

**Univerzita Hradec Králové**  
**Fakulta informatiky a managementu**  
**Katedra informačních technologií**

**Analýza a vyhodnocení firemních procesů s využitím modelovacího a  
simulačního nástroje STELLA**

Bakalářská práce

Autor: Yevheniia Zharykova  
Studijní obor: Informační management

Vedoucí práce: Ing. Tereza Otčenášková, BA

Hradec Králové

listopad 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne

Yevheniia Zharykova

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Tereze Otčenáškové, BA, za podporu, cenné rady a užitečné připomínky při vedení této bakalářské práce.

## **Anotace**

Cílem bakalářské práce je představit využití systémové dynamiky ve firemní praxi. Hlavním nástrojem k dosažení tohoto cíle je software STELLA, který systémovou dynamiku modeluje. Teoretická část práce představuje základní informace o různých typech systémů, systémovém myšlení, obecné teorii systémů a systémové dynamice. V praktické části je popsán postup tvorby simulačního modelu v prostředí STELLA. Vytvořený model slouží pro analýzu firemních procesů vybraného podniku. Simulační model se zaměřuje na finanční toky ve firmě, pracovní vytíženost, fluktuaci zaměstnanců a evidenci klientů. Model lze ovládat pomocí grafického rozhraní. Při testování modelu s různými hodnotami byly identifikovány a popsány způsoby, jak firma například může zvýšit svůj zisk, návštěvnost nebo zefektivnit práci s lidskými zdroji.

**Klíčová slova:** simulace; systémová dynamika; software STELLA 10.0.;

## **Annotation**

**Title: Analysis and Evaluation of Business Processes Using Modeling and Simulation Tool STELLA.**

The objective of bachelor thesis is to introduce the use of system dynamics in company practice. The main tool in achieving this goal is STELLA software, which supports system dynamics. The theoretical part of the thesis provides background information about various types of systems, system thinking, general theory of systems and system dynamics. In practical part, the procedure of simulation model creation in the STELLA environment is described. The created model is used to analyze business processes of a selected company. The simulation model focuses on company financial flows, workload, staff fluctuation and client monitoring. The model can be amended and managed in the graphical Interface. During testing of the model with different values, the ways how to increase profits, number of clients, make human resources more effective, etc. were identified and described.

**Keywords:** simulation; system dynamics; software STELLA 10.0;

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl a metodika práce.....	3
3	Teoretická východiska.....	4
3.1	Pojem systém .....	4
3.1.1	Typy systémů .....	5
3.1.2	Struktura a chování systému .....	6
3.2	Obecná teorie systémů .....	8
3.3	Systémové myšlení .....	8
3.3.1	Mechanistický přístup .....	9
3.3.2	Systémový přístup.....	9
3.3.3	Typy systémového myšlení.....	10
3.4	Systémová dynamika .....	12
3.4.1	Historie systémové dynamiky .....	13
3.4.2	Moderní aplikace systémové dynamiky.....	13
3.5	Modelování systémů a simulace .....	14
3.5.1	Model .....	14
3.5.2	Konceptuální model .....	15
3.5.3	Simulační model .....	16
3.5.4	Metody verifikace modelu .....	18
3.6	Modelování dynamiky systému .....	18
3.6.1	Zpětnovazební vztahy .....	18
3.6.2	Typy zpětnovazebních smyček a jejich symbolika.....	19
3.6.3	Příčinný smyčkový diagram.....	19
3.6.4	Diagram hladin a toků.....	20
3.7	Vývojová prostředí .....	21

3.7.1	STELLA 10.0.....	22
4	Praktická část.....	24
4.1	Popis firmy.....	24
4.1.1	Hlavní činnost firmy .....	24
4.1.2	Vedlejší činnost firmy.....	26
4.1.3	Problémy firmy .....	26
4.2	Tvorba modelu.....	26
4.2.1	Tvorba hladin pro sledování počtu členů a nečlenů posilovny.....	27
4.2.2	Tvorba hladiny pro sledování stavu bankovního účtu, příjmů a výdajů posilovny	29
4.2.3	Tvorba hladiny pro sledování odpracovaných hodin zaměstnanců .....	30
4.2.4	Tvorba proměnných hladiny „Počet členů a nečlenů Posilovny“ .....	31
4.2.5	Tvorba proměnných hladiny „Bankovní účtu posilovny“ .....	33
4.2.6	Tvorba proměnných hladiny „Hodinová dotace“ .....	36
4.2.7	Tvorba grafického rozhraní modelu.....	36
4.3	Simulace modelu a doporučení pro vedení firmy.....	40
4.3.1	Sledování počtu členů a nečlenů posilovny .....	40
4.3.2	Sledování stavu bankovního účtu posilovny.....	41
4.3.3	Sledování hodnot hladiny „Hodinová dotace posilovny“ .....	43
4.4	Zpětná vazba od vedení Posilovny XY.....	43
5	Shrnutí výsledků.....	45
6	Závěry a doporučení.....	46
7	Seznam použité literatury.....	47

## Seznam obrázků

Obr. 1: Tvorba konceptuálního modelu.....	15
Obr. 2: Tvorba simulačního modelu.....	16
Obr. 3: Příčinný smyčkový diagram.....	19
Obr. 4: Diagram hladin a toků.....	21
Obr. 5: Prostředí modelovacího a simulačního nástroje STELLA 10.0.....	22
Obr. 6: Ceník služeb Posilovny XY.....	25
Obr. 7: Ceník služeb Posilovny XY.....	25
Obr. 8: Hladina počtu členů a nečlenů Posilovny XY.....	27
Obr. 9: Hladina bankovního účtu Posilovny XY.....	29
Obr. 10: Hladina odpracovaných hodin zaměstnanců Posilovny XY.....	31
Obr. 11: První stránka grafického rozhraní modelu.....	37
Obr. 12: Stránka grafického rozhraní modelu – „Počet členů a nečlenů posilovny“.....	38
Obr. 13: Stránka grafického rozhraní modelu – „Bankovní účet posilovny“.....	39
Obr. 14: Stránka grafického rozhraní modelu – „Hodiny k odpracování“.....	40



## 1 Úvod

S pojmem „systém“ se člověk setkává téměř každý den. A přitom význam tohoto slova se vůbec nemusí pojit s technickou oblastí. Na dotaz „systém“ online databáze Web of Science nabízí ke dni 1. února 2017 více než 6 milionů výsledků. Slovo „systém“ se tam vyskytuje v nejrozmanitějších spojeních: ekonomický systém, přírodní systém, technologický systém, matematický systém, politický systém atd. Je pravdou, že lze pojem systém aplikovat téměř na jakoukoliv lidskou činnost. Ve většině případů se pojem „systém“ používá spíše frázovitě. Rodinné zvyky v domácnosti se dají interpretovat jako rodinný systém, politické normy lze označit za systém, bankovní programy se dají pojmut jako bankovní systémy atd. Každý vědní obor současnosti má pro tento pojem sobě nejbližší definici, a samotné slovo „systém“ má své kořeny již ve vědách starého Řecka.

Tato bakalářská práce využívá zejména definici systému, kterou nabízí moderní systémové vědy, zejména systémová dynamika a teorie systémů. Zkoumány jsou především jednotlivé části systému, jejich vazby, závislosti a role. Pozornost je věnována i vývoji systému v čase. Vybrané metody systémové dynamiky a systémového přístupu jsou následně aplikovány na konkrétní firmě.

Moderní firmy lze bezpochybně považovat za systémy, jelikož jsou složené z alespoň dvou a více oddělení (obchodní, marketingové, finanční, právní, personální, technické apod.). Při své práci na sebe oddělení často navazují, neustále mezi sebou komunikují, mají určité závislosti a vztahy. Mnohdy výstupy jednoho slouží jako vstupy pro další. Systémové myšlení napomáhá odhalit souvislosti mezi elementy systému, mění obvyklý úhel pohledu (paradigma) na zkoumaný problém a umožňuje navrhnout správné řešení a vypátrat právě příčinu a ne pouhý příznak zkoumaného problému v systému. Z výše zmíněného důvodu je systémové myšlení často používáno manažery pro potřeby modelování firemních procesů.

V této práci nicméně není použito pouze systémové myšlení, větší pozornost je věnována zejména nástrojům systémové dynamiky. Je tomu tak z jednoduchého důvodu. Lidské vědomí je nejbrilantnější existující paměť, ale máme problémy přiřazovat důsledky k příčinám, zvláště pokud si nejsou v čase a prostoru blízké, a nemůžeme spolehlivě předpovídat výsledek jakékoliv, ani té nejjednodušší, situace s nejjednoduššími příčinami. Jinými slovy nejsme „dynamickými simulátory“ (Šusta,

Neumaierová, 2004, s. 11). A právě proto v této práci budou využité nástroje systémové dynamiky – pro modelování vývoje firemních procesů (firemního systémů) v čase.

I přes to, že se jedná o relativně mladou vědní disciplínu, která vznikla přibližně v 50. letech minulého století, nástroje systémové dynamiky se běžně používají již po celém světě. Je to velice prakticky orientovaná disciplína, která napomáhá kvalitnějšímu poznání okolních systémů (Bureš, 2011).

V teoretické části této práce jsou představeny dostupné informace o systémovém myšlení, obecné teorii systémů, a systémové dynamice, které slouží jako základ pro praktickou část bakalářské práce. Na začátku teoretické části je vysvětlen pojem systém. Dále je pozornost věnována systémovému myšlení a základům systémové dynamiky. Další kapitoly teoretické části popisují způsoby modelování systémů. Velká pozornost je věnována tomu, jak správně rozlišit, které prvky do simulačního modelu patří, a které jsou zatěžující a zbytečné. Právě proto jsou následně v praktické části některé prvky systému zjednodušené a oproštěné od zbytečných detailů. Na konci teoretické části je popsán software STELLA, pomocí kterého je vytvořen simulační model pro praktickou část.

V praktické části je uveden postup, na základě kterého byl vytvořen simulační model pro vybranou firmu. Zkoumaný podnik se každoročně střetává se stejnými problémy. Vytvořený model umožňuje predikovat činnost této firmy na rok dopředu a pomocí této simulace je následně vedení firmy schopné přijímat kvalitnější rozhodnutí ohledně budoucích změn ve fungování firmy. Závěr praktické části je věnován analýze vytvořeného modelu.

## 2 Cíl a metodika práce

Cílem práce je představit využití systémové dynamiky ve firemní praxi. Dále je cílem pomocí softwaru STELLA, který umožňuje systémovou dynamiku modelovat, popsat konkrétní podnik a analyzovat jeho vnitřní procesy. Na základě získaných primárních dat budou namodelovány stavy, ve kterých se vybraná firma může ocitnout v budoucnu.

Za účelem dosažení tohoto cíle byly použity primární a sekundární zdroje dat. Nejprve proběhla analýza dostupné literatury. Využity byly knihy, které popisují systémový přístup a základy systémové dynamiky, e-zdroje, které jsou běžné dostupné na Internetu a odborné články databáze Web of Science, které se také věnují problematice systémové dynamiky. Výše popsané sekundární zdroje poskytly základní informace o systémovém přístupu a systémové dynamice, e-zdroje a odborné články představily využití systémové dynamiky v praxi.

Primární zdroje dat poskytla zkoumána firma. Část informací o vybraném podniku byla získána pomocí terénního sběru dat, například počet návštěvníků firmy, ostatní informace poskytlo vedení podniku. Zjištěná data byla následně zadána do simulačního nástroje STELLA. Tento software umožnil na základě aktuálních údajů o firmě a závislostí mezi jednotlivými parametry namodelovat firemní procesy a poskytnout predikce stavu firmy v budoucnu. Díky tomu je vedení podniku umožněno efektivnější rozhodování.

### 3 Teoretická východiska

Následující kapitoly jsou věnovány teoretickým východiskům obecné teorie systémů, základům systémového myšlení a systémové dynamiky. Také zde jsou popsány postupy pro modelování a simulaci systémů.

#### 3.1 Pojem systém

Jak již bylo nastíněno v úvodu práce, systémy se vyskytují všude kolem nás. Slovo „systém“ je velice rozšířené a již dávno se používá v běžném kontextu každodenní konverzace, ale i přesto je pojem „systém“ definován odlišně v každém vědním oboru.

Původ slova má však své kořeny ve filozofiích starého Řecka, kde jeho význam odpovídal dnešnímu slovu „složení“. „Budeme-li se zabývat definicí pojmu hlouběji, musíme ke slovu „složení“ přidat „celku“, tedy „složení celku““ (Mildeová, Vojko a kol., 2008, s. 16).

Jelikož člověk je schopen hledat (a nacházet) souvislosti a vztahy téměř v jakýchkoliv objektech, je často problémem identifikovat, kde se jedná o opravdový systém (se strukturou, vazbami a prvky) a kde o pouhou neorganizovanou „hromadu“ (i když neuspořádanost může být záměrná a ve výsledku se tedy ukázat jako jeden z typů struktury) (Bureš, 2006). Podle Bureše je systém především nedělitelným celkem. Části systému jsou mimo jeho hranice nepoužitelné a systém je postrádá natolik, že bez svých součástí je naprosto nefunkční. Pokud ale rozdělíme hromadu, získáme tím pouze dvě menší hromady, složky hromady nemají žádné závislosti a vztahy, jsou plně samostatné a jsou schopné fungovat odděleně (Bureš, 2006).

V případě že se jedná o opravdový systém a ne o „hromadu“, můžeme tento pojem definovat mnoha způsoby. Tato bakalářská práce se ale bude držet definic, které nabízejí systémové vědy.

- „Systém je integrovaný souhrn vzájemně působících prvků, určených na kooperativní plnění předem stanovené funkce.“ (Mildeová, 2011, s. 143).
- „Systém je komplex prvků, nacházejících se ve vzájemné interakci.“ (Mildeová, Vojko a kol., 2008, s. 16 podle Bertalanffy, 1968).

- „Systém je ohraničená oblast v prostoru a čase, ve které jsou části – složky spojené funkčními vztahy.“ (Hubálovský, 2011, s. 11 podle Bertalanffy, 1969; Tomis, Němec a Balcová, 1989; Heylighen, 2010; Schindler a Gerlich, 1987).

I přes to, že pojem „systém“ se vysvětluje pokaždé jinak a v různých zdrojích má různé definice, při detailnější analýze lze ve formálně velmi odlišných definicích nalézt řadu shodných a podobných parametrů, které se v jednotlivých výkladech shodují (Hubálovský, 2011). Systém lze definovat různě – pomocí prvků a vazeb, pomocí množiny vnějších veličin, pomocí chování a pomocí aktivity (Bureš, 2011). Základní myšlenka však zůstane stejná – „Systém je komplex prvků spolu se vztahy mezi nimi a mezi jejich atributy“ (Bureš 2011, s. 41).

### 3.1.1 Typy systémů

Systémy lze klasifikovat podle různých kritérií, například podle vazby ke svému okolí, podle vztahu systému k realitě, podle chování v určitém časovém úseku anebo podle původu systému. Podle předchozích kritérií systémy můžou být (Bureš, 2011):

- otevřené nebo uzavřené,
- abstraktní nebo konkrétní,
- statické nebo dynamické,
- adaptivní nebo neadaptivní,
- deterministické nebo stochastické,
- přirozené nebo umělé,
- hmotné, nehmotné anebo informační,
- měkké nebo tvrdé, atd.

Jinou klasifikaci systémů poskytuje Petr, který systémy dělí na (1986):

- organizující systémy,
- samoopravující se systémy,
- integrované systémy,
- fuzzy systémy,
- systémy s cílovým chováním.

Systemy lze také rozdělit na (Bureš, 2006):

- subsystemy (určité prvky systému mající mezi sebou silnější vazby),
- dílčí systémy („řezy systémem tvořené vazbami téže kvality a prvky, které tyto vazby spojují“ (Bureš 2006, s. 92)).

Zajímavou hierarchii znaků systému uvádí americký ekonom a systémový vědec 20. století Boulding. Jeho žebříček obsahuje devět úrovní klasifikací a rozlišuje různé typy systémů. První úroveň popisuje pouze jednoduchou statickou strukturu, vyšší úrovně obsahují zpětnou vazbu, dělbu práce a zohledňuje se časový vývoj systému. Nejvyšší úroveň obsahuje pouze nejzazší a absolutní systémy (Bureš, 2006).

### 3.1.2 Struktura a chování systému

Pod strukturou systému si můžeme představit způsob uspořádání prvků v systému a vazeb mezi nimi. Struktura systému následně definuje jeho chování.

„Nejrozšířenější jeovou formou struktury systému je neuspořádaná struktura (neorganizovaná síť)“ (Bureš, 2011, s. 46). Hubálovský do uspořádaných konstrukcí systému, které jsou určitým způsobem organizované (počet vazeb mezi jednotlivými elementy se dá matematicky určit), zařazuje následující struktury (Hubálovský, 2011, s. 18-19.):

- „řetězová struktura; s počtem vazeb  $q=n-1$ ; jedná se o jakýkoliv životní cyklus, popř. i o přímý sekvenční algoritmus;
- paralelní struktura;  $q=n$ ;
- struktura všeobecných vazeb;  $q=n*(n-1)/2$ ; jedná se o týmovou spolupráci;
- monocentrická struktura;  $q=M*n$ ; hodnocení sportovců více rozhodčími;
- polymorfní struktura;  $q$  závisí na počtu úrovní hierarchie;
- kruhová struktura;  $q=n$ ; typicky zpětná vazby v systému;
- radiální prstencová struktura;  $q=2*n$ .“

Podle Bureše lze chování systému také popsat pomocí různých kritérií (Bureš, 2011, s. 47-48):

- „podle determinovanosti chování (deterministické a stochastické),

- podle doby reagování (chování s okamžitou reakcí a se zpožděnou reakcí),
- podle změnitelnosti chování (systémy se stabilním chováním, adaptivním chováním, neadaptivním chováním a optimálním chováním),
- podle závislostí na čase (statické a dynamické chování),
- podle vztahu složek k celku (koherentní a sumativní systémy),
- podle způsobu vývoje (systémy s regresivní segregací, progresivní segregací a progresivní systematizací),
- podle slučitelnosti systému a jinými atd.“.

Mezi nejrozšířenější vzory chování systému můžeme zařadit (Bureš, 2011):

- Exponenciální růst (vliv pozitivní zpětnovazební smyčky). Prvky systému jsou na sobě závislé a zvýšení hodnot jednoho elementu má za následek zvýšení hodnot elementu druhého. Hodnoty prvků ve smyčce rostou neustále se zvyšující rychlostí. Jako příklad může sloužit růst světové populace.;
- Hledání cíle (vliv negativní (vyrovnávací) zpětné vazby). Hodnoty prvků systému postupně rostou nebo klesají, dokud se nedostanou do žádoucího cíle.;
- Oscilace (pokles nebo růst elementů systému je ovlivněn stanoveným cílem, avšak v systému hraje nemalou roli zpoždění, kvůli kterému hodnoty již nějakou dobu po dosažení cíle stále rostou nebo klesají). Ke změně směru vývoje dochází se zpožděním. Jako příklad mohou být uvedeny výkyvy křivky roční nezaměstnanosti v USA.;
- S-křivka (kombinace vzorů exponenciálního růstu a hledání cíle). Nejdříve vlivem pozitivní zpětné vazby systém rychle roste, pak ale podléhá působení stanoveného omezení a růst se zpomalí, dokud se úplně nezastaví dosažením cílové hodnoty – zatížitelnosti; v systému nesmí být žádné časové zpoždění a zatížitelnost nesmí být vyčerpána rostoucím stavem systému.;
- S-křivka s překročením (do vzoru S-křivka se přidá časové zpoždění u vyrovnávací zpětné vazby; po dosažení cílových hodnot se dochází k oscilaci).;
- Překročení a kolaps (podobné chování jako v případě vzoru S-křivky, však zatížitelnost systému je přečerpána a způsobuje pokles sledovaného parametru systému);

- Další vzory jako rovnováha (pomalé nebo skoro neviditelné změny v systému), náhodné chování (neschopnost pozorovatele pochopit nebo předpovědět vývoj systému) nebo chaotické chování (pravidla chování, která se nikdy neopakují, systémy jsou velice citlivé na změny).

### 3.2 Obecná teorie systémů

Obecná teorie systémů (OTS) má silný transdisciplinární charakter: shromažďuje a zobecňuje poznatky o systémech z různých vědních oblastí, popisuje jejich strukturu a chování.

Za zakladatele OTS lze považovat Ludwiga von Bertalanffy, který navrhnul následující myšlenku (Mildeová, Vojko a kol., 2008, s. 25): „organizované celky jakéhokoli druhu by měly být popsány a do jisté míry vysvětlitelné prostřednictvím stejných kategorií a ve svém důsledku také jedním a tím samym formálním nástrojem“.

Hlavním přínosem OTS je identifikace podobných principů chování pro různé disciplíny a typy systémů. Následné poznatky OTS se dají využít také v manažerské praxi (Bureš, 2011). Například při plánování složitých akcí vzdělání manažerů mohou využít teorii grafů a pro svůj projekt navrhnout nejkratší cestu k řešení.

V rámci OTS existuje velké množství systémových teorií. Mezi ně patří (Bureš, Čech, 2008): Teorie grafů, Teorie rozhodování, Teorie her, Teorie deterministického chaosu, Teorie řízení, Teorie komplexních sítí, Teorie modelování.

### 3.3 Systémové myšlení

Moderní svět se stává stále složitějším a komplikovanějším, řešení některých otázek již vyžaduje vícestranný úhel pohledu a znalosti z různých vědních oborů. Například „stavba urychlovače částic“ (Bureš 2006 s. 14), návrh zařízení pro medicínu a kosmického vybavení, dokonce i stavba smart home domácností zvyšují „potřebu aplikace systémového myšlení a systémového přístupu“ a vyžadují „většinou součinnost řady pracovníků různých specializací“ (Bureš, 2006, s. 14).

Systémové myšlení je disciplína, která nám pomáhá, aby naše mentální modely byly s realitou lépe sladěné a přesnější (Bureš, 2006). Je to určitý pohled na svět, který kromě toho obsahuje řadu metod, které umožňují porozumět a následně vyřešit různé manažerské problémy.

Podstata systémového myšlení je následující (Mildeová, Vojko a kol., 2008):



- identifikace vzájemných vztahů v systému, kdy by se pozornost neměla zaměřovat pouze na řetězce příčin a následků,
- analýza chování systému by se neměla stanovovat pouze na základě jedinečného pozorování, ale na základě dlouhodobého sledování změn v systému.

K reprezentaci systémového myšlení lze použít dva odlišné přístupy. Podstaty a rozdíly těchto přístupů jsou uvedené v následujících kapitolách.

### 3.3.1 Mechanistický přístup

Podle Bureše (2011) se mechanistický přístup zakládá na dvou následujících principech:

- redukcionismus (rozdělení komplexního problému na více částí, které jsou dále nedělitelné);
- mechanismus (vysvětlení určitého jevu pomocí kauzality – „příčina-následek“).

Z manažerského hlediska koncepty mechanistického přístupu „řešily především věcné uspořádání a formální strukturu organizací, funkční nadřízenost a podřízenost útvarů a jejich počty, koordinaci činnosti útvarů, nejvhodnější způsoby řízení, zejména jeho zefektivnění a postavení na vědecké základy“ (Tureckiová, 2004, s. 17).

### 3.3.2 Systémový přístup

V porovnání s mechanistickým přístupem systémový přístup nabízí odlišný způsob myšlení. Na místo redukcionismu a mechanismu přicházejí jiné metody uvažování:

- zřetel k celku (pohled na věc v širších souvislostech);
- systematické hledání cílů;
- nový syntetický způsob myšlení (prvky a vazby následně definují chování celkového systému) (Bureš, 2006).

Systémový přístup se opírá zejména o zásady strukturnosti, hierarchičnosti, celistvosti a vzájemné závislosti systému a prostředí (Bureš, 2006).

Z manažerského hlediska „zmiňuje přítomnost podmíněných okolních faktorů, které ovlivňují aktivitu organizace a svou pozornost zaměřuje na vztahy mezi

technickými, mechanickými a strukturálními parametry a aspekty týkajícími se chování, dále lidskými a sociologickými elementy a vztahy s obchodním prostředím.“ (Brooks, 2003, s. 115).

### **3.3.3 Typy systémového myšlení**

V následujících kapitolách budou představeny jednotlivé způsoby systémového myšlení a jejich aplikace.

#### **3.3.3.1 Dynamické myšlení**

„Dynamické myšlení spočívá ve schopnosti vidět a odvodit vzory chování, nikoliv schopnost zaměřit se, vyhledávat a predikovat jednotlivé události“ (Bureš 2011, s. 211). Při dynamickém myšlení je vhodné zaměřit se na skryté podněty, které působí na systém v určitý časový úsek a tím následně vyvolávají události v systému.

#### **3.3.3.2 Myšlení v uzavřených smyčkách**

„Na rozdíl od běžného paradigmatu vnímání světa je nutné pohlížet na procesy ne z pohledu jednosměrného nezávislého kauzálního působení jevů, ale jako na soubor jevů vzájemně se ovlivňujících (i zpětnovazebně samy sebe) v čase a prostoru“ (Mildeová, Vojko a kol., 2008, s. 34). Uzavřené smyčky následně ovlivňují chování celkového systému a vnější podněty tomuto chování pouze napomáhají. Tento způsob myšlení přiřazuje příčiny problémů v systému k příčinám vnitřním, nikoliv vnějším, a tím značnou měrou mění pohled na odpovědnosti v systému.

#### **3.3.3.3 Obecné myšlení**

V reálných systémech existuje celá řada obecných struktur, které jsou si velice podobné, často se opakují, ale mohou se vyskytovat v naprosto odlišných situacích. Například cyklus predátor-kořist se objevuje jak v přírodě, tak i v ekonomice (hospodářské cykly). Obecných struktur existuje celá řada, jednoduché se nazývají „molekuly“, důležitější a složitější následně patří k systémovým archetypům (Mildeová, Vojko a kol., 2008).

#### **3.3.3.4 Strukturální myšlení**

Strukturální myšlení spočívá ve správné reprezentaci struktury modelu s ohledem na použité měrné jednotky a ve správné identifikaci hladin a toků v systému.

„Vzniklý model by měl respektovat fyzikální zákony (o zachování hmoty a energie) tam, kde se projevují i v reálných procesech“ (Mildeová, Vojko a kol., 2008, s. 34).

### **3.3.3.5 Operační myšlení**

Modelování problému vychází pouze z reality, z aktuálních hodnot systému. Jsou zakázané jakékoliv abstrakce a odvození, systém by měl vyjadřovat pouze skutečnou situaci a není přípustné modelované procesy reprezentovat odlišně (Mildeová, Vojko a kol., 2008).

### **3.3.3.6 Spojité myšlení**

Spojité myšlení varuje před použitím podmínkových pravidel typu jestliže-pak (if-then-else). I když je tento způsob poměrně obvyklým v programátorských jazycích a tabulkových kalkulátorech, okolní svět je mnohem složitější. Reálné modely světa se neskládají pouze ze dvou podmínek, ale obsahují celou paletu nepředvídatelného chování. Spojité myšlení je založeno na spojitém a provázaném chování, nikoliv na ostrých hranicích a přerušeních (Bureš, 2011).

### **3.3.3.7 Vědecké myšlení**

Vědecké myšlení se snaží o konzistentní znázornění mentálních modelů. Používá kvantifikaci, která je nutná pro odvození logických důsledků chování modelů v čase. Některé vztahy v modelu nejsou zcela měřitelné, ale je stejně zapotřebí tyto vztahy v modelu zohlednit. Zjištění hodnot těchto vztahů není jednoduché, a proto byly pro tento účel vyvinuty speciální techniky.

Dále je vědecké myšlení úzce spojené s testováním hypotéz. Je nutné, aby uživatel před simulací vytvořil hypotézy, které následně pomocí simulace testoval – vyvracel nebo ověřoval. (Mildeová, Vojko a kol., 2008).

### **3.3.3.8 Pohled z 10 km**

Vnímání různých situací jedincem je velice odlišné v případech, kdy v této situaci hraje nějakou roli, na rozdíl od toho, kdy k této situaci nemá žádný osobní vztah. Pouze nezaujatý pohled na určitý problém umožní jedinci vnímat problémovou situaci celistvě a identifikovat na první pohled nepatrné, ale velmi důležité souvislosti (Bureš, 2011).

### 3.4 Systémová dynamika

Slovo „dynamika“ označuje neustálou změnu. Systémová dynamika (v angličtině „System Dynamics“) vnímá změny jednotlivých částí systému a sleduje interakce mezi nimi během určitého období. Systémová dynamika monitoruje chování a vývoj systému v čase.

Aplikace metod systémového myšlení a systémové dynamiky pomáhá pochopit chování složitého systému a jeho prvků. Z dlouhodobého hlediska jsou tyto disciplíny schopné ukázat, jaké prvky v samotném systému nebo v jeho okolí ovlivňují systém nejvíce. Jelikož systémová dynamika dokáže predikovat vývoj systému v čase, je velice často zaměřená na globální problémy jako například na ekologii, životní úroveň, populaci nebo potravu.

Základními principy systémové dynamiky jsou zmíněné v následujícím seznamu (Šusta, Neumaierová, 2004):

- Jakékoliv dynamické chování je důsledkem struktury systému. Chování všech systémů lze následně popsat pomocí konkrétních vzorů.
- Změnu v dynamickém systému nelze zastavit, aniž by systém nebyl poškozen. Každý zásah do běžícího systému má své následky.
- Veškerá získaná data o systému by se měla zadávat do referenčních módů (tyto módy ukazují chování sledovaných proměnných v čase). Správnost modelu se následně ověřuje porovnáním výsledných hodnot simulace s údaji na těchto grafech.
- Modelovat se musí problém, nikoliv celkový systém. Zaměřování pozornosti na konkrétní problém usnadní rozhodování o tom, jaké prvky patří do systému a jaké jsou naopak pro systém irelevantní.
- Autor modelu by měl přesně vymezit hranice zkoumaného systému. Absolutně nezávislé a ohraničené systémy neexistují. Každý systém je v té nebo jiné míře subsystémem jiných systémů, které jsou následně částmi jiných ještě větších systémů. Autor modelu systému by měl stanovit přesné hranice modelovaného systému.

### 3.4.1 Historie systémové dynamiky

Za vznik systémové dynamiky můžeme vděčit profesorovi Jayovi W. Forresterovi, který v 50. letech 20. století pracoval jako elektrotechnický inženýr ve společnosti General Electric (město Fairfield stát Connecticut, USA). Forrester zjistil, že společnost nedokáže vyřešit stále se opakující problém ve svých výrobních závodech v Kentucky. Díky první simulaci na kusu papíru v poznámkovém bloku Forrester znázornil jednotlivé části problémového systému, a dokázal popřít původní vysvětlení problému a správně identifikoval opravdovou příčinu potíží ve společnosti.

Na konci 50. let 20. století začal Forrester aplikovat svoje poznatky v oblasti společenských systémů, zkoumal vliv zpětné vazby a spolu se svými kolegy popsal jeden ze základních systémových archetypů, který se dnes nazývá „Meze růstu“ (Mildeová, Vojko a kol., 2008).

Později se za účasti počítačů začaly objevovat i první speciální nástroje pro modelování dynamiky systémů, například simulační jazyk DYNAMO, simulační software Vensim, STELLA nebo Powersim studio. Za první simulační nástroj lze nicméně považovat software SIMPLE, který byl vytvořen pro řešení původního problému společnosti General Electric (Bureš, 2011).

### 3.4.2 Moderní aplikace systémové dynamiky

Nástroje systémové dynamiky využívají nejenom vědci, ale především manažeři moderních společností pro různorodé potřeby firem. Mezi ně patří například:

- školení nových zaměstnanců
- vývoj nového produktu nebo celková optimalizace výroby (Wu, Cole, McSweeney, 2016)
- sledování chodu firmy
- prezentování společnosti investorům
- predikce budoucích profitů (Lazov, 2017)
- modelování firmy a řešení určitého problémů (Ferreira, Batalha, Domingos, 2016)

Ne všechny konkrétní příklady moderních aplikací systémové dynamiky jsou dnes veřejně dostupné. Jejich tvorbě bylo věnováno mnoho znalostí, a proto jsou tyto

aplikace v dnešní době považovány za intelektuální vlastnictví/know-how příslušných firem.

Mildeová, Vojko a kolektiv (2008) uvádějí seznam firem, které úspěšně využívají nástroje systémové dynamiky v rámci svého fungování. Těmi jsou například: americká korporace Ford Motor Company, švýcarská společnost Nestlé, americké námořnictvo, americká společnost General Motors, americká akciová nadnárodní společnost Microsoft, americká akciová společnost IBM, Světová banka atd.

### **3.5 Modelování systémů a simulace**

Modelování se široce používá jak při vědecké praxi, tak i při odborné činnosti. Tvorbou modelu umožňuje popsat strukturu, obsah a chování reálného systému. Simulace následně dovoluje reprezentovat chování a změny systému v čase.

V následujících kapitolách jsou popsány způsoby tvorby konceptuálního a simulačního modelu systému, protože jsou právě tyto typy modelů využity v praktické části této práce.

#### **3.5.1 Model**

Mildeová (2011, s.7) představuje model jako „účelové zjednodušení skutečnosti“. Reálné systémy jsou obvykle velice složité, skládají se z mnoha prvků a jsou ovlivňovány působením vnějšího okolí. Zjednodušení a určitá míra abstrakce jsou pro modelování velice přítomné, jelikož model by se neměl zaměřovat na všechny prvky reálného systému, ale pouze na ty, které značnou mírou ovlivňují jeho chování. Proto Hubálovský (2011) vymezuje model jako „zjednodušeninu originálu“.

Pro různé typy systémů existují odpovídající typy modelů (Hubálovský, 2011):

- Reálné systémy jsou většinou reprezentované pomocí matematických, teoretických, lingvistických nebo fiktivních modelů.
- Konceptní systémy jsou popsány fyzickými nebo lingvistickými modely.
- Matematické modely lze popsat pomocí abstraktních systémů.
- Konceptuální a symbolické modely reprezentují procesní systémy.

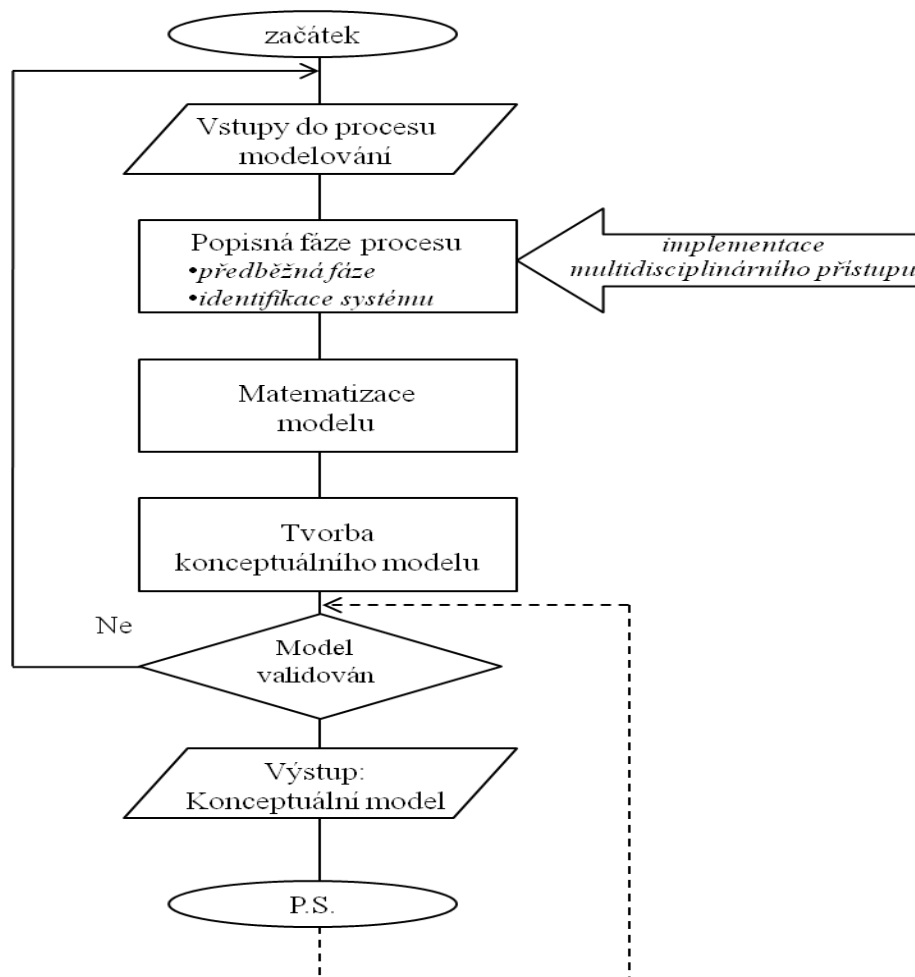
Jedním z nejmodernějších typů modelů je počítačový model. Tento model se skládá ze sady programových instrukcí, a výsledný model se chová jako spustitelný soubor. Jednou z výhod modelu je možnost provádění skutečného dynamického

experimentu, který reprezentuje chování a změny reálného systému v čase (Hubálovský, 2011).

### 3.5.2 Konceptuální model

Konceptuální model vymezuje a specifikuje informace, které budou v modelu zohledněné. Tento model se tvoří během diskuse mezi účastníky procesu modelování a následně představuje spojovací část mezi reálným systémem a simulačním modelem (Hubálovský, 2011).

Proces tvorby konceptuálního modelu je představen na obrázku 1.



**Obr. 1: Tvorba konceptuálního modelu.**

Zdroj: (Hubálovský, 2011, s. 68)

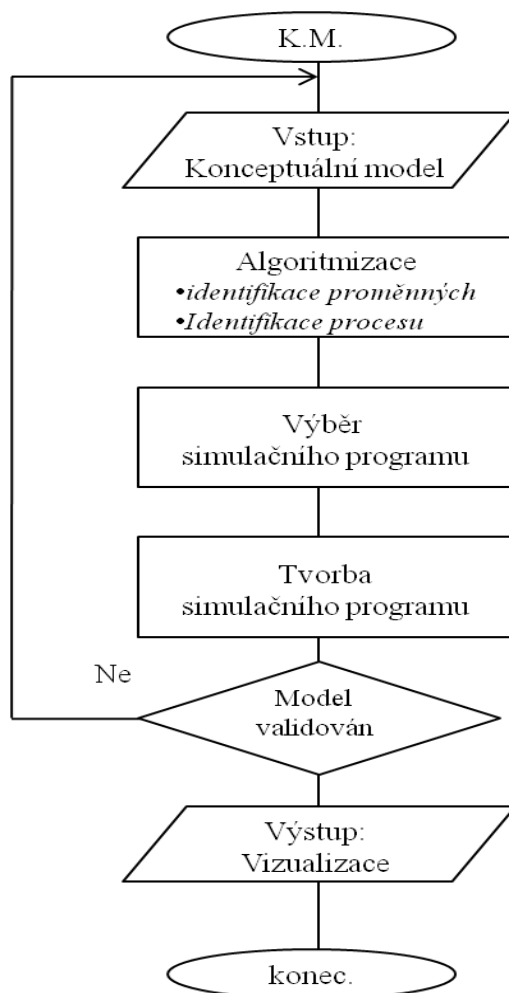
Hubálovský (2011) tento proces popisuje tak, že se začíná popisnou fází procesu, kde se vytvářejí hranice modelu, a rozhoduje se, jaký typ modelu bude použit pro daný systém. Poté dochází k identifikaci systému s použitím slovního popisu, kde se zkoumají elementy, vnitřní vazby mezi jednotlivými prvky systému a vnější vazby

s okolím systému. Dále následuje tvorba matematického modelu systému, kde se doplňují parametry a proměnné. Další fáze představuje samotnou tvorbu konceptuálního modelu, kde se matematický model rozšiřuje o rovnice, vztahy a zpětné vazby. Pokud konceptuální model obsahuje chybějící informace, dochází k návratu do popisné části procesu modelování.

### 3.5.3 Simulační model

Simulace umožňuje specifikovat velké množství experimentálních dat, predikovat chování a změny v systému a vyvrátit nebo potvrdit obecné teoretické modely. Simulační model je představen spustitelným počítačovým programem (Hubálovský, 2011).

Proces tvorby simulačního modelu je představen na obrázku 2.



**Obr. 2. Tvorba simulačního modelu.**  
Zdroj: (Hubálovský, 2011, s. 86)



Hubálovský (2011) tento proces popisuje tak, že začíná algoritmicizací modelu, kde se identifikují vstupní, výstupní a pomocné proměnné, které skutečně ovlivňují simulační proces. Následně se určují procesy, na základě kterých simulační program transformuje vstupní proměnné na proměnné výstupní. Potom se vybírá simulační program – speciální programovací jazyk, který zajistí fungování simulace na počítači. Na závěr programátor převádí algoritmicizovaný model z předešlého kroku do vybraného simulačního prostředí.

Webová stránka anylogic.com uvádí šest důvodů proč simulaci využívat:

1. Bezpečné prostředí. Pomocí simulace lze provádět pokusy v libovolném prostředí. Experimentální zásahy se provádějí na virtuálním systému, proto reálné prostředí zůstává v bezpečí.
2. Úspora času a peněz. Počítačová simulace je rychlejší a mnohem šetrnější, než pokus na opravdovém živém systému.
3. Přehlednost. Všechny části systému jsou viditelné. Autor systému ho může snadněji představit svým posluchačům.
4. Cit pro systémovou dynamiku. Simulační model umožňuje pozorovat změny systému v čase, sledovat příčiny a důsledky jednotlivých rozhodnutí.
5. Zvýšení přesnosti. Simulační model obsahuje více důležitých podrobností o systému než například konceptuální model.
6. Práce a neurčitými hodnotami. Některé prvky reálného systému jsou nepřesné anebo se pořád mění. Simulační model umožňuje do systému zařadit nepřesnou hodnotu. Díky velkému počtu opakování budou zohledněné všechny výsledky simulace s různými hodnotami.

Simulace dokáže vyřešit složité problémy současnosti. Počítačová simulace se například používá v byznysu. Provedení experimentu na reálném systému občas bývá velice náročné nebo dokonce nemožné kvůli časové délce a finančním nákladům na experiment. Zároveň některé problémy vyžadují průběh v čase a jednoduchá analýza v Excelu je nedokáže vyřešit (The Anylogic Company, 2017).

### 3.5.4 Metody verifikace modelu

Verifikace slouží k ověření důvěryhodnosti, spolehlivosti a přesnosti vytvořeného simulačního modelu. Metody verifikace lze rozdělit do následujících skupin (Hubálovský, 2011 podle Sokolowski a Banks, 2009):

- Statické metody se většinou využívají k verifikaci simulovaných procesů. Posouzení modelu se provádí na základě jeho vlastností bez provedení simulace.
- Dynamické metody fungují na základě výstupů provedeného simulačního procesu. Tyto metody se považují za objektivnější, jelikož porovnávají výsledky modelu s odpovídajícími údaji reálného systému.
- Formální metody používají pro verifikaci modelu matematické důkazy. Ve výsledku jsou ohodnocené modely z matematického hlediska nenapadnutelné.
- Neformální metody verifikace nespolehají na matematickou analýzu a jsou založené na subjektivním hodnocení.

### 3.6 Modelování dynamiky systému

Modelování systému a následné pozorování jeho změn v čase je velmi důležité pro praktickou aplikaci systémového myšlení. Samotné modelování by se mělo provádět pouze při rozsáhlých znalostech o strukturách a chování systémů, zpětnovazebných smyčkách a principech systémového myšlení.

V následujících kapitolách jsou rozebírány jednoduché a zpětnovazební vztahy, typy zpětnovazebních smyček, příčinné smyčkové diagramy a diagramy hladin a toků. Tyto pojmy jsou důležité, protože právě zpětnovazební vztahy a jejich typy (pozitivní a negativní) dokážou ovlivnit chování celého systému a významně změnit hodnoty systémů různými směry (v závislosti na typu zpětnovazební smyčky). Základem smyčkových diagramů a diagramů hladin a toku jsou také zpětnovazební vztahy.

#### 3.6.1 Zpětnovazební vztahy

Komplexní systémy nelze popsat pouze pomocí příčinného lineárního řetězce. Jejich chování je mnohem složitější vlivem závislostí mezi proměnnými a smyčkami zpětných vazeb. Mildeová (2011, s. 31) definuje zpětnou vazbu jako: „Situaci, kdy *jev a* způsobí následný *jev b*, který zpětně ovlivní *jev a*“. Při použití zpětnovazebné smyčky

důsledek mění výchozí podmínky systému, neboli výstupní parametr podstatně ovlivňuje budoucí vstupní hodnoty (Mildeová, 2011).

### 3.6.2 Typy zpětnovazebních smyček a jejich symbolika

„Smyčka se zpětnou vazbou je uzavřená cesta, která ukazuje koloběh příčiny a důsledku“ (Šusta, Neumaierová, 2004, s. 16).

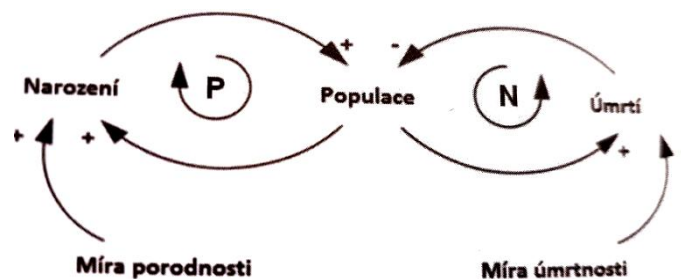
Pozitivní zpětnovazební smyčka vyjadřuje takové chování systému, kdy změna hodnoty prvku v konečném důsledku vyvolá změnu hodnot jiného prvku ve stejném směru. Základem tohoto principu je zesilující proces, který způsobuje vychylování systému z rovnovážného stavu. Tento typ smyček se indikuje znaménkem „+“, písmenkem „R“ nebo obrázkem se sněhovou koulí (Mildeová, 2011).

Negativní zpětnovazební smyčka je založená na principech vyvažujícího procesu. Změna hodnot jednoho prvku, po průchodu zpětnovazebním systémem změni závislý prvek v opačném směru. Tento typ smyček napomáhá udržovat systém v rovnovážném stavu. Symbolikou negativní zpětnovazební smyčky je znaménko „-“, písmenko „B“ nebo obrázek znázorňující váhy (Mildeová, 2011).

### 3.6.3 Příčinný smyčkový diagram

Příčinný smyčkový diagram zachycuje dynamiku systému, znázorňuje jeho strukturu a umožňuje zobrazovat zpětnovazební vztahy. Takový typ diagramu může obsahovat více zpětnovazebních smyček různých typů, kde polarita vazeb hraje velmi důležitou roli. Zároveň ale není možné v diagramu vytvářet vazby, které by obsahovaly obě znaménka najednou, pro pozitivní a negativní zpětnou vazbu (Bureš, 2011).

Příklad příčinného smyčkového diagramu, který uvádí Bureš, je uveden na obrázku č. 3. Tento diagram znázorňuje dynamiku vývoje libovolné populace.



Obr. 3. Příčinný smyčkový diagram.

Zdroj: (Bureš, 2011, s. 173)

Základními prvky tohoto systému jsou velikost populace, množství narozených a zemřelých. Poslední dva prvky systému jsou ovlivňovány mírou porodnosti a mírou úmrtnosti. Pokud míra porodnosti roste, zvyšuje se i počet narozených osob, který také zvětšuje populaci. Při růstu populace se zvětšuje počet narozených osob. Tyto vazby jsou označené znaménkem „+“ a znázorňují zesilující proces (Bureš, 2011).

Při růstu populace roste i počet zemřelých osob, ale při růstu počtu zemřelých se populace naopak zmenšuje. V prvním případě se hodnoty proměnných populace a počtu zemřelých osob mění ve stejném směru, proto je tento typ vazby označován znaménkem „+“. Při růstu počtu zemřelých osob klesá populace a naopak, pokud počet úmrtí klesá, populace roste. Tento typ vazby je označován znaménkem „-“, jelikož hodnoty prvku se mění v opačném směru (Bureš, 2011).

### **3.6.4 Diagram hladin a toků**

Diagramy stavů a toků jsou používány pro zachycení zpětnovazební struktury systému. Tvorba systémových modelů začíná primárně právě těmito diagramy, protože umožňuje znázornit strukturu systému s podrobnějšími informacemi, než umožňují příčinné smyčkové diagramy.

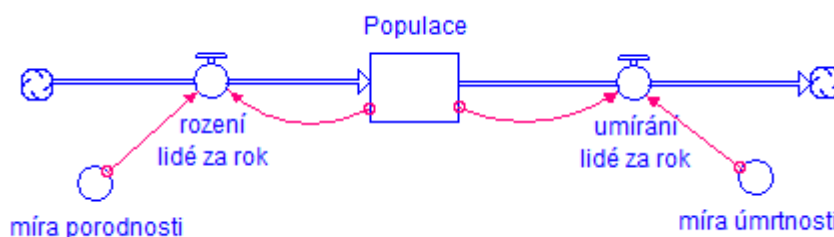
Šusta a Neumaierová (2004) definují toky jako akční proměnné, které vytvářejí dynamické chování systému tím, že se akumulují. To znamená, že systém může vykazovat dynamické chování i bez přítomnosti zpětných vazeb (Šusta, Neumaierová, 2004). Hodnota toku poté není přímo závislá na předchozích hodnotách daného toku. Při modelování se toky znázorňují jako šipky s ventilem směřující do stavu hladiny. Směr šipky do hladiny nebo ven z hladiny reprezentuje přítok nebo odtok (Bureš, 2011).

Stavy se také označují jako hladiny, akumulace nebo úrovně. Stavy dokážou měnit své hodnoty tím, že integrují nebo akumulují toky. Hodnoty stavů se neustále mění (Mildeová, 2011). Stavy lze také pojmut jako „paměť systému“, která je reprezentována rozdílem mezi přítokem do procesu a jeho odtokem (Bureš, 2011). Hladiny v diagramu jsou znázorněny obyčejným obdélníkem.

Diagram může také obsahovat pomocné. Pomocná proměnná obsahuje zpravidla funkce a výpočty, které jsou založené na hodnotách ostatních proměnných. Pomocná se označuje jako kružnice.

Některé softwarové nástroje, které modelují systémovou dynamiku, například Powersim studio, umožňují vytvářet konstanty. Konstanta vyjadřuje pevné hodnoty, které ostatní proměnné pouze používají. Konstanta se zpravidla značí kosočtvercem a jsou v ní pevně dány hodnoty od uživatele modelu.

Diagram hladin a toků je znázorněn na obrázku č. 4.



**Obr. 4. Diagram hladin a toků**  
Zdroj: autor, upraveno podle Bureš (2011)

### 3.7 Vývojová prostředí

V dnešní době existují celé řady softwarů, které umožňují tvorbu modelů systémové dynamiky. Takovými nástroji jsou například AnyLogic, Analytika, JDynSim, NetLogo, Powersim Studio, Simile, STELLA iThink nebo Vensim. Tyto nástroje jsou implementované v různých programovacích jazycích, avšak nejrozšířenějšími jsou Java, C a C++. Většina těchto softwarů je zpoplatněná, ale existuje i několik volných verzí ke stažení zdarma.

Tato bakalářská práce se opírá o modelovací software STELLA od společnosti isee systems. Společnost isee systems vznikla před třiceti dvěma lety. Tato firma byla založena v roce 1985 Barry Richmondem. V roce 1989 zakladatel společnosti získal ocenění Jay Wright Forrestera za tvorbu prvního modelovacího a simulačního softwaru, který podporoval grafické rozhraní – STELLA.

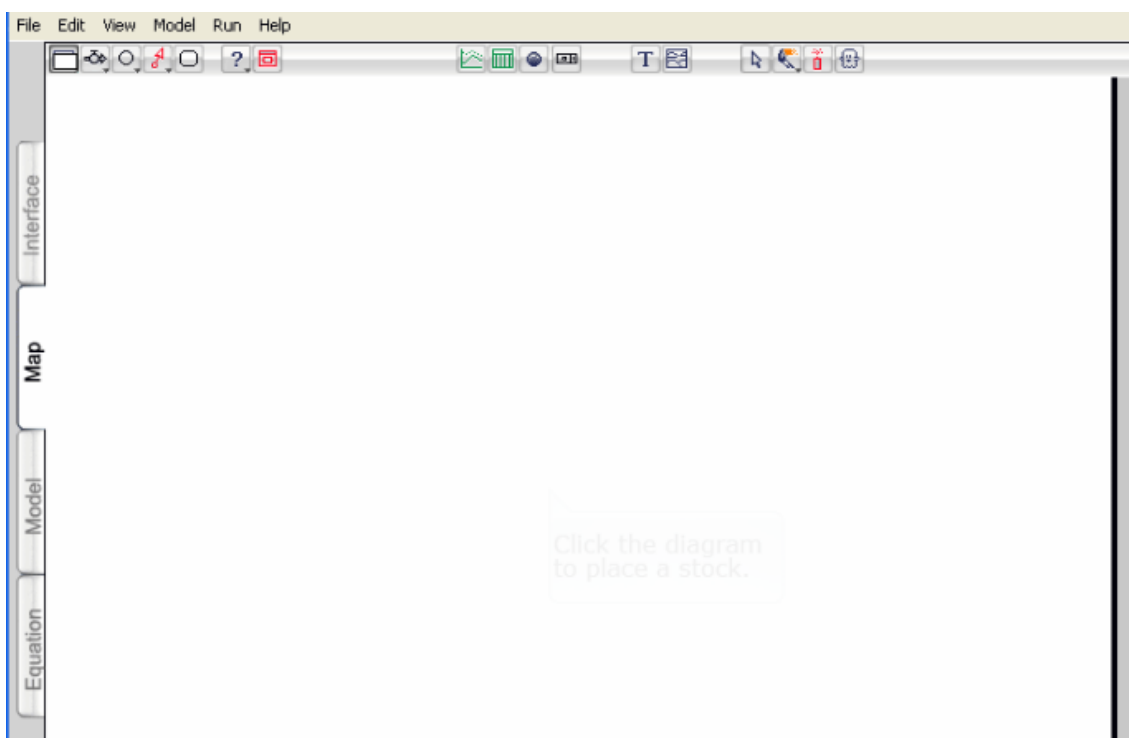
Dnes tato společnost nabízí modernější verze původního softwaru STELLA. Mezi nimi jsou STELLA Architect, STELLA Professional, Stella Modeler a STELLA Simulator. Tyto nástroje lze získat přes oficiální stránky společnosti na adrese [www.iseesystems.com/store/products/](http://www.iseesystems.com/store/products/). Cenově se tyto nástroje značně liší. Například STELLA Architect je nabízena za 2999 amerických dolarů, STELLA Professional stojí 2199 amerických dolarů a STELLA Designer je dostupná za 999 amerických dolarů. Uvedené ceny jsou za licenci na 2 počítače na dobu neurčitou (ceny jsou platné ke dni

25.11.2017). Blíže je představena verze softwaru, která byla použita pro praktickou část práce.

### 3.7.1 STELLA 10.0

Tato verze programu Stella může být nainstalována na platformách Windows a Macintosh. Verze 10.0 obsahuje jednoduché grafické rozhraní a podporuje řadu matematických, logických a statistických funkcí. Tento nástroj umožňuje vytvářet složité systémové modely, rozdělovat je do bloků a označovat polarity jednotlivých vazeb. Vytvořený model lze jednoduše spustit a hodnoty hladin, toků a proměnných je možné následně sledovat pomocí grafů nebo tabulek, které uživatel vytváří zvlášť. Simulaci lze také zastavit, aby uživatel mohl porovnat aktuální parametry jednotlivých proměnných s referenčními body. STELLA také umožňuje změnit rychlost simulace a určit po jakých časových úsecích bude model běžet (krok simulace může být nastaven na jeden týden, jeden měsíc, jeden rok apod.). Délku simulace lze také měnit, tento parametr zaleží na uživateli, zda chce sledovat pouhý půlrok, anebo sto a více let.

Základní obrazovka tohoto nástroje je uvedena na obrázku č. 5.



**Obr. 5. Prostředí modelovacího a simulačního nástroje STELLA 10.0.**

Zdroj: autor

Prostředí toho to nástroje je rozděleno do čtyř bloků. První částí je Interface (rozhraní), kde se přidávají ovládací prvky pro budoucího uživatele systému a pro jednodušší ovládání modelu. I přes to, že tato záložka je první v pořadí, měla by se tvořit až tehdy, kdy je simulační model hotový. Tato část programu je velice pružná a poskytuje uživateli dostatečnou grafickou podporu. Přes Interface lze hodnoty jednotlivých proměnných lépe upravovat, celkový model je následně přehlednější a jakékoliv změny hodnot lze provést rychle a jednoduše. Pokud je vytvořená simulace určena koncovému uživateli, který se softwarem zacházet neumí, tato záložka je pro něj jediná možnost, jak zasáhnout do systému, ovlivnit ho a nastavit relevantní hodnoty.

Další částí Stelly 10.0 je záložka Map (mapa). Tady by se měla primárně tvořit základní struktura modelu. Vytvářejí se zde hladiny, toky a proměnné, které jsou spojovány pomocí vazeb.

Hodnoty jednotlivých proměnných, počáteční kapacity hladin a vzorce u toků se nastavují v záložce Model. Jednotlivé proměnné nemusí být popsány pouze pomocí čísel, ale mohou být vyjádřeny i vzorcem anebo grafem. STELLA podporuje různé logické (IF, AND, OR, atd.), statistické (POISSON, PERMUTATIONS, LOGNORMAL, atd.), matematické (MAX, MIN, MOD, PERCENT, atd.), trigonometrické (SIN, COS, atd.) funkce. Navíc tento nástroj nabízí i speciální funkce, které ovlivňují celkovou simulaci modelu (STARTTIME, STOPTIME, TIME, DT, atd.). Tyto funkce například vracejí hodnotu „od kdy/do kdy je spuštěná simulace“, kterou si uživatel nastavil v parametrech spuštění modelu (Run Specs). Pokud aspoň jeden element systému není nijak definován, model nelze spustit. Prvek, který je třeba definovat, je označen otazníkem.

Poslední záložka se jmenuje Equation (rovnice). Zde se automaticky generují matematické rovnice pro každý prvek modelu.

STELLA 10.0 nepodporuje českou diakritiku. Jak bylo zmíněno výše, právě tento software je použit v praktické části, protože odpovídá požadavkům pro tvorbu simulace v čase a je volně dostupný pro studenty Univerzity Hradec Králové, Fakulty Informatiky a Managementu.

## 4 Praktická část

V praktické části této bakalářské práce jsou popsány jednotlivé etapy tvorby simulačního modelu konkrétní firmy v modelovacím nástroji STELLA 10.0. Model slouží ke znázornění několika firemních problémů. Jednou z velkých výhod modelování je možnost zásahu uživatele do systému a sledování jeho vývoje v určitém období při nastavení různých parametrů.

Analyzovaná firma byla vybrána zejména kvůli skutečnosti, že v ní autorka pracuje již dva roky a zná tak tamní procesy a má přístup k potřebným informacím.

### 4.1 Popis firmy

Dynamický model firmy bude obsahovat citlivé údaje o tržbách, stavu bankovního účtu, mzdách zaměstnanců a provozních nákladech, proto si spolupracující firma přála neuvádět její skutečný název. Proto má v této práci daná firma obecný název, který odpovídá její činnosti – Posilovna XY.

Posilovna XY má velice zajímavou a komerčně výhodnou polohu. Firma se nachází v areálu letního koupaliště. Datum otevření tohoto podniku je shodný s datem otevření koupaliště – tedy v roce 2010. Kromě posilovny zde také sídlí restaurace, squash, wellness studio a solárium. Posilovna XY je poměrně malá firma. V zimě má tři až pět zaměstnanců, v létě tam pracuje šest až osm zaměstnanců. Tato firma se nachází ve středně velkém městě v ČR (město má přibližně 100 000 obyvatelů).

#### 4.1.1 Hlavní činnost firmy

Posilovna XY provozuje svou hlavní činnost ve fitness průmyslu. Firma si pronajímá velkou halu, kde se nachází její vlastní stroje. Posilovna XY poskytuje svým zákazníkům následující služby:

- Jednorázový vstup. Ceny vstupného pro studenty, dospělé a děti se liší. Zákazníci mají možnost ušetřit, pokud si přijdou zacvičit v dopoledních hodinách (do 12 hodin). Ceník služeb je uveden na obrázku č. 6.



<b>Jednorázové vstupné</b>			
	dospělý	student (senior)	děti (do 15 let)
dopolední (9 - 12 h)	80,-	70,-	45,-
odpolední (12 - 21 h)	90,-	75,-	45,-

**Obr. 6: Ceník služeb Posilovny XY.**

Zdroj: autor

- Časové permanentky. Firma nabízí měsíční, půlroční a roční předplatné permanentky. Ceny se opět liší v případech, kdy se jedná o studenta nebo o dospělého. Ceník permanentek je uveden na obrázku č. 7.

<b>Permanentky</b>		
	dospělý	student (senior)
1 měsíc	799,-	699,-
6 měsíců	4200,-	3600,-
12 měsíců	7200,-	6600,-

**Obr. 7: Ceník služeb Posilovny XY.**

Zdroj: autor

- Firemní návštěvy a Multisport program. Posilovna XY spolupracuje s několika externími společnostmi. Zaměstnanci těchto společností mají zajištěn vstup do posilovny v rámci svých firemních benefitů. Tito zákazníci si neplatí návštěvy posilovny osobně, ale na konci měsíce jejich podnik hradí Posilovně XY náklady na jejich vstupy. Při každé návštěvě se lidé z těchto firem pouze zapisují na evidenční listinu. Obdobně probíhá spolupráce v rámci programu Multisport (jedná se o rozšířený firemní benefit, zaměstnavatel poskytuje zaměstnanci speciální permanentku, pomocí které zaměstnanec může navštěvovat různá fitness centra, se kterými má společnost Multisport smlouvu). Zákazníci s touto permanentkou si nehradí vstup osobně, ale prostřednictvím služby Multisport. Tyto firemní návštěvy Posilovna XY poskytuje s určitou slevou.
- Fitness výživa a fitness nápoje. Posilovna XY nabízí svým zákazníkům velký výběr sportovních a výživových doplňků. Zákazník si při návštěvě může rovnou zakoupit nebo objednat fitness produkty od různých sportovních značek

(energetické a proteinové tyčinky, iontové nápoje, carnitiny, spalovače tuků, aminokyseliny BCAA, gainery a proteiny). Cenově tyto produkty se výrazně liší.

#### **4.1.2 Vedlejší činnost firmy**

V létě Posilovna XY nejenom poskytuje své obvyklé služby fitness nadšencům, ale také vyrábí a následně prodává občerstvení a pití pro návštěvníky koupaliště. Tato služba je realizována přes malé okénko dovnitř areálu koupaliště. Posilovna XY od května do září připravuje či prodává různé alkoholické a nealkoholické nápoje, sušenky, párky v rohlíku atd.

#### **4.1.3 Problémy firmy**

Firma se potýká s problémy, které jsou popsány v této kapitole a budou následně znázorněny pomocí simulace v programu STELLA. Podpora řešení zmíněných problémů pomocí tohoto nástroje by firmě měla přinést zlepšení některých procesů.

Firma každoročně zaznamenává výkyvy v měsíčních tržbách a není si jistá, zda tyto výkyvy způsobuje pouze sezónní návštěvnost posilovny, prodej zboží na koupališti nebo oba faktory zároveň. Pro vedení firmy je důležité identifikovat příčinu výkyvů, aby mohla lépe eliminovat jejich dopady.

Kvůli obsluze koupaliště musí Posilovna XY v létě nabírat brigádníky na výpomoc. Stálí zaměstnanci jsou nicméně ochotni brát si přesčasy. Práce brigádníků, zaměstnanců a přesčasy zaměstnanců mají různou mzdovou sazbu a firma neví, kdy potřebuje vzít dalšího brigádníka či kdy je schopná zvládnout sezónní návštěvnost pomocí přesčasů stálých zaměstnanců.

Posilovna XY také chce sledovat roční vývoj svých aktuálních členů a jednorázových návštěvníků v závislosti na reputaci posilovny, počtu uskutečněných propagačních akcí a jejich efektivitě.

## **4.2 Tvorba modelu**

V následujících podkapitolách jsou popsány postupy tvorby simulačního modelu Posilovny XY. Model má 4 hladiny. Konstrukce modelu obsahuje pouze nezbytné prvky pro řešení výše popsaných problémů Posilovny XY. I přes to, že se posilovna nachází v areálu letního koupaliště, částí systému jako restaurace, squash, solárium a

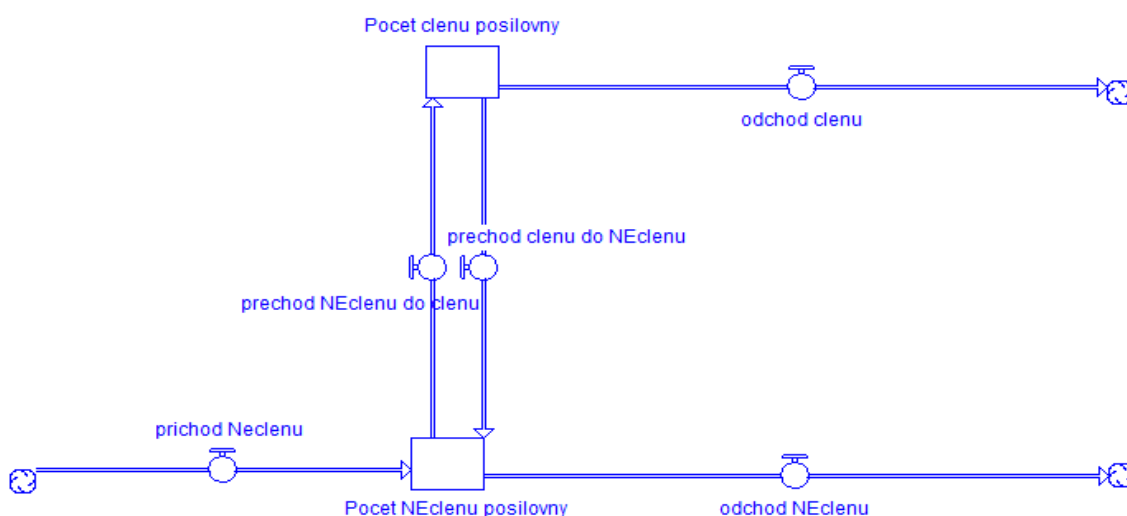
wellness model nezachycuje, neboť nejsou pro chod posilovny tolik podstatné. Vztahy mezi jednotlivými prvky v modelu jsou založeny na informacích od vedení posilovny. Konkrétní údaje, které jednotlivé hladiny a pomocné proměnné modelu obsahují, byly poskytnuty vedením Posilovny XY. Údaje o návštěvnosti koupaliště byly poskytnuty vedením areálu koupaliště. Také je nutné uvést, že některé proměnné jsou zjednodušené oproti realitě, kvůli tomu, aby simulace modelu byla lépe znázornitelná. Kompletní model v aplikaci STELLA, ve formátu „.STMX“ je nahrán na CD. Toto CD je přiloženo k této bakalářské práci.

#### 4.2.1 Tvorba hladin pro sledování počtu členů a nečlenů posilovny

Posilovnu-XY zajímá počet aktuálních členů posilovny. Zjednodušeně řečeno, znamená to počet lidí, kteří vlastní aspoň měsíční permanentku. Vedení chce také vědět, kolik lidí si přijde měsíčně zacvičit bez předplacené permanentky.

Na základě informací od zaměstnanců firmy bylo zjištěno, že před tím než si návštěvník zakoupí předplacené členství, vždy si vyzkouší, zda se mu prostředí posilovny líbí, a proto si před zakoupením permanentky přijde poprvé zacvičit na jednorázový vstup. Zní to velice logicky – nikdo by si nepřál koupit tzv. „zajíce v pytli“.

Občas nicméně zákazníci dělají to, že další měsíční permanentu si nezakoupí, ale pokračují v navštěvování posilovny na jednorázové vstupné. Základní model těchto hladin je uveden na obrázku č. 8.



Obr. 8: Hladina počtu členů a nečlenů Posilovny XY.  
Zdroj: autor

Počet členů posilovny vyjadřuje počet lidí s platnou permanentkou Posilovny XY. Počet nečlenů posilovny vyjadřuje množství lidí, kteří si alespoň jednou za měsíc přijdou zacvičit. Každý jedinec se započítává pouze jednou, i když teoreticky může chodit cvičit na jednorázové vstupné každý den. Tato hladina se nezabývá počtem prodaných vstupů ale pouze počtem „jedinců“, kteří posilovnu navštíví. Scénáře hladiny Počtu nečlenů posilovny mohou vypadat následovně:

- Zákazník si přijde zacvičit (přítok hladiny Počet nečlenů posilovny – „příchod nečlenů“), ale následující měsíc již ani jednou posilovnu nenavštíví. Ihned tento měsíc se spolu s přítokem objeví i v hodnotách odtoku z hladiny Počet nečlenů posilovny – „odchod nečlenů“;
- Zákazník si přijde zacvičit (přítok hladiny Počet nečlenů posilovny– „příchod nečlenů“) a bude chodit do posilovny i následující měsíce. Tento jedinec se započítá do odtoku hladiny nečlenů posilovny ten měsíc kdy již ani jednou do posilovny nepřijde;
- Zákazník si přijde zacvičit (přítok hladiny Počet nečlenů posilovny – „příchod nečlenů“), ale po první návštěvě si zakoupí permanentku a stane se členem Posilovny XY (odtok hladiny Počet nečlenů posilovny– „přechod nečlenů do členů“).

Možné scénáře hladiny Počtu členů jsou uvedené níže:

- Návštěvník posilovny si přijde zacvičit (přítok hladiny Počet Nečlenů posilovny – „příchod nečlenů“), a následně si koupí permanentku (přítok hladiny Počet členů posilovny – „přechod nečlenů do členů“). Pokud se mu Posilovna XY líbit nebude, může ji opustit (odtok hladiny Počet členů posilovny – „odchod členů“).
- Návštěvník si přijde do posilovny zacvičit (přítok hladiny Počet nečlenů posilovny – „příchod nečlenů“). Pokud se mu bude líbit prostředí Posilovny XY, zakoupí si permanentku (přítok hladiny Počet členů posilovny – „přechod nečlenů do členů“). Až mu platnost permanentky vyprší, bude dál chodit do posilovny na jednorázové vstupy (odtok hladiny Počet členů posilovny – „přechod členů do nečlenů“).

V tomto modelu je odtok hladiny Počet nečlenů posilovny zároveň přítokem hladiny Počet členů posilovny a odtok hladiny Počet členů posilovny je zároveň přítokem hladiny Počet nečlenů posilovny.

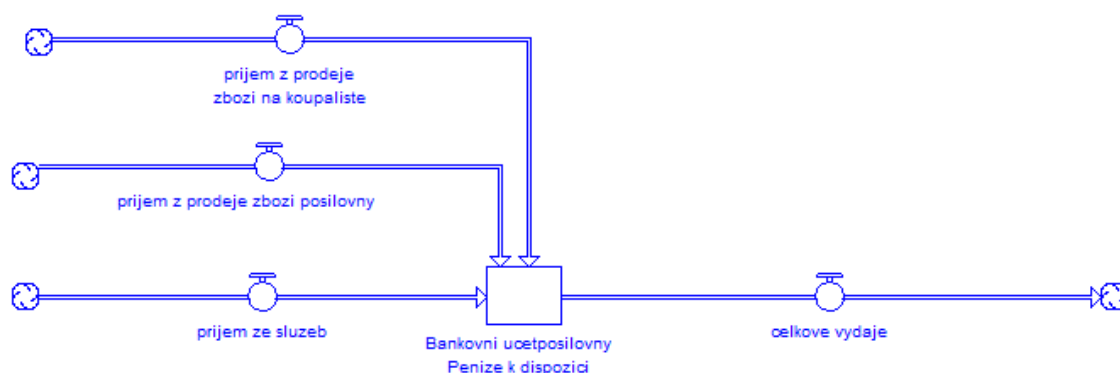
#### 4.2.2 Tvorba hladiny pro sledování stavu bankovního účtu, příjmů a výdajů posilovny

Tato hladina umožňuje sledovat celkové výdaje firmy a stav firemního účtu včetně sledování příjmů Posilovny XY zvlášť z různých činností.

Hladina bankovního účtu posilovny je znázorněna na obrázku č. 9.

Pro lepší přehlednost jsou příjmy posilovny rozdělené do třech zvláštních kategorií:

- Příjem ze služeb. Tento přítok reprezentuje příjmy pouze ze služeb, které nabízí posilovna. Těmito službami například jsou jednorázové vstupy, předplacené permanentky a firemní návštěvy.
- Příjem z prodeje zboží posilovny. Tento přítok do hladiny bankovního účtu posilovny reprezentuje finanční hodnotu prodaného zboží zákazníkům Posilovny XY.
- Příjem z prodeje zboží na koupaliště. Tento přítok charakterizuje vedlejší činnost posilovny a je aktivní pouze v době, kdy je koupaliště otevřené. Na koupaliště firma prodává zcela jiný druh zboží, než je ve standardní nabídce pro návštěvníky posilovny.



**Obr. 9: Hladina bankovního účtu Posilovny XY.**

Zdroj: autor

Odtok z hladiny je pouze jeden – celkové výdaje. Do tohoto odtoku jsou zahrnuté fixní náklady na pronájem prostorů, poplatky za elektřinu, vodu, internet,

peníze za nákup zboží, peněžní výdaje na vyplacení mezd zaměstnanců a náklady na uskutečněné akce.

### 4.2.3 Tvorba hladiny pro sledování odpracovaných hodin zaměstnanců

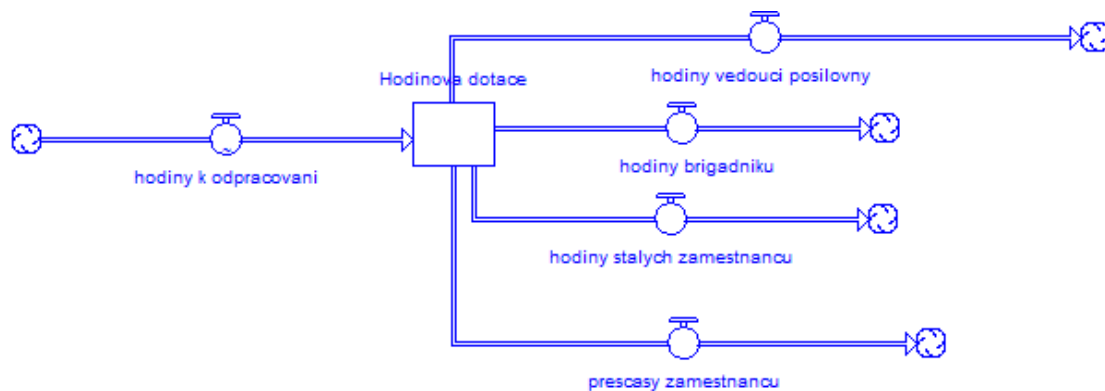
Hladina pro sledování odpracovaných hodin zaměstnanců vznikla, aby se jednoduše roztřídil počet hodin stálých zaměstnanců, vedoucí posilovny, brigádníků a přesčasy zaměstnanců, jelikož každá tato kategorie má jinou mzdovou sazbu. Tato hladina také umožňuje vypočítat, kolik brigádníků navíc by měla Posilovna XY přijmout v období zvýšeného provozu, kvůli prodeji zboží na koupaliště.

Tato hladina je znázorněná na obrázku č. 10.

Měsíčně má posilovna určitý počet hodin k odpracování. Pro zjednodušení výpočtu se počítá s tím, že každý měsíc má 30 dnů. V zimním období se počet hodin k odpracování rovná násobku každodenní otevírací doby za měsíc – tudíž 360 hodinám (12hodin\*30dnů). V letním období se počet hodin k odpracování zvyšuje, kvůli většímu provozu ovlivněnému prodejem zboží na koupaliště.

Běžně je v Posilovně-XY přítomen pouze jeden zaměstnanec, ale v období aktivního prodeje do letního areálu koupaliště jeden pracovník není schopen zvládnout takové zatížení, a proto je většinou potřeba mít několik lidí pracujících zároveň. V takovém případě v létě může docházet k situaci, že Posilovna XY bude mít dvojnásobek hodin k odpracování – 720 hodin. Takto velké číslo vzniká tím způsobem, že v posilovně musejí být stále 2 pracovníci zároveň (2pracovníci\*12hodin\*30dnů). Pokud provoz není extrémně zvýšený, stačí, když druhý člověk bude přítomen ve firmě pouze několik hodin navíc, tedy v nejméně frekventovanějším čase prodeje na koupaliště. V takovém případě bude počet hodin k odpracování mírně přesahovat základní hodnoty a může se rovnat například 480 hodinám (1pracovník\*12h\*30dnů+1pracovník\*4hodiny\*30dnů).

Každý pracovník odpracuje svou kategorii hodin. Tento proces znázorňují různé druhy odtoků z hladiny Hodinová dotace. Vedoucí posilovny má měsíčně určitý počet hodin, které musí odpracovat. Zbylé hodiny připadají stálým zaměstnancům. Pokud se provoz posilovny zvýší, zaměstnanci si budou muset vzít přesčasy. Pokud provoz bude natolik rušný, že jej nedokážou pokrýt ani přesčasy zaměstnanců, přijme Posilovna XY brigádníka. Hodiny brigádníků, pokud nějaké jsou, jsou znázorněny odtokem – „hodiny brigádníků“.



**Obr. 10: Hladina odpracovaných hodin zaměstnanců Posilovny XY.**

Zdroj: autor

#### 4.2.4 Tvorba proměnných hladiny “Počet členů a nečlenů Posilovny“

Dále je model rozšířen o proměnné, které ovlivňují přítoky a odtoky hladin Počet členů a Počet nečlenů posilovny. Hodnoty některých proměnných jsou zvláště nastavitelné v záložce Interface. Pomocné proměnné těchto hladin jsou následující:

- **Roční období.** Činnost Posilovny XY je velmi ovlivněna ročním obdobím, kvůli tomu, že se firma nachází na letním koupališti a v letním období prodává občerstvení do areálu koupaliště. Tato proměnná nabývá pouze přesných hodnot od 1 do 12. Tato čísla odpovídají číslům jednotlivých měsíců. Čísla měsíců se v modelu střídají v průběhu simulace. Jedno číslo odpovídá jednomu časovému úseku v modelu.
- **Reputace posilovny.** Tato proměnná vyjadřuje veřejné mínění o Posilovně XY. Do reputace jsou zahrnována kritéria, jako čistota, dobrá pověst, kvalita a počet strojů, prostředí, obsluha, kvalita a množství nabízených doplňků stravy. Následně, čím je posilovna v daných ukazatelích lepší, tím má vyšší reputaci. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface a může nabývat čísel od 1 do 5. Jedničková známka znamená, že posilovna má špatnou pověst a pětka naopak reprezentuje ideální reputaci posilovny. Uživatel modelu si toto hodnocení může nastavit například podle zpětné vazby klientů. Reputace posilovny je velice subjektivní proměnná a uživatel modelu by měl být co nejvíce objektivní při zadávání tohoto čísla.

- Návštěvnost koupaliště za měsíc. Tato proměnná udává průměrné hodnoty počtu návštěvníků letního areálu za každý měsíc. Hodnoty jsou založené na údajích z let 2012-2016. Během simulace se hodnoty mění v závislosti na aktuálním měsíci. Hodnoty této pomocné proměnné jsou reprezentovány grafem.
- Koeficient přechodu z členů do nečlenů. Hodnota této proměnné je poskytnuta vedením posilovny a vyjadřuje průměrný počet lidí, kteří si následující měsíc neprodlouží permanentku, ale budou chodit cvičit za jednorázové vstupné.
- Celková měsíční návštěvnost posilovny. V této proměnné se kumulují hodnoty hladin počtu nečlenů a členů posilovny. Následně je z hodnot této proměnné možné sledovat, kolik lidí celkově chodí cvičit do Posilovny XY, a to bez rozlišení, zda se jedná o členy či nečleny.
- Počet propagačních akcí. Tato proměnná reprezentuje počet uskutečněných akcí za jeden měsíc. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
- Efektivnost akce. Tato proměnná vyjadřuje účinnost akce. Čím je větší účinnost akce, tím víc lidí dokáže oslovit a následně přilákat do posilovny. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface a je vyjádřena v procentech, kdy 100% akce je velice úspěšná akce. V tomto modelu cena akce není nijak propojená s efektivitou. Je to vysvětleno tím, že i velice efektivní akce může být levná nebo dokonce nebude stát posilovnu žádné peníze, pokud je realizována „chytře“ a aplikována ve správném čase.
- Vliv reputace na příchod nečlenů. Tato proměnná vyjadřuje závislost mezi hodnotami reputace posilovny a počtem lidí, kteří si přijdou zacvičit. Čím lepší má posilovna reputaci, tím více lidí tam bude chodit. Tato skutečnost se v modelu odráží pomocí grafu.
- Přechod z nečlenů do členů v závislosti na reputaci. Čím lepší má posilovna reputaci, tím více se zákazníci chtějí stát jejími členy. Tato proměnná proto vyjadřuje počet lidí, kteří si zakoupí permanentku poté, co posilovnu



navštíví v závislosti na hodnotách její reputace. Hodnoty této pomocné proměnné jsou reprezentovány pomocí grafu.

- Příchod nečlenů v závislosti na ročním období. Po vánočních předsevzetích posilovnu navštěvuje třikrát více lidí než normálně. V létě mnoho lidí cvičí venku, a posilovna má velice malou návštěvnost. Tato proměnná udává hodnoty průměrné návštěvnosti posilovny v závislosti na konkrétních měsících a je nastavená pomocí grafické funkce.
- Vliv reputace na odchod členů. Reputace má vliv nejen na příchod nových členů do posilovny, ale i na odchod stávajících členů v případě, že má posilovna nízkou reputaci a špatnou pověst. Závislost mezi reputací posilovny a množstvím lidí, kteří odejdou, je vyjádřena pomocí grafu.
- Vliv reputace na odchod nečlenů. I když zákazník posilovny nemá žádnou předplacenou permanentku a chodí cvičit za jednorázové vstupné, je náchylnější k tomu, aby změnil posilovnu v případě, kdy má tato posilovna špatnou reputaci. A naopak, pokud je reputace posilovny na vysoké úrovni, je mnohem pravděpodobnější, že zákazník i nadále zůstane věrný tomuto podniku. Závislost mezi reputací a odchodem nečlenů je vyjádřena pomocí grafu.
- Odchod nečlenů v závislosti na ročním období. V létě a na jaře průměrný počet nečlenů posilovny výrazně kolísá. Tato proměnná reprezentuje počet lidí, kteří přestanou cvičit v závislosti na jednotlivých měsících. Odchod nečlenů v závislosti na ročním období je vyjádřen grafickou funkcí.

#### **4.2.5 Tvorba proměnných hladiny „Bankovní účtu posilovny“**

Stav hladiny Bankovního účtu posilovny je ovlivněn hodnotami pomocných proměnných. Řadu proměnných je možné ovlivnit přes vytvořené grafické nástroje v záložce Interface. Takovým způsobem může uživatel zasáhnout do systému a zjistit, jaké proměnné mají na model největší vliv.

Pomocné proměnné hladiny bankovního účtu firmy jsou následující:

- Procento návštěvníků koupaliště, kteří si zakoupí zboží. Tato proměnná vyjadřuje průměrný podíl lidí z celkové návštěvnosti koupaliště, kteří si zakoupí

alespoň nějaké zboží. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface a je vyjádřena v procentech.

- Průměrná útrata peněz jedním zákazníkem koupaliště. Hodnota této proměnné udává, jakou částku průměrně utratí jeden zákazník při nákupu na koupališti. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
- Procento návštěv, které si něco koupí v posilovně. Tato proměnná vyjadřuje průměrný podíl lidí z celkové návštěvnosti Posilovny XY, kteří si něco zakoupí na baru. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface a je vyjádřena v procentech.
- Vliv reputace na množství peněz utracených zákazníkem posilovny. Pokud je posilovna čistá, má bohatou nabídku zboží, příjemnou a vstřícnou obsluhu a hezké prostředí, zákazník je ochotnější utratit více peněz. Tato proměnná tedy reprezentuje závislost mezi reputací posilovny a průměrnou částkou peněz utracených zákazníkem. Tato závislost je znázorněna pomocí grafické funkce.
- Počet spolupracujících firem. Posilovna XY umožňuje levnější vstupy zaměstnancům smluvních firem. Na konci měsíce tyto firmy hradí vstupy svých zaměstnanců jednorázovým příkazem na účet posilovny. Mnoho lidí se přiznává, že pokud by jejich zaměstnavatel neměl smlouvu s Posilovnou XY, ani by nevěděli o existenci takového podniku. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
- Průměrný počet firemních návštěvníků. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface. Její hodnoty reprezentují, kolik průměrně lidí z jedné smluvní firmy chodí do posilovny cvičit.
- Celkový příjem z firemních návštěv. Tato proměnná udává celkovou částku peněz, získanou touto formou spolupráce (Počet spolupracujících firem\*Průměrný počet firemních návštěvníků).
- Odvody státu. V modelu je uvažováno 15% z celkového příjmu, který Posilovna XY odvádí státu. Toto procento bylo zvoleno na základě pohovoru s vedením posilovny. Celkové procento složitě počítá účetní ve firmě. Toto procento nezáleží pouze na celkovém příjmu posilovny. Různé druhy zboží se daní jinak v závislosti na původu tohoto zboží. Do této částky jsou započítané

- celkové daně za zboží, služby a odvody za zaměstnance. Podle názoru účetní firmy právě stanovené procento odpovídá průměrným celkovým odvodům státu.
- Fixní náklady. Peněžní hodnota celkových fixních nákladů. Všechny fixní náklady (viz níže) jsou uvedeny zvlášť a jejich hodnoty jsou nastavitelné uživatelem v záložce Interface.
  - Pronájem prostor. Druh fixních nákladů. Peníze za pronájem plochy.
  - Poplatky za elektřinu. Druh fixních nákladů.
  - Poplatky za telefon a internet. Druh fixních nákladů.
  - Cena jednoho úklidu. Posilovna XY je uklížena profesionální úklidovou firmou. Takovýto druh úklidu se neprovádí každý den, ale pouze párkrát za týden.
  - Počet úklidů za jeden týden. Počet úklidů za týden profesionální externí firmou.
  - Celkové měsíční náklady na úklid. Tato proměnná udává celkovou cenu měsíčního úklidu posilovny s ohledem na počet a cenu jednotlivých úklidů.
  - Hodinová mzdová sazba zaměstnanců. Peněžní ohodnocení zaměstnanců určené vedením firmy. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
  - Fixní mzda vedoucího posilovny. Vedoucí posilovny má odlišnou mzdovou sazbu od mzdové sazby stálých zaměstnanců. Vedoucí posilovny má fixní plat ale zároveň musí odpracovat přesně stanovený počet hodin. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
  - Hodinová mzdová sazba za přesčasy. Přesčasy stálých zaměstnanců a vedoucího koupaliště jsou hodnocené zvláštní peněžní sazbou. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
  - Výdaje na mzdu. Celková cena za práci všech pracovníků.
  - Náklady na jednu akci. Průměrná cena jedné uskutečněné akce. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
  - Celkové náklady na uskutečněné akce. Cena provedených akcí vzhledem k jejich počtu. Proměnná počet akcí se nachází u hladiny Členů a Nečlenů posilovny. Tato proměnná je popsána v předchozí podkapitole.
  - Průměrné měsíční výdaje na nákup zboží. V letních měsících se nakupuje mnohem více zboží než na podzim nebo na jaře. V zimě se výrazně více

nakupuje před Vánoci. Tato proměnná udává průměrnou výši nákladů na nákup zboží v závislosti na ročním období a je reprezentována pomocí grafické funkce.

#### **4.2.6 Tvorba proměnných hladiny „Hodinová dotace“**

Níže uvedené pomocné proměnné jsou nutné pro výpočet hodinových dotací Posilovny XY.

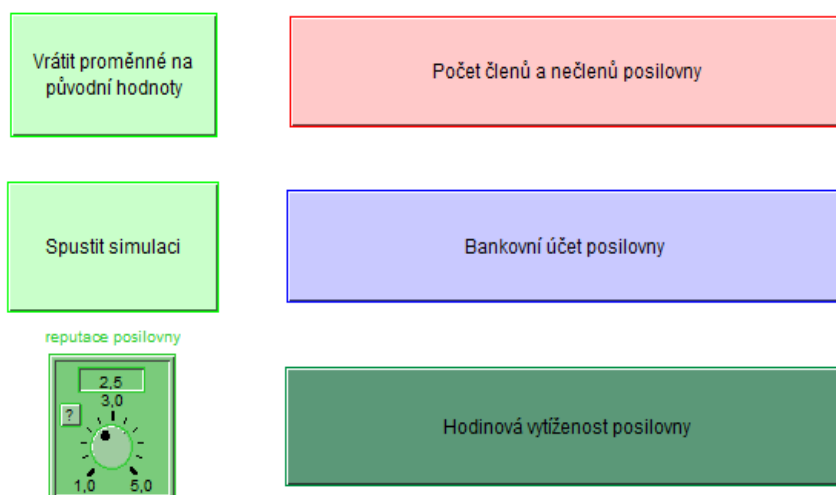
- Počet brigádníků na výpomoc. Tato proměnná je schopna vypočítat počet brigádníků, který je potřeba přijmout pro pokrytí měsíčních hodin k odpracování a tím zajištění normálního chodu Posilovny XY. Čím je posilovna vytíženější, tím více brigádníků na výpomoc je potřeba přijmout. Pokud má firma normální provoz, brigádníci nejsou potřeba.
- Zbylé hodiny k odpracování pro brigádníky. Tato proměnná může vykazovat i minusové hodnoty. Tyto hodnoty ale znamenají, že nejsou potřeba žádní brigádníci a zaměstnanci mají nastavené dostatečné hodnoty přesčasů pro pokrytí příchozích hodin k odpracování. Pokud jsou hodnoty této proměnné kladné, znamená to, že ani hodiny stálých zaměstnanců spolu s hodinami jejich přesčasů nestačí na pokrytí příchozích hodin k odpracování kvůli zvýšenému provozu ve firmě.
- Počet přesčasů, které si je ochotná vzít vedoucí a které si jsou ochotni vzít zaměstnanci. Hodnota této proměnné je nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.
- Maximální množství hodin k odpracování pro brigádníka za měsíc. Tato proměnná udává, kolik hodin maximálně je vedení Posilovny XY schopné nabídnout jednomu brigádníkovi k odpracování za měsíc. Hodnota této proměnné je také nastavitelná uživatelem modelu přes záložku Interface.

#### **4.2.7 Tvorba grafického rozhraní modelu**

Model se ovládá pomocí grafického rozhraní v záložce „Interface“. Grafické rozhraní je přehledné a intuitivní na ovládání. Umožňuje uživateli jednoduše měnit nastavení hodnot v modelu i bez znalosti programu STELLA.

První stránka záložky „Interface“ ve vytvořeném modelu poskytuje uživateli základní přehled o modelu a je znázorněna na obrázku číslo 11.

## Simulační model Posilovny



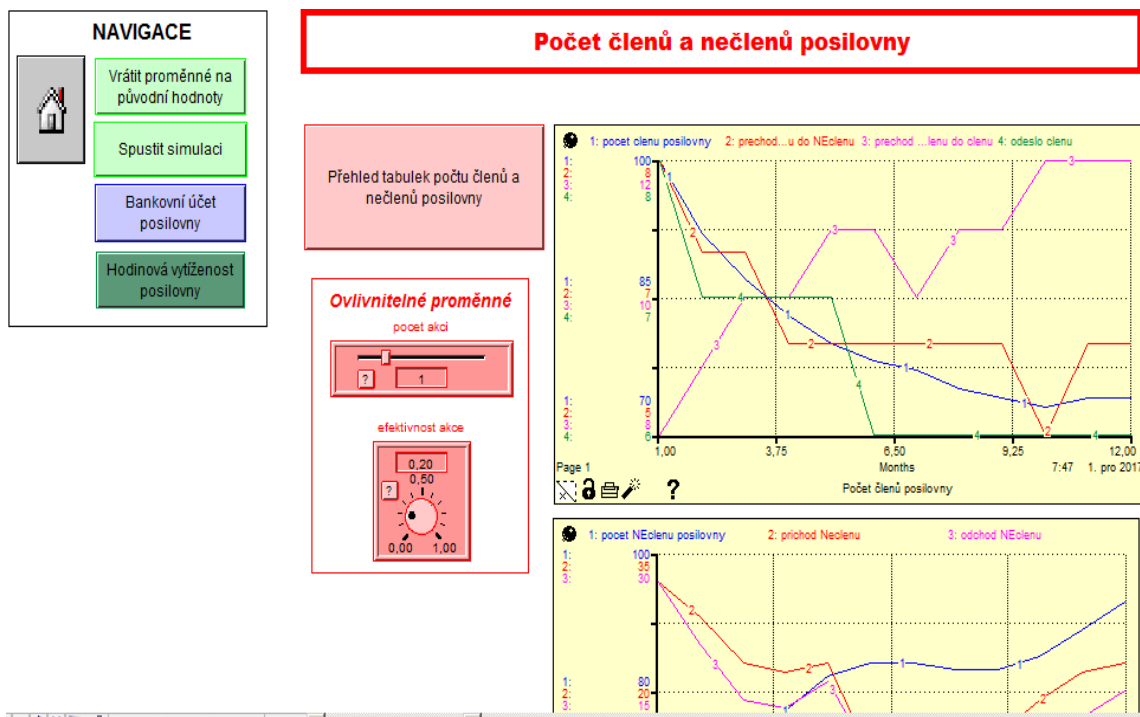
**Obr. 11: První stránka grafického rozhraní modelu.**

Zdroj: autor

Tato stránka je vytvořená pomocí následujících elementů:

- Text Box (Textové pole) kde se uvádí název celého modelu a kde se nacházejí ostatní prvky grafického rozhraní;
- Buttons (Tlačítka). První stránka obsahuje 5 tlačítek. Pomocí tlačítka „Počet členů a nečlenů posilovny“ se uživatel přemístí na další stránku, kde se sleduje hladina počtu členů a nečlenů posilovny. Pomocí tlačítka „Bankovní účet posilovny“ se uživatel obdobně přemístí na stránku, kde se sleduje hladina bankovního účtu posilovny. Za pomoci tlačítka „Hodinová vytíženost posilovny“ se uživatel přemístí na stránku, kde se sleduje hladina hodinové dotace. Pro přehlednost jsou tlačítka barevně odlišena a reprezentují barvu celé hladiny. Dále stránka obsahuje 2 tlačítka, pomocí kterých uživatel dokáže spustit simulaci, anebo obnovit hodnoty proměnných do původních stavů.
- Knot Input Device (Uzlový vstupní ovladač). Tento ovladač obsahuje parametr Reputace posilovny. Je to jediný parametr, který je uveden na úvodní stránce, protože jako jediný ovlivňuje každou hladinu.

Další stránka poskytuje přehled o hladině „Počet členů a nečlenů posilovny“. Stránka hladiny počtu členů a nečlenů posilovny je znázorněna na obrázku číslo 12.

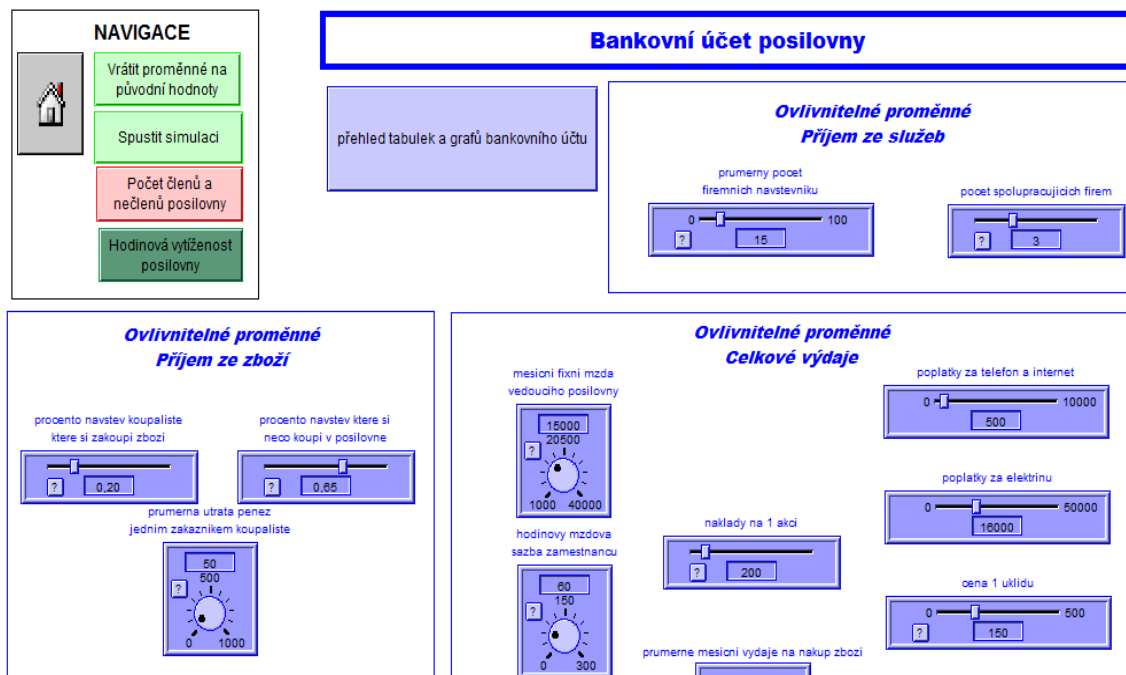


**Obr. 12: Stránka grafického rozhraní modelu – „Počet členů a nečlenů posilovny“**  
Zdroj: autor

V levém horním rohu se nachází navigační panel, pomocí kterého uživatel může spustit simulaci, obnovit její původní parametry anebo přejít na další stránky grafického rozhraní. Navigace je tvořena pomocí textového rámečku a tlačítek. Tato stránka také obsahuje dva grafy. Jeden graf znázorňuje údaje o počtu členů a druhý graf o počtu nečlenů posilovny. Vedle grafů se nachází dvě ovlivnitelné proměnné. Jedna proměnná – Počet akcí – je reprezentována posuvníkem a druhá proměnná – Efektivnost akce – je reprezentována uzlovým vstupním ovladačem. Další tlačítko „Přehled tabulek počtu členů a nečlenů posilovny“ přemístí uživatele na stránku s tabulkami reprezentujícími hodnoty hladin. Verze programu STELLA 10.0, ve které je model vytvořen, má bohužel systémovou chybu. Při znovuootevření modelu v tabulkách mizí sloupce (sledované hodnoty hladin) a je zapotřebí pokaždé tyto sledované proměnné do tabulky přidat.

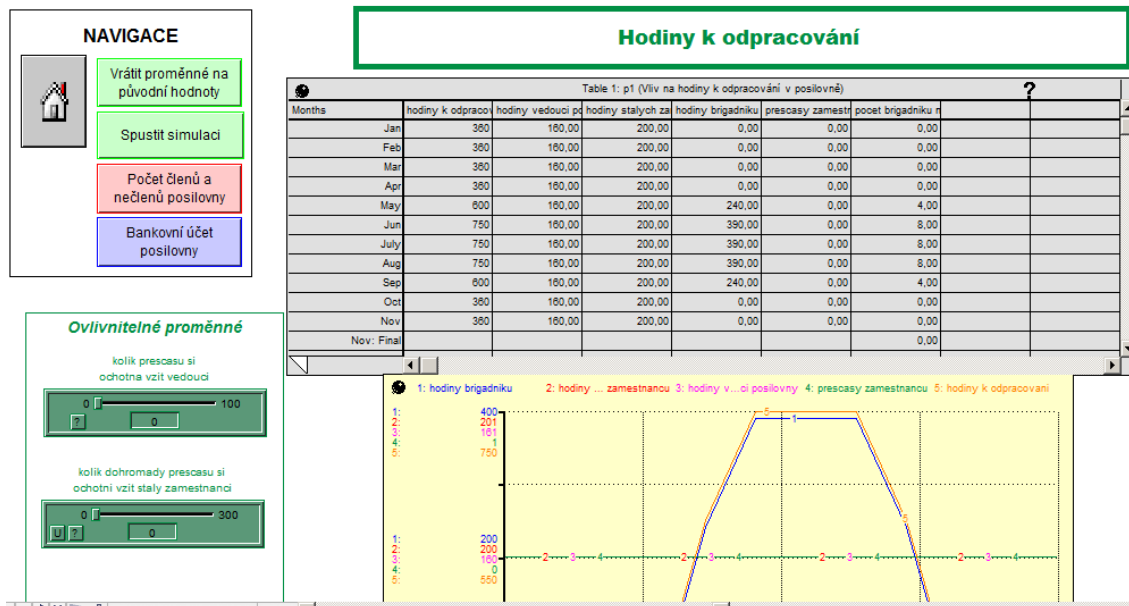
Třetí stránka poskytuje přehled o hladině bankovního účtu posilovny. V levém horním rohu se opět nachází navigační menu. Tři textové rámečky s ovlivnitelnými

proměnnými obsahují posuvníky, uzlové vstupní ovladače a grafické vstupní ovladače, kterými je uživatel schopný měnit příjem posilovny ze služeb a z prodeje zboží. Třetí textový rámeček obsahuje ovlivnitelné proměnné celkových výdajů posilovny. Pomocí tlačítka „Přehled tabulek a grafu bankovního účtu“ se uživatel dostane na další stránku, kde se nacházejí tabulky a grafy s údaji této hladiny. Grafické rozhraní hladiny bankovního účtu posilovny je znázorněno na obrázku číslo 13.



**Obr. 13: Stránka grafického rozhraní modelu – „Bankovní účet posilovny“**  
Zdroj: autor

Poslední hladina „Hodinová dotace posilovny“ se nachází na 4. stránce záložky Interface. Jako i u předchozích hladin tato stránka obsahuje navigační panel a skupinu ovlivnitelných proměnných. Tato stránka rovněž obsahuje tabulku a graf s údaji této hladiny. Grafické rozhraní hladiny hodinové dotace posilovny je znázorněno na obrázku číslo 14.



Obr. 14: Stránka grafického rozhraní modelu – „Hodiny k odpracování“  
Zdroj: autor

### 4.3 Simulace modelu a doporučení pro vedení firmy

V následující kapitole jsou popsány různé varianty simulace vytvořeného modelu. První simulace byla spuštěna s výchozími parametry vstupních proměnných. V ostatních spuštěních modelu byly hodnoty proměnných změněny.

Hodnoty výchozích parametrů vstupních proměnných jsou popsány v předchozích kapitolách.

Pro účely sledování hodnot, kterých nabývají jednotlivé proměnné ve STELLE, byly vytvořeny jednoduché tabulky. Tyto tabulky poskytují informace, jakých hodnot nabývá konkrétní proměnná v každém kroku simulace. Na konci každé simulace jsou pro jednotlivé části firmy vytvořena doporučení, na základě kterých by podnik mohl zvýšit svůj zisk nebo lépe alokovat své zdroje a prostředky.

#### 4.3.1 Sledování počtu členů a nečlenů posilovny

Při spuštění modelu s výchozími hodnotami vstupních proměnných z tabulky „Počet členů posilovny“ je patrné, že počet členů posilovny postupně klesá. Ve vytvořeném modelu počet členů posilovny za rok klesá ze 100 lidí na 74, viz Příloha č. 1. Tento pokles je způsoben tím, že výchozí hodnoty reputace Posilovny XY je nastavená na 2,5 (popis proměnné „Reputace“ je uveden v předchozích kapitolách, reputace se vyjadřuje od 1 do 5, kde 5 znamená výbornou reputaci). Pokud by firma



dokázala zvýšit svou reputaci na úroveň, která odpovídá číslu 3, počet členů posilovny nejenom přestane klesat, ale z původní hodnoty 100 se zvýší na hodnotu 105, viz Příloha č. 2. Z této tabulky je také patrné, že lidem se při lepší reputaci bude posilovna líbit více, což se projeví na nárůstu počtu zakoupených permanentek průměrně o 3 měsíčně.

Pokud bude opět nastavena původní hodnota reputace na číslo 2,5 v tabulce „Počet nečlenů posilovny“ je vidět, že počet lidí, kteří si v průměru měsíčně přijdou zacvičit, se během roku zvýší z hodnoty 60 lidí na hodnotu 93, viz Příloha č. 3. Pokud se reputace opět navýší na hodnotu 3, počet nečlenů posilovny se zvýší z 60 lidí na 109, viz Příloha č. 4. Zároveň si více lidí prodlouží svou permanentku.

Je patrné, že reputace posilovny je pro její návštěvnost velice důležitá. Pokud by reputace zůstala ve výchozích hodnotách a vedení posilovny by zvýšilo počet akcí za měsíc z hodnoty 1 na hodnotu 2, a zároveň by se navýšila efektivita akcí z hodnoty 0,2 na hodnotu 0,6, počet nečlenů posilovny by stále klesal (z původní hodnoty 100 lidí klesl na 96), počet členů posilovny by se zvýšil, ale ne o tak markantní skok (z hodnoty 60 lidí na 134), viz Přílohy č. 5 a č. 6.

**Doporučení pro Posilovnu XY:** při primárním sběru dat bylo zjištěno, že reputace posilovny nedosahuje ani průměrné hodnoty, která odpovídá číslu 3, ale reputace firmy je podprůměrná (2,5). Pokud by firma dokázala zvýšit svou reputaci alespoň o 0,5 stupně, překonala by pokles v počtu členů posilovny a patrně by zvýšila svou celkovou návštěvnost. Návštěvnost má přímou úměru s příjmem posilovny, proto by po zvýšení návštěvnosti následovalo i zvýšení zisku. Reputaci by si měla firma pohlídat například na sociálních sítích. Firma by mohla projevit větší aktivitu při odpovídání na dotazy klientů, které se na sociálních sítích objevují. Zatím firma tuto činnost absolutně zanedbávala. Tato změna by pomohla k navýšení reputace alespoň o 0,5 stupně, tedy z hodnoty 2,5 na hodnotu 3.

#### **4.3.2 Sledování stavu bankovního účtu posilovny**

Po prvním spuštění simulace, kde jsou parametry ovlivňující hladinu Bankovního účtu nastaveny na výchozí hodnoty, lze udělat závěr, že v některých měsících jsou výdaje posilovny mnohem větší než stav firemního bankovního účtu. Tato situace odpovídá realitě, vedení Posilovny XY potvrdilo, že občas peníze musí poskytnout z osobních financí. Příjmy z prodeje zboží se měsíčně pohybují kolem 4

tisíc Kč, příjem ze služeb je větší a pohybuje se v rozmezí od 79 do 87 tisíc Kč za měsíc. Příjmy z prodeje zboží na koupaliště jsou největší, ale tyto příjmy má posilovna pouze během pěti měsíců, kdy je koupaliště otevřené pro návštěvníky. Například v červenci Posilovna XY utrží 345 tisíc Kč. Ale i výdaje posilovny jsou patrně největší během těchto pěti měsíců. Nejmenší výdaje jsou v dubnu, kdy má koupaliště ještě zavřeno a do posilovny nechodí mnoho lidí. Největší výdaje jsou v srpnu, kdy má koupaliště ještě otevřeno a lidé se vrací ke cvičení po letní pauze, viz Příloha č. 7.

Celkově hladinu bankovního účtu posilovny ovlivňuje patnáct proměnných. Vliv každé proměnné zvlášť a různé kombinace jejich hodnot si může uživatel systému vyzkoušet sám. Pokud by byly rozebrány všechny možné situace, tato kapitola by byla delší než samotná bakalářská práce. Proto zde budou popsány pouze simulace, které po pokusech s různými hodnotami nejvíce ovlivnily hodnoty hladiny bankovního účtu posilovny.

Řada lidí na koupališti ani neví, že má Posilovna XY v 1. patře okénko, ze kterého prodává občerstvení. Pokud by k sobě posilovna dokázala přitáhnout pozornost, mohla by jednoduše zvýšit hodnotu parametru „Procento návštěv koupaliště, které si něco zakoupí“ z výchozí hodnoty 0,20 (20% lidí) na hodnotu 0,25 (25% z celkové návštěvnosti koupaliště za měsíc).

Při pohovoru se zaměstnanci posilovny bylo zjištěno, že více zákazníků si něco zakoupí na baru, pokud je obsluha milá a příjemná. Stačí, aby se zeptala, jak se zákazník má, anebo jestli mu nemůže nabídnout něco po cvičení. Pokud by zaměstnanci posilovny projeví větší iniciativu, dokázali by zvýšit hodnotu parametru „Procento návštěv, které si něco koupí v posilovně“ ze současné hodnoty 0,65 (65% návštěvníků) na hodnotu 0,75 (75% návštěvníků).

Po spuštění simulace s novými hodnotami je patrné, že konečný stav bankovního účtu se zvýšil z maximální hodnoty, kterou bankovní účet posilovny za celý rok nabývá (559 tisíc Kč) na mnohem vyšší hodnotu (751 tisíc Kč), viz Příloha č. 8.

I když se může zdát, že reputace posilovny ovlivňuje jednotlivé proměnné nejvíc, z Přílohy č. 9 si lze všimnout, že pečlivé navýšení reputace na průměrnou hodnotu 3 (například měsíční aktivita na sociálních sítích), nepřinese Posilovně XY takový zisk jako usměvavější a příjemnější obsluha a pár letáček v areálu koupaliště, které budou upozorňovat na možnost občerstvení a které lze vytvořit během jednoho

dne. Pokud Posilovna XY zvýší reputaci na průměrnou hodnotu 3, nejvyšší hodnota bankovního účtu za celý rok bude 691 tisíc Kč.

**Doporučení pro Posilovnu XY:** pokud by posilovna chtěla jednoduše a rychle zvýšit svoje zisky, nemusí objednávat drahou reklamu v médiích nebo na billboardech. Stačilo by promluvit s obsluhou a například vytvořit nějakou soutěž o největší počet prodejů. Také lze jednoduše upozornit směrovacími šipkami na přítomnost občerstvení v 1. patře, které provozuje Posilovna XY.

#### **4.3.3 Sledování hodnot hladiny „Hodinová dotace posilovny“**

První simulace byla spuštěná s hodnotami proměnných, které odpovídají současnému stavu posilovny, viz Příloha č. 10. Z tabulky je patrné, že v nejvytíženějších měsících musí vedení posilovny přijmout až 6 brigádníků na výpomoc. Kromě toho si musí stálí zaměstnanci mezi sebou rozdělit 20 hodin přesčasů.

V druhé simulaci byla hodnota proměnné „Kolik dohromady přesčasu jsou si schopni vzít stálí zaměstnanci“ zmenšená na hodnotu 0. Při spuštění simulace je patrné, že posilovna bude muset najmout více brigádníků (až 8), viz Příloha č. 11. Zároveň je při těchto hodnotách z tabulky bankovního účtu posilovny zřejmé, že navýšením počtu brigádníků a zkrácením přesčasů zaměstnanců, posilovna ušetří. V Příloze č. 7 je možné sledovat, že například v červnu jsou celkové výdaje posilovny 165 tisíc Kč a v srpnu jsou 213 tisíc Kč. V příloze č. 12 má posilovna v těchto měsících celkové výdaje ve výši 164 tisíc Kč a 212 tisíc Kč (při větším počtu brigádníků).

**Doporučení pro Posilovnu XY:** vedení posilovny by si mělo určit priority, zda by bylo ochotné přijmout více nových a pravděpodobně nezaškolených brigádníků na výpomoc, anebo obětovat peníze a zaplatit zkušeným zaměstnancům přesčasy.

#### **4.4 Zpětná vazba od vedení Posilovny XY.**

Simulační model zaujal vedení posilovny a zaměstnance firmy. Vedení posilovny model důkladně zkoušelo, obzvláště s extrémními hodnotami. Nejzajímavější a nejpřínosnější verze simulace byly popsány v předchozích kapitolách.

Vedení firmy se ihned rozhodlo pro zaměstnaneckou soutěž, vítěz soutěže by měl dostat drobnou finanční odměnu. Každý zaměstnanec Posilovny XY se přihlašuje do firemního softwaru na prodej zboží pod svým logem, a proto vedení firmy velice

jednoduše zjistí, který zaměstnanec docílil nejvyšších prodejů. Tato soutěž má za cíl motivovat zaměstnance ke zvýšení prodejů nabízených produktů.

Vedení firmy, po domluvě s vedením koupaliště, rozmístí příští letní sezónu v areálu jednoduchou reklamu na své občerstvení. Toto opatření pomůže posilovně zvýšit svou viditelnost v areálu. Při vstupu návštěvníci rovnou uvidí upoutávku na občerstvení a budou vědět, jak se tam dostanou.

Počet přijatých brigádníků a počet přesčasů u zaměstnanců vedení posilovny zatím měnit nebude. Firma je ochotná utrácet víc peněz za přesčasy stálých zaměstnanců, protože brigádníci jsou ve většině případů méně zkušení, vyžadují zaškolení a musí se na ně více dohlížet při práci.

Nevýhodou je, že Posilovna XY nemá pořízenou licenci na používání softwaru STELLA, proto simulace byly provedené a vyzkoušené na počítači autora bakalářské práce. Firma je tak nebude moci využívat delší dobu. Nicméně i dílčí výsledky simulací poskytly doporučení, která pomohou zlepšit chod firmy a její fungování.

## 5 Shrnutí výsledků

Simulační model obsahuje zjednodušené a oprostěné od zbytečných detailů prvky reálného systému. Výsledky simulace za aktuálních hodnot také odpovídají reálné situaci ve zkoumané firmě.

Simulační model byl postupně tvořen ve spolupráci s vybranou firmou. Jednou ze složitých etap v průběhu práce byl sběr primárních informací ve firmě a práce se softwarem STELLA. Dalším důležitým rozhodnutím bylo určit, jaké prvky reálného systému do modelu patřit budou, a jaké jsou pro tvorbu modelu irelevantní. Některé prvky byly do modelu přidány ve zjednodušené formě. Ve výsledku model obsahuje ty aspekty fungování, které jsou podle názoru vedení firmy pro podnik nejdůležitější.

Při tvorbě modelu a při následném spuštění simulace bylo zjištěno, že hodnota, která se jmenuje „Reputace posilovny“, má největší vliv na všechny proměnné v systému. Pouze pomocí kombinace několika různých proměnných lze dosáhnout výsledku, který je docílen pouhou změnou hodnoty proměnné „Reputace posilovny“.

Při tvorbě modelu bylo zjištěno, že Posilovna XY nepečuje o svou reputaci na sociálních sítích a nevyužívá téměř žádnou reklamu. Vedení posilovny se pro dosažení většího zisku zatím snažilo zmenšit fixní náklady, například zlevněním pronájmu prostor, zmenšením počtu úklidů za týden, neproplacením přesčasů zaměstnancům za zvýšené mzdové sazby. Takové způsoby pouze šířily obavy v kolektivu zaměstnanců a snižovaly reputaci posilovny, která má na zisk přímý vliv.

Model pomohl vedení posilovny dospět k názoru, že se nemusí soustředit pouze na zlepšení jednoho konkrétního prvku v systému, ale vícenásobnou nepatrnou změnou může docílit pozoruhodných výsledků. Zvýšení hodnot takových proměnných jako jsou například „Počet akcí“ a „Efektivnost akcí“, anebo „Procento návštěv koupaliště, které si něco koupí“ alespoň o 10 procent by měly stejný efekt jako důsledné a složité navýšení reputace.

Model zároveň slouží pro inspiraci pro analyzovanou firmu. Vedení posilovny pomocí něj může vidět příčiny a důsledky jednotlivých procesů. Stejně tak lze sledovat výsledky, kterých by posilovna mohla dosáhnout v budoucnu.

## 6 Závěry a doporučení

V současné době firmy se setkávají s velkou konkurencí a snaží se svou činnost, výrobky nebo služby neustále přizpůsobovat potřebám moderního trhu. Některé změny mohou být například zdlouhavé a finančně náročné, nebo mohou ohrozit současné fungování firmy. Počítačová simulace může v těchto případech nabídnout firmám řadu výhod. Simulace není finančně a někdy ani časově náročná, její provedení nijak neohrožuje současný provoz ve firmě. Simulace také umožňuje provádět a sledovat vícenásobné změny. Podrobný rozbor simulací pomáhá identifikovat příčiny a důsledky jednotlivých rozhodnutí. Pomocí simulace mohou firmy sledovat následky provedených změn na libovolném časovém úseku (na jeden měsíc, jeden rok, pět let atd.)

V této bakalářské práci bylo představeno využití systémové dynamiky ve firemní praxi. Hlavním nástrojem, pro naplnění tohoto cíle, byl software STELLA, který systémovou dynamiku modeluje. V tomto prostředí byl vytvořen simulační model pro vybranou firmu. Následně vytvořený simulační model byl použit pro vyhodnocení firemních procesů. Díky vytvořenému modelu a realizovaným simulacím firma již provedla několik změn ve svých činnostech.

Tento příklad může sloužit jako vzor pro další firmy, protože ukazuje, jak může počítačová simulace zlepšit postavení firmy na trhu a podpořit tak jejich konkurenční výhodu. Během simulace byla testována řada drobných změn, které dokázaly firemní procesy zkvalitnit.

Na přání vedení firmy dokáže simulační model predikovat činnost posilovny pouze na rok dopředu. Pokud by se vedení rozhodlo, že by potřebovalo simulaci prodloužit na více let, musely by být změněny výpočty proměnných v modelu. Zkoumaná firma se pohybuje v oblasti fitness průmyslu, ale tento model by nebylo možné aplikovat na jinou firmu, působící ve stejném odvětví. Simulační model je „šitý na míru“ pouze pro potřeby popsané firmy. U jiných firem by bylo nutné vycházet ze zcela jiných výchozích podmínek v návaznosti na velikost firmy, nabízené služby, fixní i variabilní náklady, ceny služeb a další parametry.

## 7 Seznam použité literatury

BUREŠ, Vladimír a ČECH, Pavel. *Systémové vědy a teorie*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2008, 192 s. ISBN 978-80-7041-155-1.

BUREŠ, Vladimír. *Systémové myšlení a teorie systémů*. Vyd. 2. Hradec Králové: Gaudeamus, 2007, 195 s. ISBN 978-80-7041-537-5.

BUREŠ, Vladimír. *Systémové myšlení a teorie systémů*. Vyd.1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006, 113 s. ISBN 80-7041-344-1.

BUREŠ, Vladimír. *Systémové myšlení pro manažery*. Vyd. 1. Praha: Professional Publishing, 2011, 264 s. ISBN 978-80-7431-037-9

COHEN ALAN A. (2015) Complex systems dynamics in aging: new evidence, continuing questions. *Biogerontology* [online]. DOI: 10.1007/s10522-015-9584-x. ISSN 1573-6768. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10522-015-9584-x> [cit. 2017-11-29]

DRMOLA, Jakub. (2014) Systémová dynamika jako nástroj pro výzkum bezpečnosti. *Obrana a strategie* [online]. University of Defence, 14s. DOI: 10.3849/1802-7199.14.2014.01.015-028. ISSN 1214-6463. ISSN 1802-7199. Dostupné z: [http://www.obranaastrategie.cz/cs/aktualni-cislo-1-2014/clanky/systemova-dynamika-jako-nastroj-pro-vyzkum-bezpecnosti.html#.WN\\_T5tLyjDc](http://www.obranaastrategie.cz/cs/aktualni-cislo-1-2014/clanky/systemova-dynamika-jako-nastroj-pro-vyzkum-bezpecnosti.html#.WN_T5tLyjDc) [cit. 2017-11-29]

FERREIRA, Jose Orlando, BATALHA, Mario Otavio a DOMINGOS, Jean Carlos. (2016) Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics. *Computers and Electronics in Agriculture* [online], 11s. DOI: 10.1016/j.compag.2016.04.029. ISSN 0168-1699. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169916301727?via%3Dihub> [cit. 2017-05-10]

HUBÁLOVSKÝ, Štěpán. *Teorie systémů, modelování a simulace*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011, 154 s. ISBN 978-80-7435-158-7.

IJIMA, M., S. KOMATSU, S. a S. KATOH, S. (1996) Hybrid just-in-time logistics systems and information networks for effective management in perishable food industries. *International Journal of Production Economics* [online]. DOI: 10.1016/0925-5273(95)00095-X. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092552739500095X> [cit. 2017-11-29]

Isee systems (2017), *Products*, [online]. Dostupné z: <https://www.iseesystems.com/store/products/> [cit. 2017-11-29]

BC. JURČOVÁ, Martina. (2011) Flexibilita chování organizací veřejného sektoru a jejich kultura [online]. Brno, Dostupné z [cit. 2017-11-29]: [https://is.muni.cz/th/365933/fss\\_m/Diplomova\\_prace\\_-\\_Martina\\_Jurcova.pdf](https://is.muni.cz/th/365933/fss_m/Diplomova_prace_-_Martina_Jurcova.pdf). [cit. 2017-11-29] Diplomová práce.

KOOP, Henk. *Forest dynamics: SILVI-STAR, a comprehensive monitoring system*. Vyd. 1. Berlin: Springer-Verlag, 1989, 229s. ISBN 0-387-51577-1

LAZOV, Igor. (2017) Profit management of car rental companies. *European Journal of Operational Research* [online], 8s. DOI: 10.1016/j.ejor.2016.08.064. ISSN 0377-2217. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221716307032?via%3Dihub> [cit. 2017-05-10]

MILDEOVÁ, Stanislava a VOJTKO, Viktor. *Systémová dynamika*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2003, 120 s. ISBN 80-245-0626-2.

MILDEOVÁ, Stanislava a VOJTKO, Viktor. *Systémová dynamika*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Oeconomica, 2008, 150 s. ISBN 978-80-245-1448-2.

MILDEOVÁ, Stanislava. *Systémová dynamika: tvorba modelu*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2011, 150 s. ISBN 978-80-245-1842-8.

PETR, Jan. *Vybrané statě ze systémové analýzy*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1986, 174 s.

System Dynamics Society (1999), *Introduction to System Dynamics\** [online]. Dostupné z: <http://www.systemdynamics.org/> [cit. 2017-11-29]

ŠUSTA, Marek a NEUMAIEROVÁ, Inka. *Cvičení ze systémové dynamiky*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2004, 94 s. ISBN 80-245-0780-3.

The AnyLogic Company. (2017) *Why use simulation modeling?* Anylogic [online]. Dostupné z: <http://www.anylogic.com/use-of-simulation/> [cit. 2017-11-29]

Wikipedia: the free encyclopedia (2001) *General Electric* [online]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Electric](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Electric) [cit. 2017-11-29]

Wikipedia: the free encyclopedia. (2001) *Comparison of system dynamics software* [online]. Dostupné z [cit. 2017-11-29]:



[https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_system\\_dynamics\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_system_dynamics_software) [cit. 2017-11-29]

WU, Qing, COLE, Colin a McCSWEENEY, Tim. (2016) Applications of particle swarm optimization in the railway domain. *International Journal of Rail Transportation* [online], 25s. DOI: 10.1080/23248378.2016.1179599. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23248378.2016.1179599> [cit.2017-11-28]

## **Přílohy**

1. Tabulka počtu členů posilovny (simulace za výchozích hodnot)
2. Tabulka počtu členů posilovny (simulace při navýšené reputaci)
3. Tabulka počtu nečlenů posilovny (simulace za výchozích hodnot)
4. Tabulka počtu nečlenů posilovny (simulace při navýšené reputaci)
5. Tabulka počtu členů posilovny (navýšení počtu akcí a jejich účinností)
6. Tabulka počtu nečlenů posilovny (navýšení počtu akcí a jejich účinností)
7. Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace za výchozích hodnot)
8. Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace navýšení dvou hodnot)
9. Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace při navýšené reputaci)
10. Tabulka hladiny „Hodinová dotace posilovny“ (simulace za výchozích hodnot)
11. Tabulka hladiny „Hodinová dotace posilovny“ (simulace bez přesčasů zaměstnanců)
12. Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace bez přesčasů zaměstnanců)

Počet členů posilovny (Počet členů posilovny) ?				
Months	pocet clenu posilovny	prechod NEclenu do cil	prechod clenu do NEcl	odeslo clenu
Jan	100	8	8	8,00
Feb	92	9	7	7,00
Mar	87	10	7	7,00
Apr	83	10	6	7,00
May	80	11	6	7,00
Jun	78	11	6	6,00
July	77	10	6	6,00
Aug	75	11	6	6,00
Sep	74	11	6	6,00
Oct	73	12	5	6,00
Nov	74	12	6	6,00
Nov: Final	74			

**Tabulka počtu členů posilovny (simulace za výchozích hodnot)**  
 Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Počet členů posilovny (Počet členů posilovny) ?				
Months	pocet clenu posilovny	prechod NEclenu do cl	prechod clenu do NEcl	odeslo clenu
Jan	100	10	8	6,00
Feb	96	12	7	6,00
Mar	95	13	7	6,00
Apr	95	14	7	6,00
May	96	14	7	6,00
Jun	97	14	7	6,00
July	98	14	7	6,00
Aug	99	14	7	6,00
Sep	100	15	8	6,00
Oct	101	16	8	6,00
Nov	103	16	8	6,00
Nov: Final	105			

**Tabulka počtu členů posilovny (simulace při navýšené reputace)**  
 Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Počet nečlenů posilovny (Počet nečlenů posilovny) ?				
Months	pocet NEclenu posilovny	odchod NEclenu	prichod Neclenu	prechod NEclenu do clen
Jan	60	27	32	8
Feb	65	20	28	9
Mar	71	14	23	10
Apr	77	13	22	10
May	82	16	23	11
Jun	84	8	13	11
July	84	5	8	10
Aug	83	3	8	11
Sep	83	8	15	11
Oct	85	8	19	12
Nov	89	12	22	12
Nov: Final	93			

**Tabulka počtu nečlenů posilovny (simulace za výchozích hodnot)**  
 Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Počet nečlenů posilovny (Počet nečlenů posilovny) ?				
Months	pocet NEclenu posilovny	odchod NEclenu	prichod Neclenu	prechod NEclenu do clen
Jan	60	25	37	10
Feb	70	19	32	12
Mar	78	13	27	13
Apr	86	13	25	14
May	91	15	27	14
Jun	96	8	15	14
July	96	5	10	14
Aug	94	3	10	14
Sep	94	7	17	15
Oct	97	7	22	16
Nov	104	12	25	16
Nov: Final	109			

**Tabulka počtu nečlenů posilovny (simulace při navýšené reputace)**  
 Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

## Příloha č.5

Počet členů posilovny (Počet členů posilovny) ?				
Months	pocet clenu posilovny	prechod NEclenu do ck	prechod clenu do NEck	odeslo clenu
Jan	100	9	8	8,00
Feb	93	10	7	8,00
Mar	88	12	7	7,00
Apr	86	13	6	7,00
May	86	14	6	7,00
Jun	87	14	7	7,00
July	87	15	7	7,00
Aug	88	15	7	7,00
Sep	89	16	7	7,00
Oct	91	17	7	7,00
Nov	94	17	7	8,00
Nov: Final	96			

**Tabulka počtu členů posilovny (navýšení počtu akcí a jejich účinností)**

Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Příloha č.6

Počet nečlenů posilovny (Počet nečlenů posilovny) ?				
Months	pocet NEclenu posilovny	odchod NEclenu	prichod Neclenu	prechod NEclenu do clenu
Jan	60	27	39	9
Feb	71	20	35	10
Mar	83	15	31	12
Apr	94	14	29	13
May	102	17	31	14
Jun	108	9	20	14
July	112	6	16	15
Aug	114	4	16	15
Sep	118	9	22	16
Oct	122	9	26	17
Nov	129	14	29	17
Nov: Final	134			

**Tabulka počtu nečlenů posilovny (navýšení počtu akcí a jejich účinností)**

Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)



## Příloha č. 7

Bankovní účet posilovny: p2 (Untitled Table) ?						
Months	Bankovní učetposilovny	prijem z prodeje zboží po	prijem z prodeje zboží z k	prijem ze služeb	celkove vydaje	
Jan	100†000,00	4†680,00	0,00	87†975,00	93†398,25	
Feb	99†256,75	4†592,25	0,00	82†775,00	92†605,09	
Mar	94†018,91	4†621,50	0,00	79†985,00	91†190,98	
Apr	87†434,44	4†680,00	0,00	77†945,00	89†893,75	
May	80†165,69	4†738,50	32†220,00	76†495,00	122†918,02	
Jun	70†701,16	4†738,50	184†790,00	75†315,00	165†226,52	
July	170†318,14	4†709,25	345†420,00	74†565,00	209†204,14	
Aug	385†808,25	4†621,50	309†250,00	72†905,00	213†516,48	
Sep	559†068,28	4†592,25	49†340,00	72†155,00	134†813,09	
Oct	550†342,44	4†621,50	0,00	71†725,00	89†951,98	
Nov	536†736,96	4†767,75	0,00	73†115,00	90†182,41	
Nov: Final	524†437,30					

**Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace za výchozích hodnot)**

Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Příloha č. 8

Bankovní účet posilovny: p2 (Untitled Table)						?
Months	Bankovní učetposilovny	prijem z prodeje zboží po	prijem z prodeje zboží z k	prijem ze služeb	celkove vydaje	
Jan	100†000,00	5†400,00	0,00	87†975,00	93†506,25	
Feb	99†888,75	5†298,75	0,00	82†775,00	92†711,06	
Mar	95†231,44	5†332,50	0,00	79†985,00	91†297,63	
Apr	89†251,31	5†400,00	0,00	77†945,00	90†001,75	
May	82†594,56	5†467,50	40†275,00	78†495,00	124†235,63	
Jun	80†596,44	5†467,50	230†987,50	75†315,00	172†265,50	
July	220†100,94	5†433,75	431†775,00	74†565,00	222†266,06	
Aug	509†608,63	5†332,50	388†562,50	72†905,00	225†220,00	
Sep	749†188,63	5†298,75	61†675,00	72†155,00	136†769,31	
Oct	751†548,06	5†332,50	0,00	71†725,00	90†058,63	
Nov	738†548,94	5†501,25	0,00	73†115,00	90†292,44	
Nov: Final	728†670,75					

**Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace navýšení dvou hodnot)**

Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

## Příloha č. 9

Bankovní účet posilovny: p2 (Untitled Table) ?						
Months	Bankovní ucetposilovny	prijem z prodeje zboží po	prijem z prodeje zboží z k	prijem ze sluzeb	celkove vydaje	
Jan	100†000,00	8†320,00	0,00	87†975,00	93†944,25	
Feb	102†350,75	8†832,00	0,00	88†575,00	93†781,05	
Mar	103†778,70	8†998,00	0,00	87†105,00	92†915,15	
Apr	106†982,55	9†412,00	0,00	88†385,00	92†169,55	
May	112†590,00	9†724,00	32†220,00	89†935,00	125†681,85	
Jun	118†787,15	10†036,00	184†790,00	91†485,00	168†448,65	
July	238†851,50	10†088,00	345†420,00	92†235,00	212†881,45	
Aug	471†733,05	10†036,00	309†250,00	92†885,00	217†292,65	
Sep	666†391,40	10†088,00	49†340,00	93†415,00	138†826,45	
Oct	680†407,95	10†298,00	0,00	94†845,00	94†241,15	
Nov	691†107,80	10†784,00	0,00	97†285,00	94†704,35	
Nov: Final	704†432,45					

**Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace při navýšené reputaci)**

Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Table 1: p1 (Vliv na hodiny k odpracování v posilovně) ?								
Months	hodiny stalých za	hodiny vedoucí po	hodiny brigadniku	zbyte hodiny pro t	pocet brigadniku r	hodiny k odpracov	presocasy zamestr	
Jan	200,00	180,00	0,00	-20,00	0,00	360,00	0,00	
Feb	200,00	180,00	0,00	-20,00	0,00	360,00	0,00	
Mar	200,00	180,00	0,00	-20,00	0,00	360,00	0,00	
Apr	200,00	180,00	0,00	-20,00	0,00	360,00	0,00	
May	200,00	180,00	240,00	220,00	4,00	600,00	0,00	
Jun	200,00	180,00	360,00	370,00	6,00	750,00	30,00	
July	200,00	180,00	360,00	370,00	6,00	750,00	30,00	
Aug	200,00	180,00	360,00	370,00	6,00	750,00	30,00	
Sep	200,00	180,00	240,00	220,00	4,00	600,00	0,00	
Oct	200,00	180,00	0,00	-20,00	0,00	360,00	0,00	
Nov	200,00	180,00	0,00	-20,00	0,00	360,00	0,00	
Nov: Final				-20,00	0,00			

**Tabulka hladiny „Hodinová dotace posilovny“ (simulace za výchozích hodnot)**  
 Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

Příloha č. 11

Table 1: p1 (Vliv na hodiny k odpracování v posilovně) ?								
Months	hodiny stalych za	hodiny vedoucí p	hodiny brigadniku	zbyte hodiny pro b	počet brigadniku r	hodiny k odpraco	prescasy zamestr	
Jan	200,00	180,00	0,00	0,00	0,00	380,00	0,00	
Feb	200,00	180,00	0,00	0,00	0,00	380,00	0,00	
Mar	200,00	180,00	0,00	0,00	0,00	380,00	0,00	
Apr	200,00	180,00	0,00	0,00	0,00	380,00	0,00	
May	200,00	180,00	240,00	240,00	4,00	600,00	0,00	
Jun	200,00	180,00	390,00	390,00	8,00	750,00	0,00	
July	200,00	180,00	390,00	390,00	8,00	750,00	0,00	
Aug	200,00	180,00	390,00	390,00	8,00	750,00	0,00	
Sep	200,00	180,00	240,00	240,00	4,00	600,00	0,00	
Oct	200,00	180,00	0,00	0,00	0,00	380,00	0,00	
Nov	200,00	180,00	0,00	0,00	0,00	380,00	0,00	
Nov: Final				0,00	0,00			

**Tabulka hladiny „Hodinová dotace posilovny“ (simulace bez přesčasů zaměstnanců)**

Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

## Příloha č. 12

Bankovní účet posilovny: p2 (Untitled Table) ?					
Months	Bankovní učetposilovny	prijem z prodeje zboží po	prijem z prodeje zboží z k	prijem ze služeb	celkove vydaje
Jan	100+000,00	4+680,00	0,00	87+975,00	93+398,25
Feb	99+256,75	4+592,25	0,00	82+775,00	92+605,09
Mar	94+018,91	4+621,50	0,00	79+985,00	91+190,98
Apr	87+434,44	4+680,00	0,00	77+945,00	89+893,75
May	80+165,69	4+738,50	32+220,00	76+495,00	122+918,02
Jun	70+701,16	4+738,50	184+790,00	75+315,00	164+626,52
July	170+918,14	4+709,25	345+420,00	74+565,00	208+804,14
Aug	387+008,25	4+621,50	309+250,00	72+905,00	212+916,48
Sep	560+888,28	4+592,25	49+340,00	72+155,00	134+813,09
Oct	552+142,44	4+621,50	0,00	71+725,00	89+951,98
Nov	538+538,96	4+787,75	0,00	73+115,00	90+182,41
Nov: Final	526+237,30				

**Tabulka hladiny „Bankovní účet posilovny“ (simulace bez přesčasů zaměstnanců)**  
Zdroj: autor (snímek obrazovky STELLA)

## Oskenované zadání práce:

Univerzita Hradec Králové  
Fakulta informatiky a managementu  
Akademický rok: 2016/2017

Studijní program: Systémové inženýrství a informatika  
Forma: Prezenční  
Obor/komb.: Informační management (im3-p)

### Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Zharykova Yevheniia	Kharkivska 39-96, Sumy	I14438

#### TÉMA ČESKY:

Analýza a vyhodnocení firemních procesů s využitím modelovacího a simulačního nástroje Stella

#### TÉMA ANGLICKY:

Analysis and Evaluation of Business Processes Using Modeling and Simulation Tool Stella.

#### VEDOUcí PRÁCE:

Ing. Tereza Otčenášková, B.A. - KIT

#### ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je představit využití systémové dynamiky ve firemní praxi, provést analýzu a vyhodnotit řízení vybraného podniku pomocí modelovacího a simulačního nástroje Stella.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodologie
3. Teoretická východiska
4. Praktická část
5. Shrnutí výsledků
6. Závěry a doporučení
7. Seznam použité literatury
8. Přílohy
9. Zadání práce (kopie)

#### SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

Systémové myšlení pro manažery / Vladimír Bureš. [Praha] : Professional Publishing, 2011. 264 s. ISBN 978-80-7431-037-9  
Teorie systémů I / Jaroslav Malý Hradec Králové : Gaudeamus, 2003. 67 stran. ISBN 80-7041-821-4  
Teorie systémů II / Jaroslav Malý, Miloš Vitek Hradec Králové : Gaudeamus, 2003. 201 stran. ISBN 80-7041-833-8  
Teorie systémů, modelování a simulace / Štěpán Hubálovský. Hradec Králové : Gaudeamus, 2011. 154 s. ISBN 978-80-7435-158-7  
Historie systémového inženýrství u nás : (vzpomínky pamětníka) / Zdeněk Dráb. Hradec Králové : Gaudeamus, 2002. 122 s. ISBN 80-7041-892-3.  
Management podpůrných procesů : facility management / Vlastimil K. Vyskočil a kol.. [Praha] : Professional Publishing, 2010. 415 s. ISBN 978-80-7431-022-5

Podpis studenta: ..... *ZUGRYKA* .....

Datum: ..... *13.10.16* .....

Podpis vedoucího práce: ..... *Oránová* .....

Datum: ..... *15.10.2016* .....