

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Osobní finance z pohledu systémové dynamiky**

**Ondřej Čížkovský**

© 2022 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Čížkovský

Informatika

Název práce

Osobní finance z pohledu systémové dynamiky

Název anglicky

Personal finance from a system dynamics perspective

---

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je za pomoci nástrojů systémové dynamiky vytvořit simulační model osobních financí absolventa vysoké školy a navrhnout způsob efektivnější správy osobních financí.

Metodika

- Studium odborné literatury z oblasti systémové dynamiky
- Studium odborné literatury z oblasti osobních financí
- Vytvoření smyčkového diagramu
- Vytvoření diagramu stavů a toků
- Tvorba a simulace scénářů
- Interpretace výsledků

**Doporučený rozsah práce**

30-40 stran

**Klíčová slova**

Systémová dynamika, počítačová simulace, systémové archetypy, osobní finance

---

**Doporučené zdroje informací**

MEADOWS, D H. – WRIGHT, D. *Thinking in systems : a primer*. White River Junction, Vt.: Chelsea Green Pub., 2008. ISBN 978-1-60358-055-7.

SIEGEL, Rachel a Carol YACHT. *Personal Finance*. Flat World Knowledge, 2010. ISBN 978-0982361863.

STERMAN, J. *Business dynamics : systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: McGraw-Hill, 2000. ISBN 007238915.

ŠUSTA, Marek. *Průvodce systémovým myšlením*. Praha: Proverbs, c2015. ISBN 978-80-260-7602-5

---

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Igor Krejčí, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra systémového inženýrství

---

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2021

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 29. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 02. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Osobní finance z pohledu systémové dynamiky" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 3. 2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Igoru Krejčímu, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce a za užitečné rady a připomínky. Chtěl bych poděkovat i rodině za celoživotní podporu při studiu a její obětavý přístup.

# Osobní finance z pohledu systémové dynamiky

## Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na aplikace systémové dynamiky na osobní finance absolventa vysoké školy v České republice. Teoretická část se věnuje historii a vývoji systémové dynamiky. Jsou v ní vysvětleny základní principy a pojmy systémové dynamiky. Teoretická část dále vysvětluje rozdíl mezi lineárním a systémovým myšlením a systémovou dynamikou. Poslední část teoretické části se věnuje osobním financím.

Praktická část obsahuje tvorbu základní struktury osobních financí za použití příčinně smyčkového diagramu. Na diagramu jsou znázorněny zpětnovazebné smyčky působící na systém. V programu Vensim PLE je vytvořen diagram stavů a toků a je provedena simulace vývoje osobních financí. Model využívá data odpovídající průměrům daných kategorií. Pro porovnání je vytvořen scénář alternativního způsobu pořízení vlastního bydlení. Výsledky simulací obou scénářů jsou porovnány a oba scénáře jsou vyhodnoceny.

**Klíčová slova:** Systémová dynamika, systém, počítačová simulace, systémové archetypy, model, příčinný smyčkový diagram, diagram stavů a toků, osobní finance

# **Personal finance from a systems dynamics perspective**

## **Abstract**

The bachelor thesis focuses on the application of system dynamics to the personal finance of a university graduate in the Czech Republic. The theoretical part sums up the history and development of system dynamics. It also explains the basic principles and concepts of system dynamics. The theoretical part also describes the difference between linear and systems thinking and system dynamics. The last part of the theoretical part is about personal finance.

The practical part includes the creation of a basic personal finance structure using a causal loop diagram. Feedback loops acting on the system are observed in the diagram. A state and flow diagram is created in Vensim PLE and a simulation of the progression of personal finance is performed. The model uses data corresponding to the averages of given categories. For comparison, a scenario of an alternative way of acquiring own housing is created. The simulation results of both scenarios are compared and the two scenarios are evaluated.

**Keywords:** System dynamics, system, computer simulation, system archetypes, model, causal loop diagram, stock and flow diagram, personal finance

## Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	12
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>14</b>
3.1 Systémová dynamika .....	14
3.1.1 Historie systémové dynamiky .....	14
3.1.2 Základní pojmy a terminologie .....	16
3.1.3 Systémové myšlení .....	19
3.1.4 Systémové myšlení a systémová dynamika.....	22
3.2 Nástroje pro popis systému .....	22
3.2.1 Příčinný smyčkový diagram .....	23
3.2.2 Diagram stavu a toků .....	26
3.3 Archetypy chování systému .....	27
3.3.1 Exponenciální růst a pokles .....	27
3.3.2 Cíl hledající struktura.....	27
3.3.3 S křivka .....	28
3.3.4 Oscilace.....	29
3.4 Osobní finance .....	30
3.4.1 Příjmy.....	30
3.5 Výdaje .....	30
3.5.1 Rozpočet domácnosti .....	31
3.5.2 Inflace .....	31
3.5.3 Hypotéka.....	33
<b>4 Vlastní práce.....</b>	<b>34</b>
4.1 Vstupní data .....	34
4.1.1 Popis problému .....	34
4.1.2 Cíl modelu.....	34
4.2 Příčinný smyčkový diagram.....	35
4.2.1 Posilující zpětnovazebné smyčky .....	36
4.2.2 Vyvažující zpětnovazebné smyčky.....	37
4.3 Diagram stavů a toků .....	38
4.3.1 Příjmy.....	39
4.3.2 Příjem partnera.....	41
4.3.3 Výdaje.....	42
4.3.4 Výdaje na děti .....	44
4.3.5 Výdaje na luxus .....	45



4.3.6	Hypotéka a spoření .....	46
4.3.7	Účet.....	48
4.3.8	Inflace .....	49
4.3.9	Celková hodnota majetku .....	50
4.3.10	Návrh scénáře .....	52
<b>5</b>	<b>Hodnocení výsledků simulace .....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>63</b>
8.1	Příloha č. 1 – Parametry struktury příjmy .....	63
8.2	Příloha č. 2 – Parametry struktury Příjmy partner .....	64
8.3	Příloha č. 3 – Parametry struktury Výdaje .....	65
8.4	Příloha č. 4 – Parametry struktury Výdaje na děti .....	66
8.5	Příloha č. 5 – Parametry struktury Výdaje na luxus.....	67
8.6	Příloha č. 6 – Parametry struktury Hypotéka a spoření .....	68
8.7	Příloha č. 7 – Parametry struktury Účet .....	69
8.8	Příloha č. 8 – Parametry struktury Inflace .....	70
8.9	Příloha č. 9 – Parametry struktury Celková hodnota majetku .....	71
8.10	Příloha č. 10 – Parametry struktury pro Scénář Menší byt .....	72
8.11	Příloha č. 11 Kompletní model včetně rozšíření pro scénář .....	73

## Seznam obrázků

Obrázek 2: Lineární myšlení.....	20
Obrázek 1: Systémové myšlení.....	20
Obrázek 3: Představa Forrestera a Richmonda.....	22
Obrázek 4: Kladná vazba .....	23
Obrázek 5: Záporná vazba .....	23
Obrázek 6: Sebeposilující smyčka .....	24
Obrázek 7: Vyvažující smyčka .....	24
Obrázek 8: Grafické znázornění SFD diagramu.....	26
Obrázek 9: Archetypy chování systému .....	29

Obrázek 10: Příčinný smyčkový diagram.....	35
Obrázek 11: Struktura Příjmy .....	39
Obrázek 12: Lookup pro hrubou mzdu.....	39
Obrázek 13: Struktura Příjem partnera .....	41
Obrázek 14: Struktura Výdaje .....	42
Obrázek 15: Struktura Výdaje na děti.....	44
Obrázek 16: Struktura Výdaje na luxus .....	45
Obrázek 17: Struktura Hypotéka a spoření (1. část).....	46
Obrázek 18: Struktura Hypotéka a spoření (2. část).....	47
Obrázek 19: Struktura Účet .....	48
Obrázek 20: Struktura Inflace.....	49
Obrázek 21: Struktura Celková hodnota majetku.....	50
Obrázek 22: Kompletní základní model osobních financí.....	51
Obrázek 23: Doplnění modelu o strukturu pro simulaci scénáře „Menší byt“ .....	52
Obrázek 24: Simulace proměnné Příjem - výdaje .....	54
Obrázek 25: Celková hodnota majetku a výdaje na investice a luxus.....	56

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Rozdělení proměnných v modelu podle Stermana .....	38
Tabulka 2: Roční spotřební výdaje domácnosti.....	42
Tabulka 3: Velikost bytu podle počtu členů domácnosti.....	43
Tabulka 4: Hodnoty proměnné Příjem - výdaj v letech 8, 10, 11.....	54

# 1 Úvod

Systémová dynamika je vědní disciplína zabývající se komplexními systémy, jejich chováním a vývojem v průběhu času. Systémová dynamika je v této práci aplikována na vývoj osobních financí v produktivním věku absolventa vysoké školy žijícího v České republice. Aplikace systémové dynamiky a nastínění vývoje financí může ukázat možné slabiny strategie správy osobních financí a pomoci navrhnout efektivnější strategie plánování osobních financí.

Osobní finance představují specifický problém, pro jehož zkoumání se vyplatí využít nástrojů systémové dynamiky. Systémová dynamika řeší dynamicky komplexní problémy. Osobní finance jsou z důvodu práce s dlouhým časovým horizontem a velkým množstvím proměnných takovým problémem. Díky využití počítačových simulačních modelů je možné porozumět chování systému a doporučit rozhodnutí při plánování osobních financí.

Teoretická část obsahuje vysvětlení základních pojmů a principů spadajících do oboru systémové dynamiky. Práce zobrazuje rozdíly mezi lineárním a systémovým myšlením. Dochází k představení dvou nástrojů systémové dynamiky, příčinného smyčkového diagramu a diagramu stavů a toků. Kromě toho teoretická část obsahuje vysvětlení základních pojmů z oboru osobních financí, jejichž pochopení je důležité pro tvorbu modelů

Praktická část se věnuje tvorbě příčinně smyčkového diagramu, který slouží k identifikaci zpětnovazebních struktur. Na jeho základě je sestaven diagram stavů a toků, který slouží jako nástroj pro provedení simulace. Výsledky simulace scénářů jsou interpretovány v poslední části praktické části.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je vytvoření simulačního modelu osobních financí absolventa vysoké školy v České republice za pomoci nástrojů systémové dynamiky. Simulace bude sloužit k zobrazení vývoje osobních financí zmíněného absolventa v jeho produktivním věku. Na základě dat odpovídajících průměrům v České republice v daných oblastech dojde k otestování modelu a návrhu scénáře, který průběh vývoje osobních financí vylepší.

### **2.2 Metodika**

#### 1. Studium odborné literatury z oblasti systémové dynamiky

Odbornou literaturu z oblasti systémové dynamiky je potřeba nastudovat pro pochopení problematiky systémové dynamiky, získané znalosti budou využity při tvorbě příčinného smyčkového diagramu a diagramu stavů a toků

#### 2. Studium odborné literatury z oblasti osobních financí

Studium odborné literatury z oblasti osobních financí je nutné pro orientaci v této problematice. Pro funkčnost modelu je velmi důležité využít správné postupy při výpočtu příjmů a výdajů.

#### 3. Vytvoření smyčkového diagramu

S využitím znalostí z oblasti osobních financí dojde k vytvoření příčinného smyčkového diagramu. Diagram zobrazuje základní proměnné modelu a vazby mezi proměnnými. Příčinný smyčkový diagram umožňuje identifikaci základních zpětnovazebných struktur, které ovlivňují chování systému.

#### 4. Vytvoření diagramu stavů a toků

Diagram stavů a toků je vytvořen na základě příčinného smyčkového diagramu. Obsahuje matematický aparát, který poslouží k provedení simulace. Jsou využita reálná data získána z běžně dostupných zdrojů, zejména data Českého statistického úřadu.

## 5. Tvorba a simulace scénářů

Simulován je nejdříve základní scénář využívající data odpovídající průměrům v daných kategoriích. Pro porovnání je vytvořen scénář alternativního postupu při pořízení vlastní nemovitosti.

## 6. Interpretace výsledků

Na základě výsledků jsou identifikována možná budoucí rizika ve vývoji osobních financí. Oba simulované scénáře jsou porovnány a dojde k formulaci doporučení.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Systémová dynamika

#### 3.1.1 Historie systémové dynamiky

Obor systémová dynamika spatřil světlo světa v 50. letech 20. století. Za jeho zrodem stojí vědec a profesor Jay Wright Forrester z Massachusettského technologického institutu. Jeho cesta k systémové dynamice začala za druhé světové války, kdy pracoval na vývoji radarových ovládacích mechanismů, a dokonce strávil několik týdnů na letadlové lodi USS Lexington<sup>1</sup>. Práce na radarech měla na Forrestera velký vliv, zavedla ho totiž do oblasti zpětných vazeb. Americké námořnictvo chtělo využít radarová data k automatickému zaměření protiletadlových zbraní. Zpracování dat a předávání informací protiletadlovým zbraním bylo klíčové k sestavení přesného zaměřovacího systému. Tým inženýrů včetně Forrestera pochopil, že vývoj protiletadlových zbraní neznamená jen spojit už vyrobené součástky. Bylo potřeba sestavit plně integrovaný systém, pro jehož funkci byla klíčová interakce mezi jednotlivými částmi systému. (Dizikes, 2015)

Po válce Forrester pracoval na vývoji leteckého simulátoru běžícího na digitálním počítači. Vznikl počítač Whirlwind<sup>2</sup>, který tým vedený Forresterem ještě vylepšil o technologii magnetického úložiště, která byla v odvětví využívána ještě další dvě desetiletí. Protože projekt začínal jako simulátor, připravil půdu pro jeho práci v oblasti systémové dynamiky, která simulace využívá k detekci problémů vznikajících ve složitých systémech. (Forrester, 1995; Dizikes, 2015)

Protože byl v roce 1956 Forrester přesvědčen, že většina podstatných problémů v oblasti počítačů je vyřešena, přesunul své působení na školu dnes pojmenovanou Sloan School of Management<sup>3</sup>. Při práci narazil na továrnu na výrobu ledniček General Electric<sup>4</sup> v Kentucky, která trpěla opakujícími se obdobími konjunktury a poklesu. Manažeři byli přesvědčeni, že

---

<sup>1</sup> Letadlová loď amerického námořnictva, ve službě v letech 1943-1991

<sup>2</sup> Elektronkový počítač dokončený v roce 1951

<sup>3</sup> Ekonomická fakulta MIT

<sup>4</sup> Technologická společnost založena v roce 1892

takový cyklus způsobuje hospodářský cyklus. Forrester začal jen s využitím tužky a papíru zkoumat procesy nábory zaměstnanců a nákup zásob, průběh stavu zásob na skladě, počtu zaměstnanců a objednávek. Našel jasný důkaz, že za oscilaci může struktura společnosti. Jen malá změna v poptávce mohla vyvolat neúměrnou změnu v objemu produkce, a tím pádem ovlivnila i počet přijatých a propuštěných zaměstnanců. (Forrester, 1995; Lane, 2007)

V roce 1961 Forrester publikoval knihu *Industrial Dynamics*, kde shrnul své poznatky a popsal v ní mimo jiné již zmíněný problém v továrně General Electric. O něco dříve vznikl modelovací jazyk SIMPLE<sup>5</sup>. Vylepšená verze tohoto jazyka, DYNAMO<sup>6</sup>, dále přispěla k rozvoji systémové dynamiky. (Dizikes, 2015; Lane a Sterman, 2011)

Další významná nefiremní aplikace systémové dynamiky přišla zanedlouho poté. V roce 1970 byl Jay Forrester pozván Římským klubem na zasedání do Bernu ve Švýcarsku. Římský klub je organizace, která se zabývá řešením toho, co její členové označují jako "potíže lidstva" - tedy globální krizi, která se může někdy v budoucnu objevit v důsledku nároků kladených na únosnou kapacitu Země exponenciálně rostoucí světovou populací. Na setkání v Bernu byl Forrester dotázán, zda by se k řešení této tíživé situace lidstva dala využít systémová dynamika. Jeho odpověď samozřejmě zněla, že ano. V letadle při návratu ze zasedání v Bernu vytvořil Forrester první návrh modelu světového socioekonomického systému založeného na systémové dynamice. Tento model nazval WORLD1. Po návratu do Spojených států Forrester model WORLD1 zdokonalil v rámci příprav na návštěvu členů Římského klubu na MIT. Forrester tuto vylepšenou verzi modelu nazval WORLD2 a zveřejnil jej v knize *World Dynamics* z roku 1971. (Lane, 2007)

Mezi jednu z nejznámějších publikací z oboru systémové dynamiky bezesporu patří *Limits to Growth*, která byla vydána skupinou vedenou Donellou Meadows. Kniha pracuje s modelem WORLD3 a jejími pěti klíčovými stavovými proměnnými – populace, industrializace, znečištění, produkce potravin a spotřeba nerostných surovin. Model vyvolal silné ohlasy a získal si spoustu příznivců i odpůrců. Vzniklo několik dalších publikací, kde byl model WORLD3 dále zdokonalován. (Lane, 2007)

---

<sup>5</sup> Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations

<sup>6</sup> DYNAmic MOdels

### 3.1.2 Základní pojmy a terminologie

Podle Stermana (2000) je systémová dynamika metoda vedoucí k poznání komplexních systémů. Systémová dynamika je využívána jako pomyslný manažerský simulátor, který pomáhá studovat dynamickou komplexitu, pochopit zdroje odporu vůči politice a navrhovat účinnější politiky. Nebojí se proto použít příměr k leteckému simulátoru, na němž se piloti učí létat a reagovat na dynamicky se měnící podmínky. V tomto si je manažerský simulátor s leteckým v lecčem podobný.

Systémová dynamika se zabývá chováním systémů v čase. Stav systémů se dynamicky mění, dnes je jiný než včera, zítra se změní znovu. Základním principem systémové dynamiky je, že veškeré dynamické chování je důsledkem struktury. (Šusta, 2015)

Systémová dynamika pomáhá při řešení problémů, jejich analýzou napomáhá zjistit, kde a proč vznikly. S využitím systémové dynamiky je možné navrhovat politiky, které těmto problémům dokážou předejít nebo je rovnou vyřešit. Systémová dynamika se tedy soustředí především na strukturu systému, zpětné vazby, zpoždění těchto vazeb a nelineární vztahy. (Krejčí a Kvasnička, 2014)

**Systém** je skupina vzájemně se ovlivňujících a propojených prvků, které tvoří složitý a jednotný celek. Součásti systému mohou být fyzické objekty, například různé součásti, z nichž se skládá automobil. Komponenty mohou být i nehmotné, například procesy, vztahy, firemní politiky, informační toky a mezilidské interakce. (Anderson a Johnson, 1997)



Systemy mají několik základních znaků (Anderson a Johnson, 1997, s. 78-79)

1. Aby systém správně fungoval, musí obsahovat všechny potřebné součásti  
Pokud je možné přidat nebo odebrat součást bez nutnosti ošetření vazeb a vztahů v systému, máme před se sebou pouze soubor součástí, ne systém. Příkladem může být miska směsi ořechů. Odebráním nebo přidáním kešu oříšků se změní počet oříšků v misce, ale neovlivní to charakter směsi v misce. Pokud ale bude z marketingového týmu odebrán člen, nebo se upraví zadání a úkoly, s největší pravděpodobností bude zapotřebí upravit fungování a vztahy ve skupině. Marketingový tým totiž není pouhým souborem lidí, je to systém.
2. Aby systém fungoval zamýšleným způsobem, musí být součásti uspořádány určitým způsobem  
Systém, jakým je například firma, nemůže fungovat, pokud by se součásti náhodně přemísťovaly. Účetní nemůže pracovat na výrobní lince a manipulační dělník není schopen vypracovat úspěšnou marketingovou strategii. Většina firem funguje správně, pokud zaměstnanci pracují na pozicích, které nejvíce odpovídají jejich schopnostem.
3. Systémy mají specifické účely v rámci větších systémů  
Každý systém má svůj vlastní účel, každý je samostatnou jednotkou a má vlastní integritu, která ho drží pohromadě. Jinými slovy, není možné jen tak zkombinovat dva systémy a získat nový, větší systém.
4. Systém směřuje ke stabilitě  
Ponechány samy sobě, systémy hledají stabilitu. Dosahují jí skrz interakce, zpětné vazby a úpravy, které neustále probíhají mezi jednotlivými částmi systému a mezi systémem a vnějším prostředím.
5. Systémy mají zpětné vazby  
Zpětná vazba znamená přenos a návrat informace. Systém obsahuje zpětné vazby jak uvnitř sám sebe, i zpětnou vazbu mezi sebou a vnějším prostředím. V některých systémech není těžké zpětnou vazbu identifikovat, v jiných může trvat relativně dlouhou dobu, než se zpětná vazba vrátí, a pozorovatel by měl problém takovou zpětnou vazbu rozpoznat.

**Politika** je formální vyjádření udávající vztah mezi informačními zdroji a výslednými toky informací. Politika určuje, jak se budou jednotlivci a skupiny chovat a reagovat v různých podmínkách. Politika je tedy promyšlený systém pravidel, podle kterých se konají rozhodnutí a dosahuje výsledků. (Meadows, 2008)

Forrester (1971) tvrdí, že politika může začít vyvolávat neočekávané vedlejší účinky. Může vyvolat reakce ostatních, kteří se budou snažit obnovit narušenou rovnováhu. Sterman (2000) takové jevy nazývá kontraintuitivním chováním sociálních systémů. Meadows (2008) tento jev nazývá odpor vůči politice, tedy tendenci zásahy oddalovat, oslabovat nebo úplně negovat zásah politiky pomocí vlastní odpovědi systému.

Politika, která vede ke krátkodobému zlepšení, obvykle systém dlouhodobě oslabuje. Stejně tak politika, která přináší dlouhodobé zlepšení, z počátku systém oslabuje. Takové chování je velmi zrádné. Série opatření zaměřených na krátkodobý úspěch může nakonec narušit chování systému tak silně, že systém začne kolabovat. Forrester (1995, s. 12) dodává: „Mnoho problémů, kterým dnes čelíme, je způsobeno snahou dosáhnout krátkodobých úspěchů bez myšlenky na budoucnost.”

Každá činnost v daném systému tvoří pouze jednu z mnoha zpětnovazebních smyček, které v něm operují. Tyto smyčky reagují předvídatelným i nepředvídatelným způsobem; mohou existovat pozitivní i negativní zpětné vazby a tyto smyčky budou obsahovat mnoho stavových proměnných, záporných zpětných vazeb a mnoho nelinearit. (Forrester, 1961)

Většina společnosti chápe komplexitu jako přítomnost velkého počtu prvků v systému, nebo v souvislosti s počtem možností, které musí být vyhodnoceny před provedením rozhodnutí. Takové komplexitě typu „jehla v kupce sena“ se říká kombinatorická komplexita. Naproti tomu **dynamická komplexita** může vznikat i v jednoduchých systémech s nízkou kombinatorickou složitostí (malým počtem prvků). Dynamická komplexita vzniká interakcí mezi prvky v průběhu času. Stav systému a hodnoty proměnných se mění zároveň, a to stěžuje interpretaci hodnot proměnných a chování systému. (Sterman, 2000)

**Zpoždění** se podílí na tvorbě nestability v dynamických systémech. Přidávání zpoždění do zpětných vazeb vytváří tendenci systému oscilovat. Systémy mají často zpoždění mezi počátkem akce a konečným efektem, který daná akce v systému vyvolá. Jako následek se často stává, že se pokračuje se snahou dosáhnout požadovaného efektu i přes to, že v minulosti byl podstoupen dostatečný počet kroků k tomu, aby bylo efektu dosaženo. Výsledkem je přestřelení a oscilace. Oscilace a nestabilita snižuje schopnost kontrolovat důležité proměnné a rozeznávat příčiny a následky. (Sterman, 2000)

Čím delší je zpoždění mezi zrodem problému a časem, kdy se na problém přijde, tím těžší bude náprava. Problémy, jejichž příčiny se objevily před dlouhou dobou, nelze vyřešit ze dne na den. Cesta k nápravě je obvykle relativně dlouhá právě kvůli zpoždění. (Šusta a Neumaierová, 2004)

### 3.1.3 Systémové myšlení

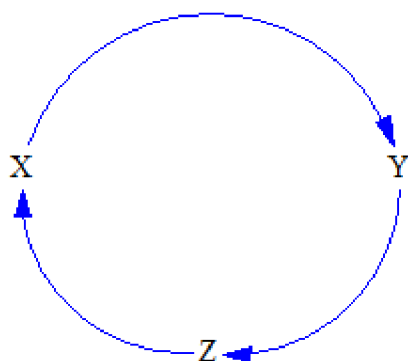
Senge (1990, s. 84) vysvětluje systémové myšlení takto: „Systémové myšlení je disciplína, která umožňuje vidět celky. Je to rámec pro vnímání vzájemných vztahů spíše než jednotlivých věcí, pro vnímání vzorců změn, nikoli momentálních stavů. (...) Systémové myšlení se soustředí na vzájemná propojení prvků, která dávají systémům jejich jedinečný charakter.“

Komplexita může snadno vytvořit dojem bezradnosti a ztráty orientace v problému. Nástroje systémového myšlení jsou odpovědí na stav, kdy si myslíme, že je problém příliš složitý, máme pocit, že nemáme šanci problém vyřešit, nebo snad že za vše může systém. Systémové myšlení je disciplína, která umožňuje vidět struktury, jež jsou základem složitých situací, a vnímat průběh změn v systému. Systémové myšlení je jazyk, který mění způsob, jak o systémech přemýšlíme. (Senge, 1990)

Systemové myšlení nás podle Meadows (2008, s. 169) učí, že systémy sice nelze ovládat, lze je ale navrhovat a přetvářet. Nelze vykročit s jistotou toho, že nás nic nepřekvapí, můžeme ale překvapení očekávat a poučit se z nich, a dokonce z nich i profitovat. Není možné systému vnutit svou vůli. Můžeme se o systému dozvídat informace a zjišťovat, jak využít jeho vlastností, abychom získali něco hodnotného.

Systemové myšlení zároveň vnímá strukturu a chování. Systemoví myslitelé se snaží pochopit souvislosti mezi událostmi, chováním systému a vlastnostmi struktury systému. Systemoví myslitelé vidí svět jako soubor stavových proměnných a mechanismů pro regulaci jejich úrovně pomocí manipulace s toky. To znamená, že systemoví myslitelé vidí svět jako soubor „zpětnovazebních procesů“. (Meadows, 2008)

**Obrázek 2: Systemové myšlení**



**Obrázek 1: Lineární myšlení**



Lineární myšlení vnímá svět pohledem "x způsobuje y". Lineární myšlení se zaměřuje spíše na lineární vztah příčina a následek, než na vztahy kruhové nebo vzájemně se ovlivňující. Cílí na zjednodušování problémů, vytváření řádu a řešení problémů jednoho po druhém. Lineární myšlení má své limity a může vytvořit tolik problémů, kolik jich vyřeší. (Anderson a Johnson, 1997)

Podle Senge (1990, s. 91) lineární pohled vždy ukazuje místo odpovědnosti. Když se něco nepovede, najde se viník. Z lineárního pohledu vždy hledáme někoho nebo něco, co nese vinu.

Podstata systemového myšlení spočívá v změně myšlení (Senge, 1990, s. 87)

- vnímání vzájemných vztahů spíše než lineární řetězce příčin a následků
- vnímání procesu změn spíše než momentálních stavů

Senge (1990, s. 92) říká: „Při osvojování systémového myšlení se vzdáváme předpokladu, že existuje jedinec nebo individuální činitel, který je za problém zodpovědný. Perspektiva zpětné vazby předpokládá, že všichni sdílejí odpovědnost za problémy generované systémem. Neznamená to ale, že každý má na změně stejnou zásluhu nebo má stejnou sílu působit změnu.“

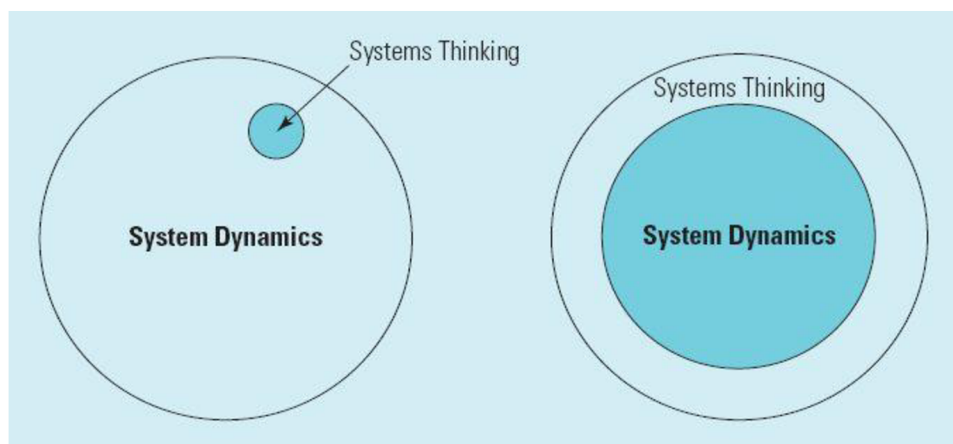
Když se potýkáme se zdrcujícím problémem nebo nejistou budoucností, máme tendenci věci zjednodušovat, vytvářet si pořádek a pracovat s jedním problémem po druhém. Systémové myšlení neobhájí úplné opuštění tohoto přístupu; místo toho nám připomíná, že zjednodušování, struktura a lineární myšlení mají své hranice a mohou vytvářet tolik problémů, kolik jich řeší. Hlavním bodem je, že si musíme být vědomi všech vztahů systému, a to jak uvnitř, tak i vně systému. (Anderson a Johnson, 1997)

### 3.1.4 Systémové myšlení a systémová dynamika

Forrester považuje systémové myšlení za malou podmnožinu systémové dynamiky, na kterou se pohlíží z hlediska toho, co tento balíček nabízí ve vztahu k pochopení a zlepšení fungování světa. Systémové myšlení vás dostane na méně než 5 procent cesty ke skutečnému pochopení systémů. Zbylých 95 procent spočívá v přísném strukturování modelů na základě systémové dynamiky a v simulacích založených na těchto modelech. (McKinsey, 1992)

Richmondova představa o systémovém myšlení je v kontrastu s Forresterovou představou. Rozdíly v jejich představách vycházejí z rozdílů v předpokladech o tom, které pojmy jsou pod systémovým myšlením zahrnuty. Obrázek 3 naznačuje, že Richmondův názor na systémové myšlení je takový, že zahrnuje všechny prvky systémové dynamiky. Richmondovu představu lze interpretovat tak, že systémové myšlení je "systémová dynamika s aurou něčeho víc". (Richmond, 1994)

**Obrázek 3: Představa Forrester a Richmonda**



Zdroj: (Richmond, 1994, s. 4)

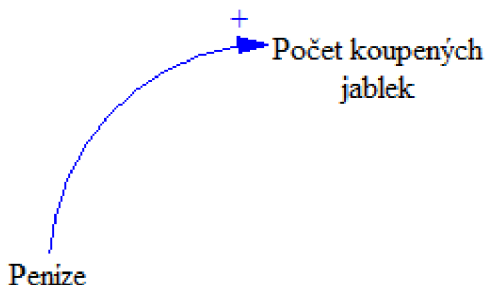
## 3.2 Nástroje pro popis systému

Pro sestavení modelu systému je možno využít několik nástrojů, v této práci budou využity a popsány dva takové nástroje – příčinný smyčkový diagram a diagram stavů a toků. Oba nástroje umožňují převod autorovy představy do grafického znázornění, diagram stavů a toků navíc umožňuje problém matematicky vyjádřit. Příčinný smyčkový diagram je nástroj vhodný pro prvotní vizualizaci problému a identifikaci zpětnovazebných smyček. Už jmenovaný diagram stavů a toků je základem pro simulační model.

### 3.2.1 Příčinný smyčkový diagram

Příčinný smyčkový diagram, (anglicky „Causal loop diagram“), zkratka CLD, se skládá z proměnných spojených šipkami označujícími příčinné vlivy mezi proměnnými. V diagramu jsou rovněž vyznačeny důležité smyčky zpětné vazby. Proměnné jsou propojeny kauzálními vazbami, které jsou znázorněny šipkami. Každé příčinné vazbě je přiřazena polarita, buď kladná (+), nebo záporná (-), která udává, jak se mění závislá proměnná při změně nezávislé proměnné. Důležité smyčky jsou zvýrazněny identifikátorem smyčky, který udává, zda je zpětná vazba pozitivní (posilující) nebo negativní (vyvažující). Identifikátor smyčky obíhá ve stejném směru jako smyčka, které odpovídá. (Sterman, 2000)

**Kladná vazba** znamená, že pokud se vstup zvýší, výstup se zvýší nad hodnotu, kterou by

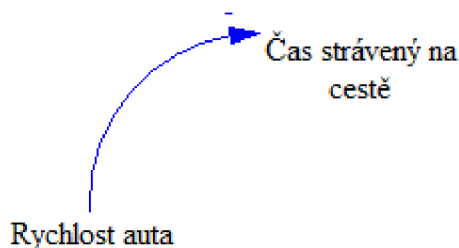


Obrázek 4: Kladná vazba

jinak měl, a pokud se vstup sníží, výstup se sníží pod hodnotu, kterou by jinak měl. V podstatě jde o přímou úměrnost, protože vstup a výstup se mění úměrně stejně. Jako příklad lze uvést větu „Čím víc peněz mám, tím více jablek si koupím“. Vztah funguje i naopak, tedy čím méně peněz mám, tím méně jablek si koupím. Vždy se jedná o kladnou vazbu, změna stavu peněz ve stejném směru ovlivní počet jablek. (Sterman, 2000)

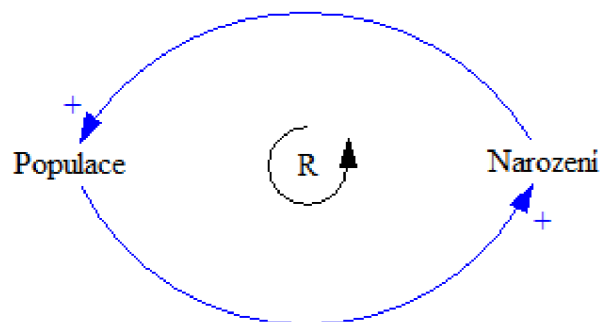
**Záporná vazba** znamená, že pokud se vstup zvyšuje, výstup se snižuje pod úroveň, kterou by jinak měl, a pokud se vstup snižuje, výstup se zvyšuje nad úroveň, kterou by jinak měl. Jde tedy o nepřímou úměru. Příkladem je věta „Čím rychleji auto pojedě, tím dříve budeme doma“. I opačné tvrzení „Čím pomaleji auto pojedě, tím později budeme doma“ odpovídá negativní vazbě, protože změna rychlosti auta v opačném směru ovlivňuje čas, kdy budeme doma. (Sterman, 2000)

Obrázek 5: Záporná vazba



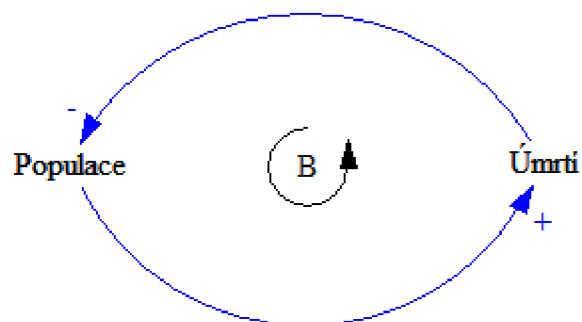
**Sebeposilující smyčky** (někdy označovány jako kladné smyčky) se označují znaménkem „+“ nebo R (anglicky „Reinforcing“). Hromadí změnu v jednom směru a dělají z ní ještě větší změnu. Sebeposilující smyčky vyvolávají exponenciální růst nebo pokles. Sebeposilující smyčky mají tendenci destabilizovat systémy kvůli jejich efektu sněhové koule – z malých změn se rychle stávají velké změny. Kvůli této tendenci je potřeba takové smyčky identifikovat.

**Obrázek 6: Sebeposilující smyčka**



**Vyvažující smyčky** (někdy označovány jako negativní smyčky) se označují znaménkem „-“ nebo B (anglicky „Balancing“). Vyvažující smyčky jsou obecně stabilizační neboli zaměřené na cíl. Brání se změnám v jednom směru tím, že vyvolávají změny v opačném směru.

**Obrázek 7: Vyvažující smyčka**





Podle Stermana (2000) existují dvě metody, jak určit druh smyčky v daném systému.

První metoda, označena jako rychlá metoda, spočívá v počítání záporných vazeb ve smyčce. Pokud je počet záporných vazeb lichý, smyčka je vyvažující. Naopak pokud je počet záporných vazeb sudý, smyčka je sebeposilující. Nevýhodou je, že při určování druhu smyčky v komplexním systému může dojít k chybě. Můžeme se splést při počítání počtu negativních vazeb a může se stát, že některé vazby byly při tvorbě diagramu chybně označeny.

Druhá metoda, označena jako správná metoda, spočívá v zanesení malé změny na libovolné proměnné a sledování změn na dalších proměnných, jak se původní změna pohybuje ve smyčce. Pokud dojde k zesílení původní změny, jedná se o sebeposilující smyčku, pokud výsledek oslabuje původní změnu, jde o vyvažující smyčku. Používání správné metody spíše než rychlé metody může dlouhodobě ušetřit čas, protože je spolehlivější než rychlá metoda.

### 3.2.2 Diagram stavu a toků

Pro přesnější popis systému je vhodné použít diagram stavů a toků – SFD (anglicky „Stock and Flow “ diagram). Oproti CLD umožňuje zobrazit stavy a toky. Právě stavy a toky (a zpoždění) jsou hlavními koncepty systémové dynamiky. (Sterman, 2000)

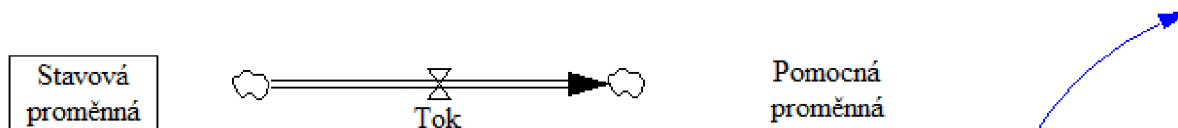
**Stav** je akumulace, nashromáždění. Popisují stav systému a sdělují informaci, na jejímž základu jsou vytvářena rozhodnutí. Stavové proměnné způsobují zpoždění právě kvůli akumulaci. Hodnota stavové proměnné závisí na předchozích rozhodnutích, tedy chování systému (Sterman, 2000). Stavové proměnné mají paměť, nemění se proto okamžitě. Ve změně hodnoty je vždy obsaženo zpoždění, a to i když se může zdát, že se stav mění okamžitě. Šusta a Kostroň (2004, s. 22) tvrdí: „Vždy existuje zpoždění, i když může být velmi malé.“ Stavové proměnné jsou v modelech zobrazeny jako obdélníky (Sterman, 2000).

**Tok** představuje změnu v čase a ovlivňuje hodnotu stavové proměnné. Tok míří do stavové proměnné (vstup) nebo míří ze stavové proměnné (výstup). Může se ale stát, že tok míří do stavové proměnné vyobrazené jako **mrak**. Mraky označují místo, odkud nebo kam toky mohou vést, jsou to stavové proměnné mimo hranice systému (Meadows, 2008). Chápeme, že mraky mají neomezenou kapacitu a nikdy nemohou omezit tok, který obživují (Sterman, 2000).

**Pomocná proměnná** slouží jako dodatečná informace pro toky nebo jiné pomocné proměnné. Pomocná proměnná může být konstanta, nebo je ovlivněna stavy, toky a jinými pomocnými proměnnými. Jsou s ostatními částmi diagramu spojeny šipkou, tedy kladnou nebo negativní vazbou.

Grafická znázornění prvků diagramů stavů a toku je zobrazeno na obrázku 8.

**Obrázek 8: Grafické znázornění SFD diagramu**



### **3.3 Archetypy chování systému**

Systemové archetypy jsou jedním z nástrojů systémového myšlení. Archetypy zachycují společné chování, které se opakuje v různých systémech. Jsou užitečné, protože umožňují proniknout do systému, rozptýlí komplexní situaci a zobrazují základní systémovou strukturu, která danou situaci řídí. Často se může ukázat, že problémy nebo záležitosti, které se na první pohled mohou zdát jedinečné, jsou způsobeny stejnou systémovou strukturou, a proto je lze zachytit ve stejném systémovém archetypu. (Anderson a Johnson, 1997)

#### **3.3.1 Exponenciální růst a pokles**

Sebeposilující smyčky samy posilují a vedou k exponenciálnímu růstu v průběhu času. Vždy, když má stavová proměnná možnost sama sebe zvětšovat, k němu dochází. Takový růst je stále rychlejší. Čím více něčeho je, tím více toho přibývá. Je to buď dobrá, nebo špatná zpráva, podle toho, co roste. (Meadows, 2008)

Jednoduchým příkladem je nárůst tempa zvyšování populace. Čím větší je populace, tím více jedinců se narodí a čím více jedinců se narodí, tím větší je populace.

#### **3.3.2 Cíl hledající struktura**

Vyvažující smyčky hledají rovnováhu, vyváženost a stagnaci. Působí tak, aby stav systému odpovídal cíli nebo žádoucímu stavu. Působí proti jakýmkoli tendencím, které by stav systému od cíle vzdalovaly. Obvykle se rychlost, kterou se stav systému přibližuje k cíli, snižuje s klesajícím rozdílem mezi aktuálním a cílovým stavem. Velké rozdíly mezi požadovaným a skutečným stavem mají tendenci vyvolávat velké reakce, zatímco malé rozdíly mají tendenci vyvolávat malé reakce. (Sterman, 2000)

Příkladem je situace, kdy pizzař roztápí pec. Na začátku musí přiložit hodně dřeva, aby se přiblížil požadované teplotě, jak se ale požadované teplotě blíží, tím méně přikládá. Jakmile dosáhne požadované teploty, jen udržuje teplotu a přikládá jen tak, aby teplotu udržel konstantní.

### 3.3.3 S křivka

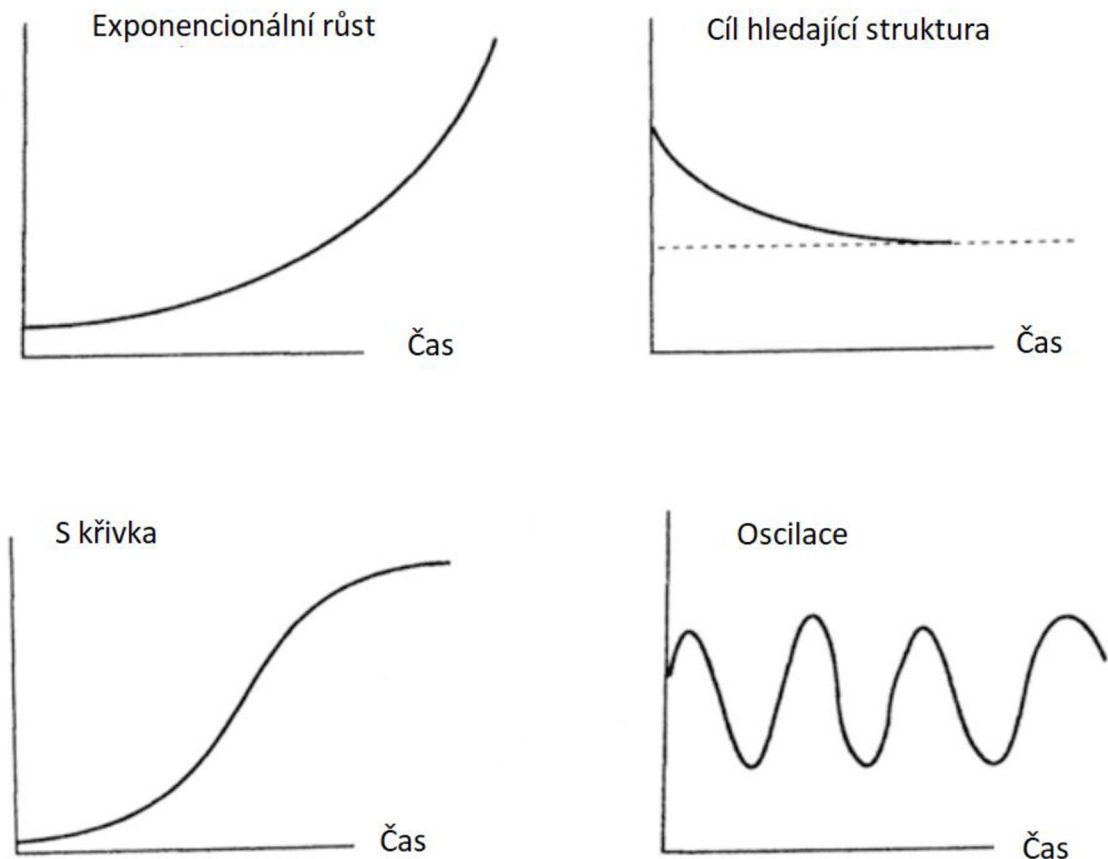
Žádná reálná veličina nemůže růst (nebo klesat) do nekonečna: nakonec jedno nebo více omezení růst zastaví. Běžně pozorovaným způsobem chování dynamických systémů je růst ve tvaru písmene S, růst je zpočátku exponenciální, ale pak se postupně zpomaluje, dokud stav systému nedosáhne rovnovážné úrovně. Tvar křivky připomíná protáhlé písmeno „S“.  
(Sterman, 2000)

Toto chování je příkladem změny dominance zpětnovazebních smyček. Dominance je důležitý pojem v systémovém myšlení. Když jedna smyčka dominuje nad jinou, má silnější vliv na chování. Protože v systémech často současně funguje několik konkurenčních zpětnovazebních smyček, budou chování systému určovat ty smyčky, které v něm dominují.  
(Meadows, 2008)

### 3.3.4 Oscilace

Dalším základním způsobem chování dynamických systémů je oscilace. Stav systému je porovnáván s jeho cílem a jsou přijímána nápravná opatření k odstranění případných nesrovnalostí. V oscilačním systému stav systému neustále překračuje svůj cíl nebo rovnovážný stav, obrací se, pak se snižuje a tak dále. Překročení vzniká v důsledku přítomnosti značných časových zpoždění v záporné smyčce. Časová zpoždění způsobují, že nápravné akce pokračují i poté, co stav systému dosáhne svého cíle, což nutí systém k přílišné korekci a vyvolává novou korekci v opačném směru. (Stermán, 2000)

**Obrázek 9: Archetypy chování systému**



Zdroj: (Stermán, 2000, s. 108)

## **3.4 Osobní finance**

V osobních financích jde o to naučit se hospodařit s příjmy a majetkem tak, abychom uspokojili svá životní přání nebo si vytvořili větší příjmy a větší bohatství. Jde o vytváření zdrojů, které lze použít k vytvoření budoucího ekonomického prospěchu, jako je zvýšení příjmu, snížení výdajů nebo k investicím. Jinými slovy, osobní finance jsou o tom, jak se naučit získat to, co chceme, a jak chránit to, co máme. (Siegel a Yacht, 2010)

Správné rozhodování o financích je z velké části otázkou pochopení toho, jak funguje ekonomika, jak v ní proudí peníze a jak lidé činí finanční rozhodnutí. Čím lépe tomu rozumíme, tím lépe dokážeme plánovat, využívat příležitosti a vyhýbat se zklamání. Život samozřejmě nelze nikdy přesně naplánovat, ale předvídání rizik a ochrana před nimi vytváří odolnost před nevyhnutelným chybami a nebezpečími a nástrahami života. (Siegel a Yacht, 2010)

### **3.4.1 Příjmy**

Příjem je to, co se v daném období jedinec vydělá nebo obdrží. Existují různé termíny pro příjem, protože existují různé způsoby jeho získání. Příjem ze zaměstnání nebo samostatné výdělečné činnosti je mzda nebo plat. Vkladové účty, stejně jako spořicí účty, přinášejí úroky. Vlastnictví akcií opravňuje akcionáře k dividendě, pokud nějaká existuje. Vlastnictví podílu v osobní nebo soukromé společnosti opravňuje k čerpání podílu na zisku. (Siegel a Yacht, 2010)

Příjmy můžeme podle Málka a kol. (2010) rozdělit na:

aktivní příjmy (příjmy ze zaměstnání, z podnikání), sociální příjmy (příjmy od státu jako příspěvek na děti, rodičovský příspěvek apod.), portfoliové příjmy (příjmy z investic apod.), mimořádné příjmy (prodej nepotřebných věcí, obdržené dary apod.), pasivní příjmy (pronájem nemovitostí, účast ve společnosti)

## **3.5 Výdaje**

Výdaji rozumíme náklady na předměty nebo zdroje, které se spotřebovávají v průběhu každodenního života. Výdaje se opakují (tj. dochází k nim stále dokola), protože se kontinuálně spotřebovávají potraviny, bydlení, oblečení, energie atd.

Pokud jsou příjmy nižší než výdaje, máte v rozpočtu příliš málo peněžních prostředků na to, abyste mohli uspokojit svá přání nebo potřeby. Rozpočtový deficit není udržitelný, není finančně únosný. Existují tři možnosti jak schodek vyrovnat – zvýšení příjmů, snížení výdajů, půjčka. Půjčka se může zdát jako nejjednodušší a nejrychlejší řešení, ale půjčka zvyšuje výdaje, protože vytváří další náklad: úrok. Pokud není možné zvýšit příjmy, půjčka na pokrytí deficitu jej pouze zvýší.

Výdaje můžeme podle Málka a kol. (2010) rozdělit na:

běžná spotřeba (každodenní útraty), bydlení, vzdělání, luxus a zábava, ochrana (různé typy pojištění), investování a spoření, dluhy, ostatní (nezařaditelné výdaje)

### **3.5.1 Rozpočet domácnosti**

Osobní a rodinný rozpočet zachycuje plánovaný resp. průběžný stav peněz. Pro sestavení rozpočtu je vhodné sestavit rozvahu, která seznamuje se strukturou majetku a zdroji financování a výkaz příjmů a výdajů. Je důležité pamatovat na to, že potřeba peněz se v různých etapách života mění, především v souvislosti se změnou rodinného stavu. Hodnota peněz se v čase mění, je třeba rozlišovat současnou a budoucí hodnotu peněz. Důležitý je vliv inflace na příjmy a výdaje a závazky. (Málek, Oškrdalová a Valouch, 2010)

### **3.5.2 Inflace**

Inflace znamená znehodnocování hodnoty peněz v čase. Míra inflace se vyvíjí v čase. Inflaci v České republice sleduje Český statistický úřad (ČSÚ) za pomoci tzv. indexu spotřebitelských cen. Inflace je důležitou součástí pro měření hodnoty peněz. Aby se peníze zhodnocovaly, musí být výnosy větší než investice (Janda, 2013). Inflace ovlivňuje kupnou sílu finančních prostředků, tedy při rostoucí inflaci si za stejné prostředky pořídíme průměrně méně zboží a služeb. Hodnota majetku může v důsledku inflace růst i klesat (inflaci je ohrožen majetek v podobě hotovosti stejně jako u finanční prostředků, růst hodnoty lze naopak očekávat u akcií nebo nemovitostí. V případě dluhů inflace může dlužníky zvýhodňovat, k tomu dochází v případě fixně úročených úvěrů, protože tyto úvěry jsou věřiteli spláceny v inflačních penězích. (Málek, Oškrdalová a Valouch, 2010)

Cenové indexy poměřují úroveň cen zhruba 450 reprezentativních výrobků a služeb, které tvoří spotřební koš. Do něj jsou zařazeny potraviny, nápoje, tabák, nebo zboží jako oděvy, nábytek, drogistické zboží. Ze služeb stojí zmínit dopravu, sociální a zdravotnickou péči

nebo vzdělávání. Konkrétní složení spotřebního koše je možno dohledat na stránkách ČSÚ. (Český statistický úřad, 2021)

Podmínkou pro správnou interpretaci každého cenového indexu je přesné věcné, prostorové a časové vymezení. To znamená jednoznačně uvést období, za které je míra inflace uváděna a dále základ, k němuž se vymezené období porovnává. Míra inflace může být vyjádřena například přírůstkem průměrného ročního indexu spotřebitelských cen nebo přírůstkem indexu spotřebitelských cen k předchozímu měsíci. (Český statistický úřad, 2021)



### 3.5.3 Hypotéka

V případě, že se rozhodneme pro koupi vlastního bydlení, je potřeba se zamyslet nad způsobem jeho financování. Velmi často se stává, že nemáme dostatek prostředků pro jeho okamžité zaplacení, proto je potřeba si je půjčit. Nejčastější způsob takové půjčky je hypotéční úvěr.

Pro všechny hypotéční úvěry je společný způsob zajištění, tím je zajištění zástavního práva k nemovitosti. K zajištění hypotéční úvěry je možné použít jakoukoliv nemovitost, u které je možnost zajistit zástavní právo ve prospěch finanční instituce poskytující úvěr. (Málek, Oškrdalová a Valouch, 2010)

Výše úrokových sazeb závisí na několika faktorech, na aktuální hospodářské situaci, na účelu úvěru, na výši úvěru, době fixace a na bonitě dlužníka. Nejnížší úrokové sazby jsou zpravidla u hypotéčních úvěrů poskytovaných na vlastní bydlení, protože takové úvěry jsou pro banky nejméně rizikové. Úroková sazba je také ovlivněna výší úvěru, je rozdíl, jestli si půjčujeme jeden nebo tři miliony korun. Čím větší je riziko pro banku, tím vyšší je úroková sazba. Proto je výhodné si na určitou část potřebných financí našetřit už před žádostí o hypotéku, protože jako dlužník představujeme pro banku nižší riziko. (Janda, 2013)

Hypotéční úvěr je splácen anuitními splátkami. Anuitní splátka zahrnuje úrok a úmor, jejich poměr se v průběhu splácení mění. Na začátku je větší část anuity tvořena úrokem, naopak ke konci splácení úmor tvoří většinovou část anuity.

## **4 Vlastní práce**

### **4.1 Vstupní data**

Model vytvořen v rámci této práce bude využívat data dostupná z veřejně dostupných zdrojů – zejména data Českého statistického úřadu. Z těchto zdrojů jsou čerpána data o příjmech, výdajích, průměrné roční inflaci, cenách nemovitosti a ceně nájemného a dalších údajích potřebných pro tvorbu modelu.

#### **4.1.1 Popis problému**

Předmětem bakalářské práce je simulace osobní finance absolventa vysoké školy a jeho budoucí rodiny v České republice. Simulace popisuje finanční situaci vysokoškolsky vzdělaného člověka v jeho produktivním věku. Finanční situace bude ovlivněna nákupem vlastní nemovitosti pro bydlení, pro který bude využit hypotéční úvěr.

Sledovaný člověk hospodaří s penězi a jeho finanční situace je ovlivňována vnějšími vlivy jako cena nemovitostí, inflace apod. Finanční situaci ovlivní osoba žijící v partnerském vztahu se sledovaným a popř. děti, které se do partnerského vztahu narodí. Získané finance jsou využity na úhradu spotřebních výdajů a nájemného nebo splátku hypotéky. Zbývající finance jsou převáděny na spoření, kde jsou zhodnocovány spořicími úroky.

#### **4.1.2 Cíl modelu**

Cílem modelu je simulace osobních financí absolventa vysoké školy v České republice. Model by měl sledovat výši příjmů a nákladů a celkový stav financí. Model ukáže možnosti čerpání hypotéčního úvěru.

## 4.2 Příčinný smyčkový diagram

K zobrazení problému slouží příčinný smyčkový digram.

Obrázek 10: Příčinný smyčkový diagram

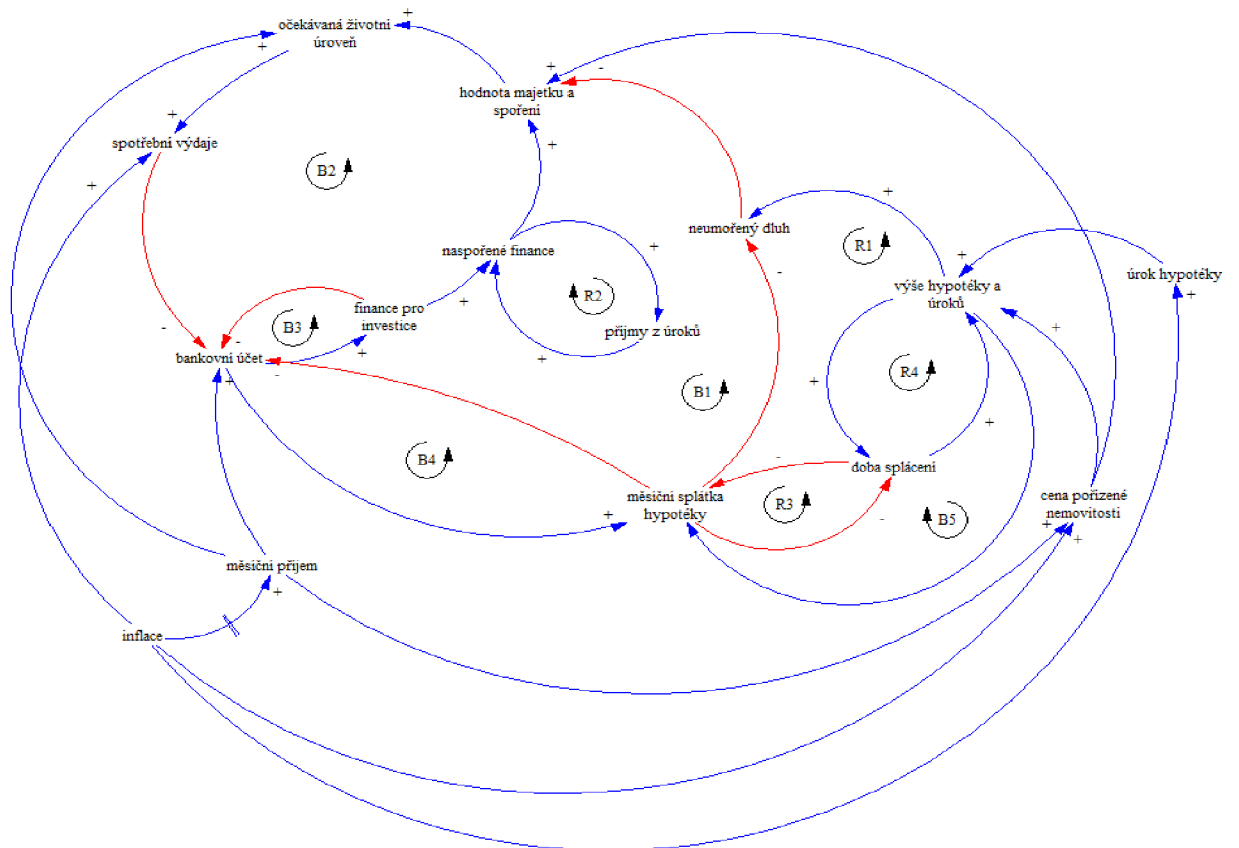


Diagram byl vytvořen podle pravidel popsanych v teoretické části v programu Vensim PLE. Na diagramu jsou zobrazeny proměnné spojené kladnými a zápornými vazbami. Vazby mezi proměnnými vytvořily několik zpětnovazebních smyček, jež jsou dále popsány dále.

#### 4.2.1 Posilující zpětnovazebné smyčky

**R1** – Rostoucí *doba spláčení hypotéky* navyšuje *výši hypotéky a úroků*. *Výše hypotéky a úroků* tvoří *neumořený dluh*, proto do této proměnné míří vazba s kladnou polaritou. *Neumořený dluh* snižuje *celkovou hodnotu spoření a majetku*. Od výše hodnoty vlastního majetku se odvíjí *očekávaná životní úroveň*, čím větší je hodnota majetku, tím vyšší je *očekávaná kvalita života*. Vyšší životní úrovni ale odpovídají i vyšší *spotřební výdaje*, které se pak negativně podepisují na stavu *bankovního účtu*. Čím větší je zůstatek na účtu, tím větší si může být *měsíční splátka hypotéky*. Nakonec vede vazba z *měsíční splátky hypotéky* do *doby spláčení hypotéky* a má zápornou polaritu, protože větší splátky zkracují dobu spláčení.

**R2** – Jednoduchá kladná smyčka odpovídající archetypu sebesilující chování. Smyčka probíhá mezi proměnnými *naspořené finance a příjmy z úroků*, proměnné jsou spojeny vazbou s kladnou polaritou. Čím více peněz je na spořicíh účtech, tím větší bude příjem z úroků a tím více bude naspořeno peněz.

**R3** – Smyčka popisuje vzájemné působení proměnných *měsíční splátka hypotéky a doba spláčení*, mezi kterými vedou negativní vazby. Čím větší je *měsíční splátka*, tím kratší dobu bude trvat splatit hypotéku. Stejně tak kratší *doba spláčení* vyžaduje navýšení měsíční splátky hypotéky.

**R4** – Tato smyčka se chová podobně jako smyčka R2, odpovídá totiž stejnému archetypu. Čím delší bude *doba spláčení*, tím větší bude *výše hypotéky a úroků*, které bude potřeba zaplatit. Čím vyšší bude *výše hypotéky a úroků*, tím delší bude *doba spláčení*.

#### 4.2.2 Vyvažující zpětnovazebné smyčky

**B1** – O *měsíční splátku hypotéku* se snižuje hodnota *neumořeného dluhu*. *Neumořený dluh* snižuje *hodnotu spoření a majetku*. *Očekávaná životní úroveň* roste s nashromážděným majetkem a naspořenými financemi. Vyšší *očekávaná životní úroveň* zákonitě způsobuje nárůst *spotřebních výdajů*, které negativně ovlivňují stav *bankovního účtu*. *Měsíční splátka hypotéky* roste s rostoucím měsíčním zůstatkem na *bankovním účtu*.

**B2** – Čím větší obnos peněz zůstane na *bankovním účtu*, tím vyšší hodnota je hodnota *proměnné naspořené finance*. O tuto hodnotu roste hodnota *proměnné hodnota majetku a spoření*. Větší majetek znamená i nárůst *očekávané životní úrovně*. *Spotřební výdaje* rostou s životní úrovní a také negativně působí na zůstatek na *bankovním účtu*.

**B3, B4** – Vyvažující zpětnovazebné smyčky, které mají společné to, že čím větší jsou *finance pro investice* nebo *měsíční splátka hypotéky*, tím pak budou menší *finance na bankovním účtu*. Čím větší je stav *bankovního účtu*, tím větší mohou být *finance pro investice* nebo *měsíční splátka hypotéky*.

**B5** – Vyvažující smyčka popisuje vzájemné působení *proměnných výše hypotéky a úroků, dobu splácení a měsíční splátku hypotéky*. Čím vyšší je *výše hypotéky a úroků*, tím vyšší musí být *měsíční splátka hypotéky*. Vyšší měsíční splátka zkracuje *dobu splácení*. *Doba splácení* navyšuje celkovou sumu zaplacených úroků, proto je dobré vhodně nastavit splátky a dobu splácení.

### 4.3 Diagram stavů a toků

Diagram stavů a toků vychází ze sestaveného příčinně smyčkového diagramu. Následující tabulka popisuje hranice modelu a byla sestavena podle vzoru od Stermana. V tabulce jsou kvůli velkému počtu proměnných zahrnuty jen ty důležité. (Sterman, 2000)

Tabulka 1: Rozdělení proměnných v modelu podle Stermana

Endogenní	Exogenní	Nezahrnuté
Příjem	Inflace	Očekávaná životní úroveň
Výdaje	Úrok na spoření	
Naspořené finance	Úrok hypotéky	
Finance pro investice	Cena za m <sup>2</sup> nájemné	
Příjmy z úroků	Cena nemovitosti	
Hypotéka	Slevy na dani	
Splátka hypotéky	Hrubá mzda	
Výše mateřské	Délka rodičovské dovolené	
Výše rodičovské	Doba splácení hypotéky	
Spotřební výdaje		
Čistý příjem		
Nájemné		
Výdaje na luxus		

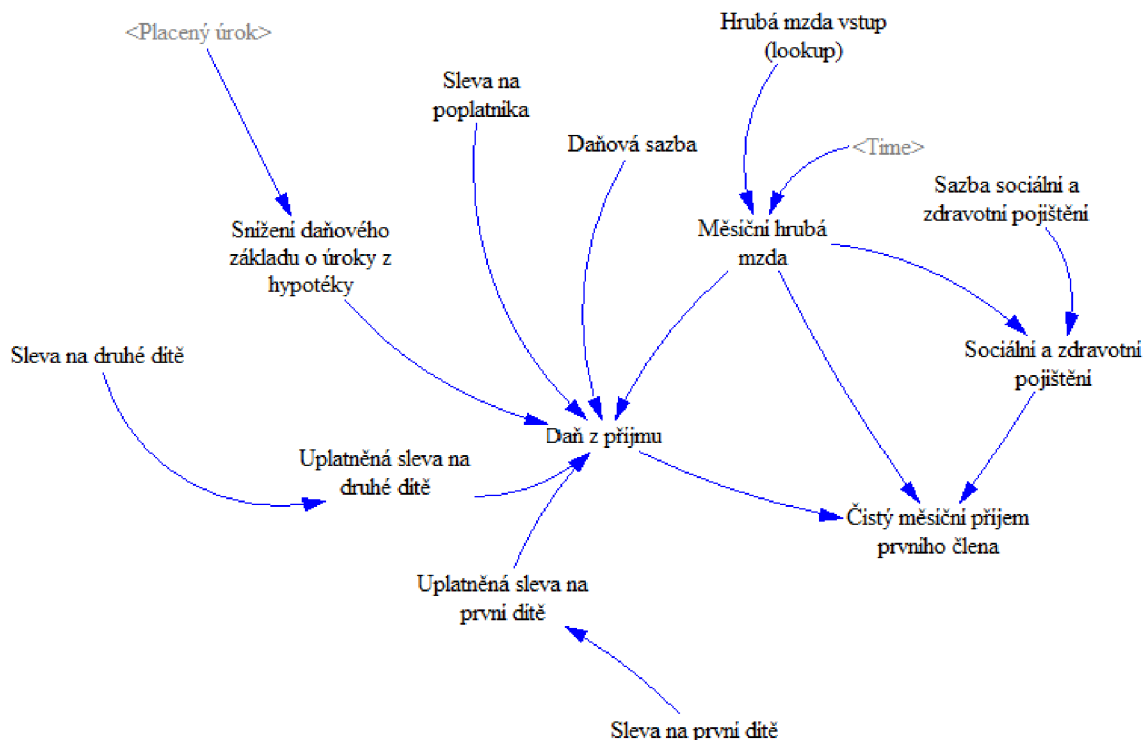
Diagram stavů a toků je nastaven na 40 časových kroků<sup>7</sup>. V dalších kapitolách jsou popsány struktury, z nichž se model skládá. Jelikož je počet proměnných obsažených v diagramu stavů a toků velmi vysoký, je seznam proměnných a vzorců každé struktury možné najít až v přílohách.

---

<sup>7</sup> Produktivní věk absolventa vysoké školy  $65 - 25 = 40$  let

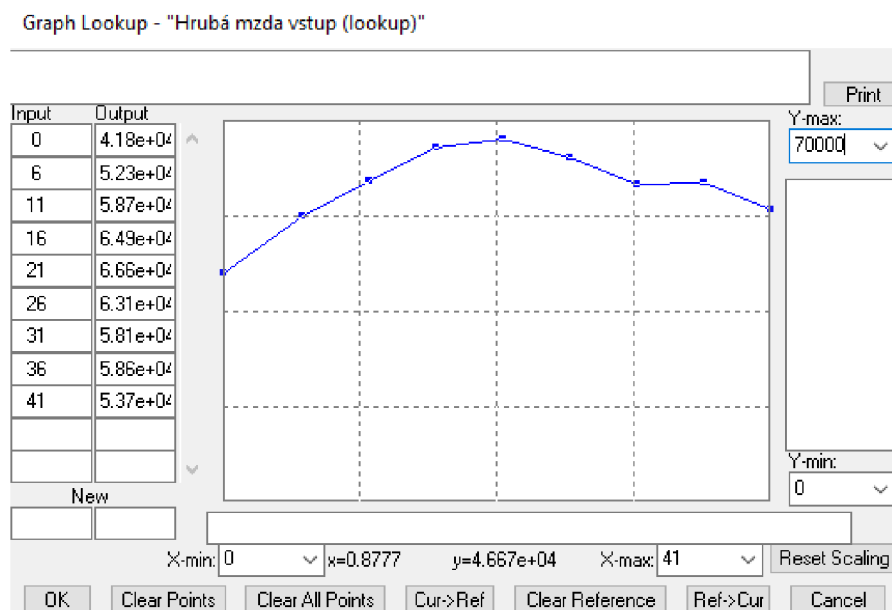
### 4.3.1 Příjmy

Obrázek 11: Struktura Příjmy



Pro modelaci osobních financí je zásadní zjistit hodnotu příjmů. Hodnota hrubé mzdy je nastavena na hodnoty průměrných příjmů zjištěných z průzkumu Českého statistického úřadu za rok 2020 (Český statistický úřad, 2021).

Obrázek 12: Lookup pro hrubou mzdu



*Měsíční hrubá mzda* je ponížena o sociální a zdravotní pojištění. *Sociální a zdravotní pojištění* odpovídá 11 % hrubé mzdy (Vybíhal, 2021).

Dále je hrubá mzda ponížena o *Daň z příjmu*. Daň z příjmu se vypočítává z daňové základu, tím je v případě zaměstnance hrubá mzda. *Daňová sazba* je 15 %. Výše daňového základu může být snížena například o placené úroky z hypotéky, a to až o 150 tis. Kč za rok. Od vypočítané *Daně z příjmu* lze odečíst tzv. slevy na dani. Nejdůležitějšími slevami jsou *Sleva na poplatníka* a slevy na děti. Pokud rozdíl vypočítané daně z příjmu a slev na dani vyjde roven nule nebo záporné hodnotě, žádná daň se neplatí. Pokud navíc vyjde záporný rozdíl poplatníkovi, který uplatňuje i daňové zvýhodnění na dítě, získá od státu částku rovnou záporné hodnotě ve formě daňového bonusu. (Vybíhal, 2021)

Protože postupy popsané v legislativě vypočítávají kvůli způsobu zaokrouhlování daňového základu<sup>8</sup> čistou mzdu měsíčně, je i v tomto modelu vypočítávána měsíční čistá mzda. Dál se pak ale v modelu používá proměnná *Roční příjmy prvního člena*, nebo *Partner (vydělavající člen domácnosti) příjmy*, jejichž hodnoty odpovídají ročním příjmům v konkrétních letech.

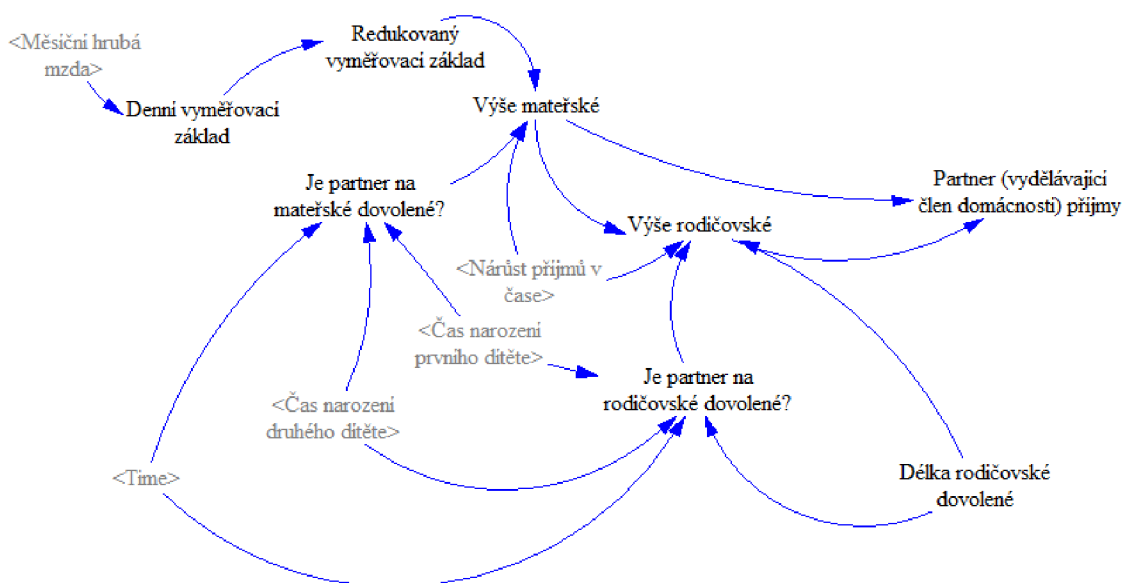
---

<sup>8</sup> Daňový základ (hrubá mzda) se zaokrouhluje na stovky nahoru



### 4.3.2 Příjem partnera

Obrázek 13: Struktura Příjem partnera



Příjem partnera se vypočítává stejně jako příjem prvního člena domácnosti, ale protože zvýhodnění na děti a slevu na dani z úroků lze započítat jen jednou, nebudou v případě partnera tyto slevy započítány. Pokud tedy domácnost vychovává dítě nebo splácí hypotéku, budou příjmy partnera o něco nižší než příjmy prvního člena domácnosti.

Příjem partnera se významně změní při narození dítěte, jelikož se předpokládá, že partner nastoupí na mateřskou a rodičovskou dovolenou. Mateřská dovolená trvá 28 týdnů, pro zjednodušení bude model počítat s délkou mateřské dovolené jeden rok, mateřská dovolená začne v roce narození dítěte. Po mateřské dovolené následuje rodičovská dovolená s dobou trvání jeden až tři roky.

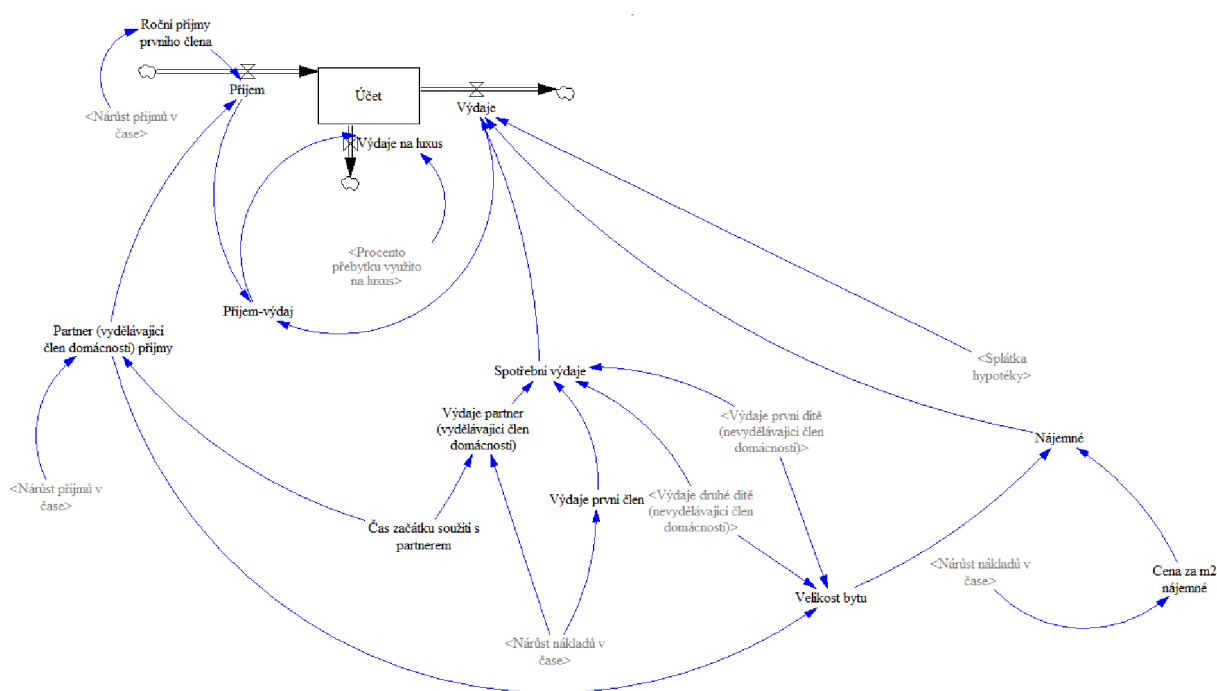
*Výše mateřské* odpovídá 70 % redukovaného denního vyměřovacího základu za kalendářní den. Denní vyměřovací základ se zjišťuje z příjmu za posledních 12 kalendářních měsíců. Pro výpočet redukovaného denního vyměřovacího základu jsou stanoveny tři redukční hranice. Do částky 1 298 Kč se započítává 100 %, z částky mezi 1 298 až 1 946 Kč se započítává 60 %, mezi 1 946 až 3 892 Kč se započítává 30 %, nad 3 892 Kč se nepočítá nic.

Celková výše rodičovského příspěvku je 300 000 Kč a lze ho vyčerpat v průběhu jednoho až tří let. V modelu byla *Délka rodičovské dovolené* nastavena na dva roky, resp. do tří let věku dítěte, jelikož je to zároveň maximální doba, po kterou musí zaměstnavatel umožnit zaměstnanci odejít na rodičovskou dovolenou. *Výše rodičovské* je tedy dána počtem let, po

kteřou je rodičovská dovolená čerpána. Výše rodičovského příspěvku není vázána na inflaci a frekvence jeho navyšování závisí na politické vůli. Pro účely modelu bude výše rodičovského příspěvku vázána na inflaci, aby byla zachována jeho relativní výše k roku 2021.

### 4.3.3 Výdaje

Obrázek 14: Struktura Výdaje



Výdaje rodiny se skládají ze spotřebních výdajů (jídlo, doprava, pojištění, energie apod.) a z nákladů přímo spojených se zajištěním bydlení. Další část výdajů tvoří tzv. výdaje na luxus, ty jsou popsány v kapitole 4.5. Výše spotřebních údajů se řídí údaji Českého statistického úřadu o průměrných spotřebních výdajích za rok 2020. Podle zjištěných dat byla stanovena výše spotřebních výdajů viz Tabulka 2 (Český statistický úřad, 2021).

Tabulka 2: Roční spotřební výdaje domácnosti

Počet členů domácnosti	1	2	3 (1 dítě)	4 (2 děti)
Výdaje celé domácnosti	168 644 Kč	337 288 Kč	395 427 Kč	460 488 Kč

Výdaje za partnera a za děti jsou do modelu zařazeny pomocí funkce PULSE TRAIN, která umožňuje nastavit začátek a dobu trvání působení na proměnnou. V případě partnera je doba trvání působení proměnné nastavena až do konce simulace modelu.

Nájemné se platí pouze pokud zatím nebyla zřízena hypotéka, a jeho výše je dána velikostí proměnných *Cena za m<sup>2</sup> nájemné* a *Velikost bytu*.

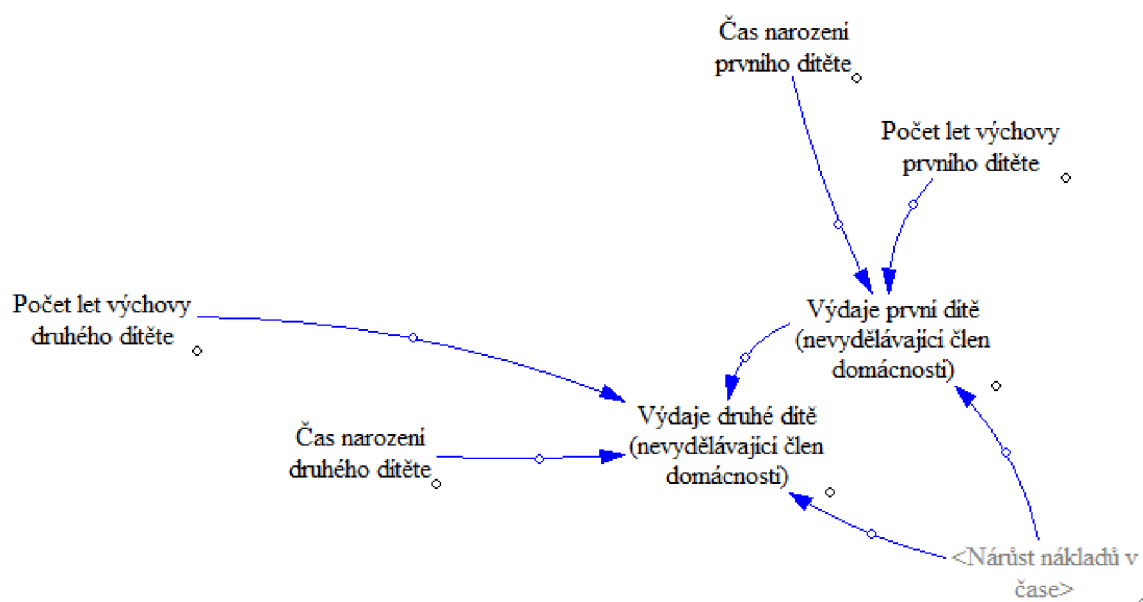
Průměrná cena za m<sup>2</sup> nájemného v České republice ve čtvrtém čtvrtletí roku 2021 byla 247 Kč (Deloitte a Asociace nájemního bydlení, 2022). Velikost bytu je dána počtem osob v domácnosti.

**Tabulka 3: Velikost bytu podle počtu členů domácnosti**

1 osoba	2 osoby	3 osoby	4 osoby
40 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>	70 m <sup>2</sup>	80 m <sup>2</sup>

#### 4.3.4 Výdaje na děti

Obrázek 15: Struktura Výdaje na děti



Pro výpočet výdajů je určující počet dětí v domácnosti. Podle Českého statistického úřadu byl v roce 2020 průměrný věk matky při narození prvního dítěte 29,6 let, při narození druhého dítěte 32,1 let (Český statistický úřad, 2021). Proto je proměnná *Čas narození prvního dítěte* nastavena na 5<sup>9</sup> a *Čas narození druhého dítěte* na 8<sup>10</sup>.

Protože se práce věnuje osobním financím absolventa vysoké školy, předpokládá se, že i dítě bude vysokou školu studovat. Proto je *Počet let výchovy* obou dětí nastaven na 25 let. Výdaje dětí jsou do modelu zařazeny funkcí PULSE TRAIN.

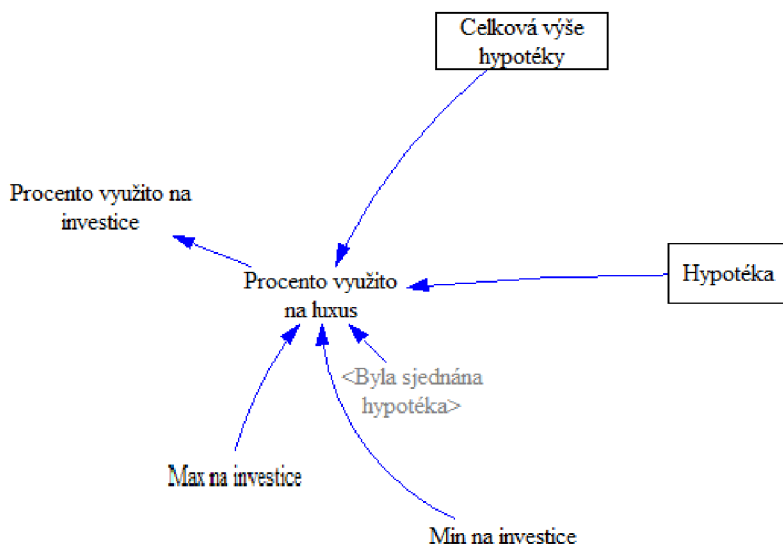
---

<sup>9</sup> 29,6 – 25 = 5 (zaokrouhleno nahoru)

<sup>10</sup> 32,1 – 25 = 8 (zaokrouhleno nahoru)

### 4.3.5 Výdaje na luxus

Obrázek 16: Struktura Výdaje na luxus



Data o spotřebních výdajích z Českého statistického úřadu mluví o hodnotě průměrných spotřebních výdajů bez ohledu na vzdělání a věk. Do modelu byla přidána struktura Výdaje na luxus, která reflektuje očekávanou vyšší životní úroveň a s ní spojené vyšší spotřební výdaje.

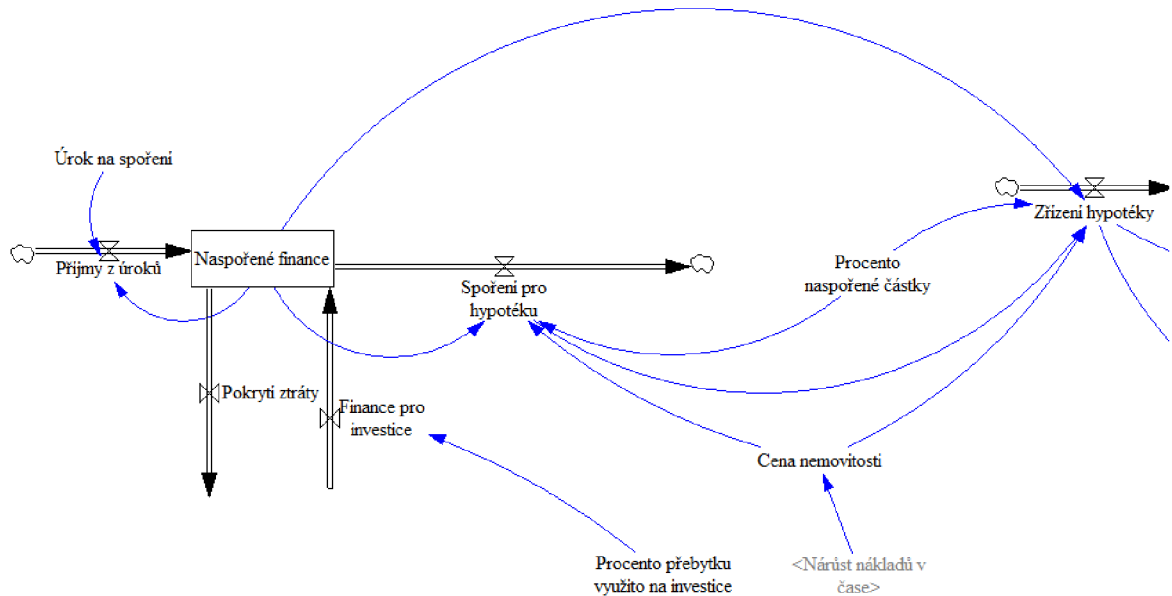
Z této struktury vzejdou proměnné *Procento využito na luxus* a *Procento využito na investice*<sup>11</sup>, které určují rozdělení financí, které zbydou po uhrazení spotřebních výdajů a nákladů. Jedna část je použita na investice, druhá část jsou právě zmiňované výdaje na luxus. Poměr, kterým jsou finance rozděleny na dvě části, závisí na stavu splacení hypotéky. Zatímco na začátku je většina financí určena na spoření, čím větší část hypotéky je splacena, tím víc peněz je utraceno za luxus.

---

<sup>11</sup> Součet těchto proměnných je po celou dobu simulace roven 1, aby byly rozděleny všechny finance

### 4.3.6 Hypotéka a spoření

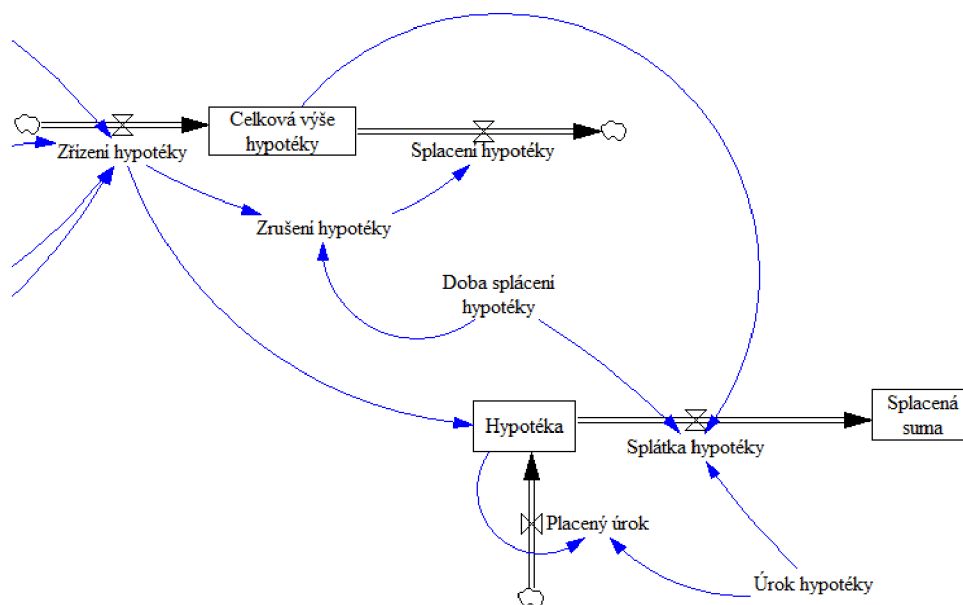
Obrázek 17: Struktura Hypotéka a spoření (1. část)



Finance, které zůstanou po zaplacení všech výdajů a výdajů na luxus, jsou převedeny na spoření proměnnou *Finance pro investice* a hromadí se ve stavové proměnné *Naspořené finance*. Všechny naspořené finance se úročí stejným úrokem, rostou o hodnotu tokové proměnné *Příjmy z úroků*. *Úrok na spoření* byl stanoven na 1,5 %. *Procento naspořené částky je nastaveno na 25 %*. *Spoření pro hypotéku* odvede finance potřebné pro založení hypotéky a odpovídá 25 % ceny nemovitosti. *Spoření* pokračuje dál i po zřízení hypotéky. *Cena nemovitosti* byla stanovena na 5 mil. Kč.

Pokud by se domácnost dostala do stavu, kdy utratí více peněz než v daný rok vydělá, pomocí proměnné *Pokrytí ztráty* je potřebné množství financí převedeno z *Naspořené finance* na *Účet*, viz kapitola 4.3.7.

Obrázek 18: Struktura Hypotéka a spoření (2. část)

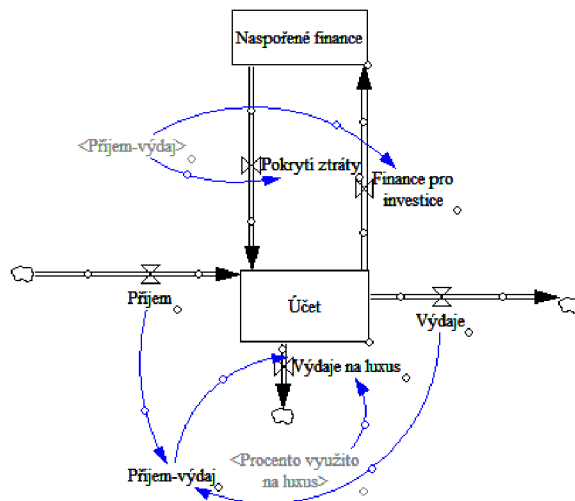


Zbývající část financí pro koupi nemovitosti určuje celkovou výši hypotéky. Toková proměnná *Zřízení hypotéky* v okamžik naspoření 25% ceny nemovitosti nastaví stavovou proměnnou *Celková výše hypotéky* na 75 % ceny nemovitosti<sup>12</sup>. Výši splátky kromě ceny nemovitosti pak určuje i *doba spláčení hypotéky* a *úrok hypotéky*. Hodnota úroku je důležitá pro daňovou slevu. *Placený úrok* se postupně se snižující hodnotou dluhu stavové proměnné *Hypotéka* snižuje. *Úrok hypotéky* byl stanoven na 2,38 %, a to jako průměr hypotéčních sazeb mezi lety 2010 až 2020 (Hypoindex, 2022).

<sup>12</sup> 25 % ceny nemovitosti domácnost naspoří sama, zbytek si půjčí prostřednictvím hypotéčního úvěru

### 4.3.7 Účet

Obrázek 19: Struktura Účet

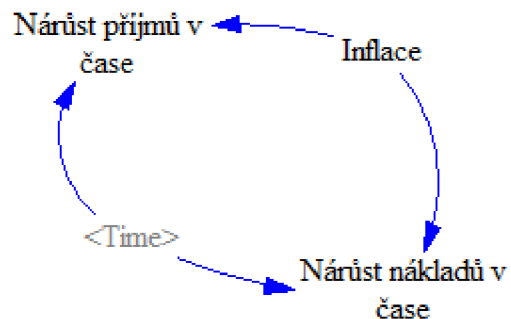


Stavová proměnná *Účet* symbolizuje bankovní účet. Je navýšena o tokovou proměnnou *Příjem*, popřípadě *Pokrytí ztráty*. Snižována je o tokovou proměnnou *Výdaje*, zbylé finance na účtu jsou rozděleny mezi tokové proměnné *Výdaje na luxus* a *Výdaje na investice*. V důsledku působení připojených tokových proměnných je po celou dobu simulace hodnota stavové proměnné *Účet* rovna nule.



### 4.3.8 Inlace

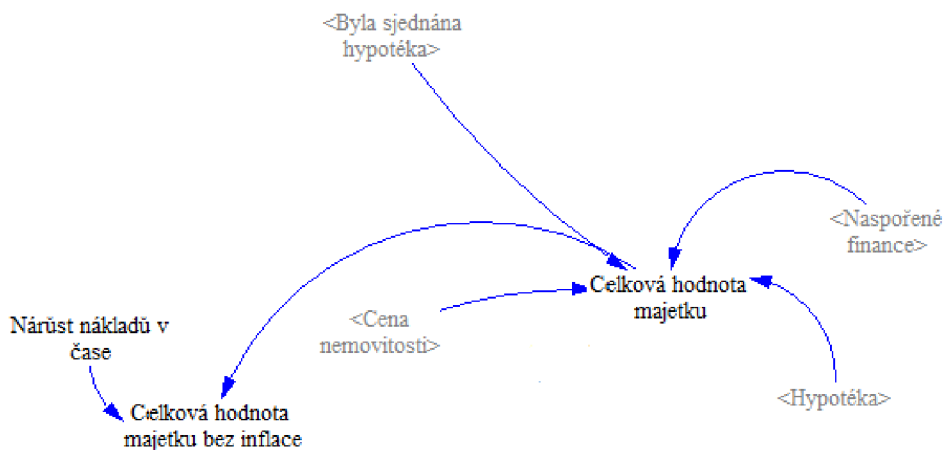
Obrázek 20: Struktura Inlace



Pro stav osobních financí je velmi důležitá inflace. Pro zpřehlednění byly vytvořeny proměnné *Nárůst nákladů v čase* a *Nárůst příjmů v čase*. Obě proměnné se chovají podobně a zvyšují buď příjmy nebo výdaje. Protože ale v reálných situacích nárůst příjmů dohání nárůst nákladů, je proměnná *Nárůst příjmů v čase* o něco zpožděná. Podle údajů Českého statistického úřadu byla průměrná roční inflace, obsažena v proměnné *Inlace* za období 2000–2021, stanovena na 2,35 % (Český statistický úřad, 2022).

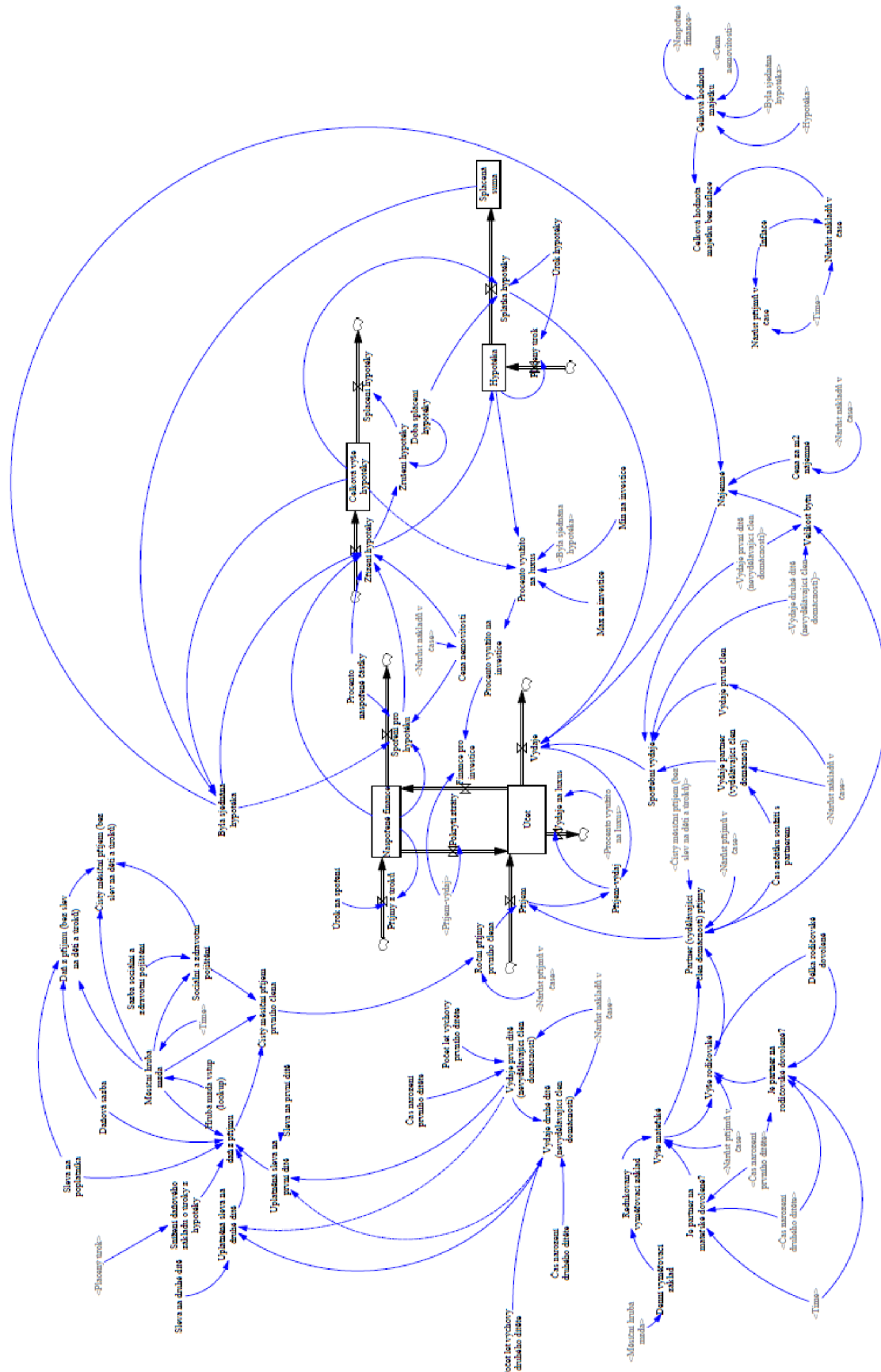
### 4.3.9 Celková hodnota majetku

Obrázek 21: Struktura Celková hodnota majetku



Pro názornější interpretaci výsledků byla vytvořena proměnná *Celková hodnota majetku*. Hodnota této proměnné odpovídá součtu hodnoty proměnných *Naspořené finance* a po pořízení nemovitosti i *Cena nemovitosti*. Naopak je snižována o finance, které zbývá zaplatit na hypotéce. Pro představu o hodnotě naspořených financí byla vytvořená podobná proměnná *Celková hodnota majetku bez inflace*, která zobrazuje hodnotu majetku v současných cenách.

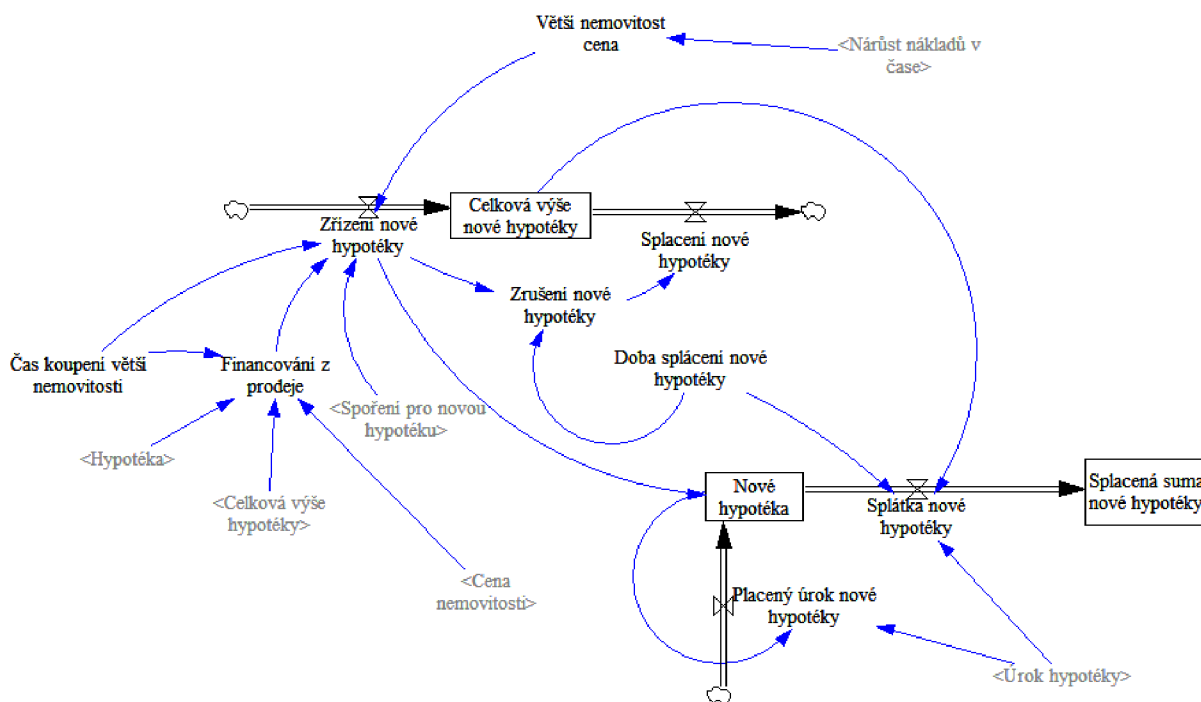
Obrázek 22: Kompletní základní model osobních financí



#### 4.3.10 Návrh scénáře

S použitím uvedených struktur byla provedena simulace za použití dat, které odpovídají průměrům daných kategorií v České republice. Cílem modelu bylo zjištění vývoje osobních financí absolventa vysoké školy v produktivním věku. Pro porovnání byl vytvořen scénář, kdy je prvně zakoupena menší nemovitost za cenu 2,5 mil. Kč, pak je prodána a zakoupena nemovitost za 5 mil. Kč, tedy stejná, jaká je použita v základním modelu. Jelikož je cena nemovitosti nastavena na 2,5 mil. Kč, dojde ke zřízení hypotéky a opuštění nájemního bydlení dříve než v průměrném scénáři.

Obrázek 23: Doplnění modelu o strukturu pro simulaci scénáře „Menší byt“



Průběh modelu se mění v okamžiku, kdy je naspořeno dostatečné množství financí na sjednání hypotéky ke koupi menšího bytu. V roce 15 dojde k prodeji nemovitosti s původní hodnotou 2,5 mil. Kč. Peníze z prodeje jsou použity k ukončení hypotéky. Pro pořízení nové nemovitosti je využit zbytek peněz z prodeje a polovina naspořených financí, které jsou z naspořených financí odvedeny tokovou proměnnou *Spoření pro novou hypotéku*, zbytek financí si domácnost obstará novým hypotéčním úvěrem. Výše tokové proměnné *Zřízení nové hypotéky* nastaví stavovou proměnnou *Celková výše nové hypotéky* na hodnotu financí, které domácnosti chybí k pořízení nové nemovitosti, jejíž původní hodnota v roce 1 je 5 mil. Kč a je obsažena v proměnné *Větší nemovitost cena*. Aby se výše splátek nové hypotéky co nejvíce blížila výši splátky hypotéky ze scénáře „Průměr“, byla *Doba splácení nové hypotéky* nastavena na 10 let.

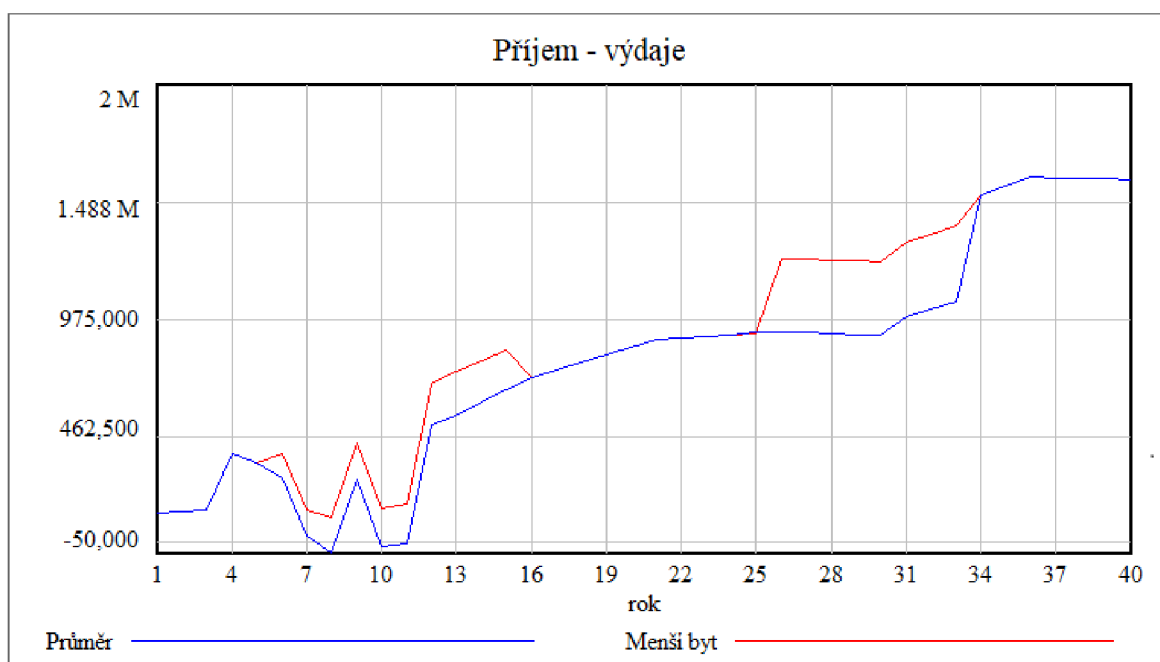
Na obrázku č. 24 je na grafu zobrazena proměnná Příjem – výdaje. Modrá osa značí průběh simulace s průměrnými daty, červená osa značí průběh simulace s postupným zakoupením menšího bytu a větší nemovitosti. Nejhorší finanční situaci zaznamenává model v letech 8, 10 a 11. V letech 5 a 8 se narodí děti a partner odejde na mateřskou a následně rodičovskou dovolenou.

**Tabulka 4: Hodnoty proměnné Příjem - výdaj v letech 8, 10, 11**

Časový krok	8	10	11
Scénář „Průměr“	-47 660 Kč	-23 180 Kč	-10 040 Kč
Scénář „Menší byt“	108 100 Kč	145 754 Kč	165 680 Kč

Ve scénáři „Menší byt“ nejsou výdaje tak vysoké, aby rozdíl příjmů a výdajů byl menší než 0, při použití průměrných hodnot se už domácnost dostává do situace, kdy za daný rok utratí více než vydělá. Ve scénáři „Menší byt“ domácnost profituje z toho, že už bydlí ve vlastní nemovitosti, zatímco scénář „Průměr“ nutí domácnost až do roku 14 žít v nájemním bydlení. Splátka za hypotéku je podstatně nižší než nájemní bydlení. Rozdíl mezi pobíranou mzdou a odměnou za mateřskou dovolenou ještě není tak likvidační, nástup na rodičovskou dovolenou už ale domácnost finančně zasáhne mnohem více. Odměna za mateřskou dovolenou v roce 9 odpovídá 477 754 Kč, zatímco rodičovský příspěvek v roce 10 vychází na 176 484 Kč.

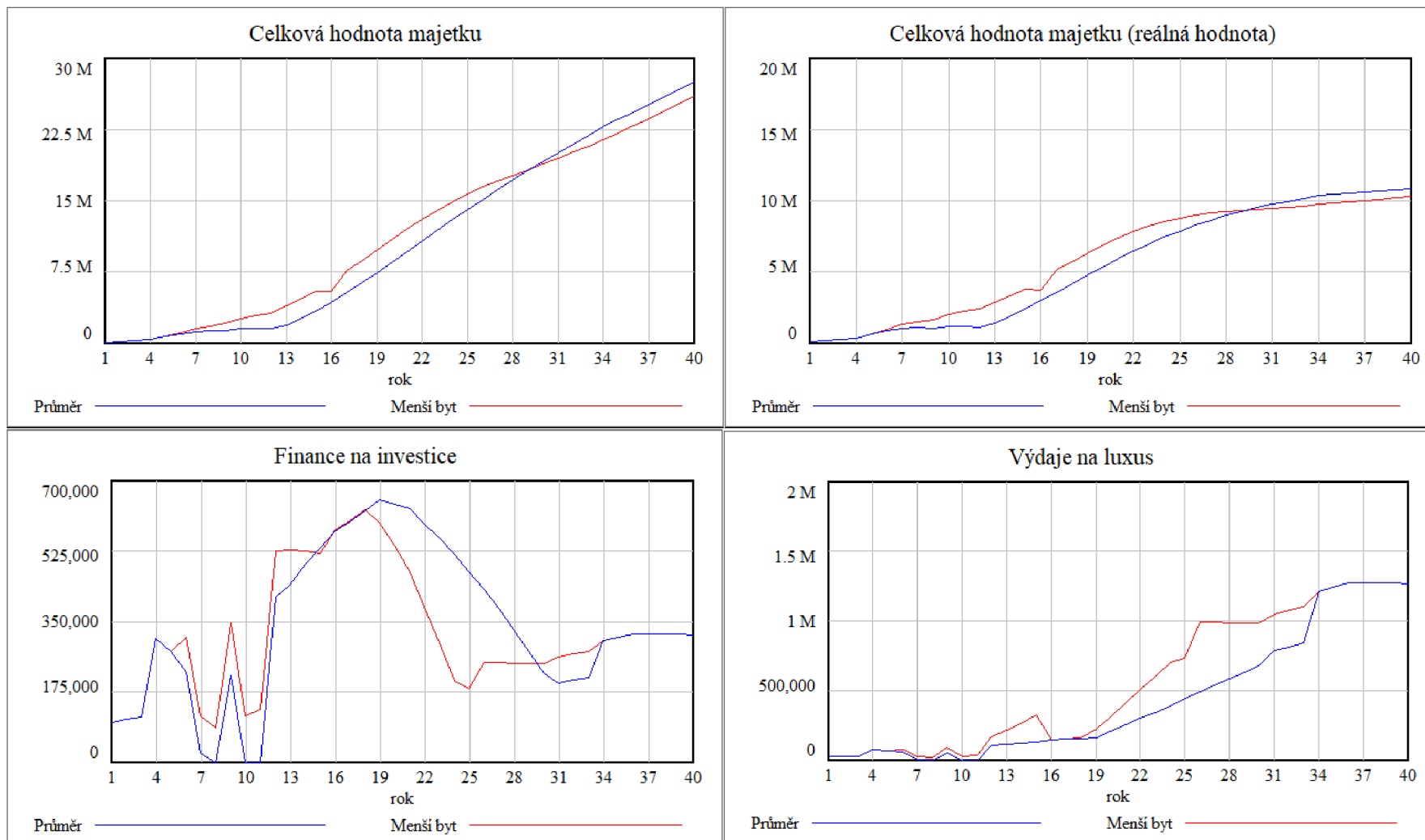
**Obrázek 24: Simulace proměnné Příjem - výdaje**



Na dalších grafech lze pozorovat, kolik financí bylo v obou scénářích vynaloženo na investice a na výdaje spojené s luxusem. Díky tomu, že při scénáři „Menší byt“ zůstane rodině více peněz, může si dovolit více peněz investovat i utratit za luxus.

Díky tomu, že při scénáři „Menší byt“ dojde ke splacení hypotéky o 9 let dříve než v případě scénáře Průměr, nebojí se domácnost ve scénáři „Menší byt“ zhruba od roku 20 utrácet řádově o stovky tisíc ročně více za luxus než v případě domácnosti ve scénáři „Průměr“. Ke konci simulace už oba scénáře vydávají na investice i luxus stejné finance, protože hypotéky jsou splacené a příjmy a výdaje jsou stejné.

Díky tomu, že při scénáři „Průměr“ bylo od druhé poloviny simulace bylo odvedeno více financí na investice, je nakonec hodnota majetku vyšší než při scénáři „Menší byt“. Rozdíl odpovídá 1 496 tis. Kč, v dnešních cenách by to odpovídalo 592 tis. Kč. Při průměrné inflaci 2,35 % jsou v roce 40 ceny 2,53 krát vyšší.





## 5 Hodnocení výsledků simulace

Úkolem praktické části bakalářské práce bylo vytvořit simulační model vývoje osobních financí absolventa vysoké školy v České republice. Dalo se předpokládat, že vzhledem k výši příjmů vysokoškoláků v České republice, se bude výsledek hospodaření modelované domácnosti pohybovat po celou dobu modelu v černých číslech<sup>13</sup>.

Vzhledem k průběhu simulace by bylo ideální, aby byly děti pořizovány až v okamžiku, kdy jsou si budoucí rodiče jisti svou finanční situací. Výdaje jsou v letech 8, 10 a 11 vyšší než příjmy, domácnosti jsou ve zmíněných letech ve ztrátě. Řešením by bylo hledání úspor na spotřebních výdajích, nebo příprava finančního polštáře pro tyto roky, ze kterých by mohla domácnost čerpat. Průměrný matky 29,6 a 32,1 let při narození prvního, respektive druhého dítěte je mnohem vyšší, než lékaři doporučují. Finanční situace nutí vysokoškolsky vzdělané rodiče, aby si pořizovali děti ještě ve větším věku než průměr v České republice. Jedině pak mají zajištěno, že nástup jednoho z rodičů na rodičovskou dovolenou neohrozí stav osobních financí. Je ale zřejmé, že kvůli financím není možné pokoušet zdraví maminek a dětí. Výsledky scénáře „Průměr“ ukázaly, že i přes nadprůměrné příjmy je pro vysokoškolsky vzdělané rodiče bez vlastního bydlení obtížné pořídit si děti ve věku doporučeném lékaři.

Scénář „Menší byt“ vykazuje zejména na počátku simulace lepší finanční situaci. To je dáno nižšími náklady na bydlení. Navíc se rodina přestěhuje do vlastní nemovitosti už v roce 6. I když se jedná pouze o menší byt, stěhování do vlastní nastane o 8 let dříve než ve scénáři „Průměr“, kdy se rodina stěhuje do vlastní nemovitosti v roce 14. Do velké nemovitosti se v scénáři „Menší byt“ rodina stěhuje v roce 16.

Příležitost žít ve vlastní nemovitosti a dovolit si utrácet více peněz za luxus v scénáři „Menší byt“ ukazuje, že pořízení menšího bytu a až pozdější stěhování do větší nemovitosti se zdá být výhodnější strategií při plánování osobních financí absolventa vysoké školy.

---

<sup>13</sup> Kladný výsledek hospodaření

Simulace ukazuje, že z pohledu osobních financí je období narození dětí a odchod na rodičovskou dovolenou nejkritičtějším okamžikem v produktivním věku absolventa vysoké školy. Vzhledem k výši příjmů lze bezpečně říct, že po narození dětí a návratu z rodičovské dovolené už absolventi nemají problém uživit svou rodinu.

Vzhledem k tomu, že proměnná výdaje na luxus byla vytvořena za účelem reflektovat vyšší příjmy ve vyšší výdajů, je potřeba brát tuto proměnnou s rezervou. Není jasně dané, že tyto finance budou opravdu využity „na přilepšenou“, tedy na pořízení lepšího auta, drahou dovolenou nebo na zaplacení kvalitního studia vlastním dětem. Stejně tak mohou být použity na investice a výrazně mohou ovlivnit celkovou hodnotu majetku na konci simulace.

Mělo by být zdůrazněno, že v modelu nejsou a ani nemohou být přesně znázorněny a započítány všechny proměnné, které v reálné situaci ovlivňují osobní finance a rozhodování o hospodaření s financemi. Proto je třeba vnímat výsledky simulace jako jednu z možností vývoje osobních financí a předpokládaný vývoj, z něhož lze rozeznat rizika a připravit se na ně. Vývoj osobních financí u reálných osob se může významně měnit v závislosti na finanční gramotnosti, různé výchozí finanční pozici nebo pozitivními a negativními životními událostmi.

## 6 Závěr

Bakalářská práce se zabývá využití nástrojů systémové dynamiky pro simulaci vývoje osobních financí absolventa vysoké školy. Teoretická část se věnuje informacím o vzniku a vývoji vědního oboru systémového myšlení a systémové dynamiky. Další kapitola se věnuje vysvětlení několika pojmů z oblasti systémové dynamiky, jejichž pochopení je důležité pro chápání systémové dynamiky. Je vysvětlen rozdíl mezi lineárním a systémovým myšlením a výhody využívání systémového myšlení. V práci jsou představeny základní nástroje systémové dynamiky. Poslední kapitola věnovaná systémové dynamice představuje základní struktury chování systému. Poslední kapitoly teoretické části se věnují osobním financím a vysvětlení pojmů z tohoto oboru.

V praktické části autor sestavil pomocí příčinně smyčkového diagramu model osobních financí. Kromě zobrazení základní struktury pomohl model k uvědomění základních zpětnovazebních smyček a vysvětlení jejich působení v systému. Nejdůležitější částí celé práce je diagram stavů a toků osobních financí absolventa vysoké školy v České republice. Diagram byl vytvořen v programu Vensim PLE, ve kterém byly zobrazeny všechny proměnné a vazby a provedena simulace. Pro simulaci byla využita data odpovídající průměrům daných dat v České republice.

Bylo zjištěno, že nejkritičtějším obdobím pro domácnost je narození dětí a odchod jednoho z partnerů na rodičovskou dovolenou, kdy výdaje převyšují příjmy. V letech 8, 10 a 11 dojde ke kumulované ztrátě 80 880 Kč, tuto částku musí rodina ušetřit na spotřebních výdajích, nebo si před narozením dítěte odložit finance, ze kterých budou ztrátu dotovat.

Pro porovnání byl vytvořen scénář, kdy si domácnost pro snížení nákladů na bydlení pořídí menší byt, kterým opustí nájemní bydlení dříve, než v případě použití průměrných dat. Díky snížení nákladů na bydlení zůstává rodina i po narození dětí v černých číslech a nákup velké nemovitosti se zpozdí jen o dva roky v porovnání s výchozí situací.

Způsob, jakým byl model vytvořen, umožňuje, aby použitá data mohla být nahrazena daty konkrétního člověka, který by chtěl model využít pro simulaci vlastních osobních financí. Nabízí se možnost implementovat uživatelské rozhraní, pomocí kterého bude možné do modelu vložit data vztahující se k potenciálnímu uživateli, na základě nichž model bude provádět simulace.

## 7 Seznam použitých zdrojů

ANDERSON, Virginia a Lauren JOHNSON, 1997. *Systems Thinking Basics: From Concepts to Causal Loops*. 1. Waltham, Massachusetts: Pegasus Communications, Inc. ISBN 978-1883823122.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2021. Spotřební výdaje domácností - 2020. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotrebni-vydaje-domacnosti-2020>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2021. *Věk rodičů dětí narozených v Jihomoravském kraji v roce 2020* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xb/vek-rodicu-deti-narozenyh-v-jihomoravskem-kraji-v-roce-2020>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2021. Struktura mezd zaměstnanců - 2020. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/struktura-mezd-zamestnancu-2020>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2022. *Inflace - druhy, definice, tabulky* [online]. [cit. 2022-02-13]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/mira\\_inflace](https://www.czso.cz/csu/czso/mira_inflace)

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, ČSÚ, 2021. Inflace, míra inflace - Metodika. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/kdyz\\_se\\_rekne\\_inflace\\_resp\\_mira\\_inflace](https://www.czso.cz/csu/czso/kdyz_se_rekne_inflace_resp_mira_inflace)

DELOITTE, a ASOCIACE NÁJEMNÍHO BYDLENÍ, 2022. *Rent Index Q4 2021: Ceny nájmu bytů v ČR* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/real-estate/CZ\\_Rent\\_Index\\_Q4\\_2021.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/real-estate/CZ_Rent_Index_Q4_2021.pdf)

DIZIKES, Peter, 2015. The Many Careers of Jay Forrester. *Technology Review* [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://www.technologyreview.com/2015/06/23/167538/the-many-careers-of-jay-forrester/>

FORRESTER, Jay Wright, 1961. *Industrial Dynamics*. MIT: M.I.T. Press, 464 s. ISBN 9780262060035.

FORRESTER, Jay Wright, 1971. *World Dynamics*. 2. Cambridge, Massachusetts: Wright-Allen Press, inc. ISBN 978-1883823382.

- FORRESTER, Jay Wright, 1995. The beginning of system dynamics. *McKinsey & Company* [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-beginning-of-system-dynamics?cid=other-clc-mkq-mck-oth-1612>
- FORRESTER, Jay Wright, 1995. *Counterintuitive Behavior of Social Systems* [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <http://static.clexchange.org/ftp/documents/system-dynamics/SD1993-01CounterintuitiveBe.pdf>
- HYOINDEX, 2022. *Fincentrum Hypoindex – vývoj* [online]. [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: <https://www.hypoindex.cz/hypoindex-vyvoj/#graf00>
- JANDA, Josef, 2013. *Jak žít šťastně na dluh*. Praha: Grada. Finance pro každého. ISBN 978-80-247-4833-7.
- KREJČÍ, Igor a Roman KVASNIČKA, 2014. *Systémová dynamika I. 1*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. ISBN 978-80-213-2478-7.
- LANE, David C., 2007. The power of the bond between cause and effect: Jay Wright Forrester and the field of system dynamics. *System Dynamics Review*. **23**(2-3), 95-118. ISSN 08837066. Dostupné z: doi:10.1002/sdr.370
- LANE, David a John STERMAN, 2011. Jay Wright Forrester. *Profiles in Operations Research*. Boston, MA: Springer US, 363-386. ISBN 978-1-4419-6280-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4419-6281-2\_20
- MÁLEK, Petr, Gabriela OŠKRDALOVÁ a Petr VALOUCH, 2010. *Osobní finance*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-5157-7.
- MCKINSEY, 1992. The CEO as a Designer. *The McKinsey Quarterly*. (2).
- MEADOWS, Donella H., 2008. *Thinking in systems: A primer*. White River Junction: Vt.: Chelsea Green Pub. ISBN 978-1-60358-055-7.
- RICHMOND, Barry, 1994. Systems thinking/system dynamics: Let's just get on with it. *System Dynamics Review* [online]. **10**(2-3), 135-157 [cit. 2022-01-29]. ISSN 08837066. Dostupné z: doi:10.1002/sdr.4260100204
- SENGE, Peter M., 1990. *The Fifth Discipline: The Art & Practice of the Learning Organization*. 1. New York: Currency. ISBN 978-0-385-51725-6.

SIEGEL, Rachel a Carol YACHT, 2010. *Personal Finance*. Flat World Knowledge, Inc. ISBN 978-0982361863.

STERMAN, John D., 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: McGraw-Hill. ISBN 007238915.

ŠUSTA, Marek, 2015. *Průvodce systémovým myšlením*. Praha: Proverbs. ISBN 978-80-260-7602-5.

ŠUSTA, Marek a Lubomír KOSTROŇ, 2004. *Úvod do systémové dynamiky pro sociální vědy* [online]. In: . Masarykova univerzita v Brně, Fakulta sociálních studií, Katedra psychologie. [cit. 2022-01-29].

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

VYBÍHAL, Václav, 2021. *Mzdové účetnictví ...: praktický průvodce*. Praha: Grada. Účetnictví a daně (Grada). ISBN 978-802-7131-082.

## 8 Přílohy

### 8.1 Příloha č. 1 – Parametry struktury příjmy

Název proměnné	Vzorec
Hrubá mzda vstup (lookup)	viz obrázek č, 12
Měsíční hrubá mzda	"Hrubá mzda vstup (lookup)"(Time)
Daňová sazba	0,15
Sazba sociální a zdravotní pojištění	0,11
Sleva na poplatníka	2570
Snížení daňového základu o úroky z hypotéky	IF THEN ELSE(Placený úrok>0, MIN(Placený úrok/12, 12500) , 0 )
Sleva na první dítě	1267
Sleva na druhé dítě	1860
Uplatněná sleva na první dítě	IF THEN ELSE("Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0:OR:"Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)"=0:AND:"Výdaje druhé dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0), Sleva na první dítě , 0 )
Uplatněná sleva na druhé dítě	IF THEN ELSE("Výdaje druhé dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0:AND:"Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0, Sleva na druhé dítě , 0 )
Daň z příjmu	(Měsíční hrubá mzda-Snížení daňového základu o úroky z hypotéky)*Daňová sazba-Sleva na poplatníka - Uplatněná sleva na druhé dítě-Uplatněná sleva na první dítě
Sociální a zdravotní pojištění	Měsíční hrubá mzda*Sazba sociální a zdravotní pojištění
Čistý měsíční příjem prvního člena	Měsíční hrubá mzda-Sociální a zdravotní pojištění-Daň z příjmu

## 8.2 Příloha č. 2 – Parametry struktury Příjmy partner

Název proměnné	Vzorec
Denní vyměřovací základ	$(\text{Měsíční hrubá mzda} * 12) / 365$
Redukovaný denní vyměřovací základ	IF THEN ELSE(Denní vyměřovací základ > 1298, 1298 , Denní vyměřovací základ ) + IF THEN ELSE(Denní vyměřovací základ > 1298, (MIN(1946, Denní vyměřovací základ) - 1298) * 0,6 , 0 ) + IF THEN ELSE(Denní vyměřovací základ > 1946, (MIN(3892, Denní vyměřovací základ) - 1946) * 0,3 , 0 )
Je partner na mateřské dovolené?	IF THEN ELSE((Time-Čas narození prvního dítěte > 0 : AND : Time-Čas narození prvního dítěte <= 1) : OR : (Time-Čas narození druhého dítěte > 0 : AND : Time-Čas narození druhého dítěte <= 1), 1 , 0 )
Je partner na rodičovské dovolené	IF THEN ELSE((Time-Čas narození prvního dítěte > 1 : AND : Time-Čas narození prvního dítěte <= (1 + Délka rodičovské dovolené)) : OR : (Time-Čas narození druhého dítěte > 1 : AND : Time-Čas narození druhého dítěte <= (1 + Délka rodičovské dovolené)), 1 , 0 )
Délka rodičovské dovolené	2
Výše mateřské	IF THEN ELSE("Je partner na mateřské dovolené?" = 1, Redukovaný vyměřovací základ * 0,7 * 365 , 0 ) * Nárůst příjmů v čase
Výše rodičovské	IF THEN ELSE("Je partner na rodičovské dovolené?" = 1 : AND : Výše mateřské = 0, 300000 / Délka rodičovské dovolené , 0 ) * Nárůst příjmů v čase
Partner (vydělávající člen domácnosti) příjmy	PULSE TRAIN(Čas začátku soužití s partnerem, 1000 , 1 , 1000 ) * (IF THEN ELSE(Výše mateřské > 0 : OR : Výše rodičovské > 0, 0, "Čistý měsíční příjem (bez slev na děti a úroků)" * 12 * Nárůst příjmů v čase ) + Výše rodičovské + Výše mateřské)



### 8.3 Příloha č. 3 – Parametry struktury Výdaje

Název proměnné	Vzorec
Roční příjmy prvního člena	Čistý měsíční příjem prvního člena*12*Nárůst příjmů v čase
Příjem	(Roční příjmy prvního člena+"Partner (vydělávající člen domácnosti) příjmy")
Příjem-výdaj	Příjem-Výdaje
Výdaje na luxus	MAX("Příjem-výdaj"*Procento využito na luxus, 0 )
Výdaje	Spotřební výdaje+Nájemné+Splátka hypotéky
Spotřební výdaje	Výdaje první člen+"Výdaje partner (vydělávající člen domácnosti)"+"Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)"+"Výdaje druhé dítě (nevydělávající člen domácnosti)"
Výdaje partner (vydělávající člen domácnosti)	PULSE TRAIN(Čas začátku soužití s partnerem, 1000 , 1 , 1000 )*168644*Nárůst nákladů v čase
Čas začátku soužití s partnerem	4
Výdaje první člen	168644*Nárůst nákladů v čase
Velikost bytu	40+IF THEN ELSE("Partner (vydělávající člen domácnosti) příjmy">0, 20 , 0 )+IF THEN ELSE("Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0, 10 , 0)+IF THEN ELSE("Výdaje druhé dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0, 10 , 0)
Nájemné	IF THEN ELSE(Byla sjednána hypotéka=0, Velikost bytu*Cena za m <sup>2</sup> nájemné , 0 )
Cena za m <sup>2</sup> nájemné	247*12*Nárůst nákladů v čase

#### 8.4 Příloha č. 4 – Parametry struktury Výdaje na děti

Název proměnné	Vzorec
Čas narození prvního dítěte	5
Čas narození druhého dítěte	8
Počet let výchovy prvního dítěte	25
Počet let výchovy druhého dítěte	25
Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)	PULSE TRAIN(Čas narození prvního dítěte, 1000 , 1 , Počet let výchovy prvního dítěte+Čas narození prvního dítěte )*58139*Nárůst nákladů v čase
Výdaje druhé dítě (nevydělávající člen domácnosti)	PULSE TRAIN(Čas narození druhého dítěte, 1000 , 1 , Čas narození druhého dítěte+Počet let výchovy druhého dítěte )*IF THEN ELSE("Výdaje první dítě (nevydělávající člen domácnosti)">0, 65061*Nárůst nákladů v čase , 58139*Nárůst nákladů v čase)

## 8.5 Příloha č. 5 – Parametry struktury Výdaje na luxus

Název proměnné	Vzorec
Max na luxus	0,8
Min na investice	0,2
Procento využito na luxus	IF THEN ELSE(Byla sjednána hypotéka=0 :AND: Celková výše hypotéky=0, Min na investice ,(IF THEN ELSE( Byla sjednána hypotéka=1 :AND: Celková výše hypotéky=0 , Max na luxus , MIN(Max na luxus, MAX( 1-(Hypotéka/Celková výše hypotéky) , Min na investice )) ) )
Procento využito na investice	1-Procento využito na luxus
Byla sjednána hypotéka	IF THEN ELSE(Splacená suma>0:OR:Celková výše hypotéky>0 , 1,0 )

## 8.6 Příloha č. 6 – Parametry struktury Hypotéka a spoření

Název proměnné	Vzorec
Úrok na spoření	0,015
Příjmy z úroků	Naspořené finance*Úrok na spoření
Naspořené finance	Finance pro investice+Příjmy z úroků-Pokrytí ztráty-Spoření pro hypotéku
Pokrytí ztráty	IF THEN ELSE("Příjem-výdaj"<0, -"Příjem-výdaj" , 0)
Finance pro investice	MAX( "Příjem-výdaj"*(Procento využito na investice), 0 )
Spoření pro hypotéku	IF THEN ELSE( Naspořené finance>(Procento naspořené částky*Cena nemovitosti):AND:Byla sjednána hypotéka=0 , Cena nemovitosti *Procento naspořené částky , 0 )
Cena nemovitosti	5000000*Nárůst nákladů v čase
Procento naspořené částky	0,25
Zřízení hypotéky	IF THEN ELSE(Naspořené finance>(Procento naspořené částky*Cena nemovitosti):AND:Byla sjednána hypotéka=0 , (Cena nemovitosti-Spoření pro hypotéku) , 0 )
Celková výše hypotéky	Zřízení hypotéky-Splacení hypotéky
Zrušení hypotéky	DELAY FIXED(Zřízení hypotéky, Doba splácení hypotéky , 0 )
Splacení hypotéky	Zrušení hypotéky
Doba splácení hypotéky	20
Hypotéka	Placený úrok+Zřízení hypotéky-Splátka hypotéky
Splátka hypotéky	Celková výše hypotéky*((Úrok hypotéky*((1+Úrok hypotéky)^Doba splácení hypotéky)))/(((1+Úrok hypotéky)^Doba splácení hypotéky)-1)
Splacená suma	Splátka hypotéky
Placený úrok	Hypotéka*Úrok hypotéky
Úrok hypotéky	0,028

## 8.7 Příloha č. 7 – Parametry struktury Účet

Název proměnné	Vzorec
Účet	Pokrytí ztráty+Příjem-Finance pro investice-Výdaje-Výdaje na luxus
Příjem	(Roční příjmy prvního člena+"Partner (vydělávající člen domácnosti) příjmy")
Výdaje	Spotřební výdaje+Nájemné+Splátka hypotéky
Výdaje na luxus	MAX("Příjem-výdaj"*Procento využito na luxus, 0 )
Finance pro investice	MAX( "Příjem-výdaj"*(Procento využito na investice), 0 )
Pokrytí ztráty	IF THEN ELSE("Příjem-výdaj"<0, -"Příjem-výdaj" , 0 )

## 8.8 Příloha č. 8 – Parametry struktury Inflace

Název proměnné	Vzorec
Inflace	0,0235
Nárůst příjmů v čase	$(1+\text{Inflace})^{\text{MAX}(0, \text{Time}-3)}$
Nárůst nákladů v čase	$(1+\text{Inflace})^{\text{Time}}$

## 8.9 Příloha č. 9 – Parametry struktury Celková hodnota majetku

Název proměnné	Vzorec
Celková hodnota majetku	<p>Naspořené finance+IF THEN ELSE(Aktivace scénáře menší byt=0:AND:Byla sjednána hypotéka=1, Cena nemovitosti , 0 )+IF THEN ELSE( Aktivace scénáře menší byt=1:AND:Byla sjednána hypotéka=1 , Cena nemovitosti-PULSE(Čas koupení větší nemovitosti+1, 1000 ))*Cena nemovitosti+PULSE(Čas koupení větší nemovitosti+1, 1000 )*Větší nemovitost cena , 0 )-(Hypotéka+Nové hypotéka)</p>
Celková hodnota majetku bez inflace	Celková hodnota majetku/Nárůst nákladů v čase

## 8.10 Příloha č. 10 – Parametry struktury pro Scénář Menší byt

Název proměnné	Vzorec
Čas koupení větší nemovitosti	15
Financování z prodeje	$PULSE(\text{Čas koupení větší nemovitosti}, 1) * (\text{Cena nemovitosti} - (\text{Celková výše hypotéky} - \text{Hypotéka}))$
Zřízení nové hypotéky	$PULSE(\text{Čas koupení větší nemovitosti}, 1) * (\text{Větší nemovitost cena} - \text{Financování z prodeje} - \text{Spoření pro novou hypotéku})$
Spoření pro novou hypotéku	$PULSE(\text{Čas koupení větší nemovitosti}, 1) * (\text{Naspořené finance} * 0,5), 0)$
Celková výše nové hypotéky	Zřízení nové hypotéky - Splacení nové hypotéky
Splacení nové hypotéky	Zrušení nové hypotéky
Zrušení nové hypotéky	$DELAY\ FIXED(\text{Zřízení nové hypotéky}, \text{Doba spláčení nové hypotéky}, 0)$
Doba spláčení nové hypotéky	10
Nové hypotéka	Placený úrok nové hypotéky + Zřízení nové hypotéky - Splátka nové hypotéky
Splátka nové hypotéky	$\text{Celková výše nové hypotéky} * ((\text{Úrok hypotéky} * ((1 + \text{Úrok hypotéky})^{\text{Doba spláčení nové hypotéky}})) / (((1 + \text{Úrok hypotéky})^{\text{Doba spláčení nové hypotéky}}) - 1))$
Placený úrok nové hypotéky	$\text{Nová hypotéka} * \text{Úrok hypotéky}$
Splacená suma nové hypotéky	Splátka nové hypotéky
Větší nemovitost cena	$5\,000\,000 * \text{Nárůst nákladů v čase}$
Cena nemovitosti	$2\,500\,000 * \text{Nárůst nákladů v čase}$



## 8.11 Příloha č. 11 Kompletní model větěně rozšíření pro scénář

