

Posudek na bakalářskou práci Davida Zenkla: Analýza matematických modelů populační dynamiky kůrovce

Bakalářská práce se zabývá matematickým modelováním populační dynamiky kůrovce. Vychází z publikovaného modelu Nelson a Lewis (2008), který jednak částečně analyzuje a dále rozvíjí.

Práce se skládá z pěti kapitol. Druhá kapitola dává krátký přehled o obyčejných diferenciálních a diferenčních rovnicích, které tvoří metodologický aparát pro další kapitoly. Základ práce pak tvoří kapitola třetí a čtvrtá.

Ve třetí kapitole autor analyzuje výše uvedený model. Tento model, který je popsán soustavou tří obyčejných diferenciálních rovnic popisující interakce mezi populací kůrovce a dvěma stavovými proměnnými popisujícími fyziologický stav stromu, se vyznačuje tím, že pevné body nejsou izolované, ale jsou tvořeny souvislou množinou bodů. Autor nejprve pomocí transformace redukuje počet parametrů v modelu, který pak následně analyzuje. V analýze na str. 15 dole se odkazuje na práci Nelson a Lewis (2008), a uvádí podmínky, za kterých je možné považovat některé podmnožiny množiny pevných bodů za "stabilní". Nicméně tato část je nejasná, poněvadž není uvedena definice stability podmnožiny množiny pevných bodů. Např. není jasné, proč by měla být podmnožina množiny $(A,0,0)$ pro $A \geq 0.01$ považována za stabilní. V této části by bylo vhodné, aby autor uvedl odpovídající definici stability. V této souvislosti se nabízí následující definice: "Uzavřená množina E je stabilní pro daný dynamický systém, pokud pro každé otevřené okolí U této množiny existuje jiné otevřené okolí V takové, že každá trajektorie s počáteční podmínkou ve V zůstává celá v okolí U ." Obdobně je možné definovat i asymptotickou stabilitu množiny. Předpokládám, že podle uvedené definice stability by množina $(A,0,0)$ pro $A \geq 0.01$ nebyla považována za stabilní. Poznámka o nelineárních perturbacích, které provedli Nelson a Lewis a na základě kterých považují uvedenou množinu za stabilní je tak nejasná. Autor v dalším textu na str. 16-17 pěkně popisuje chování trajektorií vyšetřované soustavy rovnic. Z tohoto popisu je jasné, jak se trajektorie v okolí množiny pevných bodů chovají. Na str. 18-22 autor vyšetřuje chování systému za působení malých stochastických perturbací. Tato metoda je velmi vhodná a často používaná pro studium deterministických systémů, které mají nekonečně mnoho pevných bodů. Vlivem náhodných perturbací totiž dochází ke "zúžení" atraktoru oproti původnímu deterministickému systému. Např. v ekonomické literatuře je tato metoda nazývána "trembling hand". Autor se zabývá simulacemi systému s náhodnými perturbacemi a studuje výsledné rozložení trajektorií v určitém pevném čase. Vzhledem k tomu, že simulace proběhly na konečném časovém intervalu, není jasné, zda-li reprezentativně predikují chování systému. Bylo by vhodné v této souvislosti se pokusit analyzovat stochastickou diferenciální rovnici, ze které model vychází. Je ovšem zcela jasné, že problematika stochastických rovnic přesahuje rámec bakalářského studia a tato poznámka je spíše míněna jako motivační pro případnou budoucí práci autora. Autor dále rozvinul základní deterministický model Nelsona a Lewinse v několika směrech: vliv fyziologického stavu stromu, vliv omezené schopnosti kůrovce metabolizovat pryskyřici a vliv agregace kůrovce.

Kapitola 4 se zabývá modelováním dynamiky kůrovce pomocí diskrétního dynamického modelu. Autor v této části odvozuje populačně dynamický model

kůrovce, který zahrnuje životní cykly tohoto škůdce. V rámci tohoto modelu se pak zabývá možnými strategiemi boje proti kůrovci. Tento model je oproti spojitému modelu z kapitoly 3 jednodušší v tom směru, že je jednodimenzionální. Na druhou stranu popisuje populační dynamiku kůrovce v dlouhém časovém období, což umožňuje studovat efektivní metody ochrany proti kůrovci.

Závěr práce tvoří pátou kapitolu.

V práci se na některých místech objevují drobnější formální nedostatky, např.
str. 12: angl. termín "per capita" se obvykle překládá jako "specifický"
str. 14: Zápis týkající se formálního postupu derivace na ř. 11 je sice zcela srozumitelný, ale formálně není správně zapsaný, neboť chybí funkce, která se derivuje. Stejný výraz se objevuje i na str. 25 nahoře.
str 15, ř. 6 zdola: Věta není dokončena, má být "...neumíme rozhodnout o stabilitě equilibria".

Nicméně celkově je práce dobře čitelná a je zjevné, že student je schopný aplikovat metody matematické analýzy pro řešení aplikovaných problémů.

Domnívám se, že modely uvedené v bakalářské práci mohou být základem pro budoucí publikaci v odborném časopise.

Závěr: Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji ji hodnotit jako vynikající.



Prof. RNDr. Vlastimil Křivan, CSc.