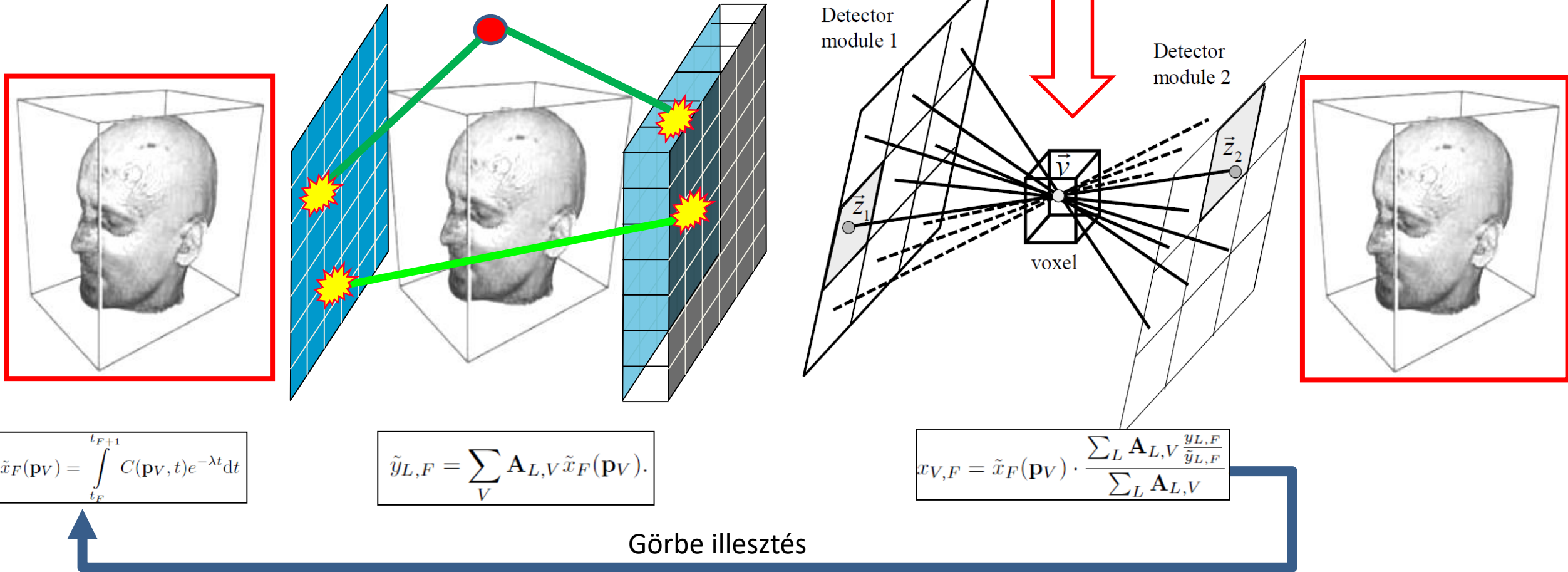


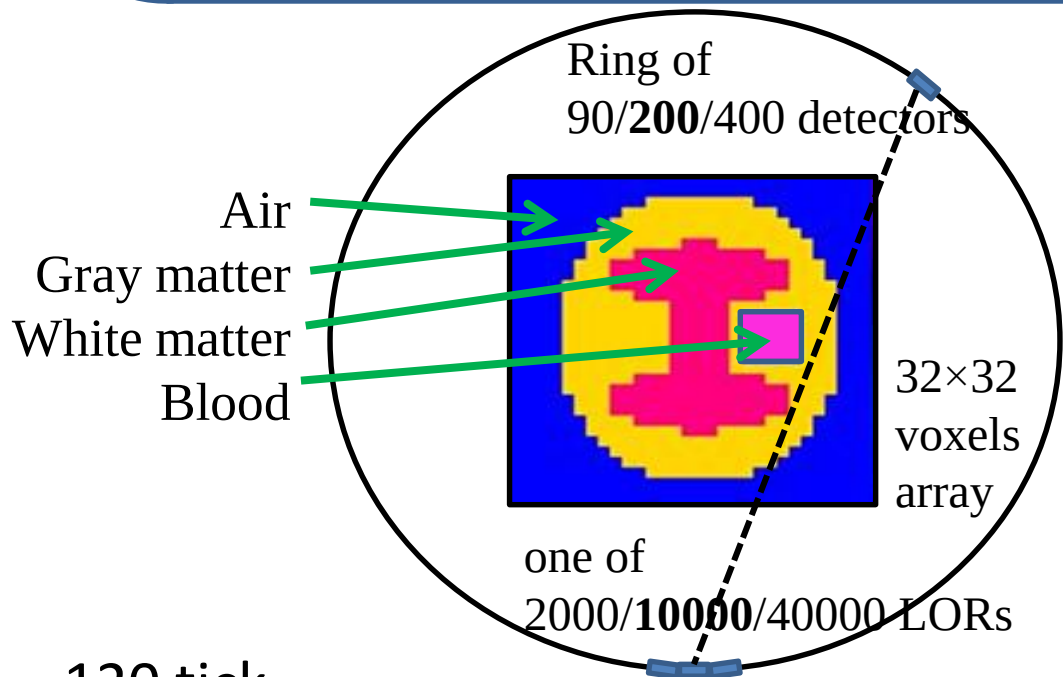
Model-based Motion Compensation for Dynamic PET

Szirmay-Kalos and Dóra Varnyú
BME Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Rekonstrukciós hurok mozgáskompenzáció nélkül



2D PET modell

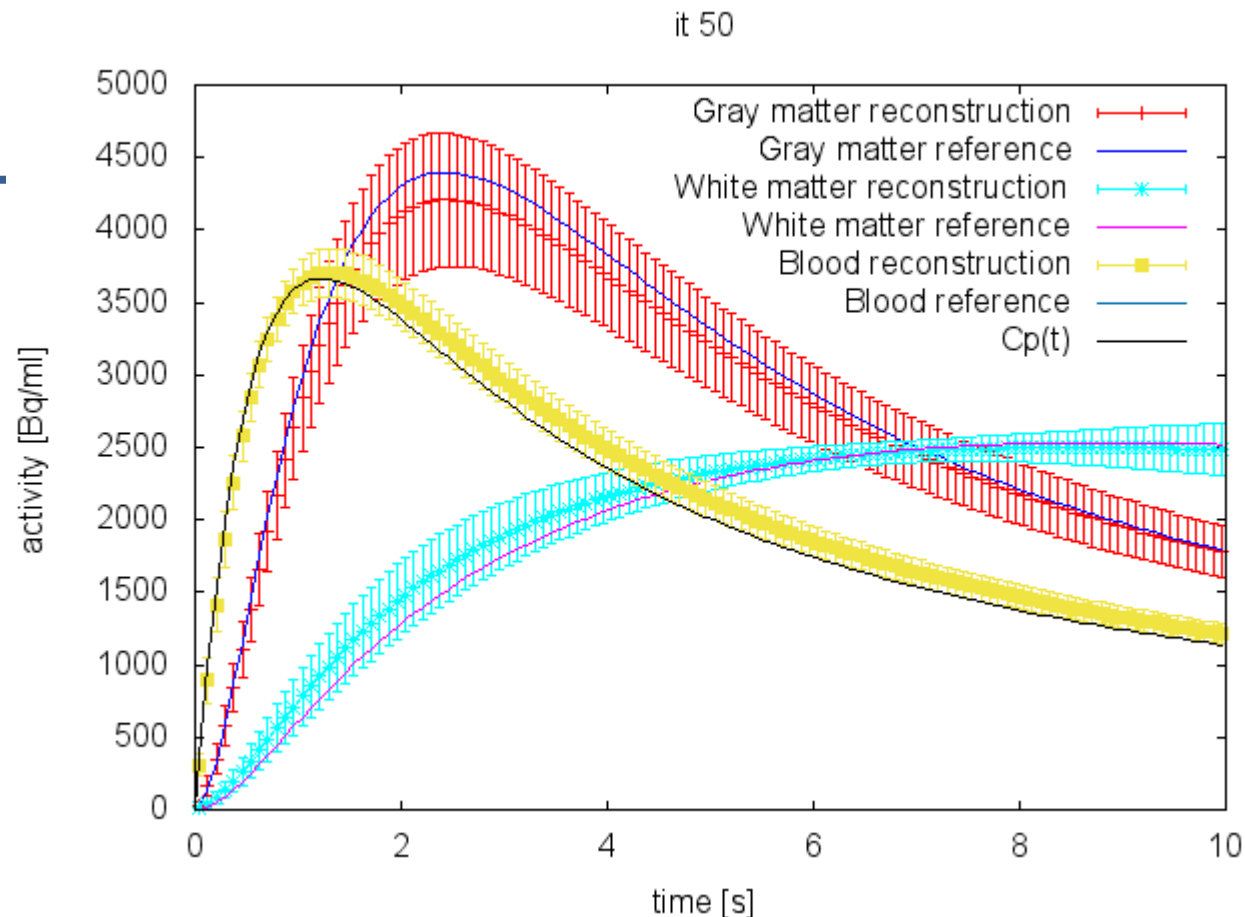


120 tick,
10 prop. frame

Aktivitás (összes):

- 13 millió beütés
- nincs kezdeti becslés és regularizáció

	K1,	k2,	k3,	k4,	f_v
Air	0,	0,	0,	0,	0,
Gray matter	1,	1,	0.4,	0.2,	0,
White matter	1,	2,	0.1,	0.1,	0,
Blood	0,	0,	0.4,	0.2,	1



// Blood input function

A1 = 1000; A2 = 2000;

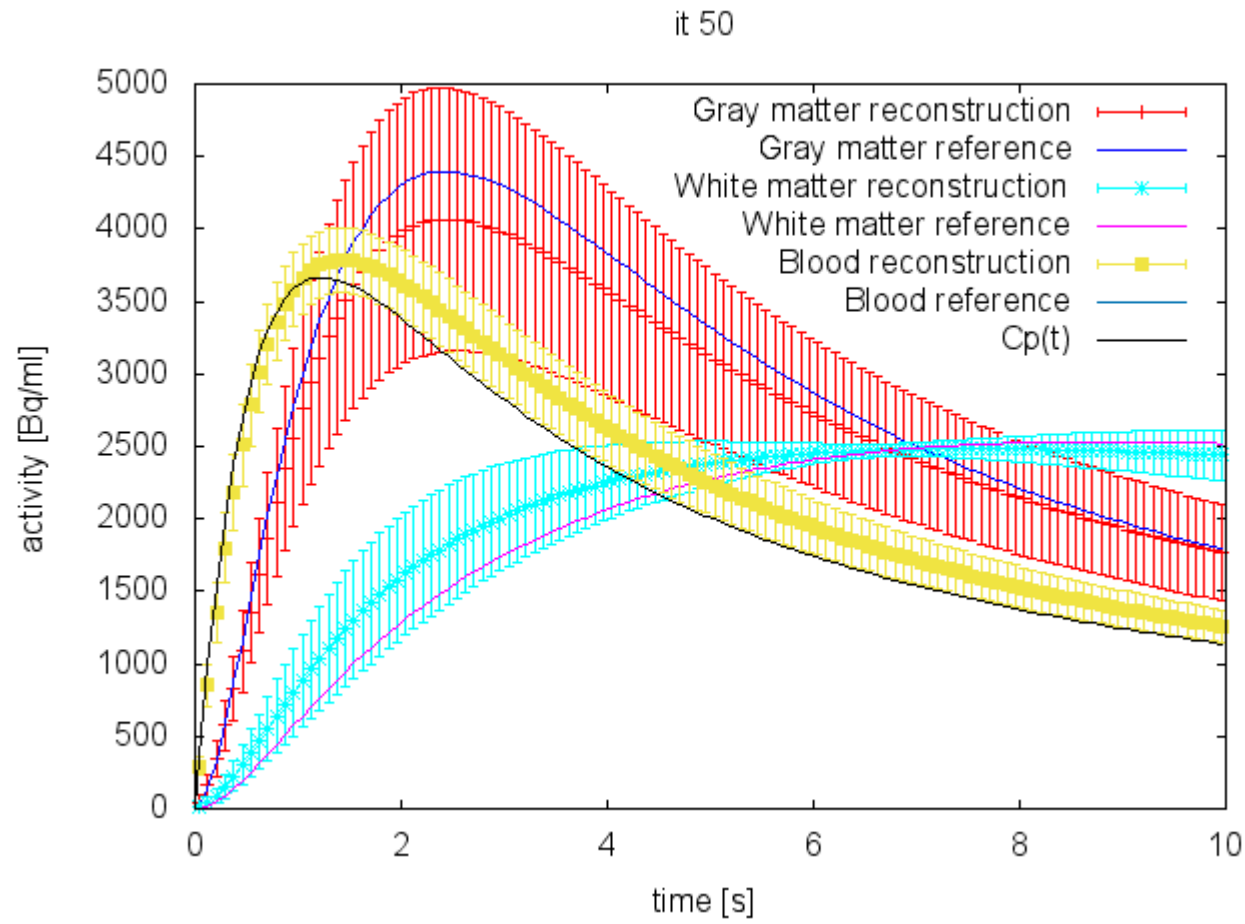
A3 = 3000; A4 = 4000;

beta1 = 1.5, beta2 = 0.5,

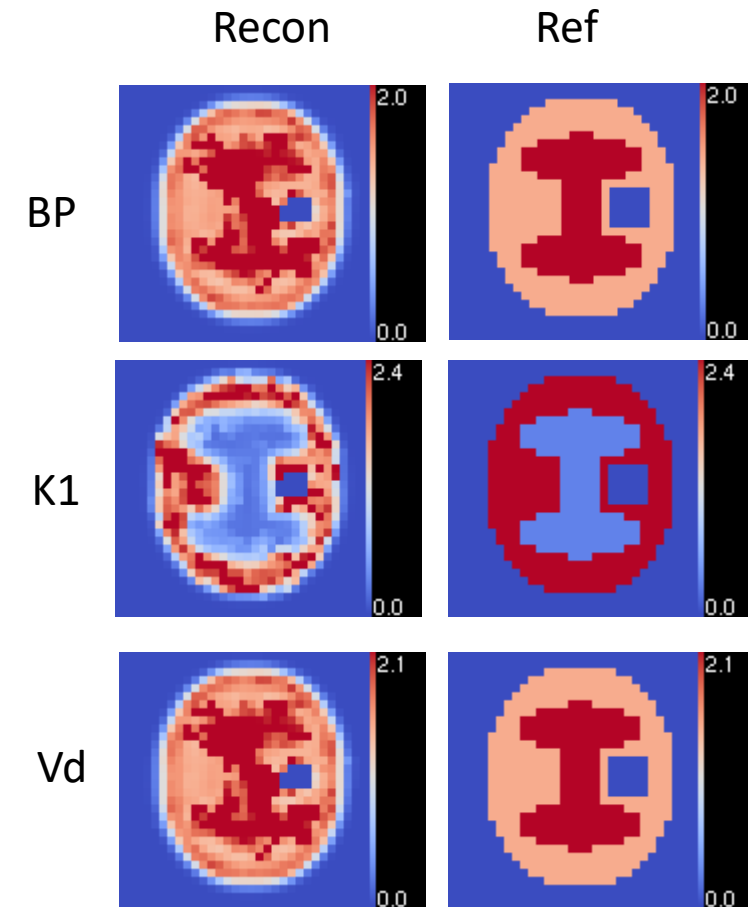
beta3 = 0.1, beta4 = 1



Agy: $ndets = 200$, $nlors = 10^4$, regularizáció nélkül

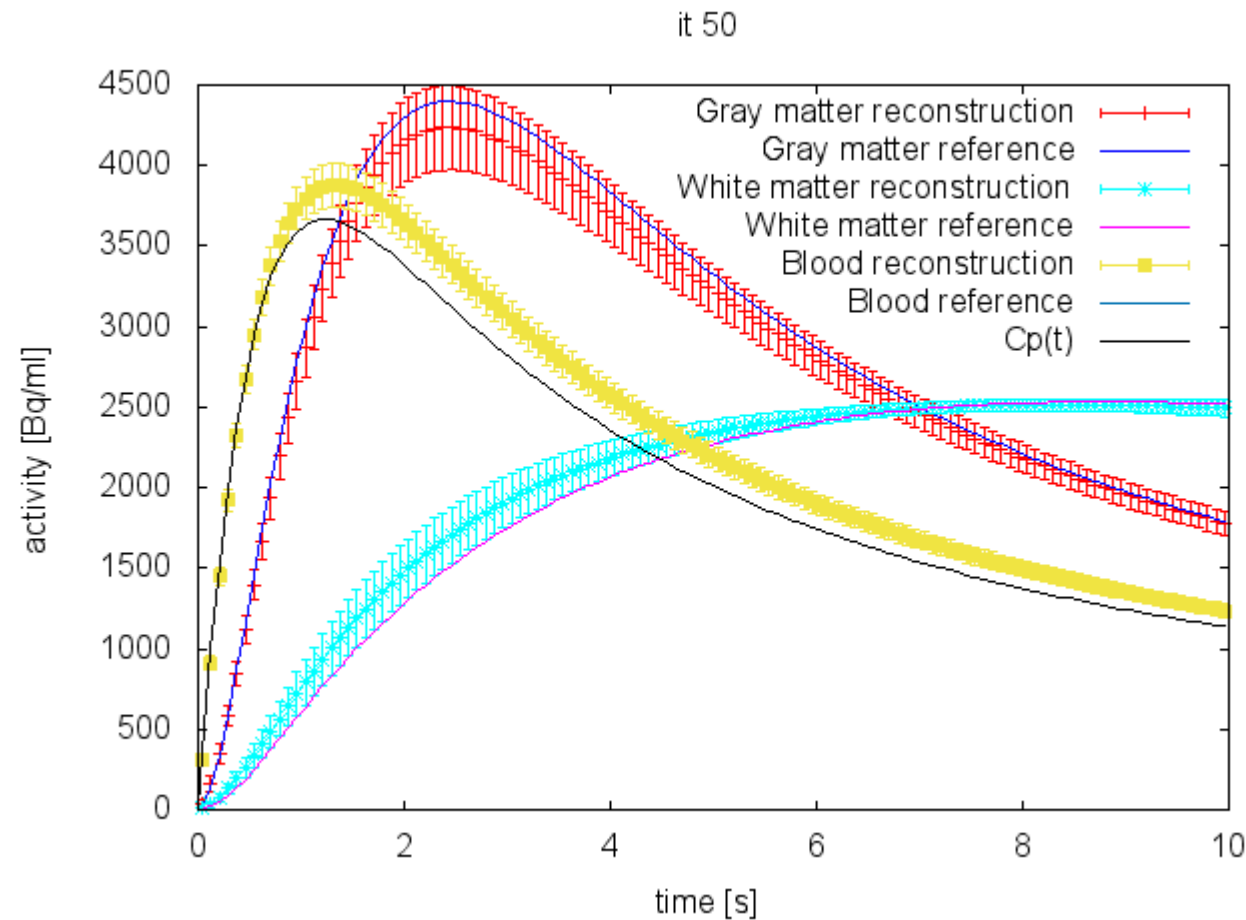


Error: 13.8 %

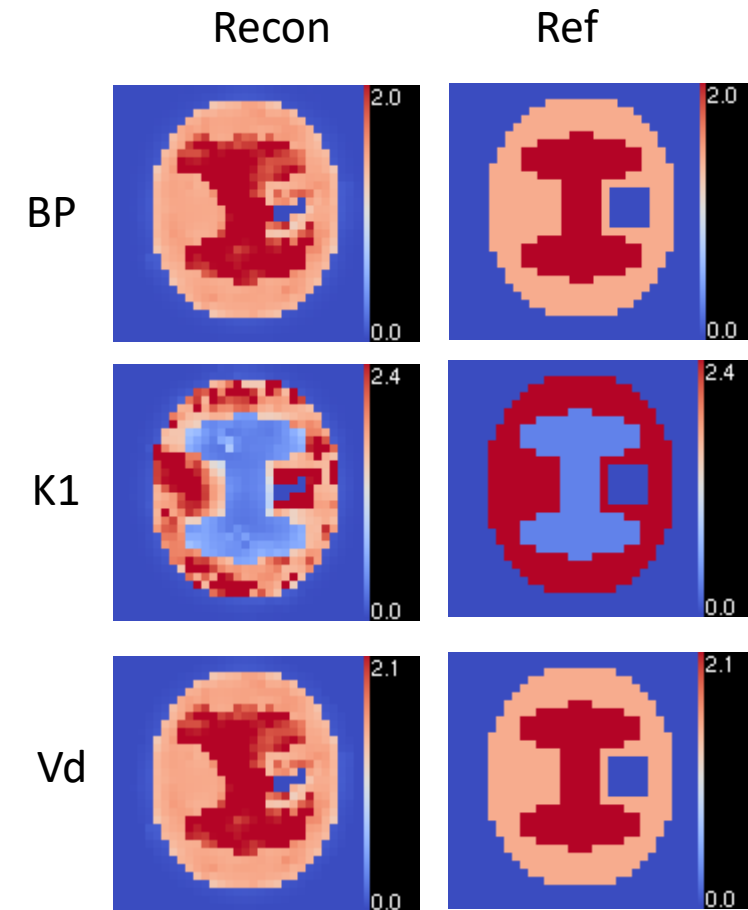


Agy: ndets = 200,

Regularizáció: $\sigma=0.4\text{vox}$ + anatómia

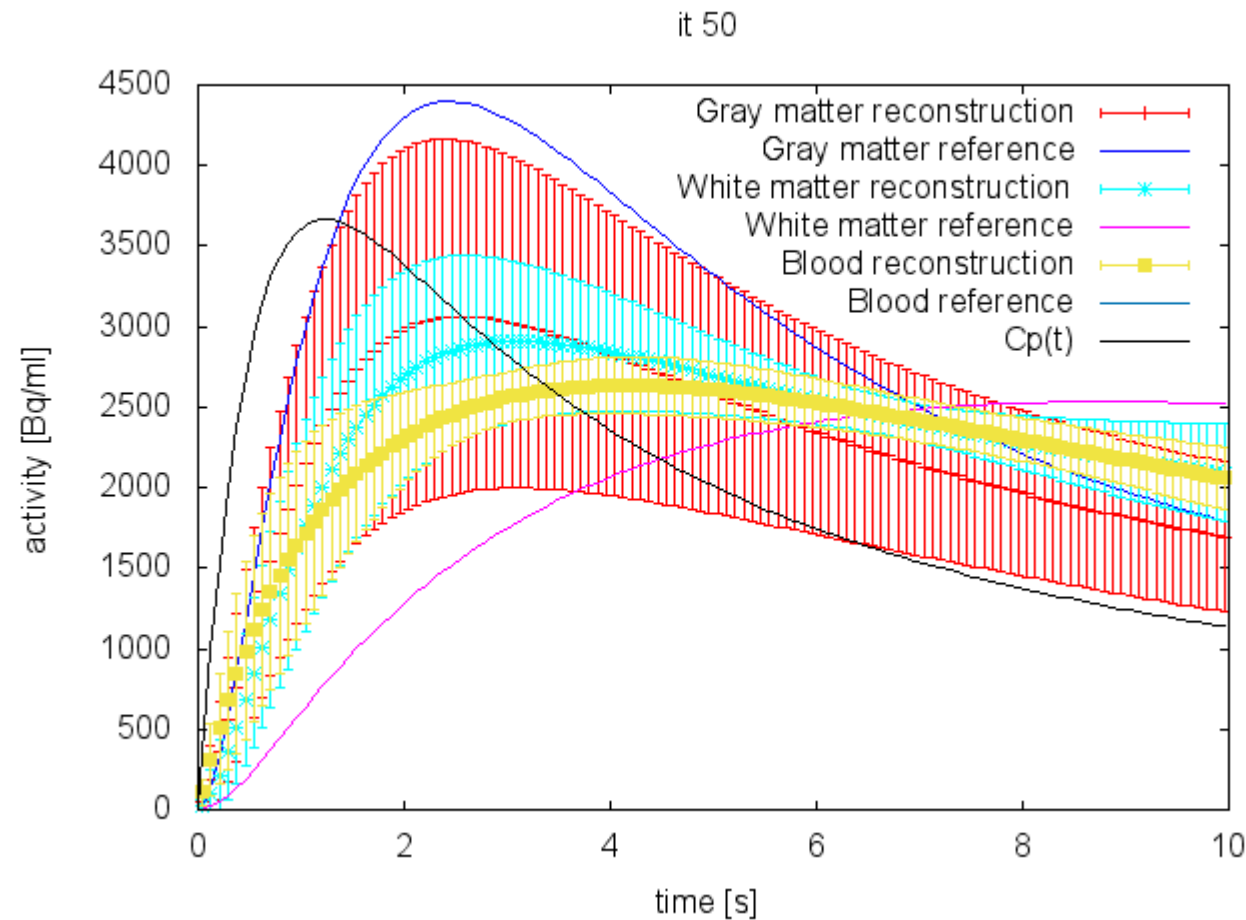


Error: 4.3 %

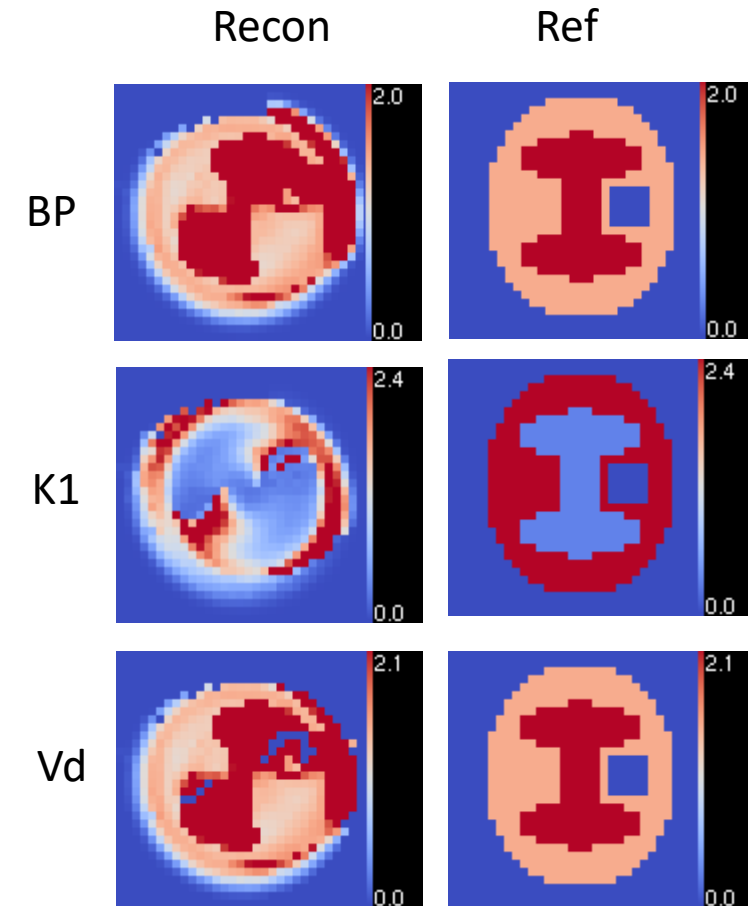


Agy: regularizáció nélkül

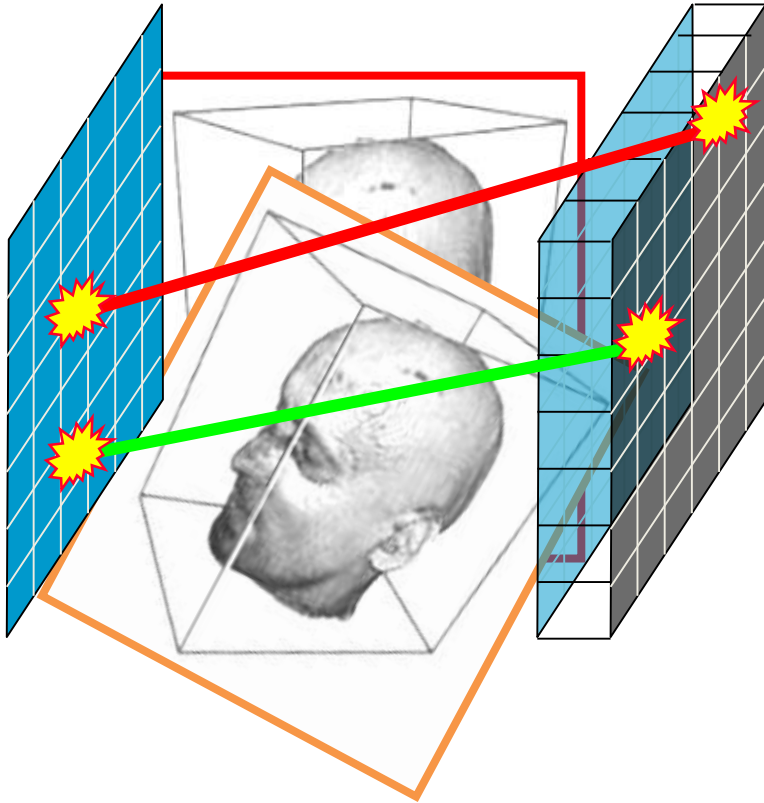
MCOMP: $360^\circ \rightarrow 0^\circ$



Error: 27.12 %



Mért adatok kompenzálása, minden eseményre



Mérési adatok kompenzálása

1. Mit mértünk volna, ha nem mozgott volna
 - Detektormodell inverz
 - LOR transzformáció
 - Detektormodell
2. Mozgáskompenzáció nélküli rekonstrukció

Problémák:

- nem lesz Poisson (nem baj),
- foton iránya nem ismert (csak direktnél valódi)
- megtörtént eseményt el lehet veszíteni, de fordítva nem → LOR megbízhatóság

Előnyök:

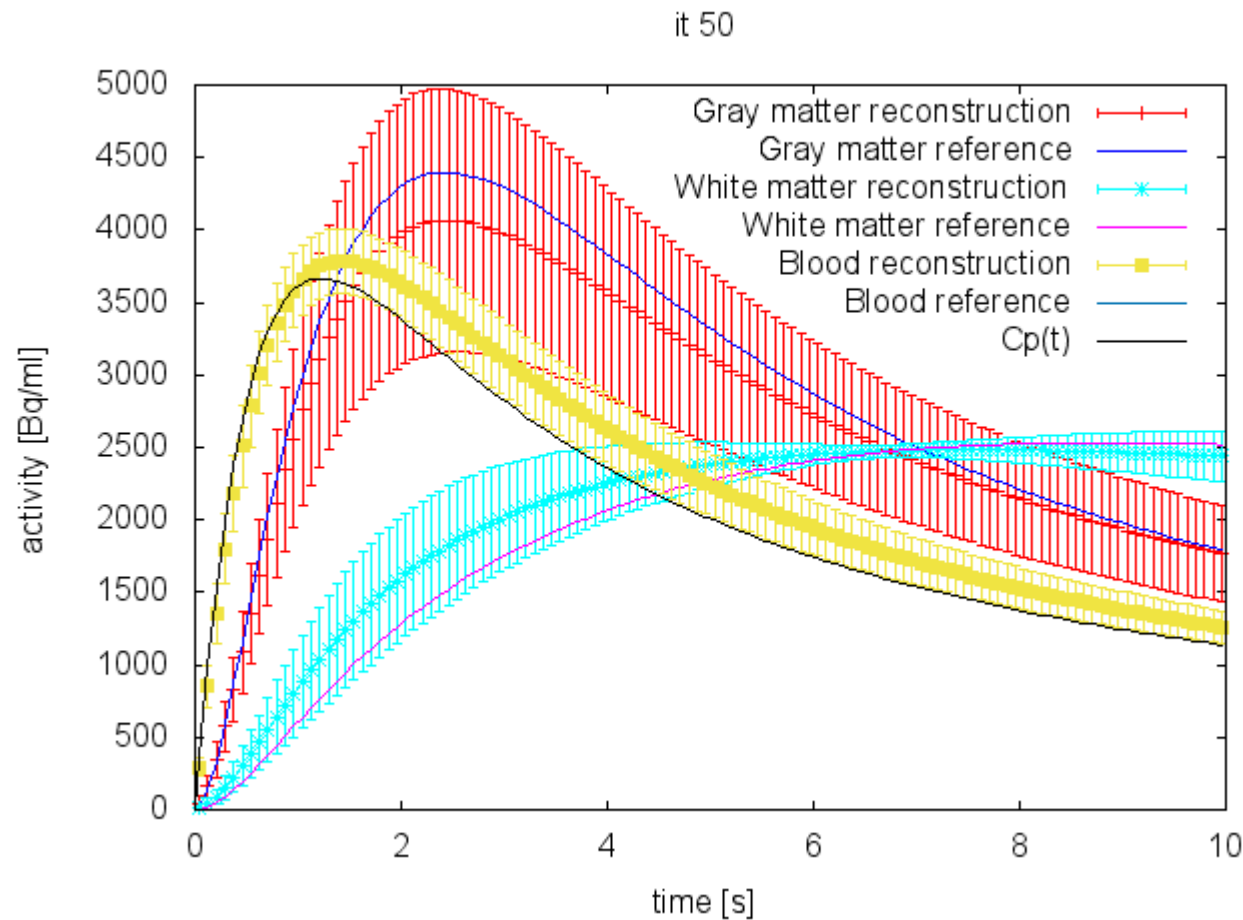
- Egyszerűség
- Mással is lehet kombinálni (attenuation, det. Válasz)

Gyors becslő rekonstrukciós program?

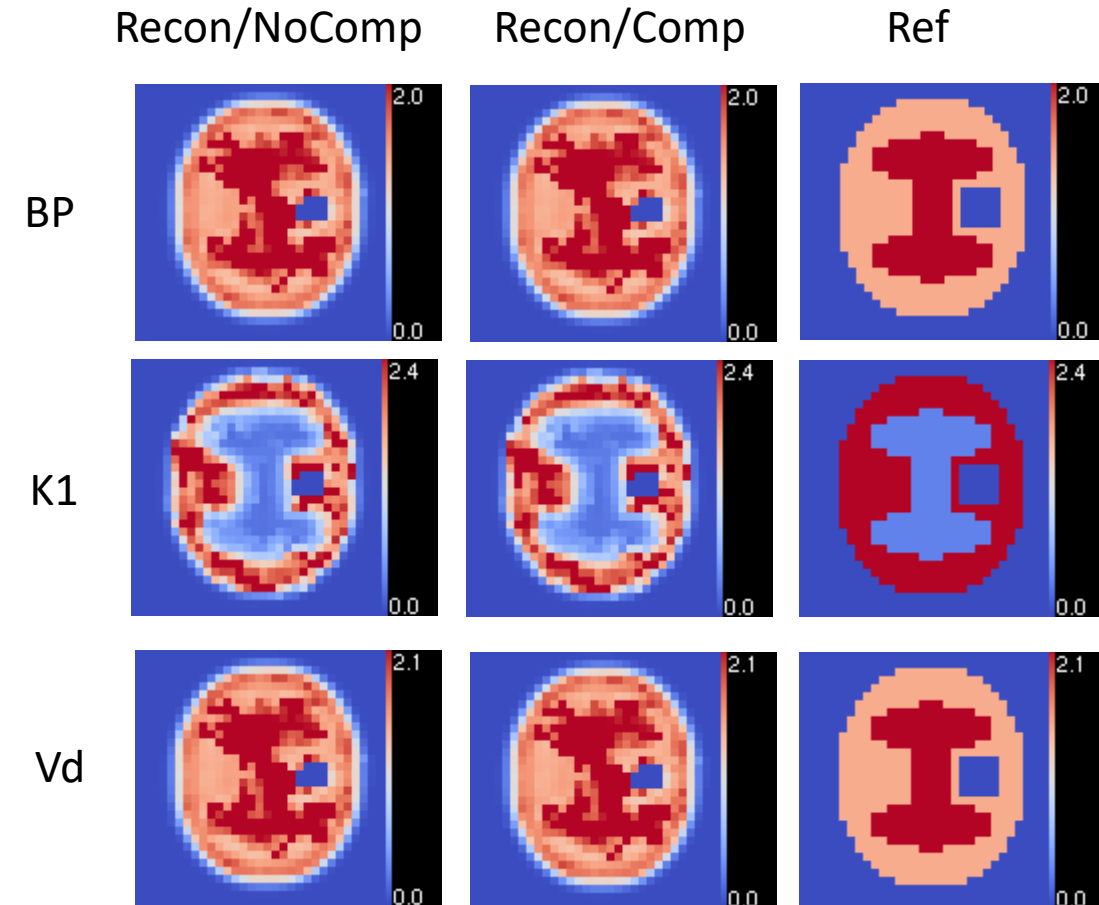


Agy: regularizáció nélkül

Esemény alapú kompenzáció: $0^\circ \rightarrow 0^\circ$

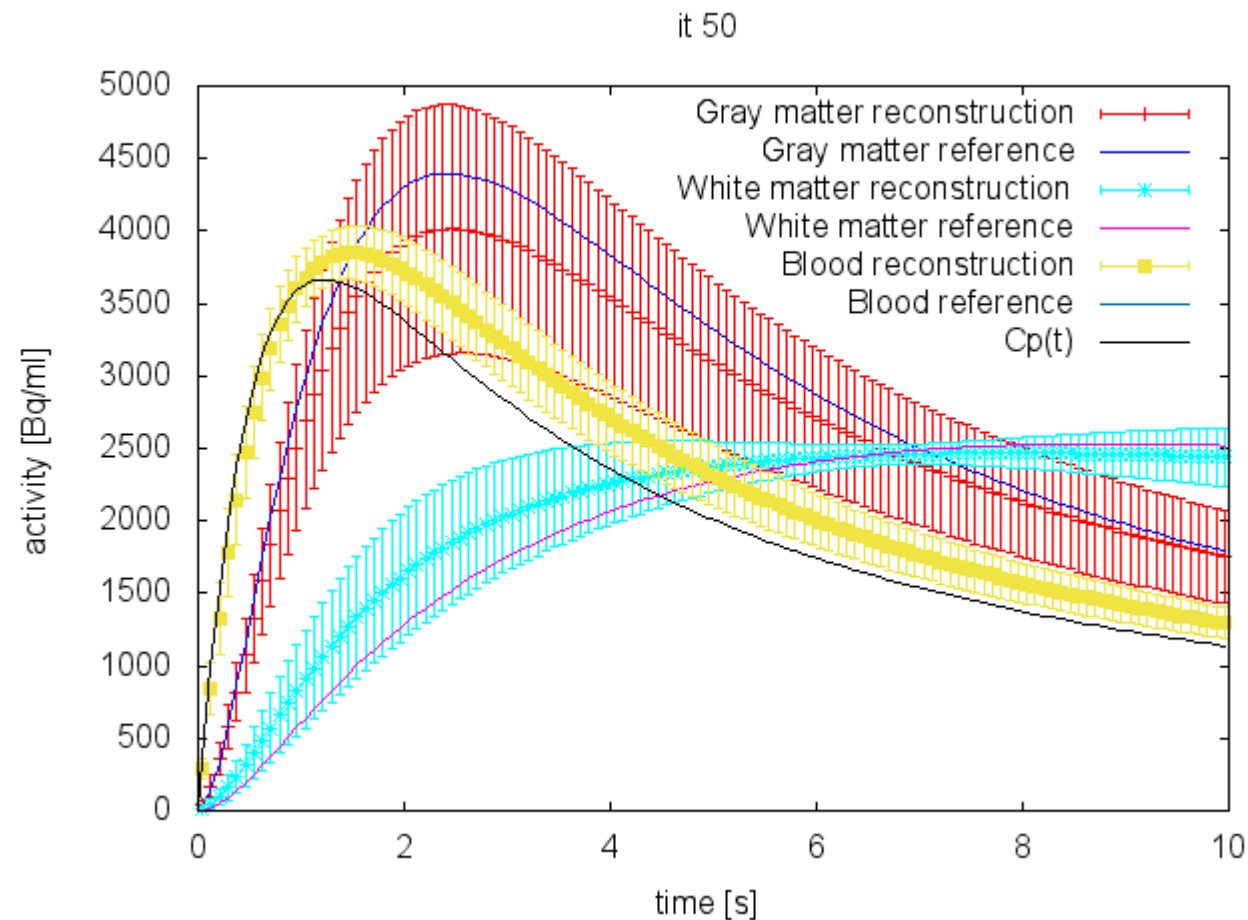


Error: 13.8 %

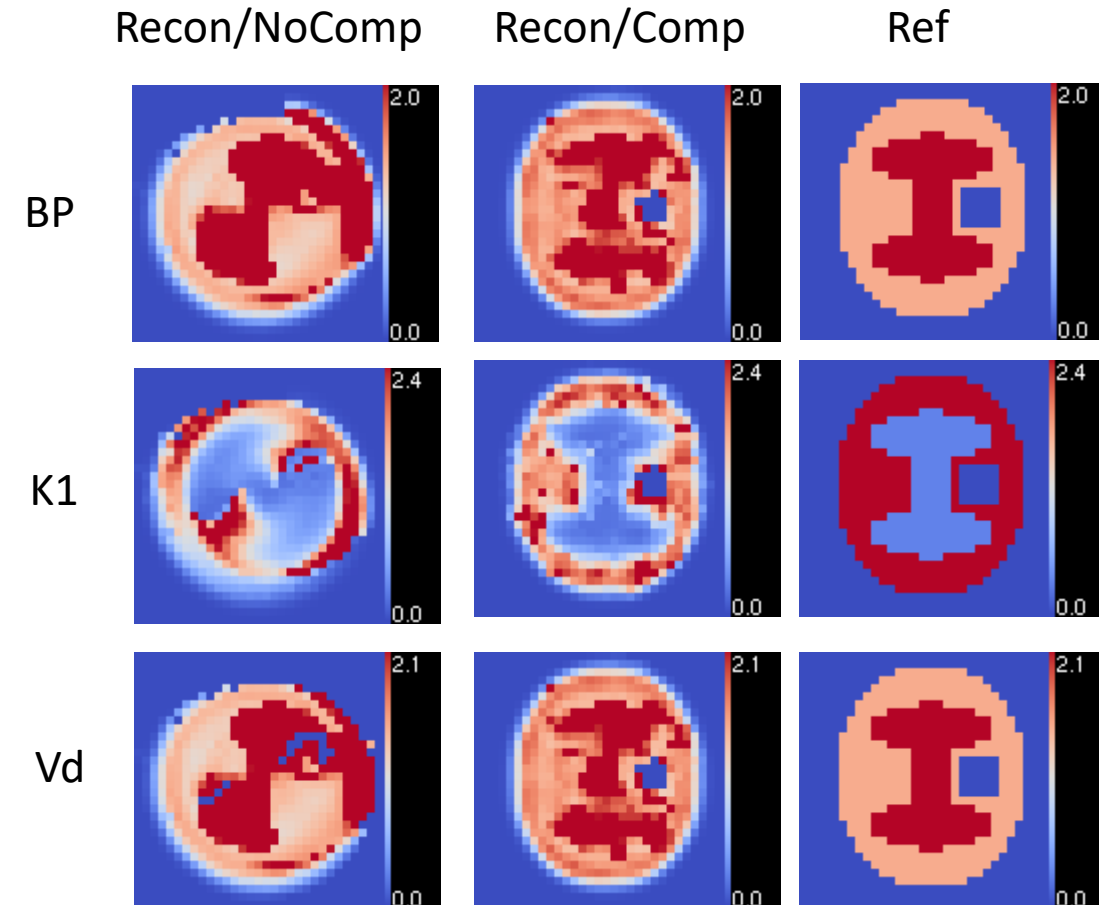


Agy: regularizáció nélkül

Esemény alapú kompenzáció: $360^\circ \rightarrow 360^\circ$

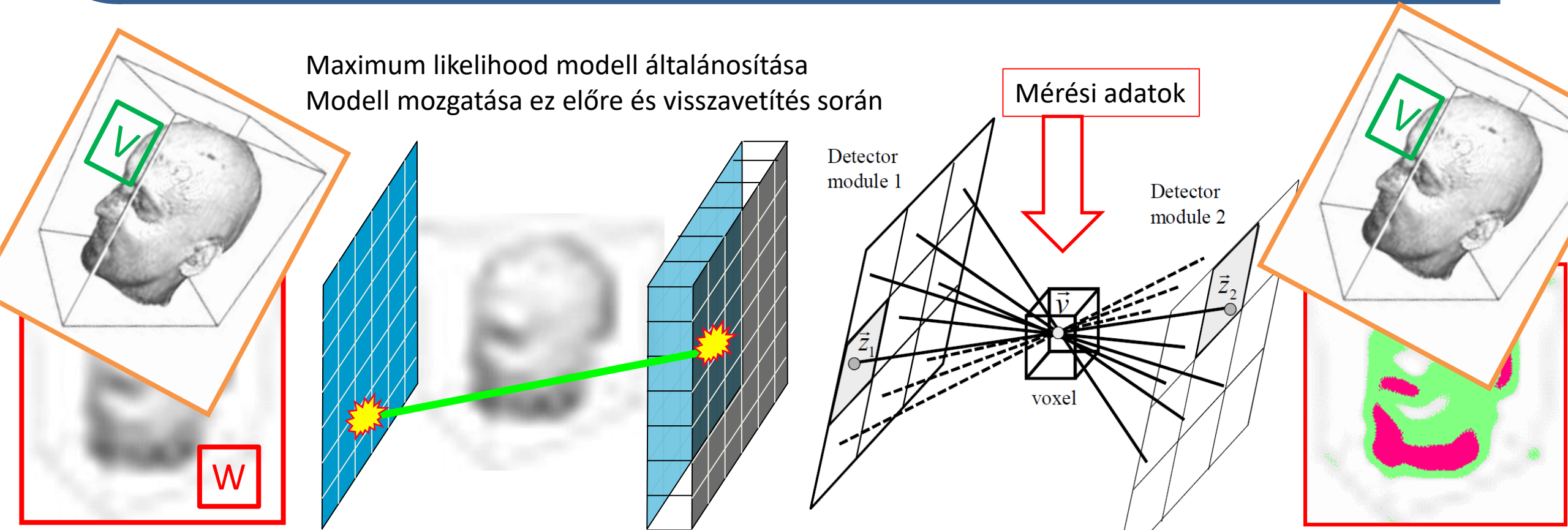


Error: 13.5 %



Modell alapú mozgáskompenzáció

Maximum likelihood modell általánosítása
Modell mozgatása ez előre és visszavetítés során



$$\begin{aligned}\tilde{x}_{W,F} &= \sum_{V'} \int_{t_F}^{t_{F+1}} C(\mathbf{p}_{V'}, t) e^{-\lambda t} O_{V',W}(t) dt \\ &= \sum_{V'} \tilde{x}_F(\mathbf{p}_{V'}) O_{V',W,F}.\end{aligned}$$

$$\tilde{y}_{L,F} = \sum_V \mathbf{A}_{L,V} \tilde{x}_F(\mathbf{p}_V).$$

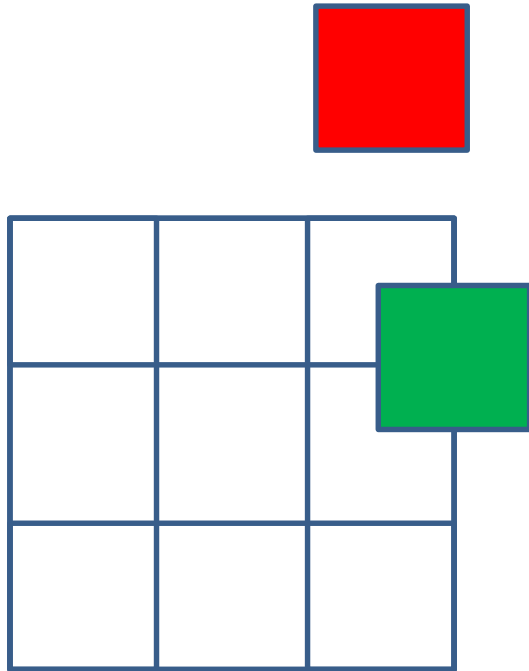
Görbe illesztés

$$x_{V,F} = \tilde{x}_F(\mathbf{p}_V) \cdot \frac{\sum_W O_{V,W,F} \sum_L \mathbf{A}_{L,W} \frac{y_{L,F}}{\tilde{y}_{L,F}}}{\sum_W O_{V,W,F} \sum_L \mathbf{A}_{L,W}}$$

Külön számláló/nevező
+ osztás



Motion blur számítás

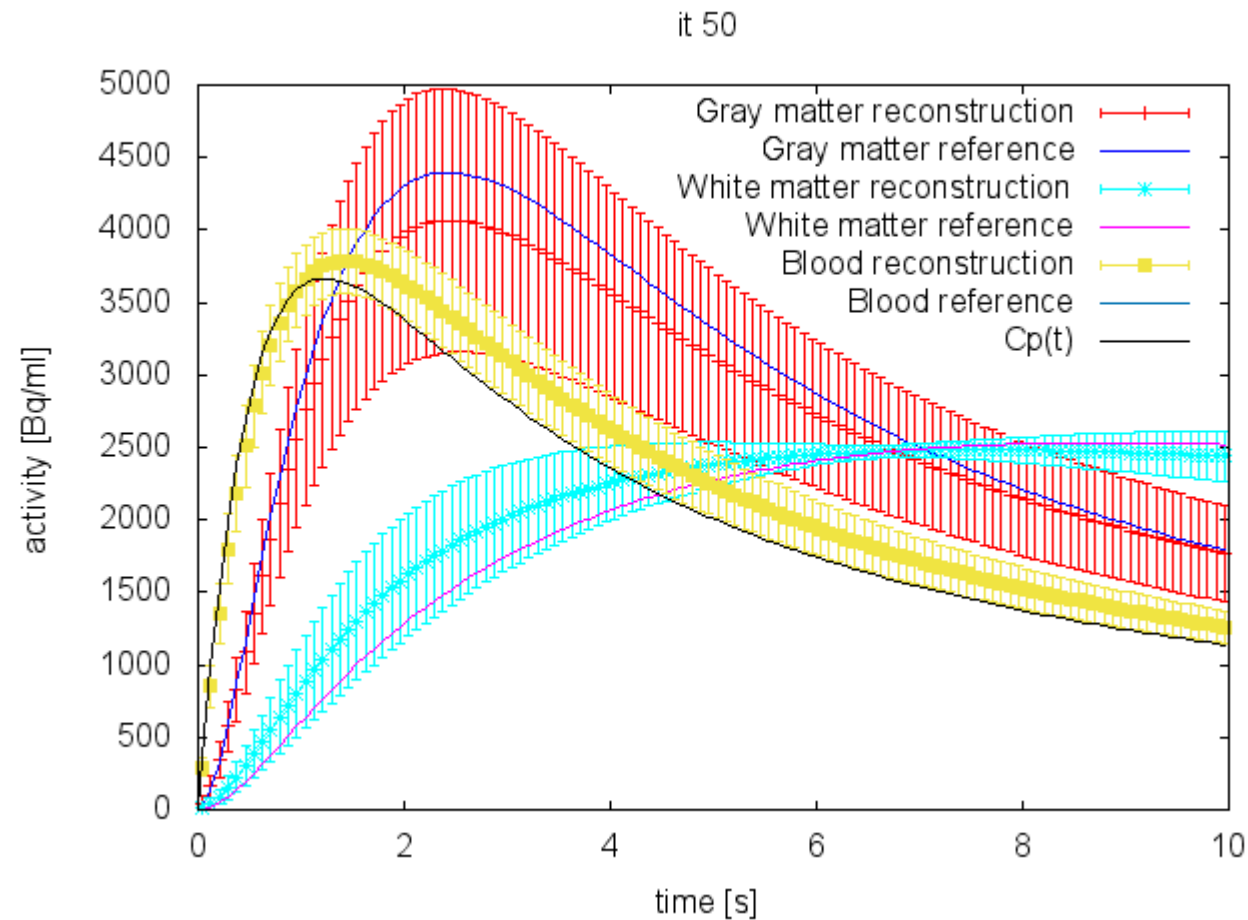


- Naív algoritmus: idő diszkretizálása, voxeltömb többszöri transzformációja
- Csak a nem zérus voxelpárokat és csak egyszer
- Anti-aliased line drawing algorithms
 - Anti-aliased Bresenham
 - Gupta-Sproull

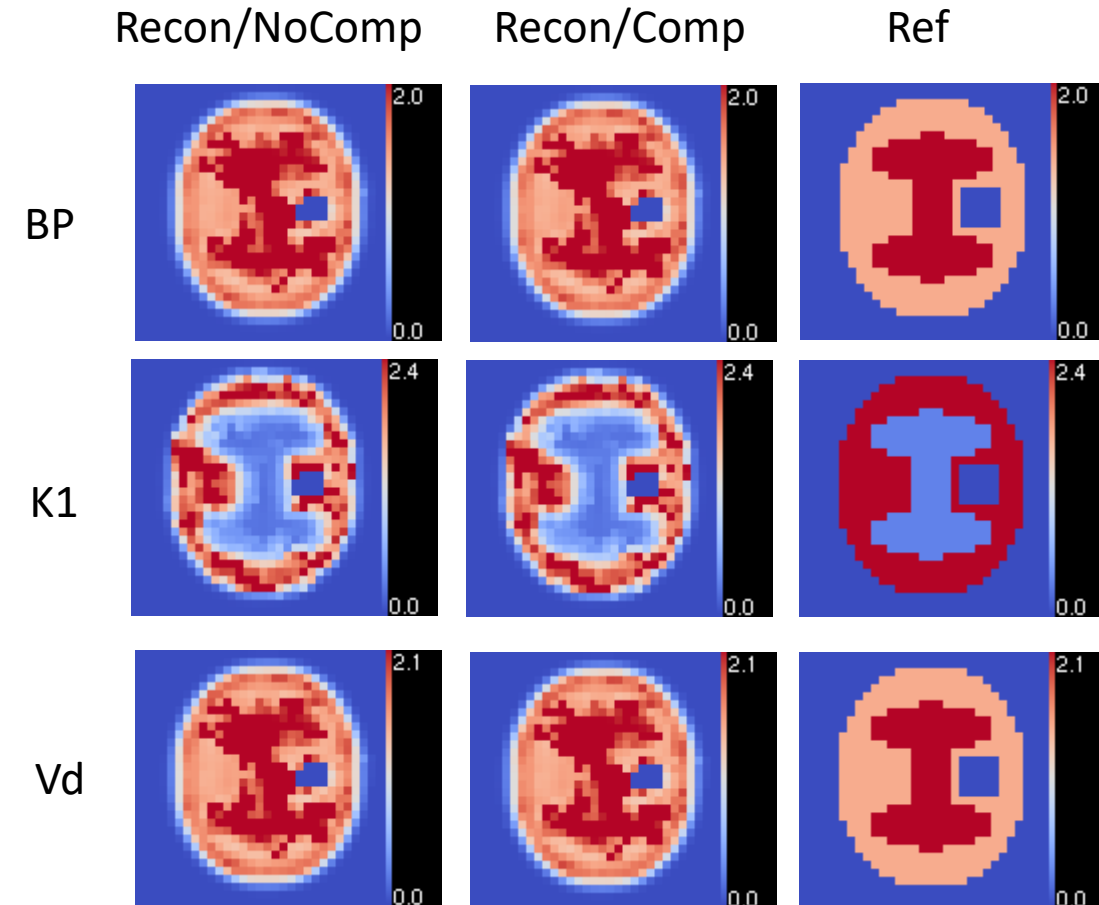


Agy: regularizáció nélkül

Modell alapú kompenzáció: $0^\circ \rightarrow 0^\circ$

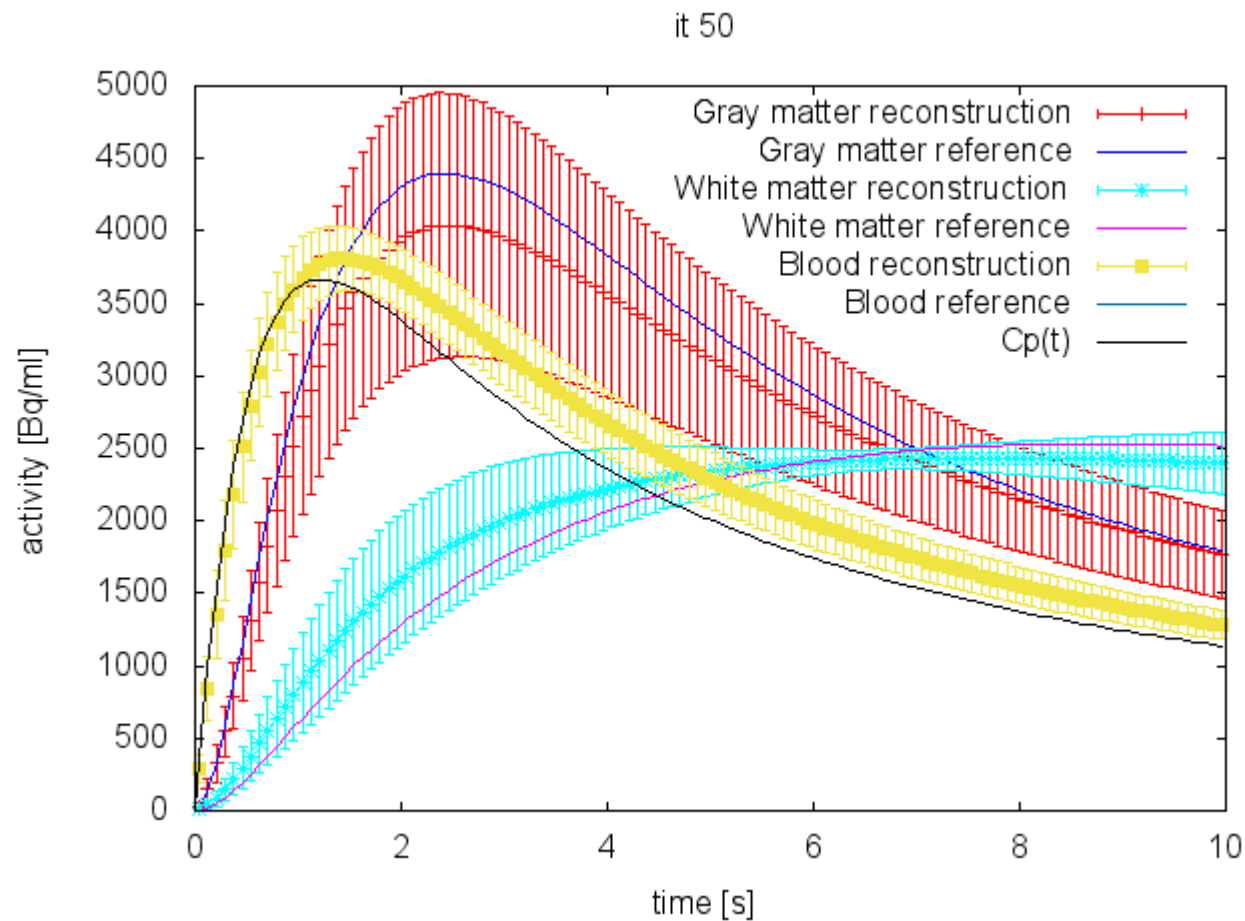


Error: 13.8 %

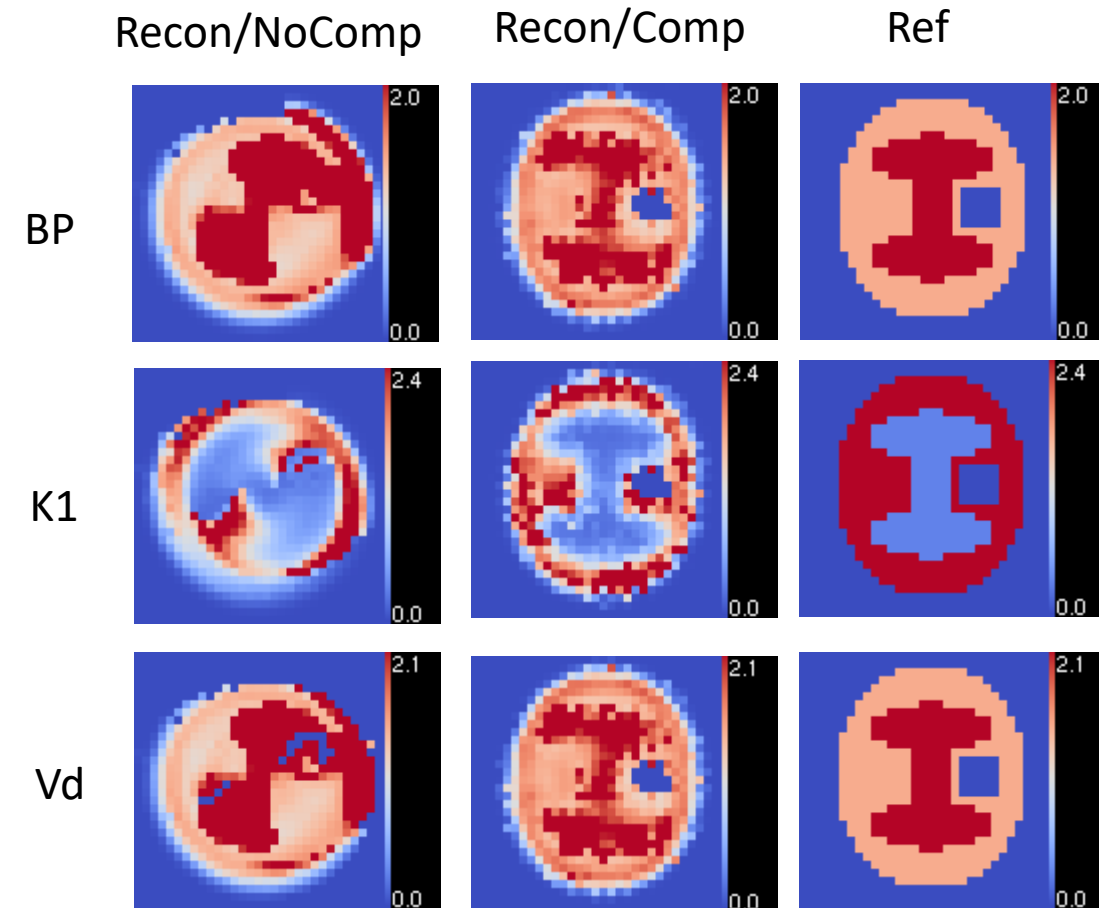


Agy: regularizáció nélkül

Modell alapú kompenzáció: $360^\circ \rightarrow 360^\circ$

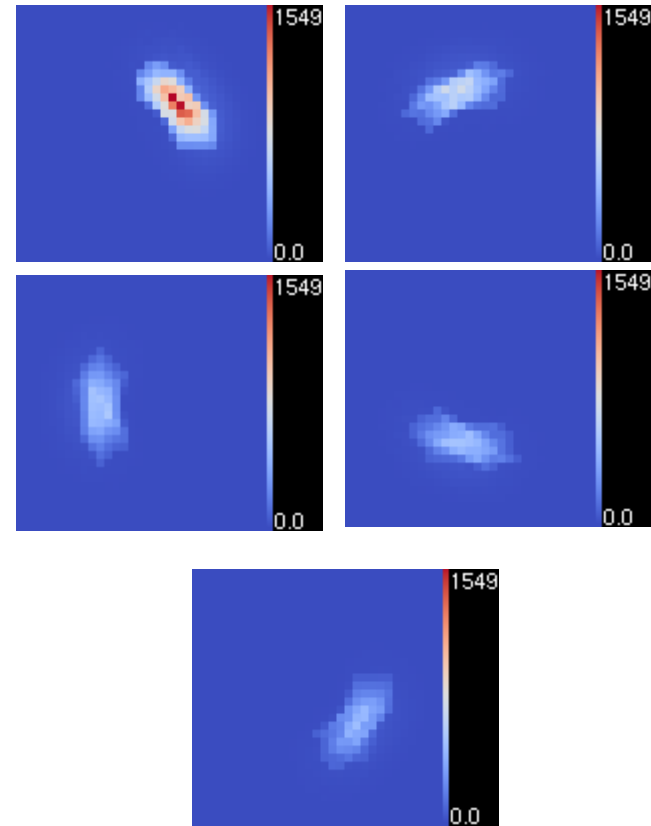


Error: 13.9 %

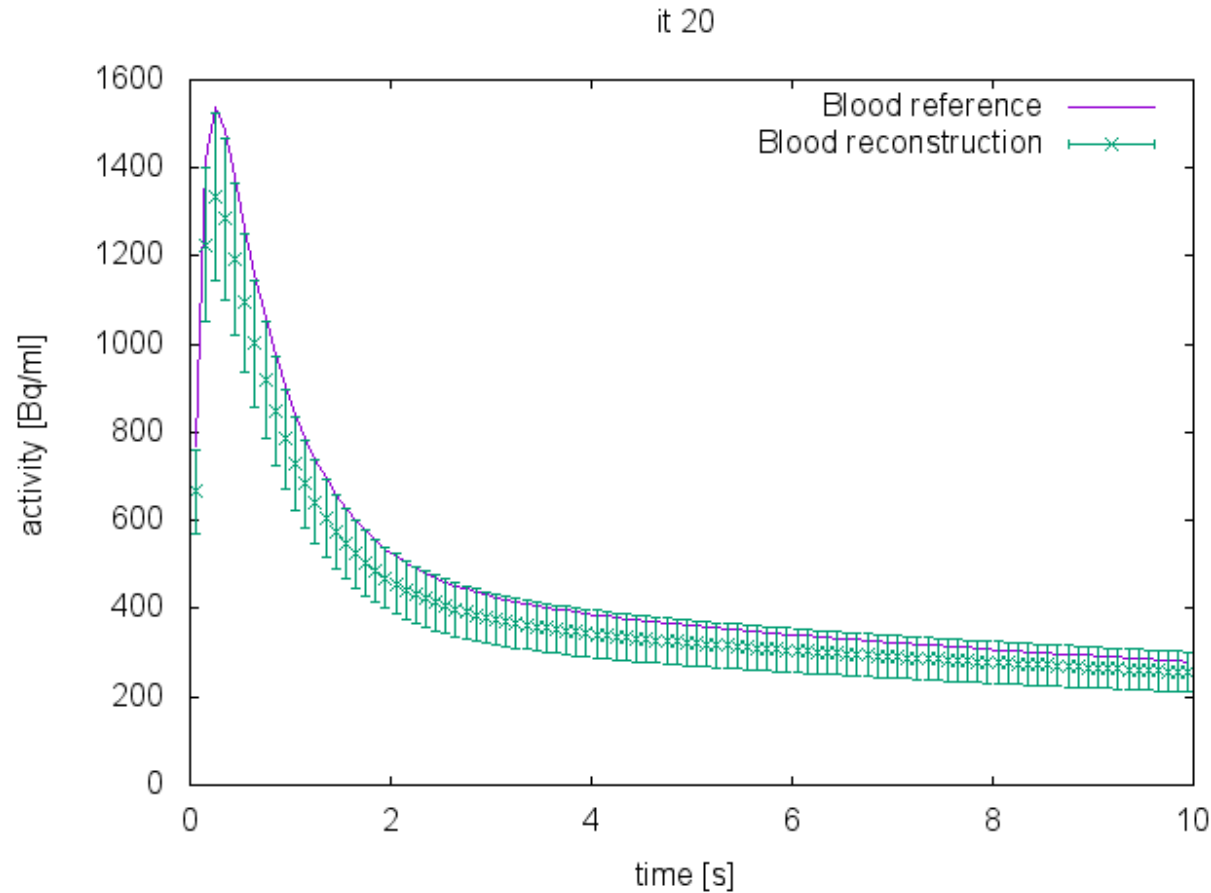


Csak vér: nframes = 5

Modell alapú kompenzáció: $360^\circ \rightarrow 360^\circ$

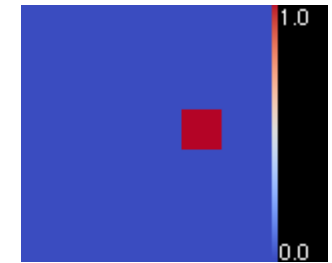


Blurred model in 5 frames

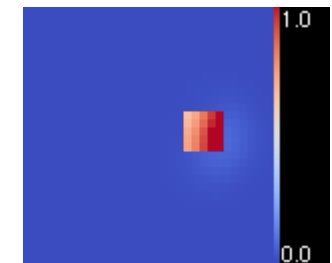


Reconstructed time activity in blood

Fraction of blood



Reference

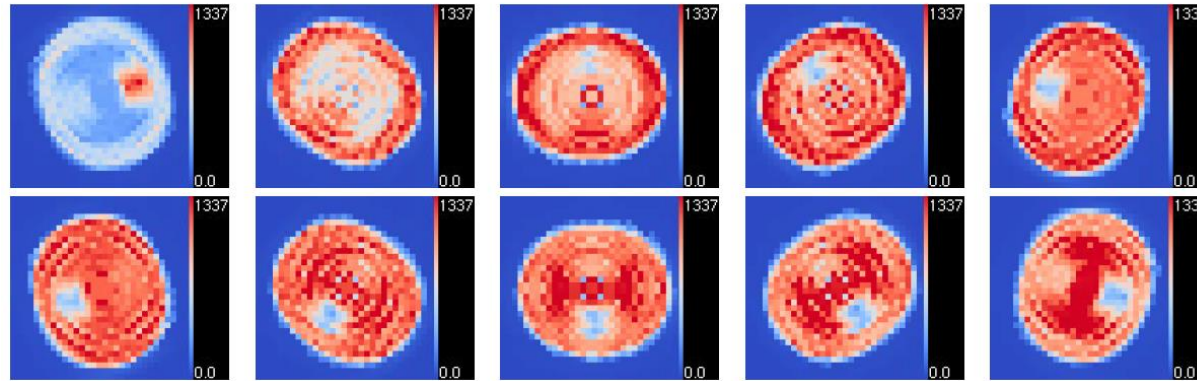


Reconstruction

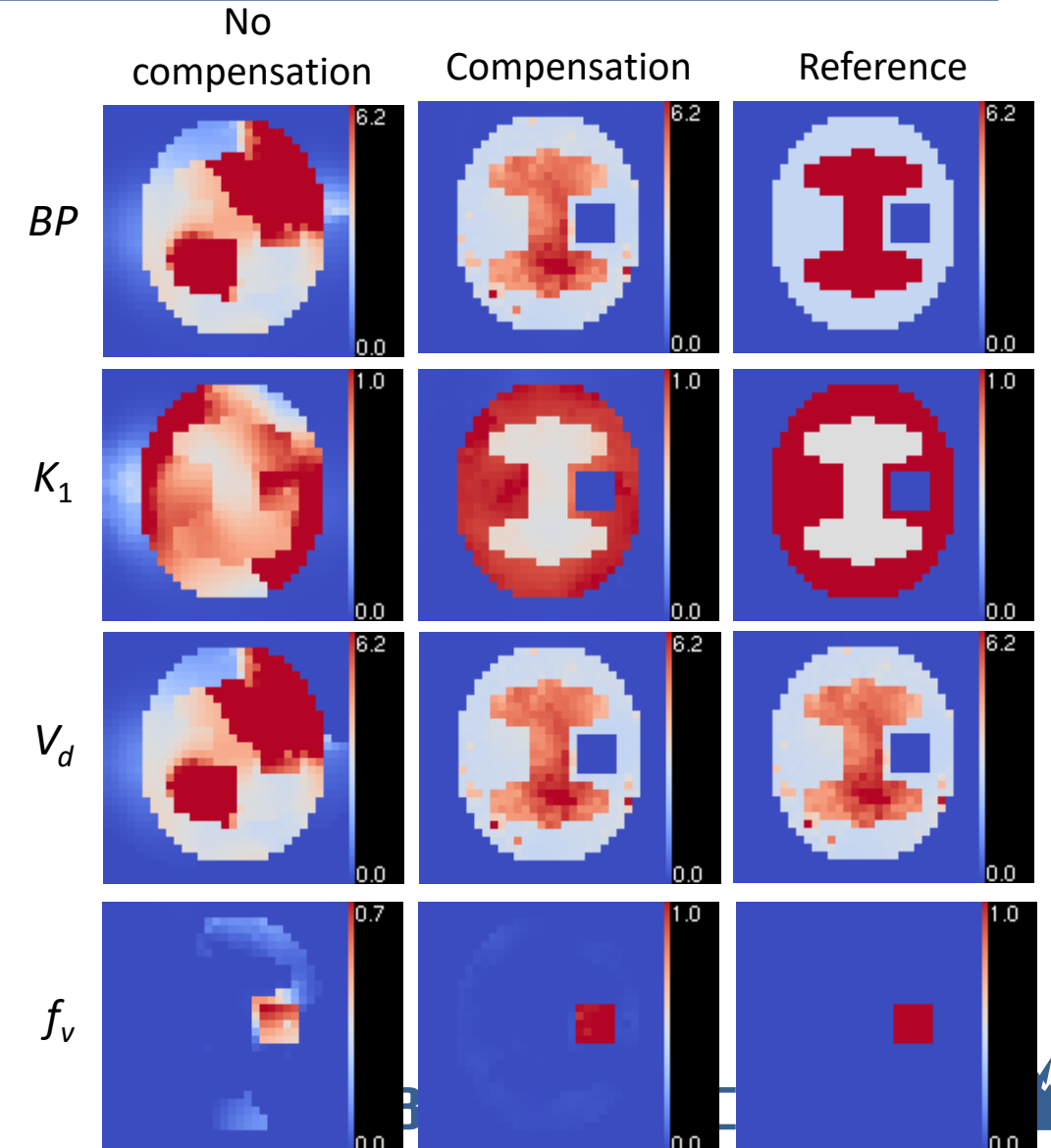
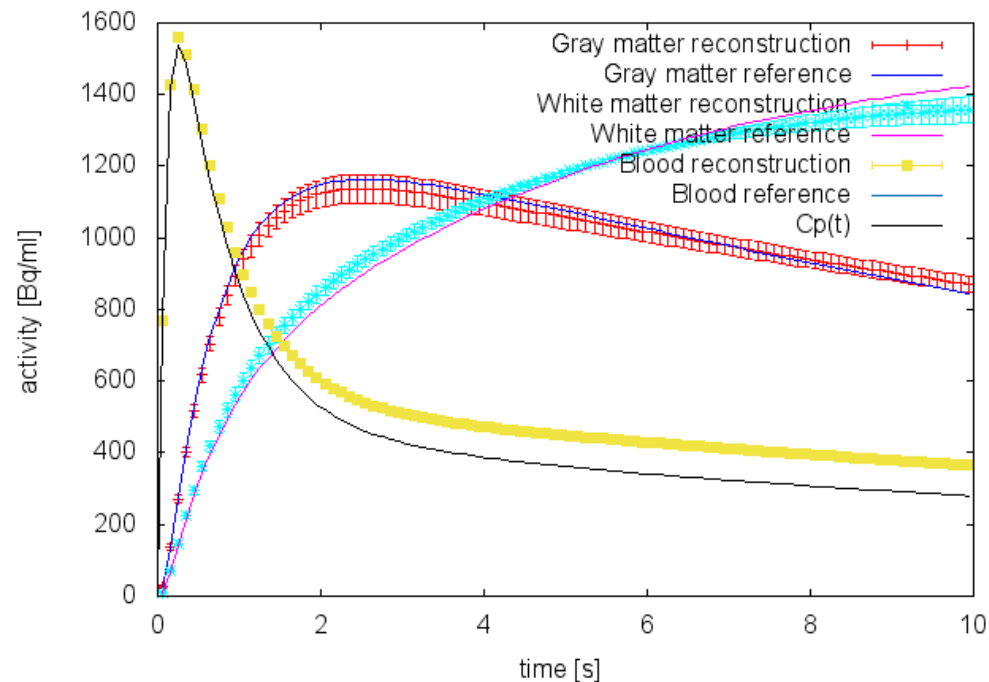


Agy: $nframes = 10$, regularizáció

Modell alapú kompenzáció: $360^\circ \rightarrow 360^\circ$

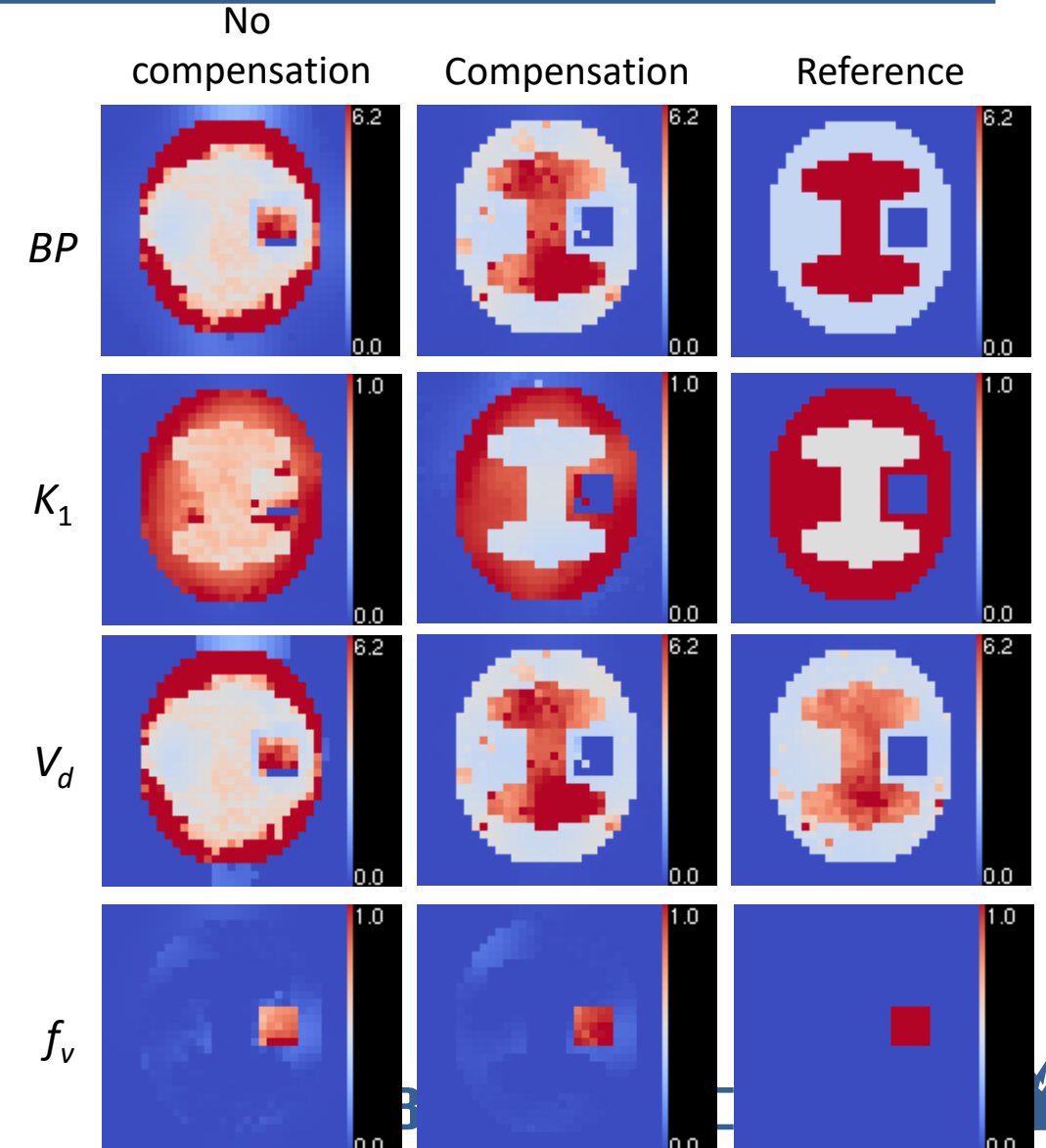
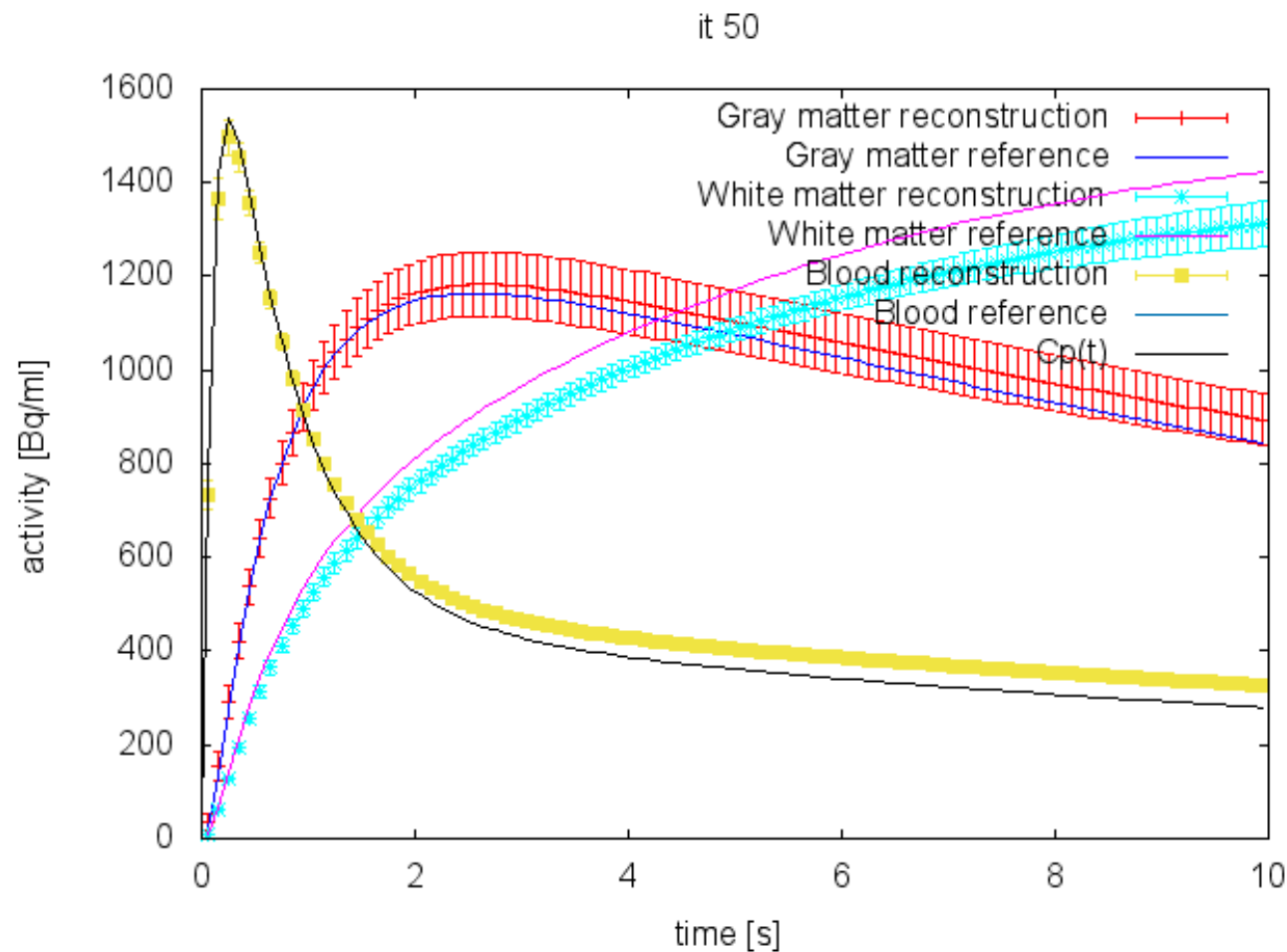


it 50



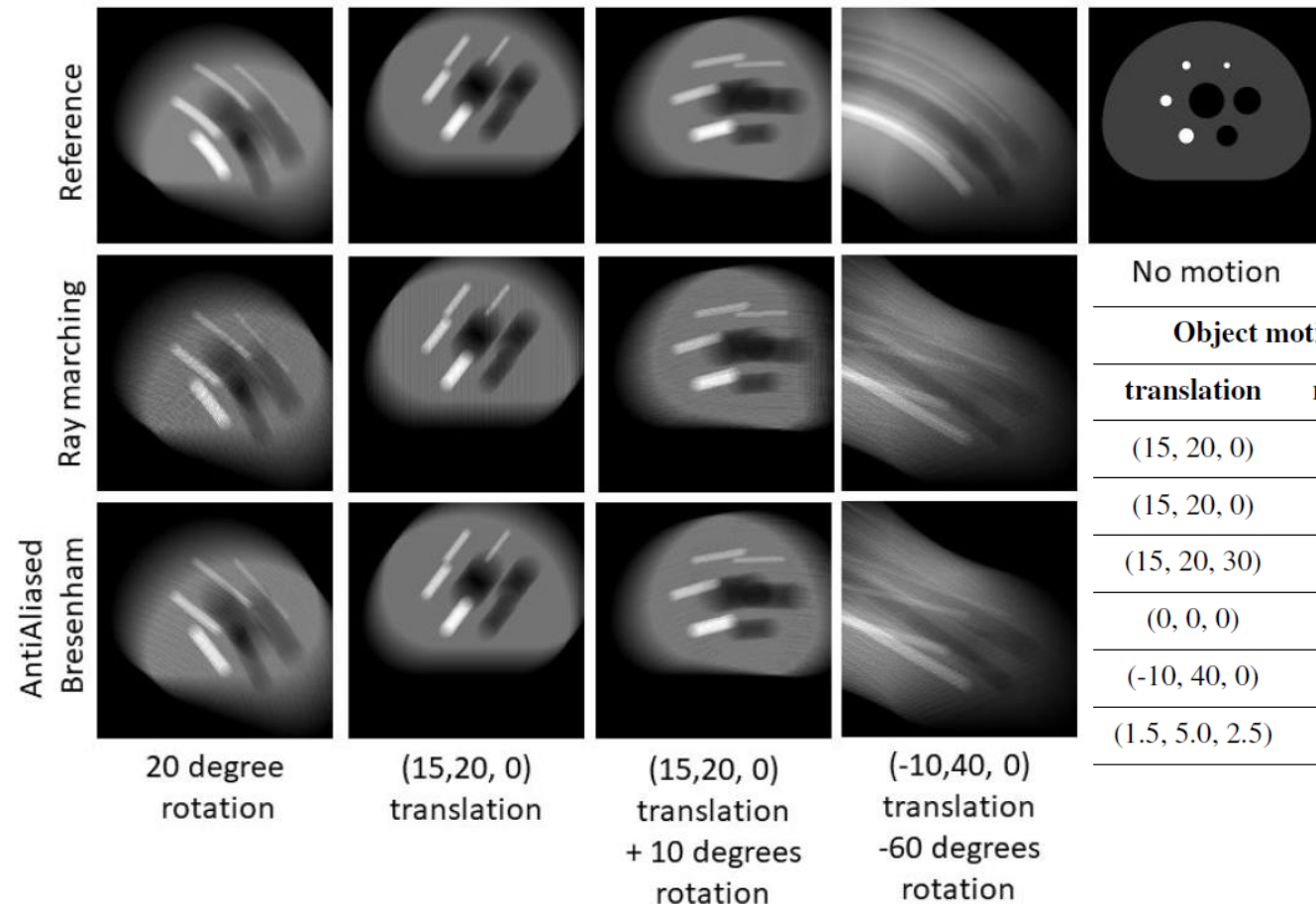
Agy: $nframes = 25$, regularizáció

Modell alapú kompenzáció: $360^\circ \rightarrow 360^\circ$



3D NEMA IQ phantom:

166 x 166 x 126 voxel (CUDA)



No motion

Object motion		Error [%]		Execution time [ms]	
translation	rotation	Ray marching	Antialiased Bresenham	Ray marching	Antialiased Bresenham
(15, 20, 0)	0	9.5059	13.1769	0.0965	0.0239
(15, 20, 0)	10	12.9566	23.8758	1.6093	0.0921
(15, 20, 30)	0	11.4946	16.3787	0.5052	2.5906
(0, 0, 0)	20	16.9948	59.9531	0.8541	0.7081
(-10, 40, 0)	-60	51.4535	89.5817	13.4989	16.1665
(1.5, 5.0, 2.5)	-5	7.7408	10.1801	0.2789	2.3433



- Ígéretes kezdeti eredmények
- Még nagyon sok munka

