

# FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



MBA – 2019/2020  
Úkol 3

## Příklad číslo 1

1. Namodelovat tuto reakční síť v nástroji PRISM. Sémantika modelu bude odpovídat Markovskému řetězci ve spojitém čase (CTMC):

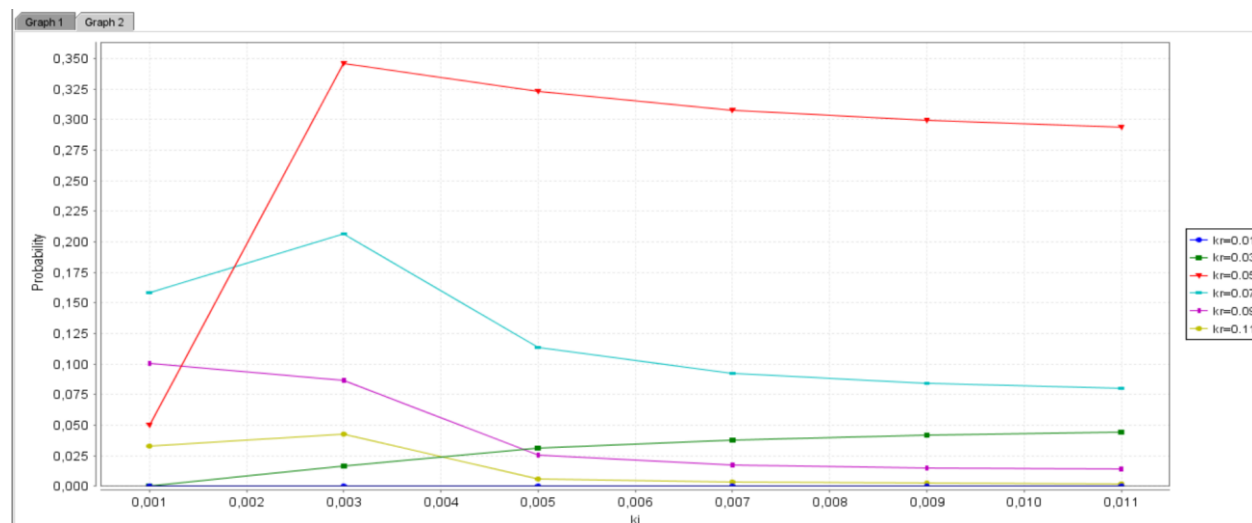
```
1 ctmc
2
3 const int initial_Z = 95;
4 const int initial_N = 5;
5 const int initial_U = 0;
6 const int popSize = 100;
7
8 const double ki; //= 0.001;
9 const double kr; //= 0.01;
10 const double partlyRecoveredRatio = 0.5;
11
12
13 module healthy
14     healthyPop : [0..100] init initial_Z;
15     [infect] (healthyPop > 0 & infectedPop > 0) -> ki*healthyPop*infectedPop : (healthyPop' = healthyPop-1);
16 endmodule
17
18
19 module infected
20     infectedPop : [0..100] init initial_N;
21     [infect] (infectedPop < popSize) -> 1 : (infectedPop' = infectedPop+1);
22     [recover] (infectedPop > 0) -> kr*infectedPop : (infectedPop' = infectedPop-1);
23 endmodule
24
25 module recovered
26     recoveredPop : [0..100] init initial_U;
27     [recover] (recoveredPop < popSize) -> 1 : (recoveredPop' = recoveredPop+1);
28 endmodule
29
```

Obrázek 1: Namodelovaná síť.

## 2. Jaká je pravděpodobnost, že infekce eventuálně vymizí?

Pro nekonečně dlouhý běh bez možnosti reinfekce a s neomezenou dobou imunity vždy nastane stav, kdy infekce eventuálně vymizí.

## 3. Jaká je pravděpodobnost, že infekce trvá aspoň 100 časových jednotek a vymizí během 120 časových jednotek? Prozkoumat, jak jsou tyto vlastnosti ovlivněny parametry $k_i$ a $k_r$ .



Obrázek 2:  $P = ? [(infectedPop > 0) U [100, 120] (infectedPop = 0)]$ . Pravděpodobnost, že infekce trvá alespoň 100 časových jednotek a vymizí do 120 časových jednotek, pro různé hodnoty parametrů  $k_i$  a  $k_r$ .

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).

```

1 ctn
2
3 const int initial_Z = 95;
4 const int initial_N = 5;
5 const int initial_U = 0;
6 const int popSize = 100;
7
8 const double ki; //= 0.001;
9 const double kr; //= 0.01;
10 const double partlyRecoveredRatio = 0.5;
11
12
13 module healthy
14     healthyPop : [0..100] init initial_Z;
15     [infect] (healthyPop > 0 & infectedPop > 0) -> ki*healthyPop*infectedPop : (healthyPop' = healthyPop-1);
16     [infectFromRecovered] (healthyPop>0 & infectedPop > 0) -> ki*healthyPop*infectedPop*0.5 : (healthyPop' = healthyPop-1);
17 endmodule
18
19 module infected
20     infectedPop : [0..100] init initial_N;
21     [infect] (infectedPop < popSize) -> 1 : (infectedPop' = infectedPop+1);
22     [recover] (infectedPop > 0) -> kr*infectedPop : (infectedPop' = infectedPop-1);
23     [infectFromRecovered] (recoveredInfectiousPop>0) -> 1 : (infectedPop' = infectedPop-1);
24     [recoverPartially] (infectedPop > 0) -> kr*partlyRecoveredRatio : (infectedPop' = infectedPop-1);
25 endmodule
26
27 module recovered
28     recoveredPop : [0..100] init initial_U;
29     [recover] (recoveredPop < popSize) -> 1 : (recoveredPop' = recoveredPop+1);
30 endmodule
31
32
33
34 module recoveredInfectious
35     recoveredInfectiousPop : [0..100] init initial_U;
36     [recoverPartially] (recoveredInfectiousPop < popSize) -> 1 : (recoveredInfectiousPop' = recoveredInfectiousPop+1);
37 endmodule
38
39

```

Obrázek 3: Do modelu byl přidán module *recoveredInfectious*, který reprezentuje částečně vyléčené jedince, kteří jsou ale stále nakažliví. Zdraví jedinci se tak mohou s pomocí synchronizace *[infectFromRecovered]* nakazit od těchto částečně vyléčených.