

Projekt do predmetu IMS - Model provozu drůbežárny

1. Úvod

V tejto správe je popisovaná simulácia ([10], slajd 8) modelu ([10], slajd 7) hydínárne. Na základe modelu a simulačných experimentov bude ukázaný chod hydínárskeho podniku v rôznych podmienkach (rôzna cena kuriat, režim nasadzovania). Pre vytvorenie modelu bolo potrebné naštudovať chov hydiny v ČR a SR.

1.1 Autori a zdroje informácií

Autormi projektu sú Filip Mutňanský a Dušan Želiar. Znalosti o chove hydiny v Česku a na Slovensku boli nadobudnuté z dokumentu *Kuře (1) - 36denní životní cyklus [1]* a *Kuře (2) – Porážka [2]* ďalej z prác *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare [5]*, *Zpracování jatečných kuřat [7]* a *Cíle užítkovosti brojlerů Ross 308 [8]*. Údaje o cenách násadových vajec a kuracieho mäsa sú z Agrárnej komory Českej republiky [3] [4]. Ceny krmiva a vyliahnutých kuriat boli poskytnuté Petrom Petránkom vlastníkom farmy moriek a kuriat. Informácie o podniku Vodňanské kuře a Vodňanská drůbež sú získané z výročných správ [6] [12].

1.2 Overovanie validity modelu

Validita ([10], slajd 8) modelu bola overovaná počas implementácie sledovaním výstupov simulácie a porovnávaním s kapacitami a produkciou v podniku Vodňanské kuře a Vodňanská drůbež.

2. Rozbor témy a použitých metod/technológií

Hydínársky priemysel sa zaoberá chovaním hydiny za účelom získania mäsa, alebo vajec. Pri intenzívnom chove je možné venovať sa iba jednému zameraniu. V našom prípade sa budeme venovať chovu hydiny pre mäso. Ako vzorový podnik ku získaniu informácií boli použité závody Vodňanské kuře a Vodňanská drůbež. Závod Vodňanské kuře sa venuje liahnutiu a výkrmu hydiny a závod Vodňanská drůbež sa venuje porážke a výrobe mäsových výrobkov. Oba podniky sa venujú chovu a spracovaniu kuriat, kačiek, moriek a iných druhov hydiny. Nasledujúce fakty sa týkajú hlavne chovu kuriat.

Chovanie kuriat začína nakúpením násadových vajec určených pre chov na mäso. Cena jedného násadového vajca sa pohybuje okolo 1,96 Kč/kus [3]. Tieto vajcia sa vložia do predliahne kde pobudnú dobu 18 dní [1]. Po 18 dňoch sú preložené do doliahne kde sú 3 dni [1]. Vajca sa dajú do liahne vkladať naraz, kedy sa obsadí celá kapacita liahne a naraz sa aj vyprázdni, alebo pomerným spôsobom (tretinový, štvrtinový) [5]. Liahnivosť kuriat v súčasných podmienkach je 85-90% [5]. Kapacita liahne podniku Vodňanské kuře je 2 764 800 vajec[1].

Vyliahnuté kuratá sú následne prevezené do výkrmných hál, kde pobudnú 36 dní [1]. Podnik Vodňanské kuře vlastnil v roku 2014 27 výkrmových fariem [6], produkcia kuriat z liahní nepokryje kapacitu všetkých fariem, preto niektoré farmy musia 1-dňové kuratá na výkrm kupovať. V súčasnosti je povinné dodržiavať tzv. welfare (blaho) kuriat. To znamená, napríklad: určené váhy kuriat na 1m², určené svetelné režimy vo výkrmných halách, alebo určené krmné zmesi. Kuratá počas svojho života prijímajú podľa veku rôzne krmné zmesi [5]. Dôležitý parameter výkrmu je konverzia krmiva, tento údaj znamená množstvo krmiva na kilogram živej váhy, konverzia krmiva v podniku Vodňanské kuře je 1,8kg[1]. Cena krmiva sa podľa osoby v obore pohybuje od 6,76 Kč/kg po 8,92 Kč/kg v závislosti od kúpeného množstva. Úmrtnosť kuriat pri výkrme je 3% [1]. Na 36. deň výkrmu majú kuratá váhu okolo 2kg [1]. Predajná cena 1-dňového kuratá je podľa osoby v obore od 6,24 Kč/kus po 9,46 Kč/kus, závisí od množstva.

Po výkrme sú prevezené na porážku, kde sú usmrtené a spracované. Rýchlosť jedného zo zariadení na porážku podniku Vodňanská drůbež je 125000-135000 denne pričom celkovo proces

spracovania jedného kurat'a trvá 2 hodiny a 40 minút, celkovo je podnik s dvoma zariadeniami schopný spracovať 220 000 kusov denne [2]. Kuratá sú podľa jakosti určené buď na predaj ako celé, alebo naporcované. Kuriat v celku je v priemere 30% a naporcovaných 70%[2]. Po spracovaní kuriat zostane 73,5% váhy (výťažnosť) [7]. Pomer váhy mäsa ku celku je pre prsia priemerne 21,68% a pre stehno 22,49% pre kuratá s podobnými parametrami ako sú použité v podniku Vodňanské kuře [8]. Zvyšok je spracovaný na kurací separát a predávaný ako výrobky. Následne sú kuratá balené a predávané do obchodných reťazcov. Cena kuriat v celku je 46,77 Kč/kg, prs 104,21 Kč/kg a stehna 53,63 Kč/kg [4].

Počas celého života kuriat je dôležité, aby sa dostavili na ďalšie stanovisko bez čakania, akékoľvek čakanie na uvoľnenie kapacít je neprípustné.

Spoločnosť Vodňanské kuře malo v roku 2014 98 zamestnancov, z toho 70 riadiacich pracovníkov. Spoločnosť Vodňanská drůbež mala v roku 2014 1504 zamestnancov [6][12].

2.1 Popis použitých postupov

Model je implementovaný v jazyku C++ s využitím knižnice SIMLIB [9]. Táto knižnica poskytuje triedy pre udalosti [10] (slajd 169), sklady [10] (slajd 184) ako aj štatistiky [10] (slajd 195 - 200).

2.2 Popis pôvodu použitých metód/technológií

Jednotlivé algoritmy a konštrukcie použité v projekte sú inšpirované democvičením 2 [11] a prednáškami predmetu IMS [10].

3. Konceptia modelu

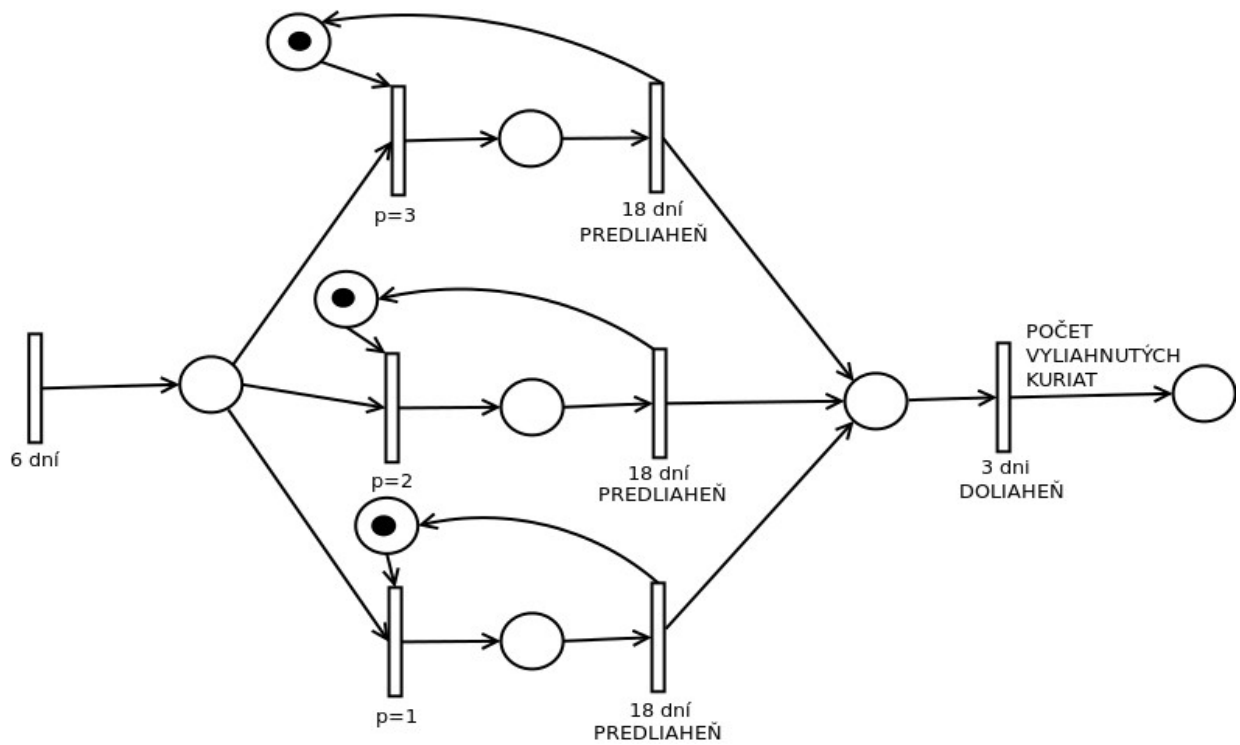
Pri návrhu abstraktného modelu [10] (slajd 41-43) bolo vhodné aby došlo k niekoľkým zjednodušeniam. Doba dopravy bola zanedbaná, keďže sa predpokladá, že stanovištia budú v blízkosti a jednotka modelového času [10] (slajd 21) je deň. Návrh modelu bol inšpirovaný reálnymi podnikmi Vodňanské kuře a Vodňanská drůbež, ale s vlastným a podobnými parametrami. Kapacita liahne nášho modelu je 1 200 000 vajec, počet výkrmných fariem je 20 s kapacitou 220 000 kuriat. Vodňanská drůbež má 2 prevádzky na spracovanie kuriat o kapacite spolu 220 000 denne. V našom modeli budeme predpokladať jednu prevádzku o kapacite 220 000. Rýchlosť linky na spracovanie kuriat je zanedbaná, keďže spracovanie 1 kurat'a trvá iba 2 hodiny a 20 minút a modelový čas [10](slajd 21) je v dňoch. Vzhľadom na to, že kuratá na farme sú počas života kŕmené rôznymi kŕmnymi zmesami v závislosti od veku, nie je možné, aby boli vo výkrme kuratá s rozdielnym vekom. Preto, ak sa naplní určitá farma niekoľkými kurat'ami z jednej várky, nemôže sa doplniť kuratami z inej várky. Vykrmené kuratá z farmy putujú spolu v počte niečo pod 220 000 rovno na porážku a sú hneď spracované, tým pádom je možné zanedbať prekročenie kapacity porážky. Keďže nie je možné, aby kuratá pri presúvaní na druhé stanovisko čakali na uvoľnenie kapacít, tak zvyšné kuratá, ktoré prekročia kapacitu výkrmnej farmy sú predané ako 1-dňové za trhovú cenu. Liaheň umožňuje jednotný, tretinový a štvrtinový spôsob nasadzovania vajec rozdelením jej kapacity. Počet zamestnancov v roku 2014 bol v podnikoch Vodňanské kuře a Vodňanská drůbež 1602, pričom oba podniky mali prevádzky aj pre iné druhy hydiny ako kuratá. Počet zamestnancov v našom modeli je s ohľadnením na počet zamestnancov reálnych podnikov 800. Priemerný plat zamestnancov v našom modeli je 550 Kč/deň. Predpokladajú sa nočné aj denné smeny. Model ([10], slajd 7) nezapočítava plat pracovníkov porážky počas prvých 57 dní, pretože žiadne kuratá počas prvých 57 dní vykrmené nie sú, platí sa len 65 zamestnancom. Z naporcovaných kuriat sa predávajú iba prsia a stehno, tvorba kuracieho separátu a predaj výrobkov z neho je zanedbaný.

3.1 Spôsob vyjadrenia konceptuálneho modelu

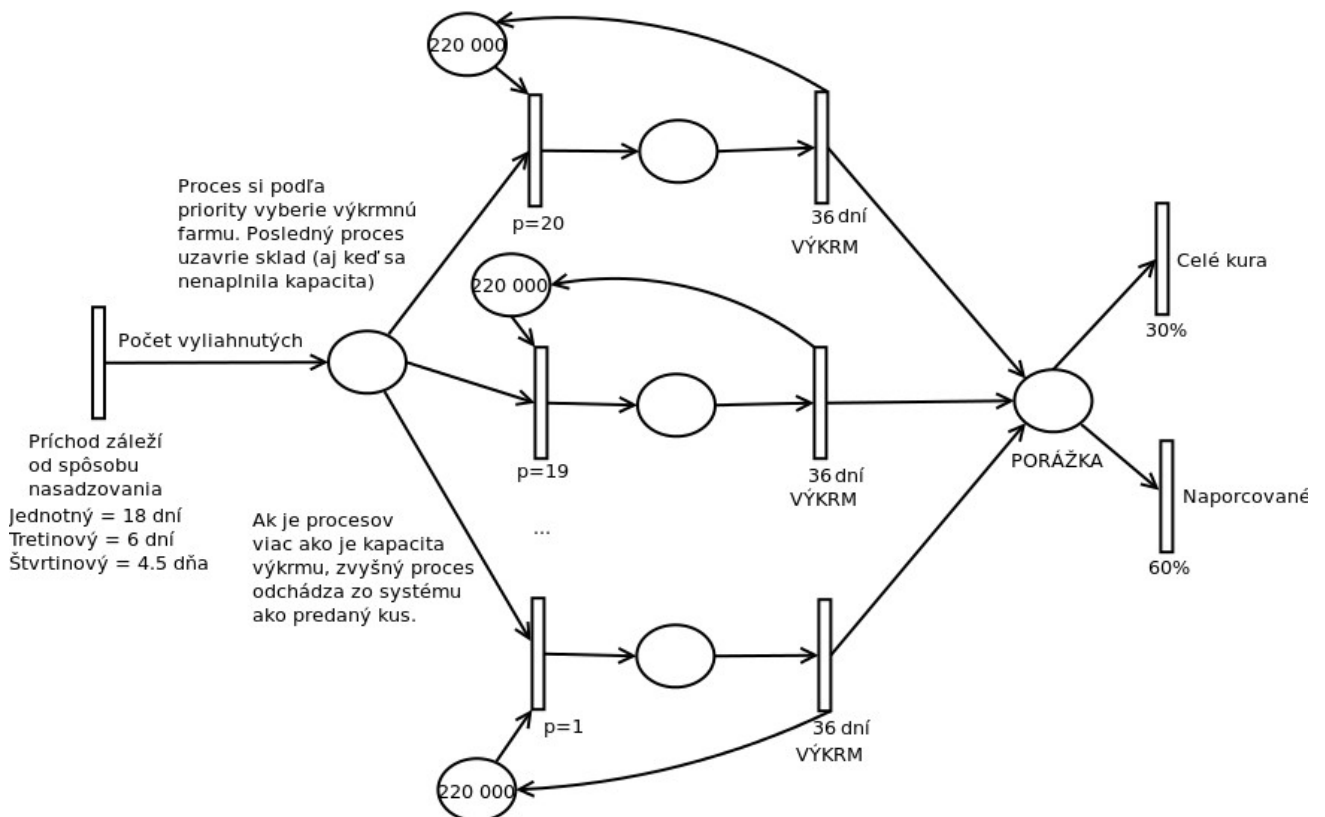
Na obrázku 1 je znázornené liahnutie v tretinovom spôsobe nasadzovania vajec pomocou petriho siete. Každé z troch zariadení [10] (slajd 146) predstavuje tretinu kapacity predliahne. Procesy [10] (slajd 121) prichádzajú s pravidelným odstupom 6 dní a vyberajú si časť kapacity predliahne podľa priority [10] (slajd 128). Po obsadení predliahne prebieha 18 dní liahnutie. Po 18 dňoch sa proces [10] (slajd 121) presunie do doliahne kde pobudne 3 dni. Potom vytvorí počet značiek určených číslom *počet vyliahnutých kuriat*. Toto číslo sa zistí ako *počet nasadených kuriat* vynásobené náhodným číslom od 85 do 90 podelené 100. Týmto sa určí počet narodených kuriat. V prípade, že by sa jednalo o štvrtinový spôsob nasadzovania, zariadenia by boli 4 a procesy [10] (slajd 121) by prichádzali každého 4,5 dňa. Ak by sa jednalo o jednotný spôsob nasadzovania bolo by jedno zariadenie [10] (slajd 146) predstavujúce celú kapacitu predliahne a proces liahnutia by prichádzal každých 18 dní.

Na obrázku 2 je znázornený výkrm a následná porážka. Do systému prichádza počet procesov rovný počtu vyliahnutých kuriat z liahne v rovnomerných odstupoch. Jednotlivé sklady [10] (slajd 148) predstavujú výkrmné farmy s kapacitou 220 000 kuriat. Proces si vybere farmu podľa priority. Ak počet procesov presahuje kapacitu skladu, tak zvyšné procesy opúšťajú systém v podobe predaných vyliahnutých kuriat. Ak po príchode vyliahnutých kuriat sa nezaplní nejaký sklad, tak je uzavretý a ďalšie procesy obsadia nasledujúci sklad. Toto opatrenie umožní aby sa nemiešali kuratá v rôznych vekoch. Po výkrme je rozhodnuté podľa rovnomerného rozloženia [10] (slajd 89), či sa kura predá ako celé, alebo naporcované.

3.2 Formy konceptuálneho modelu



Obrázok 1: Liaheň pri tretinovom režime



Obrázok 2: Výkrm a porážka

4. Architektura simulačného modelu

Liahnutie reprezentuje proces [10] (slajd 174) `Hatching`. Liaheň predstavuje pole `Facility Liahen` [10] (slajd 146). Farmy na výkrm reprezentuje pole `Store` [10] (slajd 147) `Vykrm`. Generátory procesov liahnutia sú realizované `Generátorom`, potomkom `Eventu` [10] (slajd 169), názvy generátorov: `Generator1`, `Generator3`, `Generator 4`, `GeneratorKupenych`. Výkrm a porážka sú realizované procesom [10] (slajd 174) `ZivotKurata`. Výkrm a porážka kúpených kuriat sú realizované procesom [10] (slajd 174) `ZivotKurataKupeneho`. Platenie plátov zamestnancov vykonáva `Event Pay` spúšťaný každú jednotku času. Výpis tržieb realizuje `Event WriteTrzby`, ktorý vypisuje globálnu premennú `Trzby` každých 10 dní.

4.1 Parametry programu

```
./projekt-IMS arg1 arg2 arg3 arg4
```

`arg1` – určuje spôsob nasadzovania vajec (1 – jednotný, 3 – tretinový, 4 - štvrtinový)

`arg2` – určuje, či sa budú kupovať kuratá do výkrmných fariem (1 – áno, 0 – nie)

`arg3` – určuje výstupný súbor (2 – `experiment2`, 3 – `experiment3`, `a` – `experiment1a`, `b` – `experiment1b`, `c` – `experiment1c`)

`arg4` – určuje cenu 1-dňového kurat'a

Príkazom `make` sa program preloží.

Príkazom `make run` sa spustia demá

5. Experimenty

Poznámka: Zatiaľ čo experiment 1 prebiehal s kapacitami výkrmu 220000 a kapacitou liahne 1200000 na osobnom počítači. V odovzdanom riešení pri každom experimente sú kapacity 1000x zmenšené, kvôli veľkému počtu procesov a rýchlosti behu programu. V následných experimentoch boli kapacity 100x zmenšené. Náklady budú tiež zmenšené 100x. Bolo experimentálne overené, že výsledné tržby sú 100x zmenšené a výsledok to neovplyvní.

5.1 Experiment 1

5.1.1 Postup experimentovania a okolnosti štúdie

Cieľom tohto experimentu je zistiť počet obsadených fariem vyliahnutými kuratami z našej liahne pri každom spôsobe nasadzovania. Sledujú sa výstupy skladov predstavujúcich výkrmné farmy. Experiment prebieha opakovaným spúšťaním simulačného modelu ODKAZ s inými parametrami. Spôsob nasadzovania bude určený parametrom príkazového riadku. Počet nasadených vajec bude maximálny s ohľadom na kapacitu. Doba behu bude 100 dní.

5.1.2 Dokumentácia experimentu

V ľavom stĺpci tabuľky je názov skladu reprezentujúceho danú farmu a v pravom stĺpci je využitie kapacity.

spôsob nasadzovania = jednotný

Store Vykrm[0]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[1]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[2]	Capacity = 220000 (0 used, 220000 free)

spôsob nasadzovania = tretinový

Store Vykrm[0]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[1]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[2]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[3]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[4]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[5]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[6]	Capacity = 220000 (0 used, 220000 free)

spôsob nasadzovania = štvrtinový

Store Vykrm[0]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[1]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[2]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[3]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[4]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[5]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[6]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[7]	Capacity = 220000 (220000 used, 0 free)
Store Vykrm[8]	Capacity = 220000 (0 used, 220000 free)

Pri použití jednotného nasadzovania boli zaplnené len 2 farmy, pri použití tretinového 6 a pri použití štvrtinového 8. Ostatné farmy boli nezaplnené. Zvyšné kuratá boli predané ako 1-dňové.

5.1.3 Záver experimentu

Vďaka tomuto experimentu môžeme s istotou určiť, ktoré farmy sa budú venovať výkrmu kúpených kurčiat a naďalej experimentovať s využitými farmami na výkrm. Vhodný ďalší experiment by bol sledovať tržbu s vyplnenými farmami na výkrm.

5.2 Experiment 2

5.2.1 Postup experimentovania a okolnosti štúdie

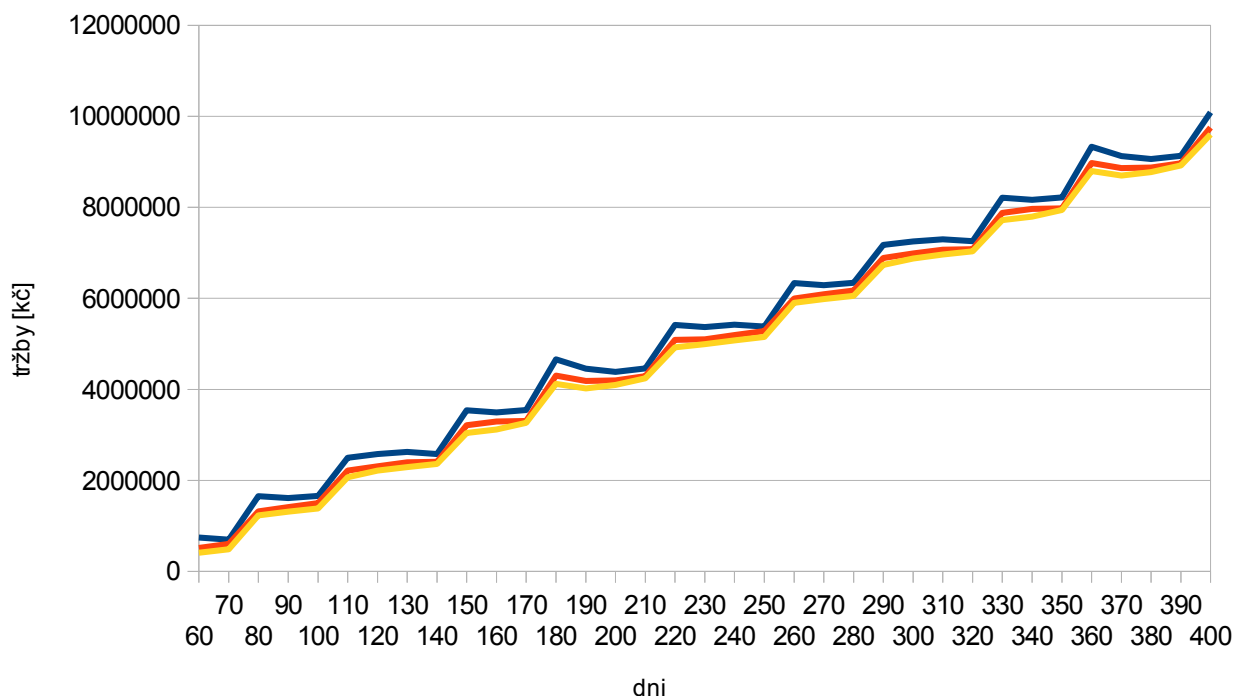
Cieľom tohto experimentu je zistiť rozdiel v tržbách pri použití rôznych spôsobov nasadzovania vajec. Sledujú sa celkové tržby vypisované do súboru každých 10 dní. Experiment prebieha opakovaným spúšťaním simulačného modelu s rozdielnymi parametrami. Spôsob nasadzovania bude určený parametrom príkazového riadku. Počet nasadených vajec bude maximálny s ohľadom na kapacitu. Doba behu bude 400 dní.

Konštanty:

cena 1-dňového kurata – 6,5 Kč/kus

cena krmiva – 7,00/kg

5.2.2 Dokumentácia experimentu



Modrá farba reprezentuje jednotné nasadzovanie, oranžová tretinové a žltá štvrtinové. Tržby znamenajú celý zisk do daného času mínus všetky náklady za daný čas.

5.2.3 Záver experimentu

Z grafu môžeme zistiť, že pri takej cene krmiva a 1-dňových kuriat aká bola zadaná je rozdiel v tržbách viditeľný, ekonomicky sa viac oplatí jednotný spôsob. Vhodný by bol experiment s cenou 1-dňových kuriat, aby sme zistili, ako táto veličina tržby ovplyvní, keďže táto cena ovplyvňuje príjmy aj výdaje.

5.3 Experiment 3

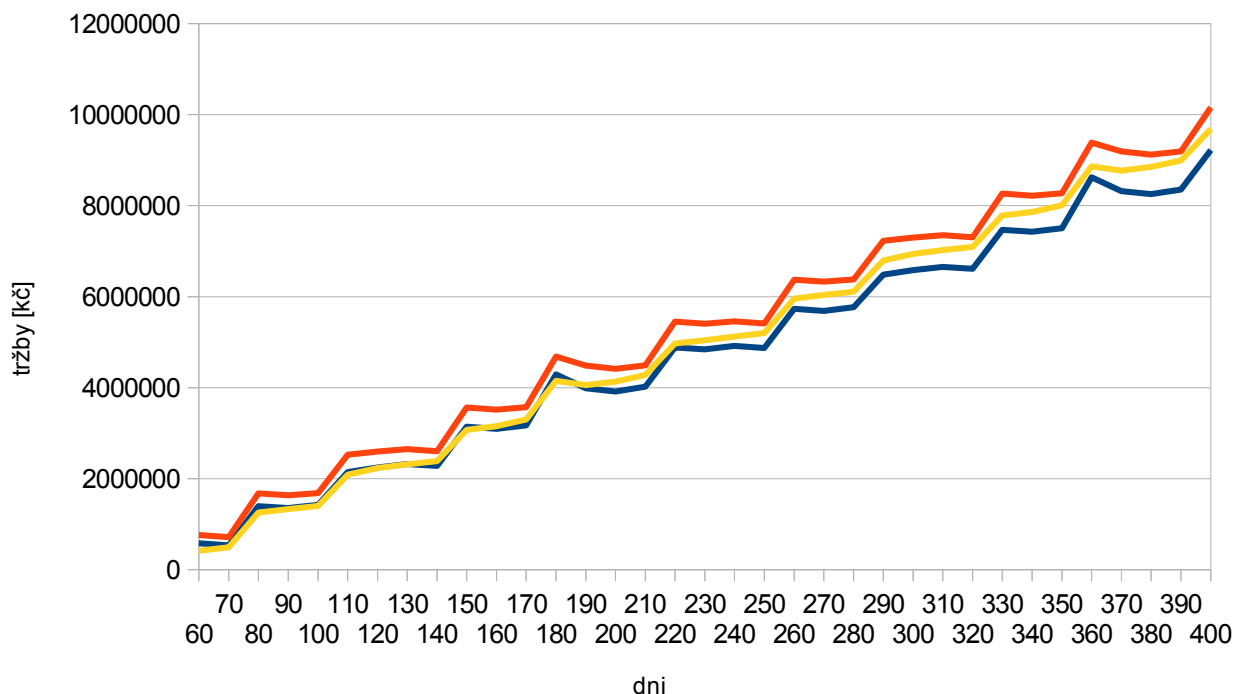
5.3.1 Postup experimentovania a okolnosti štúdie

Cieľom tohto experimentu je zistiť, ako vplýva cena 1-dňového kurata na tržby hydinárne, keďže cena kurata ovplyvňuje ako aj zisky, tak aj náklady. Sledujú sa celkové tržby vypisované do súboru každých 10 dní. Experiment prebieha opakovaným spúšťaním simulačného modelu s rozdielnymi parametrami. Cena kuriat bude určená parametrom príkazového riadku. Počet nasadených vajec bude maximálny s ohľadom na kapacitu. Doba behu bude 400 dní.

Konštanty:

cena krmiva – 7,00/kg

5.3.2 Dokumentácia experimentu



Modrá farba reprezentuje tržby pri jednotnom spôsobe nasadzovania a s cenou 1-d'nového kuraťa 6,24 Kč/kus. Oranžová farba reprezentuje tržby pri jednotnom spôsobe nasadzovania s cenou kuraťa 9,46 Kč/kus. Žltá farba reprezentuje tržby pri štvrtinovom spôsobe a s cenou 6,24 Kč/kus.

5.2.3 Záver experimentu

Z výsledkov vyplýva, že ekonomicky najvýhodnejšie pre chod hydínárne bude použitie jednotného nasadzovania pri čo najnižšej trhovej cene 1-d'nového kuraťa.

6. Záver

Z experimentov vyplynuly počty neobsadených výkrmných fariem pomocou ktorých sa dalo určiť ktoré farmy budú čerstvo narodené kurať kupovať a ktoré budú kurať brať z liahne. Následne sa zistilo ktorý spôsob nasadzovania vajec je najvhodnejší pre cenu kuraťa 6,5 Kč/kus. Potom bolo zistené, že tento spôsob nasadzovania je vhodný aj pre iné ceny kuriat. Zistilo sa, že čím nižšia tržbová cena kuraťa je, tým lepšie tržby podnik dosahuje.

Referencie

- [1] stream.cz, *Kuře (1) - 36denní životní cyklus* [Online]
<https://www.stream.cz/jidlo-s-r-o/10003539-kure-1-36denni-zivotni-cyklus>
- [2] stream.cz, *Kuře (2) – Porážka* [Online]
<https://www.stream.cz/jidlo-s-r-o/10003581-kure-2-porazka>
- [3] Agrární komora České republiky, *Zpráva o trhu - VAJEC*
http://www.apic-ak.cz/data_ak/15/k/DaV/Vejce1511.pdf

- [4] Agrární komora České republiky, *Zpráva o trhu - DRŮBEŽÍHO MASA*
http://www.apic-ak.cz/data_ak/15/k/DaV/D1511.pdf
- [5] BROUČEK, Jan aj. *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2011. 116s. ISBN 978-80-7394-337-0
- [6] Výroční zpráva a zpráva mezi propojenými osobami za rok 2014, 2015 [online]
<http://www.vodnanske-kure.cz/f/?12427/vyrocnizprava-a-zprava-mezipropojenymi-osobami-za-rok-2014>
- [7] ZVONEK, Jarek. *Zpracování jatečných kuřat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně Agronomická fakulta, 2007.
- [8] aviagen.com, *Cile užitkovosti brojlerů Ross 308* [Online]
http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-CZ.pdf
- [9] PERINGER, Petr. *Simulation Library for C++*, 2011 [Online]
<http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>
- [10] PERINGER, Petr. *Slajdy k predmetu IMS*, 2015. Verzia 2015-17-09 [cit. 2015-05-12][Online]
<https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>
- [11] HRUBÝ, Martin. *IMS democvičení #2*. [cit. 2015-05-12][Online]
<http://perchta.fit.vutbr.cz:8000/vyuka-ims/uploads/1/diskr2-2011.pdf>
- [12] Výroční zpráva 2014, 2015 [online]
<http://www.vodnanske-kure.cz/f/?12427/vyrocnizprava-a-zprava-mezipropojenymi-osobami-za-rok-2014>