

Fyzika a biologie

L. Alán, Z. Černý, L. Fridrichová, M. Veselý, O. Vašíček
Supervisori: T. Langrová, Doc.Ing. I. Jex, DrSc

Gymnázium J.Wolkera, Prostějov
Sportovní gymnázium a gymnázium Kladno
Gymnázium Pelhřimov
Gymnázium Český Brod
Gymnázium Boskovice

alan.lukas@post.cz, c.zbynek@seznam.cz, fridri@seznam.cz,
majkl.west@centrum.cz, on.vasicek@seznam.cz

Abstrakt:

V našem miniprojektu jsme pomocí nové vědecké disciplíny – Synergetiky zkoumali chování ekologických společenstev. Synergetika hledá obecné principy, kterými lze popsat vývoj systémů bez ohledu na jejich vnitřní specifikaci. Jednoduchými rovnicemi jsme tak mohli vyjádřit vzájemné symbiotické, konkurenční a antagonistické vztahy mezi biologickými populacemi.

1 Úvod

Výhodou synergetiky je, že její rovnice lze aplikovat na libovolný biologický problém, ať už se jedná o jednobuněčné prvky, organismy vyšších taxonomických tříd (včely, zajíci, stromy či obyvatelé velkoměsta). Základy synergetice položil v 70. letech 20. století profesor Stuttgartské university Hermann Haken a podobnými myšlenkami se zabývali například Verhulst, Lotka, Volterra a Weidlich. Podařilo se tak například vysvětlit třeba podivuhodnou schopnost regenerace nezmara, vznik houby z amébovitých buněk (hlenky), relaci mezi vykopenými kůžemi rysů a zajíců atd.

2 Synergetika v ekologii

I. Jedna populace

Představme si, že máme skupinu zajíců žijících v naprosto ideálním prostředí bez přirozených nepřátel a s neomezeným zdrojem potravy. Časovou změnu jejich počtu vyjadřuje následující rovnice:

$$\dot{n} = \gamma n - \delta n = \omega n$$

n - počet zajíců

\dot{n} - časová změna počtu zajíců
 γn - přirozený přírůstek zajíců
 δn - přirozený úbytek zajíců
 ωn - rozdíl přirozeného přírůstku a úbytku zajíců

Z rovnice je patrné, že populace buď vyhyne, zůstává konstantní nebo se neomezeně rozrůstá.

Ztížíme-li zajícům podmínky omezením zdroje potravy, rovnice se změní na tvar:
 $\dot{n} = \alpha n - \beta n^2$, kde člen βn^2 vyjadřuje, jak moc si zajíci vzájemně vadí. Tento systém se časem ustálí na počtu zajíců $n = \frac{\alpha}{\beta}$

II. Více populací

a. Symbiotické vztahy

Tentokrát si představme včely (n_1), které opylují květiny (n_2) a z nektaru květů si vyrábějí med. Tuto situaci vystihují následující rovnice:

$$\dot{n}_1 = \alpha_1 n_1 + v_1 n_1 n_2 - \delta_1 n_1$$

$$\dot{n}_2 = \alpha_2 n_2 + v_2 n_1 n_2 - \delta_2 n_2$$

v_i - vyjadřuje míru vzájemné podpory

Na koeficientech (v, α, δ) záleží, v jaké rovnováze se systém ustálí.

b. Konkurenční vztahy

Naopak třeba dravé ryby (n_1, n_2) živící se stejnými drobnými rybkami (r), nebo ptáci (n_1, n_2) stavící hnízda ze stejného materiálu (r), mohou být popsáni rovnicemi:

$$\dot{n}_1 = \alpha_1 n_1 + v_1 n_1 r - \delta_1 n_1$$

$$\dot{n}_2 = \alpha_2 n_2 + v_2 n_2 r - \delta_2 n_2$$

$$\dot{r} = (\gamma_r - \delta_r) \cdot r - \mu_1 n_1 - \mu_2 n_2$$

v_i - vyjadřuje míru závislosti na zdroji

$\gamma_r - \delta_r$ - vyjadřuje přirozený přírůstek (úbytek) zdroje

μ_i - vyjadřuje míru spotřeby zdroje jednotlivými společenstvy

A konečný stav systému je opět závislý na koeficientech.

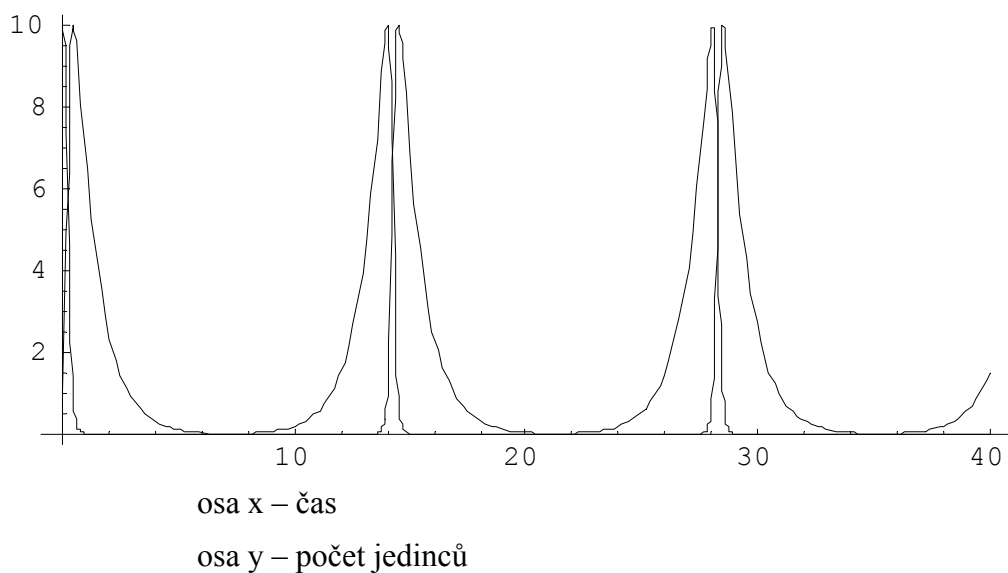
c. Antagonistické vztahy (predátor a kořist)

Pro ilustraci si vzpomeneme na již zmíněné zajíce (n_1), kterým nyní ještě ztížíme život přidáním rysů (n_2) do jejich působiště, což lze vyjádřit Volterra-Lotkovými rovnicemi:

$$\dot{n}_1 = \alpha_1 n_1 - v_1 n_1 n_2$$

$$\dot{n}_2 = v_2 n_1 n_2 - \delta_2 n_2$$

Na grafu zobrazujícím řešení rovnic jsou patrné oscilace. Stoupne-li počet zajíců, rysy mají dostatek potravy a můžou se více rozmnožovat a jejich množství tak roste. To ovšem způsobuje úbytek zajíců, a rysy tak přicházejí o potravu, postupně jich tedy ubývá a zajíci se mohou opět více množit.



3 Shrnutí

„*VENI, VIDI, FECI*“

Poděkování

Děkujeme našemu supervisorovi, odborné asistentce Táně Langrové, která nám za příjemnou spolupráci děkuje též 😊

Reference:

- [1] HAKEN, H.: *Synergetics*, Springer-Verlag, Heidelberg, 1973
- [2] KREMPASKÝ, J.: *Synergetika*, VEDA, Bratislava, 1987