

## 2. Modelovanie prírodných javov

### 2.2 Dáte sa zaočkovať?

#### PRENOS INFEKČNÉHO OCHORENIA. VAKCINÁCIA

Infekčné ochorenia, ktoré sa šíria z človeka na človeka priamym kontaktom ľudí a to nielen dotykom, ale aj prostredníctvom predmetov či vzduchu, môžu ohrozovať život.

##### Výskumná otázka:

*V SR existuje systém povinných očkovaní ako prevencia epidémie nebezpečných infekčných ochorení. Čoraz viac rodičov malých detí, a to nielen u nás, ale aj v okolitých krajinách, očkovanie odmieta. Často argumentujú tým, že ak sa ochorenie už niekoľko rokov nevyskytlo, je zbytočné riskovať zdravotné komplikácie, ktoré sa v zriedkavých prípadoch môžu u detí po vakcinácii objaviť. Majú pravdu?*

Zamyslite sa nad nasledujúcimi otázkami a skúste odpovedať na základe toho, čo o očkovaní už viete.

##### Otázky:

1. Čo vlastne očkovanie, iným slovom **vakcinácia**, je?
2. Proti ktorým ochoreniam sa deti na Slovensku povinne očkujú?
3. Čo je pôvodcom týchto ochorení?
4. Prečo je očkovanie proti nim potrebné?

**Profylaxia** je prevencia infekčných ochorení, okrem vakcinácie zahŕňa aj hygienické opatrenia.

##### Úloha 1:

Nájdite na stránke **Úradu verejného zdravotníctva SR** **kalendár povinných očkovaní** pre aktuálny kalendárny rok a porovnajte údaje v ňom so svojimi poznatkami o povinnom očkovaní.

Odpovedzte na nasledujúce otázky:

**Akou cestou sa infekcia v prípade jednotlivých ochorení rozširuje?**

**Kedy hovoríme o epidémii?**

**Formulujte hypotézu, kedy hrozí, že niektorá z ochorení prepukne a začne sa v populácii nezaočkovaných ľudí šíriť vo forme epidémie.**

Napište ju sem:

## Úloha 2:

### Ako sa šíri infekcia, ak ten, kto ju prekonal, získava imunitu?

Modelujte situáciu šírenia infekcie na príklade šírenia chrípky v škole.

- Navrhňte formálny popis modelu.
- Navrhňte/skopírujte a modifikujte program v jazyku python.

### Model SIR

- Počet jedincov v populácii bude konštantná.
- Ochorenie sa prenáša z človeka na človeka pri kontakte. Neinfikovaní ľudia sú citliví (**S** – susceptible).
- Za nákazlivého budeme považovať každého infikovaného, aj keď sa u neho ešte neprejavili príznaky, do modelu nezakomponujeme inkubačnú dobu (**I** – infected).
- Po prekonaní choroby sa získava odolnosť (**R** – resistant).

Animované vysvetlenia modelu SIR:

[https://www.youtube.com/watch?v=CkvSw\\_X0Hfw](https://www.youtube.com/watch?v=CkvSw_X0Hfw)

<https://bbolker.github.io/math1mp/notes/SIR.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=wEvZmBXgxOQ>

[https://www.youtube.com/watch?v=CPcC4oGB\\_o8](https://www.youtube.com/watch?v=CPcC4oGB_o8)

### Príklad programu modelu SIR:

```
from numpy import zeros, linspace
import matplotlib.pyplot as plt

# Time unit: 1 h
beta = 10./(40*8*24)
gamma = 3./(15*24)
dt = 0.1          # 6 min
D = 30            # Simulate for D days
N_t = int(D*24/dt) # Corresponding no of hours

t = linspace(0, N_t*dt, N_t+1)
S = zeros(N_t+1)
I = zeros(N_t+1)
R = zeros(N_t+1)

# Initial condition
S[0] = 50
I[0] = 1
R[0] = 0

# Step equations forward in time
for n in range(N_t):
    S[n+1] = S[n] - dt*beta*S[n]*I[n]
    I[n+1] = I[n] + dt*beta*S[n]*I[n] - dt*gamma*I[n]
```

```

R[n+1] = R[n] + dt*gamma*I[n]

fig = plt.figure()
l1, l2, l3 = plt.plot(t, S, t, I, t, R)
fig.legend((l1, l2, l3), ('S', 'I', 'R'), 'upper left')
plt.xlabel('hours')
plt.show()
plt.savefig('tmp.pdf'); plt.savefig('tmp.png')

```

#### Úloha 3:

**Analyzujte graf šírenia epidémie ak meníte parametre v hotovom programe.**

Simulujte zmenou parametrov rôzne rýchle šírenie choroby.

Odhadnite minimálnu dĺžku chrípkových prázdnin, ktorá epidémiu zastaví.

#### Úloha 4:

**Zvoľte z očkovacieho kalendára jedno z ochorení a formulujte dôsledky pre zdravotníctvo a spoločnosť v prípade jej voľného šírenia v populácii.**



#### Úloha 5:

**V programe modelu šírenia infekcie a rezistencie pridajte prvok vakcinácie. Testujte zmenou hodnoty parametrov, ako sa ochorenie v populácii správa pri rôznej miere zaočkovanosti.**

Aké percento populácie musí absolvovať očkovanie, aby sa infekčná choroba v populácii nevyskytovala ani v jej nezaočkovanej časti?

V každej populácii sa vyskytujú ľudia s ochoreniami, pre ktorých očkovanie predstavuje vysoké zdravotné riziko. Sú to najmä deti s vrodenými poruchami imunity a ľudia, ktorí sú liečení liekmi, ktoré imunitu potláčajú.

Povinné očkovanie predstavuje ochranu pred potenciálne smrteľnými epidémiami. Dnešná populácia si už neuvedomuje, aká vysoká bola v minulosti úmrtnosť na infekčné ochorenia.

Modelovaním sme zistili, že je nezodpovedné, aby zdraví ľudia odmietali očkovanie a spoliehali sa na ochranu zaočkovanosťou ostatných ľudí teda nato, že sa aktuálne tieto nebezpečné ochorenia nevyskytujú.

**Vakcinácia – vysvetlenie a interaktívny model:**

<https://www.youtube.com/watch?v=Eek5AZxBJlg> vysvetlenie 95%

<http://demonstrations.wolfram.com/DynamicModelOfPandemicInfluenzaWithAgeStructureAndVaccinatio/>