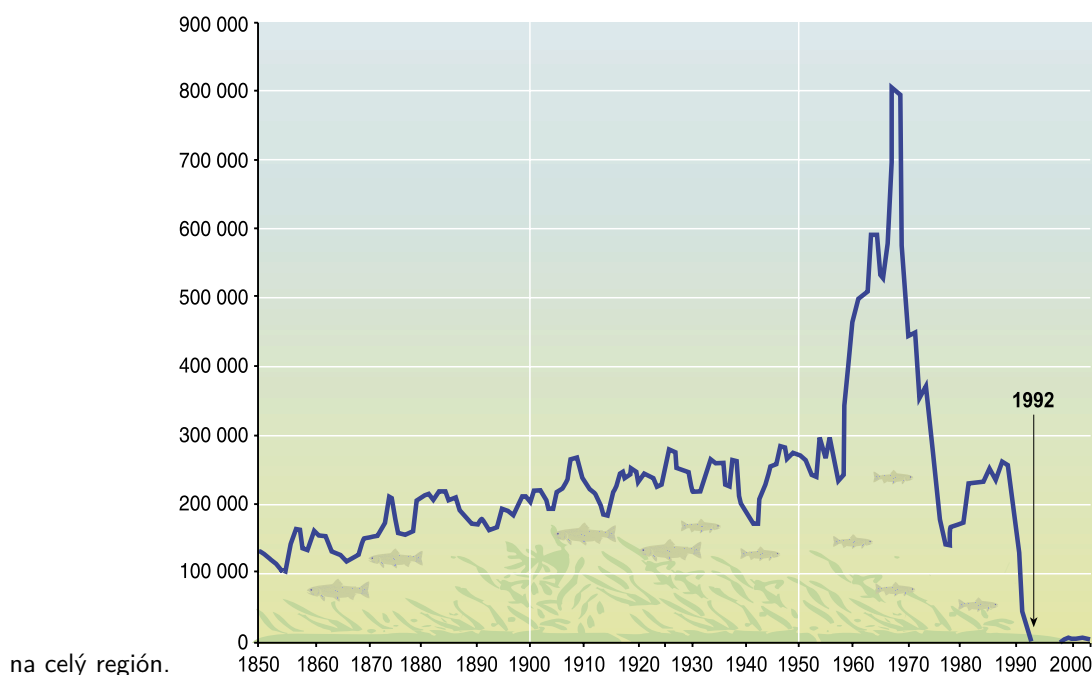


Kolabs rybolovu

Keywords: funkcie, kvadratická funkcia, kvadratická rovnica

Pobrežné štáty majú obrovské bohatstvo rýb v oceánoch na dosah. Toto bohatstvo sa javí ako nekonečné a stabilné. Ľudia sa však naučili trpké lekcie, že to tak nie je. Jedna z významných lekcií siaha do roku 1992. V zálive pri Newfoundlande bol vždy dostatok tresky (*Gadus morhua*, atlantická treska). Loď, ktorá tam prišla loviť, nikdy neodchádzala bez bohatého úlovku. Postupom času sa však situácia začala meniť. Koncom 80. rokov biológovia volali po nutnosti obmedzenia lovu na polovicu, aby nedošlo k vypleneniu. Keďže by však zníženie rybolovu uvrhlo túto oblasť do recesie, vláda sa nerozhodla zaviesť obmedzenia. Príroda však nasleduje svoje vlastné zákony. Postupne sa situácia dostala do bodu, keď bolo zastavenie rybolovu nevyhnutné. Populácia tresky klesla na iba jedno percento pôvodnej úrovne. Preto bolo vyhlásené moratórium na rybolov. Spočiatku malo moratórium trvať dva roky. Malá populácia tresky sa však výrazne nezotavila. Obmedzenia preto trvajú oveľa dlhšie, než sa pôvodne očakávalo. Napriek určitej nádeji na zmiernenie obmedzení v roku 2015, bola povolená miera úlovkov v roku 2018 opäť znížená po opätovnom poklese populácie. Moratórium na rybolov viedlo k strate pracovných miest pre 35 000 rybárov a pracovníkov v továrňach na spracovanie rýb. To malo obrovské ekonomické a sociologické dôsledky



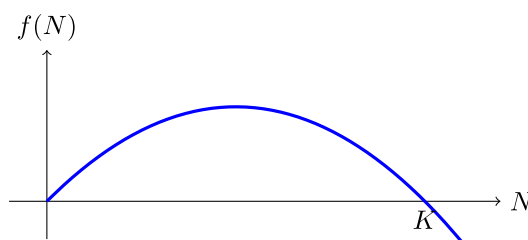
Treba dodať, že vyššie opísaný prípad nie je ojedinelý. Súčasne s kolapsom rybolovu v Newfoundlande nastala podobná situácia v ďalších piatich kanadských rybolovných oblastiach, kde bolo v roku 1993 vydané moratórium na rybolov (Southern Grand Bank, St. Pierre Bank, Northern Gulf of St. Lawrence, Southern Gulf of St. Lawrence, Eastern Scotian Shelf). A čítali ste Steinbeckov román Na plechárni z roku 1945? Opisuje život okolo továrne na spracovanie sardínií v Kalifornii. Krátko po vydaní románu začal rybolov kolabovať kvôli neudržateľnému lovu a komerčný rybolov musel byť v roku 1967 zakázaný.

Modelovanie rastu populácie

Aby sa predišlo kolapsu rybolovu a bolo možné realisticky a efektívne modelovať rast populácie v prírode, boli vyvinuté účinné a časom overené matematické modely. Jeden jednoduchý, ale pomerne presný model popisuje rýchlosť rastu populácie pomocou kvadratickej funkcie:

$$f(N) = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right),$$

kde N je veľkosť populácie, $f(N)$ je rýchlosť rastu populácie a r a K sú konštanty. Konštanta K sa nazýva únosná kapacita prostredia. Konštanty r a K určujú reprodukčné schopnosti populácie a vplyv prostredia na populáciu. Tieto konštanty dali názov teórii r/K selekcie, ktorá popisuje dve základné životné stratégie, ktoré populáciám v prírode pomáhajú úspešne sa etablovať a prosperovať. Populácie, ktoré spadajú medzi r -stratégov, sa dokážu rýchlo rozmnožovať. O svoje potomstvo sa príliš nestarajú a nedostatok starostlivosti kompenzujú množstvom. Tieto populácie majú vysokú hodnotu konštanty r . Naopak, K -stratégovia majú málo potomkov, ale starajú sa o nich a dokážu sa lepšie prispôbiť zmenám v prostredí. Preto sú veľkosti ich populácií bližšie k únosnej kapacite prostredia než v prípade r -stratégov.



Obr. 1: Rýchlosť rastu populácie ako funkcia veľkosti populácie.

Rýchlosť rastu udáva, o koľko sa veľkosť populácie zvýši za jednotku času. Ak je nulová, veľkosť populácie sa nemení. Ak je rýchlosť rastu kladná a číselne veľká, populácia rýchlo rastie. Ak je rýchlosť rastu záporná, veľkosť populácie klesá a populácia vymiera. Graf funkcie modelujúcej rast je znázornený na obrázku. Tento model zachytáva známe fakty, že populácia s malou veľkosťou sa rozmnožuje pomaly (malá populácia má málo jedincov, a teda málo jedincov schopných rozmnožovania). Model tiež zachytáva fakt, že väčšia populácia sa rozmnožuje rýchlejšie, ale len do určitej miery, ktorú umožňuje únosná kapacita prostredia.

Úlohy

Uvažujme hypotetickú populáciu vystavenú lovu. Veľkosť populácie budeme merať v príslušných jednotkách, ktoré môžu byť v počtoch jedincov, v tisícoch jedincov, v tonách a podobne. Napríklad, uvažujme parametre $K = 1000$ a $r = 0,1$. To znamená, že veľkosť populácie, ktorú dokáže prostredie udržať, je 1000, a malá populácia, ktorá netrpí vnútrodruhovou konkurenciou, rastie o 10 % svojej aktuálnej veľkosti za jednotku času.

Úloha 1. Určte veľkosť populácie N_* , ktorá zaručuje maximálnu rýchlosť rastu. Nájdite túto maximálnu rýchlosť rastu. Túto hodnotu budeme ďalej označovať ako h_* , pretože predstavuje aj maximálnu teoreticky možnú rýchlosť lovu (nazývanú tiež intenzita lovu, angl. harvesting). Hodnota N_* je veľkosť populácie pri tejto maximálnej intenzite.

Úloha 2. Určte, koľkokrát sa rýchlosť rastu populácie zníži, ak veľkosť populácie klesne z veľkosti N_* , ktorá umožňuje maximálnu možnú intenzitu lovu, na jedno percento. Toto je hodnota, na ktorú by sa musel lov znížiť, aby sa zabránilo ďalšiemu úbytku. (V praxi by sme však chceli obnovu populácie a samotné obmedzenie uvedené v tomto kroku nie je dostatočné.)

Úloha 3. Predpokladajme opatrný rybolov na úrovni 80 percent maximálneho udržateľného úlovku h_* . Aj v tomto prípade je potrebná obozretnosť. Ak je populácia príliš malá, nedokáže zvládnuť rybolov. Určte, aká je minimálna veľkosť populácie schopná zvládnuť rybolov pri rýchlosti rovnajúcej sa 80 percentám h_* bez kolapsu.

Odkazy a literatúra

Literatúra

- Wikipedie, *Collapse of the Atlantic northwest cod fishery*, https://en.wikipedia.org/wiki/Collapse_of_the_Atlantic_northwest_cod_fishery, October 1, 2023
- Ransom A. Myers; Jeffrey A. Hutchings; Nicholas J. Barrowman (1997). *Why do fish stocks collapse? The example of cod in Atlantic Canada* (PDF). *Ecological Applications*. 7 (1): 91–106. doi:10.1890/1051-0761(1997)007[0091:WDFSCT]2.0.CO;2. JSTOR 2269409.
- *Collapse of the Pacific Sardine (Again)*, <https://fishbio.com/collapse-pacific-sardine/>, October 1, 2023
- *r/K selection theory*, Wikipedie, https://en.wikipedia.org/wiki/R/K_selection_theory, October 1, 2023

Zdroje obrázkov

- Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry Ecosystems, <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.353.aspx.pdf>, October 1, 2023