



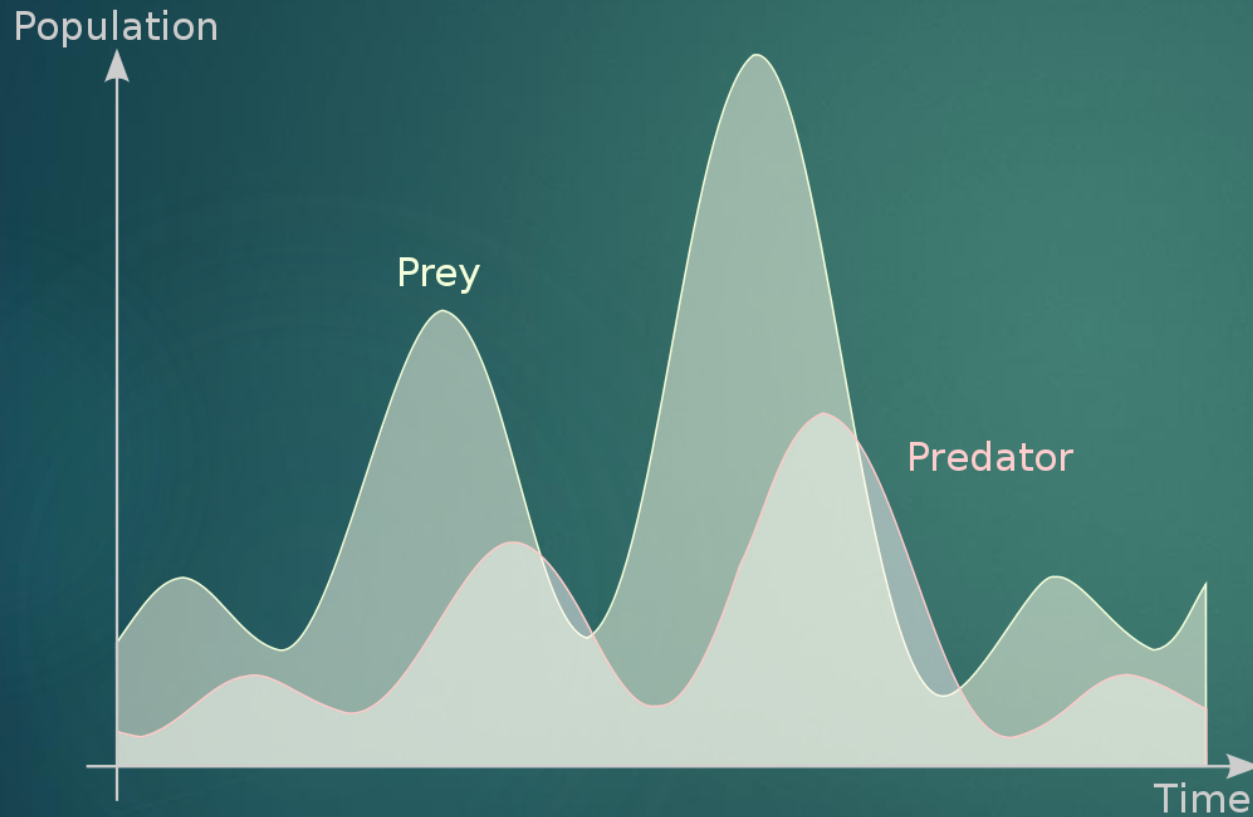
# Zombie Apokalypsa: Monte Carlo simulace

MICHAL JELÍNEK, ŠTĚPÁNKA BALVÍNOVÁ, MARKÉTA ČECHUROVÁ, ELIŠKA POVOLNÁ

# Co se stane, když při kolonizaci Marsu vypukne zombie apokalypsa?

- ▶ Rok 2287
- ▶ Země se blíží ke konci své existence
- ▶ Záchranou lidstva je kolonizace Marsu
- ▶ Neznámé mikroorganismy otrávily jídlo z několika polí
- ▶ Z nakažených se stávají zombie

# Predátor vs. kořist



Zdroj: [Wikipedia](#)

- ▶ Lotka–Volterra model
- ▶ Model popisující interakci mezi predátorem a kořistí
- ▶ Matematicky popisuje druhovou koexistenci

# Metodika

ps.

$$L = \alpha_L \left(1 - \frac{L}{K}\right) L - [\beta_M L] z_M + K_1^{(0)} \cdot \text{CONST}_1 + j_i L \cdot z_M K_2^{(0)}$$
$$D = \text{CONST} - [\text{CONST}] z_V$$
$$P z_M = -j_i K_2^{(0)} \cdot z_M + \alpha_L [\beta_M L] z_M - \Delta z_M - \beta_{M2} L z_M - K_3^{(0)} \cdot z_V$$
$$P z_V = + \Delta z_M - \beta_{M3} L z_V - K_3^{(0)} K_2^{(0)} (z_V > 0) \left[ \beta_{M3} > \beta_{M2} \right] K_3^{(0)} (z_V > 0)$$
$$P_j = \text{CONST} - \beta_j L + K_1^{(0)} K_P \text{CONST}_2$$

POP:

$$L = + \alpha_j L$$
$$D = K = \Omega P_j$$
$$z_M =$$
$$z_V =$$

- ▶ Simulace v programu Matlab
- ▶ Eulerova metoda (přepis diferenciálních rovnic)

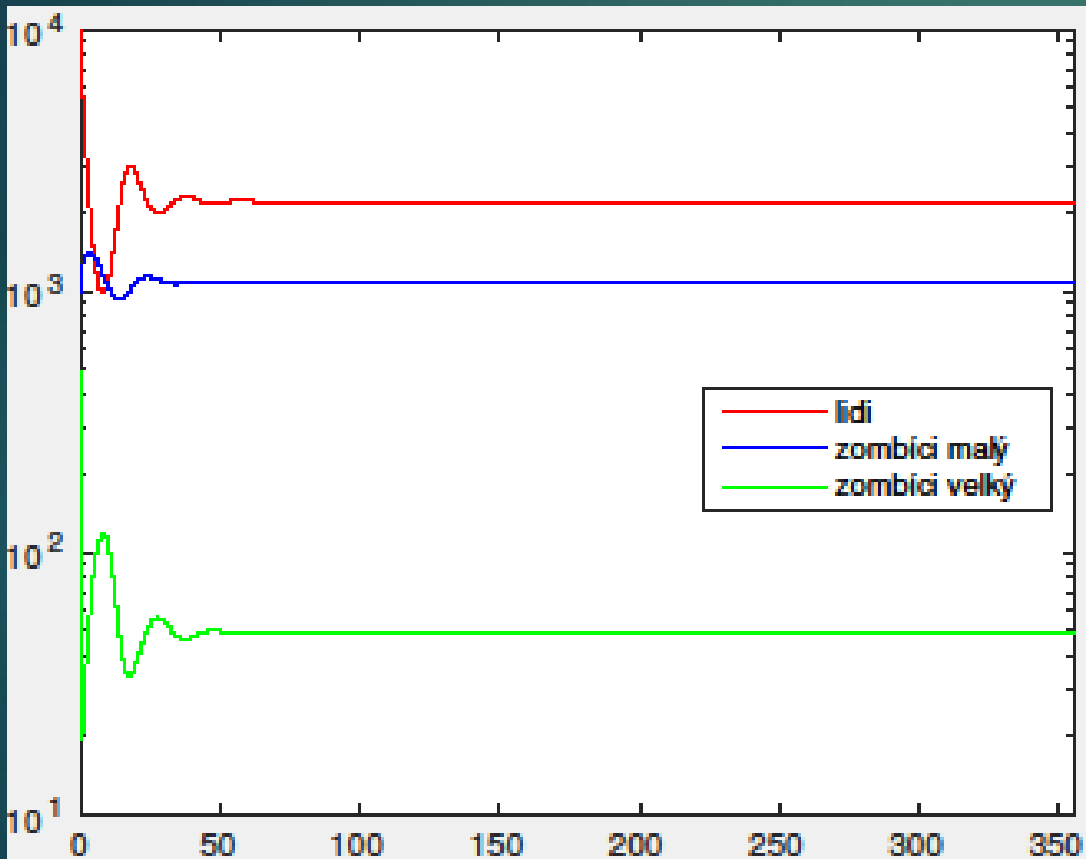
# Zvolené populace

- ▶ **Kolonizátoři** – přirozený přírůstek, boj se zombie, přeměna
- ▶ **Zombie fáze 1** – agresivnější
- ▶ **Zombie fáze 2** – přeměnou zombie fáze 1

## Ukázka kódování přírůstků populací

$$\begin{aligned} pL &= aL*(1 - L(i)/kapacity)*L(i) - bM*L(i)*Z_m(i) - bM*L(i)*Z_v(i) + lecení*L(i)*Z_m(i); \\ pZ_m &= - lecení*L(i)*Z_m(i) +kappa*bM*L(i)*Z_m(i) - bM2*Z_m(i)*L(i) -delta*Z_m(i); \\ pZ_v &= -bM3*Z_v(i)*L(i) +delta*Z_m(i); \end{aligned}$$

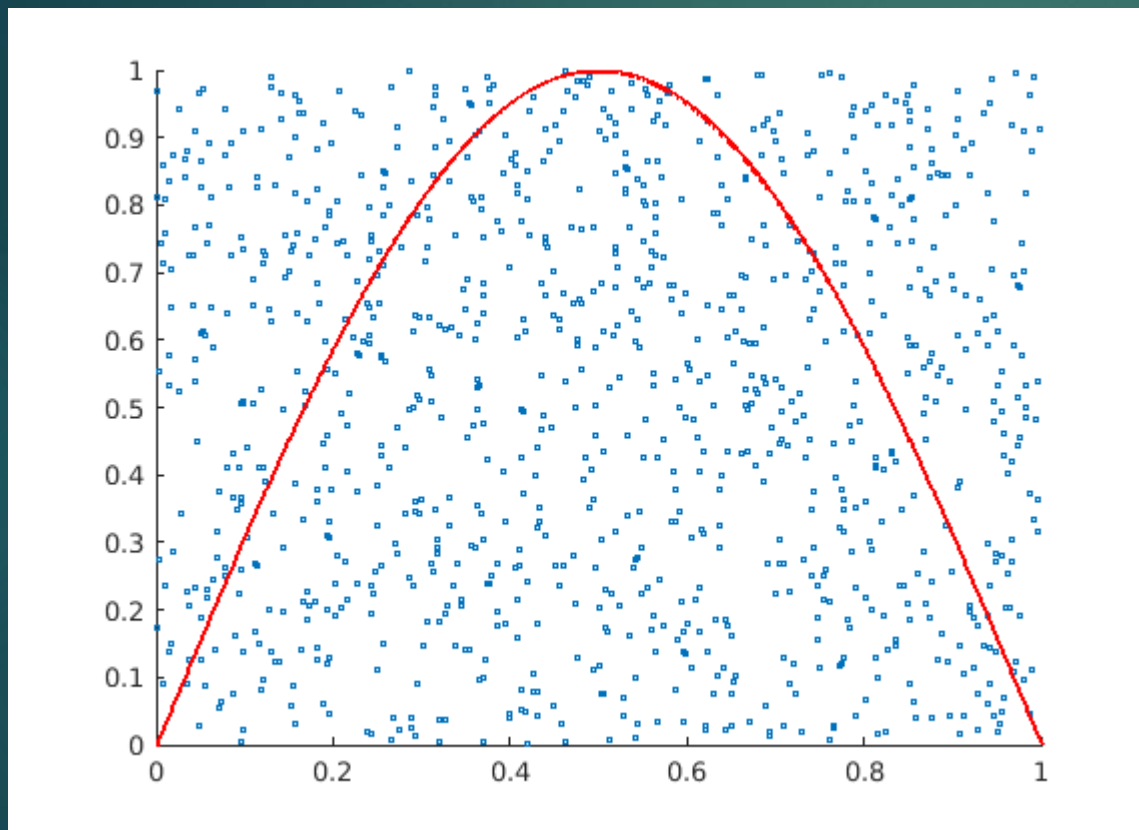
# Klasický vývoj populací



Zdroj: z archivu autorů

- ▶ Vývoj populací bez jakýchkoliv náhodných prvků

# Monte Carlo metoda

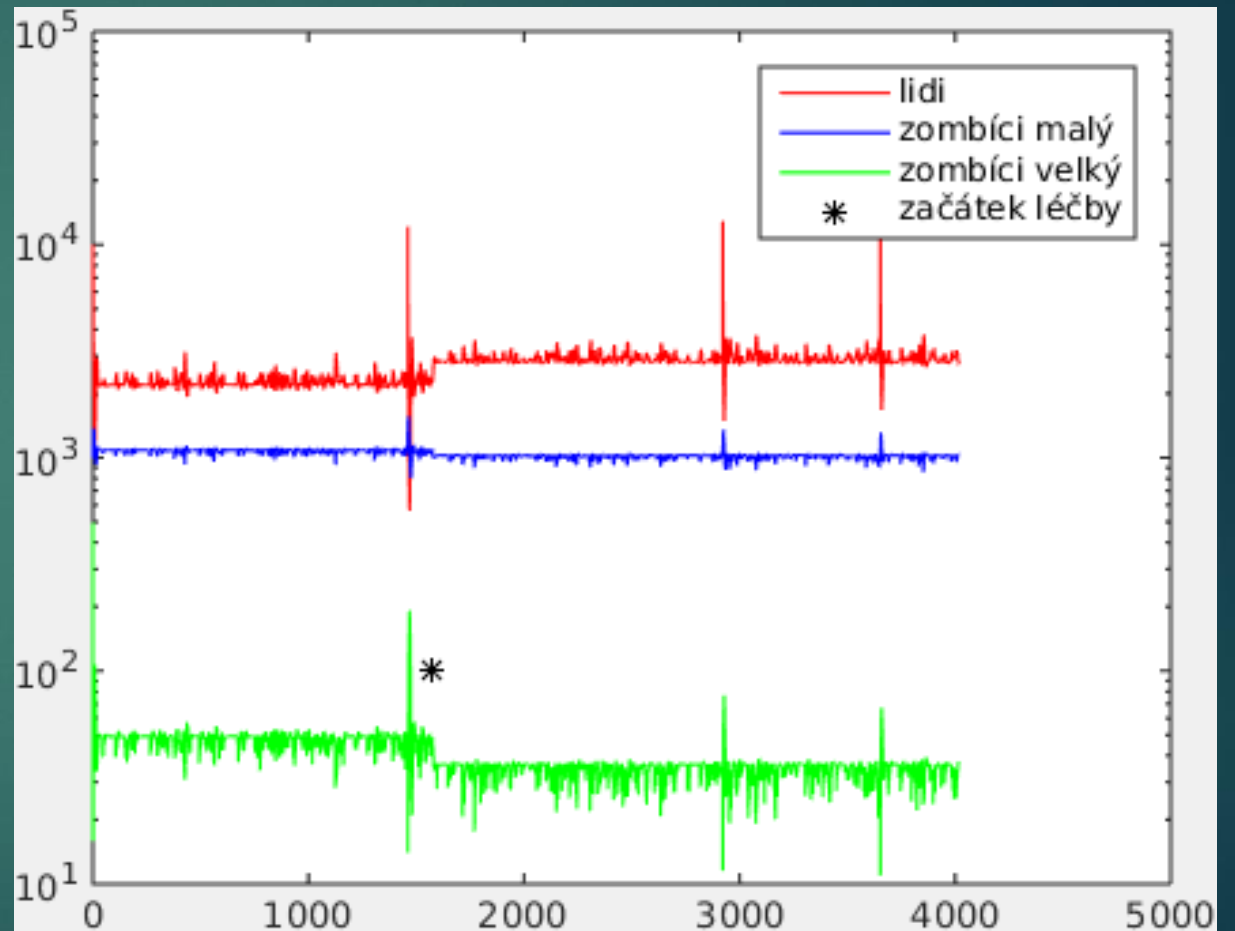


Zdroj: [www3.nd.edu](http://www3.nd.edu)

- ▶ Jde o statistickou metodu používající pseudonáhodná čísla
- ▶ Statistickými metodami zanalyzujeme výsledky více simulací

# Zvolené náhodné jevy

- ▶ Objevení vakcíny
- ▶ Přistání zásobovacích lodí
- ▶ Šílený vědec

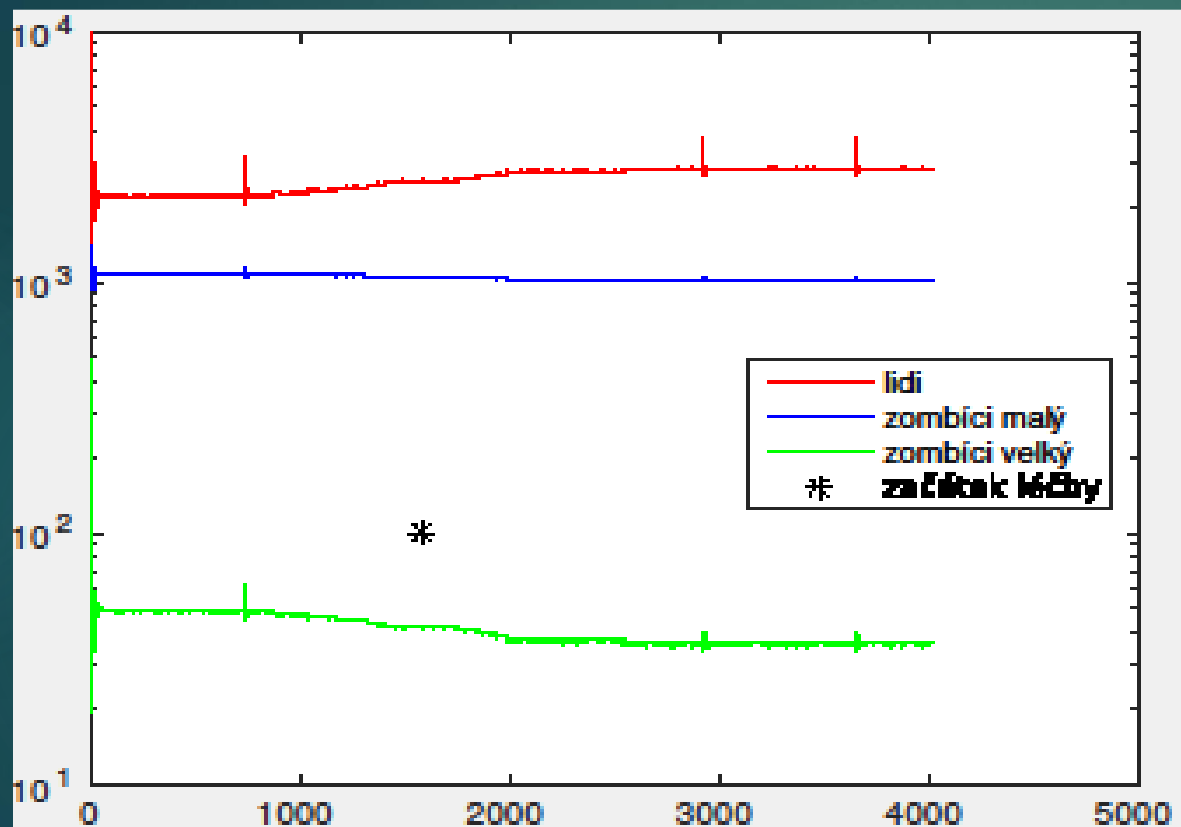


Graf koexistence populací s náhodnými prvky

Zdroj: z archivu autorů



# Zprůměrovaná koexistence



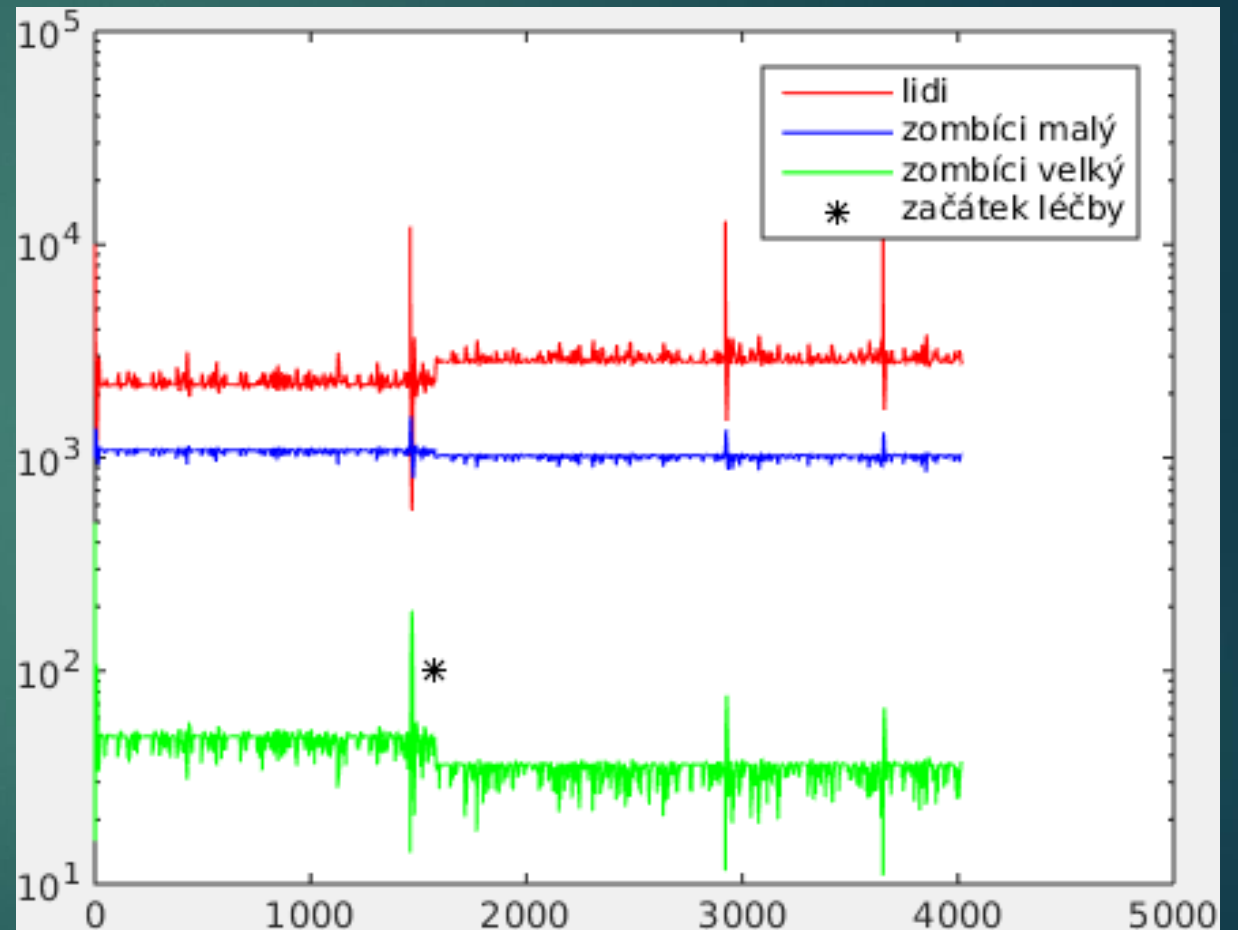
- ▶ Zprůměrování jsme provedli opakovaním simulací

Zprůměrovaný graf populací s náhodnými prvky

Zdroj: z archivu autorů

# Závěr

- ▶ Výsledky nás překvapily
- ▶ I přes některé náhodné prvky se velikost populací ustálí
- ▶ Za daných podmínek by mohli lidé a zombie spolu koexistovat na jedné planetě



Zdroj: z archivu autorů

# zdroje

- ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Lotka%E2%80%93Volterra\\_equations](https://en.wikipedia.org/wiki/Lotka%E2%80%93Volterra_equations)
- ▶ [https://cs.wikipedia.org/wiki/Metoda\\_Monte\\_Carlo](https://cs.wikipedia.org/wiki/Metoda_Monte_Carlo)
- ▶ MATOUŠKOVÁ, K.: *Lotka-Volterra Model Pedátor Kořist, Plzeň, 2009*

Děkujeme za pozornost.