

Automatický odhad rozptylové funkce FDG-PET pro korekci efektu částečného objemu nezávislý na skeneru.

Kateřina Macková

Fakulta elektrotechnická

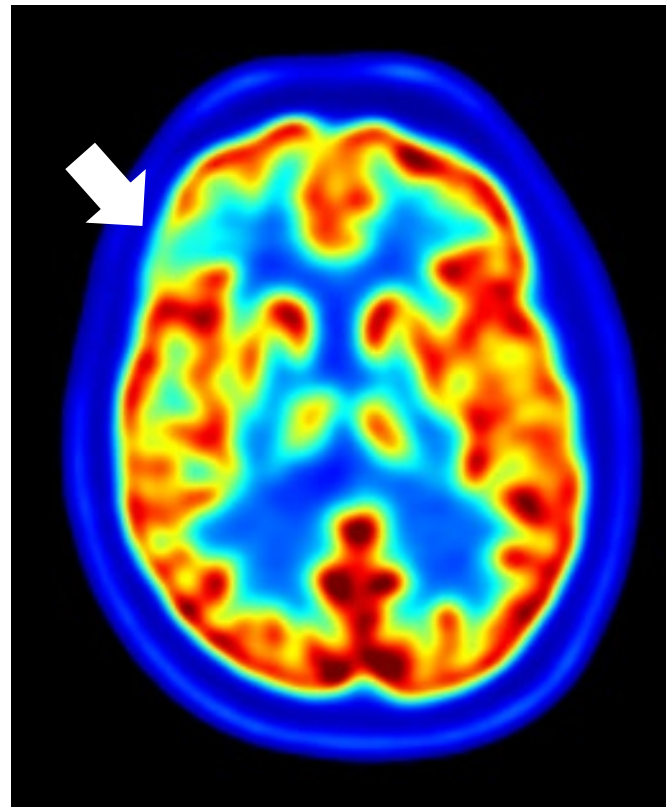
ČVUT v Praze

- Farmakorezistentní fokální epilepsie
- Resekční chirurgická léčba epilepsie ve FN Motol
- Hypometabolická léze na obrazech FDG-PET

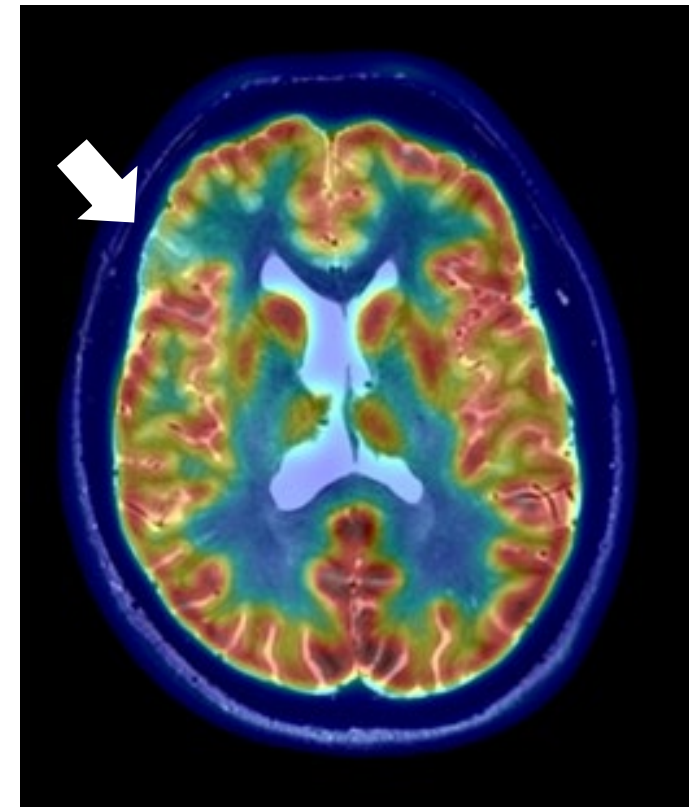
MRI



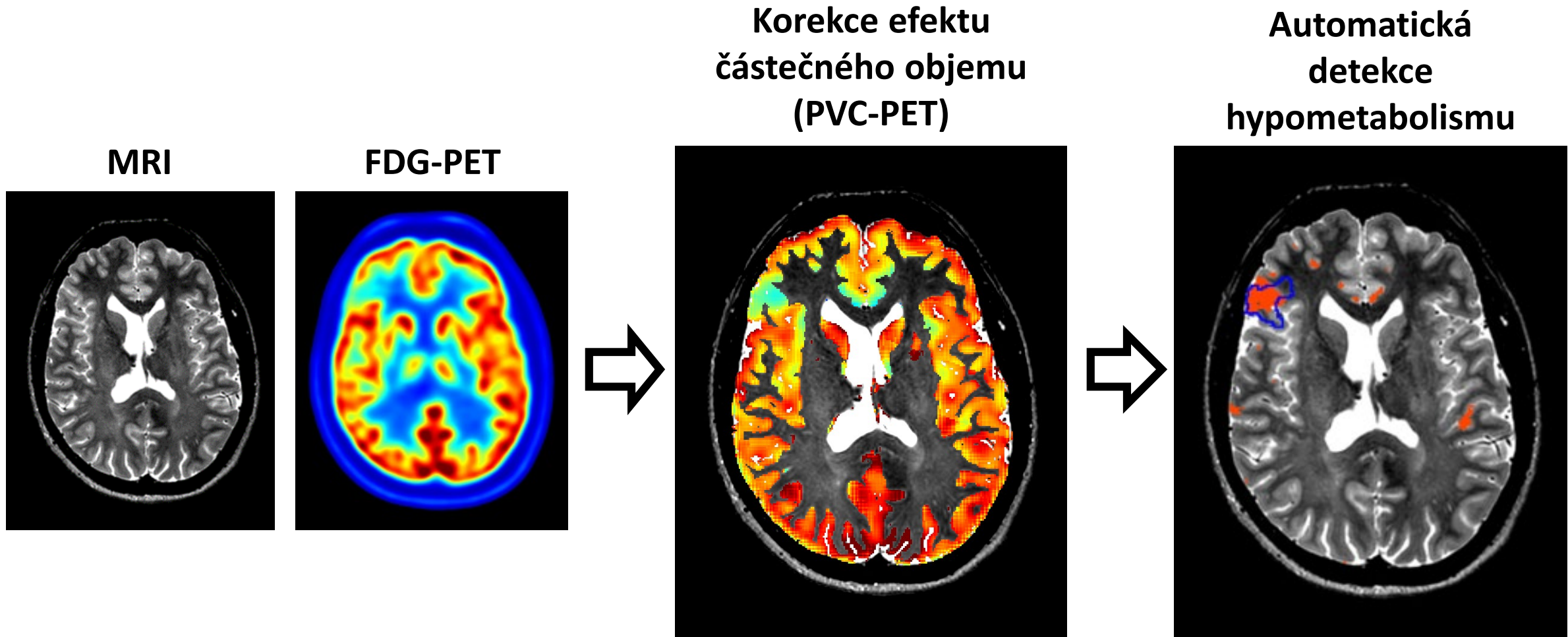
FDG-PET



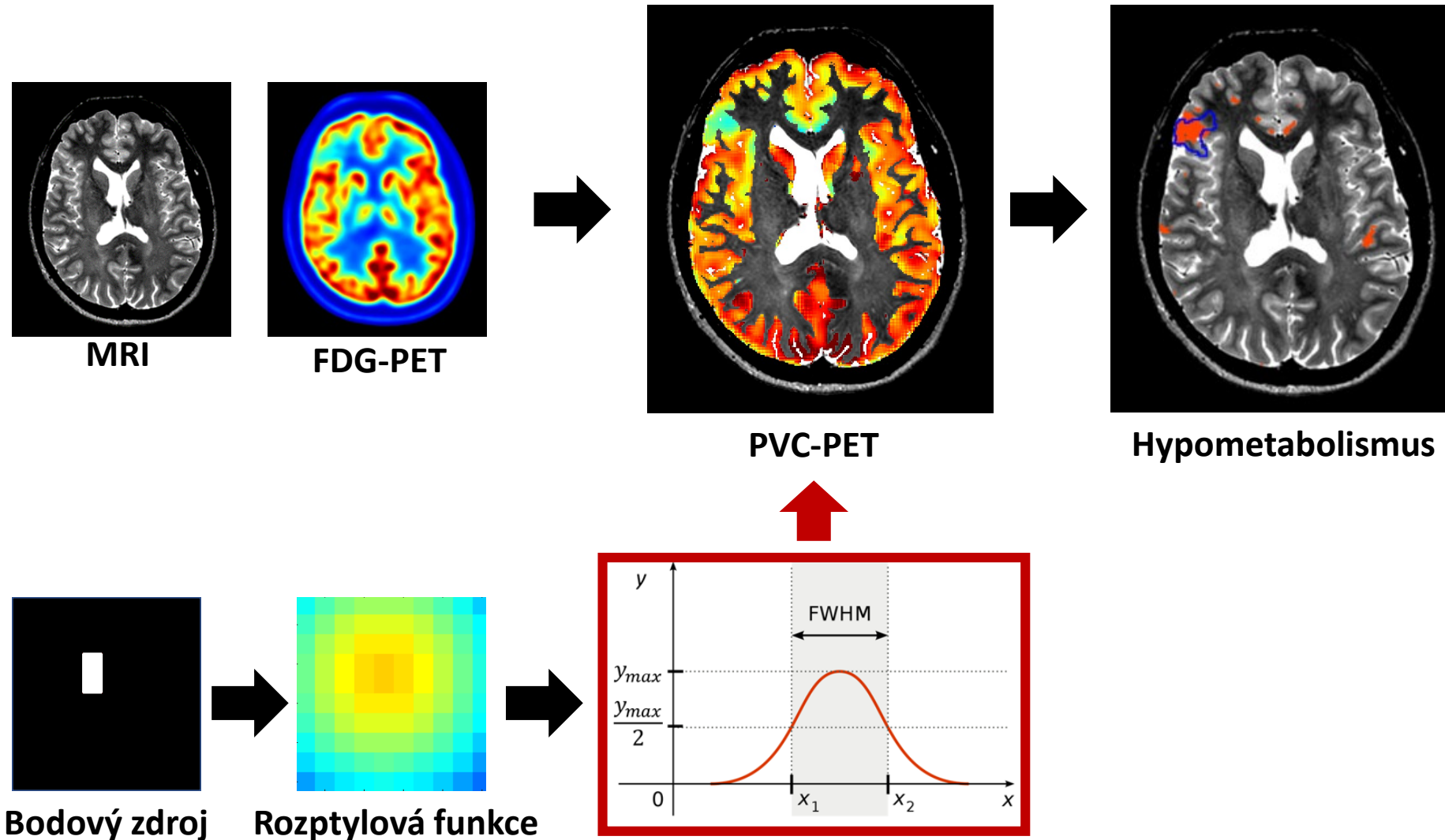
MRI + FDG-PET (50 %)



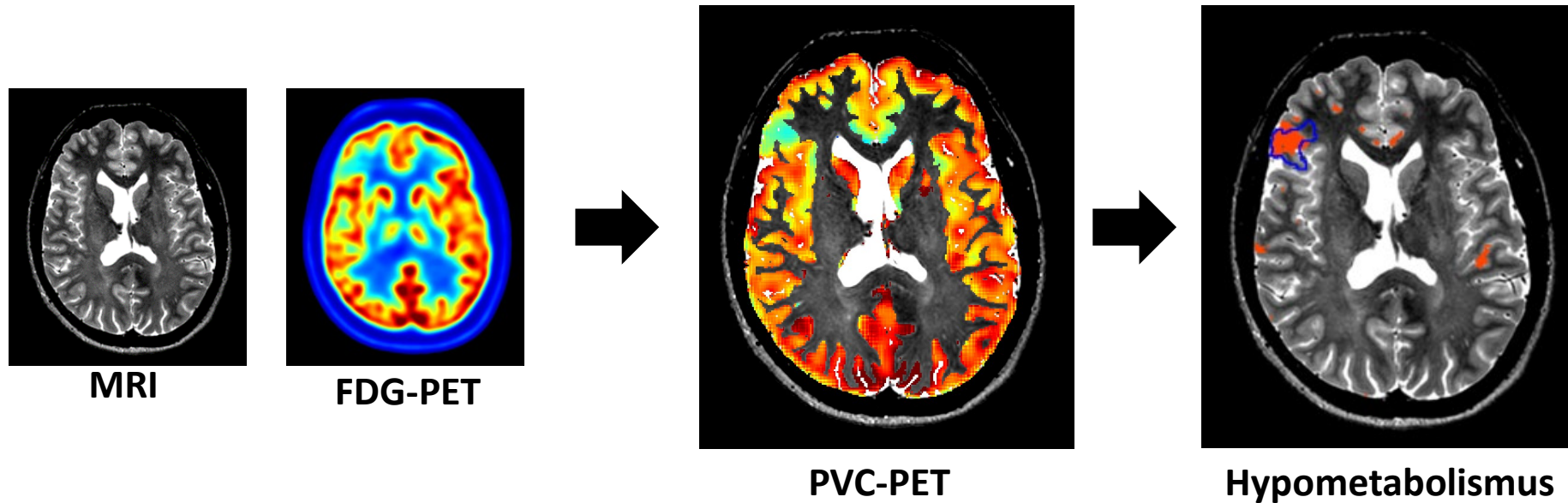
- Nízké prostorové rozlišení FDG-PET a efekt částečného objemu (PVE)
- Rozlišení může být zlepšeno korekcí efektu částečného objemu (PVC)
- Využití anatomické informace z MRI k zaostření obrazu FDG-PET



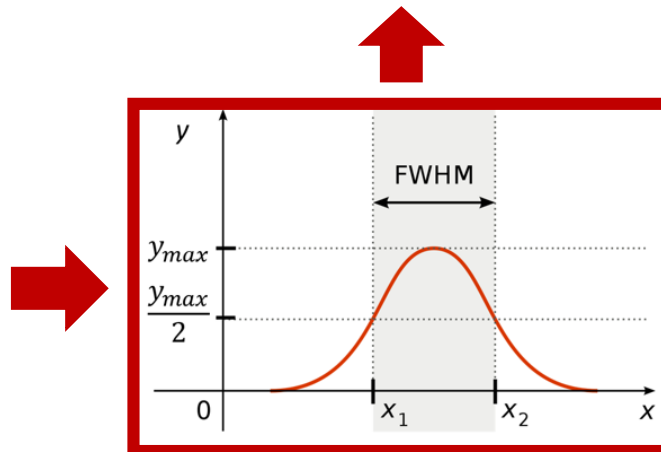
- Prostorové rozlišení reprezentováno šířkou rozptylové funkce v polovině její výšky (FWHM)
- FWHM je hlavním vstupním parametrem korekce efektu částečného objemu



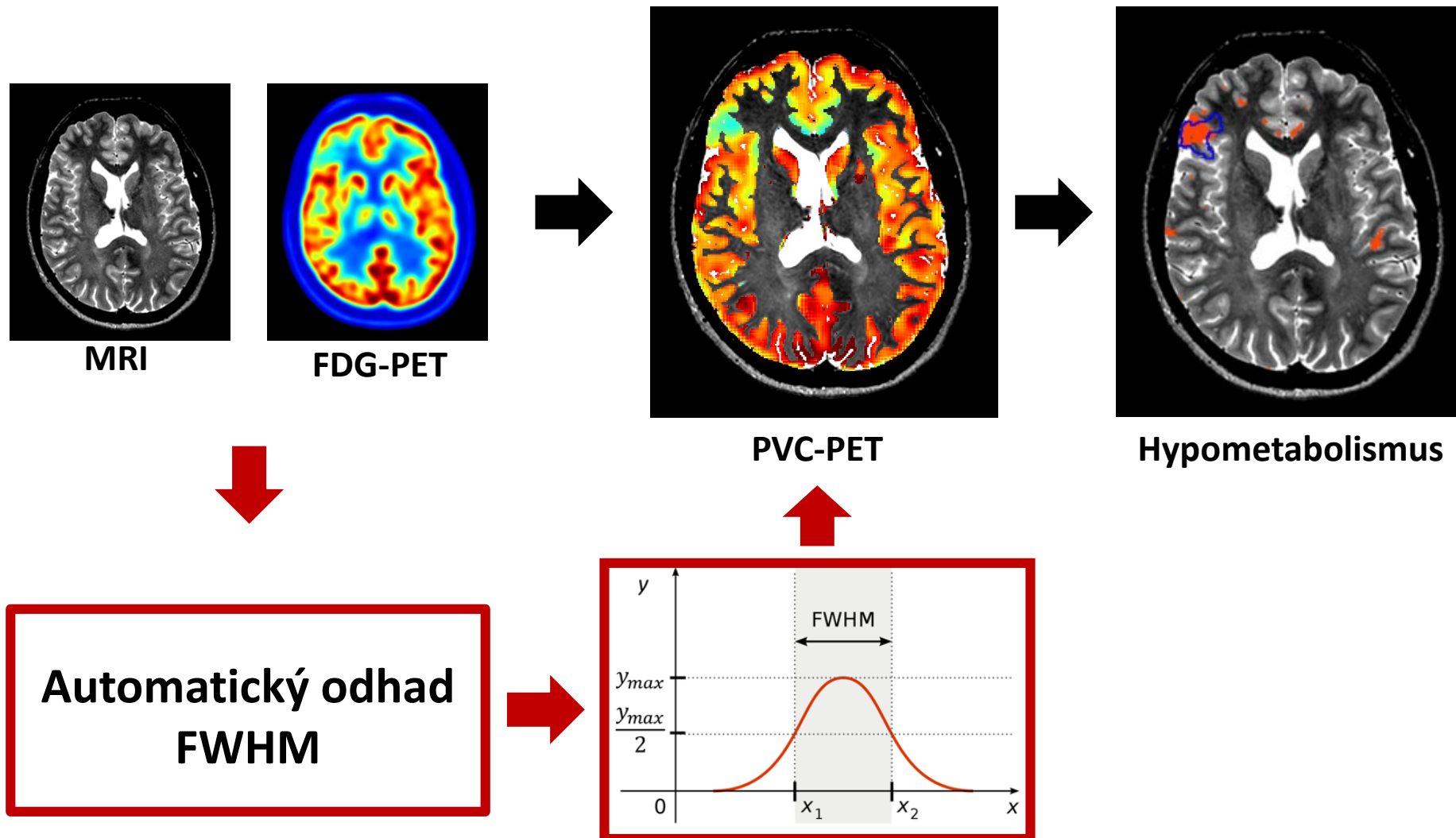
- Rozptylová funkce skeneru se při individuálním klinickém nastavení liší
- Lidský mozek je výrazně komplexnější zdroj než bodový fantom



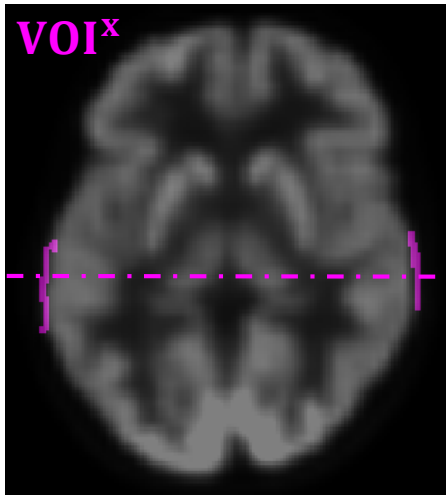
???



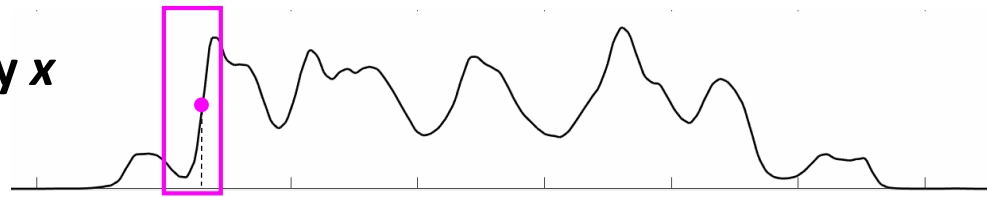
- Rozptylová funkce skeneru se při individuálním klinickém nastavení liší
- Lidský mozek je výrazně komplexnější zdroj než bodový fantom



- Automatické nalezení významných bodů (VOI) na hranici kůry
- Parametrizace rozptylové funkce hrany (ESF) ve významných bodech
- FWHM odhadnuto z parametrů ESF
- Výsledný odhad FWHM jako medián z FWHM významných bodů

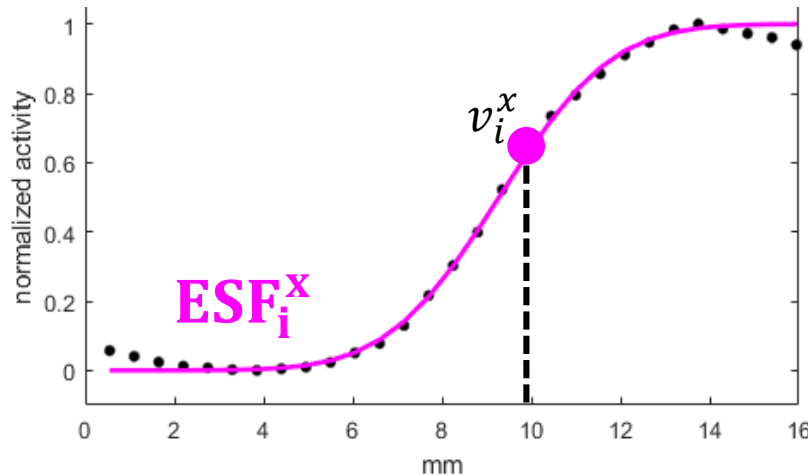


Profil hrany x



Parametrizace ESF

$$ESF_i^x \approx \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

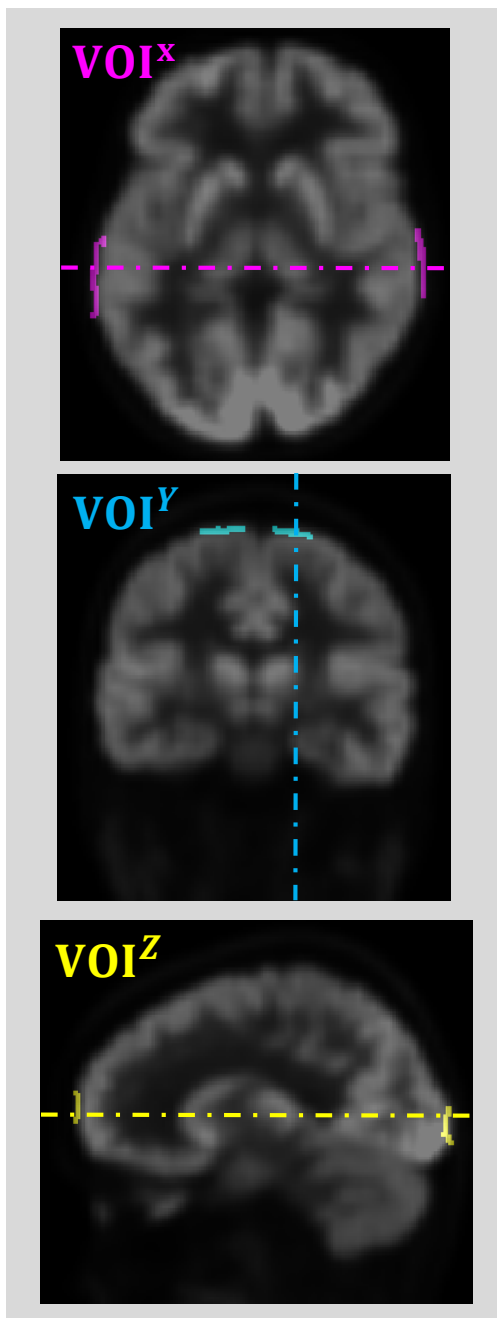


FWHM

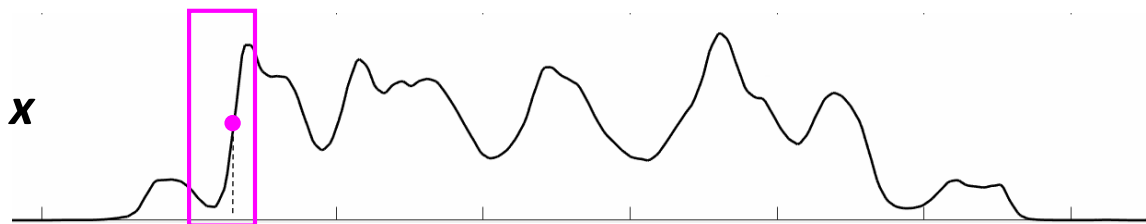


$$FWHM_i^x = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot \ln(2)} \cdot \sigma_i^x$$

$$FWHM^x = \text{median}_i(FWHM_i^x)$$

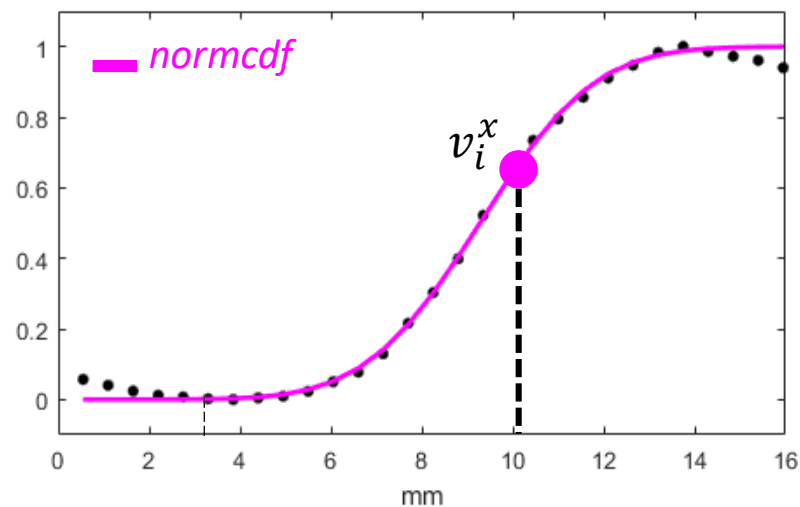


Profil hrany x



↓ ESF_i^x ↓ ESF_i^z ↓ ESF_i^y

Profil hrany z



FWHM^x



FWHM^z



FWHM^y

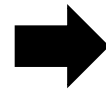
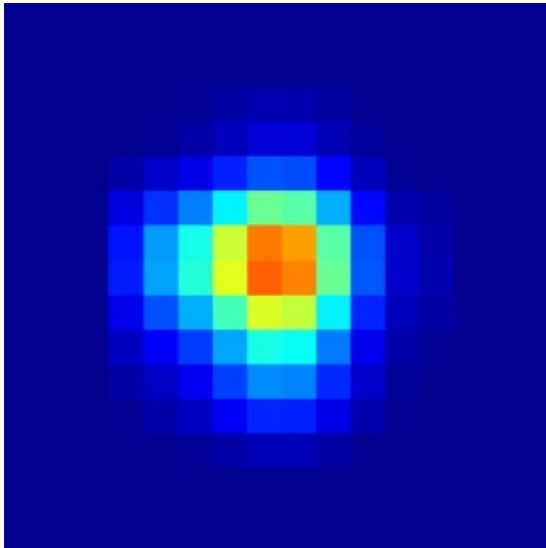


Profil hrany y

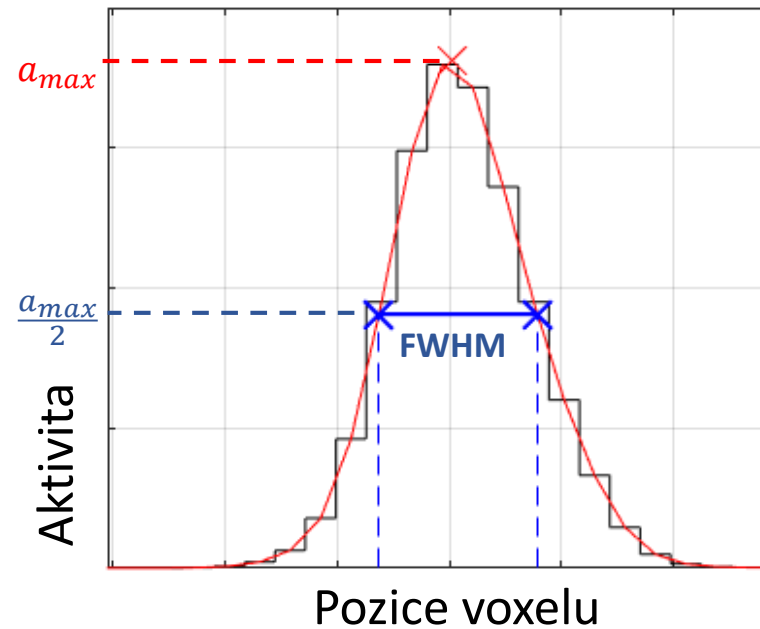


- Bodový zdroj a Hoffmanův fantom na skenerech Siemens Biograph mCT a Biograph Vision
- Měření FWHM bodového zdroje podle NEMA standardu

FDG-PET
bodového zdroje

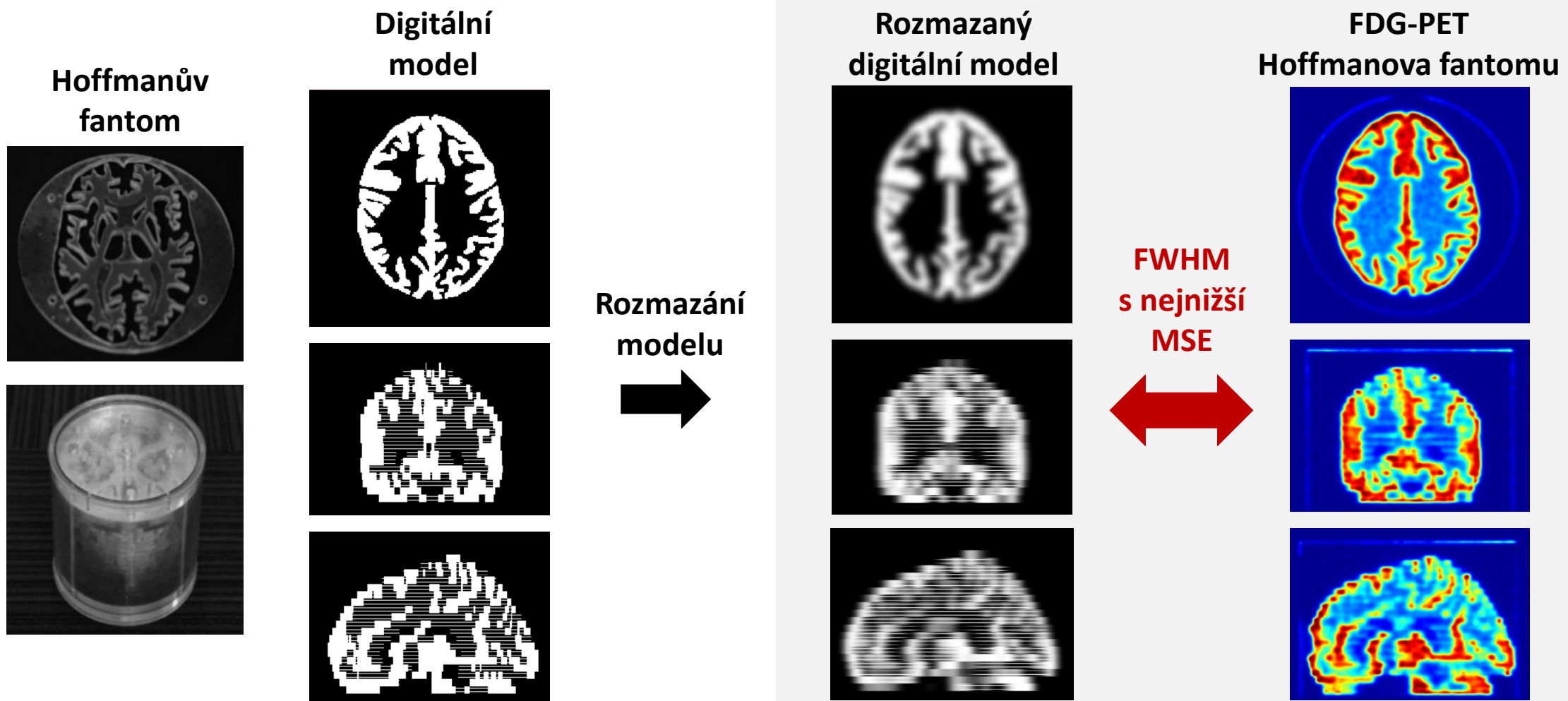


Standardní
měření FWHM

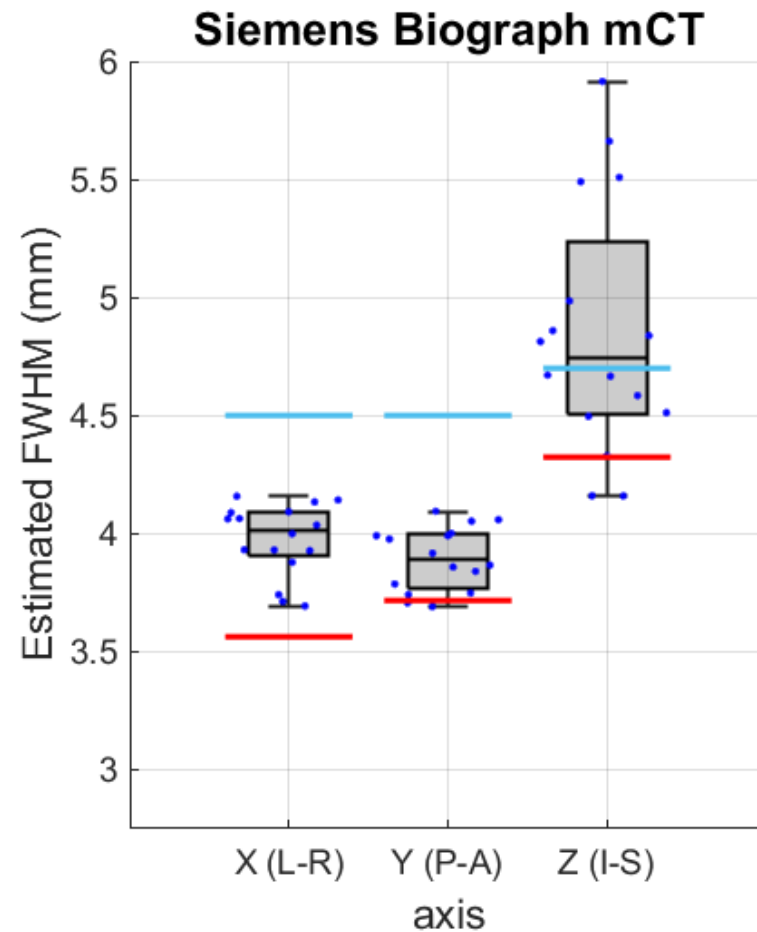
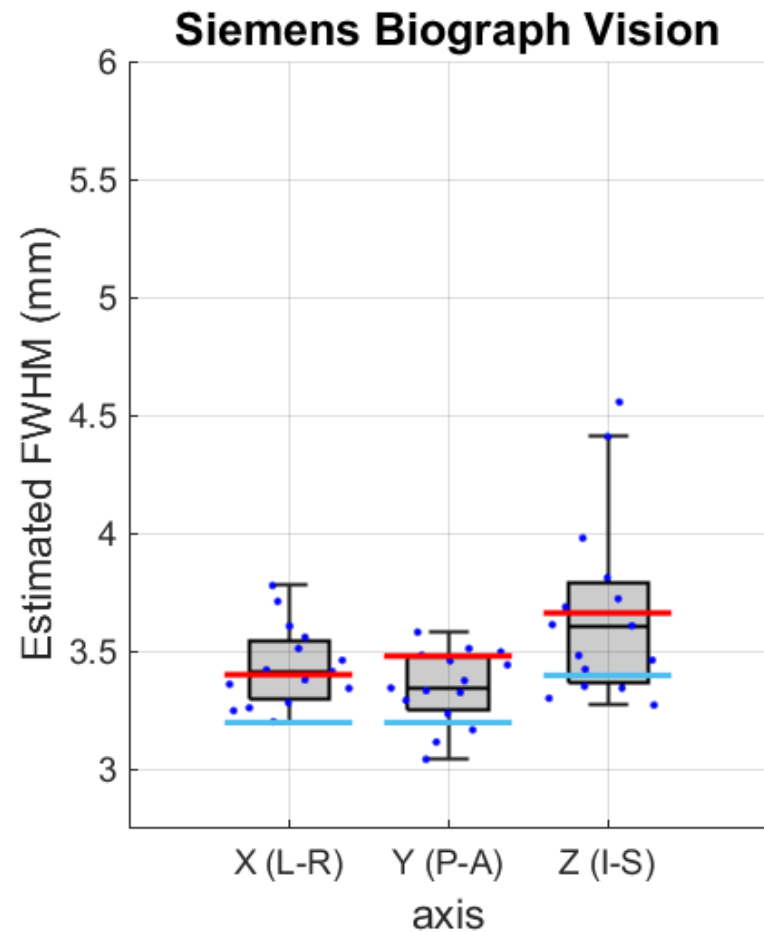


- Intenzitní funkce
- Lineární proložení intenzitní funkce
- × Maximum intenzitní funkce a_{max}

- Bodový zdroj a Hoffmanův fantom na skenerech Siemens Biograph mCT a Biograph Vision
- Měření FWHM bodového zdroje podle NEMA standardu
- FWHM na Hoffmanově fantomu změřeno pomocí digitálního modelu



- Automatický odhad FWHM pro FDG-PET mozku 31 pacientů
- Medián z odhadnutých FWHM odpovídal změřenému referenčnímu FWHM
- Relativní chyba vůči bodovému zdroji 0-13 % a vůči Hoffmanovu fantomu 1-12 %

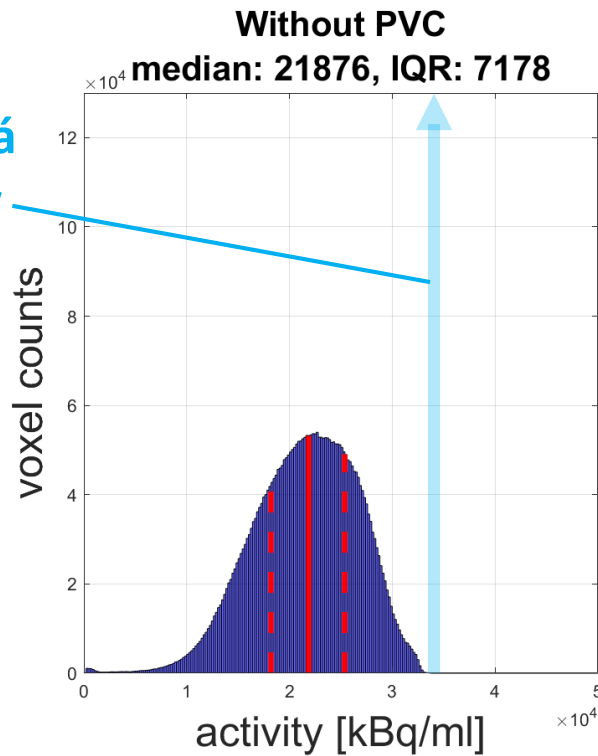


- FWHM bodového zdroje
- FWHM Hoffmanova fantomu
- FWHM odhadnuté z FDG-PET pacientů

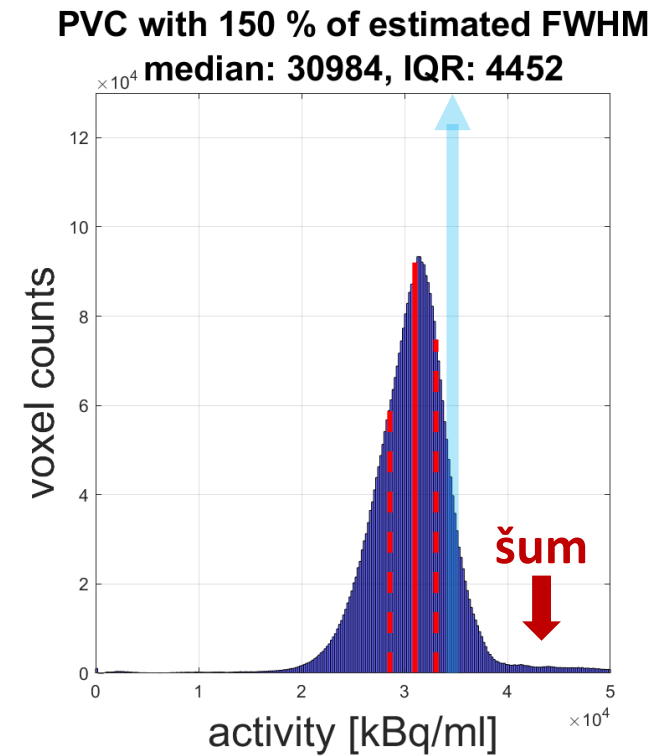
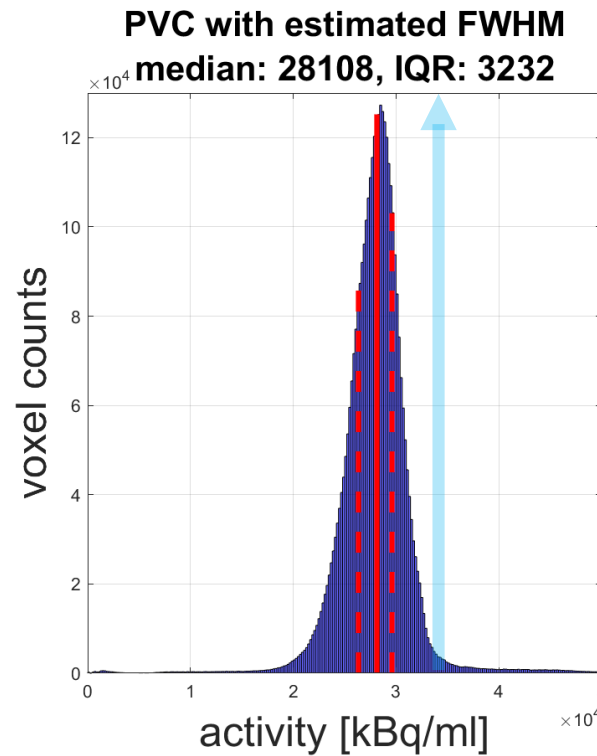
- PVC Hoffmanova fantomu s využitím automatického odhadu FWHM
- Rovnoměrnější distribuce aktivity v obraze fantomu
- Bez výrazného zesílení šumu

Distribuce aktivity ve voxidech FDG-PET obrazu Hoffmanova fantomu

Ideální rovnoměrná distribuce aktivity



Nekompenzovaný

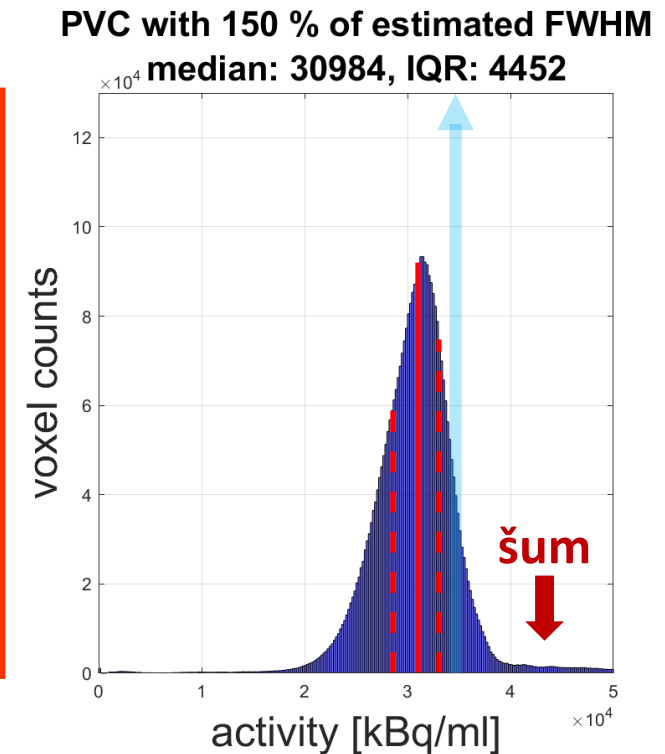
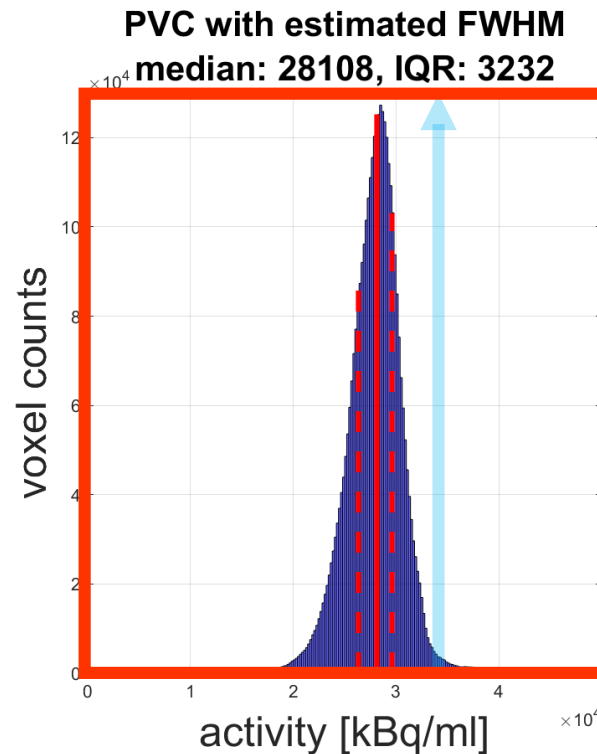
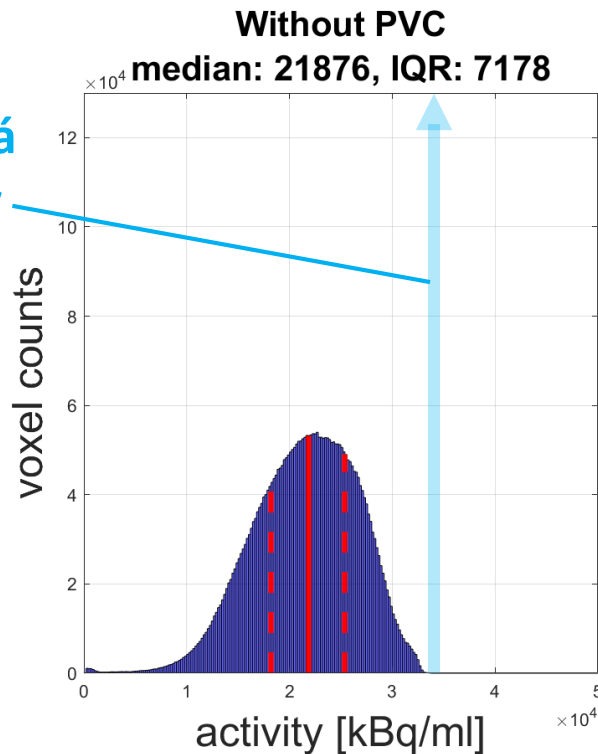


Překompenzovaný

- PVC Hoffmanova fantomu s využitím automatického odhadu FWHM
- Rovnoměrnější distribuce aktivity v obraze fantomu
- Bez výrazného zesílení šumu

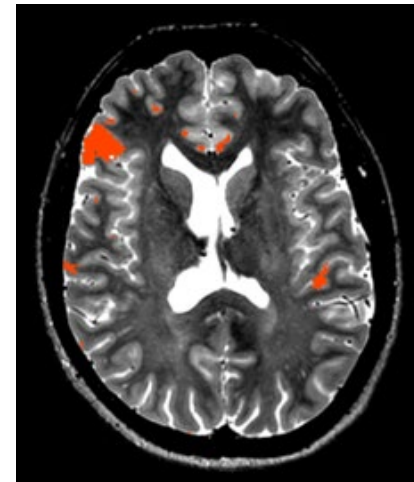
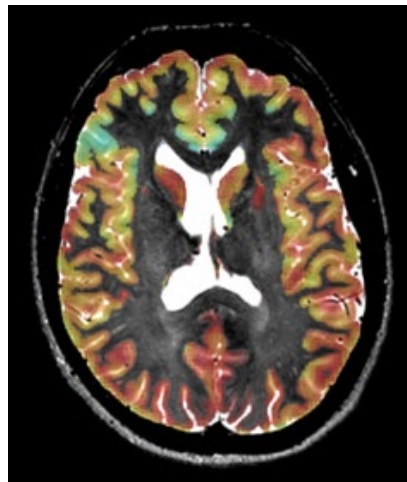
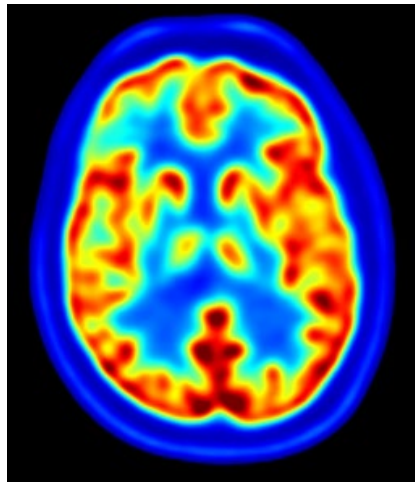
Distribuce aktivity ve voxidech FDG-PET obrazu Hoffmanova fantomu

Ideální rovnoměrná distribuce aktivity



Nejblíže ideálu

- Metoda plně automaticky odhaduje FWHM rozptylové funkce pouze na základě FDG-PET obrazu
- Odhadnuté FWHM odpovídalo referenčnímu FWHM změřenému na fantomech s relativní chybou 0-13 %
- Odhad FWHM vede k dobrým výsledkům korekce efektu částečného objemu, která zlepšuje rozlišení FDG-PET pro hodnocení metabolismu



Poděkování

- **Centrum pro epilepsie, FN Motol**
 - **2. lékařská fakulta, UK**
 - **Prof. Pavel Kršek, MD, Ph.D.**
 - **Prof. Petr Marusič, MD, Ph.D.**
 - Prof. Jakub Otáhal, MD, Ph.D.
 - Prof. Přemysl Jiruška, MD, Ph.D.
 - Martin Kynčl, MD, Ph.D.
 - Alena Jahodová, MD, Ph.D.
 - Martin Kudr, MD, Ph.D.
 - Anežka Bělohlávková, MD
 - Adam Kalina, MD
 - Matyáš Ebel, MD
 - Jan Šanda

- **FEL, ČVUT v Praze**
 - **Radek Janča, Ph.D.**
 - Petr Ježdík, Ph.D.
 - Jakub Vybulka
- **PET centrum, NNH**
 - **doc. Otakar Bělohlávek, MD, CSc.**
 - **Jiří Terš**



- Tento projekt byl podpořen grantem **NU23-08-00528** Ministerstva zdravotnictví České republiky.