

# Simulace epidemiologických opatření v modelu M

Petra Vidnerová, Gabriela Suchopárová, Roman Neruda

Ústav informatiky, Akademie věd České republiky  
&  
BISOP



16. června 2021



# Obsah prezentace

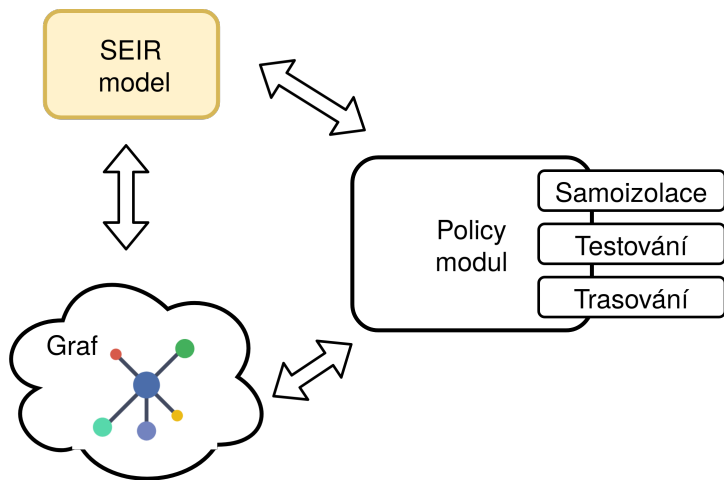
- ▶ Úvod
- ▶ Jak funguje model M
- ▶ Simulace epidemiologických opatření
- ▶ Ukázky experimentů
- ▶ Závěr



- ▶ Modelování je důležitým nástrojem v boji s epidemií
- ▶ Epidemiologická opatření přispívají k zpomalení šíření viru
- ▶ Modely musí reflektovat vliv použitých opatření na stav epidemie
- ▶ Potřebujeme modelovat vliv:
  - ▶ Protektivních opatření - roušky, mytí rukou, rozestupy, opatrnost
  - ▶ Omezení kontaktů
- ▶ Druhy omezení kontaktů:
  - ▶ Plošné - zavření obchodů, škol, veřejných míst
  - ▶ Individuální - izolace, karanténa

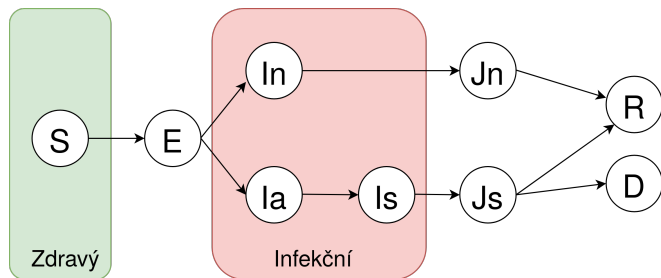


# Model M - architektura



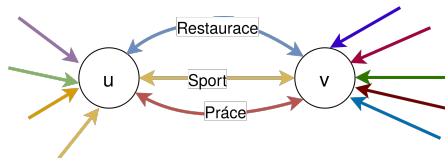
# Model M - SEIR model

- ▶ Pracuje s populací jedinců
- ▶ Každý jedinec je v jednom z možných stavů
- ▶ Každý den může jedinec změnit svůj stav
- ▶ Přechod  $S \rightarrow E$  dán nakaživostí  $\beta$  a stavem grafu
- ▶ Ostatní přechody dány parametry nemoci



# Model M - graf

- ▶ Model skutečného města
- ▶ Multigraf
- ▶ Hrany rozděleny do vrstev
- ▶ Hrana má tyto parametry: pravděpodobnost kontaktu  $p$ , intenzitu  $i$  a typ vrstvy  $l$
- ▶ Hrana je aktivována s pravděpodobností  $w_l * p$  ( $w_l$  váha vrstvy)
- ▶ Na hraně dojde k nakažení



$$p_{S \rightarrow E}(e) = \begin{cases} \beta * i & \text{pokud hrana je aktivní} \\ 0 & \text{pokud hrana není aktivní} \end{cases}$$

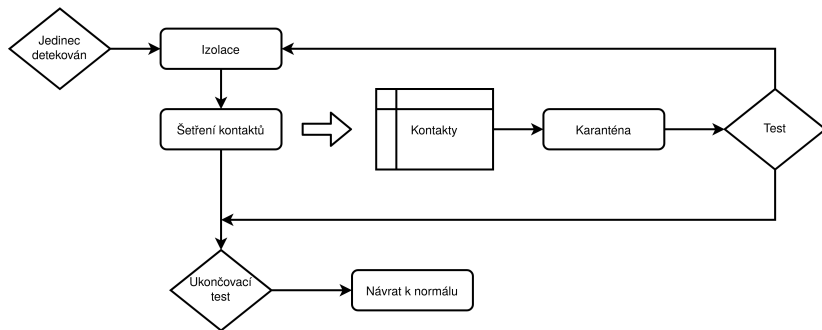


# Model M - policy modul

- ▶ Implementuje různá epidemiologická opatření
- ▶ Realizuje změny v parametrech modelu
- ▶ Protektivní opatření – redukce parametru  $\beta$
- ▶ Plošná redukce kontaktů
  - ▶ Vypínání celých vrstev
- ▶ Individuální redukce kontaktů
  - ▶ Testování, samoizolace – jedinci s příznaky
  - ▶ Trasování – různé stupně dohledávání kontaktů (rodina, škola & práce, volný čas, ostatní)



# Model M - trasování



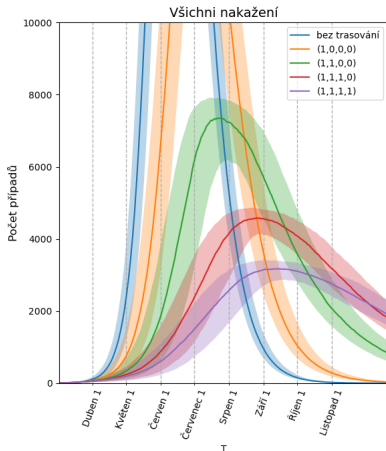
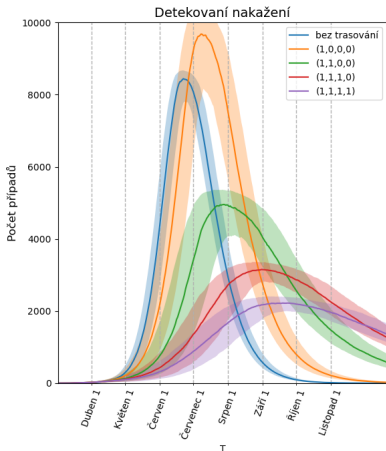


## Experiment I.

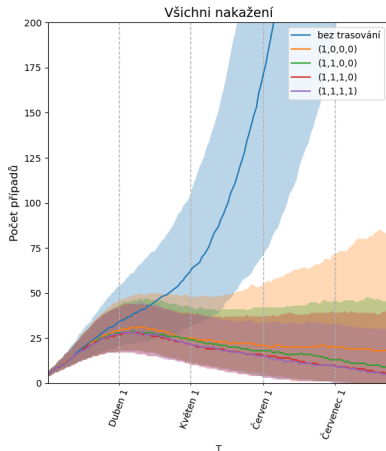
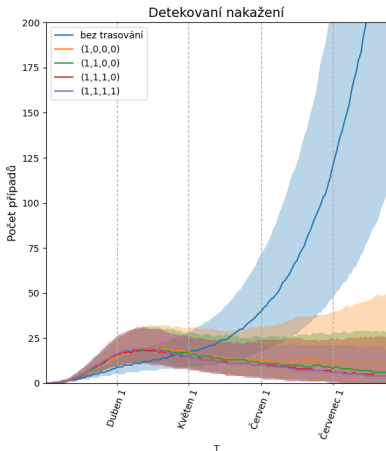
- ▶ Různé síly trasování - vrstvy (rodina, škola & práce, volný čas, ostatní)
- ▶ Dva scénáře - bez plošných omezení a s plošnými omezeními
- ▶ Plošná omezení odpovídají situaci na jaře v České republice
- ▶ 1000 simulací pro každé nastavení (model je stochastický)
- ▶ Zobrazujeme medián a mezikvartilové rozpětí



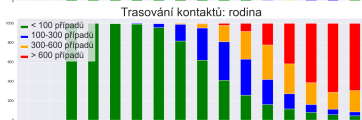
# Porovnání různých stupňů trasování ve scénáři bez plošných omezení



# Porovnání různých stupňů trasování ve scénáři s plošnými omezeními



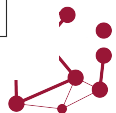
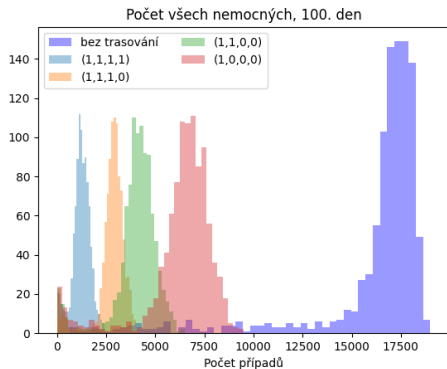
# Rozdělení jednotlivých běhů simulací dle stupně epidemie



# Histogram jednotlivých běhů simulací ve scénáři s hromadnou akcí

## Experiment II.

- ▶ Hromadná akce
- ▶ Jednou týdně
- ▶ 300 jedinců
- ▶ 14 tis. hran



- ▶ Aktivní opatření mají velký vliv na šíření epidemie
- ▶ Plošná opatření jsou silná, bez nich je nutné silnější trasování
- ▶ Nejsilnější (ideální) trasování má význam zejména při konání hromadných akcí
- ▶ Model umožňuje simulaci různých druhů epidemiologických opatření
- ▶ Modularita umožňuje rozšiřitelnost (např. očkování)

