

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Technická zpráva projektu předmětu IMS
Varianta 4: Chov hmyzu pro potravinářské a
průmyslové účely

Tomáš Kukaň
Petr Knetl

7. prosince 2018

Obsah

1	Úvod	2
1.1	předloha modelu a zdroje informací	2
2	Rozbor tématu	2
2.1	Životní cyklus cvrčků	2
2.2	Podmínky chovu	3
3	Konceptuální návrh	3
3.1	Poměr prodaných ku poměru reprodukčních	4
3.2	Číselné hodnoty modelu	4
4	Implementace	4
4.1	Simulační model	4
5	Experiment	5
6	Shrnutí výsledků	5
6.1	Interval od 0 do 90%	5
6.2	Interval od 90 do 100%	6
6.3	Vliv procenta prodaných cvrčků na ztrátu vajec a cvrčků	7
7	Závěr	7
8	Zdroje informací	8

1 Úvod

Tento text vznikl jako dokumentace projektu Modelování a Simulace. Zadáním bylo vytvořit a nasimulovat model hmyzí farmy v podmínkách území České republiky. Naše simulace modeluje cvrččí farmu, konkrétně poměr cvrčků uchovaných pro vytvoření další generace ku dílu zpracovaných a prodaných jako finální produkt.

1.1 předloha modelu a zdroje informací

Model byl vytvořen na základě informací získaných z internetu. Veškeré zdroje jsou uvedeny na konci dokumentu v referencích (kapitola 8.). Nejdůležitějším zdrojem pro nás byl entomologický vědecký článek *Methods for rearing the house cricket, Acheta domestica (L.), along with baseline values for feeding rates, growth rates, development times, and blood composition* od dvojice autorů Craig W. Clifford a Joseph Woodring, protože se jedná o skutečný vědecký výzkum. Ostatní zdroje jsme používali s opatrností, jelikož se jedná o články z internetu ke kterým nejsou uvedeny patřičné zdroje.

2 Rozbor tématu

K vytvoření modelu je potřeba nejprve dobře znát a porozumět jeho předloze. Reálná cvrččí farma se zabývá chovem cvrčků pro potravinářské účely. Jedná se o velmi efektivní a udržitelný způsob produkce nutričně kvalitní potravy. V asijských zemích je tento způsob obživy naprosto normální a má svojí tradici, ale do západních zemí se teprve dostává. Čím dál více je chov hmyzu vyzdvihován, právě kvůli udržitelnosti a celkové ekologické šetrnosti oproti chovu hospodářských zvířat. Předpokládá se, že chov hmyzu se bude čím dál více šířit, a to například z důvodu, že se hmyz letos legislativně stane povoleným jídlem v celé Evropské unii⁵. V České republice se žádné velké cvrččí farmy zatím nevyskytují, avšak v zahraničí (převážně v Thajsku) již farmy českých vlastníků existují, a cvrččí produkty se do Čech importují⁵.

2.1 Životní cyklus cvrčků

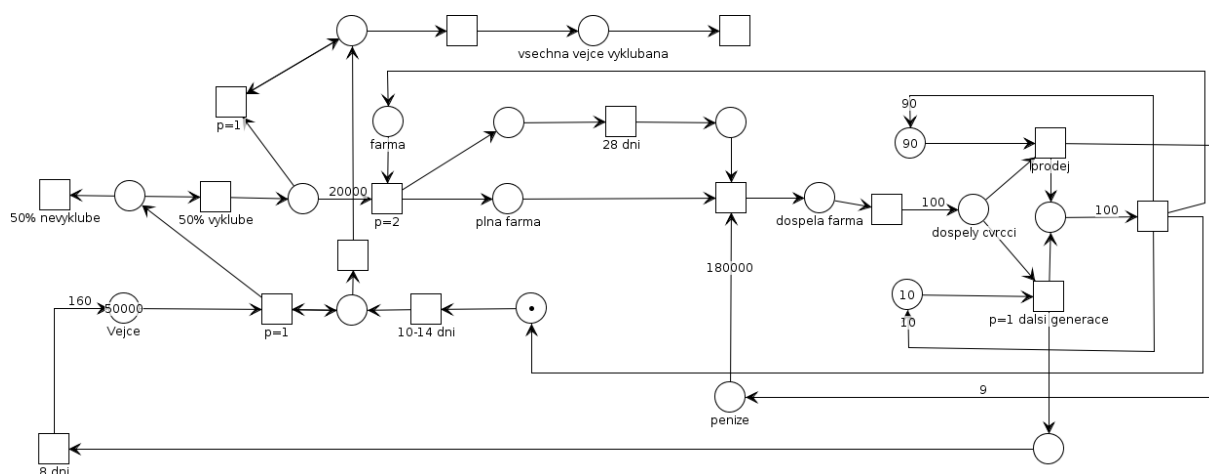
Celý proces (životní cyklus generace) začíná u nakladených vajíček. Vajíčka jsou odebrána od rodičů a přesunuta do líhně, neboli do místa splňujícího podmínky na teplotu a vlhkost vzduchu. V líhni stráví vajíčka v průměru mezi deseti až čtrnácti dny. Jakmile se vajíčka vylíhnou, jsou přesunuty zpět do farmy. Další etapa ve vývoji cvrčků je dospívání. To trvá přibližně třicet dní. V průběhu dospívání je potřeba každý den cvrčkům doplňovat vodu a krmení. Voda je cvrčkům podávána v nacucané mycí houbě, která je potřeba pro zdraví cvrčků pravidelně čistit. Jakmile cvrčci dospějí, tak většina je usmrcena zamražením a připravena pro další zpracování, poté vcelku prodána nebo je z nich vytvořen následný produkt, převážně mouka⁶. Zbytek cvrčků je nechán pro naklazení vajíček a vytvoření další generace. Pro vytvoření další generace stačí zlomek z celkových cvrčků, protože jsou při kladení vajíček velice aktivní a množí se exponenciální rychlostí.

2.2 Podmínky chovu

K produkci cvrčků je potřeba hned několik věcí. Mezi ty nejdůležitější patří kvalitní krmení, voda a prostory pro chov, kde lze regulovat a hlavně udržovat správnou teplotu a vlhkost vzduchu. Pro správný růst a zdraví cvrčků je potřeba zachovávat teplotu v místnosti mezi dvaceti až třicet dvěma stupni Celsia a vlhkost vzduchu mezi třiceti až padesáti procenty. Pro líhnutí vajíček jsou podmínky ještě přísnější. Na kvalitní vylíhnutí je potřeba udržovat vlhkost blízko sto procentům a teplota nesmí klesnout pod dvacetsedm stupňů Celsia⁶.

3 Konceptuální návrh

Náš konceptuální model se soustředí na poměr zpracovaných cvrčků, a těch kteří jsou ušetřeni pro vytvoření další generace. V závislosti na této proměnné sledujeme finanční výnos chovu. Pro takovouto simulaci není potřeba kompletní model farmy, tudíž jsou některé části zanedbány a model je zjednodušen. Například v našem modelu nedochází ke krmení cvrčků každý den, nýbrž je finanční suma stržena až po celém životním cyklu cvrčků. Návrh modelu je v podobě Petriho sítě zobrazen na obrázku 1. Zobrazená Petriho síť modeluje případ, kdy prodáváme 90% cvrčků a 10% uchováváme pro reprodukci.



Graf 1: Zobrazení modelu pomocí Petriho sítě

Model je činný po dobu jednoho roku simulovaného času. Počítáme s tím, že farma nemůže být nekonečně velká, proto jsme zvolili 20 000 cvrčků jako maximální limit farmy. Poté co cvrčci vyrostou, tak je necháváme klást vajíčka dalších 8 dní a poté startujeme další cyklus (generaci).

3.1 Poměr prodaných ku poměru reprodukčních

Jak již bylo řečeno v kapitole 2.1, tak cvrčci se množí exponenciální rychlostí díky obrovské frekvenci kladení vajíček. To umožňuje po dospění velkou část generace usmrtit a prodat, zatímco si jen zlomek dospělých cvrčků necháme pro početí další generace. V našem výzkumu zkoumáme právě ideální poměr pro maximalizování výnosu farmy.

Čím více cvrčků se okamžitě po dospění prodá, tím větší okamžitý zisk vznikne, avšak z dlouhodobého hlediska to může být prodělečné, z důvodu nedostatku snesených vajíček a vytvoření příliš malé další generace. Nadruhou stranu pokud necháme příliš moc cvrčků pro vytvoření další generace, tak okamžitý zisk snížíme a navíc musíme uvažovat s útratou na krmení ponechaných cvrčků. Další důležitou proměnnou modelu je fakt, že kapacita cvrččí farmy není nekonečná, tudíž vylíhnuté cvrčky, kteří se už do farmy nevejdou, nelze chovat a o potenciální zisk tak přijdeme.

3.2 Číselné hodnoty modelu

V našem modelu bylo použito hned několik konstant, které vycházejí z referenčních zdrojů. Tyto konstanty jsou:

1. Nákupní cena 100 vajec⁴ - 14.3,- Kč
2. Prodejní cena 100 cvrčků³ - 195.8,- Kč
3. Úspěšnost vylíhnutí vejce⁴ - 50%
4. Doba inkubace vejce¹ - 10 až 14 dní
5. Doba dospívání cvrčka³ - 28 dní
6. Počet nakladených vajec cvrček/den¹ - 20 vajec

4 Implementace

Simulace byla vytvořena v programovacím jazyku C++ s využitím knihovny SIMLIB. Jazyk byl zvolen z důvodu využití objektového návrhu aplikace. Části programu jsou převzaty z přednášek a demonstračních příkladů předmětu IMS. Jedno spuštění programu vygeneruje data pro konkrétní nastavení poměru prodaných:zachovaných cvrčků. Pro opakované spuštění jsem napsali Python script `get_statistics.py`, který spouští simulaci s různými vstupy a výstupy ukládá do csv souboru. Z csv souboru jsou následně vygenerovány grafy z kapitoly 6.

4.1 Simulační model

Model byl simulován pomocí několika instancí třídy `Process` knihovny `Simlib`. Proces byl vytvořen pro farmu, generátor vajec, vejce, mláďata a rodiče (dospělé cvrčky). Implementace odpovídá nákresu 1. Simulace začíná zakoupením (vygenerováním) vajec, které jsou následně přesunuty do instance Líheň třídy `Store`. Jakmile jsou všechna vejce vyklubána, jsou přesunuta do farmy. Proces farmy simuluje čas dospívání cvrčků a cenu za jejich krmení. Poté co cvrčci dospějí, je část okamžitě prodána a zbytek je přesunut do procesu Rodič. Proces simuluje kladení vajíček v průběhu času. Po ukončení procesu Rodič se řízení programu přesouvá zpět do procesu Vejce a tak simulace pořád dokola iteruje až do dosažení času jednoho roku, kdy končí.

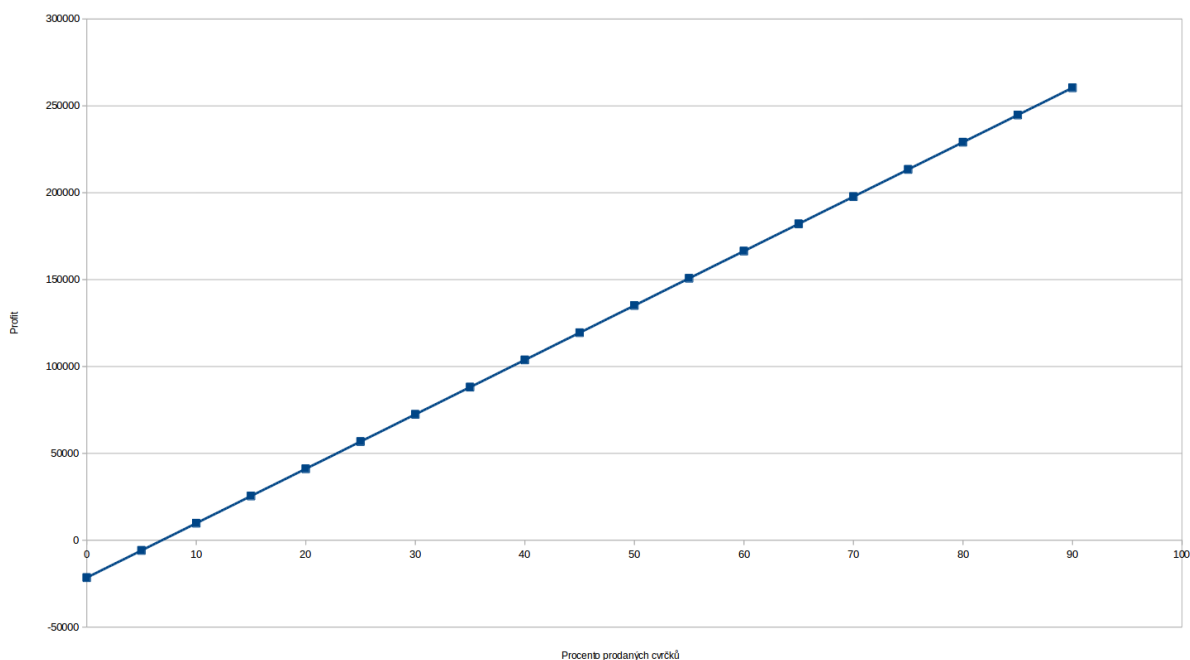
5 Experiment

Experiment spočíval v opakovaném spouštění modelu s jinými hodnotami vstupní proměnné (poměr prodaných:zachovaných cvrčků). Proměnnou jsme měnili v intervalu mezi nulou až sto procenty. v intervalu nula až devadesát jsme stanovili krok pět procent, protože zhuštění vzorku na tomto intervalu by nepřineslo žádné další užitečná data. Vzorkování jsme avšak změnili v intervalu devadesát až sto procent na délku kroku jedno procento. Z toho intervalu je totiž možno vyvodit závěr kolik procent cvrčků je výhodné si ponechat a kolik jich prodat.

6 Shrnutí výsledků

6.1 Interval od 0 do 90%

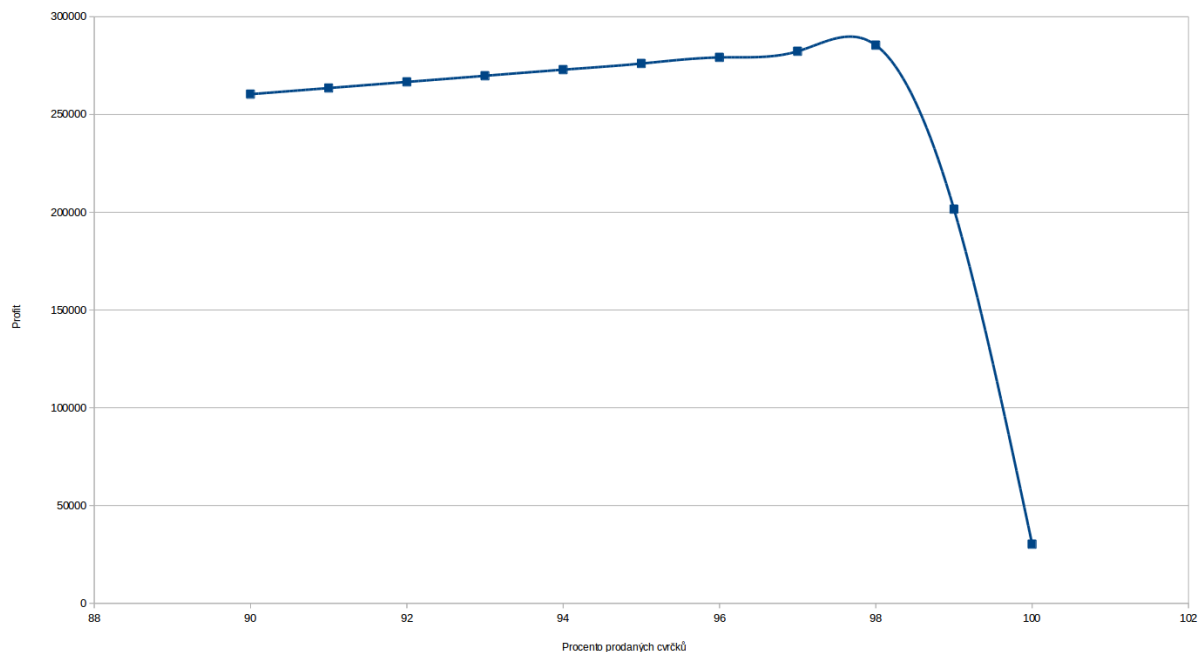
Výsledky z tohoto intervalu jsou zobrazeny v grafu 2. X-ová osa zobrazuje zisk/ztrátu peněz v Českých korunách, y-ová zobrazuje procento prodaných cvrčků. Z grafu je zjevné, že pokud prodáme pouze šest procent nebo méně cvrčků, pak zůstane příliš moc cvrčků pro vytvoření další generace a vznikne přebytké množství vajec, které nebude možné využít kvůli omezené kapacitě farmy. Jakmile prodáme více než šest procent cvrčků, pak začne být farma výdělečná, avšak velice málo oproti jejímu plnému potenciálu. Od šesti do devadesáti procent se funkce nemění a roste lineárně. Čím více vajec na tomto intervalu prodáme, tím větší zisk vznikne. Funkce se začne zajímavě chovat v okolí 98%, viz. další podkapitola.



Graf 2: Interval mezi 0 a 90% prodaných cvrčků

6.2 Interval od 90 do 100%

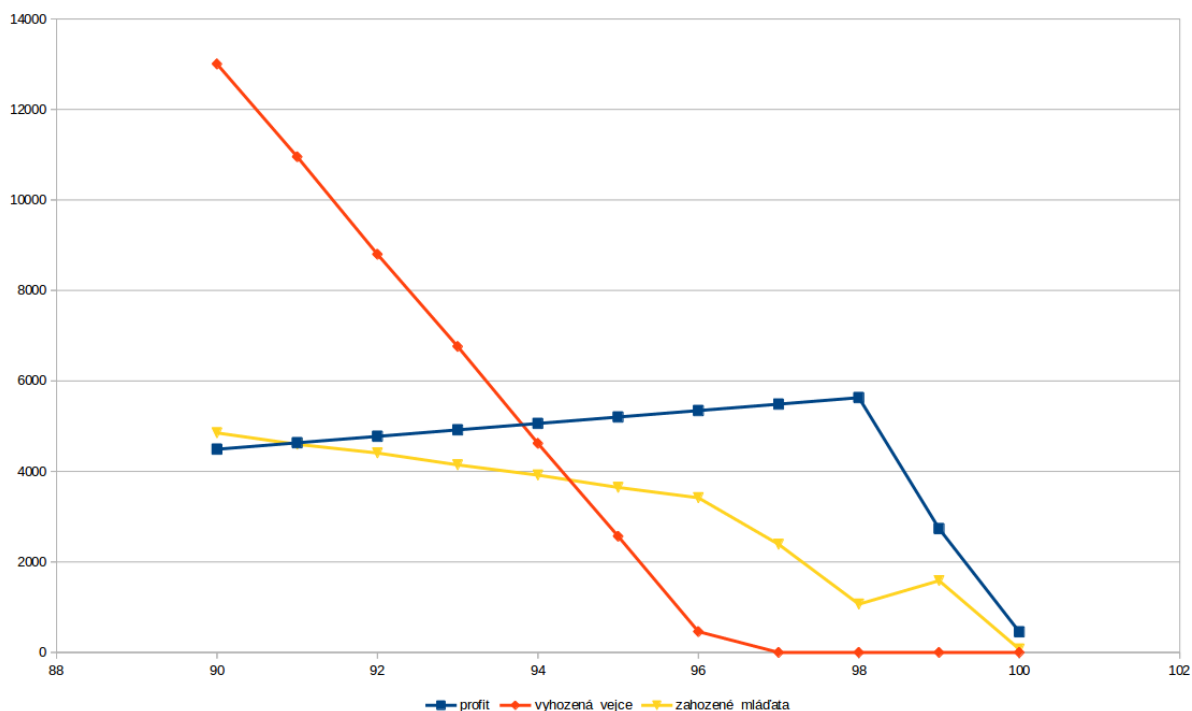
Průběh tohoto intervalu zobrazuje graf 3. X-ová osa opět zobrazuje zisk/ztrátu peněz v Českých korunách a y-ová zase zobrazuje procento prodaných cvrčků. Funkce stále strmě lineárně stoupá až k 98% prodaných cvrčků, kde je výnos maximální. Jakmile ovšem překročíme tuto hranici, zisk kolmě klesat. Funkce takto klesá z důvodu nedostatku vzniklých vajíček pro další generaci. Chybějící vajíčka jsme nuceni dokoupit a na tom farma trátí.



Graf 3: Interval mezi 90 a 100% prodaných cvrčků

6.3 Vliv procenta prodaných cvrčků na ztrátu vajec a cvrčků

Tento vztah zobrazuje graf 4. Y-ová zobrazuje pro jednotlivé funkce zisk/ztrátu peněz (tentokrát v amerických dolarech pro lepší přehlednost), počet nevyužitých vajec a počet nevyužitých mláďat. X-ová osa opět zobrazuje procento prodaných cvrčků v intervalu devadesát až sto procent. Z grafu je opět vidět že k maximálnímu zisku dojde při prodání 98% procent cvrčků a to z důvodu stoprocentního využití vajec. Vajec je v tomto nastavení vhodný počet, protože po vylíhnutí existuje dostatek cvčků pro naplnění farmy, ale zároveň se téměř všichni cvrčci vejdou do farmy a nedochází k jejich plýtvání.



Graf 4: Interval mezi 90 a 100% prodaných cvrčků

7 Závěr

Zkoumáním simulačního modelu bylo zjištěno že ideálním poměrem prodaných a zachovaných cvrčků je devadesátosm ku dvěma procentům pro výše uvedené hodnoty. Pokud by se parametry farmy lišili, musel by se experiment provést znovu.

8 Zdroje informací

[1] WOODRING J.P., Clifford C.W. Methods for rearing the house cricket, *Acheta domesticus* (L.), along with baseline values for feeding rates, growth rates, development times, and blood composition. USA, 1990.

[2] Feeder Crickets. A Quick Run Down of a Cricket's Life Cycle. The Critter Depot. [online]. 2018, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://www.thecritterdepot.com/blogs/news/34185665-a-quick-run-down-of-a-cricket-s-life-cycle>

[3] Fluker's Cricket Farm. Live Crickets Farm - Order Online. Fluker's Cricket Farm. [online]. 2018, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://flukerfarms.com/live-cricket-s/>

[4] Premium Crickets. Bulk Cricket Eggs. The Premium crickets. [online]. 2018, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <http://www.premiumcrickets.com/Products/Bulk-Cricket-Eggs-approximately-60-000-eggs.aspx>

[5] PATOČKOVÁ, Martina. Stamiliony cvrčků pro Evropu. Češi otevřou největší hmyzí farmu na světě. Idnes [online]. 2018, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: https://ekonomika.idnes.cz/hmyz-jidlo-potravina-crvcci-d1j-/ekonomika.aspx?c=A180204_094800_ekonomika_ane

[6] KOIVU TELEVISION. KoivuTV and Johanna Koivu gets acquainted with a Finnish cricket farm [Video File]. 2018, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z <https://youtu.be/gNG7lOFBM8>

[7] COWBOY CRICKETS. Cricket Farming For Food and Feed [Video File]. 2018, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z <https://youtu.be/JUgDsxWYSS8>

[8] PERINGER, Petr. Modelování a simulace [online]. 2017, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php?file=%2Fcourse%2FIMS-IT%2Flectures%2FIMS.pdf&cid=12760>

[9] PERINGER, Petr. Popis simulační knihovny SIMLIB [online]. 1997, [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <https://www.fit.vutbr.cz/peringer/SIMLIB/doc/html-cz/>