

# Matematický software (KI/MSW)

Pavel Beránek, Pavel Kuba

Duben 1, 2025

## Zápočtová úloha

### Zadání

Cílem této zápočtové úlohy je procvičit si schopnost kódově implementovat, upravovat a vytvářet matematické modely. Důležitou součástí je také schopnost vizualizovat výsledky a interpretovat chování modelovaného systému z výsledků spuštěné počítačové simulace. Tematickým rámcem je následující sada úloh: model šíření viru SIR, ekologický model Lotka-Volterra a vlastní model (případně alternativní implementace modelu zombie apokalypsy).

### Úloha 1: Programová implementace SIR modelu

- Otevřete si následující stránku se soustavou obyčejných diferenciálních rovnic modelujících šíření infekcí ZDE.
- S modelem se dostatečně seznámte a pochopte jeho parametry. Pro lepší pochopení Vám doporučuji i pročíst anglickou Wikipedii: ZDE
- Rovnice přeprogramujte v jazyce Python, využijte k tomu znalosti z výuky o modulech Pythonu numpy, scipy, sympy a dalších zmíněných. Stačí naprogramovat SIR model s konstantní incidencí.
- Vyberte si 5 nemocí se seznamu s odhadem reprodukčního čísla, např.: chřipka, spalničky a malárie.
- Spusťte simulaci modelu a odpovězte na následující otázky:
  1. Kdy dojde k vrcholu epidemie?
  2. Jak dlouho epidemie potrvá?
  3. Kolik jedinců nakonec onemocní a kolik ne?
- Odevzdejte ve formě ipynb sešitu se slovní odpovědí na otázky pod příslušnými grafy, ze kterých lze odpověď vyčíst.

### Úloha 2: Úprava ekologického modelu Lotka-Volterra

- Otevřete si následující stránku na Wikipedia s popisem modelu ZDE.
- S modelem se dostatečně seznámte a pochopte jeho parametry.
- Rovnice přeprogramujte v jazyce Python, využijte k tomu znalosti z výuky o modulech Pythonu numpy, scipy, sympy a dalších zmíněných.
- Vytvořte graf zobrazující vývoj populace kořisti a lovců. Tyto ekologické systémy jsou velmi citlivé na počáteční podmínky a parametry. Na Wikipedii naleznete i příklady parametrů, které Vám mohou pomoci model nastavit.
- Přidejte do modelu další zvířecí druh. Upravte rovnice kořisti a lovců tak, abyste vliv tohoto druhu do rovnic poznamenali.
- Vizualizujte vliv tohoto zvířecího druhu na výsledky simulace.

### Úloha 3: Vytvoření vlastního modelu

- Vymyslete si nějaké vlastní zajímavé téma a vymodelujte ho jednou z následujících metod:
  1. soustavy obyčejných diferenciálních rovnic
  2. mřížkového modelu
  3. pravděpodobnostního Monte Carlo modelu

### Alternativní úloha 3: Implementace a úprava modelu Zombie Apokalypsy

Pokud máte problém s kreativitou, tak je možné prokázat své dovednosti implementací a úpravou dalšího modelu a to modelu Zombie Apokalypsy.

- Otevřete si následující stránku s matematickým modelem ZDE. Provedte následující kroky:
- S modelem se dostatečně seznámte a pochopte jeho parametry.
- Rovnice přeprogramujte v jazyce Python, využijte k tomu znalosti z výuky o modulech Pythonu numpy, scipy, sympy a dalších zmíněných.
- Vizualizujte výsledky modelu a experimentujte s parametry
- Navrhněte si tři výzkumné otázky: dvě otázky se musí týkat vlivu parametrů na chování modelu, jedna otázka by měla vést k úpravě matematického modelu.
  - Př. otázky na úpravu parametrů: Jak ovlivňuje infekčnost viru vývoj počtu zdravých, nemocných a uzdravených v čase? (SIR model)
  - Př. otázky na úpravu matematického modelu: Co se stane, když do systému vlků a králíků přidáme medvědy jako dalšího predátora? (Lotka-Volterra model)
- Zodpovězte výzkumné otázky rozбором získaných výsledků. Vše důsledně dokumentujte a komentujte. Pokud model vykazuje fázové změny (např. náhlý přechod v chování systému), vizualizujte je a připojte komentář.
- Alternativní popis modelu ZDE
- Youtube video s implementací a rozбором modelu ZDE

### Odevzdání práce

Výsledná seminární práce bude odevzdána ve formě Jupyter Notebooku (.ipynb). V sešitu musí být obsažen:

- funkční kód modelů,
- vizualizace výsledků,
- komentáře a interpretace v textových buňkách,

### Alternativní varianta zápočtu

Ve dnech 23.–24. května pořádá Oddělení pro datovou analýzu a simulace (ODAS) programátorskou soutěž CreaThon, zaměřenou na zpracování medicínských dat (např. analýza nitrolebního tlaku či rentgenových snímků páteře). Soutěž proběhne ve formátu 24hodinového hackathonu a bude součástí tradiční akce Katedry informatiky s názvem Hackithon.

Pokud se soutěže zúčastníte a zvolíte si některé z témat vyhlášených ODAS, můžete na základě uspokojivého vypracování úlohy získat zápočet v tomto předmětu.