Hodnocení oponenta bakalářské práce

Autor/Autorka	Tomáš Lesniak
Název práce	Predace v populačních modelech matematické biologie
Studijní obor	Matematika a její aplikace
Oponent práce	Petr Stehlík

Splnění cílů práce:

☐ nadstadnardně	☑ velmi dobře	☐ splněny	☐ s výhradami	☐ nebyly splněny

Odborný přínos práce:

☐ nové výsledky	☑ netradiční postupy	☐ zpracování výsledků z různých zdrojů	☐ shrnutí výsledků z různých zdrojů	☐ bez přínosu

Matematická (odborná) úroveň:

☐ vynikající	☑ velmi dobrá	☐ průměrná	☐ podprůměrná	☐ nevyhovující

Věcné chyby:

☑ téměř žádné	☐ vzhledem k rozsahu přiměřený počet	☐ méně podstatné, větší množství	☐ podstatnější, větší množství	☐ závažné

Grafická, jazyková a formální úroveň:

☐ vynikající	☑ velmi dobrá	☐ průměrná	☐ podprůměrná	☐ nevyhovující

Slovní hodnocení a dotazy:

Tomáš Lesniak se ve své bakalářské práci zabývá populačními modely popsanými diferenciálními rovnicemi prvního řádu

$$x' = g(x) - p(x),$$

které kromě běžné vnitrodruhové populační dynamiky popsané členem $g(x)$ zahrnují predační člen $p(x)$. Jsou zkoumány tři tvary funkce $g(x)$ (exponenciální růst, logistický růst a bistatbilní dynamika) a tři predační funkce $p(x)$ (konstantní predace, predace s mocninným růstem a predace popsaná lineární lomenou funkcí). Autor systematicky prochází všech devět kombinací a v každém z případů popisuje dynamické chování hledáním stacionárních bodů, jejich stability a to zejména s ohledem na změnu parametrů, který je vždy shrnut podrobným popisem bifurkačního chování.

Práce je psána pěkným a srozumitelným stylem a čistým jazykem. Vzhledem k rozsahu je počet překlepů, nešikovných formulací apod. zanedbatelný. Kladně hodnotím systematické a přehledné procházení jednotlivých možností. Pro každý případ (s výjimkou kombinace bistabilní dynamiky s lineárně lomenou predací) je zahrnuto shrnující tvrzení přesně popisující dynamické chování. Výsledky jsou doplněny příklady a originálními a přehlednými ilustracemi, které čtivost textu ještě zlepšují.

Kladně hodnotím i šířku používaných technik: linearizace, analýza fázového portrétu, normální tvary jednodimenzionálních bifurkací a Taylorovy rozvoje, substituce a přechody k různým časům, redukce počtu parametrů, atd. Třešničkou na dortu je pak přehledná a pečlivá analýza dvoudimenzionální bifurakce v kombinaci logistického růstu s predací popsanou lineární lomenou funkcí, vedoucí na hrotovou bifurkaci a hysterezní chování.

Mám nicméně i několik kritických připomínek. Nejsem nadšený z podoby závěrečného odstavce §5.3, kde je zkoumána kombinace bistabilní dynamiky a lineární lomené predační funkce. Autor se zde poprvé dostal do konfigurace, kde nelze vyjádřit stacionární body explicitně a k analýze je proto nutné přistupovat odlišně. Tomáš Lesniak si toto dobře uvědomuje, ale pečlivost a přehlednost velmi zajímavé analýzy tohoto případu se bohužel nepřibližuje předchozím kapitolám.

Podobně nejsem zcela nadšen z autorovy práce s literaturou. Nejzajímavější a nejpečlivější část §5.2 popisující kombinaci logistického růstu s lineárně lomenou predací vede na hrotovou bifurkaci, která je běžně ilustrována (viz i [2,4] z autorova seznamu literatury) na velmi podobné úloze, kde je místo predační funkce $p_1(x) = \frac{\beta x}{\gamma + x}$ uvažovaná podobná predační funkce $p_2(x) = \frac{\beta x^2}{\gamma + x^2}$. Autorem používaná lineárně lomená funkce $p_1(x)$ odpovídá tzv. Hollingově reakční funkci II. typu, zatímco běžněji používaná $p_2(x)$ je tzv. Hollingova reakční funkce III. typu. Autor by jistě našel spoustu zajímavých příspěvků týkající se predační dynamiky a shrnující odstavec by práci významně oživil a zvětšil motivaci a její význam.

Poslední větší připomínku mám k práci s pojmem Alleeho efekt. Autor jej srozumitelně a obecně definuje v §2.3. V průběhu práce ale používá tento pojem i v situaci, kdy $a = k$, nebo $k = \infty$, což není, dle mého názoru, v souladu s uvedenou definicí.

Přikládám ještě seznam drobnějších připomínek

- funkce je lineární lomená, nikoliv lomenná.
- s. vii, disease.
- §2.2 u Verhulstova modelu nedává $r \leq 0$ smysl.
- §1-§3 velmi kladně hodnotím systematické používání parametrů, včetně řeckých a latinských ekvivalentů. Nicméně v některých případech dochází k nadužívání některých z písmen. Např. b je používán jako bifurkační parametr v §1, parametr porodnosti v §2 a ve zbytku práce jako predační parametr.
- 19^{12} diferenciální rovnicí.
- Věta 3.3 - lze zjednodušit pomocí značení z §2.3.
- Věta 4.5 - zajímavá otázka by byla i prozkoumat limity $x_2^*(m)$ vzhledem k parametru m.
- Věta 5.2 - dieferenciální rovnice na několika místech.
- Obrázek 5.10 - bylo by hezké zobrazit i stabilitu, jak je v bifurkačních diagramech běžné.

K diskusi u obhajoby navrhuji diskusi nad některou z následujících otázek:

1. Popište dynamické chování modelu bez predace $x' = p(x)$, kde $p(x)$ je Vámi používaná „Alleeho funkce s $a = k$“.
2. V §5.3 uvažujete α pevné a zkoumáte hraniční hodnotu $\bar{\gamma}$. Lze dojít k podobnému závěru i v opačném případě, tj. γ pevné a hledejme hraniční hodnotu $\bar{\alpha}$?

Celkově hodnotím práci velmi kladně a doporučuji uznat jako kvalifikační a navrhuji hodnocení známkou **velmi dobře**.

V Plzni dne 10. 8. 2020,

Petr Stehlík