

### MBA 2020: 3. Úloha (max. 8 bodů)

Uvažme následující epidemický model COV20: Model popisuje vývoj epidemie viru v uzavřené populaci, která obsahuje

- zdravé jedince (Z), kteří se mohou nakazit,
- nakažené jedince (N), kteří se mohou uzdravit a
- uzdravené jedince (U), kteří se už nemohou nakazit.

Iniciální populace jsou  $Z=95$ ,  $N=5$  a  $U=0$ .

Vývoj epidemie viru ovlivňují následující dvě reakce.

*nákaza* zdravý jedinec při kontaktu s nakaženým jedincem se stává nakažený – rychlost (rate) nákazy závisí na parametru  $k_i \in [0.001, 0.011]$   
*uzdravení* nakažený jedinec se uzdraví – rychlost (rate) uzdravení závisí na parametru  $k_r \in [0.01, 0.11]$ .

Tudíž tento model odpovídá následující reakční síti



Model vychází z mass-action kinetiky pro populační modely – to znamená, že rychlost (rate) reakcí v celé populaci závisí na počtu jednotlivců, u kterých může reakce proběhnout, a na příslušném parametru. Více informací najdete na patřičném slajdu z 2. přednášky či v literatuře o mass-action kinetice. á

**Vaším úkolem je:**

1. Namodelovat tuto reakční síť v nástroji PRISM. Sémantika modelu bude odpovídat Markovskému řetězci ve spojitém čase (CTMC).
2. Formulovat a analyzovat vlastnosti typu: *Jaká je pravděpodobnost, že infekce eventuálně vymizí?* a *Jaká je pravděpodobnost, že infekce trvá aspoň 100 časových jednotek a vymizí během 120 časových jednotek?*
3. Prozkoumat, jak jsou tyto vlastnosti ovlivněny parametry  $k_i$ ,  $k_r$ .
4. Zkonstruovat reakční síť pro následující variantu epidemie:  
*Část nakažených jedinců se neuzdraví úplně a mohou i po vyléčení nakazit zdravé (nevyléčené) jedince (Z). Rychlost nákazy od těchto částečně vyléčených jedinců je dvakrát pomalejší (má poloviční rate) než v případě nákazy od nakažených jedinců (N).*

V rámci Vašich řešení se očekává krátká zpráva popisující Váš postup, modely a vlastnosti v jazyce nástroje PRISM a print-screen získaných grafů pro jednotlivé analýzy (využijte možnost *experimentů* v nástroji PRISM).

**Deadline na odevzdání: 3. května 23:59.**

Forma odevzdání: archiv **uloha3.zip** se všemi soubory (max 5MB) do WISu