

Dokumentace projektu do předmětu  
Modelování a simulace  
zadání 8: drůbežárna

Jiří Zahradník a Veronika Lysáková



# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
1.1	Zdroje informací pro modelování[2]	3
1.2	Validace a verifikace	3
<b>2</b>	<b>Rozbor tématu, použitých metod a technologií</b>	<b>3</b>
2.1	Postupy	4
2.2	Původy metod	4
<b>3</b>	<b>Koncepce</b>	<b>4</b>
3.1	Zdůvodnění způsobu vyjádření konceptuálního modelu	5
3.2	Konceptuální model	5
<b>4</b>	<b>Architektura simulačního modelu</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Podstata simulačních experimentů a jejich průběh</b>	<b>6</b>
5.1	Postup experimentování	6
5.2	Experimenty	7
5.2.1	Experiment č.1	7
5.2.2	Experiment č.2	7
5.2.3	Experiment č.3	7
5.2.4	Experiment č.4	7
5.2.5	Experiment č.5	7
5.2.6	Experiment č.6	8
5.2.7	Experiment č.7	8
<b>6</b>	<b>Shrnutí simulačních experimentů a závěr</b>	<b>8</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>9</b>
	<b>Seznam tabulek</b>	<b>9</b>
	<b>Zdroje</b>	<b>9</b>

# 1 Úvod

V tomto textu bude čtenář seznámen s vytvářením modelu pro diskrétní simulaci[1] života broilerů a ekonomické udržitelnosti drůbežárny.

Je zde popsáno studium autorů, kde autoři získávají potřebné informace pro vytvoření simulačního modelu na základě reálného modelu drůbežárny.

Na základě experimentů bude demonstrována ekonomická udržitelnost drůbežárny za současných ekonomických podmínek.

## 1.1 Zdroje informací pro modelování[2]

Jako zdroj informací autoři využili oficiální materiály firmy Aviagen[3]. Jedná se o firmu zajišťující dovoz jednodenních kuřat do drůbežáren ve 130 zemích světa. Autoři se zaměřili konkrétně na broilery značky Ross<sup>®</sup>, jejichž podmínky pro chov jsou popsány v dokumentu poskytnutém firmou Aviagen[4] na jejich oficiálních webových stránkách. Autoři následně využili tyto informace k vytvoření abstraktního modelu[5], který byl posléze převeden na simulační model[6] simulující farmu pro výkrm broilerů Ross<sup>®</sup>.

## 1.2 Validace a verifikace

Ceny jednotlivých komodit byly ověřeny u oficiálních zdrojů. Prodejní cena za kg kuřete byla ověřena pomocí Státního intervenčního zemědělského fondu[7], cena vody byla ověřena u vodáren[8]. Mzdy zaměstnanců byly ověřeny inzeráty na HPP a cena krmiva byla ověřena u jednotlivých obchodníků. Růst drůbeže a průběh výkrmu byl porovnáván se zdroji od firmy Aviagen[4].

# 2 Rozbor tématu, použitých metod a technologií

Drůbežáren může být několik druhů. Patří mezi ně drůbežárny soustředící na produkci nosných slepic, drůbežárny na produkci vajec, drůbežárny na produkci kuřat určených k rychlému výkrmu, tzv. broilerů a další. V této modelové studii se autoři zaměřili na drůbežárny pro produkci broilerů.

Kuřata určená pro výkrm, dovezena do drůbežárny jsou stará jeden den a váží 40 gramů. Prvních 10 dní jsou krmena krmivem typu Starter. Toto krmivo musí zajistit dostatečný obsah živin pro kuřata, která v prvních deseti dnech po vylíhnutí konzumují nejmenší objem krmiva, avšak jejich nároky na výživnost krmiva jsou největší. Tento fenomén je způsoben přizpůsobování kuřete k životu mimo skořápku. V tomto stádiu se rozhoduje, zda kuře bude mít dostatečnou chuť k jídlu, zda bude zdravé a zda bude správně růst.

Druhá část výkrmu je dlouhá 14 dní, od 11. dne po 25. den. V této části se využívá krmivo Grower, a je podáváno ve formě větších granulí, než tomu bylo u krmiva Starter. Rapidně se zvyšuje váhový přírůstek broilerů, jelikož obsahuje menší procento bílkovin a aminokyselin, avšak jeho metabolizovatelná energetická hodnota se zvýšila. Při přechodu mezi krmivy Starter a Grower je třeba pozorně sledovat kuřata a musí se předejít zmenšení příjmu potravy nebo oslabení růstu.

Poslední část výkrmu nastává okolo 25. dne věku kuřat. Krmivo Grower nahrazuje krmivo Finisher. Toto krmivo tvoří největší část příjmu potravy kuřat

a tím největší část nákladů na výkrm kuřat. Proto musí být krmivo Finisher optimalizované na finanční návratnost. Ke konci výkrmu je třeba vysadit farmaceutické aditiva ať se maso broilerů pročistí a nezůstávají v něm rezidua. Avšak je třeba zachovat energetickou hodnotu krmiva z důvodu udržení hmotnostního přírůstku kuřat. Kuřata jsou po čtyřiceti až dvačtyřiceti dnech zabita a jejich maso je zpracováno.

## 2.1 Postupy

Po nastudování a sepsání potřebných informací autoři vytvořili abstraktní model života kuřete v podobě Petriho sítě[9]. Viz. obrázek 1.

Pro vytvoření simulačního modelu měli autoři předepsané jazyky C nebo C++. Autoři se rozhodli pro C++ kvůli možnosti objektového návrhu, který umožňuje provést abstrakci pomocí objektů a tato abstrakce umožňuje objektu specifické chování na základě vstupních podmínek. Při porovnání s jazykem C, kde je možno implementovat pseudoobjektový přístup, je objektový přístup jazyka C++ intuitivnější a umožňuje jednodušší práci s jednotlivými objekty. Každé kuře je reprezentováno objektem a s těmito objekty pracuje objekt továrna, který uchovává data o chovu kuřat. Více o konceptu v kapitole 3.

## 2.2 Původy metod

Informace pro práci s jazykem C++ autoři čerpali ze semináře jazyka C++[10] přednášeného doktorem Peringerem. Informace pro práci s objekty byly čerpány z předmětu IPP[11].

# 3 Koncepce

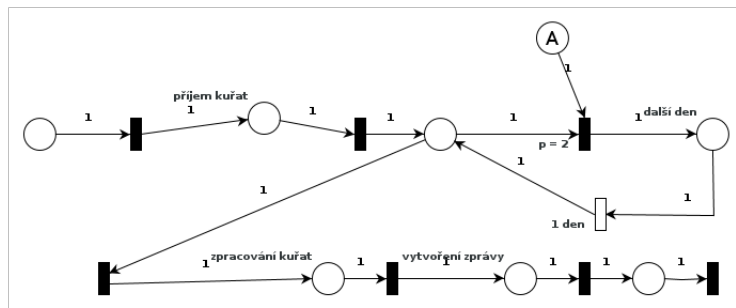
Jelikož nás pouze zajímá ekonomická situace drůbežárny, můžeme z modelu vyloučit detaily o růstu kuřete. Do modelu také nebyly zahrnuty ceny za energii, jelikož výše poplatků je vysoce individuální a záleží na každé drůbežárně, jak bude s energiemi hospodařit. Další důvod je absence zdrojů, které by určily přesnou spotřebu. Pro vyhodnocení ekonomické situace nám stačí pouze množství sněženého krmiva, spotřebované vody, výsledná váha kuřete, počet zpracovaných kuřat, kupní cena jednodenního broileru Ross<sup>®</sup> a velkoobchodní cena vykrmeného broileru.

Koncepční model[12] je vytvořen jako diskrétní model, kde časovou osu reprezentují dny věku kuřete. Kuře v modelu je reprezentováno jako Markovův proces[13], kdy každý den proces mění svůj stav na základě svého aktuálního věku.

Život kuřete je modelován Petriho sítí, která zobrazena je na obrázku 1. Po dovezení kuřete začíná dvačtyřicet denní výkrm, kde je kuře postupně krmeno, napájeno, v jehož důsledku přibírá na váze. Kuře taky může umřít před datem zpracování a to je znázorněno přechodem[14] s pravděpodobností 0.05%. Pokud přežije, přechází do dalšího dne a cyklus se opakuje. Jak bylo již řečeno, časová osa modelu je reprezentována dny věku kuřat. O posuny vpřed na časové ose se stará drůbežárna, jejichž lze vidět na obrázku 2. Po zpracování jsou data o spotřebě kuřete předána drůbežárně, ta je vyhodnotí a na tomto základě vytvoří finanční záru.



Obrázek 2: Petriho síť modelující provoz drůbežárny



## 4 Architektura simulačného modelu

Architektura simulačního modelu je postavena na objektovém přístupu. Simulační model se skládá ze dvou tříd, třídy *factory*, a třídy *chicken*. Z třídy *factory* se vytvoří objekt drůbežárny, a z třídy *chicken* se vytvoří jednotlivá kuřata, která se seřadí do vektoru *chick*. S tímto vektorem poté pracuje továrna tak, že nad ním volá metodu *nextDay()* (lze vidět na obrázku 2), která zašle objektu kuřete zprávu o příchodu následujícího dne. Po přijetí této zprávy objekt kuře simuluje krmení, pití a tloustnutí. Poté objekt kuře zkontroluje booleovskou hodnotu signalizující, zda je nakaženo a má umřít, anebo žije další den. Tato booleovská hodnota je nastavena na *true* v 0.05% případech. Kontrola se provádí každý den a dohromady to dává 2% celkový úhyn. Pokud kuře uhynie, zvýší se čítač v objektu drůbežárny a s mrtvým objektem kuře se nadále nepracuje. Po ukončení výkrmu se zavolá metoda drůbežárny *statistics()*, která vyhodnotí údaje o výkrmu a vytvoří finanční analýzu.

## 5 Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

Podstatou simulačních experimentů je zjišťování, za jakých podmínek je podnik ekonomicky udržitelný.

## 5.1 Postup experimentování

Průběh experimentů probíhal opakovaným spouštěním simulace s různými hodnotami klíčových parametrů, jako jsou např. ceny krmiva, počet zaměstnanců, počet kuřat, mzdy zaměstnanců a cena krmiva. Výsledky autoři porovnali a vytvořili z nich závěr o udržitelnosti drůbežárny.

## 5.2 Experimenty

V této kapitole se budeme zabývat vybranými experimenty, na kterých si ukážeme pohyb hranice udržitelnosti.

### 5.2.1 Experiment č.1

Jako vstupní parametry pro tento experiment jsou nastaveny následovně. Firma má 30 zaměstnanců, jejichž průměrná mzda je dvacet tisíc korun. Cena krmiva je stanovena pro BR1 na 15 Kč/kg, BR2 na 14 Kč/kg a BR3 na 12 Kč/kg. Cena vody je stanovena na 0.08104 Kč za litr a do drůbežárny bylo přivezeno 100 000 kuřat při ceně 8 Kč za jedno jednodenní kuře. Po nastavení těchto parametrů byla spuštěna simulace, která měla následující výstupy.

Z 100 000 kuřat se 2457 nedožilo zpracování, tudíž prodat se mohlo pouze 97 543 kuřat o celkové váze 202 889.44 kilogramů při prodejní ceně 46 korun za kilogram, což dává 9 332 914 Kč. Přičemž kuřata jsme koupili za 800 000 Kč, na plat zaměstnanců během výkrmu šlo 839 160 Kč. Cena použitého krmiva BR1 byla 1 254 149 Kč, BR2 byla 1 950 899 Kč a BR3 byla 2 006 639 Kč. Cena vody byla 68 022 Kč. Z toho nám plyne celkový zisk 2 414 046 Kč.

### 5.2.2 Experiment č.2

Na experimentu číslo 2 chceme ukázat jak se projeví počet nakoupených kuřat na zisk drůbežárny. Vstupní parametry jsou nastaveny, až na výjimku 30 000 nakoupených kuřat, stejně jako v předchozích experimentech.

Na výsledku tohoto experimentu můžeme vidět, že i při počátečním počtu 30 000 kuřat a 29 287 prodaných kuřat může drůbežárna existovat, jelikož zisk je 137 803 Kč.

### 5.2.3 Experiment č.3

Na experimentu číslo 3 chceme ukázat hranici udržitelnosti drůbežárny bez propouštění zaměstnanců. Vstupní parametry jsou nastaveny, až na výjimku 25 800 nakoupených kuřat, stejně.

Výsledek experimentu nám ukázal, že u hranice udržitelnosti je na 25 800 nakoupených kuřatech, jelikož počet prodaných kuřat se pohybuje okolo 25 123 kuřat.

### 5.2.4 Experiment č.4

Na experimentu číslo 4 chceme ukázat posunutí hranice udržitelnosti drůbežárny po propuštění zaměstnanců. Ve vstupních parametrech provedeme změnu a nastavíme počet zaměstnanců na 20 a posuneme počet koupených kuřat na 17 200.

Výsledek experimentu nám ukázal, že u hranice udržitelnosti se sníží na 17 200 nakoupených kuřat, přičemž jsme prodali 16 792 kuřat. Celkový zisk je 718 Kč, což není mnoho, ale je možno zaplatit všechny zaměstnance.

### 5.2.5 Experiment č.5

Na experimentu č. 5 chceme ukázat jaký vliv má na hranici udržitelnosti cena prodáváných kuřat. Nastavíme počet zaměstnanců opět na 30, jejich průměrný

plat stále na 20 000 Kč. Cena krmiva zůstane stejná, avšak cena za kilogram kuřete vzroste o 10 Kč na 56 Kč a počet kuřat nastavíme na 15 925 kusů.

Můžeme vidět, že při ceně za kilogram kuřete o 10 Kč větší se hranice udržitelnosti snížila na hranici okolo 15 925 kusů, jelikož výsledná ztráta je 462 Kč.

#### 5.2.6 Experiment č.6

Experimentem č. 6 chceme ukázat, jak se projeví zdražení krmiva o pouhé dvě koruny při stejných parametrech jako v experimentu 1. BR1 je nastaveno na 17 Kč, BR2 na 16 Kč a BR3 na 14 Kč. Máme opět 100 000 kuřat.

Zisk je oproti experimentu 1 pouze 1 634 860 Kč.

#### 5.2.7 Experiment č.7

A nyní se podívejme jak se sníží hranice udržitelnosti. Koupíme 34 000 kuřat.

Výsledky experimentu ukázaly, že zisk je pouze 815 Kč. Lze zde nádherně vidět význam ceny krmiva, a to proto, že po zdražení krmiva o pouhé 2 koruny musí drůbežárna nakupovat o téměř 10 000 kuřat více, aby bylo možno zaplatit všechny zaměstnance.

## 6 Shrnutí simulačních experimentů a závěr

V rámci projektu vznikl nástroj, který vychází z obecného modelu pro výkrm broilerů Ross<sup>®</sup>[4] a byl implementován v C++. Tento nástroj by po drobných úpravách byl schopen simulovat různé situace pro specifické drůbežárny a umožnil vedoucím podniků udržet se v černých číslech.

Simulační experimenty ukázaly jak závisí pohyb hranice mezi červenými a černými čísly na jednotlivých parametrech chovu. Za vskutku zajímavé autoři považují, že cena krmiva se na ziskovosti projevuje s takovou mírou a o tolik více než počet a mzda zaměstnanců. I když s tímto počítali, nečekali, že vliv ceny krmiva bude mít takový vliv na zisk a tím i výslednou cenu vykrmeného broileru.



## Seznam obrázků

1	Petriho síť modelující život kuřete . . . . .	5
2	Petriho síť modelující provoz drůbežárny . . . . .	6

## Seznam tabulek

## Zdroje

- [1] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 123*. 2015.
- [2] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 8*. 2015.
- [3] <http://en.aviagen.com/>, November 2015.
- [4] *Ross Broiler Handbook*. Aviagen, 2014.
- [5] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 42*. 2015.
- [6] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 44*. 2015.
- [7] <https://www.szif.cz/cs>, November 2015.
- [8] <http://www.vodarenska.cz/cena-vody>, November 2015.
- [9] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 41*. 2015.
- [10] Dr.Ing. Petr Peringer. *Přednášky semináře C++*. 2015.
- [11] Doc. Dušan Kolář, Zbyněk Křivka Ph.D. *Přednášky předmětu IPP*. 2015.
- [12] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 48*. 2015.
- [13] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 299*. 2015.
- [14] Dr.Ing. Petr Peringer. *Slajdy do předmětu modelování a simulace, slajd 123*. 2015.