

0.1 Předpovídání kulminace výskytu sezónní chřipky

Jedna z nejběžnějších nemocí (v mírném pásmu / na severní polokouli), kterou prodělal ve svém životě snad každý člověk, se pravidelně ve větší míře vyskytuje v období od listopadu do dubna. Například v USA dostane podle odhadů chřipku mezi 5 až 20 procenty populace, přičemž přibližně 36 000 lidí nemocí podlehnou. V ČR onemocní chřipkou přibližně stejné procento populace jako v USA, počet úmrtí se přitom pohybuje v desítkách (až kolem stovky) [2, 3].

Pro předpovídání kulminace výskytu chřipky u obyvatel České republiky vytvoříme klasický kompartmentový model, v němž rozdělíme lidi do následujících skupin (které rovnou označíme):

- S* ... náchylní lidé, tj. zdraví lidé, kteří nemají proti chřipce imunitu a mohou jí onemocnět
- A* ... infekční lidé bez symptomů nemoci
- I* ... infekční lidé se symptomy nemoci
- R* ... uzdravení lidé, tj. ti, kteří nemoc již prodělali a jsou proti nemoci nadále imunní
- V* ... očkovaní lidé, tj. lidé, kteří nemoc neprodělali, ale díky očkování jsou vůči ní imunní
- D* ... zesnulí lidé, tj. ti, kteří nemocí podlehli

Předpoklady:

- člověk může během sledovaného období (listopad až duben) onemocnět chřipkou nejvýše jednou,
- očkovaný člověk je během sledovaného období plně imunní (nemůže onemocnět chřipkou)
- všichni lidé z libovolné (ale pevně zvolené) skupiny jsou si rovni (tj. např. nehledě na jejich věk či zdravotní stav)
- N , tj. počet obyvatel ČR je během sledovaného období konstantní a platí pro něj: $N = S(t) + A(t) + I(t) + R(t) + D(t)$ pro libovolné t .
- přechod člověka z jedné skupiny do jiné bude záviset pouze na konstantním parametru a velikosti skupiny, z níž přechází, s výjimkou přechodu ze skupiny náchylných do skupiny infekčních bez symptomů, který bude tím častější, čím více bude infekčních lidí.

Bude nás zajímat:

- jaký sezónní průběh bude chřipka mít
- kolik lidí celkem prodělá onemocnění
- jak bude ovlivněn počet nemocných (případně průběh onemocnění) počtem očkovaných lidí a jak na tom bude záviset počet zesnulých (při různé „síle“ nemoci)
- citlivosti parametrů modelu a neurčitost vypočteného řešení

0.1.1 Model

Na základě zmíněných předpokladů sestavíme model. Čas budeme přitom chápat jako spojitou veličinu¹. Parametry $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \kappa$ a μ vystupující v modelu nechtě jsou nezáporná reálná čísla nejvýše rovná jedné (z příslušné skupiny se nemůže přesunout do jiné více lidí, než kolik jich tam je).

$$\begin{aligned}S'(t) &= -\beta \cdot S(t) \cdot \frac{A(t)+I(t)}{N} - \mu \cdot S(t) \\A'(t) &= \beta \cdot S(t) \cdot \frac{A(t)+I(t)}{N} - (\alpha + \kappa + \mu) \cdot A(t) \\I'(t) &= \alpha \cdot A(t) - (\gamma + \delta) \cdot I(t) \\R'(t) &= \gamma \cdot I(t) + \kappa \cdot A(t) \\V'(t) &= \mu \cdot (S(t) + A(t)) \\D'(t) &= \delta \cdot I(t)\end{aligned}\tag{1}$$

Hodnoty parametrů - zkoušel jsem procházet SZU, UZIS, MZCR, Hygienu, CZSO (ČSÚ), ale nikde toho moc není; něco je v článku [3].

Možná by to ještě chtělo omezit očkování (zpravidla se očkuje jen do vypuknutí epidemie).

¹Z biologického hlediska si to můžeme dovolit pouze za splnění kvantovací a vzorkovací podmínky, viz [1]

Literatura

- [1] Hřebíček, J., Pospíšil, Z., Urbánek, J.: Úvod do matematického modelování s využitím Maple. CERM, Brno (2010)
- [2] Petráš, M.: Očkování proti chřipce. http://www.vakciny.net/doporucene_ockovani/chripka.html
- [3] Prosper, O., Saucedo, O., Thompson, D., Torres-Garcia, G., Wang, X., Castillo-Chavez, C.: *Modeling Control Strategies for Concurrent Epidemics of Seasonal and Pandemic H1N1 Influenza*. Mathematical Biosciences and Engineering (2011)