

PREKLINIKAI KÍSÉRLETEK MÉRÉSI HIBÁJÁNAK MODELLEZÉSE ÉS FELHASZNÁLÁSA ÉLETTANI PARAMÉTEREK BECSLÉSÉHEZ

„Innovatív és digitális egészségipari technológiák fejlesztése és értékelése” konferencia
2023. november 17.

Puskás Melánia
(doktorandusz hallgató)

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

Kisebb dózisosok



Matematikai modell



Egyedi paraméterek



SZEMÉLYRE SZABOTT ÉS OPTIMALIZÁLT TERÁPIA

- Kevesebb mellékhatás
- Rezisztencia esélyének csökkenése

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

MATEMATIKAI MODELL

$$\dot{x}_1 = (a - n)x_1 - b \frac{x_1 x_3}{ED_{50} + x_3}$$

$$\dot{x}_2 = nx_1 - b \frac{x_1 x_3}{ED_{50} + x_3} - wx_2$$

$$\dot{x}_3 = -(c + k_1)x_3 + k_2x_4 + u$$

$$\dot{x}_4 = k_1x_3 - k_2x_4$$

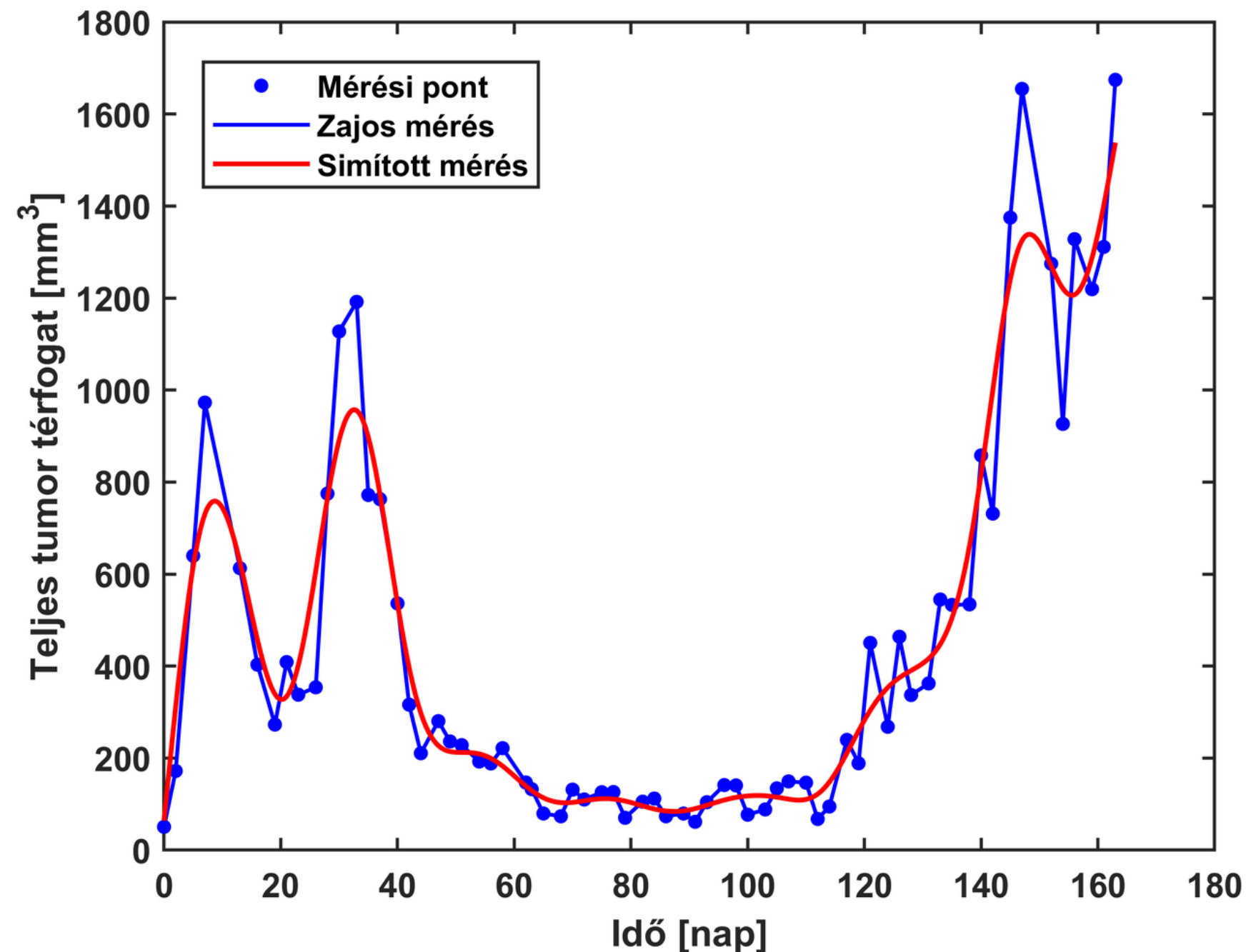
A modell kimenete: $y = x_1 + x_2$

A teljes tumor térfogatot tudjuk mérni az állatkísérletek során.

Dániel András Drexler, Tamás Ferenci, András Füredi, Gergely Szakács, and Levente Kovács. Experimental data driven tumor modeling for chemotherapy. *In Proceedings of the 21st IFAC World Congress*, pages 16466–16471, 2020

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

MÉRÉSEK ILLESZTÉSE

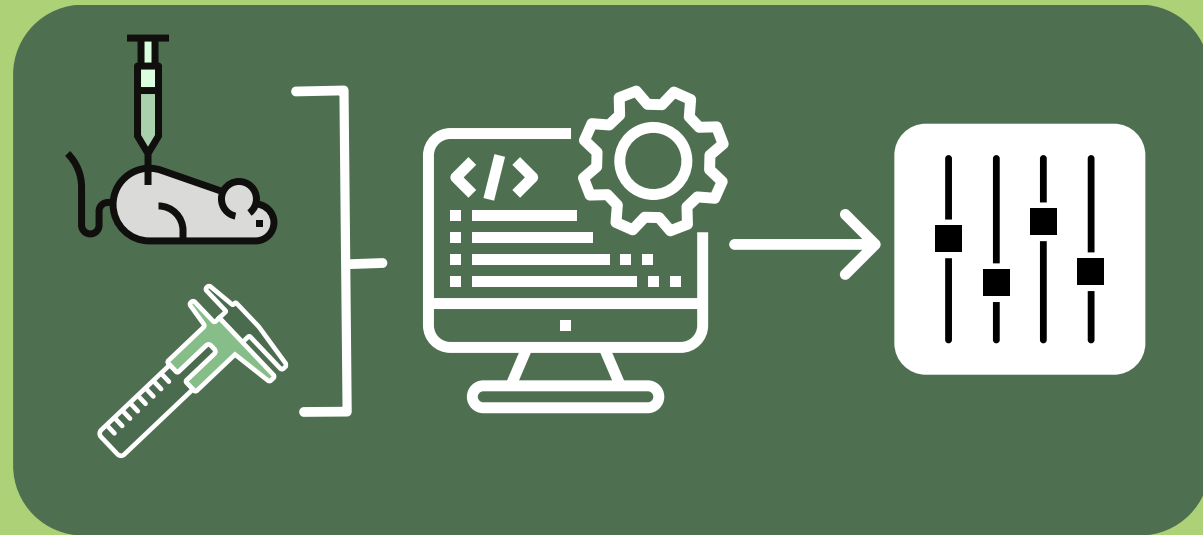


- A valódi mérések zajosak.
- Simítással lehet ezen finomítani és szűrni valamennyi zajt.
- A valódi mérésekre görbét illesztünk és abból becsüljük a paramétereiket.

M. Puskás and D. A. Drexler. Tumor model parameter estimation for therapy optimization using artificial neural networks. In IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics - 2021, pages 1254–1259, 2021.

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

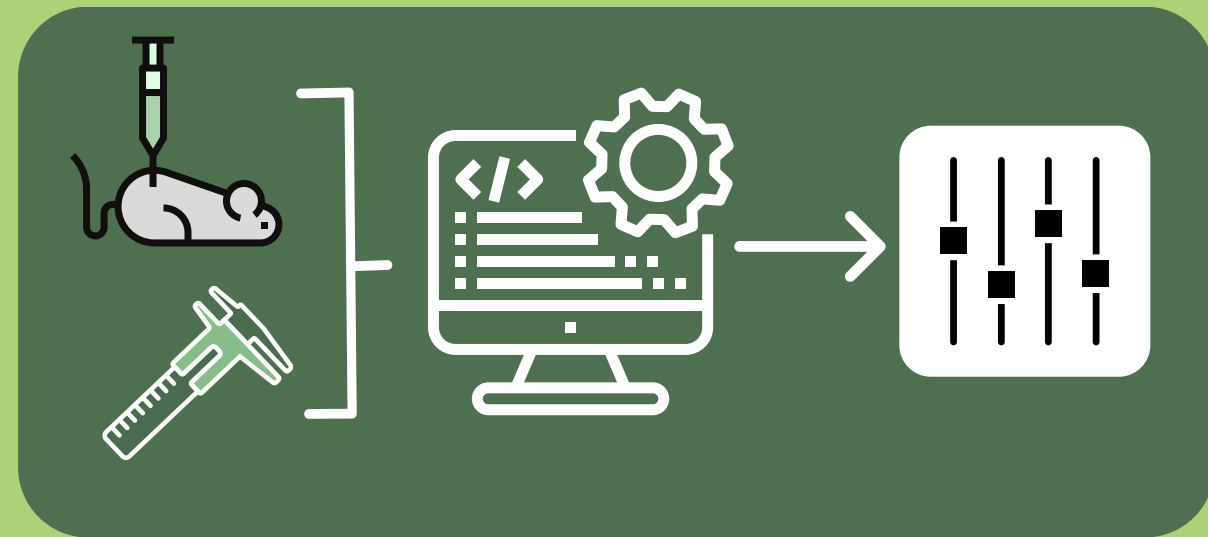
IDENTIFIKÁCIÓ



M. Puskás, B. Gergics, B. Gombos, A. Füredi, G. Szakács, L. Kovács, D. A. Drexler. Noise modeling of tumor size measurements from animal experiments for virtual patient generation. In IEEE 27th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2023), 53-60. , 8 p, 2023

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

IDENTIFIKÁCIÓ



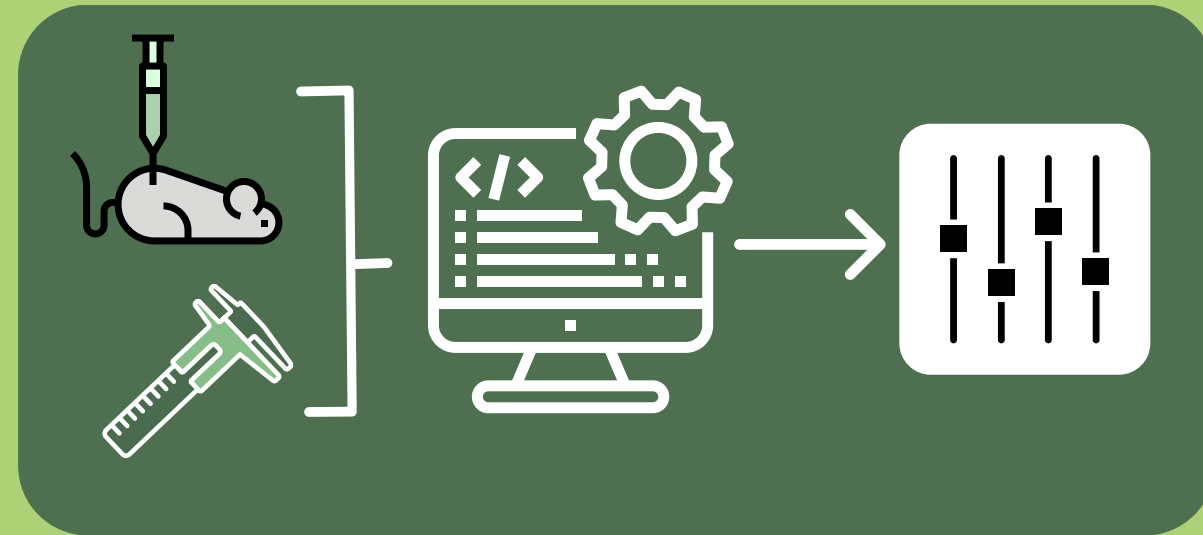
PONTOS MÉRÉS



M. Puskás, B. Gergics, B. Gombos, A. Füredi, G. Szakács, L. Kovács, D. A. Drexler. Noise modeling of tumor size measurements from animal experiments for virtual patient generation. In IEEE 27th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2023), 53-60. , 8 p, 2023

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

IDENTIFIKÁCIÓ



PONTOS MÉRÉS



GYAKORLATI MÉRÉS

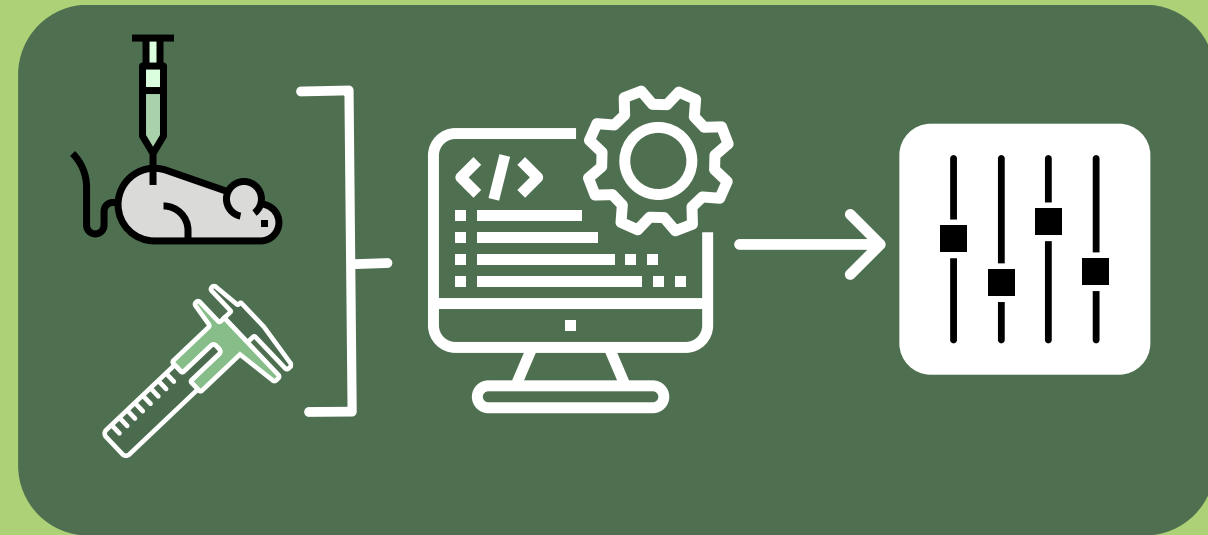


$$V = \frac{\pi}{2} (\text{szélesség} \cdot \text{hosszúság})^{\frac{3}{2}}$$

M. Puskás, B. Gergics, B. Gombos, A. Füredi, G. Szakács, L. Kovács, D. A. Drexler. Noise modeling of tumor size measurements from animal experiments for virtual patient generation. In IEEE 27th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2023), 53-60. , 8 p, 2023

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

IDENTIFIKÁCIÓ



PONTOS MÉRÉS



GYAKORLATI MÉRÉS



$$V = \frac{\pi}{2} (\text{szélesség} \cdot \text{hosszúság})^{\frac{3}{2}}$$

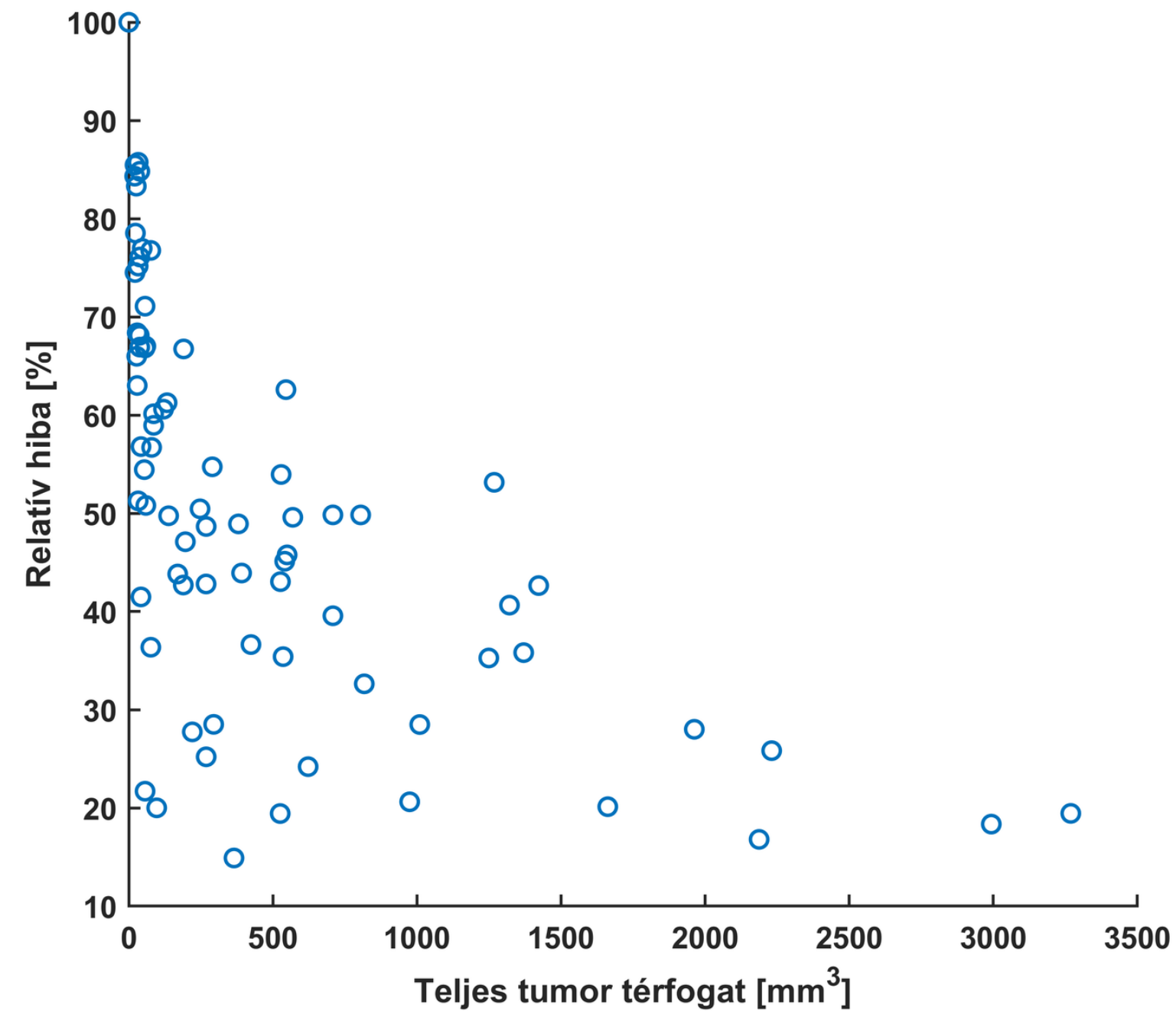
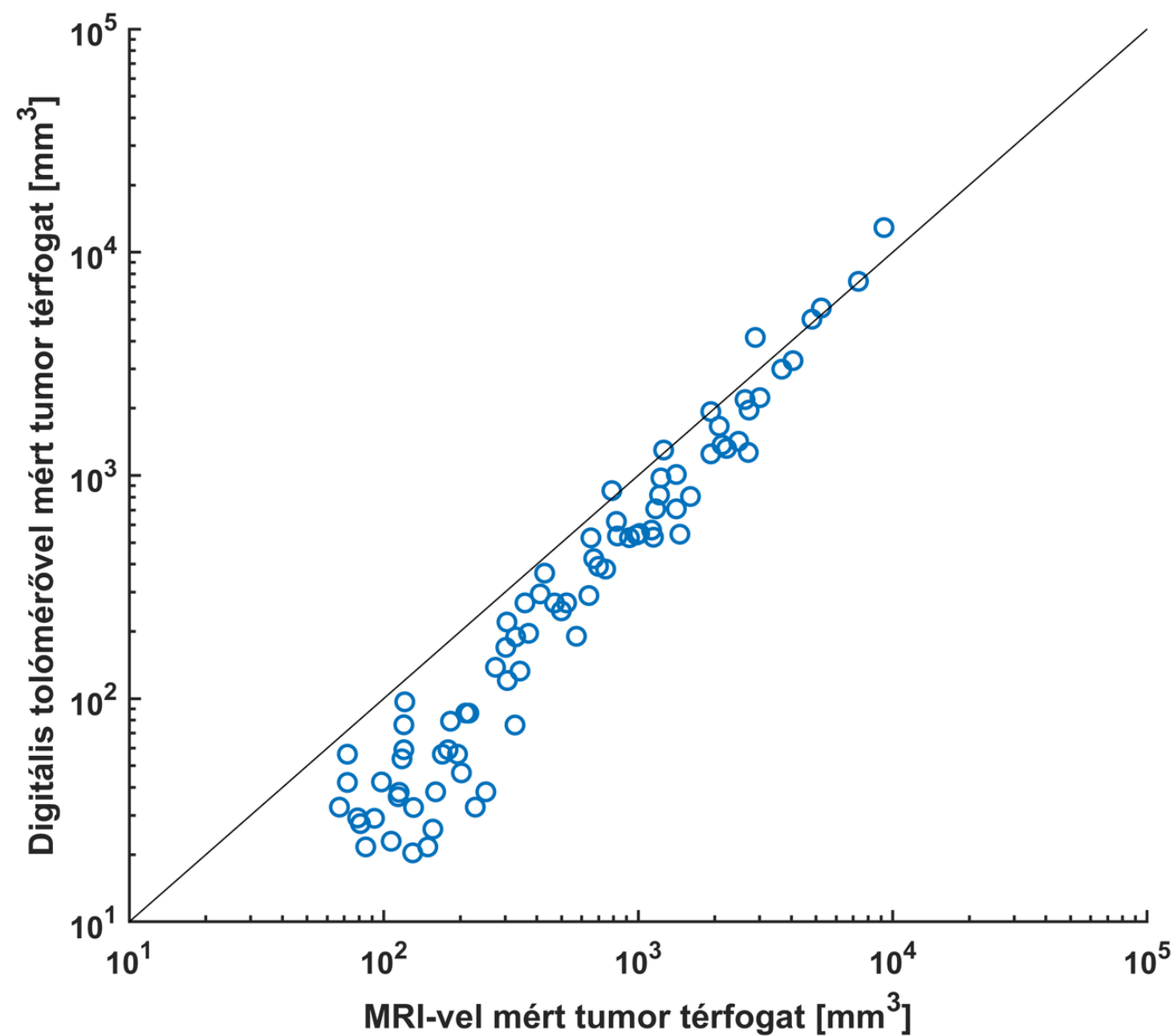
MÉRÉSI PROBLÉMA



M. Puskás, B. Gergics, B. Gombos, A. Füredi, G. Szakács, L. Kovács, D. A. Drexler. Noise modeling of tumor size measurements from animal experiments for virtual patient generation. In IEEE 27th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2023), 53-60. , 8 p, 2023

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

HIBA FÜGGÉSE A TUMOR TÉRFOGATÁTÓL



Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

1

- Hiba függetlenítése a tumor térfogatától egy transzformációval.
- Függetlenített hiba eloszlásának vizsgálata.
- Negatív hibákat modellez (kevés a pozitív minták száma).

MÉRÉSI ZAJ MODELLEZÉSE KÉT MEGKÖZELÍTÉSBŐL

2

- Függetlenítés helyett, normális eloszlás szórását tesszük függővé a tumor térfogatától.
- Pozitív és negatív hibákat is modellez.

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

1. MEGKÖZELÍTÉS: A MÉRÉSI ZAJ ELOSZLÁSA ÉS MODELLEZÉSE

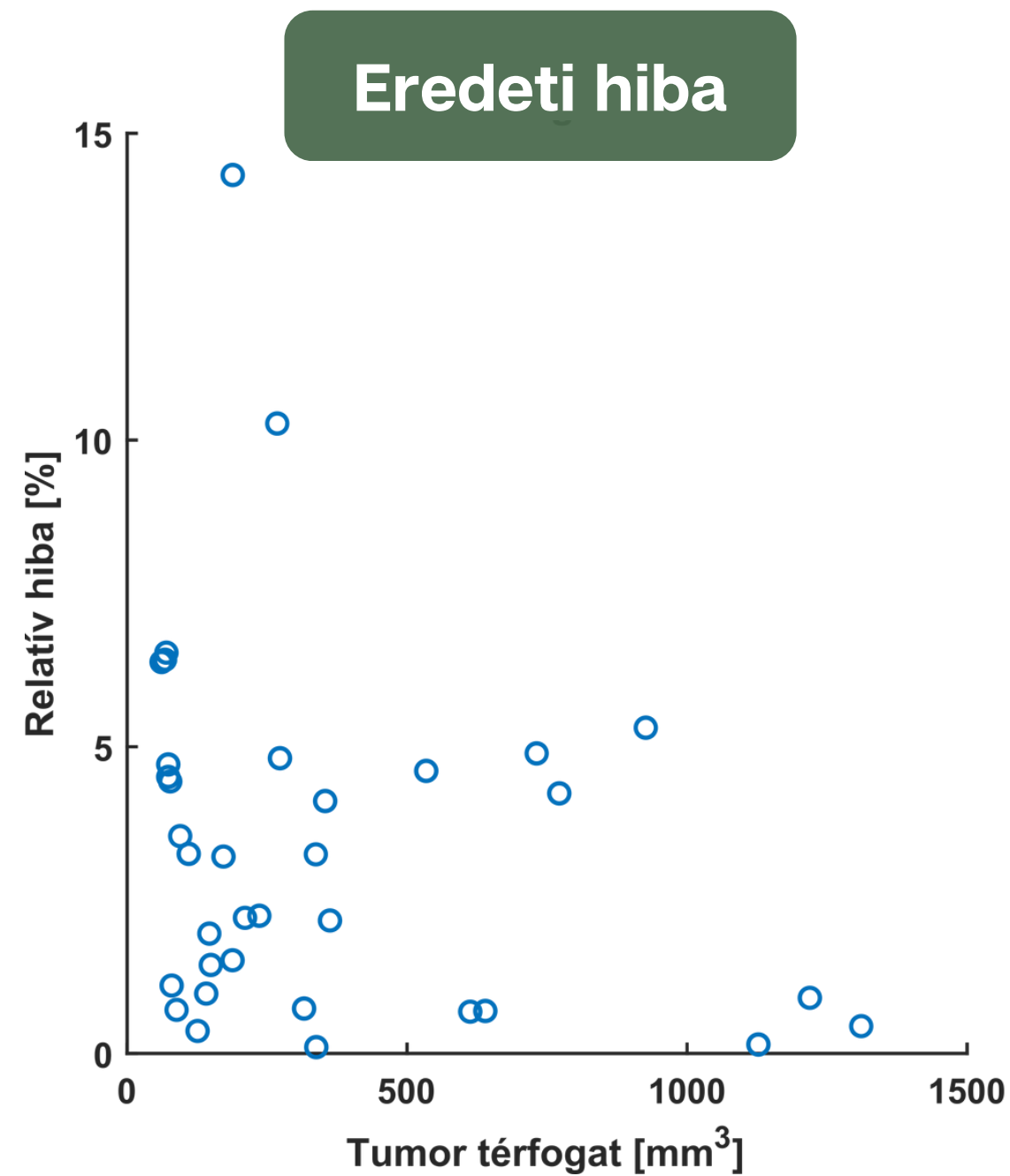
$$C(x, A, B, y, f, g) = \begin{cases} \frac{B}{A} \left(\frac{x}{A}\right)^{B-1} \exp\left(-\frac{x}{A}\right)^B \cdot \frac{1}{\sqrt[f]{y+g}}, & \text{ha } x \geq 0 \\ 0 & \text{ha } x = 0 \end{cases}$$

- Weibull eloszlás egy skálázással, mely kezeli a térfogattól való függést.
- A függetlenítéshez használt transzformáció: $\tilde{e} = \sqrt[f]{y+g} \cdot e$, ahol

$$f = 1,0032 \quad \text{és} \quad g = 107,0034$$

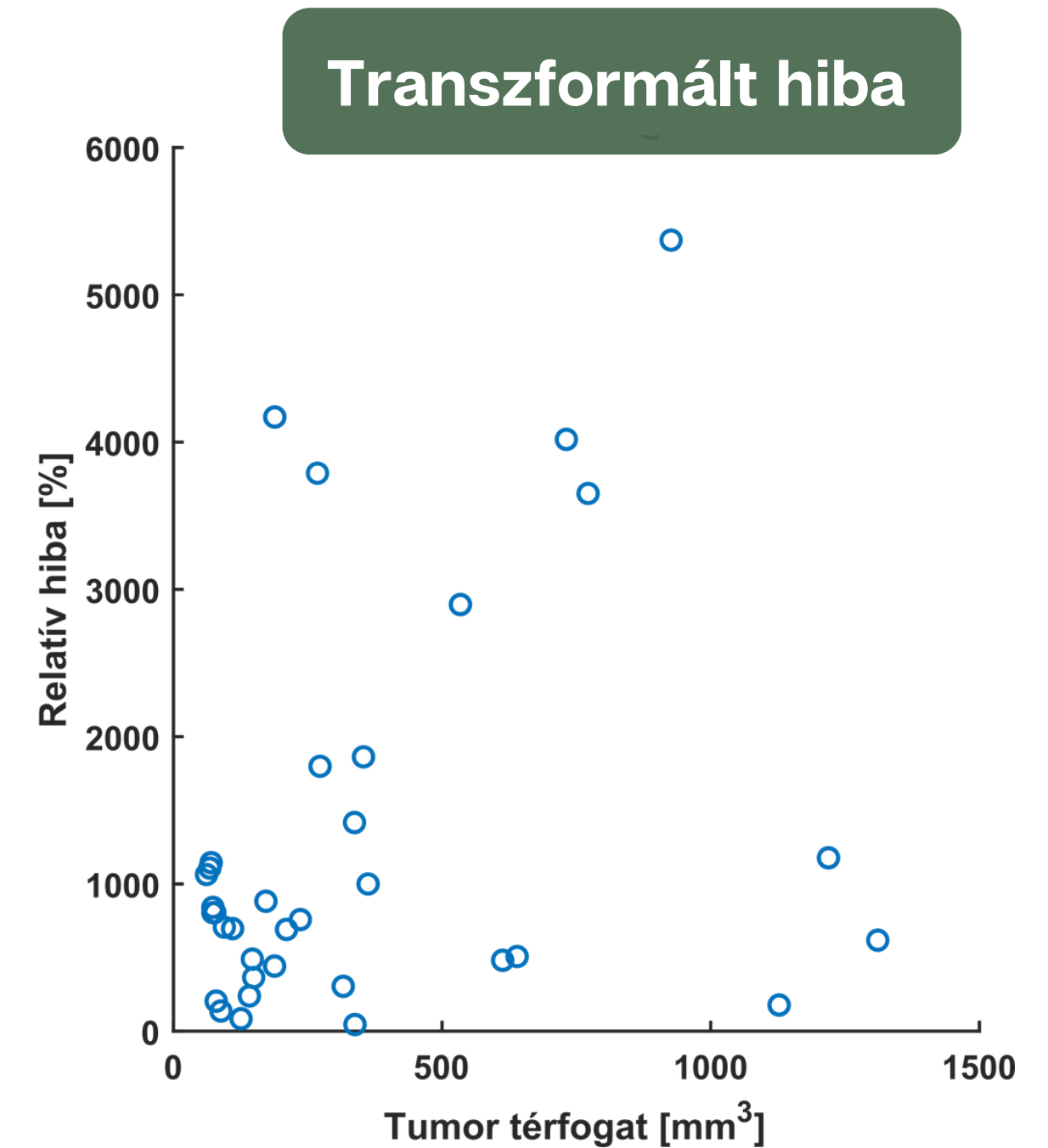
Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

1. MEGKÖZELÍTÉS: A FÜGGETLENÍTÉSHEZ HASZNÁLT TRANSZFORMÁCIÓ



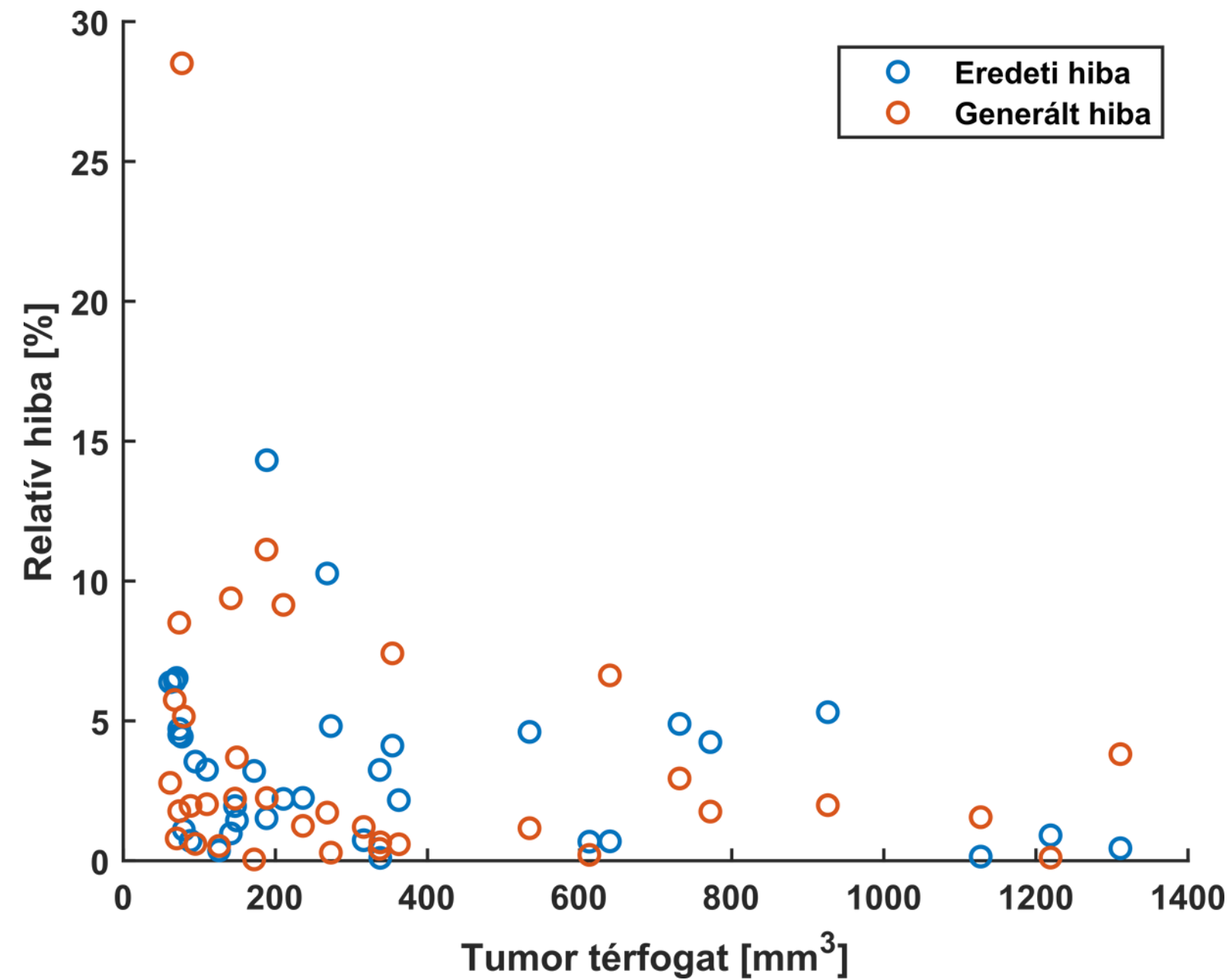
$$\tilde{e} = \sqrt[3]{y + g \cdot e}$$

→



Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

1. MEGKÖZELÍTÉS: HIBA GENERÁLÁSA



Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

2. MEGKÖZELÍTÉS: A MÉRÉSI ZAJ ELOSZLÁSA ÉS MODELLEZÉSE

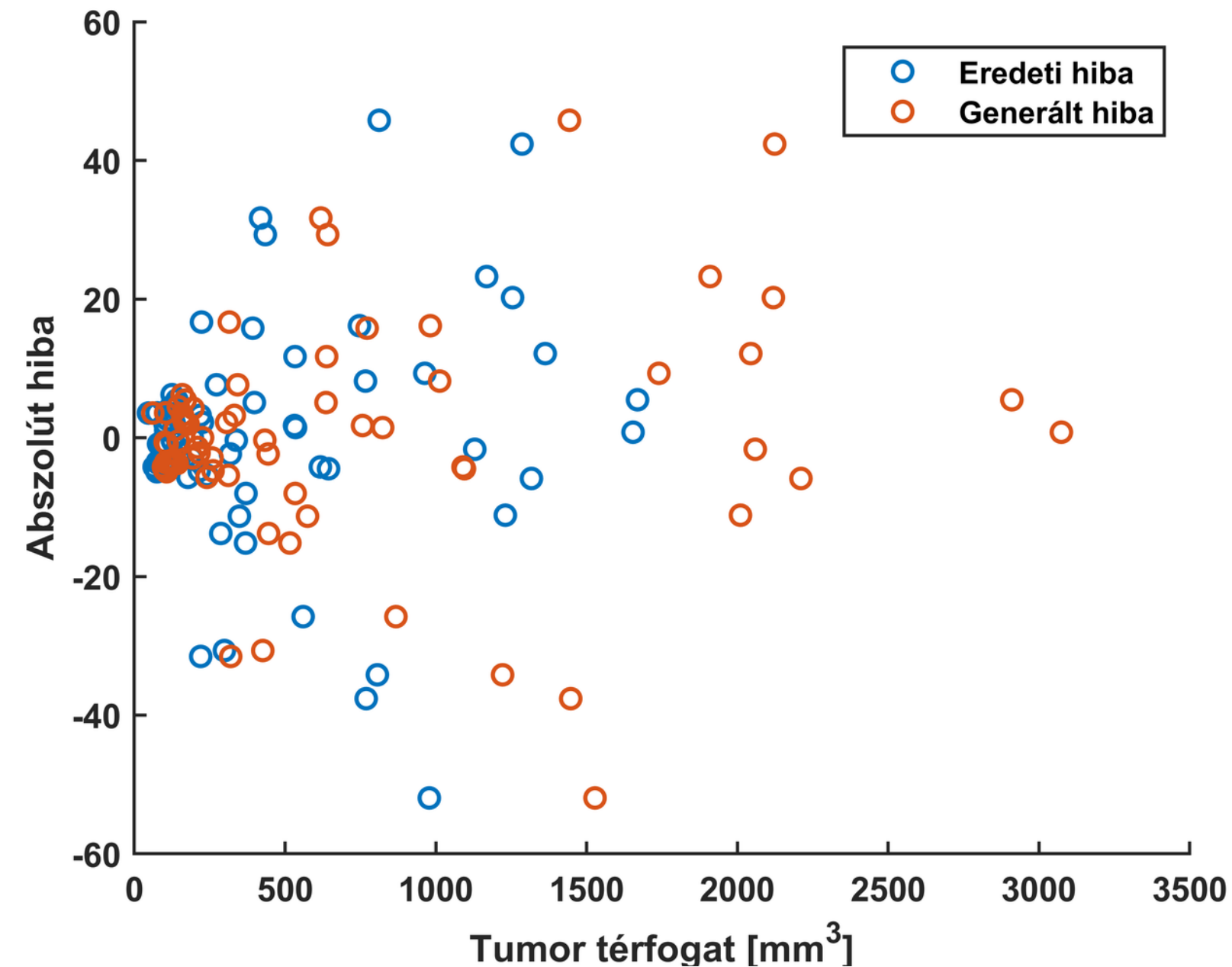
A digitális tolómérővel mért mérés egyenlő a következővel:

$$\exp \left(-2.44 + 1.28 \cdot \log(MRI) + N \left(0, 5.42 \cdot \log(MRI)^{(-1.48)} \right) \right)$$

- **Log-log típusú modell.**
- **A hiba exponenciális jellege visszanyerhető.**
- **Hatványfüggvény illesztése alapján kaptuk a modell paramétereit.**

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36

2. MEGKÖZELÍTÉS: HIBA GENERÁLÁSA



Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36



**Élettani
Szabályozások
Kutatóközpont**
Óbudai Egyetem

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

www.uni-obuda.hu

Projekt azonosítószáma: TKP2021-NKTA-36



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT