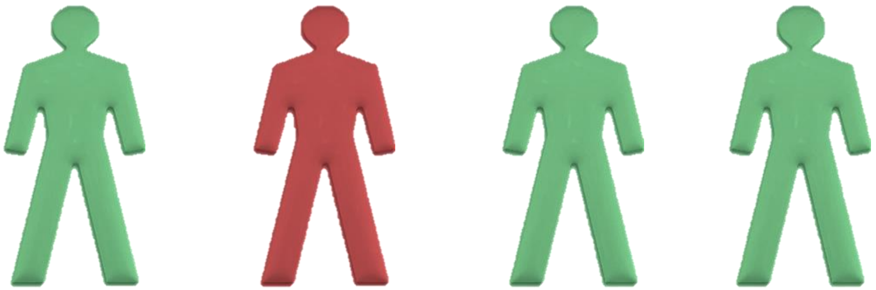
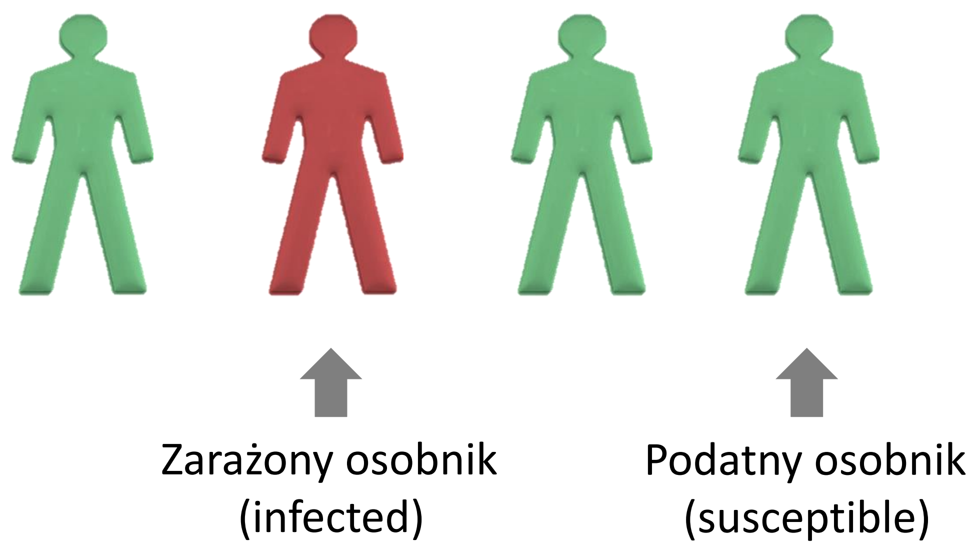
ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ EPIDEMII OKIEM FIZYKA

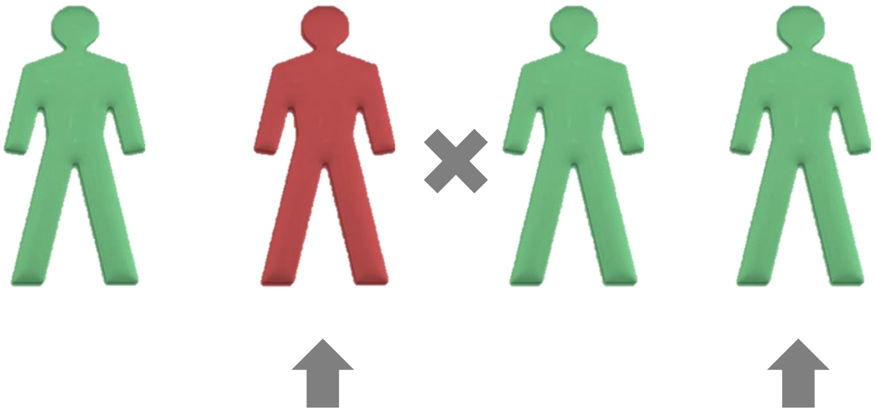
Podstawowe modele epidemiologiczne



Podstawowe modele epidemiologiczne



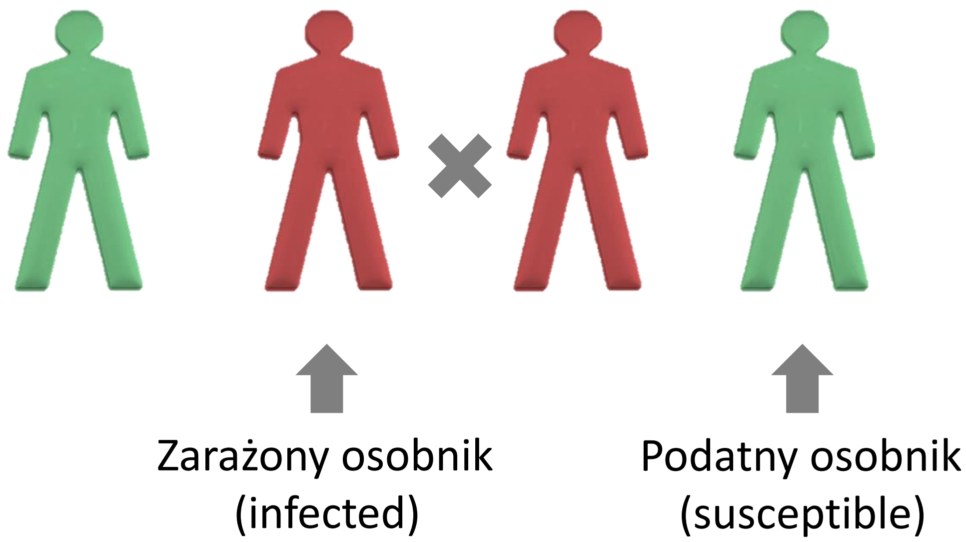
Podstawowe modele epidemiologiczne



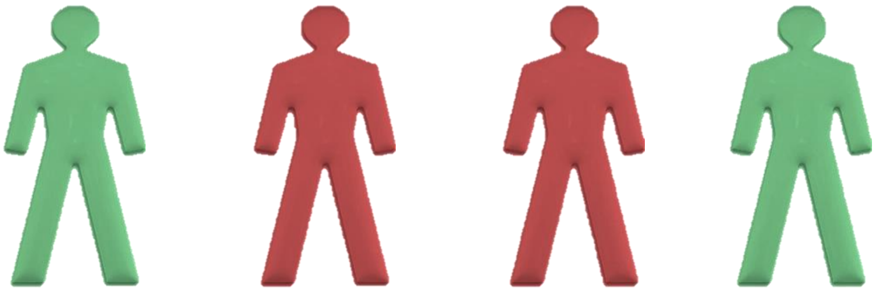
Zarażony osobnik
(infected)

Podatny osobnik
(susceptible)

Podstawowe modele epidemiologiczne

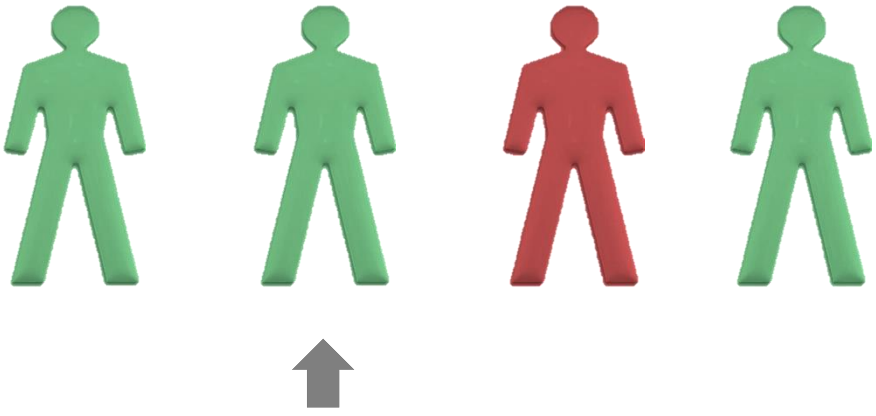


Podstawowe modele epidemiologiczne



Podstawowe modele epidemiologiczne

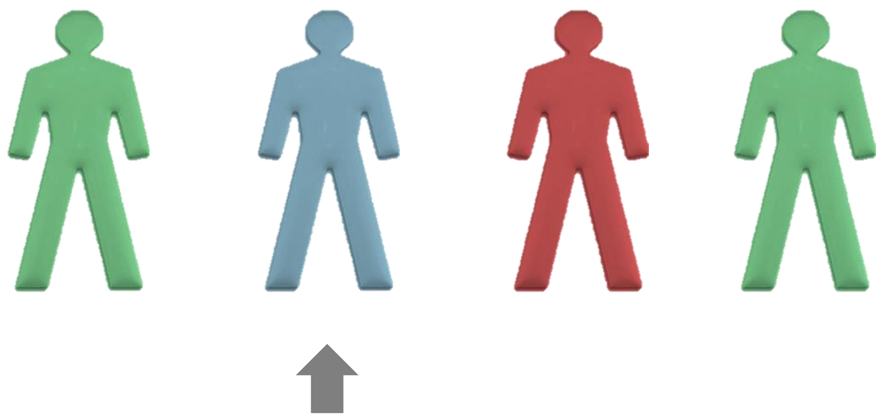
SIS model



Osobnik ponownie
jest podatny
(susceptible)

Podstawowe modele epidemiologiczne

SIR model



Osobnik staje się
odporny
(resistant)

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

$$\Delta S_i = ?$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

$$\Delta S_i = (-r\, S_{i-1}\, I_{i-1} + a\, I_{i-1})\Delta t$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

$$\Delta S_i = (\underbrace{-r\, S_{i-1}\, I_{i-1}}_{\text{Interakcja}} + \underbrace{a\, I_{i-1}}_{\text{Zdrowienie}})\Delta t$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

$$\Delta S_i = (-r\, S_{i-1}\, I_{i-1} + a\, I_{i-1})\Delta t$$

$$\Delta I_i = ?$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

$$\Delta S_i = (-r\, S_{i-1}\, I_{i-1} + a\, I_{i-1})\Delta t$$
$$\Delta I_i = (+r\, S_{i-1}\, I_{i-1} - a\, I_{i-1})\, \Delta t$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIS model

Jak podejść do tego matematycznie?

$$\Delta S_i = (-r\, S_{i-1}\, I_{i-1} + a\, I_{i-1})\Delta t$$
$$\Delta I_i = (+r\, S_{i-1}\, I_{i-1} - a\, I_{i-1})\, \Delta t$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

$$S_i = N - I_i$$
$$I_i = I_{i-1} + \big((N - I_{i-1})\, I_{i-1} - a\, I_{i-1}\big)\, \Delta t$$

SIS model

Proszę uzupełnić kod z symulacją modelu SIS.

$$S_i = N - I_i$$

$$I_i = I_{i-1} + \big((N - I_{i-1})\, I_{i-1} - a\, I_{i-1}\big)\, \Delta t$$

$r \approx 0.004$

$a \approx 1.000$

1_sis_sir.py

SIS model

Proszę uzupełnić kod z symulacją modelu SIS.

$$S_i = N - I_i$$

$$I_i = I_{i-1} + \left((N - I_{i-1})\, I_{i-1} - a\, I_{i-1}\right) \Delta t$$

$$r \approx 0.004$$

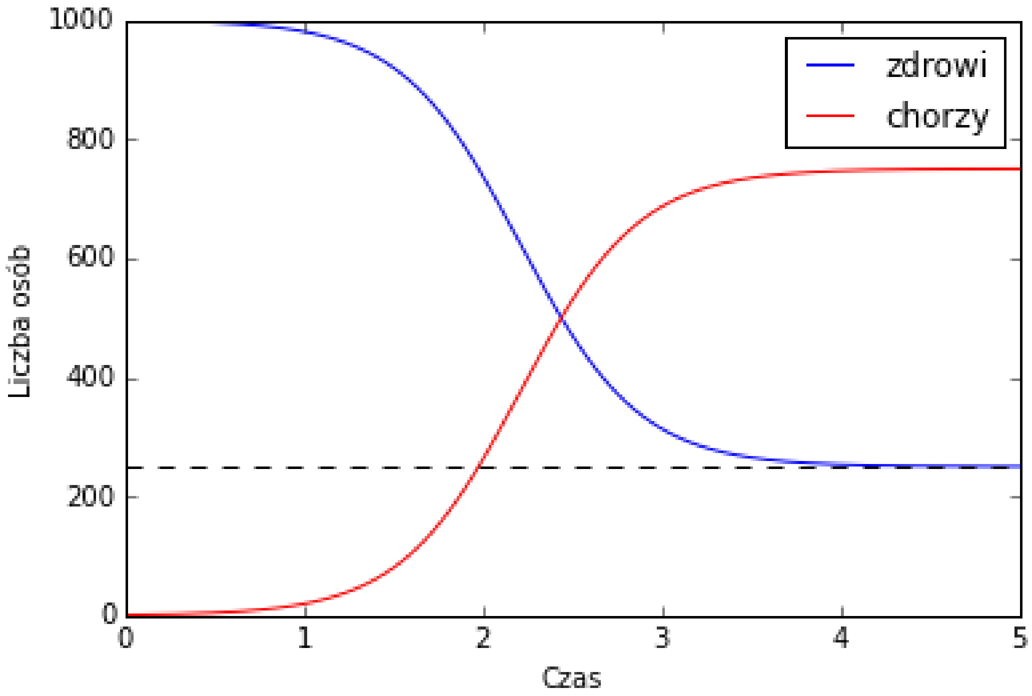
$$a \approx 1.000$$

Poprawne rozwiązanie:

556c90d1.py

1_sis_sir.py

SIS model



Poprawne rozwiązanie:

556c90d1.py

1_sis_sir.py

SIR model

Jak bardzo różni się od poprzedniego?

SIR model

Jak bardzo różni się od poprzedniego?

$$\Delta S_i = ?$$

$$\Delta I_i = ?$$

$$\Delta R_i = ?$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

R_i - liczba odpornych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIR model

Jak bardzo różni się od poprzedniego?

$$\Delta S_i = ?$$

$$\Delta I_i = (+r\, S_{i-1}\, I_{i-1} - a\, I_{i-1})\, \Delta t$$

$$\Delta R_i = ?$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

R_i - liczba odpornych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIR model

Jak bardzo różni się od poprzedniego?

$$\Delta S_i = -r\, S_{i-1}\, I_{i-1} \Delta t$$

$$\Delta I_i = (+r\, S_{i-1}\, I_{i-1} - a\, I_{i-1})\, \Delta t$$

$$\Delta R_i = ?$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

R_i - liczba odpornych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIR model

Jak bardzo różni się od poprzedniego?

$$\Delta S_i = -r\, S_{i-1}\, I_{i-1} \Delta t$$

$$\Delta I_i = (+r\, S_{i-1}\, I_{i-1} - a\, I_{i-1})\, \Delta t$$

$$\Delta R_i = +a\, I_{i-1} \Delta t$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

R_i - liczba odpornych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIR model

Ostatecznie równania przyjmują postać:

$$S_i = N - I_i - R_i$$

$$I_i = I_{i-1} + (r(N - S_{i-1} - R_{i-1}) - a)\, I_{i-1}\Delta t$$

$$R_i = R_{i-1} + a\, I_{i-1}\Delta t$$

S_i - liczba zdrowych w chwili i

I_i - liczba zarażonych w chwili i

R_i - liczba odpornych w chwili i

r - szansa zarażenia

a - szansa wyzdrowienia

SIR model

Proszę zmodyfikować kod SIS do postaci modelu SIR.

$$S_i = N - I_i - R_i$$

$$I_i = I_{i-1} + (r(N - S_{i-1} - R_{i-1}) - a)\, I_{i-1} \Delta t$$

$$R_i = R_{i-1} + a\, I_{i-1} \Delta t$$

$$r \approx 0.002$$

$$a \approx 1.000$$

1_sis_sir.py

SIR model

Proszę zmodyfikować kod SIS do postaci modelu SIR.

$$S_i = N - I_i - R_i$$

$$I_i = I_{i-1} + (r(N - S_{i-1} - R_{i-1}) - a)\, I_{i-1}\Delta t$$

$$R_i = R_{i-1} + a\, I_{i-1}\Delta t$$

$$r \approx 0.002$$

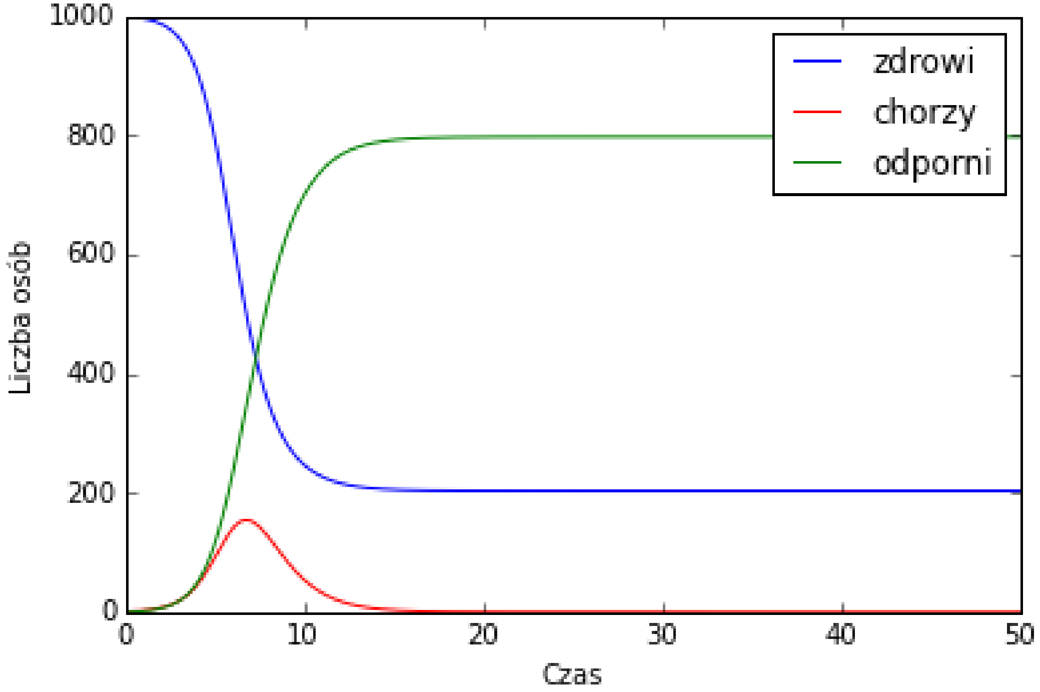
$$a \approx 1.000$$

Poprawne rozwiązanie:

c219f506.py

1_sis_sir.py

SIR model



Poprawne rozwiązanie:

c219f506.py

1_sis_sir.py

Inicjalizacja sieci w pakiecie *igraph*

Sieć typu Erdos-Renyi (ER):

```
ig.Graph.Erdos_Renyi(n,m)
```

gdzie „n” to liczba wierzchołków,
zaś „m” to liczba krawędzi.

<u>2_grafy.py</u>

Inicjalizacja sieci w pakiecie *igraph*

Sieć typu Erdos-Renyi (ER):

```
ig.Graph.Erdos_Renyi(n,m)
```

gdzie „n” to liczba wierzchołków,
zaś „m” to liczba krawędzi.

Sieć typu Barabasi-Albert (BA):

```
ig.Graph.Barabasi(n,m)
```

gdzie „n” to liczba wierzchołków,
ale „m” to parametr modelu.

2_grafy.py

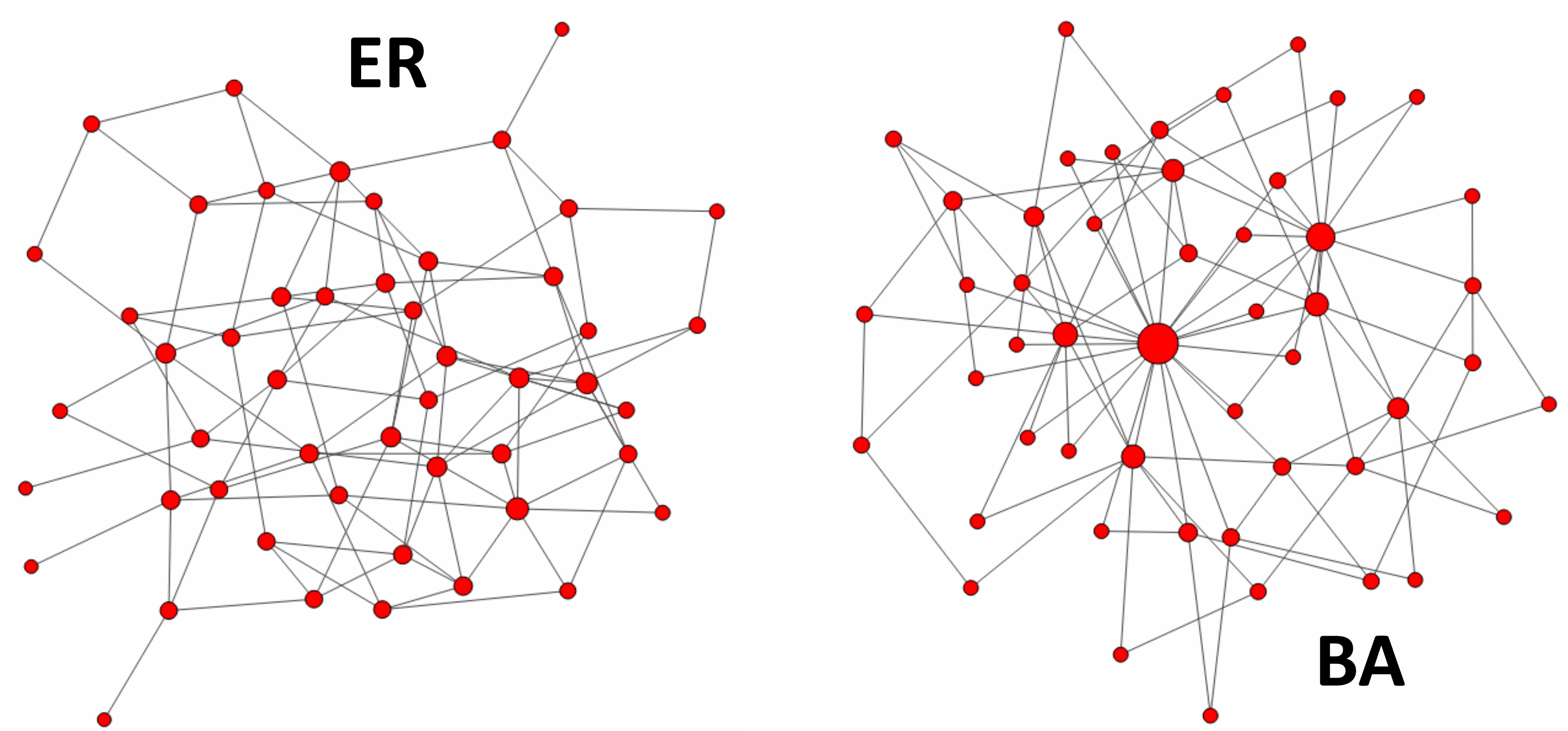
Inicjalizacja sieci w pakiecie *igraph*

Poprawne rozwiązanie:

d9c76665.py

2_grafy.py

Inicjalizacja sieci w pakiecie *igraph*

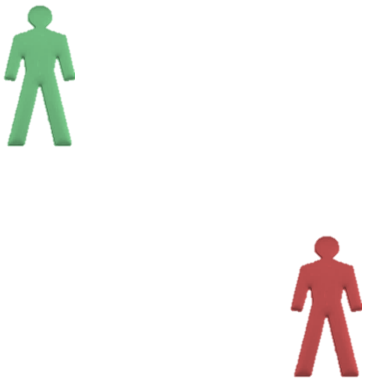


Poprawne rozwiązanie:

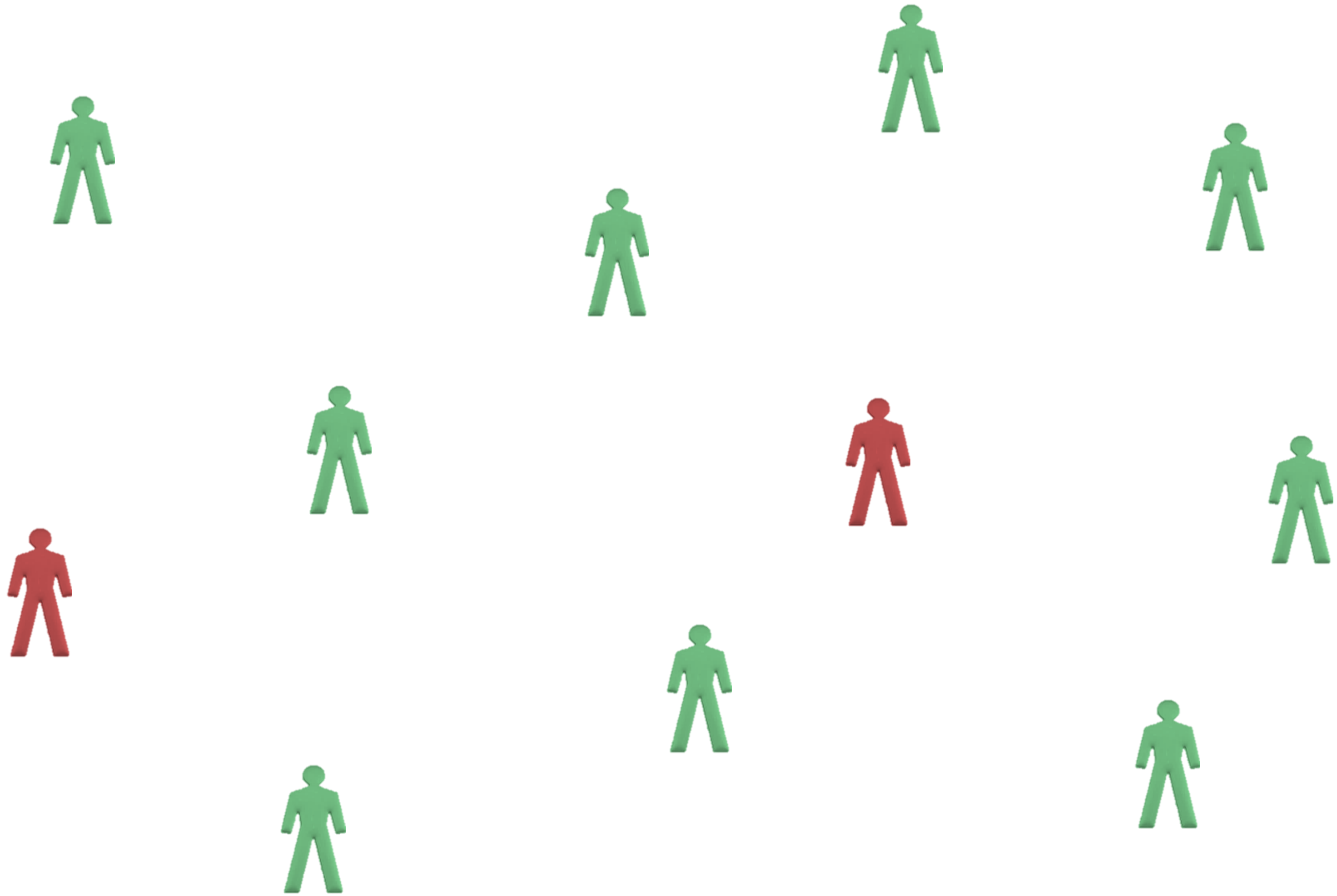
d9c76665.py

2_grafy.py

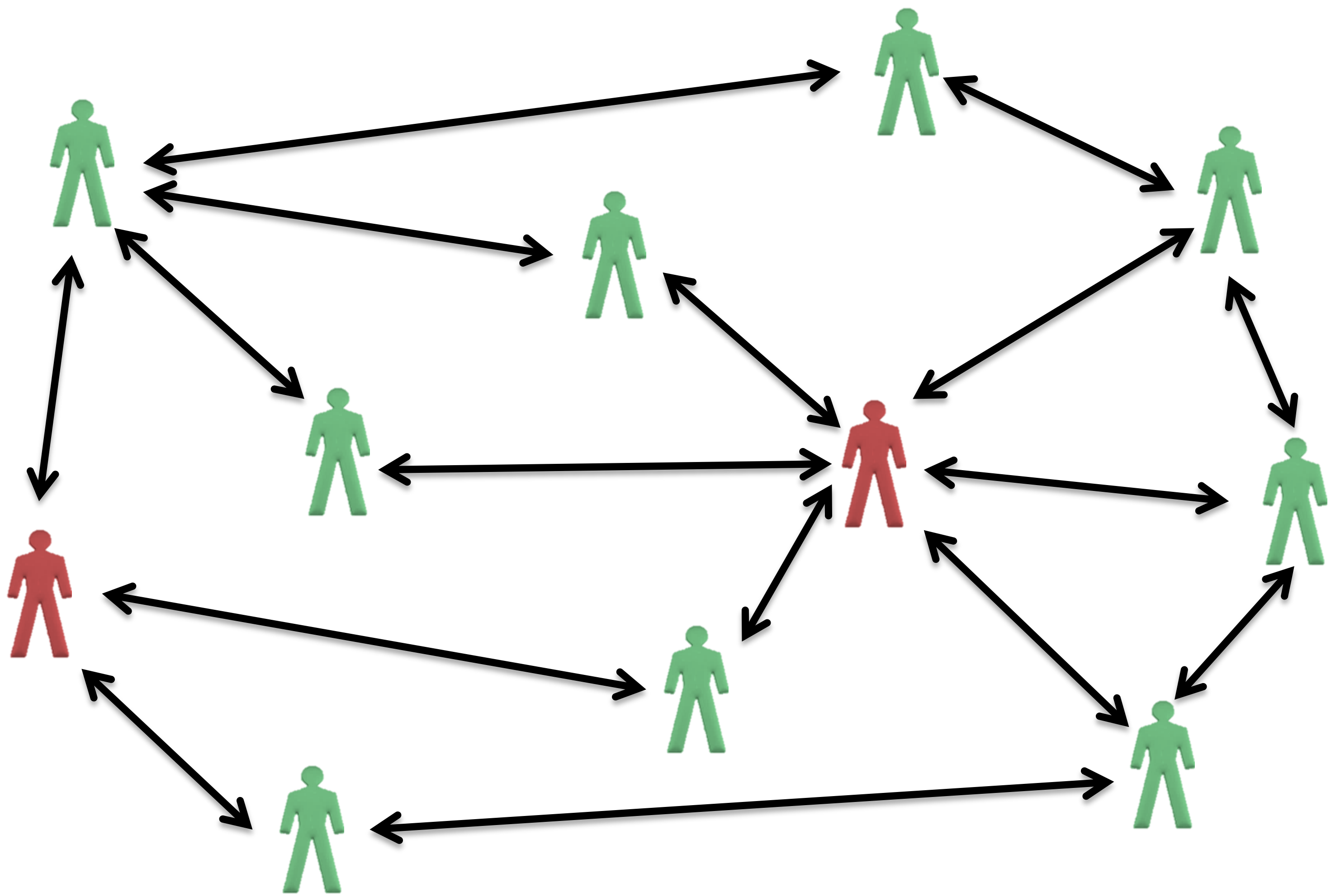
SIS model na sieci



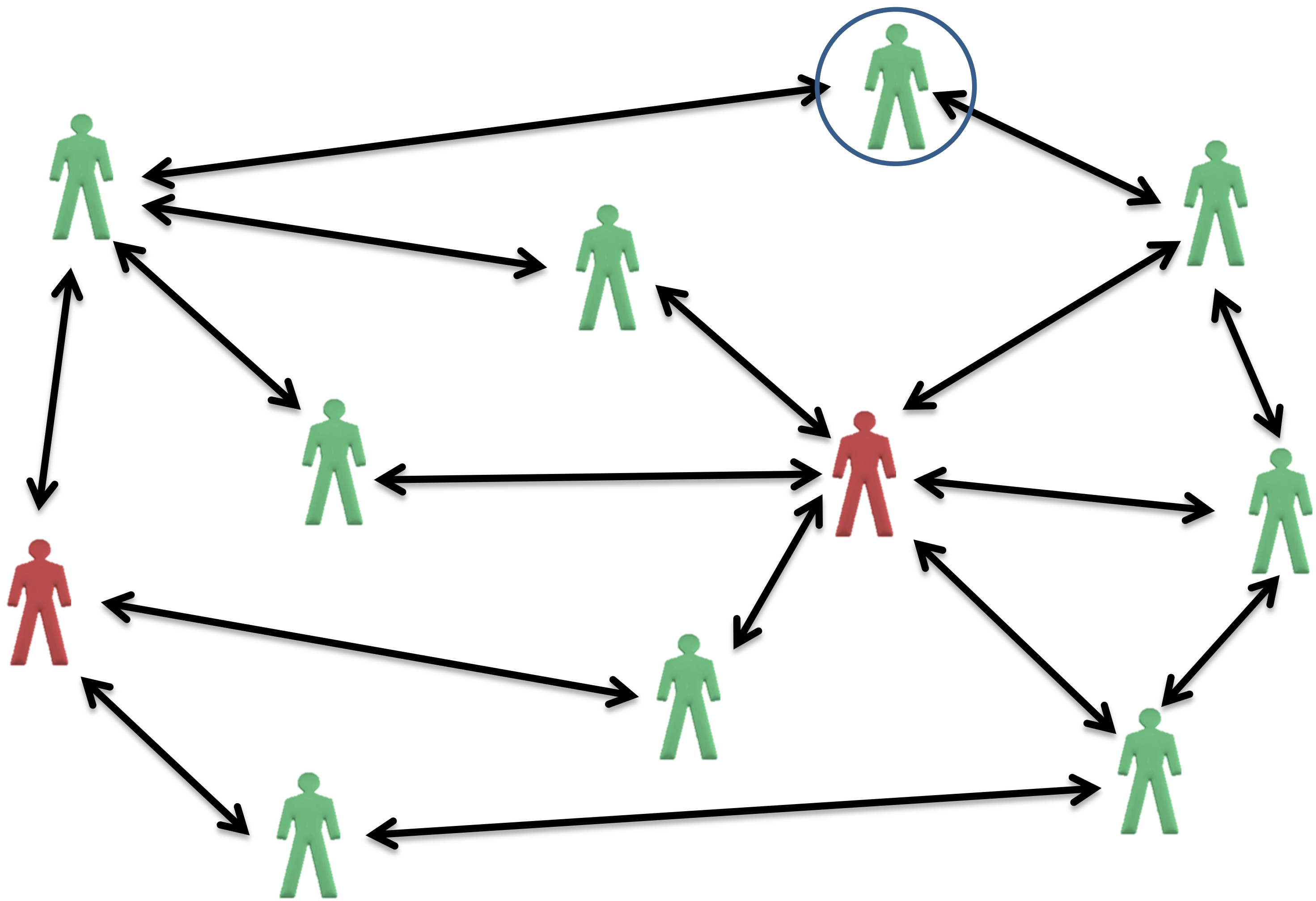
SIS model na sieci



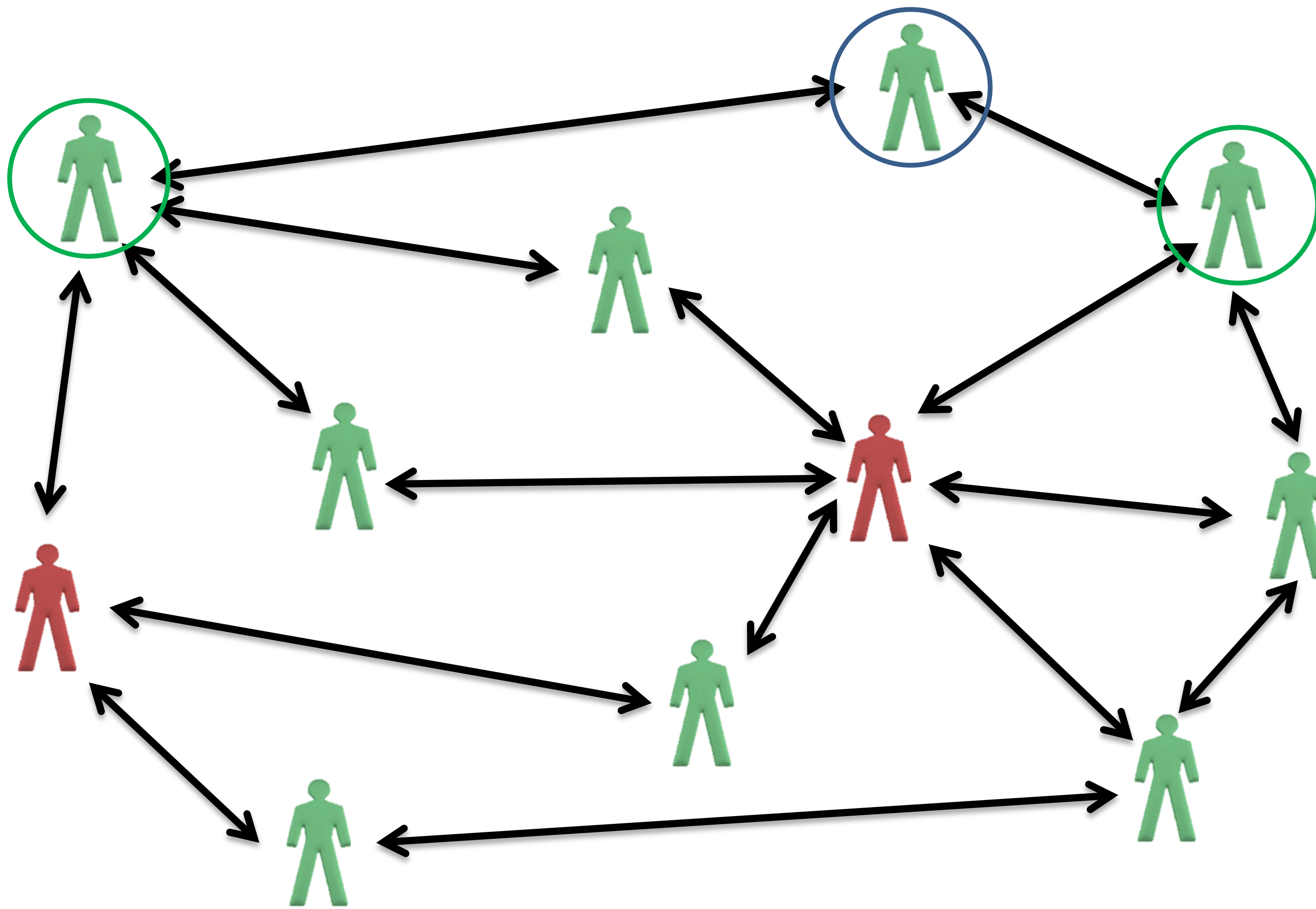
SIS model na sieci



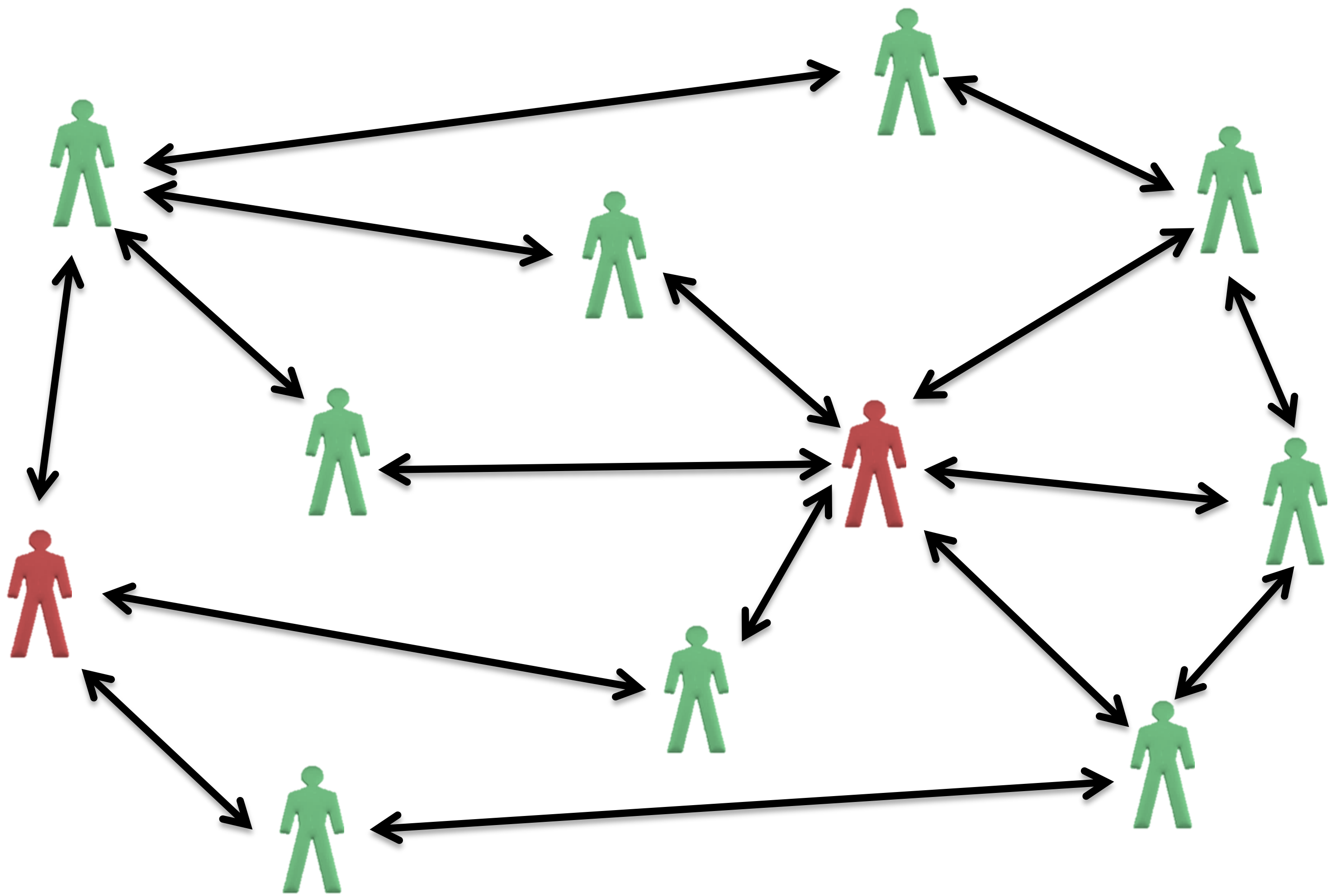
SIS model na sieci



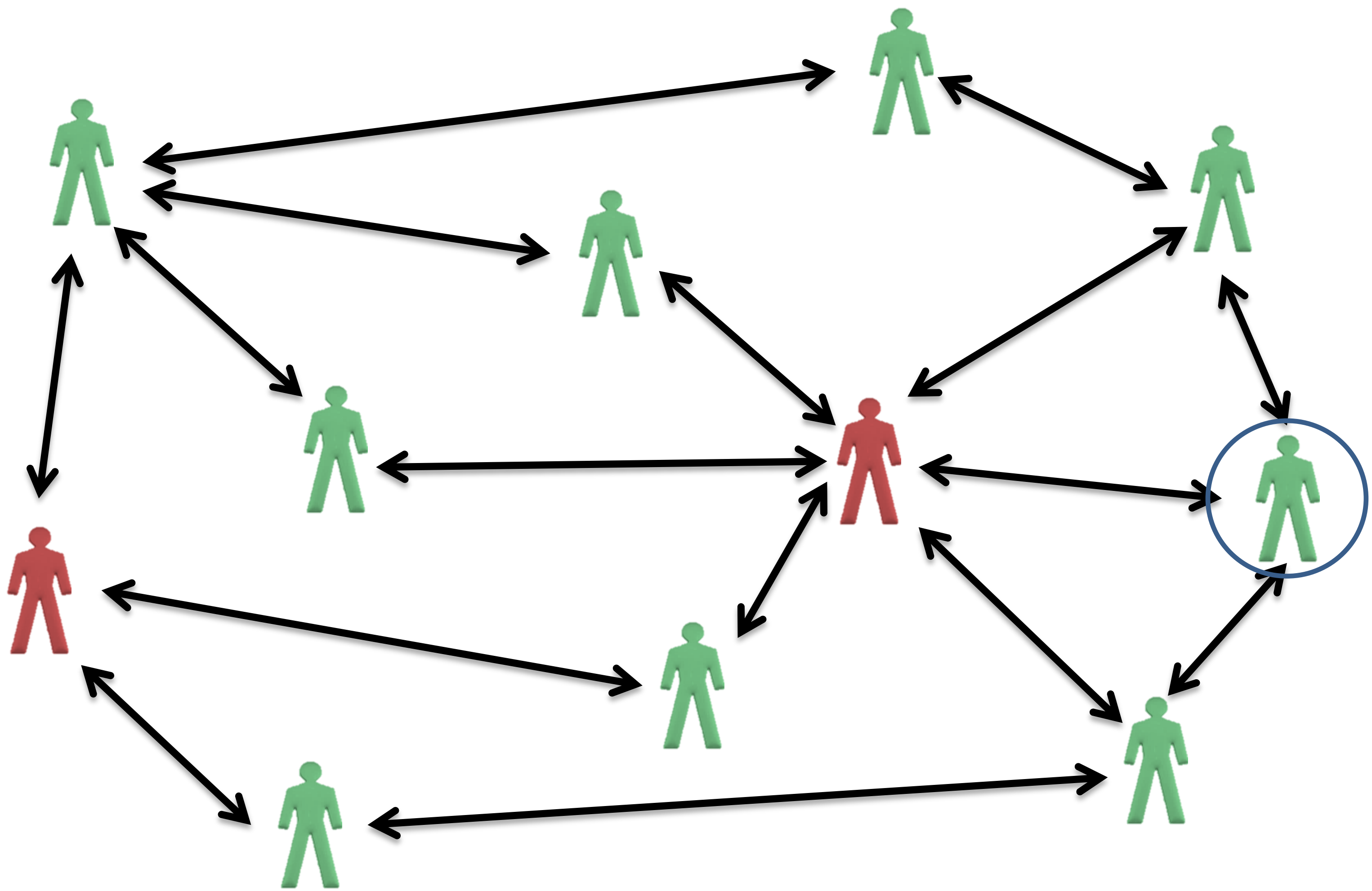
SIS model na sieci



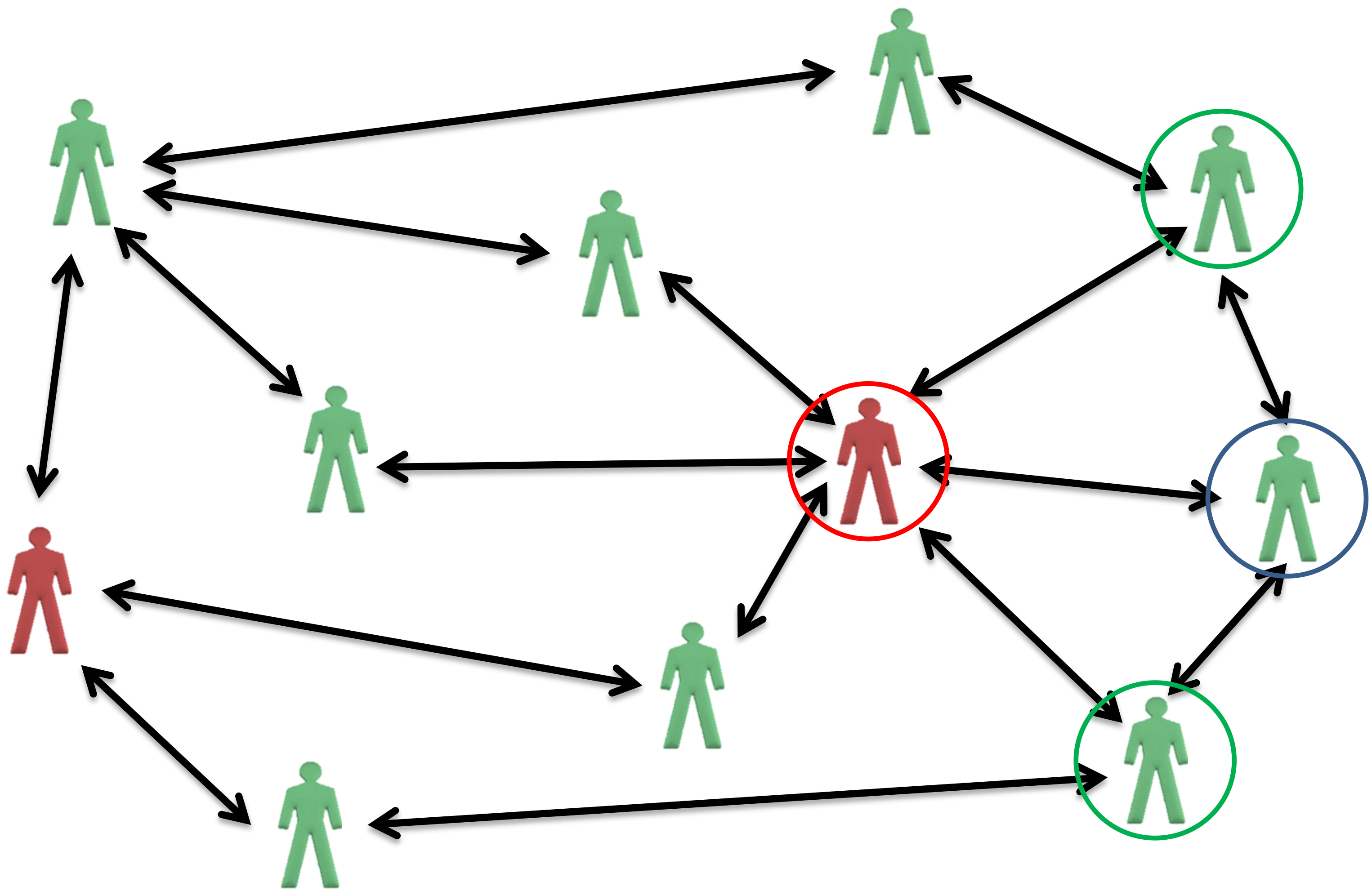
SIS model na sieci



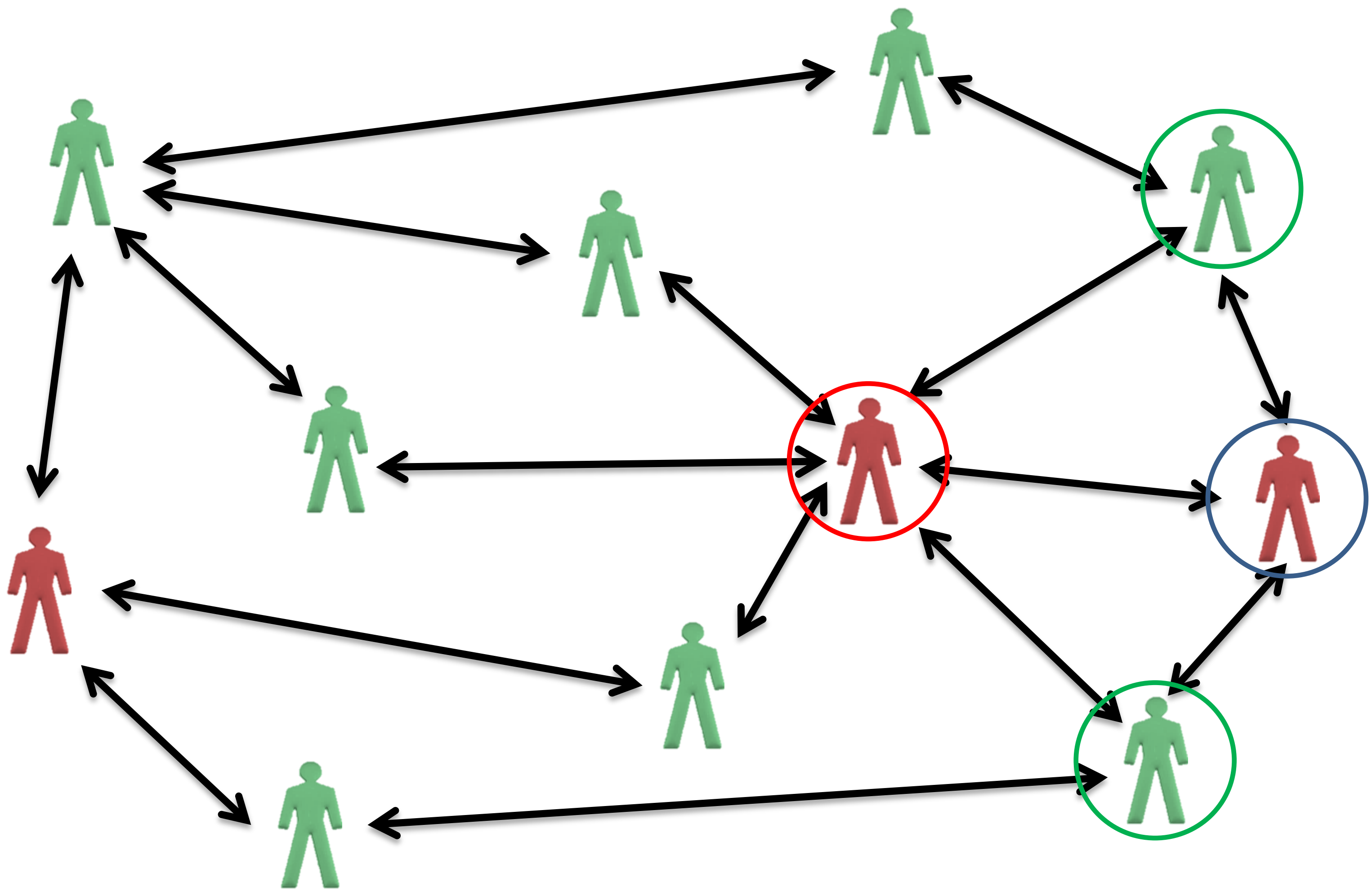
SIS model na sieci



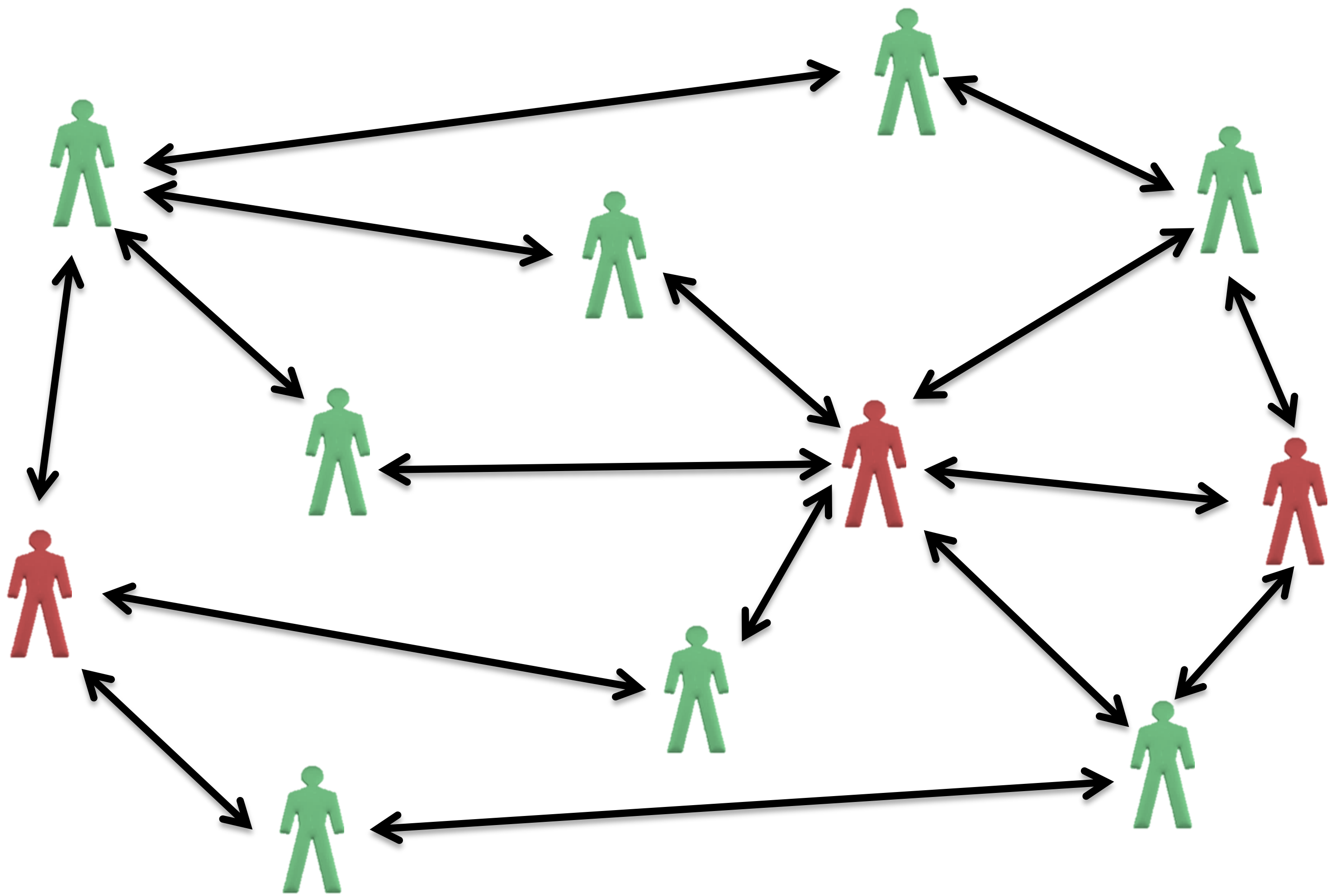
SIS model na sieci



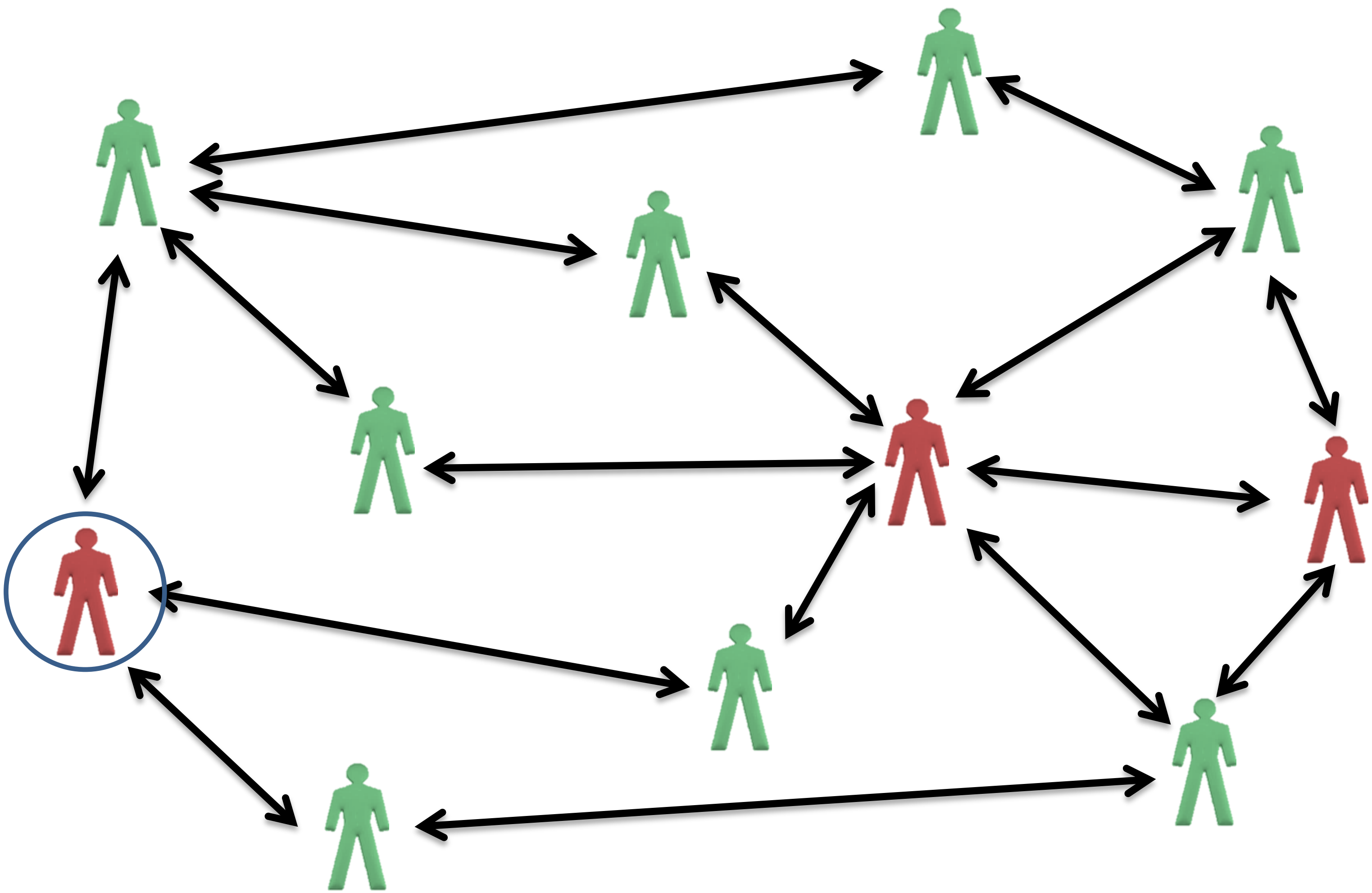
SIS model na sieci



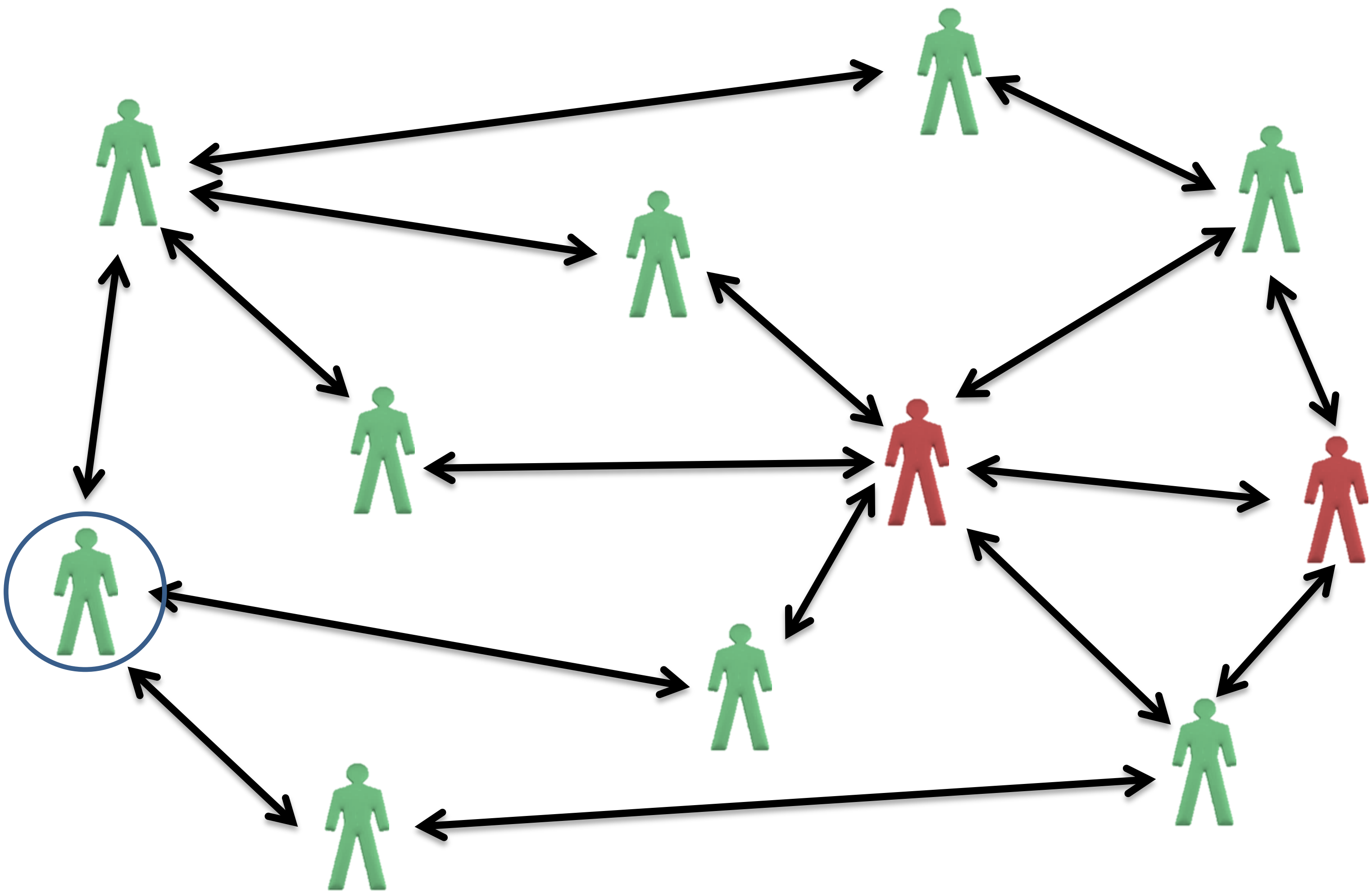
SIS model na sieci



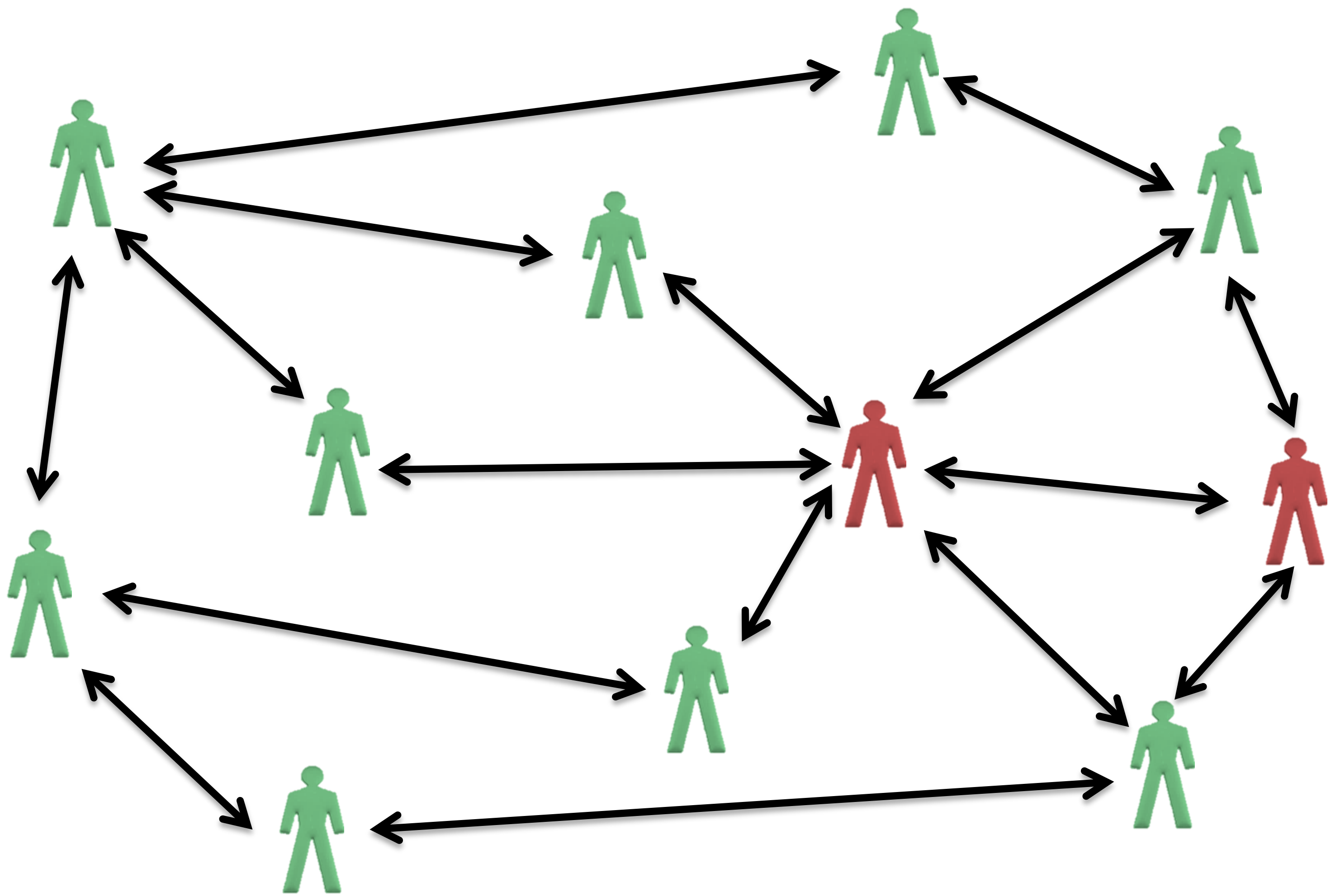
SIS model na sieci



SIS model na sieci



SIS model na sieci



SIS model na sieci

1. Wybieramy parametry modelu (szansa zarażenia, liczba zarażonych na starcie itd.).
2. Losowo wybieramy jeden wierzchołek.
   a) Jeżeli jest zarażony to z prawdopodobieństwem „*a*” zdrowieje.
   b) Jeżeli jest zdrowy, ale ma zarażonego sąsiada to z prawdopodobieństwem „*r*” również zostaje zarażony.
3. Powracamy do kroku 2iego.

Przydatna funkcja: *g.neighbors(node)* – zwraca listę sąsiadów.

3_epidemia_animacja.py

SIS model na sieci

1. Wybieramy parametry modelu (szansa zarażenia, liczba zarażonych na starcie itd.).
2. Losowo wybieramy jeden wierzchołek.
   a) Jeżeli jest zarażony to z prawdopodobieństwem „*a*” zdrowieje.
   b) Jeżeli jest zdrowy, ale ma zarażonego sąsiada to z prawdopodobieństwem „*r*” również zostaje zarażony.
3. Powracamy do kroku 2iego.

Przydatna funkcja: *g.neighbors(node)* – zwraca listę sąsiadów.

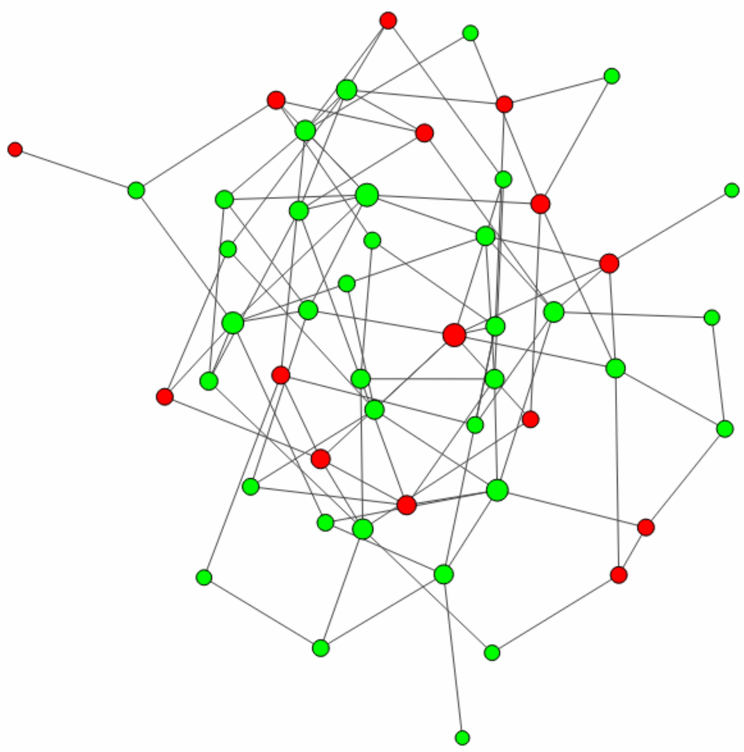
Poprawne rozwiązanie:

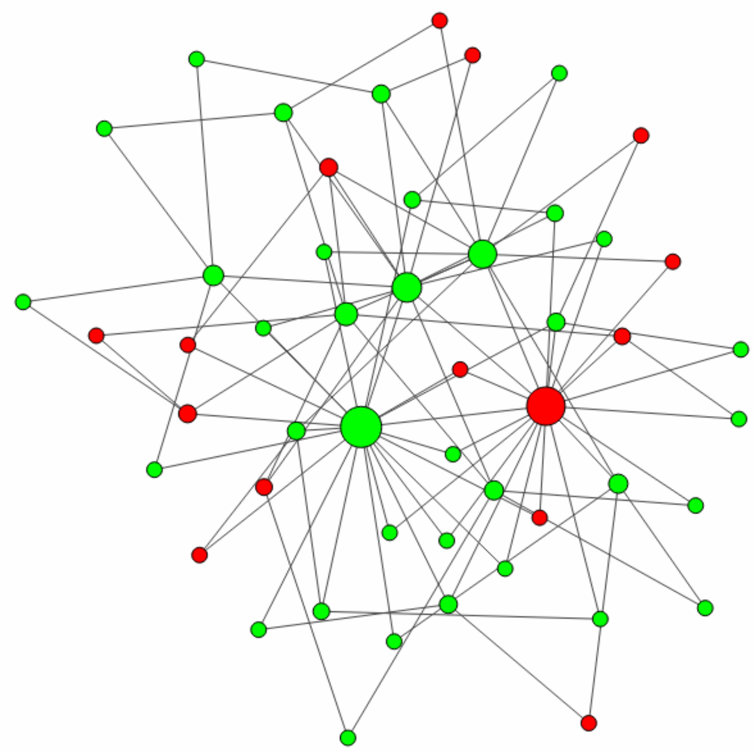
2712b4ef.py

3_epidemia_animacja.py

Epidemie na sieciach różnego typu

Czy epidemia przebiega tak samo na sieci ER i BA?

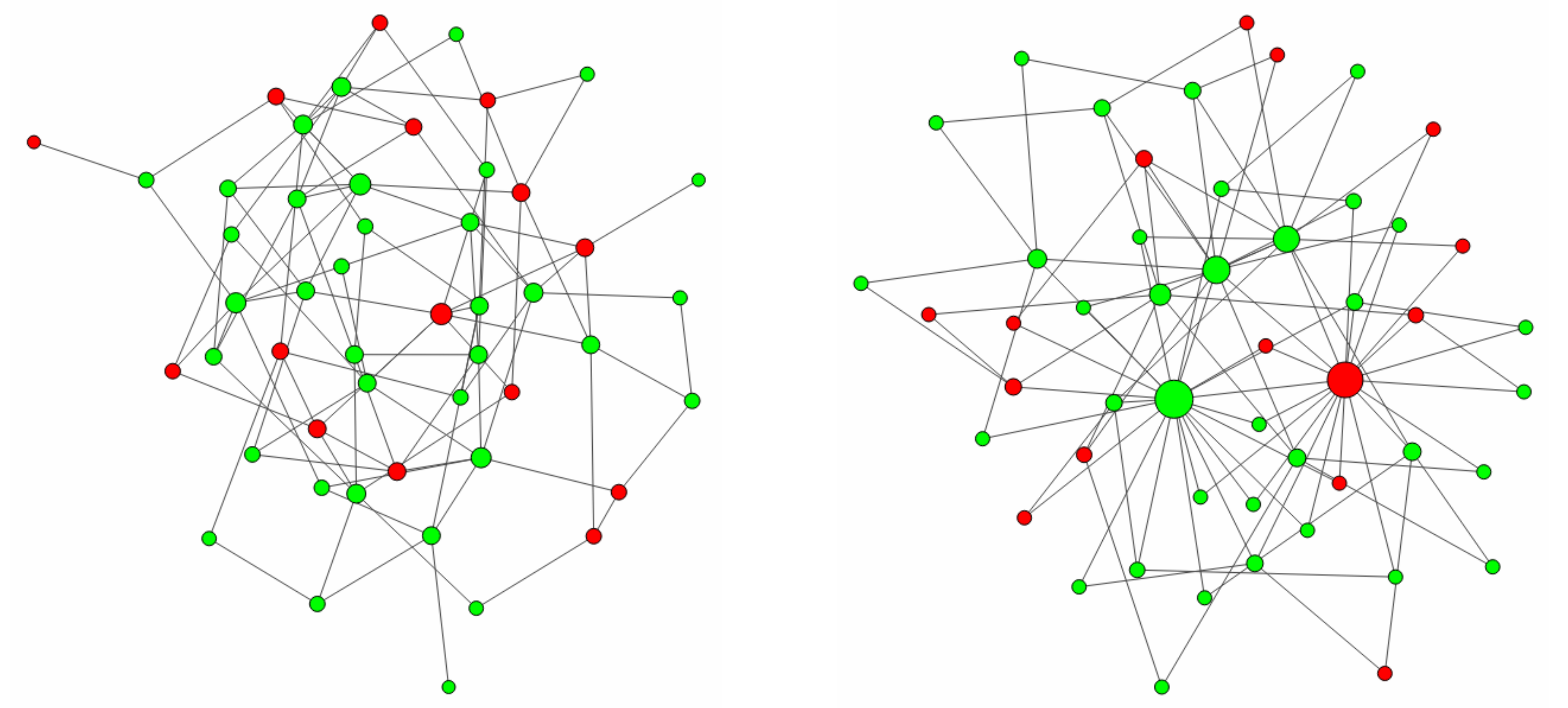




<u>4_epidemia_przebieg.py</u>

Epidemie na sieciach różnego typu

Czy epidemia przebiega tak samo na sieci ER i BA?



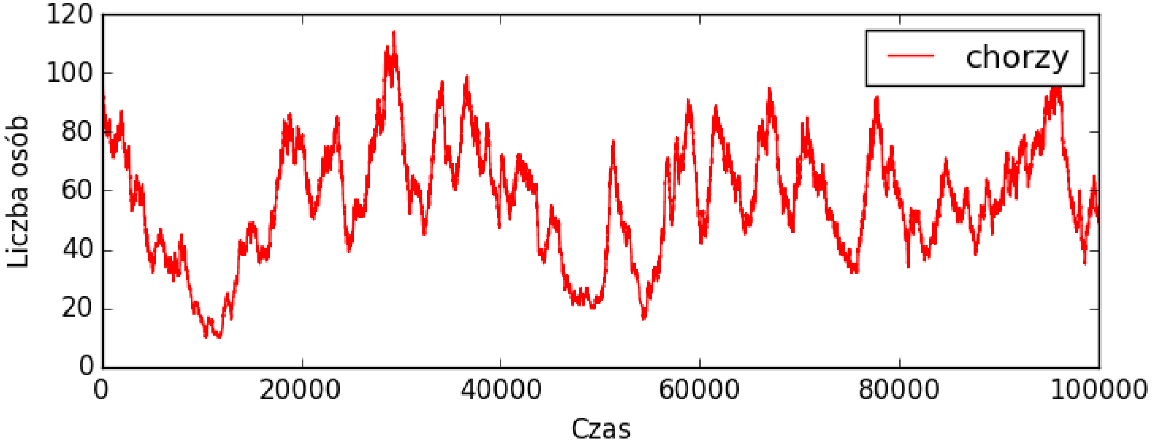
Poprawne rozwiązanie:

7d2a1023.py

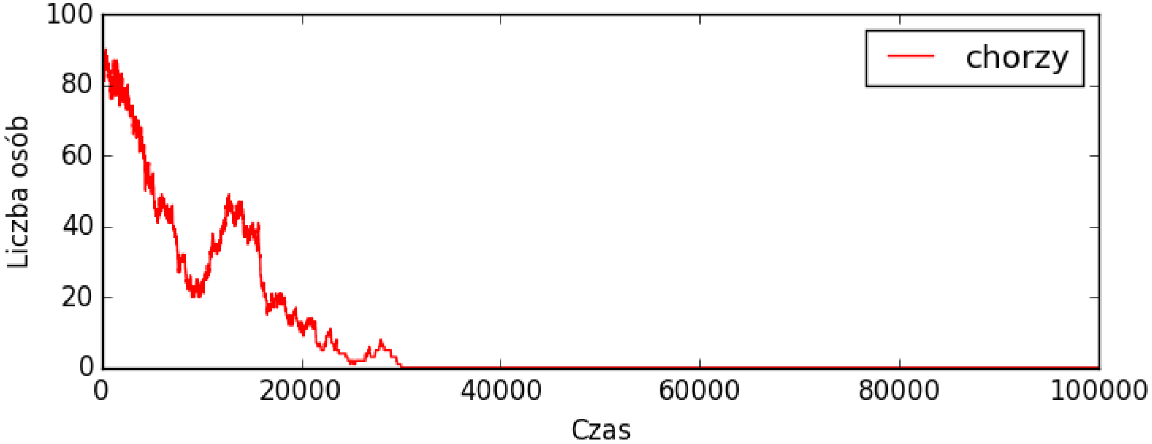
4_epidemia_przebieg.py

Epidemie na sieciach różnego typu

BA



ER



Poprawne rozwiązanie:

7d2a1023.py

4_epidemia_przebieg.py

Dziękujemy za udział w warsztatach