**VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE**

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

2011 Bc. Radka Zárubová

**VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE**

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY

Název diplomové práce:

# Simulační model vývoje penzijního připojištění

Autor: **Bc. Radka Zárubová**

Katedra: **Katedra ekonometrie**

Obor: **Ekonometrie a operační výzkum**

Vedoucí práce: **Doc. Mgr. Ing. Martin Dlouhý, Dr.**

**Prohlášení**:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Simulační model vývoje penzijního připojištění“ zpracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 18. dubna 2011 .....

Bc. Radka Zárubová

**Poděkování**:

Ráda bych na tomto místě poděkovala doc. Mgr. Ing. Martinovi Dlouhému, Dr. za vedení mé diplomové práce a za podnětné návrhy, které ji obohatily. Poděkování patří rovněž mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali nejen při tvorbě této práce, ale i během celého mého studia.

## Abstrakt

*Název práce*: Simulační model vývoje penzijního připojištění
*Autor*: Bc. Radka Zárubová
*Katedra*: Katedra ekonometrie
*Vedoucí práce*: Doc. Mgr. Ing. Martin Dlouhý, Dr.

Předkládaná práce čtenáře nejprve seznámí se systémem penzijního připojištění, včetně jeho navržené novelizace z roku 2009. Jejím cílem je předpověď a analýza očekávaného vývoje penzijního připojištění se státním příspěvkem. Práce se zaměřuje na simulační model tohoto pojistného produktu. V rámci tohoto simulačního modelu jsou náhodně generovány míry zhodnocení a je určováno množství peněžních prostředků, které by klient hypotetického penzijního fondu získal. K usnadnění simulace jsem naprogramovala aplikaci v jazyce VBA, která je součástí práce. Aplikace umožňuje provést simulační běhy v požadovaném počtu replikací. Práce obsahuje čtyři simulační experimenty – simulaci penzijního připojištění a simulaci penzijního spoření, obojí jak s přípěvky zaměstnavatele, tak i bez nich. Na konci práce je porovnána očekávaná efektivnost těchto dvou systémů z pohledu účastníka i z pohledu vlády.



**Klíčová slova**: penzijní připojištění, důchodový systém, simulace, metoda Monte Carlo, VBA



## Abstract

*Title*: The Simulation Model of the Development of Pension Insurance
*Author*: Bc. Radka Zárubová
*Department*: Department of Econometrics
*Supervisor*: Doc. Mgr. Ing. Martin Dlouhý, Dr.

First, this thesis introduces the system of pension insurance with state contribution including its proposed amendment made in 2009. Its aim is to forecast and to analyse expected development in pension insurance with state contribution. The main part of the thesis is focused on the simulation model of this insurance product. Within this model, annual interest on contributions is randomly generated and the amount of money a client of a hypothetical pension fund would receive is calculated. To facilitate this simulation, I programmed and attached (as a part of the thesis) an application in VBA language which enables to run this simulation in the preset number of replications. The thesis gives four examples of simulation experiments – a simulation of pension insurance, and a simulation of pension saving, both versions both with and without contributions made by client's employer. The comparison of the expected efficiency of the both systems from the point of view of the government and a client is drawn at the end of the thesis.



**Keywords**: pension insurance, pension system, simulation, Monte Carlo method, VBA

# Obsah


**1. ÚVOD** **8**

**2. PENZIJNÍ PŘIPOJIŠTĚNÍ** **11**

2.1 Postavení v rámci důchodového systému 11

2.2 Právní úprava 13

2.3 Penzijní fondy 14

2.4 Podíly na zisku z hospodaření penzijního fondu 17

2.5 Státní příspěvky 19

2.6 Daňové úspory 20

2.7 Nároky z penzijního připojištění 21

2.8 Vývoj penzijního připojištění 22

**3. SIMULAČNÍ MODELY** **25**

3.1 Simulace a metoda Monte Carlo 25

3.2 Náhodná čísla 27

3.3 Spojitá rozdělení náhodné veličiny 29

3.4 Metody generování hodnot náhodných veličin 34

**4. TVORBA MODELU** **37**

4.1 Předpoklady modelu 37

4.2 Generování míry zhodnocení pro penzijní připojištění 38

4.3 Generování míry zhodnocení pro penzijní spoření 41

4.4 Vstupní parametry 43

4.5 Možnosti simulace 44

4.6 Výstupy simulace 45

**5. SIMULAČNÍ EXPERIMENTY** **47**

5.1 Penzijní připojištění bez příspěvku zaměstnavatele 47

5.2 Penzijní spoření bez příspěvku zaměstnavatele 51

5.3 Penzijní připojištění s příspěvkem zaměstnavatele 54

5.4 Penzijní spoření s příspěvkem zaměstnavatele 56

5.5 Přehled výstupů 59

5.6 Porovnání efektivnosti z pohledu účastníka 60

5.7 Porovnání efektivnosti z pohledu státu 61

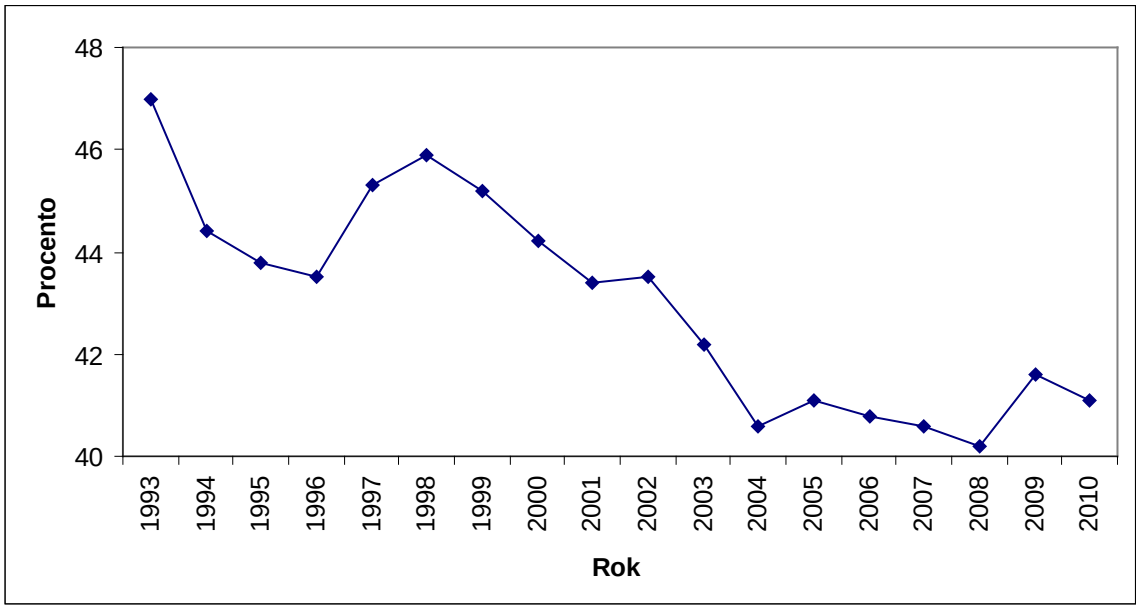
**6. ZÁVĚR** **63**

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY** **66**

**PŘÍLOHY** **68**

# 1. Úvod

Na tématu „Simulační model vývoje penzijního připojištění“ mě zaujalo jak propojení studijní látky hlavní a vedlejší specializace mého studia, tak i aktuálnost důchodové problematiky. V České republice dochází ke změně věkové struktury, konkrétně ke stárnutí obyvatelstva, což s sebou vzhledem ke stávajícímu průběžnému systému financování důchodů přináší problém nedostatku prostředků k jejich výplatě – laicky řečeno: pracující nestačí vydělávat na rostoucí podíl důchodců. Pro zachování míry ekonomické závislosti[1] na úrovni roku 1995 by muselo docházet k výraznému posunu věku odchodu do důchodu – pro rok 2030 se odhaduje průměrný věk odchodu do důchodu 66 let, jak uvádí [5]. V poslední době se proto čím dál tím častěji diskutuje o nutných změnách stávajícího důchodového systému, důchodové reformě. Vlivem tohoto problému a klesajícího trendu vývoje poměru průměrného starobního důchodu ku průměrné mzdě (viz obrázek 1.1) vzrůstá význam doplňkových způsobů „jak se zajistit na stáří“ – mezi nejrozšířenější z nich patří právě **penzijní připojištění se státním příspěvkem** (dále jen „penzijní připojištění“).




**Obrázek 1.1** – Poměr průměrného starobního důchodu ku průměrné mzdě, zdroj dat [13]

[1] Poměr osob v důchodovém věku k osobám v produktivním věku

Náplní této práce je seznámení čtenáře s penzijním připojištěním, diskuze předpokládaného vývoje tohoto pojistného produktu a využití daných informací k simulaci jeho možného vývoje. Cílem práce je analyzovat možný vývoj penzijního připojištění. Přínos předkládané práce spočívá jak v samotné analýze vývoje tohoto pojistného produktu, tak i v naprogramování aplikace v jazyce Visual Basic for Aplications (VBA) sloužící ke generování jeho možných variant.

Simulací v oblasti penzijního připojištění se také zabýval Lubomír Pudil ve své diplomové práci „Simulační modely penzijního připojištění vzhledem k demografickému vývoji v ČR“ [6]. V dané práci je podrobně popsána problematika důchodového pojištění včetně povinného důchodového pojištění. V praktické části byl na základě vývoje zhodnocení příspěvků v penzijních fondech sestaven simulační model pro předpověď jeho budoucí výše. Autor tento model využívá k řešení několika praktických úloh – určení skutečné podpory státu, porovnání vhodnosti současné konstrukce státního příspěvku oproti hypotetické lineární alternativě a totéž pro navrhovaný produkt penzijního spoření, kde uvažuje jak vyšší míru zhodnocení, tak i jeho větší variabilitu.

Hlavní rozdíl předkládané diplomové práce oproti práci výše popsané spočívá v realizaci všech simulačních experimentů ve více replikacích, díky čemuž lze provést statistickou analýzu získaných dat. Aplikace, která je přílohou této práce, umožňuje uživateli uskutečnit simulační experimenty i s jinými vstupními parametry. Předkládaná diplomová práce se soustředí pouze na produkt penzijního připojištění. Při předpovědi jeho vývoje je uvažován náhodný charakter míry zhodnocení. Demografické změny nejsou uvažovány, neboť se výše dávek určuje podle výše příspěvků a očekávaná délka života obyvatel České republiky je již velmi blízká očekávané délce života obyvatel zemí EU27 – v roce 2009 byla nižší u mužů o 3 roky a u žen jen o 2,3 let, jak uvádí [18]. V případě přechodu na systém penzijního spoření by navíc byla odňata možnost doživotní výplaty důchodů, a tak by teoretické prodloužení očekávané délky života nemělo přímý vliv na výši plnění.

Následující kapitola se věnuje penzijnímu připojištění, neboť považuji za nezbytné čtenáře s analyzovaným produktem důkladně seznámit. Kromě základních informací o penzijním připojištění bude čtenář seznámen i se zařazením penzijního připojištění v rámci našeho důchodového systému a penzijními fondy. V závěru této kapitoly diskutuji nad možným vývojem penzijního připojištění a zaměřím se na návrh zákona o penzijním spoření, jehož schválení by znamenalo zastavení uzavírání nových smluv o penzijním připojištění a postupný přechod na penzijní spoření.

Třetí kapitola shrnuje základy teorie simulačních modelů, jejíž znalost je podmínkou porozumění kapitole následující.

Čtvrtá kapitola seznámí čtenáře s tvorbou modelu, který později využiji k simulačním experimentům. Po vysvětlení předpokladů modelu objasním způsoby generování míry zhodnocení. Poté čtenáře seznámím s aplikací naprogramovanou v jazyce VBA (její úspěšný chod předpokládá vybavenost počítače programem MS Excel 2003 či 2007) – konkrétně se zadáváním vstupních parametrů, spuštěním simulace a strukturou jejích výstupů.

Kapitola pátá obsahuje simulace vývoje penzijního připojištění (či penzijního spoření) vzhledem ke zvoleným vstupním parametrům. Získané výstupy jsou statisticky vyhodnoceny a kapitola je zakončena analýzou vhodnosti přechodu na systém penzijního spoření.

# 2. Penzijní připojištění

## 2.1 Postavení v rámci důchodového systému

Pro pochopení úlohy penzijního připojištění je důležité znát jeho postavení v rámci důchodového systému.

**Důchodový systém obecně** spočívá na třech pilířích pojistné ochrany, jak uvádí [1]:

1. **Sociální pojištění (sociální zabezpečení)**

   Toto pojištění je založeno především na *principu solidarity*, která se projevuje v solidaritě ostatních účastníků s příjemci dávek. Účast v něm je většinou povinná. Mezi typické produkty patří sociální důchodové pojištění, sociální podpora a sociální pomoc.

   Pojištění je zpravidla *průběžně financováno* (PAYGO), to znamená, že příspěvky od účastníků jsou ihned vypláceny příjemcům dávek, nevytváří se kapitálová rezerva. Ve vyspělých zemích však dochází vlivem klesající porodnosti a prodlužování střední délky života ke stárnutí populace. Při průběžném financování důchodového pojištění tak narůstá míra ekonomické závislosti a pro udržitelnost systému je nutné výrazně posouvat věk odchodu do důchodu, snižovat poměr důchodu ku průměrné mzdě a zvyšovat poměr placených příspěvků ku průměrné mzdě.

2. **Penzijní připojištění**

   Úlohou druhého pilíře je doplnění dávek ze sociálního pojištění, které jsou vzhledem k výše zmíněnému nepříznivému demografickému vývoji samy o sobě nepostačující. Pro penzijní pojištění je typické *fondové financování*, to znamená, že se vytváří fond na výplatu budoucích dávek

   Penzijní připojištění je zpravidla dobrovolné (ale může být i povinné). Systém penzijního připojištění bývá označován jako kolektivní, neboť účastníci jsou sdružováni do kolektivů – zaměstnanců, profesí nebo účastníků v daném penzijním fondu.

   Tento pilíř navzdory svému názvu nezahrnuje zde analyzované penzijní připojištění se státním příspěvkem.

3. **Soukromé pojištění (individuální pojištění)**

Založení soukromého pojištění je plně soukromou iniciativou občana. Tento pilíř slouží k doplnění předešlých dvou pilířů. Do této kategorie patří zejména komerční životní pojištění a komerční důchodové pojištění.

**Důchodový systém České republiky** je v současnosti však pouze dvoupilířový:[2]

1. **Povinné základní důchodové pojištění**

Toto pojištění je upraveno zákonem č. 155/1995 Sb., o důchodovém pojištění, a účast v tomto systému je *povinná*. Povinné základní důchodové pojištění je založeno především na *principu solidarity*, tj. solidaritě jeho účastníků s příjemci důchodů. Důchody slouží k náhradě příjmu ve stáří, invaliditě či úmrtí živitele. Pojištění je *průběžně financováno*, to znamená, že získané příspěvky jsou plynule přerozdělovány příjemcům důchodů. Systém je *dávkově definovaný*, což znamená, že je podle předem vyměřené výše důchodů stanovena výše příspěvků. Důchody jsou tvořeny dvěma složkami – základní výměrou (jednotná pro všechny typy důchodů) a procentní výměrou (závisí na době trvání pojištění a výši příjmů). Systém je *dynamický*, konstrukce důchodu se tedy upravuje podle aktuálního ekonomického vývoje.

Toto pojištění spadá dle výše uvedené klasifikace pod první pilíř důchodového systému.

2. **Penzijní připojištění se státním příspěvkem a životní pojištění**

Penzijní připojištění se státním příspěvkem je upraveno zákonem č. 42/1994 Sb., o penzijním připojištění se státním příspěvkem a o změnách některých zákonů souvisejících s jeho zavedením. Účast v tomto systému je *dobrovolná*. Pojištění je *fondově financované* a mohou ho vykonávat pouze penzijní fondy. Systém penzijního připojištění je *příspěvkově definovaný*, což znamená, že výše dávek se určuje podle výše placených příspěvků. Pojištění je podporováno státem – a to jak formou státního příspěvku, tak i možností snížení základu daně. Kromě toho jsou také zákonem stanovena bezpečnostní omezení na finanční umístění investičního portfolia.

[2] Do budoucna se počítá s přechodem na třípilířový systém, popis plánované důchodové reformy však překračuje rámec této práce.

Penzijní připojištění se státním příspěvkem je obvykle řazeno do třetího pilíře dle terminologie EU. Některé zdroje, např. [1], uvádí, že obsahuje i prvky charakteristické pro druhý pilíř, neboť jsou dle zákona poskytovány daňové úlevy přispívajícím zaměstnavatelům.

Mezi individuální pojištění spadající pod třetí pilíř můžeme rovněž zařadit i životní pojištění. Toto pojištění je také dobrovolné a podporováno státem prostřednictvím daňových úlev. Důkladnější popis tohoto pojistného produktu překračuje rámec této práce.

## 2.2 Právní úprava

Podle zákona č. 42/1994 Sb. se penzijním připojištěním rozumí shromažďování peněžních prostředků od účastníků penzijního připojištění a státu poskytnutých ve prospěch účastníků, nakládání s těmito prostředky a vyplácení dávek penzijního připojištění. Tuto činnost mohou vykonávat pouze penzijní fondy.

Účastníkem penzijního připojištění se může stát fyzická osoba starší 18 let s trvalým pobytem na území České republiky, která s penzijním fondem uzavře písemnou smlouvu o penzijním připojištění. Uzavřít smlouvu s penzijním fondem může také osoba s bydlištěm na území jiného členského státu EU, pokud je účastna důchodového pojištění nebo je poživatelem důchodu z českého důchodového pojištění nebo je účastna veřejného zdravotního pojištění v České republice.

Penzijní připojištění vzniká na základě uzavření smlouvy o penzijním připojištěním mezi fyzickou osobou, která je způsobilá být účastníkem, a penzijním fondem. Pojištění vzniká dnem stanoveným ve smlouvě. Před jejím uzavřením musí být účastník seznámen se statutem a penzijním plánem – viz podkapitola 2.3.

Penzijní připojištění může účastník písemně vypovědět kdykoliv. Výpovědní doba začíná prvním dnem kalendářního měsíce po doručení výpovědi a nesmí být delší než dva kalendářní měsíce. Penzijní fond může penzijní připojištění vypovědět v případě, kdy účastník po dobu alespoň šesti kalendářních měsíců neplatil příspěvky nebo nesplnil jinou povinnost vyplývající z penzijního plánu, přičemž byl nejméně jeden měsíc předem na možnost výpovědi písemně upozorněn, nebo v případě, kdy účastník při uzavírání smlouvy o penzijním připojištěním uvedl nepravdivé údaje mající vliv na nárok na poskytování

státního příspěvku, dávky penzijního připojištění, nebo zatajil informace, které jsou rozhodné pro uzavření smlouvy.

Penzijní připojištění zaniká dnem výplaty poslední penze nebo jednorázového vyrovnání, dnem na kterém se účastník a penzijní fond písemně dohodli či ke kterému bylo penzijní připojištění vypovězeno. V případě zániku penzijního fondu, nedojde-li k převzetí povinností jiným penzijním fondem, penzijní pojištění zaniká výplatou odbytného. Penzijní připojištění může také zaniknout ukončením trvalého pobytu účastníka na území České republiky nebo ztrátou bydliště na území členského státu EU, případně ukončením účasti v důchodovém pojištění nebo ve veřejném zdravotním pojištění v České republice.

## 2.3 Penzijní fondy

Penzijní fondy jsou jediné subjekty, jimž je povoleno vykonávat penzijní připojištění. Zákon č. 42/1994 Sb. stanovuje, že musí mít formu akciové společnosti. K jeho založení však nelze použít veřejného úpisu akcií. Základní kapitál penzijního fondu v minimální výši 50 000 000 Kč musí být tvořen pouze peněžitými vklady, splacenými před podáním žádosti o povolení. K žádosti o povolení je potřeba přiložit listiny prokazující založení akciové společnosti, stanovy penzijního fondu, návrh statutu penzijního fondu a návrh penzijního plánu penzijního fondu. Povolení k výkonu penzijní činnosti vydává ČNB po předchozím získání stanoviska MPSV[3], tyto subjekty rovněž vykonávají dohled nad penzijními fondy. Orgány penzijního fondu tvoří valná hromada, představenstvo a dozorčí rada.

Penzijní fondy musí mít statut a penzijní plán, které budou všem přístupné. Jejich změny musí být schváleny ČNB.

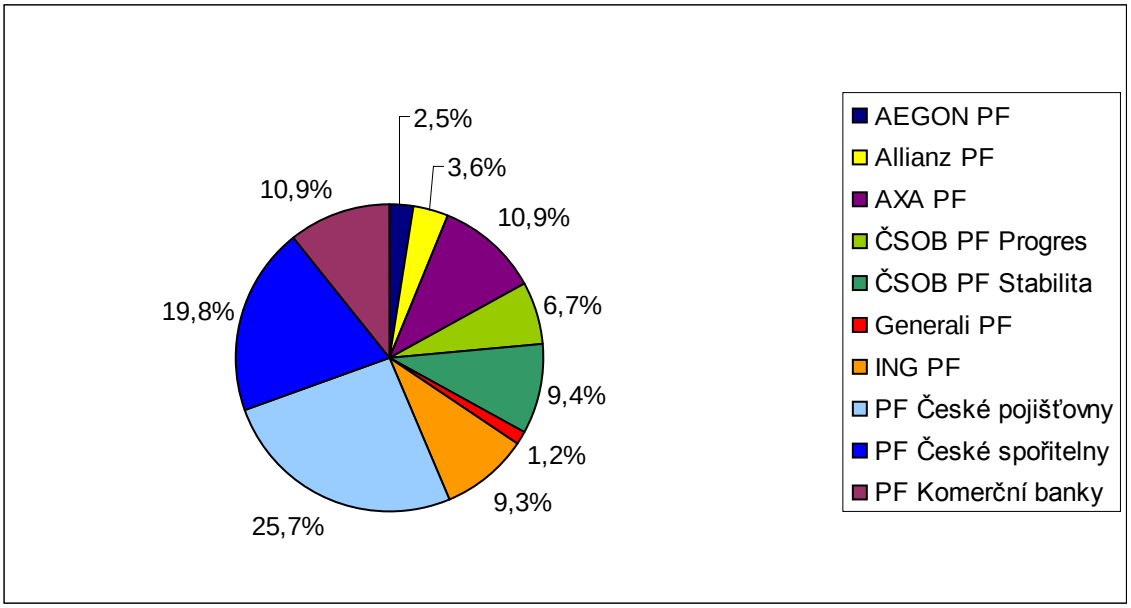
Ve **statutu** musí být stanoven rozsah činnosti penzijního fondu, zaměření a cíle jeho investiční politiky, zásady hospodaření penzijního fondu a způsoby použití zisku. Statut musí také stanovit obchodní firmu, sídlo depozitáře a způsob zveřejňování zpráv o hospodaření s majetkem penzijního fondu.

V **penzijním plánu** musí být obsaženy druhy penzí a podmínky nároku penzí a ostatních dávek penzijního připojištění, způsob výpočtu dávek poskytovaných z penzijního připojištění, důvody vypovězení penzijního připojištění a podmínky převzetí prostředků z penzijního připojištění u jiného penzijního fondu. Penzijní plán musí rovněž stanovit výši

[3] Ministerstvo práce a sociálních věcí

příspěvků, pravidla a způsob jejich placení (a postup při neplacení a opožděném nebo nesprávném placení příspěvků), podmínky odkladu nebo přerušení jejich placení a změnu jejich výše. Penzijní plán musí také stanovit zásady, podle kterých se účastníci včetně příjemců penzí podílejí na výnosech hospodaření penzijního fondu.

V současné době působí na našem trhu deset penzijních fondů. Jejich podíl na trhu je znázorněn na obrázku 2.1. Největší podíl na trhu zaujímá PF České pojišťovny, je následován PF České spořitelny a PF Komerční banky.




**Obrázek 2.1** – Podíl penzijních fondů na trhu podle počtu účastníků během 4. čtvrtletí roku 2010, zdroj dat [11]

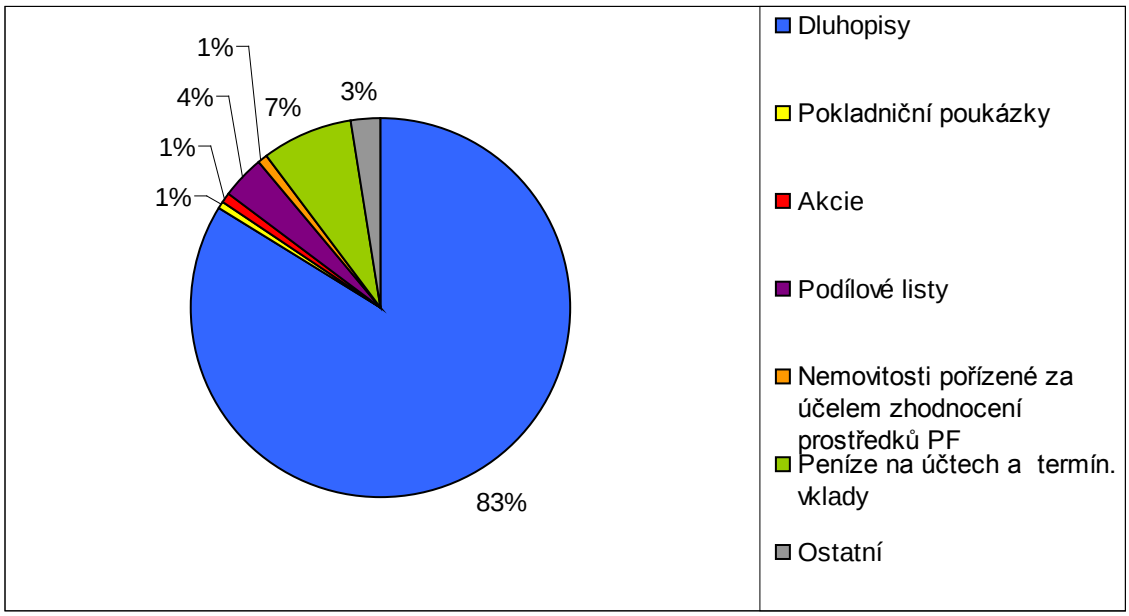
Penzijní fond musí se svým majetkem odborně hospodařit s cílem zabezpečit spolehlivý výnos. Hlavními zásadami pro umisťování peněžních prostředků jsou bezpečnost, kvalita, likvidita a rentabilita skladby finančního umístění jako celku. Nakládání s majetkem penzijního fondu nesmí být v rozporu se zájmy účastníků penzijního připojištění.

Zákon doporučuje umístění peněžních prostředků zejména do dluhopisů, jejichž emitentem je členský stát OECD[4] nebo centrální banka tohoto státu, podílových listů otevřených podílových fondů, cenných papírů, s nimiž se obchoduje na regulovaném trhu země OECD, movitých věcí představujících záruku bezpečného uložení prostředků a nemovitostí poskytujících záruku spolehlivého uložení prostředků a sloužících zcela nebo převážně k podnikání nebo bydlení. Peněžní prostředky mohou být také uloženy u banky.

[4] Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

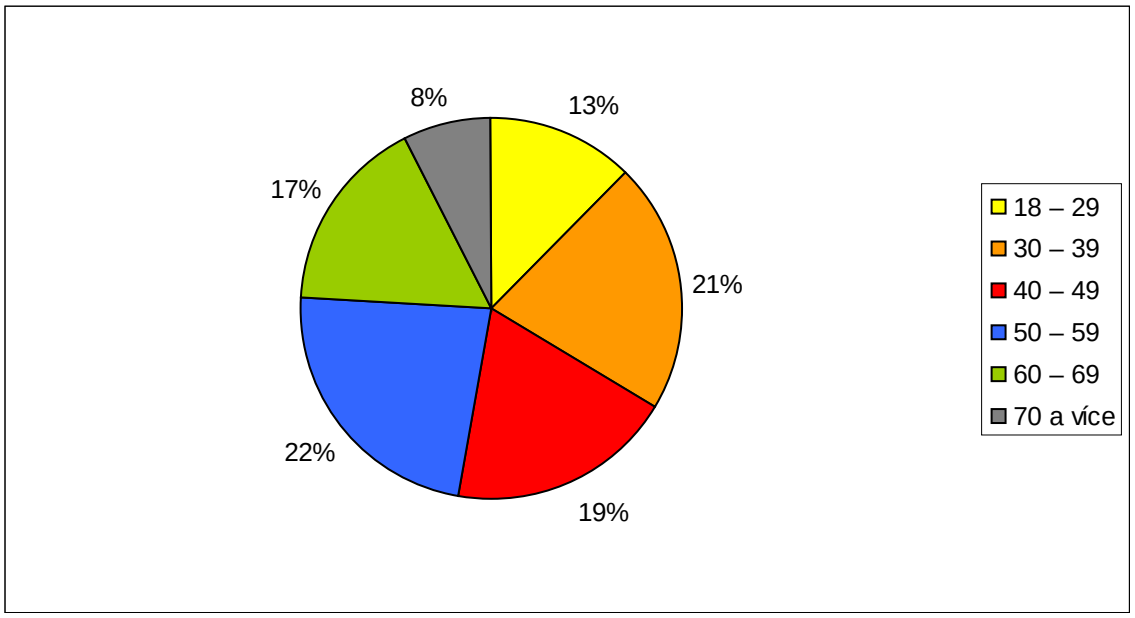
V zákoně jsou rovněž stanovena omezení pro skladbu finančního umístění, v případě porušení limitů je penzijní fond povinen neprodleně informovat ČNB.

Průměrná skladba finančního umístění je uvedena na obrázku 2.2. Většina prostředků je investována do dluhopisů, zde 84 %. Důvodem je zřejmě vysoká bezpečnost, která je nezbytná, neboť je garantované nezáporné nominální zhodnocení prostředků.




**Obrázek 2.2** – Průměrná skladba finančního umístění za 4. čtvrtletí roku 2009, zdroj dat [11]

Na obrázku 2.3 je uvedena průměrná věková struktura účastníků. Nejpočetněji je zastoupena věková skupina 50 – 59 let, tvoří 22 % všech účastníků. Poměrně početné jsou i skupiny starších účastníků, je to dáno jak jejich přesunem do vyšších kategorií vlivem stárnutí, tak i výhodností penzijního připojištění jako formy střednědobého spoření pro účastníky ve vyšších věkových kategoriích, jak uvádí [17]. Nejvyšší nárůst počtu účastníků oproti předchozímu roku byl zaznamenán ve věkové skupině 30 – 39 let.




**Obrázek 2.3** – Průměrná věková struktura účastníků k 31. 12. 2009, zdroj dat [17]

## 2.4 Podíly na zisku z hospodaření penzijního fondu

Zákon č. 586/1992 Sb., část třetí, § 21 stanoví, že zisk penzijního fondu podléhá dani z příjmů právnických osob o výši 5 %. O dělení zisku po zdanění rozhoduje valná hromada. Penzijní fond je povinen nejméně 5 % zisku převést do rezervního fondu, který slouží ke krytí případné ztráty penzijního fondu (v případě větší ztráty je ztráta kryta snížením základního kapitálu, ne však pod 50 000 000 Kč). Nejvíce 10 % zisku je možno rozdělit podle rozhodnutí valné hromady. Zbylá část se rozděluje ve prospěch účastníků penzijního připojištění a osob, jejichž penzijní připojištění zaniklo v roce, za který se zisk rozděluje.

Pro každý rok se stanoví nominální míra zhodnocení prostředků účastníků – viz obrázek 2.4. Chybějící data u penzijních fondů, které byly založeny v pozdějších letech, jsou označena zkratkou NA (z angl. „not available“). Penzijní fond garantuje nezápornou hodnotu nominální míry zhodnocení. Touto mírou jsou zhodnocovány veškeré prostředky na individuálním účtu klienta. Z připsaného zhodnocení je na konci placena srážková daň ve výši 15 %.

| Název penzijního fondu | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AEGON PF | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 4,50 | 3,50 | 2,10 |
| Allianz PF | NA | NA | 8,90 | 9,10 | 6,00 | 3,80 | 4,36 | 3,71 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,11 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| AXA penzijní fond | 12,80 | 11,45 | 11,20 | 10,10 | 6,50 | 4,10 | 4,25 | 3,41 | 3,36 | 3,10 | 3,70 | 2,50 | 2,20 | 0,00 | 2,00 |
| ČSOB PF Progres | NA | 16,40 | 8,00 | 10,90 | 7,70 | 5,62 | 3,90 | 4,26 | 4,30 | 5,30 | 5,00 | 2,30 | 2,40 | 0,02 | 1,00 |
| ČSOB PF Stabilita | 10,40 | 10,90 | 10,30 | 10,02 | 6,10 | 4,20 | 3,20 | 3,00 | 2,30 | 4,30 | 4,00 | 2,80 | 2,40 | 0,05 | 1,37 |
| Generali PF | 10,30 | 10,61 | 14,60 | 11,40 | 5,30 | 3,60 | 4,60 | 4,10 | 3,00 | 3,00 | 3,81 | 3,74 | 4,10 | 2,00 | 2,40 |
| ING penzijní fond | 12,80 | 12,10 | 11,00 | 9,34 | 6,00 | 4,40 | 4,80 | 4,00 | 4,00 | 2,50 | 4,20 | 3,60 | 2,50 | 0,04 | 0,10 |
| PF České pojišťovny | 10,30 | 9,20 | 9,60 | 9,72 | 6,60 | 4,50 | 3,80 | 3,20 | 3,10 | 3,50 | 3,80 | 3,30 | 2,40 | 0,20 | 1,20 |
| PF České spořitelny | 4,00 | 8,10 | 9,05 | 8,33 | 4,40 | 4,20 | 3,80 | 3,50 | 2,64 | 3,74 | 4,03 | 3,04 | 3,10 | 0,40 | 1,28 |
| PF Komerční banky | 9,44 | 8,36 | 9,10 | 9,50 | 7,20 | 4,89 | 4,40 | 4,63 | 3,40 | 3,50 | 4,00 | 3,00 | 2,30 | 0,58 | 0,24 |

**Obrázek 2.4** – Nominální míra zhodnocení prostředků účastníků v letech 1995 až 2009 [%, p. a.], zdroj dat [11]

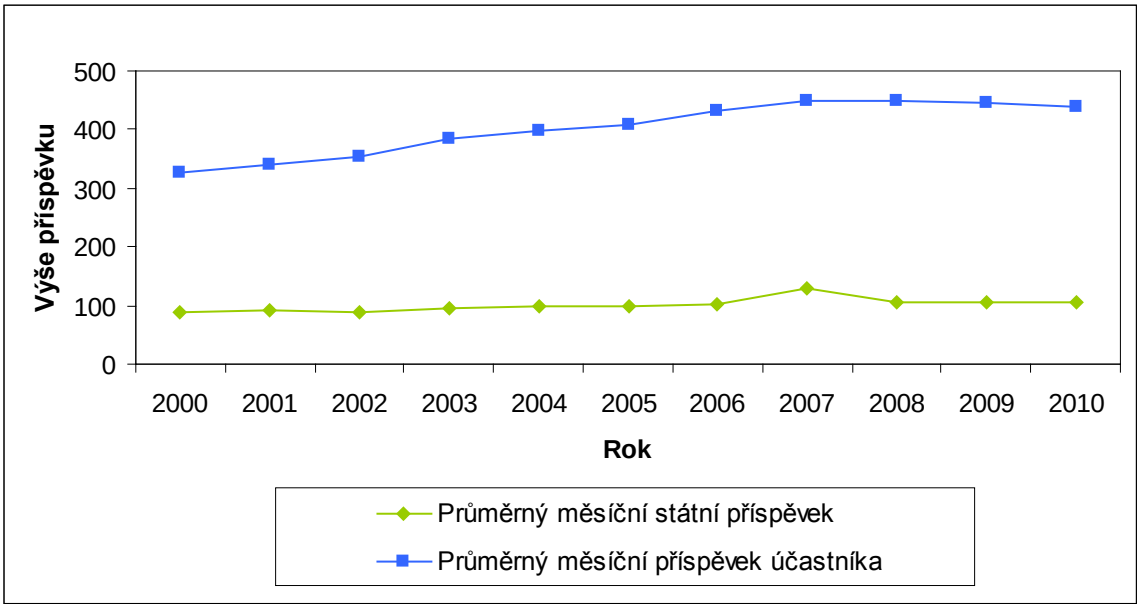
## 2.5 Státní příspěvky

Účastník může platit příspěvek současně pouze jednomu penzijnímu fondu. Výše příspěvku účastníka se stanoví na jeden kalendářní měsíc, jeho minimální výše je 100 Kč. Za účastníka může s jeho souhlasem platit příspěvky nebo jejich části třetí osoba.

Státní příspěvky jsou poskytovány ze státního rozpočtu. Poskytují se jen na vklady účastníka, na vklady třetích osob (včetně zaměstnavatele) ho nelze poskytnout. Výše státních příspěvků je odstupňována v závislosti na výši příspěvku účastníka – viz obrázek 2.5 – zaokrouhluje se na celé koruny dolů.

| Měsíční příspěvek účastníka [Kč] | Měsíční státní příspěvek [Kč] |
|---|---|
| 100 až 199 | 50 + 40 % z částky nad 100 Kč |
| 200 až 299 | 90 + 30 % z částky nad 200 Kč |
| 300 až 399 | 120 + 20 % z částky nad 300 Kč |
| 400 až 499 | 140 + 10 % z částky nad 400 Kč |
| 500 a více | 150 Kč |

**Obrázek 2.5** – Státní příspěvek, zdroj [9]




**Obrázek 2.6** – Vývoj průměrné výše příspěvků v letech 2000 až 2010, zdroj dat [16]

Na obrázku 2.6 je znázorněn vývoj průměrné výše příspěvků v letech 2000 až 2010. V roce 2010 činil průměrný příspěvek účastníka 439,55 Kč a průměrný státní příspěvek 105 Kč. Důvodem je zřejmě to, že velká část účastníků vkládá 500 Kč měsíčně, neboť od této

výše už je státní příspěvek neměnný. V posledních třech letech byl zaznamenán mírný pokles jeho průměrné výše – důvodem je zřejmě ekonomická krize.

## 2.6 Daňové úspory

Zákon č. 582/1992 Sb., část druhá, § 15 stanoví, že v případě **fyzické osoby** lze od základu daně odečíst částku rovnou úhrnu příspěvků placených poplatníkem sníženou o 6 000 Kč, maximálně však 12 000 Kč. Tato možnost daňového odpočtu platí pouze pro příspěvky placené účastníkem penzijního připojištění, nikoliv již třetí osobou (například zaměstnavatelem).

Přehled úspor na dani při několika variantách výše měsíčního příspěvku účastníka je uveden na obrázku 2.7. Sazba daně z příjmů fyzických osob činí 15 %. V posledním sloupci je uvedena roční úspora na dani.[5] Při měsíčním příspěvku 500 Kč, který maximalizuje státní příspěvek, není možné uplatnit odpočet ze základu daně. Maximální úspory na dani, ve výši 1 800 Kč, lze dosáhnout pravidelnými měsíčními příspěvky ve výši 1 500 Kč.

| Měsíční příspěvek účastníka | Roční příspěvek účastníka | Odpočet ze základu daně za rok | Úspora na dani za rok |
|---|---|---|---|
| 500 | 6 000 | 0 | 0 |
| 700 | 8 400 | 2 400 | 360 |
| 900 | 10 800 | 4 800 | 720 |
| 1 100 | 13 200 | 7 200 | 1 080 |
| 1 300 | 15 600 | 9 600 | 1 440 |
| 1 500 | 18 000 | 12 000 | 1 800 |

**Obrázek 2.7** – Přehled úspor na dani

Ačkoliv se k příspěvkům placeným za účastníka třetí osobou nevztahuje státní příspěvek, **příspěvky od zaměstnavatele** s sebou přináší úspory na dani a platbách sociálního a zdravotního pojištění pro obě strany. Placení příspěvků zaměstnavatelem na svého zaměstnance, na rozdíl od prostého navyšování mzdy, nepodléhá odvodům sociálního a zdravotního pojištění (jinak celkem 34 %). Je-li vnitřním předpisem nebo kolektivní smlouvou upraveno poskytování přípěvku zaměstnavatele, do 24 000 Kč ročně na jednoho

[5] Základ daně se po odečtení nezdanitelné části a odčitatelných položek zaokrouhluje na celé stokoruny dolů. Pokud by odpočet ze základu daně nebyl v celých stokorunách, úsporu na dani by nešlo obecně vyjádřit, neboť by odpočet této položky mohl ovlivnit výsledné zaokrouhlení.

zaměstnance jde o daňově uznatelný náklad. Do stejné výše příspěvky zaměstnavatele nepodléhají rovněž sociálnímu a zdravotnímu pojištění placenému zaměstnancem (jinak celkem 11 %) a dani z příjmu.

Na obrázku 2.8 je znázorněn rozdíl při přispívání zaměstnavatele na penzijní připojištění oproti navýšení hrubé mzdy. Při navýšení hrubé mzdy o 1000 Kč měsíčně dosahuje roční úspora na odvodech zdravotního a sociálního pojištění 4 080 Kč. Dalších 2 280 Kč zaměstnavatel uspoří na dani po odpovídajícím snížení základu daně.

| | **Navýšení hrubé mzdy [Kč]** | **Penzijní připojištění [Kč]** |
|---|---|---|
| *Měsíční náklady vynaložené zaměstnavatelem* | | |
| Zvýšení hrubého příjmu zaměstnance | 1 000 | 1 000 |
| Zdravotní pojištění (9 %) | 90 | 0 |
| Sociální pojištění (25 %) | 250 | 0 |
| Celkem | 1 340 | 1 000 |
| *Roční náklady vynaložené zaměstnavatelem* | | |
| Celkem | 16 080 | 12 000 |
| *Daňově uznatelné náklady* | 0 | 12 000 |
| *Úspora na daní z příjmu právnických osob (19%)* | 0 | 2 280 |

**Obrázek 2.8** – Porovnání přispívání zaměstnavatele na penzijní připojištění oproti navýšení hrubé mzdy z pohledu zaměstnavatele

## 2.7 Nároky z penzijního připojištění

Z penzijního připojištění se poskytují tyto dávky:

**1. Penze**

Penzí se rozumí pravidelná výplata peněžní částky. Rozlišujeme **starobní penze** (podmínkou je dosažení věku stanoveného penzijním plánem), **invalidní penze** (podmínkou je přiznání invalidního důchodu z důchodového pojištění pro invaliditu třetího stupně), **výsluhové penze** (podmínkou je dosažení doby penzijního připojištění stanovené penzijním plánem) a **pozůstalostní penze** (podmínkou je úmrtí účastníka). Starobní, invalidní a výsluhová penze náleží účastníku doživotně. Penze pozůstalostní náleží po dobu stanovenou penzijním plánem fyzické osobě, kterou účastník určil ve smlouvě.

**2. Jednorázové vyrovnání**

Jednorázové vyrovnání je obvykle alternativou výplaty penzí. Penzijní plán stanoví podmínky, kdy je možné účastníku poskytnout jednorázové vyrovnání. Jednorázové vyrovnání zahrnuje naspořené prostředky, státní příspěvky a podíly na výnosech hospodaření penzijního fondu odpovídající příspěvkům účastníka i státním příspěvkům.

**3. Odbytné**

Odbytné je vyplaceno účastníku, jehož penzijní připojištění zaniklo výpovědí nebo dohodou, není-li mu vyplácena penze a nedošlo-li k převodu prostředků do jiného penzijního fondu, přičemž účastník zaplatil příspěvky alespoň na 12 kalendářních měsíců. Odbytné může rovněž náležet fyzickým osobám určeným ve smlouvě zemřel-li účastník, jemuž nebyla vyplácena penze nebo vyplaceno jednorázové vyrovnání a nevznikl-li nárok na pozůstalostní penzi nebo se ho všechny fyzické osoby určené ve smlouvě písemně vzdaly. Výše odbytného se stanoví jako úhrn příspěvků zaplacených účastníkem a podílu na výnosech hospodaření penzijního fondu odpovídající jeho příspěvkům, státní příspěvky je penzijní fond povinen vrátit ministerstvu.

## 2.8 Vývoj penzijního připojištění

Penzijní připojištění vzniklo v roce 1994 na základě zákona č. 42/1994 Sb. Jeho cílem bylo vytvořit produkt, který účastníkům pomůže akumulovat peněžní prostředky na zabezpečení nad rámec důchodů poskytovaných státem v rámci prvního pilíře důchodového systému. Tento produkt je poměrně specifický a obtížně srovnatelný se zahraničím, kde převažuje třípilířový důchodový systém (viz podkapitola 2.1).

K 31. 12. 2009 bylo v systému penzijního připojištění téměř 4,4 mil. účastníků. Vlivem daňových výhod v posledních letech narůstá podíl účastníků, kterým na penzijní připojištění přispívá zaměstnavatel – v roce 2009 přispíval zaměstnavatel 26,1 procentům účastníků.

Průměrný měsíční příspěvek účastníka činil v roce 2009 443,91 Kč. Tato částka je v poměru ke průměrné mzdě nízká a v posledních letech klesá. Účastníci penzijního připojištění zpravidla vkládají příspěvky do 500 Kč (kdy získají nejvyšší státní podporu),

případně 1 500 Kč (kdy je umožněn maximální odpočet ze základu daně). Penzijní připojištění je spojeno s nízkým výnosem, neboť penzijní fondy musí garantovat jeho nezápornost (a ke krytí případné ztráty užít vlastních zdrojů).

Účastník penzijního připojištění má možnost výběru mezi jednorázovým vyrovnáním a doživotní penzí. Většina účastníků volí jednorázové vyrovnání, neboť nízké příspěvky účastníků neumožňují vyplácení smysluplné doživotní penze, jak uvádí [17]. Při volbě doživotní penze nese penzijní fond pojistné riziko dlouhověkosti – na rozdíl od pojišťoven životních však na ně nejsou kladeny požadavky v oblasti kapitálové přiměřenosti a tvorby technických rezerv.

Penzijní fond může být podle zákona založen pouze jako akciová společnost, což je spojeno s neoddělitelností majetku účastníků a penzijního fondu. V případě úpadku ručí pouze do výše svého nesplaceného vkladu (stejně jako každá akciová společnost), stát neposkytuje žádnou garanci (pouze nastavuje právní regulaci a prostřednictvím ČNB vykonává dohled). Penzijní připojištění je ale provozováno penzijními fondy renomovaných mezinárodních finančních skupin, a tak lze říci, že dobré hospodaření je především v zájmu zachování jejich dobrého jména a také by bylo obtížné sestavit takový garanční systém, který by byl schopen krýt hypotetický hromadný úpadek penzijních fondů v plné výši jejich závazků, jak uvádí [17].

Výše uvedené problematické aspekty vedou vládu k reformním snahám. V roce 2009 byl předložen návrh zákona o **penzijním spoření**. V době jeho tvorby však nebylo ještě počítáno s možností přeměny celého důchodového systému na třípilířový, která je aktuálně projednávána. Nepředpokládá se tedy, že bude schválen beze změn, nicméně ukazuje směr, jakým se reforma této oblasti pravděpodobně bude vyvíjet.

Hlavní změnou oproti stávajícímu systému penzijního připojištění je oddělení majetku účastníků od penzijních společností. Návrh zákona obsahuje rozdělení na tři druhy účastnických fondů – konzervativní, smíšený a dynamický. V tomto návrhu zákona je počítáno s tím, že penzijní společnost bude moci vyplácet penze pouze na dobu určenou, jednorázová vyrovnání a odbytné. Penzijní společnost nebude moci vyplácet doživotní penze, čímž už nebude vystavena pojistnému riziku dlouhověkosti příjemců penzí (které bude ponecháno pouze životním pojišťovnám, pro které jsou stanoveny specifické požadavky).

Cílem návrhu zákona o penzijním spoření bylo také podpořit účastníky ke vkládání vyšších příspěvků, neboť jejich současná výše je poměrně nízká. S tímto účelem bylo

navrženo posunutí poskytování státního příspěvku až od 300 Kč, takže by byl maximální státní příspěvek 150 Kč dosažen až při měsíčním vkladu 700 Kč – viz obrázek 2.9. Oproti penzijnímu připojištění by v případě penzijního spoření nebylo garantováno nezáporné nominální zhodnocení. Tato změna by umožnila penzijním společnostem investovat i do více rizikových prostředků, které ale vykazují vyšší průměrné výnosy. Ačkoliv by tedy nebyla garantovaná nezáporná míra zhodnocení, lze očekávat, že by její průměrná výše byla vyšší, což by mohlo zvýšit ochotu účastníků přispívat nad rámec částky, od které je zaručen maximální státní příspěvek.

| Měsíční příspěvek účastníka [Kč] | Měsíční státní příspěvek [Kč] |
|---|---|
| 300 až 399 | 50 + 40 % z částky nad 300 Kč |
| 400 až 499 | 90 + 30 % z částky nad 400 Kč |
| 500 až 599 | 120 + 20 % z částky nad 500 Kč |
| 600 až 699 | 140 + 10 % z částky nad 600 Kč |
| 700 a více | 150 Kč |

**Obrázek 2.9** – Státní příspěvek dle návrhu zákona o penzijním spoření, zdroj [16]

Osobně se domnívám, že se v nejbližší době bude diskutovat zejména o obohacení našeho důchodového systému o tzv. druhý pilíř, neboť je prioritní reformovat strukturu celého důchodového systému a zabezpečit tak dostatečně vysoké důchody, k čemuž se současný průběžný systém financování jeví do budoucna jako nepostačující. Dávky z penzijního připojištění jsou při současných příspěvcích účastníků relativně nízké, a tak se domnívám, že se reforma systému penzijního připojištění odloží a penzijní připojištění bude zatím fungovat beze změny – ačkoliv se experti shodují na nutnosti ho také reformovat. Při schvalování přechodu na systém penzijního spoření bude pravděpodobně problematická možnost záporného zhodnocení a rizikovějších investic. Penzijní spoření ve znění tohoto návrhu zákona by se totiž poněkud vymykalo požadavkům kladeným na produkt, který má klientům zajistit bezpečnou akumulaci prostředků na stáří, navíc by bylo možné i znehodnocování příspěvků od státu.

# 3. Simulační modely

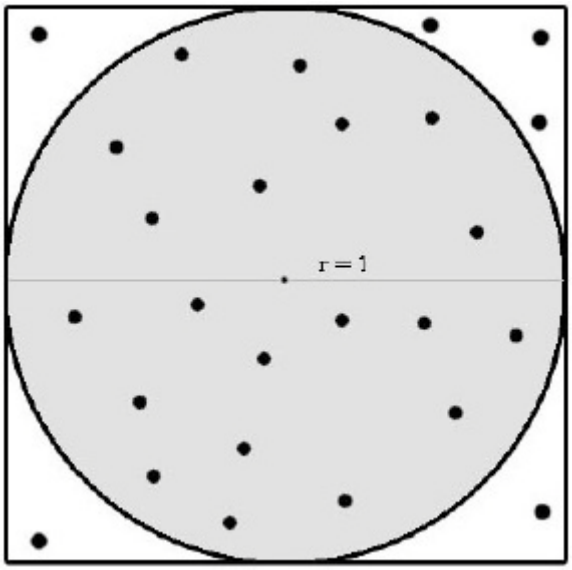
## 3.1 Simulace a metoda Monte Carlo

**Simulaci** lze definovat jako „moderní metodu analýzy složitých podnikových procesů, které obsahují prvky náhodného a dynamického chování“ [3]. Simulační modely jsou s výhodou aplikovány zejména v těch případech, kde je analyzovaný systém velmi rozsáhlý, a tak je nemožné úlohu řešit analyticky. Výhodou simulace je, že umožňuje prozkoumat různé alternativy změn systému, a tak vybrat nejvhodnější řešení.

Simulace vznikla z **metody Monte Carlo**, která jí je velmi blízká. Jako metoda Monte Carlo je označováno „numerické řešení pravděpodobnostních i deterministických úloh pomocí statistického experimentu“ [3]. Tato metoda spočívá v sestrojení pravděpodobnostní úlohy která má stejné řešení. Řešení metodou Monte Carlo má tudíž pravděpodobnostní charakter. Přesnost výstupů roste s počtem pokusů. Autorem této metody je Stanislaw Ulam, polský matematik, který společně s Johnen von Neumannem a Nicholasem Metropolisem navrhl první počítačové algoritmy pro tuto metodu.

Vzhledem k tomu, že je simulace velmi podobná metodě Monte Carlo, je mnohdy obtížné říci, o kterou z těchto metod se jedná. V některé literatuře nejsou tyto metody rozlišovány, jinde je rozdíl uváděn v odlišném použití – metoda Monte Carlo řeší úlohy pomocí převodu na pravděpodobnostní úlohu, simulace se zabývá studiem složitých dynamických procesů

Typickým příkladem využití metody Monte Carlo je **odhad Ludolfova čísla $\pi$**. Do čtverce jehož strana je dlouhá dva metry se vepíše kružnice se středem uprostřed čtverce a poloměrem o délce jednoho metru. Grafické znázornění způsobu odhadu Ludolfova čísla je uvedeno na obrázku 3.1. V rámci čtverce se následně náhodně generuje $N$ bodů. Počet bodů uvnitř kruhu se označí jako $M$. Podíl bodů uvnitř kruhu, $M/N$, se bude s rostoucím počtem pokusů přibližovat k poměru obsahu kruhu k obsahu čtverce, $\pi/4$. Odtud lze vyjádřit, že Ludolfovo číslo by mělo přibližně odpovídat čtyřnásobku podílu bodů uvnitř kruhu.




**Obrázek 3.1** – Grafické znázornění způsobu odhadu Ludolfova čísla, převzato z [6]

Tuto úlohu lze snadno řešit například v MS Excel. Pro ilustraci níže uvádím makro, které jsem naprogramovala. U každého z *N* bodů je testována vzdálenost od středu kruhu. Je-li tato vzdálenost menší nebo rovna jeho poloměru, vygenerovaný bod se nachází uvnitř kruhu. Po provedení miliardy pokusů jsem získala odhad Ludolfova čísla ve výši 3,141581848 – tato hodnota se liší od Ludolfova čísla až na pátém desetinném místě.

```
Sub OdhadLudolfovaCisla()
Dim x As Double
Dim y As Double
Dim pi As Double
Dim n As Long
Dim m As Long
Dim i As Long
n = 0
m = 0
For i = 1 To 1000000000
n = n + 1
x = 2 * Rnd()
y = 2 * Rnd()
If ((x - 1) ^ 2 + (y - 1) ^ 2) ^ (1 / 2) <= 1 Then
m = m + 1
End If
Next i
pi = 4 * (m / n)
Cells(1, 4) = pi
End Sub
```

**Obrázek 3.2** – Makro k odhadu Ludolfova čísla v MS Excel

## 3.2 Náhodná čísla

Při modelování podnikových procesů je potřeba brát v potaz jejich variabilitu, neboť tyto procesy jsou většinou náhodné, nikoliv deterministické. K jejich popisu se užívá rozdělení náhodné veličiny. Při konstrukci rozdělení náhodné veličiny se pracuje s náhodnými čísly, která lze pomocí vhodných metod jednoduše převést na hodnoty náhodných veličin.

**Náhodná čísla** lze definovat jako nezávislé hodnoty rovnoměrného rozdělení s parametry $a = 0$ a $b = 1$, tj. R(0; 1). Parametr $a$ určuje minimální hodnotu a parametr $b$ hodnotu maximální. Rozdělení R(0;1) má tyto vlastnosti:

$$
\begin{aligned}
&f(x) = 1 && \text{pro } x \in (0;1), \\
&f(x) = 0 && \text{pro } x \notin (0;1), \\
&F(x) = 0 && \text{pro } x \leq 0, \\
&F(x) = x && \text{pro } x \in (0;1), \\
&F(x) = 1 && \text{pro } x \geq 1, \\
&E(x) = \frac{1}{2} \text{ a} \\
&D(x) = \frac{1}{12},
\end{aligned}
\tag{3.1}
$$

kde *f(x)* je funkce hustoty pravděpodobnosti, *F(x)* distribuční funkce, *E(x)* střední hodnota a *D(x)* rozptyl.

Náhodná čísla lze získat pomocí tabulky náhodných čísel. **Tabulka náhodných čísel** bývá přikládána k učebnicím statistiky či si ji každý může snadno sestavit sám například z posledních dvojčíslí telefonních čísel bytových stanic. Uchovávání rozsáhlé tabulky náhodných čísel však zatěžuje paměť počítače, a proto převažuje používání generátorů náhodných čísel. **Generátory náhodných čísel** lze rozdělit na generátory *mechanické* (hrací kostka, mince, …), *fyzikální* (využívají zařízení, které zaznamenává fyzikální pochody náhodného charakteru) a *aritmetické* (náhodná čísla jsou vypočítávána pomocí některé aritmetické operace). Čísla získaná pomocí aritmetických generátorů bývají označována jako čísla pseudonáhodná, neboť je při jejich generování využit aritmetický vztah, nikoliv náhoda. Aritmetické generátory jsou běžnou součástí programových jazyků a tabulkových kalkulátorů. V MS Excel lze náhodné číslo z rozdělení R(0; 1) získat pomocí funkce NÁHČÍSLO().

V roce 1951 navrhl D. H. Lehmer **lineární kongruenční generátory**. Jedná se o generátory aritmetické. Následuje popis tří základních lineárních kongruenčních generátorů.

- **Smíšený lineární kongruenční generátor.**

  Posloupnost náhodných čísel se pomocí tohoto generátoru vypočítá dosazením do vzorce

$$x_{n+1} = (ax_n + c)(\mathrm{mod}\, m), \tag{3.2}$$

  kde $a$, $c$ a $m$ jsou zvolené parametry. Dále je nezbytné zvolit hodnotu prvního čísla $x_n$. Výraz mod značí funkci modulo, která vrací zbytek po celočíselném dělení. Vygenerované hodnoty se tedy pohybují v intervalu $\langle 0; m-1 \rangle$. Vydělením číslem $m$ a vyloučením nulových hodnot se hodnoty transformují na náhodná čísla z rozdělení R(0; 1). Nevýhodou tohoto generátoru je, že se posloupnost náhodných čísel začíná nejpozději po $m$ krocích opakovat.

- **Multiplikativní kongruenční generátor.**

  Jako multiplikativní kongruenční generátor je označován tvar smíšeného lineárního kongruenčního generátoru, kde je parametr $c$ nulový, tedy

$$x_{n+1} = ax_n (\mathrm{mod}\, m), \tag{3.3}$$

  kde $a$ a $m$ jsou zvolené parametry a $x_n$ je počáteční hodnota posloupnosti. Vydělením číslem $m$ a vyloučením nulových hodnot se čísla transformují na hodnoty z rozdělení R(0; 1).

- **Aditivní lineární kongruenční generátor.**

  V případě aditivního lineárního kongruenčního generátoru je nutné zadat dvě počáteční hodnoty, generátor bývá ve tvaru

$$x_{n+1} = (ax_n + x_{n-1})(\mathrm{mod}\, m), \tag{3.4}$$

  kde $a$ a $m$ jsou zvolené parametry, $x_{n-1}$ a $x_n$ značí počáteční hodnoty posloupnosti. Vydělením číslem $m$ a vynecháním nulových hodnot se čísla následně transformují na hodnoty z rozdělení R(0; 1). Výhodou aditivního kongruenčního generátoru je, že se posloupnost náhodných čísel může opakovat až po více jak $m$ hodnotách.

Posloupnost vygenerovaných čísel je vhodné testovat, aby se potvrdil jejich náhodný charakter. K tomuto testování lze využít **empirických testů**. Empirické testy hodnotí nahodilost čísel vygenerované posloupnosti pomocí statistických testů. Existují také **testy teoretické**, které spočívají v matematickém zkoumání parametrů generátoru. Typickými příklady empirických testů jsou frekvenční test a Poker test.

- **Frekvenční test.**

  Tento test spočívá v testování shody empirických a očekávaných četností. Testuje se hypotéza, že empirické četnosti odpovídají četnostem očekávaným (to znamená, že posloupnost čísel byla vygenerována z testovaného rozdělení). Před samotným testováním je nutné rozdělit interval na $k$ dílčích intervalů. Následně se vyčíslí hodnota testového kritéria $\chi^2$ jako

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{k} \frac{(o_j - e_j)^2}{o_j}, \tag{3.5}$$

  kde $o_j$ značí očekávanou četnost v $j$-tém intervalu a $e_j$ empirickou četnost v $j$-tém intervalu. Testové kritérium se porovná s kritickou hodnotou $\chi^2_{1-\alpha}(k-1)$. Testovaná hypotéza se na hladině významnosti $1-\alpha$ zamítá překročí-li testové kritérium kvantil $\chi^2_{1-\alpha}(k-1)$. Podmínkou použití tohoto testu jsou všechny očekávané četnosti $o_j > 1$ a alespoň v 80 procentech intervalů $o_j > 5$.

- **Poker test.**

  Tento test získal svoje jméno podle karetní hry poker, neboť při testování četnosti výskytu číslic ve vygenerovaných náhodných číslech využívá možností dosažitelných při této hře.

## 3.3 Spojitá rozdělení náhodné veličiny

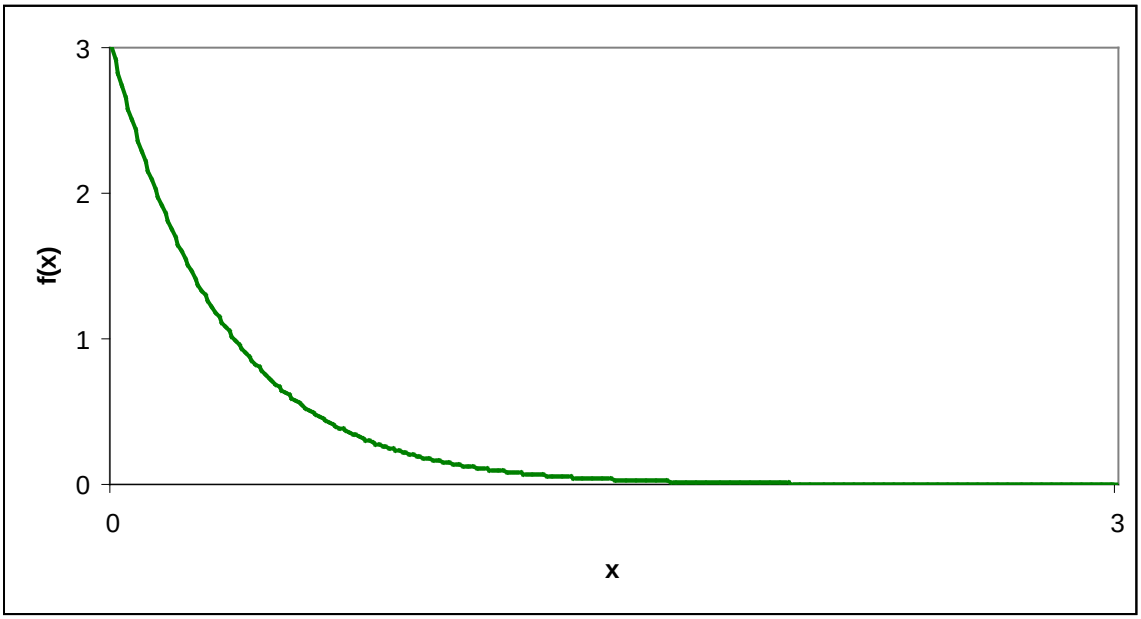
### Exponenciální rozdělení

Exponenciální rozdělení je v simulaci velmi často používané, zejména při modelování příchodů požadavků do systému, délky trvání činností a simulaci výskytu poruch, jak uvádí [3]. Toto rozdělení má pouze jeden parametr, $\lambda$. Parametr $\lambda$ je v případě modelování příchodu požadavků do systému interpretován jako intenzita příchodů (tj. počet příchodů za jednu časovou jednotku), jeho převrácená hodnota udává interval mezi po sobě

následujícími příchody. Na obrázku 3.3 je uvedena hustota pravděpodobnosti pro parametr $\lambda = 3$. Z grafu je patrné, že lze exponenciální rozdělení použít v případech, kde je pravděpodobný výskyt nízkých hodnot a s jejich růstem se pravděpodobnost výskytu limitně blíží nule. Pro exponenciální rozdělení platí:

$$
\begin{aligned}
&f(x) = \lambda e^{-\lambda x} && \text{pro } x > 0,\ \lambda > 0, \\
&f(x) = 0 && \text{jinak}, \\
&F(x) = 1 - e^{-\lambda x} && \text{pro } x > 0, \\
&F(x) = 0 && \text{jinak}, \\
&E(x) = \frac{1}{\lambda} \text{ a} \\
&D(x) = \frac{1}{\lambda^2},
\end{aligned}
\tag{3.6}
$$

kde $f(x)$ je funkce hustoty pravděpodobnosti, $F(x)$ distribuční funkce, $E(x)$ střední hodnota a $D(x)$ rozptyl.



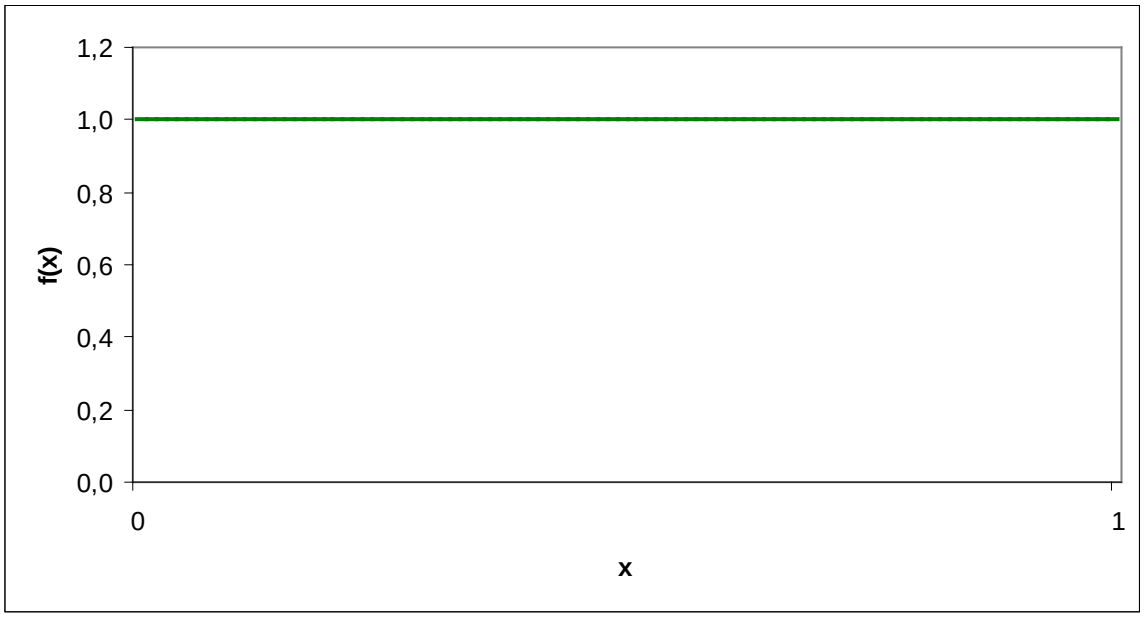

**Obrázek 3.3** – Hustota pravděpodobnosti exponenciálního rozdělení s parametrem $\lambda = 3$

**Rovnoměrné rozdělení**

Rovnoměrné rozdělení má dva parametry, minimální hodnotu *a* a maximální hodnotu *b*. Rovnoměrné rozdělení se kromě generování náhodných čísel používá také v případech, kde jsou k dispozici pouze dolní a horní odhady experta. Pro rozdělení R(*a*; *b*) platí:

$$
\begin{aligned}
&f(x) = \frac{1}{b-a} && \text{pro } x \in (a; b), \\
&f(x) = 0 && \text{jinak}, \\
&F(x) = 0 && \text{pro } x \leq \text{a}, \\
&F(x) = \frac{x-a}{b-a} && \text{pro } x \in (a; b), \\
&F(x) = 1 && \text{pro } x \geq \text{b}, \\
&E(x) = \frac{a+b}{2}\,\text{a} \\
&D(x) = \frac{(b-a)^2}{12},
\end{aligned}
\tag{3.7}
$$

kde *f(x)* je funkce hustoty pravděpodobnosti, *F(x)* distribuční funkce, *E(x)* střední hodnota a *D(x)* rozptyl. Graf hustoty pravděpodobnosti pro R(0; 1) je uveden na obrázku 3.4.




**Obrázek 3.4** – Hustota rovnoměrného rozdělení s parametry *a* = 0 a *b* = 1

**Normální rozdělení**

Normální rozdělení má dva parametry – střední hodnotu $\mu$ a směrodatnou odchylku $\sigma$. Tímto rozdělením se řídí zejména náhodné chyby, jak uvádí [2]. Normální rozdělení se však především používá k aproximaci jiných rozdělení, podmínky aproximace uvádí centrální limitní věta. Pro normální rozdělení platí:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad -\infty < x < \infty,$$

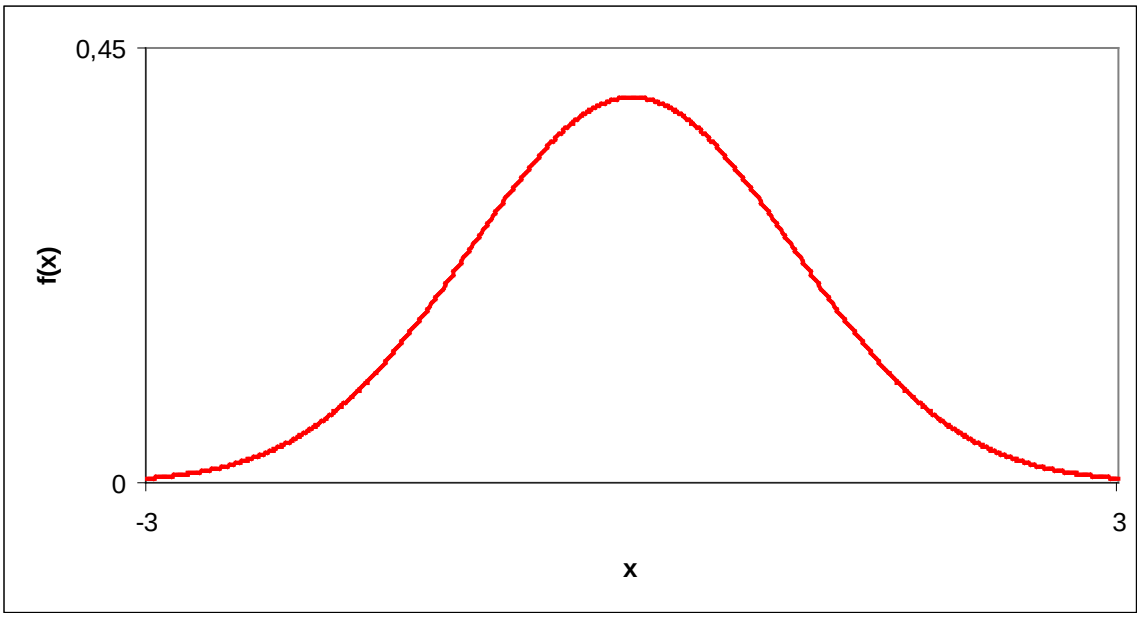
$$E(x) = \mu \text{ a} \tag{3.8}$$

$$D(x) = \sigma^2,$$

kde $f(x)$ je funkce hustoty pravděpodobnosti, $E(x)$ střední hodnota a $D(x)$ rozptyl. Hodnota distribuční funkce je tabelována pro normované normální rozdělení, tj. normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a jednotkovým rozptylem. Normální rozdělení lze převést na normované normální rozdělení pomocí vztahu

$$U = \frac{X - \mu}{\sigma}, \tag{3.9}$$

kde $X$ je náhodná veličina s rozdělením N($\mu$; $\sigma$) a $U$ je náhodná veličina s rozdělením N(0; 1). Hustota normovaného normálního rozdělení je zobrazena na obrázku 3.5.



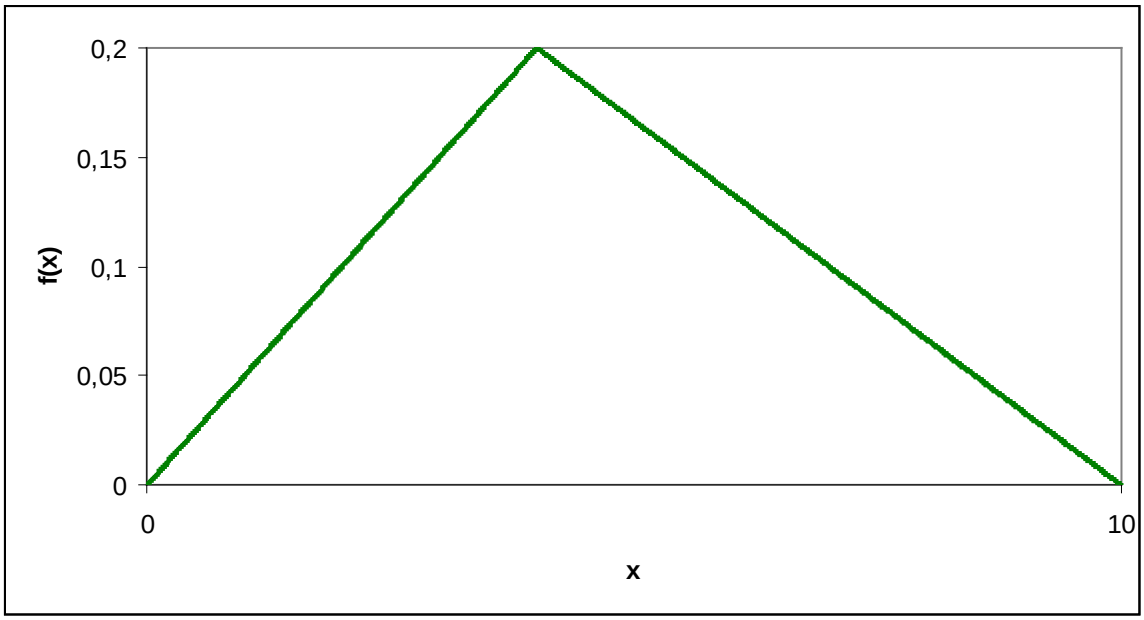

**Obrázek 3.5** – Hustota normovaného normálního rozdělení

**Trojúhelníkové rozdělení**

Trojúhelníkové rozdělení se používá spíše jen k aproximaci v situacích, kdy je známa pouze minimální, modální a maximální hodnota analyzované veličiny. Toto rozdělení má 3 parametry – minimální hodnotu *a*, modální hodnotu *b* a maximální hodnotu *c*, pro které platí $a < b < c$. Pro trojúhelníkové rozdělení platí:

$$
\begin{aligned}
f(x) &= \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} && \text{pro } a \le x \le b, \\
f(x) &= \frac{2(c-x)}{(c-a)(c-b)} && \text{pro } b \le x \le c, \\
f(x) &= 0 && \text{jinak}, \\
F(x) &= 0 && \text{pro } x < \text{a}, \\
F(x) &= \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)} && \text{pro } a \le x \le b, \\
F(x) &= 1 - \frac{(c-x)^2}{(c-a)(c-b)} && \text{pro } b \le x \le c, \\
F(x) &= 1 && \text{pro } x > b, \\
E(x) &= \frac{a+b+c}{2} \text{ a} \\
D(x) &= \frac{a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc}{18},
\end{aligned}
\tag{3.10}
$$

kde *f(x)* je funkce hustoty pravděpodobnosti, *F(x)* distribuční funkce, *E(x)* střední hodnota a *D(x)* rozptyl. Graf hustoty pravděpodobnosti pro trojúhelníkové rozdělení s minimální hodnotou 0, modální hodnotou 4 a maximální hodnotou 10 je uveden na obrázku 3.6.




**Obrázek 3.6** – Hustota pravděpodobnosti trojúhelníkového rozdělení s parametry $a = 0$, $b = 4$, $c = 10$

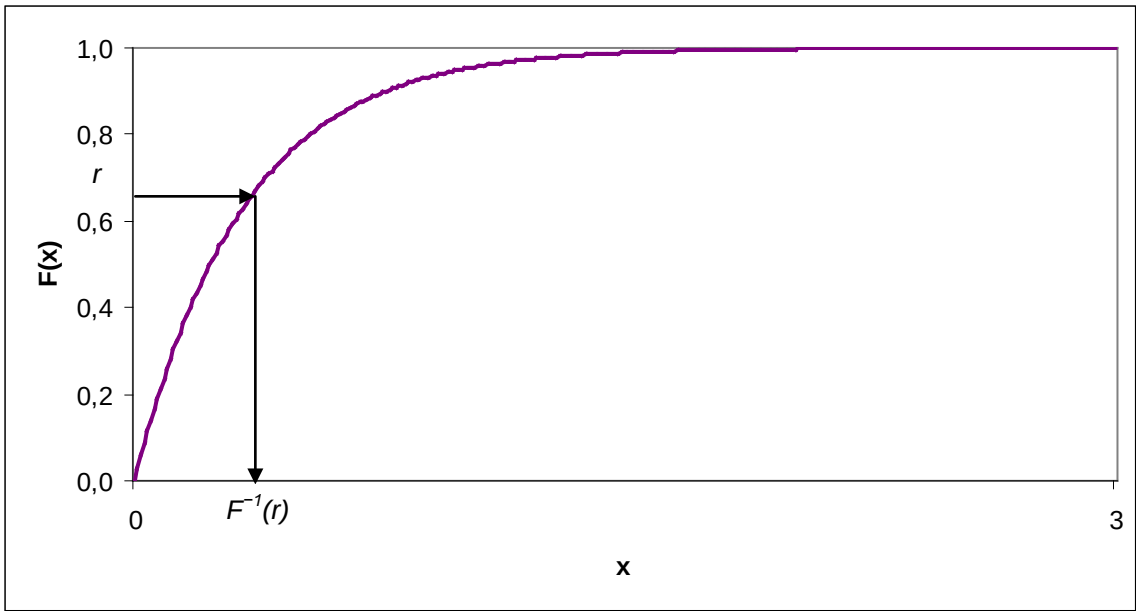
## 3.4 Metody generování hodnot náhodných veličin

Volba metody pro generování hodnot náhodných veličin závisí na volbě zvoleného rozdělení. Mezi obecné metody patří metoda inverzní transformace a zamítací metoda.

### Metoda inverzní transformace

Metoda inverzní transformace vychází ze vzájemně jednoznačného přiřazení mezi hodnotami $x \in (a; b)$ a $r \in (0; 1)$, předpokládá tedy, že náhodná veličina $X$ má spojitou a rostoucí distribuční funkci $F(x)$. Vzájemně jednoznačné přiřazení lze zapsat jako $r = F(x)$, po úpravě $x = F^{-1}(r)$, kde $F^{-1}(r)$ značí hodnoty inverzní funkce k distribuční funkci v bodě $r$. Generování hodnot metodou inverzní transformace tedy spočívá v dosazení náhodného čísla $r$ do funkčního předpisu $x = F^{-1}(r)$.

Tuto metodu lze použít pro generování hodnot z rozděleních, která lze popsat distribuční funkcí (například rozdělení exponenciální, rovnoměrné a trojúhelníkové). Metodu nelze užít pro případ normálního rozdělení. Na obrázku 3.7 je uvedeno grafické znázornění generování hodnot z exponenciálního rozdělení s parametrem $\lambda = 3$ pomocí této metody.



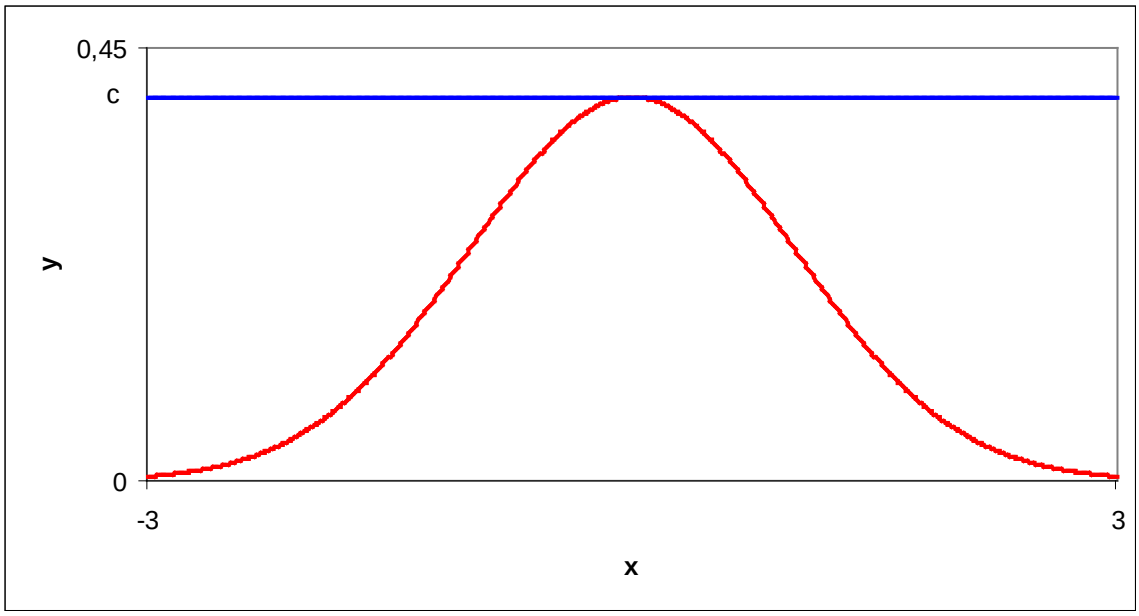

**Obrázek 3.7** – Grafické znázornění generování hodnot z exponenciálního rozdělení s parametrem $\lambda = 3$ pomocí metody inverzní transformace

## Zamítací metoda

Pro náhodnou veličinu $X$ s hustotou pravděpodobnosti $f(x)$ ohraničenou na intervalu $(a; b)$ se stanoví číslo $c$ tak, aby na intervalu $\langle a; b \rangle$ platilo $f(x) \leq c$. V dalším kroku se generují body $[x; y]$, kde $x$-ová souřadnice je z rovnoměrného rozdělení $(a; b)$ a souřadnice $y$-ová je dána rovnoměrným rozdělením $(0; c)$. Pokud $y \leq f(x)$, $x$ je považováno za hodnotu daného rozdělení, v opačném případě je vynecháno a postup se opakuje.

Tato metoda je vhodná pro generování hodnot z normálního rozdělení, kde je doplněn požadavek minimální a maximální přijatelné hodnoty. Nevýhoda této metody spočívá v nevyužití všech vygenerovaných bodů.

Grafické znázornění generování hodnot z normovaného normálního rozdělení z intervalu $(-3; 3)$ je uvedeno na obrázku 3.8.




**Obrázek 3.8** – Grafické znázornění generování hodnot z normovaného normálního rozdělení z intervalu (−3; 3)

# 4. Tvorba modelu

V této kapitole je popsán model určený k simulačním experimentům pro případ penzijního připojištění i penzijního spoření. Předmětem simulace je míra zhodnocení. Po představení předpokladů modelu a způsobu generování míry zhodnocení bude čtenář seznámen s aplikací v MS Excel, kterou využiji v následující kapitole k předpovědi vývoje.

## 4.1 Předpoklady modelu

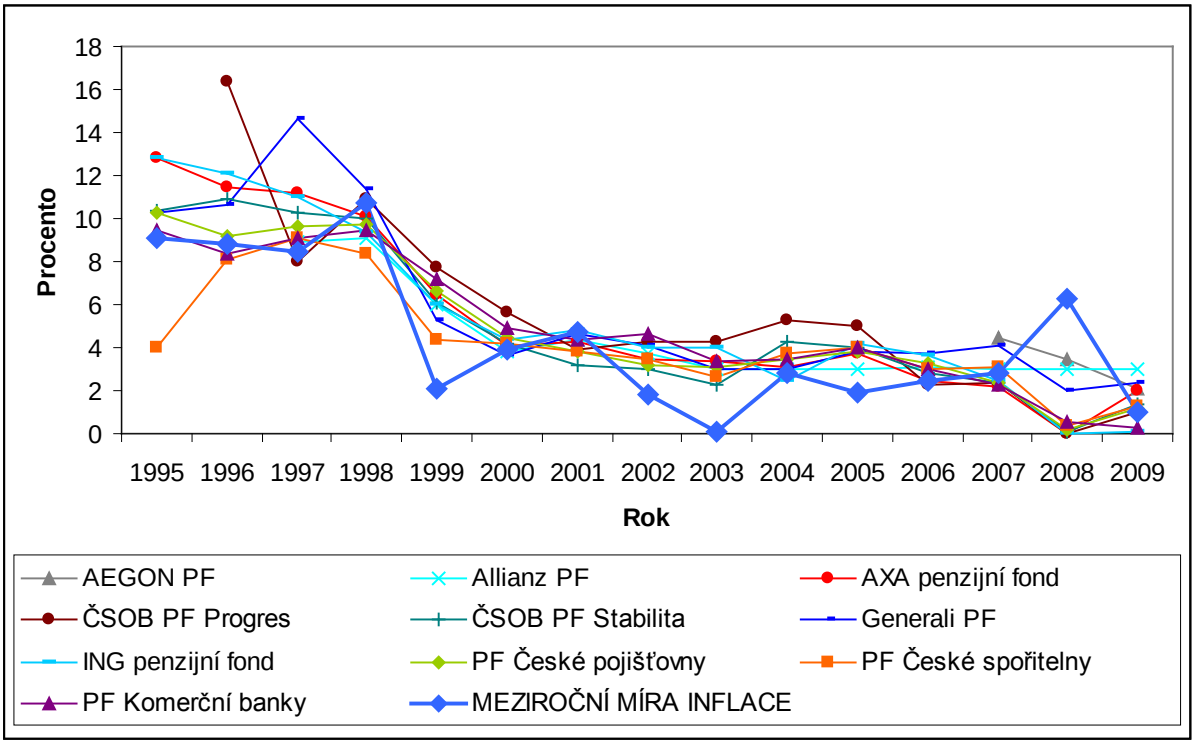
- **Příspěvky účastníka** jsou po celou dobu neměnné.
- **Státní příspěvky** jsou závislé na tom, je-li simulováno penzijní připojištění či penzijní spoření, a jejich výše je po celou dobu rovněž neměnná.
- **Rozdělení míry zhodnocení** je závislé na tom, jedná-li se o penzijní připojištění nebo penzijní spoření – viz podkapitoly 4.2 a 4.3.
- **Zhodnocení** je pro jednoduchost připisováno ke konci roku, v praxi je však klientům připisováno na účet až přibližně v dubnu roku následujícího.
- Účastník volí výplatu formou **jednorázového vyrovnání**.
- **Meziroční míra inflace** je fixní, ve výši průměru z let 1995 – 2009. Tyto hodnoty uvádí [13]. Průměrná výše meziroční míry inflace činí v těchto letech po zaokrouhlení 4,42 procent, neboť

$$\bar{x}_G = \sqrt[15]{\left(\frac{100+9{,}1}{100}\right)\cdot\left(\frac{100+8{,}8}{100}\right)\cdot\ldots\cdot\left(\frac{100+1{,}0}{100}\right)} = 1{,}0442. \qquad (4.1)$$

- Uvažují se **sazby daně a dalších odvodů** na stávající úrovni, to znamená, že:
  - z připsaného zhodnocení je placena srážková daň ve výši 15 %,
  - právnická osoba odvádí za své zaměstnance 9 % na zdravotním pojištění, 25 % na sociálním pojištění a podléhá dani ve výši 19 %,
  - fyzická osoba odvádí 4,5 % na zdravotním pojištění, 6,5 % na sociálním pojištění a podléhá dani ve výši 15 %.

## 4.2 Generování míry zhodnocení pro penzijní připojištění

K určení typu rozdělení míry zhodnocení prostředků účastníků penzijního připojištění využiji minulých hodnot. K dispozici jsou data od roku 1995 do roku 2009 (viz obrázek 2.4). Z pohledu na obrázek 4.1 je zřejmé, že výše nominální míry zhodnocení je závislá na výši inflace. Obě časové řady vykazují klesající trend.




**Obrázek 4.1** – Vývoj nominální míry zhodnocení a meziroční míry inflace v letech 1995 – 2009, zdroje dat [11, 13]

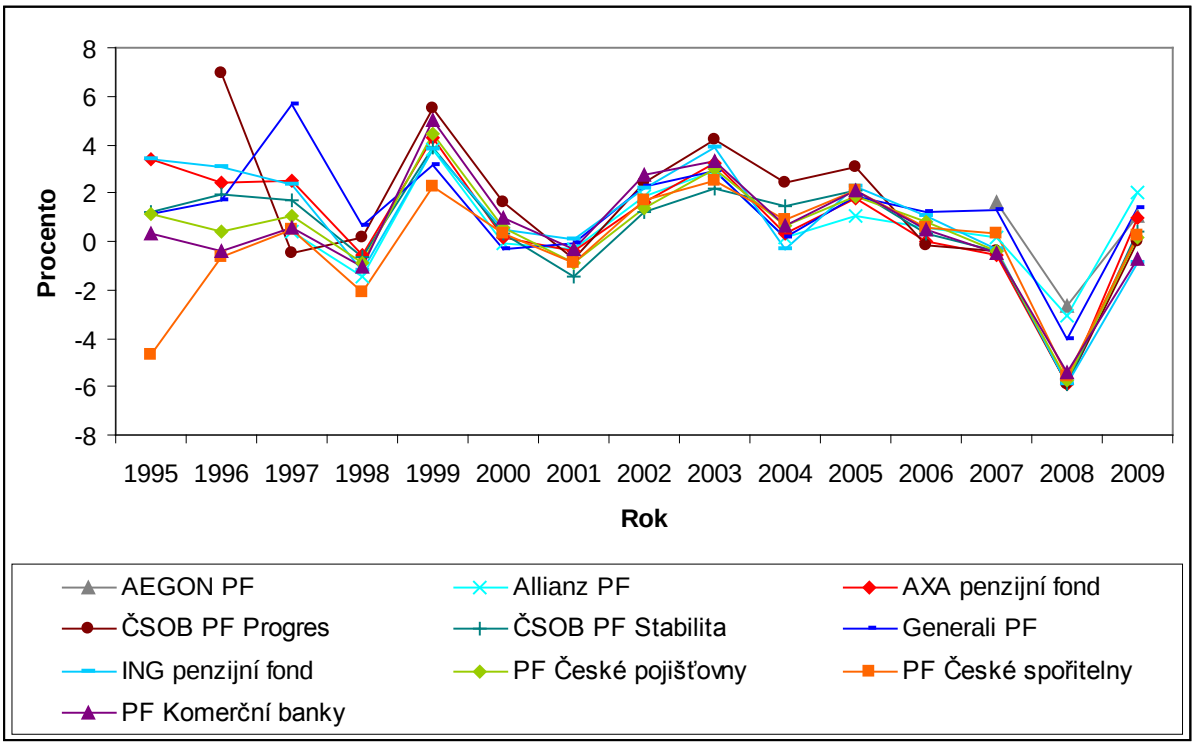
Vzhledem k závislosti nominální míry zhodnocení na výši inflace provedu očištění o inflaci. Reálná míra zhodnocení se získá podle vzorce

$$r = \left( \frac{100 + R}{100 + i} - 1 \right) \cdot 100, \tag{4.2}$$

kde $r$ je reálná míra zhodnocení [%], $R$ nominální míra zhodnocení [%] a $i$ míra inflace [%].

Vývoj reálné míry zhodnocení je znázorněn na obrázku 4.2. Očištěním o inflaci byl odstraněn klesající trend. Hodnoty kolísají kolem průměrné výše 0,69 procent. Směrodatná odchylka je 2,33. Důvodem velmi nízkých hodnot v roce 2008 byla zřejmě celosvětová

ekonomická krize – nominální míry zhodnocení byly velmi blízké nule, tj. minimální garantované výši.




**Obrázek 4.2** – Vývoj reálné míry v letech 1995 – 2009

Pro porovnání analyzovaného rozdělení s teoretickými statistickými rozděleními je vhodné sestrojit histogram. Nejnižší míra reálného zhodnocení byla přibližně −5,93 (AXA penzijní fond, r. 2008) a nejvyšší 6,99 (ČSOB PF Progres, r. 1996). Variační rozpětí, rozdíl maximální a minimální hodnoty, činí téměř 13 procent. Podle **Sturgesova pravidla** je vhodné rozdělit variační rozpětí do *k* intervalů, kde

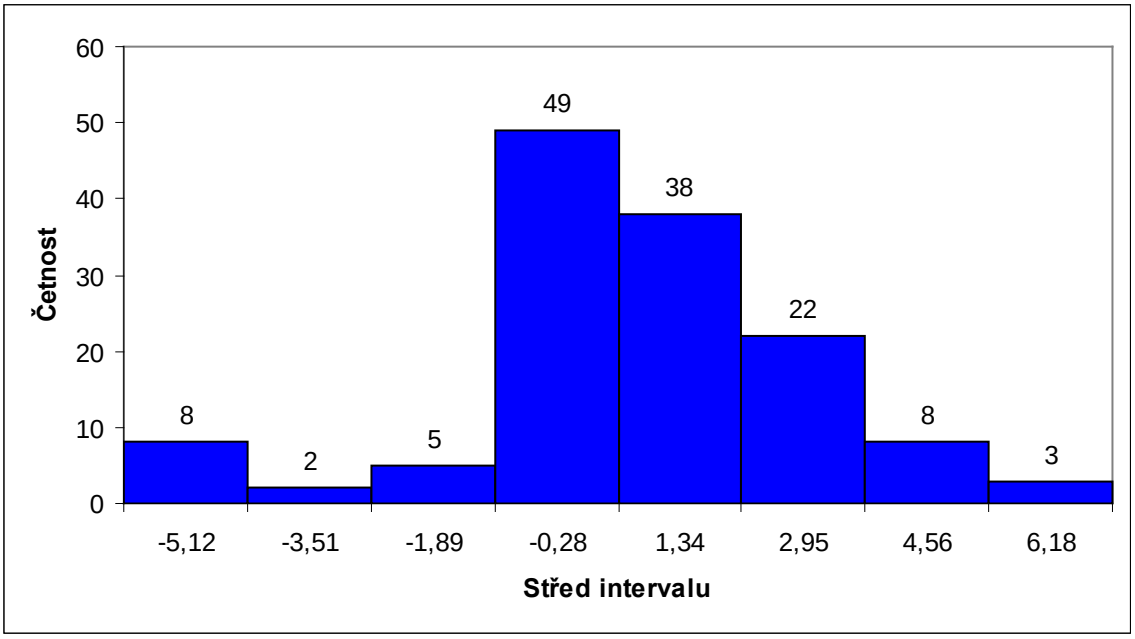
$$k \approx 1 + 3{,}3 \cdot \log_{10} n, \tag{4.3}$$

přičemž *n* je rozsah souboru – zde ho tedy rozdělím do 8 stejně širokých intervalů.

Histogram četností je na obrázku 4.3. Rozdělení reálné míry zhodnocení se však neshoduje se žádným z teoretických rozdělení, ke generování hodnot proto použiji tohoto empirického rozdělení. Pro tento účel variační rozpětí rozdělím, stejně jako je tomu na histogramu, na osm stejně širokých intervalů (jejichž pravděpodobnosti výskytu jsou dány četnostmi). V rámci těchto intervalů budu rovnoměrně generovat hodnoty podle vzorce

$$r = dm + (hm - dm) \cdot rnd, \tag{4.4}$$

kde *r* je generovaná reálná míra zhodnocení [%], *dm* dolní mez intervalu, *hm* horní mez intervalu a *rnd* náhodné číslo.




**Obrázek 4.3** – Histogram četností reálné míry zhodnocení

Vygenerované reálné míry zhodnocení následně převedu opět na nominální. Úpravou vzorce (4.1) lze získat vztah

$$R = r + i + \frac{r \cdot i}{100}, \tag{4.5}$$

kde *r* je reálná míra zhodnocení [%], *R* nominální míra zhodnocení [%] a *i* míra inflace [%]. Po dosazení míry inflace o předpokládané výši 4,42 procent získáme

$$R = r + 4{,}42 + \frac{r \cdot 4{,}42}{100}. \tag{4.6}$$

Vzhledem k povinnosti garance nezáporného zhodnocení dále nahradím záporné hodnoty nulou – toto odpovídá situaci, kdy penzijní fond kryje ztrátu z rezervního fondu (popř. snížením základního kapitálu).

## 4.3 Generování míry zhodnocení pro penzijní spoření

V případě penzijního spoření se jedná o simulaci hypotetické situace, že by byl návrh zákona o penzijním spoření beze změn schválen. Pro určení míry zhodnocení tohoto produktu nelze užít minulých dat, neboť lze odhadovat, že by rozdělení míry zhodnocení mělo odlišný charakter než pro případ penzijního připojištění. Vzhledem k odstranění nutnosti garance nezáporného zhodnocení by penzijní společnosti mohly investovat i do více rizikových prostředků s vyšší očekávanou mírou zhodnocení.

Odhaduji, že by míry zhodnocení měly kolísat především kolem jejich průměrné výše, která by byla vyšší než v případě penzijního připojištění, směrodatná odchylka by vzhledem k vyššímu podstoupenému riziku byla také vyšší.

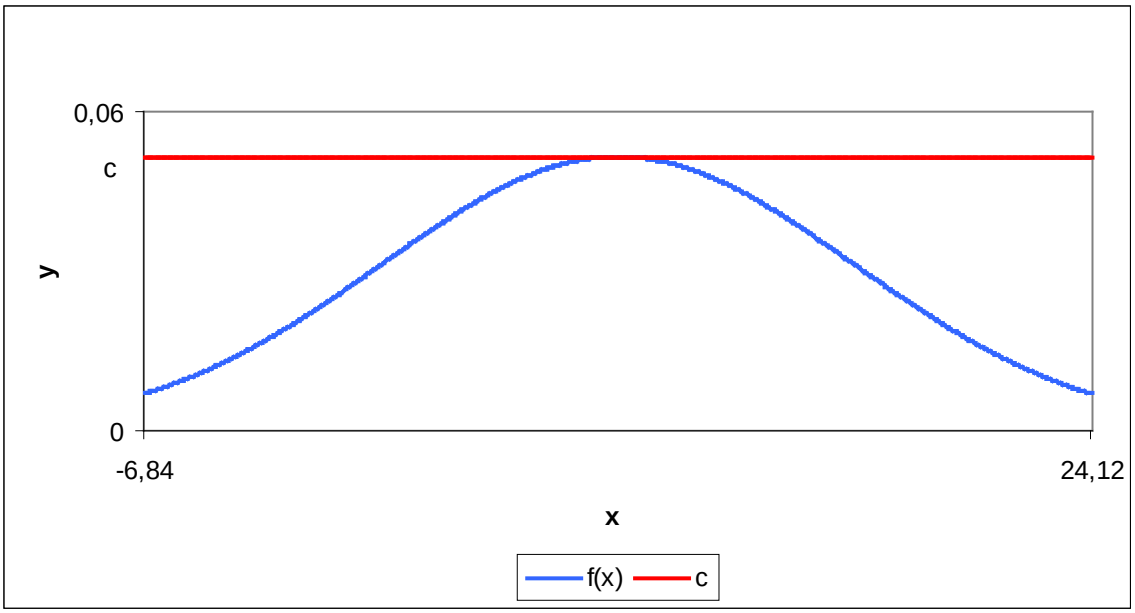
Předpokladu o kolísání hodnot kolem jejich průměrné výše odpovídá normální rozdělení. Využiji ho proto ke generování hodnot pro případ penzijního spoření. K odhadu jeho parametrů, tj. průměru $\mu$ a směrodatné odchylky $\sigma$ zvolím zjednodušující předpoklad, že by **průměrná výše míry zhodnocení a její směrodatná odchylka převyšovaly hodnoty pro penzijní připojištění zhruba o tolik, o kolik jsou větší u akciových podílových fondů oproti podílovým fondům dluhopisovým**. Na obrázku 4.4 je znázorněn výpočet. Výpočet je proveden bez zaokrouhlování, pouze se zobrazením na omezený počet desetinných míst. Parametry pro podílové fondy jsem získala z ročních výkonností 94 akciových podílových fondů a 41 dluhopisových podílových fondů dostupných k 5. 4. 2011 na internetových stránkách ČSOB. Rozdíl jejich výnosností jsem následně přičetla k průměrné výši zhodnocení u penzijního připojištění, čímž jsem získala očekávané zhodnocení pro případ penzijního spoření. Totéž jsem udělala pro směrodatnou odchylku.

| | Akciový podílový fond | Dluhopisový podílový fond | Rozdíl výnosností | Penzijní připojištění | Penzijní spoření |
|---|---|---|---|---|---|
| Průměr | 9,03 | 1,09 | 7,94 | 0,69 | 8,64 |
| Směrodatná odchylka | 8,36 | 2,95 | 5,41 | 2,33 | 7,74 |

**Obrázek 4.4** – Odhad parametrů pro simulaci penzijního spoření

Reálnou míru zhodnocení tedy budu generovat z normálního rozdělení o parametrech $\boldsymbol{\mu}$ **= 8,64** a $\boldsymbol{\sigma}$ **= 7,74**. V případě normálního rozdělení však existuje nebezpečí vygenerování některé z odlehlých nebo extrémních hodnot, definiční obor funkce hustoty pravděpodobnosti není omezen. Vygenerování míry zhodnocení ve výši ±100 je však přirozeně nežádoucí, a tak je nutno nejprve stanovit minimální a maximální požadovanou hodnotu. Jako minimální hodnotu stanovím −6,84 a jako hodnotu maximální 24,12 – aby se vygenerované hodnoty pohybovali v intervalu $(\mu - 2\sigma; \mu + 2\sigma)$.

Ke generování hodnot z takto definovaného rozdělení lze využít **zamítací metodu**. Nejprve je třeba určit číslo $c$, tj. maximum hustoty pravděpodobnosti $f(x)$ normálního rozdělení o parametrech $\mu = 8{,}64$ a $\sigma = 7{,}74$ na intervalu (−6,84; 24,12). Hustota pravděpodobnosti normálního rozdělení nabývá svého maxima pro střední hodnotu, tedy $c = f(\mu) \approx 0{,}052$. Grafické znázornění je uvedeno na obrázku 4.5.




**Obrázek 4.5** – Generování reálné míry zhodnocení pro penzijní spoření

Postupně se tedy generují body $[x; y]$ rovnoměrně rozmístěné v obdélníku o krajních bodech [−6,84; 0], [24,12; 0], [24,12; $c$] a [−6,84; $c$]. Nachází-li se bod maximálně na úrovni křivky hustoty pravděpodobnosti, jeho $x$-ová souřadnice je považována za hodnotu z tohoto rozdělení.

Takto generované reálné míry zhodnocení následně převedu na nominální pomocí vzorce (4.6), tentokrát však bez korekce záporných hodnot.

## 4.4 Vstupní parametry

Úspěšný chod aplikace předpokládá vybavenost počítače programem MS Excel 2003 nebo 2007. Před spuštěním simulace je nejprve nutné na prvním listu souboru vyplnit vstupní parametry pro model – viz obrázek 4.6.

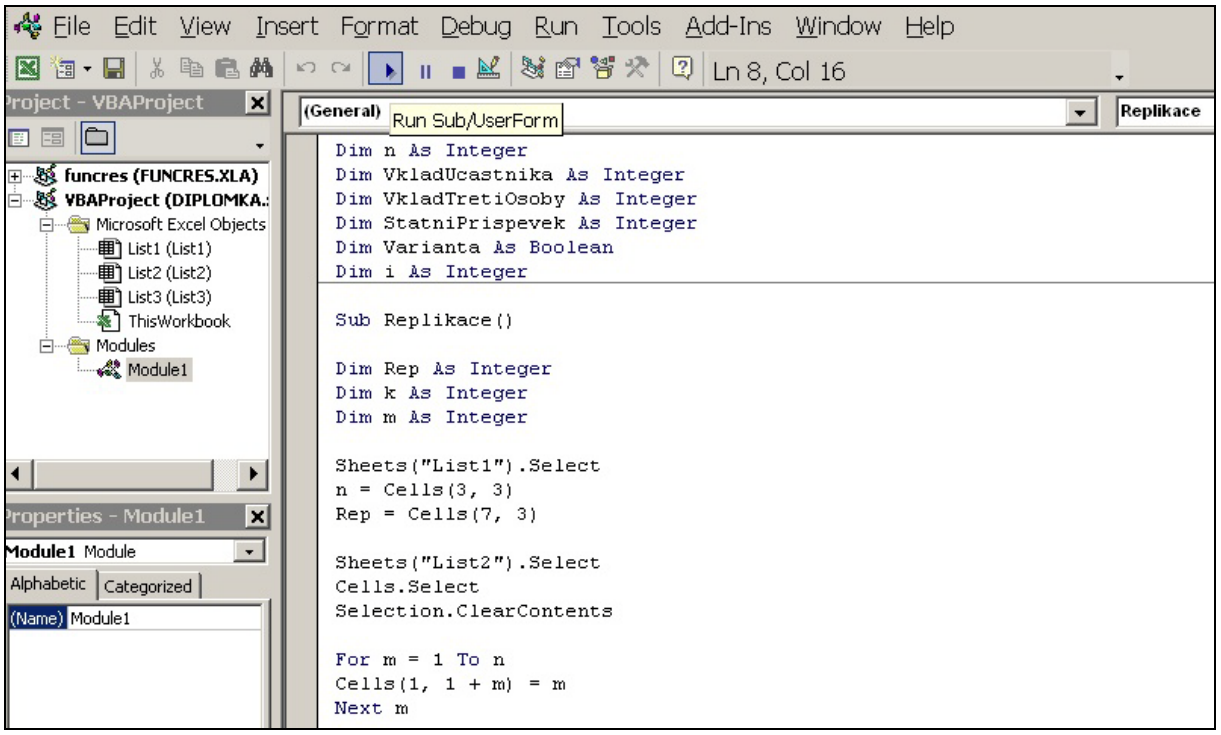
| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 1 | **Vstupní parametry** | | |
| 2 | | | |
| 3 | Počet let spoření | | 25 |
| 4 | Měšíční příspěvek účastníka placený účastníkem | | 500 |
| 5 | Měsíční příspěvek účastníka placený třetí osobou | | 0 |
| 6 | Varianta | | 0 |
| 7 | Počet replikací | | 1 000 |

**Obrázek 4.6** – Zadání vstupních parametrů

- **Počet let spoření.**
- **Měsíční příspěvek placený účastníkem.**
- **Měsíční příspěvek placený třetí osobou**. Časté jsou příspěvky placené zaměstnavatelem, v roce 2009 získalo 26,1 % účastníků příspěvek od svého zaměstnavatele na penzijní připojištění. K příspěvku placenému třetí osobou se nevztahuje státní příspěvek.
- **Varianta**. V případě simulace průběhu penzijního připojištění je třeba zapsat nulu, v případě penzijního spoření jedničku. V závislosti na zvolené variantě pracuje model s odlišným schématem přidělování státního příspěvku a generuje míru zhodnocení z jiného rozdělení.
- **Počet replikací.** Vzhledem k tomu, že generované míry zhodnocení mají náhodný charakter, má náhodný charakter i výše prostředků na individuálním účtu klienta. Jedno provedení simulace je proto nepostačující k odhadu charakteristik rozdělení, jako je například bodový odhad. Z tohoto důvodu je vhodné stanovit vyšší počet replikací simulačního běhu, díky nimž lze získat vypovídající odhad charakteristik rozdělení.

## 4.5 Možnosti simulace

Po vyplnění vstupních parametrů modelu lze zahájit simulaci. Procedura **Replikace**, která slouží k provedení stanoveného počtu simulačních experimentů, se spouští klávesou F5 (či volbou Run Macro nebo tlačítkem viz obrázek 4.7) z editoru jazyka Visual Basic, který se otevírá klávesovou zkratkou Alt+F11 (či volbou Nástroje → Makro → Editor jazyka Visual Basic). V příloze uvádím kód ve VBA.




**Obrázek 4.7** – Spuštění makra z editoru jazyka Visual Basic

Procedura Replikace při svém běhu vyvolává další procedury, které je možno po drobné úpravě (viz komentáře v kódu) spustit i samostatně.

- Procedura **StatniPrispevek_PenzPripojisteni**. Tato procedura slouží ke stanovení státního příspěvku k měsíčnímu vkladu účastníka penzijního připojištění podle [9].
- Procedura **StatniPrispevek_PenzSporeni.** Zde je stanovován státní příspěvek k měsíčnímu příspěvku účastníka penzijního spoření. Schéma připisování státních příspěvků je převzato z [16].

- Procedura **GenerovaniMiryZhodnoceni_PenzPripojisteni.** Tato procedura slouží ke generování nominálních měr zhodnocení pro zadaný počet let a případ penzijního připojištění. Způsob jakým jsou hodnoty generovány je vysvětlen v podkapitole 4.2.
- Procedura **GenerovaniMiryZhodnoceni_PenzSporeni.** V podkapitole 4.3 je vysvětlen způsob, jakým jsou získány nominální míry zhodnocení pro případ penzijního spoření, k čemuž slouží tato procedura.
- Procedura **IndividualniUcetKlienta.** Tato procedura slouží k určení výše prostředků na účtu klienta v jednotlivých letech připojištění/spoření. K získání měr zhodnocení a výše státního příspěvku vyvolává výše uvedené procedury (v závislosti na tom, zda je simulován případ penzijního připojištění či penzijního spoření). Tato procedura je opakovaně vyvolávána procedurou Replikace, která slouží k zaznamenávání konečných stavů individuálního účtu klienta v jednotlivých letech.

## 4.6 Výstupy simulace

Samostatným spuštěním procedury IndividualniUcetKlienta se získá tabulka s přehledem výše prostředků na účtu klienta v jednotlivých letech – viz obrázek 4.8.

Procedura Replikace slouží k záznamu konečných stavů individuálního účtu klienta v jednotlivých replikacích (tj. poslední sloupec předchozí tabulky). Při běhu této procedury je opakovaně určován stav prostředků na účtu klienta – hodnoty příslušné tabulky (viz obrázek 4.8) jsou tedy průběžně přepisovány, zaznamenáván je pouze konečný stav individuálního účtu klienta v jednotlivých letech. Procedura v každé z replikací tyto hodnoty transponuje a kopíruje je do řádků tabulky pro přehled konečných stavů – viz obrázek 4.9.[6] Řádky této tabulky tedy tvoří jednotlivé replikace.

[6] Hodnoty jsou transponovány jednak z důvodu snadnější následné manipulace s výstupy, ale především kvůli omezeným možnostem programu MS Excel 2003, který disponuje pouze 255 sloupci (jinak by bylo možné provést maximálně pouhých 254 replikací).

| Rok | Nominální míra zhodnocení | *Počáteční stav individuálního účtu klienta* | Roční příspěvek účastníka placený účastníkem | Roční příspěvek účastníka placený třetí osobou | Roční státní příspěvek | Připsané zhodnocení za daný rok | *Konečný stav individuálního účtu klienta* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,57 | 0,0 | 6 000 | 0 | 1 800 | 278,3 | 8 078,3 |
| 2 | 9,92 | 8 078,3 | 6 000 | 0 | 1 800 | 1 575,8 | 17 454,0 |
| 3 | 8,16 | 17 454,0 | 6 000 | 0 | 1 800 | 2 059,6 | 27 313,7 |
| 4 | 7,96 | 27 313,7 | 6 000 | 0 | 1 800 | 2 794,2 | 37 907,8 |
| 5 | 3,50 | 37 907,8 | 6 000 | 0 | 1 800 | 1 597,8 | 47 305,6 |
| 6 | 0,03 | 47 305,6 | 6 000 | 0 | 1 800 | 15,5 | 55 121,1 |
| 7 | 5,82 | 55 121,1 | 6 000 | 0 | 1 800 | 3 663,4 | 66 584,5 |
| 8 | 9,90 | 66 584,5 | 6 000 | 0 | 1 800 | 7 365,3 | 81 749,9 |
| 9 | 3,96 | 81 749,9 | 6 000 | 0 | 1 800 | 3 543,3 | 93 093,2 |
| 10 | 5,83 | 93 093,2 | 6 000 | 0 | 1 800 | 5 885,5 | 106 778,7 |

**Obrázek 4.8** – Individuální účet klienta

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 094,0 | 16 830,2 | 24 630,2 | 32 430,2 | 42 610,0 | 53 531,5 | 67 446,3 | 79 629,7 | 94 553,1 | 108 278,7 |
| 2 | 8 252,0 | 17 345,9 | 26 112,5 | 36 648,4 | 44 448,4 | 57 431,0 | 67 691,5 | 83 017,1 | 94 418,5 | 104 008,7 |
| 3 | 8 103,5 | 16 552,6 | 25 315,9 | 35 109,2 | 47 174,9 | 56 997,3 | 67 341,7 | 78 127,6 | 91 053,3 | 98 853,3 |
| 4 | 7 800,0 | 16 526,2 | 25 785,3 | 34 822,2 | 44 279,2 | 55 306,1 | 68 245,9 | 80 697,9 | 91 836,7 | 103 241,2 |
| 5 | 8 432,7 | 17 540,6 | 27 850,6 | 37 806,8 | 49 234,2 | 61 704,1 | 72 053,2 | 84 821,1 | 98 360,3 | 106 160,3 |
| 6 | 8 438,1 | 17 854,7 | 27 707,2 | 36 840,3 | 48 240,9 | 58 286,2 | 68 689,3 | 76 489,3 | 91 063,2 | 102 468,3 |
| 7 | 7 936,8 | 17 026,5 | 25 717,6 | 34 833,1 | 42 633,1 | 50 433,1 | 62 890,3 | 76 346,8 | 87 367,9 | 100 678,2 |
| 8 | 8 423,0 | 16 846,5 | 26 166,0 | 35 259,0 | 46 485,9 | 56 176,6 | 66 455,5 | 76 846,8 | 84 677,2 | 101 678,5 |
| 9 | 8 429,7 | 17 524,3 | 26 250,8 | 36 838,1 | 46 190,9 | 55 972,3 | 66 032,2 | 76 727,8 | 89 733,3 | 103 570,6 |
| 10 | 8 082,3 | 16 464,7 | 25 228,7 | 35 707,6 | 46 034,9 | 53 846,6 | 64 051,4 | 80 256,1 | 91 116,6 | 104 638,1 |
| 11 | 8 279,9 | 17 014,2 | 25 256,0 | 33 056,0 | 40 856,0 | 54 349,4 | 63 237,8 | 76 725,5 | 89 676,5 | 105 287,6 |
| 12 | 8 115,6 | 17 502,4 | 26 852,7 | 38 708,8 | 46 521,3 | 56 215,9 | 70 391,1 | 78 191,1 | 91 123,4 | 102 479,3 |
| 13 | 8 574,2 | 17 700,6 | 27 041,9 | 34 841,9 | 46 088,6 | 57 174,8 | 71 419,5 | 82 002,4 | 96 996,2 | 113 179,4 |
| 14 | 8 268,4 | 16 691,3 | 26 482,3 | 35 584,3 | 45 939,8 | 58 060,1 | 68 539,2 | 82 448,9 | 95 538,5 | 109 532,7 |
| 15 | 8 078,3 | 17 454,0 | 27 313,7 | 37 907,8 | 47 305,6 | 55 121,1 | 66 584,5 | 81 749,9 | 93 093,2 | 106 778,7 |

**Obrázek 4.9** – Přehled konečných stavů individuálního účtu klienta v jednotlivých replikacích

# 5. Simulační experimenty

V této kapitole provedu několik simulačních experimentů, ke kterým využiji model z kapitoly 4. Cílem těchto experimentů je předpovědět a analyzovat očekávaný vývoj kumulace peněžních prostředků na individuálním účtu klienta vzhledem ke zvoleným vstupním parametrům. Jedná se o simulaci vývoje jednoho penzijního připojištění (resp. penzijního spoření) u hypotetického penzijního fondu (resp. penzijní společnosti), kde k odhadu měr zhodnocení byla využita veškerá dostupná panelová data.

Výše prostředků na individuálním účtu klienta je závislá na náhodné veličině míry zhodnocení. Výše prostředků na účtu klienta má tudíž také náhodný charakter. K odhadu charakteristik rozdělení je proto nezbytné provést větší počet replikací simulačního běhu. Tyto experimenty provedu s 1 000 replikacemi.

Budu uvažovat penzijní připojištění nebo penzijní spoření o době trvání 30 let. Uzavře-li smlouvu 35letá osoba, konečný stav individuálního účtu klienta odpovídá výši částky, kterou tato osoba dostane ve svých 65 letech formou jednorázového vyrovnání.

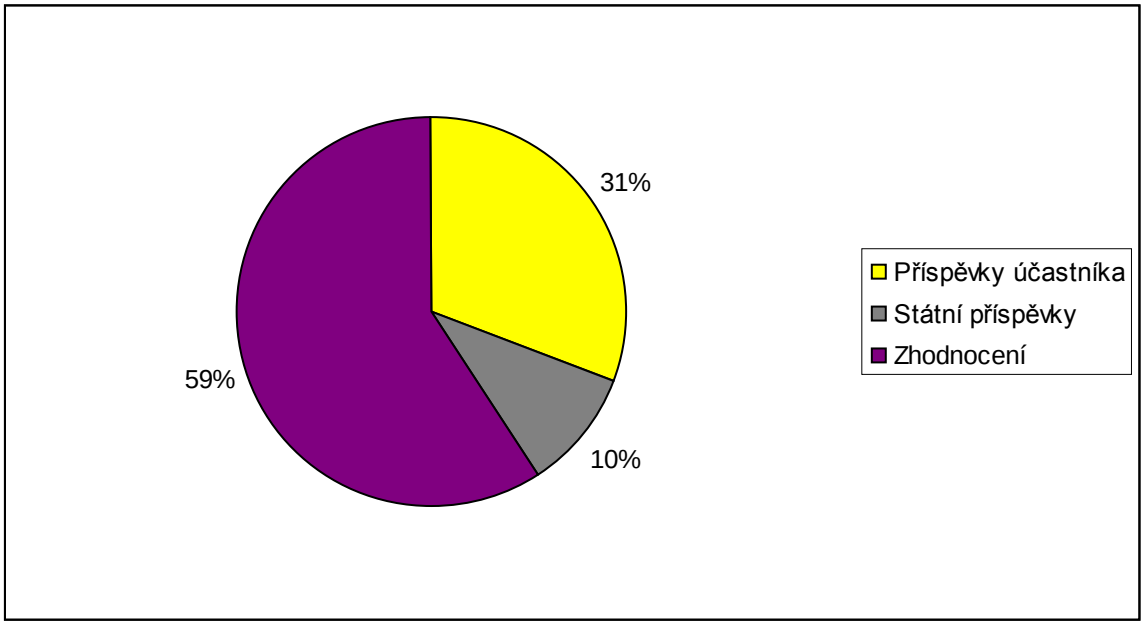
Průměrný měsíční příspěvek účastníka v roce 2010 činil přibližně 440 Kč. Jeho výše byla v posledních pěti letech téměř neměnná (viz obrázek 2.6). Při simulaci vývoje penzijního připojištění tedy budu uvažovat měsíční příspěvek účastníka v této výši. Jelikož 440 Kč odpovídá v případě penzijního připojištění 88 procentům částky, od které je poskytován maximální státní příspěvek, pro simulaci vývoje penzijního spoření zvolím částku 616 Kč (tj. 88 procent ze 700, částky, od které bylo navrženo poskytování maximálního státního příspěvku pro penzijní spoření).

Pro ilustraci daňových úlev následně provedu také simulace případů, kdy účastníkovi přispívá zaměstnavatel. Kapitola bude doplněna analýzou efektivnosti penzijního připojištění a penzijního spoření bez příspěvku zaměstnavatele.

## 5.1 Penzijní připojištění bez příspěvku zaměstnavatele

Při měsíčním vkladu účastníka ve výši 440 Kč vloží účastník 5 280 Kč za rok a 158 400 Kč za celou dobu penzijního připojištění (tj. 30 let). Měsíčnímu příspěvku

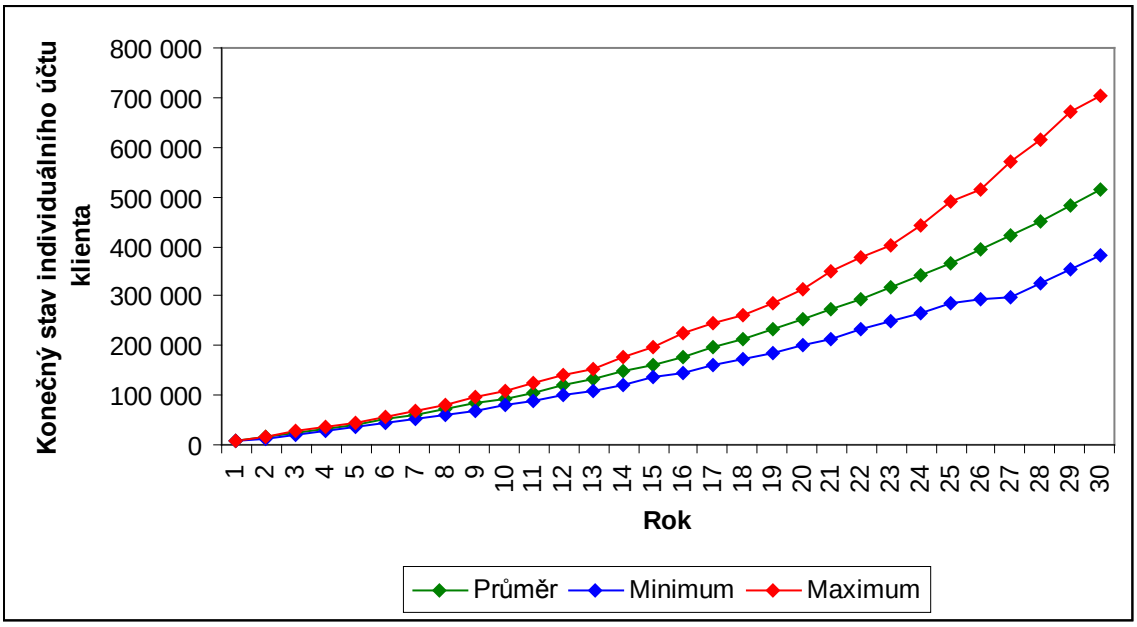
účastníka této výše odpovídá státní příspěvek 144 Kč. Za rok tedy stát vyplatí tomuto účastníkovi na příspěvcích celkem 1 728 Kč a za celou dobu penzijního připojištění 51 840 Kč. Vzhledem k tomu, že průměrný konečný stav individuálního účtu klienta dosahuje výše 514 772 Kč, celkové připsané zhodnocení dosahuje v průměru 304 532 Kč. Podíl těchto složek na částce jednorázového vyrovnání je znázorněn na obrázku 5.1.




**Obrázek 5.1** – Podíl příspěvků účastníka, státních příspěvků a zhodnocení na částce jednorázového vyrovnání

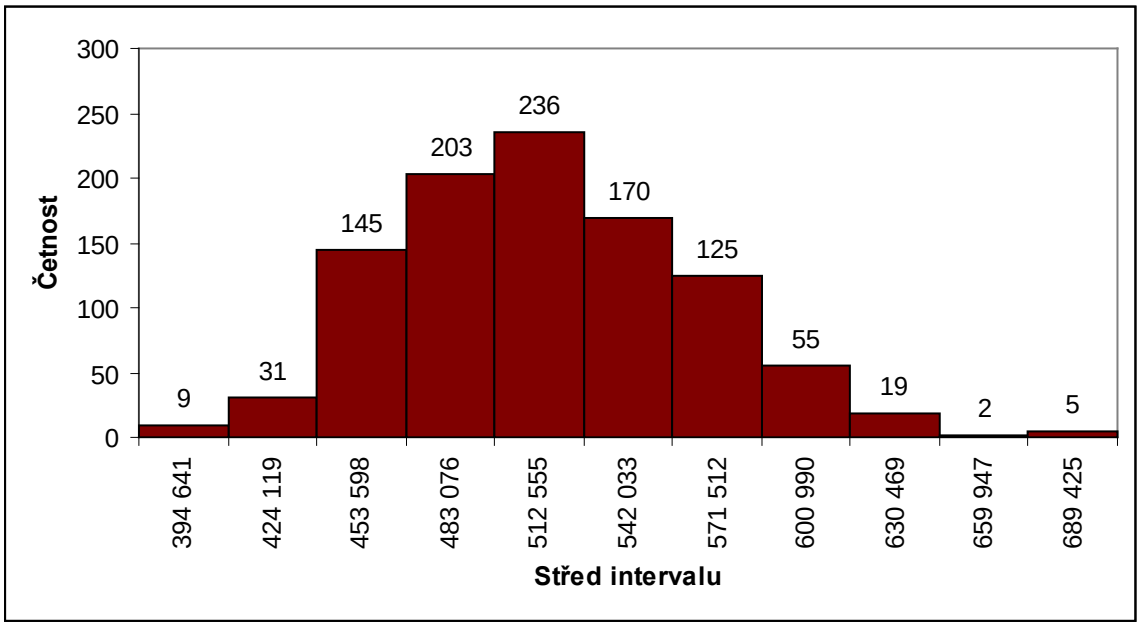
Připsané zhodnocení, které tvoří 59 procent částky jednorázového vyrovnání, podléhá srážkové dani o výši 15 procent. Účastník penzijního pojištění tedy na konci odvede 45 680 Kč na této dani. Měsíční příspěvek o výši 440 Kč nedává nárok ke snížení daňového základu účastníka.

Vzhledem k náhodnému charakteru míry zhodnocení a tudíž i částky jednorázového vyrovnávání jsem provedla simulační běh v 1 000 replikacích. Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let jsou uvedeny na obrázku 5.2. Tyto hodnoty se s narůstající dobou trvání penzijního připojištění čím dál tím více rozcházejí, neboť jsou zhodnocovány veškeré peněžní prostředky na účtu klienta, jejichž výše je také náhodná – závislá na vygenerovaných mírách zhodnocení z předešlých let. V třicátém roce penzijního pojištění činí průměrná výše konečného stavu individuálního účtu klienta 514 772 Kč.




**Obrázek 5.2** – Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let penzijního připojištění

Na obrázku 5.3 je znázorněno rozdělení výše peněžních prostředků, které budou na konci třicátého roku penzijního připojištění vyplaceny klientovi formou jednorázového vyrovnání. Jak již bylo řečeno, průměrná výše dosahuje 514 772 Kč. Výběrová směrodatná odchylka, tj. průměrná odchylka od průměru, činí 49 594 Kč.




**Obrázek 5.3** – Histogram četností jednorázového vyrovnání

Z výše uvedeného grafu je patrná nutnost provedení replikací simulačního běhu – případné provedení jediného simulačního běhu by mohlo vést k získání některé z odlehlých nebo extrémních hodnot. Nejnižší vygenerovaná hodnota částky jednorázového vyrovnání dosahuje přibližně pouhých 379 902 Kč, zatímco největší 704 165 Kč. Variační rozpětí tedy činí 324 263 Kč.

K odhadu rozpětí, ve kterém se částka jednorázového vyrovnávání bude pohybovat, je tudíž vhodnější využít intervalový odhad. S pravděpodobností 1 − α bude očekávaná hodnota částky jednorázového vyrovnání obsažena v intervalu o krajních bodech

$$avg \pm u_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{k}}, \tag{5.1}$$

kde *avg* je průměr, *s* výběrová směrodatná odchylka, *k* rozsah výběrového souboru a $u_{1-\frac{\alpha}{2}}$ kvantil normovaného normálního rozdělení.

Dosazením do vzorce (5.1) lze určit, že s pravděpodobností 0,95 bude očekávaná hodnota částky jednorázového vyrovnání obsažena v intervalu (511 699; 517 846).

Na konci doby, na kterou bylo penzijní připojištění sjednáno, bude klientovi vyplaceno jednorázové vyrovnání snížené o srážkovou daň (tj. 514 772 Kč bez 45 680 Kč, čili 469 092 Kč). Vzhledem k uvažované inflaci je vhodné určit čistou současnou hodnotu této částky. Čistá současná hodnota se určí podle vzorce

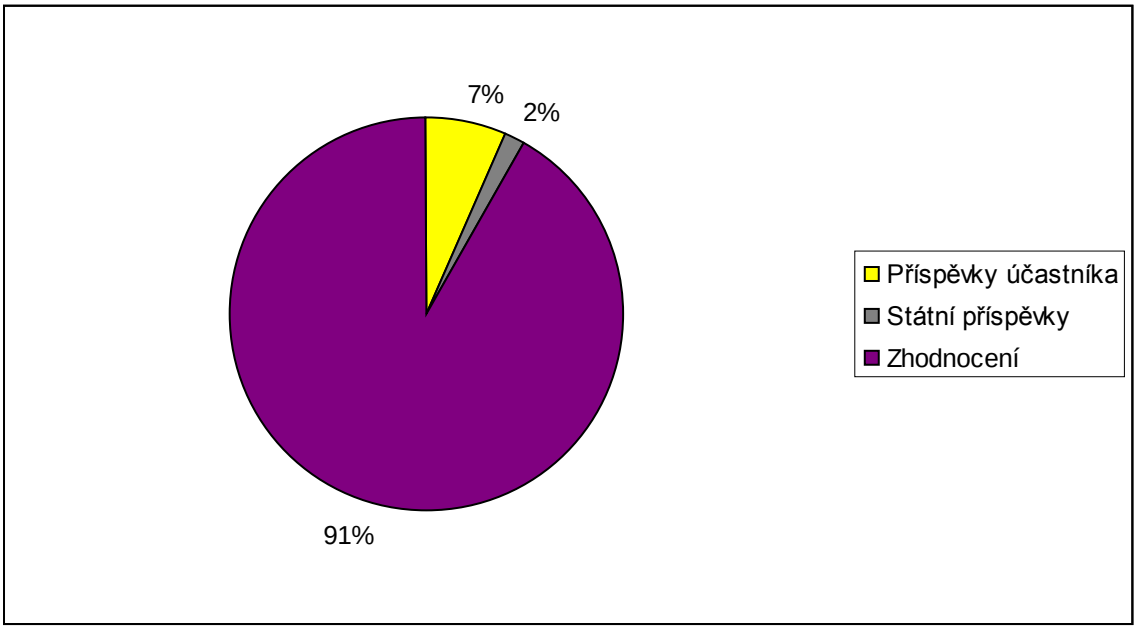
$$NPV = \frac{CF}{(1+i)^n}, \tag{5.2}$$

kde *CF* je výše peněžního toku, *i* míra inflace a *n* počet let.

Při inflaci konstantní výše 4,42 procent činí čistá současná hodnota částky jednorázového vyrovnání pouhých 128 159 Kč. Pokud by příjemce této částky žil dalších 20 let, v reálném vyjádření by mohl čerpat 534 Kč měsíčně. Tento výpočet potvrzuje obecně známou skutečnost, že důchody z penzijního připojištění navyšují starobní důchod jen o relativně malou část, a tak je splnění cíle penzijního připojištění (doplnění dávek z povinného základního důchodového pojištění) poměrně diskutabilní, jak uvádí například [17].

## 5.2 Penzijní spoření bez příspěvku zaměstnavatele

Předpokladu, že účastník penzijního spoření bude vkládat měsíčně 88 procent částky zaručující maximální státní příspěvek (jako je tomu v případě penzijního připojištění), odpovídá měsíční vklad výše 616 Kč. Při pravidelných vkladech této výše vloží účastník 7 392 Kč za rok a 221 760 Kč za celou dobu penzijního spoření (tj. 30 let). Měsíčnímu vkladu této výše odpovídá státní příspěvek 141 Kč. Za rok tedy stát vyplatí tomuto účastníkovi na příspěvcích celkem 1 692 Kč a za celou dobu penzijního spoření 50 760 Kč. Průměrný konečný stav individuálního účtu klienta činí 3 315 995 Kč, celkové připsané zhodnocení je tudíž v průměru 3 043 475 Kč. Podíl jednotlivých složek na částce jednorázového vyrovnání je znázorněn na obrázku 5.4.

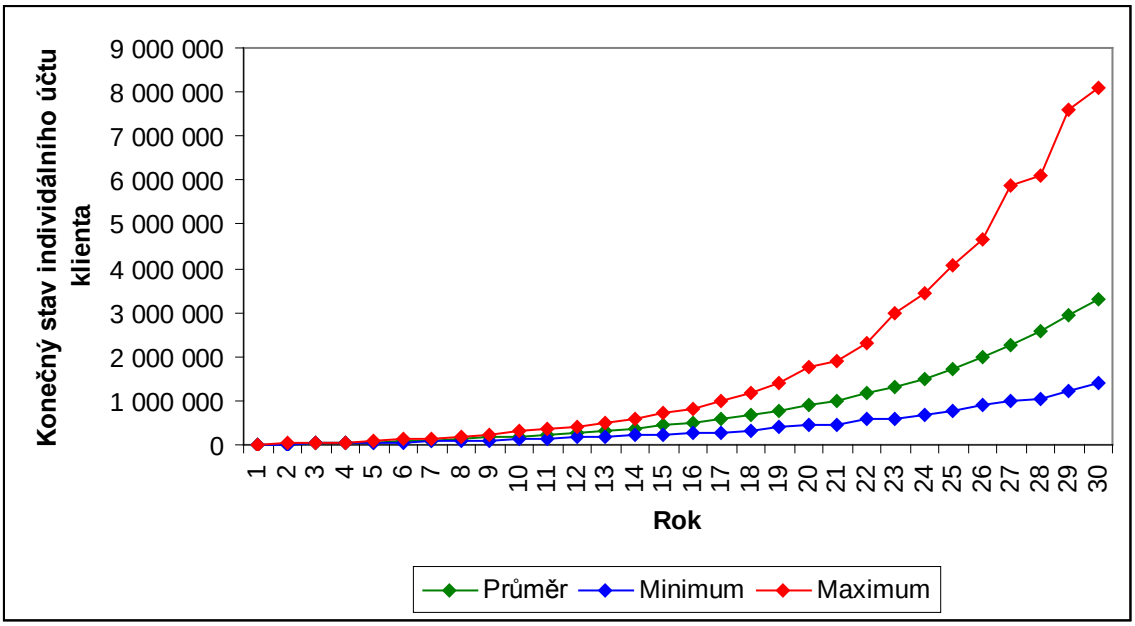



**Obrázek 5.4** – Podíl příspěvků účastníka, státních příspěvků a zhodnocení na částce jednorázového vyrovnání

Připsané zhodnocení výše 3 043 475 Kč podléhá srážkové dani o výši 15 procent. Účastník penzijního spoření tedy na konci odvede 456 522 Kč na této dani. Měsíční příspěvek 616 Kč by za předpokladu zachování stejných daňových podmínek znamenal nárok na snížení

základu daně o 1 392 Kč za rok, daň z příjmu by tedy poklesla zhruba o 208 Kč, za celou dobu penzijního spoření pak o 6 240 Kč.[7]

Vývoj vygenerovaných minimálních, průměrných a maximálních stavů individuálního účtu klienta je zobrazen na obrázku 5.5. Zde se tyto hodnoty s narůstající dobou trvání penzijního spoření ještě více rozcházejí než v případě penzijního připojištění. Důvodem je zřejmě větší variabilita generovaných měr zhodnocení odrážející větší rizikovost tohoto produktu. Průměrná výše konečného stavu individuálního účtu klienta v posledním roce činí 3 315 995 Kč.

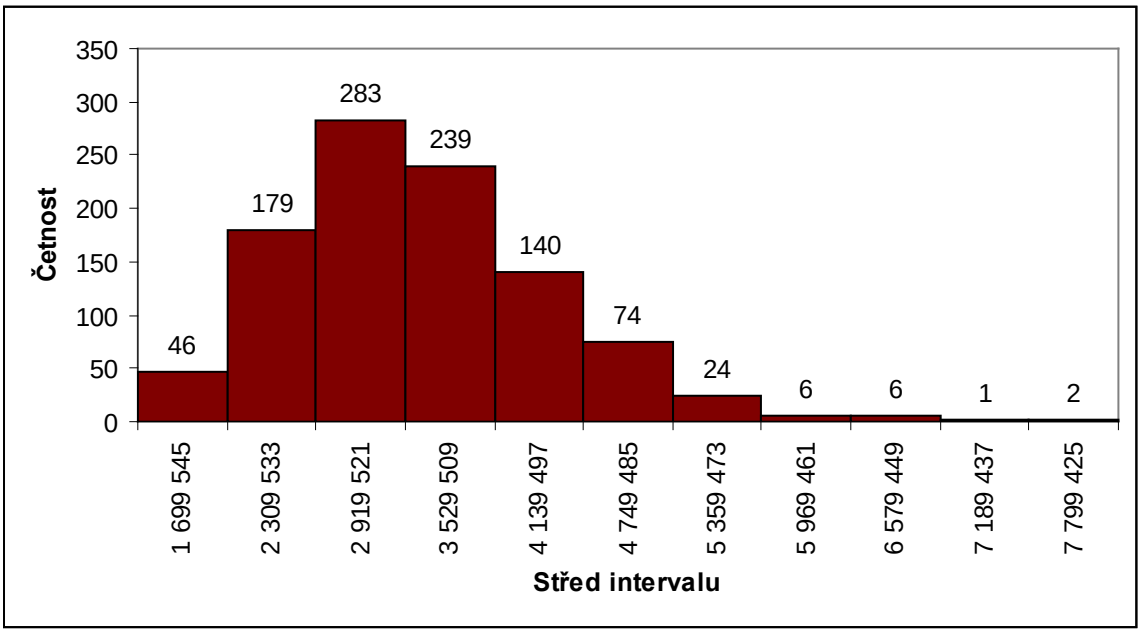



**Obrázek 5.5** – Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let penzijního spoření

Na obrázku 5.6 je znázorněno rozdělení výše peněžních prostředků, které by klient získal formou jednorázového vyrovnání koncem třicátého roku penzijního spoření. Jejich průměrná výše dosahuje 3 315 995 Kč. Výběrová směrodatná odchylka činí 924 181 Kč. Nejnižší vygenerovaná hodnota částky jednorázového vyrovnání dosahuje přibližně 1 394 551 Kč, zatímco největší 8 104 419 Kč. Variační rozpětí tedy činí 6 709 868 Kč. Z pohledu na níže uvedený graf je patrné, že výše vygenerovaných částek jednorázového vyrovnání kolísá kolem své průměrné hodnoty. V posledních čtyřech třídách uvedeného

[7] Přesná výše úspory na dani z příjmu závisí také na tom, zda odpočet této položky neovlivní výsledné zaokrouhlení (viz podkapitola 2.6).

histogramu jsou vykazovány jen velmi nízké četnosti. Důvodem výskytu těchto extrémních hodnot je zřejmě vygenerování většího počtu vysokých měr zhodnocení za sebou.




**Obrázek 5.6** – Histogram četností jednorázového vyrovnání

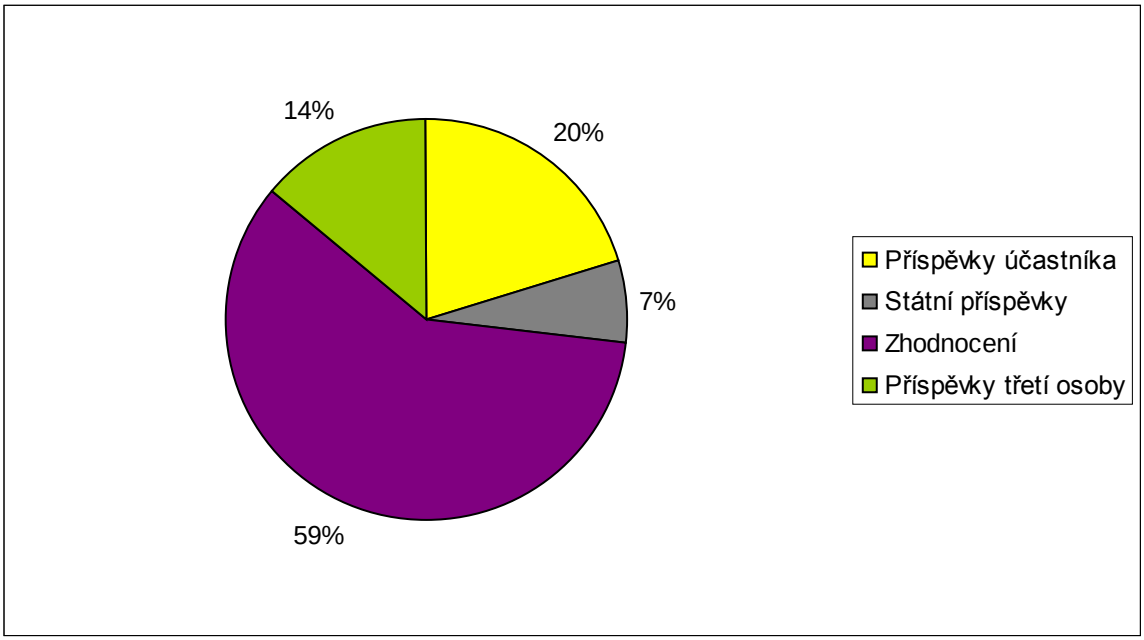
Částka jednorázového vyrovnávání se bude s pravděpodobností 0,95 pohybovat v intervalu (3 258 714; 3 373 275), jak lze určit dosazením do vzorce (5.1).

Jednorázové vyrovnání snížené o srážkovou daň (tj. 3 315 995 Kč bez 456 522 Kč, čili 2 859 473 Kč) bude klientovi vyplaceno až na konci doby, na kterou bylo penzijní spoření sjednáno. Při uvažované inflaci se odúročením podle vzorce (5.2) získá čistá současná hodnota 781 224 Kč.

Čistá současná hodnota je v tomto případě více jak šestkrát vyšší než v předem uvažovaném penzijním připojištění (nutno však poznamenat, že uvažovaný měsíční příspěvek účastníka byl v těchto příkladech rozdílný). Příjemce této částky, který by žil dalších 20 let, by v reálném vyjádření mohl čerpat 3 255 Kč měsíčně. Tato částka by již tvořila významnou část přijatých důchodů, a tak by mohla vést k podstatnému vylepšení životního standardu ve stáří. Vzhledem k vyšší variabilitě generovaných hodnot by však byl tento produkt spojen také s vyšším rizikem. Při nepříznivém vývoji by tedy mohla být částka jednorázového vyrovnání podstatně nižší (a naopak).

## 5.3 Penzijní připojištění s příspěvkem zaměstnavatele

V tomto příkladě se uvažuje měsíční vklad účastníka ve výši 440 Kč a příspěvek zaměstnavatele ve výši 300 Kč. Stejně jako v příkladě uvedeném v podkapitole 5.1, úhrn vkladů účastníka bude činit 158 400 Kč a úhrn státních příspěvků 51 840 Kč. Zaměstnavatel za rok přispěje klientovi částkou 3 600 Kč, za dobu penzijního připojištění potom 108 000 Kč. Vzhledem k tomu, že průměrný konečný stav individuálního účtu klienta dosahuje výše 782 676 Kč, celkové připsané zhodnocení dosahuje v průměru 464 436 Kč. Podíl těchto složek na částce jednorázového vyrovnání je znázorněn na obrázku 5.7.




**Obrázek 5.7** – Podíl příspěvků účastníka, třetí osoby, státních příspěvků a zhodnocení na částce jednorázového vyrovnání

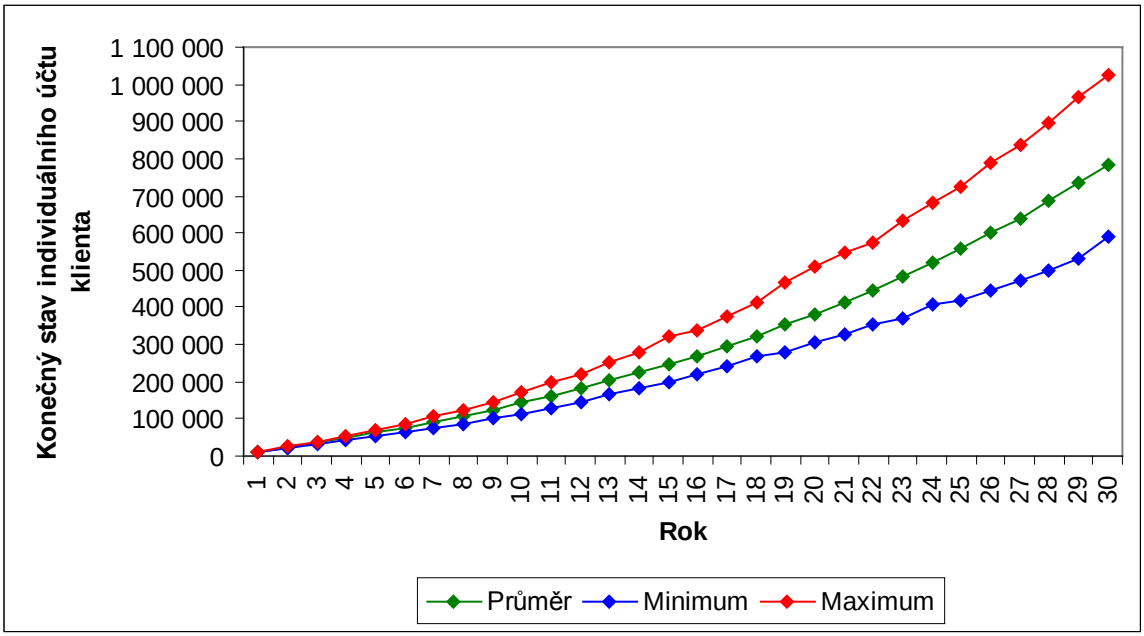
Z připsaného zhodnocení je na konci odváděna srážková daň o výši 15 procent. Účastník penzijního pojištění tedy na konci odvede 69 666 Kč na této dani. Možnost snížení daňového základu účastníka se vztahuje jen na příspěvky placené samotným účastníkem (nikoliv již třetí osobou) a měsíční příspěvek 440 Kč nedává nárok na jeho snížení.

Zaměstnavatel poskytnutím měsíčního příspěvku 300 Kč oproti alternativnímu navýšení hrubé mzdy zaměstnance uspoří ročně 1 908 Kč. 1 224 Kč uspoří na odvodech sociálního a zdravotního pojištění (tj. 34 procent z 3 600, ročního úhrnu svých příspěvků) a 684 Kč

po odpovídajícím snížení základu daně (tj. 19 procent ze 3 600, neboť veškeré své příspěvky může zahrnout do daňově uznatelných nákladů).

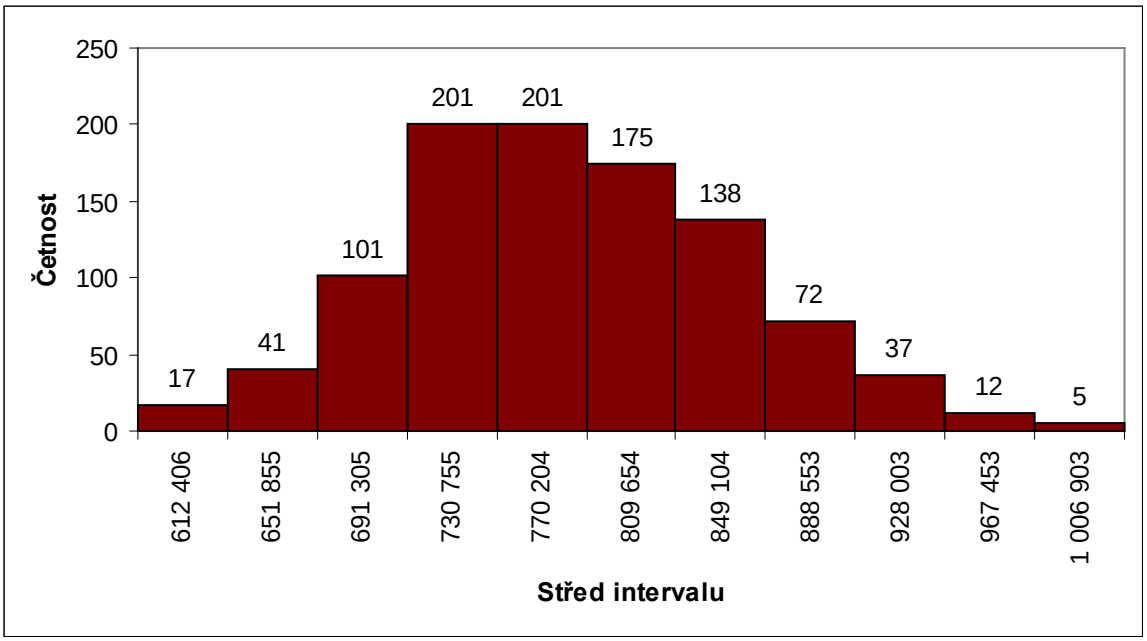
Účastník penzijního připojištění přijetím příspěvků zaměstnavatele oproti volbě navýšení své hrubé mzdy o stejnou částku uspoří 936 Kč, z toho 396 Kč na odvodech sociálního a zdravotního pojištění (tj. 11 procent z 3 600) a 540 Kč na dani z příjmu (tj. 15 procent z 3 600).

Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let jsou uvedeny na obrázku 5.8. V posledním roce penzijního připojištění činí průměrná výše konečného stavu individuálního účtu klienta 782 676 Kč.




**Obrázek 5.8** – Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let penzijního připojištění

Na obrázku 5.9 je znázorněno rozdělení výše peněžních prostředků, které budou na konci třicátého roku penzijního připojištění vyplaceny klientovi formou jednorázového vyrovnání. Jak již bylo řečeno, průměrná výše dosahuje 782 676 Kč. Výběrová směrodatná odchylka, tj. průměrná odchylka od průměru, činí 74 329 Kč. Nejnižší vygenerovaná hodnota částky jednorázového vyrovnání dosahuje přibližně 592 681 Kč, zatímco největší 1 026 627 Kč. Variační rozpětí tedy činí 433 948 Kč.



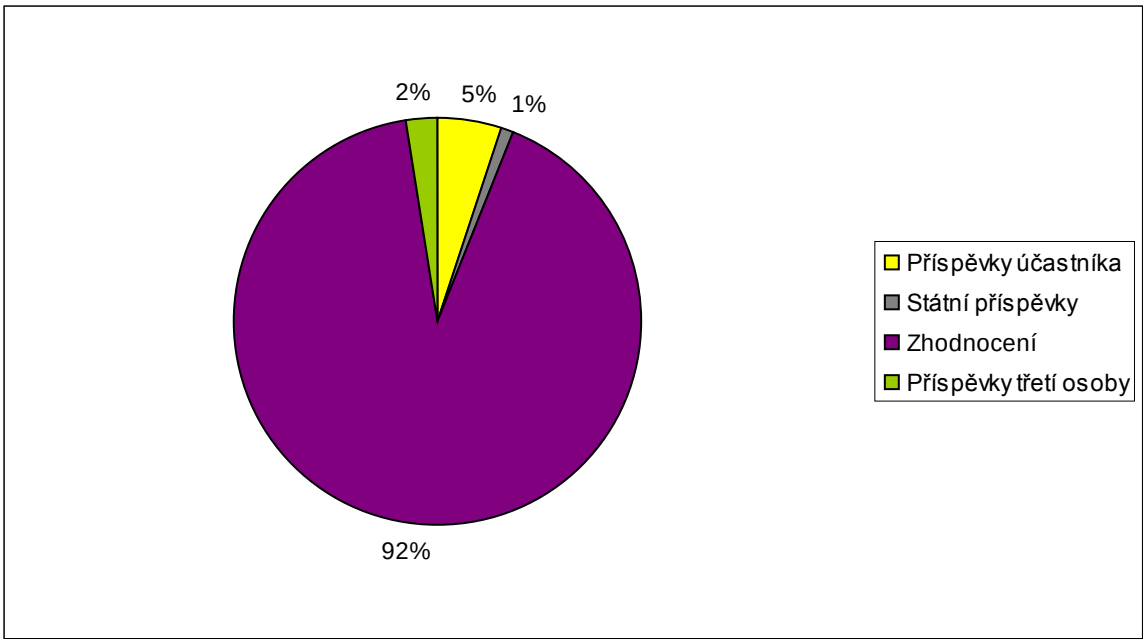

**Obrázek 5.9** – Histogram četností jednorázového vyrovnání

Částka jednorázového vyrovnávání se bude s pravděpodobností 0,95 pohybovat v intervalu (778 069; 787 283), jak lze určit dosazením do vzorce (5.1).

Jednorázové vyrovnání snížené o srážkovou daň bude klientovi vyplaceno až na konci třicátého roku. Při uvažované inflaci 4,42 procent se dosazením do vzorce (5.2) získá jeho čistá současná hodnota 194 798 Kč. Příjemce této částky, který by žil dalších 20 let, by v reálném vyjádření mohl čerpat 812 Kč měsíčně.

## 5.4 Penzijní spoření s příspěvkem zaměstnavatele

Při měsíčních vkladech účastníka penzijního spoření ve výši 616 Kč a příspěvcích zaměstnavatele výše 300 Kč bude úhrn vkladů účastníka činit 221 760 Kč a úhrn státních příspěvků 50 760 Kč, stejně jako v příkladě uvedeném v podkapitole 5.2. Příspěvky zaměstnavatele dosáhnou 108 000 Kč. Průměrný konečný stav individuálního účtu klienta činí 4 559 319 Kč, takže celkové připsané zhodnocení dosahuje v průměru 4 178 799 Kč. Podíl těchto složek na částce jednorázového vyrovnání je znázorněn na obrázku 5.10.

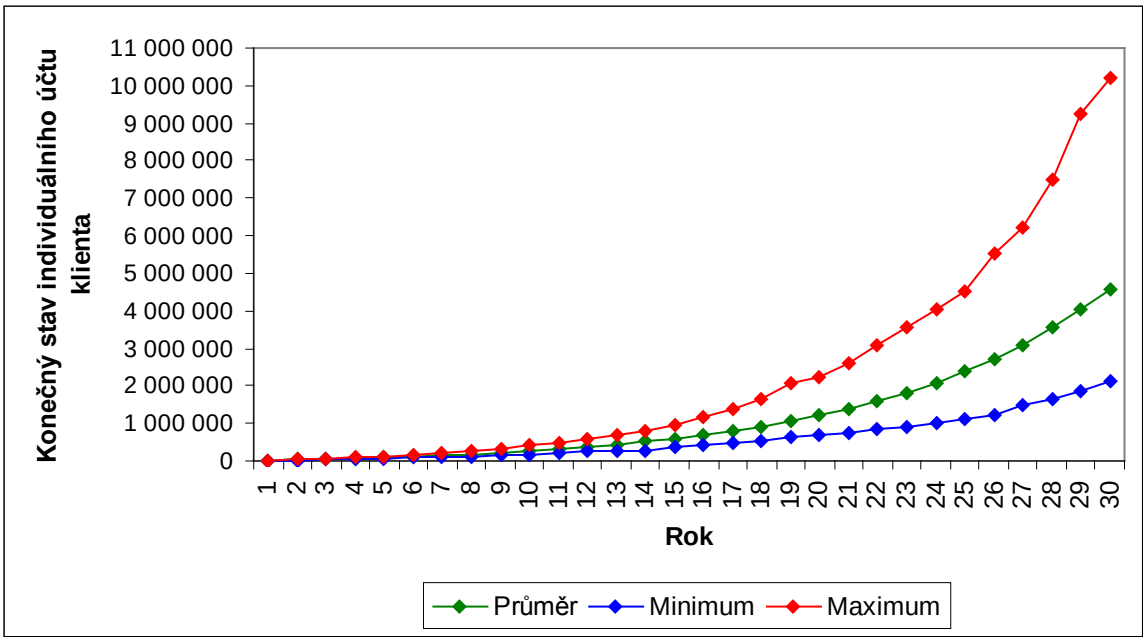



**Obrázek 5.10** – Podíl příspěvků účastníka, třetí osoby, státních příspěvků a zhodnocení na částce jednorázového vyrovnání

Z připsaného zhodnocení je na konci odváděna srážková daň o výši 15 procent. Účastník penzijního spoření tedy na konci odvede 626 820 Kč na této dani. Měsíční příspěvek účastníka výše 616 Kč by za předpokladu zachování stejných daňových podmínek znamenal nárok na snížení základu daně o 1 392 Kč za rok, daň z příjmu by tedy poklesla zhruba o 208 Kč.

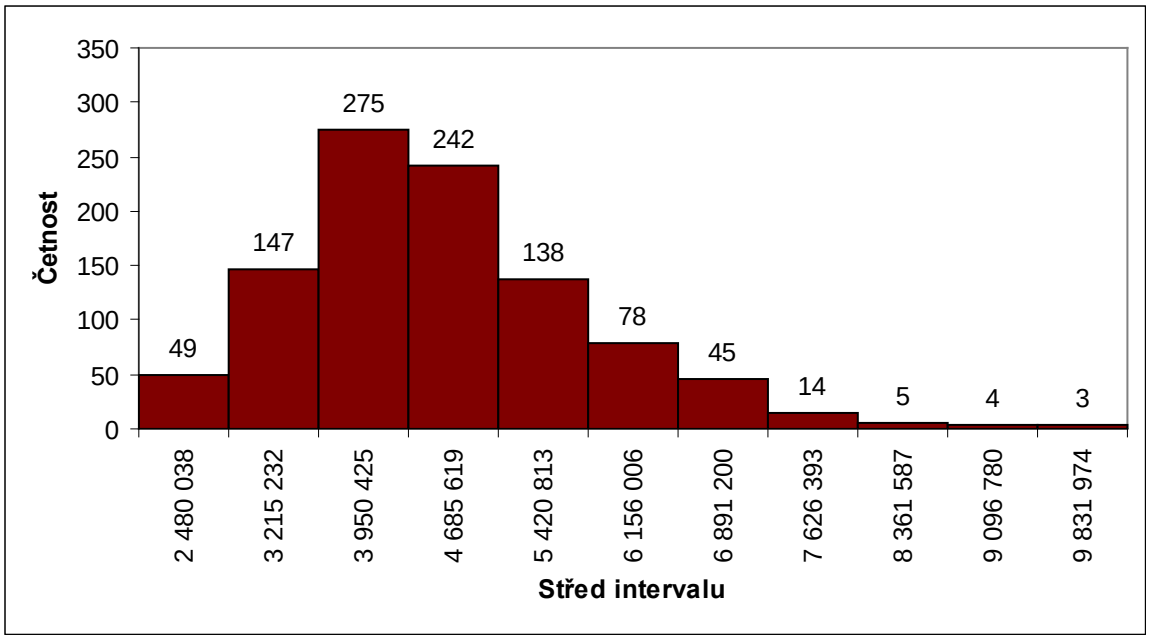
Stejně jako v příkladu z předchozí podkapitoly, příspěvek zaměstnavatele ve výši 300 Kč by oproti alternativnímu navýšení hrubé mzdy znamenal roční úsporu 1 908 Kč pro zaměstnavatele (1 224 Kč na odvodech sociálního a zdravotního pojištění a 684 Kč po odpovídajícím snížení základu daně) a 936 Kč pro účastníka (396 Kč na odvodech sociálního a zdravotního pojištění a 540 Kč na dani z příjmu).

Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let jsou uvedeny na obrázku 5.11. V posledním roce penzijního připojištění činí průměrná výše konečného stavu individuálního účtu klienta 4 559 319 Kč.




**Obrázek 5.11** – Vygenerované minimální, průměrné a maximální stavy individuálního účtu klienta ke konci jednotlivých let

Na obrázku 5.12 je znázorněno rozdělení výše peněžních prostředků, které by klient získal formou jednorázového vyrovnání na konci doby penzijního spoření. Průměrná výše dosahuje 4 559 319 Kč. Při simulaci bylo vygenerováno několik extrémních hodnot (zřejmě kvůli vygenerování většího počtu vysokých měr zhodnocení za sebou).




**Obrázek 5.12** – Histogram četností jednorázového vyrovnání

Dosazením do vzorce (5.1) lze určit interval spolehlivosti pro očekávanou částku jednorázového vyrovnání, tato částka bude s pravděpodobností 0,95 obsažena v intervalu (4 483 578; 4 635 060).

Čistá současná hodnota částky jednorázového vyrovnání sníženého o srážkovou daň, která bude klientovi vyplacena až na konci třicátého roku penzijního spoření, činí 1 074 380 Kč, jak lze určit dosazením do vzorce (5.2).

Příjemce této částky, který by žil dalších 20 let, by v reálném vyjádření mohl čerpat 4 477 Kč měsíčně. Tato částka je již poměrně vysoká, v současné době by odpovídala téměř polovině průměrného starobního důchodu. Návrh zákona o penzijním spoření totiž nepočítal s potencionálním zavedením druhého pilíře důchodového systému a plnění z tohoto pojistného produktu by také mělo za úkol kompenzovat klesající poměr průměrného starobního důchodu a průměrné mzdy (který by byl důsledkem průběžného financování starobních důchodů).

## 5.5 Přehled výstupů

| | **Příklad** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **5.1** | **5.2** | **5.3** | **5.4** |
| Varianta | připojištění | spoření | připojištění | spoření |
| **Ročně** | | | | |
| Příspěvek účastníka placený účastníkem | 5 280 | 7 392 | 5 280 | 7 392 |
| Příspěvek účastníka placený třetí osobou | 0 | 0 | 3 600 | 3 600 |
| Státní příspěvek | 1 728 | 1 692 | 1 728 | 1 692 |
| Odpočet z daňového základu | 0 | 1 392 | 0 | 1 392 |
| Úspora na dani z příjmu (15 %) | 0 | 208 | 0 | 208 |
| **Celkem** | | | | |
| Zhodnocení | 304 532 | 3 043 475 | 464 436 | 4 178 799 |
| z toho odvedeno na srážkové dani (15 %) | 45 680 | 456 522 | 69 666 | 626 820 |
| Průměrná částka jednoráz. vyrovnání | 514 772 | 3 315 995 | 782 676 | 4 559 319 |

**Obrázek 5.13** – Shrnutí výstupů z jednotlivých simulačních experimentů

Výše uvedená tabulka přehledně shrnuje výstupy ze simulačních experimentů předchozích podkapitol. Tyto hodnoty se využijí v podkapitolách 5.6 a 5.7.

## 5.6 Porovnání efektivnosti z pohledu účastníka

Tato podkapitola se zabývá porovnáním efektivnosti penzijního připojištění a navrhovaného penzijního spoření z pohledu účastníka, uvažován bude případ bez příspěvků zaměstnavatele. Většina hodnot uvedených ve výše uvedené tabulce se vztahuje k jednotlivým rokům, ale částka jednorázového vyrovnání je klientovi vyplacena až po skončení doby penzijního připojištění (resp. penzijního spoření) a srážková daň je rovněž odváděna až v posledním roce. Před samotným výpočtem je tedy nutné převést hodnoty ke stejnému okamžiku. U příspěvků nebudu uvažovat področní úročení.

**Efektivnost** tedy určím jako poměr čisté současné hodnoty výstupů a čisté současné hodnoty vstupů, kde

- **čistá současná hodnota výstupů** je dána součtem čisté současné hodnoty úspor na dani a čisté současné hodnoty jednorázového vyrovnání po odečtení srážkové daně a
- **čistá současná hodnota vstupů** je rovna čisté současné hodnotě příspěvků účastníka.

Pro **penzijní připojištění** bez příspěvku zaměstnavatele se získá dosazením hodnot z příkladu 5.1

$$efektivnost = \frac{\dfrac{(514\,772 - 45\,680)}{1{,}0442^{30}}}{\left(\dfrac{5\,280}{1{,}0442^{1}} + \dfrac{5\,280}{1{,}0442^{2}} + \cdots + \dfrac{5\,280}{1{,}0442^{30}}\right)} = \frac{128\,158{,}60}{92\,100{,}71} = 1{,}39.$$

Pro případ **penzijního spoření** bez příspěvku zaměstnavatele se získá po dosazení hodnot z příkladu 5.2

$$efektivnost = \frac{\left(\frac{208}{1{,}0442^1} + \frac{208}{1{,}0442^2} + \cdots + \frac{208}{1{,}0442^{30}}\right) + \frac{(3\,315\,995 - 456\,522)}{1{,}0442^{30}}}{\left(\frac{7\,392}{1{,}0442^1} + \frac{7\,392}{1{,}0442^2} + \cdots + \frac{7\,392}{1{,}0442^{30}}\right)},$$

$$efektivnost = \frac{3\,628{,}21 + 781\,223{,}47}{128\,940{,}99} = 6{,}09.$$

Z výše uvedených výpočtů je patrné, že lze očekávat vyšší efektivitu pro účastníka v systému penzijního spoření. Důvodem je především větší očekávaná výnosnost tohoto produktu, menší měrou přispívají i daňové úspory v důsledku vyšších vkladů, ke kterým by tento systém vzhledem ke konstrukci státních příspěvků vedl. Vyšší výnosnost by však byla spojena i s vyšší variabilitou. Rozhodovatel s neutrálním postojem k riziku by volil penzijní spoření, u rozhodovatele s averzí k riziku by výsledná volba závisela na míře jeho averze.

## 5.7 Porovnání efektivnosti z pohledu státu

Tato podkapitola se zabývá porovnáním efektivnosti penzijního připojištění a navrhovaného penzijního spoření z pohledu státu. Pro tento případ se rovněž využije hodnot převedených ke stejnému časovému okamžiku.

**Efektivnost** se určí jako poměr čisté současné hodnoty výstupů a čisté současné hodnoty vstupů, kde

- **čistá současná hodnota výstupů** je rovna čisté současné hodnotě srážkové daně (kterou stát získá z připsaného zhodnocení) a
- **čistá současná hodnota vstupů** je rovna součtu čisté současné hodnoty státních příspěvků a úspor na dani.

Efektivnost **penzijního připojištění** z pohledu státu činí

$$efektivnost = \frac{\dfrac{45\,680}{1{,}0442^{30}}}{\left(\dfrac{1728}{1{,}0442^{1}} + \dfrac{1\,728}{1{,}0442^{2}} + \cdots + \dfrac{1\,728}{1{,}0442^{30}}\right)} = \frac{12\,480{,}02}{36\,142{,}05} = 0{,}41.$$

V případě **penzijního spoření** se určí efektivnost jako

$$efektivnost = \frac{\dfrac{456\,522}{1{,}0442^{30}}}{\left(\dfrac{1\,692}{1{,}0442^{1}} + \dfrac{1\,692}{1{,}0442^{2}} + \cdots + \dfrac{1\,692}{1{,}0442^{30}}\right) + \left(\dfrac{208}{1{,}0442^{1}} + \dfrac{208}{1{,}0442^{2}} + \cdots + \dfrac{208}{1{,}0442^{30}}\right)},$$

$$efektivnost = \frac{124\,724{,}29}{29\,514{,}09 + 3\,628{,}21} = 3{,}76.$$

Výše uvedený výpočet ukazuje, že lze očekávat vyšší efektivitu z pohledu státu v případě penzijního spoření. Předpokládá se, že by rozdílná konstrukce státního příspěvku vedla k vyšším příspěvkům účastníka. Vzhledem k jejich navýšení a také vyšší očekávané míře zhodnocení by stát získal výrazně více na srážkové dani (výstupy by tedy byly výrazně vyšší). Státní příspěvky by byly v uvažovaném příkladě nepatrně nižší. Při zachování stejných daňových podmínek by však mohli účastníci využít možnosti snížení daňového základu, a tak uspořit na dani z příjmu.

Z výše uvedených výpočtů je také patrné, že je systém penzijního připojištění poměrně finančně náročný pro stát, který z vložených peněžních prostředků v uvažovaném příkladě získá zpět jen 41 procent. Důvodem je zřejmě požadavek nezáporného zhodnocení, který penzijním fondům znemožňuje investovat do více rizikových, tzn. i více výnosných, prostředků, a také konstrukce státního příspěvku, která nemotivuje vkládat částky převyšující 500 Kč (příp. 1 500 Kč). V případě penzijního spoření výstupy 3,76násobně převýšily vstupy, lze tedy očekávat, že by byl tento produkt pro stát poměrně efektivní. Vyšší míra zhodnocení je však spojena s vyšším rizikem, a tak záleží na tom, do jaké míry by ho byl stát ochoten tolerovat.

# 6. Závěr

Penzijní připojištění je již na našem trhu 17 let. Účelem jeho zavedení bylo vytvořit produkt, který účastníkům pomůže akumulovat peněžní prostředky nad rámec důchodů poskytovaných státem v rámci povinného základního důchodového pojištění. V současnosti má téměř 4,4 mil. účastníků. Penzijní připojištění je poměrně obtížně srovnatelné s produkty nabízenými v zahraničí, neboť v ostatních zemích převažují třípilířové důchodové systémy.

Hlavní výhodou účasti v systému penzijního připojištění je pobírání *státních příspěvků*. Státní příspěvek maximální výše 150 Kč je poskytován k měsíčnímu vkladu účastníka 500 Kč a výše. Stát podporuje účastníky penzijního připojištění také možností *daňových odpočtů*, kde lze roční úhrn příspěvků účastníka placených účastníkem a snížený o 6 000 Kč, maximálně však 12 000 Kč, zahrnout do daňově uznatelných nákladů. Při měsíčním vkladu účastníka ve výši 1 500 Kč lze takto za rok uspořit 1 800 Kč na dani z příjmu. K příspěvku účastníka placeného třetí osobou se nevztahuje státní příspěvek a ani možnost snížení daňového základu účastníka, ale *příspěvky zaměstnavatele* s sebou přinášejí, oproti alternativnímu navýšení hrubé mzdy o stejnou částku, úspory na dani a platbách sociálního a zdravotního pojištění pro obě strany. K prostředkům na účtu klienta jsou připisovány *podíly na zisku* z hospodaření penzijního fondu a je garantována nezápornost zhodnocení. Penzijní připojištění je tak považováno za relativně málo rizikový způsob akumulace peněžních prostředků.

Systém penzijního připojištění však má i své nevýhody. Vzhledem k *povinnosti garance nezáporného zhodnocení* nemohou penzijní fondy investovat do prostředků spojených s vyšším rizikem, jejichž zastoupení v portfoliu by podstatně zvýšilo očekávanou míru zhodnocení. Způsob konstrukce státního příspěvku spolu s nízkou mírou zhodnocení nemotivuje účastníky k příspěvkům převyšujícím 500 Kč (tj. částka, od které je zaručen maximální státní příspěvek), případně 1 500 Kč (tj. částka, od které je zaručen maximální daňový odpočet). Poměr průměrného příspěvku účastníka ku průměrnému starobního důchodu vykazuje *klesající trend*. Průměrný příspěvek o výši 440 Kč neumožňuje výplatu doživotního důchodu smysluplné výše, jak uvádí [17]. Při výplatě doživotního důchodu nesou penzijní fondy *pojistné riziko dlouhověkosti*, zákon však na ně neklade požadavky v oblasti kapitálové přiměřenosti a tvorby technických rezerv, jako je tomu v případě životních pojišťoven. Ačkoliv je penzijní připojištění považováno za relativně bezpečnou investici,

je potřeba podotknout, že *stát negarantuje* nezápornou míru zhodnocení prostředků účastníků penzijního připojištění, tuto povinnost mají pouze penzijní fondy, a ani neposkytuje garanci v případě jejich úpadku. V případě úpadku ručí pouze penzijní fondy do výše svého nesplaceného vkladu.

Tyto nedostatky systému penzijního připojištění vedou vládu i experty k reformním snahám. V roce 2009 byl předložen *návrh zákona o penzijním spoření*, jehož schválení by znamenalo ukončení uzavírání smluv o penzijním připojištění a postupný přechod na systém penzijního spoření. Hlavní změnou by bylo oddělení majetku účastníků od majetku penzijních společností. Penzijní spoření by dále neobsahovalo garanci nezáporného zhodnocení, penzijním společnostem by byla odňata možnost poskytování doživotních důchodů a rozdílný systém konstrukce státních příspěvků by účastníky podpořil ke vládání vyšších příspěvků. Návrh zákona o penzijním spoření nebyl doposud schválen, neboť byl vypracován v době, kdy se ještě nepočítalo s přeměnou důchodového systému na třípilířový. Je tudíž pravděpodobné, že návrh tohoto zákona bude ještě přepracován.

Předkládaná diplomová práce se zabývá očekávaným vývojem penzijního připojištění, přičemž je uvažován možný přechod na systém penzijního spoření. Součástí práce je aplikace v MS Excel sloužící k předpovědi kumulace peněžních prostředků na individuálním účtu klienta během doby penzijního připojištění (resp. penzijního spoření). Aplikace po zadání vstupních parametrů vygeneruje požadovaný počet variant možného vývoje jednoho penzijního připojištění (resp. penzijního spoření) u hypotetického penzijního fondu.

U penzijního připojištění (resp. penzijního spoření) je uvažován náhodný charakter reálné míry zhodnocení. Její rozdělení bylo pro případ penzijního připojištění odvozeno na základě veškerých dostupných minulých hodnot, tj. od roku 1995 do roku 2009. V případě penzijního spoření, které doposud nebylo schváleno, nelze provést odhad na základě minulých let, a tak byl pro účely simulace pojat předpoklad o jejím normálním rozdělení, který byl doplněn odhadem parametrů. Pro převod reálné míry zhodnocení na míru nominální jsem využila zjednodušujícího předpokladu o inflaci konstantní výše 4,42 procent, tj. průměru z let 1995 až 2009. Aktuální výše inflace činí necelé 2 procenta, a tak se některé vygenerované hodnoty mohou jevit jako příliš vysoké. Nicméně ekonomové předpovídají nárůst inflace, a proto lze očekávat, že se odchylky v delším časovém horizontu, na které je penzijní připojištění uzavíráno, vyrovnají.

Simulované průběhy penzijního připojištění (resp. penzijního spoření) jsem provedla s 1 000 replikacemi, neboť vzhledem k náhodnému charakteru míry zhodnocení vykazují náhodný charakter i konečné stavy individuálního účtu klienta. Větší počet replikací umožňuje statistickou analýzu výstupů. Pro účel předpovědi byly provedeny čtyři simulační experimenty – pro penzijní připojištění bez příspěvku zaměstnavatele, penzijní spoření bez příspěvku zaměstnavatele, penzijní připojištění s příspěvkem zaměstnavatele a penzijní spoření s příspěvkem zaměstnavatele. Pro případ penzijního připojištění byl uvažován měsíční příspěvek účastníka ve výši 440 Kč, tzn. průměrné výši roku 2010. 440 Kč v případě penzijního připojištění odpovídá 88 procentům částky, od které je poskytován maximální státní příspěvek. Pro případ penzijního spoření byl uvažovaný měsíční příspěvek účastníka navýšen na 616 Kč, tj. 88 procent částky, od které bylo navrženo poskytování maximálního státního příspěvku pro případ penzijního spoření.

Simulace byla pro případ bez příspěvků zaměstnavatele doplněna o *porovnání efektivnosti* těchto systémů z pohledu účastníka i státu. Efektivnost byla definována jako poměr čisté současné hodnoty výstupů ku čisté současné hodnotě vstupů. *Rizikově neutrální* účastník by jednoznačně preferoval účast v systému penzijního spoření, neboť lze očekávat, že by tak dosáhl výrazně vyššího zhodnocení svých prostředků. Z pohledu státu lze rovněž očekávat vyšší efektivitu u systému penzijního spoření, neboť by stát vzhledem k vyššímu očekávanému zhodnocení získal výrazně více na srážkové dani. V příkladě simulovaného průběhu penzijního připojištění činil poměr čisté současné hodnoty výstupů k čisté současné hodnotě vstupů 0,41, to znamená, že stát v simulovaném příkladu získal zpět jen 41 procent z vložených prostředků. Vzhledem k rozšířenosti tohoto produktu je patrné, že je systém penzijního připojištění pro stát poměrně finančně náročný. U simulovaného penzijního spoření odúročené výstupy tvořily 3,76násobek odúročených vstupů, a tak lze očekávat, že by byl tento produkt pro stát poměrně efektivní. Rovněž ze společenského hlediska vychází lépe penzijní spoření, neboť by vlivem vyššího zhodnocení a podnětu k vyšším příspěvkům výrazně vzrostla plnění z tohoto produktu, což by vedlo k lepšímu zajištění účastníků na stáří.

Problém však nastává v tom, že většina rozhodovatelů má k riziku averzi. V simulovaných příkladech bylo několikrát dosaženo záporného zhodnocení dosahujícího až několika stovek tisíc korun, což by nejspíš většina účastníků a ani stát nebyli ochotni tolerovat. Je tudíž pravděpodobné, že se ještě upraví garance nezáporného zhodnocení na bázi pěti či deseti let, což umožní lepší zhodnocení než v případě penzijního připojištění, ale zároveň dotčené subjekty nebudou vystaveny takovému riziku.

# Seznam použité literatury


[1] CIPRA, T.: *Pojistná matematika – teorie a praxe.* Ekopress, Praha 2006 (2. akt. vydání).

[2] CYHELSKÝ, L., KAHOUNOVÁ, J., HINDLS, R.: *Elementární statistická analýza*. Management Press, Praha 2001 (2. akt. vydání).

[3] DLOUHÝ, M., FÁBRY, J., KUNCOVÁ, M., HLADÍK, T.: *Simulace podnikových procesů.* Computer Press, Brno 2007.

[4] DLOUHÝ, M., FÁBRY, J., KUNCOVÁ, M.: *Simulace pro ekonomy.* Oeconomica, Praha 2005.

[5] HOLUB, M.: Nepříspěvkové doby pojištění – významný prvek české důchodové reformy. *Politická ekonomie* 4/2009, str. 471–494.

[6] PUDIL, L.: *Simulační modely penzijního připojištění vzhledem k demografickému vývoji v ČR.* Diplomová práce, 2009.

[7] SCHNEIDER, O.: Reforming Pensions in Europe: Economic Fundamentals and Political Factors. *Finance a úvěr*. 4/2009, str. 292–308.

[8] WALKENBACH, J.: *Microsoft® Excel 2000 Programování ve VBA.* Computer Press, Brno 1999.

[9] *Zákon č. 42/1994 Sb,. o penzijním připojištění se státním příspěvkem a o změnách některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.* Sbírka zákonů, 1994.

[10] *Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů.* Sbírka zákonů, 1992.


## Internetové zdroje


[11] Asociace penzijních fondů ČR.
Dostupný z WWW: http://www.apfcr.cz/ (1. 4. 2011)

[12] Česká národní banka. *Nominální a reálné úrokové sazby.*
Dostupný z WWW: http://www.cnb.cz/cs/faq/urokove_sazby.html (1. 4. 2011)

[13] Český statistický úřad. *Hlavní makroekonomické ukazatele ČR.*
Dostupný z WWW: http://www.czso.cz/ (1. 4. 2011)

[14] ČSOB. *Podílové fondy.*

Dostupný z WWW: http://www.csob.cz/cz/Lide/Sporeni-a-investovani/Stranky/Podilove-fondy.aspx (5. 4. 2011)

[15] Finance.cz. *Pojištění. Daně a mzda.*

Dostupný z WWW: http://www.finance.cz/ (5. 4. 2011)

[16] Ministerstvo financí České republiky. *Návrh zákona o penzijním spoření. Penzijní připojištění.*
Dostupný z WWW: http://www.mfcr.cz/ (21. 2. 2011)

[17] Ministerstvo práce a sociálních věcí. *Důchodové pojištění.*
Dostupný z WWW: http://www.mpsv.cz/ (1. 4. 2011)

[18] Release of news by Eurostat. *Demography report 2010.*

Dostupný z WWW: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/3-01042011-BP/EN/3-01042011-BP-EN.PDF (14. 4. 2011)

[19] Wikipedie. *Ludolfovo číslo.*

Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%AD_%28%C4%8D%C3%ADslo%29 (5. 4. 2011)

# Přílohy

[1] Kód ve VBA

[2] CD s aplikací a daty ze simulačních experimentů

# 1. Kód ve VBA

```
Dim n As Integer
Dim VkladUcastnika As Integer
Dim VkladTretiOsoby As Integer
Dim StatniPrispevek As Integer
Dim Varianta As Boolean
Dim i As Integer
```

---

```
Sub Replikace()
Dim Rep As Integer
Dim k As Integer
Dim m As Integer
Sheets("List1").Select
n = Cells(3, 3)
Rep = Cells(7, 3)
Sheets("List2").Select
Cells.Select
Selection.ClearContents
For m = 1 To n
 Cells(1, 1 + m) = m
Next m
For k = 1 To Rep
 Sheets("List1").Select
 Call IndividualniUcetKlienta
 Range(Cells(10, 8), Cells(9 + n, 8)).Select
 Selection.Copy
 Sheets("List2").Select
 Range(Cells(1 + k, 2), Cells(1 + k, 1 + n)).PasteSpecial _
 Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, _
 Transpose:=True
 Application.CutCopyMode = False
 Cells(1 + k, 1) = k
Next k
Range(Cells(2, 2), Cells(1 + Rep, 1 + n)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0.0"
MsgBox "Hotovo"
End Sub
```

---

```
Sub IndividualniUcetKlienta()
Sheets("List1").Select
Range(Cells(10, 1), Cells(110, 8)).Clear
n = Cells(3, 3)
VkladUcastnika = Cells(4, 3)
VkladTretiOsoby = Cells(5, 3)
Varianta = Cells(6, 3)
'0 pokud penzijni pripojisteni, 1 pokud penzijni sporeni
If Varianta = 0 Then
 Call StatniPrispevek_PenzPripojisteni
 Call GenerovaniMiryZhodnoceni_PenzPripojisteni
Else
 Call StatniPrispevek_PenzSporeni
 Call GenerovaniMiryZhodnoceni_PenzSporeni
End If
For i = 1 To n
 Cells(9 + i, 4) = 12 * VkladUcastnika
 Cells(9 + i, 5) = 12 * VkladTretiOsoby
 Cells(9 + i, 6) = 12 * StatniPrispevek
Next i
Cells(10, 3) = 0
Cells(10, 7) = Cells(10, 2) / 100 * (Cells(10, 4) + Cells(10, 5) + _
```

```
Cells(10, 6))
Cells(10, 8) = Cells(10, 4) + Cells(10, 5) + Cells(10, 6) + Cells(10, 7)
For i = 2 To n
Cells(9 + i, 3) = Cells(8 + i, 8)
Cells(9 + i, 7) = (Cells(9 + i, 2) / 100) * (Cells(9 + i, 3) + _
Cells(9 + i, 4) + Cells(9 + i, 5) + Cells(9 + i, 6))
Cells(9 + i, 8) = Cells(9 + i, 3) + Cells(9 + i, 4) + Cells(9 + i, 5) + _
Cells(9 + i, 6) + Cells(9 + i, 7)
Next i
Range(Cells(10, 3), Cells(9 + n, 3)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0.0"
Range(Cells(10, 4), Cells(9 + n, 6)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0"
Range(Cells(10, 7), Cells(9 + n, 8)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0.0"
End Sub
```

---

```
Sub GenerovaniMiryZhodnoceni_PenzPripojisteni()
Dim c As Double
Dim realna As Double
Dim nominalni As Double
Dim minimum As Double
Dim maximum As Double
Dim rozpeti As Double
' v pripade samostatneho spusteni pridat dalsi 3 radky
' n = Cells(3, 3)
' Sheets("List1").Select
' Range(Cells(10, 1), Cells(110, 8)).Clear
minimum = (-6.3 / 106.3) * 100
maximum = (7.6 / 108.8) * 100
rozpeti = maximum – minimum
Randomize
For l = 1 To n
 c = Rnd()
 Select Case c
  Case Is < 8 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * c
  Case Is < 10 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (1 + c)
  Case Is < 15 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (2 + c)
  Case Is < 64 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (3 + c)
  Case Is < 102 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (4 + c)
  Case Is < 124 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (5 + c)
  Case Is < 132 / 135
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (6 + c)
  Case Else
   realna = minimum + (rozpeti / 8) * (7 + c)
 End Select
 nominalni = realna + 4.42 + (realna * 4.42) / 100
 If nominalni >= 0 Then
  Cells(9 + l, 2) = nominalni
  Else
  Cells(9 + l, 2) = 0
 End If
 Cells(9 + l, 1) = l
Next l
Range(Cells(10, 2), Cells(9 + n, 2)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0.00"
```

```
End Sub
```

```
Sub GenerovaniMiryZhodnoceni_PenzSporeni()
Dim mi As Double
Dim sigma As Double
Dim c As Double
Dim f As Double
Dim x As Double
Dim y As Double
Dim NeuspesnePokusy As Integer
Dim j As Integer
' v pripade samostatneho spusteni pridat dalsi 3 radky
' n = Cells(3, 3)
' Sheets("List1").Select
' Range(Cells(10, 1), Cells(110, 8)).Clear
mi = 8.64
sigma = 7.74
c = WorksheetFunction.NormDist(mi, mi, sigma, 0)
Randomize
Cells(9 + n, 2) = 100
NeuspesnePokusy = 0
j = 0
Do While Cells(9 + n, 2) = 100
 j = j + 1
 x = -6.84 + (24.12 + 6.84) * Rnd()
 y = c * Rnd()
 f = WorksheetFunction.NormDist(x, mi, sigma, 0)
 If y <= f Then
  Cells(9 + j - NeuspesnePokusy, 1) = j - NeuspesnePokusy
  Cells(9 + j - NeuspesnePokusy, 2) = x + 4.42 + (x * 4.42) / 100
  Else
  NeuspesnePokusy = NeuspesnePokusy + 1
 End If
Loop
Range(Cells(10, 2), Cells(9 + n, 2)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0.00"
End Sub
```

```
Sub StatniPrispevek_PenzPripojisteni()
'VkladUcastnika = (doplnit hodnotu)
Select Case VkladUcastnika
 Case Is < 99
  StatniPrispevek = 0
 Case Is < 199
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(50 + 0.4 * _
(VkladUcastnika - 100), 0)
 Case Is < 299
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(90 + 0.3 * _
(VkladUcastnika - 200), 0)
 Case Is < 399
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(120 + 0.2 * _
(VkladUcastnika - 300), 0)
 Case Is < 499
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(140 + 0.1 * _
(VkladUcastnika - 400), 0)
 Case Else
  StatniPrispevek = 150
End Select
'MsgBox StatniPrispevek
End Sub
```

```
Sub StatniPrispevek_PenzSporeni()
'VkladUcastnika = (doplnit hodnotu)
Select Case VkladUcastnika
```

```
 Case Is < 299
  StatniPrispevek = 0
 Case Is < 399
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(50 + 0.4 * _
(VkladUcastnika - 300), 0)
 Case Is < 499
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(90 + 0.3 * _
(VkladUcastnika - 400), 0)
 Case Is < 599
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(120 + 0.2 * _
(VkladUcastnika - 500), 0)
 Case Is < 699
  StatniPrispevek = WorksheetFunction.RoundDown(140 + 0.1 * _
(VkladUcastnika - 600), 0)
 Case Else
  StatniPrispevek = 150
End Select
'MsgBox StatniPrispevek
End Sub
```