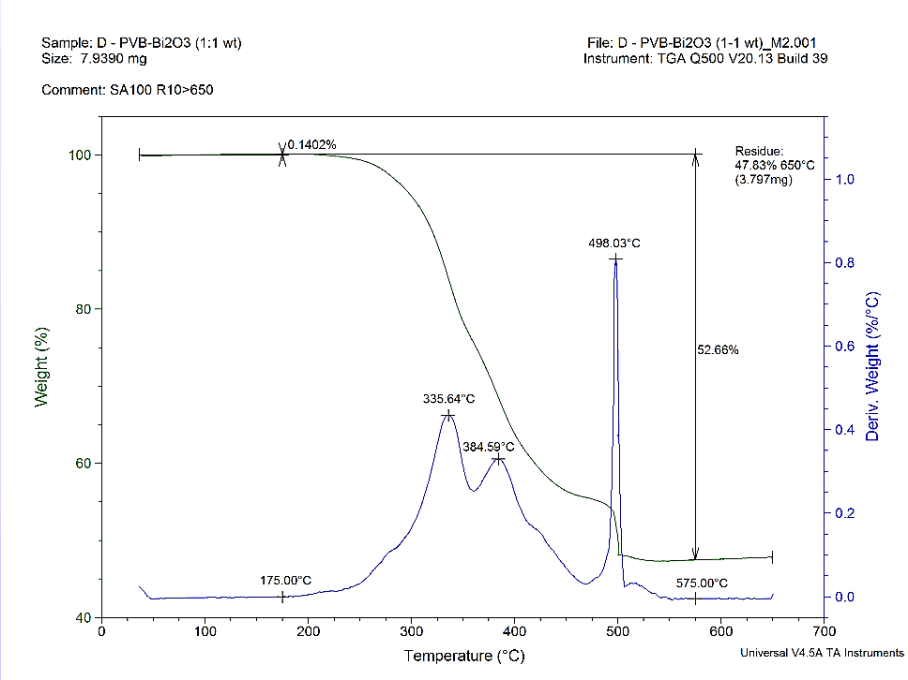


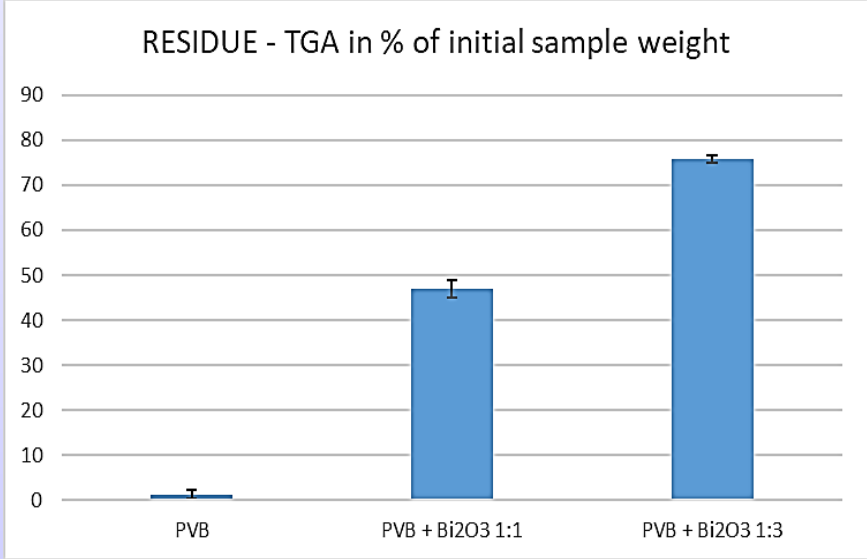


PVB + Bi_2O_3 (1:3)

PVB + $PbWO_4$ (1:3)

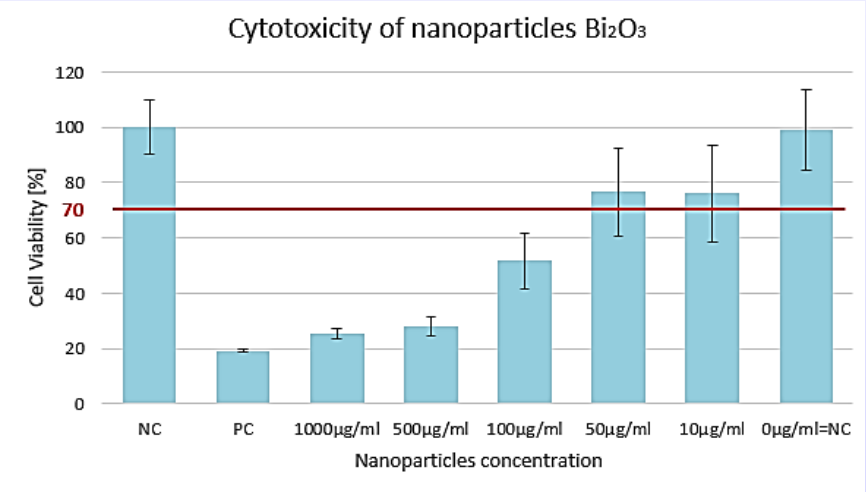
Termogravimetrická analýza

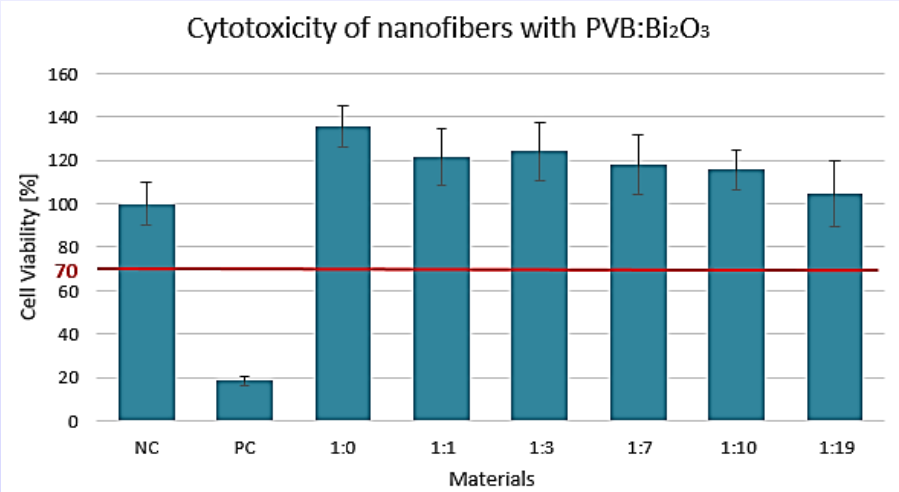


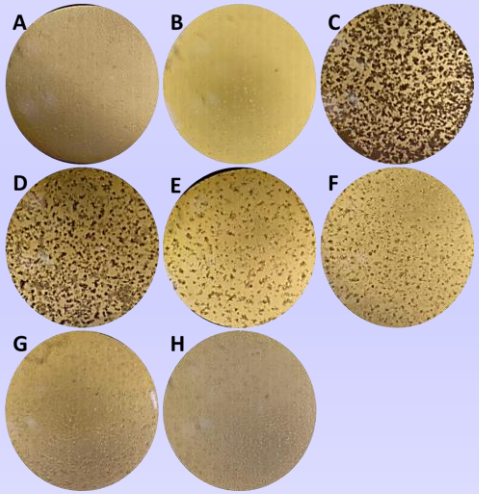


PVB : Bi2O3 1:1

Testy cytotoxicity Bi_2O_3– nanočástice a kompozitní nanovlákna

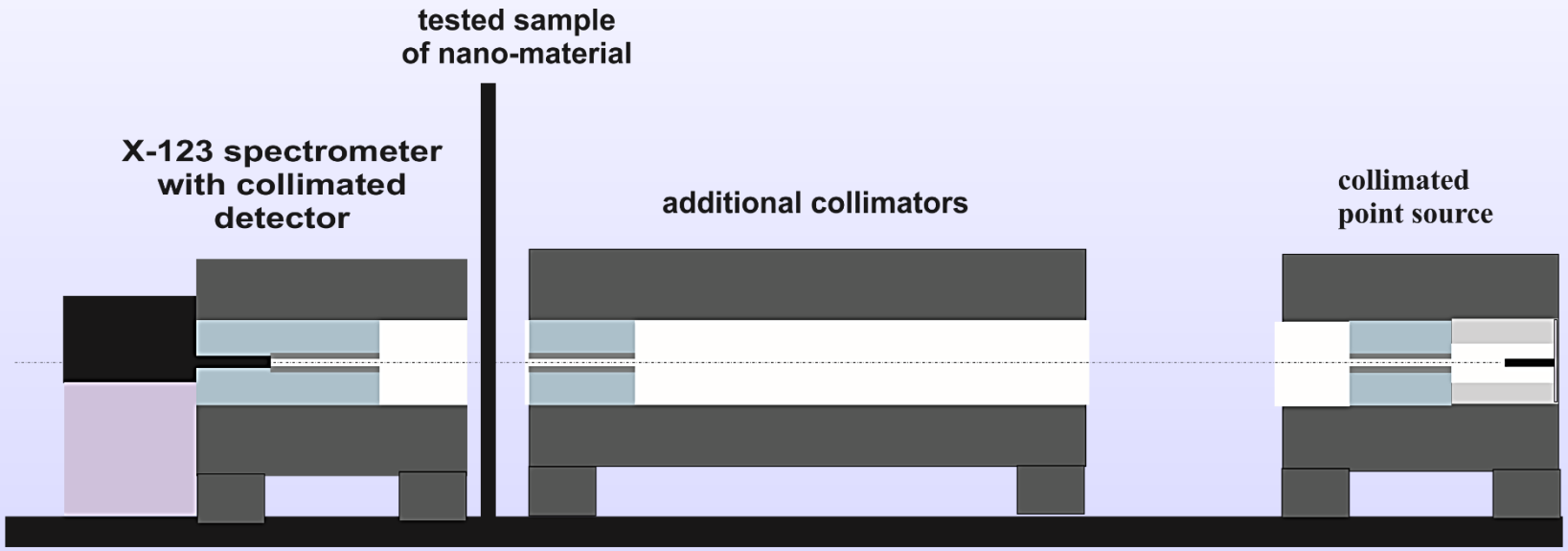






material	surface density [g/m²]	concentration of particles [µg/ml]
1:00	8	0
1:01	20	7 000
1:03	46,7	25 000
1:07	162,5	100 000
1:10	191	123 000
1:19	200	134 000

Experimentální měření

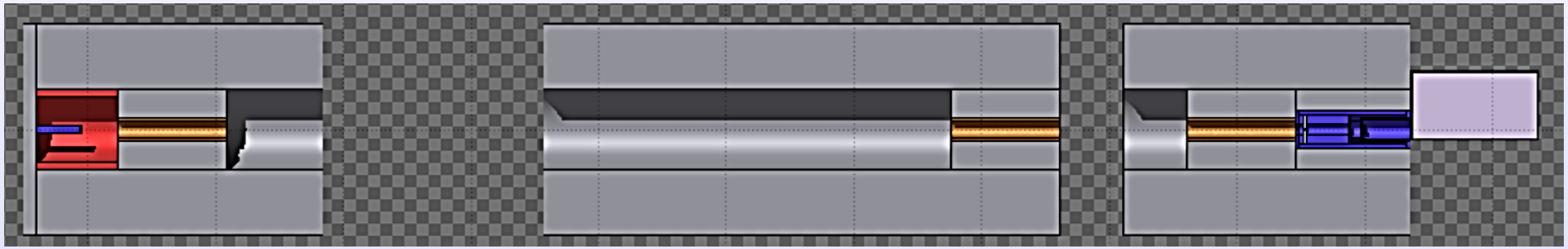


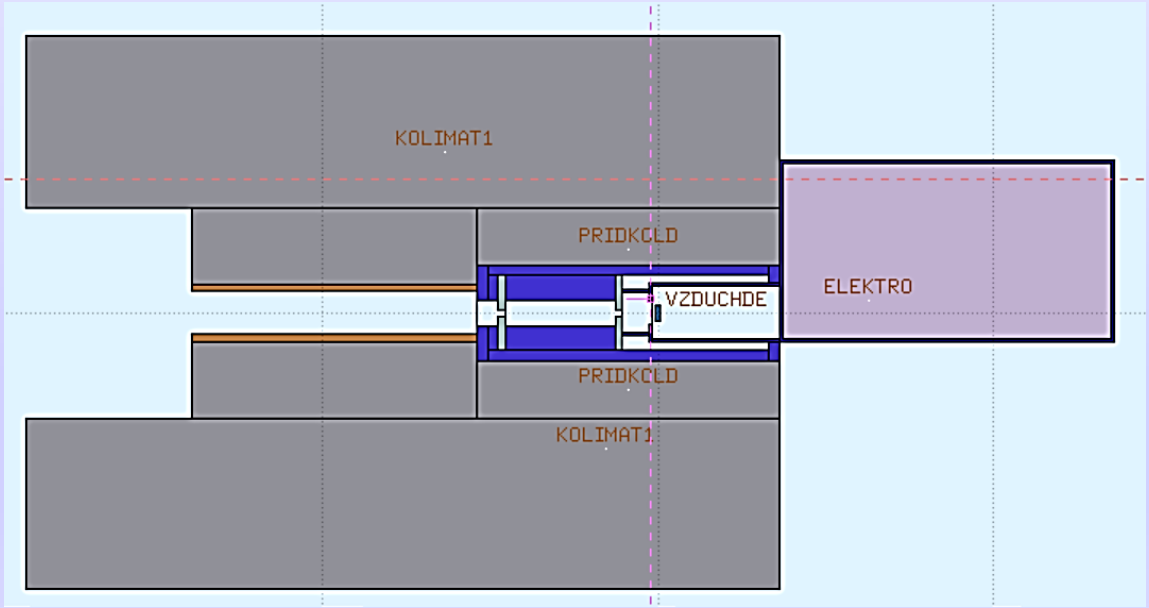
<u>X123 CdTe spektrometr + EXVC collimator kit:</u>

- kolimování průměru svazku v rozsahu 25 μm – 2 mm, výrobce AMPTEK Inc., USA
- CdTe detektor, 25mm^2, Be okénko
- en. rozsah 5 – 100 keV

- obdobná plošná hmotnost vzorků
- měření spekter pro 1 a 5 vrstev vzorku mezi zdrojem a detektorem

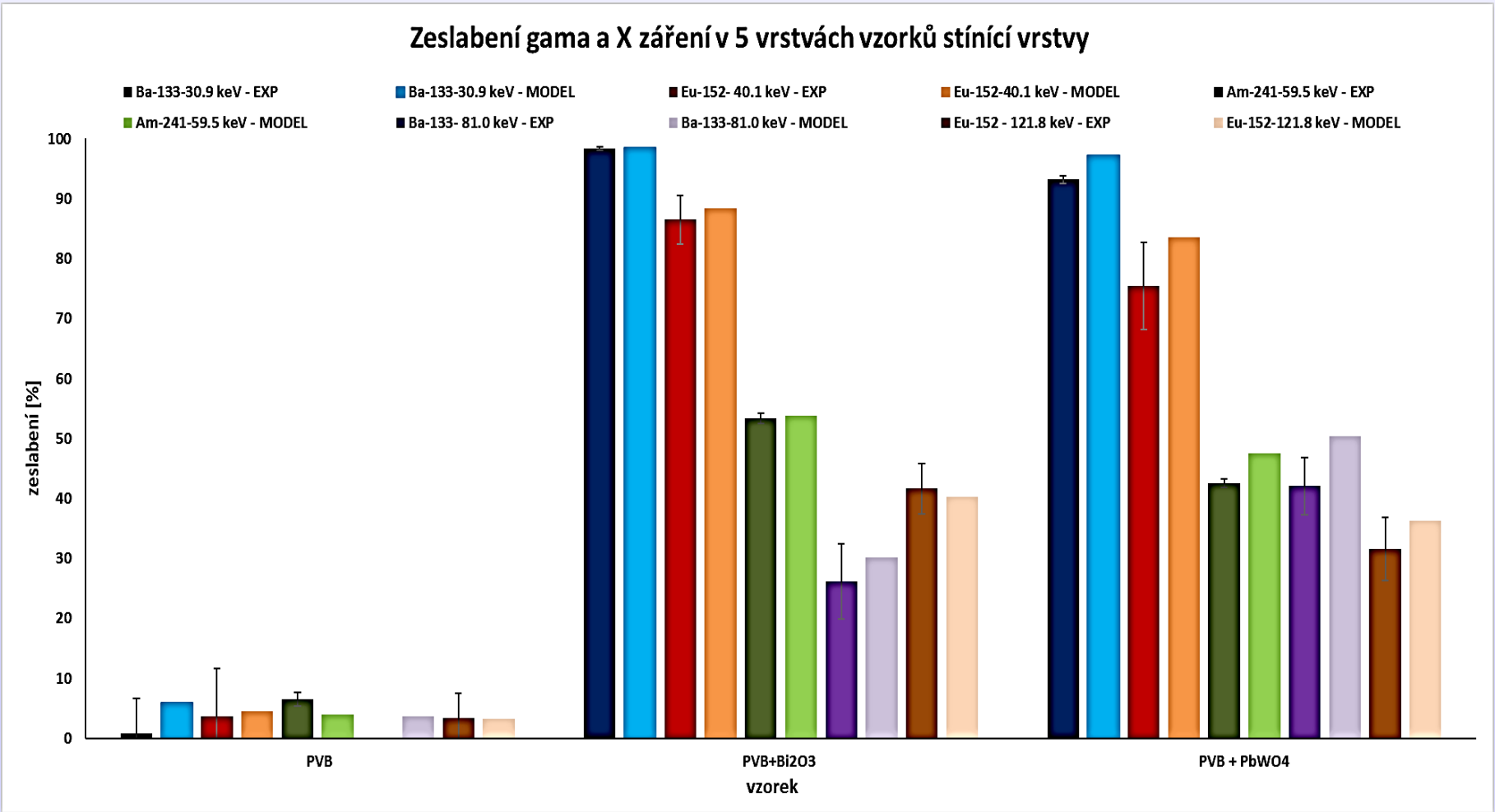
MC simulace – software FLUKA



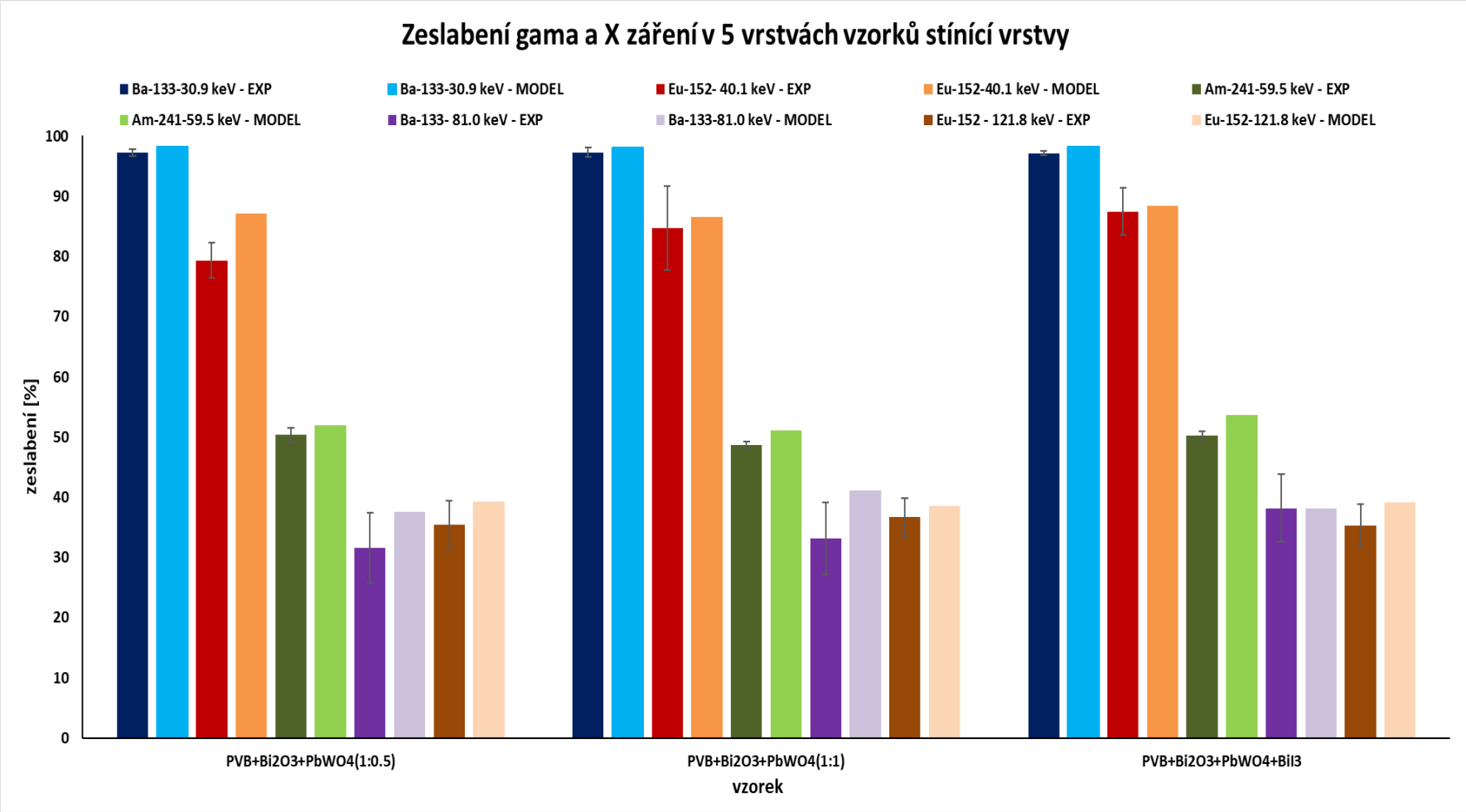


- simulace spekter radionuklidů s a bez vzorku materiálu mezi zdrojem a detektorem
- 5 – 50 mil. primaries
- zeslabení X a gama záření z čistých ploch píků jednotlivých RN
- porovnání s naměřenými výsledky

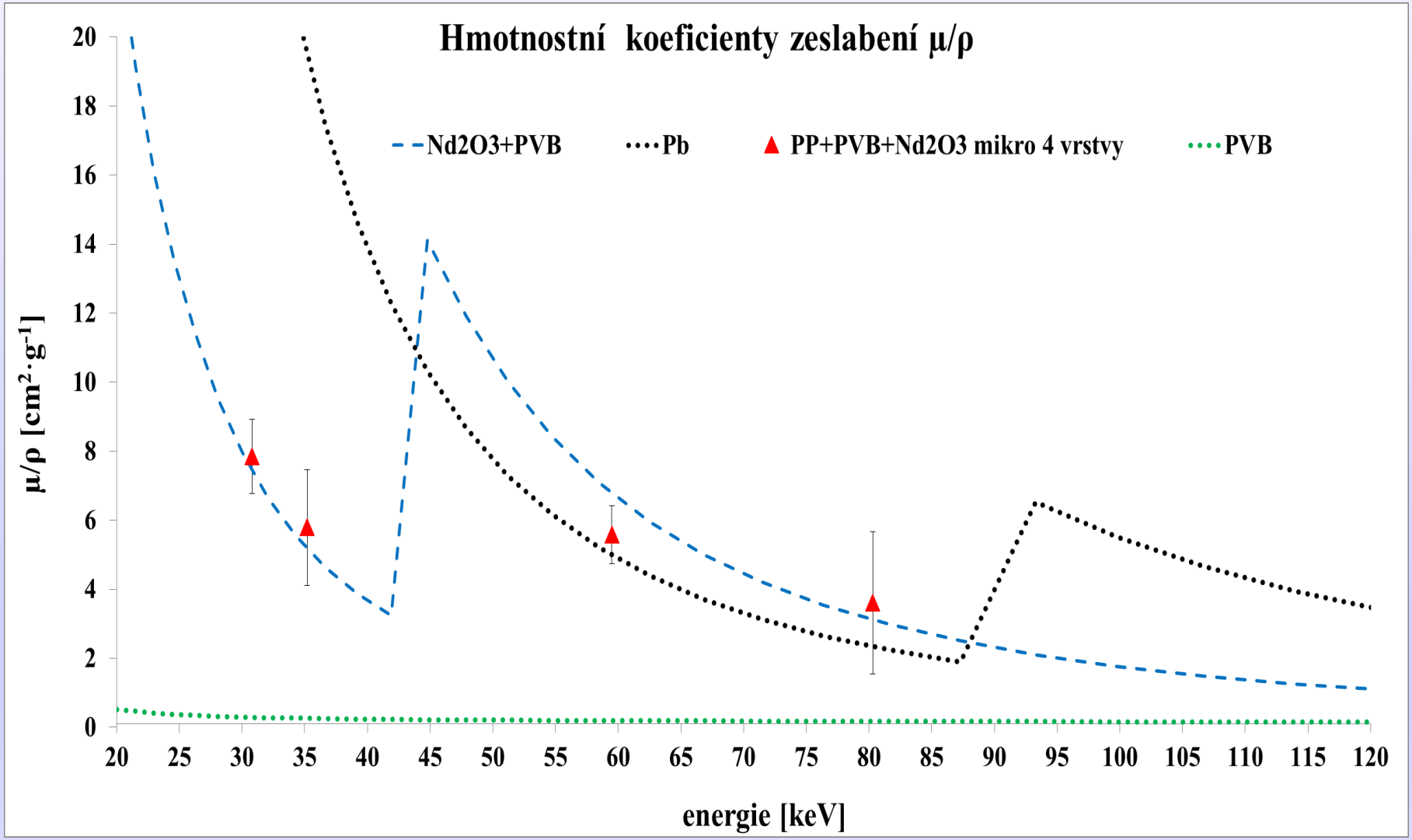
Experimentální výsledky vs. model – zeslabení X a gama záření – 5 vrstev vzorků



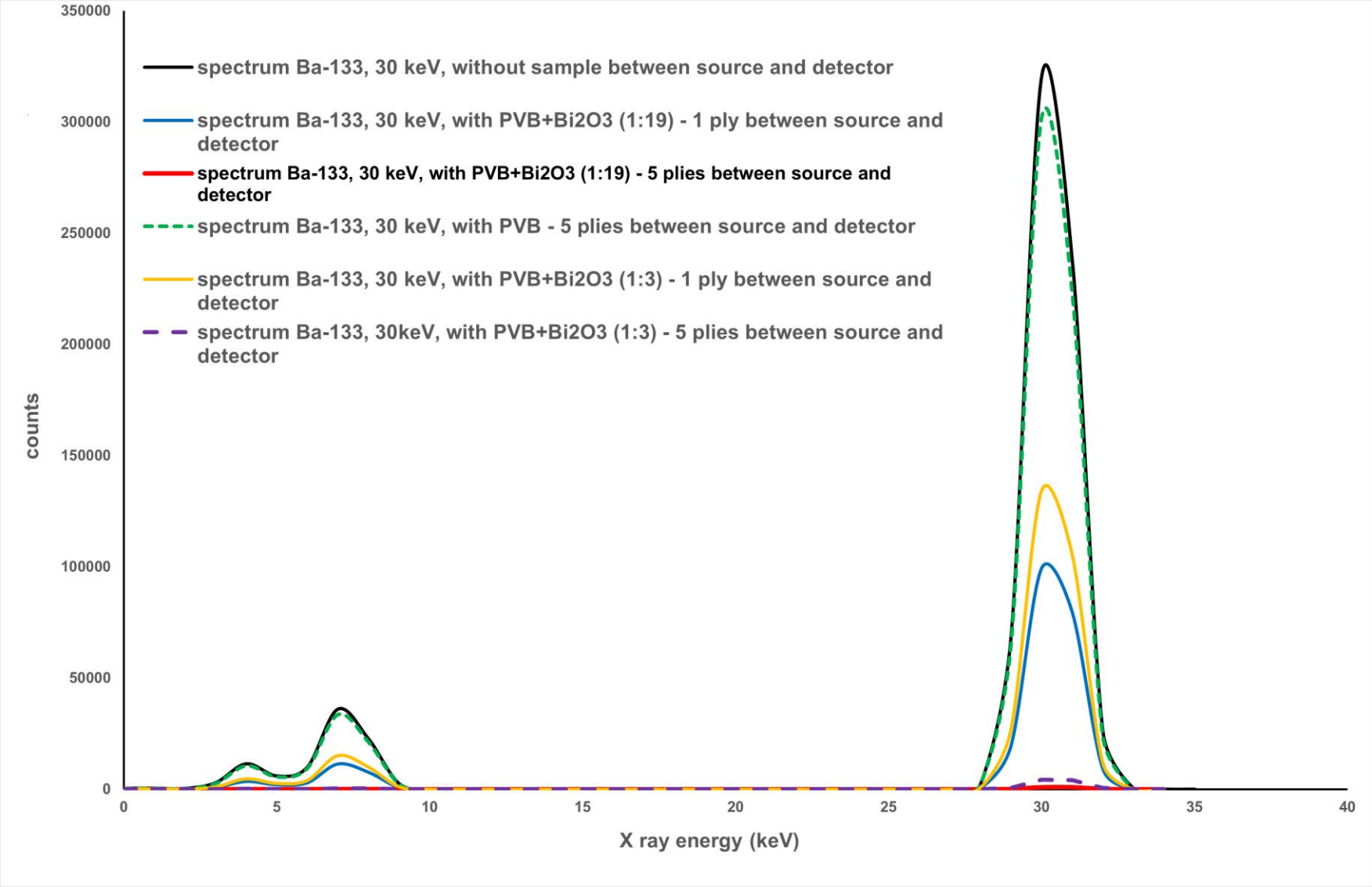
Experimentální výsledky vs. model – zeslabení X a gama záření – 5 vrstev vzorků



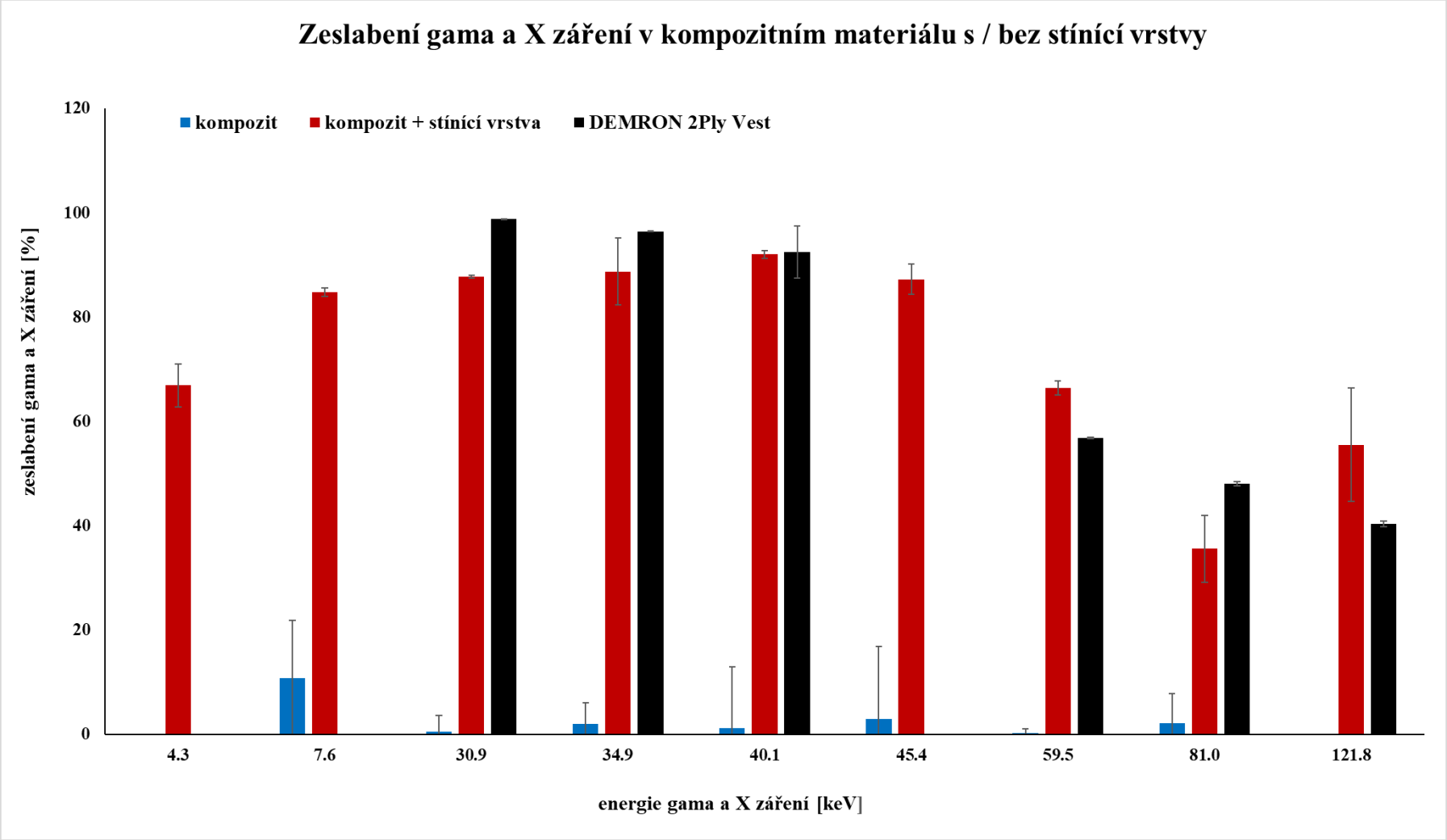
Hmotnostní koeficienty zeslabení



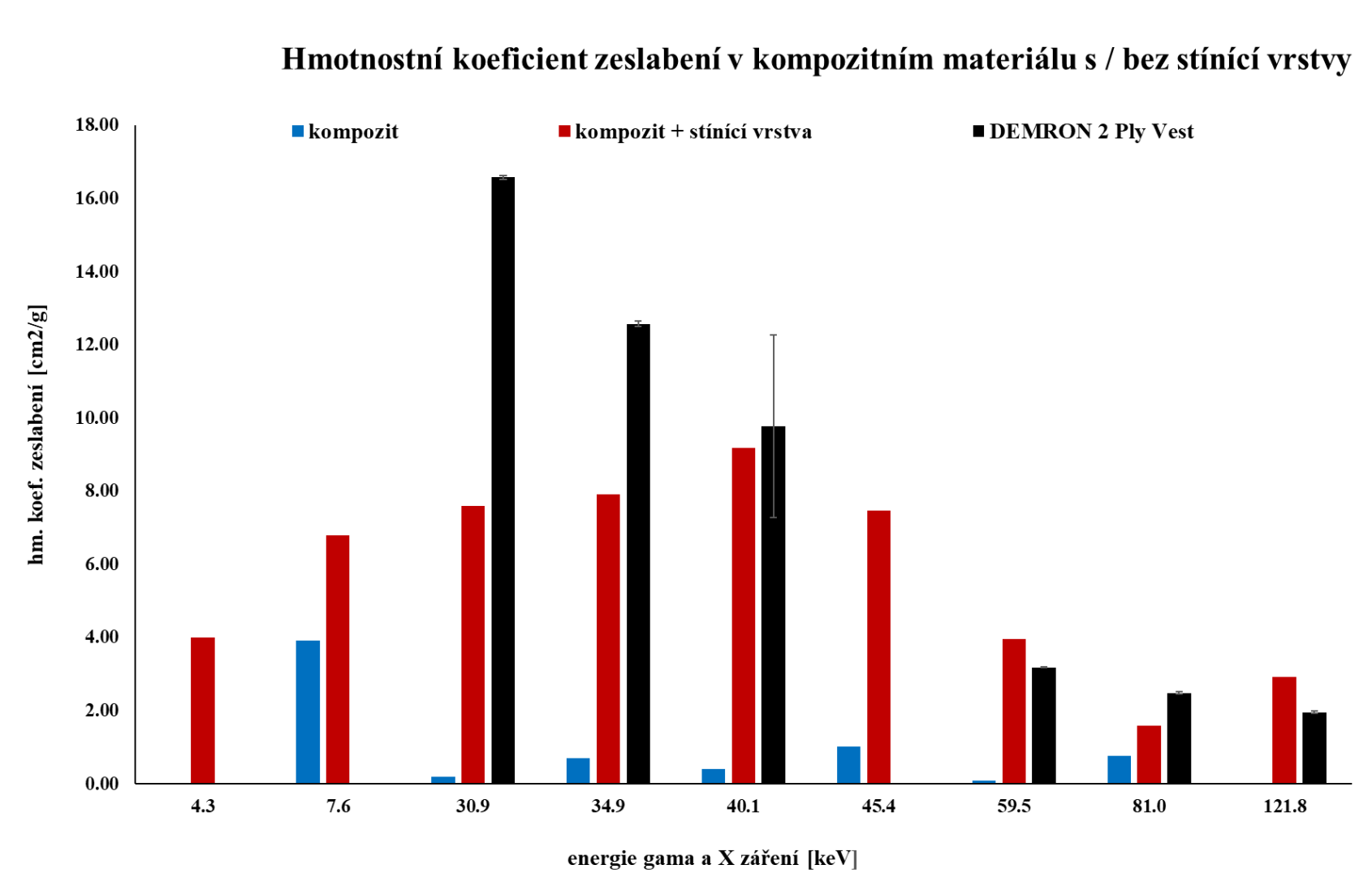
Výsledky MC modelu - spektra ^{133}Ba, en. l. 30 keV



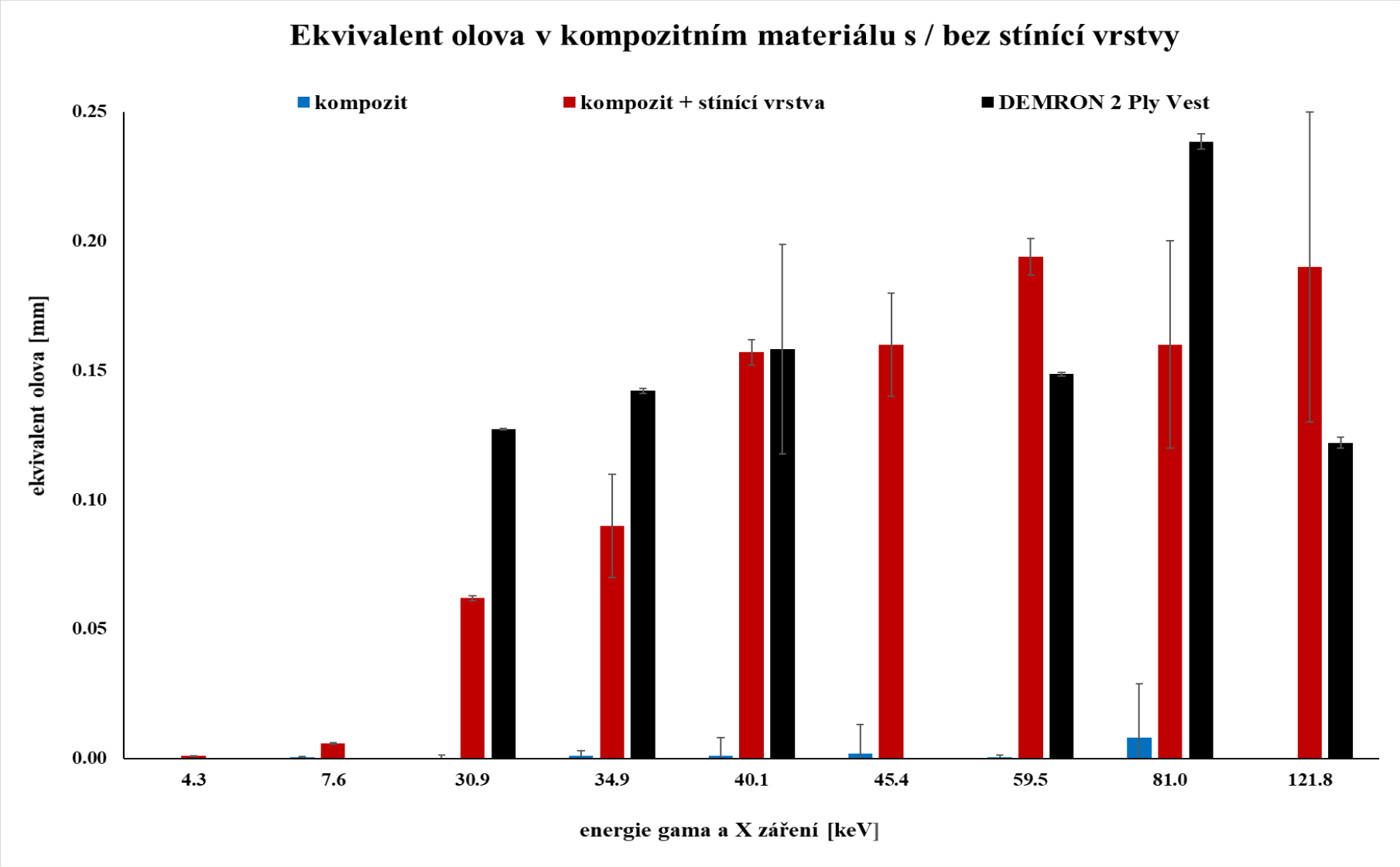
Porovnání s komerčním vzorkem – zeslabení X a gama záření



Porovnání s komerčním vzorkem - hmotnostní koeficienty zeslabení



Porovnání s komerčním vzorkem - ekvivalent Pb



Děkuji Vám za pozornost