

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

Dynamický simulační model osobních financí

Ondřej Čížkovský

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Ondřej Čížkovský

Systémové inženýrství

Název práce

Dynamický simulační model osobních financí

Název anglicky

Personal finance dynamic simulation model

Cíle práce

Cílem práce je sestavení dynamického simulačního modelu osobních financí.

Na modelu bude možno simulovat konkrétní navržené scénáře z oblasti osobních financí. Výsledky simulace pak poskytnou odpověď na otázku proveditelnosti a nastíní potenciální rizika daného scénáře.

Metodika

- Studium odborné literatury z oblasti systémové dynamiky
- Studium odborné literatury z oblasti osobních financí
- Vytvoření smyčkového diagramu
- Vytvoření diagramu stavů a toků
- Konzultace s odborníkem z oblasti finančního poradenství
- Tvorba scénářů
- Simulace scénářů
- Interpretace výsledků

Doporučený rozsah práce

60-80 stran

Klíčová slova

osobní finance, počítačová simulace, scénáře, simulační model, systémová dynamika

Doporučené zdroje informací

ANDERSON, Virginia a Lauren JOHNSON, 1997. *Systems Thinking Basics: From Concepts to Causal Loops*.

1. Waltham, Massachusetts: Pegasus Communications, Inc. ISBN 978-1883823122

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

SENGE, Peter M. *The fifth discipline : the art and practice of the learning organization*. New York: Doubleday/Currency, 2006. ISBN 0385517254.

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

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

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Jan Rydval, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 22. 12. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2024

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Dynamický simulační model osobních financí" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Janu Rydvalovi, Ph.D. za rady při tvorbě modelu a konzultace při psaní práce. Také bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Igoru Krejčímu, Ph.D. za pomoc při tvorbě modelu a pomoc při organizování vzdáleného vstupu do laboratoře. Děkuji také panu Ing. Jindřichu Stýblovi, Ph.D. za odbornou konzultaci a předané poznatky z praxe finančního poradenství.

Dynamický simulační model osobních financí

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá systémovou dynamikou a využitím jejích nástrojů na problematiku osobních financí člověka v produktivním věku. První část teoretické části práce se zabývá systémovou dynamikou a definuje základní pojmy používané v této disciplíně. Součástí jsou kapitoly věnující se procesu systémového myšlení a významu využívání modelů pro simulaci. Je popsán vztah systémového myšlení a systémové dynamiky, chování systémů. Podrobně jsou popsány nástroje systémové dynamiky, které jsou použity v práci. Druhá část teoretické části se věnuje teorii osobních financí a souvislostem mezi systémem a osobními financemi. Stejná část obsahuje i definici pojmů, které se objevují v osobních financích, a vysvětluje zákonem nastavený proces výpočtu výše čisté mzdy a pobírání státní podpory. Vlastní část práce obsahuje definici problému a popis dat použitých ve vytvořeném simulačním modelu. Je popsán postup tvorby modelů a samotné modely. Konkrétně jde o příčinně smyčkový diagram a diagram stavů a toků, na němž je prováděna samotná simulace. Kapitola výsledky a diskuze obsahuje scénáře změn vybraných proměnných a jejich působení na výstupy simulace. Scénáři bylo sledována zrychlení doby pořízení nemovitosti, efekt výpadku příjmů, změna podílu splátek na příjmu podle doby splácení hypotéky a výsledek hospodaření rodin s různým počtem dětí.

Klíčová slova: diagram stavů a toků, počítačová simulace, příčinně smyčkový diagram, scénáře, simulační model, systémová dynamika, systémové myšlení, osobní finance, zpětná vazba

Personal finance dynamic simulation model

Abstract

The thesis deals with system dynamics and the use of its tools in the field of personal finance for a person in working age. The first part of the theoretical part of the thesis describes system dynamics and defines the basic concepts used in the discipline. It includes chapters on the process of systems thinking and the reason for using models for simulation purpose. Description of relationship between systems thinking and system dynamics, and the behaviour of systems is provided. The system dynamics tools used in the thesis are described in detail. The second part of the theoretical part is devoted to the theory of personal finance and the connection between the concept of a system and personal finance. The same part includes the definition of terms that recur in the field of personal finance and explains personal income taxes and state social support relevant to the model. The practical of the paper defines the problem definition and a describes the data used in the simulation model. The process of creating the models and the models themselves is described. Specifically, the causal loop diagram and the state and flow diagram on which the simulation itself is built. The results and discussion chapter contains scenarios of changes in selected variables and their effects on the simulation outputs. The scenarios examined were the acceleration of the time to purchase a property, the effect of income foregone, the change in the income share of mortgage repayments by mortgage term, and the financial situations of families with different numbers of children.

Keywords: causal loop diagram, computer simulation, feedback loops, personal finance, scenarios, simulation model, stock and flow diagram, system dynamics, systems thinking

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl práce a metodika	13
2.1 Cíl práce	13
2.2 Metodika	13
3. Teoretická východiska	15
3.1 Systémová dynamika	15
3.1.1 Počátky systémové dynamiky	15
3.1.2 Definice základních pojmů	16
3.1.3 Systémové myšlení	20
3.1.4 Mentální model	23
3.1.5 Tvorba modelu systémové dynamiky	24
3.2 Nástroje systémové dynamiky	24
3.2.1 Příčinně smyčkový diagram.....	25
3.2.2 Diagram stavů a toků	28
3.2.3 Matematické vyjádření modelu	30
3.3 Základní vzorce chování v dynamických systémech	32
3.3.1 Exponenciální růst a pokles	32
3.3.2 Cíl hledající struktura.....	33
3.3.3 Oscilace.....	34
3.4 Systémová ZOO a systémové archetypy.....	34
3.4.1 Vybrané příklady systémových archetypů.....	36
3.5 Citlivostní analýza.....	38
3.6 Testování modelů	39
3.7 Nedostatky modelů.....	40
3.7.1 Tvorba srozumitelného modelu pro cílové publikum.....	41
3.7.2 Aplikace pro správu osobních financí	42
3.8 Osobní finance	43
3.8.1 Vymezení pojmu.....	43
3.8.2 Oblasti osobních financí	43
3.8.3 Příjmy.....	44
3.8.4 Výdaje.....	46
3.8.5 Úvěry a hypotéky	47
3.8.6 Investice	48
3.8.7 Fáze vývoje osobních financí	49
4. Vlastní práce.....	50
4.1 Definice problému.....	50
4.2 Stanovení cíle modelu	51

4.3	Popis dat	52
4.3.1	Příjmy	53
4.3.2	Výdaje	53
4.3.3	Náklady na bydlení	55
4.3.4	Inflace.....	55
4.4	Příčinný smyčkový diagram osobních financí	56
4.4.1	Posilující zpětnovazebné smyčky	57
4.4.2	Vyvažující zpětnovazebné smyčky	58
4.5	Diagram stavů a toků.....	59
4.5.1	Struktura vlastních financí	62
4.5.2	Příjmy	64
4.5.3	Inflace.....	66
4.5.4	Výdaje	67
4.5.5	Výdaje na děti	69
4.5.6	Investice	70
4.5.7	Hypotéka	71
4.5.8	Celkový majetek v modelu	72
4.6	Simulace z vytvořeného modelu	72
4.7	Citlivostní analýza	75
5.	Výsledky a diskuze	80
5.1	Scénář 1 – Našetření „prvního milionu“	80
5.2	Scénář 2 – Výpadek příjmů	81
5.3	Scénář 3 – Doba splácení hypotéky	83
5.4	Scénář 4 – Rodinné finance s variabilním počtem dětí	85
6.	Závěr	87
7.	Seznam použitých zdrojů.....	90
8.	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk	96
8.1	Seznam obrázků	96
8.2	Seznam tabulek.....	97
8.3	Seznam grafů	98
Přílohy	98	
Příloha 1 – Parametry struktury Struktura vlastních financí	98	
Příloha 2 – Parametry struktury Příjmy.....	99	
Příloha 3 – Parametry struktury Inflace	102	
Příloha 4 – Parametry struktury Výdaje	102	
Příloha 5 – Parametry struktury Výdaje na děti	103	
Příloha 6 – Parametry struktury Investice	104	
Příloha 7 – Parametry struktury Hypotéka	105	
Příloha 8 – Parametry struktury Celkový majetek v modelu	106	

1. Úvod

Osobní finance jsou klíčovým prvkem života každého dospělého člověka. Pro efektivní správu osobních financí je zapotřebí plánovat a sledovat aktuální výdaje, ale i předvídat a správně reagovat na mimořádné situace. Schopnost plánovat a správně se rozhodovat v oblasti osobních financí je ovlivněna životní zkušeností a finanční gramotností. Současná doba přinesla do oblasti osobních financí velké množství nových výzev. Geopolitické krize a pandemie COVID 19 silně otřásly celosvětovou ekonomikou, a proto i v oblasti osobních financí panuje značná nejistota. Ovlivňuje ji historicky nezvykle vysoká úroveň inflace, stoupající ceny nemovitostí a nájmu. Základní úroková sazba České národní banky byla zvýšena až na úroveň sedmi procentních bodů, což je úroveň, na kterou dosáhla naposledy v roce 1999. Z toho důvodu se hypotéční úvěry staly pro podstatnou část společnosti obtížněji dosažitelné.

Modelování problému osobních financí nepřinese odpověď na otázku, jak zkrotit inflaci nebo snížit cenu nemovitostí. Umožní ale vytvořit nástroj pro testování různých podmínek a scénářů, což by mělo vést k lepšímu pochopení chování systému. Pochopení dynamiky systému je klíčové pro tvorbu informovaných rozhodnutí. Na modelu lze na rozdíl od reálného světa bez rizika testovat nespočet scénářů i zkoušet měnit různé hodnoty parametrů, díky tomu, že se modelování odehrává mimo reálný systém. Lze předvídat dlouhodobé dopady rozhodnutí. Bezpečný prostor pro experimentaci poskytuje volnost při zkoumání a optimalizaci využití zdrojů k dosažení nejlepších výsledků.

Systémová dynamika je vědní disciplína založena v 50. letech 20. století. Za jejím zrodem stál profesor MIT Jay Wright Forrester. Od svých počátků prošla prudkým vývojem. Její principy se využívají v širokém spektru oborů. Aplikace přinesla úspěch v ekonomických i sociálních systémech. Byla použita pro hledání odpovědi a pochopení problémů chudoby nebo klimatu Země. Využití našla stejně jako kterýkoliv jiný vědní obor i v oblastech vojenského zájmu.

Principy systémové dynamiky umožňují zkoumat chování finančního systému jako celku a identifikovat klíčové faktory ovlivňující jeho vývoj. Díky její metodologii lze lépe porozumět jednotlivým částem systému, ale hlavně jejich vzájemné interakci a dynamice. Práce v rámci disciplíny systémové dynamiky umožňuje zkoumat, jak jednotlivé faktory ovlivňují systém a jaké jsou dlouhodobé dopady rozhodnutí. Do rozhodování vstupuje

ohromné množství dat, a i proto jsou simulační modely hojně využívaným nástrojem pro podporu rozhodování. V lidských silách není zpracovat všechna data, představit si strukturu systému a respektovat všechny zpětné vazby. Simulace je skvělým nástrojem pro případy, kdy je žádoucí otestovat přijímané rozhodnutí a otestovat veškeré dopady na systém.

Cíl systémové dynamiky pak sice není předpovídat budoucnost s přesností na desetinu procenta nebo věštit stav za padesát let, jejím hlavním přínosem je řešit zadaný problém pomocí vysvětlování chování systému.

Diplomová práce by měla pomoci pochopit chování systému osobních financí. Vytvořený simulační model by měl usnadnit rozhodování týkající se financí. Dává si za cíl ukázat na možné zranitelnosti a slabiny ve finančním plánování a připravit tak člověka na potenciální neočekávané události. Dokáže to s využitím nástroje v podobě simulačního modelu využívajícího principů systémové dynamiky.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je sestavení dynamického simulačního modelu osobních financí. Na modelu je možno simulovat konkrétní navržené scénáře z oblasti osobních financí. Výsledky simulace poskytují odpověď na otázku proveditelnosti a nastíní potenciální rizika daného scénáře.

Dílčím cílem práce je tvorba příčinně smyčkového diagramu, na kterém jsou identifikovány a popsány všechny důležité zpětnovazebné smyčky a určena jejich polarita. Vytvořený a správně popsáný příčinný smyčkový diagram slouží jako nástroj pro popis a pochopení dynamiky problému.

Tvorba diagramu stavů a toků je dalším dílčím cílem. Oproti předchozímu diagramu je rozšířen o matematický aparát a obsahuje všechny parametry modelu. Dále rozeznává druhy proměnných – zejména pak stavové a tokové proměnné. Diagram stavů a toků je nutné sestavit pro možnost provádění simulací.

Dílčím cílem je tvorba scénářů, díky kterým lze zkoumat vliv parametrů na vývoj osobních financí. Scénáře jsou vytvořeny na základě podnětů získaných během konzultace s odborníkem z praxe finančního poradenství. Scénáře upravují vstupní parametry simulace.

2.2 Metodika

K dosažení cíle práce a dílčích cílů bylo využito následujícího postupu:

1. Studium odborné literatury

Nastudování odborné literatury je nezbytné k pochopení principů systémové dynamiky. Značnou část tvoří zahraniční odborná literatura a vědeckých články. Oblast osobních financí vyžadovala pochopení způsoby výpočtu daně, úročení apod.

2. Vytvoření příčinně smyčkového diagramu

Pro zobrazení modelu systémové dynamiky osobních financí bylo potřeba sestavit příčinně smyčkový diagram. Byly na něm identifikovány zpětnovazebné smyčky, určen jejich charakter na základě polarit obsažených vazeb. Zpětnovazebné smyčky jsou popsány a vysvětleny.

3. Vytvoření diagramu stavů a toků

Stěžejní částí diplomové práce je diagram stavů a toků, který se zakládá na příčinně smyčkovém diagramu, navíc je ale vybaven matematickým aparátem. Díky tomu je možno provádět simulaci.

4. Konzultace s odborníkem z oblasti finančního poradenství

Konzultace poskytla náhled do práce osobního finančního poradce. Problémy klientů jsou různého charakteru. Někteří vyhledají služeb bankéře kvůli jednomu rozhodnutí, jiní vedou konzultace opakovaně.

5. Tvorba scénářů

Na základě získaných informací od osobního poradce a dostupnosti dat byly vytvořeny scénáře, které mohou v reálném systému nastat. Každý scénář upravuje hodnoty proměnných používaných v simulaci.

6. Simulace scénářů

Za účelem ověření vhodnosti a proveditelnosti scénářů jsou vytvořené scénáře aplikovány na model a byla provedena simulace.

7. Interpretace výsledků

Na základě získaných výsledků bylo možno popsat chování systému. Dále bylo představeno, jak se model choval při aplikaci vytvořených scénářů. Výsledky umožňují ukázat na nástrahy systému a upozornit na rizika při plánování osobních financí.

3. Teoretická východiska

3.1 Systémová dynamika

3.1.1 Počátky systémové dynamiky

Systémová dynamika je poměrně mladý vědní obor a byl poprvé definován v 50. letech 20. století. Za jeho zrodem stojí Jay Wright Forrester, který v té době pracoval v Massachusettském technologickém institutu. Forresterova cesta k systémové dynamice vedla přes práci pro americké námořnictvo, pracoval na radarech letadlových lodí za druhé světové války, ovlivnila ho i účast na projektu na vývoj leteckého simulátoru a jeho hardwaru (Dizikes, 2015).

V roce 1956 se Forrester přesunul na školu dnes nesoucí název Sloan School of Management¹. Zkušenosti a znalosti, které nabyl při práci pro námořnictvo, využil na projektu zabývající se problematickou situací, ve které se nacházela firma General Electric². Právě při práci pro tuto společnost Forrester podle Lanea (2007) poprvé použil systémovou dynamiku jako podpůrný nástroj pro manažerské rozhodování. Forresterovým úkolem bylo vysvětlit cyklicky se opakující kolísání produkce. Firma byla v situaci, kdy několik let fungovala v nepřetržitém provozu, toto období ale bylo vždy střídáno obdobími rapidního poklesu by odbytu. Domněnka vedení firmy byla ze začátku taková, že za kolísavou produkci může hospodářský cyklus a s ním spojené období konjunktury a recese. Forrester zanalyzoval procesy nábory zaměstnanců, nákup zásob, průběh stavu zásob na skladě, počty zaměstnanců a objednávek (Forrester, 1995a). Vyvodil závěr, že původcem problému je struktura firmy. Pouze drobná změna v poptávce měla potenciál způsobit velký výkyv v množství produkce. V závislosti na objemu produkce se měnil počet přijímaných a propuštěných zaměstnanců.

Lane (2011) označil roky 1958, respektive 1961, jako zvlášť důležité milníky historie systémové dynamiky. Forrester publikoval článek a napsal stejnojmennou knihu *Industrial Dynamics*, kde představil přehled svých poznatků o zmíněných problémech v General

¹ Ekonomická fakulta MIT

² Technologická společnost založena v roce 1892

Electric. Vznikly modelovací jazyky SIMPLE a DYNAMO, které podpořily rozvoj systémové dynamiky.

Lane (2007) považuje další nekomerční aplikaci systémové dynamiky za obzvlášť důležitou. V roce 1970 byl Forrester pozván Římským klubem na zasedání do švýcarského Bernu. Římský klub se věnuje řešení "potíží lidstva" – tak nazývají globální krizi, která se může někdy v budoucnu objevit v důsledku nároků kladených na únosnou kapacitu Země. Forrester byl v Bernu dotázán, jestli by bylo možné využít nástrojů systémové dynamiky pro studium takových problémů. Forrester vytvořil dva modely – WORLD1 a WORLD2. Modely se objevily ve Forresterově publikaci z roku 1971 – World Dynamics.

Na Forresterovy modely navázala skupina mladých vědců pod vedením Donelly Meadows. Společně vytvořili model WORLD3 a publikovali knihu Limits to Growth (Meadows et al., 1972). Publikace vyvolala silné ohlasy. Ukázalo se, že odhady modelu, například dostupnost surovin na planetě Zemi, byly chybné. Lane (2007) zdůrazňuje, že se autoři nemýlili v základní myšlence – nekonečný ekonomický růst na planetě s omezenými zdroji je nemožný. Model WORLD3 byl dále zdokonalován.

3.1.2 Definice základních pojmů

Sterman (2000) definoval **systémovou dynamiku** jako metodu vedoucí k poznání komplexních systémů. Přirovnává ji k leteckému simulátoru, který je při výuce pilotů využíván k tomu, aby se naučili létat a reagovali na dynamicky se měnící podmínky. Systémová dynamika je z části metoda pro vytváření počítačových simulací (modelů) pro učení manažerů. Vytvořené počítačové simulace napomáhají lépe pochopit dynamickou složitost systémů, porozumět nevhodně aplikovaným politikám, a navrhnout efektivnější politiky.

Šusta (2015) dodává, že systémová dynamika se zabývá chováním systémů v čase. Zkoumá neustále se měnící stav systému. Základním principem je podle Šusty to, že chování systému vždy vychází z jeho struktury.

Podle Krejčího a Kvasničky (2014) systémová dynamika pomáhá při řešení problémů. Analyzuje je a zjišťuje, kde a jak vznikly. S využitím systémové dynamiky je možné navrhnout politiky, které těmto problémům dokážou předejít nebo je řešit. Systémová dynamika se soustředí především na strukturu systému, zpětné vazby, zpoždění těchto vazeb a nelineární vztahy.

Systém je podle Andersona (1997) množina mezi sebou interagujících a propojených prvků, které tvoří složitý a jednotný celek. Komponenty systému mohou být hmotné i nehmotné, například procesy, vztahy, firemní politiky, informační toky a mezilidské interakce. O systémech lze přemýšlet jako o bodech vnořených do husté sítě, kde je vše spojené. Každý systém pak může být součástí jiného většího systému.

Systémy mají několik základních znaků (Anderson, Johnson, 1997, s. 78-79):

1. Aby systém správně fungoval, musí obsahovat všechny potřebné součásti.

Pokud je možné odebrat část celku bez toho, aby absence části ovlivnila chování systému, nejedná se o systém, ale o pouhý soubor věcí. Pokud do misky s ovocem přidáme pomeranč, nijak se nezmění charakter nebo funkce misky s ovocem. Přidáváním nebo odebráním ovoce se nijak nemění chování misky. Naopak změna složení pracovního týmu může mít zásadní vliv na fungování a výsledky daného týmu. Pracovní tým už není pouze soubor lidí, pracovní tým už lze považovat za systém.

Toto tvrzení doplňuje i Meadows (2008, s. 11), která říká: „Systém není pouze sbírka věcí. Systém je mezi sebou propojený soubor prvků sestavený tak, aby prvky společně něčeho dosahovaly. Pokud se na definici podíváme podrobně, vidíme, že systém se musí skládat ze tří pilířů: *prvky, vazby a funkce* nebo *účel*“

Donella Meadows (2008, s. 13) radí, jak rozpoznat systém od kupy věcí.

- A) Je možno rozpoznat části.
- B) Jednotlivé části na sebe působí.
- C) Části spolu produkují efekt, jenž se liší od efektu, jaký produkují každá jednotlivá část samostatně.
- D) Efekt a chování systému přetrvává v různých podmínkách.

2. Pro to, aby systém fungoval se zamýšleným účelem, součásti musí být uspořádány správným způsobem.

Je jedno, kde se v misce s ovocem jaké ovoce nachází. Ať už jsou pomeranče na vrchu nebo spodu misky, nijak neovlivní fakt, že se jedná jen o miskou s ovocem.

Pokud by se ale prvky systému začaly svévolně pohybovat ve struktuře, přestal by systém sloužit svému účelu. Účetní nemůže pracovat na výrobní lince a manipulační dělník se nemůže věnovat marketingu. Lidé sice mohou měnit pozici ve firmě, ale až po náležitém tréninku a čase stráveném učením. Firmy pracují nejlépe, když

zaměstnanci plní jimi určenou roli, systémy fungují nejlépe, když každý prvek tvoří vazby s těmi prvky, které k tomu byly určeny při návrhu systému. Náhodné uspořádání prvků vyvolává jiné a nečekané chování.

3. Systémy mají specifické účely v rámci větších systémů.

Každý systém má svůj vlastní účel ve vztahu k většímu systému, do kterého jsou zapojeny. Každý systém má vlastní chování a je samostatnou částí. Nelze spojit dva systémy do sebe a čekat zrod jednoho nového většího systému. Stejně tak nelze rozpúlit systém a čekat, že z dělení vyrostou dva nové menší a stejně fungují systémy.

4. Systémy mají zpětné vazby.

Systém má zpětnou vazbu v rámci sebe sama. Díky tomu, všechny systémy jsou součástí větších systémů, má systém také zpětnou vazbu mezi sebou a vnějšími systémy. V některých systémech se procesy zpětné vazby a úpravy odehrávají tak rychle, že je poměrně snadné zpětnou vazbu nalézt. V jiných systémech může trvat dlouhou dobu, než se zpětná vazba vrátí a nalezení dané vazby může být složitější.

Senge (1990, s. 89) rozšiřuje definici zpětných vazeb takto: "V systémovém myšlení mluvíme o zpětné vazbě jako o vzájemném proudu vlivů. V systémovém myšlení je axiomem to, že každý vliv je zároveň akcí a reakcí. Nic není ovlivňováno jen v jednu směru."

5. Systém směřuje ke stabilitě.

Systémy bez vnějších zásahů mají tendenci zachovávat stabilitu. Chování může projevovat mírné kolísání, v průměru ale zůstane stejné. Systémy toho dosahují díky vazbám a zpětným vazbám, které kompletně propojují celý systém a všechny jeho části.

Šusta (2015, s. 20) dodává, že pro to, aby systém stability dosahoval, musí vždy obsahovat zpětnou vazbu. Jinak stabilní stav nemůže nastat.

Systémy jsou podle Stermana (2000, s. 22) **dynamicky komplexní**. Komplexita je většinou společnosti vnímána jako velké množství prvků, nebo v souvislosti s počtem voleb při rozhodování, které musí být všechny zanalyzovány před jeho provedením. Takové komplexitě „jehla v kupce sena“ se říká kombinatorická komplexita. I v systémech s malým počtem prvků a vazeb se lze setkat s dynamickou komplexitou, protože ta na počtu prvků

není závislá. Dynamická komplexita vzniká interakcí prvků v čase. Vlastnosti dynamické komplexity detailněji popisuje Tabulka 1.

Dynamická komplexita nastává protože, systémy jsou:	
Dynamické	Pozorujeme, že i to, co se zdá neměnné, se v delším časovém horizontu mění. Změna probíhá v několika časových krocích.
Úzce propojené	Prvky v systému působí vzájemně sami na sebe a na okolí.
Řízené zpětnou vazbou	Díky úzké propojenosti mezi prvky jsou akce reakcí na sebe samotné. Každá akce ovlivňuje stav věci, způsobuje změny, nutí ostatní konat, a tím vytváří nové situace, které nutí konat.
Nelineární	Reakce obvykle nemá stejnou sílu jako akce. To, co se děje blízko zdroje akce, může v jiné části systému probíhat naprosto odlišně.
Závislé na historii	Volba jednoho způsobu řešení obvykle zneplatní jiná rozhodnutí, a tím vybírá, kam daný způsob řešení povede.
Sebe organizující	Chování systému je dáno jeho vnitřní strukturou. I efekt malé náhodné vady je často díky charakteristice zpětné vazby mnohonásobně znásoben.
Adaptivní	Schopnosti a pravidla rozhodování prvků komplexní systému se v čase mění.
Proti intuitivní	Akce a reakce často probíhají v jiných časových krocích. Často se hledají příčiny v krátkém časovém horizontu předcházející dané události. Pozornost je často kladena příznakům problému spíše než důvodům, proč daný problém nastal nebo nastává.
Rezistentní vůči politikám	Komplexita systému je často silnější než lidská schopnost systému porozumět. Výsledkem je to, že mnoho do očí bijících řešení selhává nebo zhoršuje situaci.
Charakteristické obětmi	Zpoždění v systému s sebou přináší rozdílné dopady politik v krátkém a dlouhém období.

Tabulka 1: Dynamická komplexita zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 22)

Politika formálně vyjadřuje definici vztahů mezi informačními zdroji a výslednými toky informací podle definice Meadows (2008). To, jak se jednotlivci a skupiny mají chovat v různých podmínkách, určuje politika. Politika je promyšlený systém pravidel, podle kterých se konají rozhodnutí a dosahuje výsledků.

Forrester (1971) varuje, že politika s sebou může přinést neočekávané vedlejší účinky. Nová politika má potenciál narušit rovnováhu v systému, a tím může vyvolat reakci dalších prvků v systému, které se budou snažit získat zpět ztracenou rovnováhu. Sterman (2000) takové jevy nazývá kontraintuitivním chováním sociálních systémů. Meadows (2008) stejný jev nazývá odpor vůči politice, tedy tendenci zásahy oddalovat, oslabovat nebo úplně negovat zásah politiky pomocí vlastní odpovědi systému.

Politika mající za cíl zlepšení v krátkém časovém může systém dlouhodobě poškodit a její následky se mohou začít projevovat se zpožděním. Politika, která má za cíl dlouhodobé zlepšení, může, k nelibosti těch, které ovlivňuje, krátkodobě zhoršovat situaci. Takové chování je velmi zrádné. Absence vize a důraz na krátkodobě dosažitelné výsledky může systém výhledově citelně oslabit až ohrozit. Forrester (1995b, s. 12) dodává: „Mnoho problémů, kterým dnes čelíme, je způsobeno snahou dosáhnout krátkodobých úspěchů bez ohledu na budoucnost.”

Zpoždění je často hlavní příčinou vzniku nestability. Zpoždění je jeden z projevů zpětné vazby, která se v každém systému vyskytuje. Zpožděním se nazývá časový rozdíl mezi začátkem akce a dobou, kdy nastane efekt způsobený danou akcí. Může vyvolat situaci, kdy se pokračuje ve snaze dosáhnout cíleného stavu i přesto, že v minulosti byl proveden dostatečný počet opatření. Taková opatření se stávají neefektivními a vedou k přestřelení a oscilaci. Kvůli nestabilitě a oscilaci pak rozhodovatel ztrácí schopnost kontrolovat důležité proměnné. Podle Stermana (2000) to má za následek ztrátu schopnosti rozlišit od sebe akci a reakci a komplexně pochopit chování systému.

Šusta a Neumaierová (2004) upozorňují, že problémy, které zpoždění způsobuje, se zvětšují s tím, jak dlouhé je zpoždění. Jen těžko lze nalézt jednoduché a rychlé řešení problémů, jejichž příčiny jsou hluboko v minulosti. Pro jejich odstranění neexistuje snadné a rychlé řešení.

3.1.3 Systémové myšlení

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

Vysoká úroveň komplexity problému může vyvolat pocit bezmoci a ztráty orientace v problému. Podle Sengea (1990) lze díky nástrojům systémového myšlení pracovat se složitým problémem i v případě, kdy problém budí pocit, že řešení je nedosažitelné. Pochopení principů systémového myšlení pomáhá vidět struktury způsobující složité situace a vnímat změny probíhající v systému. Systémové myšlení je jazyk, který mění způsob, jak o systémech přemýšlíme.

Z principů systémového myšlení podle Meadows (2008, s. 169) lze vyvést závěr, že systémy sice nelze ovládat, lze je ale navrhovat a přetvářet. Díky systémovému myšlení se nemusíme bát změny. Změnu lze využít k vlastnímu prospěchu. Systém je potřeba poznat, vnímat jeho chování. Díky tomu lze využívat jeho vlastností a získat něco hodnotného.

Sweeney a Sterman (2000, s. 2) konstatují, že většina z umění systémového myšlení vychází ze schopnosti pochopit a být schopen prezentovat dynamickou komplexitu systému. Mimo jiné jsou to schopnosti:

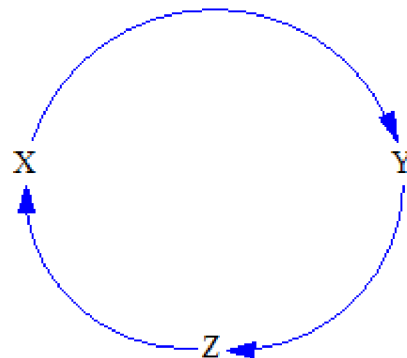
- Pochopit, jak souvisí chování se strukturou a interakcí mezi prvky systému a okolí.
- Nalézt a zachytit zpětné vazby.
- Rozpoznat vztah mezi stavem tokem.
- Chápat existenci zpoždění a jeho důsledky.
- Identifikovat nelineární chování.
- Vnímat a být schopen prolamovat limity mentálních (i formálních) modelů.

Podle Andersona a Johnson (1997, s. 19) lineární myšlení říká, že "x má za následek y" (Obrázek 1). Lineární myšlení se orientuje na vztah příčina a následek, než na vztahy ve smyčkách a vzájemně se ovlivňující. Lineární myšlení zjednodušuje, snaží se navodit řád a v daný okamžik řeší jeden problém. Takové zjednodušování má ale své limity a kvůli krátkozrakosti dokáže vytvořit tolik problémů, kolik vyřeší. V systémovém myšlení sice není takové zjednodušování zakázané, je ale třeba si uvědomovat všechny prvky a vazby systému – jak uvnitř, tak vně (Anderson, Johnson, 1997, s. 21)

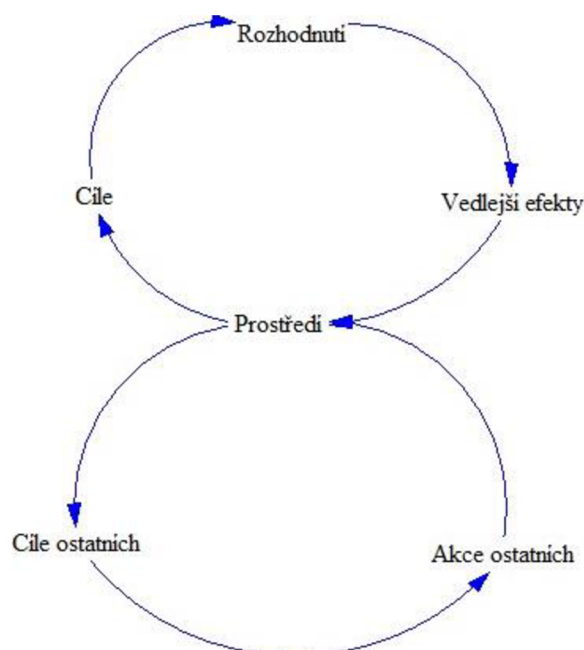
Obrázek 2 zobrazuje proces systémového myšlení, které se podle Andersona a Johnsona (1997, s. 21) spíše zaměřuje na uzavřené souvislosti. X ovlivňuje Y, to ovlivňuje Z a to se vrací a ovlivňuje X. Podle Stermana (2000, s. 11), ale naše rozhodnutí mohou mít vedlejší účinky. Navíc na naše akce reagují i ostatní účastníci systému, jejichž cíle mohou být odlišné od našich (Obrázek 3).



Obrázek 1: Lineární Myšlení zdroj: vlastní zpracování podle (Anderson, Johnson, 1997, s. 21)



Obrázek 2: Systémové myšlení zdroj: vlastní zpracování podle (Anderson, Johnson, 1997, s. 21)



Obrázek 3: Systémové myšlení podle Stermana zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 11)

Podle Sengeho (1990, s. 91) je lineární pohled často zaměřen na hledání viníka. Z lineárního pohledu vždy hledáme někoho nebo něco, co nese vinu.

Podstata systémového myšlení spočívá ve změně myšlení (Senge, 1990, s. 87)

- Vzájemné vztahy a struktura jsou důležitější než akce a reakce.
- Historie a proces vzniku změn je důležitější než momentální stav.

Senge (1990, s. 92) uvádí: „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

systemem. Neznamená to ale, že každý má na změně stejnou zásluhu nebo má stejnou sílu působit změnu.“

V nejistotě často přichází tendence problémy zjednodušovat a řešit je postupně. Systémové myšlení neříká, že tento přístup je zcela špatný a nevhodný, ale zdůrazňuje, že zjednodušování a princip lineárního myšlení má svoje limity. (Anderson, Johnson, 1997)

3.1.4 Mentální model

Mentální modely zahrnují vlastní představy o tom, jak funguje svět a limitují jedince, aby se choval tak, jak je mu přirozené, brání mu přijmout cizí nápady a změnit vlastní chování (Senge, 1990, s. 174). Podle Meadows (2008) není možné se orientovat ve světě svázaném do komplexních zpětnovazebných smyček bez toho, abychom se přestali soustředit na krátkodobé výsledky, vzít v potaz omezenost vlastního myšlení, limitující podmínky, nelinearitu a zpoždění. Sterman (2000) zmiňuje, že už Forrester (1961) považoval mentální modely za zdroj všech rozhodnutí. Proto je jejich chápání v systémové dynamice zcela zásadní, protože termín „mentální model“ obsahuje naše představy o tom, jak systém funguje, kde jsou jeho hranice a časové okno, které je relevantní pro naše chápání daného problému.

Podle Doyle a Forda (1998) jsou mentální modely hlavním nástrojem výzkumu a praxe v systémové dynamice. Je to zboží, které si modelující bere od studentů a klientů, rozebírá, přenastavuje, přidává a odečítá a vrací je zpět s přidanou hodnotou.

Mentální model dokáže zpomalit nebo zastavit učení nových způsobů chování. Stejně tak lze mentální modely používat k učení. Pokud se jednotlivci nebo organizaci podaří mentální model předělat, může učení podpořit. Na příkladu manažerů Shell a jejich zvládnutí mentálních modelů Senge (1990, s. 174-182) zdůrazňuje, jak důležité je mentální modely odhalovat a chápat.

Sterman (2000) odkazující se na Millera (1956) zmiňuje „Millerovo magické číslo“ 7 ± 2 . Číslo znázorňuje, jak omezené jsou lidské schopnosti vnímání a mluví o počtu informací, které v jeden čas dokáže člověk rozpoznat a vnímat. Cowan (2001) navazující na Millera se sám dostává ještě k nižšímu číslu 4 ± 2 . Nehledě na to, jestli je správné číslo 4 nebo 7, není v lidských možnostech pojmout a zpracovat všechny vjemy. V ideálním světě by měla být lidská pozornost optimálně rozdělena mezi všechny vjemy v závislosti na jejich důležitosti. Lidé ale bohužel nemají čas ani schopnosti takové optimální rozdělení najít. Právě mentální

modely určují, kolik a jaké vjemy jsou důležité. Systémové myšlení a systémová dynamika je nástroj, který konfrontuje představy vycházející z mentálních modelů a jeho uživatelům pomáhá orientovat se ve světě (Meadows, 2008).

3.1.5 Tvorba modelu systémové dynamiky

Lidská mysl dokáže vytvořit pár úsudků, dobrých nebo špatných, a s nimi popisuje okolní svět. Na jejich základě odhaduje chování daného systému. Pokud si přeje chování změnit, vybere způsob – akci, pomocí které mění systém. Podle Forrestera (1971) je ale právě proces výběru akce často chybný.

Forrester (1971, s. 15) dále zmiňuje, že i přesto, že lidská mysl je schopna identifikovat strukturu komplexního systému, velmi špatně odhaduje důsledky vzájemné interakce jednotlivých částí systému, zejména pak její dlouhodobé důsledky. Podle Stermana (2000, s. 79) je důležité formální znázornění systému, tím je tvorba modelu.

Coyle (1996) nepovažuje tvorbu matematického modelu za první krok při aplikaci systémové dynamiky při řešení problému. První a patrně nejdůležitější fáze je pochopení problému a motivace proč řešit daný problém. I Sterman (2000, s. 89) považuje určení účelu systému za klíčový krok. Tvrdí, že pokud má být model užitečný při řešení problému, musí sledovat specifický problém. Model by měl zjednodušovat a nepokoušet zrcadlit znázorněvaný systém.

Forrester (1961) označuje jako dobrý takový model, který zachycuje pointu problému, protože může být mnohem lépe pochopitelným než mentální modely, které bychom jinak použili jako základ při tvorbě politik.

Bez toho, aby byl určen účel tvorby modelu, nebyl určen cíl nebo vymezen problém, nelze s jistotou říct, které části by měly být obsaženy v modelu a které vynechány. Stermanova poučka (2000, s. 90) zní: „Pokaždé modelujte problém. Nikdy nemodelujte systém.”

3.2 Nástroje systémové dynamiky

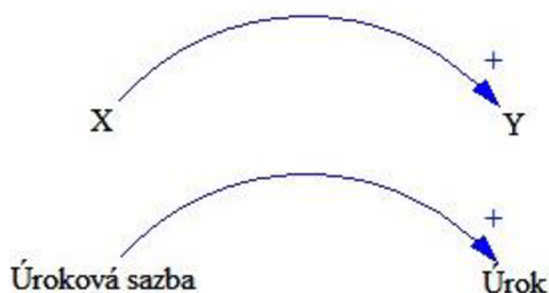
V práci budou využity dva nástroje pro tvorbu modelu, jde o příčinně smyčkový diagram (Causal Loop Diagram) a diagram stavů a toků (Stock and Flow Diagram). Oba diagramy umožňují převést autorovu představu do grafického znázornění, diagram stavů a toků přidává i matematické vyjádření.

3.2.1 Příčinně smyčkový diagram

Coyle (1996) zdůrazňuje nutnost strukturu systému nejprve graficky znázornit, tím se vyjádří struktura systému a umožní se identifikace zpětnovazebných smyček. Pro tento účel se využívá příčinně smyčkový diagram (z anglického názvu „Causal Loop Diagram“ označován zkratkou CLD).

Díky diagramu je možné pochopit a vizualizovat zpětnovazebné smyčky, které probíhají v systému. Díky tomu umožňuje jak pohled na systém, tak i na procesy odehrávající se uvnitř (Haraldsson, 2004, s. 20 - 22). Jeho pomocí lze přenést vlastní chápání systému dalším jedincům nebo skupinám zainteresovaným na tvorbě modelu. Přenáší poznatky systémového myšlení do praxe a zobrazuje příčinu a následek vhodným způsobem.

Diagram se skládá z jednotlivých prvků systému (proměnných) spojených šípkami, které zobrazují příčinné vazby mezi nimi, a tím vyjadřuje vliv působení jedné proměnné na druhou (Sterman, 2000). Směr šipky určuje, který z prvků ovlivňuje a který je ovlivňovaný (Šusta, 2015).

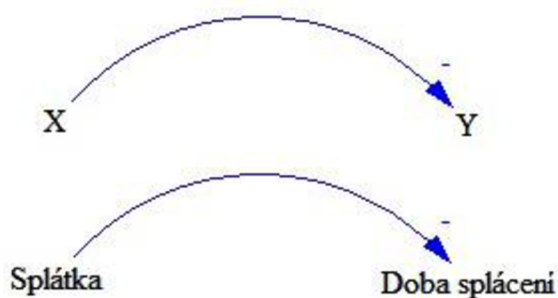


Obrázek 4: Kladná vazba zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 139)

Každá příčinná vazba je označena znaménkem „+“ nebo „-“ (Sterman, 2000, s. 138). Znaménko označuje charakter působení ovlivňující proměnnou na ovlivňovanou. Vazba označená znaménkem „+“, také často nazývána **kladná** nebo **pozitivní vazba** (Obrázek 4), vyjadřuje vztah, kdy ovlivňovaná proměnná roste důsledkem působení ovlivňující proměnné nad hodnotu, kterou by bez existence vazby sama nabývala. Vztah funguje obdobně i při poklesu ovlivňující proměnné, v tom případě hodnota ovlivňované proměnné klesá pod úroveň, kterou ovlivňovaná proměnná nabývá bez existence a působení pozitivní vazby.

Šusta (2015, s. 29) označuje znaménko plus jako shodnou tendenci vztahu. Příklad chování pozitivní vazby nápadně připomíná přímou úměrnost, neboť ovlivňující a ovlivňovaná proměnná se mění úměrně stejně.

Záporná nebo **negativní vazba** je označena znaménkem „-“ (Obrázek 5) a vyjadřuje vztah mezi proměnnými, kdy se hodnota ovlivňované proměnné mění opačným směrem než ovlivňující proměnná (Sterman, 2000). Jde o nepřímou úměru, protože obě tvrzení - „Čím vyšší je splátka, tím kratší je doba splácení“ i „Čím nižší je splátka, tím delší je doba splácení“ odpovídají chování záporné vazby.



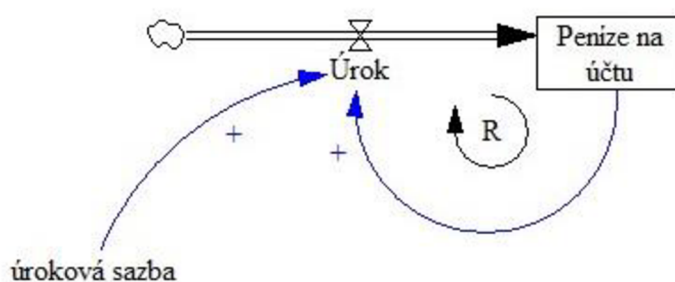
Obrázek 5: Záporná vazba zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 139)

Pokud nelze jednoznačně identifikovat polaritu vazby mezi proměnnými, znamená to, že přímá vazba mezi dvěma danými proměnnými neexistuje. Jako příklad uvedl Šusta (2015, s. 30): „Čím více zaměstnanců, tím lepší hospodářský výsledek.“ Dané tvrzení do jisté míry platí, ale pokud bude počet zaměstnanců příliš vysoký, může se hospodářský výsledek zhoršovat. Podle Šusty „obojetná vazba“ neexistuje. Původní vazba je chybná a je potřeba vytvořit složitější strukturu, aby všechny vazby byly jednoznačné.

Na sebe navazující vazby tvoří zpětnovazebné smyčky (Senge, 1990, s. 89 - 91). Zpětné vazby se chovají tak, že při změně jednoho prvku je změna postupně přenášena v směru smyčky zpět na počáteční proměnnou a ovlivní ji. Struktura zpětných vazeb vytváří specifický vzorec chování, podle kterého budou ovlivněny všechny prvky v dané zpětné vazbě.

Existují dva druhy smyček, druh je určen na základě polarit vazeb mezi jednotlivými proměnnými. Druhy smyček jsou analogické k vazbám, rozpoznáváme smyčky pozitivní (sebepevnující) a negativní (vyvažující) (Sterman, 2000, s. 145).

Pozitivní (sebeposilující) je označována symbolem „+“ nebo „R“ (z anglického slova „reinforcing“ – sebeposilující). Smyčky tohoto druhu jsou často zdrojem růstu nebo poklesu. Změna na jednom prvku ve smyčce přinese přes ostatní vazby ve smyčce posilující vliv na hodnotu původního prvku. Nesou s sebou také schopnost růst nebo pokles zrychlovat, malá změna na počátku způsobuje čím dál tím větší změnu v průběhu času (Senge, 1990, s. 91). Sebeposilující smyčky lze obvykle najít v systémech, kde je prvek schopnost reprodukovat se nebo neustále růst o část sám sebe (Meadows, 2008, s. 31). Spořicí účet je tvořen sebeposilující zpětnovazebnou smyčkou (Obrázek 6).



Obrázek 6: Sebeposilující smyčka podle Meadows (2008, s. 31)

Negativní (vyvažující) je označována symbolem „-“ nebo „B“ (z anglického slova „balancing“ – sebeposilující). Takové smyčky působí tam, kde existuje cílový stav chování. Oproti sebeposilující smyčce zde změna na jednom prvku ve smyčce přinese přes ostatní vazby ve smyčce snížení hodnoty původního prvku. Pokud je cílem dosáhnout rychlosti 60 km/h, pak vyvažující smyčka dovolí zrychlovat až do 60 km/h, ale ne více (Senge, 1990, s. 91). Meadows uvádí (2008, s. 28 - 29), že každá vyvažující smyčka vždy působí proti směru změny, která byla uvedena do systému a bude tlačit hodnoty ve smyčce k cílovému stavu nebo alespoň do rozumné vzdálenosti od cílového stavu.

Meadows (2008, s. 30) upozorňuje, že přítomnost zpětnovazebné smyčky nezaručuje, že v každé situaci bude působit na systém dostatečně silně a dosáhne požadovaného stavu. Nemusí být dostatečně silná nebo kvůli zpoždění začne působit příliš pozdě. Zpětnovazebných smyček se obvykle v systému vyskytuje více. Každá vyvažující smyčka má svůj bod, který Meadows (2008, s. 40) nazvala „breakdown point“. Jde o bod, kdy dojde k zhroucení vyvažující smyčky, protože další smyčky v systému táhnou hodnotu proměnných od cíle silněji než vyvažující smyčka sama zvládne.

Obvykle není možné na první pohled určit charakter smyčky, Sterman (2000, s. 144) popsal metody určení polaritý zkoumané smyčky. Existuje „**Rychlá metoda**” a „**Správná metoda**“.

Stermanův (2000, s. 144) rychlý způsob, jak určit, jestli se jedná o sebeposilující nebo vyvažující smyčku, tkví v počítání záporných vazeb ve smyčce. Pokud je počet záporných vazeb lichý, smyčka je vyvažující. Pokud je ale počet záporných vazeb sudý, jde o sebeposilující smyčku. Metoda je založena na tom, že sebeposilující smyčky změnu podporují, zatímco vyvažující smyčky brání změně. Pokud změna projde smyčkou a podpoří původní změnu, musí se jednat o sebeposilující smyčku, pokud by ale změna po průchodu smyčkou působila proti původní změně, smyčka je vyvažující. Aby nastala situace, že změna působí proti původní změně, musí se ve smyčce setkat s lichým počtem negativních vazeb. Negativní vazba mění směr působení změny. Jedna negativní vazba způsobí, že původní změna začne působit proti, pokud ale potká další negativní vazbu, směr působení se opět změní. Rychlá metoda může selhat v případech, kdy je špatně označena polarita vazby, nebo se při počítání negativních vazeb zmýlíme.

Naopak Správná metoda podle Stermana (2000, s. 144) odhalí vazby se špatně určenou polaritou a může v dlouhodobém horizontu ušetřit čas, protože je spolehlivější než Rychlá metoda. Při použití Správné metody zaneseme malou změnu na libovolnou proměnnou ve smyčce a sledujeme, jak se změna při pohybu ve smyčce působí na dotčené proměnné. Pokud se po projití celé smyčky ukáže, že původní změna posílila původní změnu, jde o sebeposilující smyčku, pokud ji bránila, jde o vyvažující smyčku. Metoda funguje bez ohledu na počtu proměnných ve smyčce a nezáleží na tom, jakou výchozí proměnnou zvolíme.

3.2.2 Diagram stavů a toků

Příčinně smyčkový diagram v zásadě umožňuje pouze představit vazby mezi prvky systému a ukázat, jak na sebe jednotlivé prvky působí jednoduchým grafickým vyjádřením. Je vhodný pro kvalitativní analýzu, jelikož nevyžaduje žádnou kvantifikaci a v konceptuální fázi tvorby modelu systémové dynamiky. Diagram stavů a toků (z anglického názvu „Stock and Flow Diagram“ označován zkratkou SFD) je nástroj pro tvorbu počítačového simulačního modelu, protože příčinnost mezi jednotlivými prvky je v diagramu možno zapsat matematickým vyjádřením (Lane, Sterman, 2011). Rozlišuje více druhů proměnných,

zejména pak stavové a tokové proměnné, čímž se odstraňuje riziko nebezpečí dvojí interpretace proměnných, které u příčinně smyčkových diagramů může vznikat (Mildeová, Vojtko, 2003, s. 61 - 63).

Rozlišení proměnných na stavy a toky je jedním ze základních konceptů systémové dynamiky (Sterman, 2000, s. 191). Stav zachycuje akumulaci, nashromáždění nebo úroveň. Meadows (2008, s. 18) stavy definovala jako základ každého systému, které představují množství konkrétní informace nebo materiálu, jak se za určitý čas nashromáždil. Hodnota stavu může být ovlivněna pouze tokem a má nastavenou počáteční hodnotu. Hodnota stavové proměnné je výsledek dosavadního chování systému a provedených rozhodnutí.

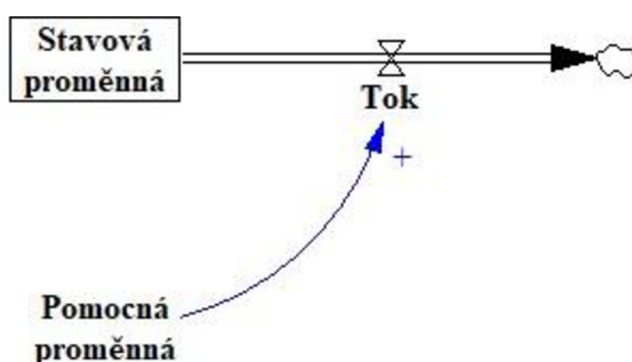
Stavy představují informaci o aktuální situaci v systému, rozhodnutí jsou prováděna v závislosti na aktuální hodnotě stavu. (Sterman, 2000, s. 195 - 197). Stavy v sobě zaznamenávají minulé události a zachycují jejich následky. Hodnota stavu totiž může být ovlivněna pouze přítokem nebo odtokem. Stavy jsou také zdrojem výskytu zpoždění v systému, ve změně hodnoty je ovlivněno zpoždění, z pravidla je odtok ze stavu zpožděn za výstupem

Stav je v diagramu stavů a toků zobrazen jako obdélník. V diagramu se vyskytuje také symbol mraku, ten představuje stav z okolí systému a reprezentuje buď stav, který je zdrojem toku přitékajícího z okolí modelu nebo cíl odtoku mimo model. Jeho kapacita je neomezená a nikdy neomezuje tok, který z něj vychází (Sterman, 2000, s. 192).

Tok zachycuje změnu proměnné za čas (Sterman, 2000, s. 192). Vždy musí vycházet ze stavové proměnné a vést do stavové proměnné. Tok nikdy přímo neovlivňuje jinou tokovou proměnnou. Může se stát, že tok nesměruje do stavové proměnné vyobrazené jako obdélník, ale do stavové proměnné zobrazené symbolem mraku. Taková toková proměnná buď vede z nebo do okolí systému.

Rozlišení stavu a toku je základním předpokladem sestavení funkčního diagramu stavu a toků (Sterman, 2000, s. 197 - 199). Je poměrně jednoduché je rozlišit. Stav zachycuje aktuální situaci. Tok je rychlost, kterou se situace v systému mění. Dalším vodítkem pro rozlišení stavu a toků jsou jejich jednotky. Stav obvykle představuje množství – zboží na skladě, počet zaměstnanců, vzdálenost. Tok ovlivňující hodnotu daného stavu pak musí být uveden ve stejných jednotkách – za časovou periodu. Na volbě časové periody pak nezáleží, pokud je tedy stejná v celém systému.

Kromě stavů a toků navíc diagram ještě využívá **pomocnou proměnnou a kauzální vazbu**. Pomocná proměnná může vyjadřovat konstantu, její hodnota může být přes kauzální vazbu ovlivňována stavy, toky nebo dalšími pomocnými proměnnými. Pomocná proměnná nikdy nesmí ovlivňovat hodnotu stavové proměnné, jedinou výjimkou je situace, kdy nastavuje její počáteční hodnotu. Pomocná proměnná může tokovou proměnnou ovlivňovat přes kauzální vazbu. Kauzální vazba může být stejně jako v příčinně smyčkovém diagramu vybavena symbolem „+“ nebo „-“. Symbol obdobně jako v předchozím diagramu představuje polaritu vazby. Všechny prvky diagramu stavů a toků a jejich grafickou reprezentaci zobrazuje Obrázek 7.



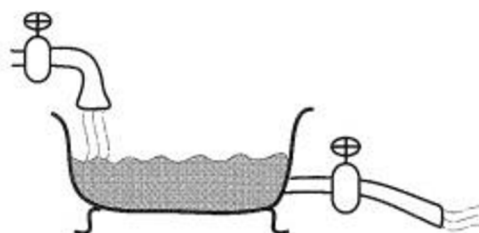
Obrázek 7: Grafické symboly v SFD zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 192)

Software Vensim umožňuje využití speciálního druhu pomocné proměnné – stínová proměnná (anglicky shadow variable). Stínová proměnná je taková proměnná, která už byla definována na jiném místě v modelu a je její referencí. Stínové proměnné jsou obklopeny závorkami „<>“ a v základním nastavení mají šedou barvu. Jsou užitečné ke zlepšení přehlednosti v modelu.

3.2.3 Matematické vyjádření modelu

Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, diagram stavů a toků odpovídá matematickému zápisu modelu, který je využíván pro provádění simulace. Používané modelovací programy zpravidla umožňují vytvořit návrh systému v podobě diagramu stavu a toků, který poté software převede na matematický zápis a počítačový kód, nad kterým je provedena simulace.

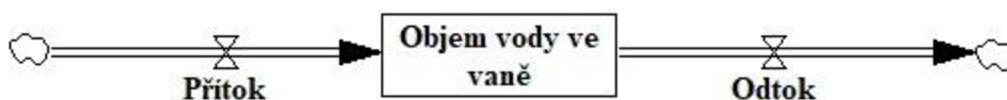
Sterman (2000, s. 193) popsal stav jako vanu (Obrázek 8 níže). Množství vody ve vaně v daném okamžiku je dáno objemem vody, který přitekla, od toho je odečten objem vody, který vytekl (za předpokladu, že voda nepřetekla okraj vany a neodpařuje se). Stav



Obrázek 8: Stav jako vana zdroj: (Stermán, 2000, s. 194)

akumulují nebo integrují jejich toky a součet toků pak udává rychlost a směr změny stavu – jak rychle a zda se objem vody ve vaně zvyšuje nebo snižuje.

Přítok a odtok vany by byl v diagramu stavu a toků znázorněn následovně: (Obrázek 9)



Obrázek 9: Vana v SFD zdroj: vlastní zpracování podle (Stermán, 2000, s. 194)

Stermán (2000, s. 194) uvádí, že hodnotu stavové proměnné lze v daném časovém okamžiku zapsat jako integrální rovnici (Rovnice 1).

$$Stav(t) = \int_{t_0}^t [Vstupní\ toky(s) - Výstupní\ toky(s)] ds + Stav(t_0) \quad (1)$$

$Vstupní\ toky(s)$ reprezentují sumu všech toků vstupujících do stavu v jakémkoliv čase mezi časem počátku simulace t_0 a aktuálním časem t . Interpretace výstupních toků je analogická.

Stermán (2000, s. 194) představuje obdobný zápis stejného, jde o zápis čisté změny stavu pomocí diferenciální rovnice (Rovnice 2).

$$\frac{d(Stav)}{dt} = \text{čistá změna stavu} = Vstupní\ toky(t) - Výstupní\ toky(t) \quad (2)$$

Všechny výše uvedené zápisy a vztahy by měly být za každé situace ekvivalentní. Diagram stavů a toků umožňuje odvodit zápis integrálních nebo diferenciálních rovnic, stejně tak je možno z rovnic vyvodit strukturu diagramu stavů a toků. Modelovací softwary obvykle používají vlastní zjednodušený zápis pro reprezentaci stavů. Simulační software Vensim (Ventana Systems, 2024), který je v této práci využíván, zapisuje stejné rovnice jako: (Rovnice 3)

$$Stav = INTEG(Vstupní\ toky - Výstupní\ toky, Stav_{t_0}) \quad (3)$$

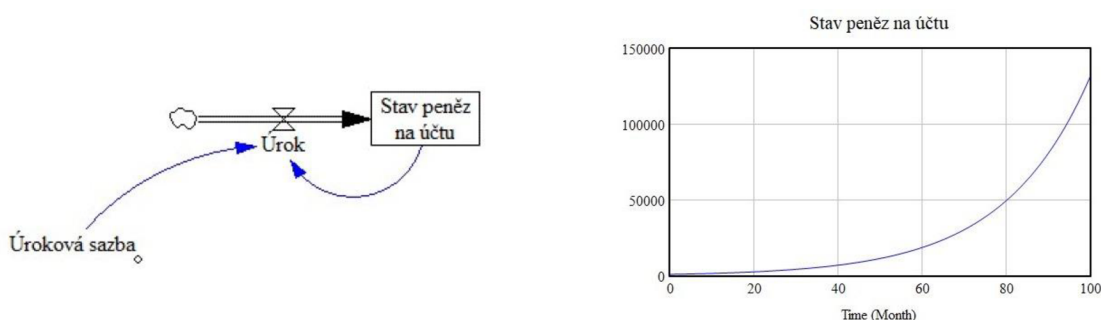
3.3 Základní vzorce chování v dynamických systémech

Mohlo by se zdát, že musí existovat nespočetně velké množství různých zpětnovazebných struktur, protože změny, které se kolem nás dějí, jsou jedinečné a mají rozlišné příčiny. Podle Stermana (2000, s. 108) je ale většina změn vyvolávána poměrně malým počtem vzorců chování. Mezi základní struktury Sterman řadí exponenciální růst a pokles, cíl hledající strukturu a oscilaci.

3.3.1 Exponenciální růst a pokles

Exponenciální růst je přímým důsledkem sebeposilující smyčky. Čím vyšší množství máme, tím vyšší je nárůst. Tím se neustále množství zvyšuje a tempo růstu stále stoupá. V případě čistého exponenciálního růstu je zajímavé, že čas, za které se množství zdvojnásobí, je konstantní (Mildeová, Vojtko, 2003, s. 40). Hodnota proměnné se zdvojnásobí za stejnou časovou periodu a nezáleží na její velikosti. Časová perioda, za kterou se hodnota zdvojnásobí, odpovídá Pravidlu 70. Sedmdesát děleno růstovým procentem dává přibližnou dobu, za kterou bude množství zdvojnásobeno. Sterman (2000, s. 109) zdůrazňuje, že růst z jedné jednotky na dvě jednotky bude při stejném tempu růstu trvat stejnou dobu jako růst z jednoho miliónu na dva milióny. Jde o přímý důsledek sebeposilující zpětné smyčky, rychlost růstu záleží na množství jednotek v systému.

Příkladem je dynamika růstu stavu peněz na spořicímu účtu. Čím více peněz je uloženo, tím vyšší je úrok. Úrok zvýší stav peněz na účtu a o ten bude další úrok opět vyšší. Příkladem je Obrázek 10, kdy počáteční stav proměnné *Stav peněz na účtu* je 1000, *Úroková sazba* je 0,05 a toková proměnná *Úrok* je vyjádřena jako $Stav\ peněz\ na\ účtu * Úroková\ sazba$. Je možné pozorovat exponenciální nárůst stavu peněz na účtu.



Obrázek 10: Exponenciální růst (zdroj: vlastní zpracování ve Vensim)

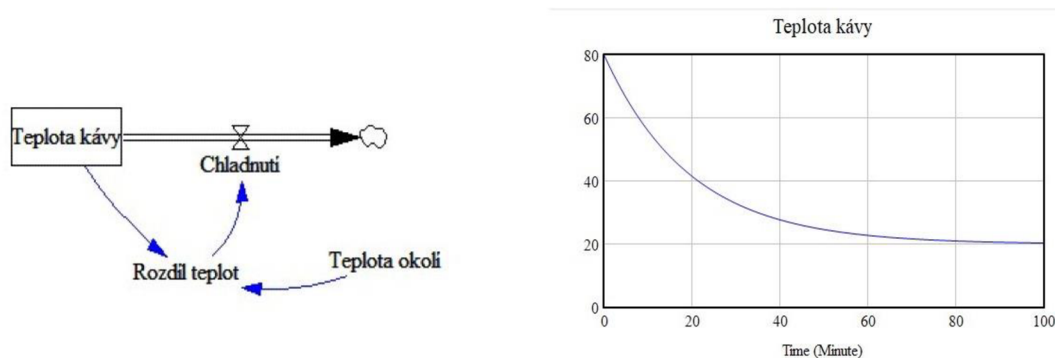
Není příliš běžné, že by na sebeposilující smyčky nepůsobila žádná jiná smyčka, která by průběh růst ovlivňovala. Růst může zpomalovat až stabilizovat vyvažující zpětnovazební smyčka. Průběh chování pak bude záležet na tom, která smyčka je dominantní. Meadows (2008, s. 44) řadí **dominanci** mezi důležité koncepty v systémovém myšlení. Systémy často obsahují mezi sebou bojující zpětnovazební smyčky a právě dominující smyčka určuje výsledné chování systému.

Proces, při kterém se veličina snižuje rychlostí, která je úměrná hodnotě této veličiny, se nazývá **exponenciální pokles** (Sterman, 2000). Je typický pro situace, kde se něco rozkládá, rozpadá nebo ztrácí intenzitu. Uplatňuje se například ve fyzice (rozpad radioaktivních částic) nebo v ekonomii (úbytek hodnoty majetku v důsledku opotřebení).

3.3.2 Cíl hledající struktura

Sebeposilující smyčky mají za následek růst, vyvažující smyčky se snaží o rovnováhu, vyváženost a stagnaci (Sterman, 2000, s. 111 - 112). Působí na systém tak, aby se systém dostal k cílovému stavu. Bojují proti čemukoliv, co systém tlačí dál od cílového stavu. Cílová proměnná je neustále kontrolována a při jakémkoliv vychýlení je provedena akce, která má za následek stabilizaci chování v systému.

Příklad je převzat z (Meadows, 2008, s. 36), kde je chování vyvažující smyčky a cíl hledající struktura představena na příkladu s chladnoucí kávou, ilustruje ho Obrázek 11. Cílovým stavem je zde proměnná *Teplota okolí* s hodnotou 20. *Teplota kávy* na počátku simulace má hodnotu 80. Lze pozorovat, že čím větší je rozdíl mezi *teplotou kávy* a *teplotou okolí*, tím rychleji se systém přibližuje k rovnovážnému stavu. Síla reakce vyvažující smyčky je na začátku simulace silnější, protože aktuální stav systému je velmi vzdálený cílovému stavu.



Obrázek 11: Cíl hledající struktura zdroj: vlastní zpracování podle (Meadows, 2008, s. 36)

3.3.3 Oscilace

Oscilace je stejně jako cíl hledající struktura způsobena přítomností zpětnovazebné vyvažující smyčky (Sterman, 2000, s. 114). Cílový stav je neustále porovnáván s aktuálním stavem a jsou prováděny akce, které mají za účel se k cílovému stavu přiblížit. Kvůli zpoždění nastávají dvě situace – přestřelení a podstřelení.

Pokud se vyskytne zpoždění v jakékoliv části vyvažující smyčky, objeví se oscilace (Sterman, 2000, s. 115). Zpoždění může být způsobeno pozdní reakcí na změnu v systému kvůli času, který byl potřeba k vykonání rozhodnutí. Firmě trvá nějaký čas, než získá data o produkci a prodeji, než se management setká a provede rozhodnutí týkající se produkce, nákupu surovin a obstarání dalších zdrojů pro zajištění produkce.

Meadows (2008, s. 58) upozorňuje na to, jak důležité je znát délku zpoždění pro chápání chování systému. Změna doby zpoždění ulehčuje nebo ztěžuje ovládání systému. Chápání dynamického chování systému se zakládá na tom vědět, kde a jak dlouhá jsou zpoždění.

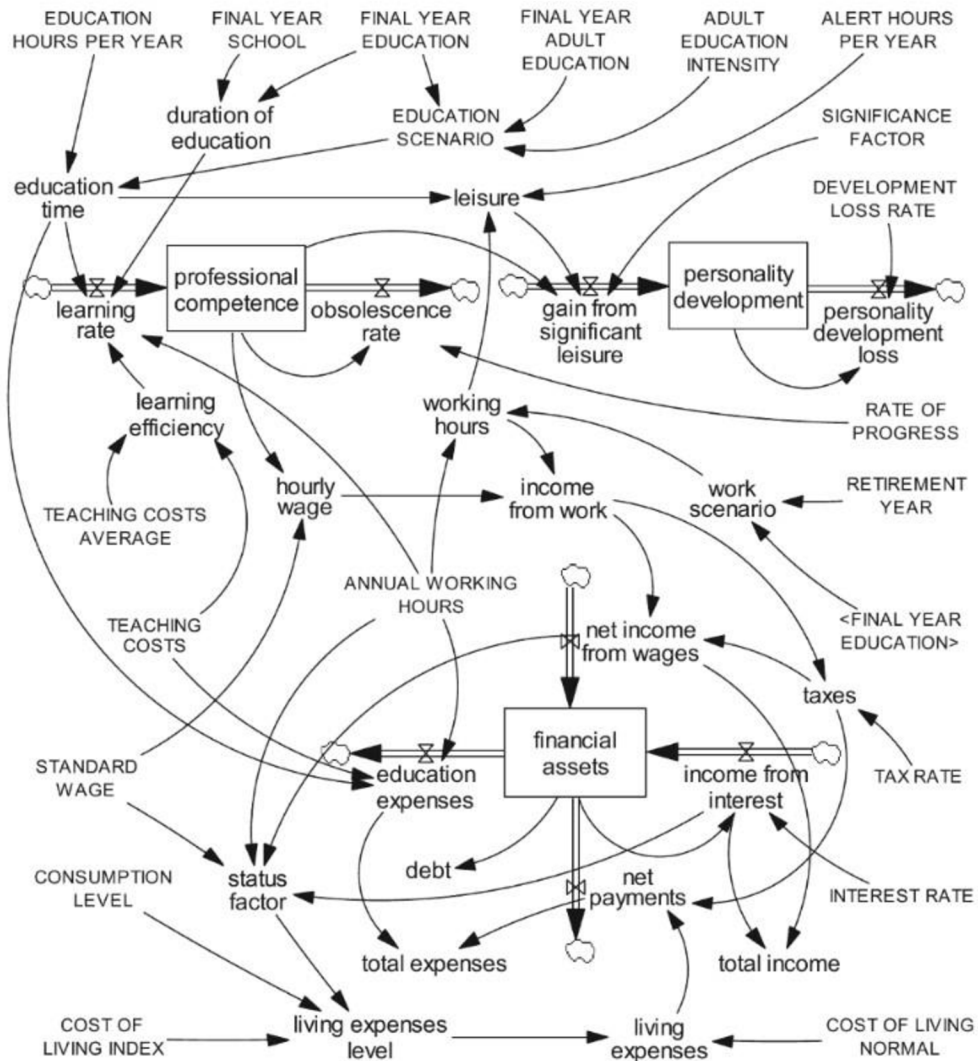
3.4 Systémová ZOO a systémové archetypy

Stermanovy základní struktury je možné nalézt v různých systémech. Tyto typické struktury a propojení prvků se projevují stejným dynamickým chováním v dané části systému a objevují se napříč lidskou činností.

Bossel (2007a) představil soubor základních systémových struktur, kterou nazval **Systémová ZOO**. Bossel popsal sto struktur a rozdělil je do šesti kapitol mapujících různé obory od základních Stermanových struktur přes fyziku, klima až po ekonomii. Všechny uvedené struktury jsou doplněny o návrh funkčního diagramu stavů a toků. Díky tomu, že diagramy jsou nastaveny a připraveny k simulaci, lze je poměrně lehce implementovat a využít pro tvorbu vlastního modelu. Jednotlivé struktury je možné skládat a využít je jako základní stavební kostky vlastního simulačního modelu.

Pro tuto konkrétní práci je vhodné uvést Bosselovu strukturu Z510 z jeho třetí publikace zabývající se systémovou ZOO (Bossel, 2007b, s. 50 - 55). Struktura Z510 je součástí páté kapitoly „Ekonomika a společnost“ a nese název „Životní plán a příjem“ (v originále „Life plan and income“). Struktura popisuje, jak člověk v průběhu života shromažďuje důležitý kapitál, který využívá ke zlepšení kvality života a finančního zabezpečení. Bossel ve struktuře pohlíží na život jako dynamický proces, kde nabývání a ztráty kapitálu neustále

mění úrovně hodnot různých kapitálů – finance, pracovní kompetence, rozvoj osobnosti. Bossel se zamýšlí, jak se bude kvalita života měnit v závislosti na změnách konkrétních parametrů, například náklady na vzdělání, intenzita vzdělávání v dospělosti, věk odchodu do důchodu. Obrázek 12 představuje diagram stavů a toků struktury.



Obrázek 12: Bosselova struktura Z510 převzato z (Bossel, 2007b, s. 51)

Peter Senge (Senge, 1990) definoval pojem **systemové archetypy**. Jde o struktury, které v různých systémech vykazují stejné chování. Je vhodné takové struktury identifikovat v případech, kdy nelze jednoznačně nalézt zdroj nežádoucího nebo problematického vývoje. Právě struktury systémových archetypů mohou být zdrojem takového chování. Meadows (2008, s. 6) je původně nazvala jako nástrahy systému, ale pak název změnila na nástrahy a příležitosti systému. Systemové archetypy jsou obvykle zdrojem neustupujících a potenciálně nebezpečných problémů, ale mohou být transformovány a využity k tomu, aby

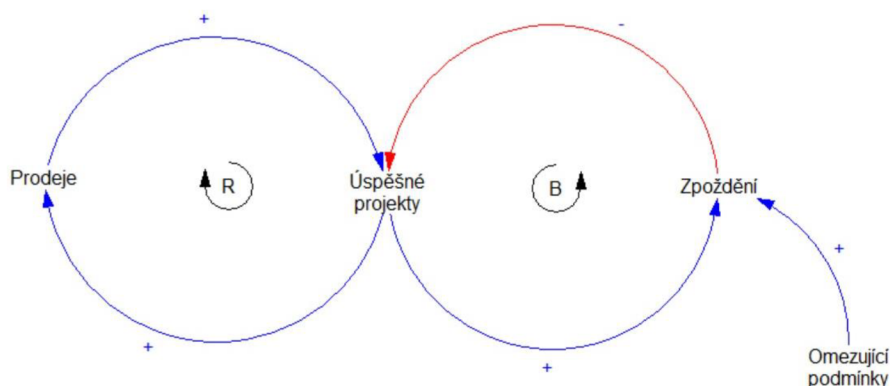
produkovaly chování, jaké si přejeme. Identifikace systémových archetypů usnadňuje lokalizaci tzv. bodů působení (Leverage points). Tak Meadows nazývá místa v systému, kde malá změna může působit velké změny chování systému. Mezi nejjednodušší archetypy patří i Stermanovy základní vzorce chování. U nich jde o případy působení jedné sebeposilující nebo vyvažující zpětnovazebné smyčky. V dalších kapitolách budou představeny další složitější struktury systémových archetypů.

3.4.1 Vybrané příklady systémových archetypů

Meze růstu

Archetyp byl nazván podle stejnojmenné knihy „The Limits to Growth” (Meadows et al., 1972). Struktura je tvořena dvěma smyčkami, jednou sebeposilující a vyvažující. Průběh začíná zrychlujícím se růstem nebo expanzí. Eventuálně dochází ke zpomalení a zastavení růstu a průběh se může dokonce otočit, může dojít k akcelerujícímu pádu. Fáze růstu je způsobena sebeposilující smyčkou, ke zpomalování dochází kvůli vyvažující smyčce, která se začíná s větší silou projevovat, kdy stav systému míří k limitu. Limit může být omezený zdroj surovin nebo externí či interní reakce na růst (Senge, 1990, s. 354).

Příkladem je růst firmy, který způsobuje, že se náročnost projektů s růstem zvyšuje, viz Obrázek 13 (Clancy, 2018, s. 35 - 37). Zvyšují se požadavky na zaměstnance, je za potřebí nových prostor, kvalitní vybavení. Jakmile se tato omezení začnou projevovat, zvýší se doba dokončení nových projektů a menší počet projektů je dokončen úspěšně. Vyvažující smyčka se stává dominantní a počet prodejů začne klesat.



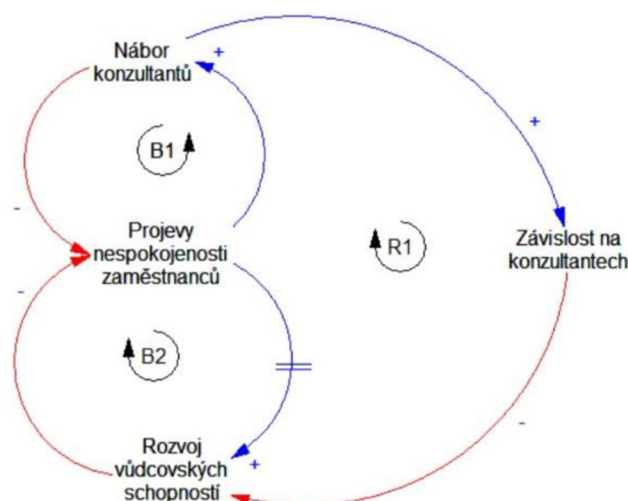
Obrázek 13: Archetyp meze růstu zdroj: vlastní zpracování podle (Clancy, 2018, s. 35)

Přesun břemene

Archetyp „přesun břemene” je možné pozorovat v situacích, kdy v organizaci vzniká problém, který je sice známý, ale dochází pouze k řešení projevů daného problému. Taková

řešení obvykle vedou pouze ke krátkodobým úspěchům, problém spíše jen zakrývají. Jsou sice levná a rychlá, ale s mírou využívání krátkodobých řešení stoupá závislost na těchto řešeních a náročnost řešení příčin problému stoupá (Senge, 1990, s. 357).

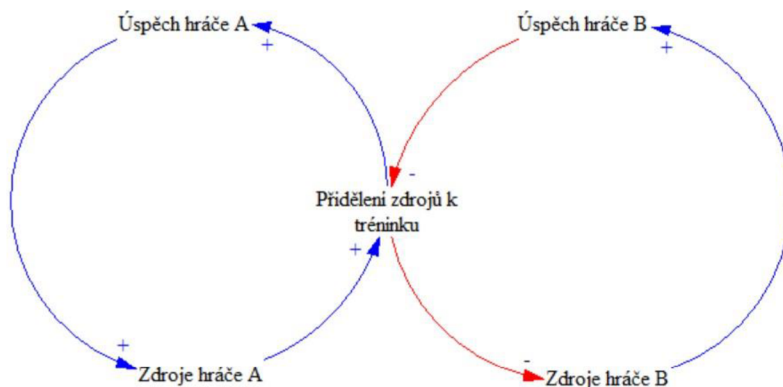
Příkladem může být probíhající organizační změna rostoucí organizace a s tím spojené zvyšující se požadavky na rozvoj vůdcovských schopností řídicích pracovníků viz Obrázek 14 (Mcdonogh, 2014, s. 22 - 24). Nedostatečná kvalifikace se projevuje nespokojeností zaměstnanců. Jako rychlé řešení se v této situaci nabízí najmout konzultantskou firmu, která nad organizační změnou bude dohlížet. S tím, jak firma využívá konzultantských služeb, se zvyšuje závislost na jejich službách. Řešení, které by odstranilo příčiny nespokojenosti zaměstnanců – tedy zlepšování vedoucích schopností vlastních pracovníků – se stává nákladnější.



Obrázek 14: Archetyp přesun břemene zdroj: vlastní zpracování podle (Mcdonogh, 2014, s. 22)

Úspěch úspěšným

Archetypem „úspěch úspěšným” je možné nazvat situaci, kdy dvě aktivity bojují o konečný zdroj surovin (Meadows, 2008, s. 192). Čím je jedna aktivita úspěšnější než druhá, tím více podpory získává a v podstatě vyhladoví druhou. Pokud budou vítězi systematicky odměňováni prostředky k tomu, aby zvítězili znovu, eventuelně silnější a úspěšnější ovládnou všechny zdroje a poražení budou eliminováni.



Obrázek 15: Archetyp úspěch úspěšným zdroj: vlastní zpracování podle (McLean et al., 2019, s. 10)

Příkladem je rozdílný přístup k jednotlivcům při vzdělávání dětí, zaměstnanců nebo tréninku sportovců viz Obrázek 15 (McLean et al., 2019, s. 10). Počáteční úspěch hráče A má za výsledek přístup k lepším tréninkovým podmínkám a kvalitnějším trenérům. Hráč B na začátku tak úspěšný nebyl a nemá přístup ke stejným zdrojům. Hráč B se nezlepšuje tak rychle jako hráč A, což ospravedlňuje alokace více zdrojů hráči A.

3.5 Citlivostní analýza

Jelikož každý model alespoň částečně zjednodušuje realitu a není naprosto přesný, je třeba testovat odolnost závěrů při tvorbě modelu vůči chybám, které mohly nastat při jeho tvorbě. Citlivostní analýza testuje, zda naše závěry jsou v souladu s účelem modelu, i když byly stanoveny s různou úrovní nejistoty. Sterman (2000, s. 883) rozeznává tři druhy citlivosti: numerickou, citlivost na vzorce chování a citlivost na politiku.

Numerická citlivost existuje, pokud změna parametrů změní číselné výsledky. V případě, že se zvýší výkon motoru, vozidlo dosáhne vyšší rychlosti. Všechny modely numerickou citlivost vykazují.

Citlivost na vzorce chování existuje, pokud změna v našem úsudku změní vzorec chování, který model vykazuje. Pokud nový alternativní úsudek změnil průběh z exponenciálního růstu na oscilaci, model tuto citlivost vykazuje.

Citlivost na politiku existuje, pokud změna úsudku otočí důsledky nebo vhodnost navrhované politiky. Pokud snižování cen zvýší podíl na trhu za jedné podmínky, ale za jiných povede k cenové válce a bankrotu, model vykazuje citlivost na politiku.

Numerická citlivost hraje velkou roli v systémech, kde je poměrně snadné určit strukturu modelu nebo zákonech, které ho definují (Sterman, 2000, s. 884). Obecně se ale dá tvrdit, že v lidských systémech na numerické citlivosti tolik nezáleží. Účelem modelů obvykle

nebývá předpovědět zisk v příštím roce nebo kdy se sníží počet prodejů, ale testovat a doporučit politiky, jak přinášet vyšší zisky.

Jednou z možností, jak analyzovat citlivost efektivně, je definovat nejlepší a nejhorší scénář (Stermán, 2000, s. 884 - 886). V nejlepším scénáři jsou všechny parametry nastaveny na hodnoty, které nejvíc přispějí k požadovanému výsledku, v nejhorším scénáři se nastavení provede s opačným záměrem. Vzorce chování pro oba scénáře jsou identické, ale jejich implikace mohou být velmi odlišné. Extrémní situace nejhoršího a nejlepšího scénáře jsou sice velmi nepravděpodobné, ale umožní pochopit, kde se nachází hranice systému.

Software Vensim umožňuje provést citlivostní analýzu na principu simulace Monte Carlo (Ventana Systems, 2024). Při simulaci dochází k určení střední hodnoty veličiny, která je výsledkem náhodného děje a software dopočítá hranice konfidenční intervalů pro vybrané proměnné. Jsou výsledkem opakované simulace, parametry se mění každou simulací.

3.6 Testování modelů

Model musí být testován už při jeho tvorbě (Stermán, 2000). Každá vazba a vytvořená rovnice musí dávat smysl v porovnání s reálným světem. Model musí být otestován vzhledem k extrémním podmínkám. Extrémními lze nazvat takové podmínky, které sice nemohou ve skutečném systému nastat, ale chování systému lze i tak simulovat. Testování je důležitou součástí ověření správnosti modelu a pochopení studovaného systému.

Stermán (2000, s. 859) uvádí specifické testy, které mají za úkol odhalit chyby a zlepšovat modely.

1. Adekvátnost hranic – test by měl zhodnotit, zda se důležité koncepty použité k posouzení problému nacházejí uvnitř systému. Testuje, zda hranice byly nastaveny správně a jak koncepty nacházející se vně hranic mohou ovlivnit chování systému.
2. Test struktury – hodnotí se, zda je model v souladu s poznatky o reálném systému. Zkoumá úroveň agregace, soulad s fyzikálními a jinými zákony.
3. Posouzení parametrů – hodnotí se, zda každý parametr má jasný význam a reálný základ. Hodnoty parametrů musí vhodně reprezentovat parametry reálného světa.
4. Test extrémních podmínek – model by měl být robustní, to znamená vykazovat reálné chování i případě, že vstupy dosahují extrémních hodnot. Každá z rovnic musí

dávat smysl i při extrémních hodnotách vstupů. Při nesmyslném chování je potřeba pečlivě prozkoumat model a najít zdroj a chybu.

5. Test na integrační chybu – pro daný účet je zvolena metoda a časový krok, který je dostatečně přesný. Výsledky by neměly být citlivé na změnu časového kroku nebo metody integrace.
6. Příbuzenský test – test zjišťuje, zda model dokáže generovat chování jiných subjektů ve stejné třídě jako systém, pro který byl model navržen. Model by neměl vysvětlit, proč jeden subjekt byl úspěšný, ale proč jiné subjekty s jinými parametry a politikami rostly pomaleji, stagnovaly nebo úplně selhaly.
7. Test překvapivosti chování – pokud se model chová jinak, než se očekávalo, pravděpodobně je chyba v navrženém modelu nebo v mentálním modelu, případně je chyba v obou modelech. Může poukázat na chyby porozumění dynamiky problému, to indikuje chybu v navrženém modelu.

3.7 Nedostatky modelů

Systémový přístup a principy systémové dynamiky byly a dosud jsou hojně využívány v souvislosti s pandemií COVID-19 (Kontogiannis, 2021). Pandemie zasáhla několik pro lidstvo důležitých systémů. Zdravotnictví trpělo nedostatečnou kapacitou zdravotnických zařízení, zpožděním dodávek (roušky, respirátory, testy, nemocniční lůžka) a nedostatkem personálu. Nepředvídatelný vývoj nabídky a poptávky způsoboval čím dál tím větší problémy v produkci, bankovníctví a dopravě. Většina států zavedla nařízení, které měla za úkol zastavit šíření viru, přesto měla Pandemie velké ekonomické dopady. Její krátkodobé efekty se projevily hned, dlouhodobé následky Pandemie i politických rozhodnutí, která byla provedena v přímé souvislosti s pandemií, jsou pocíťovány ještě dnes.

Vzniklo velké množství modelů sledujících přenosnost a smrtelnost viru v závislosti na různých karanténních opatřeních, které vlády po světě zaváděly. Tyto modely většinou vycházely z jichž známých epidemiologických modelů a ani vysoká dostupnost dat o pandemii s sebou nepřinesla vznik kvalitnějších modelů. Modelům navrženým na počátku Pandemie úplně chyběla schopnost věnovat se sociálním a ekonomickým aspektům sledovaných vládních nařízení. Už na začátku Pandemie mělo být kladeno více důrazu na pochopení jevu COVID-19. Často bylo sledováno pouze jedno číslo – počet úmrtí v souvislosti s COVID-19 (Kontogiannis, 2021).

Mezi prvními modely byl epidemiologický model nákazy COVID-19 od Strubena (2020). Struben modelem popsal vztah dynamiky šíření nákazy a reakce společnosti na šíření nákazy. Model dokázal kombinovat vliv chování jednotlivců a vládních politik. Na základě výsledků byly zjištěny značné rozdíly v šíření viru mezi státy a také ukazovaly návod, jak se chovat v období poté, co počty nakažených kulminovaly.

Později vznikaly i modely, které se rozdíl od prvních modelů více věnovaly sociálnímu a společenskému faktoru. Jeden z takových modelů byl model na určení osob, které je vhodné očkovat co nejdříve při probíhající pandemii, v závislosti na chování společnosti (Rahmandad, 2022). Tento model nepoužíval pouze statistické metody, které zvažily obranný efekt vakcíny v různých věkových skupinách. Klíčový faktor v dynamice šíření COVID-19 byl ten, že chování lidí a vlád se měnilo v závislosti na vnímaném riziku z nákazy. Ukázalo se, že přístup „nejdříve očkovat starší populaci“ je více atraktivní, pokud vakcíny mají předcházet úmrtí spíše než přenosu. Pokud klesne počet úmrtí ve společnosti, tak vnímané riziko, jak ho vnímá společnost, podstatně klesá. Nejlepší výsledky v počtu nakažených a počtu úmrtí model dosahoval při zavedení politiky „nejdříve očkovat ty, u nichž je vysoký počet kontaktů“. Pro tuto politiku ale podle autora existují praktické bariéry. Intuice velí, že nejrozumnější je naočkovat prvně nejohroženější část populace – zejména starší lidi. Rahmandad (2022) závěrem dodává, že pro politiky by bylo těžké přijmout závěry modelu a postupovat proti vlastní intuici.

3.7.1 Tvorba srozumitelného modelu pro cílové publikum

George P. Richardson (2022) zdůrazňuje Forresterovy poučky, jak „zasáhnout a probudit publikum“. Je podle něj důležité klást důraz na potenciální efekty modelu na reálný svět. Termíny jako „citlivostní analýza“ spíše poutají pozornost na technické parametry modelu a systému, a tím mohou odvést pozornost od efektů modelu na reálný svět, které model ukazuje. Přestože sám Forrester na své modely aplikoval různé parametrické testy, vždy jejich výsledky prezentoval za pomoci obecně známých termínů. Z Forresterových myšlenek je možno vyvodit tyto závěry:

- Nabídnout publiku bohatý a pronikavý vhled do jevů, které model ukazuje. Co se ze simulací mohou dozvědět, ale vždy používat obecně známé termíny.
- Nezaměřovat se na jazyk, který by mohl přitahovat pozornost na abstraktní parametry modelu a odvést pozornost od reálného světa.

- Cílem modelu by mělo být ukázat, jak model a zkoumaný problém souvisí a co výsledky simulací implikují.

Nejdůležitějším principem je „psát pro cílové publikum“. Většina z tohoto publika vyžaduje přímé napojení na problémy reálného světa (Richardson, 2022).

Model pro simulaci osobních financí by měl používat obecně známé termíny spíše než technické a vědecké termíny z disciplíny systémové dynamiky, protože podle Schmitt Olabisiho (2023) je to jedna z bariér, která může negativně ovlivnit srozumitelnost modelu a jeho využití pro potřeby běžných lidí neznalých principů systémové dynamiky.

3.7.2 Aplikace pro správu osobních financí

Aplikace pro správu osobních financí nabízejí uživatelům sledovat jejich osobní finance. Takové aplikace jsou schopny na základě vstupních dat modelovat a simulovat současný a budoucí stav osobních financí. Podle autorů French, McKillop a Stewart (2020) aplikace zvýšily znalost uživatelů o financích a pomohly jim osvojit si určité finanční dovednosti. Používání aplikací také vedlo ke zlepšení přístupu ke správě osobních financí a motivace. Přesto zlepšení v chování se k osobním financím nijak nezlepšilo celkovou finanční situaci sledovaných uživatelů.

Podle dalšího výzkumu French, McKillop a Stewart (2021) má využívání aplikací a modelů několik pozitiv. Mimo jiné zvýšilo sebevědomí uživatelů při konání rozhodnutí o tom, jak nakládat s penězi a celkově zvýšilo jejich finanční gramotnost. To mělo za následek zvýšení odolnosti před finančním sebeuspokojováním nedůležitých potřeb a vyvolalo v nich pocit, že správnými finančními rozhodnutími mohou ovlivnit vlastní finanční situaci. Uživatelé byli schopni sledovat svoje pravidelné výdaje a byli schopni zvládnout nečekané výdaje.

Přes tyto pozitivní efekty ale podle autorů (2021) uživatelé nebyli schopni odolat vábení spotřební společnosti nebo maximalizovat užitek svých financím porovnáním nabídek od vícero prodejců, plánovat nákupy nebo zvyšovat svou finanční odolnost před nečekanými událostmi tím, že by tvořili úspory.

Autoři French a kol. (2021) představili několik návrhů, jak zlepšit aplikace tak, aby více pomohly uživatelům s jejich financemi. Navrhli zjednodušení designu aplikací, specializovat se na uživatele s konkrétními problémy a požadavky a zakomponovat do aplikací herní mechaniky (např. digitální odznak za naspoření určité částky).

3.8 Osobní finance

3.8.1 Vymezení pojmu

Osobní finance se věnují problematice využívání příjmů a bohatství a naplňování potřeb a tužeb. Cílem je z mála peněz získat více peněz. Žádoucí je získávat takový majetek, z jehož vlastnictví plynou výhody. Takový zdroj by měl v budoucnosti poskytnout ekonomickou výhodu. Dochází díky němu ke zvýšení příjmu, snížení výdajů, uložení bohatství. Siegel a Yacht (2010, s. 32) zkracují definici osobních financí na: „Oblast osobních financí je o tom učít se, jak získat to, co chceme, a jak bránit to, co máme.”

Siegel a Yacht (2010, s. 32) také upozorňují, že přesto, že nelze navrhnout perfektní plán osobních financí, je důležité pochopit, jak funguje ekonomika, jak ekonomikou protékají peníze a jak lidé tvoří finanční rozhodnutí. I nejlepší plán může selhat, ale očekávat rizika a dělat preventivní opatření před riziky je tím nejlepším, co lze konat, aby byl co nejvíce snížen efekt selhání, chyb a nečekaných událostí. „Čím více těmto oblastem rozumíme, tím lepší je naše schopnost plánovat, využívat příležitostí a vyhnout se selhání.” Siegel a Yacht se v tomto možná nevědomky odkazují na Meadows (2008, s. 169 - 170): „Budoucnost nelze předpovídat, můžeme si ji ale představit (...) Nelze očekávat, že nám svět nepřipraví žádná překvapení, ale lze se na ně připravit (...) Vnímejme, co nám systém říká, zkoumejme jeho vlastnosti a jak můžeme jeho chování využít k zisku něčeho lepšího, něčeho, co bychom bez daného systému sami nezískali.”

3.8.2 Oblasti osobních financí

Peníze jsou hlavním pojmem vyskytujícím se napříč oblastí osobních financí. Jako peníze lze označit jakýkoliv statek, který ve společnosti slouží jako prostředek směny. Mimo to mají peníze funkci stanovení objektivní hodnoty statku, funkci uchovávat hodnotu a ocenění dluhu. (Smithin, 2000)

Inflace je podle České národní banky (Česká národní banka, 2024) nárůst cenové hladiny zboží a služeb v dané ekonomice. V praxi inflace oslabuje reálnou hodnotu neboli kupní sílu měny vůči zboží a službám – pokud je v ekonomice inflace přítomná, je potřeba vynaložit na nákup stejného množství zboží a služeb více jednotek dané měny. Kromě inflace se pravidelně vyhodnocuje tzv. „index spotřebitelských cen“, pomocí kterého lze sledovat změnu nákladů na život.

Steve Forbes a kol. (2022, s. 20 - 22) rozdělují inflaci na dvě složky – nepeněžní a peněžní. Nepeněžní inflace pramení ze změny nabídky a poptávky. Ceny se zvýší v důsledku nízké úrody, eventuelně ale ceny klesnou, protože zemědělci zvýší produkci. Obvykle tedy jde o krátkodobý jev, který dřív nebo později sám vymizí. Oba druhy inflace mají jiné příčiny a následky a mohou nastat zároveň.

Peněžní inflaci autoři nazývají také jako „kažení peněz“. Dům, který měl v roce 2000 hodnotu 2 milionů korun, mohl stát v roce 2021 pět milionů korun. Dům neprošel rekonstrukcí, je potřeba ho opravit, a přesto zvýšil hodnotu. Radost z výdělku na potenciálním prodeji domu ale zkazí zjištění, že pět milionů sotva stačí na koupi jiného podobného domu. Dokonce se může stát, že bude dražší. Peníze při inflaci nejsou schopny naplnit jednu z jejich funkcí – uchování hodnoty.

Podle Callaghana (2011) jsou nejdůležitějšími faktory ovlivňujícími oblast osobních financí a plánování tyto: proměnlivý ekonomický a sociální kontext, věk, vztahy v domácnosti a stav domácnosti, schopnost plánování.

Valouch a kol. (2016, s. 12) považují jako oblast působení osobních financí čtyři základní kategorie: příjmy, výdaje, majetek a závazky. Doporučují tvorbu osobního rodinného rozpočtu za použití nástroje „Výkaz příjmů a výdajů.“ Přináší informace o výši a struktuře výdajů daného jedince nebo domácnosti. „Rozvaha“ je nástroj, který podobně získává informace o majetku jedince nebo domácnosti.

3.8.3 Příjmy

Příjmy jsou peněžní částky, které jednotlivci nebo členové domácnosti získávají (Valouch et al., 2016). Filip (2006, s. 9) příjmy dělí na aktivní, pasivní a portfoliové. Valouch a kol. (2016, s. 12) dodávají ještě kategorii sociálních příjmů a mimořádných příjmů.

Aktivní příjmy jsou tvořeny zejména příjmy ze zaměstnání a podnikání, také sem lze řadit příjmy z autorských poplatků (Valouch et al., 2016). Rozlišujeme **hrubý** příjem a **čistý** příjem. Domácnosti mohou nakládat pouze částkou odpovídající čistému příjmu. Čistý příjem vzniká očištěním hrubého příjmu o sociální a zdravotní pojištění a zdanění. Práce představuje výpočet čisté mzdy z pohledu zaměstnance, odvody a pojištění na straně zaměstnavatele nejsou předmětem zájmu.

Sociální pojištění u zaměstnance odpovídá 7,1 % hrubého příjmu zaměstnance (Ministerstvo práce a sociálních věcí, 2024a). Z toho 6,5 % tvoří důchodové pojištění, od ledna 2024 pak nově přibylo 0,6 % za nemocenské pojištění. Výsledná částka je stanovena po zaokrouhlení na celé koruny nahoru.

Zdravotní pojištění zaměstnance odpovídá 4,5 % hrubé mzdy. V roce 2024 odpovídá minimálně mzdě 18 900 Kč minimální vyměřovací základ (nejnižší výše pojistného) 2 552 Kč. Vzhledem k tomu, že celková částka zdravotního pojištění odpovídá 13,5 % vyměřovacího základu, na nichž se zaměstnanec podílí z jedné třetiny³, odpovídá minimální částka pojistného z hrubé mzdy zaměstnance $\frac{2552}{3} \cong 851$ Kč.

Výši čistého příjmu zaměstnance ovlivňuje také **daň z příjmu fyzických osob** (Česká republika, 1992). Výchozím bodem pro stanovení základu daně je hrubá mzda. Sazba daně činí 15 % pro část základu daně do 3násobku průměrné mzdy a 23 % pro část přesahující 3násobek průměrné mzdy. V roce 2024 se 23procentní daň platí z příjmů, které přesahují 131 901 Kč za měsíc. (Ministerstvo financí ČR, 2023).

Pro výpočet daně lze uplatnit daňové slevy, ta se odečítá od vypočtené daně z příjmu. Sleva, kterou může každý zaměstnanec uplatnit (u maximálně jednoho zaměstnavatele) je **sleva na poplatníka** (Ministerstvo financí ČR, 2023; Finanční správa ČR, 2023). Sleva na poplatníka v 2024 odpovídá částce 30 840 Kč za rok, měsíčně lze uplatnit slevu 2 570 Kč. Dále pak lze uplatňovat **slevu na manžela/manželku** (Finanční správa ČR, 2023), resp. partnera podle zákona upravujícího registrované partnerství. Slevu lze uplatnit za podmínky, že manžel/ka nemá roční příjmy vyšší než 68 000 Kč a zároveň žije ve společné domácnosti s manželem, na kterého je sleva uplatňována. Do těchto příjmů se nezapočítávají dávky sociální podpory nebo rodičovský příspěvek. Díky slevě na manžela lze snížit daňový základ o 24 840 Kč, sleva se uplatňuje při ročním zúčtování daně. Základ daně lze snížit také o placený úrok ve výši maximálně 150 000 Kč. Pro hypotéky sjednané před rokem 2021 platí limit 300 000 Kč. Celý odpočet uplatňuje jeden účastník hypoteční smlouvy nebo více účastníků rovným dílem. Daňové zvýhodnění lze uplatnit na nezaopatřené děti ve formě **slevy na děti** (Finanční správa ČR, 2023). Odpovídá částce 1 267 Kč za jedno dítě, 1 860 Kč za druhé dítě a 2 320 Kč za třetí a každé další dítě měsíčně.

³ 13,5 % / 3 = 4,5 %

Pokud nastane situace, kdy celková uplatňovaná sleva na děti je dostatečně vysoká, může se stát, že výsledná daň z příjmu nabývá záporné hodnoty. V tomto případě se hovoří o tzv. **daňovém bonusu** (Finanční správa ČR, 2023). Jde o částku, kterou finanční úřad vyplatí, pokud je sleva na děti vyšší než vypočtená daň z příjmu. Nárok na daňový bonus má každý, kdo dosahuje příjmu alespoň ve výši 9 450 Kč, tedy ve výši poloviny minimální mzdy. Minimální částka pro výplatu daňového bonusu je 50 Kč.

Sociální příjmy tvoří příjmy od státu (Česká správa sociálního zabezpečení, 2024). Pro diplomovou práci je stěžejní **peněžítá pomoc v mateřství a rodičovský příspěvek**. Peněžítá pomoc v mateřství je vyplácena ženě v zaměstnaneckém poměru, za kterou zaměstnavatel odváděl zdravotní pojištění alespoň 270 dní za poslední 2 roky. Vyplácí se po dobu mateřské dovolené, která začíná 8 až 6 týdnů před porodem a trvá 28 týdnů (37 týdnů v případě, že žena porodí dvě nebo více dětí). Peněžítá pomoc v mateřství odpovídá 70 % redukovaného denního vyměřovací základu za kalendářní den. Denní vyměřovací základ se zjišťuje z příjmu za 12 kalendářních měsíců před nástupem na mateřskou dovolenou. Redukce denního vyměřovacího základu probíhá následovně: Do 1 446 Kč se započítává 100 %, od 1 446 Kč do 2 199 Kč se započítává 60 %, od 2 199 Kč do 4 397 Kč se započítává 30 %, nad 4 397 Kč se nezapočítává.

Rodičovský příspěvek je dávka ze systému státní sociální podpory, na kterou má nárok rodič, který osobně, celodenně a řádně pečuje o dítě (Ministerstvo práce a sociálních věcí, 2024b). Výše rodičovského příspěvku pro rok 2024 je v celkové výši 350 000 Kč, pokud se současně narodí dvě a více dětí, zvyšuje se na 525 000 Kč. Příspěvek je možno pobírat až do tří let věku dítěte, tempo čerpání příspěvku si určuje rodič sám. Maximální výše příspěvku, kterou lze měsíčně pobírat, odpovídá 13 000 Kč nebo 70 % 30násobku denního vyměřovacího základu, pokud je těchto 70 % vyšší.

Mezi portfoliové, mimořádné a pasivní příjmy patří příjmy z investic a finančního majetku, příspěvky od rodičů a dospělých dětí, příjmy z prodeje nepotřebných věcí a příjmy z pronájmu nemovitostí a účastí ve společnostech, kde nevystupujeme v aktivní roli (Valouch et al., 2016).

3.8.4 Výdaje

Peněžní částky, které jsou vynaloženy na zajištění chodu domácnost a potřeb jejích členů jsou nazývány výdaje (Valouch et al., 2016). Filip (2006, s. 206) rozděluje výdaje na:

- Fixní výdaje: výdaje, které je velmi těžké minimalizovat nebo jakkoliv měnit. Mezi ně se řadí: splátka hypotéky, nájem, leasing za auto, platby za internet a mobilní telefon.
- Kontrolovatelné výdaje: výdaje, jejichž výše závisí na rozhodnutí, proto lze jejich výši ovlivnit. Patří mezi ně: výdaje na zábavu (návštěva kulturních akcí, sport apod.), oblečení, pravidelné investiční výdaje a spoření.

Balabán a Noveský (2009, s. 336) rozdělují výdaje na osm základních výdajových kategorií a to na:

- Běžná spotřeba: obvykle spojena s každodenními náklady jako jídlo, náklady na dopravu apod.
- Bydlení: platby spojené s bydlením, nájem, opravy, energie, voda, odpad, internet, atd.
- Vzdělání: výdaje související se vzděláním
- Luxus a zábava: výdaje na koníčky, sport, dovolené
- Ochrana: pojištění – životní, majetková, odpovědnosti, atd.
- Investování a spoření: např. stavební spoření, penzijní připojištění, termínované účty, atd.
- Dluhy: veškeré výdaje spojené s dluhy, hypotéční nebo spotřebitelský úvěr, leasing
- Ostatní: výdaje mimo předchozí kategorie

Zatímco potřeby lidí jsou neomezené, zdroje k jejich uspokojování stejnou vlastností rozhodně nemají (Valouch et al., 2016).

3.8.5 Úvěry a hypotéky

Majetek domácnosti lze financovat z cizích zdrojů. (Valouch et al., 2016) Spotřebitelský a hypotéční úvěr jsou nejběžnějším druhem využívaných peněžních úvěrů v oblasti osobních financí.

Spotřebitelský úvěr je případem tzv. neúčelového úvěru (Teplý, 2013, s. 31). Peníze pocházející z tohoto druhu úvěru je možné využít na jakékoliv účely. Věřitel půjčením vydělává na poplatcích a úroku, dohromady tvoří roční procentní sazbu nákladů (Teplý, 2013, s. 136).

V případě hypotečního úvěru jde o účelový úvěr. Částka se vyplácí přímo na účet dodavatele zboží. Účelové úvěry jsou obvykle vnímány jako méně rizikové a banky nabízejí menší úrokové míry v porovnání s neúčelovými úvěry. Při zřízení hypotečního úvěru banka vyhodnocuje dva ukazatele. Ukazatel LTV (Loan to Value) porovnává celkovou hodnotu nemovitosti a zastavené hodnoty nemovitosti. ČNB upravuje poměr na 0,9 pro žadatele mladší 36 let a 0,8 pro žadatele starší 36 let (Česká národní banka, 2021). Ukazatel DTI (Debt to income) porovnává čisté roční příjmy žadatele a celkový dluh. Je nastaven na 9,5 a 8,5 pro žadatele mladší 36, resp. starší 36 let. Ukazatel DSTI (Debt to Service Income) vyjadřuje podíl celkové výše všech měsíčních splátek na čistém měsíčním příjmu žadatele o úvěr. ČNB od 1. 7. 2023 deaktivovala horní hranici ukazatele (Česká národní banka, 2023). Původní horní hranice byla 45 % a 50 % pro žadatele mladší 36 let. Doporučená maximální doba splácení hypotéky je 30 let.

3.8.6 Investice

Investice Oldřich popisuje (2014, s. 52) jako „Vkládání soudobých prostředků do určitých aktivit, které by měly v budoucnu přinést jako očekávaný výsledek nebo jako „záměrné obětování určité přesné známé dnešní hodnoty za účelem získání vyšší, i když ne zcela jisté hodnoty budoucí“.

Oldřich (2014, s. 53) finance dělí na reálné a finanční investice. Reálné investice bývají vázány na podnikatelskou činnost nebo na hmotné předměty. U finančních investic se vždy jedná o kombinace vlastních peněz, majetkových aktiv a dluhových instrumentů.

Diverzifikace investic spočívá rozložení rizika investice mezi více než jeden investiční produkt. Vytvořením diverzifikovaného investičního portfolia se rizikovost investice snížila (Oldřich, 2014, s. 207).

Kohout (2013, s. 190) navrhuje konstruovat portfolio konzervativní, vyvážené a agresivní. U konzervativní strategie není vyžadován vysoký výnos. Většina portfolia je vložena do nástrojů peněžního trhu (krátkodobé vklady, pokladniční poukázky) a do dluhopisů. Vyvážená strategie alokuje vyvážený podíl portfolia mezi dluhopisy a akcie. Podstatně se zvyšuje investiční riziko. Agresivní strategie alokuje celé portfolio do vysoce rizikových akcií a aktivně řízených fondů.

Kohout (2013, s. 192) upozorňuje, že agresivní strategie může vést k tomu, že hodnota portfolia může poměrně rychle klesnout až o třetinu. Na druhou stranu se díky odvaze

a trpělivosti může i z malého investora využívající takový agresivní přístup stát jednou milionář.

3.8.7 Fáze vývoje osobních financí

Potřeba peněz a osobní statut se mění s časem. Důležitými faktory jsou věk a změna rodinného stavu. Z pohledu osobních financí postupně vystupujeme v rolích mladého bezdětného člověka, zakladatele rodiny, rodiče, a nakonec člověka v předdůchodovém až důchodovém věku (Valouch et al., 2016). Věkové rozmezí daných rolí není přesně dané, ovlivněno může být množstvím faktorů.

Filip (2006, s. 218 - 224) vymezil fáze vývoje osobních financí následovně:

Fáze nízkých úspor: První fáze osobních financí, která se vyznačuje velmi nízkou až zápornou výší čistých aktiv. Představuje období života s rodiči a osamostatňování se. Příjmy stěží pokrývají výdaje, většina finančních rozhodnutí má krátkodobý charakter.

Fáze výpůjček: Ve fázi výpůjček se obvykle nacházejí mladé bezdětné páry a mladé rodiny. Společné příjmy bezdětného páru převyšují výdaje a vytváří prostor pro tvorbu úspor. Pár přijímá finanční rozhodnutí týkající se bydlení, v případě vlastního bydlení ho zpravidla financuje pomocí hypotéky. S rozrůstáním rodiny se snižují příležitosti pro tvorbu úspor.

Fáze investic: Příjmy se postupně zvyšují díky růstu mzdy ze zaměstnání a rodina postupně začíná těžit z investovaných peněz. V této fázi přebývá v rodinném rozpočtu poměrně dost finančních prostředků, které je možné investovat. Buduje se majetek na důchod.

Fáze čerpání majetku: V důchodovém věku by měl finanční majetek být dostatečně vysoký na to, aby příjmy z něj plynoucí pokrývaly náklady na život i po tom, co mzdu nebo plat nahradí důchod a dávky z důchodového systému.

4. Vlastní práce

Předmětem práce je simulační model umožňující simulaci osobních financí člověka a jeho domácnosti v produktivním věku. Při tvorbě modelu jsou uplatňovány znalosti a postup tvorby modelu z literární rešerše. Tvorba modelu je rozdělena do jednotlivých kroků. Kromě samotné tvorby modelu je popsán i sběr a příprava dat pro simulační model.

4.1 Definice problému

Osobní finance se týkají správy peněz jednotlivce nebo rodiny. Zahrnují všechny aspekty finančního života, včetně příjmů, výdajů, úspor, investic a správy dluhů. Cílem osobních financí je dosáhnout finanční stability a bezpečnosti.

V dnešní době se musí mladý člověk právě vstupující do pracovního procesu sám zorientovat a plánovat osobní finance. Má určité cíle, které se u každého jednotlivce jemně liší. Za hlavní cíle se dají s velkou pravděpodobností považovat pořízení vlastního bydlení a finanční zabezpečení rodiny. Plánování osobních financí by měl být proces, který pomůže cíle naplnit.

Špatný nebo žádný plán může mít fatální důsledky pro jednotlivce i celou rodinu. Podle Exekutorské komory bylo k 1. 2. 2024 v exekuci 644 857 lidí (Exekutorská komora, 2023). Ačkoliv se dlouhodobě daří snižovat počet fyzických osob v exekuci (v roce 2017 bylo vedeno 863 tis. exekucí), stále se exekuce dotýkají poměrně velké části české populace. Obvykle navíc dlužník čelí více než jedné exekuci, k 1.2. je vedeno 4 050 185 exekucí, na jednoho dlužníka průměrně připadá více než šest exekucí (Exekutorská komora, 2023). Simulační model by měl pomoci s tvorbou takového finančního plánu, který předejde finančním problémům a nařízení exekuce.

V důsledku geopolitických událostí, pandemie a finanční krize se zvýšil strach z budoucnosti. Podle průzkumu provedeném v USA v roce 2022 způsobovalo rostoucí tempo inflace stres u 87 % dotázaných (Heckman, 2023). Autorovo přesvědčení je, že stres způsobený nejistotou ohledně financí nebo dokonce špatnou finanční situací může být kompenzován dobrým finančním plánováním. Pozitivní zprávou je, že podle průzkumu České bankovní asociace je finanční gramotnost Čechů dlouhodobě stabilní na dobré úrovni (Česká bankovní asociace, 2023). Stále více lidí se zajímá o to, jak chránit své úspory před inflací. Finanční gramotnost se neliší napříč regiony, rozhodující je vzdělání. Lidé se

základním vzděláním nebo výučním listem dosahují hodnoty 47 a absolventi vysokých škol hodnoty 64. Lidé s maturitou dosahují průměrné hodnoty indexu finanční gramotnosti - 56. Přes tyto pozitivní zprávy pouze 32 % respondentů bylo schopno správně posoudit výhodnost úvěru. Nejčastěji tvoří pouze tříměsíční rezervu. V České republice je stále 22 % domácností ohroženo inflací a 35 % Čechů očekává, že se jejich finanční situace bude zhoršovat (Česká bankovní asociace, 2023).

Podle průzkumu společnosti Deloitte (Deloitte, 2023a) musel průměrný občan České republiky v roce 2022 k nákupu nového bytu o velikost 70 m² utratit 13,3 ročních příjmů. To řadilo Českou republiku na vrchol žebříčku nedostupnosti vlastního bydlení v rámci Evropské unie. V roce 2023 bylo Česko v žebříčku předstiženo Slovenskem (14,1 průměrných příjmů), stále však pro Čechy platí požadavek 13,3 ročních příjmů na koupi nového bytu.

Dosažení cíle koupě vlastního bydlení i vedení vyrovnaného rozpočtu je pro řadu lidí výzvou. Neplánovat nebo vytvořit špatný plán může vlivem špatných finančních rozhodnutí a neočekávaných událostí vést k finančním problémům a bankrotu.

4.2 Stanovení cíle modelu

Simulačnímu modelu byl stanoven cíl odpovídat na otázky, jak změna finančního chování nebo externí zásahy do financí ovlivní budoucí vývoj osobních financí. Na modelu je aplikováno několik scénářů, které ovlivní vybrané parametry a chování částí systému a budou simulovat jejich vliv na vývoj financí.

Na základě poznatků z konzultace s finančním poradcem byly vytvořeny modelové situace – scénáře, které mění vybrané parametry. Modelové situace reflektují reálné finanční situace klientů finančního poradce.

- 1) Pro úspěšnou žádost o hypotéční úvěr musí žadatel našetřit určitý díl dlužné částky, velikost dílu je určena ČNB a dalšími podmínkami banky, která úvěr schvaluje. Našetření „prvního milionu“ je pro velkou část žadatelů o hypotéční úvěr zásadní překážkou před pořízením vlastního bydlení. Scénář má za účel vylepšit roční bilanci rozpočtu, aby bylo možno o hypotéční úvěr požádat co nejdříve.
- 2) Druhý scénář představuje situaci, kdy dochází k náhlému výpadku příjmů jednoho z vydělávajících členů domácnosti. K výpadku dochází dobrovolně nebo z důvodu

pracovní neschopnosti. Příjmu mohou z rozpočtu vypadnout na krátkou dobu, z důvodu závažné nemoci nebo úrazu může dojít k trvalé pracovní neschopnosti. Otázka je, jak dlouho je schopna domácnost vyžít z našetřených financí a zda je potřeba změnit finanční chování domácnosti, aby byla finanční situace dlouhodobě udržitelná.

- 3) Ze zkušeností finančního poradce je jednou z priorit klientů žádajících o hypoteční úvěr splácet co nejmenší pravidelnou částku i za cenu delší doby splácení úvěru. Delší doba splácení úvěru ale zvyšuje konečnou cenu hypotéky, protože domácnost vynaloží více financí na placení úroků. Díky působení inflace a růstu mezd je podíl splátky hypotéky na celkových výdajích každý rok nižší. V praxi je obvyklé, že zatímco na počátku splácení úvěr je podíl na výdajích např. 30 %, ke konci se snižuje až na 10 %. Ve scénáři bude sledován podíl splátky hypotéky na celkových výdajích a změnu celkové ceny hypotéky podle změny parametru doby splácení hypotéky.
- 4) Výdaje spojené s výchovou dětí představují pro rozpočet domácnosti poměrně velkou zátěž. Domácnosti s vyššími výdaji nemají k dispozici tolik volných prostředků, aby si pořídili dražší nemovitost. Scénář sleduje vývoj spotřebních výdajů a roční bilance rozpočtu podle počtu vychovávaných dětí, od žádného dítěte až tři děti.

4.3 Popis dat

Než bude dána struktura modelu a připraveny všechny rovnice v programu Vensim PLE, je nutné sesbírat a představit data, která jsou využita při simulaci. K modelování jsou použita převážně data z Českého statistického úřadu (dále jen ČSÚ). Parametry o dostupnosti a ceně nemovitostí a nájmu byla získána z dat od společnosti Deloitte Česká republika. Údaje ČSÚ o výdajích na děti pocházející z roku 2003 jsou ale více než 20 let stará, aktuálnější data nebyla od té doby zveřejněna. Proto jejich relevantnost byla ověřena porovnáním s článkem Ing. Lukáše Kovandy Ph.D. z roku 2021 o ceně výchovy jednoho dítěte v ČR. Pro všechny parametry jsou používána data z roku 2022, data pro rok 2023 nebyla při psaní práce dostupná.

4.3.1 Příjmy

Data o příjmech jsou čerpána z publikace Struktura mezd zaměstnanců (ČSÚ, 2023b), která je současném stavu vydávána od roku 2011. Průměrný hrubý měsíční příjem zaměstnanců v roce 2022 odpovídal 40 353 Kč. Medián mezd je o něco nižší a jeho výše je 37 463 Kč. Podle ČSÚ zhruba dvě třetiny zaměstnanců pobírá mzdu nižší než průměr. Medián mezd mužů je o 5 678 Kč vyšší než u žen. Osmdesát procent zaměstnanců bylo odměňováno mzdou mezi 18 666 Kč až 70 514 Kč. Průměrná mzda se liší podle dosaženého vzdělání. Lidé se základním vzděláním pobírali mzdu 30 645 Kč, se středním 42 182 Kč, s vysokoškolským 64 942 Kč. Nejvyšší průměrné mzdy dosahovali lidé ve věku od 40 do 44 let, a to 46 462 Kč. Oproti lidem ve věku od 25 do 29 let představoval nárůst průměrné mzdy 7 441 Kč.

Průměrná mzda a tempo růstu je výchozím bodem pro základní scénář simulace. Další scénáře čerpají z dat o příjmech ze zmíněné publikace hlavně kvůli tomu, aby se předešlo tvorbě nereálného scénáře, který by u reálného člověka nemohl nikdy nastat.

4.3.2 Výdaje

Data o výdajích jsou čerpána z publikace Spotřební výdaje domácností (ČSÚ, 2023c). Model rozděluje výdaje na spotřební výdaje a výdaje na bydlení (nájem nebo splátka hypotéky plus drobné úpravy a opravy). Dále je potřeba zvlášť určit spotřební výdaje dospělých a dětí. Publikace toto rozdělení explicitně neuvádí, ale pro dosažení cíle modelu je třeba ho provést. V roce 2022 byl průměrný výdaj domácnosti na jednoho člena 180 773 Kč a z toho 16 431 Kč bylo tvořeno nájemným. Domácnosti s pouze dospělými členy vydaly průměrně 199 871 Kč, z toho 20 132 Kč na nájemné. Spotřební výdaje a zejména náklady na nájemné se liší podle právního důvodu užívání bytu. Zatímco náklady domácností žijících ve vlastních domech byly 1 180 Kč a celkové spotřební výdaje pak 163 777 Kč, u domácností žijících v pronajatém domě nájemné činilo 49 238 Kč a celkové 193 274 Kč. Na základě těchto dat bylo stanoveno, že ze spotřebních výdajů bude odečteno 25 %, aby byly spotřební výdaje očištěny o náklady na bydlení.

Poslední publikace, která se věnovala studii spotřebních nákladů dětí, je publikace Náklady na výchovu a výživu dětí pro rok 2003 (ČSÚ, 2004). Průměrné vydání domácností s dětmi byl v roce 2003 58 % na dospělé a 42 % na děti. Takto jsou ale agregovány děti každého věku. Podíl celkových výdajů na děti podle věku obsahuje Tabulka 2 níže.

Věková skupina	Do 2 let	3 až 5 let	6 až 9 let	10 až 14 let	15 až 17 let	18 a více let
Podíl na dospělého	73 %	73 %	77 %	85 %	97 %	110 %

Tabulka 2: Procentuální vyjádření výdajů na děti na 1 dospělého zdroj: vlastní zpracování podle (ČSÚ, 2004)

V roce 2021 ekonom Lukáš Kovanda a bývalý člen Národní ekonomické rady vlády publikoval článek, ve kterém vyčíslil cenu za výchovu dítěte do 18 let věku na 1,6 miliónu (Kovanda, 2021). Kromě toho rozpočítal náklady na výchovu dětí v různém věku. Publikace ČSÚ i Kovanda se shodují v tom, jak rychle narůstají náklady na dítě až do 15 let věku. Ve vyšším věku jsou náklady podle Kovandy řádově o procenta vyšší než podle ČSÚ. Kovanda ale oproti publikaci ČSÚ počítá pro děti starších 15 let s poměrně vysokými náklady na ubytování (internát, koleje). Vyšší náklady na ubytování pro děti starších 15 let mohou být modelovány při tvorbě scénářů.

Lidé upravují výši svých výdajů podle výše jejich příjmů. Tabulka 3 uvádí kvintilové rozdělení domácnost podle výše peněžních příjmů na osobu. Informace z tabulky jsou využity pro modelování výše spotřebních výdajů, resp. pro určení toho, jak moc se spotřební výdaje snižují či zvyšují v závislosti na příjmu.

Kvintily	Nejnižších 20 %	Druhých 20 %	Třetích 20 %	Čtvrtých 20 %	Nejvyšších 20 %
Spotřební výdaje (Kč)	127 051	164 933	178 712	202 555	269 616
Poměr k průměru	≈ 0,7	0,91	≈ 1	1,12	≈ 1,5

Tabulka 3: Kvintilové rozdělení spotřebních výdajů 2022 zdroj: vlastní zpracování podle (ČSÚ, 2023c)

Výchozí hodnotou spotřebních výdajů pro dospělého je 75 % z 199 871 Kč. Zbýlých 25 % je vynaloženo na náklady na bydlení, ty jsou v modelu ale počítány zvlášť. Po zaokrouhlení je výchozí hodnota spotřebních výdajů dospělého 150 000 Kč. Pro náklady na dítě se vychází z publikace Náklady na výchovu a výživu dětí pro rok 2003. Spotřební náklady lze snížit na 0,7násobek a zvýšit až na 1,5násobek průměru.

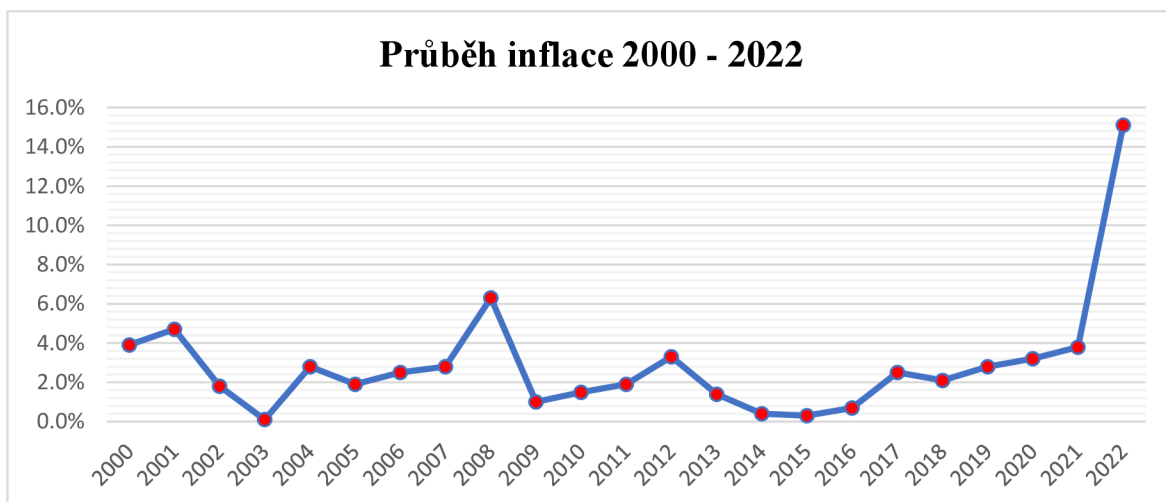
4.3.3 Náklady na bydlení

ČSÚ nevydává žádnou publikaci věnující se průměrné ceně nájmu nebo ceně nájmu za m² pronajímaného bytu. Částečně lze vyčíst data publikace Spotřební výdaje domácností, bohužel publikace buď nerozlišuje právní podobu užívání bytu (pronájem, družstevní byt, osobní vlastnictví), nebo agreguje data všech regionů. Cena pronájmu bytu je stanovena s využitím publikace Rent Index Q4 2022 (Deloitte, 2023b). Průměrná cena za v roce 2022 za pronájem metru čtverečního v Praze byla 368 Kč/m², celorepublikově pak 273 Kč/m².

Pro zjištění průměrné ceny nemovitosti je využita publikace Ceny nemovitostí od ČSÚ (ČSÚ, 2023a). Průměrná cena bytu v roce 2022 v Praze byla 112 677 Kč/m², v celé České republice 61 797 Kč/m². Průměrná velikost prodávaného bytu v Praze a celé České republice je 60 m², resp. 61 m². Průměrná cena rodinného domu v roce 2022 v Praze byla 104 195 Kč/m², v celé České republice 49 834 Kč/m². Průměrná velikost prodávaného rodinného domu v Praze a celé České republice je 102 m², resp. 88 m².

4.3.4 Inflace

Data o inflaci jsou čerpána z publikace ČSÚ Inflace a spotřebitelské ceny (ČSÚ, 2024). Inflace v roce 2022 dosáhla výše 15,1 %. Pro účely simulace bylo nutné znát hodnoty inflace z delší časové řady. Mezi roky 2000 až 2022 dosáhla inflace nejnižší hodnoty 0,1 % v roce 2003, nejvyšší hodnota byla zaznamenána ve zmíněném roce 2022. Průměrná hodnota inflace byla 2,9 % a směrodatná odchylka 2,97 %. Při nezapočtení extrémního výkyvu v roce 2022 je průměrná hodnota inflace 2,4 % a směrodatná odchylka 1,4 %. Průběh inflace za sledované období je vyjadřuje Graf 1.

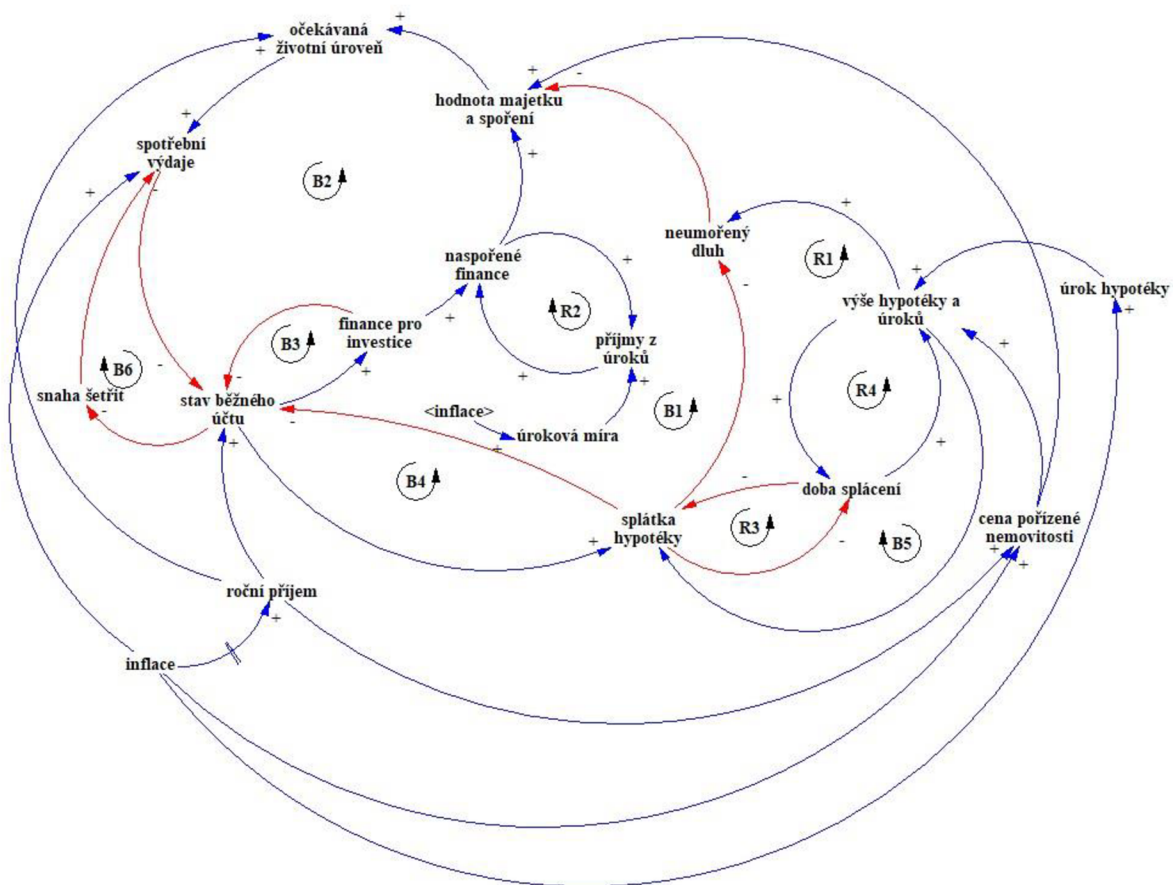


Graf 1: Průběh inflace 2000–2022 zdroj: vlastní zpracování podle (ČSÚ, 2024)

4.4 Příčinný smyčkový diagram osobních financí

Tvorba příčinně smyčkového diagramu je první krok samotného modelování. Diagram nabízí náhled na celkovou strukturu systému. Nástroj je vhodný pro prezentaci a interpretaci problému. Samotný diagram reprezentuje mentální model, který byl sestaven ze znalostí vycházejících ze zkušeností, studia problematiky osobních financí a v neposlední řadě také z poznatků získaných při konzultacích s odborníkem z praxe. Kombinace těchto znalostí vytváří představu o důležitých proměnných a vztazích v plánování osobních financí.

Diagram (Obrázek 16) byl vytvořen v programu Vensim PLE. Ve struktuře obsažené vazby jsou označeny kladně (+) a záporně (-). Vazby vytvořily několik zpětnovazebných smyček. Jak posilující (R – reinforcing) i vyvažující smyčky (B – balancing) jsou jednotlivě popsány v dalších kapitolách. Kapitoly obsahují jak slovní popis chování smyčky, tak i seznam proměnných v jednotlivých smyčkách. Jednotlivé proměnné v seznamech odděluje znaménko + nebo – podle charakteru vazeb. Charakter vazeb i smyček byl určen s využitím poznatků obsažených v kapitole 3.2.1.



Obrázek 16: CLD osobní finance (zdroj: vlastní zpracování)

4.4.1 Posilující zpětnovazebné smyčky

Rovnováha dluhu a výdajů (R1)

Čím vyšší je *doba spláčení*, tím více narůstá celková *výše hypotéky a úroků*, neboli obnos peněz, který je zaplacen za pořízenou nemovitost. Výše neumořeného dluhu se zvyšuje o hodnotu v rámci *výše hypotéky a úroků*. Od *celkové hodnoty spoření a majetku* se odečítá hodnota neumořeného dluhu, protože nesplacený majetek je zatížen tímto dluhem. Od *výše celkové hodnoty spoření a majetku* se odvíjí *očekávaná životní úroveň*, která se rostoucím bohatstvím zvyšuje. *Spotřební výdaje* stoupají s tím, jak stoupá *očekávaná životní úroveň*. Spotřební výdaje odvádí peníze z běžného účtu, proto *stav běžného účtu* klesá s rostoucí hodnotou spotřebních výdajů. Od částky, která na běžném účtu zůstává, se odvíjí *výše nastavené pravidelné splátky hypotéky*, popř. mimořádné splátky, o kterou lze snížit hodnotu dluhu. Výše splátky ovlivní dobu spláčení vazbou s negativní polaritou, protože čím vyšší je výše splátky, tím nižší je *doba spláčení*.

R1: *doba spláčení + výše hypotéky a úroků + neumořený dluh – celková hodnota spoření a majetku + očekávaná životní úroveň + spotřební výdaje – stav běžného účtu + splátka hypotéky + doba spláčení*

Zhodnocování úspor (R2)

Smyčka vykazuje chování exponenciálního růstu. Čím vyšší je hodnota *naspořených financí*, tím vyšší je částka ve formě *příjmů z úroků*, o kterou naspořené finance rostou.

R2: *naspořené finance + příjmy z úroků + naspořené finance*

Dynamika doby spláčení (R3)

Čím více se prodlužuje *doba spláčení*, tím vyšší je *výše hypotéky a úroků*, tedy částka, kterou bude stát spláčení hypotéky za zakoupenou nemovitost. S rostoucí dlužnou částkou poroste i *doba spláčení*, jelikož je spláčení potřeba rozložit na delší dobu.

R3: *doba spláčení + výše hypotéky a úroků + doba spláčení*.

Stanovení výše pravidelných splátek (R4)

Stejně jako smyčka R3 se i smyčka R4 týká spláčení hypotéky. *Dobu spláčení* zde ale na rozdíl od předchozí smyčky ovlivňuje výši *splátky hypotéky*. Čím vyšší splátku je možné

nastavit, tím kratší bude doba splácení. Stejný vztah platí i obráceně, čím kratší má být doba splácení, tím vyšší musí být výše splátky.

R4: *splátka hypotéky – doba splácení – splátka hypotéky*

4.4.2 Vyvažující zpětnovazební smyčky

Odstranění dluhu (B1)

Splátka hypotéky snižuje hodnotu *neumořeného dluhu*. Čím vyšší je splátka, tím rychleji klesá hodnota dluhu. *Hodnota spoření a majetku* je nižší o hodnotu dluhu. Další část smyčky probíhá přes stejné proměnné jako smyčka R1. *Spotřební výdaje* rostou s *očekávanou životní úrovní*, která také roste s *hodnotou spoření a majetku*. Spotřební výdaje snižují *stav běžného účtu*, jelikož peníze na pokrytí spotřebních výdajů odchází právě z běžného účtu. Čím nižší je stav běžného účtu, tím nižší je *splátka hypotéky*.

B1: *splátka hypotéky – neumořený dluh – hodnota spoření a majetku + očekávaná životní úroveň + spotřebních výdajů – stav běžného účtu + splátka hypotéky*

S jídlem roste chuť (B2)

Čím více peněz pravidelně zůstává na účtu a je vyšší *stav běžného účtu*, tím více peněz je možné použít jako *finance pro investice*. Čím více peněz se investovalo, tím vyšší je hodnota *naspořených financí*. Tento obnos peněz se započítává do *hodnoty majetku a spoření*, která se s rostoucím objemem naspořených financí zvyšuje. *Spotřební výdaje* i *očekávaná životní úroveň* rostou s tím, jak roste hodnota majetku a spoření. Čím více je vydáno ve formě spotřebních výdajů, tím méně jich zůstává na účtu a *stav běžného účtu* je nižší. Smyčka se chová tak, že čím více peněz je naspořeno, tím nižší je potřeba investovat další finance. Očekávaný životní standard je tak vysoký, že spotřební výdaje s ním spojené ani na účtu nenechávají žádné finance pro investice.

B2: *stav běžného účtu + finance pro investice + naspořené finance + hodnota majetku a spoření + očekávaná životní úroveň + spotřební výdaje – stav běžného účtu*

Kolik investovat (B3)

Smyčka hledá rovnováhu mezi obnosem peněz, který je používán pro investice a zůstatkem na účtu. Čím vyšší jsou *finance pro investice*, tím méně financí zůstane na *stavu běžného účtu*. Čím více peněz na účtu je, tím více peněz je možno investovat.

B3: *finance pro investice – stav běžného účtu + finance pro investice*

Nastavení výše splátky (B4)

Smyčka je chováním velmi podobná smyčce R3. Čím více financí obsahuje proměnná *stav běžného účtu*, tím vyšší může být výše *splátky hypotéky*. Splátka ale snižuje stav běžného účtu.

B4: *stav běžného účtu + splátka hypotéky – stav běžného účtu*

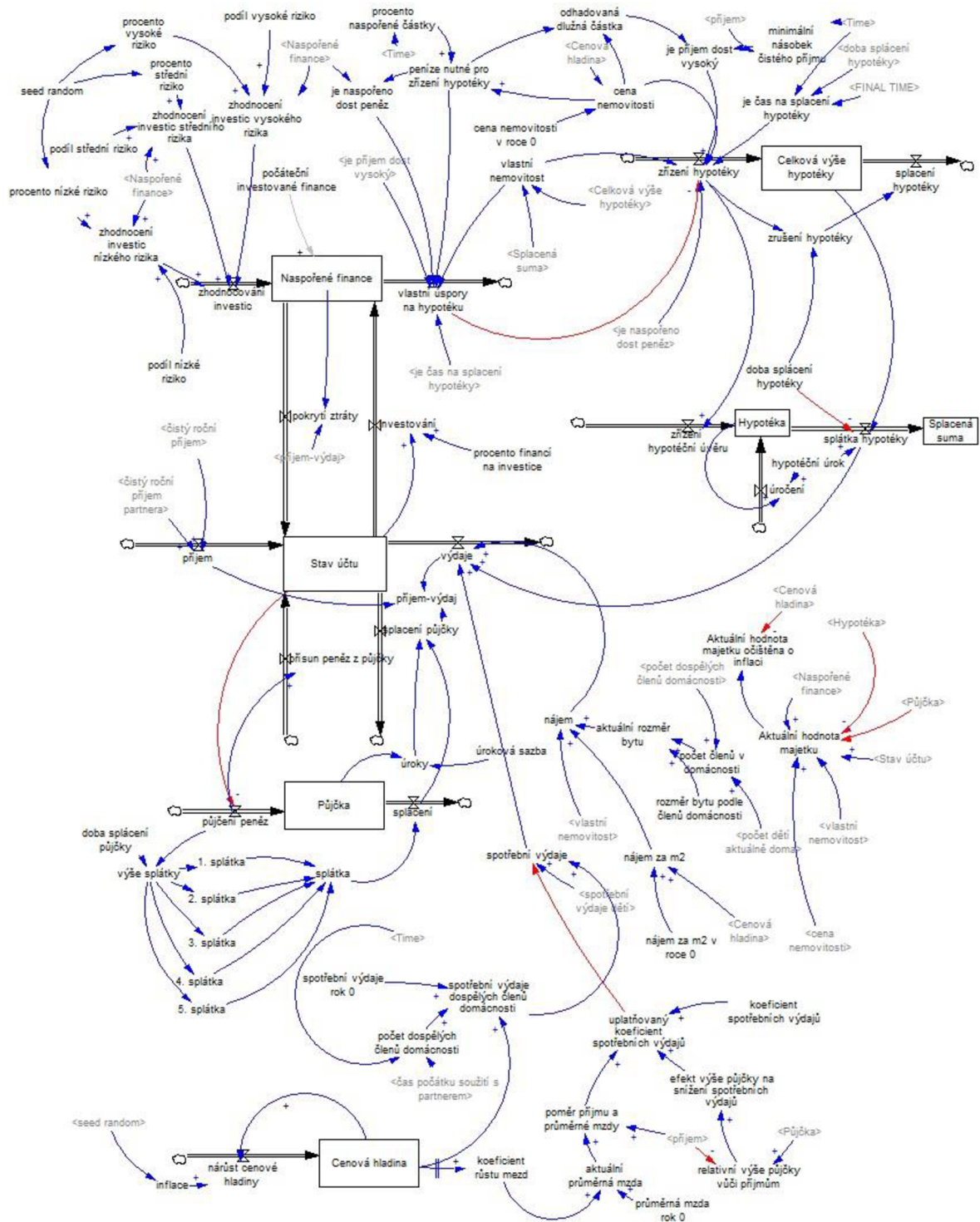
Jak dlouho splácet (B5)

Nastavení splátky hypotéky a dobu splácení popisuje smyčka B5. Se stoupající hodnotou *splátky hypotéky* klesá *doba splácení*, po kterou se splátky budou platit. Čím kratší je doba splácení, tím nižší je výše hypotéky a úroků. Vztah samozřejmě platí i opačně, čím déle se splácí, tím více se celkově za hypotéční úvěr zaplatí.

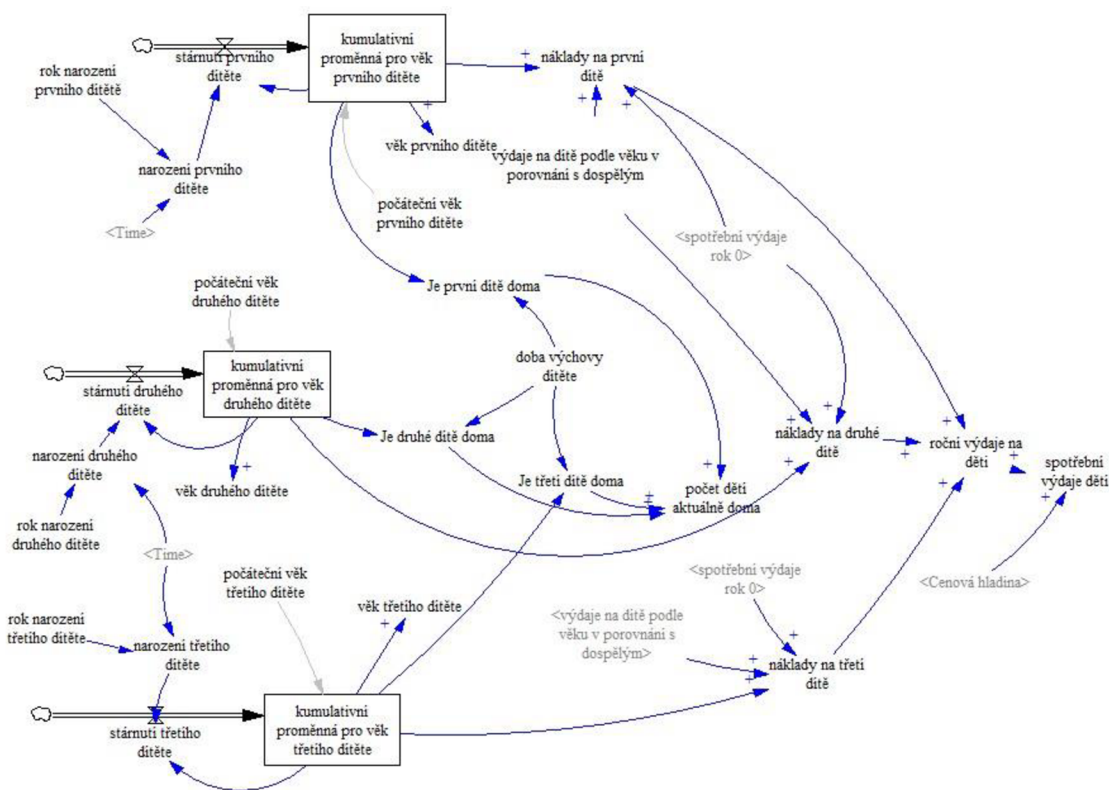
B5: *výše hypotéky a úroků + splátka hypotéky – doba splácení + výše hypotéky a úroků*

4.5 Diagram stavů a toků

Diagram stavů a toků byl vytvořen v programu Vensim PLE. Diagram je doplněn o rovnice, které umožňují výpočet sledovaných hodnot. Pro správný převod do diagramu stavů a toků bylo nutno správně určit, které proměnné jsou stav, tok nebo konstanta. Aktuální časový krok simulace odpovídá věku člověka. Simulační model se věnuje pouze situaci člověka v produktivním věku, počáteční časový krok je nastaven 25, konečný časový krok by měl být věkem odchodu do důchodu. V současnosti je možné určit důchodový věk lidí narozených do roku 1971, pro mladší ročníky zatím není znám (ČSSZ, 2023). V roce 2024 je horní hranice věku odchodu do důchodu stanovena na 65 let, ale dá se přepokládat, že pro dnešní čtyřicátníky a mladší se bude hranice zvyšovat. Jeden z posledních plánů Ministerstva práce a sociálních věcí počítá s nárůstem věku odchodu do důchodu až na 68 let (Křovák, 2023). Proto byl poslední časový krok nastaven na 68. Model dokáže počítat s výdaji na výchovu až tří dětí. Z důvodu přehlednosti a velikosti modelu je model rozdělen do několika struktur a samotný popis do několika kapitol. Seznam všech proměnných a jejich nastavení je možné nalézt v přílohách. Obrázek 17, Obrázek 18 a Obrázek 19 zachycují celý model. Model byl při tvorbě rozdělen do tří samostatných pohledů.



Obrázek 18: SFD pohled Finance (zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 19: SFD pohled děti (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.1 Struktura vlastních financí

Hlavní struktura obsahuje výpočet bilance ročního účtu domácnosti, jehož výsledek se ukládá ve stavové proměnné *Stav účtu*. Struktura je zobrazena na níže (Obrázek 20).

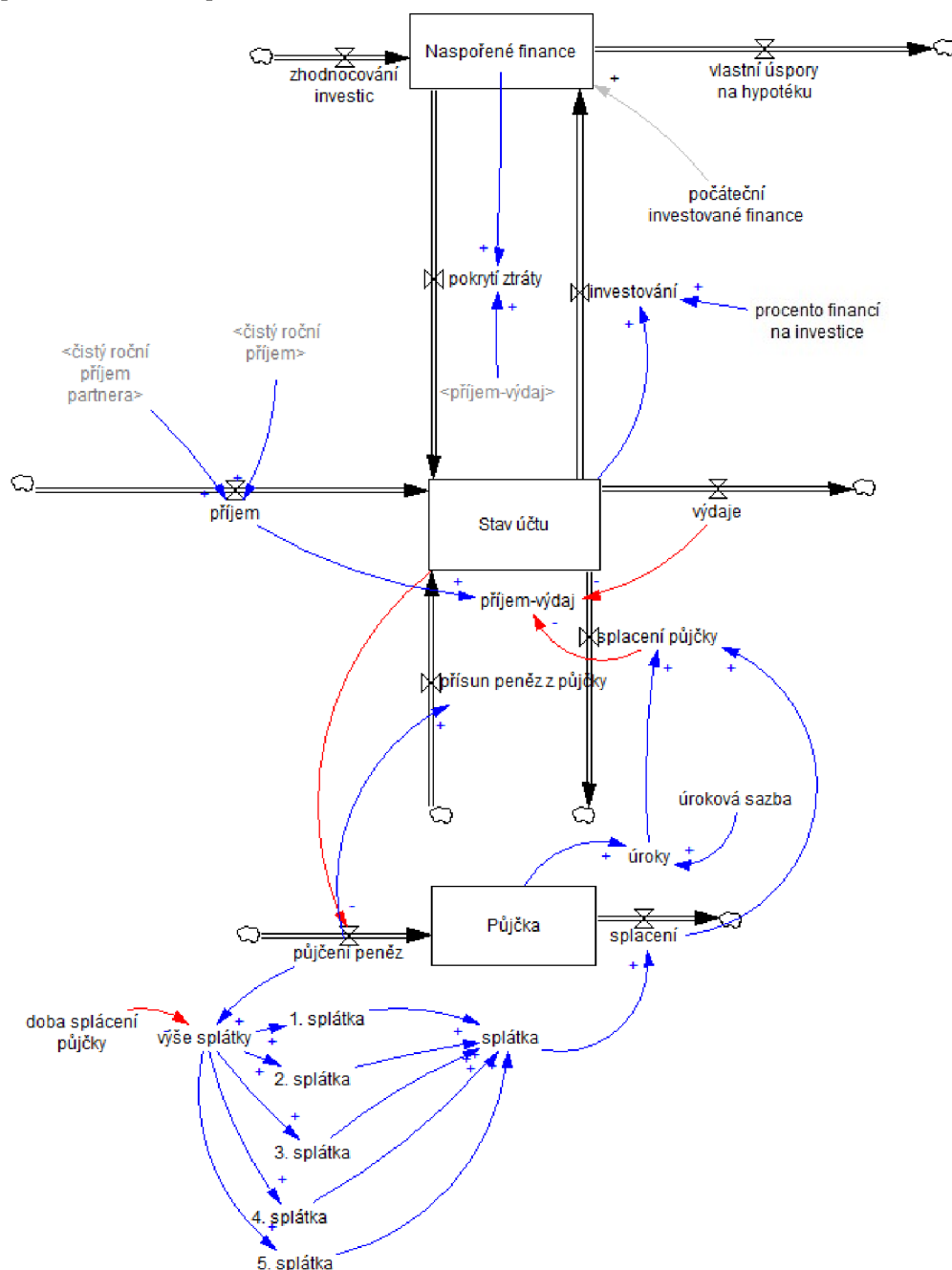
Stavová proměnná *Stav účtu* je ovlivňována více tokovými proměnnými viz Rovnice 4.

$$\text{INTEG}(\text{pokrytí ztráty} + \text{příjem} + \text{přisun peněz z půjčky} - \text{investování} - \text{výdaje}, 0) \quad (4)$$

Tokové proměnné *pokrytí ztráty* a *přisun peněz z půjčky* se realizují v případě, že v daný rok skončí hodnota proměnné *Stav účtu* v záporných hodnotách. V základním scénáři odpovídá hodnota proměnné *investování* 80 % financí, která zůstává na účtu, pokud je *Stav účtu* v kladných číslech. Proměnná *příjem* se skládá z pravidelných příjmů jednoho nebo dvou vydělávajících členů domácnosti. Popis struktury výpočtu příjmů a výdajů je obsažen v samostatných kapitolách.

Naspořené finance jsou pravidelně zhodnocovány a jednorázově využity při zřízení hypotéky. Hodnota naspořených financí je důležitá při vyhodnocení jednotlivých scénářů. Pomocí tokové proměnné *pokrytí ztráty* jsou odčerpány peníze *Naspořených financí* v případě, že by po započítání výdajů daného roku skončil *Stav účtu* v červených číslech.

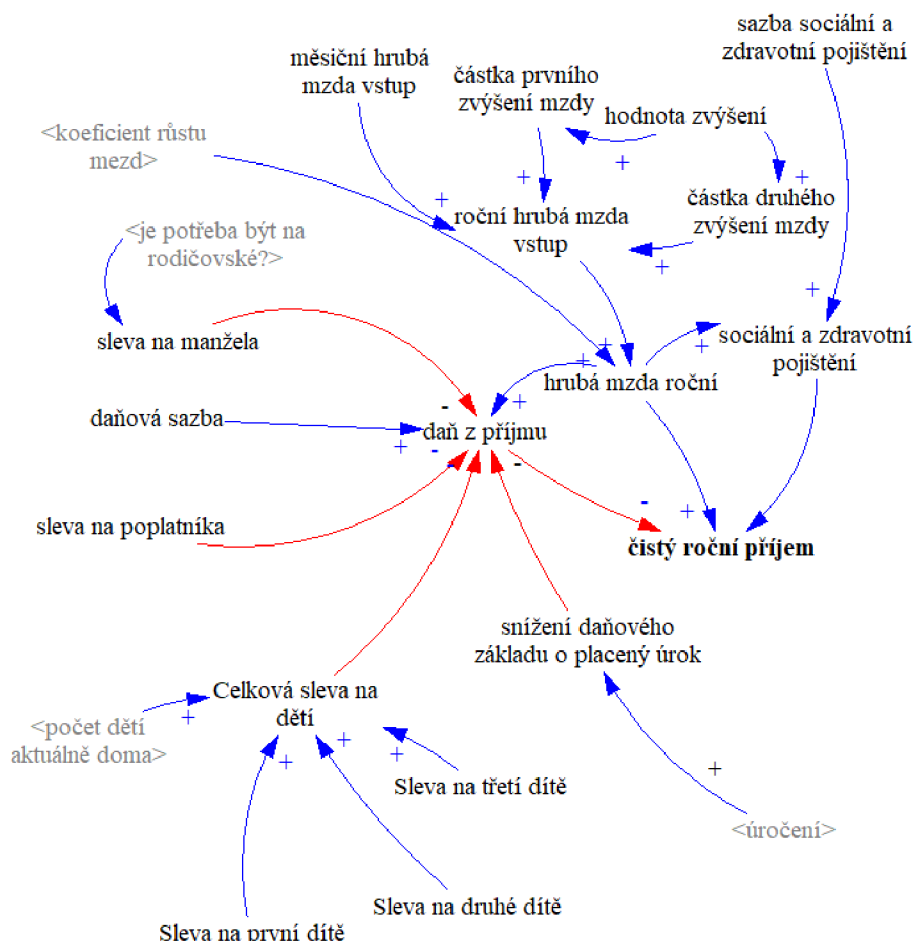
Pokud se *Stav Účtu* na konci roku nachází v záporných číslech i po započítání *pokrytí ztráty*, zbylé finance jsou získány ve formě půjčky. Vzhledem k tomu, že v rámci statistiky spotřebních výdajů jsou vedeny položky jako rekreace, nákup dopravních prostředků, lze půjčku považovat za formu financování takových nákladů. Splatnost půjčky je stanovena proměnnou *doba splácení půjčky*, úroková sazba je 6 %. Zavedení půjčky do modelu osobních financí je žádoucí pro možnost penalizace domácnosti v okamžicích, kdy financuje svou spotřebu cizím kapitálem.



Obrázek 20: Struktura vlastních financí (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.2 Příjmy

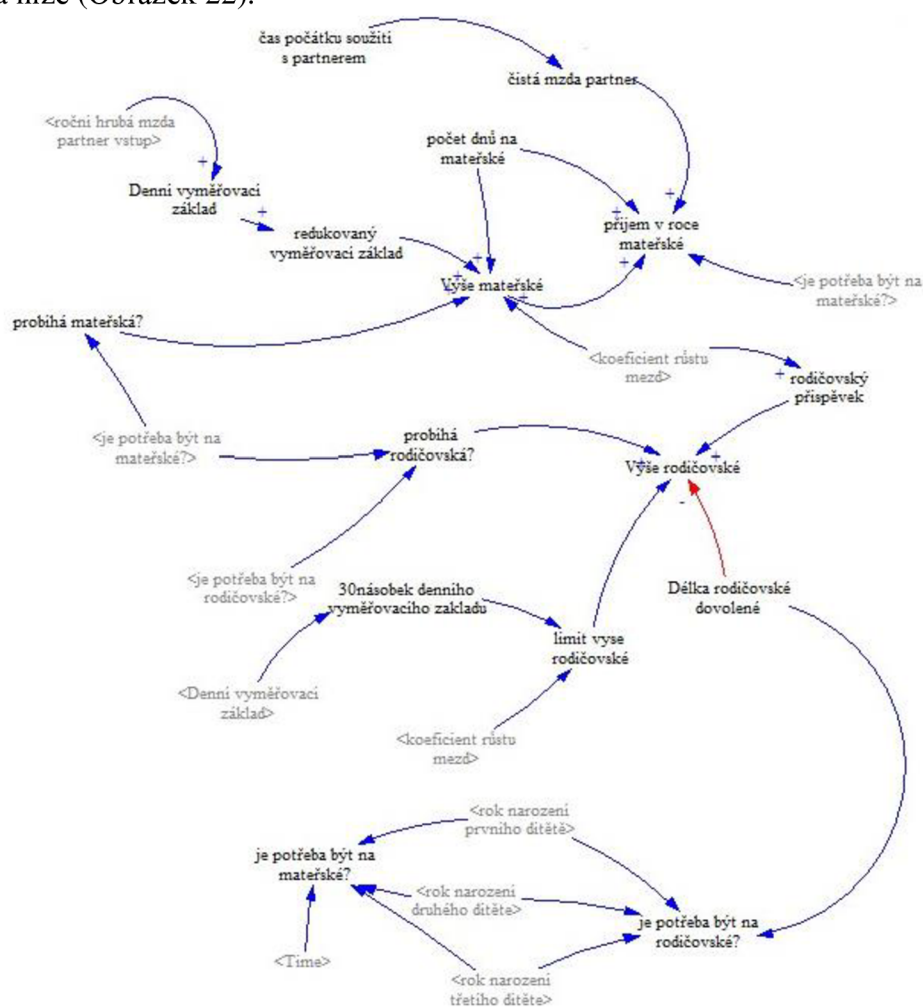
Struktura se věnuje výpočtu čistého příjmu. Pro výpočet je stěžejní *hrubá mzda roční*. Její výše je stanovena na základě počáteční *měsíční hrubé mzdy vstup*, která je v průběhu modelu dvakrát navýšena o *hodnota zvýšení*. Počáteční hodnota je 35 000 Kč a zvýšení 10 000 Kč. Ke zvýšení dochází dvakrát v časovém kroku 35 resp. 45. *Čistý roční příjem* je počítán podle principů zpracovaných v kapitole 3.8.3. Výše mzdy je působením inflace ovlivněna proměnnou *koeficient růstu mezd*, ta je více popsána v kapitole 4.5.3 Inflace. Struktura příjmů je níže (Obrázek 21). Hlavním rozdílem výpočtu příjmu první osoby v domácnosti a partnera je nemožnost uplatňování určitých slev. Slevy na děti, snížení daňového základu o placený úrok a slevu na manžela lze uplatnit jen u jedné osoby, proto bude čistý roční příjem partnera při uplatňování těchto slev vždy nižší.



Obrázek 21: Struktura příjmů (zdroj: vlastní zpracování)

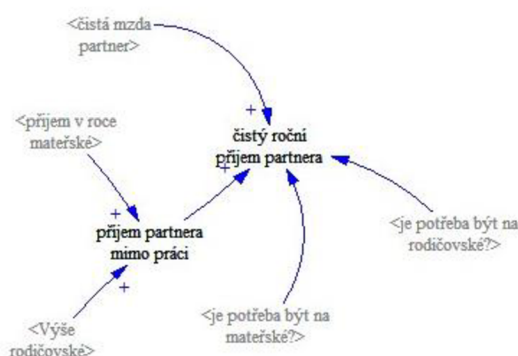
Partnerova mzda se v modelu začne realizovat až v okamžiku, kdy časový krok je stejný nebo vyšší než hodnota proměnné počátku soužití s partnerem. Výpočet výše mateřské a rodičovské dovolené je rovněž popsán v kapitole 3.8.3. Zatímco princip výpočtu peněžité

pomoci v mateřství zajišťuje, že časem díky inflaci roste, rodičovský příspěvek je v roce 2023 pevně stanoven na 350 000 Kč. Proto je jeho výše ovlivňována inflací pomocí proměnné *koeficient růstu mezd*, aby jeho reálná hodnota v čase neklesala. Struktura je zobrazena níže (Obrázek 22).



Obrázek 22: Struktura výpočtu mateřské a rodičovské (zdroj: vlastní zpracování)

Příjem partnera odpovídá jeho čistému příjmu ve čase, kdy není na mateřské ani rodičovské dovolené. V opačném případě pobírá odpovídající sociální dávku. Stanovení příjmu partnera je níže (Obrázek 23).

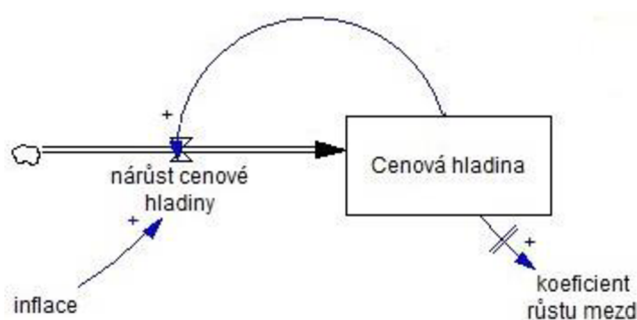


Obrázek 23: Struktura stanovení příjmu partnera (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.3 Inlace

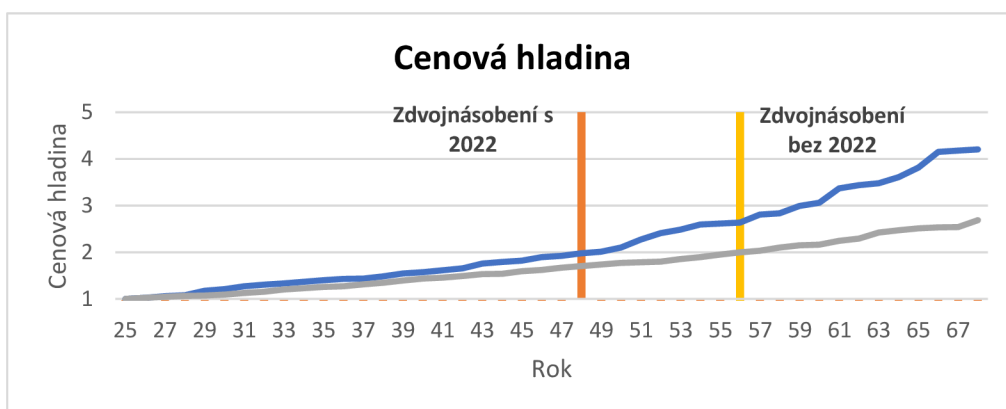
Inlace v modelu je simulována pomocí funkce RANDOM NORMAL. Její parametry jsou minimum, maximum, průměr a směrodatná odchylka. Inlace je simulována podle hodnot odpovídající časové řady inflace z let 2000 až 2022 v České republice. Čím vyšší je *inlace*, tím rychleji *cenová hladina* poroste. *Nárůst cenové hladiny* je tedy počítán podle Rovnice 5. *Cenová hladina* se každý rok zvýší o *nárůst cenové hladiny*. Proměnná *koeficient růstu mezd* odpovídá hodnotě cenové hladiny s tříletým zpožděním. Obrázek 24 představuje danou strukturu.

$$\text{Cenová hladina} \cdot (1 + \text{inlace}) - \text{Cenová hladina} \quad (5)$$



Obrázek 24: Struktura inflace (zdroj: vlastní zpracování)

Při použití „Pravidla 70“ pro tempo růstu za průměrné inflace 2,9 % lze očekávat zdvojnásobení cen přibližně za $\frac{70}{2,9} \approx 24$ let. Pokud by nebyl rok 2022 započítán (průměrná inflace 2,4 %), stejným způsobem lze zdvojnásobení cen odhadnout za $\frac{70}{2,4} \approx 29$ let. Při počátku simulace v čase 25 a počáteční hodnotě cenové hladiny 1 lze očekávat, že hodnoty 2 nabyde přibližně v čase 49, resp. 56 s inflací 2,4 % viz Graf 2.



Graf 2: Vývoj cenové hladiny (zdroj: vlastní zpracování)

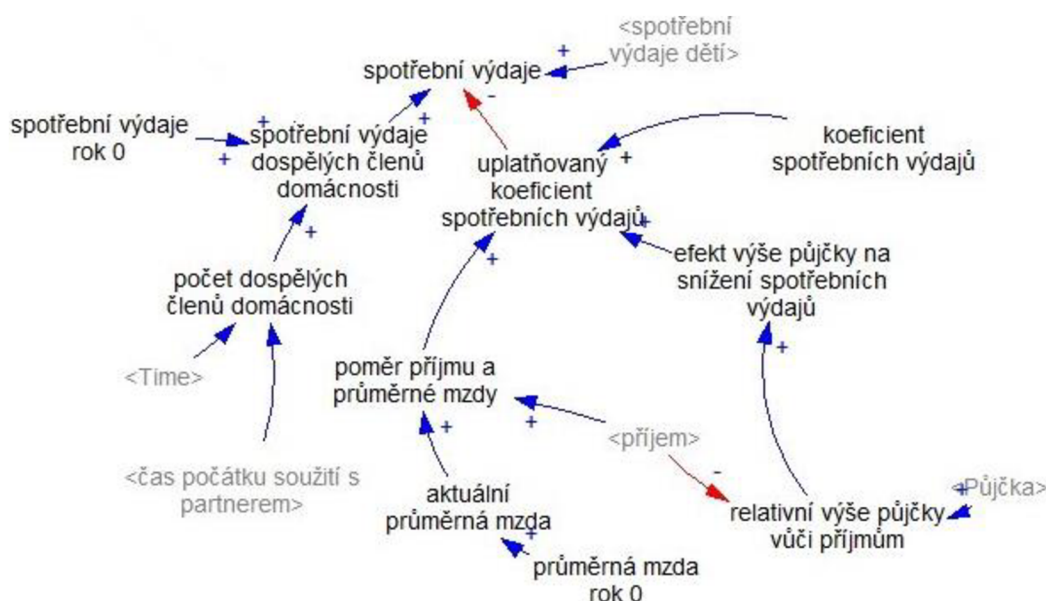
Průběh vývoje *Cenové hladiny* předpokladu zdvojnásobení v daném čase odpovídá odhadům vycházejícím z Pravidla 70. Inflace v roce 2022 dosáhla do té doby rekordní meziroční hodnoty 15,1 %. Směrodatná odchylka při započítání roku 2022 je 2,97% a průměrná inflace 2,9 %. Vzhledem k relativně krátké délce časové řady inflace má rok 2022 a jeho započítání velký vliv na výstup inflace generovaná z funkce RANDOM NORMAL. Relativně vysoká směrodatná odchylka a maximální dovolená úroveň generované inflace má vysoký potenciál ovlivnit výsledky simulace. Pro simulaci a vstup do funkce jsou z těchto důvodů využita pouze data z let 2000 až 2021. Tabulka 4 obsahuje hodnoty použité v modelu.

Minimum	Maximum	Průměr	Směrodatná. odchylka
0,1 %	6,3 %	2,4 %	1,4 %

Tabulka 4: Parametry pro funkci RANDOM NORMAL (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.4 Výdaje

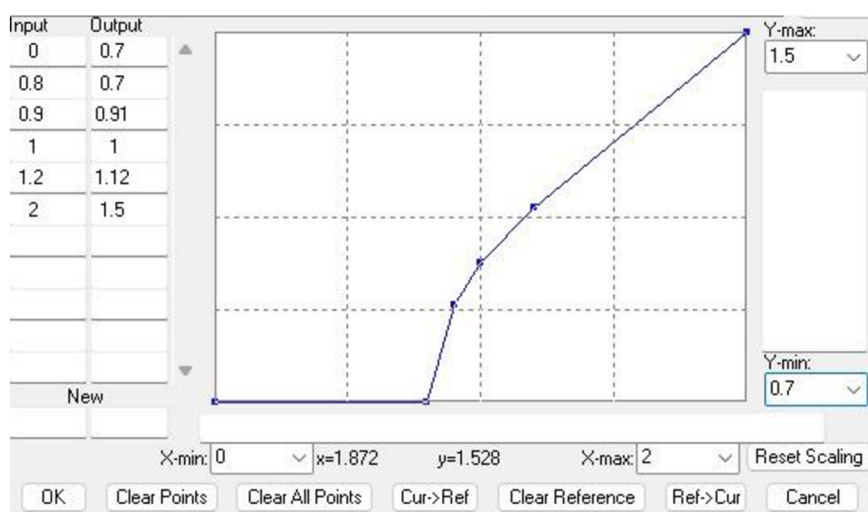
První část výdajů je tvořena spotřebními výdaji. Spotřební výdaje se zvyšují, pokud je v modelu přítomen partner (určeno proměnnou *čas počátku soužití s partnerem*), v okamžiku jeho vstupu do modelu se *spotřební výdaje dospělých členů domácnosti* zdvojnásobí. Hodnota *spotřební výdaje rok 0* je stanovena na 150 000. Obrázek 25 odpovídá vytvořené struktuře. Spotřebním výdajům dětí je zvlášť věnována kapitola 4.5.5.



Obrázek 25: Struktura spotřebních výdajů (zdroj: vlastní zpracování)

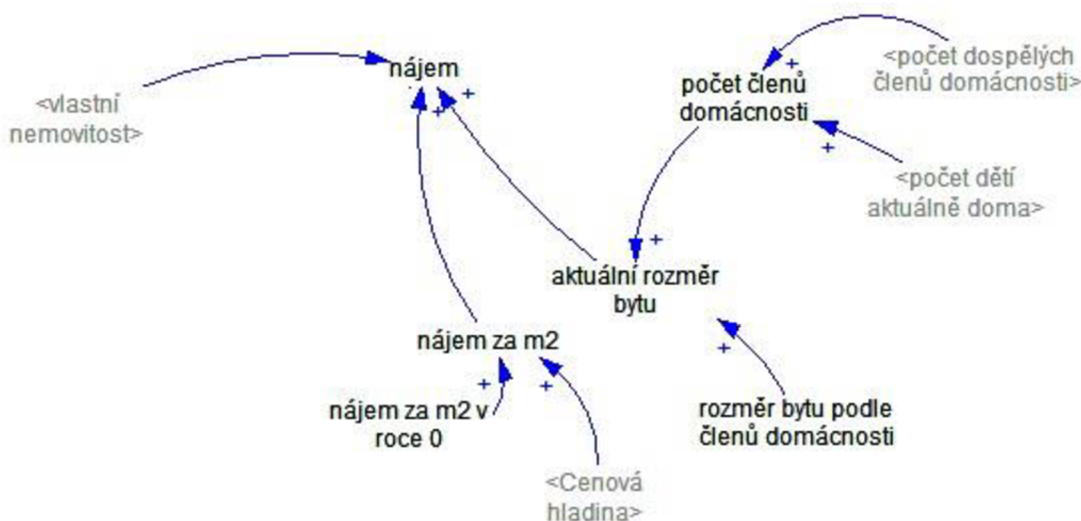
Výše spotřebních výdajů celé domácnosti se mění podle výše příjmů domácnosti. Pokud je společný příjem vyšší než průměrná mzda v České republice v daném roce, spotřební výdaje domácnosti se zvyšují kvůli vyšší očekávané kvalitě života pramenící z nadprůměrného příjmu. V případě podprůměrného příjmu se spotřební výdaje snižují. Nastavení hodnot funkce LOOK UP pro proměnnou koeficient spotřebních výdajů (Obrázek 26) bylo provedeno podle kapitoly Výdaje 4.3.2.

V případě, že domácnost využívá finanční zdrojů pocházejících z půjčky, spotřební výdaje se snižují. Ochotu domácnosti spořit je možno ovlivnit proměnnou *ochota přizpůsobit výdaje*.



Obrázek 26: Koeficient spotřebních výdajů (zdroj: vlastní zpracování)

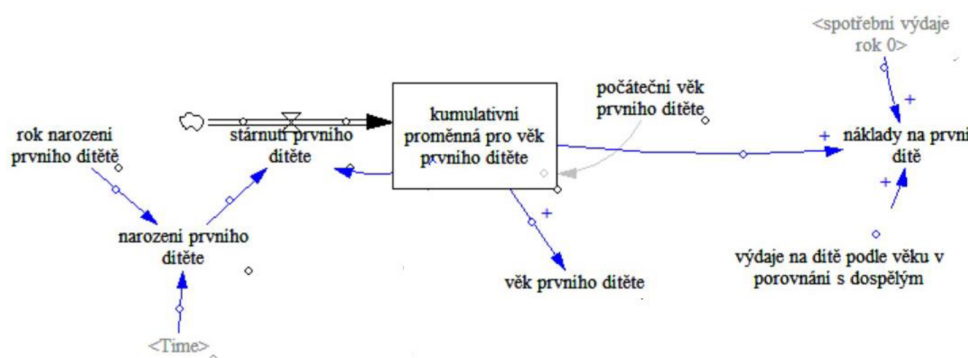
Druhou část výdajů tvoří *nájem* viz Obrázek 27. Nájem se v modelu uplatňuje v případě, že domácnost nemá vlastní nemovitost. Výše nájmu je ovlivněna *počtem osob v domácnosti*.



Obrázek 27: Struktura nájem (zdroj: vlastní zpracování)

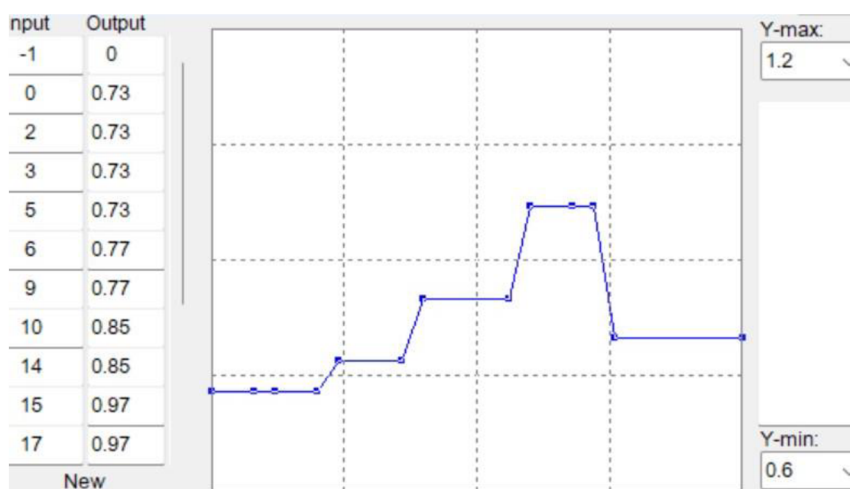
4.5.5 Výdaje na děti

Dítě vstupuje do modelu jako narozené v případě, že je proměnná *počáteční věk prvního dítěte* nastavena na hodnotu jeho věku. Pokud je dítě ještě nenarozené, hodnota stejné proměnné je nastavena na -1. Pokud se narodí v průběhu simulace modelu, začínají se výdaje platit v rok jeho narození. Pomocí tokové proměnné *stárnutí dítěte* roste věk dítěte, který je klíčový pro výpočet spotřebních výdajů na dané dítě. Výdaje na děti jsou placeny do doby, dokud je vychovávané, to je nastaveno na 25 let. Struktura výpočtu výdajů na děti je zobrazena na níže (Obrázek 28). Každé dítě v modelu vyžaduje svou vlastní strukturu.



Obrázek 28: Struktura výdaje na děti (zdroj: vlastní zpracování)

Výše spotřebních výdajů závisí na věku dítěte. Procentuální podíl výdajů s porovnáním s dospělým je nastaven jako Tabulka 2 v kapitole 4.3.2 Výdaje. Liší se v hodnotách ve věku od 18 let, kde se předpokládá, že dítě určitou část svých nákladů pokryje z vlastních příjmů. Proměnná *výdaje na dítě podle věku v porovnání s dospělým* byla vytvořena funkcí LOOKUP viz Obrázek 29.



Obrázek 29: Procentuální podíl výdajů na děti (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.6 Investice

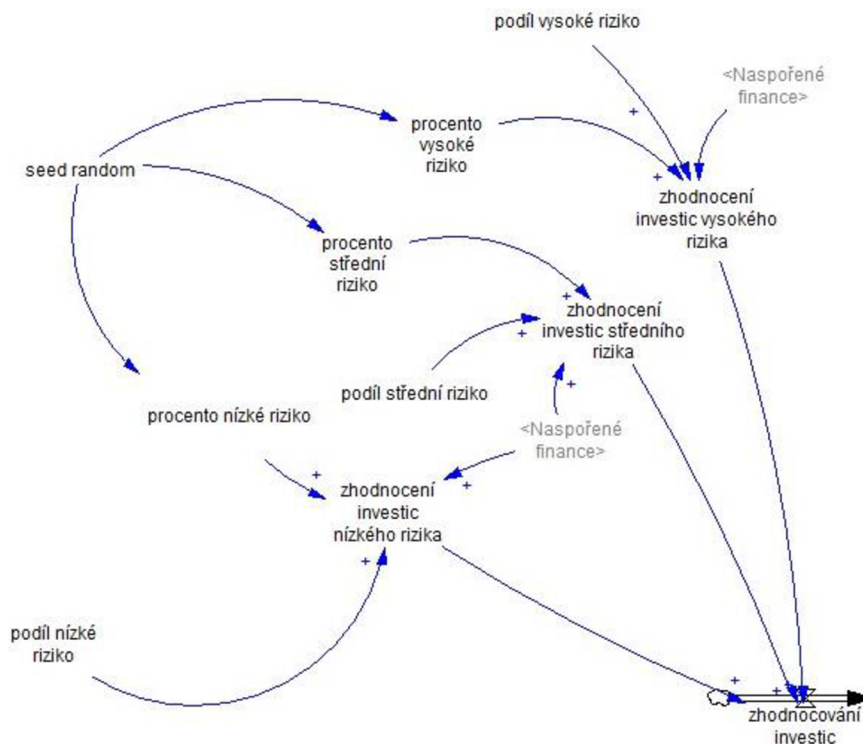
Naspořené finance jsou zhodnocovány třemi typy zhodnocení. Tabulka 5 uvádí parametry investic.

	Průměrný výnos (%)	Maximální výnos (%)	Minimální výnos (%)	Směrodatná odchylka (%)
Nízké riziko	2	4	0,5	1
Střední riziko	4	10	-5	4
Vysoké riziko	8	20	-10	7,5

Tabulka 5: Výnos investic (zdroj: vlastní zpracování)

Struktura zhodnocování investice je zobrazena níže (Obrázek 30). Investice jsou rovným dílem rozděleny mezi produkty s nízkým, středním a vysokým rizikem.

- Investice s nízkým rizikem představuje konzervativní typy spoření. Cílem je dosáhnout výnosu vyšší než inflace. Mají nízké rizikem a nižší výnos.
- Investice se středním rizikem mají vyvážený poměr rizika a očekávaného výnosu.
- Investice s vysokým rizikem se vyznačují nejvyšším investičním rizikem.



Obrázek 30: Struktura investice (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.7 Hypotéka

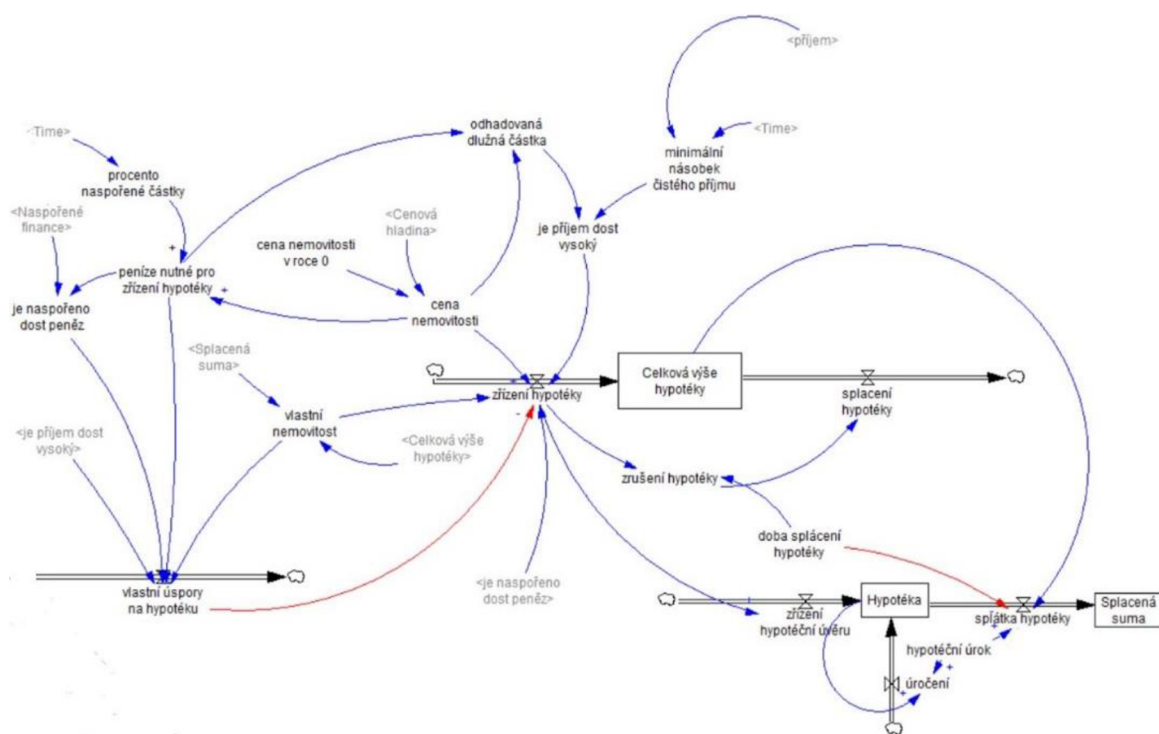
Struktura viz Obrázek 31 má dáno za úkol spustit splácení hypotéčního úvěru ve chvíli, kdy jsou naplněny všechny podmínky definované v kapitole Úvěry a hypotéky 4.3.5.

Hodnota nemovitosti obsažená v parametru *cena nemovitosti v roce 0* v prvním časovém kroku je nastavena na 8 000 000 Kč, *cena nemovitosti* narůstá s tím, jak roste *Cenová hladina* modelu. *Doba splácení* je nastavena na 25 let.

Podmínka *je příjem dost vysoký* hodnotí, jestli podíl dlužné částky a čistého ročního příjmu menší než 9,5 resp. 8,5, pokud je časový krok vyšší než 36.

Podmínka *je naspořeno dost peněz* vyhodnocuje, zda je na stavové proměnné *Naspořené finance* k dispozici větší hodnota, než hodnota proměnné *peníze nutné pro zřízení hypotéky*. Její hodnota je součin *procenta naspořené částky*, procento je nastaveno na 10 %, pokud je časový krok vyšší než 36, zvyšuje se na 20 %.

Podmínka *vlastní nemovitost* zajišťuje, že o hypotéční úvěr bude požádáno pouze jednou. Pokud je hodnota *Celkové výše hypotéky* nebo *Splacená suma* vyšší než 1, *vlastní nemovitost* znemožní žádost o další hypotéku. Výše *splátky hypotéky* je dána výší *hypotéčního úroku*, *Celkovou výší hypotéky* a *dobou splácení hypotéky*. Hypotéční úrok je nastaven na 3 %.

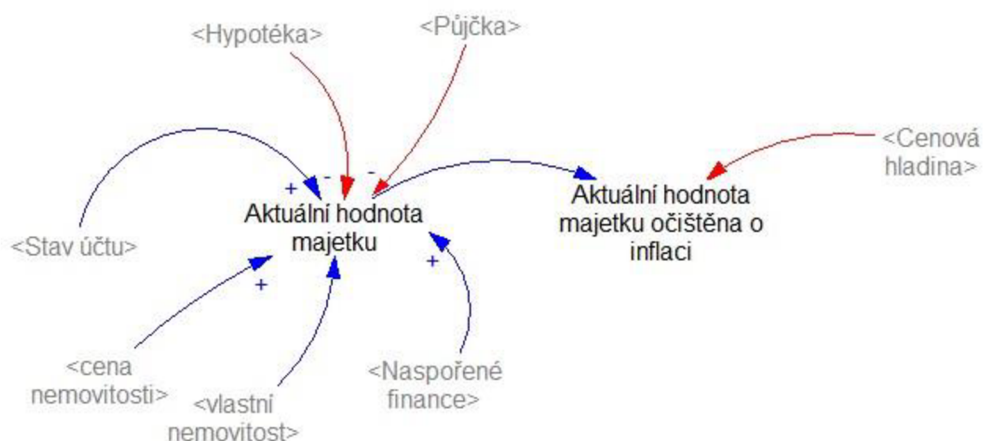


Obrázek 31: Struktura hypotéka (zdroj: vlastní zpracování)

4.5.8 Celkový majetek v modelu

Pro vyhodnocení a porovnání průběhu výsledků simulace modelu bylo zapotřebí navrhnout proměnnou, která by započítávala sumu financí a hodnotu majetku. *Aktuální hodnota majetku* je součtem proměnných *Stav účtu* a *Naspořené finance*, od kterých je odečten dluh zaznamenaný na proměnných *Půjčka*. Pokud již došlo k pořízení vlastní nemovitosti, je *Aktuální hodnota majetku* zvýšena také o hodnotu proměnné *cena nemovitosti*, ale snížena o hodnotu proměnné *Hypotéka*.

Podělením proměnné *Aktuální hodnota majetku* a *Cenové hladiny* je počítána proměnná *Aktuální hodnota majetku očištěna o inflaci*. V této proměnné zobrazuje hodnotu majetku v dnešních cenách. Obrázek 32 zachycuje strukturu.



Obrázek 32: Celkový majetek v modelu (zdroj: vlastní zpracování)

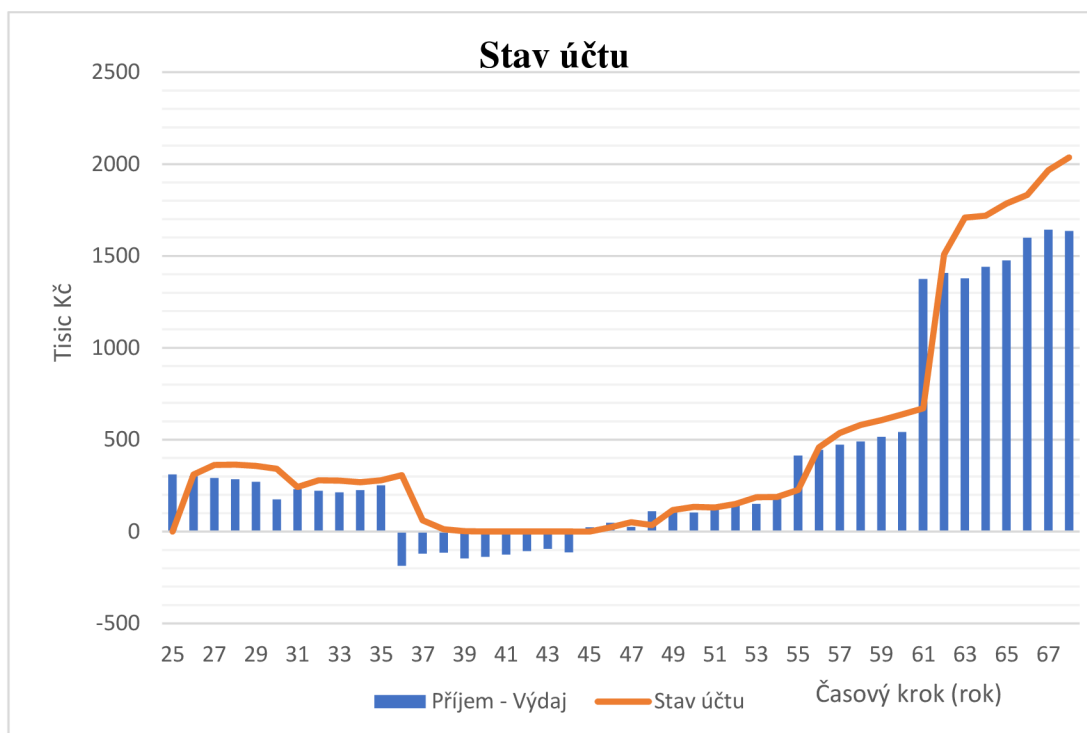
4.6 Simulace z vytvořeného modelu

Byla provedena simulace s využitím parametrů popsaných v předchozích kapitolách. Simulace počítá s narozením dvou dětí a dobou výchovy dítěte 25 let. První dítě se narodí v časovém kroku 29, druhé dítě v kroku 35.

Stav účtu

Počáteční stav financí na účtu je 0 Kč. V počáteční fázi simulaci se je celková bilance kladná, na účtu se vytváří relativně vysoká rezerva. V okamžiku, kdy jsou výdaje domácnosti zvýšeny o dvě vychovávané děti a splátku hypotéky, je bilance záporná, což je kompenzováno čerpáním rezerv z naspořených financí. V momentě, kdy je splacena hypotéka a děti opouští domácnost, se roční bilance zvyšuje, domácnost zde tvoří úspory na penzi. Vývoj proměnné Příjem – Výdaj kopíruje fáze vývoje osobních financí, jak byly

definovány v teoretické části. První fáze vzhledem k nastavení počátečního časového kroku není v simulaci obsažena, fáze výpůjček odpovídá první polovině průběhu simulace, fáze investic pak druhé polovině. Fáze čerpání majetku nastane po konečném kroku simulace – odchodu do důchodu. Průběh stavové proměnné Stav účtu a roční bilance (proměnná *Příjem – Výdaj*) viz Graf 3.

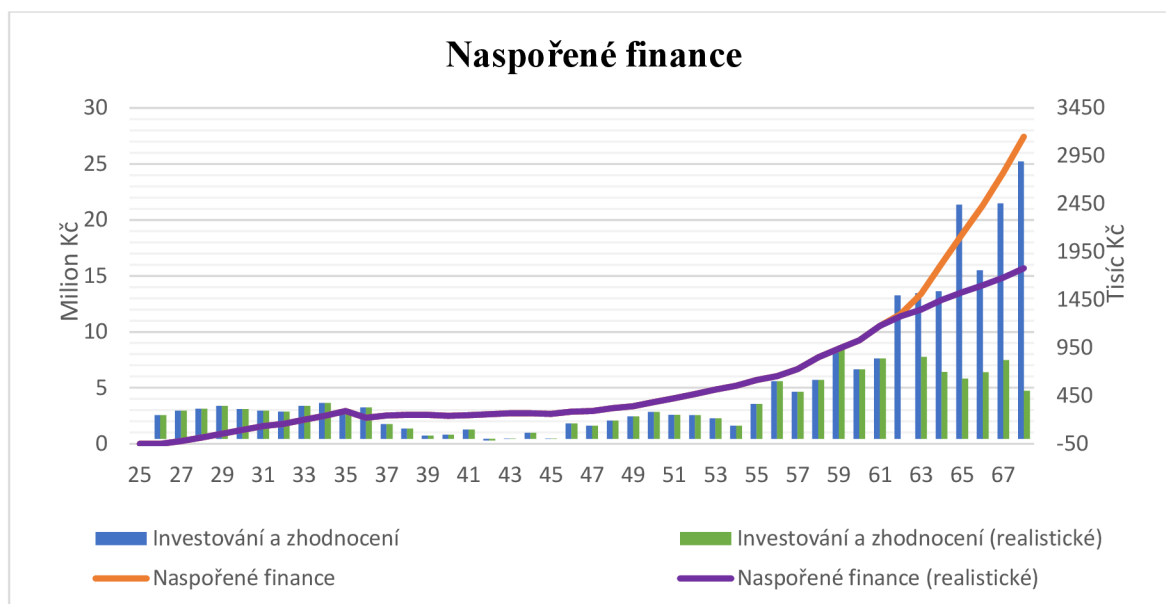


Graf 3: Stav účtu (zdroj: vlastní zpracování)

Naspořené finance

Graf 4 zobrazuje průběh proměnné *Naspořené finance*. Do *Investování a zhodnocení* byly agregovány proměnné *investování* – vlastní prostředky vynaložené na investice a *zhodnocení investice* – roční zhodnocení investic. Finance uloženy v této stavové proměnné jsou využity pro žádost o hypotéku. Požadovaná částka byla naspořena už v roce 29, ale další podmínku požadovanou pro kladné vyřízení žádosti o úvěr – poměr příjmu a dlužné částky, domácnost splňovala až v roce 35, proto pokles nastává po tomto roce. Mezi roky 35 až 47 se hodnota naspořených financí téměř nemění, domácnost tyto finance využívá jako rezervu pro pokrytí ztráty, protože rozpočet domácnosti je zatížen vysokými výdaji spojenými s výchovou dětí a splácením hypotéky. Po splacení hypotéčního úvěru se tempo růstu naspořených financí zvyšuje a hodnota naspořených financí přesahuje 25 mil. Kč. Této hodnoty domácnost dosáhne pouze v optimistickém scénáři, kdy nijak finančně nepodporuje své děti po jejich odchodu z domova a zároveň nezvýší vlastní spotřební výdaje po splacení

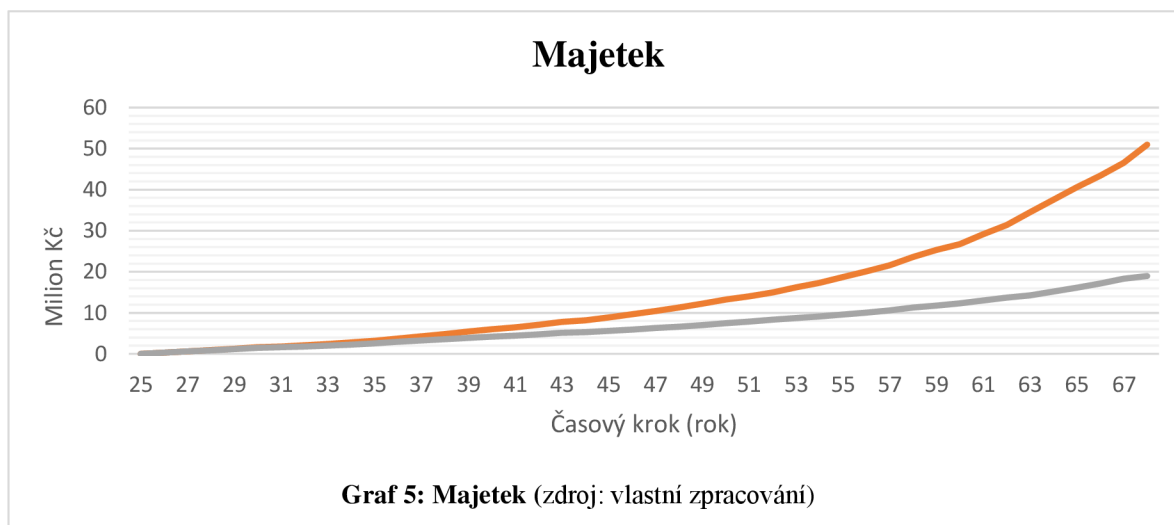
hypotéky a sníží se výdaje spojené s výchovou dětí. Pro porovnání byl přidán realistický scénář, kde domácnost částečně děti podporuje a spotřební výdaje zvýší.



Graf 4: Naspořené finance (zdroj: vlastní zpracování)

Vytvořený majetek

Graf 5 zobrazuje průběh proměnných *Aktuální hodnota majetku* a *Aktuální hodnota majetku očištěna o inflaci*. V cenách konečného kroku simulace hodnota naspořené majetku překračuje hranici 50 milionů Kč, počítáno v dnešních cenách domácnost vlastní majetek v hodnotě téměř 20 milionů Kč. *Cenová hladina* je v roce 68 na úrovni 2,68. Tempo shromažďování majetku je vzhledem vlivu měnící se výše příjmů a výdajů v první polovině průběhu simulace podstatně nižší než v druhé polovině.



Graf 5: Majetek (zdroj: vlastní zpracování)

4.7 Citlivostní analýza

Byla provedena citlivostní analýza na principu metody Monte Carlo. Jedním ze záměrů provedení citlivostní analýzy bylo také ověření logičnosti a správnosti modelu. Změna parametrů modelu také ověřuje chování modelu při změně parametrů v rámci realistického nastavení parametrů, tím je částečně ověřena i robustnost. Parametry týkající se příjmů a spoření byly změněny a byl sledován vliv změn na výstup modelu. V rámci simulace docházelo buď ke změnám jedné proměnné a také ke sledování změn výsledků při započtení změn parametrů více proměnných zároveň. Konkrétní pozměňované parametry jsou „Měsíční hrubá mzda vstup“ a „hodnota zvýšení“ za kapitoly Příjem a počáteční hodnota proměnné „Naspořené finance“. Výstupy byly sledovány na čtyřech stavových proměnných. *Stav účtu*, *Naspořené finance* a *Půjčka* z kapitoly struktura financí a *Aktuální hodnota majetku* z kapitoly Celkový majetek v modelu.

Počet simulací byl nastaven na 2000 pro každou simulovanou variantu. Hodnoty parametrů pro *měsíční hrubá mzda vstup* byly náhodně generovány v intervalu 30 000 až 40 000, hodnota zvýšení v intervalu 5 000 až 15 000. Nastavení tak pokrývá nejnižší a nejvyšší příjem zaměstnanců v roce 2022. Příjem 25letého zaměstnance se základním vzděláním v roce 2022 byl zhruba 30 000 Kč, s vysokoškolským vzděláním to bylo 40 000 Kč (ČSÚ, 2023b). Nejvyšší příjem, jakého zaměstnanec během pracovní kariéry dosáhne, je 40 000 Kč, u vysokoškolsky vzdělaného je to zhruba 70 000 Kč (ČSÚ, 2023b).

Sensitivity Simulation Setup

Sensitivity Control. Edit the filename to save changes to a different control file
Filename: SFD_Cizkovsky_20240217 - Copy.vsc Choose New File... Clear Settings

Number of simulations: 2000 Noise Seed: 1234
 Multivariate Univariate
 Latin Hypercube Latin Grid
 File [] Sel...

Display warning messages

Currently active parameters (drag to reorder)
počáteční investované finance=RANDOM_UNIFORM(0,2000000)
měsíční hrubá mzda vstup=RANDOM_UNIFORM(30000,40000)
hodnota zvýšení=RANDOM_UNIFORM(5000,15000)

Delete Selected
Modify Selected
Add Editing

Distribution
Parameter: [] RANDOM_UNIFORM

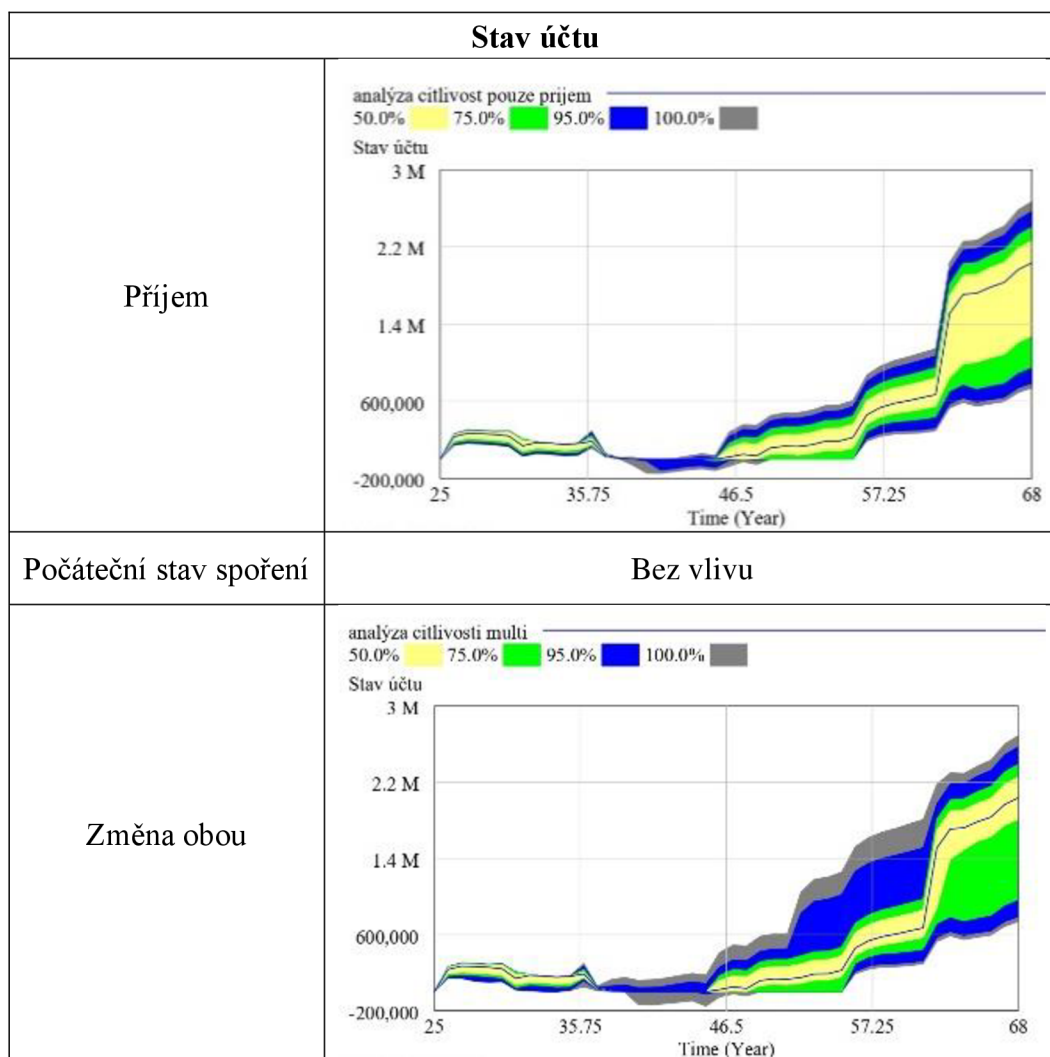
Model Value	Minimum Value	Maximum Value				
--	[]	[]	[]	[]	[]	[]

< Prev Next > Finish Cancel

Obrázek 33: Nastavení citlivostní analýzy (zdroj: vlastní zpracování)

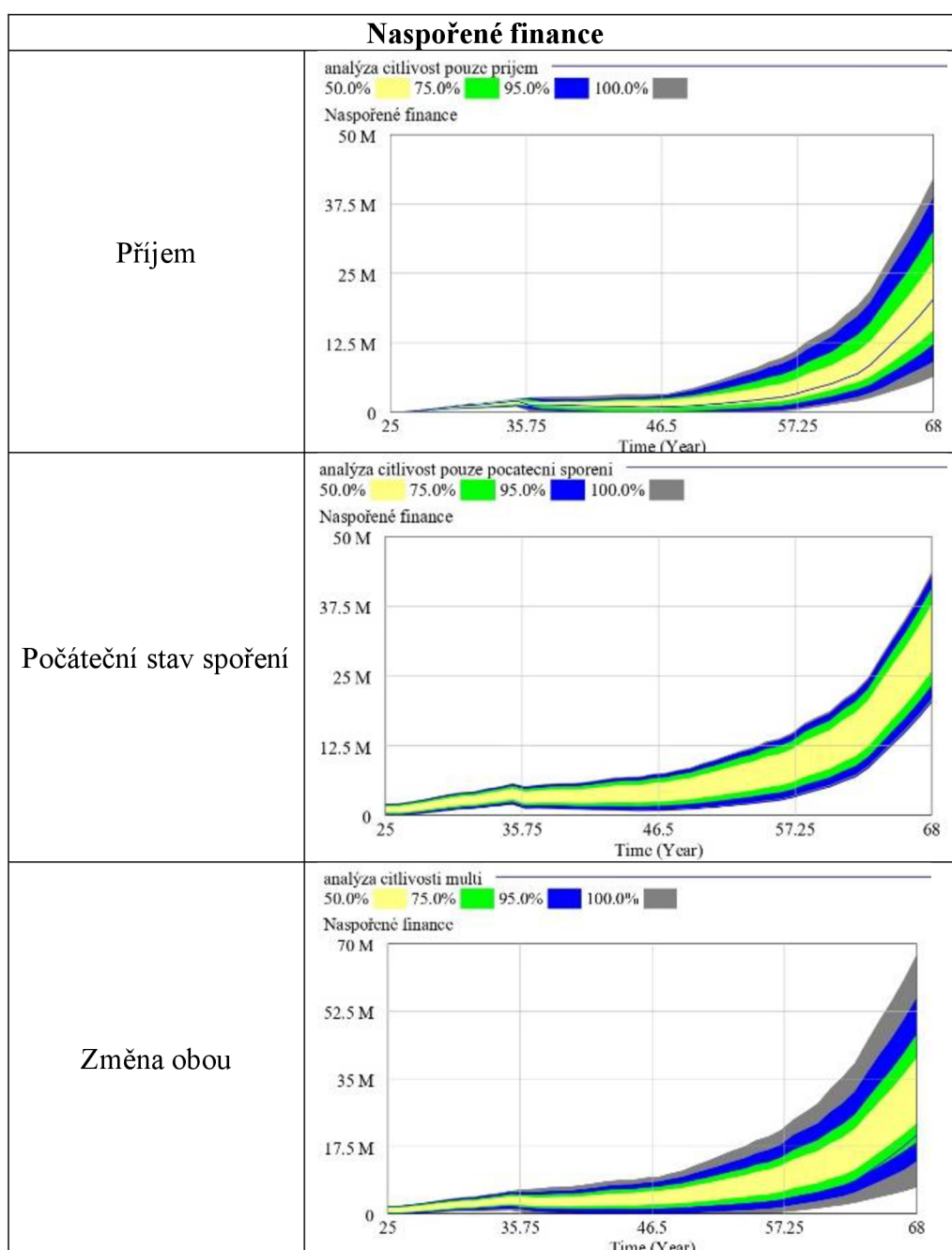
Počáteční hodnota naspořených financí byla generována z intervalu 0 až 2 000 000. Maximální hodnota intervalu byla zvolena tak, aby domácnost měla zaručeno splnění podmínky minimální podílu ceny nemovitosti až do 35. roku, kdy se začíná zvyšovat příjem. Možnost „Multivariate“ umožňuje měnit vybrané parametry najednou. Nastavení citlivostní analýzy lze vidět výše (Obrázek 33).

Výstup proměnné *Stav účtu* je kvůli změně příjmu ovlivňován po celou dobu simulace změnou příjmů. Dochází k poměrně velké změně výstupu stavu účtu. Změna proměnné *počáteční stav naspořených financí* nemá zásadní vliv na změnu sledovaného výstupu viz Tabulka 6. Hodnota *Stav účtu* nenabývá záporných hodnot dostatečně dlouho na to, aby bylo možno využít naspořených financí jako finanční rezervy pro pokrytí ztrát. Při snížení příjmu nebo by byl vliv změny počáteční hodnoty naspořených financí znatelný. Proměnná *Stav účtu* se po první polovině simulace pohybuje v hodnotách kolem 300 000 Kč, v druhé polovině se hodnota *Stavu účtu* zvyšuje a končí na hodnotách 600 000 až 2 500 000 Kč.



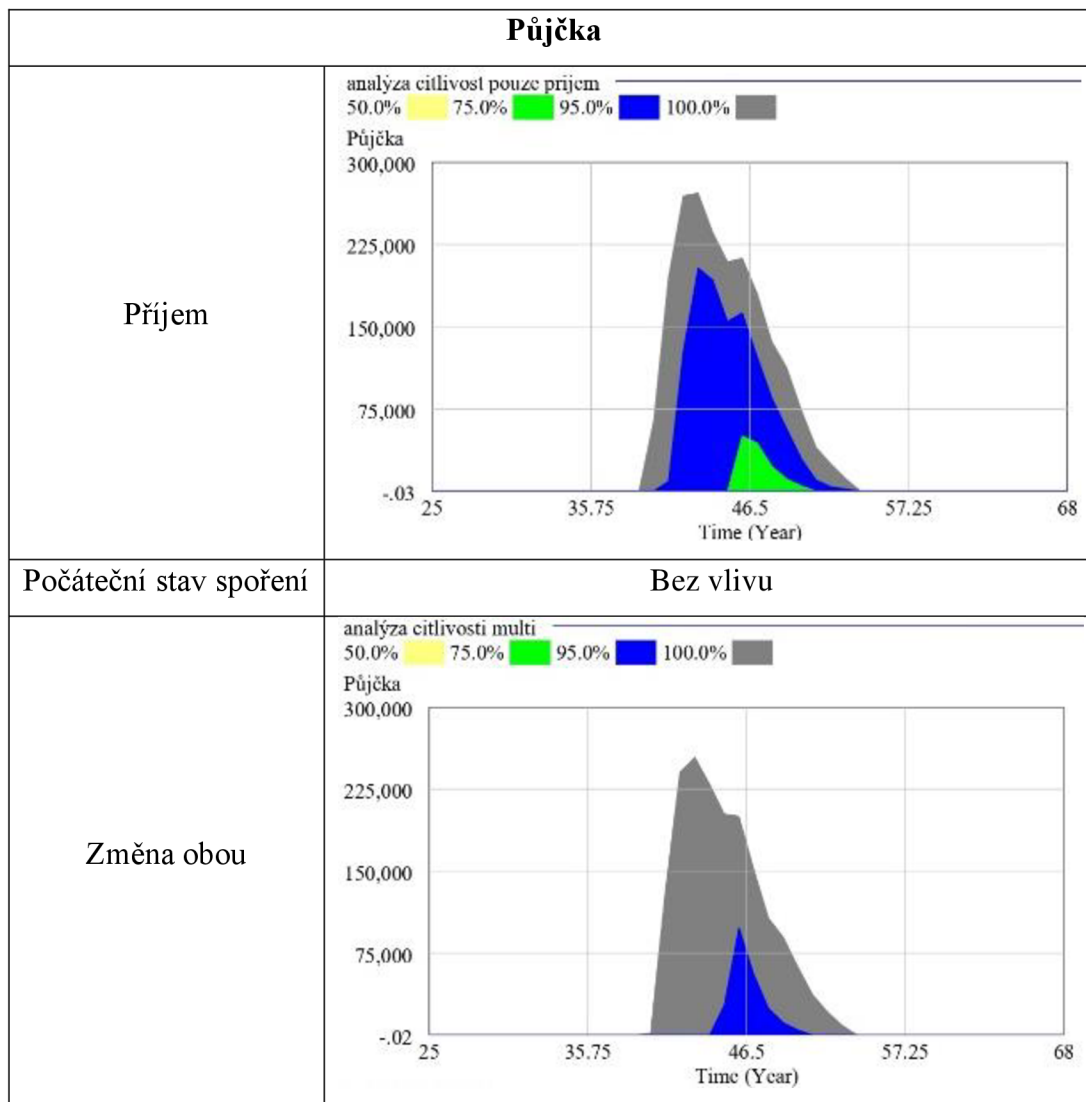
Tabulka 6: Citlivostní analýza Stav účtu (zdroj: vlastní zpracování)

Po celou dobu průběhu výstupu mají jak příjem, tak hodnota počátečního spoření znatelný vliv na průběh proměnné *Naspořené finance*. Vliv změny počáteční hodnoty spoření se v čase mění pomaleji než příjem, protože ovlivní model jednorázově na počátku modelu. Příjem průběh výstupu ovlivňuje po celou dobu a výsledná změna na konci simulace je vyšší viz Tabulka 7. Při změně obou parametrů je na počátku simulace změny výše počátečního spoření vyšší, v průběhu simulace převládá vliv změny proměnných o příjmu. Dvout milionový rozdíl v *Naspořených financích* se na konci modelu zvyšuje na zhruba 10 milionů korun. Změna příjmu vytváří rozdíl ve spoření až 30 milionů korun.



Tabulka 7: Citlivostní analýza Naspořené finance (zdroj: vlastní zpracování)

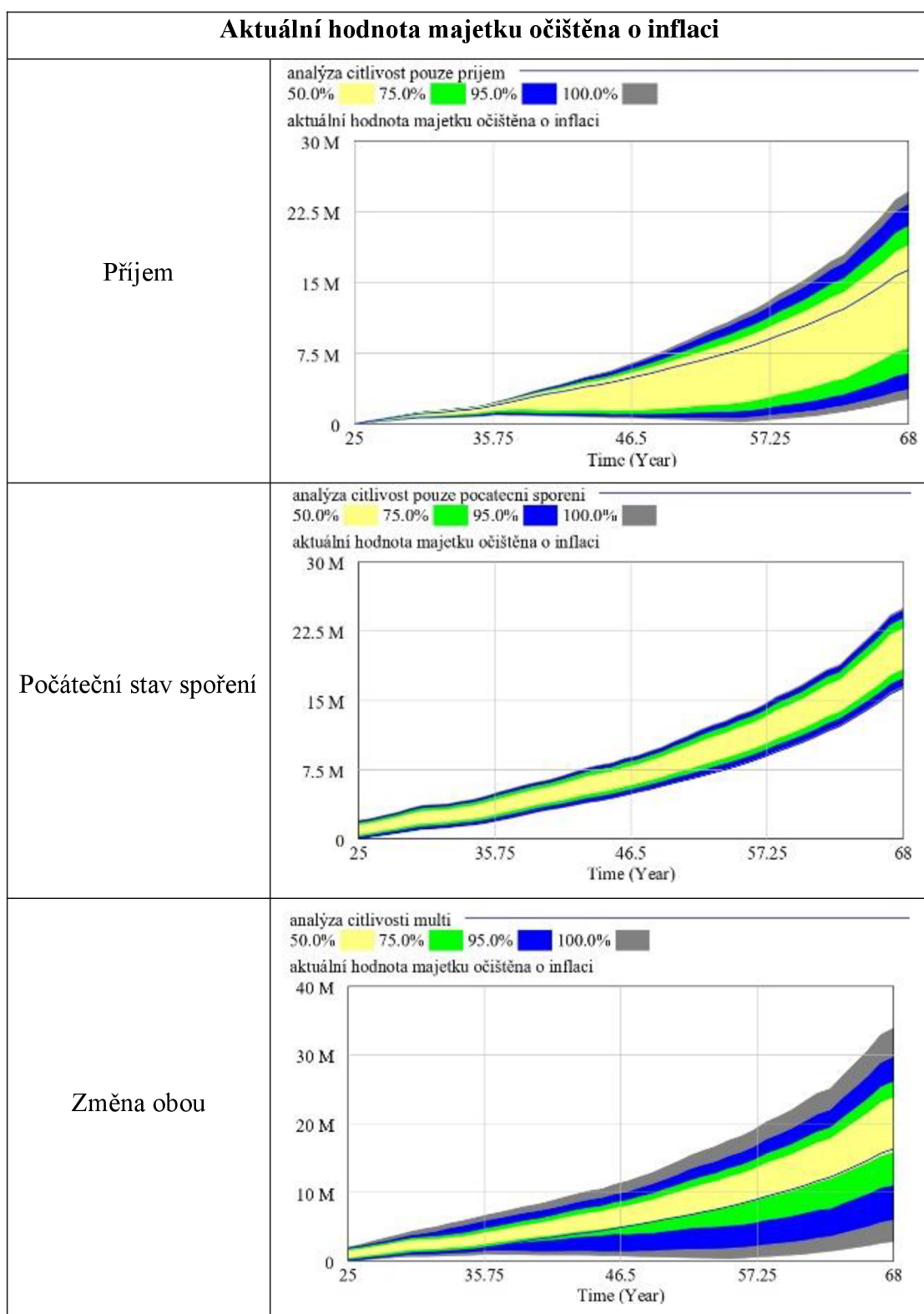
Pokud je příjem dostatečně nízký, je možné, že finanční situace způsobí nutnost požádat o spotřebitelský úvěr za účelem pokrytí výdajů. Zavedení změny pouze na počáteční hodnotu financí nedokázalo díky dostatečně vysokým příjmům toho stavu dosáhnout. Průběh proměnné *Půjčka* je v tabulce viz Tabulka 8.



Tabulka 8: Citlivostní analýza Půjčka (zdroj: vlastní zpracování)

Největší potenciál ovlivnit celkovou hodnotu majetku má změna hodnoty příjmu. Oproti počáteční hodnotě spoření, která má při sledování výstupu relativně podobný efekt, rozdíl v příjmu vytváří rozdíly v jednotkách desítek milionů korun v cenách roku 2022. Vliv změny *Počátečního stav spoření* je téměř konstantní po celou dobu simulace. Díky větší počáteční investované sumě domácnost může domácnost dříve požádat o hypotéční úvěr, protože dříve splní podmínky banky pro jeho poskytnutí. To a vyšší příjem se projeví na zrychleném růstu hodnoty majetku, který může kombinací obou dosáhnout až 32 milionů korun.

Nízkopříjmová domácnost nedokáže v dostatečné míře spořit a tvořit investice. Hodnota majetku na konci simulace tak může být téměř nulová viz Tabulka 9.



Tabulka 9: Citlivostní analýza Aktuální hodnota majetku (zdroj: vlastní zpracování)

5. Výsledky a diskuze

Na model byl se zadanými parametry simulován vývoj osobních financí. Fáze vývoje osobních financí odpovídají předpokladům z teoretické části. Kapitola obsahuje popis parametrů a testování jednotlivých scénářů, které byly popsány v kapitole 4.2.

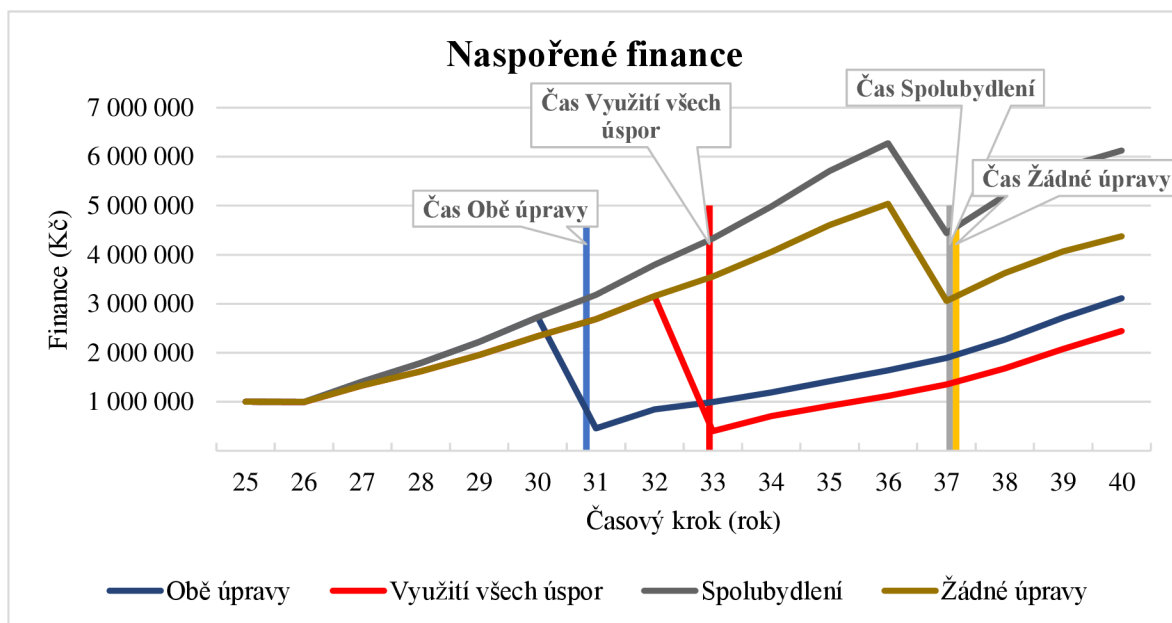
5.1 Scénář 1 – Našetření „prvního milionu“

Scénář modeluje situaci mladého páru žijícího v Praze. Byl zvolen z důvodu, aby demonstroval náročnost naspoření „prvního milionu“ - minimální požadované částky pro zřízení hypotéky a splnění podmínek požadovaného příjmu pro hypotéční úvěr, kde obě podmínky jsou určovány bankou poskytující úvěr. Podle finančního poradce je jedním ze způsobů vylepšení finančního hospodaření sdílení nájemních nákladů formou spolubydlení. Podle poradce je takový způsob šetření obvyklý v západních státech a v České republice (zejména v Praze) jeho popularita pomalu narůstá. Složitost splnění podmínky požadovaného poměru příjmu a dlužné částky lze snížit našetřením větší části úvěru, proto bude umožněno užít větší část *Naspořených financí*, než jen *minimální částku pro zřízení úvěru*.

Hrubý příjem obou členů páru je 40 000 Kč na počátku modelu, postupně narůstá tak, aby v mezi 30. a 40. rokem života narostl o 10 000 Kč a o dalších 10 000 Kč narostl o mezi 40. a 50. rokem života. Nárůst odpovídá cenám počátečního časového kroku modelu, vlivem působení inflace bude hrubý příjem vyšší než 60 000 Kč v 50. roce života. Na počátku simulace je hodnota *Naspořených financí* nastavena na 1 mil. Kč. Předpokládá se, že pár si takovou částku naspořil před 25. rokem jejich života.

Cena nájmu na počátku modelu je 368 Kč/m², pár obývá byt o velikosti 50 m² pokud žije sám, v případě spolubydlení žije s dalšími dvěma lidmi v bytě o velikosti 60 m². Pár nemá děti, pro tento scénář se s nimi nepočítá. Při ceně pražského bytu 112 677 Kč/m² a velikosti pořizovaného bytu 80 m² je cena takového bytu zhruba 9 mil. Kč na počátku simulace.

Sleduje se čas (rok), kdy bude pár schopen požádat o hypotéční úvěr a přestěhovat se do vlastního bydlení prostřednictvím sledování proměnné *vlastní bydlení* a *naspořené finance*. Graf 6 představuje průběh proměnné *Naspořené finance* bez úpravy chování, samostatně při zavedení spolubydlení a umožnění využití všech úspor na zřízení hypotéky a kombinací obou úprav.



Graf 6: Scénář 1 Čas vlastní nemovitosti (zdroj: vlastní zpracování)

V případě nastavení parametrů tak, aby odpovídaly buď zadání Žádné úpravy a Spolubydlení je čas splnění všech podmínek žádosti o hypotéku 37. Limitujícím faktorem je podmínka *je příjem dost vysoký*, proto pouhé snížení výdajů a rychlejší spoření nemá kýžený efekt na uspořádání pořízení vlastní nemovitosti. Poměr dlužné částky a čistého ročního příjmu musí kvůli věku, který je vyšší než 36, být maximálně 8,5. Dlužná částka je snížena v roce 36 díky tomu, že se zvyšuje minimální *procento naspořené částky z ceny nemovitosti* doporučené ČNB z 10 % na 20 %. Lze předpokládat, že racionální člověk po poradě s bankou a vědomím toho, že disponuje poměrně vysokou sumou volných peněz, bude ochoten využít větší část *naspořených financí*. Takovou situaci popisuje zadání scénáře Využití všech úspor, kdy bude dlužná část snížena právě o celou sumu *Naspořených financí*, a to v čase 33. Kombinací využití všech úspor a snížení výdajů díky spolubydlení se čas snižuje na 31. Díky přijatým opatřením se doba, za kterou lze požádat o hypotéční úvěr, snižuje o 6 let oproti nejhorší situaci. Doba, za kterou je pár schopen o hypotéční úvěr požádat je v nejlepší situaci 6 let a v nejhorší 12 let.

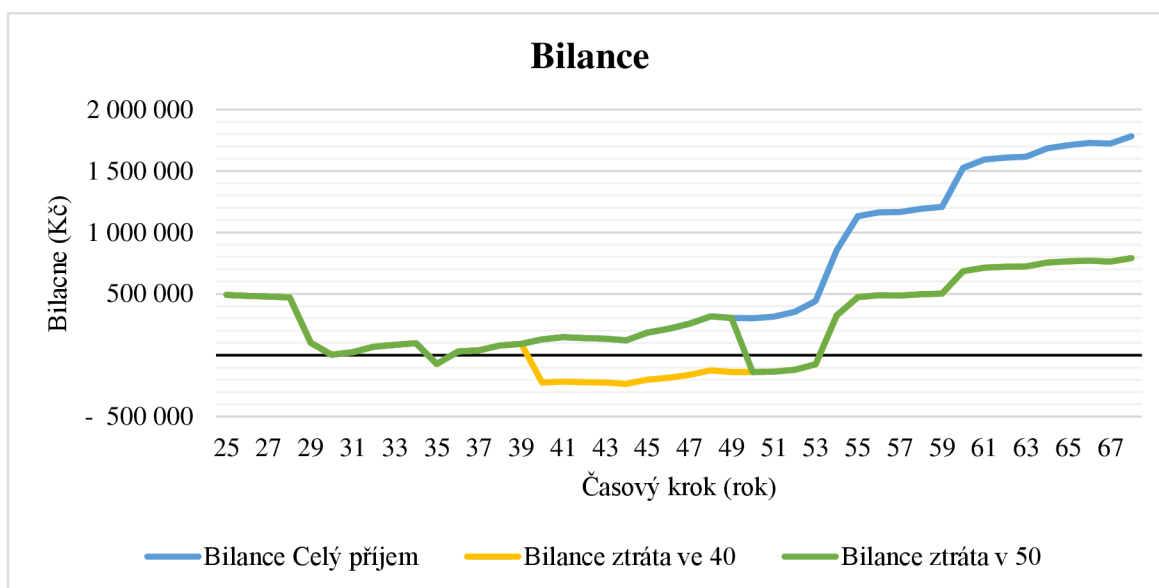
5.2 Scénář 2 – Výpadek příjmů

Scénář simuluje situaci náhlého výpadku příjmů jednoho z vydávajících členů domácnosti. Sledován bude průběh proměnné *příjem – výdaj* (v grafu jako *Bilance*) pro kontrolu stavu financí zvláště v každém roce a *Aktuální hodnota majetku očištěna o inflaci* pro zhodnocení vlivu výpadku příjmů na výši majetku na konci modelu.

Pro srovnání jsou představeny tři způsoby nastavení parametrů. První situace je referenční, při ní k výpadku příjmů nedochází. Při druhé a třetí situaci dochází k úplnému výpadku příjmů jednoho dospělého člena domácnosti v 40., resp. 50. roce. V rámci modelu výpadek příjmů znamená nastavení proměnné *čistý roční příjem partnera* na 0 v odpovídajícím časovém kroku. V reálné situaci nezáleží na tom, u kterého z dospělých členů dochází k výpadku příjmu, protože způsob rozdílu výpočtu příjmu první a druhé dospělé osoby v modelu spočívá v možnosti uplatnění daňových slev, které obvykle uplatňuje člen s vyšším příjmem.

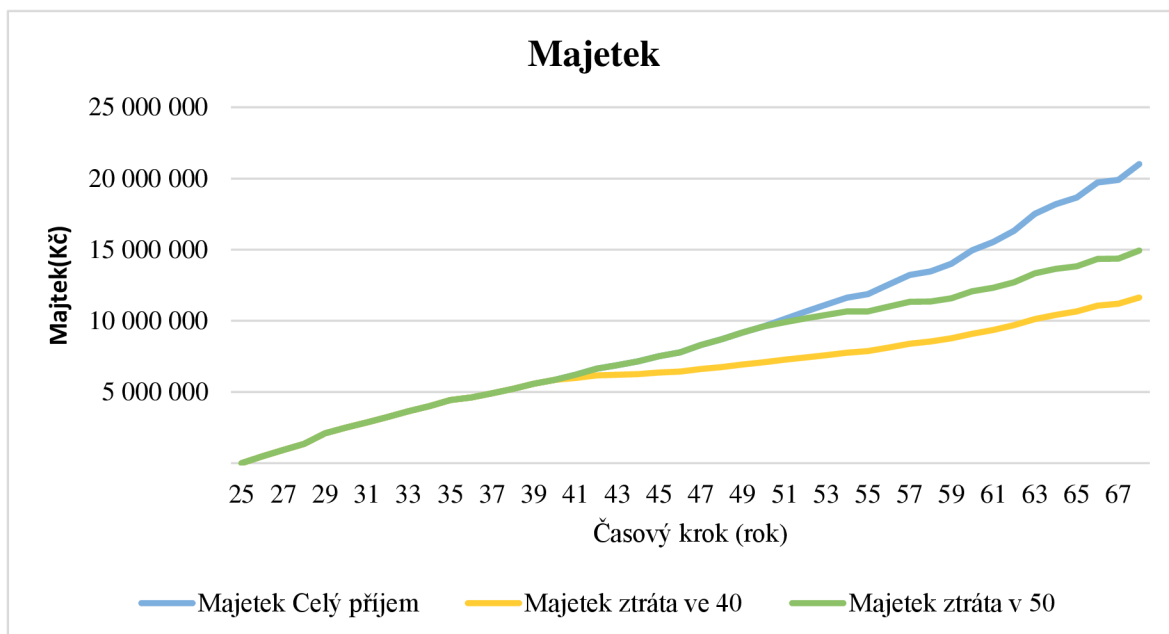
Hrubý příjem obou členů páru je 40 000 Kč na počátku modelu, mezi 30. a 40. rokem života naroste o 10 000 Kč a o dalších 10 000 Kč naroste mezi 40. a 50. rokem života, pokud již nebyl kvůli výpadku příjmů v případě partnera snížen. Pár si v připraveném scénáři pořizuje dvě děti. První dítě se narodí v čase 29 a druhé v čase 34.

Graf 7 zobrazuje Bilance rozpočtu postupně v každém roce simulace.



Graf 7: Scénář 2 Bilance (zdroj: vlastní zpracování)

Výpadek příjmů jednoho člena má za následek propad výsledku ročního hospodaření domácnosti do záporných čísel. Efekt výpadku je poměrně úspěšně snížen proměnnou *uplatňovaný koeficient spotřebních výdajů*, která ovlivňuje výši příjmů zejména působením proměnné *poměr příjmu a průměrné mzdy*. Ten v okamžiku výpadku příjmů poklesne, tudíž výsledný efekt na snížení spotřebních příjmů je silný a okamžitý. V situaci, kdy domácnost nebude reagovat stejně rychle a silně jako v modelové situaci, bude dopad na výslednou bilanci silnější a dlouhodobě může způsobit větší škody.



Graf 8: Scénář 2 Majetek (zdroj: vlastní zpracování)

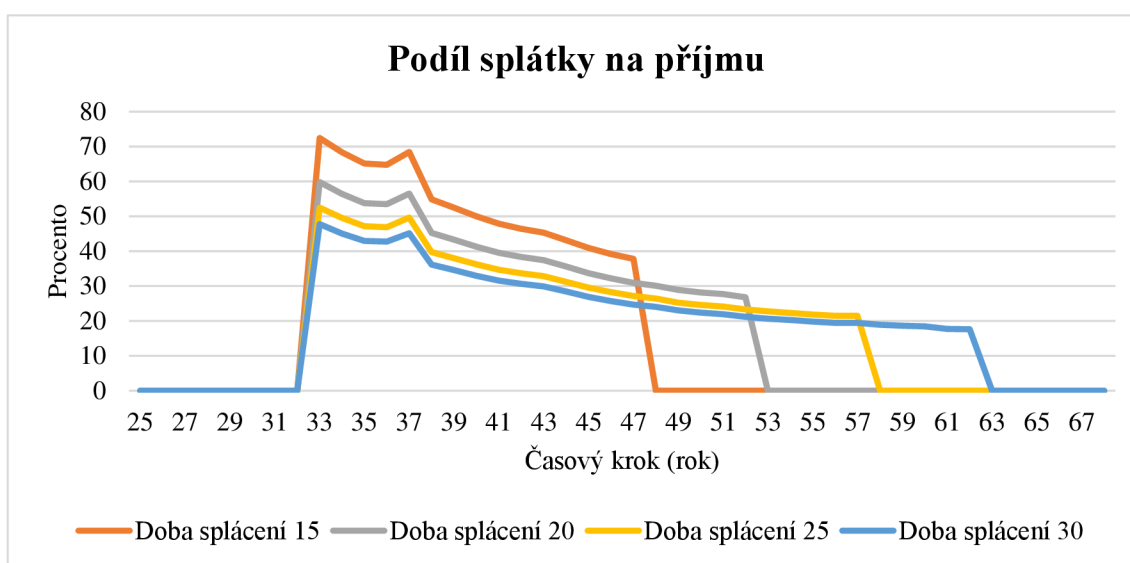
Graf 8 ilustruje, jaký efekt na hodnotu nashromážděného majetku výpadek příjmu má. Průběh vývoje majetku ukazuje, že obě situace snížení příjmu mají po celou dobu průběhu simulace proměnné *Aktuální hodnota majetku očištěna o inflaci* rostoucí průběh. To znamená, že výpadek příjmů je plně pokryt ze zdrojů proměnné *Naspořené finance* a spotřebitelský úvěr není využit na pokrytí výdajů. Dáno je to vhodným snížením spotřebních výdajů a díky relativně dobré úrovni příjmů. V roce 54 a 59 končí výchova dětí, s ní *spojené spotřební náklady na děti*. V roce 53 je splacena hypotéka, výdaje tak o částku *splátka hypotéky* klesnou. Obě situace nastavení ztráty příjmu předpokládají ideální reakci a snížení *spotřebních výdajů* v sledované domácnosti hned v okamžiku výpadku příjmů. V případě horší nebo žádné reakce lze očekávat znatelnější efekt výpadku příjmů a nutnost využití spotřebitelského úvěru na pokrytí spotřeby.

5.3 Scénář 3 – Doba splácení hypotéky

Obvyklou praxí klientů je snaha nastavit splátky hypotéčního úvěru na co nejnižší hodnotu. Na začátku splácení úvěru je výše *splátky hypotéky* k poměru příjmu na nejvyšší úrovni, poměr časem díky působení inflace klesá. Snaha snižovat splátky ale prodlužuje dobu splácení úvěru, jelikož poplatky bance, zejména úroky, pak tvoří podstatnou část měsíční splátky. Část splátky, která umořuje dluh, je o to nižší. Celková *splacená suma* se změnou *doby splácení hypotéky* může lišit o desítky procent.

V modelové situaci je sledován vývoj podílu splátky na čistém příjmu v závislosti na změně doby splácení hypotéky.

Hrubý příjem obou členů páru je 45 000 Kč na počátku modelu, v 40. roce 55 000 Kč a v 50. roce je 70 000 Kč. Na počátku simulace je hodnota *Naspořených financí* nastavena na 1 mil. Kč. Hodnota zakoupené nemovitosti na počátku modelu je 10 000 000 Kč. Pár má dvě děti, časy narození jsou 31. a 36. rok. Aby došlo k zakoupení nemovitosti co nejdříve, je obdobně jako v prvním scénáři umožněno použít všechny dostupné finance v okamžiku žádosti o hypotéku. Pomocí nich sníží dlužnou částku a dříve splní podmínky hypotéčního úvěru stanovené bankou. Graf 9 prezentuje vývoj podílu splátky na čistém příjmu.



Graf 9: Scénář 3 Podíl splátky na příjmu (zdroj: vlastní zpracování)

Podle doby splácení se podíl mění od 47 % při 30letém splácení až na 72 % při 15letém splácení. Je silně pravděpodobné, že takový hypotéční úvěr, při 72% podílu splátky na příjmu, by banka neposkytla, v rámci daného scénáře bude s touto hodnotu pracováno. Kvůli vysoké splátce by v případě 15letého splácení musela domácnost financovat svoji spotřebu ze spotřebitelského úvěru. V roce 40 by výše *půjčky* dosahovala více než 500 000 Kč. Domácnost by se mohla tak vysoké splátce vyhnout, pokud šetřila déle a půjčila si méně peněz, parametry byly ale nastaveny tak, aby k zakoupení nemovitosti došlo co nejdříve.

Při 15letém splácení je poměr 72 % na začátku, 37 % na konci splácení.

Při 20letém splácení je poměr 59 % na začátku, 26 % na konci splácení.

Při 25letém splácení je poměr 52 % na začátku, 21 % na konci splácení.

Při 30letém splácení je poměr 47 % na začátku, 17 % na konci splácení.

Celkovou splacenou sumu zobrazuje Tabulka 10.

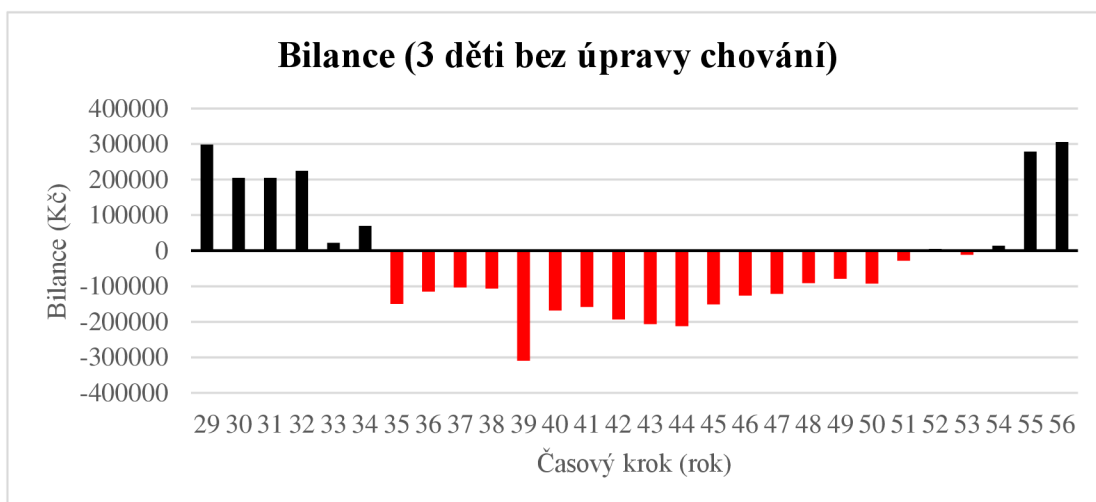
Doba spláčení (roky)	Splacená suma (Kč)
15	12 074 300
20	13 291 700
25	14 575 000
30	15 921 600

Tabulka 10: Scénář 3 Splacená suma (zdroj: vlastní zpracování)

Splacená suma se liší o maximálních 3 847 300 Kč mezi nejlepším a nejhorším scénářem. Jde však o porovnání celkové splacené sumy za celou dobu modelu, při započtení inflace se rozdíl snižuje.

5.4 Scénář 4 – Rodinné finance s variabilním počtem dětí

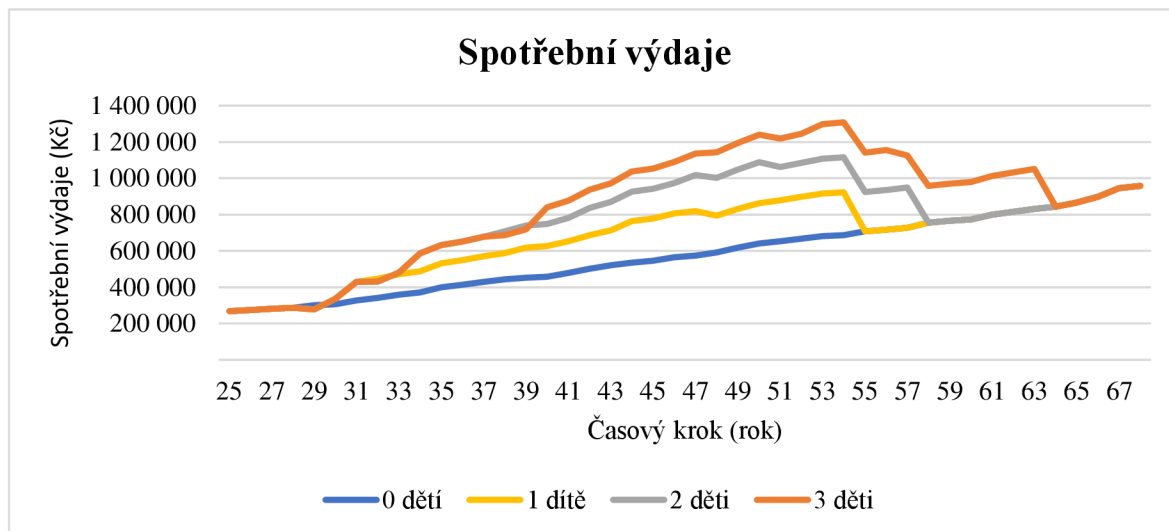
Scénář sleduje změnu výdajů podle počtu dětí. S vyšším počtem dětí se v modelu úměrně zvyšují celkové *spotřební náklady* domácnosti. Hrubý příjem obou členů páru je 40 000 Kč na počátku modelu, v 40. roce 50 000 Kč a v 50. roce je 60 000 Kč. Časy narození dětí jsou 29, 32 a 38 pro první, druhé a třetí dítě. Nájem a cena nemovitosti nebyly změněny oproti prvnímu průběhu simulace. V modelu není implementována možnost snížit spotřební výdaje podle počtu dětí. Graf 10 zobrazuje průběh bilance domácnosti v letech výchovy tří dětí bez takových úprav.



Graf 10: Scénář 4 Bilance bez úprav (zdroj: vlastní zpracování)

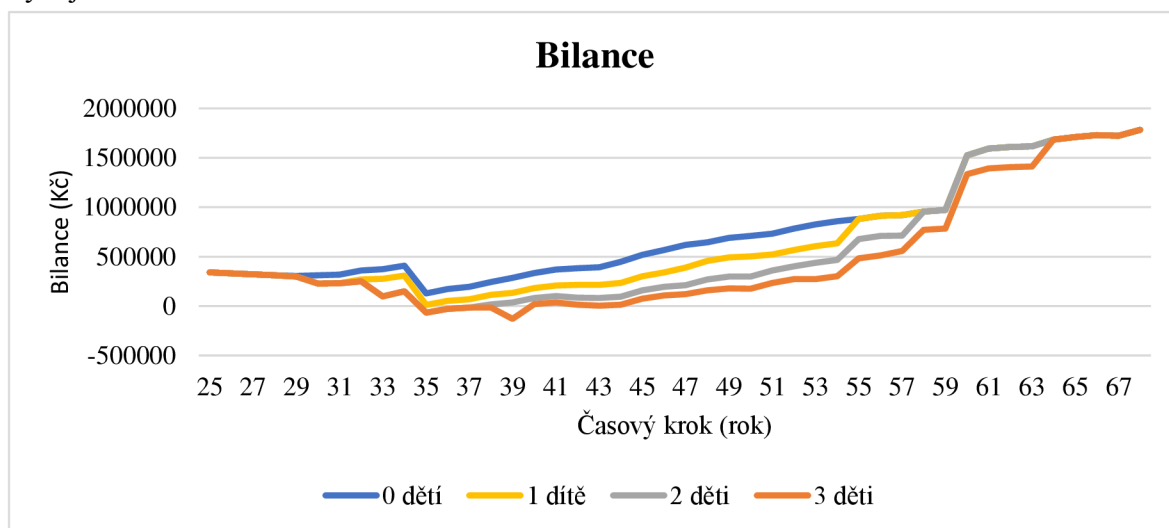
Je evidentní, že i když domácnost dosahuje průměrného až nadprůměrného příjmu, nejsou přesto finanční prostředky pro výchovu tří dětí dostatečné. Z toho důvodu jsou náklady u druhého a třetího dítěte sníženy o 10, resp. 20 %. Vychází se z předpokladu, že díky nabytým zkušenostem s výchovou a znovupoužití např. oblečení a vybavení, dochází k finančním

úsporám. Navíc se za každé dítě sníží *uplatňovaný koeficient spotřebních výdajů* o 0,05, s rostoucím počtem členů domácnosti se ostatní členové uskromní. Průběh spotřebních výdajů po zapracování zmíněných úprav zobrazuje Graf 11.



Graf 11: Scénář 4 Spotřební výdaje (zdroj: vlastní zpracování)

Spotřební výdaje s každým narozeným dítětem rostou, nerostou už však o stejnou část u každého narozeného dítěte. Spotřební výdaje druhého a třetího dítěte nezatěžují rodinný rozpočet tak silně. Graf 12 zobrazuje průběh bilance rozpočtu po úpravě výše spotřebních výdajů.



Graf 12: Scénář 4 Bilance po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)

Díky provedeným úpravám je domácnost se zadanými parametry schopna finančně zabezpečit výchovu jednoho až tří dětí. V žádné modelované situaci tohoto scénáře není domácnost nucena využít spotřebitelského úvěr pro financování svojí spotřeby. *Naspořené finance* poskytují dostatečně vysoký finanční polštář pro pokrytí výpadků příjmů v čase pobytu partnera na rodičovské dovolené.

6. Závěr

Diplomová práce je zaměřena na praktické využití nástrojů systémové dynamiky v oblasti osobních financí. Je rozdělena na tři části – teoretická východiska, vlastní práce a výsledky a diskuze, která se zabývá simulací vytvořených scénářů.

Cílem diplomové práce bylo sestavení simulačního modelu osobních financí, na kterém je možno simulovat navržené scénáře z oblasti osobních financí. Takto stanovený cíl byl dále dělen na tři dílčí specifické cíle. Prvním dílčím cílem bylo sestavení příčinně smyčkového diagramu, na kterém jsou identifikovány a popsány všechny důležité zpětnovazebné smyčky. Druhým dílčím cílem bylo sestavení diagramu stavů a toků, pomocí kterého by byl sledován průběh vývoje osobních financí. Sestavení diagramu bylo nutné pro možnost provedení simulace a splnění třetího dílčího cíle, Tím bylo vytvoření scénářů, které zkoumaly vliv parametrů na vývoj osobních financí. Všechny uvedené cíle byly postupně splněny.

V teoretické části práce byla postihnuta všechna témata, jež byla následně využita v praktické části. První část teoretické části práce se zabývá systémovou dynamikou a definuje základní pojmy používané v této disciplíně. Dále se věnuje procesu systémového myšlení a významu využívání modelů pro simulaci. Byly také popsány vybrané typy chování modelů a vybrané systémové archetypy. Druhá část teoretické části se věnuje teorii osobních financí a souvislostem mezi systémem a osobními financemi. Stejná část obsahuje i definici pojmů, které se objevují v osobních financích a vysvětluje zákonem nastavený proces výpočtu výše čisté mzdy a pobírání státní podpory.

Ve vlastní části práce je představen problém nejistoty v osobních financích a motivace aplikace systémové dynamiky v oblasti osobních financí. Jsou představena data o příjmech, výdajích, nákladech na bydlení a inflaci, nad kterými je prováděna simulace a ze kterých vychází sledované scénáře, jejichž aplikace a popis je stanoven jako cíl pro vytvořený model.

Dále se vlastní práce zabývá tvorbou modelů pomocí nástrojů systémové dynamiky. První model je příčinně smyčkový diagram. Došlo k určení polarit a vyznačení zpětnovazebných smyček a jejich rozdělení na posilující a vyvažující. V jednotlivých podkapitolách jsou všechny zpětnovazebné smyčky popsány. V následujícím kroku byl vytvořen diagram stavů a toků, jehož popis je vzhledem k rozsahu modelu rozdělen na osm kapitol. Každá podkapitola popisuje obsah výřez modelu, parametry pomocných proměnných a popis

výpočtu ostatních proměnných. Všechny vzorce a hodnoty parametrů z důvodu rozsahu modelu nejsou obsaženy ve vlastní práci. Jejich seznam rozdělený podle podkapitol je v přílohách. Vlastní práce ještě obsahuje popis výstupů simulace modelu a došlo k provedení citlivostní analýzy změnou parametrů příjmu a počáteční úrovně naspořených financí. Docházelo ke změnám jedné, druhé nebo obou zvolených proměnných. Graficky je znázorněno, jaké změny způsobily provedené změny parametrů.

Poslední část diplomové práce obsahuje testování různých scénářů vycházejících z praxe osobních financí. Byly vytvořeny čtyři scénáře s různým množstvím možných situací. Výstupy byly graficky znázorněny a okomentovány. Prvním scénářem byly sledovány možnosti urychlení koupě vlastního bydlení snížením nákladů a změnou přístupu k využití naspořených financí. Kombinací obou bylo možné uspíšit koupi nemovitosti o šest let v rámci parametrů zadané scénářem. Prostřednictvím druhého scénáře byl sledován efekt výpadku jednoho příjmu a s tím spojené dopady na finance. Bylo prokázáno, že výpadek ve 40 nebo 50 letech nemá na domácnost s průměrným až nadprůměrným příjmem ničující efekt. To je podmíněno racionálním chováním domácnosti, která upraví výši svých spotřebních výdajů po poklesu příjmu. V rámci třetího scénáře byla sledována změna podílu splátek hypotéky na příjmu. Pro zadané parametry se 15letá doba nejeví jako reálná, 30letá simulace jako příliš konzervativní. Čtvrtým scénářem se sledovala změna výdajů podle počtu vychovávaných dětí. Bylo provedeno porovnání výdajů na děti v situaci, kdy jsou výdaje na každé dítě stejné, a po zavedení změny chování v oblasti výdajů. Pokud jsou spotřební výdaje na druhé a třetí dítě nižší než každé předchozí a spotřební výdaje každého člena se snižují s počtem členů domácnosti, je výchova tří dětí realistická i pro domácnost s nadprůměrným příjmem. Před provedením úprav nebylo možné výchovu tří dětí realizovat.

Přínosem diplomové práce je návrh simulačního modelu systémové dynamiky pro zachycení průběhu vývoje osobních financí. Pomocí modelu se dají simulovat různé průběhy osobních financí na základě vložených parametrů. Lze sledovat dopad změn jednotlivých parametrů na vývoj průběh simulace. Při správném nastavení parametrů lze model využít jako simulátor průběhu osobních financí snižující nejistoty osobních financí a jako základ předpovědi vývoje vlastních osobních financí.

Simulace vývoje osobních financí odpovídá předpokladům o jednotlivých fázích osobních financí z odborné literatury. Je ale potřeba přihlídnout ke skutečnosti, že ne každý člověk se vždy rozhoduje stoprocentně racionálně. Není možné obsáhnout každé lidské rozhodnutí

a pochybení. Model by pak vyžadoval speciální rozšíření pro zpracování nejrůznějších požadavků. Model nevyužívá nových volných financí, kterými domácnosti mohou disponovat v poslední fázi produktivního věku. V aktuálním stavu se model zabývá pouze osobami s příjmy ze závislé činnosti, nepostihuje tak osoby s příjmy ze samostatné činnosti, osoby v předproduktivním a postproduktivním věku. Model by bylo mimo jiné možné rozšířit o strukturu, která by se zabývala osobou v bankrotu a sledovala proces jejího oddlužení.

7. Seznam použitých zdrojů

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

BALABÁN, Zdeněk a NOVESKÝ, Ivan, 2009. *Slabikář finanční gramotnosti*. 1. Praha: COFET. ISBN 9788025442074.

BOSEL, H., 2007a. *System Zoo 1 Simulation Models: Elementary Systems, Physics, Engineering: System Zoo: Simulation Models*. Books on Demand. ISBN 9783833484223. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=Hjua2EpKkKQC>.

BOSEL, H., 2007b. *System Zoo 3 Simulation Models: Economy, Society, Development: System Zoo: Simulation Models*. Books on Demand. ISBN 9783833484247. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=B0XBF6GliVgC>.

CALLAGHAN, G.; FRIBBANCE, I. a HIGGINSON, M., 2011. *Personal Finance*. Bloomsbury Academic. ISBN 9780230348110. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=n7MCaAEACAAJ>.

ČESKÁ BANKOVNÍ ASOCIACE, 2023. *Finanční gramotnost Čechů 2023*. online. In: Česká bankovní asociace. Dostupné z: <https://cbaonline.cz/financi-gramotnost-cechu-2023>. [cit. 2024-02-05].

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, 2021. *ČNB nově nastaví limity ukazatelů LTV, DTI a DSTI u hypotečních úvěrů, zvýší i proticyklickou kapitálovou rezervu na 2 %*. online. In: Česká národní banka. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/cnb-news/tiskove-zpravy/CNB-nove-nastavi-limity-ukazatelu-LTV-DTI-a-DSTI-u-hypotecnich-uveru-zvysi-i-proticyklickou-kapitalovou-rezervu-na-2-/>. [cit. 2024-02-12].

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, 2023. *ČNB ponechala závazné limity pro hypoteční úvěry s výjimkou DSTI a snížila proticyklickou kapitálovou rezervu na 2,25 %*. online. In: . Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/cnb-news/tiskove-zpravy/CNB-ponechala-zavazne-limity-pro-hypotecni-uvery-s-vyjimkou-DSTI-a-snizila-proticyklickou-kapitalovou-rezervu-na225/>. [cit. 2024-02-12].

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, 2024. *Co to je inflace?*. online. In: Česká národní banka. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/casto-kladene-dotazy/Co-to-je-inflace/>. [cit. 2024-01-26].

ČESKÁ REPUBLIKA, 1992. 586/1992 Sb.: Zákon České národní rady o daních z příjmů. In: 99/2001. 39/2001, s. 48.

ČESKÁ SPRÁVA SOCIÁLNÍHO ZABEZPEČENÍ, 2024. *Peněžítá pomoc v mateřství*. online. In: ČESKÁ SPRÁVA SOCIÁLNÍHO ZABEZPEČENÍ. Web České správy sociálního zabezpečení. Dostupné z: <https://www.cssz.cz/penezita-pomoc-v-materstvi>. [cit. 2024-01-24].

CLANCY, Timothy, 2018. Systems Thinking: Three System Archetypes Every Manager Should Know: Three System Archetypes Every Manager Should Know. *IEEE Engineering Management Review*. roč. 46, s. 32-41. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/EMR.2018.2844377>.

COWAN, Nelson, 2001. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*. roč. 24, č. 1, s. 87-114. ISSN 0140-525X. Dostupné z: <https://doi.org/DOI:10.1017/S0140525X01003922>.

COYLE, R. G., 1996. *System Dynamics Modelling: A practical approach*. 1. Springer. ISBN 9781489929358.

ČSSZ, 2023. *Starobní důchod podrobně*. online. In: ČSSZ. Česká správa sociálního zabezpečení. Dostupné z: <https://www.cssz.cz/starobni-duchod-podrobne>. [cit. 2024-02-12].

ČSÚ, 2004. *Náklady na výchovu a výživu dětí*. online. In: CZSO. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/naklady-na-vychovu-a-vyzivu-deti-2003-n-a6vxfndb0>. [cit. 2024-02-06].

ČSÚ, 2023a. *Ceny nemovitostí*. online. In: ČSÚ. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ceny-nemovitosti-l2qll64pxr>. [cit. 2024-02-07].

ČSÚ, 2023b. *Struktura mezd zaměstnanců 2022*. online. In: ČSÚ. CZSO. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/struktura-mezd-zamestnancu-2022>. [cit. 2024-02-06].

ČSÚ, 2023c. *Spotřební výdaje domácností 2023*. online. In: CZSO. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotrebni-vydaje-domacnosti-2022>. [cit. 2024-02-06].

ČSÚ, 2024. *Inflace, spotřebitelské ceny*. online. In: ČSÚ. CZSO. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebitejske_ceny. [cit. 2024-02-09].

DELOITTE, 2023a. *Property Index 2022*. online. In: DELOITTE. Deloitte. Dostupné z: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/real-estate/Property_Index_2022.pdf. [cit. 2024-02-07].

DELOITTE, 2023b. *Rent Index*. online. In: DELOITTE. Deloitte. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/real-estate/Rent-Index-Q4-2022.pdf>. [cit. 2024-02-07].

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

DOYLE, James a FORD, David, 1998. Mental models concepts for system dynamics research. *System Dynamics Review*. roč. 14, č. 1, s. 3-29. ISSN 0883-7066. Dostupné z: [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1727\(199821\)14:13::AID-SDR1403.0.CO;2-K](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1727(199821)14:13::AID-SDR1403.0.CO;2-K).

EXEKUTORSKÁ KOMORA, 2023. *Statistiky Exekuční komory*. online. In: Exekutorská komora. Dostupné z: <https://statistiky.ekcr.info/statistiky>. [cit. 2024-02-05].

FILIP, M., 2006. *Osobní a rodinné bohatství: jak se dobře zajistit: Beckova edice ABC*. C.H. Beck. ISBN 9788071794660. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=TsuSAAAACAAJ>.

FINANČNÍ SPRÁVA ČR, 2023. *Finanční správa ČR*. online. In: FINANČNÍ SPRÁVA ČR. Web Finanční správy České republiky. Dostupné z: <https://www.financnisprava.cz/cs/dane/dane/dan-z-prijmu/zamestnanci-zamestnavatele/dotazy-a-odpovedi/2024/aktualni-dotazy-a-odpovedi-k-dpz-2023-2024>. [cit. 2024-01-24].

FORBES, S.; LEWIS, N. a AMES, E., 2022. *Inflation: What It Is, Why It's Bad, and How to Fix It: What It Is, Why It's Bad, and How to Fix It*. Encounter Books. ISBN 9781641772440. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=uYhCEAAAQBAJ>.

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

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

FORRESTER, Jay Wright, 1995a. *The beginning of system dynamics*. online. In: McKinsey & Company. 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>. [cit. 2022-01-29].

FORRESTER, Jay Wright, 1995b. *Counterintuitive Behavior of Social Systems*. online. In: . Dostupné z: <http://static.clexchange.org/ftp/documents/system-dynamics/SD1993-01CounterintuitiveBe.pdf>. [cit. 2022-01-29].

FRENCH, Declan; MCKILLOP, Donal a STEWART, Elaine, 2020. The effectiveness of smartphone apps in improving financial capability. *The European Journal of Finance*. roč.

26, č. 4-5, s. 302-318. ISSN 1351-847X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/1351847X.2019.1639526>.

FRENCH, Declan; MCKILLOP, Donal a STEWART, Elaine, 2021. Personal finance apps and low-income households. *Strategic Change*. roč. 30, č. 4, s. 367-375. ISSN 1086-1718. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsc.2430>.

HARALDSSON, Hordur V., 2004. *Introduction to System Thinking and Causal Loop Diagrams*. 1. Department of Chemical Engineering, Lund University. ISBN 1104-2877.

HECKMAN, William, 2023. *Stress Level Of Americans Is Rising Rapidly In 2022, New Study Finds*. online. In: The American Institute of Stress. Dostupné z: <https://www.stress.org/stress-level-of-americans-is-rising-rapidly-in-2022-new-study-finds>. [cit. 2024-02-05].

KOHOUT, Pavel, 2013. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí: 7. aktualizované a přepracované vydání: Finance (Grada)*. 7. Grada. ISBN 9788024750644. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=0JZGAgAAQBAJ>.

KONTOGIANNIS, Tom, 2021. A qualitative model of patterns of resilience and vulnerability in responding to a pandemic outbreak with system dynamics. *Safety Science*. roč. 30, č. 134, s. 130-147. ISSN 0925-7535.

KOVANDA, Lukáš, 2021. *Lukáš Kovanda, Ph. D.* online. In: Lukáš Kovanda. Dostupné z: <http://www.lukaskovanda.cz/vychova-a-vyziva-ditete-stoji-rodice-prumerne-16-milionu-korun/>. [cit. 2024-02-06].

KREJČÍ, Igor a KVASNIČKA, Roman, 2014. *Systémová dynamika I*. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. ISBN 978-80-213-2478-7.

KŘOVÁK, Jan, 2023. *Věk odchodu do důchodu se může posouvat až na 68 let, MPSV připravuje plán*. online. In: Echo24.cz. Dostupné z: <https://echo24.cz/a/Sbnzm/zpravy-domaci-vek-odchod-duckody-penze-seniori-mpsv-prace-duckodci>. [cit. 2024-02-12].

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*. roč. 23, č. 2-3, s. 95-118. ISSN 08837066. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/sdr.370>.

LANE, David a STERMAN, John, 2011. Jay Wright Forrester. *Profiles in Operations Research*. s. 363-386. ISBN 978-1-4419-6280-5. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6281-2_20.

MCDONOGH, Jennifer, 2014. *Designing purposeful action among divergent stakeholders: A 'being-doing' approach.: A 'being-doing' approach*.

MCLEAN, Scott; READ, Gemma; HULME, Adam; DODD, Karl; GORMAN, Adam et al., 2019. Beyond the Tip of the Iceberg: Using Systems Archetypes to Understand Common and Recurring Issues in Sports Coaching: Using Systems Archetypes to Understand Common and Recurring Issues in Sports Coaching. *Frontiers in Sports and Active Living*. roč. 1. ISSN 2624-9367. Dostupné také z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2019.00049>.

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

MEADOWS, Donella; MEADOWS, Dennis; RANDERS, Jorgen a BEHRENS, William, 1972. *The Limits to Growth: A Report for THE CLUB OF ROME'S Project on the Predicament of Mankind*. 1. New York: Universe Books. ISBN 0-87663-165-0.

MILDEOVÁ, Stanislava a VOJTKO, Viktor, 2003. *Systémová dynamika*. V Praze: Oeconomica. ISBN 80-245-0626-2.

MILLER, George A., 1956. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information.: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. roč. 63, č. 2, s. 81-97. Dostupné z: <https://doi.org/10.1037/h0043158>.

MINISTERSTVO FINANCÍ ČR, 2023. *PŘEHLEDNĚ: Které změny přinese rok 2024 nejen pro občany*. online. In: MINISTERSTVO FINANCÍ ČR. Web Ministerstva financí ČR. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/ministerstvo/media/tiskove-zpravy/2023/prehledne-ktere-zmeny-prinese-rok-2024-nejen-pro-o-54178>. [cit. 2024-01-24].

MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ, 2024a. *Sociální pojištění 2024*. online. In: MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ. MPSV. Dostupné z: <https://www.mpsv.cz/socialni-pojisteni>. [cit. 2024-01-24].

MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ, 2024b. *Rodičovský příspěvek*. online. In: MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ. Web ministerstva práce a sociálních věcí. Dostupné z: <https://www.mpsv.cz/rodicovsky-prispevek1>. [cit. 2024-01-24].

OLDŘICH, R., 2014. *Finanční trhy: 4., aktualizované a rozšířené vydání: 4., aktualizované a rozšířené vydání*. Grada. ISBN 9788024736716. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=-z2pBAAAQBAJ>.

RAHMANDAD, Hazhir, 2022. Behavioral responses to risk promote vaccinating high-contact individuals first. *System Dynamics Review*. roč. 38, č. 3, s. 246-263. ISSN 0883-7066. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sdr.1714>.

RICHARDSON, George P., 2022. What Jay didn't tell us: hidden gems in the system dynamics practices of Jay W. Forrester1: hidden gems in the system dynamics practices of Jay W. Forrester1. *System Dynamics Review*. roč. 38, č. 4, s. 398-418. ISSN 0883-7066. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sdr.1721>.

SCHMITT OLABISI, Laura a SIDIBÉ, Amadou, 2023. Observations from a system dynamics modeling field school in Mali. *System Dynamics Review*. roč. 39, č. 1, s. 80-94. ISSN 0883-7066. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sdr.1726>.

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

SMITHIN, J.N., 2000. *What is Money?: Routledge international studies in money and banking*. Routledge. ISBN 9780415206907. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=MDU-NTEJziMC>.

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

STERMAN, John a SWEENEY, Linda, 2000. Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory. online. *System Dynamics Review*. roč. 16, č. 4, s. 38. ISSN 1099-1727. Dostupné z: <https://doi.org/doi:10.1002/sdr.198>. [cit. 2023-11-26].

STRUBEN, Jeroen, 2020. The coronavirus disease (COVID-19) pandemic: simulation-based assessment of outbreak responses and postpeak strategies: simulation-based assessment of outbreak responses and postpeak strategies. *System Dynamics Review*. roč. 36, č. 3, s. 247-293. ISSN 0883-7066. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sdr.1660>.

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

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

TEPLÝ, Petr, 2013. *Navigátor bezpečného úvěru*. Praha: Karolinum. ISBN 978-802-4622-873.

VALOUCH, P.; MÁLEK, P. a OŠKRDALOVÁ, G., 2016. *Osobní finance*. Masarykova univerzita. ISBN 9788021081789. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=AEjmDwAAQBAJ>.

VENTANA SYSTEMS, 2024. *Vensim Documentation*. online. In: VENTANA SYSTEMS. Vensim. Dostupné z: <https://vensim.com/documentation/index.html>. [cit. 2024-01-18].

8. Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Lineární Myšlení zdroj: vlastní zpracování podle (Anderson, Johnson, 1997, s. 21)	22
Obrázek 2: Systémové myšlení zdroj: vlastní zpracování podle (Anderson, Johnson, 1997, s. 21).....	22
Obrázek 3: Systémové myšlení podle Stermana zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 11).....	22
Obrázek 4: Kladná vazba zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 139)	25
Obrázek 5: Záporná vazba zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 139)	26
Obrázek 6: Sebeposilující smyčka podle Meadows (2008, s. 31)	27
Obrázek 7: Grafické symboly v SFD zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 192)	30
Obrázek 8: Stav jako vana zdroj: (Sterman, 2000, s. 194).....	31
Obrázek 9: Vana v SFD zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 194)	31
Obrázek 10: Exponenciální růst (zdroj: vlastní zpracování ve Vensim)	32
Obrázek 11: Cíl hledající struktura zdroj: vlastní zpracování podle (Meadows, 2008, s. 36)	33
Obrázek 12: Bosselova struktura Z510 převzato z (Bossel, 2007, s. 51)	35
Obrázek 13: Archetyp meze růstu zdroj: vlastní zpracování podle (Clancy, 2018, s. 35)...	36
Obrázek 14: Archetyp přesun břemene zdroj: vlastní zpracování podle (Mcdonogh, 2014, s. 22)	37
Obrázek 15: Archetyp úspěch úspěšným zdroj: vlastní zpracování podle (McLean et al., 2019, s. 10).....	38
Obrázek 16: CLD osobní finance (zdroj: vlastní zpracování)	56
Obrázek 17: SFD pohled příjmy (zdroj: vlastní zpracování)	60
Obrázek 18: SFD pohled Finance (zdroj: vlastní zpracování)	61
Obrázek 19: SFD pohled děti (zdroj: vlastní zpracování).....	62

Obrázek 20: Struktura vlastních financí (zdroj: vlastní zpracování)	63
Obrázek 21: Struktura příjmů (zdroj: vlastní zpracování)	64
Obrázek 22: Struktura výpočtu mateřské a rodičovské (zdroj: vlastní zpracování)	65
Obrázek 23: Struktura stanovení příjmu partnera (zdroj: vlastní zpracování).....	65
Obrázek 24: Struktura inflace (zdroj: vlastní zpracování).....	66
Obrázek 25: Struktura spotřebních výdajů (zdroj: vlastní zpracování)	67
Obrázek 26: Koeficient spotřebních výdajů (zdroj: vlastní zpracování)	68
Obrázek 27: Struktura nájem (zdroj: vlastní zpracování).....	68
Obrázek 28: Struktura výdaje na děti (zdroj: vlastní zpracování)	69
Obrázek 29: Procentuální podíl výdajů na děti (zdroj: vlastní zpracování)	69
Obrázek 30: Struktura investice (zdroj: vlastní zpracování)	70
Obrázek 31: Struktura hypotéka (zdroj: vlastní zpracování).....	71
Obrázek 32: Celkový majetek v modelu (zdroj: vlastní zpracování)	72
Obrázek 33: Nastavení citlivostní analýzy (zdroj: vlastní zpracování)	75

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Dynamická komplexita zdroj: vlastní zpracování podle (Sterman, 2000, s. 22)	19
Tabulka 2: Procentuální vyjádření výdajů na děti na 1 dospělého zdroj: vlastní zpracování podle (ČSÚ, 2004)	54
Tabulka 3: Kvintilové rozdělení spotřebních výdajů 2022 zdroj: vlastní zpracování podle (ČSÚ, 2023).....	54
Tabulka 4: Parametry pro funkci RANDOM NORMAL (zdroj: vlastní zpracování).....	67
Tabulka 5: Výnos investic (zdroj: vlastní zpracování)	70
Tabulka 6: Citlivostní analýza Stav účtu (zdroj: vlastní zpracování).....	76
Tabulka 7: Citlivostní analýza Naspořené finance (zdroj: vlastní zpracování).....	77
Tabulka 8: Citlivostní analýza Půjčka (zdroj: vlastní zpracování).....	78
Tabulka 9: Citlivostní analýza Aktuální hodnota majetku (zdroj: vlastní zpracování)	79
Tabulka 10: Scénář 3 Splacená suma (zdroj: vlastní zpracování)	85

8.3 Seznam grafů

Graf 1: Průběh inflace 2000–2022 zdroj: vlastní zpracování podle (ČSÚ, 2024)	55
Graf 2: Vývoj cenové hladiny (zdroj: vlastní zpracování).....	66
Graf 3: Stav účtu (zdroj: vlastní zpracování)	73
Graf 4: Naspořené finance (zdroj: vlastní zpracování)	74
Graf 5: Majetek (zdroj: vlastní zpracování)	74
Graf 6: Scénář 1 Čas vlastní nemovitosti (zdroj: vlastní zpracování).....	81
Graf 7: Scénář 2 Bilance (zdroj: vlastní zpracování)	82
Graf 8: Scénář 2 Majetek (zdroj: vlastní zpracování)	83
Graf 9: Scénář 3 Podíl splátky na příjmu (zdroj: vlastní zpracování).....	84
Graf 10: Scénář 4 Bilance bez úprav (zdroj: vlastní zpracování)	85
Graf 11: Scénář 4 Spotřební výdaje (zdroj: vlastní zpracování).....	86
Graf 12: Scénář 4 Bilance po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)	86

Přílohy

Příloha 1 – Parametry struktury Struktura vlastních financí

Název proměnné	Vzorec
Naspořené finance	INTEG (investování+zhodnocování investic-pokrytí ztráty-vlastní úspory na hypotéku, počáteční hodnota investic)
pokrytí ztráty	IF THEN ELSE(Naspořené finance>0, 1 , 0) * IF THEN ELSE("příjem-výdaj"<0, MIN(-"příjem-výdaj" , Naspořené finance) , 0)
investování	MAX(procento financí na investice*Stav účtu , 0)
procento financí na investice	90/100
příjem	čistý roční příjem+čistý roční příjem partnera
Stav účtu	INTEG (pokrytí ztráty+příjem+přísun peněz z půjčky-investování-splacení půjčky-výdaje, 0)
příjem-výdaj	příjem-splacení půjčky-výdaje

přísun peněz z půjčky	půjčení peněz
splacení půjčky	splacení+úroky
úroková sazba	6/100
úroky	Půjčka*úroková sazba
půjčení peněz	IF THEN ELSE(Stav účtu<0, -Stav účtu, 0)
Půjčka	INTEG (půjčení peněz-splacení, 0)
doba splacení půjčky	5
výše splátky	půjčení peněz/doba splacení půjčky
1. splátka	DELAY FIXED(výše splátky, 1, 0)
2. splátka	DELAY FIXED(výše splátky, 2, 0)
3. splátka	DELAY FIXED(výše splátky, 3, 0)
4. splátka	DELAY FIXED(výše splátky, 4, 0)
5. splátka	DELAY FIXED(výše splátky, 5, 0)
splátka	"1. splátka"+"2. splátka"+"3. splátka"+"4. splátka"+"5. splátka"
splacení	splátka

Příloha 2 – Parametry struktury Příjmy

Název proměnné	Vzorec
měsíční hrubá mzda vstup	40000
hodnota zvýšení	10000
částka prvního zvýšení mzdy	STEP(hodnota zvýšení, 35)
částka druhého zvýšení mzdy	STEP(hodnota zvýšení, 45)
sazba sociální a zdravotní pojištění	0.116
sociální a zdravotní pojištění	hrubá mzda roční*sazba sociální a zdravotní pojištění
roční hrubá mzda vstup	(měsíční hrubá mzda vstup+částka prvního zvýšení mzdy+částka druhého zvýšení mzdy)*12
daňová sazba	0.15
sleva na manžela	IF THEN ELSE("je potřeba být na rodičovské?"=1, 24840, 0)

sleva na poplatníka	2570*12
daň z příjmu	MAX((daňová sazba*(hrubá mzda roční-sleva na manžela-snížení daňového základu o placený úrok))-Celková sleva na děti-sleva na poplatníka , -Celková sleva na děti)
Celková sleva na děti	IF THEN ELSE(počet dětí aktuálně doma=1 , Sleva na první dítě , 0) +IF THEN ELSE(počet dětí aktuálně doma=2 , Sleva na první dítě+Sleva na druhé dítě, 0) +IF THEN ELSE(počet dětí aktuálně doma=3 , Sleva na první dítě+Sleva na druhé dítě+Sleva na třetí dítě , 0)
Sleva na první dítě	15204
Sleva na druhé dítě	22320
Sleva na třetí dítě	27840
snížení daňového základu o placený úrok	IF THEN ELSE(úročení>0, MIN(úročení, 150000) , 0)
hrubá mzda roční	roční hrubá mzda vstup*koeficient růstu mezd
čistý roční příjem	hrubá mzda roční-daň z příjmu-sociální a zdravotní pojištění
čistý roční příjem partnera	IF THEN ELSE("je potřeba být na mateřské?"=1:OR:"je potřeba být na rodičovské?"=1, příjem partnera mimo práci , čistá mzda partner)
příjem partnera mimo práci	příjem v roce mateřské+Výše rodičovské
čistá mzda partner	PULSE TRAIN(čas počátku soužití s partnerem, 1000 , 1 , 1000)*čistá mzda partner výpočet

příjem v roce mateřské	Výše mateřské+IF THEN ELSE("je potřeba být na mateřské?"=1, čistá mzda partner*((365-počet dnů na mateřské)/365), 0)
počet dnů na mateřské	196
Denní vyměřovací základ	roční hrubá mzda partner vstup/365.25
Výše mateřské	IF THEN ELSE("probíhá mateřská?"=1, redukovaný vyměřovací základ*0.7*365*(počet dnů na mateřské/365), 0)*koeficient růstu mezd
rodičovský příspěvek	350000*koeficient růstu mezd
probíhá mateřská?	IF THEN ELSE("je potřeba být na mateřské?"=1, 1, 0)
probíhá rodičovská?	IF THEN ELSE("je potřeba být na rodičovské?"=1:AND:"je potřeba být na mateřské?"=0, 1, 0)
čas počátku soužití s partnerem	25
limit výše rodičovské	MAX(0.7*"30násobek denního vyměřovacího základu"*12, koeficient růstu mezd*13000*12)
Délka rodičovské dovolené	1
je potřeba být na mateřské?	IF THEN ELSE(Time=rok narození prvního dítěte:OR:Time=rok narození druhého dítěte:OR:Time=rok narození třetího dítěte, 1, 0)
je potřeba být na rodičovské?	PULSE TRAIN(rok narození prvního dítěte+1, 1000, 1, rok narození prvního dítěte+Délka rodičovské dovolené)*1+PULSE TRAIN(rok narození druhého dítěte+1, 1000, 1, rok narození druhého dítěte+Délka rodičovské dovolené)*1+PULSE TRAIN(rok narození třetího

	dítěte+1 , 1000 , 1 , rok narození třetího dítěte+Délka rodičovské dovolené)*1
--	--

Příloha 3 – Parametry struktury Inflace

Název proměnné	Vzorec
Cenová hladina	INTEG (+nárůst cenové hladiny, 0)
nárůst cenové hladiny	Cenová hladina*(1+inflace)-Cenová hladina
inflace	RANDOM NORMAL(0.1/100 , 6.3/100 , 2.4/100 , 1.4/100 , seed random)
koeficient růstu mezd	DELAY FIXED(Cenová hladina, 3 , 1)

Příloha 4 – Parametry struktury Výdaje

Název proměnné	Vzorec
spotřební výdaje	(spotřební výdaje dospělých členů domácnosti+spotřební výdaje dětí)*uplatňovaný koeficient spotřebních výdajů
potřební výdaje dospělých členů domácnosti	spotřební výdaje rok 0*Cenová hladina*počet dospělých členů domácnosti
počet dospělých členů domácnosti	1+IF THEN ELSE(Time>=čas počátku soužití s partnerem, 1 , 0)
spotřební výdaje dospělých členů domácnosti	spotřební výdaje rok 0*Cenová hladina*počet dospělých členů domácnosti
uplatňovaný koeficient spotřebních výdajů	MAX(koeficient spotřebních výdajů(poměr příjmu a průměrné mzdy)-efekt výše půjčky na snížení spotřebních výdajů , 0.7)
koeficient spotřebních výdajů (Lookup)	[(0,0.6)-(2,10)],(0,0.7),(0.8,0.7),(0.9,0.91), (1,1),(1.2,1.12),(2,1.5)
efekt výše půjčky na snížení spotřebních výdajů	Půjčka/příjem
poměr příjmu a průměrné mzdy	(příjem/2)/aktuální průměrná mzda

průměrná mzda rok 0	42427*12*0.85
spotřební výdaje rok 0	150000
aktuální průměrná mzda	průměrná mzda rok 0*koeficient růstu mezd
nájem	IF THEN ELSE(vlastní nemovitost=0, nájem za m2*aktuální rozměr bytu , 0)
nájem za m2	nájem za m2 v roce 0*Cenová hladina
nájem za m2 v roce 0	273*12
Rozměr bytu podle členů domácnosti (Lookup)	[(0,0)-(10,70)],(1,40),(2,50),(3,50),(4,70),(5,80)
aktuální rozměr bytu	rozměr bytu podle členů domácnosti(počet členů v domácnosti)
počet členů v domácnosti	počet dětí aktuálně doma+počet dospělých členů domácnosti

Příloha 5 – Parametry struktury Výdaje na děti

Název proměnné	Vzorec
Rok narození prvního dítěte	29
výdaje na dítě podle věku v porovnání s dospělým (Lookup)	[(-1,0)-(26,1.2)],(-1,0),(0,0.73),(2,0.73), (3,0.73),(5,0.73),(6,0.77),(9,0.77), (10,0.85),(14,0.85),(15,0.97), (17,0.97),(18,0.97),(19,0.8),(25,0.8), (26,0),(100,0),(999,0)
narození prvního dítěte	IF THEN ELSE (Time=rok narození prvního dítěte,1,0)
stárnutí prvního dítěte	IF THEN ELSE(kumulativní proměnná pro věk prvního dítěte>-1,1,0)+IF THEN ELSE(narození prvního dítěte=1,2,0)
kumulativní proměnná pro věk prvního dítěte	INTEG (stárnutí prvního dítěte, počáteční věk prvního dítěte)
počáteční věk prvního dítěte	-1

věk prvního dítěte	IF THEN ELSE (kumulativní proměnná pro věk prvního dítěte \geq 0,kumulativní proměnná pro věk prvního dítěte,0)
náklady na první dítě	výdaje na dítě podle věku v porovnání s dospělým(kumulativní proměnná pro věk prvního dítěte)*spotřební výdaje rok 0

Příloha 6 – Parametry struktury Investice

Název proměnné	Vzorec
Seed random	666
procento nízké riziko	RANDOM NORMAL(0.5/100, 5/100 , 2.5/100 , 1/100 , seed random)
procento střední riziko	RANDOM NORMAL(-5/100, 15/100 , 6/100 , 2/100 , seed random)
procento vysoké riziko	RANDOM NORMAL(-10/100, 25/100 , 10/100 , 7.5/100 , seed random)
podíl střední riziko	1/3
podíl nízké riziko	1/3
podíl vysoké riziko	1/3
zhodnocení investic nízkého rizika	+podíl nízké riziko*Naspořené finance*procento nízké riziko
zhodnocení investic středního rizika	+podíl střední riziko*Naspořené finance*procento střední riziko
zhodnocení investic vysokého rizika	podíl vysoké riziko*Naspořené finance*procento vysoké riziko
zhodnocování investic	zhodnocení investic vysokého rizika+zhodnocení investic nízkého rizika+zhodnocení investic středního rizika

Příloha 7 – Parametry struktury Hypotéka

Název proměnné	Vzorec
vlastní úspory na hypotéku	IF THEN ELSE(je naspořeno dost peněz:AND:vlastní nemovitost=0:AND:je příjem dost vysoký =1:AND:je čas na splacení hypotéky=1 , peníze nutné pro zřízení hypotéky+přídavek vlastních úspor, 0)
procento naspořené částky	IF THEN ELSE(Time>35 , 20/100 , 10/100)
peníze nutné pro zřízení hypotéky	procento naspořené částky*cena nemovitosti
je naspořeno dost peněz	IF THEN ELSE(Naspořené finance>peníze nutné pro zřízení hypotéky, 1 , 0)
cena nemovitosti v roce 0	8000000
cena nemovitosti	cena nemovitosti v roce 0*Cenová hladina
odhadovaná dlužná částka	cena nemovitosti-peníze nutné pro zřízení hypotéky
minimální násobek čistého příjmu	IF THEN ELSE(Time<=36, 9.5 , 8.5)*příjem
je příjem dost vysoký	IF THEN ELSE(minimální násobek čistého příjmu>odhadovaná dlužná částka, 1 , 0)
vlastní nemovitost	IF THEN ELSE(Splacená suma>0:OR:Celková výše hypotéky>0 , 1,0)
Celková výše hypotéky	INTEG (zřízení hypotéky-splacení hypotéky, 0)
Splacení hypotéky	zrušení hypotéky
zrušení hypotéky	DELAY FIXED(zřízení hypotéky , doba splácení hypotéky , 0)

zřízení hypotéky	IF THEN ELSE(je naspořeno dost peněz:AND:vlastní nemovitost=0:AND:je příjem dost vysoký =1:AND:je čas na splacení hypotéky=1 , (cena nemovitosti-vlastní úspory na hypotéku) , 0)
doba splácení hypotéky	25
zřízení hypotéční úvěru	zřízení hypotéky
Hypotéka	INTEG (úročení+zřízení hypotéční úvěru-splátka hypotéky, 0)
splátka hypotéky	Celková výše hypotéky*((hypotéční úrok*((1+hypotéční úrok)^doba splácení hypotéky)))/(((1+hypotéční úrok)^doba splácení hypotéky)-1)
hypotéční úrok	3/100
úročení	hypotéční úrok*Hypotéka
Splacená suma	INTEG (splátka hypotéky, 0)

Příloha 8 – Parametry struktury Celkový majetek v modelu

Název proměnné	Vzorec
Aktuální hodnota majetku	IF THEN ELSE(vlastní nemovitost=1, cena nemovitosti , 0) +Naspořené finance+Stav účtu-Půjčka-Hypotéka
Aktuální hodnota majetku očištěna o inflaci	aktuální hodnota majetku/Cenová hladina