

Epidemiologické modely

Zabýváme se "příhrádkovými" modely pro epidemiologii, kdy se populace dělí do jednotlivých příhrádek (=kategorií).

Nejjzákladnější model s kterým přišli v roce 1927 Kermack a McKendrick [citace] se označuje SIR. Jednotlivé písmena označují kategorie, S z anglického **S**usceptible (náchylný, myšleno k nákaze), I jako **I**nfectious (infekční) a R jako **R**ecovered (zotavený) někdy také Removed.

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -\frac{\beta IS}{N}, \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\beta IS}{N} - \gamma I, \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I\end{aligned}$$

- soustava je nelineární
- existuje analytické řešení
 - dá se redukovat, protože $S(t) + I(t) + R(t) = konst. = N$
 - vypsát jak vypadá analytické řešení
- základní reprodukční číslo $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$
- steady-state solutions

Numerické řešení SIR

```
In [2]: import numpy as np
import pandas as pd
from scipy.integrate import ode, solve_ivp

def sir_ode(times,init,parms):
    b, g = parms
    S,I,R = init
    # ODEs
    dS = -b*S*I
    dI = b*S*I-g*I
    dR = g*I
    return [dS,dI,dR]

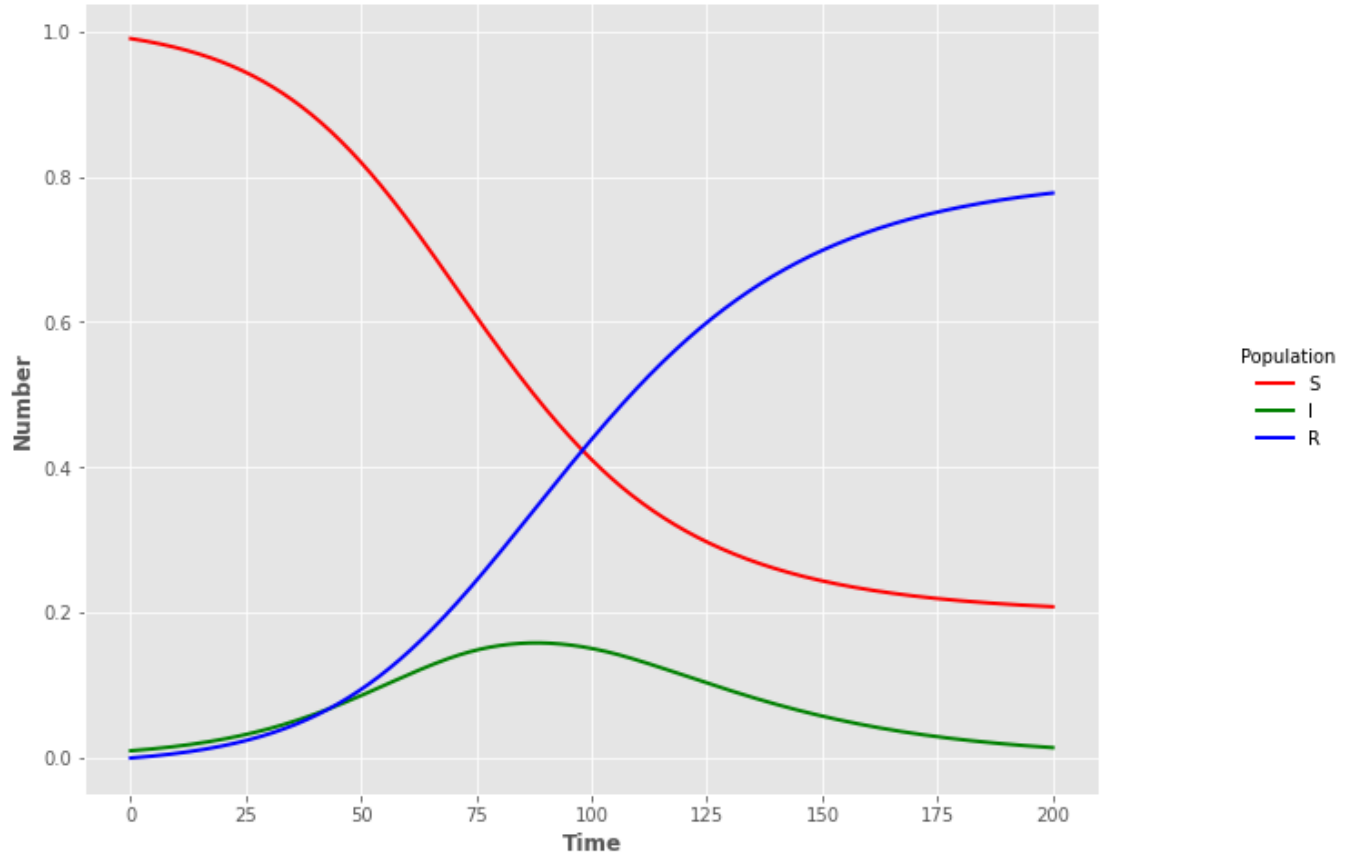
parms = [0.1,0.05]
init = [0.99,0.01,0]
times = np.linspace(0,200,2001)

sir_sol = solve_ivp(fun=lambda t, y: sir_ode(t, y, parms), t_span=[min(times),max(times)], y0=init)

sir_out = pd.DataFrame({"t":sir_sol["t"],"S":sir_sol["y"][0],"I":sir_sol["y"][1],"R":sir_sol["y"][2]})

import matplotlib.pyplot as plt
plt.style.use("ggplot")
fig = plt.figure(figsize=(10,8))

sline = plt.plot("t","S","",data=sir_out,color="red",linewidth=2)
iline = plt.plot("t","I","",data=sir_out,color="green",linewidth=2)
rline = plt.plot("t","R","",data=sir_out,color="blue",linewidth=2)
plt.xlabel("Time",fontweight="bold")
plt.ylabel("Number",fontweight="bold")
legend = plt.legend(title="Population",loc=5,bbox_to_anchor=(1.25,0.5))
frame = legend.get_frame()
frame.set_facecolor("white")
frame.set_linewidth(0)
```



Existuje spousta variací SIR modelů, ukažme si v krátkosti některé z nich:

- konstatní populace vs. vitální dynamika (zahrnuje narození a úmrtí populace)
- SIS (po recovery nenásleduje imunita)
- SIRS (po recovery je jen krátká imunita) - tímhle bych se chtěl zabývat
- SEIS/SEIR (existuje latetní období, kdy nakažená osoba není infekční)
- MSIR (děti se mohou rodit s imunitou)

```
In [ ]:
```

```
In [1]:
```

Zdroje:

- Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Compartmental_models_in_epiden