

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Modelování a simulace
Predikce epidemie COVID-19

6. prosince 2020

Radek Švec (xsvecr01)
Martin Kostelník (xkoste12)

1 Úvod

Tématem práce jsou epidemiologické modely na makroúrovni, konkrétně předpovídání šíření pandemie COVID-19 na území Itálie a České republiky. Tato práce implementuje již existující model vytvořený Giulio Giordanem a dalšími [1], který předpovídá vývoj pandemie na území Itálie a opakuje provedené experimenty. Smyslem projektu bude předpovědět šíření nemoci COVID-19 na území České republiky v následujících měsících, vzít v úvahu různá opatření proti šíření a zhodnotit, zda byly dosavadně zavedené opatření dostačující, případně zda bylo rozvolnění těchto opatření správným rozhodnutím.

1.1 Autoři a zdroje informací

Autory tohoto projektu jsou:

- Radek Švec, xsvecr01@stud.fit.vutbr.cz
- Martin Kostelník, xkoste12@stud.fit.vutbr.cz

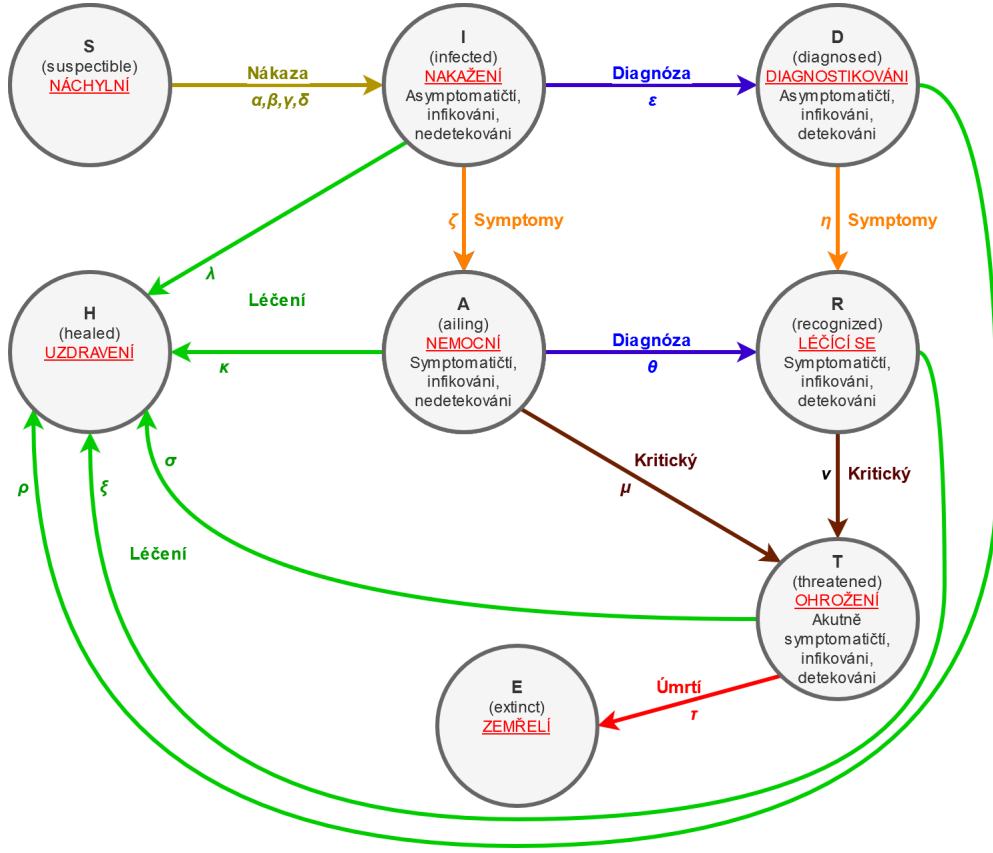
Jak bylo řečeno v úvodu, samotný model byl převzat z odborné literatury [1]. Při pokusu aplikovat model na prostředí České republiky byly použity data z TODO ASI MZCR.

2 Popis abstraktního modelu

Model zvaný SIDARTHE je rozšířením jednoduššího SIR modelu, který rozděluje populaci na tři skupiny lidí (náchylné, infikované a vyléčené) o dalších pět skupin. Vzniká nám tedy následujících osm skupin.

- S – Náchylní (Susceptible) k onemocnění.
- I – Nakažení (Infected), kteří jsou asymptotičtí a nedetekováni.
- D – Diagnostikovaní (Diagnosed), kteří jsou asymptomaticí, avšak vir u nich byl detekován.
- A – Nemocní (Ailing), kteří jsou symptomaticí, ale nebyli testováni.
- R – Léčící se (Recognized), kteří mají symptomy i u nich byl vir detekován.
- T – Životně ohrožení (Threatened), kteří mají těžký průběh a je u nich vyžadována intenzivní péče.
- H – Vyléčení (Healed).
- E – Mrtví (Extinct).

Obrázek 1: Grafické znázornění modelu



Tento model nepočítá s možností, že se jedinec může virem nakazit opakovaně. Ikdyž bylo prokázáno, že se jedinec znovu nakazit může TADY OCITOVAT, není stále přesně známo, jakou imunitu si jedinec vybuduje. Takto nakažených je navíc velice malé množství TADY DÁT ČÍSLO A OCITOVAT, tudíž je v modelu zanedbáváme.

Model můžeme matematicky popsat celkem osmi diferenciálními rovnicemi, které popisují vývoj jedinců v každé skupině jako zlomek celkové populace státu.

$$S'(t) = -S(t)(\alpha I(t) + \beta D(t) + \gamma A(t) + \delta R(t)) \quad (1)$$

$$I'(t) = S(t)(\alpha I(t) + \beta D(t) + \gamma A(t) + \delta R(t)) - (\epsilon + \zeta + \lambda)I(t) \quad (2)$$

$$D'(t) = \epsilon I(t) - (\eta + \rho)D(t) \quad (3)$$

$$A'(t) = \zeta I(t) - (\theta + \mu + \kappa)A(t) \quad (4)$$

$$R'(t) = \eta D(t) + \theta A(t) - (\nu + \xi)R(t) \quad (5)$$

$$T'(t) = \mu A(t) + \nu R(t) - (\sigma + \tau)T(t) \quad (6)$$

$$H'(t) = \lambda I(t) + \rho D(t) + \kappa A(t) + \xi R(t) + \sigma T(t) \quad (7)$$

$$E'(t) = \tau T(t) \quad (8)$$

Kromě velikostí jednotlivých skupin, se v rovnicích vyskytují následující parametry:

- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ představují pravděpodobnost přenosu viru mezi náchylným jedincem a jedincem infikovaným, diagnostikovaným, nemocným a léčícím se v tomto pořadí vynásobenou průměrným počtem kontaktů za den.
- ϵ, θ představují pravděpodobnost detekce viru u nakažených a nemocných.

- ζ, η – představují pravděpodobnost, že se u nakaženého a diagnostikovaného jedince vyskytnou symptomy nemoci.
- μ, ν představují pravděpodobnost, že se z nemocného a léčícího se jedince stane kriticky ohrožený jedinec.
- τ představuje úmrtnost.
- $\lambda, \kappa, \xi, \rho$ a σ představují pravděpodobnost, že se nakažený, nemocný, léčící se, diagnostikovaný, nebo ohrožený jedinec z nemoci vyléčí.

3 Implementace simulačního modelu

4 Zopakování experimentů

V článku byly prováděny

5 Aplikování modelu na Českou republiku

5.1 Experimenty

6 Závěr

asdfasdfasdfasdfasdfasdfasdfasdfasdfasdfasdfasdfasdf asdfasdfasdfasdfasdfasdfasdf

Literatura

- [1] GIORDANO, G. et al. Modelling the COVID-19 epidemic and implementation of population-wide interventions in Italy. *Nature Medicine*. 2020, č. 26, s. 855–860. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0883-7>.