



# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Fuzzifikace dvoufázové metody DCF znaménkovou funkcí

Fuzzification of Two-stage DCF by Signed Function

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Ekonomika a management

## **STUDIJNÍ OBOR**

Řízení a ekonomika průmyslového podniku

## **VEDOUCÍ PRÁCE**

doc. RNDr. Ing. Hana Scholleová, Ph.D.

PAZDERKOVÁ




KLÁRA

**2019**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<u>Pazderková</u>	Jméno:	<u>Klára</u>	Osobní číslo:	<u>470270</u>
Fakulta/ústav:	<u>Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)</u>				
Zadávací katedra/ústav:	<u>Oddělení ekonomických studií</u>				
Studijní program:	<u>Ekonomika a management</u>				
Studijní obor:	<u>Řízení a ekonomika průmyslového podniku</u>				

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:	<u>Fuzzifikace dvoufázové metody DCF znaménkovou funkcí</u>	
Název bakalářské práce anglicky:	<u>Fuzzification of Two-stage DCF by Signed Function</u>	
Pokyny pro vypracování:	<p>Cíl: Cílem BP je provést fuzzifikaci standardní dvoufázové metody oceňování podniku DCF. Přínos: Využití jiného přístupu implementace nejistoty do oceňování podniku. Osnova: 1. Úvod 2. Teoretická část - vymezení základních pojmů a odvození výnosových metod oceňování 3. Praktická část – Fuzzifikace dvoufázové metody DCF, Fuzzy inference, Defuzzifikace.</p>	
Seznam doporučené literatury:	<p>MAŘÍK, M. Metody oceňování podniku: proces ocenění, základní metody a postupy. Praha: Ekopress, 2003. Zairi, S. Ezzati, R. A new method for ranking of fuzzy numbers based on sign distance. Journal of Fuzzy Set Valued Analysis 2016 SI.1 (2016) 94-101 Yao, J. K. Wu. K. Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance. Fuzzy Sets and Systems 116 (2000)</p>	
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:	<u>doc. RNDr. Ing. Hana Scholleová, Ph.D.</u>	
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:		
Datum zadání bakalářské práce:	<u>5.12.2018</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>5.5.2019</u>
Platnost zadání bakalářské práce:	<u>30.9.2020</u>	
		
Podpis vedoucí(ho) práce	Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<u>27-03-2019</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

PAZDERKOVÁ, Klára. *Fuzzifikace dvoufázové metody DCF znaménkovou funkcí*. Praha: ČVUT 2019. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 22. 08. 2019

Podpis:

## **Poděkování**

Děkuji vedoucí své bakalářské práce paní docentce Haně Scholleové. Dále děkuji panu Ing. Mojžíru Saboloviči za poskytování podnětných návrhů v průběhu vypracovávání. Dále bych chtěla poděkovat paní Mgr. Ivetě Bebčákové za cenné rady. Všem pak děkuji za ochotu a trpělivost.

# Abstrakt

Cílem této práce je rozšířit klasický model oceňování podniku pomocí diskontovaného cash flow (DCF) využitím fuzzy aritmetiky, která umožňuje zachytit neurčitost vstupních veličin. Základní generátory hodnoty DCF modelu jsou fuzzifikovány jako trojúhelníková fuzzy čísla prostřednictvím Zadehova principu rozšíření s využitím znaménkové funkce jako funkce příslušnosti. Hodnoty funkce příslušnosti jsou získány simulací Monte Carlo. Defuzzifikace je provedena prostřednictvím váženého aritmetického průměru. Získané hodnoty jsou porovnány s tržní kapitalizací.

## Klíčová slova

Oceňování, Fuzzy čísla, Diskontované cashflow (DCF), Znaménková funkce vzdálenosti

# Abstract

The aim of this work is to extend the classical model of business valuation using discounted cash flow (DCF) with fuzzy arithmetic, which allows to capture uncertainty of input quantities. The basic DCF model generators are fuzzified as triangular fuzzy numbers by the Zadeh extension principle using the sign distance function as membership function. Values of the membership function are obtained by Monte Carlo simulation. Defuzzification is performed by weighted arithmetic mean. The obtained values are compared with the market capitalization.

## Key words

Business Valuation; Fuzzy number; Discounted cash flow (DCF), Signed distance function

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Ocenění metodou DCF</b> .....	<b>8</b>
1.1 Model DCF.....	8
1.2 Terminal Value.....	10
<b>2 Užité pojmy teorie fuzzy množin</b> .....	<b>11</b>
2.1 Fuzzy čísla .....	11
2.2 Fuzzy množiny.....	11
<b>3 Fuzzifikace znaménkovou funkcí</b> .....	<b>15</b>
3.1 Fuzzifikace znaménkovou funkcí .....	15
3.2 Defuzzifikace .....	17
3.3 Simulace Monte Carlo .....	18
<b>4 Fuzzifikace metody DCF</b> .....	<b>21</b>
4.1 Fuzzifikace první fáze G.....	21
4.2 Fuzzifikace pokračující hodnoty TV .....	23
4.3 Simulace Monte Carlo a defuzzifikace.....	25
<b>5 Cíl a metodika</b> .....	<b>26</b>
5.1 Cíl výzkumu.....	26
5.2 Metodika .....	26
<b>6 Výsledky a vyhodnocení výzkumu</b> .....	<b>31</b>
6.1 Vstupní data .....	31
6.2 Výsledky .....	32
6.3 Ověření hypotézy .....	33
<b>Závěr</b> .....	<b>34</b>
<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>35</b>
<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>37</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>38</b>
<b>Seznam grafů</b> .....	<b>39</b>
<b>Příloha</b> .....	<b>40</b>



# Úvod

V současném konkurenčním prostředí je jedním z měřítek úspěchu podniku růst jeho hodnoty. Jasně promyšlená volba metody oceňování podniku a schopnost tuto metodu správně použít. Obecně lze říci, že všechna manažerská rozhodnutí jsou založena na některém z modelů oceňování. Je tedy výhodou manažerů založit svá rozhodnutí na modelu, který nejpřesněji odráží hodnotu společnosti. Model diskontovaného cashflow (DCF) je ekonomická metoda, kterou lze vyjádřit současnou hodnotu společnosti, projektu, nemovitosti či dalšího majetku. V praxi se model DCF stal velmi oblíbeným, protože je v souladu s cílem dlouhodobého vytváření hodnoty podniku. Zároveň může zachycovat všechny prvky, které by komplexním způsobem mohly ovlivnit hodnotu společnost. Tato metoda je také široce používána v dalších oblastech, jako je řízení projektů, pojištění a finanční řízení. (Mařík, 2011). Tento přístup může poskytnout spolehlivější obraz o hodnotě podniku, než je přístup účetní (Copeland, 1994). Přístup DCF je navíc silně podporován výzkumem toho, jak akciové trhy skutečně oceňují společnosti, protože akcie jsou jedním z finančních aktiv, které považují výplatu dividend za primární zdroj peněžních toků. Je-li investor schopen přesně odhadnout budoucí cashflow finančního aktiva a vyrovnat diskontní sazbu, lze pak snadno vypočítat hodnotu reálného aktiva a podnik tak může rozhodnout, zda aktivum prodá nebo jej bude nadále držet (Copeland, 1994).

Klasický model DCF však nezahrnuje nejistoty, které mohou být v použitých parametrech obsaženy. Vzhledem k tomu, že různé typy nejistot a nepřesností, jako je diskontní sazba a budoucí peněžní toky, jsou vlastní finančnímu prostředí, jsou nejisté parametry obvykle považovány za konstantní nebo se s nimi zachází jako s náhodnou proměnnou, kterou lze odhadnout podle statistických údajů z minulých období. V praxi je bohužel takový odhad často zkreslený. Například Shiller (Schiller, 1981) použil model DCF k odvození horní a dolní meze kolísání cen akcií, ale empirické výsledky ukázaly, že skutečné ceny akcií zjevně přesahovaly rámeček. Navíc, ačkoli existující literatura včlenila nejistotu do souvisejících oblastí investičního rozhodnutí, které je založené na intuitivních metodách nebo pravděpodobnostním přístupu (viz např. (Brigham, 1992); (Hurley, 2018)) a nejistoty jsou proto stanoveny pomocí odhadů nebo jiných statistických metod, existují nevýhody spočívající v tom, že se příliš spoléhají na intuici tvůrce rozhodnutí a vyžadují splnění některých předpokladů o pravděpodobnostních rozšířeních.

Nedávno byl v otázkách oceňování aplikován určitý vývoj fuzzy finanční matematiky. Buckley (Buckley, 1987) studoval fuzzy rozšíření finanční matematiky a soustředil se na zákon složeného úroku. Poté, Li Calzi (Li Calzi, 1990), zkoumal možné obecné nastavení

zvážením jak kompaktních, tak inverzních fuzzy intervalů pro fuzzy finanční matematiku. Kuchta (Kuchta, 2000) také zobecnila fuzzy ekvivalenty pro metody hodnocení investičních projektů. Investoři se ve složitém a nejistém prostředí finančního trhu vždy snaží spolehnout na některé způsoby, jak přesně předpovědět ceny konkrétního finančního aktiva, ale často mají méně než úspěšné výsledky. Z tohoto důvodu se několik vědců snažilo navrhnout řadu vynikajících studií založených na fuzzy technikách, aby bylo možné ocenit akciový trh a dále přesně předpovědět ceny akcií. Například, Dourra a Siy (Dourra, 2002) aplikovaly fuzzy technologie na investice prostřednictvím technické analýzy a použily je ke zkoumání různých společností, zda dosáhly významné návratnosti investic. Kuo, Chen a Hwang (Kuo, 2001) použili genetický algoritmus založený na fuzzy neuronových sítích k měření kvantitativních a kvalitativních efektů na akciovém trhu. Wang (Wang, 2002) navrhl fuzzy predikční systém, který analyzuje údaje o akcích a předpovídá jejich ceny, a následně použil soubor systémů fuzzy pravidel, aby předpovídal silnější pravidla cen akcií a dosáhl vyšší míry přesnosti (Wang, 2003). Nicméně modely použité v jejich studiích jsou mnohem komplikovanější a obavy běžných investorů stále přetrvávají.

S ohledem na výše uvedené existuje příležitost vylepšit klasický model DCF pomocí pokroků v matematice a vědách o teorii fuzzy množin. Konkrétně, fuzzy argumentace je v takových prostředích velmi účinná. Budu proto v této práci rozšiřovat klasický model DCF fuzzy systémem a doufat, že bude v praxi použitelnější. Začnu popisovat model DCF v jeho klasické podobě. Dále budou uvedeny všechny „nejisté“ parametry ve fuzzy podobě.

# **TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 Ocenění metodou DCF

Klasický model DCF je dobře známý přístup k oceňování (viz např. (Brigham, 1992); (Copeland, 1994)), přičemž odhadované budoucí peněžní toky jsou diskontovány úrokovou sazbou, která odráží vnímanou rizikovitost peněžních toků. Vstupy modelu tvoří bodové odhady a výstupem je jedna výsledná hodnota, hovoříme tedy o ostré množině. Diskontní sazba odráží dvě věci: jedna je časová hodnota peněz (investoři by raději měli hotovost okamžitě, než aby museli čekat, a proto musí být kompenzováni zaplacením prodlení); druhou je riziková prémie, která odráží mimořádnou poptávku investorů po návratnosti, protože chtějí být kompenzováni za riziko, že se peněžní tok nakonec nenaplní. Jinými slovy, ocenění založené na přístupu DCF je budoucí očekávaný peněžní tok diskontovaný sazbou, která odráží rizikovitost peněžního toku. (Copeland, 1994)

## 1.1 Model DCF

Stručně jsme sestavili standardní diskontovaný oceňovací model (DCF) založený na diferenční rovnici (Ludvikova, 2007) a derivaci DCF (Koller, 2010) (Jing-Shing Yao et al., 2005) (Damodaran, 2010).

Současná hodnota v čase  $t$  pro  $(t + j), j = 1, 2, \dots$  budoucího peněžního toku je odvozena pomocí diferenční rovnice takto:

$$\begin{aligned}PV_{t+1} &= \frac{CF_{t+1}}{1 + i_{t+1}} \\PV_{t+2} &= \frac{CF_{t+2}}{(1 + i_{t+1})(1 + i_{t+2})} \\PV_{t+T} &= \frac{CF_{t+T}}{(1 + i_{t+1})(1 + i_{t+2}), \dots, (1 + i_{t+T})}, \dots \\V_t &= \sum_{k=i}^n \left[ \prod_{j=1}^k \frac{1}{1 + i_{t+j}} \right] CF_{t+k}\end{aligned}\tag{1}$$

Kde,

$V_t$  je hodnota v čase  $t$  nekonečného proudu peněžních toků  $CF$ ,

$n$  je očekávaná délka životnosti podniku (nebo aktiv),

$CF_{(t+k)}$  je peněžní tok v období  $t$ ,

$i_{(t+j)}$  je diskontní sazba (vlastní kapitál nebo náklady účetní jednotky)

Diskontní modely (RDM) a návratnost investic do peněžních toků (CF ROI) lze upravit pomocí rovnice.

V ekonomickém prostředí je základem kolísavost oceňování výnosů. Závisí to na faktorech průmyslu, životního cyklu, měnové politiky atd. Jinými slovy, peněžní tok CF je nestálý kvůli rychlosti růstu. Diskontní sazba  $i$  se také může měnit v každém období z důvodu ústupu během odhadu WACC na základě tržních hodnot při oceňování výnosů, viz více (Mařík, 2011). Yao (Jing-Shing Yao et al., 2005) autor Fuzzifikace prostřednictvím znaménkové funkce vzdálenosti (Jing-Shing Yao, Kweimei Wu, 2000) definují diskontní sazbu rovnu  $k = k_1 = k_2 = \dots = k_T$ , ale to je možné pouze ve zvláštních případech – příjem vyjádřený jako konstantní dividenda atd. Peněžní tok se dále charakterizuje jako nezáporné reálné číslo. Poté, jak bylo rozšířeno v předchozích kapitolách, lze ocenění výnosů vyjádřit jako:

$$V_0^* = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{CF_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Kde  $CF = CF_{(t-1)} (1 + g_t)$ .  $CF_t$  je náhodná proměnná vzhledem k tempu růstu.

Rovnici (2) lze použít pouze z konkrétního důvodu při oceňování, a to v případě ocenění vyspělé stabilní firmy s predikcí nekonečné délky života, tedy v minimálních případech. Nejrozšířenější metodou vůbec je dvoufázová metoda diskontovaného oceňování (DCF):

$$V_0^* = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} + \frac{TV_n}{(1+i)^n} \quad (3)$$

Kde  $CF = CF_{(t-1)} (1 + g_t)$ .  $t=1, 2, \dots, n$ ;  $TV_n$  je Terminal Value (Pokračující hodnota).

Pokud jsou  $g_t = 0$  a  $i$ ,  $TV_n$  považovány za výnosy do splatnosti a za nominální hodnotu, pak je Rovnice (3) standardní model oceňování dluhopisů.

Pokud  $g = g_1 = g_2 = \dots = g_n$  a  $\lim_{n \rightarrow \infty} TV_n = 0$ , pak využijeme metodu oceňování pro speciální případy, Gordonův růstový model (Gordon, 1962).

$$V_0^* = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} + \frac{TV_n}{(1+i)^n} \right) \quad (4)$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{t=1}^n \frac{CF_0(1+g)^t}{(1+i)^t} + \frac{CF_0(1+g)^t}{i-g} \quad (5)$$

kde  $i > g$ , a  $i$  je kladné reálné číslo. Vlastnost je:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{(1+i)^n} = 0 \quad (6)$$

Pokud  $g = 0$ , znamená to, že předpokládáme nulový růst, tedy stabilní příjem, obvykle je používán při oceňování státních dluhopisů, standardních obligací a preferovaných akcií. Model lze zjednodušit takto:

$$V_0^* = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} + \frac{TV_n}{(1+i)^n} \right) = \frac{CF_0}{i} \quad (7)$$

Nejsložitější částí je nalezení pokračující hodnoty Terminal Value (TV). V krátkodobém horizontu ocenění tvoří pokračující hodnota TV více než 50 % hodnoty podniků.

## 1.2 Terminal Value

Tradiční metodou k odhadu pokračující hodnoty je Gordonův růstový model, který předpokládá stabilní a trvalý růst. Tato situace je přirozeně velmi vzácná.

Přístup pokrývající také hodnotu růstu založenou na hodnotových faktorech je tzv. Value-Driver Formula; viz Rovnice (4) (Copeland, 1994). Tento přístup je zaměřen na dva základní faktory růstu – čisté očekávané investice a návratnost investic. Smyslem je, že růst není volný a musí být hrazen z předchozích investic. (Damodaran, 2006):

$$TV = \frac{NOPAT_{t+1} \left( 1 - \frac{g_n}{ROIC} \right)}{i_{t+1} - g_n} \quad (8)$$

kde  $NOPAT_{t+1}$  je očekávaný čistý provozní zisk po zdanění první rok po vyslovené předpovědi,  $ROIC$  je očekávaná návratnost nových investic (*return on new investment*),  $g_n$  je očekávaná míra růstu,  $i_t$  jsou očekávané náklady na kapitál (*cost of capital*).

Pokračující hodnota udává jakou hodnotu vytvoří podnik od konce první fáze, stanovené na základě detailního finančního plánu, do nekonečna za předpokladu nekonečného trvání podniku (*Going Concern Principle*).

## 2 Užité pojmy teorie fuzzy množin

V této kapitole se seznámíme se základními pojmy teorie fuzzy množin, se kterými budeme dále pracovat. Tato kapitola je zpracovaná podle Talašové a Zadeha. (Zadeh, 1965) (Talašová, 2003); . Dále bez citací.

### 2.1 Fuzzy čísla

Zadeh zavedl tzv. fuzzy čísla, aby se s nepřesnými numerickými veličinami prakticky vypořádal. Fuzzy číslo je zobecnění reálného čísla v tom smyslu, že není definováno jednou jedinou hodnotu, ale množinou možných hodnot. Každá možná hodnota má svou vlastní váhu v intervalu 0 až 1 (Dijkman, 1983). Tato váha se nazývá funkce příslušnosti. Fuzzy číslo je tedy zvláštním případem fuzzy množiny reálné řady, tedy rozšířením reálných čísel. Výpočty s fuzzy čísly umožňují zahrnout nejistotu ohledně parametrů, vlastností, geometrie, počátečních podmínek, a podobně. (Zadeh, 1965)

Definice 2.8. Fuzzy množina  $C$  definovaná na množině reálných čísel  $\mathbb{R}$ , která má následující vlastnosti

- $C$  je normální fuzzy množina,
- $\alpha$ -řezy  $C_\alpha$  jsou pro všechna  $\alpha \in (0, 1]$  uzavřené intervaly,
- nosič  $SuppC$  je ohraničený,

se nazývá *fuzzy číslem*.

### 2.2 Fuzzy množiny

Klasická množina může být definována výčtem všech prvků, které do množiny patří, definicí vlastností, jež určuje příslušnost prvku do množiny, nebo definicí množiny  $A$  pomocí charakteristické funkce.

Definice 2.1. Charakteristická funkce  $\chi_A$  množiny  $A$  je definována vztahem

$$x_A = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & \text{jinak} \end{cases} \quad (9)$$

Fuzzy množina je analogicky určena pomocí tzv. funkce příslušnosti, která představuje zobecnění charakteristické funkce. Tato funkce nemusí nabývat jen hodnot 0 a 1, ale také spojitě hodnot mezi 0 a 1. To znamená, že se dá uvažovat případ, kdy prvek může do množiny patřit jen částečně. Tím se liší od klasické teorie množin, kde se

předpokládá, že každý prvek daného univerza do množiny buď patří nebo nepatří. (Zadeh, 1965).

Definice 2.2. Nechť je dána množina  $U$ , tzv. univerzum. Pak *fuzzy množina*  $A$  na univerzu  $U$  je definována zobrazením

$$\mu_A : U \rightarrow [0, 1]. \quad (10)$$

Funkci  $\mu_A$  nazýváme *funkcí příslušnosti* fuzzy množiny  $A$ . Pro každé  $x \in U$  nazveme hodnotu  $\mu_A(x)$  *stupněm příslušnosti* prvku  $x$  k fuzzy množině  $A$ .

Definice 2.3. Nechť je dána fuzzy množina  $A$  definovaná na univerzu  $U$  a reálné číslo  $\alpha \in [0, 1]$ . Pak  $\alpha$ -*řezem* fuzzy množiny  $A$  nazýváme *ostrou množinu*

$$A_\alpha = \{x \in U \mid A(x) \geq \alpha\}. \quad (11)$$

Definice 2.4. *Jádrem* fuzzy množiny  $A$  na univerzu  $U$  rozumíme (ostrou) množinu

$$\text{Ker}A = \{x \in U \mid A(x) = 1\}. \quad (12)$$

Definice 2.5. *Nosičem* fuzzy množiny  $A$  na univerzu  $U$  nazýváme (ostrou) množinu

$$\text{Supp}A = \{x \in U \mid A(x) > 0\}. \quad (13)$$

Definice 2.6. *Výška*  $\text{hgt}(A)$  fuzzy množiny  $A$  na univerzu  $U$  je definovaná formulí

$$\text{hgt}(A) = \sup_{x \in U} A(x). \quad (14)$$

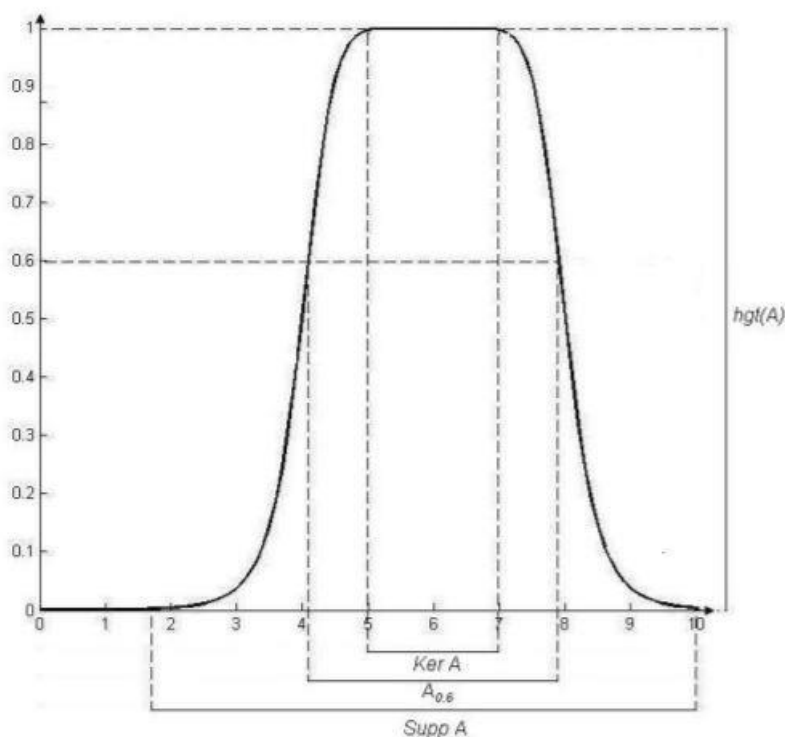
Definice 2.7. Fuzzy množina  $A$  na univerzu  $U$  se nazývá *normální*, jestliže

$$\text{Ker}A = \emptyset.$$



Jednotlivé pojmy jsou znázorněny na fuzzy množině A na Obr. 1.

Obrázek 1: Vlastnosti fuzzy množin



Zdroj: (Talašová, 2003)

## 2.2.1 Princip rozšíření

Princip rozšíření je jednou ze základních myšlenek, kterou obohatil teorii L. Zadeh. Umožňuje aplikovat na fuzzy množiny funkce a operace, definované původně pro jednodušší objekty, např. čísla. (Zadeh, 1975)

Nechť  $A_1 = (X_1, \mu_{A_1}), \dots, A_n = (X_n, \mu_{A_n})$  jsou fuzzy množiny a  $f : X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow Y$  je zobrazení.

Říkáme, že fuzzy množina  $B = f(A_1, \dots, A_n)$  je fuzzy hodnotou funkce  $f$  podle principu rozšíření, jestliže

$$\mu_B(y) = \begin{cases} \sup_{\substack{(x_1, \dots, x_n) \\ f(x_1, \dots, x_n) = y}} \min\{\mu_{A_1}(x_1), \dots, \mu_{A_n}(x_n)\}, \\ 0, \text{ když } f^{-1}(y) = \emptyset, \end{cases} \quad (16)$$

kde  $f^{-1}(y)$  je množina všech  $n$ -tic  $(x_1, \dots, x_n)$  takových, že  $y = f(x_1, \dots, x_n)$ .

### 2.2.2 Fuzzy množiny pomocí řezů

Dalším způsobem určení fuzzy množiny než pomocí funkce příslušnosti, je fuzzy množina určena  $\alpha$ -řezem.

Definice 2.8. Necht  $A \in F(X), \alpha \in \langle 0, 1 \rangle$ . Pak  $\alpha$ -hladina fuzzy množiny  $A$  je ostrá množina

$$\mu_A^{-1}(\alpha) = \{x \in X : \mu_A(x) = \alpha\}.$$

Systém řezů fuzzy množiny  $A$  je zobrazení  $R_A: \langle 0, 1 \rangle \rightarrow P(X)$ , které každému  $\alpha \in \langle 0, 1 \rangle$  přiřazuje tzv.  $\alpha$ -řez (angl.  $\alpha$ -cut).

$$R_A(\alpha) = \mu_A^{-1}([\alpha, 1]) = \{x \in X : \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

### 2.2.3 Fuzzy množiny na množině reálných čísel

Dále se budeme zabývat fuzzy množinami na množině reálných čísel  $\mathbb{R}$ , která modelují reálná fuzzy čísla. Jedná se o fuzzy množiny s následujícími vlastnostmi:

- nosičem fuzzy množiny  $A$  je uzavřený interval,
- jádro fuzzy množiny  $A$  je neprázdné,
- funkce příslušnosti je po částech spojitá.

Pozorovanou nepřesnou hodnotu reálné proměnné  $x$  vyjádříme jako fuzzy číslo

$$\underline{x} = (\mathbb{R}, \mu_{\underline{x}}(x)) \tag{17}$$

s funkcí příslušnosti  $\mu_{\underline{x}}(x)$ .

Hodnotu  $\underline{y} = f(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_n)$  fuzzifikované reálné funkce  $y = f(x_1, \dots, x_n)$  získáme podle Zadehova principu rozšíření. Přímý výpočet funkce příslušnosti fuzzy hodnoty  $y$  není obvykle možný ani pomocí tzv.  $\alpha$ -řezů s případným užitím numerických metod. (Zadeh, 1965)

### 3 Fuzzifikace znaménkovou funkcí

Fuzzifikace je metoda, díky níž převádíme neurčitá data na tzv. fuzzy množiny. Získáváme tak konkrétní funkce příslušnosti k daným fuzzy množinám. Existuje více metod fuzzifikace, my se budeme věnovat fuzzifikaci pomocí znaménkové funkce.

#### 3.1 Fuzzifikace znaménkovou funkcí

V této kapitole se seznámíme s metodou fuzzifikace pomocí znaménkové funkce vzdálenosti. Tato kapitola je zpracovaná podle Yaa. (Jing-Shing Yao et al., 2005).

Definice 3.1. Necht  $\tilde{a}$  je fuzzy množinou na množině reálných čísel  $\mathbb{R} = (-\infty, \infty)$ . Funkce příslušnosti  $\mu_{\tilde{a}}(x)$  je definována vztahem

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 1, & x = a \\ 0, & x \neq a \end{cases} \quad (18)$$

Definice 3.2. Necht  $[a, b; \alpha]$  je fuzzy množina na  $\mathbb{R}$ . Tato množina se nazývá *fuzzy interval  $\alpha$ -řady*,  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,  $a < b$ , jestliže je funkce příslušnosti definována vztahem

$$\mu_{[a,b;\alpha]}(x) = \begin{cases} \alpha, & a \leq x \leq b \\ 0, & \text{jinak} \end{cases} \quad (19)$$

Definice 3.3. Trojúhelníkové (Triangular) fuzzy číslo  $\tilde{B}$  je definováno na  $\mathbb{R}$  s funkcí příslušnosti  $\mu_{\tilde{B}}(x)$  a platí, že  $\tilde{B} = (a, b, c)$ , kde  $a < b < c$ .

$$\mu_{\tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{jinak} \end{cases} \quad (20)$$

Definice 3.4. Pro  $\alpha$ -řez trojúhelníkového (Triangular) fuzzy čísla  $\tilde{B}$  platí

$$\tilde{B}(\alpha) = \{x \mid \mu_{\tilde{B}}(x) \geq \alpha\} \equiv [\tilde{B}_L(\alpha), \tilde{B}_U(\alpha)]$$

, kde

$$\begin{aligned} \tilde{B}_L(\alpha) &= a + (b-a)\alpha \\ \tilde{B}_U(\alpha) &= c - (c-b)\alpha \text{ pro } \alpha \in [0,1] \end{aligned} \quad (21)$$

Definice 3.5. Necht  $F_s$  představuje fuzzy množiny definované na  $\mathbb{R}$ , pro každé  $\tilde{D} \in F_s$  platí, že  $\alpha$ -řez  $\tilde{D}$  je zobrazen jako  $D(\alpha) = \{x | \mu_{\tilde{D}}(x) \geq \alpha\} = [\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)]$ , kde  $0 \leq \alpha \leq 1$ .  $\tilde{D}_L(\alpha)$  a  $\tilde{D}_U(\alpha)$  jsou konečné hodnoty. Pro každé  $\alpha \in [0,1]$  odděleně představují reálná čísla  $\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)$  levou a pravou konečnou hodnotu  $D(\alpha)$  a plní tak podmínky, že  $\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)$  existují v  $\alpha \in [0,1]$  a jsou na intervalu  $[0,1]$  spojité.

Necht  $\tilde{D} \in F_s$ , můžeme prezentovat jako

$$\tilde{D} = \bigcup_{0 \leq \alpha \leq 1} \alpha I_{D(\alpha)}, \quad (22)$$

Kde  $\alpha I_{D(\alpha)}$  je charakteristická funkce  $D(\alpha)$ . Dle Definice 3.1, když  $x \in D(\alpha)$ , pak  $\alpha I_{D(\alpha)}(x) = \alpha = \mu_{[D_L(\alpha), D_U(\alpha); \alpha]}(x)$  a když  $x \notin D(\alpha)$ , pak  $\alpha I_{D(\alpha)}(x) = 0 = \mu_{[D_L(\alpha), D_U(\alpha); \alpha]}(x)$ , platí tedy

$$\tilde{D} = \bigcup_{0 \leq \alpha \leq 1} \alpha I_{D(\alpha)} = \bigcup_{0 \leq \alpha \leq 1} [D_L(\alpha), D_U(\alpha); \alpha] \quad (23)$$

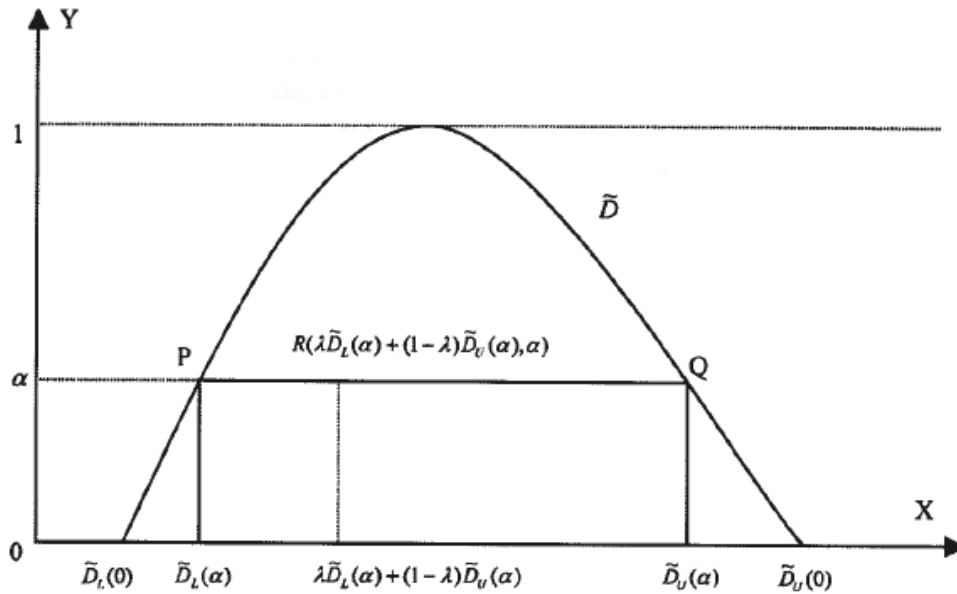
Na základě tohoto konceptu uvažujeme znaménkovou vzdálenost k  $F_s$  a dokážeme následující Definice 3.5. – 3.6.

Pro všechny  $\lambda \in (0,1)$  v uzavřeném intervalu  $[\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)]$  může být  $\lambda$  – *znaménková vzdálenost* od počátku 0 definována

$$d_0 = ([\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)], 0; \lambda) = \lambda \tilde{D}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{D}_U(\alpha) \quad (24)$$

, kde  $\lambda \tilde{D}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{D}_U(\alpha)$  je vnitřním bodem univerza v  $[\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)]$ . Viz Obrázek 2

Obrázek 2:  $\alpha$ -řez  $\alpha$ -řez  $DL\alpha, DU(\alpha)$  a bod  $\lambda DL\alpha + (1 - \lambda)DU(\alpha)$  v  $DL\alpha, DU(\alpha)$ .



Zdroj: (Jing-Shing Yao et al., 2005)

### 3.2 Defuzzifikace

Definice 3.6. Pro každé  $\alpha \in [0,1]$  platí, že  $[\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)] \leftrightarrow [\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha); \alpha]$  a  $0 \leftrightarrow \tilde{0}$  jsou ve vztahu jedna ku jedné, proto může být  $\lambda$  – znaménková vzdálenost od Počátku 0 v intervalu  $[\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha); \alpha]$  definována

$$d = ([\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha); \alpha], \tilde{0}; \lambda) = d_0 = ([\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)], 0; \lambda) = \lambda \tilde{D}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{D}_U(\alpha).$$

Pro každé  $D \in F_s$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ),  $DL\alpha, DU$  Pro každé  $\tilde{D} \in F_s$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ),  $\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha)$  je funkcí příslušnosti  $\alpha$  a je spojitá na intervalu  $[0,1]$ , integrální střední hodnota  $\lambda$ -znaménkové vzdálenosti je

$$\begin{aligned} & \int_0^1 d([\tilde{D}_L(\alpha), \tilde{D}_U(\alpha); \alpha], \tilde{0}; \lambda) d\alpha \\ &= \int_0^1 (\lambda \tilde{D}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{D}_U(\alpha)) d\alpha. \end{aligned}$$

(25)

V návaznosti Rovnici (25) máme Definici 3.7.

Definice 3.7. Pro každé  $\alpha \in [0,1]$  a každé  $\lambda \in (0,1)$  je  $\lambda$ -znaménková vzdálenost z  $\tilde{D}$  do  $\tilde{0}$  definována

$$d(\tilde{D}, \tilde{0}; \lambda) = \int_0^1 (\lambda \tilde{D}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{D}_U(\alpha)) d\alpha. \quad (26)$$

Vztah v rovnici (26) vyjadřuje obecnou formu výpočtu defuzzifikace spojité funkce. Defuzzifikace probíhá nalezením střední integrální hodnoty znaménkové vzdálenosti na  $\alpha$ -řezech spojitých v intervalu  $\alpha \in [0,1]$ . (Jing-Shing Yao et al., 2005)

### 3.3 Simulace Monte Carlo

Další možností defuzzifikace je pomocí simulace Monte Carlo. Monte Carlo je obecný název pro skupinu metod založených na generování náhodných proměnných. Simulace je pojmenována po městě Monte Carlo v Monaku, které je známé hazardními hrami, jako jsou ruleta, kostky a hrací automaty. Protože proces simulace zahrnuje generování náhodných proměnných a projevuje náhodné chování, získala simulace název Monte Carlo.

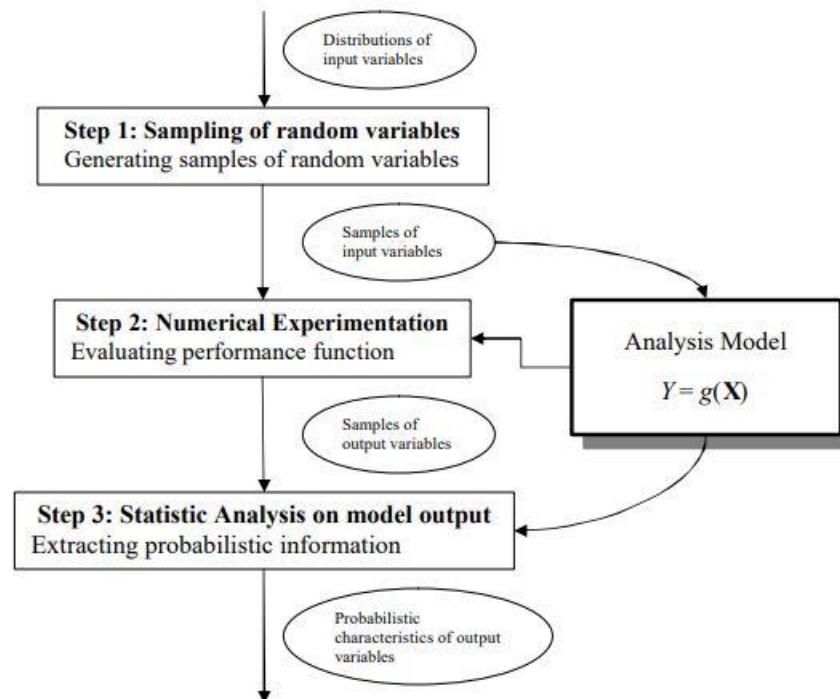
Simulace Monte Carlo je výkonným nástrojem pro statistickou analýzu a je široce používána v technických i netechnických oborech. Z počátku byla používána k řešení problémů difúze neutronů v práci s atomovou bombou ve vědecké laboratoři Los Alamos v roce 1944. Simulace Monte Carlo byla aplikována na různé problémy od simulace složitých fyzikálních jevů, jako jsou atomové kolize, až po simulaci provozu. Monte Carlo je také vhodná pro řešení složitých inženýrských problémů, protože se dokáže vypořádat s velkým počtem náhodných proměnných, různých typů distribuce a vysoce nelineárních modelů. Simulace provádí náhodné generování a velké množství experimentů, poté jsou pozorovány statistické charakteristiky a závěry výstupů modelu jsou generovány na základě pravděpodobnostních charakteristik (rozdělení) vstupních veličin a případně i jejich vzájemných vztahů vyjádřených pomocí korelací.

V každém experimentu jsou generovány možné hodnoty vstupních náhodných proměnných podle jejich rozdělení. Potom jsou hodnoty výstupní proměnné  $Y$  vypočteny pomocí výkonové funkce. U řady experimentů prováděných tímto způsobem je pro statistickou analýzu k dispozici sada vzorků výstupní proměnné  $Y$ , která odhaduje její charakteristiky. (Dodson, 2014, s. 63-75)

Náčrt simulace Monte Carlo je znázorněn na Obr. 3 V procesu simulace jsou vyžadovány tři kroky:

- Krok 1 - generování náhodných vstupních proměnných  $X$ ,
- Krok 2 - vyhodnocení výstupů modelu  $Y$
- Krok 3 - statistická analýza výstupu modelu

Obrázek 3: Simulace Monte Carlo



Zdroj: (Dodson, 2014)

# **PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 Fuzzifikace metody DCF

Vzhledem k obtížím s přesným odhadem budoucích hodnot Cashflow, diskontní sazby a cen v  $n$ -tém roce, investoři, kteří používají standardní model DCF pro ocenění konkrétního aktiva často potřebují provést několik předpokladů o těchto hodnotách a pomocí statistických metod je stanovit. Například pro investora je někdy realističtější do datečně odhadnout tyto parametry v modelu DCF propojením tempa růstu  $g$  s dalšími finančními údaji, jako je ROIC. (Copeland, 1994).

$$V_0^* = G + TV \quad (27)$$

Následně budeme fuzzifikovat zvláště první fázi  $G$  a pokračující fázi  $TV$  dle Kapitoly 3.1. o fuzzifikaci znaménkovou funkcí.

### 4.1 Fuzzifikace první fáze $G$

Protože jsou finanční údaje mnohdy nejasné, měly by být vhodnější k tomu, aby byly přímo považovány za fuzzy čísla pomocí fuzzifikace cashflow a diskontní sazby WACC, aby se zjednodušily aritmetické operace. Na základě toho je metoda fuzzifikace znaménkovou funkcí vzdálenosti (definovaná v části 3.1.) účinným nástrojem pro ocenění, když nelze přesně odhadnout budoucí peněžní toky, diskontní sazbu a míru růstu, jakož i rizika. V této části odvodíme fuzzifikovaný model diskontovaného cashflow (FDCF) z kapitoly 1, kde byl zkoumán standardní model DCF. (Jing-Shing Yao et al., 2005)

Základní vztah  $G$  pro výpočet fáze ocenění:

$$G = \sum_{t=1}^{n=5} \frac{CF_t}{(1 + WACC)^n} \quad (28)$$

, kde  $n$  je počet let, WACC je diskontní sazba, CF je cashflow.

$G$  je odvozeno v článku Jing-Shing Yao et al. (2005). Valuation by using fuzzy discounted cash flow model. Expert Systems with Applications 28, pp. 209-222.

Dle Definice 3.4. a 3.5. v Kapitole 3 o fuzzifikaci znaménkovou funkcí vzdálenosti stanovíme fuzzy čísla  $\alpha$ -řady.

$$\tilde{G}(\alpha) = \{x | \mu_{\tilde{G}}(x) \geq \alpha\} \equiv [\tilde{G}_L(\alpha), \tilde{G}_U(\alpha)] \quad (29)$$

Trojúhelníková (Triangulární) fuzzy čísla jsou definována na  $\mathbb{R}$  a hodnoty  $\widetilde{CF}$  a  $\widetilde{WACC}$  odpovídají intervalům  $[CF - x_{CF_L}, CF + x_{CF_U}]$  a  $[WACC - x_{W_L}, WACC + x_{W_U}]$ .

Převedeme na fuzzy čísla  $\alpha$ -řezy:

$$\begin{aligned} \widetilde{CF} &= [CF - (1 - \alpha)x_{CF_L}, CF + (1 - \alpha)x_{CF_U}] \\ \widetilde{WACC} &= [WACC - (1 - \alpha)x_{W_L}, WACC + (1 - \alpha)x_{W_U}] \end{aligned} \quad (30)$$

Dle Definice 3.5. Uvažujeme  $\lambda$  – znaménkovou vzdálenost pro všechny  $\lambda \in (0, 1)$  v uzavřeném intervalu  $[\tilde{G}_L(\alpha), \tilde{G}_U(\alpha)]$ .  $\lambda$  – znaménková vzdálenost může být definována

$$([\tilde{G}_L(\alpha), \tilde{G}_U(\alpha)], 0; \lambda) = \lambda \tilde{G}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{G}_U(\alpha) \quad (31)$$

Po dosazení fuzzy čísel  $\alpha$ -řady  $\widetilde{CF}$  a  $\widetilde{WACC}$  do základního vztahu pro G pro výpočet fáze ocenění Rovnice (28):

$$\begin{aligned} \tilde{G}_L(\alpha) &= \sum_{t=1}^{n=5} \frac{CF_t - (1 - \alpha)x_{CF_L}}{[1 + WACC - (1 - \alpha)x_{W_L}]^n} \\ \tilde{G}_U(\alpha) &= \sum_{t=1}^{n=5} \frac{CF_t + (1 - \alpha)x_{CF_U}}{[1 + WACC + (1 - \alpha)x_{W_U}]^n} \end{aligned} \quad (32)$$

Dle Definice 3.5. uvažujeme  $\lambda$  – znaménkovou vzdálenost pro všechny  $\lambda \in (0,1)$  v uzavřeném intervalu  $[\tilde{G}_L(\alpha), \tilde{G}_U(\alpha)]$ .  $\lambda$  – znaménková vzdálenost může být definována

$$([\tilde{G}_L(\alpha), \tilde{G}_U(\alpha)], 0; \lambda) = \lambda \tilde{G}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \tilde{G}_U(\alpha) \quad (33)$$

## 4.2 Fuzzifikace pokračující hodnoty TV

Rozšířený vzorec pro pokračující hodnotu (Terminal Value - TV) byl odvozen kolektivem autorů Kollera, Copelanda a Murrina. (Koller, 2010).

$$TV = \left[ \frac{NOPAT(1 + g_A) \left(1 - \frac{g_A}{ROIC_A}\right)}{WACC - g_A} \right] \left[ 1 - \left( \frac{1 + g_A}{1 + WACC} \right)^n \right] + \left[ \frac{NOPAT(1 + g_A)(1 + g_A)^n \left(1 - \frac{g_B}{ROIC_B}\right)}{(WACC - g_B)(1 + WACC)^n} \right] \quad (34)$$

Kde NOPAT je čistým provozním ziskem po zdanění v posledním roce explicitního prognózovaného období, očekává se tempo růstu  $g_A$  v první fázi období, tempo růstu  $g_B$  je ve druhé fázi období, WACC je vážený průměrný náklad kapitálu,  $ROIC_A$  je očekává přírůstková míra návratnosti nového investovaného kapitálu během první fáze,  $ROIC_B$  je očekávaná přírůstková míra návratnosti nového investovaného kapitálu během druhé fáze období.

Trojúhelníková (Triangular) fuzzy čísla jsou definována na  $\mathbb{R}$  a hodnoty odpovídají intervalům

$$\begin{aligned} g_A &\in [g_A - x_{g_{AL}}, g_A + x_{g_{AU}}] \\ g_B &\in [g_B - x_{g_{BL}}, g_B + x_{g_{BU}}] \\ WACC &\in [WACC - x_{W_L}, WACC + x_{W_U}] \\ ROIC_A &\in [ROIC_A - x_{R_{AL}}, ROIC_A + x_{R_{AU}}] \\ ROIC_B &\in [ROIC_B - x_{R_{BL}}, ROIC_B + x_{R_{BU}}] \\ NOPAT &\in [NOPAT - x_{N_L}, NOPAT + x_{N_U}] \end{aligned}$$

Obdobně jako jsme fuzzifikovali část G, budeme fuzzifikovat i část TV.

Fuzzy čísla  $\alpha$ -řady budou následující:

$$\begin{aligned}\tilde{g}_A &= [g_A - (1 - \alpha)x_{g_{AL}}, g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AU}}] \\ \tilde{g}_B &= [g_B - (1 - \alpha)x_{g_{BL}}, g_B + (1 - \alpha)x_{g_{BU}}] \\ \widetilde{WACC} &= [WACC - (1 - \alpha)x_{WACC_L}, WACC + (1 - \alpha)x_{WACC_U}] \\ \widetilde{ROIC}_A &= [ROIC_A - (1 - \alpha)x_{RAL}, ROIC_A + (1 - \alpha)x_{RAU}] \\ \widetilde{ROIC}_B &= [ROIC_B - (1 - \alpha)x_{RBL}, ROIC_B + (1 - \alpha)x_{RBU}] \\ \widetilde{NOPAT} &\in [NOPAT - (1 - \alpha)x_{NL}, NOPAT + (1 - \alpha)x_{NU}]\end{aligned}$$

Po dosazení fuzzy čísel do základního vztahu pro Terminal Value (34):

$$\begin{aligned}TV_L(\alpha) &= \left[ \frac{(NOPAT - (1 - \alpha)x_{NL})(1 + g_A - (1 - \alpha)x_{g_{AL}}) \left(1 - \frac{g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AU}}}{ROIC_A - (1 - \alpha)x_{RAL}}\right)}{WACC - g_A + (1 - \alpha)(x_{WACC_L} + x_{g_{AL}})} \right] \\ &\times \left[ 1 - \left( \frac{1 + g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AU}}}{1 + WACC - (1 - \alpha)x_{WACC_L}} \right)^N \right] \\ &+ \frac{(NOPAT - (1 - \alpha)x_{NL})(1 + g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AL}})^N \left(1 - \frac{g_B + (1 - \alpha)x_{g_{BU}}}{ROIC_B - (1 - \alpha)x_{RBL}}\right)}{[WACC - g_B + (1 - \alpha)(x_{WACC_U} + x_{g_{BL}})](1 + WACC + (1 - \alpha)x_{WACC_U})^N}\end{aligned}\quad (35)$$

$$\begin{aligned}TV_U(\alpha) &= \left[ \frac{(NOPAT + (1 - \alpha)x_{NU})(1 + g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AU}}) \left(1 - \frac{g_A - (1 - \alpha)x_{g_{AL}}}{ROIC_A + (1 - \alpha)x_{RAU}}\right)}{WACC - g_A - (1 - \alpha)(x_{WACC_L} + x_{g_{AU}})} \right] \\ &\times \left[ 1 - \left( \frac{1 + g_A - (1 - \alpha)x_{g_{AL}}}{1 + WACC + (1 - \alpha)x_{WACC_U}} \right)^N \right] \\ &+ \frac{(NOPAT + (1 - \alpha)x_{NU})(1 + g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AU}})^N \left(1 - \frac{g_B - (1 - \alpha)x_{g_{BL}}}{ROIC_B - (1 - \alpha)x_{RBU}}\right)}{[WACC - g_B - (1 - \alpha)(x_{WACC_L} + x_{g_{BU}})](1 + WACC - (1 - \alpha)x_{WACC_L})^N}\end{aligned}\quad (36)$$

Dle Definice 3.5. uvažujeme  $\lambda$  – znaménkovou vzdálenost pro všechny  $\lambda \in (0,1)$  v uzavřeném intervalu  $[\widetilde{TV}_L(\alpha), \widetilde{TV}_U(\alpha)]$ .  $\lambda$  – znaménková vzdálenost může být definována

$$\begin{aligned} ([\widetilde{TV}_L(\alpha), \widetilde{TV}_U(\alpha)], 0; \lambda) &= \lambda \widetilde{TV}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \widetilde{TV}_U(\alpha) \\ &\int_0^1 (\lambda \widetilde{TV}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \widetilde{TV}_U(\alpha)) d\alpha \end{aligned} \quad (37)$$

Pokud si opět připomeneme vzorec pro ohodnocení podniku z úvodu této kapitoly:

$$V_0^* = G + TV$$

Dle Definice 3.6. a 3.7. uvažujeme funkci, která je pro všechny  $\alpha \in (0,1)$  spojitá, můžeme funkci defuzzifikovat, tím, že zjistíme střední integrální hodnotu  $\lambda$ -znaménkové vzdálenosti.

$$\widetilde{V}_0^* = \int_0^1 (\lambda \widetilde{TV}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \widetilde{TV}_U(\alpha)) d\alpha + \int_0^1 (\lambda \widetilde{G}_L(\alpha) + (1 - \lambda) \widetilde{G}_U(\alpha)) d\alpha \quad (38)$$

### 4.3 Simulace Monte Carlo a defuzzifikace

Defuzzifikace pomocí střední integrální hodnoty je aplikována v článku Valuation by using a fuzzy discounted cashflow model od Yaa. (Jing-Shing Yao et al., 2005)

My v této kapitole zvolíme metodu defuzzifikace v Simulaci Monte Carlo, která nám umožní modelování pravděpodobnosti různých hodnot, který nelze snadno předpovědět kvůli zásahu náhodných proměnných. Konečná hodnota bude stanovena Váženým aritmetickým průměrem. Celá simulace proběhne v Excelu a je popsána v následující kapitole.

## 5 Cíl a metodika

### 5.1 Cíl výzkumu

Cílem této práce je rozšířit klasický model oceňování podniku pomocí diskontovaného cash flow (DCF) využitím fuzzy aritmetiky, která umožňuje zachytit neurčitost vstupních veličin. Základní generátory hodnoty DCF modelu jsou fuzzifikovány jako trojúhelníková fuzzy čísla prostřednictvím Zadehova principu rozšíření s využitím znaménkové funkce jako funkce příslušnosti. Hodnoty funkce příslušnosti jsou získány simulací Monte Carlo. Defuzzifikace je provedena prostřednictvím váženého aritmetického průměru. Získané hodnoty jsou porovnány s tržní kapitalizací.

#### 5.1.1 Artikulace hypotézy

Pro ověření cíle práce rozšíření standardní výnosové metody DCF fuzzifikací s využitím simulace Monte Carlo je formulována hypotéza:

*H<sub>0</sub>*: Hodnota podniku odhadnutá fuzzifikovanou výnosovou metodou pomocí znaménkové funkce s využitím simulace Monte Carlo je přesnější než hodnota podniku odhadnutá pomocí standardní výnosové metody.

#### 5.1.2 Kritérium hodnocení

Kritériem hodnocení přesnosti je absolutní chyba odhadu, neboli procentuálně vyjádřený rozdíl mezi odhadnutou hodnotou podniku a tržní kapitalizací. Výsledek s nižší absolutní chybou odhadu hodnoty akcie podniku od tržní ceny akcie představuje přesnější odhad a tedy vhodnější metodiku stanovení této hodnoty.

## 5.2 Metodika

V této části je popsán postup, který povede k ověření hypotézy *H<sub>0</sub>*.

### 5.2.1 Vstupní veličiny

Nejdříve stanovíme intervaly náhodných čísel, dle kterých budeme generovat vstupní hodnoty. Mezi generované hodnoty patří:

CF – Cashflow v letech 1-5 (CF<sub>1</sub>; CF<sub>2</sub>; CF<sub>3</sub>; CF<sub>4</sub>; CF<sub>5</sub>),  
WACC, *g<sub>A</sub>*, *g<sub>B</sub>*, *ROIC<sub>A</sub>*, *ROIC<sub>B</sub>*, *NOPAT*

V Kapitole 4 jsme fuzzifikovali jednotlivé hodnoty a určili jejich fuzzy množinu  $\alpha$ -řezu. Totéž tedy provedeme i v rámci simulace, budeme počítat krajní hodnoty fuzzy intervalů pro  $\alpha = 0$ ;  $\alpha = 0,2$ ;  $\alpha = 0,4$ ;  $\alpha = 0,6$ ;  $\alpha = 0,8$ ;  $\alpha = 1$ .

$$\begin{aligned}\widetilde{CF}_n &= [CF_n - (1 - \alpha)x_{CF_L}, CF_n + (1 - \alpha)x_{CF_U}] \text{ pro } n = \{1,2,3,4,5\} \\ \widetilde{g}_A &= [g_A - (1 - \alpha)x_{g_{AL}}, g_A + (1 - \alpha)x_{g_{AU}}] \\ \widetilde{g}_B &= [g_B - (1 - \alpha)x_{g_{BL}}, g_B + (1 - \alpha)x_{g_{BU}}] \\ \widetilde{WACC} &= [WACC - (1 - \alpha)x_{WACC_L}, WACC + (1 - \alpha)x_{WACC_U}] \\ \widetilde{ROA}_A &= [ROA_A - (1 - \alpha)x_{ROA_{AL}}, ROA_A + (1 - \alpha)x_{ROA_{AU}}] \\ \widetilde{ROA}_B &= [ROA_B - (1 - \alpha)x_{ROA_{BL}}, ROA_B + (1 - \alpha)x_{ROA_{BU}}] \\ \widetilde{NOPAT} &\in [NOPAT - (1 - \alpha)x_{NOPAT_L}, NOPAT + (1 - \alpha)x_{NOPAT_U}]\end{aligned}$$

V rámci simulace tedy určíme každé hodnotě celkem 11 fuzzy intervalů rozdělených na pravou (A) a levou část (B). Dohromady nám vznikne 66 intervalů (za všechny  $\alpha$ ).

Příklad 5.1. Hodnota  $\widetilde{CF}_1$  bude simulována následovně:

$$\begin{aligned}A_{CF_1}^\alpha &= CF_1 - (1 - \alpha)x_{CF_L} \\ B_{CF_1}^\alpha &= CF_1 + (1 - \alpha)x_{CF_U}\end{aligned}$$

, kde A je pravá část fuzzy intervalu, B je levá část fuzzy intervalu.

pro  $\alpha = 0$

$$\begin{aligned}A_{CF_1}^0 &= CF - (1 - 0)x_{CF_L} \\ B_{CF_1}^0 &= CF + (1 - 0)x_{CF_U}\end{aligned}$$

pro  $\alpha = 0,2$

$$\begin{aligned}A_{CF_1}^{0,2} &= CF - (1 - 0,2)x_{CF_L} \\ B_{CF_1}^{0,2} &= CF + (1 - 0,2)x_{CF_U}\end{aligned}$$

Dále ostatní intervaly pro  $\alpha = 0,4$ ;  $\alpha = 0,6$ ;  $\alpha = 0,8$ ;  $\alpha = 1$ .

## 5.2.2 Postup

Využití Zadehova rozšíření množin snižuje rozsah hodnot získaných fuzzifikací, ze kterých získáváme výslednou ostrou hodnotu, čímž částečně eliminujeme chybu odhadu. Z principu opatrnosti tedy zjistíme minimální možnou hodnotu z maximálních hodnot fuzzifikované výnosové metody aplikovanou v Simulaci Monte Carlo.

## 1) Minimum intervalu

Všechny fuzzifikované proměnné jsou v jednotlivých řezech určeny dvěma částmi intervalu - „A“ pro pravou část a „B“ pro levou.

Pro minimalizaci absolutní chyby budeme hledat minimální hodnotu každého intervalu jednotlivých proměnných za všechny řezy. fuzzifikovaný interval se nebude rozšiřovat ale zužovat a zahrneme tak všechny hodnoty.

Příklad 5.2. Hodnota  $\widetilde{CF}_1$  z přechozího případu je prezentována na 6  $\alpha$ -řezech, výsledkem je tedy 6 intervalů rozdělených na části A a B.

Pro výpočet minima  $\widetilde{CF}_1$  budeme hledat minimum všech intervalů napříč řezy:

$$\min \widetilde{CF}_1 = \min\{A_{CF_1}^0, A_{CF_1}^{0,2}, A_{CF_1}^{0,4}, A_{CF_1}^{0,6}, A_{CF_1}^{0,8}, A_{CF_1}^1, B_{CF_1}^0, B_{CF_1}^{0,2}, B_{CF_1}^{0,4}, B_{CF_1}^{0,6}, B_{CF_1}^{0,8}, B_{CF_1}^1\}$$

Takto budeme postupovat u všech proměnných a ve výsledku budeme mít 11 hodnot neboli minimum každé fuzzifikované proměnné.

## 2) Maximum z minima

V dalších krocích budeme hledat nezáporné minimum, proto je třeba všechny záporné hodnoty stanovit jako rovny nule. U každé proměnné tedy hledáme maximum z množiny dvou prvků – dané hodnoty a 0.

Příklad 5.3. Stanovíme maximum z minima u hodnoty  $\widetilde{CF}_1$ .

$$\max \widetilde{CF}_1 = \max\{\min \widetilde{CF}_1; 0\}$$

Můžeme získat 2 možné výstupy:

Je-li  $\min \widetilde{CF}_1 \leq 0$ , pak bude  $\max \widetilde{CF}_1 = 0$ ,

Je-li  $\min \widetilde{CF}_1 > 0$ , pak bude  $\max \widetilde{CF}_1 = \min \widetilde{CF}_1$

Toto opět provedeme u všech proměnných, výsledkem bude celkem 11 výstupů.



### 3) Maximum z minima

Nyní budeme zjišťovat minimální hodnotu ze všech maxim uvedených v předchozím kroku. Budeme tedy hledat minimální hodnotu ze všech jedenácti maximálních.

Momentálně máme 11 hodnot z příkladu 5.2. budeme tedy hledat jejich minimum dle vzorce:

$$\min\{\max \widetilde{CF}_1; \dots; \max \widetilde{CF}_5; \max \widetilde{g}_A; \max \widetilde{g}_B; \max \widetilde{ROIC}_A; \max \widetilde{ROIC}_B; \max \text{NOPAT}; \max \text{WACC}\}$$

Výsledné minimum z maxima budeme značit **MAX** a bude použito jako váha ve Váženém aritmetickém průměru v defuzzifikaci v bodě 5).

### 4) Dosazení hodnot

Nyní je nutné dosadit simulované hodnoty do vzorce z 4. kapitoly:  $V_0^* = G + TV$ .

$$V_0^* = \sum_{t=1}^{n=5} \frac{CF_t}{(1+WACC)^n} + \left[ \frac{\text{NOPAT}(1+g_A)\left(1 - \frac{g_A}{ROA_A}\right)}{WACC - g_A} \right] \left[ 1 - \left(\frac{1+g_A}{1+WACC}\right)^N \right] + \left[ \frac{\text{NOPAT}(1+g_A)(1+g_A)^n\left(1 - \frac{g_B}{ROA_B}\right)}{(WACC - g_B)(1+WACC)^n} \right]$$

Pro usnadnění výpočtu jsme si vzorec TV rozdělili na 3 části,  $V_0^* = G + (TV_a \times TV_b) + TV_c$

$$G = \sum_{t=1}^{n=5} \frac{CF_t}{(1+WACC)^n}$$

$$TV_a = \left[ \frac{\text{NOPAT}(1+g_A)\left(1 - \frac{g_A}{ROIC_A}\right)}{WACC - g_A} \right]$$

$$TV_b = \left[ 1 - \left(\frac{1+g_A}{1+WACC}\right)^n \right]$$

$$TV_c = \left[ \frac{\text{NOPAT}(1+g_A)(1+g_A)^n\left(1 - \frac{g_B}{ROIC_B}\right)}{(WACC - g_B)(1+WACC)^n} \right]$$

(39)

Simulované nefuzzifikované proměnné dosadíme do vzorce a získáme hodnotu podniku  $V_n^*$ .

Body postupu 1–4 aplikujeme na všech 10 000 simulací v rámci Monte Carlo a získáme tak 10 000 výstupů.

## 5) Defuzzifikace

Následně je třeba výslednou hodnotu defuzzifikovat, toto proběhne metodou Váženého aritmetického průměru.

Máme-li  $n$  hodnot podniku

$$V = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*\}$$

a k nim odpovídající váhy

$$W = \{MAX_1, MAX_2, \dots, MAX_n, \}$$

je vážený aritmetický průměr dán vzorcem

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i V_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

neboli

$$\bar{V} = \frac{W_1 V_1 + W_2 V_2 + W_3 V_3 + \dots + W_n V_n}{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}$$

(40)

## 6 Výsledky a vyhodnocení výzkumu

V této kapitole budeme do metody dosazovat reálná data získaná z Ocenění akcií Amazonu ze září 2018 vytvořeného profesorem Damodaranem. (Damodaran, 2018) Budeme tedy zjišťovat odhadovanou hodnotu akcie Amazonu pomocí fuzzifikované DCF a srovnáme ji s Damodaranovým oceněním standardní metodou DCF a s tržní cenou akcií na New Yorkské burze. Takto ověříme přesnost výsledku i fuzzifikované metody DCF s využitím Simulace Monte Carlo. Metoda, která bude nejbližší původní hodnotě (tržní ceně akcie), je pro nás přesnější.

### 6.1 Vstupní data

Vstupní data naší metody jsme čerpali ze vstupních dat, které použil Prof. Damodaran k ocenění Amazonu v září 2018, viz Příloha 1.

Krajní body fuzzy intervalů jednotlivých vstupních hodnot byly určeny v Tabulce 1 níže.

Tabulka 1: Stanovení vstupních veličin

Vstupní veličina	Fuzzy Interval
CF1	Predikce $\pm$ směrod. odch.
CF2	Predikce $\pm$ směrod. odch.
CF3	Predikce $\pm$ směrod. odch.
CF4	Predikce $\pm$ směrod. odch.
CF5	Predikce $\pm$ směrod. odch.
WACC	Predikce $\pm$ 2%
growth rate I.stg.	Predikce $\pm$ 5%
growth rate II.stg.	Predikce $\pm$ 2%
ROIC I.	Predikce $\pm$ 20%
ROIC II.	Predikce $\pm$ 5%
NOPLAT	Predikce $\pm$ směrod. odch.

Směrodatné odchylky byly spočteny z posledních 5 let, procentuální hodnoty byly stanoveny expertním odhadem. Slouží jako nutné vstupy pro modelování výsledné hodnoty.

V Tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty predikce od Prof. Damodarana a fuzzy intervaly, které jsou dále uvedeny v Simulaci Monte Carlo.

Tabulka 2: Vstupní data

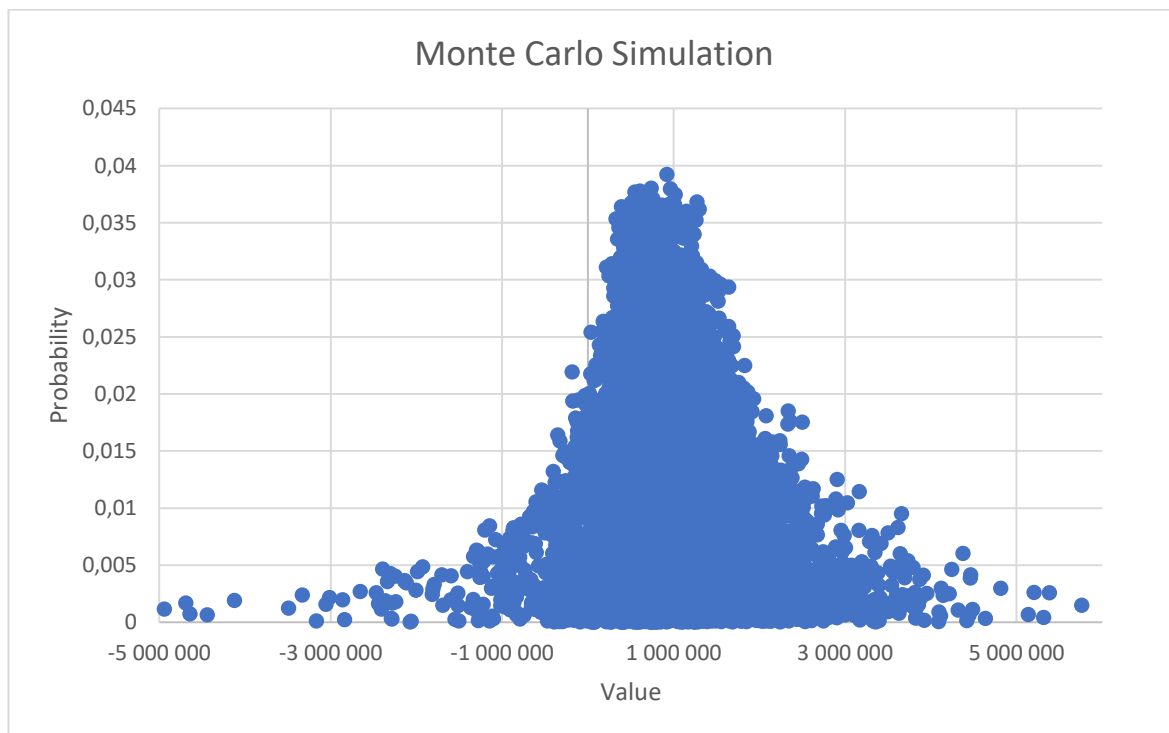
Vstupní veličina	Predikce	Fuzzy MIN	Fuzzy MAX
CF1	\$ 11 310,82	\$ 2 876,91	\$ 19 744,73
CF2	\$ 15 109,93	\$ 6 676,02	\$ 23 543,84
CF3	\$ 19 794,28	\$ 11 360,37	\$ 28 228,19
CF4	\$ 25 543,95	\$ 17 110,05	\$ 33 977,86
CF5	\$ 32 573,16	\$ 24 139,25	\$ 41 007,07
WACC	7,97%	5,97%	9,97%
growth rate I.stg.	15,0%	10,0%	20,0%
growth rate II.stg.	3,0%	1,0%	5,0%
ROIC I.	89,61%	69,61%	109,61%
ROIC II.	10,0%	5,0%	15,0%
NOPLAT	\$ 46 567,95	\$ 36 578,56	\$ 56 557,34

## 6.2 Výsledky

Po dosažení vstupních dat do simulace dle postupu z Metodiky získáme hodnotu Váženého aritmetického průměru – neboli výslednou hodnotu firmy (hodnota entity, hodnota brutto, hodnota pro vlastníky i věřitele).

Výsledná hodnota firmy spočtená Váženým aritmetickým průměrem je 911 063,79 Kč.

Graf 1: Simulace Monte Carlo



Tuto hodnotu nám udává i Graf 1, na kterém jsou vyobrazeny jednotlivé simulované hodnoty a jejich váhy (minima z maxim). Jak vidíme na grafu, fuzzifikovaná metoda v simulaci Monte Carlo odhalí možné záporné hodnoty nebo extrémně nízké kladné hodnoty, které by v tradiční analýze DCF možná vůbec nebyly zaznamenány. (Navara, 2019)

Hodnotu pro vlastníky (hodnota equity, hodnota netto, hodnota vlastního kapitálu) zjistíme tak, že k hodnotě podniku přičteme peněžní prostředky a odečteme úročený cizí kapitál.

Hodnota podniku brutto	\$ 911 064,00
+ Peněžní prostředky	\$ 27 050,00
- Úročený cizí kapitál	\$ 45 435,20
<hr/>	
Hodnota podniku netto	\$ 892 678,80

Počet vydaných akcií v roce 2018 byl 497, odhadovaná cena akcie tedy je: \$ 1796,14.

### 6.3 Ověření hypotézy

Hypotéza bude ověřena dle postupu uvedeného v kapitole 3.3. na Obrázek 3. Kritériem hodnocení přesnosti je absolutní chyba odhadu, neboli procentuálně vyjádřený rozdíl mezi odhadnutou hodnotou podniku a tržní kapitalizací. K ověření hypotézy budeme srovnávat ceny akcií – tržní cenu akcie k datu ocenění (září 2018), cenu akcie odhadovanou klasickou metodou DCF a cenu akcie odhadovanou fuzzifikovanou metodou DCF. Výsledek standardní metody DCF byl převzat dle Přílohy 1 Ocenění Amazonu v září 2018 prof. Damodaranem (Damodaran, 2018) (je nad rámec práce se tímto zabývat).

- cena akcie stanovena spol. Amazon \$ 1 970,19
- odhadovaná cena akcie metodou DCF \$ 1 255,05
- odhadovaná cena akcie fuzzifikovanou metodou DCF \$ 1 796,14

Absolutní chyba odhadu v případě porovnávaných výnosových metod:

- standardní metoda DCF 36,30%
- fuzzifikovaná metoda DCF 8,83%

Hypotézu  $H_0$  nelze vyvrátit, mluví tedy ve prospěch našeho cíle, že metodický vývoj využití fuzzy množin se simulací Monte Carlo nám může dát přesnější výsledek při hledání tržní hodnoty, než využití standardní metody DCF.

## Závěr

Analýza oceňování je důležitá pro získání „reálné hodnoty“ aktiva, ale také pro zohlednění averze investorů k riziku. V této práci jsme navrhli praktičtější nástroj pro řešení nejistoty a rizika pro oceňovací model. Rozšířili jsme klasický model DCF využitím fuzzy aritmetiky. Takto jsme zachytili neurčitost vstupních veličin, jako je tempo růstu, budoucí cashflow, diskontní sazba, atp. Základní generátory hodnoty DCF jsme fuzzifikovali a prostřednictvím Zadehova principu rozšíření a stanovili jsme znaménkovou funkci, jako funkci příslušnosti. Úspěch tohoto modelu je dále demonstrován pomocí číselných příkladů, kde jsme hodnoty funkce příslušnosti získali pomocí Simulace Monte Carlo a defuzzifikovali je prostřednictvím váženého aritmetického průměru. Provedli jsme numerický experiment, kdy jsme po naplnění simulace reálnými daty měli možnost porovnat standardní výnosovou metodou s námi využitou fuzzifikovanou metodou. Naši hypotéza, zda je hodnota podniku odhadnutá fuzzifikovanou výnosovou metodou pomocí znaménkové funkce s využitím simulace Monte Carlo přesnější než hodnota podniku odhadnutá pomocí standardní výnosové metody, se nepodařilo vyvrátit. I přesto, že jeden ekonomický experiment statisticky neudává, zda bude metoda ve všech případech ekonomické reality, máme alespoň nějaký důkaz, že cesta tímto směrem může znamenat vývoj v teorii oceňování.

# Seznam použité literatury

1. BRIGHAM, Eugene F., 1992. Fundamentals of financial management. 6. Fort Worth: Dryden Press. ISBN 978-003-0550-270.
2. BUCKLEY, J.J., 1987. The fuzzy mathematics of finance. Fuzzy Sets and Systems. 21(3), 257-273. DOI: 10.1016/0165-0114(87)90128-X. ISSN 01650114. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/016501148790128X>
3. COPELAND, Thomas E., Tim KOLLER a Jack MURRIN, 1994. Valuation: measuring and managing the value of companies. 2nd ed. New York: Wiley. ISBN 9780471009931.
4. DAMODARAN, Aswath, 2006. Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance, 2nd Edition. NYC: Wiley.
5. DAMODARAN, Aswath, 2010. DISCOUNTED CASHFLOW MODELS: WHAT THEY ARE AND HOW TO CHOOSE THE RIGHT ONE.. Damodaran Online [online]. [cit. 2012].
6. DIJKMAN, J.G, H VAN HAERINGEN a S.J DE LANGE, 1983. Fuzzy numbers. Journal of Mathematical Analysis and Applications [online]. 92(2), 301-341 [cit. 2019-08-13]. DOI: 10.1016/0022-247X(83)90253-6. ISSN 0022247X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022247X83902536>
7. DODSON, Bryan, Patrick C. HAMMETT a Rene KLERX, 2014. Probabilistic design for optimization and robustness for engineers. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, Inc. ISBN 9781118796191.
8. DOURRA, Hussein a Pepe SIY, 2002. Investment using technical analysis and fuzzy logic. Fuzzy Sets and Systems. 127(2), 221-240. DOI: 10.1016/S0165-0114(01)00169-5. ISSN 01650114.
9. GORDON, M.J., 1962. The investment, financing, and valuation of the corporation. Homewood, IL, US: Richard D. Irwin.
10. HURLEY, William J. a Lewis D. JOHNSON, 2018. A Realistic Dividend Valuation Model. Financial Analysts Journal. 50(4), 50-54. DOI: 10.2469/faj.v50.n4.50. ISSN 0015-198X.
11. JING-SHING YAO ET AL., 2005. Valuation by using a fuzzy discounted cash flow model. s. 209-222.
12. JING-SHING YAO, KWEIMEI WU , 2000. Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance. s. 275-288.
13. KOLLER, Tim, 2010. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies, 5th Edition. NYC: McKinsey & Company Inc.
14. KOLLER, Tim, Marc H. GOEDHART, David WESSELS a Thomas E. COPELAND, 2010. Valuation: measuring and managing the value of companies. 5th ed. Hoboken, N.J. ISBN 978-0-470-42470-4.
15. KUČHTA, Dorota, 2000. Fuzzy capital budgeting. Fuzzy Sets and Systems. 111(3), 367-385. DOI: 10.1016/S0165-0114(98)00088-8. ISSN 01650114. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165011498000888>

16. KUO, R.J., C.H. CHEN a Y.C. HWANG, 2001. An intelligent stock trading decision support system through integration of genetic algorithm based fuzzy neural network and artificial neural network. *Fuzzy Sets and Systems*. 118(1), 21-45. DOI: 10.1016/S0165-0114(98)00399-6. ISSN 01650114. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165011498003996>
17. LI CALZI, Marco, 1990. Towards a general setting for the fuzzy mathematics of finance. *Fuzzy Sets and Systems*. 35(3), 265-280. DOI: 10.1016/0165-0114(90)90001-M. ISSN 01650114.
18. LUDVIKOVA, Valeria, 2007. Difference equations in financial math. Brno: Bachelot thesis, Faculty of Science, Masaryk University.
19. MAŘÍK, Miloš, 2011. Metody oceňování podniku pro pokročilé: hlubší pohled na vybrané problémy. 1. vyd. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-80-4.
20. NAVARA, Mirko, 2019. Fuzzy množiny. [Http://cmp.felk.cvut.cz](http://cmp.felk.cvut.cz).
21. SCHILLER, Robert, 1981. Do stock prices move too much to be justified by subsequent change in dividends?. *American Economic Review*. 71(3), 421–436. DOI: 10.3386/w0456.
22. TALAŠOVÁ, Jana, 2003. Fuzzy metody vícekritériálního hodnocení a rozhodování. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0614-4.
23. WANG, Y, 2002. Predicting stock price using fuzzy grey prediction system. *Expert Systems with Applications*. 22(1), 33-38. DOI: 10.1016/S0957-4174(01)00047-1. ISSN 09574174.
24. WANG, Y, 2003. Mining stock price using fuzzy rough set system. *Expert Systems with Applications*. 24(1), 13-23. DOI: 10.1016/S0957-4174(02)00079-9. ISSN 09574174.
25. ZADEH, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control* [online]. 8(3), 338-353 [cit. 2019-08-12]. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X. ISSN 00199958. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001999586590241X>
26. ZADEH, L.A., 1975. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-III. *Information Sciences* [online]. 9(1), 43-80 [cit. 2019-08-13]. DOI: 10.1016/0020-0255(75)90017-1. ISSN 00200255. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0020025575900171>



# Seznam obrázků

Obrázek 1: Vlastnosti fuzzy množin .....	13
Obrázek 2: $\alpha$ -řez $\alpha$ -řez $DL\alpha, DU(\alpha)$ a bod $\lambda DL\alpha + (1-\lambda)DU(\alpha) \in DL\alpha, DU(\alpha)$ .....	17
Obrázek 3: Simulace Monte Carlo .....	19

# Seznam tabulek

Tabulka 1: Stanovení vstupních veličin.....	31
Tabulka 2: Vstupní data.....	32

# Seznam grafů

Graf 1: Simulace Monte Carlo .....	32
------------------------------------	----

# Příloha

Ocenění společnosti Amazon, září 2018

	<i>Base year</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Revenue growth rate		15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Revenues	\$ 208 125,00	\$ 239 343,75	\$ 275 245,31	\$ 316 532,11	\$ 364 011,93	\$ 418 613,71
EBIT (Operating) margin	7,71%	8,67%	9,63%	10,59%	11,54%	12,50%
EBIT (Operating income)	\$ 16 053,98	\$ 20 753,26	\$ 26 501,10	\$ 33 506,35	\$ 42 016,89	\$ 52 326,71
Tax rate	20,20%	20,20%	20,20%	20,20%	20,20%	20,20%
EBIT(1-t)	\$ 12 810,28	\$ 16 560,07	\$ 21 146,57	\$ 26 736,41	\$ 33 527,41	\$ 41 754,13
- Reinvestment		\$ 5 249,25	\$ 6 036,64	\$ 6 942,13	\$ 7 983,45	\$ 9 180,97
FCFF		\$ 11 310,82	\$ 15 109,93	\$ 19 794,28	\$ 25 543,95	\$ 32 573,16
NOL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Cost of capital		7,97%	7,97%	7,97%	7,97%	7,97%
Cumulated discount factor		0,9262	0,8578	0,7945	0,7358	0,6815
PV(FCFF)		\$ 10 475,89	\$ 12 961,53	\$ 15 726,44	\$ 18 796,44	\$ 22 199,56
Terminal cash flow	\$ 41 637,91					
Terminal cost of capital	7,50%					
Terminal value	\$ 925 286,85					
PV(Terminal value)	\$ 435 437,65					
PV (CF over next 10 years)	\$ 206 706,76					
Sum of PV	\$ 642 144,42					
Probability of failure =	0,00%					
Proceeds if firm fails =	\$321 072,21					
Value of operating assets =	\$ 642 144,42					
- Debt	\$ 45 435,20					
- Minority interests	\$ -					
+ Cash	\$ 27 050,00					
+ Non-operating assets	\$ -					
Value of equity	\$ 623 759,22					
- Value of options	\$0,00					
Value of equity in common stock	\$ 623 759,22					
Number of shares	497,00					
Estimated value /share	\$ 1 255,05					
Price	\$ 1 970,19					
Price as % of value	156,98%					
<b><i>Implied variables</i></b>						
Sales to capital ratio		5,95	5,95	5,95	5,95	5,95
Invested capital	\$ 84 043	\$ 89 292	\$ 95 329	\$ 102 271	\$ 110 254	\$ 119 435
ROIC	15,24%	18,55%	22,18%	26,14%	30,41%	34,96%

# Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této bakalářské práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Klára Pazderková

V Praze dne: 22. 08. 2019

Podpis:

<b>Jméno</b>	<b>Oddělení/ Pracoviště</b>	<b>Datum</b>	<b>Podpis</b>