



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC

Přímé porovnání PMT a SiPM PET

systemů pomocí modifikovaného NEMA IEC Body fantomu

J. Ptáček, P. Karhan, G. Horňák, L. Quinn

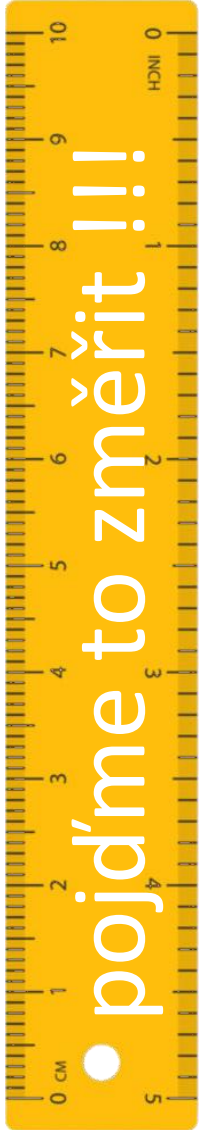
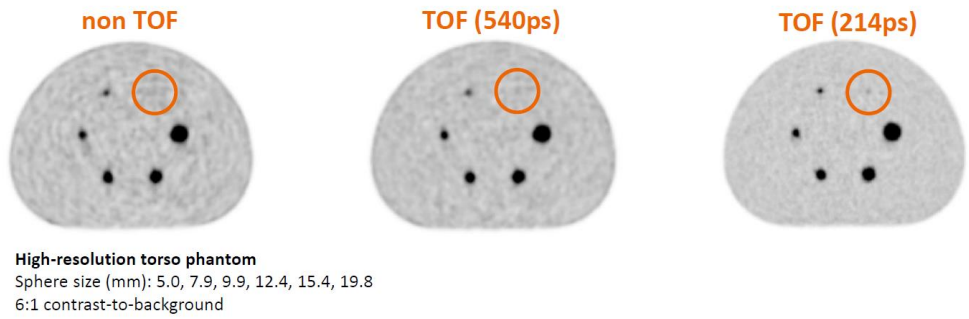
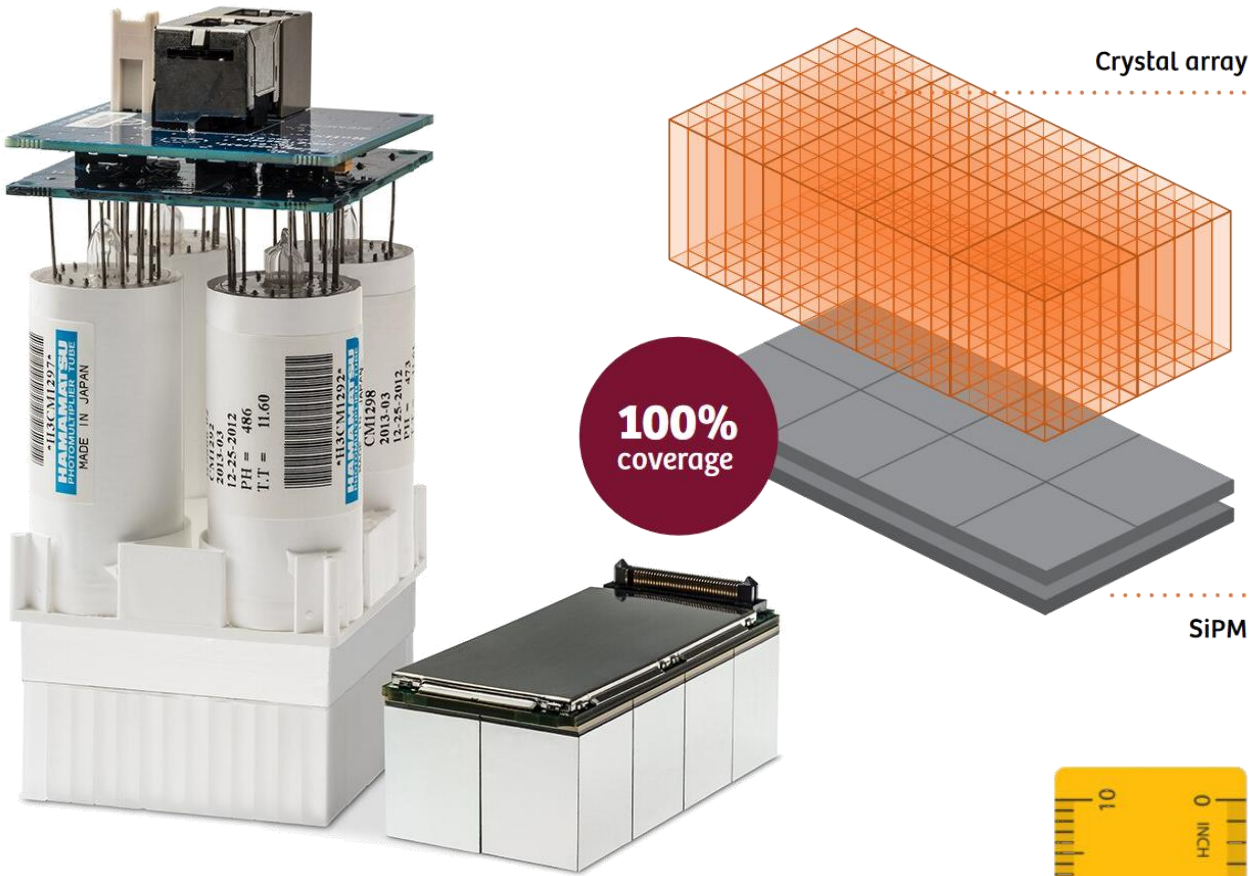
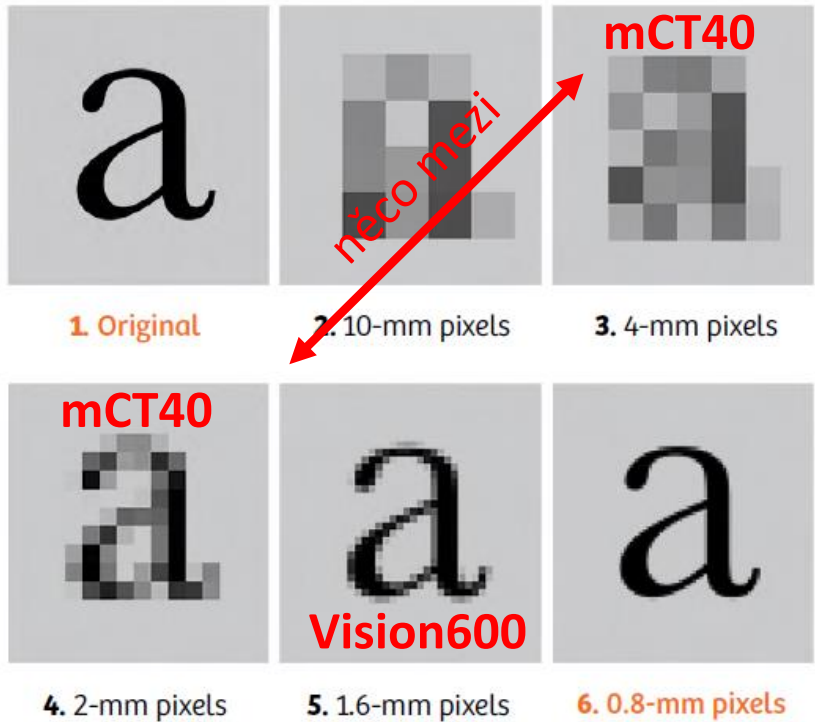
FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

Oddělení lékařské fyziky a radiační ochrany

Siemens Biograph Vision600

- „digitální“ PET – digitalizace = výměna PMT za SiPM

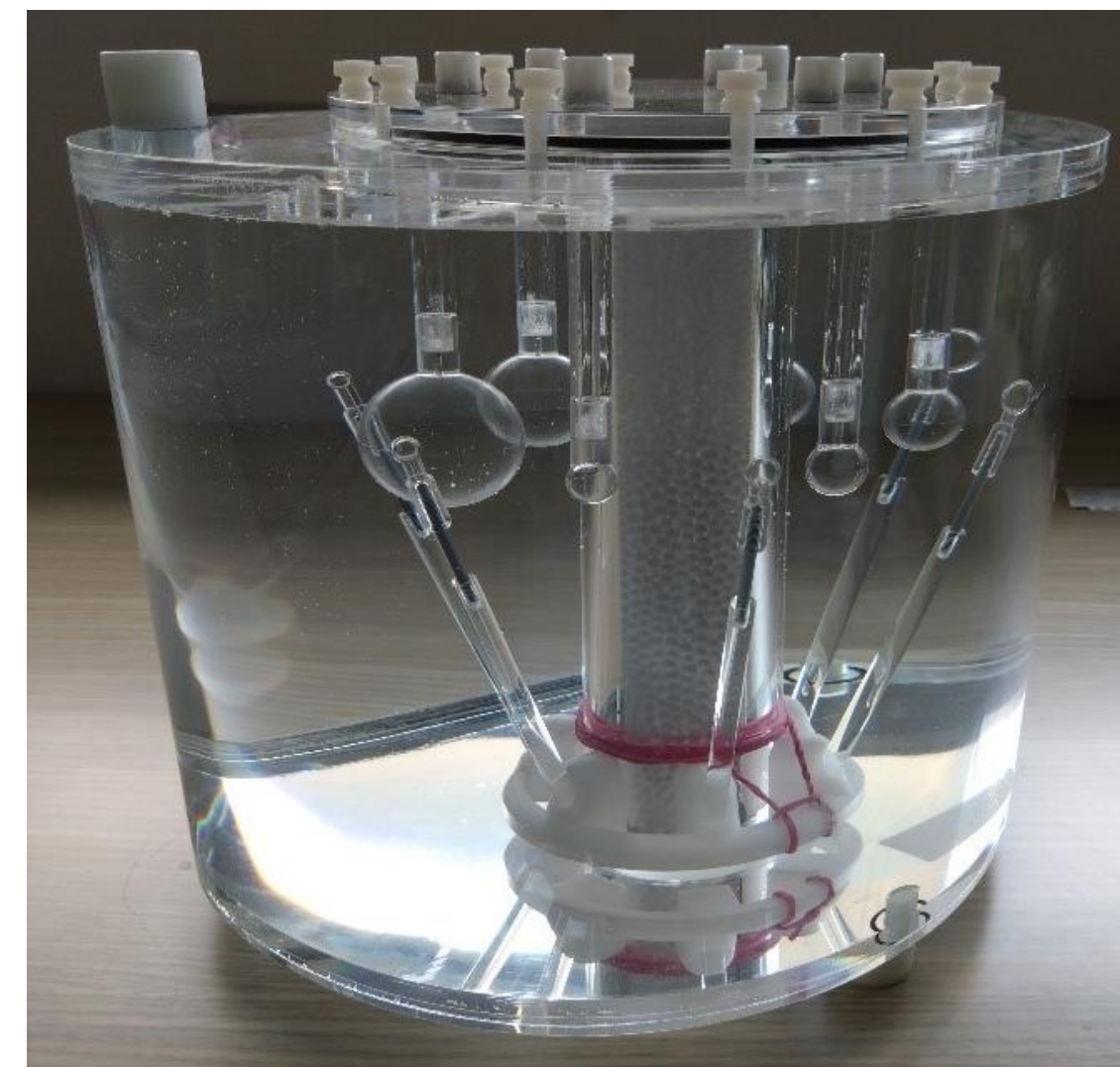
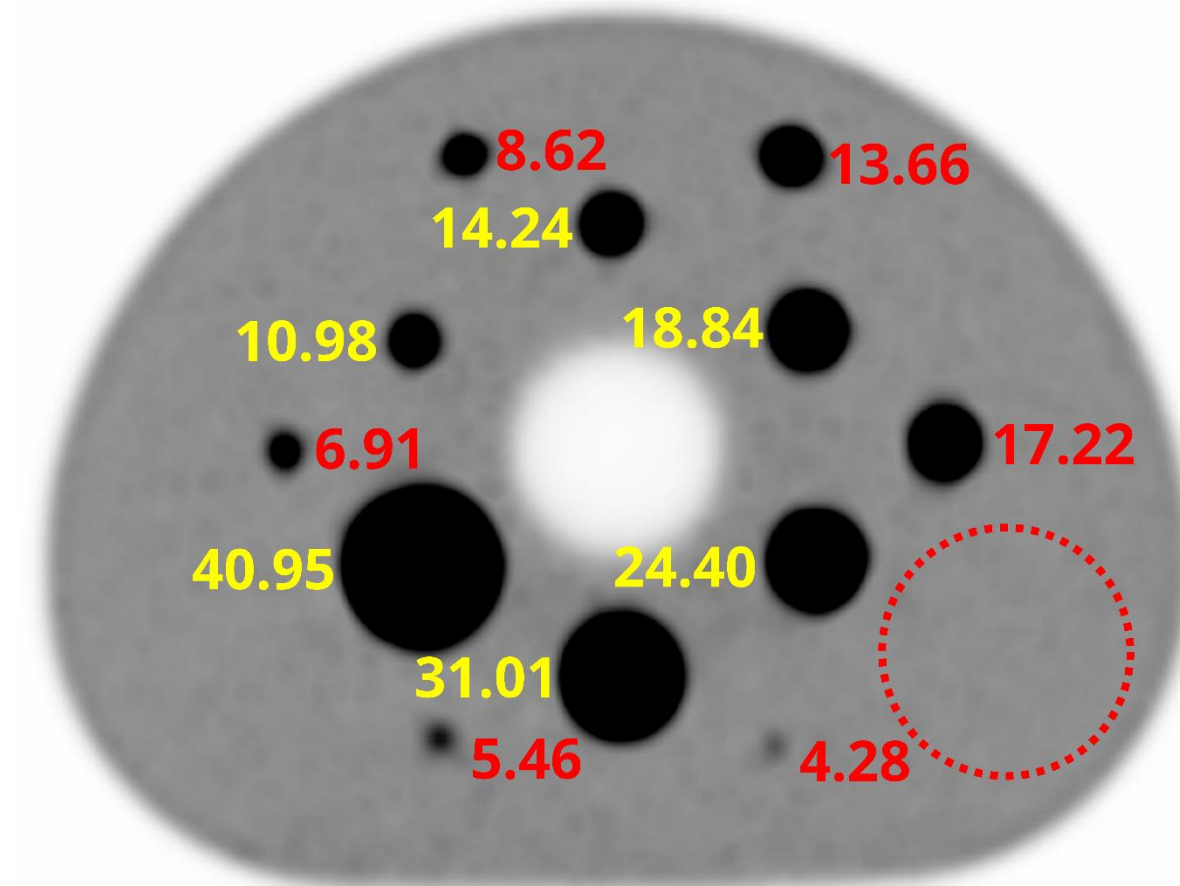
parametr	mCT40	Vision600
velikost detektoru	4x4x20 mm	3,2x3,2x20 mm
NEMA FWHM (@1 cm)	4,3 / 4,3 / 4,3	3,7 / 3,7 / 3,8
minimální tloušťka řezu	2 mm	1,65 mm
celkem řezů	109	159
překryv řezů pro step&shoot	47	79
energetické okno	435-650	435-585
NEMA senzitivita (kcps/MBq)	9,6	16,4
TOF časové rozlišení (ps)	540	214
efektivní senzitivita s TOF (kcps/MBq) a 20 cm objekt	24	102



- vyšší citlivost umožňuje zachovat prostorové rozlišení použitím matice 440x440px
- ale:
 - je mezi PMT a SiPM z hlediska kvantifikace i jiný rozdíl než použitá matice?
 - co když použitá jemná matice kvantifikaci nějak ovlivňuje?
 - **neměla by se kvantifikace provádět nějak jinak?**

Metodika měření

- pomocí upraveného NEMA IEC Body fantomu
 - 12 zdrojů o průměrech od 40.95 mm do 4.28 mm
 - rozměr gravimetricky s použitím H₂O
 - kontrast zdrojů 10:1
 - ¹⁸F (100 MBq pozadí a 10x vyšší a_{vol} do zdrojů)
 - měření přes téměř šest $T_{1/2}$ (různé hladiny šumu)
 - mCT40 a Vision600 (EARL v2 kritéria):
 - 3 nové realizace fantomu na každém stroji
 - *
 - 18 časových bodů (á 6 min) na každou realizaci
- = 54 měření na stroj a tedy 108 datových sad celkem

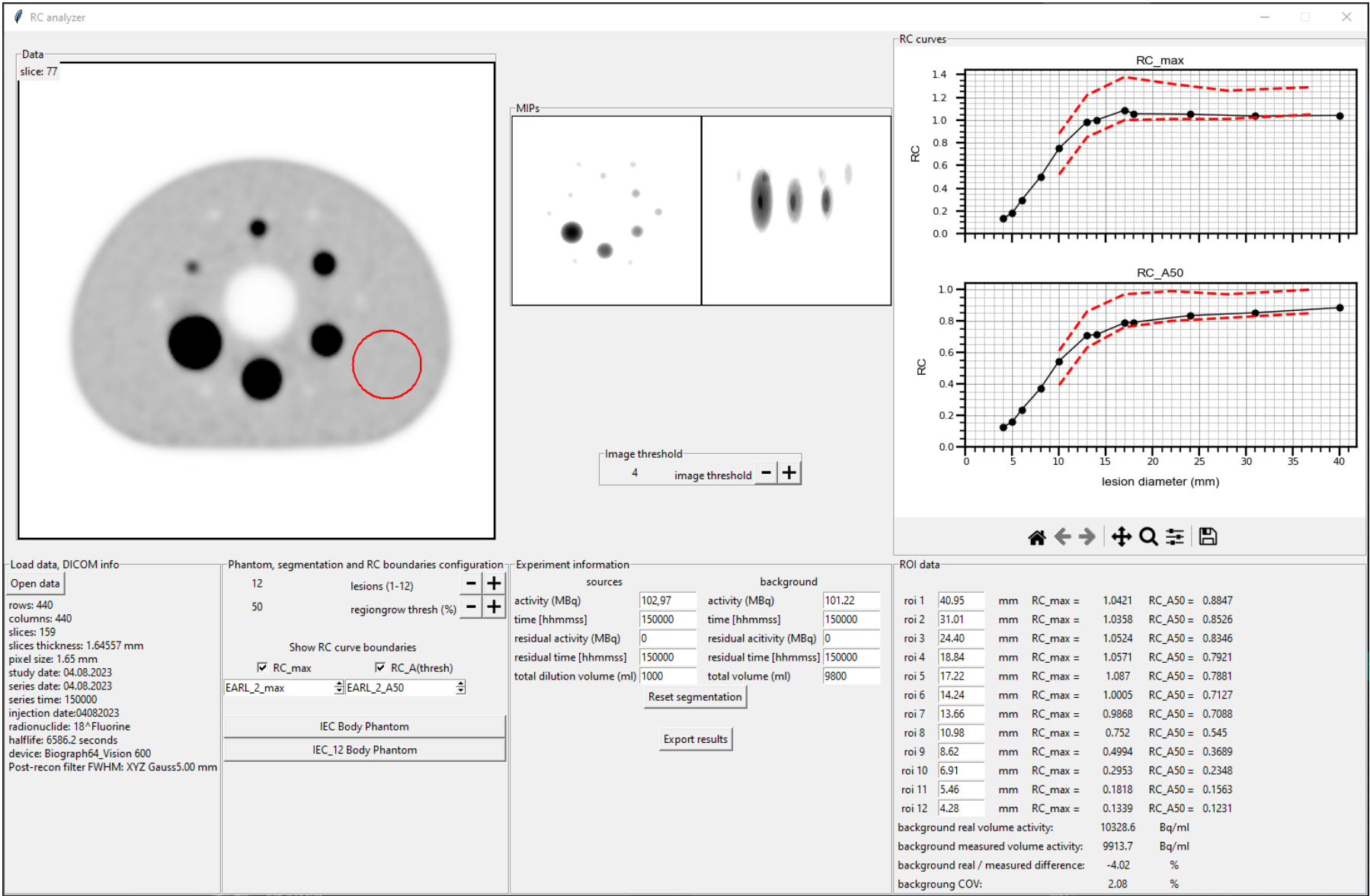


Metodika vyhodnocení

- rekonstrukce dat v souladu s EARL v2
- hodnocené parametry:
 - SUV_{max} , SUV_{A50} kvantifikace provedena vlastním Python skriptem

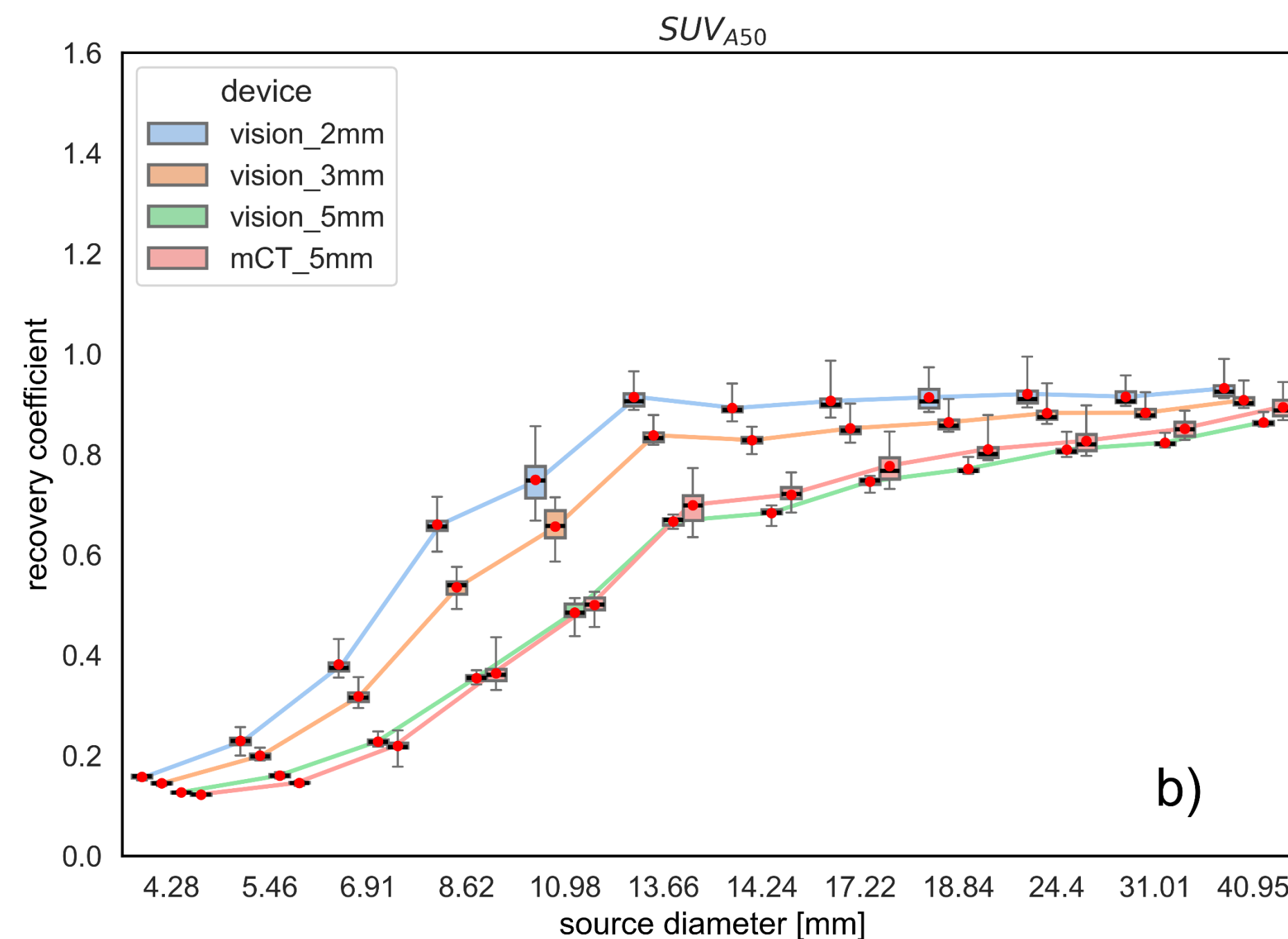
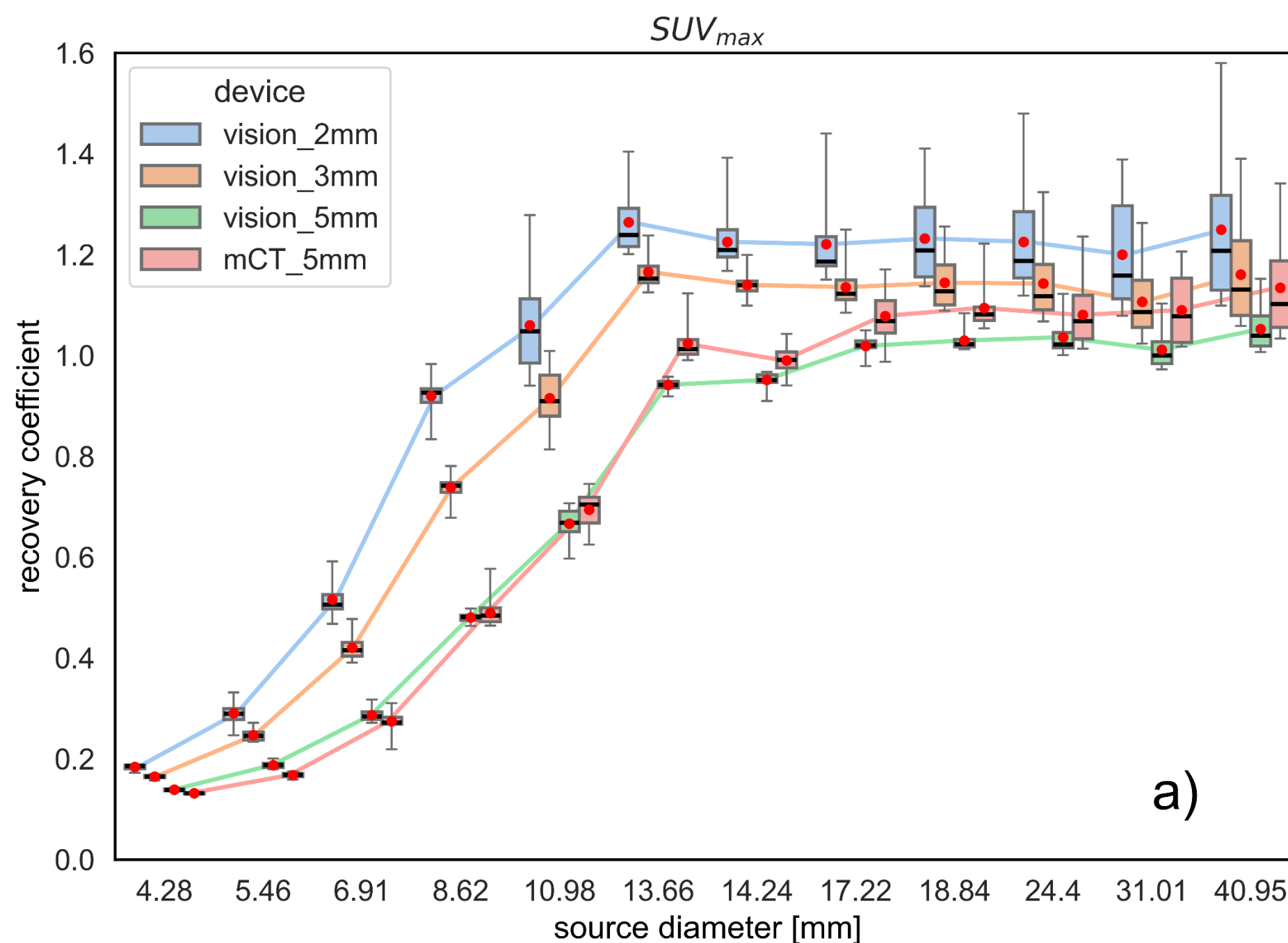
Reconstruction parameters that fulfil the EARL v2 criteria for Vision600 and mCT40.

Reconstruction parameter	Vision600	mCT40
matrix size	440 × 440	256 × 256
pixel size	1.65 × 1.65 mm	3.18 × 3.18 mm
slice thickness	1.65 mm	2.00 mm
# iterations	4	3
# subsets	5	21
reconstruction type	OSEM + PSF + TOF	OSEM + PSF + TOF
post-reconstruction filtration	Gaussian 5 mm	Gaussian 5 mm
applied corrections	attenuation (CT based), randoms, scatter, decay	



Výsledky

- mCT40 a Vision600 při 5 mm filtraci – podobné hodnoty SUV – EARL v2 rekonstrukce
- mCT40 – větší rozptyl hodnot – menší citlivost = více šumu





Technical note

Optimal reconstruction matrix and PET image filtration for point-spread function and time-of-flight reconstruction – A phantom study

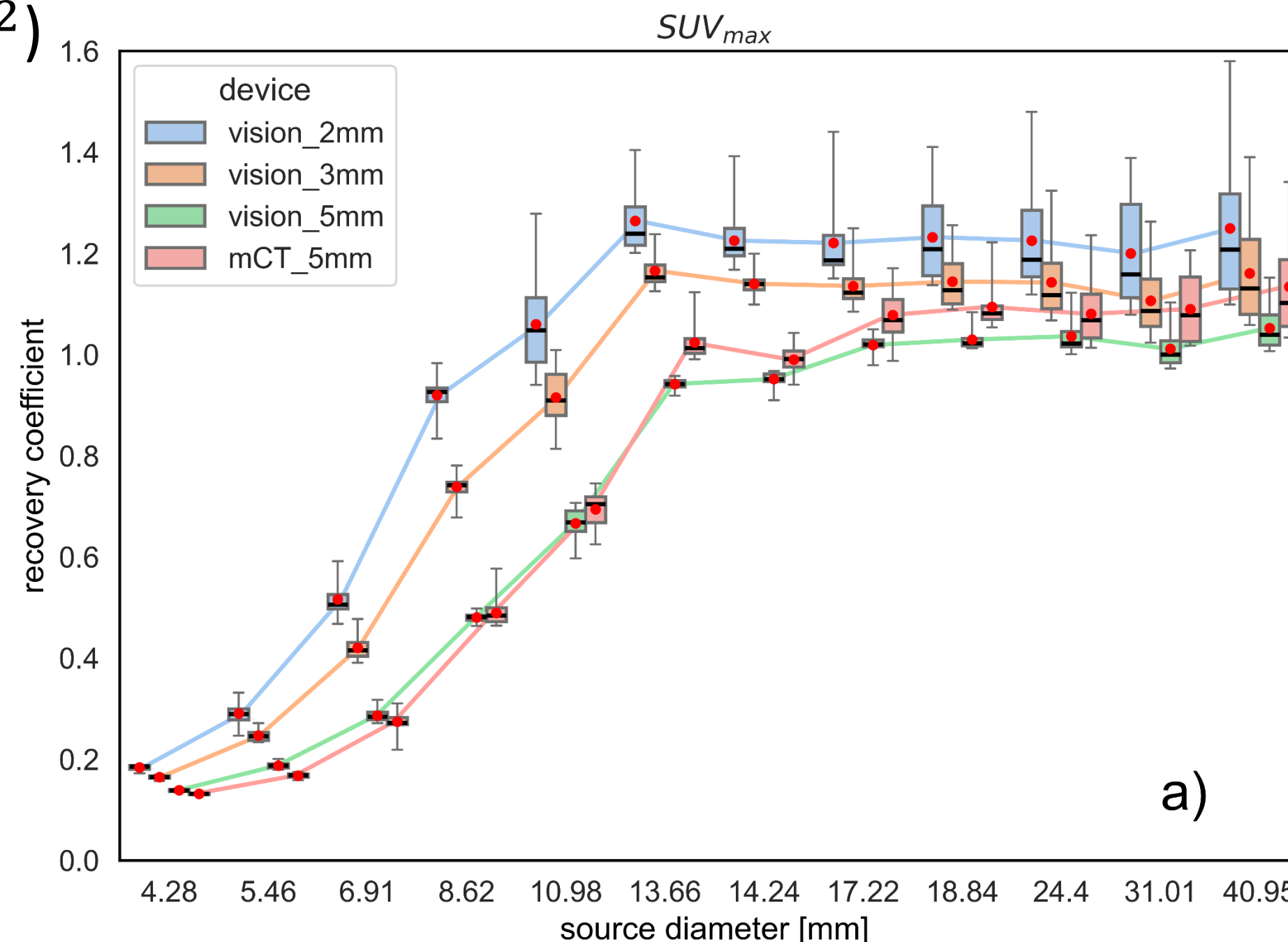
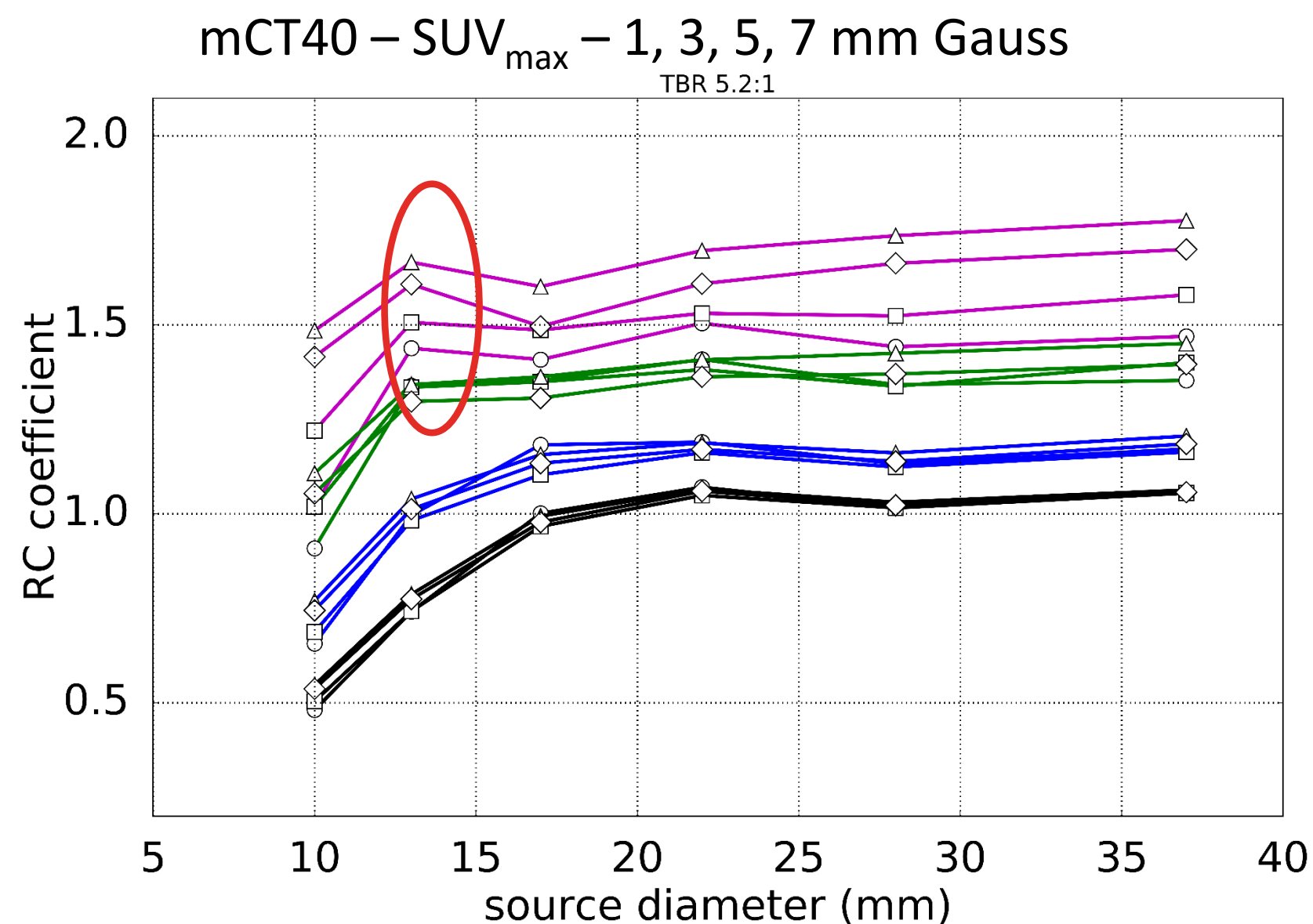
Jaroslav Ptáček^{a,b,*}, Pavel Karhan^{a,b}, Petr Fiala^ajournal homepage: <http://www.physicamedica.com>

Physica Medica



Výsledky

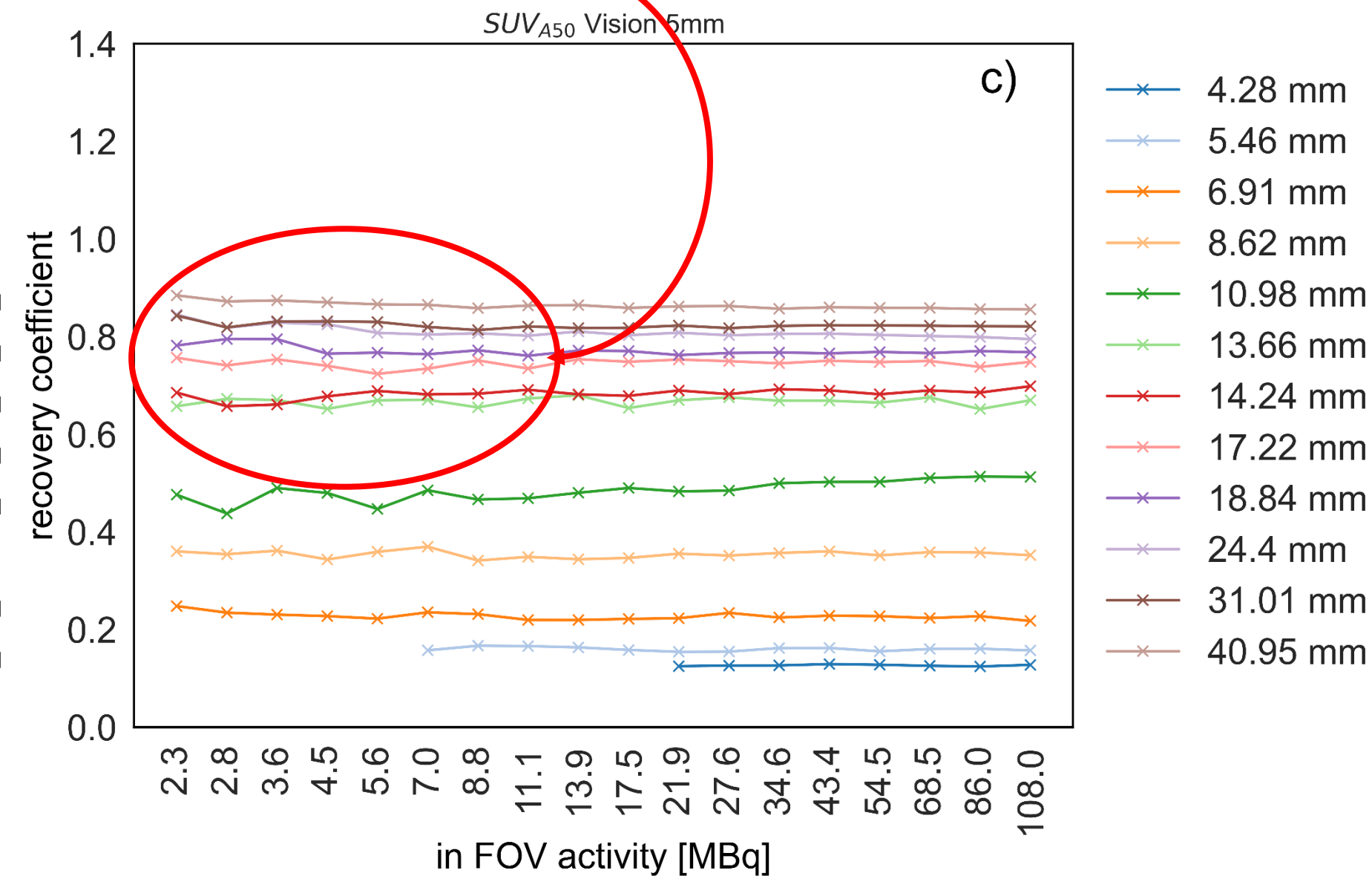
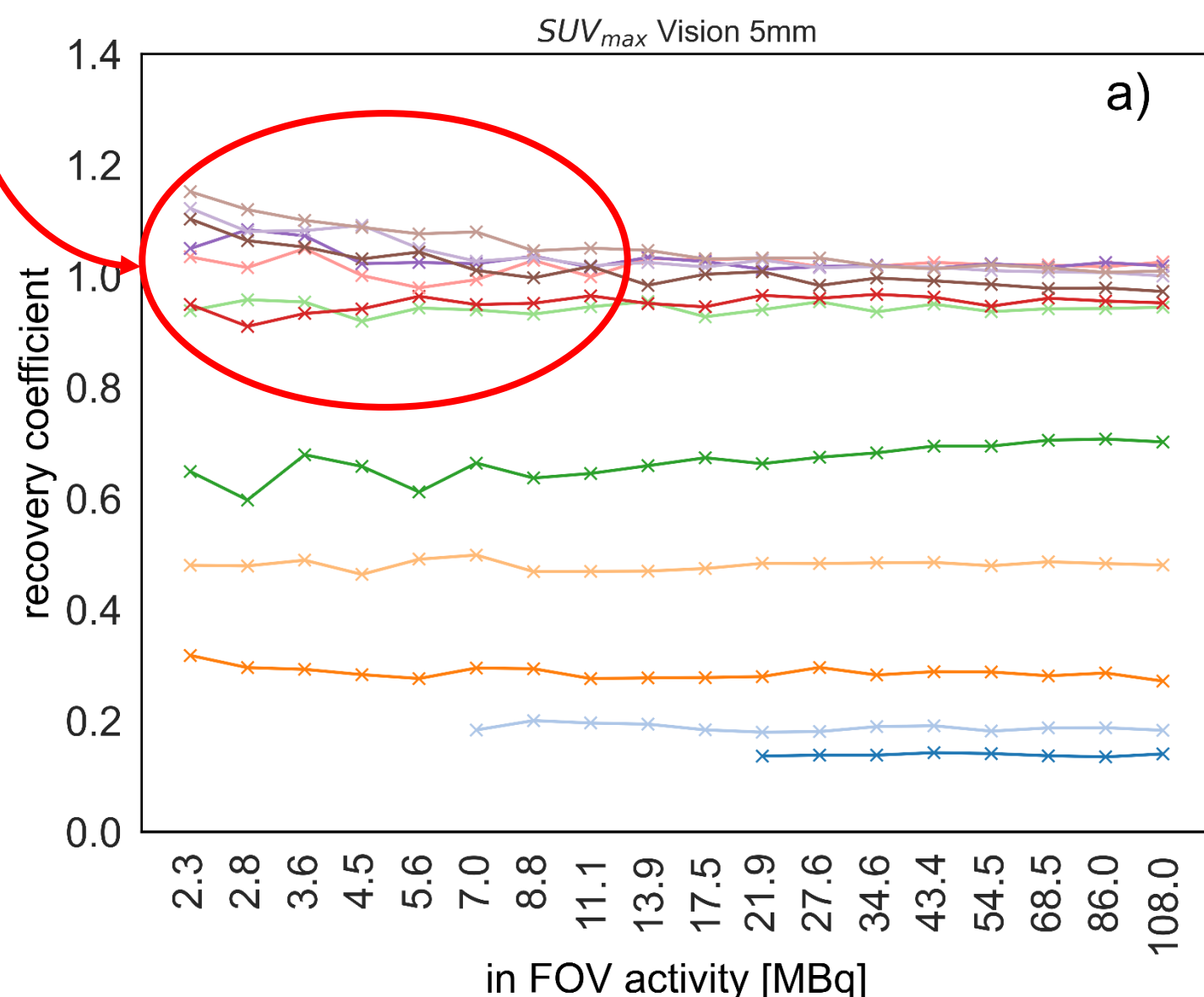
- mCT40 – nedostatečná filtrace = „hrb“ na RC křivce – nutno filtrovat alespoň 5 mm
- Vision600 – bez „hrbu“ – možno zachovat rozlišení systému použitím mírné filtrace
 - např. 2 mm (+EQ.PET - $\sqrt{2^2 + 4.5^2}$)



Zajímavější výsledky s vlivem na hodnocení PET na KNM

- klesající aktivita vede vlivem rostoucího šumu k nadhodnocení SUV_{max}
- nejvíce patrné u velkých lézí – mnoho voxelů – vyšší pravděpodobnost realizace překryv měřených hodnot
- snadno řešitelné použitím SUV_{A50} – „průměrovací“ metrika

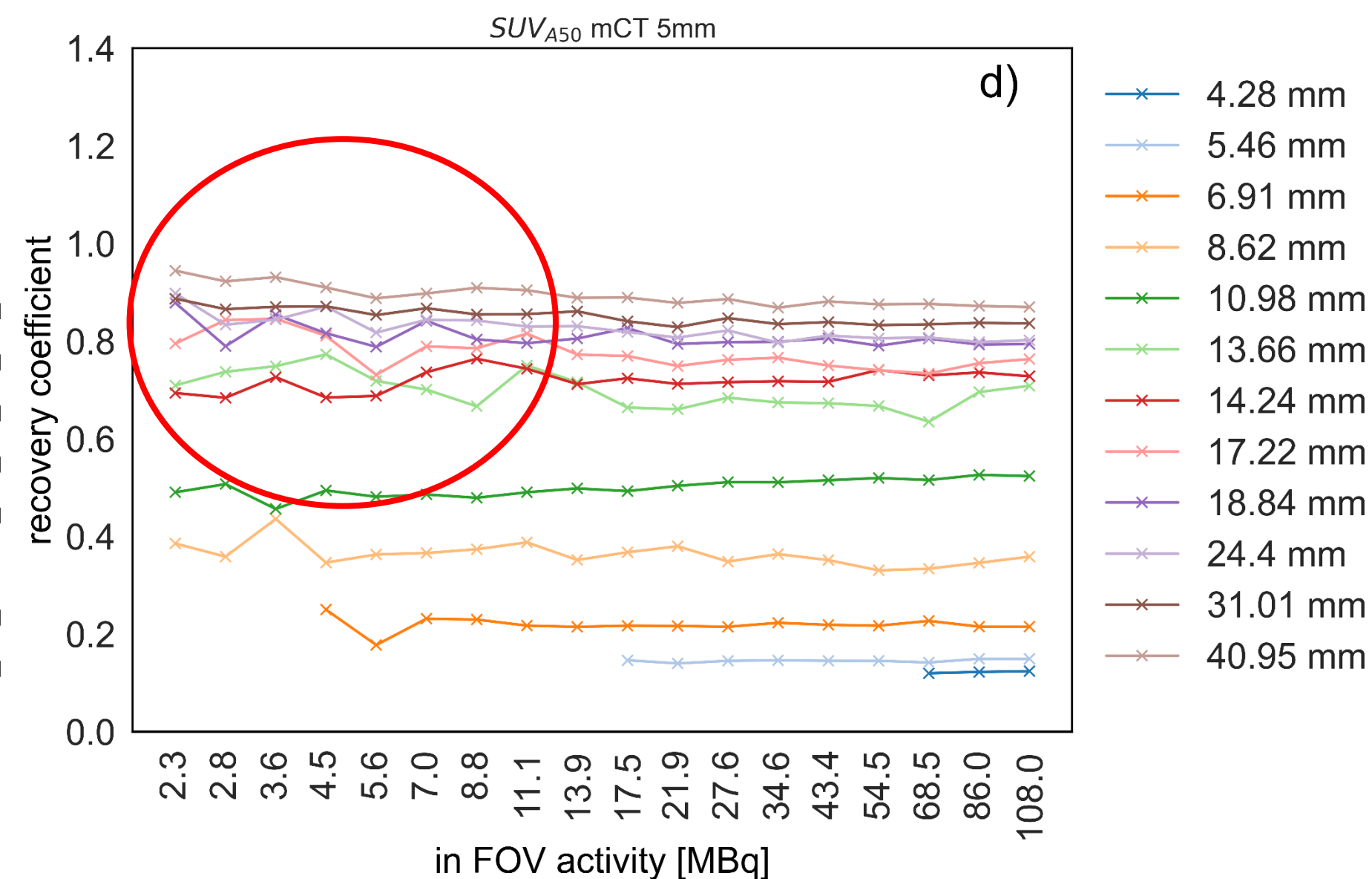
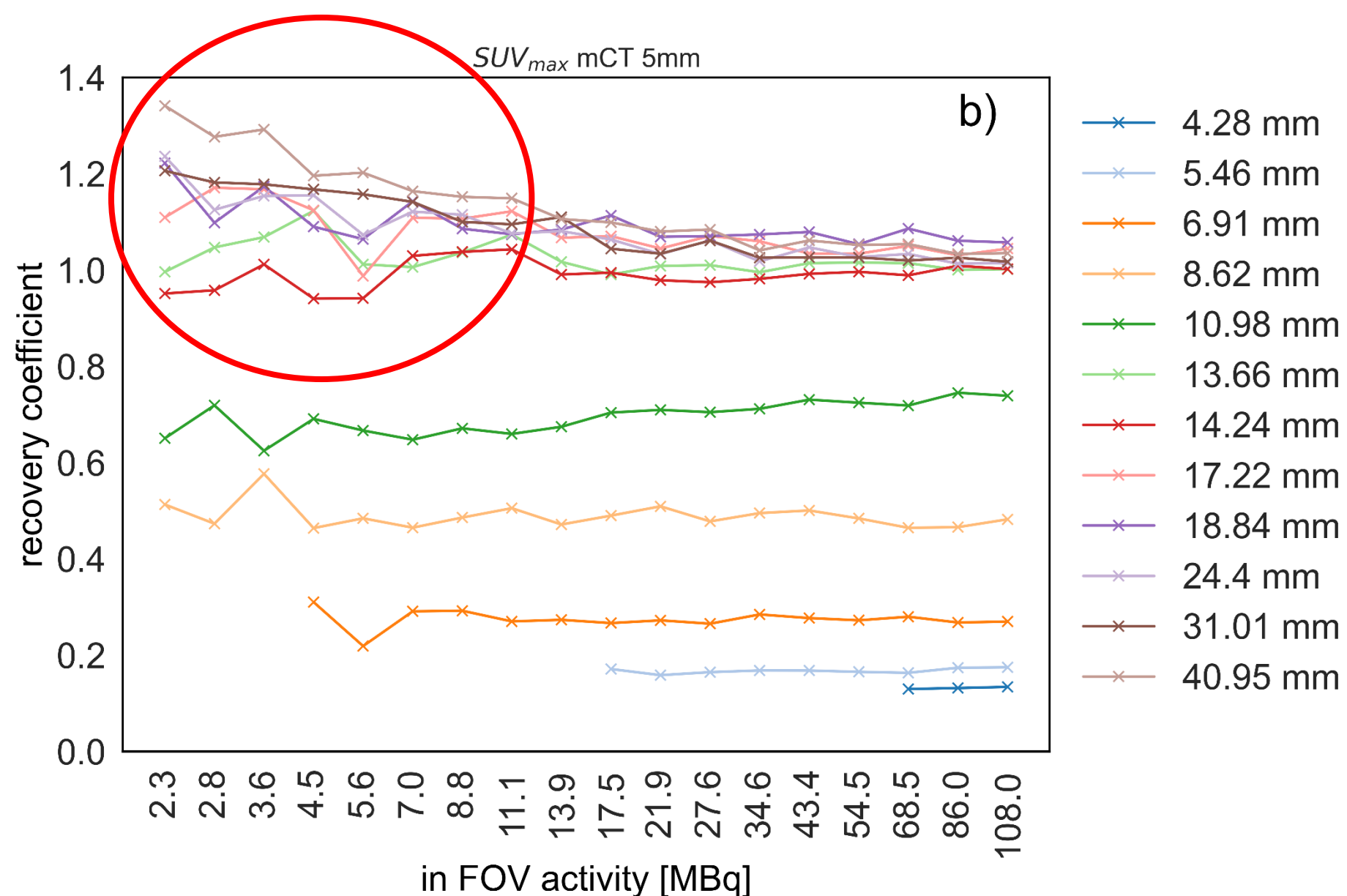
Vision600



Zajímavější výsledky s vlivem na hodnocení PET na KNM

- výraznější nadhodnocení SUV_{max} v porovnání s Vision600
- řešitelné použitím SUV_{A50} – „průměrovací“ metrika

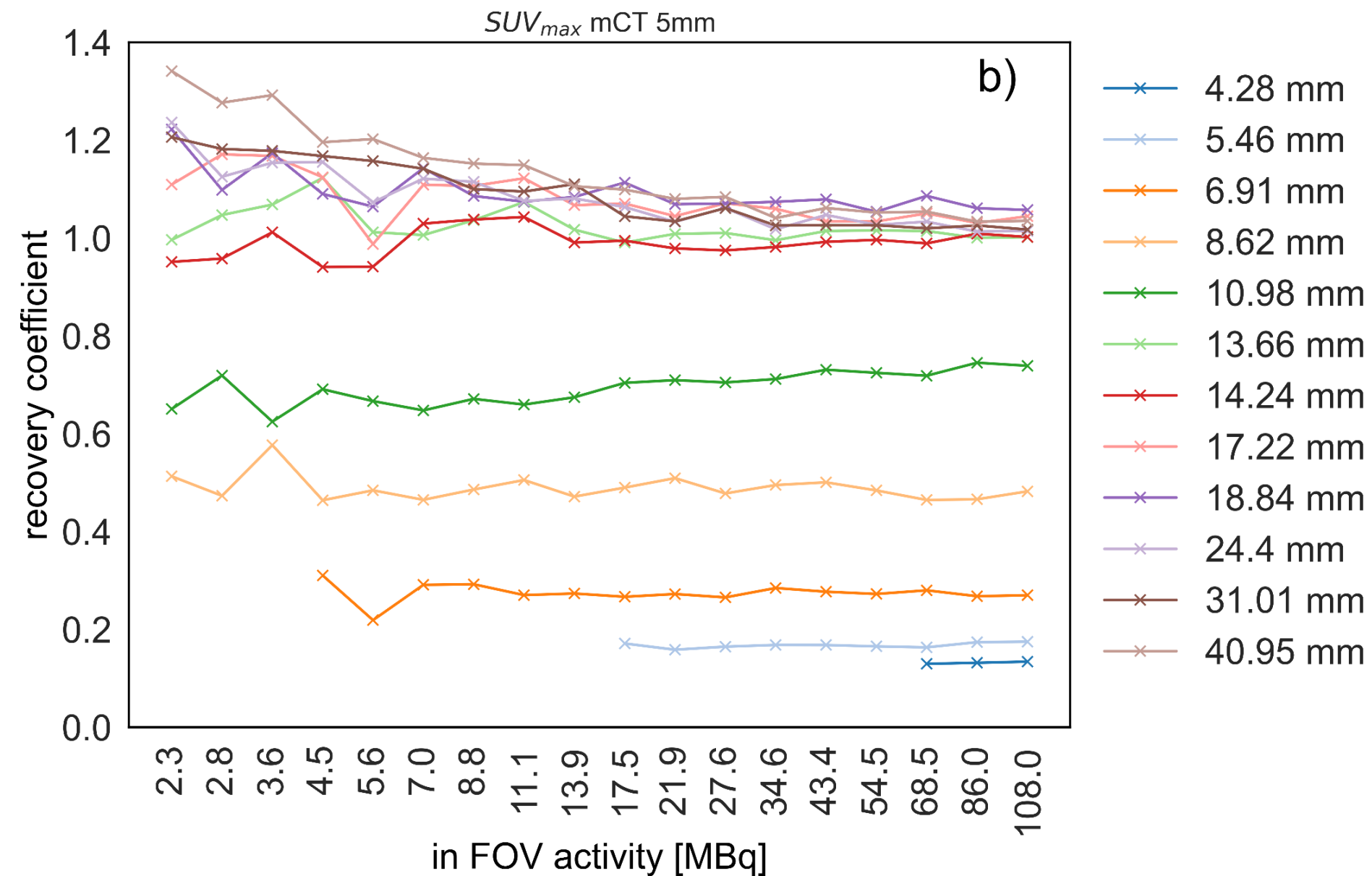
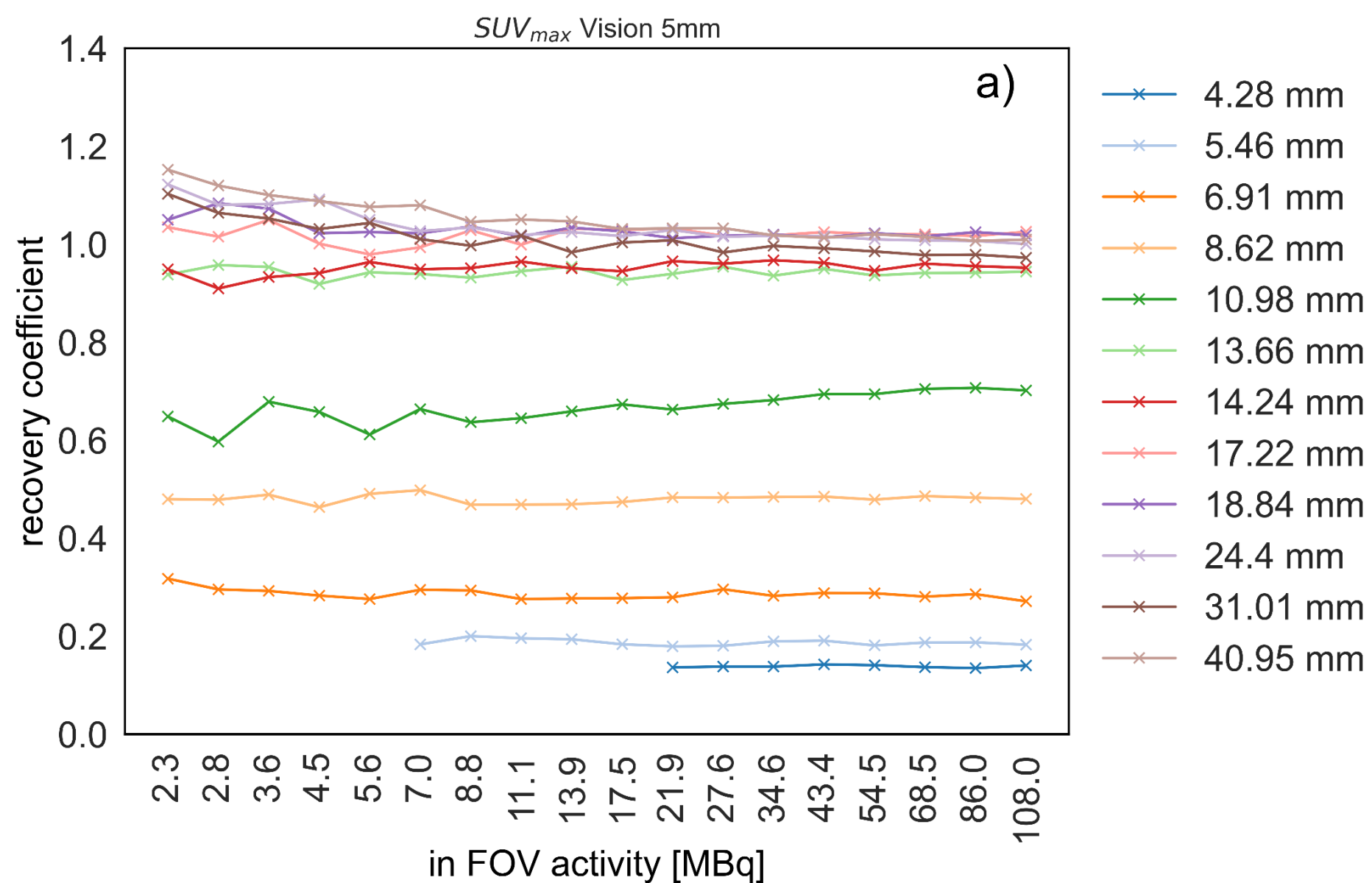
mCT40



Detekovatelnost malých lézí SiPM vs PMT

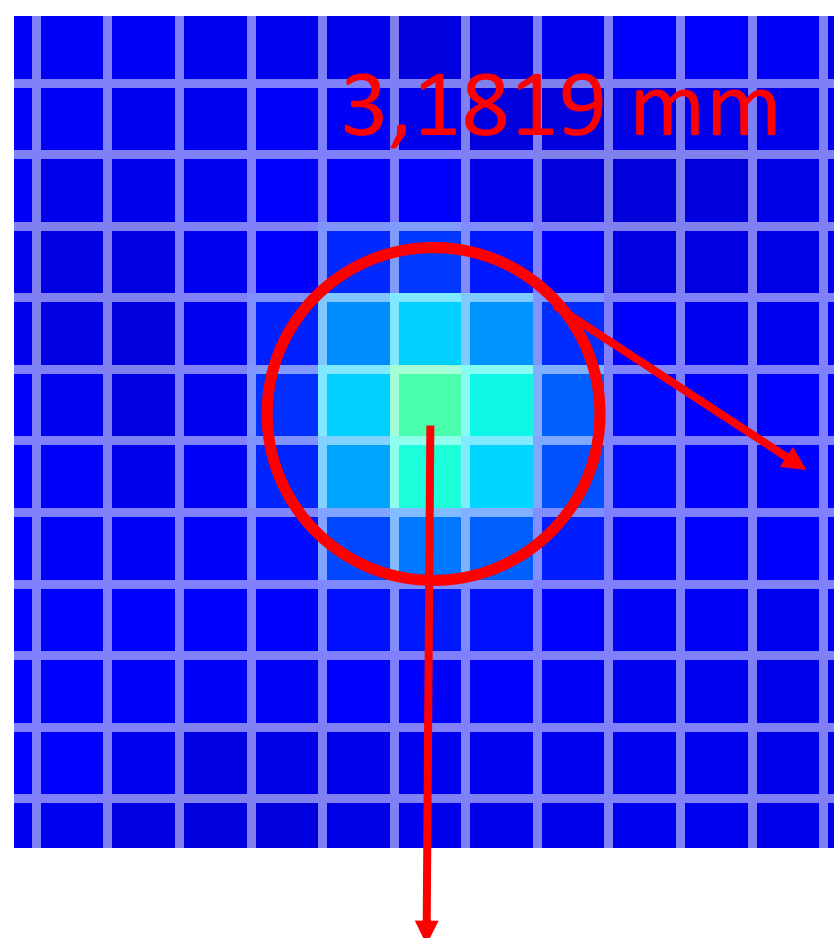
- RC křivky vypadají pro EARL v2 rekonstrukce velmi podobně
- drobné zdroje jsou u SiPM technologie detekovatelné při nižších a_{vol} v FOV

Vision600 vs mCT40



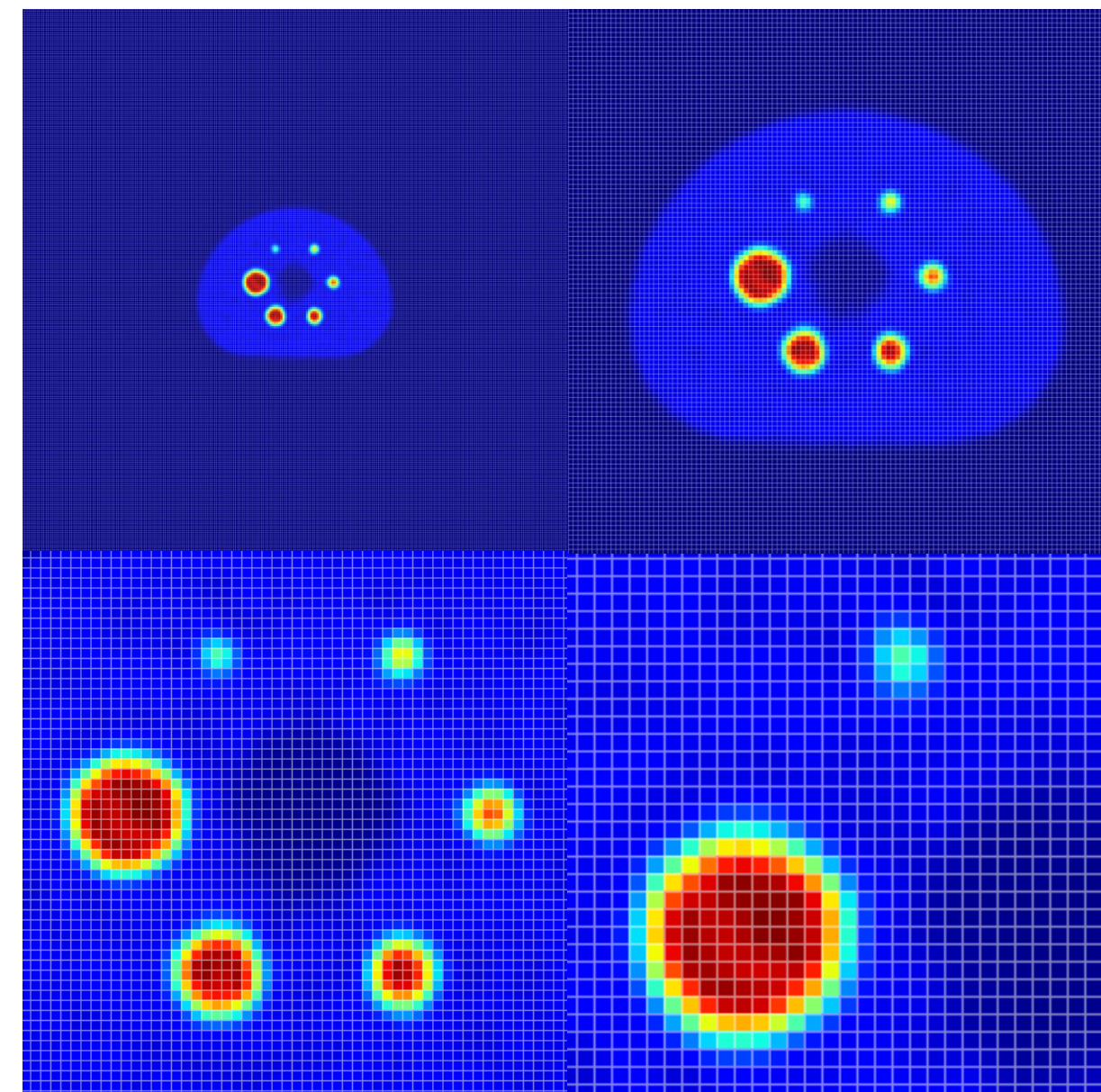
Závěr

- kromě SUV_{max} začít používat i „průměrovací“ techniku
 - nabízí se SUV_{peak} (SUV_{A50} je v praxi nepraktické)
 - není bez komplikací
 - objekty pod ~ 12 mm v průměru



koule o průměru
12,4 mm má objem 1 cm³
= podhodnocení SUV_{peak}

obraz zdroje o průměru 10 mm



The data further suggest that in low-activity acquisitions, the use of SUV “averaging” metrics (e.g., SUV_{A50} (SUV_{peak})) is more reliable. For larger sources, the higher number of pixels increases the likelihood of SUV_{max} values being influenced by image noise. Using SUV “averaging” improves the reliability of SUV measurements when comparing patient studies acquired under different conditions, such as varying injected activity or bed duration.

<https://doi.org/10.1016/j.ejomp.2025.104919>

DĚKUJI ZA POZORNOST

FAKULTNÍ NEMOCNICE OLOMOUC

