



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Ekonomická fakulta



# ROZHODOVÁNÍ PODNIKU V KONTEXTU VÝVOJE EKONOMIKY

## Disertační práce

*Studijní program:* P6208 – Ekonomika a management  
*Studijní obor:* 6208V119 – Organizace a řízení podniků  
*Autor práce:* **Ing. Martin Petříček**  
*Vedoucí práce:* prof. Ing. Jiří Kraft, CSc.





# COMPANY DECISION MAKING IN THE CONTEXT OF ECONOMY DEVELOPMENT

## Dissertation

*Study programme:* P6208 – Economics and Management  
*Study branch:* 6208V119 – Organisation and Business Management

*Author:* **Ing. Martin Petříček**  
*Supervisor:* prof. Ing. Jiří Kraft, CSc.



## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou disertační práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé disertační práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li disertační práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Disertační práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé disertační práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Anotace**

Doktorská disertační práce se zaměřuje na problematiku rozhodovacích procesů v podniku ve vztahu k vývoji ekonomiky. Hlavním cíle práce je navrhnout model, který zpřesní rozhodovací procesy. Dílčí cíle práce spočívají v provedení kvantifikace alternativních myšlenek teorie hospodářského cyklu, dále ve změření rizikovosti rozhodovacích modelů a v neposlední řadě je dílčím cílem také zakomponování problematiky pána a správce do rozhodovacího procesu.

Práce řeší daný problém nejprve na základě monokriteriálního modelu, který je následně nahrazen přístupem vícekriteriálním. Kritéria, která vstupují do rozhodování, jsou rozdělena do tří základních kategorií. Jedná se o vstupní hodnoty základních charakteristik (očekávaných výnosů a nákladů), dále o jejich rizikovost, která je vyjádřena variačním koeficientem. Poslední skupina kritérií je reprezentována kvantifikovanou funkcí užitku rozhodovatele (představuje problém pána a správce). Zároveň je v práci využita simulace metodou Monte Carlo. Ta je aplikována ve dvojí rovině. Jednak pro kvalitnější odhady vstupních hodnot, a zároveň k postoptimalizačním procesům. Tímto je také charakterizován navrhovaný vícekriteriální rozhodovací model.

Struktura disertační práce je rozdělena na několik částí. V úvodní části představuje současný stav řešeného problému a metody, které slouží k naplnění hlavního i dílčích cílů práce. Část práce, která je označena jako metodická východiska modelu poté představuje první možné postupy a přínosy ze strany disertanta, které vedou k výstupnímu modelu disertační práce. Kapitola 4 představuje teoretickou tvorbu klíčového výstupu práce – vícekriteriálního modelu rozhodování. Následující část poté provádí aplikaci tohoto modelu, včetně detailních komentářů, na konkrétním procesu spolupracujícího subjektu. V závěru práce jsou ověřovány hypotézy.

V práci tedy není pouze teoretická tvorba daného modelu, ale zároveň je testován na několika rozhodovacích procesech spolupracujících subjektů. Celý řešený problém je zasazen především do prostředí malých a středních firem ze sektoru služeb. Výstupní rozhodovací model je díky své univerzálnosti široce aplikovatelný a s použitím moderních simulačních přístupů, kvantifikace problému pána a správce a makroekonomickou analýzou přispívá k rozvoji problematiky rozhodování.

**Klíčová slova:** rozhodovací proces, J. A. Schumpeter, hospodářský cyklus, simulace Monte Carlo, problém pána a správce

## Summary

This dissertation thesis focuses on the decision-making issues within a company which are in a relation with the economy. The main goal of the thesis is to suggest a model which will make the decision processes more accurate. Other goals of the thesis consist of quantifying alternative thoughts of a business cycle, measuring the risks of decision-making models and implementing the principal-agent problem into the decision-making process.

The thesis first solves the problem based on a monocriterial model which is then replaced with the multicriterial approach. The criteria which enter into the decision-making process are divided into three basic categories. The criteria consist of input values of basic characteristics (expected costs and revenues), then its riskiness which is represented by a variational coefficient. The last group of criteria is represented by a quantified benefit function of a decision-maker (principal-agent problem). A Monte Carlo method simulation is used in the thesis as well. This simulation is applied for better estimation of the input values as well as for postoptimalization processes.

The structure of the thesis is divided into several parts. In the main part the thesis introduces the current state of the solved issue and a method which helps reaching the main and secondary goals of the thesis. The part of the thesis which is called *methodical solutions of the model* presents first possible results which lead to the resulting model of the thesis. This part consists of first results which are therefore used for further processing. Chapter 4 represents the key result theoretical creation – multicriterial decision-making model. The next chapter applies this model, including detailed comments, onto a specific process of the collaborating subject. The closing part of the thesis focuses on verifying various hypothesis.

The thesis therefore includes not only a theoretical creation of the given model but also tests it on various decision-making processes of the collaborating subjects. The whole issue is brought into a small and middle-size service companies. Thanks to its versatility the output decision-making model is widely applicable. Using modern stimulation approaches and other elements it also contributes to a development of the decision-making issues.

**Key Words:** Decision Making proces, J. A. Schumpeter, Business Cycle, Monte Carlo Simulation, Principal Agent problem

## **Аннотация**

Докторская диссертация сосредоточена на вопросах процесса принятия решений на предприятии в связи с развитием экономики. Основная цель работы заключается в разработке модели, которая уточняет процессы принятия решений. Промежуточные цели работы заключаются в выполнении количественной оценки альтернативных идей теории экономического цикла, далее в измерении опасности принятия решений в моделях, и не в последнюю очередь промежуточной целью является внедрение проблематики принципала-агента в процесс принятия решений.

Диссертационная работа решает проблему сначала на основе монокритериальной модели, которая впоследствии заменяется методом многокритериальным. Критерии вступающие в процесс принятия решений, делятся на три основные категории. Ими являются входные параметры основных характеристик (ожидаемых доходов и расходов), ихняя рискованность, которая выражается коэффициентом вариации. Последняя группа критериев представлена квантификационной функцией пользы ответственного лица, принимающего решения (проблема принципал-агент). В то же время в работе используется моделирование методом Монте-Карло. Метод применяется в двойной плоскости. Во-первых, для более качественной оценки входных параметров, и во-вторых к постоптимизационным процессам. Этим образом характеризуется предлагаемая многокритериальная модель принятия решений.

Структура диссертации разбита на несколько частей. В вводной части представляет состояние на сегодняшний день решаемой проблемы и методы, которые служат для выполнения главной и промежуточных целей работы. Часть работы, которая отмечена как методические исходные точки модели затем представляет возможные процедуры и преимущества со стороны соискателя, которые приводят к выходной модели диссертации. Глава 4 представляет собой теоретическую выработку ключевого выхода работа - многокритериальной модели принятия решений. Следующая часть затем осуществляется применение этой модели, в том числе и детальных комментариев, в конкретном процессе сотрудничающего субъекта. В заключение работы проверяются гипотезы.

**Ключевые слова** : процесс принятия решений, Шумпетер, экономический цикл, симуляция Монте Карло, проблема принципала-агента

## OBSAH:

Seznam používaných symbolů a zkratk.....	9
Seznam tabulek a obrázků.....	10
Úvod.....	13
Cíle práce, stanovené hypotézy a metody.....	15
Cíle práce.....	15
Hypotézy.....	15
Metody.....	16
1 Popis současného stavu řešeného tématu.....	17
1.1 Manažerské rozhodování.....	17
1.1.1 Typy rozhodovacích procesů.....	20
1.1.2 Uváděné nedostatky v teorii rozhodování.....	22
1.1.3 Kvantitativní přístupy v rozhodovacím procesu.....	26
1.1.4 Přístup k riziku a k nejistotě.....	28
1.1.5 Přístupy k měření rizika.....	32
1.1.6 Modelové riziko.....	36
1.2 Teorie hospodářského cyklu.....	36
1.2.1 Přístup J. A. Schumpetera.....	38
1.3 Problém pána a správce.....	41
1.3.1 Model dr. Wu.....	41
1.3.2 Baumolův model.....	43
1.3.3 Williamsonův model.....	45
1.3.4 Marrisův model.....	48
1.3.5 Navrhované varianty řešení.....	51
2 Použitá metodika v disertační práci.....	53
2.1 Monokriteriální rozhodování.....	53
2.2 Vícekriteriální rozhodování.....	56
2.2.1 Metody stanovení vah kritérií.....	59
2.2.2 Komparace stanovení vah kritérií.....	64
2.2.3 Vícekriteriální hodnocení variant.....	64
2.3 Monte Carlo simulace.....	69
2.3.1 Diskrétní rozdělení.....	70
2.3.2 Rovnoměrné rozdělení.....	72
2.3.3 Trojúhelníkové rozdělení.....	73
2.3.4 Normální rozdělení.....	74
2.3.5 Lognormální rozdělení.....	74
2.3.6 Exponenciální rozdělení.....	74
2.3.7 Ostatní rozdělení.....	75
2.3.8 Beta rozdělení.....	75
2.3.9 Rozdělení definované uživatelem.....	76
2.3.10 Možnosti definování rozdělení.....	76
2.3.11 Postup simulace.....	79
3 Metodická východiska modelu.....	84
3.1 Schumpeterův přístup k hospodářskému cyklu.....	84
3.1.1 Měření inovací.....	84
3.1.2 Nový statek a nová výrobní metoda.....	84
3.1.3 Nový trh, nový zdroj surovin, druh organizace.....	85
3.1.4 Proces tvořivé destrukce.....	88
3.2 Monokriteriální model.....	89

3.2.1	Rozhodování za nejistoty - komparace .....	89
3.2.2	Měření citlivosti rozhodovacího modelu.....	91
3.2.3	Citlivostní křivka.....	97
4	Postup tvorby vícekriteriálního modelu .....	99
4.1	Předpoklady modelu .....	99
4.2	Definování pojmů a cíle .....	99
4.3	Prvotní analýza procesu.....	100
4.4	Tvorba kritériální tabulky .....	100
4.4.1	Očekávané tržby .....	101
4.4.2	Očekávané náklady .....	111
4.4.3	Riziko .....	115
4.4.4	Užitek rozhodovatele.....	116
4.4.5	Ostatní kritéria.....	118
4.4.6	Finální kritériální tabulka .....	118
4.5	Stanovení vah kritérií.....	120
4.5.1	Skupina S1.....	121
4.5.2	Skupina S2.....	121
4.5.3	Skupina S3.....	121
4.6	Výběr kompromisní varianty .....	122
4.7	Analýza výsledků .....	122
4.8	Interpretace výsledků.....	123
5	Aplikační část .....	124
5.1	Zadání rozhodovacího procesu .....	124
5.1.1	Snížení mzdových nákladů.....	124
5.1.2	Nový segment - varianta 1 .....	124
5.1.3	Nový segment - varianta 2 .....	125
5.1.4	Žádná změna .....	125
5.2	Monokriteriální model .....	125
5.2.1	Rozhodování za rizika .....	126
5.2.2	Rozhodování za nejistoty .....	127
5.2.3	Komparace .....	128
5.3	Vícekriteriální model .....	129
5.3.1	Definování pojmů.....	129
5.3.2	Prvotní analýza procesu .....	129
5.3.3	Tvorba kritériální tabulky.....	129
5.3.4	Stanovení vah kritérií .....	152
5.3.5	Výběr kompromisní varianty .....	155
5.3.6	Analýza výsledků .....	157
5.4	Zhodnocení .....	166
6	Ověření hypotéz .....	168
	Závěr.....	172
	Možnosti dalšího směřování.....	177
	Citace.....	178
	Bibliografie.....	184
	Vlastní publikace disertanta .....	185
	Přílohy .....	186



## Seznam používaných symbolů a zkratek

$\alpha$	koeficient citlivosti modelu
$\rho$	osobní preference rozhodovatele
$\omega$	vedlejší výhody
$\varepsilon$	výdaje na zaměstnance
$\pi$	zisk
CAPM	Capital Assets Pricing Model; model oceňování kapitálových aktiv
EV	Expected Value, očekávaná hodnoty
EVA	Economic Value Added; ekonomická přidaná hodnota
FC	fixní náklady
HDP	hrubý domácí produkt
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
P	cena
Q	množství
SW	software
TC	celkové náklady
TMU	Total Managerial Utility, funkce užitku rozhodovatele
TR	celkové příjmy (resp. výnosy)
v	váhy kritérií
VaR	Value at Risk
var	variační koeficient
VC	variabilní náklady
y	kritéria
WACC	Weighted Average Cost of Capital; průměrné vážené náklady kapitálu
WSA	Weighted Sum Approach; metoda váženého součtu

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Rozdělení rozhodovacích procesů .....	18
Obrázek 2 Rozhodovací proces - faktory .....	19
Obrázek 3 Fáze rozhodovacího procesu.....	21
Obrázek 4 Vztah k riziku .....	29
Obrázek 5 Pravidlo střední hodnoty a rozptylu.....	32
Obrázek 6 Rozdělení pravděpodobnosti, riziko .....	33
Obrázek 7 Inovační vlny .....	40
Obrázek 8 Rozhodovací proces správce.....	42
Obrázek 9 Baumolův model.....	44
Obrázek 10 Williamsonův model.....	46
Obrázek 11 Marrisův model.....	51
Obrázek 12 Pravděpodobnostní strom .....	54
Obrázek 13 Fullerův trojúhelník .....	62
Obrázek 14 Metoda AHP .....	68
Obrázek 15 Poissonovo rozdělení .....	71
Obrázek 16 Vlastní diskrétní rozdělení .....	72
Obrázek 17 Rovnoměrné rozdělení.....	73
Obrázek 18 Trojúhelníkové rozdělení.....	74
Obrázek 19 betaPERT rozdělení .....	76
Obrázek 20 Intervaly ve vlastním rozdělení .....	77
Obrázek 21 Kvantily ve vlastním rozdělení .....	78
Obrázek 22 Názory více expertů.....	79
Obrázek 23 Influenční diagram.....	80
Obrázek 24 Náhled simulace.....	82
Obrázek 25 Základní analýza citlivosti .....	83
Obrázek 26 Schumpeterův hospodářský cyklus.....	86
Obrázek 27 Inovační vlny - aplikace.....	87
Obrázek 28 Srovnání přístupů stanovení pravděpodobnosti.....	90
Obrázek 29 Očekávané hodnoty - lineární .....	92
Obrázek 30 Očekávané hodnoty - odchylky .....	94
Obrázek 31 Očekávané hodnoty - realita .....	95
Obrázek 32 Citlivostní křivka .....	98
Obrázek 33 Vlastní rozdělení poptávaného množství.....	102
Obrázek 34 Normální rozdělení .....	103
Obrázek 35 Porovnání rozdílné korelace .....	104
Obrázek 36 Simulace vlastního rozdělení.....	104
Obrázek 37 Simulace vlastního rozdělení s vyšší korelací .....	105
Obrázek 38 Poptávky - simulace Monte Carlo .....	106
Obrázek 39 Očekávané tržby .....	107
Obrázek 40 Odhad celkových nákladů.....	112
Obrázek 41 Definované rozdělení pravděpodobnosti .....	114
Obrázek 42 Simulace očekávaných nákladů .....	114
Obrázek 43 Influenční diagram.....	119
Obrázek 44 Trojúhelníkové rozdělení.....	131
Obrázek 45 betaPERT rozdělení .....	131
Obrázek 46 Rozdělení - expert 1 .....	132
Obrázek 47 Rozdělení - monokriteriální .....	133
Obrázek 48 Rozdělení - expert 2.....	134

Obrázek 49 Rozdělení - expert 3 .....	135
Obrázek 50 Finální rozdělení .....	136
Obrázek 51 Finální rozdělení - analýza.....	137
Obrázek 52 Finální rozdělení – analýza 2 .....	137
Obrázek 53 Schumpeterův hospodářský cyklus.....	140
Obrázek 54 Vztah změny žádostí o patenty a změny tržeb.....	141
Obrázek 55 Vztah ukazatele přehřívání a změny tržeb .....	142
Obrázek 56 Vývoj vstupních veličin - Schumpeterův model.....	145
Obrázek 57 Očekávané náklady .....	146
Obrázek 58 Očekávané náklady po simulaci .....	147
Obrázek 59 Tornádo graf - vícekriteriální.....	158
Obrázek 60 Tornádo graf - vícekriteriální - včetně vah .....	159
Obrázek 61 Tornádo graf - monokriteriální .....	161
Obrázek 62 Tornádo graf - Laplaceovo pravidlo .....	162
Obrázek 63 Tornádo graf - vícekriteriální - varianta C.....	163
Obrázek 64 Tornádo graf - monokriteriální - varianta C .....	164
Obrázek 65 Krabicový graf, hypotéza 1 .....	169
Obrázek 66 Krabicový graf, hypotéza 2.....	171

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Saatyho metoda .....	63
Tabulka 2 Náhodná čísla .....	81
Tabulka 3 Korelace – rozhodování za nejistoty .....	91
Tabulka 4 Citlivostní analýzy .....	93
Tabulka 5 Kriteriační tabulka .....	101
Tabulka 6 Vedlejší výhody .....	117
Tabulka 7 Výsledná kriteriační tabulka .....	120
Tabulka 8 Strom kritérií .....	120
Tabulka 9 Systém stanovení vah .....	121
Tabulka 10 Vstupní charakteristiky (EV) .....	126
Tabulka 11 Stavby světa .....	126
Tabulka 12 Měření rizika .....	127
Tabulka 13 Laplaceovo pravidlo .....	127
Tabulka 14 Hurwitzovo pravidlo .....	128
Tabulka 15 Vstupní kriteriační tabulka.....	130
Tabulka 16 Stanovené intervaly .....	132
Tabulka 17 Váhy expertních názorů .....	136
Tabulka 18 Odhad tržeb .....	138
Tabulka 19 Lineární regrese 1 .....	143
Tabulka 20 Lineární regrese 2.....	144
Tabulka 21 Variační koeficient tržeb a nákladů.....	148
Tabulka 22 Variační koeficienty - všechny varianty.....	148
Tabulka 23 Variační koeficient - tržby.....	148
Tabulka 24 Variační koeficient - náklady .....	149
Tabulka 25 Vedlejší výhody .....	151
Tabulka 26 Varianty dle vedlejších výhod.....	151
Tabulka 27 Finální kriteriační tabulka.....	152
Tabulka 28 Váhy skupin .....	153

Tabulka 29 Váhy skupiny S1 .....	154
Tabulka 30 Váhy rizik - výpočet.....	154
Tabulka 31 Váhy rizik - výsledek .....	155
Tabulka 32 Finální váhy.....	155
Tabulka 33 Ideální a bazální varianta .....	156
Tabulka 34 Výstupní hodnoty WSA .....	157
Tabulka 35 Data k tornádo grafu.....	159
Tabulka 36 Vstupní veličiny .....	160
Tabulka 37 Data pro tornádo graf .....	162
Tabulka 38 Tornádo graf - data.....	163
Tabulka 39 Tornádo graf - data.....	164
Tabulka 40 Tornádo graf - data.....	165
Tabulka 41 Citlivost modelu - vícekriteriální .....	165
Tabulka 42 Citlivost modelu - monokriteriální.....	166
Tabulka 43 Vstupní data, hypotéza 1 .....	168
Tabulka 44 Řešení, hypotéza 1 .....	169
Tabulka 45 Vstupní data, hypotéza 2 .....	170
Tabulka 46 Řešení, hypotéza 2 .....	170

## Úvod

Disertační práce s názvem *Rozhodování podniku v kontextu vývoje ekonomiky* se zaměřuje na problematiku manažerského rozhodování, citlivosti rozhodovacích modelů a makroekonomického vývoje hospodářství. Náhled na danou problematiku v sobě spojuje jak teoretická východiska, tak i praktickou aplikaci klíčových prvků. Výstupem celé disertační práce je jednak návrh vícekriteriálního modelu, který řeší rozhodování, a zároveň jeho aplikaci na konkrétní rozhodovací proces ve vybraném podniku. Kromě této samotné aplikace je také provedena komparace zmíněného přístupu s monokriteriální variantou rozhodovacího modelu, který je postaven primárně na logice pravděpodobnostních stromů.

Struktura práce je rozdělena do několika částí. Úvodní část představuje současný stav řešeného problému (kapitola 1) a metody, které slouží k naplnění hlavního i dílčích cílů práce (kapitola 2). Část práce, která je označena jako *metodická východiska modelu* (kapitola 3) následně představuje první východiska a přínosy disertanta, která vedou k výstupnímu modelu disertační práce. V této části jsou již zmíněny první výstupy, se kterými je následně pracováno. Kapitola 4 představuje teoretickou tvorbu klíčového výstupu práce – vícekriteriálního modelu rozhodování. Následující část (kapitola 5) poté provádí aplikaci tohoto modelu, včetně detailních komentářů na konkrétním procesu spolupracujícího subjektu. V závěru práce jsou ověřovány hypotézy, pro které byla sbírána data dalších spolupracujících subjektů. Jedná se o malé a střední společnosti podnikající v sektoru služeb (zejména oblast financí a ubytovacích služeb).

Práce nahlíží na celou problematiku v kontextu hospodářského vývoje. Vybrané myšlenky teorie hospodářského cyklu lze kvantifikovat, a tak je začlenit do rozhodovacího procesu. Jedná se svojí podstatou o spojení mikroekonomického rozhodovacího modelu s makroekonomickou teorií hospodářských cyklů. Při implementaci těchto teorií je třeba rozdělit odhadování budoucích stavů světa do dvou fází. První fáze vychází standardně z odhadů podniku. Tyto odhady jsou zpravidla postaveny na základě historické zkušenosti daného podniku s již proběhnutými podobnými procesy nebo předpokládají budoucí vývoj velice podobný jako současný. Tím ale často podniky opomíjejí cyklický vývoj hospodářství a následky s tím spojené (což koresponduje s problémem léčky odhadů a prognóz a dalšími; viz kapitola 1.1.2). Ve druhé fázi přichází samotná implementace a upravení prvotních odhadů o vybranou teorii hospodářského cyklu. Dílčím cílem práce není vytvořit model, který by predikoval vývoj hospodářství, jedná se pouze o jisté upravení budoucích stavů světa o prvek hospodářského cyklu, jež bývá opomenut při dlouhodobějších rozhodovacích

procesech. Na základě tohoto spojení, lze budoucí stavy světa odhadnout mnohem přesněji a tím snížit jedno z modelových rizik, které je s tímto procesem spojené.

Kromě implementace makroekonomických prvků do rozhodovacího procesu je zpřesnění vstupních dat prováděno v práci na základě simulačních metod. Využita je simulace metodou Monte Carlo, která svým charakterem výrazně přispívá nejen ke stanovení vstupních hodnot, ale zejména pak také k analýze rizika celého rozhodovacího modelu. Zároveň lze na výše popsaných základech zpřesnit celý rozhodovací proces, což je klíčovým řešením celé práce. Simulace je v disertační práci použita pro dvojí účel. Jednak ke zmíněnému zpřesnění odhadů vstupních parametrů rozhodovacího modelu, a zároveň slouží jako podpůrný prvek k citlivostní analýze výstupního rozhodovacího modelu disertační práce.

Dále se práce zaměřuje na problematiku pána a správce. Nehledá řešení daného problému, ale vhodnou implementaci do rozhodovacího procesu. K tomu je nutné provést kvantifikaci daného problému. Práce tuto situaci řeší pomocí funkce užitku manažera.

K zakomponování všech zmíněných prvků, je v práci využit přístup vícekritériálního rozhodování, který umožňuje právě implementaci více kritérií do jednoho rozhodovacího procesu. Podmínkou těchto kritérií je jejich kvantifikace. Kvantifikace vstupních parametrů (zejména užitkové funkce manažera, makroekonomické teorie hospodářského cyklu a dalších) lze označit za jeden z přínosů celé práce.

Práce se zároveň zaměřuje na tzv. modelové riziko, charakterizované citlivostí modelu na jeho vstupní parametry. Závislost modelu na jeho vstupních datech je jednou z významných informací pro subjekt, který provádí rozhodovací proces. Disertační práce má za dílčí cíl změřit míru této závislosti. Jednou z možností, jak toto měření provádět, je zjistit, jak velká procentuální změna výchozích předpokladů dostačuje k volbě jiné, než optimální (kompromisní) varianty, která byla na základě rozhodovacího procesu původně stanovena. Toto procento pak může sloužit jako indikátor spolehlivosti rozhodovacího modelu, na jehož základě lze přijmout dodatečná opatření.

Disertační práce tedy řeší problematiku manažerského rozhodování, kterou spojuje s problematikou hospodářských cyklů a mikroekonomickým problémem pána a správce v podobě užitkové funkce manažera. To vše s využitím metod vícekritériálního rozhodování a simulace Monte Carlo.

## **Cíle práce, stanovené hypotézy a metody**

V této kapitole jsou stručně představeny hlavní a dílčí cíle celé disertační práce včetně hypotéz sloužících jako podpůrný prvek k naplnění cílů. Zároveň jsou stručně komentovány použité metody v práci, jejichž detailní popis je obsažen v samostatné kapitole.

### **Cíle práce**

Hlavním cílem disertační práce je navrhnout model, který zpřesní rozhodovací procesy. Toto zpřesnění rozhodování je chápáno v tom smyslu, že sníží negativní dopady nepřesně stanovených vstupních parametrů. Model v sobě spojuje makroekonomické základy a je vybudován na zkoumaných mikroekonomických vztazích.

Dílčí cíle, jejichž naplnění je podmínkou k dosažení cíle hlavního, se zaměřují na klíčové výstupy z kapitol 1.1, 1.2 a 1.3. Na základě provedené analýzy současného stavu teorie hospodářského cyklu je prvním z dílčích cílů provést kvantifikaci alternativních myšlenek teorie hospodářského cyklu a provést jejich aplikaci na současnou ekonomickou realitu.

Druhý dílčí cíl se zaměřuje na citlivostní analýzu rozhodovacího procesu. Cílem této analýzy je získat přesné údaje o tom, jak jsou rozhodovací modely závislé na vstupních parametrech – tedy změřit rizikovost rozhodovacích modelů. V návaznosti na tento cíl jsou prováděna patřičná doporučení k případnému zpřesnění parametrů těchto rozhodovacích modelů.

Posledním dílčím cílem nutným k dosažení cíle hlavního je zaměřit se na vliv problému pána a správce na rozhodovací proces. Cílem je tedy získat dílčí model, který popíše jednotlivé záměry a kroky zúčastněných stran na rozhodovacím procesu. Díky tomuto detailnímu pohledu může práce dále provést kritickou analýzu jednotlivých kroků. Spojení těchto tří dílčích cílů v jeden celek slouží k sestavení modelu, jakož hlavního cíle a výstupu práce, který je charakterizován v kapitole 4 a následně aplikován v kapitole 5.

### **Hypotézy**

Na podporu výše popsaných cílů jsou dále stanoveny následující hypotézy:

- Vícekriteriální model rozhodování vykazuje vyšší stabilitu než model monokriteriální.
- Vstupní data rozhodovacího modelu definovaná s využitím simulace metodou Monte Carlo jsou méně riziková než data takto nedefinována.

Testování hypotéz v práci probíhá na základě párového T-testu a je představeno v kapitole 6, která zároveň komentuje dané výsledky.

## Metody

Dále jsou představeny použité metody, jejichž primární členění je uvedeno na metody empirické a matematicko-statistické. V rámci empirických metod jsou v práci použity (resp. jako východisko pro další analýzu) zejména některé intuitivní metody. Zároveň je použita rešerše odborné literatury, komparativní analýza, syntéza dílčích poznatků, deskripce, predikce, indukce a statistická analýza. Stěžejní metody použité v disertační práci jsou z kategorie systematicko-analytických metod. Použity jsou pravděpodobnostní stromy, regresní analýza, vícekriteriální rozhodování, a zejména je tento přístup doplněn o simulace metodou Monte Carlo. Bližší specifikace uvedených přístupů je prezentována v samostatné kapitole 2.



# 1 Popis současného stavu řešeného tématu

Disertační práce se zaměřuje na propojení několika tematických celků. Jedním z nich je teorie rozhodovacích manažerských procesů z pohledu podnikové ekonomiky, druhým je makroekonomická teorie hospodářského cyklu. Další prvky, které jsou zakomponovány do rozhodovacího procesu, vycházejí z mikroekonomické teorie, jedná se zejména pak o problém pána a správce. Subkapitoly této části práce představují současné přístupy ve zmíněných tematických celcích.

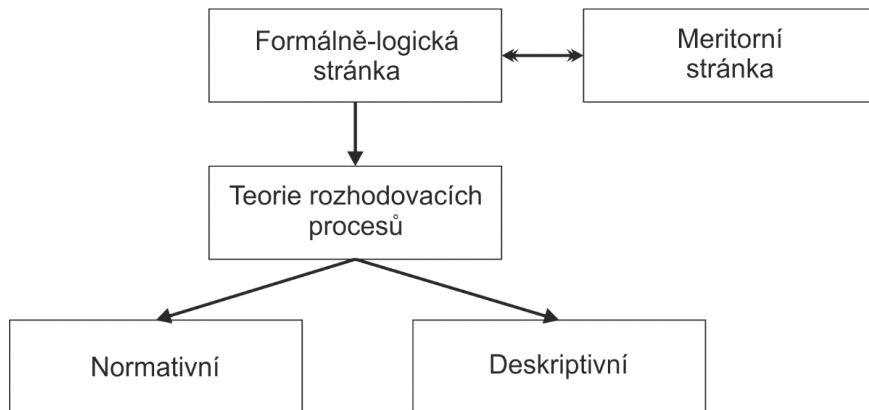
## 1.1 Manažerské rozhodování

V následující subkapitole se práce zaměří na možné přístupy k rozhodování a to za různých předpokladů, respektive v různých výchozích situacích, včetně základních metod jako jsou například rozhodovací stromy jako jeden z prvků teorie grafů. Rozhodovací činnost v rámci manažerských aktivit lze chápat jako strukturovanou a exaktní činnost. Rozhodovacími procesy se zejména v druhé polovině 20. století začala zabývat disciplína rozhodovací analýzy.

O rozhodování lze hovořit v momentě, kdy jsou k dispozici alespoň dvě alternativy, mezi kterými je možné zvolit. Dle Edwardse (Edwards et al., 2007) je rozhodování to, co člověka donutí vybrat jeden způsob jednání místo druhého. Tento přístup lze rozšířit dle Stříže (Stříž et al., 2009), který uvádí nutnost znalosti patričních kritérií pro volbu správné varianty. Z tohoto přístupu bude práce zároveň v dalším textu vycházet. Rozhodovací proces tedy znamená volbu mezi minimálně dvěma variantami s tím, že tato volba je prováděna na základě několika kritérií. Dle počtu kritérií je pak rozhodovací proces rozlišen na monokriteriální a vícekriteriální (viz kapitola 2). Rozhodovací proces je klíčový především v tom, že ovlivňuje celé působení jednotlivých organizací, ve kterých je prováděn. Chyby a nedostatky těchto procesů pak vedou k chybám ve finálním rozhodnutí, a tím pádem mají i klíčový dopad na budoucí působení organizace.

Rozhodovací proces je chápán jako proces řešení rozhodovacího problému členěný do více časově návazných fází. Rozhodovací problém je takový problém, který nalézají více než jednu variantu svého řešení (Veber, 2006; Akkermans a Bertrand, 1997). Na rozhodovací procesy je nahlíženo ze dvou stran. Zaprvé se jedná o meritorní stránku (věcnou, obsahovou). Tato stránka odráží odlišnosti jednotlivých rozhodovacích procesů. Zadruhé se jedná o stránku formálně-logickou, která je odrazem skutečnosti, že jednotlivé rozhodovací procesy mají

určité rysy společné, a to bez ohledu na meritorní stránku věci. Rozdělení zobrazuje obrázek 1.



**Obrázek 1 Rozdělení rozhodovacích procesů**

Zdroj: Veber, 2009

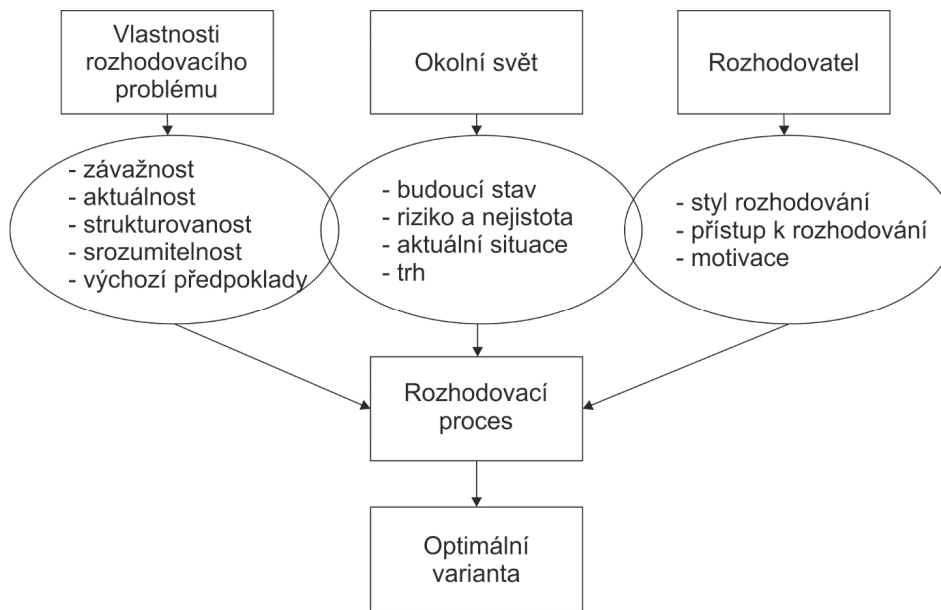
Normativní teorie rozhodování poté poskytuje návody, přístupy a postupy, jak řešit rozhodovací procesy a také, jak správně aplikovat jednotlivé modely tak, aby se dosáhlo žádoucího výsledku.

Na druhé straně se deskriptivní teorie rozhodovacích procesů zaměřuje na popis a analýzu již proběhnutých rozhodovacích procesů. V disertační práci jsou použity oba přístupy. Normativní přístup je reprezentován tvorbou výstupního modelu a doporučení, jak model použít. Deskriptivní stránka věci v sobě obsahuje komparaci jednotlivých procesů a zejména analýzy monokriteriálního a vícekriteriálního modelu rozhodování, které jsou aplikovány v kapitole 5.

Rozhodovací proces tedy znamená řešení jistého problému jako volbu mezi jednotlivými variantami s tím, že výstupem by mělo být určení optimální nebo kompromisní<sup>1</sup> varianty. Rozhodovací proces je ovlivněn řadou faktorů. Pro snadnější přehled je jejich výčet zobrazen v obrázku 2.

---

<sup>1</sup>Termín kompromisní varianty se užívá u vícekriteriálního rozhodování, neboť není zcela správné používat termín optimální varianta, pokud je prováděno hodnocení na základě více kritérií s různými vahami.



**Obrázek 2 Rozhodovací proces - faktory**

Zdroj: Veber, 2009

Na tyto jednotlivé prvky prezentované v obrázku 2 se disertační práce zaměřuje. Bližší specifikace je provedena v kapitolách 2 a 3. Disertační práce se soustředí především na riziko rozhodovacího modelu, aktuální situaci v ekonomice, srozumitelnost vstupních předpokladů, přístup rozhodovatele k riziku a jeho motivaci k jednotlivým variantám.

Celý postup rozhodovacího procesu lze pak popsat následujícími kroky (Veber, 2009):

- identifikace rozhodovacího problému,
- analýza a formulace rozhodovacích problémů,
- stanovení kritérií hodnocení,
- tvorba variant,
- stanovení důsledků,
- hodnocení důsledků a výběr optimální (kompromisní) varianty,
- realizace,
- kontrola.

Současná normativní teorie rozhodování poskytuje několik návodů, jakým způsobem mohou být rozhodovací procesy a potažmo také modely sestaveny. Důležité je stanovit prostředí, ve kterém se subjekt, který provádí rozhodování, nachází. Zpravidla teorie rozlišuje tři základní situace. Zprvu rozhodování za nejistoty, zadruhé rozhodování za jistoty a zatřetí rozhodování v podmínkách rizika (Rao, 2010; Brandenburg, 2014).

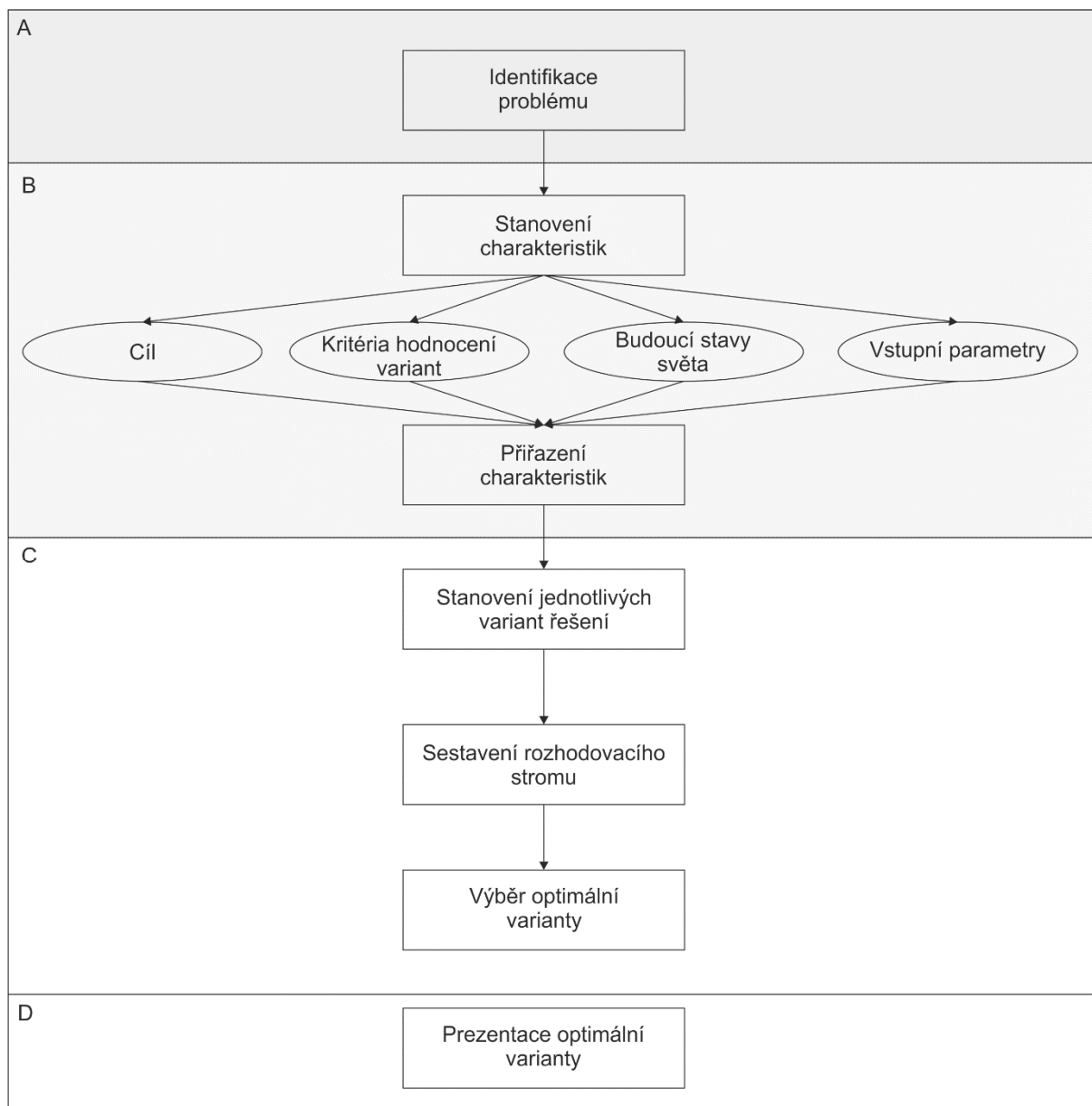
Práce vychází z rozhodování v podmínkách rizika, neboť takové rozhodování lze podrobit analýze a je zároveň typické pro ekonomickou realitu. Kromě rozhodování v podmínkách rizika je tento přístup komparován s přístupem při rozhodování za nejistoty. Stejně tak jsou ovšem použita metodická východiska z rozhodování v podmínkách jistoty. Dále pak jsou analyzovány jednotlivé přístupy, které transformují prostředí nejistoty do prostředí rizika. Více o této komparaci v kapitole 2.1.

Cílem rozhodovacího procesu se pak zpravidla rozumí určitý stav podniku, kterého by se mělo na základě stanovených kritérií a hodnocení celého procesu dosáhnout. Tímto stavem může být jak rozšíření výrobní kapacity, tak redukce nákladů, realizace investičních alternativ atp. Jedním z požadavků na tyto cíle je jejich možná kvantifikace tak, aby mohl být proveden kvalitní výběr na základě různých metod. V závislosti na povaze cíle rozhodování lze rozlišit jejich charakter maximalizační nebo minimalizační. Kritérii jsou označeny prvky, které ovlivňují hodnotu cíle. Podobně jako celkový cíl i tato kritéria jsou buď výnosového, nebo nákladového typu. Cíle by měly být v souladu s metodou SMART. Měly by tedy být konkrétní, měřitelné, dosažitelné, odpovídající a s určeným časovým horizontem (Veber, 2009).

### 1.1.1 Typy rozhodovacích procesů

Vzhledem k vysoké variabilitě rozhodovacích procesů je jich rozlišeno více typů, a to v závislosti na několika charakteristikách. Jsou rozlišeny procesy, které rozhoduje pouze jeden subjekt nebo více subjektů (Fotr a Švecová, 2010). V rámci této disertační práce je předpokládáno, že rozhoduje pouze jeden subjekt, ovšem s pomocí několika expertů, kteří pomáhají stanovit přesnější vstupní parametry rozhodovacího modelu.

Možný přístup k rozhodování uvádí metodika Kepner-Tregoe (Moore, 1986; Jeremy a Jonathan, 2008), která popisuje rozhodovací proces v pěti fázích (rozpoznání problémových situací, rozčlenění problémových situací do dílčích úloh, stanovení priorit dílčích problémů, určení způsobu řešení dílčích úloh a stanovení plánu řešení). V dalším textu práce primárně vychází z postupu znázorněného na následujícím obrázku 3.



**Obrázek 3 Fáze rozhodovacího procesu**

Zdroj: Veber, 2009

Celý proces je v práci rozdělen na jednotlivé fáze A – D. Fáze A je důležitým výchozím předpokladem pro budoucí stanovení dalšího fungování podniku. Jedná se ale o fázi popisnou, která analyzuje skutečný stav současné reality. V rámci disertační práce je proto předpokládána tato fáze za stanovenou, a to na základě expertních názorů. Fáze B je pak fází, která je nejdůležitější z hlediska stanovení jednotlivých variant a budoucího působení podniku. Tato fáze je klíčová pro zkoumání disertační práce a souvisí jak s makroekonomickou analýzou ekonomiky, tak i s citlivostní analýzou rozhodovacího procesu. Fáze C je ve své podstatě výpočtová a zcela závislá na vstupních datech z fáze B.

Poslední fáze D je pak spojena s třetí částí disertační práce, a sice s problémem pána a správce, který je implementován již do fáze B.

Celý rozhodovací proces na obrázku 3 je popsán pouze pro monokriteriální rozhodovací procesy. Pokud by bylo rozhodování znázorněno pro vícekriteriální proces, lze položku sestavení rozhodovacího stromu nahradit činností, kterou by byla označena jako přiřazení vah. Výstupem by pak nebyla optimální, ale kompromisní varianta.

Vícekriteriální přístup v teorii rozhodování lze rozlišit do třech základních podmínek (podobně jako monokriteriální rozhodovací procesy). Současná teorie tedy řeší rozhodování v podmínkách jistoty, rizika a nejistoty. Jednotlivé metody rozhodování v podmínkách rizika a nejistoty jsou charakterizovány dále. Rozhodování v podmínkách jistoty je pak prezentováno v metodické části disertační práce (kapitola 2.2). I když pojem rozhodování za jistoty nemusí být vždy zcela správný. Disertační práce využívá metody vícekriteriálního rozhodování v podmínkách jistoty, ale se zakomponováním prvku rizika.

### 1.1.2 Uváděné nedostatky v teorii rozhodování

V následující subkapitole jsou uvedeny a komentovány klíčové nedostatky v současné teorii rozhodování tak, jak jsou uvedeny v odborné literatuře. Nejedná se o celkový výčet, ale o přehled těch nedostatků, na které se zaměřuje svým charakterem disertační práce (Švecová et al., 2012; McNeil et al., 2005; Goodwin a Wright, 2004; Mackenzie, 2015).

#### **Subjektivismus a profesní slepota**

Jedná se o subjektivismus při stanovení alternativ, kritérií i rizik. Vliv subjektivních prvků do rozhodování nelze zcela eliminovat. Snížení jeho vlivu je však částečně možné, a to přístupy, které jsou prezentovány v aplikační části této práce. Jako další nedostatek je uváděna jednostrannost při získávání dat. Tento fakt svým charakterem souvisí s předchozím nedostatkem. Zpravidla je tímto problémem myšlena skutečnost, že většina informací, které rozhodovatel používá, plynou z interního prostředí podniku, ve kterém rozhodovací proces probíhá – řada rozhodovatelů pak může trpět profesní slepotou (Stříž et al., 2009). Díky využití moderních přístupů, simulačních nástrojů a dalších prvků použitých v aplikační části práce lze opět alespoň částečně tyto skutečnosti eliminovat. Kromě těchto uvedených skutečností je patrné, že rozhodovací proces je závislý také na kvalifikaci daného rozhodovatele. Je na něj kladen nejen požadavek znalosti daného oboru (z pohledu ekonomického), ale také nutné znalosti dalších oborů (matematika, statistika, atp.).

### **Ignorování nejistoty**

Tento problém je spojen primárně s rozhodováním na základě nejpravděpodobnějšího scénáře, kdy ostatním stavům světa se nedává taková důležitost. Tuto tendenci lze sledovat u některých manažerů a někdy také bývá spojována s prezentací různých scénářů majitelům firmy (spojeno s problémem pána a správce) (Petříček, 2014a).

### **Intervaly nejistoty**

Dalším problémem může být stanovení příliš úzkých intervalů nejistoty odhadovaných faktorů rizika. Skutečná nejistota může být totiž vyšší, což vede k vystavení vyššímu riziku, které původně nebylo bráno v potaz. Často je tento problém spojován s tzv. léčkou odhadů a prognóz (Fotr et al., 2003). Problém, který je s tímto spojen, je postaven na tom předpokladu, že člověk špatně odhaduje nejisté události, resp. jejich pravděpodobnost. Člověk obvykle přeceňuje přesnost odhadů a prognóz – tím často opomíjí alternativní příležitosti a vystavuje tak rozhodovací proces zbytečně vysokému riziku. V rozhodovacích procesech se závažnými následky má tendenci upravovat odhady směrem k bezpečné straně. Zakládá predikce budoucích jevů na minulých událostech s důrazem na „silné“ události. Jejich dopad však nemusí být tak klíčový.

Typicky doporučenou variantou řešení je začít při stanovení nejistých veličin s extrémními hodnotami – určit tedy horní a dolní mez na základě statistického modelu a následně stanovit tyto hodnoty (nebo dokonce ještě hodnoty maximální o určité procento zvýšené a hodnoty minimální snížené) jako výchozí body pro další postup (Kennedy a Avila, 2013). Další důležitou skutečností může být fakt, že veškeré odhady budoucích hodnot provádějí různá oddělení, různí lidé s různým přístupem k statistickému zpracování – proto je třeba sjednotit postup a neupravovat výsledky, aby tzv. „na oko vypadaly lépe“ – hodnoty je třeba nechat tak, jak vycházejí z modelů, i když se jejich výstup může zdát extrémně vysoký či nízký.

### **Přílišný optimismus**

Při stanovení budoucích odhadů je přílišný optimismus častým a nežádoucím prvkem. Tento prvek je popisován nejen v rozhodování investičním, ale také například při oceňování podniků (Fotr a Kislingerová, 2009). Problémem přílišného optimismu se zabývá také několik studií (více viz Lovallo a Khneman, 2003; Pollio, 1999). Disertační práce tento problém částečně eliminuje několika způsoby. Zprvce využitím názoru více expertů v rozhodovacích procesech a zadruhé respektováním celého průběhu pravděpodobnostního rozdělení náhodné veličiny (viz kapitoly 4 a 5).

## **Stabilita modelů**

Mezi další problémy, resp. rizika, která jsou s těmito procesy spojena, lze zařadit stabilitu těchto modelů. Možné alternativy řešení jsou součástí hlavního cíle práce. Stabilita modelů je převážně spojena s kvalitou vstupních hodnot (viz Petříček, 2013a). Ve sledovaném příkladu disertační práce je pozornost věnována především tržbám a nákladům podniku. Při rozhodování o budoucím stavu se zároveň vždy jedná o odhady těchto veličin, které mohou být postaveny například na marketingovém výzkumu.

### Současné přístupy k stanovení odhadovaných tržeb

Vzhledem ke skutečnosti, že stanovení odhadovaných tržeb může být nepřesnější a náročnější, než odhadovat náklady (viz kapitola 3.2.3), zaměří se práce na současné přístupy v této problematice. Valach (1999) považuje odhad tržeb za nejkritičtější místo v celém rozhodovacím procesu. Odhadované tržby se pak stanovují jako očekávané roční příjmy, předpokládané po dobu životnosti projektu. Ty jsou odvozeny z očekávaného přírůstku ročního zisku, dále dle odpisů, změn čistého pracovního kapitálu, případně dle příjmů z prodeje majetku a daňových efektů<sup>2</sup>.

Pro přístupy z pohledu marketingového (Brigham a Ehrhardt, 2013) se používají jak statistické nástroje, tak nástroje které využívají vnitřních odhadů na základě vstupních dat obchodníků. V současnosti se z tohoto pohledu používají primárně následující tři oblasti: expertní názory, prognózy na základě analýzy trendů a metody s využitím regresní analýzy.

### Expertní názory

Jedná se o přístup, který využívá disertační práce. Svojí podstatou je postaven na odhadech osob zúčastněných v obchodním procesu. Dle Kaena (1995) mají takto odhadnuté tržby tři základní výhody. Zaprvé je jejich použití jednoduché a málo nákladné. Zadruhé se jedná o názor pracovníků, kteří mají informace o prostředí, které tržby generuje – mají především informace tzv. roztržštěné (Hayek, 1994), které nejsou zaznamenány v podnikových statistikách, ale jsou velice podstatné pro správné odhady. Zatřetí je uváděna ta výhoda, že za sestavení jsou zodpovědní právě koncoví pracovníci. Kromě těchto výhod naráží tento přístup také na některé nevýhody, které korespondují s nedostatky uváděnými v úvodu této subkapitoly. Zároveň je lze rozšířit o kladení zbytečně vysokého důrazu na blízkou minulost a o neschopnosti rozlišit dlouhodobé trendy od sezónních výkyvů (Kaen, 1995).

---

<sup>2</sup> Změna čistého pracovního kapitálu a daňové efekty mohou být (a zpravidla také budou) negativní a snižují tedy očekávané příjmy z investice (více viz Hrdý, 2008).



### Analýza trendů

Tato metoda je postavena výhradně na datech z minulých období. Jedná se vlastně o interpolaci průběhu tržeb v minulých letech. Odhad tržeb touto metodou pak pracuje s vyjádřením tržeb jako funkce času. Nejpřesnější je tento přístup v situaci, kdy nejsou uvažovány žádné změny, což ale zpravidla není typické pro rozhodovací proces, proto nebude tato metoda dále v disertační práci použita.

### Regresní analýza

Tento přístup k odhadu tržeb je postaven na vyjádření tržeb jako vysvětlované proměnné některé z jiných (často makroekonomických) veličin, jako je tempo růstu HDP, stav zaměstnanosti, vývoj tržeb v odvětví a podobně. Na základě tohoto přístupu je v disertační práci aplikována úprava odhadovaných tržeb o makroekonomické ukazatele postavené na analýze odvětví.

Disertační práce se opírá zejména o expertní názory, jejichž kvalitu se snaží dle simulačních a dalších prvků zvýšit. Dále pracuje s regresní analýzou. Jak uvádí Brealey (Brealey et al., 2011) všechny tři výše popsané metody mají tendenci zpřesňovat budoucí odhady. Vždy se ovšem jedná o sofistikované odhady, které jsou pro kvalitní finanční rozhodování základem.

Z dalších přístupů lze uvést simulace, které primárně vychází z logicky regresní analýzy. Například Frank (2008) uvádí simulační přístup v *Revenue Managementu*, který vychází z historických údajů a implementuje několik vzájemně se ovlivňujících položek tak, aby vytvořil očekávanou poptávku. Dále jsou využívány další simulační nástroje včetně metody Monte Carlo (Zakhary, 2011).

### **Ostatní nedostatky v teorii rozhodování**

Jedná se například o léčku Statutu Quo nebo o léčku zakotvení (více viz Cheek et al., 2015). Zakotvení (Anchoring problem) představuje situaci, kdy rozhodovatel přikládá zbytečně vysokou váhu informaci, kterou získal jako první, a například při přiřazení vah jednotlivým kritériím nebo při odhadu budoucího vývoje je pak touto prvotní informací dále ovlivněn ve svých myšlenkách. Disertační práce má snahu eliminovat tento nedostatek jasně stanovenými pravidly při určování vah jednotlivých kritérií. Negativní dopad na rozhodovací proces má také léčka utopených nákladů, která znamená tu skutečnost, že rozhodovatel opět zakomponovává do svého rozhodování prvky, které by neměl – v tomto případě se jedná právě o utopené náklady. I když je přímo nekalkuluje, může být jeho mysl touto skutečností ovlivněna.

Disertační práce se, sice nepřímou, pokusí najít alespoň částečné řešení i těchto problematických situací a to zejména přístupem ke stanovení vah nebo zakomponování problému odhadu budoucího vývoje na základě simulačních metod a na základě přístupu více expertů při stanovení vstupních veličin rozhodovacího procesu.

Vzhledem k tomu, že plně odstranit lidský faktor (který stojí za těmito nedostatky) při rozhodování nelze, je třeba tyto skutečnosti zohledňovat při rozhodování. Dílčí řešení budou obsažena v aplikační části disertační práce. V této subkapitole je dále představen doporučený postup sestavení subjektivního rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny (Fotr et al., 2003). Postup je rozdělen do pěti jednotlivých kroků, jejichž stručný popis následuje.

- Motivování – jedná se o úvodní fázi, ve které je představen rozhodovací proces, ověřeny kompetence hodnotitele.
- Strukturování – jedná se o identifikaci jednotlivých proměnných, které je třeba odhadnout a jejichž rozdělení pravděpodobnosti se stanoví. V tomto kroku je důležité také sjednotit terminologii mezi rozhodovatelem a subjektem, který sestavuje rozhodovací model (resp. rozdělení pravděpodobnosti).
- Odhalování – vztahuje se k odhalení možných zkreslení vstupních hodnot. Vhodné je využít jistých referenčních hodnot například z podnikových plánů či statistik.
- Stanovení subjektivního rozdělení – samotné stanovení rozdělení na základě několika možných přístupů (viz kapitola 4.4).
- Verifikace – kromě samotného ověření se jedná také o vysvětlení daného výstupu tak, aby s ním mohl případně rozhodovatel dále pracovat. Do této fáze lze zařadit také možné úpravy při chybně stanoveném rozdělení.

Z výše uvedených bodů se jako stěžejní v aplikační části ukazuje zejména strukturování proměnných a také sjednocení terminologie, které může zaznamenávat značné rozdíly v podnikatelské praxi a teorii<sup>3</sup>.

### 1.1.3 Kvantitativní přístupy v rozhodovacím procesu

Při rozhodování z pohledu podnikové ekonomiky lze přistoupit k použití disciplín operačního výzkumu jako metod tohoto rozhodování (Suter, 2008; Eldabi et al., 2002). Ve své podstatě se jedná o různorodé modely, které se zabývají rozdílnými oblastmi ekonomické reality. Mezi základní přístupy lze například zařadit (Jablonský, 2007) matematické programování, při kterém se jedná o řešení optimalizačních úloh, kdy je hledán zpravidla extrém určité veličiny;

---

<sup>3</sup> Jedná se především o pojmy jako: marže, obchodní přírážka, výnos, příjem, cash flow či režie.

matematické programování lze rozlišit na lineární a nelineární. Případně lze využít vícekriteriální rozhodování – jednotlivé varianty, které jsou k dispozici, jsou posuzovány dle několika hodnotících kritérií a to zároveň. Případně je možné použít východiska z teorie grafů, kde do teorie grafů spadají kromě rozhodovacích stromů také například úlohy řešící optimální cestu, což je přístup, který se využívá zejména v logistice. Kromě těchto zmíněných oborů je disciplína operačního výzkumu připravena řešit otázky v teorii zásob. Zde se jedná o oblast, která řídí z hlediska optimalizace krátkodobého procesu se zaměřením na řízení zásob. Kromě této také například problémy v teorii hromadné obsluhy, jež zkoumá systémy, ve kterých jsou dva základní typy jednotek, které do systému přicházejí a vyžadují obsluhu; klasickým příkladem je například teorie front. Možné je také využít modelů obnovy – zkoumají problémy, při kterých jsou staré jednotky nahrazovány novými nebo markovské rozhodovací procesy, jenž se snaží predikovat chování systémů, které se mohou ve sledovaných časových úsecích nacházet vždy v některém z konečného počtu stavů. V neposlední řadě lze využít přístup z oblasti teorie her. Používá se také v ekonomické teorii a jedná se o zkoumání optimálních strategií v rozdílných situacích. Na závěr bude zmíněn přístup simulace, který je blíže představen v samostatné subkapitole věnované metodice práce.

Tento přehled disciplín operačního výzkumu pouze poukazuje na variabilitu tohoto metodického přístupu. Disertační práce se dále zaměřuje na prvky z oblasti teorie grafů, simulační přístupy a metody vícekriteriálního rozhodování. Zejména poslední jmenovaný přístup je klíčový pro sestavení celého výstupního modelu disertační práce. Dále je představeno aktuální využití těchto významných přístupů. Kromě vícekriteriálního rozhodování nabývá stále většího významu simulace metodou Monte Carlo. Současné využití simulace typu Monte Carlo je primárně postaveno na postoptimalizačních přístupech. Jedná se tedy především o využití simulace k verifikaci modelů nebo k analýze rizika (Groenendaal a Zahmutt, 2006; Pereira et al., 2014, Fotr a Hnilica, 2014). Zároveň nalézáme využití simulace touto metodou při kombinaci s rozhodovacími stromy (např. Kennedy a Avila, 2013; Howick, 2006), která umožňuje relativně kvalitní akceptaci nejistých veličin v rozhodovacím procesu. Nevýhodou tohoto přístupu je jeho monokriteriálnost. Další skupina využití je patrná u podniků optimalizujících své výrobní procesy. V procesním managementu je také zastoupení simulačních principů poměrně široké. Současné využití je mimo jiné spojováno s fuzzy systémy (více např. Zadeh, 1997) a rovněž s analýzou rizika (Lui et al., 2014). V disertační práci jsou kombinovány dva přístupy k vytvoření komplexního modelu. Metoda

Monte Carlo je využívána nejen jako nástroj sloužící k analýze rizika, ale také jako podpůrný prvek při odhadu vstupních veličin ve vícekriteriálním modelu.

#### 1.1.4 Přístup k riziku a k nejistotě

Další důležitou částí v rozhodovacím procesu představuje postoj k riziku, který je zároveň spojen se stanovením pravděpodobností budoucích stavů světa. Rozhodování firem může nastat za tří základních předpokladů ve vztahu k budoucímu vývoji. Mohou nastat situace rozhodování za jistoty, rizika a za nejistoty (Fotr et al., 2003). Rozhodování za jistoty lze ztotožnit s maximalizací jisté funkce užitku, jejíž průběh je znám a není problém určit, která ze všech známých variant bude pro podnik nejprínosnější.

Riziko v manažerském rozhodování zaujímá poněkud odlišný postoj, než jak tomu je v běžně chápaném slova smyslu. Může být totiž chápáno jako pravděpodobnost, že výsledek se bude odlišovat od plánované hodnoty (Fotr a Hnilica, 2014). Tato odlišnost však může nabývat jak pozitivního, tak i negativního charakteru. Klasifikace jednotlivých druhů rizik je velice široká. Může se jednat například o členění rizika dle místa vzniku na vnitřní a vnější. Případně dle možnosti ovlivnění rozhodovatelem. Další varianta klasifikace jednotlivých druhů rizik může být prováděna z pohledu technologického, výrobního, ekonomického, finančního, kreditního atp. (Fotr 2003; Nývltová a Marinič, 2010).

Kromě klasifikace rizik je také důležitá jejich identifikace. Variant k identifikaci rizika je více. Zpravidla se jedná o různé analýzy (SWOT, PESTEL, Porterův model,...) spojené s expertními názory, případně lze využít myšlenkových map (Veber, 2009; Synek, 2003). V rámci této disertační práce jsou používány přístupy na základě expertních názorů, které jsou dále kombinovány s matematickými modely a s metodou simulace.

Při rozhodovacích procesech je rozhodování za rizika chápáno jako situace, kdy je známo nebezpečí úspěchu či neúspěchu. Velikost rizika je pak dána pravděpodobností, s jakou je riziková situace očekávána jejím hodnotitelem. Součet těchto pravděpodobností u všech možných očekávaných budoucích situací musí vždy být roven jedné. Pokud by tento předpoklad nebyl splněn, nejednalo by se o rozhodování za rizika. Na základě známých pravděpodobností lze sestavit pravděpodobnostní strom, na jehož základě se sestavují rozhodovací stromy, které představují přehled jednotlivých variant a jejich pravděpodobných dopadů na podnik (Kennedy a Avila, 2013).

V situaci, kdy nejsou známy pravděpodobnosti jednotlivých variant, se pak hovoří o rozhodování za nejistoty. V těchto případech se používají další metody, jak přiřadit (odhadnout) pravděpodobnost budoucího vývoje.

Jednotlivé varianty svojí podstatou závisí na užitkové funkci, která se označuje jako Von-Neumann-Morgensternova funkce užitku (Reetz, 2001). Tato funkce pracuje právě s očekávanou hodnotou, která je postavena na teorému očekávaného užitku. Teorém lze vyjádřit vztahem

$$EV = \sum_{i=1}^I p_i * U(A_i), \quad (1)$$

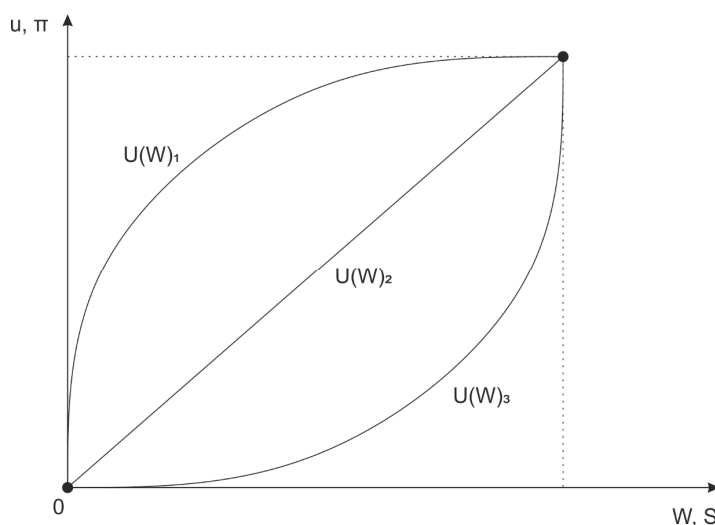
kde  $A$  jsou jednotlivé možné výsledky a  $p$  označuje jejich pravděpodobnost dosažení. Veličina  $U$  pak označuje očekávaný užitek z těchto variant. V případě, že základní výsledky jsou spojitého charakteru, lze použít vztah následující

$$EV = \int_{W_{\min}}^{W_{\max}} p(W) * U(W) * dW. \quad (2)$$

Na základě těchto definovaných vztahů poté rozlišujeme tři základní postoje k riziku:

- averzi,
- neutrální postoj,
- sklon k riziku.

Jednotlivé situace jsou znázorněny na obrázku 4.



**Obrázek 4 Vztah k riziku**

Zdroj: Reetz, 2001

Situace, které odpovídá křivka užitku  $U(W)_1$ , je situací při averzi k riziku, na druhé straně při sklonu k riziku odpovídá křivka  $U(W)_3$  a při neutrálním postoji k riziku by rozhodovatel zachovával své rozhodnutí na základě křivky  $U(W)_2$ . Metody, které jsou zkoumány a komparovány v práci, jsou popsány v následujících subkapitolách (Fotr a Švecová, 2010). Práce se zaměřuje na pravidla, která lze použít při rozhodování za jistoty, nejistoty i rizika.

### **Rozhodování za jistoty**

Přístup rozhodování za jistoty je popsán zejména v metodické části disertační práce (kapitola 2.2) a to při aplikaci vícekritériálního hodnocení variant. I když se jedná svým přístupem o rozhodování v podmínkách jistoty, je do rozhodovacího procesu zakomponován i prvek rizika (viz kapitola 4.4).

### **Rozhodování za nejistoty**

Při rozhodování v prostředí nejistoty jsou svým charakterem jednotlivé přístupy v podstatě odpovědí na otázky, jaké pravděpodobnosti přiřadit jednotlivým stavům budoucího světa. Tímto lze dosáhnout transformace z prostředí nejistoty do prostředí rizika, jehož řešení je již jednoznačné. Dále jsou představena základní pravidla, která lze použít při rozhodování v podmínkách nejistoty (Fotr et al., 2003).

#### Waldovo pravidlo

Tato metoda předpokládá, že pro každou rizikovou variantu se stanoví nejnižší hodnota kritéria a jednotlivé varianty se seřadí sestupně dle těchto minim. Optimální varianta je pak ta, pro kterou řádková minima nabývají maximálních hodnot.

#### Metoda maximaxu

Podobná Waldovu pravidlu, ale situace předpokládá spíše optimistický pohled na budoucí stavy světa. Stanoví se řádková maxima a rozhodovatel poté volí variantu, která dosahuje absolutně nejvyšší hodnoty daného kritéria hodnocení.

#### Laplaceova metoda

Předpokladem použití tohoto pravidla je, že jednotlivým stavům světa se přiřadí stejná pravděpodobnost jejího dosažení. Následně se stanoví očekávané hodnoty budoucího zisku ( $EV_v$ ) pro jednotlivé varianty jako

$$EV_v = \sum_{s=1}^n (\pi_{vs} * p_s), \quad (3)$$

kde  $\pi_{v,s}$  představuje předpokládaný zisk jednotlivé varianty  $v$  a stavu světa  $s$  a  $p_s$  je pak pravděpodobnost, se kterou nastane daný stav světa (Heij, 2004; Fotr et al., 2003).

### Hurwitzovo pravidlo

Tento přístup je postaven na předpokladu kombinace nejvýnosnější a nejméně výnosné varianty spolu s různým budoucím očekáváním. Pro každou variantu je nutno určit nejvyšší a nejnižší hodnotu očekávané hodnoty ( $EV$ ). Následně se určí  $EV_v$  jako součet těchto hodnot násobených zvolenou pravděpodobností.

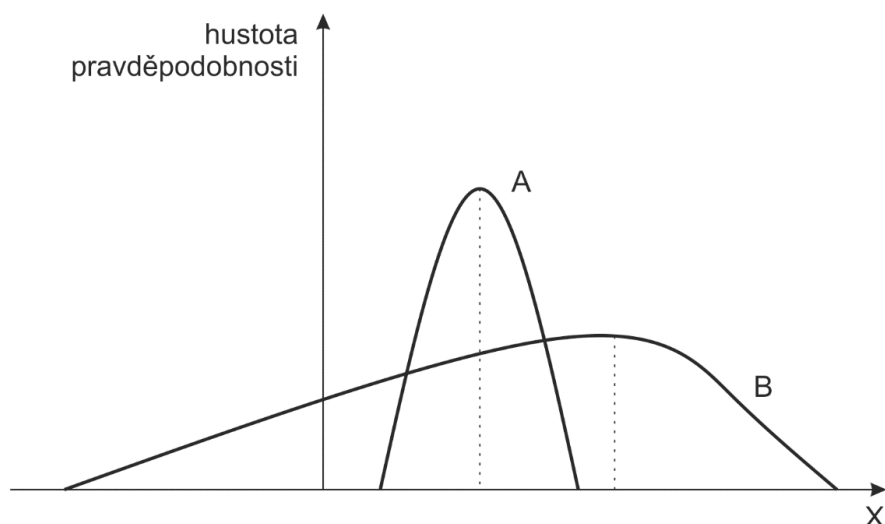
### Savageovo kritérium

Tento přístup vychází ze ztrát, které mohou nastat tím, že volba varianty nebyla optimální vzhledem k rizikové situaci, která po této volbě nastala. Pro jednoduché určení ztrát je sestavována tzv. matice ztrát, která obsahuje maximální ztrátu z rizikové situace.

### **Rozhodování za rizika**

V případě rozhodování za rizika lze využít dva základní přístupy. Jedná se o pravidlo očekávaného užítku a o pravidlo očekávané hodnoty. Dále jsou prezentovány přístupy maximalizující očekávanou hodnotu. Jedná se například o Bayesovo pravidlo, které pro volbu optimální varianty vybírá tu, jež má nejvyšší střední hodnotu sledovaného kritéria. Důležitým předpokladem, který značně eliminuje použitelnost tohoto pravidla v praxi, je, že všechny varianty mají stejné pravděpodobnostní rozdělení. Nereflektuje také postoj k riziku rozhodovatele.

Při maximalizaci užítku lze využít například Bernulliho funkci užítku, která vychází z logiky kapitoly prezentující přístup rozhodovatele k riziku. Dále práce popisuje pravidlo střední hodnoty a rozptylu. Tento přístup již bere v potaz i riziko a optimální varianta je tedy taková, která má nejvyšší střední hodnotu a zároveň nižší rozptyl – jako ukazatel rizika. Pokud lze toto jednoznačně určit, pak není problém stanovit optimální variantu. Problém, který logicky může nastat (a v praxi pochopitelně často nastává), je ten, že jedna varianta má vyšší střední hodnotu a druhá nižší střední hodnotu, ale také nižší rozptyl. Pro názornost je taková situace prezentována na obrázku 5, kde  $x$  označuje náhodnou veličinu, například očekávanou velikost nákladů.



**Obrázek 5** Pravidlo střední hodnoty a rozptylu

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 5 je patrné, že varianta A, která má nižší střední hodnotu, má také nižší rozptyl svých hodnot kolem této hodnoty. Oproti tomu varianta B přináší sice vyšší střední hodnotu, ale mnohem vyšší rozptyl. Což je základní situace, která odpovídá řadě rozhodovacích procesů, při které je třeba zvolit vhodný kompromis mezi rizikem a očekávaným užitek (střední hodnotou).

V takové situaci je vhodné použít pro rozhodování výhod variačního koeficientu. Jedná se vlastně o poměr střední hodnoty k riziku jednotlivých variant, mezi kterými rozhodovatel volí. Jedná se svou podstatou o pravidlo střední hodnoty a variačního koeficientu. Na základě východisek z tohoto pravidla jsou také analyzovány jednotlivé varianty v aplikační části disertační práce a to i přes to, že se nejedná přímo o rozhodování za rizika.

K dalším přístupům se řadí tzv. pravidla stochastické dominance. Tato pravidla se uplatňují v momentě, kdy není vhodné využít variačního koeficientu, a svým postupem respektují celé pravděpodobnostní rozdělení, nikoli pouze jeho významné charakteristiky (Slywotzky a Drzik, 2005).

### 1.1.5 Přístupy k měření rizika

Tato disertační práce předpokládá pouze číselné charakteristiky rizika<sup>4</sup>. Jako základní charakteristiky se uvádějí (Aven, 2008; Savage, 2009; Fotr a Hnilica, 2014):

- ukazatelé vycházející z pravděpodobnosti,

<sup>4</sup> Kromě číselných charakteristik lze využít také například rizikové matice nebo slovní hodnocení.

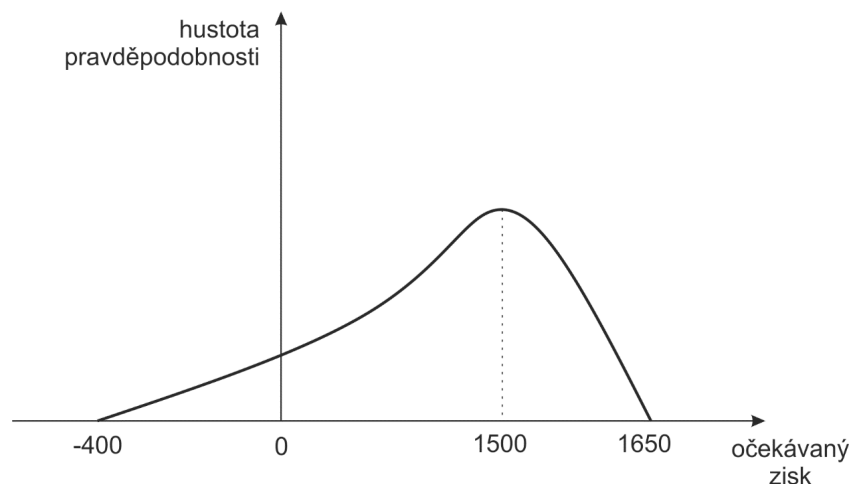


- statistické charakteristiky,
- ukazatelé typu at-risk.

V následujících subkapitolách budou tyto skupiny ukazatelů charakterizovány podrobněji.

### **Pravděpodobnostní ukazatelé**

Skupina pravděpodobnostních ukazatelů je reprezentována daným rozdělením vždy s patřičnou hodnotou sledované veličiny. Důležitá je právě znalost takového rozdělení. Současné přístupy často používají pro zjištění této pravděpodobnosti výpočetní technologie. Zpravidla se jedná o softwary, které na základě zadaných hodnot aproximují k nejbližšímu rozdělení (podobný přístup je také využit v aplikační části). Další využívanou variantou je také simulace metodou Monte Carlo, která je popsána v samostatné kapitole a zaujímá výrazné místo v řešení daného problému v celé disertační práci. Graficky může takto chápané riziko být znázorněno do tzv. profilu rizika, někdy také označované jako riziková křivka (Fotr a Hnilica, 2014). Ukázka je uvedena na obrázku 6.



**Obrázek 6 Rozdělení pravděpodobnosti, riziko**

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 6 vyplývá, že z takto nastaveného rozdělení náhodné veličiny, kterou zde reprezentuje očekávaný zisk, může dosahovat minimálně ztráty ve velikosti 400 a maximální očekávaná hodnota je 1650. Nejpravděpodobnější je pak dosáhnoutí zisku ve velikosti 1500. Toto spojité rozdělení náhodné veličiny je v disertační práci frekventovaně používáno právě k určení očekávané vstupní veličiny modelu (jako mohou být například tržby nebo náklady).

## Statistické charakteristiky

Ze statistických charakteristik se nejčastěji používá rozptyl, směrodatná odchylka a variační koeficient. Obecně se jedná svou podstatou o charakteristiku, která určuje, jak jsou pravděpodobné hodnoty rozptýleny od neočekávanější hodnoty. V disertační práci je používán pro stanovení rizika jednak rozptyl, jehož hodnotu je možné získat jako (4), a také variační koeficient, jehož výpočet je uveden v rovnici (5).

$$DX = \sum_{i=1}^n (x_i - EX)^2 * p_i, \quad (4)$$

kde  $x_i$  je daná náhodná veličina se střední hodnotou  $EX$  a  $p$  představuje svým principem váhy, které znázorňují pravděpodobnost výskytu těchto odchylek.

$$\text{var} = \frac{\sigma}{EX} \quad (5)$$

kde  $\sigma$  představuje směrodatnou odchylku (druhá odmocnina z rozptylu) a  $EX$  je očekávaná střední hodnota veličiny. Variační koeficient tedy znázorňuje velikost rizika připadajícího na jednotku střední hodnoty (Fotr a Hnilica, 2014). Důvodem volby právě této charakteristiky (ve výstupním modelu disertační práce) je skutečnost, že jednotlivá kritéria, jejichž rizikovost model určuje, mohou zaznamenávat výrazně rozdílné střední hodnoty a nebylo by tedy zcela správné použít čistě rozptyl nebo směrodatnou odchylku pro stanovení rizika (i když v některých případových studiích v příloze disertační práce je tento postup využit).

Kromě těchto základních charakteristik lze také použít koeficienty šikmosti a špičatosti. Šikmost vyjadřuje, jak jsou hodnoty rozloženy kolem střední hodnoty – zda je toto rozložení souměrné nebo zda je na jednu či druhou stranu více vychýlené. Obecně se tyto hodnoty odvíjejí od vztahu mezi aritmetickým průměrem, mediánem a modem. Jsou rozlišeny tři základní situace

- záporné zešikmení ( $\bar{x} < \tilde{x} < \hat{x}$ ),
- symetrické rozdělení ( $\bar{x} = \tilde{x} = \hat{x}$ ),
- kladné zešikmení ( $\bar{x} > \tilde{x} > \hat{x}$ ).

Pro účely této disertační práce je koeficient šikmosti stanoven jako

$$\gamma_1 = \frac{E(X - EX)^3}{\sigma^3}. \quad (6)$$

Koeficient špičatosti vyjadřuje míru rozložení hodnot kolem středu. Za předpokladu, že standardem je normální rozdělení, tak pro něj je koeficient špičatosti roven nule. Při použití rozdělení normálního, představuje špičatější rozdělení větší pravděpodobnost výskytu hodnot blízkých střední hodnotě. Koeficient špičatosti je v práci stanoven dle vztahu (7) jako

$$\gamma_2 = \frac{E(X - EX)^4}{(\sqrt{\sigma})^2} - 3. \quad (7)$$

### **At-Risk**

Zvláštní kategorii pak tvoří ukazatelé hodnot kritérií překročené se zvolenou pravděpodobností, jedná se o tzv. *at-risk* kritéria. Nejčastěji používaným a interpretovaným je *Value-at-Risk* (*VaR*), ale lze se setkat s celou řadou dalších (*Profit-at-Risk*, *Earnings-at-Risk*, *Cash Flow-at-Risk*, atp.) (Street, 2010). Zpravidla se používá k analýze rizika (Aven, 2008 a Periera et al., 2014). K použití ukazatele *VaR* dostačují základní statistické charakteristiky v podobě střední hodnoty, rozptylu, směrodatné odchylky a variačního koeficientu. Charakteristika *VaR* je stanovena v absolutním vyjádření nebo v relativním vyjádření. Obecný postup výpočtu je

$$VaR = \frac{V * dV}{dp * \sigma * CF}, \quad (8)$$

kde  $V$  je hodnota rizikové expozice,  $dV/dp$  faktorová citlivost,  $\sigma$  představuje rozptyl a  $CF$  koeficient statistické spolehlivosti odhadu.

V absolutním vyjádření se jedná o hodnotu, která bude překročena s určitou pravděpodobností – jedná se tedy vlastně o daný percentil rozdělení (typicky se používá pětiprocentní kvantil). Pro lepší interpretaci se pak určují horní a dolní meze. V relativním vyjádření je hodnota stanovena jako

$$VaR(r) = \frac{VaR}{mean}. \quad (9)$$

Jedná se tedy o podíl *VaR* a střední hodnoty (*mean*) dané veličiny (například očekávaného zisku). Ukazatelé typu *at-risk* představují skupinu, která je stále častěji při analýze rizika používána. I když původně své uplatnění nacházela spíše v oblasti financí, našla si cestu i do manažerského rozhodování.

Zmíněné přístupy k měření rizika jsou často využívány pro různé analýzy. Výhodou je jednoznačná kvantifikace, která je vhodná pro různé komparace, jež využívá i disertační

práce. Jistou nevýhodou takto stanoveného rizika je skutečnost, že neobsahuje zdaleka veškerá rizika, která v sobě rozhodovací proces spojuje.

### 1.1.6 Modelové riziko

Problém modelového rizika bývá často spojován pouze s modely, na jejichž základě se ve finančních oborech oceňují jednotlivá aktiva. Obecnější definice uvádí rizika, která jsou spojena s používáním libovolného modelu v ekonomické praxi. Sem lze zařadit i modely, na jejichž základě se tvoří rozhodovací procesy (Toshiyasu a Toshinao, 2000; Rebonato, 2008). Jedná se v podstatě o změření závislosti modelu na jeho vstupních datech. V disertační práci je tento přístup počítán na základě citlivosti daného modelu na výstupní hodnoty rozhodovacího procesu, a to za následujících východisek. Svoji podstatou je hledáno procento, o které je nutné změnit vstupní veličinu tak, aby byla vybrána jiná než optimální (kompromisní) varianta. Zároveň práce předpokládá, že je možné na základě vybraného modelového přístupu zvolit jinou než optimální (kompromisní) variantu. Svým charakterem se jedná o jednofaktorovou analýzu citlivosti. Tu řeší například Vose (viz Vose, 2000) jako posouzení významnosti negativního dopadu jednotlivých hledisek s kvantifikovanou pravděpodobností.

I když je modelové riziko v rozhodovacích procesech jako takových stále v pozadí řešených problémů, představuje poměrně snadno uchopitelný nástroj k analýze rizikovosti celého rozhodovacího procesu. I to je důvod, proč se jedna z dílčích částí disertace zaměřuje právě na tento problém.

## 1.2 Teorie hospodářského cyklu

Teorie hospodářského cyklu zkoumá krátkodobé výchylky ekonomiky od jejího potenciálního produktu. Teoretické přístupy k hospodářským cyklům lze rozdělit na základě několika charakteristik. Pro potřeby této práce bude vycházet z rozdělení do dvou základních skupin. Jedná se o skupinu, která charakterizuje myšlenky hlavního proudu a o skupinu názorů alternativních.

Mezi hlavní myšlenkové proudy lze zařadit přístupy, které za příčinu hospodářského cyklu považují monetární výkyvy v čele s centrální bankou. Tento přístup je v současné době relativně hodně diskutovaný a vzhledem k povaze hospodářských politik vyspělých ekonomik se dá předpokládat, že také bude nabývat na aktuálnosti (Niemczyk, 2009; Gunawan, 2010).

Dalším přístupem je například teorie reálných ekonomických cyklů, která předpokládá, že cyklický vývoj hospodářství je způsoben zejména reálnými faktory, jako je například technologický pokrok (Holman, 2005). Případně do této kapitoly lze zařadit i přístup tradiční keynesiánské teorie, která spojuje příčiny hospodářského cyklu s klesajícím mezním sklonem ke spotřebě, který ovlivňuje agregátní poptávku, jež determinuje národní důchod a potažmo i stav zaměstnanosti jako hlavní prvek ekonomické soustavy veličin (Mankiw, 1999; Holman, 2005; Vlček, 2009).

Výše popsané přístupy k problematice hospodářských cyklů představují jen dílčí výčet těch klíčových, které reprezentují skupinu označovanou v práci jako myšlenky hlavního proudu. Vzhledem ke skutečnosti, že se disertační práce zaměřuje více na myšlenky alternativní, bude se nyní věnovat právě jim. Alternativní přístupy k teorii hospodářského cyklu totiž představují mnohem méně diskutované problémy, které ovšem mohou přinášet univerzálnější a reálnější pohled na ekonomiku jako takovou než myšlenky v soudobé ekonomické teorii považované za přínosnější.

Dále jsou prezentovány alternativní přístupy školy reálného hospodářského cyklu v čele s Kydlandem a Prescottem. F. Kydland a E. Prescott vytvořili hypotézu, která je známá pod názvem časová nekonzistence politiky a byla uveřejněna v roce 1977 (Kydland a Prescott, 1977; Tabellini, 2005). Celý problém hospodářského cyklu spatřují v následující anabázi. V momentě, kdy centrální banka vyhlásí, že se bude orientovat na dosahování například 3% inflace, tak lidé na základě tohoto předpokladu zabudují 3% inflaci do svých očekávání a vytvoří si určité plány. Pokud se centrální banka zachová tak, že inflace bude skutečně na 3 %, lidé nemusí své plány měnit. Problém nastane v momentě, kdy centrální banka prosadí expanzivnější měnovou politiku, která povede ke zvýšení inflace např. na 5 %. Lidé, kteří vytvořili své dlouhodobé plány, zjistí, že se zmýlili, a že tyto plány nepracují správně. Přemění tedy své plány v souladu s 5% inflací. Tato nepříznivá situace v ekonomice způsobí to, že lidé ztratí důvěru v centrální banku, což je ale nežádoucí pro hospodářskou politiku. Autoři teorie tedy obhajovali takovou hospodářskou politiku, která by měla formu dlouhodobého pravidla, které není krátkodobě měněno. Nakonec byl jejich požadavek postaven na tom předpokladu, aby centrální banka byla postavena nezávisle na vládě. Tento požadavek byl obhajován tím, že nezávislá centrální banka nebude podléhat krátkodobým tlakům ze strany vlády, aby měnila úrokovou sazbu, a nezávislost má centrální bance umožnit, aby formulovala dlouhodobý cíl, který by nebyl krátkodobě ohrožen změnou (Holman, 2005).

Dále je představen přístup F. A. Hayeka a jeho spojení Misesovy teorie peněz a úvěru s Boehm-Bawerkovou teorií kapitálu, ve které jsou zároveň používány oklikové metody výroby a jejich dopad na hospodářské cykly. Přístup kritizuje J. M. Keynes (Ramirez, 1990), a tím stojí na pomyslném opačném konci myšlenek ekonomické teorie (Holman, 2005; Mises 2006; Hayek, 1994).

Další alternativní teorií hospodářského cyklu je přístup J. A. Schumpetera, který nahlíží na celý problém skrze inovační proces. Hospodářské cykly jsou zde spojeny s inovačními vlnami, které jsou po svém vyčerpání doprovázeny poklesem reálné produkce (Holman, 2005; Schumpeter, 2004 a 1987). Dílčím cílem disertace je kvantifikace těchto poznatků a jejich použití v celkovém výstupním modelu. Disertační práce se na přístup J. A. Schumpetera z teoretického úhlu pohledu zaměřuje více do detailu v následující subkapitole.

### 1.2.1 Přístup J. A. Schumpetera

Schumpeterova teorie hospodářského cyklu spolu s teorií podnikatele, která je úzce spojena s celou problematikou, je představena v knize *Teorie hospodářského vývoje: analýza podnikatelského zisku, kapitálu, úvěru, úroku a kapitalistického cyklu*. I když se jedná o teorii, která nepatří k myšlenkám hlavního proudu, stává se předmětem zkoumání i v dnešní době. Bližší analýzu problematiky zkoumá Simon Kuznets (Kuznets, 1940) v článku *Schumpeter's Business Cycles*, metodiku spojenou s inovacemi pak používá Tom Nicholas (Nicholas, 2003).

#### **Teorie podnikatele**

Pro důkladné pochopení problematiky hospodářského cyklu a krizí tak, jak na ně nahlížel Schumpeter, je nejprve třeba zaměřit se na postavení podnikatele a podnikatelského zisku v podmínkách této teorie. Schumpeter spatřoval hlavní roli podnikatele v tom, že jako inovátor vstupuje do fungování trhu a zároveň se stává hlavním hybatelem ekonomického procesu. Nejen že podnikatel vyplňuje svým podnikatelským záměrem mezeru na trhu, ale zároveň svojí inovací rozhýbává proces vývoje a nárůstu zájmu o dané odvětví. Velice intenzivně pracuje s pojmem inovace, pod kterým rozumí zavedení něčeho nového do ekonomického systému. Rozlišuje pět základních případů inovace (Schumpeter 1987; Kuznets, 1940), které práce kvantifikuje – ty jsou představeny v kapitole 3.1.

Schumpeter dále tvrdí, že zisk je plodem inovací. Jakmile se některému podnikateli podaří uvést určitou inovaci, tak v podstatě nemá žádnou konkurenci, protože ostatní podnikatelé jeho zavedenou činnost ještě neznají. Lze tvrdit, že se přibližuje, do určité doby, tržní

strukturu monopolu a inkasuje tzv. podnikatelský zisk. Ten ale není věčný a podnikatelova inovace je postupem času imitována. Samozřejmě záleží na tom, jak kvalitně je daná inovace chráněna patentem a patentním zákonem a také záleží na tom, jak rychle jsou schopni ostatní podnikatelé využít potenciální mezery na trhu a vyplnit ji, aby dosáhli také svého dodatečného podnikatelského zisku. Tento zisk se ale bude stále zmenšovat až do té doby, kdy bude nulový a celková výhoda prvního bude vyčerpána (Schumpeter, 1987 a Holman, 2005). Schumpeter nespojuje podnikatelský zisk s tržní nerovnováhou, tvrdí, že pokud podnikatel provede inovaci, tak tím nevyvolá tržní nerovnováhu. Tímto se odlišuje od neoklasického přístupu (Holman, 2005). Na ekonomický proces nenahlíží jako na proces přizpůsobování s cílem dosáhnout rovnováhy.

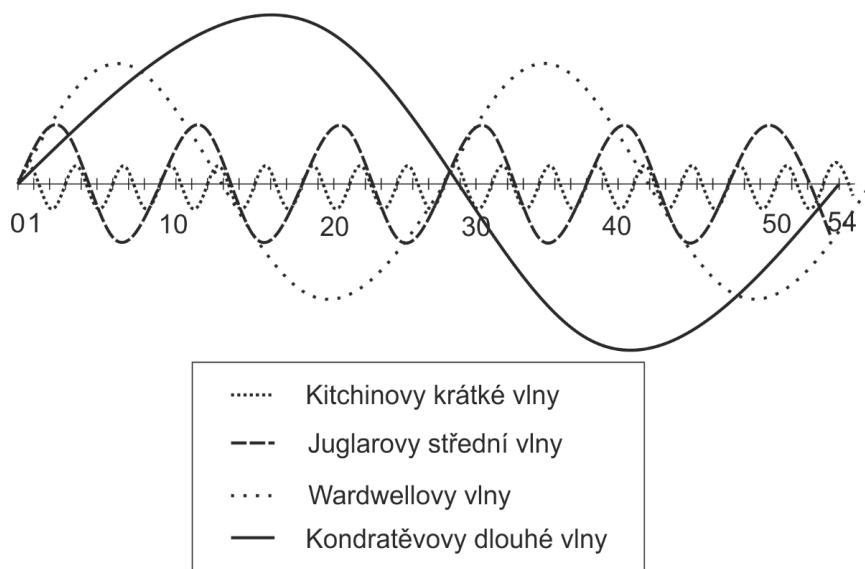
Pojem podnikatelského zisku, tak jak s ním pracuje Schumpeter, je třeba odlišit od pojmů účetního i ekonomického zisku. Ekonomický zisk označuje rozdíl mezi celkovými příjmy a ekonomickými náklady, které jsou součtem nákladů explicitních a nákladů implicitních. Kdežto účetní zisk pracuje pouze s náklady explicitními (Kraft et al., 2011). Schumpeterovo pojetí zisku je blíže zisku účetnímu, ale vykazuje i prvky, které svým charakterem souvisí s náklady obětovanými příležitostmi.

### **Teorie hospodářského cyklu**

Schumpeterova teorie podnikatele se stala východiskem pro jeho teorii hospodářského cyklu. Opět operuje s pojmem inovace, který zároveň používá v kontextu hospodářských cyklů, jež připodobňuje k inovačním vlnám. Rozlišuje několik řádů těchto vln, které mají rozdílný charakter a jsou pojmenovány dle ekonomů, kteří je jako první sledovali. Jedná se o následující:

- Kondratěvovy dlouhé vlny,
- Wardwellovy vlny,
- Juglarovy střední vlny,
- Kitchinovy krátké vlny.

Průběh jednotlivých typů vln je zachycen v čase na následujícím obrázku 7.



**Obrázek 7 Inovační vlny**

Zdroj: vlastní zpracování

Jednotlivé prezentované inovační vlny se liší jednak svou délkou a také charakterem vzniku. Nejkratší délku mají Kitchinovy krátké vlny, u kterých je možné zaznamenat periodicitu cca 4 roky. Juglarovy střední vlny jsou spojeny s investicemi resp. krizemi, které s tímto souvisí. Z pohledu makroekonomického je tento cyklus postaven na existenci šoků ze strany nabídky i poptávky. Délka jednoho cyklu se pohybuje v rozmezí 7 až 11 let. Wardwelloy vlny jsou spojeny s délkou cca 25 let a nejdelší Kondratěvy vlny se opakují průměrně v cyklu 54 let a jsou spojeny s revolučními vynálezy, které ovlivňují ekonomiku.

Disertační práce se zaměřuje především na Juglarovy cykly, které jsou označované též jako Labroussovy cykly<sup>5</sup>. Svým charakterem se jedná o střednědobé cykly, které jsou spojeny s investicemi do fixního kapitálu. Expanze hospodářského cyklu začíná v tom momentě, kdy inovátor uvede do ekonomiky soubor inovací, které tím dávají impuls hospodářskému růstu. Zároveň tím jsou podpořeny investice do daného odvětví. Dalším doprovodným jevem je tedy úvěrová expanze. Vlna nových inovací se ale po určitém čase vyčerpá a všechny prvotní znaky se postupně vytrácejí. V některých případech dochází k hospodářské recesi. Některé inovační vlny mohou vyvolat vlnu investičních aktivit, které ale nejsou podpořeny skutečným rozvojem, ale pouze inovační vlnou. Některé tyto investice se stanou špatnými a ukazují se na trhu jako nadbytečné. Inovace totiž nemají charakter plynulého toku, ale nárazových vln, a proto je hospodářský vývoj na základě těchto vln rozdílně dlouhý. Schumpeterova teorie je tedy teorií reálného cyklu, nikoli monetární teorií a tím se přibližuje spíše Casselově teorii než

<sup>5</sup> Někdy se označují také jako průmyslové, obchodní, konjunkturální či investiční cykly.



teoriím Hayeka či Misesa (Holman, 2005; Mises, 2006). Důležité je zmínit, že Schumpeter považuje každý inovační cyklus a každou inovační vlnu za jedinečnou.

### 1.3 Problém pána a správce

Další atribut, který je spojen se zaměřením disertační práce, je problém morálního hazardu jako projevu asymetrie informací. Konkrétně se pak jedná o delegační problém neboli o vztah pána a správce<sup>6</sup> (Kraft et al., 2011). Jedná se vlastně o reakci teorie na oddělení vlastnictví od řízení. Tento vztah popisuje Reetz za dvou základních předpokladů: *hidden action a hidden knowledge* (Reetz, 2001). V případě *hidden knowledge* pán (majitel) není schopen rozpoznat angažovanost jednotlivých najímaných správců (manažerů). V situaci *hidden action* je výsledek snažení správců ovlivněn náhodnými okolnostmi. Majitel neumí kvůli informační asymetrii odlišit vliv okolností a pracovního nasazení jednotlivých manažerů (Reetz, 2001). Jiným přístupem je například analýza dle dr. Wu (Wu, 2012), který řeší rozhodování najímaných správců více pány v prostředí mezinárodních společných podniků. Tento přístup je bližší zkoumanému problému, a proto bude dále podroben hlubšímu rozboru. Wu sestavuje model, který zobrazuje, jak se rozhoduje správce ve vztahu k pány. Tedy vztah z obráceného úhlu pohledu, než tomu je v analýze prof. Reetze.

#### 1.3.1 Model dr. Wu

Následující text přibližuje situaci, kdy jeden správce je najímán více pány. Typicky se jedná o případ spojování mezinárodních korporací, případně o vytváření nového právního subjektu. Model předpokládá dva investory ve formě majitelů (pánů), kteří najímají jednoho správce. Jeden investor je z domácí země (označen jako  $H$ ) a druhý je ze zahraničí ( $F$ ). Jejich rozpočty, se kterými pracují, jsou  $\bar{h}$  a  $\bar{f}$ , přičemž platí, že jejich investice do společného podniku je ve velikosti  $h$  a  $f$ . Investice je vždy menší než rozpočet a zároveň není předpokládána nulová investiční varianta. Pro domácího investora tedy platí, že

$$0 < h < \bar{h} . \quad (10)$$

Analogicky lze totéž předpokládat pro investora zahraničního. Všechny zúčastněné osoby vědí, že společný podnik má omezenou životnost, která je předem známa (jedná se o Joint Venture). Správce společného podniku ( $M$ ) alokuje investice mezi dva druhy aktiv, kterými jsou zaprvé neurčité nebo nehmotné statky, kdy hlavní vlastností je, že jsou nepřevoditelné

---

<sup>6</sup> Řada autorů používá pojmu „problém principál-agent“. Svým charakterem se ovšem jedná o tentýž problém. V rámci zachování jednotné terminologie budeme dále v práci používat výhradně termín problému pána a správce.

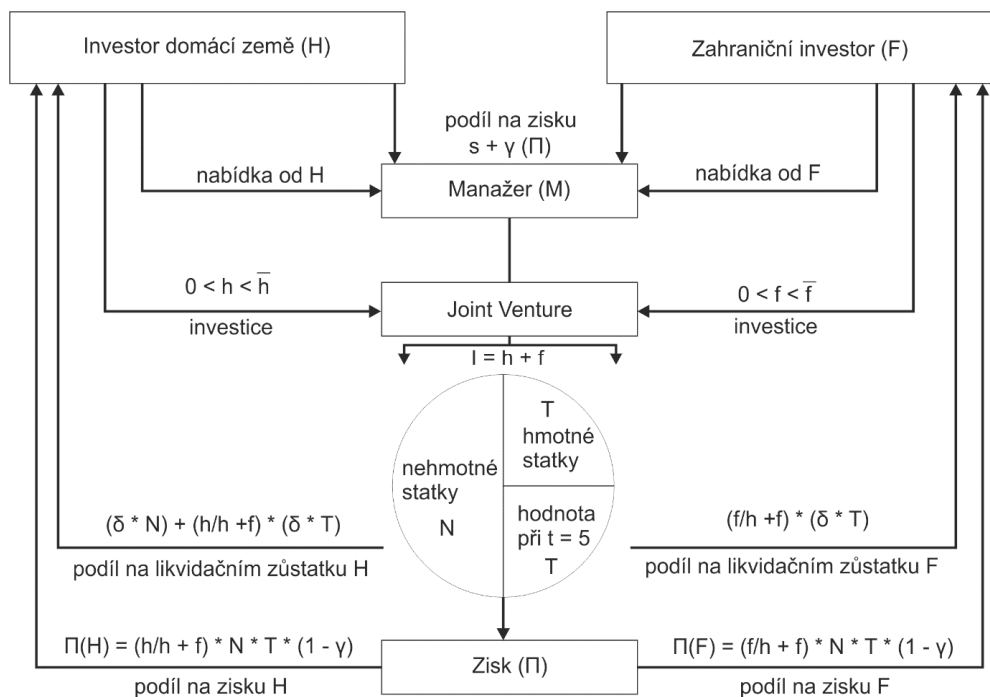
( $N$ ; například proškolení), a zadruhé hmotné statky ( $T$ ). Investice je sestavena pouze ze zdrojů investorů, jak naznačuje (11).

$$I(N, T) = h + f \quad (II)$$

Důležitý předpoklad zároveň je, že statek  $T$  je, oproti statku  $N$ , zaznamenán v rozvaze společnosti a po zániku společnosti tedy rozdělen mezi investory. Dále jsou zde definována jednotlivá časová období, ve kterých se manažer a investoři rozhodují, ta jsou následující:

- $t = 1$  ( $H$  a  $F$  investor nabídnou správci  $M$  budoucí transfer ve formě pobídky a provedou investice  $h$  a  $f$ ),
- $t = 2$  (Správce alokuje investice  $I = h + f$  mezi aktiva  $N$  a  $T$ ),
- $t = 3$  (Společnost generuje zisk, který je rozdělen zúčastněným stranám; správce získává pevně stanovenou mzdu označenou jako  $s$  a podíl na zisku značen jako  $\gamma$ ),
- $t = 4$  (Společnost zaniká a likvidační zůstatek je rozdělen mezi  $H$  a  $F$ ; zbývající hodnota je stanovena jako  $\sigma(N + T)$  a označme ji jako podíl na likvidačním zůstatku),
- $t = 5$  (Správce realizuje nabídku – a to vyšší buď od  $H$ , nebo od  $F$ ; nabídkou je zde myšlena jistá implicitní pobídka například ve formě budoucího působení manažera v nové nebo stávající firmě majitele).

Celkový výstup pak zobrazuje obrázek 8.



**Obrázek 8 Rozhodovací proces správce**

Zdroj: vlastní zpracování dle Wu, 2012

Společný podnik je zde předpokládán jako Joint Venture společnost. Podíl na likvidačním zůstatku investora  $H$  je rozšířen o nepřevoditelnou část aktiv, která zůstane po skončení činnosti v Joint Venture. Z tohoto důvodu bude investor  $H$  motivován k provádění vyšších investic než investor  $F$ .

Výstupní rovnováha modelu pak znamená, že investor  $F$  bude chtít investovat více, pokud správce bude alokovat méně, než polovinu celkové investice do aktiv  $N$ . Správce maximalizuje zisk a chová se racionálně, když rozdělí investici stejným podílem na  $N$  a  $T$ . Na základě takto stanovených pravidel je dále výzkum prováděn v mezinárodním prostředí. Investoři následně provedou nabídku na začátku jednání ( $t = 1$ ) a správce jednoduše akceptuje tu vyšší – za předpokladu, že by nebyl ovlivněn jinou situací (například kulturní sympatií), a tím pádem by neměl tendenci vychýlit se z bodu rovnováhy.

Pro účely disertační práce je důležitý metodický přístup k analyzování tohoto problému. Obdobná metodická východiska budou použita také pro analyzování problému pána a správce v rámci rozhodovacího procesu.

V rozhodovacím procesu také hraje roli ta skutečnost, že rozhodovatel (správce) předkládá a prezentuje vlastníkům jednotlivé varianty. V této prezentaci variant může docházet k morálnímu selhání a prezentování vybraných skutečností tak, jak je rozhodovatel sám motivován. Tento problém současná teorie firmy popisuje v manažerské teorii. V následujících subkapitolách jsou pak popsány klíčové přístupy, ze kterých vychází aplikace problému pána a správce na rozhodovací model, který je stěžejním výstupem disertační práce.

### 1.3.2 Baumolův model

Baumolův model chování manažerů je specifický tím, že se zaměřuje na maximalizaci příjmů namísto kompromisního cíle maximalizace zisku. Důvodů této odlišnosti je více. Zejména se uvádí skutečnost, že manažeři mohou být odměňováni dle podílu firmy na trhu, který je svojí podstatou ztotožněn s velikostí tržeb. Podnik, u kterého klesají příjmy, může být méně zajímavý pro investory a hlavně pro distributory, což může znamenat další riziko snižování příjmů v budoucnu. Dalším důvodem proč sledovat růst tržeb, je ten, že při jejich poklesu jsou firmy nuceny také redukovat mzdové náklady, což může vrhat negativní světlo na firmu jako celek, ale především to může znamenat zvýšení možnosti propuštění samotných manažerů či přeřazení na nižší pracovní pozici. Tato skutečnost také souvisí s problémem prestiže<sup>7</sup>, kdy

---

<sup>7</sup> I když prestiž v původním modelu zakomponována není.

oddělení s vyšším počtem zaměstnanců je atraktivnější pro manažera a naopak. Předpokladem tohoto modelu je minimální požadovaný zisk, který je explicitně stanoven.

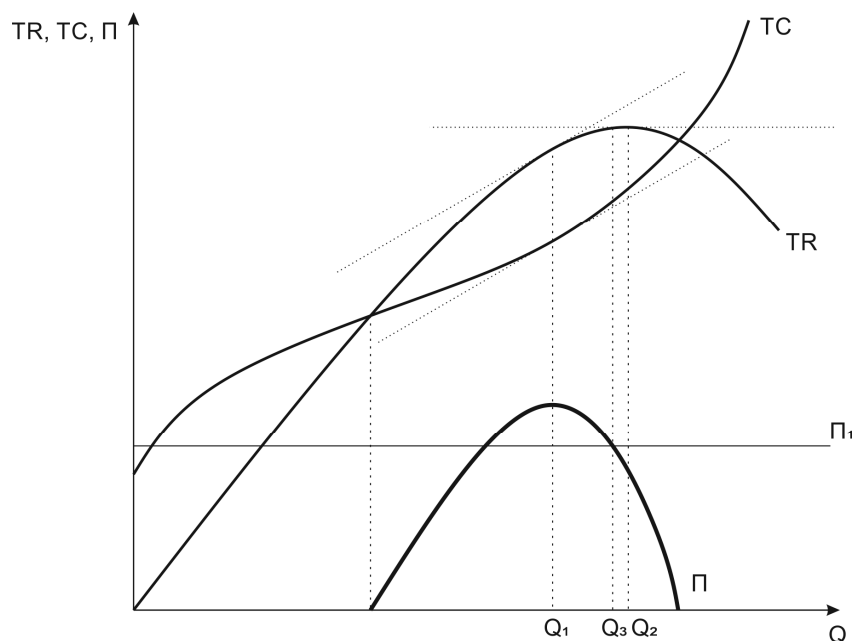
Řešení tohoto přístupu lze aplikovat ve statické, nebo dynamické verzi (Kyer, 1989; Skála 2010). Práce se zaměří pouze na statickou verzi, která svou povahou lépe koresponduje s řešeným problémem. Rozhodovatel tedy maximalizuje celkové příjmy ( $TR$ )

$$TR = P * Q, \quad (12)$$

kde  $P$  je cena a  $Q$  množství, za podmínky  $Q \geq 0$ , která představuje nezápornost výstupu, a  $\pi \geq \pi_0$  jako druhá podmínka, která prezentuje požadovanou minimální úroveň zisku. Druhou podmínku lze pak jednoduše upravit do tvaru  $\pi_0 - (TR - TC) \leq 0$ . Za předpokladu, že skutečný zisk se rovná požadovanému minimálnímu zisku lze model řešit využitím Lagrangeovy funkce, která má tvar

$$L(Q, \lambda) = P * Q + \lambda [(TR - TC) - \pi_0]. \quad (13)$$

Celkové řešení modelu je znázorněno graficky na obrázku 9



**Obrázek 9 Baumolův model**

Zdroj: Skála, 2010

Z grafické interpretace problému je zřejmé, že rozhodovatel se zaměřuje na maximalizaci příjmů. Tomu odpovídá hodnota v bodě  $Q_2$ . Optimální výstup na základě tohoto modelu bude ovšem velikost  $Q_3$ , neboť v předchozím bodě není splněna podmínka minimálního zisku ( $\pi_1$ ).

Velikost produkce  $Q_I$  označuje situaci, při maximalizaci zisku. Je také patrné, že hodnota mezního příjmu i mezních nákladů je v tomto bodě totožná. Východiska tohoto modelu by se mohla implementovat do rozhodovacího procesu jednoduše tím, že rozhodovatel bude preferovat tu variantu, která přináší vyšší celkové příjmy za podmínek zachování minimálního požadovaného zisku. Jedná se v podstatě o preferenční uspořádání jednotlivých variant podle očekávané velikosti celkových tržeb.

### 1.3.3 Williamsonův model

Model E. O. Williamsona (Pošta, 2006; Skála, 2010) pak sestruje manažerskou funkci užitku, která je složena z následujících komponent:

- plat
  - jistota
  - status
  - moc
  - prestiž
  - sociální služba
  - vysoká profesní výkonnost
- } dominance

Komponenty status, moc a prestiž jsou pak vyjádřeny souhrnně jedním pojmem dominance. Položka označená jako sociální služba není dle Williamsona signifikantní, a proto nebude dále do modelu zařazena. Charakter jednotlivých komponent je možné relativně jednoduše kvalitativně ohodnotit, ale vzhledem k povaze řešeného problému je nutné aplikovat matematické nástroje a jednotlivé komponenty nebo skupiny komponent kvantifikovat.

Pro kvantifikaci navrhuje model použít tři ekvivalenty, kterými jsou výdaje na zaměstnance, vedlejší výhody a diskreční zisk. Výdaje na zaměstnance jsou zde chápány v rámci celé firmy anebo v rámci oddělení, které patříčný manažer (pro kterého je sestavována funkce užitku) vede. Výdaje na zaměstnance ( $S$ ) by tak měly prezentovat veškeré komponenty z dominance. Vedlejší výhody ( $M$ ) reprezentují nepeněžitě odměny pro manažery, které představují také důležitý prvek, a to ze dvou základních důvodů. První je ten, že peněžitě odměny zpravidla podléhají zdanění. Nepeněžitě odměny a bonusy pro manažery jsou pak méně patrné pro vlastníky firmy, a tím je jednodušší jejich získání. Posledním ekvivalentem je diskreční zisk, který je definován jako rozdíl mezi skutečným ziskem a požadovaným minimálním ziskem. Ten lze odvodit ze skutečného zisku, který je definován jako

$$\pi_a = TR - TC - S, \quad (14)$$

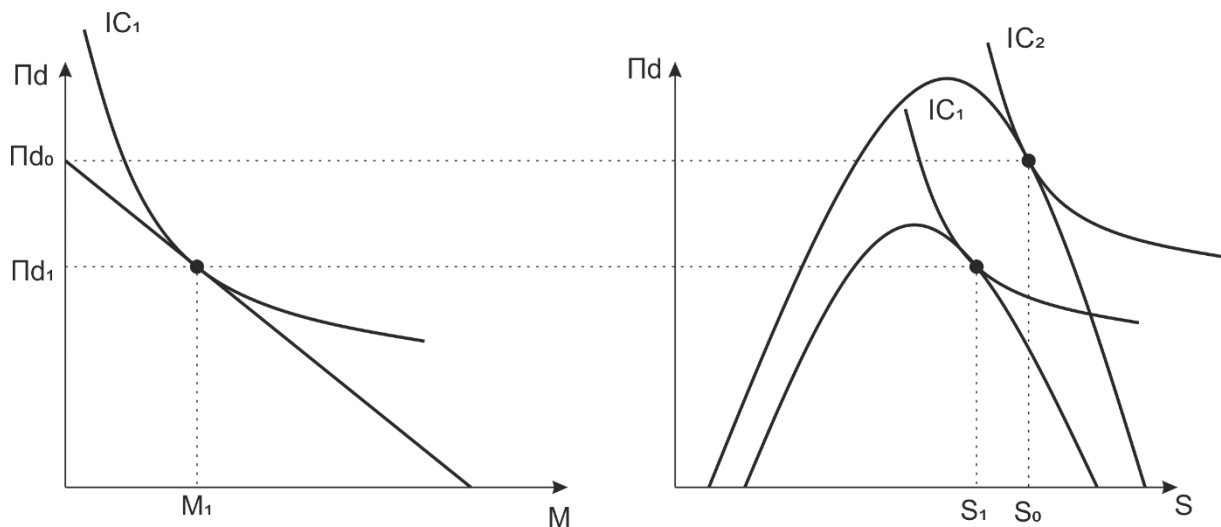
kde  $\pi_a$  představuje hodnotu skutečného zisku,  $TR$  jsou celkové příjmy (resp. výnosy) a  $TC$  celkové náklady. Williamson postupuje v analýze dále a odlišuje skutečný zisk a vykazovaný zisk. Vykazovaný zisk má pak podobu

$$\pi_r = \pi_a - M. \quad (15)$$

Ze vztahů (14) a (15) lze pak již odvodit podobu diskrečního zisku ( $\pi_d$ ) jako

$$\pi_d = \pi_r - \pi_0 - T, \quad (16)$$

kde  $\pi_0$  představuje minimální požadovaný zisk a hodnota  $T$  jsou uvažované daně (autonomní i důchodové). Výstup celého modelu lze pak prezentovat na obrázku 10.



**Obrázek 10 Williamsonův model**

Zdroj: Skála, 2010

Jedná se již o finální model, ve kterém se předpokládají jak výdaje na zaměstnance, tak i vedlejší výhody. Na levém grafu je pak zachycen ve své podstatě model s vedlejšími výhodami. Jedná se o vztah mezi diskrečním ziskem ( $\pi_d$ ) a vedlejšími výhodami manažerů ( $M$ ). Křivka linie rozpočtu představuje možnost manažerů substituovat mezi vedlejšími výhodami a diskrečním ziskem. Preference manažera pak zachycuje indifferenční křivka ( $IC$ ). Výstupem této části modelu je optimální kombinace velikosti diskrečního zisku a vedlejších výhod.

Pravý graf na obrázku 10 představuje model s výdaji na zaměstnance. Graf prezentuje, že Williamson předpokládal růst zisku do určité míry s výdaji na zaměstnance a od určité výše výdajů začínají náklady růst rychleji než příjmy a zisk tedy klesá. Manažerské preference opět

představují indifferenční křivku, která prezentuje optimum ve vyšších výdajích na zaměstnance, než takových, které maximalizují zisk.

Spojením těchto dvou popsaných předpokladů je získán výstup celého modelu, který nejprve prezentuje výchozí situaci, kdy vedlejší výhody manažerů  $M = 0$ , které následně nabývají některé kladné hodnoty ( $M_I$ ), což vede k tomu, že původní výdaje na zaměstnance  $S_0$  klesnou na hodnotu  $S_I$ . Užítková funkce manažera, kterou se snaží maximalizovat, má pak následující podobu

$$U = U(S, M, \pi_r - \pi_0 - T). \quad (17)$$

Podmínka minimálního zisku, za které se užitek maximalizuje, má podobu

$$\pi_r \geq \pi_0 + T. \quad (18)$$

Pokud by byla rovnice (užitek) rozepsána a dále by se předpokládalo, že daň má jak důchodovou (sazba daně  $t$ ), tak svoji autonomní složku  $TA$ , lze získat následující podobu užítkové funkce

$$U = U[S, M, (1-t) * (TR - TC - S - M - TA) - \pi_0]. \quad (19)$$

Řešením za podmínek maximalizace jsou pak parciální derivace podle množství ( $Q$ ), vedlejších výhod ( $M$ ) a výdajů na zaměstnance ( $S$ ) rovny nule (rovnice následující).

$$\frac{\partial TR}{\partial Q} - \frac{\partial TC}{\partial Q} = 0, \quad (20)$$

$$U_1 + (1-t) * U_3 * \frac{\partial TR}{\partial S} - (1-t) * U_3 = 0, \quad (21)$$

$$U_2 - (1-t) * U_3 = 0. \quad (22)$$

Pro problém rozhodovacího procesu, který představuje tato disertační práce, je Williamsonův model důležitý ze dvou hledisek. Prvním z nich je práce s manažerskou funkcí užitku a definováním proměnných, na kterých je závislá. Druhé pak prezentuje práci s vedlejšími (nepeněžitými) výhodami manažerů, které jsou do celé funkce užitku, jež je využita jako dílčí výstup disertační práce, rovněž začleněny. Na základě tohoto modelu je pak v následujících kapitolách definována funkce užitku manažera ( $TMU$ ), se kterou bude ve výstupním modelu celé práce počítáno.

### 1.3.4 Marrisův model

Podobně jako Williamsonův, také Marrisův model předpokládá manažerskou funkci užítku. Tato funkce je ovšem oproti předchozímu přístupu postavena na růstu firmy a jistotě setrvání ve firmě.

Růst firmy je zde zakomponován z důvodu silné korelace růstu firmy s třemi proměnnými, které manažer dále sleduje – těmi jsou plat, status a moc. Tento přístup vychází ze tří základních skupin motivací, které jsou pro tento model důležité a vysvětlují výše zmíněné proměnné. Jedná se o přístup psychologický, sociologický a o přístup postavený na mikroekonomické teorii (Pošta, 2006). Všechny tyto přístupy svojí vzájemnou implementací do modelu podávají interdisciplinární pohled na danou problematiku, a tím je celý model také variabilnější.

Problém jistoty je také spojen s růstem firmy jako takovým. Pokud by firma rostla rychleji, než je odvětvový průměr, mohlo by dojít k jejímu přehřátí a budoucí krizi, na straně druhé růst firmy nesmí být příliš malý ze dvou důvodů. Jedním je atraktivita firmy pro investory a druhým je dlouhodobé kvalitní fungování firmy, které s růstem souvisí (dle předpokladu modelu). Jako klíčové pojmy proto budou detailněji analyzovány následující veličiny:

- vyvážený růst firmy,
- maximální míra růstu firmy,
- hodnota firmy.

Vzhledem k faktu, že na problematiku se lze zaměřit pohledem buď skrze vyvážený růst firmy, nebo na základě maximální míry růstu firmy a její hodnoty, bude věnována pozornost pouze druhému přístupu a to z důvodu jeho jednodušší aplikovatelnosti do problémů, který řeší tato práce (Pošta, 2006). Aby mohl být tento druhý přístup analyzován a především kvantifikován, je třeba uvést základní vstupy, se kterými model pracuje.

První komponentou modelu je velikost firmy ( $K$ ), která je definována jako účetní hodnota reálných aktiv včetně peněžních prostředků podniku. Další představuje náklady na růst. K těmto nákladům patří náklady investiční ( $I$ ), organizační náklady spojené s expanzí a náklady na vývoj trhu (souhrnně označovány jako  $C$  – náklady trvalého růstu). Základní zisk ( $\pi_0$ ) je hrubý zisk ponížen o hodnotu odpisů hmotných aktiv. Další ziskovou položkou je tzv. vykazovaný zisk ( $\pi$ ). Mezi těmito druhy zisku platí následující vztah

$$\pi = \pi_0 - C. \quad (23)$$



Ze vztahu (23) je patrné, že pokud firma neexpanduje (a její náklady trvalého růstu jsou tedy nulové), tak se vykazovaný zisk rovná základnímu zisku. Důležitým prvkem tohoto modelu je míra růstu firmy ( $g$ ). Ta je definována za pomoci následujícího vztahu, kde  $K$  označuje velikost firmy.

$$g = \frac{I}{K}. \quad (24)$$

Tím je definována problematika růstu firmy. V následující části této subkapitoly se práce zaměří na problém hodnoty firmy. Marris předpokládá pro tvorbu svého modelu práci pouze s akciovou společností, jejíž akcie jsou veřejně obchodovatelné a vyplácejí dividendy. Tímto předpokladem je ovšem eliminována řada firem. Základním východiskem je zde tržní hodnota akcií. Pokud je žádoucí provádět patřičné komparace jednotlivých firem, je třeba tuto hodnotu upravit. Marris navrhuje provést úpravu v podobě převedení hodnoty akcií na relativní hodnotu jako

$$v = \frac{V}{K}, \quad (25)$$

kde ukazatel  $v$  představuje relativní ukazatel hodnoty firmy a  $V$  je tržní hodnota akcií. Dále jsou představeny veličiny, na jejichž základě je hodnota akcií určena. Model předpokládá, že dividendy porostou konstantní mírou a cena akcií je dána pouze velikostí vyplácené dividendy. Dividendy jsou diskontovány sazbou, která je stanovena jako základní úroková míra dlouhodobých závazků zvýšena o rizikovou prémii. Zároveň existuje předpoklad, že firma neemituje žádné nové akcie, ani se nemění poměr dlouhodobých závazků k aktivům. Z tohoto předpokladu pak vyplývá, že očekávaná míra růstu dividend se rovná očekávané míře růstu firmy jako celku (Skála, 2010). Dále je také předpokládáno, že existence firmy není omezena. Na základě výše uvedených vztahů je možné tyto definovat pomocí matematického zápisu jako následující rovnice, kde  $V$  je tržní hodnota akcií,  $D$  jsou očekávané dividendy a  $r$  je diskontní sazba<sup>8</sup>

$$V = \frac{D}{r - g}. \quad (26)$$

Úpravou je získáno

$$V = \frac{\pi - K * g}{r - g}. \quad (27)$$

---

<sup>8</sup> Jedná se vlastně svojí podstatou o Gordonův model stanovení hodnoty akcií při nekonečné držbě a konstantní míře růstu dividendy.

Nyní se práce zaměří na ekonomické předpoklady analyzovaného modelu. První z podmínek uvádí, že původní velikost firmy je dána a firma je schopna růst na stabilní úrovni růstu ( $g$ ). Druhá podmínka říká, že firma s nižší mírou růstu ( $g$ ) bude mít vyšší náklady na růst ( $C$ ) než firma s vyšší mírou růstu. Druhý předpoklad je vyjádřen v matematickém zápisu následovně

$$C = -\alpha * g + \beta * g^2, \quad (28)$$

kde parametry rovnice jsou dány v následujících intervalech

$$\alpha \in \{1, 2\},$$

$$\beta \in \langle 10, 50 \rangle.$$

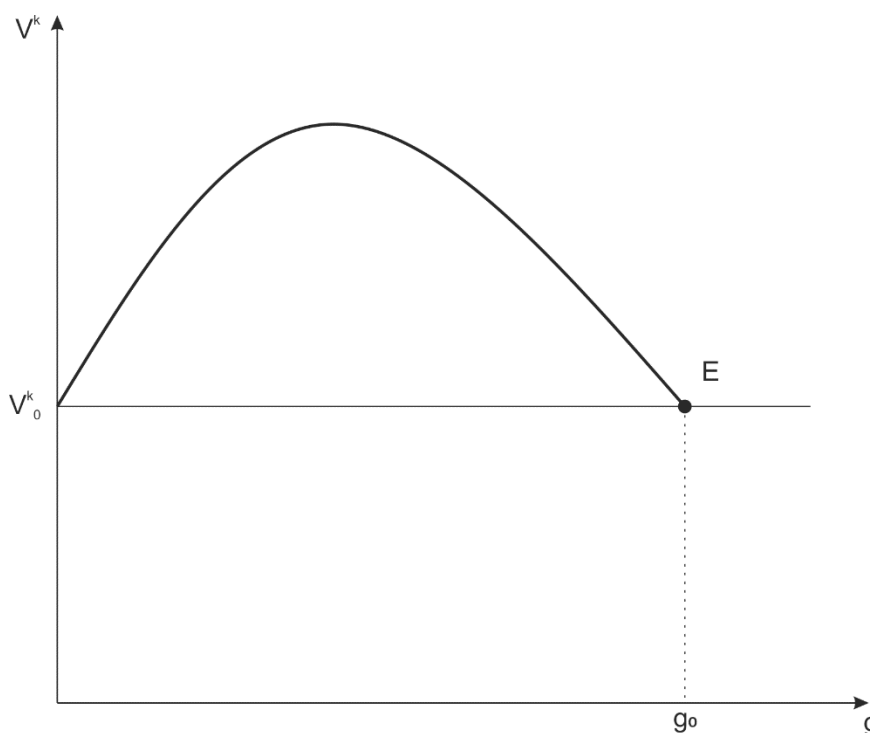
Třetí ekonomická podmínka tohoto modelu říká, že rychlejší růst firmy je rizikovější než pomalejší růst. Což znamená, že diskontní míra ( $r$ ) roste progresivně s růstem firmy. Celý vztah zachycuje rovnice (29)

$$r = i + \gamma * g + \delta * g^2, \quad (29)$$

kde parametry rovnice jsou definovány jako  $\gamma, \delta \in \langle 0, 1 \rangle$ . Na základě výše uvedených vztahů je pak možno určit rovnici relativní hodnoty firmy, a to dle následující rovnice

$$v = \frac{\pi_0 + \alpha * g - \beta * g^2 - g}{i + \gamma * g + \delta * g^2 - g}. \quad (30)$$

Řešení celého modelu je možno provést dvěma způsoby. Jeden z principů vychází z užitkové funkce manažerů. Druhá alternativa, která vede ke stejnému výsledku, je představena na obrázku 11.



**Obrázek 11 Marrisův model**

Zdroj: Pošta, 2006

Je tedy třeba nalézt vztah mezi mírou růstu firmy a relativní hodnotou firmy. Užitek manažerů je tím vyšší, čím je vyšší růst firmy i relativní hodnota firmy. Na základě výše uvedených rovnic je ale zřejmé, že se jedná o konkurenční cíle. Řešení modelu, které je představováno, předpokládá, že manažeři znají minimální bezpečnou relativní hodnotu firmy – tato hodnota je v obrázku 11 znázorněna jako  $V_0^k$ . Marris ve svém modelu předpokládal její velikost na úrovni 0,1. V bodě  $E$ , kde manažeři dosahují nejvyšší možné úrovně růstu firmy při dodržení minimu  $V_0^k$ , je optimum analyzovaného modelu.

### 1.3.5 Navrhované varianty řešení

Několik autorů (Garvey a Milbourn, 2000; Dirian, 2011) doporučuje využít pro odstranění problému pána a správce vazbu odměny manažera na některý hodnotový ukazatel. Typickým zástupcem je například ukazatel přidané ekonomické hodnoty (*EVA*), jehož velikost je stanovena jako

$$EVA = NOPAT - C * WACC, \quad (31)$$

kde *NOPAT* je čistý, provozní výsledek hospodaření, který je ponížěn o velikost kapitálu *C* vynásobenou průměrnými váženými náklady kapitálu *WACC*. Svým charakterem tedy tento ukazatel představuje právě přidanou hodnotu pro majitele i se započítáním nákladů vlastního

kapitálu. Tím motivuje manažery nejen k maximalizaci zisku účetního, ale také k maximalizaci zisku ekonomického. Případně se myšlenky opírají o ukazatele kapitálového trhu jako je *P/E ratio*.

V předložené disertační práci není problém pána a správce jako takový řešen, resp. práce nepředkládá návrhy řešení, přesto se však jedná o jeden z důležitých prvků, neboť v dalším textu práce předpokládá existenci tohoto problému a na základě užitkové funkce jej také implementuje do celého vícekriteriálního modelu, který je představen v kapitole 4.

Navrhovaný přístup v disertační práci vychází z výše popsaných současných přístupů k jednotlivým problémům. V dalším textu práce nalézá propojení těchto dílčích komponent v jeden celek a tím přináší rozhodovací model, který je komplexní a spojuje v sobě jak problematiku ekonomiky podniku, tak i ekonomickou teorii.

## 2 Použitá metodika v disertační práci

Jako základní metodické přístupy v teorii rozhodování se uvádějí zejména ty, které budou představeny v následující kapitole (Caruth et al., 2009; Akkermans a Bertrand, 1997; Eldabi et al., 2002; Lui et al., 2014). Primární členění je uvedeno na metody empirické a matematicko-statistické. V rámci empirických metod jsou v práci použity (resp. jako východisko pro další analýzu) zejména některé intuitivní metody, jako je metoda *Delphi* nebo singulární dotazování expertů. Metoda *Delphi* využívá několik skupin expertů, kteří posuzují problém nezávisle na sobě a své výsledky poté předkládají konečnému rozhodovateli. Tato kombinace několika expertů bude také v práci použita s tím, že závěrečné zpracování nebude záviset pouze na rozhodovateli, ale také na předem definovaných pravidlech modelu a postupů při simulaci.

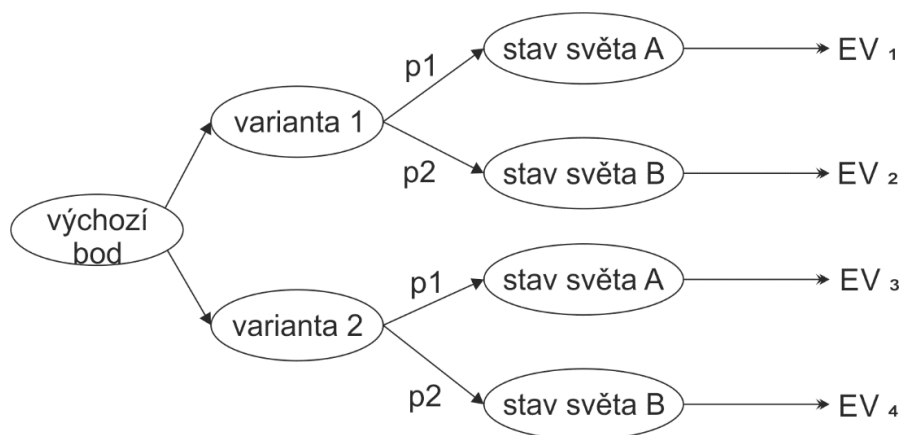
Stěžejní metody použité v disertační práci jsou však z druhé zmíněné kategorie, tedy ze systematicko-analytických metod. Použity jsou pravděpodobnostní stromy, morfologická analýza, regresní analýza, vícekriteriální rozhodování a zejména je tento přístup doplněn o simulace metodou Monte Carlo. Konkrétní přístupy jsou představeny v následujících subkapitolách.

Data, ze kterých disertační práce vychází, jsou jak primárního, tak sekundárního charakteru. Sekundární data jsou použita zejména v analýze z makroekonomického pohledu a primární data jsou použita v aplikační části při sestavování výstupního modelu. Primární data byla sbírána na základě expertních rozhovorů, a to prostřednictvím přímého, řízeného rozhovoru. Veškerá data jsou zpracována výhradně kvantitativními metodami, které jsou popsány v dalších částech této kapitoly.

### 2.1 Monokriteriální rozhodování

Monokriteriální rozhodování je postaveno na vyhodnocení optimální varianty na základě jednoho kritéria. Tímto kritériem může být očekávaný zisk, výsledná redukce nákladů nebo v investičních projektech často používaná hodnota čisté současné hodnoty. Monokriteriální rozhodování je svou podstatou také investiční hodnocení jednotlivých variant projektu. Jedná se o poměrně rozsáhlou problematiku, která není stěžejní náplní řešení této disertační práce, ale v rámci rozhodovacích procesů má zcela jistě stabilní místo, a byla by proto chyba ji na tomto místě nezmínit. V rámci úvah monokriteriálního rozhodování, které v této práci slouží pouze jako prvotní popis problému a nejedná se o stěžejní východiska, bude představena problematika rozhodování, které je svým charakterem postaveno na rozhodovacích stromech.

Tato metoda rozhodování je také aplikována v kapitole 5 této disertační práce při spolupráci s popisovaným podnikem. Jedná se o jeden z nástrojů patřící do teorie grafů. Podstata je založena na objektech tvořených jednotlivými uzly a spojnicemi mezi nimi – označované jako hrany. Pomocí tohoto nástroje lze znázorňovat různé reálné systémy (Jablonský, 2007). Základní definice k problematice pravděpodobnostních stromů, které se používají jako jeden z nástrojů rozhodovacího procesu, by se dala popsat jako nástroj, který představuje zobrazení důsledků rizikových variant ovlivněných faktory rizika, které se realizují v určitém časovém sledu (Fotr et al., 2003; Burt, 2011). Celkový rozhodovací proces při použití prvků z teorie pravděpodobnostních stromů lze znázornit v následujícím obrázku 12.



**Obrázek 12 Pravděpodobnostní strom**

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 12 je příklad volby mezi dvěma variantami, které jsou zároveň předpokládány ve dvou různých budoucích stavech světa. Každému stavu světa je přiřazena určitá pravděpodobnost jeho nastolení (rozhodování v prostředí rizika) a na základě výpočtu je pak stanovena hodnota kritéria, dle kterého je vybrána první nebo druhá varianta dle toho, kde existuje maximální (nebo minimální, záleží na charakteru kritéria) hodnota  $EV_n$ . Ta je právě hledaným kritériem.

Mezi nevýhody pravděpodobnostních stromů je možné zařadit především skutečnosti, že se jedná právě o monokriteriální přístup. Pokud jsou pravděpodobnostní stromy použity pro řešení vícekriteriálních úloh, může být jejich použití zbytečně nepřehledné. Zároveň představuje tento přístup jistý problém při stanovení rizikivosti. Tyto uvedené důvody jsou také hlavní proto, že původní monokriteriální přístup byl v práci opuštěn a je na něm pouze prezentována analýza citlivosti celého modelu. Klíčový výstupní model disertační práce je pak vícekriteriálního charakteru.

Důvodů, proč se pravděpodobnostní stromy používají v rozhodovacích procesech, existuje několik. Mezi nejvýznamnější lze zařadit relativní jednoduchost samotné konstrukce, přehlednost a jejich jasnou vypovídací schopnost. Zároveň díky pravděpodobnostním stromům je možné sledovat vývoj jednotlivých variant, mezi kterými je rozhodováno, a to z hlediska pravděpodobnosti jejich dosažení a z hlediska postupné tvorby očekávané hodnoty.

Na teorii pravděpodobnostních stromů pak navazuje teorie rozhodovacích stromů. Rozhodovací stromy spojují výše popsané problémy do jednoho grafického nástroje. Především se pak jedná o rozhodování mezi jednotlivými variantami v prostředí rizika. Ve své podstatě rozhodovací stromy představují posloupnost uzlů a hran orientovaného grafu. Uzly v těchto nástrojích mohou být chápány jako uzly rozhodovací nebo situační. Rozhodovací uzel představuje tu fázi rozhodovacího procesu, kdy existuje možnost volby mezi několika určitými variantami z předem navrženého souboru. Situační uzel poté zobrazuje možné hodnoty rizikových faktorů, resp. hodnoty důsledků variant rozhodování pro jednotlivé situace za podmínek rizika (Fotr et al., 2003; Howick et al., 2006).

Rozhodovací stromy mohou sloužit jak při více etapovém rozhodování, tak pro stanovení optimální strategie rozhodování. Rozhodovací strom slouží pro volbu optimální strategie, která představuje posloupnost optimálních rozhodnutí v jednotlivých etapách rozhodovacího procesu, jež maximalizuje (resp. minimalizuje, dle charakteru daného kritéria) očekávanou hodnotu zvoleného kritéria hodnocení (Fotr a Hnilica, 2014).

Při použití této metody se často uplatňují tzv. scénáře (Kennedy a Avila, 2013; Burt, 2011). Jedná se vlastně o stanovení budoucích stavů světa. Nejedná se svou podstatou o prognózy, ale spíše o širší pochopení rozdílných budoucích potenciálních situací, které mohou nastat v rámci rozhodovacího procesu. Při jejich tvorbě se v praxi mnohdy používá omezení těchto scénářů pouze na tři budoucí situace:

- optimistický vývoj,
- nejpravděpodobnější vývoj,
- pesimistický vývoj.

Při jejich tvorbě je možné popsat jednotlivé fáze vzniku následovně. Nejprve je nutné provést dostatečnou identifikaci rozsahu scénářů, stejně jako stanovit očekávané trendy vývoje. Následně je nutné stanovit jejich významnost a pak lze přejít k jejich vytvoření (Courtney, 2003). Scénáře však často až příliš zjednodušují budoucí vývoj, a tím přispívají k rizikovosti celého modelu, protože nemusejí podchytit všechny prvky, které rozhodování ovlivňují.

Samotná interpretace optimální varianty, která je použita v aplikační části práce, je pak postavena na následujícím vztahu, kde dané kritérium v podobě očekávané hodnoty má maximalizační charakter

$$EV_i = \sum_{i=1}^n \pi_i * p_i, \quad (32)$$

kde  $\pi$  představuje maximalizační kritérium (například v podobě zisku) a  $p$  je pravděpodobnost dosažení dané varianty, která je buď pevně stanovena, nebo stanovena na základě některého pravidla rozhodování v prostředí nejistoty.

Monokriteriální přístup lze aplikovat jak v prostředí nejistoty, tak i v prostředí rizika. Přístupy takového rozhodování byly popsány v kapitole 1.1.2. Monokriteriální rozhodování však obsahuje několik nevýhod, díky kterým byl také tento přístup nahrazen v aplikační části přístupem vícekriteriálním. Jedním z hlavních problémů je samotná povaha monokriteriálního přístupu, kdy není možné (nebo velice pracné) implementovat do takovýchto procesů například problém pána a správce. Stejně tak je zde eliminující nízká možnost nastavení rozdílnosti postavení k riziku rozhodovatele. Kromě těchto důvodů je také zřejmé, že monokriteriální model rozhodování lze použít jen v omezených procesech (typicky v investičním rozhodování). Níže popsané vícekriteriální přístupy (alespoň částečně) eliminují výše popsané nedostatky a zároveň je jejich použitelnost univerzálnější.

## 2.2 Vícekriteriální rozhodování

Disertační práce monokriteriální model využila pro redukci problémových částí rozhodovacího procesu a pro demonstraci měření citlivosti. Dále bude pozornost věnována vícekriteriálnímu hodnocení. Použitý přístup v práci vychází z hodnocení v podmínkách jistoty se zakomponováním rizika jako samostatného hodnotícího kritéria. Důvody této volby následují. Jednak disertační práce slučuje několik problémů do jednoho rozhodovacího procesu. Jedná se například o problém pána a správce, který je vhodný implementovat právě do rozhodování v podmínkách jistoty. Stejně tak je při této metodě lepší možnost stanovení jednotlivých vah těchto kritérií. Disertační práce pak představuje specifický systém přiřazování vah, kterým je řešen různý postoj k riziku ze strany rozhodovatele.

Vícekriteriální rozhodování lze rozčlenit do dvou základních skupin. V první řadě se jedná o úlohy vícekriteriálního hodnocení variant a druhou skupinu reprezentují úlohy vícekriteriálního programování (blíže viz Jablonský, 2007; Fiala, 1994). Práce bude dále pracovat pouze s úlohami vícekriteriálního hodnocení variant, které jsou charakteristické tím,



že jednotlivé varianty jsou určeny specifickým a konkrétním výčtem – což koresponduje s rozhodovacím procesem.

Využití metod vícekriteriálního rozhodování je velice široké a v praxi uplatňované. Kromě ekonomických disciplín je uplatnění například také v medicíně (Belacel, 2000; Michalowski et al., 2001). Při zaměření na problematiku spojenou s ekonomikou podniku, lze zmínit využití vícekriteriálního rozhodování v řízení lidských zdrojů jako nástroj pro členění pracovníků do kvalifikačních skupin nebo jako prvek podpůrný při výběru zaměstnanců (Gochet et al., 1997). Ve výrobním procesu lze využít tohoto přístupu k monitorování komplexních systémů pro účely diagnózy poruch (Catelani a Fort, 2000; Shen et al., 2000) nebo v marketingu při měření spokojenosti zákazníků (Siskos et al., 1998). V disertační práci jsou kombinovány přístupy pro analýzu celého rozhodovacího procesu, který v sobě kombinuje riziko, očekávaný výnos a další charakteristiky. Základní specifika rozhodovacího problému řešeného dle vícekriteriálního přístupu lze shrnout do následujících bodů:

- multikriteriální charakter rozhodovacích problémů,
- neaditivnost kritérií,
- smíšený soubor kritérií.

Struktura modelu vícekriteriálního hodnocení variant pak obsahuje zpravidla následující části:

- varianty,
- kritéria,
- kritériální matice,
- váhy kritérií.

Jednotlivé varianty jsou hodnoceny podle kritérií. Rozhodování lze pak interpretovat v tzv. kritériální matici. Tento prvek je také následně použit při aplikaci řešených rozhodovacích procesů. Dílčí varianty  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  jsou hodnoceny dle kritérií  $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_k\}$ , kde každou variantu lze popsat vektorem kritériálních hodnot. Zmíněná kritériální matice má pak následující podobu

$$\begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{array} \begin{array}{cccc} Y_1 & Y_2 & \dots & Y_k \\ \left[ \begin{array}{cccc} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1k} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2k} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & & Y_{nk} \end{array} \right], \end{array}$$

přičemž v *i-tém* řádku nalézáme vektor kritériálních hodnot varianty  $X_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Důležitým krokem při používání vícekritériálních přístupů v rozhodovacím procesu je stanovení charakteru jednotlivých kritérií. Kritéria mohou být buď maximalizační nebo minimalizační. Maximalizační kritéria jsou taková, jejichž nejvyšší hodnota představuje nejlepší volbu pro danou variantu a naopak. Tento fakt zároveň znamená značnou výhodu v rozhodovacím procesu oproti monokritériálním postupům, neboť lze současně maximalizovat zisk z jednotlivých variant při zohlednění dalších kritérií, kterým se bude práce věnovat.

Při použití metody vícekritériálního hodnocení variant lze postupovat tak, aby bylo dosaženo rozličných cílů. Základní cíle představují například výběr jedné varianty, uspořádání variant nebo jejich klasifikaci.

Výběr jedné varianty představuje ve své podstatě výběr té varianty, která je jistým kompromisem (dle kritérií) mezi ostatními. Z tohoto důvodu zde nelze hovořit o optimální variantě, ale používá se termínu varianty kompromisní.

Při uspořádání variant se jedná o jejich seřazení dle určitého klíče. Nelze zde jednoznačně používat termíny jako uspořádání od nejlepší po nejhorší variantu, neboť toto označení ve vícekritériálním rozhodování nenabývá pravého významu (jako v rozhodování monokritériálním). Uspořádání jednotlivých variant je ale jedním z cílů, který si vytýčí model představený v kapitole 5. Klasifikace jednotlivých variant pak představuje jejich rozčlenění do příslušných skupin. Vzhledem k povaze řešeného problému je význam toho cíle minoritní, a proto se jím práce nebude více zabývat.

Cílem vícekritériálního hodnocení variant v této práci bude ve své podstatě kombinace prvních dvou zmíněných cílů. Jedná se tedy o výběr kompromisní varianty a zároveň o uspořádání jednotlivých variant. Výběr kompromisní varianty představuje doporučenou cestu v celém rozhodovacím procesu. Uspořádání jednotlivých variant má pak pro tuto práci význam ve vztahu k analýze citlivosti (viz kapitola 3.2.2).

Před samotným řešením kompromisní varianty je třeba stanovit ještě další základní pojmy, mezi které v tento okamžik je zařazena ideální a bazální varianta. Jedná se spíše o hypotetické varianty, které ovšem jednoznačně vymezují prostor, v němž je celý proces řešen. Ideální varianta je složena z nejlepších hodnot veškerých kritérií  $H = \{h_1, h_2, \dots, h_k\}$ , naproti tomu

bazální varianta je složena z nejhorsích hodnot kritérií  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$ , resp. z nejhorsích hodnot<sup>9</sup>, které nalézáme v kritériální matici.

Poslední skupina základních pojmů reprezentuje problém dominance řešení. Jedná se o vztah mezi variantami, kdy jedna varianta (dominující) vyjadřuje převahu nad variantou druhou (dominovanou). Dominující varianta by měla být ve všech kritériích alespoň tak kvalitní jako varianta dominovaná, ale minimálně v jednom kritériu by měla být výrazně lepší. Varianta  $X_i$  dominuje variantu  $X_j$  pokud pro její ohodnocení platí, že

$$(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk}), \quad (33)$$

s tím, že existuje minimálně jedno kritérium, u kterého platí  $y_{il} > y_{jl}$ . V momentě, kdy se hledají kompromisní varianty, je dostačující soustředit se na ty varianty úlohy, které jsou nedominované (Jablonský, 2007; Fiala, 1994).

Pro správné řešení rozhodovacího procesu pomocí metod vícekritériálního rozhodování je klíčové určit preference jednotlivých kritérií – stanovit váhy kritérií. Ty reprezentují svojí podstatou důležitost jednotlivých kritérií ve vztahu ke kritériím ostatním. Následující subkapitola představuje základní metody odhadu těchto vah. Poté je provedena komparace jednotlivých přístupů. Konkrétní postup stanovení vah ve výstupním modelu práce, který je postaven na těchto metodách, je popsán v kapitole 4.

### 2.2.1 Metody stanovení vah kritérií

Než budou představeny jednotlivé metody, které jsou dále rozebrány a následně komparovány, je třeba stanovit, s jakými typy informací při vícekritériálním rozhodování a zejména pak při stanovení vah, je možné pracovat. Existuje možnost vycházet ze stavu, kdy není k dispozici žádná informace, nebo může nastat situace, kdy je informace nominální vyjádřena aspirační úrovní nebo ordinální informace vyjádřena kvalitativně. V momentě, kdy je použita kvantitativně stanovená informace, bude označena jako kardinální informace. Tyto jednotlivé přístupy budou dále blíže představeny včetně jejich aplikace při stanovení vah (Fiala, 1994; Jablonský, 2007).

#### **Žádná informace**

V situaci, kdy není k dispozici žádná informace při stanovení vah kritérií, není jednoznačná představa o důležitosti jednotlivých kritérií. Pro řešení této situace lze použít princip, kdy jsou vyřazena ta kritéria, která mají minimální důležitost pro rozhodovací proces. Kritérium je tedy

---

<sup>9</sup> Nejhorší hodnoty nemusí nutně znamenat hodnoty nejnižší – vše záleží na charakteristice daného kritéria, zda je výnosového či nákladového typu.

důležitější s jeho vlastností rozlišení jednotlivých variant. Další možností, jak stanovit vektor vah kritérií je například entropická metoda (viz Tosi et al., 2007).

### **Nominální informace**

Jedná se o metodu, která pracuje s aspiračními hodnotami kritérií. Tyto úrovně reprezentují nejhorší přípustnou hodnotu kritéria tak, aby varianta byla ještě akceptovatelná. Typicky je aspirační úroveň reprezentována rozpočtovým omezením. Tyto metody nedovolují kompenzaci jednotlivých hodnot a jsou vhodné spíše pro redukci rozsáhlých souborů variant. Jejich použití má pak smysl zejména u předvýběru. Nevýhodou této metody je, že je špatně aplikovatelná na úlohy malého rozsahu, resp. s malým počtem kritérií. Práce s informacemi na základě aspiračních úrovní lze řešit konjunktivní nebo disjunktivní metodou (více viz Fiala, 1994).

### **Ordinální informace**

S ordinálním typem informací pracuje tzv. metoda pořadí. Ordinální preference jsou přiřazeny jednotlivým kritériím. Pořadová čísla jsou pak převedena na bodové hodnocení, které je normalizováno k jedné. Uspořádání kritérií je pak plně na rozhodovateli. Kritériu, které je označeno jako nejdůležitější je přiřazena hodnota  $k$  (kde  $k$  je počet kritérií) a každému méně preferovanému kritériu hodnota  $k-1$ . Při označení hodnoty  $i$ -tého kritéria jako  $p_i$ , lze tento odhad vah kritérií popsat pomocí

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i}. \quad (34)$$

Nevýhoda práce s ordinálními informacemi je, že není schopna odlišit velikost odstupů mezi jednotlivými kritérii. Tento nedostatek odstraňuje typ informací popsaných v následující subkapitole.

### **Kardinální informace**

Nejvyšší možná informace, kterou je možné použít, je kardinální informace. V ordinální informaci platí stejné (resp. nezměřitelné) odstupy mezi jednotlivými kritérii, kardinální informace pomocí různých metod stanovuje velikost těchto odstupů.

Kromě rozdílných typů informací je třeba také obecně charakterizovat jednotlivé přístupy. V této části práce budou představeny jednotlivé skupiny a formy přiřazování vah v problematice vícekritériálního hodnocení. Některé konkrétní budou poté detailněji představeny a bude provedena jejich komparace.

Nejprve se práce zaměří na možnost přímého stanovení vah. Tato skupina metod je svojí aplikací nejjednodušší, zároveň může být také nejpřesnější. Důležité je, že vyžaduje velmi kvalitní informace, do jisté míry i nestrannost hodnotitele a možnost objektivního přiřazení jednotlivých vah. Významnost jednotlivých kritérií je totiž posuzována přímo. Jedná se například o bodové stupnice nebo etapové uspořádání.

Dále je představen přístup, který je postaven na párovém srovnání. Jedná se o skupinu metod, která porovnává význam jednotlivých kritérií mezi sebou (zpravidla vždy dvojice těchto kritérií). Tyto přístupy jsou poměrně hojně využívány a dávají relativně vhodné výstupy v situaci, kdy rozhodovatel není schopen přesně stanovit váhy na základě přímého stanovení vah. Jako základní přístupy se používají například Saatyho metoda nebo Fullerův trojúhelník (Saaty, 1980; Jablonský, 2007). Problém této skupiny metod je však v tom, že výsledky jsou méně přesné a často také dochází k diferenciaci vah kritérií než u ostatních metod – váhy kritérií, které jsou významnější, jsou vyšší a naopak váhy méně důležitých kritérií jsou nižší než váhy stejných kritérií stanovených pomocí jiných metod (Fiala, 1994).

Specifický přístup pak představuje metoda AHP (Analytic Hierarchy Process), která stanovuje váhy jednotlivých kritérií už v komplexním rozhodovacím procesu. Vzhledem k jejímu četnému využití její popis následuje.

Dále jsou prezentovány tzv. kompenzační metody, které představují specifickou metodu stanovení vah kritérií, a to pomocí logiky porovnávání možných dopadů jednotlivých variant – resp. porovnání rozpětí jednotlivých variant (Fiala, 1994). Výhodou těchto metod je ta skutečnost, že metody reflektují rozsah důsledků variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Další výhodou je ta, že některé metody mohou být aplikovány bez nutnosti subjektivního určení rozhodovatelem, a tím lze eliminovat tento negativní a zkreslující prvek.

Speciální skupinu pak tvoří přístup skrze postupné rozvržení jednotlivých vah. Jedná se o postup, který rozhodovateli ulehčuje stanovení kritérií při jejich větším počtu (zpravidla je za větší množství považováno více než 10 kritérií). Zároveň lze tento postup použít v situaci, kdy jednotlivá kritéria mají velice podobný charakter. Přístup využívá tzv. stromu kritérií a jeho aplikace je znázorněna ve výstupním modelu disertační práce.

### **Přehled vybraných metod**

V této subkapitole budou detailněji představeny přístupy, které jsou následně aplikovány v kapitole 5 disertační práce. Nejjednodušší metoda je bodovací metoda (Matfesselova alokace), při které jsou kritéria ohodnocena na stanovené škále. Bodové hodnocení je

normalizováno k jedné, tím lze jednoznačně stanovit váhy kritérií. Výhodou této metody je již zmíněná kvantifikace odstupů mezi jednotlivými kritérii. Problém této metody je její subjektivní použití. V rozhodovacím procesu by tedy zodpovědná osoba (rozhodovatel) byla nucena stanovit konkrétní hodnoty jednotlivým kritériím. Tento postup ale může znamenat nepřesné určení těchto vah, neboť je silně závislá na subjektivním stanovení. Tento nedostatek alespoň částečně řeší následující dvě metody, a sice metoda Fullerova trojúhelníku a Saatyho metoda (Saaty, 1980; Fiala, 1994; Jablonský, 2007).

Fullerův trojúhelník je další metoda párového porovnání jednotlivých kritérií. Při stanovení vah touto metodou rozhodovatel hodnotí každou dvojici těchto kritérií a vybírá z každé dvojice vždy to kritérium, které považuje za důležitější. Nehodnotí tedy stupeň důležitosti jako je tomu v Saatyho metodě. Pokud kritéria mají pro rozhodovatele stejné ohodnocení, vybírá obě. Stanovení vah poté probíhá následovně

$$v_i = \frac{\sum p_i}{\sum p}, \quad (35)$$

kde  $v_i$  označuje váhu  $i$ -tého kritéria. Veličina  $p_i$  označuje počet výběrů daného kritéria a hodnota  $p$  označuje počet výběrů pro všechna kritéria. Graficky lze tuto metodu interpretovat na následujícím obrázku 13, kde je hodnoceno pět kritérií.

Y1	Y1	Y1	Y1
Y2	Y3	Y4	Y5
	Y2	Y2	Y2
	Y3	Y4	Y5
		Y3	Y3
		Y4	Y5
			Y4
			Y5

**Obrázek 13 Fullerův trojúhelník**

Zdroj: vlastní zpracování

Další je představena metoda, která používá Saatyho matici. Saatyho metoda sice představuje relativně dlouhý a komplikovaný proces, ale vzhledem k důležitosti stanovení vah kritérií co nejpřesněji jej nelze považovat za zbytečný. Svou podstatou pak vychází z Fullerova trojúhelníku. Rozhodovatel tedy porovnává všechny možné dvojice kritérií a vyjadřuje stupeň důležitosti tohoto kritéria. Preferenci jednoho kritéria před druhým pak rozhodovatel určuje na škále bodů 1 až 9, která by se dala interpretovat pomocí tabulky 1.

**Tabulka 1 Saatyho metoda**

Stupeň	Slovní interpretace
1 – 2	rovnocenná kritéria
3 – 4	slabá preference
5 – 6	silná preference
7 – 8	velmi silná preference
9	absolutní preference

Zdroj: Jablonský, 2007

Výhoda tohoto verbálního vyjádření jednotlivých vah spočívá především v té skutečnosti, že rozhodovatelům je tento způsob zpravidla bližší než prosté číselné ohodnocení jednotlivých kritérií. Tím lze také získat přesnější údaje. V situaci, kdy jedno kritérium je méně důležité než druhé, se použije pro interpretaci takového vztahu obrácená hodnota. Všechna tato párová srovnání jednotlivých kritérií jsou pak sestavena do Saatyho matice.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1j} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2j} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ s_{i1} & s_{i2} & \dots & s_{ij} \end{bmatrix}$$

Jednotlivé prvky v této matici pak představují odhady podílu vah *i-tého* a *j-tého* kritéria při

$$s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j} \quad (36)$$

Saatyho matice je tedy čtvercová a zároveň reciproční. Pro samotné určení vah kritérií je zvolen postup, kdy váhy budou představovat vlastní vektor matice *S* příslušející největšímu vlastnímu číslu matice, tedy

$$Sv = \lambda_{\max} v, \quad (37)$$

kde *v* je odhad daného vektoru který je hledán a hodnota  $\lambda_{\max}$  označuje právě nejvyšší vlastní číslo dané matice. Důležitým předpokladem je, aby matice byla plně konzistentní. Saaty stanovuje tzv. index konzistence (více viz Jablonský, 2007), který určuje, zda matice je dostatečně konzistentní. Vektor *v* je pak odhadován často na základě geometrického průměru prvků v řádku matice *S*, který je normalizován k jedné dle (38) a (39).

$$v'_i = \left( \prod_{j=1}^k s^{ij} \right)^{\frac{1}{k}}, \quad (38)$$

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^k v'_i}. \quad (39)$$

Jedná se vlastně o postup, kdy je převedeno pouhé ordinální určení vah kritérií na práci s kardinální informací. V tomto principu je zřetelná přidaná hodnota této metody a také pro její sofistikovaný postup výběru vah kritérií bude použita jako klíčová v sestavovaném modelu disertační práce.

### 2.2.2 Komparace stanovení vah kritérií

Jednotlivé přístupy odhadu vah kritérií představují často výrazné rozdíly v postupu získání daných hodnot. Zcela nejjednodušší metody (například v podobě bodovací metody) by mohly být také velmi účinné, podléhají však hned několika nedostatkům. Jedním z nich je velká závislost na subjektivním určení jednotlivých bodů. Druhým výrazným nedostatkem je fakt, že takovýto způsob určení může vést ke zcela mylnému určení vah, a tím také ke špatnému procesu rozhodování. Proto je vhodnější použít metody, které tuto závislost na subjektivním určení alespoň částečně eliminují. Jako další doporučení někteří autoři (Fotr a Hnilica, 2014; Shukla et al., 2014) zmiňují, že pro zpřesnění výsledků a používání vah je vhodné uplatnit větší počet rozdílných metod a také využít většího počtu hodnotitelů. Tento přístup je také respektován při tvorbě výstupního modelu disertační práce.

Pro účely této práce je tedy z výše uvedených důvodů použita zejména Saatyho metoda odhadu vah jednotlivých kritérií. Spolu s ní je využívána také bodovací metoda, to vše v kombinaci s postupným stanovením vah. Výsledný přístup je prezentován v aplikační části práce.

### 2.2.3 Vícekriteriální hodnocení variant

V této kapitole práce představuje použití metody hodnocení variant ve vícekriteriálním rozhodování. Svým charakterem odpovídají hodnocení v prostředí jistoty. Původní výstupní model kombinoval rozhodování v prostředí rizika (viz kapitola 1.1.4) a v prostředí nejistoty. Při aplikaci na konkrétní rozhodovací proces a zejména při expertních rozhovorech se ukázalo, že pro interpretaci celého modelu je vhodnější nekombinovat tyto přístupy, proto



jsou v disertační práci použity přístupy označované jako hodnocení v prostředí jistoty<sup>10</sup>. Přesto však je prvek rizikivosti zakomponován do rozhodovacího procesu a to jako samostatné kritérium, dle kterého je prováděno hodnocení. S implementací rizika jako jednoho kritéria také souvisí specifický systém stanovení vah, který svým charakterem dává možnost vyjádřit různé postoje k riziku ze strany rozhodovatele.

Vícekritériální hodnocení jednotlivých variant představuje postup, na jehož základě je zvolena kompromisní varianta. Do celého procesu zpravidla vstupují váhy kritérií, jejichž stanovení je popsáno v předcházející kapitole. Jednotlivé metody lze rozdělit, dle jejich podstaty, do několika následujících skupin:

- aspirační metody,
- metody pracující s ordinálními informacemi,
- metody pracující s kardinálními informacemi.

Z hlediska přesnosti výstupů jsou ideální metody v poslední jmenované skupině. Právě tyto jsou použity při konstrukci výstupního modelu a vybrané z nich jsou v této kapitole popsány. Skupinu aspiračních metod reprezentují například metody konjunktivní, disjunktivní nebo metoda *PRIAM*. Skupinu označenou jako metody pracující s ordinálními informacemi zastupují přístupy jako: metoda pořadí, lexikografická metoda, permutační metoda nebo metoda *ORESTE*. Z metod, které jsou použity (ať už pro finální model nebo pro komparaci výstupů) v disertační práci, jsou představeny metody: váženého součtu, *AHP*, *TOPSIS*. Kromě těchto zmíněných metod do této skupiny spadají ještě metody jako *ELECTRE I*, *PROMETHEE*, metoda postupné substituce nebo metoda bodovací. Svým charakterem je ovšem jejich použití v řešeném problému omezené a nebudou tudíž dále uvažovány jako relevantní (Fiala, 1994).

### **Metoda WSA**

Metoda váženého součtu (*Weighted Sum Approach – WSA*) se používá pro hodnocení jednotlivých variant užitkovou funkcí, jejíž hodnotu maximalizuje. Funkce užitku je zde lineární a je sestavována v intervalu od 0 do 1. Nižší hodnota zde představuje horší variantu. Výstupem je tedy kromě volby kompromisní varianty také seřazení jednotlivých variant, což je pro výstupní model a jeho další analýzu klíčový předpoklad. Postup výpočtu je představen v následujících jednotlivých krocích, které jsou dále popsány matematickými vztahy.

---

<sup>10</sup> Použitý termín jistoty, který je běžný v odborné literatuře, ovšem plně nekoresponduje s charakterem celého rozhodovacího procesu, neboť se jedná spíše o quasi-jistotu.

Interval je charakterizován ideální a bazální variantou. Hodnoty v kritériální matici je třeba upravit dle vztahů (40) pro maximalizační kritéria a (41) pro minimalizační kritéria

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}, \quad (40)$$

$$y'_{ij} = \frac{H_j - y_{ij}}{H_j - D_j}, \quad (41)$$

kde  $y'_{ij}$  představuje upravené původní kritérium ( $y_{ij}$ ), jež prezentuje užitek varianty  $X_i$  dle kritéria  $Y_j$ .  $D_j$  je nejnižší a  $H_j$  nejvyšší kritériální hodnota daného kritéria  $Y_j$ . Celkový užitek lze pak stanovit jako vážený součet dle vztahu (42)

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j y'_{ij}, \quad (42)$$

kde  $u(X_i)$  je hodnota celkového užitku. Ze vztahů (40), (41) a (42) také vyplývá, že užitek ideální varianty bude 1 a užitek bazální varianty je roven 0.

### Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS spadá do kategorie metod, které určují pořadí na základě ideální a bazální varianty – resp. na základě vzdálenosti od těchto variant. Výstup je pak velice podobný metodě váženého součtu, postup výpočtu je prezentován v šesti dílčích krocích.

#### 1. Převedení všech kritérií na maximalizační

V případě, že některá kritéria nejsou maximalizačního typu, je třeba je převést právě na maximalizační. Postup vychází z následujícího vztahu

$$y^{trans} = \max_j (y_{ij}) - y_j. \quad (43)$$

#### 2. Transformace kritériální matice

Původní hodnoty  $y_{ij}$  se transformují na hodnoty  $r_{ij}$  dle vztahu (47)

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\left( \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 \right)^{1/2}}. \quad (44)$$

Body 1 a 2 jsou také použity pro úpravu vstupních hodnot při využití hodnocení metodou váženého součtu.

#### 3. Vážená kritériální matice

Kriteriální matice se nyní upraví o hodnoty stanovených vah jako hodnota  $W = (w_{ij})$ , při  $w_{ij} = v_j \cdot r_{ij}$ , kde  $v_j$  je váha  $j$ -tého kritéria.

#### 4. Určení ideální a bazální varianty

Dále je třeba stanovit ideální ( $H$ ) a bazální ( $D$ ) variantu. Pokud jsou již všechna kritéria převedena na maximalizační charakter je stanovení těchto variant zřejmé ze vztahů

$$H_j = \max_i (w_{ij}) \quad (45)$$

$$D_j = \min_i (w_{ij}) \quad (46)$$

#### 5. Výpočet vzdáleností od ideální a bazální varianty

Dále následuje určení vzdáleností od ideální a bazální varianty, a to dle následujících vztahů, kde horní indexy označují ideální variantu (+) a bazální variantu (-).

$$d_i^+ = \left[ \sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2 \right]^{1/2} \quad (47)$$

$$d_i^- = \left[ \sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2 \right]^{1/2} \quad (48)$$

#### 6. Relativní ukazatel vzdálenosti

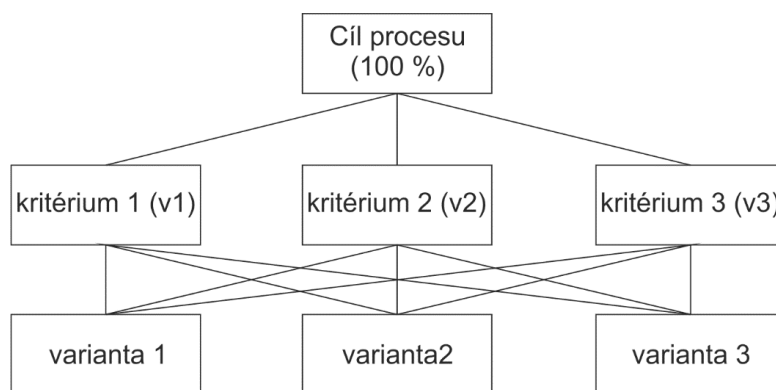
Po provedení výpočtu vzdáleností v předcházejícím kroku stačí vypočítat již pouze hodnotu tzv. relativního ukazatele vzdáleností, který je svým charakterem maximalizační kritérium a vyšší hodnota tedy znamená lepší výslednou hodnotu dané varianty. Je určen na základě vztahu

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}. \quad (49)$$

Výhodou tohoto přístupu je fakt, že lze jednotlivé varianty srovnat, a tím provést další postoptimalizační výpočty například v podobě analýzy citlivosti.

### Metoda AHP

Základem této metody (Saaty, 1980) je hierarchická struktura úlohy, která má minimálně tři úrovně. Tříúrovňová struktura je znázorněna na obrázku 14.



**Obrázek 14 Metoda AHP**

Zdroj: Jablonský, 2007

První úroveň je vždy obsazena cílem analýzy, který je předem definován (viz část vícekriteriálního hodnocení variant). Na druhé úrovni jsou kritéria, která jsou hodnocena z hlediska stanoveného cíle analýzy. Všechna kritéria jsou tedy hodnocena dle toho, jakým způsobem přispívají k naplnění daného cíle rozhodovacího problému. Třetí úroveň reprezentuje jednotlivé varianty, které jsou hodnoceny z hlediska všech kritérií. K této základní hierarchické struktuře lze přiřadit ještě další úrovně, které jsou dány například subkritérii. Metoda je založená na postupném rozvrhování preferencí napříč hierarchickou strukturou. Výchozím bodem je vždy cíl rozhodování, který má jednotkovou preferenci, a tato preference se dále rozděluje mezi kritéria na druhé úrovni – z toho také vyplývá požadavek na

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1. \quad (50)$$

Dále se tyto preference jednotlivých kritérií rozdělují na varianty, které jsou obsaženy na třetí úrovni. Metoda je vhodná pro práci s neměřitelnými kritérii. Nevýhodou na druhé straně může být značná pracnost pro rozsáhlé modely.

### **Komparace metod vícekriteriálního hodnocení variant**

Výše popsané přístupy k hodnocení jednotlivých variant lze použít v disertační práci pro získání patřičných výstupů, které budou zejména následující: seřazení jednotlivých variant a získání kompromisní varianty. Vzhledem k tomu, že na základě zvolené varianty bude dále prováděna také analýza citlivosti pomocí tornádo grafů, je třeba zvolit takový přístup, který svým charakterem tuto analýzu umožňuje. Jako optimální metoda se z tohoto důvodu jeví metoda váženého součtu, která bude také klíčovou při aplikaci rozhodovacího procesu na konkrétním případě. Není ovšem nutné použít výhradně tuto variantu.

Výhodou vícekriteriálního přístupu je jednoznačně jeho kombinace několika kritérií, a to kritérií rozdílného charakteru (maximalizační, minimalizační). Tím lze celý rozhodovací proces více specifikovat. Nevýhodou lze spatřit v relativní citlivosti tohoto procesu na správné stanovení vah. Tento problém je částečně eliminován kombinací několika popsaných přístupů. Výsledná pravidla stanovení vah vícekriteriálního rozhodovacího modelu jsou představena v kapitole 4.

## 2.3 Monte Carlo simulace

V disertační práci je využita simulace pro řadu kroků a analýz. Nejprve je představena simulace obecně, následně se práce zaměří na simulaci metodou Monte Carlo. Dahl uvádí, že simulace je výzkumná metoda, jejíž podstata spočívá v tom, že zkoumaný dynamický systém nahradíme jeho simulátorem (modelem) a s ním provádíme pokusy (experimenty) s cílem získat informaci o původním zkoumaném systému. Naylor definici simulace rozšiřuje na proces numerické metody, která spočívá v experimentování s matematickými modely reálných systémů na číslicových počítačích. Shannon uvádí, že simulace je proces tvorby modelu reálného systému a provádění experimentů s tímto modelem probíhá za účelem dosažení lepšího pochopení chování studovaného systému či za účelem posouzení různých variant činnosti systému (Hálek, 2004). Simulace je tedy imitování nebo předstírání. Počítačová simulace je poté numerická metoda, která spočívá v experimentování se speciálním matematickým modelem reálných systémů na počítači. Napodobujeme tedy chování nějakého subjektu s pomocí softwaru a výpočetní techniky. Simulace má ve využití řadu výhod. Jedná se zejména o možnou redukci nákladů (časových, finančních) nebo o možnost verifikování myšlenek. Případnou další výhodou je možnost využít simulace v situacích, kdy není možné nebo dokonce žádoucí experimentování s objektem.

Simulace používaná v disertační práci spadá do kategorie pravděpodobnostních simulací a reprezentuje ji zde metoda označovaná jako Monte Carlo. Simulace metodou Monte Carlo představuje velice efektivní prvek pro řadu disciplín podnikové ekonomiky. Často se používá pro analýzu rizika (Fotr a Hnilica, 2014) nebo pro odhad průběhu náhodných proměnných v procesním řízení při optimalizacích (Savage, 2009; Pereira et al., 2014).

Kromě simulace typu Monte Carlo lze použít i jiné nástroje. Jedná se například o simulace systémové dynamiky, které umožňují provádět složité simulace celých ekonomických systémů a ne pouze dílčích procesů (Kingston, 2001). Složitost simulace spočívá zejména v tom, že jednotlivé prvky v daném systému jsou vzájemně propojeny, zároveň se zpravidla

vztahují na určitý projekt. Kromě těchto vazeb, které jsou reprezentovány jakýmsi řetězcem příčin a důsledků, mohou mít některé tyto vazby zpětný charakter. Pro disertační práci jsou simulace systémové dynamiky příliš obsáhlé a při dílčím řešení problémů je vhodnější využít přístupů pravděpodobnostních simulací s metodou Monte Carlo. Předpoklady pro její využití jsou následující (Clark et al., 2006)

- množina hodnot stavů je diskrétní,
- čas je spojitá veličina.

Simulace typu Monte Carlo generuje vysoký počet scénářů, který je v řádech desítek tisíců i vyšších. Výstupem pak nejsou informace o dílčích jednotlivých scénářích, ale statistické charakteristiky pravděpodobnostního rozdělení. Je třeba zdůraznit, že simulační proces je vždy spojen pouze s odhadem patřičných veličin na základě vstupních informací celého procesu.

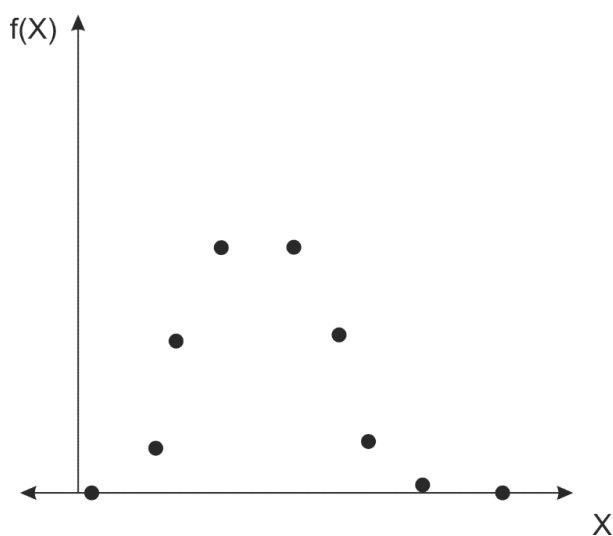
V disertační práci je metoda Monte Carlo použita pro dva účely. Prvním z nich je odhad statistických charakteristik několika vstupních proměnných výstupního modelu (zejména tržby odvozené z poptávky nebo položka nákladů). Tyto statistické charakteristiky jsou pak dále použity jak pro vícekritériální hodnocení daných variant, tak pro část analýzy rizika. Analýza rizika je zároveň druhým účelem využití simulace v disertační práci.

Pro správné použití simulace metodou Monte Carlo je nutné správně určit pravděpodobnostní rozdělení náhodné veličiny. V praktické aplikaci dané problematiky je pak stanovení těchto rozdělení důležitým krokem a zároveň mnohdy krokem obtížným. Tento problém je způsoben zpravidla tím, že procesy a postupy, při kterých se simulace metodou Monte Carlo využívá, nevykazují přílišnou homogenost, a tak nelze jednoznačně nastavit pravidla stanovování pravděpodobnostních rozdělení. Přesto lze nalézt dílčí doporučení a vodítka k jejich určení. V dalším textu práce jsou proto popsány základní přístupy a diskutovány problémy s tím související (Groenendaal a Zagmutt, 2006). Nastavení jednotlivých pravděpodobnostních rozdělení je v práci dále specifikováno do čtyř základních skupin. Následující subkapitoly nepředstavují úplný výčet možných pravděpodobnostních rozdělení, ale pouze klíčová rozdělení pro disertační práci z důvodu komparace a přímé aplikace těchto rozdělení.

### 2.3.1 Diskrétní rozdělení

Kromě řady spojitých rozdělení náhodné veličiny lze využít v simulacích metodou Monte Carlo také rozdělení diskrétní. To by v řešeném problému disertační práce mělo uplatnění

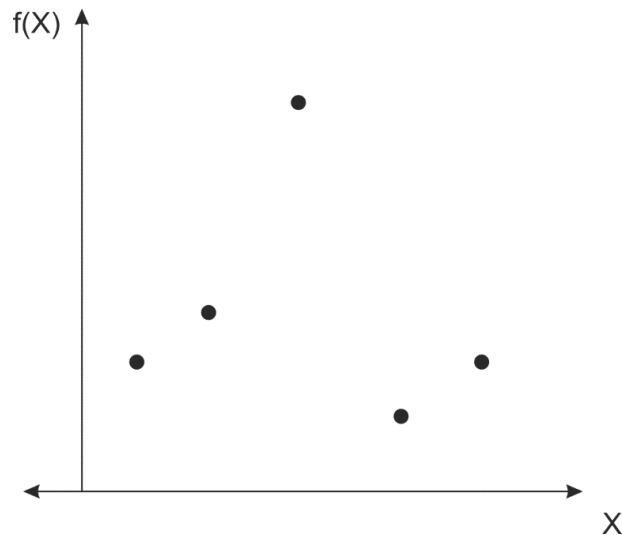
například v očekávaném poptávaném množství. Základní diskrétní rozdělení pravděpodobnosti jsou však svým charakterem určena na menší množství proměnných, než je počet poptávaného množství. Nabízí se proto varianta definovat rozdělení vlastní. Zde je ovšem problém, že je třeba definovat takové rozdělení víceméně pro každou hodnotu, a proto je jeho využití značně omezené. Ve sledovaných rozhodovacích procesech bude toto rozdělení využíváno jen zřídka, neboť pro oblast služeb není příliš typické. Z diskrétních rozdělení je v disertační práci využito pouze Poissonovo rozdělení. Poissonovo rozdělení je charakterizováno pouze jedním parametrem  $\lambda$ , který je střední hodnotou a zároveň rozptylem. To může být výhodou v situaci, kdy je třeba získat rozdělení náhodné diskrétní veličiny. Problém ale může nastat v momentě, kdy je třeba toto rozdělení blíže specifikovat. Možný průběh Poissonova rozdělení je prezentován na obrázku 15.



**Obrázek 15 Poissonovo rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud je však třeba toto rozdělení upravit, zešikmit či více přiblížit realitě, nastává problém, neboť je definováno pouze jedním parametrem. Možné řešení by bylo v použití vlastního diskrétního rozdělení, které může mít například tento průběh.



**Obrázek 16 Vlastní diskrétní rozdělení**

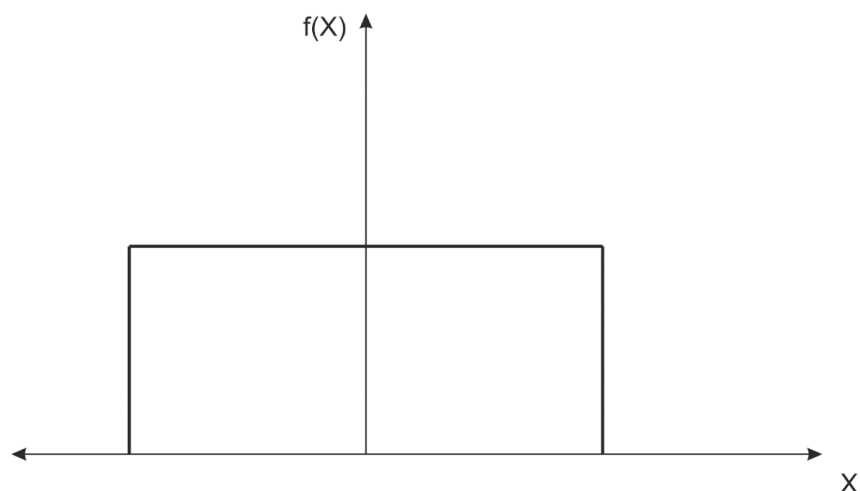
Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 16 však jednoznačně vyplývá, že použití tohoto rozdělení je limitováno nižším počtem očekávaných hodnot. Což například u počtu prodaného zboží či služeb je mnohdy nemožné použít. Z těchto důvodů se dále práce zaměří více na rozdělení spojité náhodné veličiny.

### 2.3.2 Rovnoměrné rozdělení

Tento typ rozdělení je vhodný použít pouze v situaci, kdy rozhodovatel nemá žádnou představu o různých variantách vývoje dané veličiny a je schopen určit pouze jeden interval výskytu – je tedy schopen stanovit pouze maximální a minimální hodnotu, bez bližší specifikace. Někteří autoři (např. Fotr a Hnilica 2014) uvádí, že toto rozdělení je vhodné použít alespoň v počátku rozhodovacího procesu a je lepší, než práce pouze s bodovými odhady, zejména díky významu následné analýzy citlivosti. Pro představu je takové rozdělení uvedeno na obrázku 17.





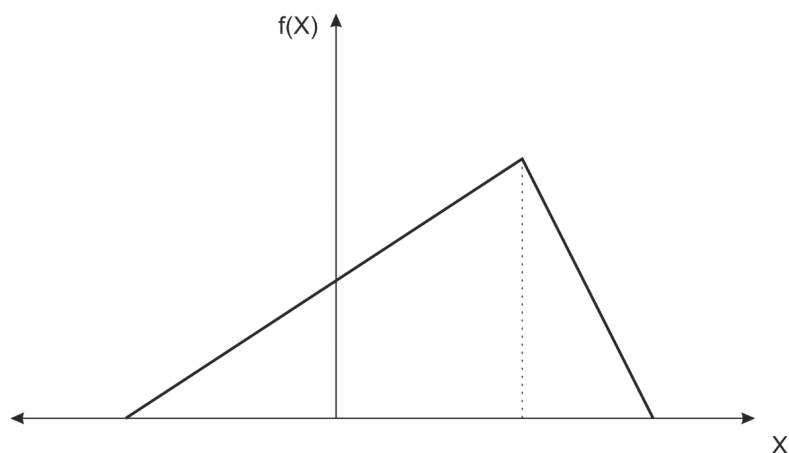
**Obrázek 17 Rovnoměrné rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování

V disertační práci toto rozdělení zakomponováno do modelu není, a to právě z toho důvodu, že všechny hodnoty mají stejnou pravděpodobnost výskytu, což je pro model nedostatečný vstupní údaj, aby mohl provést relevantní závěry například v podobě volby kompromisní varianty.

### 2.3.3 Trojúhelníkové rozdělení

Jedná se o rozdělení, které lze využít relativně často a jeho možnosti jsou poměrně rozsáhlé a variabilní. Rozdělení vychází z předpokladu, že rozhodovatel je schopen určit hodnotu minimální, maximální a také hodnotu nejpravděpodobnější. Tyto tři vstupní hodnoty plně dostačují pro definování trojúhelníkového rozdělení. Výhodou tohoto rozdělení je pochopitelně ta skutečnost, že může být nesymetrické, což v mnoha případech odpovídá spíše realitě než rozdělení symetrické. Ukázka takového trojúhelníkového rozdělení, které je zešíkmeno záporně, je na obrázku 18.



**Obrázek 18 Trojúhelníkové rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování

Určitou nevýhodou tohoto rozdělení, které vyplývá z uvedeného obrázku, je fakt, že tento typ rozdělení přisuzuje vyšší důležitost krajním hodnotám než rozdělení jiná jako je např. rozdělení beta.

### 2.3.4 Normální rozdělení

Opět i v tomto případě, podobně jako v předcházejícím, se jedná o rozdělení, jehož využití je značné, resp. spíše v jeho dalších úpravách. Normální rozdělení jako takové je totiž symetrické a tím je pro řadu rozhodovacích procesů jeho použitelnost spíše sporadická, proto se dále práce zaměří na rozdělení lognormální, exponenciální a zejména rozdělení beta.

### 2.3.5 Lognormální rozdělení

Využití lognormálního rozdělení je vhodné zejména v situaci, kdy hodnota sledované veličiny nemůže libovolně růst a zároveň její hodnoty nemohou klesnout pod určitou mez. Tento typ rozdělení má pozitivní zešikmení a je tedy vychýleno spíše k dolním mezím.

### 2.3.6 Exponenciální rozdělení

Toto rozdělení je pro využití simulace metodou Monte Carlo časté v případě, kdy je třeba nasimulovat příklady, které svým charakterem spadají do teorie modelů hromadné obsluhy. Typicky se pak jedná o jednotlivé fronty. Výhodou použití tohoto rozdělení pro podobné případy je fakt, že stačí znát průměrnou hodnotu počtu výskytů náhodné veličiny. Dolní mez je vždy nulová, neboť čas nemůže dosahovat záporných hodnot. Pro disertační práci toto rozdělení není použito vůbec, neboť zkoumaný rozhodovací proces nevykazuje prvky, ve kterých by tento typ rozdělení byl vhodný k aplikaci.

### 2.3.7 Ostatní rozdělení

Kromě uvedených naprosto základních rozdělení jsou dále představena rozdělení, která výše uvedená rozšiřují nebo více konkretizují. Prvním takovým rozdělením je Bernoulliho rozdělení, které je vlastně zvláštním typem rozdělení v tom smyslu, že se jedná o rozdělení, které předpokládá pouze dvě možné alternativy (1, 0; ano, ne). K sestavení tohoto rozdělení stačí znát pravděpodobnost dosažení jedné nebo druhé varianty. Kromě Bernoulliho rozdělení je možné také využít například Weibullovo rozdělení, které se využívá například v technické oblasti při testech kvality.

### 2.3.8 Beta rozdělení

Rozdělení beta je velice vhodné pro použití v rozhodovacích procesech, proto jsou představeny jeho základní parametry jako

$$X \approx B(\alpha, \beta), 0 < \alpha, \beta. \quad (51)$$

Hustota tohoto rozdělení je definována jako

$$f(x) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} \mathbb{1}_{(0,1)}(x). \quad (52)$$

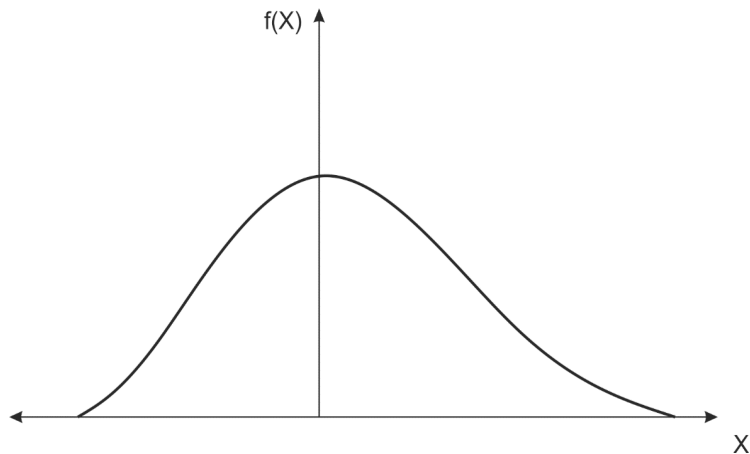
Střední hodnota jako

$$EX = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}. \quad (53)$$

A rozptyl jako

$$\sigma = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2 (\alpha + \beta + 1)}. \quad (54)$$

Je možné se setkat s upravenou variantou tohoto rozdělení (betaPERT), které je podobně jako trojúhelníkové rozdělení postaveno na znalosti tří základních parametrů, které jsou minimální a maximální hodnota a nejpravděpodobnější hodnota. Na tomto základě je pak sestaveno betaPERT rozdělení, které oproti trojúhelníkovému rozdělení přikládá menší důležitost krajním hodnotám. V disertační práci je toto rozdělení použito zejména u odhadu budoucích nákladů, a to formou kvantilů – viz kapitola 5.3.3. Ukázka betaPERT rozdělení je uvedena na obrázku 19.



**Obrázek 19 betaPERT rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování

### 2.3.9 Rozdělení definované uživatelem

Při definování pravděpodobnostního rozdělení je možné využít takové rozdělení, které si rozhodovatel sám nadefinuje. Vzhledem k rozmanitosti jednotlivých rozhodovacích procesů je tento přístup celkem vhodný a ve výstupním modelu disertační práce bude také použit. Konkrétní možnosti jeho získání a ukázka takového rozdělení jsou uvedeny v následujících subkapitolách.

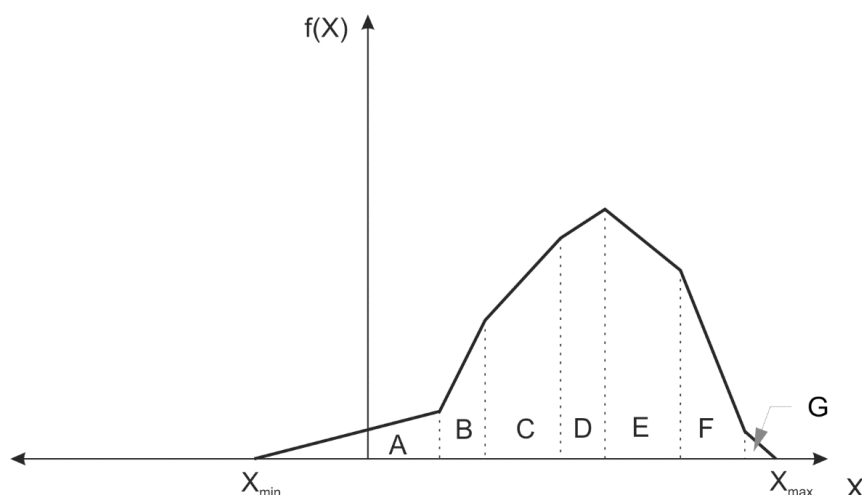
### 2.3.10 Možnosti definování rozdělení

Na základě výše popsaných typů rozdělení pravděpodobnosti jsou v této subkapitole představeny konkrétní metody, jak takové rozdělení definovat na základě názorů expertů (Groenendaal a Zagmutt, 2006). Tyto názory totiž představují pro disertační práci klíčový zdroj informací, na jejichž základě je definováno dané rozdělení a prováděna simulace.

#### **Dotazník s intervaly**

Vzhledem k tomu, že využití vlastního rozdělení pravděpodobnosti je pro disertační práci klíčové, já dále představen postup, který může pomoci získat takovéto rozdělení na základě názoru experta, případně více expertů. Tento popisovaný přístup vychází z předpokladu, že je možné stanovit jednotlivé intervaly odhadované veličiny, kterým pak expert přiřazuje patřičné ohodnocení. Toto ohodnocení je převedeno na váhy takového rozdělení, jež je pak transformováno na pravděpodobnosti dosažení tak, aby bylo získáno patřičné rozdělení. Při tomto postupu je nutné nejprve správně stanovit jednotlivé intervaly, zbylý postup již záleží na expertních zkušenostech.

Ke stanovení intervalů, resp. jejich šířky, lze využít přístupy ze statistiky. Jedná se například o variační rozpětí, Sturgesovo nebo Yuleovo pravidlo atp. Pro určení intervalů je třeba dodržet předpoklady, které zmiňují důležitost dodržení návaznosti jednotlivých intervalů a skutečnost, aby jeden statistický znak nemohl být současně zařazen ve dvou či více intervalech. Dále je třeba si v rozhodovacím procesu uvědomit, že těmto intervalům budou na základě expertních zkušeností přiřazovány jednotlivé pravděpodobnosti, a tím sestavovat celé pravděpodobnostní rozdělení náhodné veličiny (např. tržeb). Pokud je požadováno po expertech, aby bodově ohodnotili jednotlivé intervaly, neměl by jejich počet být příliš vysoký. Práce dále předpokládá maximální počet intervalů na hodnotě 7 a rovnoměrnou šíři těchto intervalů. Ukázka stanovení pravděpodobnostního rozdělení pro hodnotu očekávaných tržeb je uvedena na obrázku 20.



**Obrázek 20** Intervaly ve vlastním rozdělení

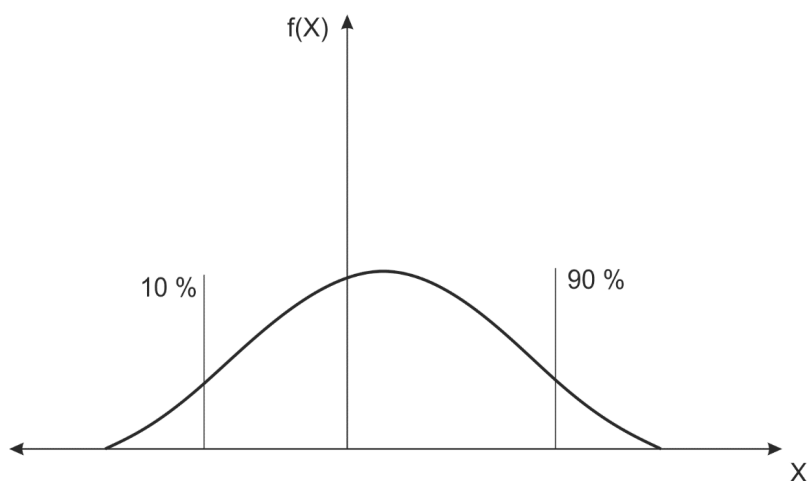
Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 20 je rozdělení náhodné veličiny  $X$ , ve kterém jsou stanoveny maximální a minimální hodnoty této veličiny, a označení A – G jsou jednotlivé intervaly (které na obrázku nemají stejnou velikost), kterým rozhodovatel přiřadil patřičné pravděpodobnosti dosažení (například na základě bodového odhadu).

### **Kvantily**

Například při sestavování trojúhelníkového rozdělení je vhodné využít kvantilů při dotazování expertů, a to z následujícího důvodu. Mnohdy při dotazování expertů pouze na základě minimální, maximální a nejpravděpodobnější hodnoty by mohl rozhodovatel dojít k chybnému závěru, který je dán tím, že minimální varianta nepředstavuje skutečně krajní hodnotu, ale pouze krajní hodnotu s určitou (např. 90%) pravděpodobností (více viz

kapitola 1.1.2). Pokud expert není schopen jednoznačně určit krajní (minimální a maximální) hodnoty, je vhodné právě využití kvantilů, na jehož základě jsou zbylé hodnoty dopočítány. Pro představu definování betaPERT rozdělení pomocí kvantilů je uveden obrázek 21.



**Obrázek 21** Kvantily ve vlastním rozdělení

Zdroj: vlastní zpracování

Rozhodovatel pak stanovuje toto rozdělení na základě třech hodnot. Definuje se zde nejpravděpodobnější varianta a následně 10% kvantily (jak znázorňuje obrázek 21). Ostatní hodnoty jsou pak automaticky dopočítány na základě těchto tří parametrů rozdělení betaPERT.

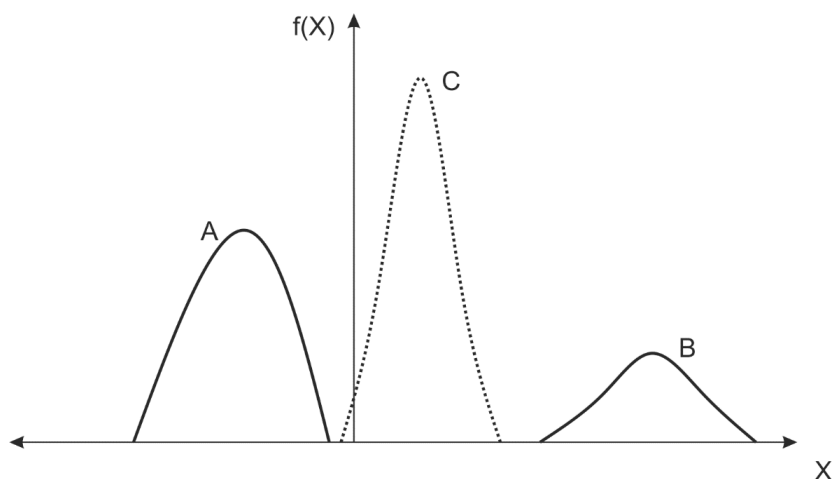
### **Názory více expertů**

Při odhadu vstupních parametrů jsou kladeny vysoké nároky na jejich maximální přesnost. Právě z tohoto důvodu je možné přistoupit k dalšímu přístupu, jak tyto odhady získat, který je postaven na základě názorů více expertů. Tímto přístupem jsou získány kvalitnější odhady a alespoň částečně je eliminována subjektivita v celkovém rozdělení pravděpodobnosti. Výhodou tohoto přístupu je také fakt, že jednotlivým expertům je možné přiřadit různou důležitost, a tím nastavit výsledné parametry co nejpřesněji (Fotr a Hnilica, 2014).

Při východisku z názorů více expertů, je možné použít jednoduchý postup pro implementaci všech názorů do jednoho. Každý expert nadefinuje dle daného přístupu svůj odhad vývoje dané veličiny s patřičnými pravděpodobnostmi dosažení těchto hodnot – tyto je vhodné definovat na patřičných intervalech a to z toho důvodu, aby bylo získáno spojitě rozdělení. Jednotlivým expertům lze přiřadit různé váhy (dle očekávané přesnosti jednotlivých odhadů), nebo všem přiřadit váhy stejné. Na základě takto definovaných vstupů pak probíhá vážený součet jednotlivých intervalů. Problém samozřejmě nastává v situaci, kdy intervaly jsou

definovány rozdílně nebo když některý z expertů definoval veličinu pouze diskrétně. Takovýto výpočet by byl velice složitý, a proto je jednodušší využít patřičného softwarového vybavení. Logika postupu však zůstává zachována.

Naprostou chybou by bylo vycházet z průměrných hodnot. Pokud by byl proveden prostý průměr na základě odhadu expertů, mohlo by dojít k závěru, že nejpravděpodobnější varianta bude taková, kterou žádný z expertů neodhadoval (Savage, 2002; Fotr a Hnilica, 2014). Poměrně dobře tuto problematiku lze znázornit na obrázku 22.



**Obrázek 22** *Názory více expertů*

Zdroj: vlastní zpracování dle Fotr a Hnilica, 2014

Na obrázku 22 je patrné, že odhad hodnot náhodné veličiny  $X$ , který prezentuje křivka C je sice průměrem hodnot A a B, ale obsahuje hodnoty, které nejsou dosažitelné. Tímto postupem tedy nelze stanovit odhad rozdělení náhodné veličiny při agregaci více těchto odhadů a je třeba využít metod jiných. Správným postupem může být využití simulace Monte Carlo, která výsledný odhad nadefinuje dle předem zadaných parametrů těchto rozdělení. Postup je aplikován v dalších částech práce.

Kromě těchto zmíněných přístupů lze využít například východisek z metody bootstrap a dalších (více viz Freeman, 2002; Sen a Xu, 2015). Disertační práce se ovšem na něj dále nezaměřuje. Případně je možné použít například nástroj *Batch Fit*, který na základě historických hodnot doporučí vhodné rozdělení pravděpodobnosti.

### 2.3.11 Postup simulace

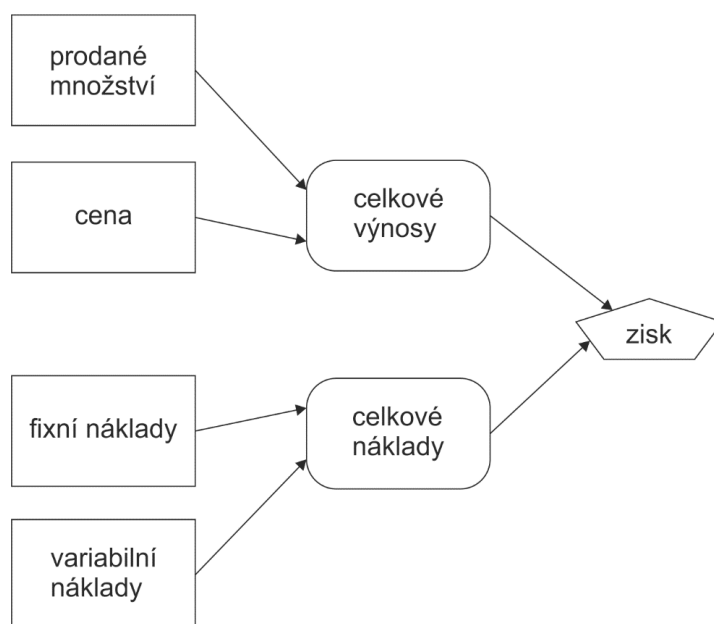
Samotný postup simulace metodou Monte Carlo lze rozdělit do několika dílčích kroků.

## 1. Analýza výchozí situace

V první řadě je třeba nejprve analyzovat danou situaci a zvážit vhodnost použití simulace právě metodou Monte Carlo. Kromě analýzy celkového kontextu daného problému je nutné také stanovit, které veličiny je vhodné simulovat a které rozhodovatel musí stanovit sám (resp. by jejich simulace neměla pro rozhodovací proces význam).

## 2. Matematický model

Po analýze celkové situace je nutné sestavit základní matematické vztahy mezi jednotlivými veličinami. Pro přehlednost celého problému je vhodné sestavit influenční diagram, který představuje vstupy a výstupy celého simulačního procesu. Vzorový influenční diagram je zobrazen na obrázku 23.



**Obrázek 23** Influenční diagram

Zdroj: vlastní zpracování

Klíčovou veličinou, kterou na základě simulace práce hledá, je zisk, který je tvořen celkovými náklady a výnosy. Ty právě budou simulovány. Simulace pak spočívá v tom, že na základě stanoveného pravděpodobnostního rozdělení budou simulovány postupně veličiny, které jsou uvedeny v hranatých polích obrázku 23. Případně lze místo simulace těmto hodnotám zadat pevná čísla (lze využít například u hodnoty fixních nákladů v prezentovaném diagramu).



### 3. Rozdělení pravděpodobnosti

Klíčový krok nastává, když se definuje pravděpodobnostní rozdělení daných veličin – k tomuto kroku byla věnována samostatná subkapitola.

### 4. Korelace

Pokud je simulováno více proměnných, je třeba zvážit, zdali jejich význam není spojen s korelací. Typicky se jedná například o cenu a prodané množství, které definuje křivku poptávky, jež je zpravidla výchozím ukazatelem pro stanovení očekávaných tržeb. Je zřejmé, že mezi těmito proměnnými je relativně silný negativně korelační vztah.

### 5. Simulace

Samotná simulace spočívá v generování náhodných čísel, které na základě stanovených parametrů splňují patřičná omezení. Náhodné číslo je pak zařazeno do jistých kategorií. Tato náhodná čísla ovšem zcela náhodná nejsou, neboť jsou generována algoritmem, který respektuje zadané podmínky a rozdělení jednotlivých hodnot, tato čísla se označují lépe jako pseudonáhodná. Pro jejich generování se často používá kongruentní generátor, jeho postupnou generaci čísel lze vyjádřit vztahem

$$X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m, \quad (55)$$

kde  $\bmod m$  je celočíselný zbytek po dělení;  $a$ ,  $c$ ,  $m$  jsou zvolené konstanty. Ukázka náhodných čísel používaných v Monte Carlo simulacích je znázorněna v tabulce 2.

**Tabulka 2 Náhodná čísla**

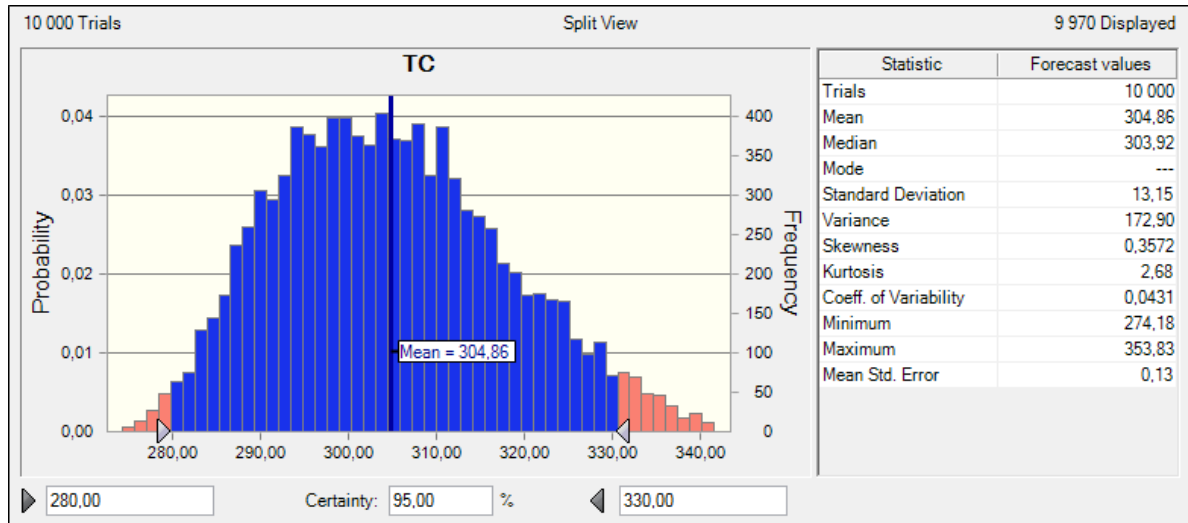
3 410	9 643	5 515	6 283	6 428	3 766
6 370	7 527	5 153	3 950	8 993	9 953
9 269	8 001	1 591	2 443	3 618	8 648
3 237	3 409	2 270	7 030	7 914	7 797
1 129	8 090	1 344	4 637	5 994	8 416
6 380	6 943	7 296	2 875	7 933	3 071
3 108	2 185	6 529	1 609	4 756	4 449
2 369	9 429	9 915	6 019	4 643	6 161
5 206	2 753	1 997	7 661	7 824	6 501

Zdroj: vlastní zpracování

Pokud jsou zadány vstupní parametry simulačního modelu, je nutné ještě nastavit počet simulačních cyklů. Ten se zpravidla pohybuje v řádech deseti nebo sta tisíců cyklů. Po spuštění simulace pak je možné přistoupit k poslednímu kroku celého procesu.

## 6. Interpretace výstupů

Jedná se o nejdůležitější krok, který nám dává přehled hned v několika kategoriích. Kromě grafického výstupu je zpravidla doplněn také o výstup textový, resp. o výstup statistických charakteristik dané simulace. Konkrétní přehled včetně jejich popisu je uveden na obrázku 24.

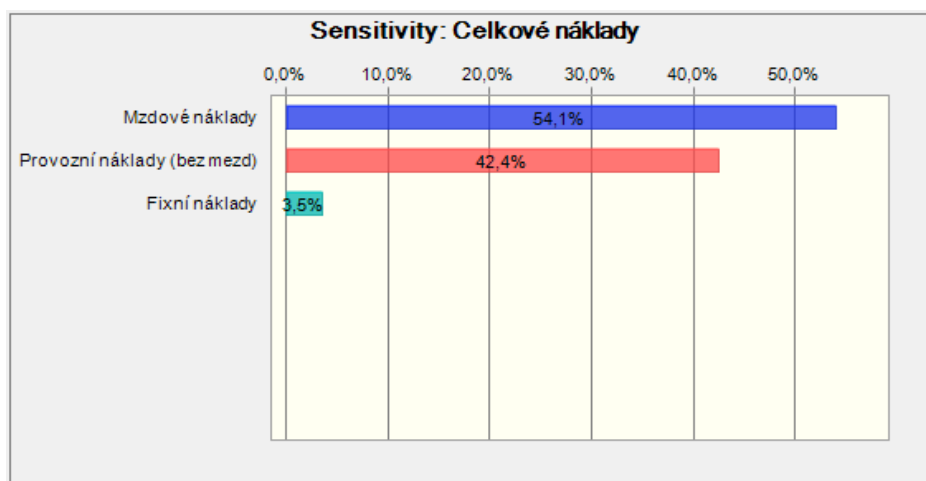


**Obrázek 24** Náhled simulace

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

V levé části výstupu je graficky zobrazeno rozdělení náhodné veličiny, které vychází z 10 000 simulačních cyklů na základě simulace metodou Monte Carlo. I když může být graf prezentován jako diskretní, jedná se o spojitou veličinu. Ve spodní části grafu jsou zobrazeny pravé a levé hodnoty včetně jejich procenta jistoty. V zadané ukázce je tedy možné usoudit, že hodnota celkových nákladů (*TC*) bude s 95% pravděpodobností v intervalu mezi hodnotami 280 a 330. Tyto intervaly jsou variabilní a podávají relativně snadnou informaci o celém rozdělení (viz problematika at-risk v kapitole 1.1.2). Kromě grafického výstupu je třeba pracovat také se statistickými charakteristikami, které jsou zobrazeny v tabulkové části. Zde jsou základní charakteristiky polohy daného rozdělení, která budou použita pro analýzu rizika i celý rozhodovací proces. Jedná se především o střední hodnotu (*Mean*), variační koeficient (*Coeff. of Variability*), rozptyl (*Variance*), šikmost (*Skewness*) a o minimální a maximální hodnoty.

Kromě těchto základních charakteristik je také možné sledovat, jaké vstupní veličiny se podílí a hlavně jakou měrou na celkovém výstupu. Jedná se o jednoduchou analýzu citlivosti této simulace a pro představu je takový výstup znázorněn na obrázku 25.



**Obrázek 25 Základní analýza citlivosti**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Uvedený výstup pochází ze softwaru *Crystal Ball*, který je v disertační práci použit pro simulační postupy a také jako podpůrný prvek pro citlivostní analýzu. Kromě tohoto softwarového vybavení lze využít například software *@Risk*. Oba tyto programy spolupracují se softwarem *MS Excel* a jsou do tohoto programu implementovány. Tím je mnohem jednodušší provádět procesy simulace, neboť ty se váží přímo na výpočty, které lze v *MS Excelu* snadno provádět. Kromě těchto zmíněných programů lze simulaci provádět například také ve statistických programech (např. *Statistica*), ve kterých ale nenabízí takové možnosti vlastního nastavení, které jsou pro disertační práci potřebné.

## 7. Další kroky

Po interpretaci dílčích výstupů je možné provést další kroky. Buď upravit vstupní data a simulaci provést z nějakého důvodu znovu, nebo se zpravidla provádí postoptimalizační procesy v podobě analýzy citlivosti, těm je věnována samostatná kapitola (viz kapitola 4.8).

Důvodů volby výše popsaných metod je několik. Vícekriteriální přístup slouží k zakomponování několika kritérií do celého rozhodovacího procesu, zejména pak uživatelskou funkci rozhodovatele v podobě TMU (viz kapitola 4.4.4). Simulační přístup metodou Monte Carlo je využit jednak pro přesnější stanovení vstupních veličin a zároveň slouží jako podpůrný prvek při citlivostní analýze celého vícekriteriálního rozhodovacího procesu. Monokriteriální přístup práce využívá pouze jako vstupní metodu pro zjištění optimální varianty, pro komparaci a pro změření citlivosti prvních sledovaných rozhodovacích procesů.

### 3 Metodická východiska modelu

V aplikační části práce (kapitoly 4 a 5) je popsán obecný postup tvorby vícekritériálního rozhodovacího modelu disertační práce včetně jeho konkrétní aplikace. Rozhodovací model je sestaven univerzálně tak, že ho lze použít pro řadu rozhodovacích problémů v různých typech podniků. Nejprve se práce zaměří na východiska, která jsou v celém modelu použita. Tato kapitola je tedy představuje v pořadí, jak byla postupně řešena v průběhu celého doktorského studia.

#### 3.1 Schumpeterův přístup k hospodářskému cyklu

První skupinu východisek tvoří detailní analýza a kvantifikace myšlenek J. A. Schumpetera ve vztahu k problematice hospodářského cyklu. Celý problém bude stručně komentován na přístupech, které zkoumají vývoj hospodářství ve vztahu k jedné z vybraných ekonomických krizí. Jedná se o krizi, která je označována jako *Internet Bubble* a je spojena s krizí v odvětví informačních technologiích primárně na trhu ve Spojených státech amerických v roce 2000 a 2001.

##### 3.1.1 Měření inovací

Vybrané možnosti inovací jsou v práci měřeny podle různých ukazatelů a je zachycen jejich vývoj v období vybrané krize, kterou je tzv. *Internet Bubble* (Ofek a Richardson, 2003), se zaměřením na ekonomiku Spojených států amerických. V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé případy Schumpeterových inovací a způsob jejich měření (detailní postup viz Petříček, 2013b; Petříček, 2012a).

##### 3.1.2 Nový statek a nová výrobní metoda

Prvním případem inovace, tak jak jej definoval Schumpeter, je výroba nového statku, který spotřebitelé ještě neznají, nebo výroba statku nové kvality. Druhým případem je zavedení nové výrobní metody, která je pro dané průmyslové odvětví prakticky neznámá, kdy základem nové průmyslové metody však nemusí být nový vědecký objev, ale pouze nový způsob jeho využití (Schumpeter, 1987).

Pro měření těchto dvou případů inovací je použito detailního pohledu na vývoj nových patentů a vynálezů ve Spojených státech. Práce se zaměřuje na vybrané patenty dle parametrů Patentního úřadu Spojených států (*United States Patent and Trademark Office*). Jsou to ty složky, které představují hlavní součást činnosti patentního úřadu. Pod souhrnným pojmem patenty jsou předpokládány tři hlavní součásti, jejichž hodnoty jsou zároveň měřeny na

základě dat z Patentního úřadu Spojených států. Jsou to vynálezy, užité vzory a průmyslové vzory. Vzhledem k povaze sledovaných inovací se nemusí jednat pouze o počítačové programy, ale také o ostatní složky, neboť rozvoj odvětví výpočetní techniky a internetu je úzce spojen s rozvojem ostatních technologií. Pro detailní analýzu tohoto ukazatele (ukazatele patentů) je použit výpočet změny nově zaevidovaných patentů oproti předchozímu roku. Tím je získán zcela nový ukazatel, který vhodně reflektuje situaci spojenou s patenty a poskytuje detailnější pohled na vývoj počtu nových patentů. V aplikační části práce je poté použit přístup, který komparuje nově zaevidované patenty s žádostmi.

Tento ukazatel neodráží vývoj množství patentů v daném roce, neboť je zřejmé, že vývoj patentu, ať už je chápán jako kterýkoliv z výše jmenovaných, je činnost dlouhodobá. Ukazatel má odrážet, jak intenzivně se inovace postupně dostávají na trh a jsou aplikovány. V době, ve které je zvýšené riziko nové inovační vlny a tedy zvýšené riziko zaregistrování patentu někým jiným, přináší tlak na „producenty“ patentů, aby svůj patent zaevidovali dříve než druzí a mohli tak z jeho vlastnictví užívat stejných výhod podnikatelského zisku jako inovátor.

### 3.1.3 Nový trh, nový zdroj surovin, druh organizace

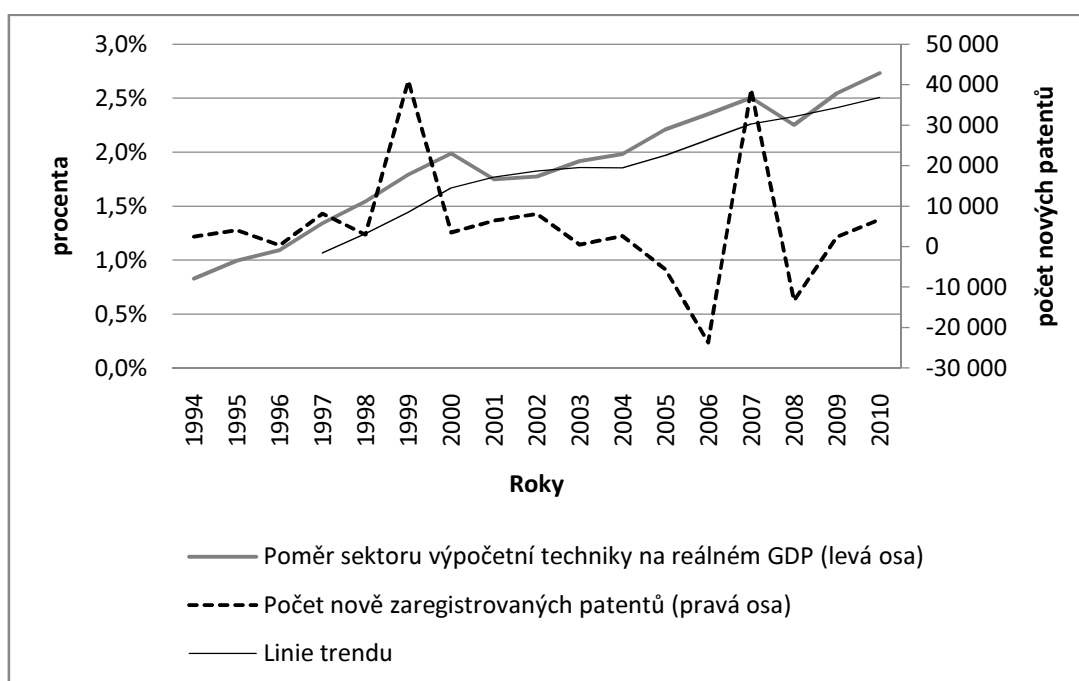
Třetí případ inovace, definovaný Schumpeterem, je otevření nového trhu, resp. trhu, na kterém do té doby nebylo zastoupené dané průmyslové odvětví bez ohledu na to, zda tento trh již před tím existoval. Tento bod lze na základě makroekonomických agregátů charakterizovat rozdílně. Práce se zaměřuje pouze na trh Spojených států amerických, který sleduje jako podíl odvětví výpočetní techniky na celkovém reálném hrubém domácím produktu. Předpokládáme, že inovace v oblasti výpočetní techniky se implikují i do ostatních odvětví a zároveň vytváří toto odvětví nové trhy.

Čtvrtým případem inovace, jak je definuje Schumpeter, je získání nového zdroje surovin nebo polotovarů – pokud tento byl před tím nepřístupný anebo se musel nejprve vyrobit. Tento prvek je z pohledu měření obtížné určit a není klíčovým pro zkoumané odvětví, proto od něho v tuto chvíli abstrahujeme.

Poslední pátý případ inovace pak uvádí vytvoření nového druhu organizace jako například monopolního postavení (i prostřednictvím trustu). Vytvoření monopolního postavení je zde spojeno s prvenstvím ve vstupu s danou inovací, ať je již chápána jako kterýkoliv z výše určených bodů, a není proto v tuto chvíli třeba tento bod dále kvantifikovat.

Spojením vývoje prvních tří popisovaných prvků inovace (počet nově zaregistrovaných patentů a podíl odvětví výpočetní techniky na reálném HDP) do jednoho grafického vyjádření

je získán reálný obraz vývoje těchto ukazatelů ve sledovaných letech, který prezentuje obrázek 26. Při zaměření na situaci před rokem 2000, lze sledovat růst hodnoty podílu sektoru výpočetní techniky na reálném HDP. Tento procentní podíl neustále narůstal, což je jednoznačně spojeno s jeho rozvojem. Růst tohoto podílu je dán dlouhodobým rozvojem odvětví. Vzhledem k tomu, že tato kapitola se zaměřuje na krizi, která pokrývá období pouze několika jednotek let, je možné ignorovat skutečnost, že ukazatel dlouhodobě roste, ignorováno by nemělo být tempo růstu. Pokud se totiž toto odvětví rozvíjí mnohem rychleji než všechna ostatní, může to znamenat, že právě v tomto odvětví se začíná rozvíjet nebezpečná recese způsobená nadhodnocením inovací, přísunu nových inovátorů a může vést k rychlému vyčerpávání podnikatelského zisku. Zároveň je v obrázku 26 znázorněn indikátor změny počtu nově zaregistrovaných patentů, a to na ročních údajích.



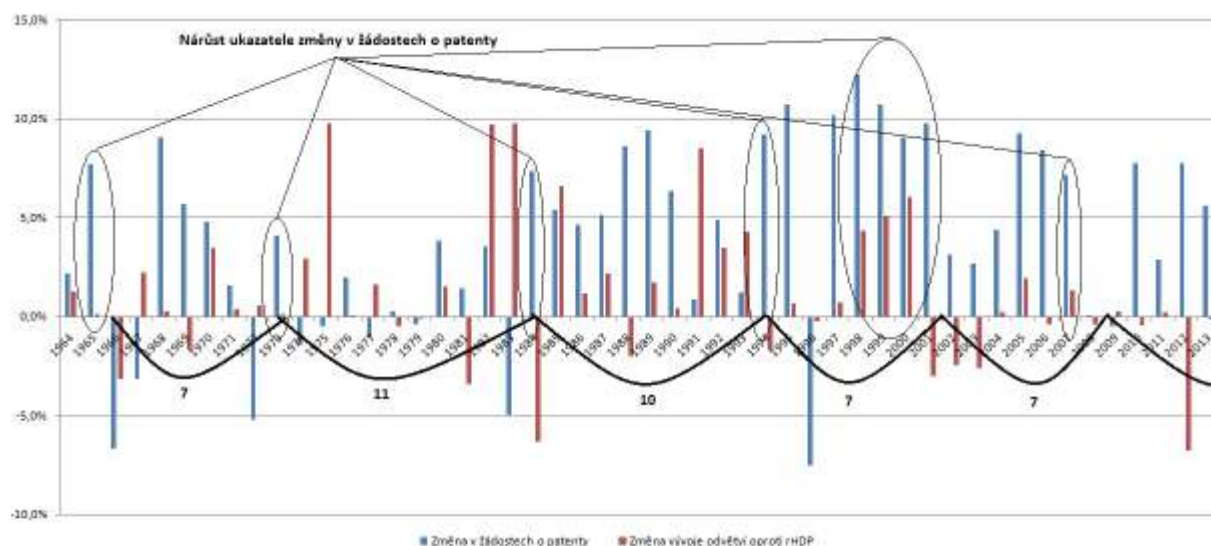
**Obrázek 26 Schumpeterův hospodářský cyklus**

Zdroj: Úřad pro ekonomickou analýzu Spojených států, Patentní úřad Spojených států; vlastní zpracování

Výrazný nárůst nově zaregistrovaných patentů spolu s jistým přehříváním daného odvětví znamená první indikátory problémů sledovaného odvětví. Situace spojená s nově zaregistrovanými patenty velice jasně naznačuje touhu inovátorů co nejrychleji zaregistrovat svůj patent, aby z něj mohli co možná nejdéle těžit výhodu spojenou s maximálně možným podnikatelským ziskem. Právě kombinace extrémních hodnot ukazatele počtu nově zaregistrovaných patentů a celkového rozvoje daného odvětví v ekonomice ukazuje na možné

nebezpečí a hrozící hospodářskou recesi. Výrazný nárůst sledovaného ukazatele v letech 1999 a 2007 lze také interpretovat pomocí Juglarových střednědobých vln. Ty jsou spojovány s periodicitou 7 – 11 let, což koresponduje také s vývojem znázorněným na obrázku 26.

Výše představený přístup k měření inovací disertační práce dále rozšiřuje o přístup, který ukazatel označovaný jako počet nově zaregistrovaných patentů nahradí ukazatelem označovaným jako změna v žádostech o patenty. Stejně jako v předchozím výstupu i zde se nejedná pouze o patenty. Rozdíl ovšem spočívá v tom, že nyní se práce zaměří nejen na skutečně registrované patenty, ale i na žádosti o registraci. Tento ukazatel je blíže popisovanému přístupu z pohledu Schumpeterovské teorie. Pro lepší interpretaci je sledováno tempo růstu tohoto ukazatele. Stejně tak ukazatel, který komparoval vývoj daného odvětví a vývoj ekonomiky jako celku je dále v práci upraven na rozdílový ukazatel, kde je sledován rozdíl mezi procentuálním vývojem ekonomiky jako celku a vývojem sledovaného odvětví (měřeno reálným HDP). Jedná se tedy o rozdíl v procentních bodech, kde kladné hodnoty indikují rychlejší růst sledovaného odvětví, než ekonomiky jako celku. Interpretace těchto dvou ukazatelů je shodná s předchozím přístupem, kde kladné hodnoty obou dvou mohou znamenat budoucí negativní vývoj daného odvětví. Výše popsané přístupy disertační práce spojuje v jeden, který je interpretován na obrázku 27. Jedná se již o analýzu odvětví, na které je zaměřena aplikační část disertační práce – finanční oblast.



**Obrázek 27 Inovační vlny - aplikace**

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 27 lze sledovat oba výše zmíněné ukazatele (změna v žádostech o patenty a změna vývoje daného odvětví<sup>11</sup>) a zároveň jsou znázorněny vlny, jejichž číselné vyjádření znázorňuje roky, mezi jednotlivými vlnami. Tyto vlny jsou zde identifikovány vždy před koncem cyklu, tedy v situaci, kde je zaznamenán pokles vývoje daného odvětví (měřeno rHDP). Kromě těchto vln je možné na obrázku sledovat skutečnost, že před vyčerpáním vlny dosahuje ukazatel změny žádostí o patenty vyšších hodnot, které například před rokem 2001 dosahují dlouhodobě výrazných hodnot, které také znamenaly výrazný budoucí propad daného odvětví. Nelze ovšem tvrdit, že tento přístup vysvětluje veškeré výkyvy, které jsou na obrázku znázorněny, stejně tak nevystihuje veškeré propady daného odvětví. Na základě výše popsaného tato aplikace koresponduje s Juglarovými střednědobými inovačními vlnami.

Tento přístup je navíc v kapitole 5 doplněn o regresní analýzu, která vychází právě z výše uvedených hledisek, a pomocí které práce implementuje tyto myšlenky do rozhodovacího procesu v podniku.

### 3.1.4 Proces tvořivé destrukce

Schumpeter také zavádí pojem tvořivé destrukce, která je chápána jako typický znak vývoje kapitalistické ekonomiky. Základním východiskem je předpoklad, že pokud inovační vlna s sebou přináší hospodářský rozvoj, bude chtít jejího pozitivního efektu využít co nejvíce podnikatelů, inovátorů. S přibývajícím množstvím inovátorů ale slábne jejich kvalita (Schumpeter, 1987; Holman 2005; Kuznets, 1940).

Je stanoven předpoklad, že nejkvalitnější inovátor přichází jako první s danou inovací na trh. Nejkvalitnější je zde nejen pro to, že uchopil správně nový vynález nebo patent, ale hlavně z toho důvodu, že ho dokázal správně využít v prostředí trhu. Jak přicházejí další podnikatelé, kteří jsou lákáni vidinou podnikatelského zisku, přicházejí stále méně kvalitní. Lze tedy tvrdit, že čím silnější je inovační vlna, tím je zde prostor pro více inovátorů. Analogicky pak je možné říci, že zde bude i větší množství méně kvalitních podnikatelů, kteří na trhu profitují pouze díky inovační vlně nikoli díky svým podnikatelským schopnostem. V momentě, kdy se inovační vlna vyčerpá, ztrácí se i prostor pro realizování podnikatelského zisku a inovátoři se musí chování trhu přizpůsobit.

Kvalitní inovátoři mají oproti méně kvalitním dvě zásadní výhody. Zaprvé využili získání většího podnikatelského zisku a zadruhé mají lepší podnikatelské schopnosti. Tyto výhody je

---

<sup>11</sup> V aplikační části disertační práce je tento ukazatel také označován jako ukazatel přehřívání daného odvětví oproti vývoji ekonomiky jako celku.



pak posouvají v trhu dále. Skupina méně schopných inovátorů reaguje špatně na chování trhu a daný sektor je nucena opustit. Při sklonu k tvrzení, že kapitalismus je o zisku a ztrátě, lze také tvrdit, že je o nových příležitostech pro podnikatele a zároveň o vyčištění trhu od podnikatelů, kteří nepřinášejí trhu to, za co inovátory odměňuje (více viz Petříček, 2012b).

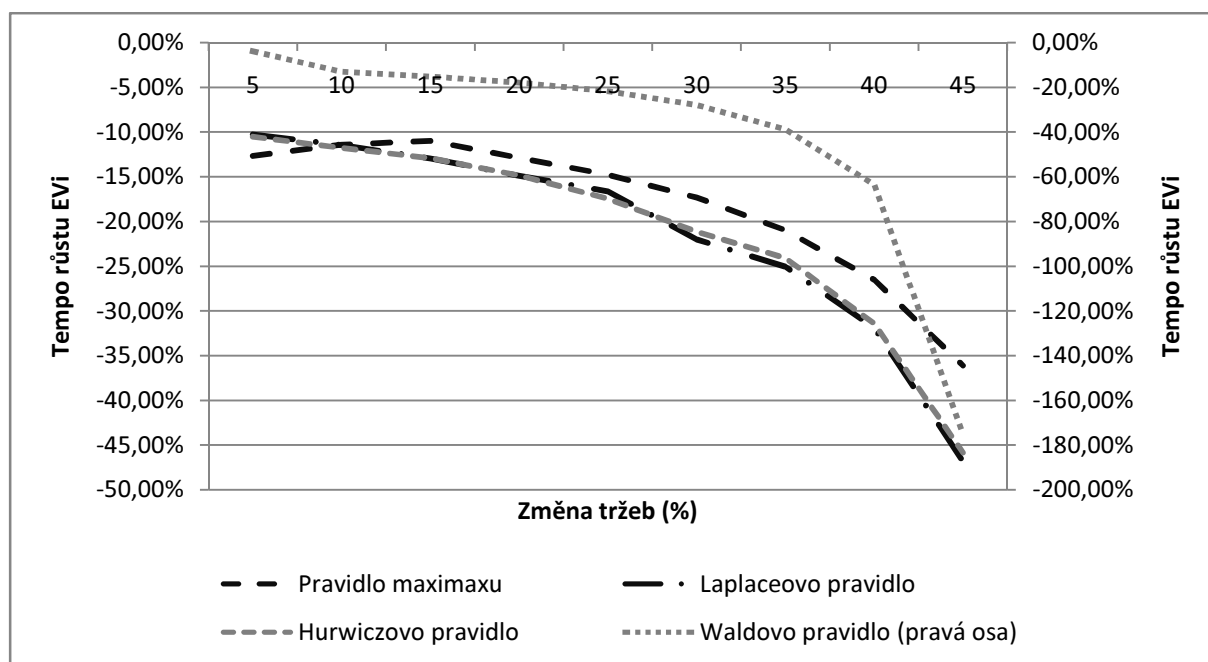
Tyto myšlenky jsou prezentovány spíše pro doplnění celé problematiky. I když mají pro výstupní model disertační práce spíše minoritní charakter, v kontextu celé práce svoje postavení jednoznačně nalézají. V aplikační části jsou pak použita tato východiska, která jsou ovšem upravena při svém dalším použití (viz kapitola 5.3.3).

## 3.2 Monokriteriální model

V této kapitole budou popsána základní východiska pro další aplikaci ve zbytku práce. Jedná se zejména o komparaci přístupů rozhodování za nejistoty a o stanovení postupu měření citlivosti. Veškeré tyto předpoklady vedou k dalším postupům, které ve výsledku monokriteriální model opouští a nahrazují ho přístupem vícekriteriálním. Přesto jsou v aplikační části využita východiska, která jsou zde popsána.

### 3.2.1 Rozhodování za nejistoty - komparace

Tato subkapitola se zaměřuje na komparaci několika vybraných přístupů rozhodování za nejistoty, které byly představeny v kapitole 2.2. Pro provedení komparace byl použit postup, který představuje, jak se mění hodnota optimální varianty (měřeno pomocí  $EV_i$ ) při použití rozdílných přístupů jejího výběru v momentě, kdy se postupně mění vstupní parametr očekávaných tržeb. Pro jednodušší interpretaci byly očekávané tržby postupně procentuálně snižovány. Na základě tohoto snižování poté bylo sledováno tempo růstu  $EV_i$ . Celkový výstup představuje obrázek 28, který představuje průběh citlivostních křivek v rozhodovacím procesu.



**Obrázek 28 Srovnání přístupů stanovení pravděpodobnosti**

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 28 je patrné, že hodnoty  $EV_i$  mají podobný průběh primárně u tří pravidel rozhodování – a sice u pravidla maximaxu, Hurwiczova pravidla a Laplaceova pravidla. Waldovo pravidlo vykazuje trochu jiný a strmější průběh. Rozdílnost lze vysvětlit logikou pravidla samého – neboť předpokládá ve své podstatě nejlepší variantu z nejhůře postavených. Co je ovšem patrnější, je průběh křivky, který vykazuje mnohem vyšší změny očekávaných hodnot se změnou vstupních parametrů. Což prezentuje stav, kdy s postupným snižováním očekávaných tržeb z optimální varianty klesá stále rychleji hodnota  $EV_i$ . I když by se mělo jednat o pravidlo pro rozhodovatele, kteří jsou averzní k riziku, je strmější průběh křivky typický spíše pro subjekty, které preferují riziko za cenu vyššího potenciálního výnosu/ztráty z dané varianty.

Práce se dále zaměřuje na podobnost průběhu jednotlivých křivek. Pro hlubší komparaci je níže v tabulce 3 představena korelační matice, ze které vyplývá, že všechny varianty vykazují silnou míru korelace.

**Tabulka 3 Korelace – rozhodování za nejistoty**

	Waldovo pravidlo	Pravidlo maximaxu	Hurwiczovo pravidlo	Laplaceovo pravidlo
Waldovo pravidlo	1	0,9747	0,9653	0,9674
Pravidlo maximaxu		1	0,9935	0,9941
Hurwiczovo pravidlo			1	0,9998
Laplaceovo pravidlo				1

Zdroj: vlastní zpracování

Nejmenší hodnoty korelačního koeficientu jsou patrné pouze u Waldova pravidla (což odpovídá i komentáři obrázku 28. I přesto se však jedná o relativně vysoké hodnoty korelačního koeficientu, který naznačuje silnou závislost jednotlivých pravidel rozhodování (více viz Petříček, 2014a).

Na základě výše popsaného ovšem nelze jednoznačně tvrdit, že různá pravidla povedou ke stejným závěrům. Z logiky pravidel samotných to ani není možné. Problém těchto pravidel spatřuje práce zejména v tom, že často nepracují s různým postavením k riziku ze strany rozhodovatele. Výstupy z těchto pravidel jsou pak spíše deskriptivní až teoretické, kdy popisují, jak by mohlo rozhodování vypadat za patřičných předpokladů – tyto předpoklady jsou ale zahrnuty v jednotlivých pravidlech a nelze je příliš měnit. Na základě tohoto je pak finální rozhodovací model postaven na pravidlech jiných, které jsou ovšem inspirovány těmito přístupy rozhodování za nejistoty.

### 3.2.2 Měření citlivosti rozhodovacího modelu

V této části analýzy řešeného problému rizikovosti modelů se práce zaměřuje na stanovení citlivosti rozhodovacího modelu na jeho vstupní parametry. Tyto vstupní parametry jsou stanoveny na základě zkušeností, subjektivního určení, statistických metod nebo ekonometrických metod nebo simulací. Vždy se ale jedná o hodnoty, které jsou spojeny s jistou mírou rizika odchylky od původní očekávané hodnoty. Jak tyto odhady ovlivňují celý rozhodovací model, měří právě citlivost těchto modelů na vstupní parametry. Hledaná citlivost bude označena řeckým písmenem  $\alpha$ .

Základní předpoklad, ze kterého práce vychází je ten, že na základě rozhodovacího modelu je možné určit optimální variantu, ve které očekávaná hodnota (*EV; Expected Value*) bude mít

nejvyšší hodnotu (pokud má výnosový charakter). Očekávaná hodnota je stanovena dle vztahu (56) jako

$$EV_v = \sum_{s=1}^n \pi_{vs} * p_s, \quad (56)$$

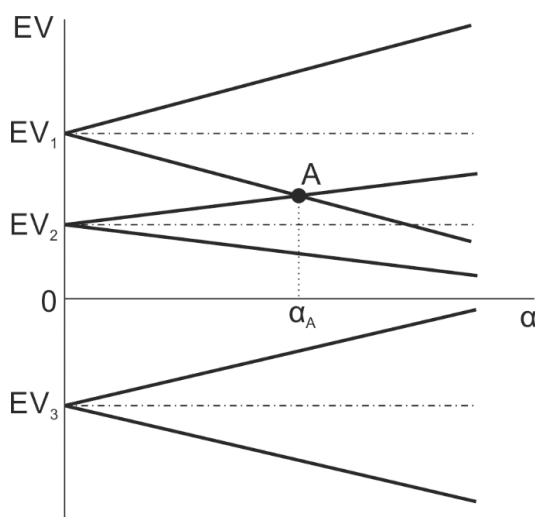
kde  $\pi$  představuje vstupní parametry a  $p$  pravděpodobnost dosažení zvolené varianty. Index  $s$  označuje budoucí stav světa a index  $v$  označuje zvolenou variantu. Očekávaná hodnota optimální varianty bude označena jako  $EV_i$ . Očekávané hodnoty následujících variant potom  $EV_1, EV_2, EV_3, \dots, EV_n$  dle počtu zbývajících variant.

Prvním východiskem při stanovení citlivosti tedy bude takové, při kterém je hledáno o kolik se musí změnit vstupní parametry modelu, aby rozhodovatel zvolil druhou nejlepší variantu. Situaci ilustruje rovnice (57).

$$EV_i - \left| EV_i * \frac{\alpha}{100} \right| = EV_n + \left| EV_n * \frac{\alpha}{100} \right|, \quad (57)$$

kde  $EV_i$  představuje optimální variantu a  $EV_n$  varianty ostatní. Řecká  $\alpha$  představuje odchylku (v procentech) od původních stanovených vstupních parametrů modelu, která dostačuje k tomu, aby byla zvolena varianta druhá nejlepší.

Graficky lze danou situaci ilustrovat na obrázku 29. Zde jsou předpokládány tři varianty, mezi kterými se rozhoduje, a jsou stanoveny tedy tři očekávané hodnoty ( $EV$ ) těchto variant.  $EV_1$  označuje v tomto vyjádření optimální variantu a  $EV_2$  označuje druhou nejlepší.



**Obrázek 29 Očekávané hodnoty - lineární**

Zdroj: vlastní zpracování

Výchozí situace hodnot  $EV$  vycházející z rozhodovacího procesu jsou zachyceny na svislé ose při variantě, kdy  $\alpha = 1$ , resp.  $\Delta\alpha = 0$ . Na vodorovné ose jsou pak zachyceny postupné změny vstupních parametrů rozhodovacího modelu. Jak roste hodnota  $\alpha$ , tak roste i odchylka vstupních parametrů od jejich původní hodnoty. Model poté hledá takovou hodnotu  $\alpha_A$ , kdy se protínají očekávané hodnoty ( $EV$ ) nejvýše postavené varianty a druhé nejlepší, tedy hodnotu  $\alpha_A$  při které  $EV_1 = EV_2$ . Hodnoty  $EV$  se mění se změnou  $\alpha$  jak pozitivně, tak negativně. Je tedy předpokládáno, že realita se může od předpokladu odchylovat ve prospěch i v neprospěch podniku. Pokud bychom z rovnice (57) chtěli vyjádřit hledanou  $\alpha$ , je třeba řešit tuto rovnici za čtyř rozdílných předpokladů, které znázorňuje tabulka 4.

**Tabulka 4 Citlivostní analýzy**

Výchozí situace	Optimální varianta	Druhá nejlepší varianta
1	$EV_i > 0$	$EV_n > 0$
2	$EV_i > 0$	$EV_n < 0$
3	$EV_i < 0$	$EV_n > 0$
4	$EV_i < 0$	$EV_n < 0$

Zdroj: vlastní zpracování

Předpoklad je vzhledem k dalším výpočtům zjednodušen o  $EV \neq 0$ . Pokud bychom určili hledanou proměnnou  $\alpha$  za výchozí situace 1, rovnice by měla tvar (58).

$$\alpha_1 = 100 * \frac{EV_i - EV_n}{EV_n + EV_i} . \quad (58)$$

Tato výchozí situace bude nyní rozšířena o předpoklad, že proměnná  $\alpha$  bude odpovídat normálnímu statistickému rozdělení, a tím je vlastně tento koeficient přesunut z teoretických předpokladů více k realitě. Hledaná  $\alpha$  poté znázorňuje směrodatnou odchylku, která znamená volbu jiné než optimální varianty. Teoreticky tedy vycházíme z rovnice (59)

$$EV_i - \sigma_i = EV_n + \sigma_n, \quad (59)$$

kde  $\sigma$  představuje směrodatnou odchylku dané varianty. Další úpravou je získána rovnice (60).

$$EV_i - \sqrt{D_i} = EV_n + \sqrt{D_n}, \quad (60)$$

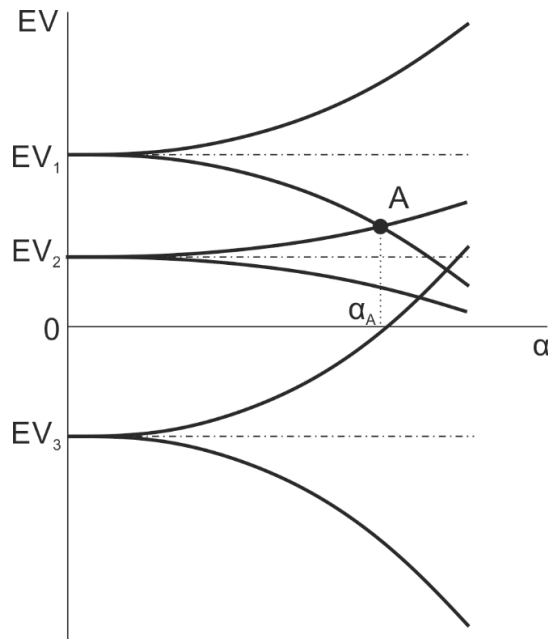
kde  $D$  označuje rozptyl dané varianty. Hodnota rozptylu je stanovena dle (61)

$$D = \sum_{s=1}^n (\pi * \alpha - EV)^2 * p, \quad (61)$$

kde  $\pi$  znázorňuje vstupní parametry (například očekávané tržby) a  $p$  pravděpodobnost dosažení dané varianty (více o přidělení pravděpodobností hovoří kapitola 2.1). Po dosažení je tedy získána rovnice (62)

$$EV_i - \sqrt{\sum_{s=1}^n (\pi * \alpha - EV_i)^2 * p} = EV_n + \sqrt{\sum_{s=1}^n (\pi * \alpha - EV_n)^2 * p}. \quad (62)$$

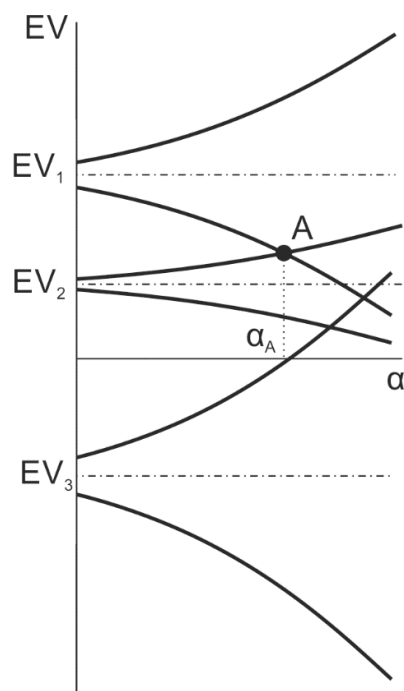
Graficky lze tento výstup znázornit na obrázku 30.



**Obrázek 30 Očekávané hodnoty - odchylky**

Zdroj: vlastní zpracování

V realitě by pak odpovídal spíše obrázek 31, který předpokládá, že chyba mohla být provedena již při prvotním stanovení předpokladů, bez toho aniž by  $\alpha > 1$  (resp.  $\Delta\alpha > 0$ ).



**Obrázek 31 Očekávané hodnoty - realita**

Zdroj: vlastní zpracování

Takto stanovená citlivost poté znázorňuje nutnou procentní změnu vstupních parametrů, která způsobí jiný výstup rozhodovacího modelu, než byl původní.

### **Aplikace**

V aplikační části práce je počítána hodnota koeficientu alfa jak pro monokriteriální, tak pro vícekriteriální model. Rozdíl oproti předchozímu výpočtu ve vícekriteriální variantě je v použití hodnoty  $EV$ . Místo toho výstupu bude u vícekriteriálního modelu použita hodnota dle použité metody hodnocení variant. Při využití WSA se tedy jedná o hodnotu výsledné užitkové funkce, která stejně jako  $EV$  seřadí jednotlivé varianty a slouží k rozhodnutí o tom, která z variant je kompromisní, resp. optimální v monokriteriálním přístupu.

V disertační práci je pro konkrétní výpočet stanoven postup vycházející z teorie popsané v předchozích kapitolách. Koeficienty  $\alpha$  budou stanoveny pro všechna kritéria tak, aby byla získána co nejdetailnější analýza citlivosti. Při výpočtu koeficientu alfa u monokriteriálního modelu pro první variantu a první kritérium bude postup následující.

Nejprve je třeba uvést podmínku, za které bude celý problém řešen. Podmínkou je zde volba jiné než optimální varianty, tedy změna hodnoty  $EV$  z původní hodnoty na druhou nejnižší.

Tato podmínka je stanovena pouhým rozdílem  $EV$  dle (63)

$$\Delta EV = EV_1 - EV_2, \quad (63)$$

kde indexy označují pořadí varianty značené vzestupně. Další nutnou podmínkou k řešení problému je, aby v tomto případě platilo, že  $EV_2 \geq 0$  (podmínka nezápornosti). Poté je hledána hodnota koeficientu  $\alpha_1$  pro první variantu jako hodnotu, která za daných podmínek vstupuje do následujícího vztahu

$$\alpha_1 * (S_1 * p_1) + \sum_{i=2}^n S_i * p_i = EV_2, \quad (64)$$

kde  $S$  jsou jednotlivé stavy, dle kterých se rozhodujeme, s tím, že tyto stavy světa jsou v řešeném monokriteriálním přístupu hodnoceny dle  $EV_i$ . Označení  $p$  představují pravděpodobnosti. Zde práce předpokládá, že pravděpodobnosti dosažení jednotlivých stavů budou konstantní. Vzhledem k faktu, že rozhodovatel v monokriteriálním modelu předpokládá neměnnost nákladů u jednotlivých stavů světa, je hledaný koeficient alfa platný pro změnu tržeb. Po nalezení všech koeficientů alfa, je třeba provést poslední úkon v podobě nalezení minimální hodnoty z daných veličin. Pak platí, že  $\alpha_{\min} = \alpha_A$ , kde index  $A$  označuje variantu. Ve vícekritériálním modelu je postup obdobný, jen místo vzorce pro výpočet očekávané hodnoty  $EV$  je použit postup pro stanovení kompromisní varianty hodnot a dle použité metody. Dále je ilustrován výpočet koeficientu alfa při použití metody váženého součtu. Postup je svým charakterem totožný s předchozím postupem, je třeba tedy nejprve určit podmínku, za které bude dále problém řešen s tím, že tato podmínka je vyjádřena vztahem

$$\Delta u(X) = u(X_1) - u(X_2). \quad (65)$$

Podmínku nezápornosti druhé nejlepší varianty zde není nutné uvádět, neboť sama metoda výpočtu dle váženého součtu vylučuje možnost záporných hodnot. Je tedy třeba nalézt koeficient  $\alpha$ , kdy pro první kritérium platí

$$\alpha_1 * (v_{1j} * y_{1j}) + \sum_{j=2}^k v_j * y_{ij} = u(X_2), \quad (66)$$

kde  $y$  jsou jednotlivá kritéria a  $v$  označují váhy těchto kritérií. Práci zajímá pouze změna kritéria, váhy jsou předpokládány jako konstantní. Opět je třeba nalézt takový koeficient  $\alpha$ , kde platí

$$\alpha_{\min} = \alpha_A. \quad (67)$$



Citlivostní analýza je, na základě modelu představeném v kapitole 5.3.6, provedena u dvou konkrétních rozhodovacích procesů z praxe na základě spolupráce s vybraným podnikem<sup>12</sup>. Podnik měřil pouze rizikovost jednotlivých variant, a to pomocí směrodatné odchylky. Citlivostní analýza rozšiřuje měření rizik rozhodovacích modelů o kvantifikaci citlivosti na změnu předpokládaných hodnot, ze kterých model vychází. V jednom ze sledovaných případů se rozhodovací proces zaměřil na budoucí stavy poptávky, které předpokládaly rozdílné hodnoty a to při rozdílných variantách expanze podniku na trhu. Rozhodovací model byl tedy citlivý na změnu očekávaných tržeb při variantě, kterou si společnost určila jako optimální. Bylo hledáno, jak velká procentuální změna výchozích předpokladů stačí k tomu, aby v rámci rozhodovacího procesu byla zvolena varianta jiná. Byla tedy hledána velikost změny tržeb ( $\alpha$ ), při které rozhodovací model začíná volit jinou variantu. Respektive při které platí vztah (67), tedy že očekávaná hodnota optimální varianty je stejně velká jako očekávaná hodnota druhé nejlepší varianty. Při této skutečnosti dochází ke změně doporučení na základě rozhodovacího modelu a původní předpoklady se tedy mění. Ve sledovaném případě byla hodnota hledaného koeficientu stanovena jako  $\alpha = 8,79 \%$ .

Stačí tedy, aby se výchozí předpoklady lišily o více než 8,79 % a na základě rozhodovacího procesu by byla zvolena jiná varianta. Jedná se o další možnost (kromě klasických přístupů, které jsou postaveny na měření rizika směrodatnou odchylkou jednotlivých již zvolených variant), jakým způsobem stanovit, zda je zvolená varianta a zvolený přístup rizikový.

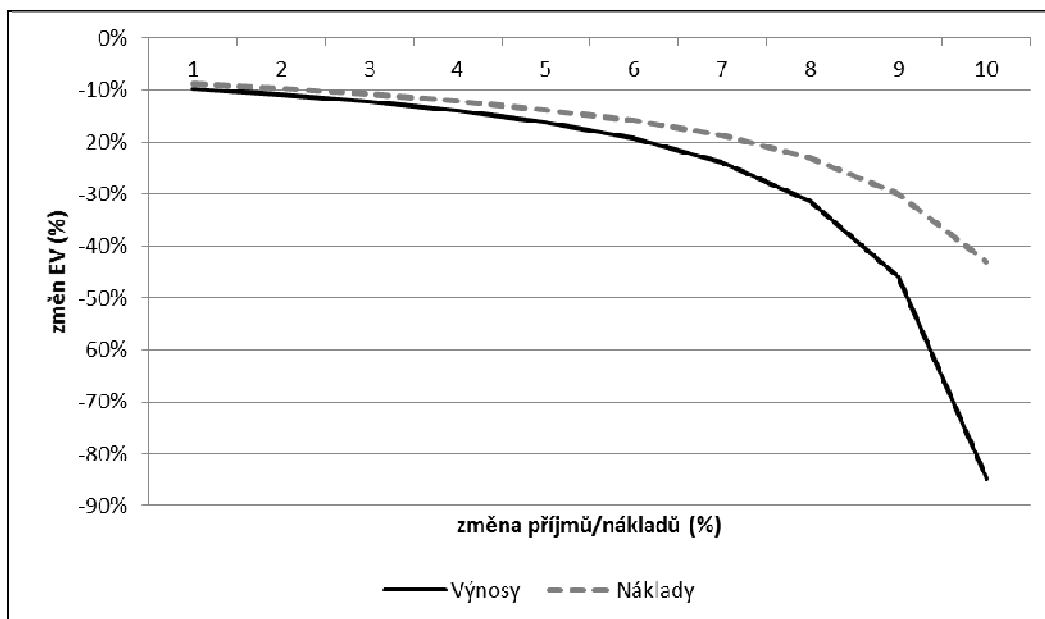
### 3.2.3 Citlivostní křivka

Pro lepší pochopení celé problematiky byla dále sestavena citlivostní křivka, která zobrazuje, jak se mění očekávaná hodnota zisku, která představuje výstupní informaci rozhodovacího monokriteriálního modelu, v závislosti na změně vstupních parametrů. Vzhledem k tomu, že vstupními parametry jsou očekávané výnosy a očekávané náklady (resp. jejich změna, která v součtu znamená změnu výnosů  $\alpha$ ), budou měněna pouze tato očekávání.

Ve vztahu k příjmům i k nákladům se práce zaměřuje pouze na možnost nepříznivého vývoje. Citlivostní křivka tedy zobrazuje, jak se mění procentuální tempo růstu  $EV_v$  nejlépe hodnocené varianty v momentě, kdy se budou postupně snižovat očekávané příjmy a zvyšovat náklady všech variant. Výstup je zobrazen na obrázku 32.

---

<sup>12</sup> Další měření je provedeno v aplikační části a dále jsou také měřeny citlivosti jednotlivých případových studií uvedených v příloze práce. Veškeré naměřené hodnoty poté slouží jako vstupní data pro testování jedné ze dvou hypotéz zmíněných v úvodu práce.



**Obrázek 32 Citlivostní křivka**

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 32 je možné sledovat, že s rostoucí procentuální změnou příjmů i nákladů také roste tempo, se kterým se mění (klesá) očekávaný zisk  $EV_v$ . Tento růst tempa je stále rychlejší. S rostoucí odchylkou vstupních dat jsou tedy marginální změny  $EV_v$  stále vyšší (více viz Petříček, 2014b).

Zároveň je z obrázku 32 patrné, že tento rozhodovací model je citlivější na správné nastavení výnosů než nákladů. Citlivostní křivka, která se vztahuje k příjmům, je totiž strmější a nabývá vyšších hodnot tempa růstu. Což je důležité pro celý rozhodovací proces.

## 4 Postup tvorby vícekriteriálního modelu

Sestavení výstupního modelu disertační práce bude popsáno nejprve teoreticky v několika krocích a následně bude celý proces aplikován na konkrétní rozhodovací problém, který bude také blíže komentován. Zároveň bude provedena komparace s původním monokriteriálním rozhodovacím modelem. Důvod volby vícekriteriálního modelu je zejména v nedostatečné analýze jednotlivých prvků a procesů v monokriteriálním přístupu a také v poměrně malé variabilitě tohoto rozhodovacího modelu. Na základě výchozích předpokladů (zejména z kapitol 3.2, 2.2 a 1.1.2) je celý model postaven na vícekriteriálním rozhodování s využitím simulace metodou Monte Carlo. Dílčí kroky, které popisují daný model, následují.

### 4.1 Předpoklady modelu

Nejprve je třeba definovat předpoklady modelu, který bude dále tvořen. Základní předpoklady modelu jsou následující:

- rozhodovatel je racionálně ekonomický člověk,<sup>13</sup>
- jedná se o normativní model na principu optimalizace,
- cílem je seřazení variant s volbou kompromisní varianty,
- rozhodovatel je schopen stanovit více než jedno kritérium a více než jednu variantu.

### 4.2 Definování pojmů a cíle

Nejprve jsou vymezeny základní pojmy, které jsou v modelu použity, a je vysvětlen jejich význam pro rozhodovací proces. Většina z těchto pojmů již byla aplikována v předchozích kapitolách práce, některé budou upřesněny nebo zmíněny prvně.

Cílem vícekriteriálního rozhodovacího modelu je stanovit tzv. kompromisní variantu (ekvivalent optimální varianty v monokriteriálním modelu). Kromě tohoto je dalším cílem seřadit jednotlivé varianty, a to dle kardinálních hodnot. Ve sledovaném případě tedy lze tyto varianty seřazovat dle jejich funkce užitku. Varianty jsou hodnoceny dle několika kritérií. V příkladu je předpokládáno pět kritérií, kterými jsou:

- očekávané tržby,
- riziko tržeb,
- očekávané náklady,
- riziko nákladů,

---

<sup>13</sup>Tento člověk jedná v souladu s racionálně-ekonomickým modelem, který znamená porovnání a hodnocení všech kritérií – na základě tohoto přístupu poté volí optimální (kompromisní) variantu.

- užitková funkce rozhodovatele.

Tato kritéria byla vybrána zejména z toho důvodu, že korespondují s již řešeným rozhodovacím problémem a také svým charakterem splňují požadavky na řadu rozhodovacích procesů. Tím lze celý model co nejvíce zobecnit a lze ho tedy aplikovat na více rozhodovacích procesů, jako je hodnocení investičních variant, volba optimalizace nákladové situace v podniku, řešení krizové situace formou snížení nákladů s částečným snížením tržeb nebo možná predikce proniknutí na nový trh.

Informace jsou získávány jednak ze simulace a jednak z názorů expertů. Jeden expert je zároveň také rozhodovatel celého procesu. Ostatní dva experti pouze dodávají informace a zpřesňují tak vstupní data pro celý model. Rozhodovatel zde hraje roli manažera, a práce dále předpokládá, že není vlastníkem firmy. Tento předpoklad má svůj význam pro aplikaci problému pána a správce. Zároveň pod pojmem očekávaných tržeb práce předpokládá veškeré výnosy, které jsou relevantní pro daný rozhodovací proces. Obdobně je pracováno s náklady.

### 4.3 Prvotní analýza procesu

Do analýzy rozhodovacího procesu, jako prvního kroku tvorby modelu, spadá nejprve zevrubná analýza všech dílčích složek, které do rozhodovacího procesu vstupují. Význam této části je dvojitý. Zejména v té skutečnosti, že lze eliminovat již nyní prvky, které není vhodné do procesu komponovat. Druhým důvodem je rozmyšlení, kdo bude do procesu zapojen a tím tedy stanovit, která všechna kritéria mohou mít na výslednou kompromisní variantu vliv. Výstupem této fáze by měla být:

- stručná formulace rozhodovacího procesu,
- cíl rozhodovacího procesu,
- kritéria,
- očekávané varianty.

### 4.4 Tvorba kritériální tabulky

Pokud je proces na základě předchozí fáze alespoň částečně definován, lze přistoupit k tvorbě modelu samotného. Klíčovou část tvoří kritériální tabulka, ta bude mít následující podobu, kterou znázorňuje tabulka 5.

**Tabulka 5 Kriteriační tabulka**

Varianty	Kritéria				
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>
A					
B					
C					
D					

Zdroj: vlastní zpracování

Při tvorbě této tabulky je naprosto klíčové správné sestavení nejen jednotlivých variant (což zpravidla není přílišný problém), ale zejména kompletní sestavení všech kritérií, dle kterých rozhodovatel vybírá kompromisní variantu. K tomuto sloužila také zevrubná analýza zmiňovaná v předchozí subkapitole. Kromě stanovení jednotlivých variant a kritérií je důležité stanovení jejich hodnot. Na základě předchozích analýz a expertních rozhovorů je právě tato fáze ta, která činí největší problémy, a zároveň se právě již zde často rozhoduje o robustnosti celého modelu.

#### 4.4.1 Očekávané tržby

Položka očekávaných tržeb je pro většinu rozhodovacích procesů pravděpodobně nejdůležitější. Stanovit co nejpřesnější odhad tržeb je však velice problematické, a proto se právě této problematice disertační práce věnuje z těchto pěti kritérií nejvíce.

Očekávané tržby lze stanovit na základě několika rozdílných přístupů – vždy se ale jedná o odhady, které jsou zpravidla postaveny na historických datech. Disertační práce uplatňuje dvojí možnost stanovení očekávaných tržeb, a to vždy v kombinaci s makroekonomickou analýzou daného ekonomického odvětví.

##### **První varianta**

První možnost, jak stanovit tržby, je na základě simulačního procesu, který vychází z predikce jednotlivých proměnných. Výchozí předpoklad je triviální

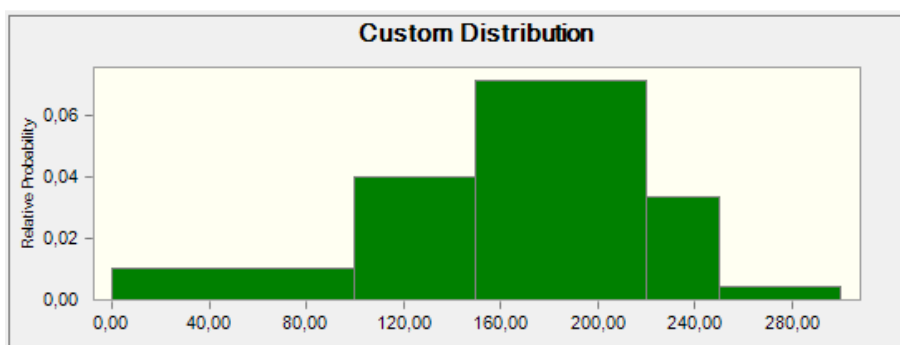
$$T R = P * Q \quad (68)$$

a vychází z křivky poptávky. S využitím softwaru *Crystal Ball* lze pomocí metody Monte Carlo dané celkové tržby nasimulovat. Důležité pro správné použití této metody je ovšem stanovení v tomto případě dvou charakteristik:

- pravděpodobnostní rozdělení náhodné veličiny ( $Q$ , možno i  $P$ ),
- míra závislosti mezi  $P$  a  $Q$ .

Pro stanovení pravděpodobnostního rozdělení lze využít standardní rozdělení (viz kapitola 2.3) nebo stanovit rozdělení vlastní. Vzhledem k faktu, že každý rozhodovací proces je unikátní a je tedy třeba ke každému přistupovat individuálně, jeví se možnost vlastního nastavení pravděpodobnostního rozdělení jako vhodná. Vzhledem ke skutečnosti, že vždy bude toto rozdělení záviset na expertním odhadu rozhodovatele, je v práci navržen následující postup.

Nejprve je třeba nastavit jednotlivé intervaly očekávaných hodnot poptávaného množství (je tedy stanoveno  $Q$ ), kterým rozhodovatel přiřadí bodové ohodnocení (viz bodovací metoda). Intervaly lze stanovit dle standardních statistických metod nebo na základě vlastního odhadu. Na základě patřičných úprav je pak tento expertní odhad převeden do pravděpodobnostního rozdělení, se kterým je možné dále pracovat. Ukázka takto stanoveného pravděpodobnostního rozdělení je k dispozici na obrázku 33.



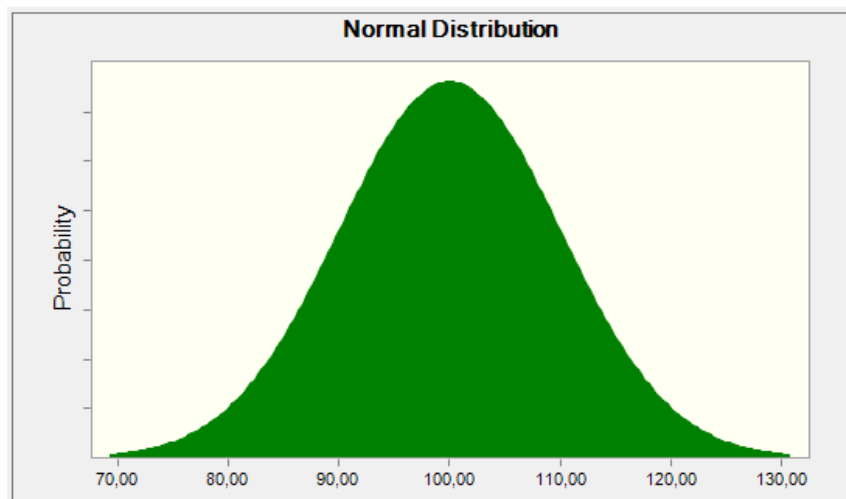
**Obrázek 33** *Vlastní rozdělení poptávaného množství*

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Na obrázku je představeno celkem 5 intervalů, kterým jsou přiřazeny na základě bodového hodnocení jednotlivé relativní pravděpodobnosti.<sup>14</sup> Kromě tohoto přístupu lze použít ještě sofistikovanější určení intervalů i přiřazených vah. Tento výstup je prezentován v aplikační části disertační práce. Pro jednodušší aplikaci i rychlejší práci s expertními názory může být ale dostačující.

<sup>14</sup> Další variantou, které by byla v daný moment logickým krokem, je použít rozdělení diskrétní, neboť poptávané množství nabývá diskrétních hodnot – vzhledem ale k charakteru poptávky a řešeného problému je v tento moment využíváno rozdělení spojité. Více o diskrétním rozdělení a problematice jeho použití při vlastním nastavení pravděpodobnosti je k nalezení v kap. 2.3.

Dále je možné určit pravděpodobnostní rozdělení ceny. Není to ovšem nutné, neboť cena může být dána konstantní hodnotou. Pokud je ovšem cena různá<sup>15</sup>, je možné i zde stanovit její rozdělení. Pro jednodušší aplikaci práce dále předpokládá využití normálního rozdělení, kde střední hodnota bude průměrná očekávaná cena prodeje a směrodatná odchylka je nastavena na 10 % ze střední hodnoty. Takovéto rozdělení je představeno na obrázku 34.



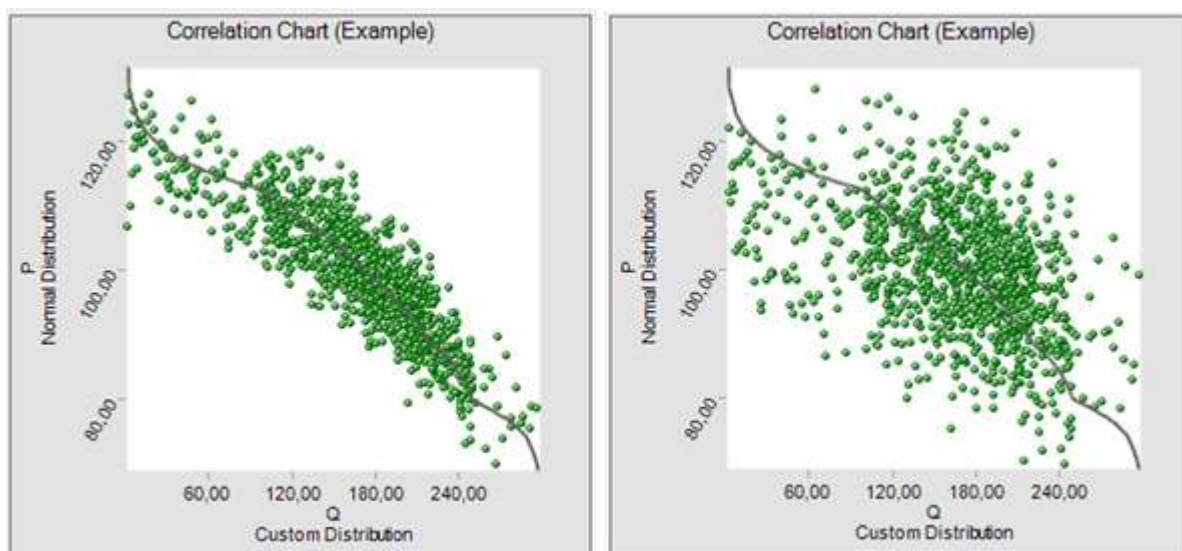
**Obrázek 34 Normální rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Pokud je definováno takové rozdělení, je třeba nastavit ještě korelaci množství a ceny, aby mohla být provedena výsledná simulace. Například Fotr (Fotr a Hnilica, 2014) uvádí hodnotu (-0,75). Pro názornost bude v ilustrativním příkladu použita vyšší hodnota (-0,9) a bude komparována s hodnotou (-0,5). Korelaci mezi poptávaným množstvím a cenou je možné také spojit s cenovou elasticitou dané poptávky. Komparací těchto dvou rozdílných měr korelace lze získat výstupy, které jsou představeny na obrázku 35, kde v levé části je křivka s vyšší mírou korelace.

---

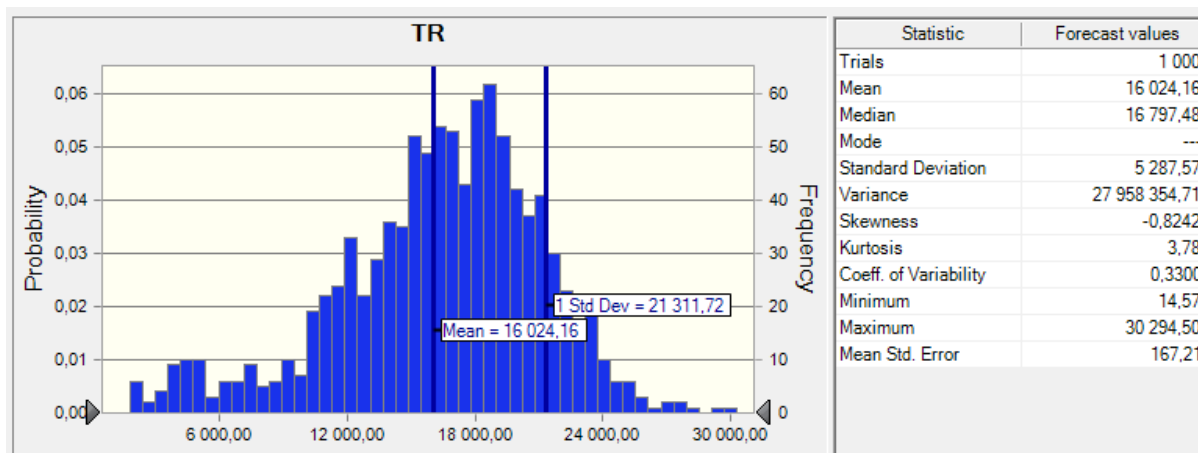
<sup>15</sup> Různá cena nastává například v situacích, kdy je prodej vázán na provizní ohodnocení z prodaného objemu. Ve sledovaném problému disertační práce je tento přístup například použit při odhadu tržeb u provizního prodeje z prodeje hypotečních úvěrů, kde cena prodané služby je dána jako 0,5 % z objemu hypotečního úvěru.



**Obrázek 35** Porovnání rozdílné korelace

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Na obrázku 36 je zobrazena situace v momentě, kdy korelace mezi cenou a množstvím je nastavena na hodnotu (-0,5), jedná se tedy o středně silnou závislost.

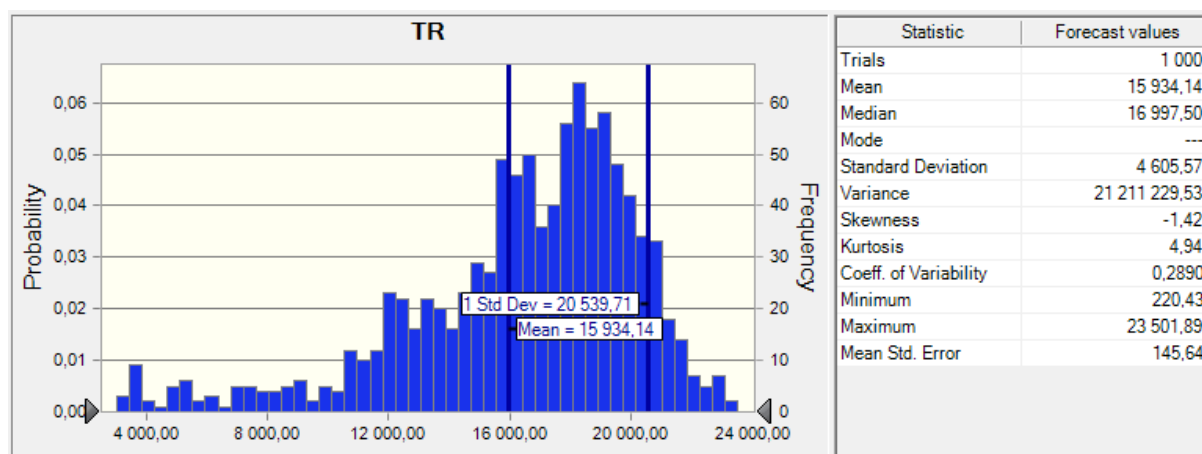


**Obrázek 36** Simulace vlastního rozdělení

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Na obrázku 37 je pak znázorněna situace s vyšší mírou korelace.





**Obrázek 37 Simulace vlastního rozdělení s vyšší korelací**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

I když střední hodnota vykazuje pouze malou změnu z původních 16024,16 na hodnotu 15934,14, je zřejmé, že výrazné změny lze sledovat především u rozptylu a variačního koeficientu. Což jen potvrzuje vyšší míru korelačního koeficientu.

Následně je představen rozšířený přístup vycházející z rovnice celkových tržeb obsahující více komponent. Tu lze použít v situaci, kdy nemá rozhodovatel představu o možném budoucím vývoji tržeb a potřebuje tuto hodnotu získat. Výchozím předpokladem jsou historické prodeje jednotlivých výrobků nebo služeb včetně jejich množství. Ty pak tvoří rovnici celkových tržeb v rozšířeném tvaru (69)

$$TR = P_1 * Q_1 + P_2 * Q_2 + \dots + P_n * Q_n, \quad (69)$$

kde číselné indexy vyjadřují jednotlivé položky prodeje včetně jejich množství. V praxi nastává ten problém, že těchto položek je vysoké množství a tvorba takové rovnice tržeb by byla zbytečně obsáhlá. Jako vhodné řešení tohoto problému se nabízí využití intervalů jak pro jednotlivé ceny, tak pro jejich prodej.

Pro představu je tento přístup odhadu budoucích tržeb prezentován na následujícím příkladu. Je použit výchozí předpoklad, který je postaven na datech získaných na základě historického vývoje tržeb ve sledovaném podniku<sup>16</sup>. Původní odhad tržeb byl stanoven pro tři skupiny klientů. Jedná se o korporátní klientelu (index 1), klientelu z internetových rezervačních

<sup>16</sup> Jedná se o středně veliký hotel v centru Prahy. I když jsou v této kapitole představeny pouze teoretické výchozí předpoklady pro sestavení výstupního modelu, je žádoucí zde představit tento přístup na příkladu, neboť v kapitole 5 je pak prezentován přístup odlišný.

systemů (index 2) a o klientelu z cestovních kanceláří (index 3). Celkové odhadované tržby pro následující měsíc vychází z předpokladu (70)

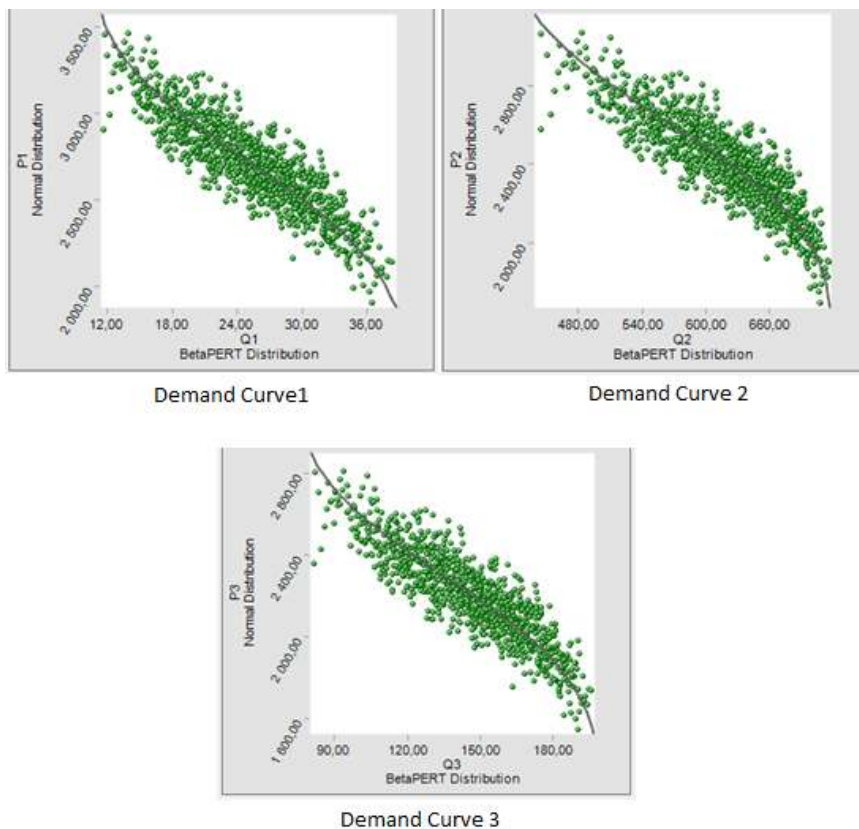
$$TR = P_1 * Q_1 + P_2 * Q_2 + P_3 * Q_3, \quad (70)$$

kde po dosazení jednotlivých hodnot jsou získány výpočty (1) a (2).

$$TR = 2\,722 * 25 + 2\,415 * 640 + 2\,208 * 150, \quad (1)$$

$$TR = 1\,944\,850. \quad (2)$$

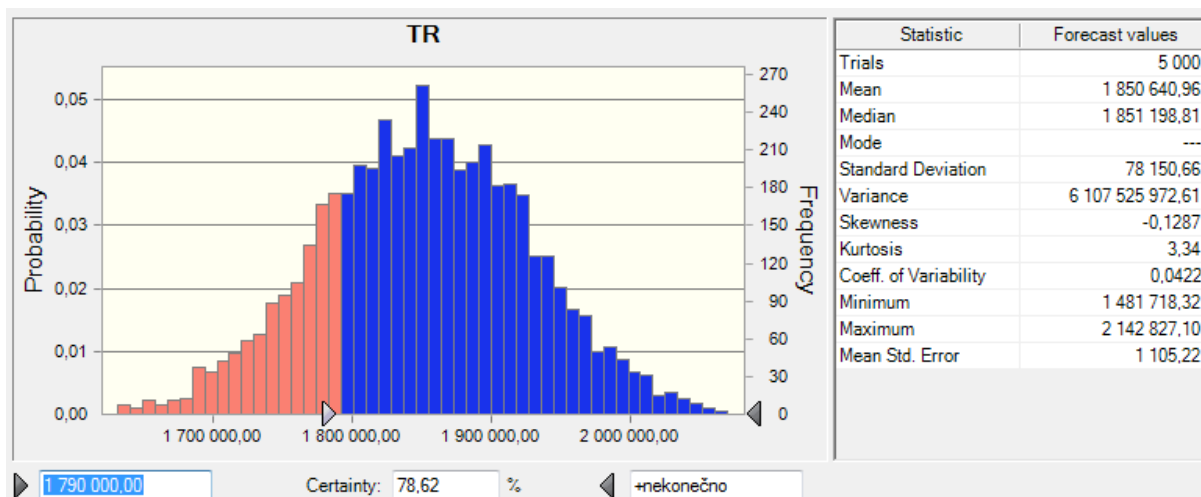
Pokud dále budou zpřesněny jednotlivé segmenty, resp. bude konkretizován jejich budoucí vývoj, lze získat následující tři průběhy poptávek v daných segmentech (obrázek 38). Bližší popis rozhodovacího problému je uveden v příloze disertační práce (Příloha A).



**Obrázek 38 Poptávky - simulace Monte Carlo**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Na základě simulace jsou získány následující očekávané tržby (obrázek 39). Střední hodnota těchto tržeb je CZK 1 850 640,96.



**Obrázek 39** Očekávané tržby

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Zároveň je vidět, že pokud jsou minimální požadované tržby z pohledu managementu CZK 1 790 000 – z výstupu simulace lze pozorovat, že je 78,62% pravděpodobnost dosažení těchto tržeb. Posléze je možné na základě výstupů znovu provést simulaci tak, aby bylo zjištěno, jak se změní očekávané tržby v situaci, kdy se zvýší cena u vybraného segmentu.

Zároveň je možné tento přístup rozšířit o detailnější pojetí stanovení tržeb přes analýzu dílčích prvků, které ovlivňují celkovou poptávku – jako je v hotelnictví množství očekávaných příjezdů, odjezdů, zrušených rezervací atd. na základě historických údajů (Zakhary, 2011). Přístup vycházející z této popsané logiky je uplatňován v některých případových studiích uváděných v příloze disertační práce.

Tento popsaný přístup je také možné aplikovat pro odhad budoucích tržeb, zejména v situaci, kdy se jedná o malé a střední podniky s relativně nejasnou poptávkou. Zejména pak v takových rozhodovacích procesech, ve kterých není alespoň částečně určen očekávaný vývoj tržeb. Přístup je aplikován na vybraných procesech, které jsou popsány v příloze disertační práce. V aplikační části (kapitola 5) je použit přístup odlišný. Vzhledem ke skutečnosti, že určit optimální míru závislosti může představovat značný prostor pro subjektivní určení, práce vychází z popsaného postupu, ale s použitím prvků, které jsou popsány v dalších částech práce.

### Druhá varianta

Druhá možnost představuje kombinaci několika názorů expertních odhadů. Vzhledem k dostupnosti těchto dat v řešeném rozhodovacím procesu je použita ve výsledném modelu

právě tato metoda odhadu tržeb. Svým charakterem představuje tento přístup agregaci několika pravděpodobnostních rozdělení do jednoho na základě podstaty váženého součtu. Již zmíněnou chybou by bylo použít prosté průměrné hodnoty. Řešení je prováděno s využitím simulace. Výstupem je pak rozdělení pravděpodobnosti, se kterým lze pracovat stejně jako v první variantě. Přístupů k takto stanovenému rozdělení je několik. Disertační práce se dále zaměřuje na dva. Jedním z nich je využití vlastního rozdělení pravděpodobnosti na základě intervalů, kterým expert přiřadí jednotlivá bodová ohodnocení (obdoba přístupu v předcházející variantě – nyní ale nebude využita korelace, ale přímé odhady intervalů). Otázkou zůstává, jak určit maximální a minimální hodnotu a dále počet a velikost těchto intervalů. Vzhledem k tomu, že lze využít řadu přístupů, je dále předpokládán následující postup, který lze aplikovat na rozhodovací proces. Hodnoty maximální a minimální budou vycházet z původního monokriteriálního modelu, respektive z pesimistických a optimistických hodnot scénářů. Chybou by však bylo použít tyto hodnoty jako „tvrdá“ maxima a minima a proto budou upraveny následovně. Tyto pesimistické a optimistické odhady budou dále vloženy do betaPERT rozdělení pravděpodobnosti jako 10% kvantily (resp. jako 10% a 90% kvantil rozdělení). Na základě stanoveného výchozího rozdělení lze pak stanovit nové hodnoty minim a maxim, ze kterých bude vycházet stanovení intervalů. Vzhledem k tomu, že expert bude muset stanovit pro každý interval odhad a navíc tyto odhady stanovit pro všechny varianty, počet intervalů bude omezen na hodnotu šest. Šířku intervalů práce předpokládá stejnou.

Druhý aplikovaný přístup vychází z betaPERT rozdělení a nastavení jeho charakteristik pomocí kvantilů. Výhodou takto popisovaného nastavení pravděpodobnostního rozdělení je jednak kombinace několika subjektivních přístupů a zároveň kombinace několika pravděpodobnostních rozdělení do jednoho. Zároveň je vhodné při použití tohoto přístupu odlišit důležitost jednotlivých expertních názorů pomocí vah. I v aplikovaném příkladu je nejvyšší hodnota přiřazována expertovi číslo jedna, jež stanovil scénáře v monokriteriálním modelu a dalším dvěma expertům nižší váhy. Celý postup je zaznamenán v aplikační části disertační práce (viz kapitola 5).

### **Úprava o makroekonomickou analýzu**

Kromě stanovení očekávaných tržeb na základě pravděpodobnostního rozdělení, resp. Monte Carlo simulace, je v disertační práci navržena úprava tohoto odhadu o jednoduchý makroekonomický model. Tento model je blíže popsán v samostatné kapitole (viz kapitola 3.1) a představuje kvantifikaci klíčových myšlenek hospodářského cyklu, které

definoval J. A. Schumpeter. Celý model svým způsobem nahlíží na ekonomiku skrze inovace. Vše je řešeno v prostředí, které komparuje jak vývoj ekonomiky jako celku, tak i vývoj jednoho konkrétního odvětví.

Výstupem tohoto modelu je jistá forma predikce vývoje (resp. tempa růstu tržeb) daného odvětví v předem stanoveném časovém období. Tento makroekonomický přístup je do celého modelu zakomponován ve dvojí rovině. První využití probíhá při úpravě pravděpodobnostního rozdělení. Druhé využití spočívá v jisté makroekonomické analýze odvětví, ve kterém firma realizuje svoji činnost nebo do kterého chce teprve nasměrovat svoji investiční či obchodní aktivitu.

Zmíněné kroky je vhodné provést po stanovení pravděpodobnostního rozdělení očekávaných tržeb, neboť očekávaný vývoj hospodářství je právě silně určující veličinou pro tuto položku. Na základě určeného očekávaného vývoje by poté mohl rozhodovatel případně upravit odhadovaný vývoj tržeb. Druhou variantou jak celý model zakomponovat do procesu, je stanovit očekávaný vývoj jako další kritérium. Vzhledem k tomu, že kritérium by mělo stejný logický dopad na všechny varianty, není nutné tuto aplikaci dále předpokládat.

Aby eventuální úprava tržeb při rozhodovacím procesu mohla být provedena adekvátním způsobem a měrou, je představena regresní analýza, která celý problém lépe popisuje a hlavně je mnohem jednodušší pro rozhodovatele ji implementovat do svých odhadů. Konkrétní postup je představen v aplikační části disertační práce. V této kapitole jsou prezentována pouze základní metodická východiska.

V disertační práci je prováděna vícenásobná lineární regrese, která vychází z předpokladu, že vysvětlovaná proměnná je právě očekávaná změna tržeb. Vysvětlující proměnné jsou dvě, které svým charakterem vychází z kvantifikace Schumpeterovské teorie představené v kapitole 3.1. Jedná se o změnu žádostí o patenty a o ukazatel přehřívání sledovaného odvětví<sup>17</sup>. Regresní rovnice má pak následující předpis (71)

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \varepsilon, \quad (71)$$

kde  $y$  představuje očekávanou změnu tržeb, hodnoty  $x_1$  a  $x_2$  jsou zmíněné vysvětlující proměnné a parametry  $\beta$  budou odhadnuty na základě metody nejmenších čtverců. Koeficient  $\varepsilon$  je náhodná složka v rovnici.

---

<sup>17</sup> Tento ukazatel vychází svojí logikou s hodnot označovaných jako vývoj daného odvětví a jedná se o poměr sledovaného sektoru na reálném HDP.

## Vliv času

Rozhodovací proces tak, jak je chápán v této práci, má zpravidla dlouhodobý charakter. Z tohoto důvodu je žádoucí, aby hodnoty očekávaných (budoucích) nákladů i tržeb byly diskontovány na jejich současnou hodnotu. Kromě diskontování je žádoucí zahrnout do přepočtů také očekávanou inflaci, a to pomocí přepočítání nominální úrokové míry na reálnou míru. Tento přepočet je vhodné provést dle vztahu (72)

$$i_r = \frac{i_n - i_e}{1 + i_e}, \quad (72)$$

kde  $i_n$  je nominální sazba a  $i_e$  je hodnota inflace (resp. změny cenové hladiny). K určení podnikové diskontní míry je vhodné použít ukazatel WACC (*Weighted Average Cost of Capital*, průměrné vážené náklady kapitálu). Hodnotu tohoto ukazatele je možné vyjádřit vztahem

$$WACC = R_d * (1 - t) * \frac{D}{V} + R_e * \frac{E}{V}, \quad (73)$$

kde  $R_d$  představuje náklady na cizí kapitál, koeficient  $1 - t$  je daňový štít a  $R_e$  jsou náklady na vlastní kapitál.  $D/V$  a  $E/V$  jsou podíly cizího, resp. vlastního kapitálu ve společnosti. Zároveň tedy platí, že

$$V = D + E. \quad (74)$$

Náklady cizího kapitálu zpravidla budou představovat úroky z úvěru nebo jiných instrumentů, které lze použít pro financování<sup>18</sup>. Otázkou zůstává, jak stanovit náklady na vlastní kapitál. V zásadě lze použít několik rozdílných přístupů, jako je stavebnicový model či ratingový model nebo využít jiné finanční modely. Pro potřeby disertační práce je předpokládáno využití modelu CAPM (*Capital Assets Pricing Model*; model oceňování kapitálových aktiv) (Nývtová a Marinič, 2010). Důvodem této volby je zejména vhodnost tohoto modelu pro výpočet nákladů kapitálu, neboť počítá také s rizikovostí jednotlivých aktiv a dává ji do kontextu s rizikovostí celého trhu. Náklady na vlastní kapitál pak odráží požadovanou výnosnost, která je v rámci tohoto modelu určována. Přístup vychází z následujícího vztahu

$$R_e = r_f + \beta * (r_m - r_f), \quad (75)$$

kde  $r_f$  je bezriziková výnosová míra, koeficient  $\beta$  představuje tržní riziko a hodnota  $(r_m - r_f)$  je tržní riziková premie. Bezrizikovou výnosovou míru lze předpokládat totožnou s údaji

---

<sup>18</sup> Ne u všech lze ovšem s vlivem daňového štítu počítat.

z MPO ČR. V zásadě se často za tuto sazbu dosazují výnosy pěti nebo desetiletých státních dluhopisů. Další důležitou proměnnou je koeficient  $\beta$ , který znázorňuje riziko trhu, resp. systematické riziko. Způsobů k jeho odhadnutí je uvedeno v literatuře více. Jedná se například o historická data, metodu analogie nebo odhad na základě analýzy faktorů (Gordon a Norman, 1980; Fabozzi a Francis, 1978).

Do kriteriální matice tedy vstupují tržby, které jsou postaveny na simulaci metodou Monte Carlo, zpřesněny na základě makroekonomického modelu a přepočítány na současnou hodnotu. Kromě tohoto postupu je dále počítáno s variačním koeficientem jako měřítkem rizika takto odhadnutých tržeb.

#### 4.4.2 Očekávané náklady

Stanovení položky nákladů je již jednodušším procesem v oblasti, na kterou se disertační práce zaměřuje. To je způsobeno zejména tím, že odhadnout budoucí náklady (např. podnikové investice) je zpravidla jednodušší, než odhadovat tržby, které jsou závislé především na poptávce.<sup>19</sup> Na základě expertních rozhovorů s rozhodovateli práce představuje dva kroky v určování potřebné výše očekávaných nákladů. Při uvažování a výpočtech nákladů je třeba dodržet několik zásad. Zprv je počítáno pouze s náklady přírůstkovými, které vyvolá daná varianta (investice). Do rozhodovacího procesu by neměly vstupovat náklady utopené a zároveň by rozhodovatel neměl opomenout nákladovou položku v podobě změny čistého pracovního kapitálu<sup>20</sup>.

První krok je postaven na rozčlenění nákladů na dílčí složky, jejichž velikost a podíl na celkových nákladech se dále odhaduje. Takový postup může být u některých rozsáhlých projektů náročný, ale svým charakterem přináší přesnější výsledky. Vzhledem k tomu ale, že takovýto postup je ve své podstatě výhradně na rozhodovateli, práce se zaměřuje na to, jak dále s celkovou hodnotou nákladů pracovat. Ve výstupním modelu disertační práce je pracováno už jen s celkovou položkou nákladů a s náklady na zaměstnance<sup>21</sup>. Tím se práce dostává k druhému kroku, který je opět stanoven na problematice simulace metodou Monte Carlo. Simulace vychází ze základní funkce stanovení velikosti celkových nákladů jako

---

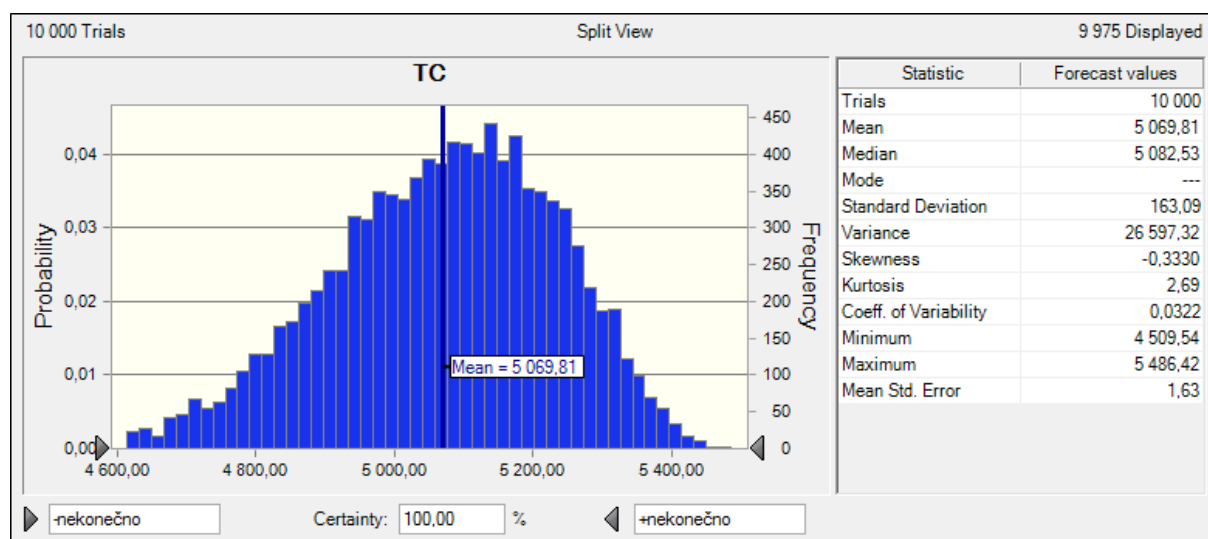
<sup>19</sup> Tento závěr ovšem nelze aplikovat obecně. Skutečnost, že odhad očekávaných nákladů je jednodušší, než odhad očekávaných tržeb je dán především zaměřením a sektorem, který disertační práce sleduje. Jedná se tedy o malé a střední podniky, které převážně provádí svoji činnost v sektoru služeb. Jiná situace pravděpodobně nastane u velkých podniků v oblasti průmyslu, kde naopak položku očekávaných nákladů může být mnohem náročnější stanovit.

<sup>20</sup> Čistý pracovní kapitál označuje oběžná aktiva po odečtení krátkodobých závazků.

<sup>21</sup> Důvodem tohoto rozdělení je nutná kvantifikace užitkové funkce manažera, která je závislá také na výdajích na zaměstnance.

$$TC = FC + VC, \quad (76)$$

kde  $TC$  je položka celkových nákladů, se kterými rozhodovatel pracuje a jež jsou určeny velikostí fixních nákladů ( $FC$ ) a variabilních nákladů ( $VC$ ). Přístup ke stanovení nákladů na základě metody Monte Carlo je v podstatě totožný se stanovením tržeb. V aplikační části práce je uplatněn přístup, který vychází ze stanovených nákladů a upravuje je na základě již předem stanoveného pravděpodobnostního rozdělení.<sup>22</sup> Vzhledem k charakteru nákladů práce předpokládá různá pravděpodobnostní rozdělení pro položku fixních a variabilních nákladů. To je dáno charakterem těchto nákladů. U fixních nákladů je použito pro simulaci rozdělení trojúhelníkové a u variabilních nákladů rozdělení betaPERT na základě 10% kvantilů. Ukázka proběhnuté simulace u obou dvou typů nákladů je na obrázku 40. Hodnoty fixních nákladů byly stanoveny jako 1560 a variabilních na 3568.



**Obrázek 40** Odhad celkových nákladů

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Jedná se tedy svou podstatou opět o úpravu položky nákladů, které si rozhodovatel stanovil, o simulační přístup metodou Monte Carlo. Tímto postupem lze dosáhnout přesnějšího výstupu a především je možné získat řadu dalších charakteristik. Stejně jako v kapitole stanovení očekávaných tržeb i v tomto případě bude dále počítáno zejména se střední hodnotou velikosti očekávaných nákladů a variačním koeficientem jakožto měřítkem rizika těchto očekávaných, stanovených hodnot.

<sup>22</sup> Také v tomto případě bychom mohli používat rozdělení, které si bude rozhodovatel sám definovat – postup je totožný jako v případě tržeb. Vzhledem k rozsahu práce budeme dále uvažovat pravděpodobnostní rozdělení standardní.



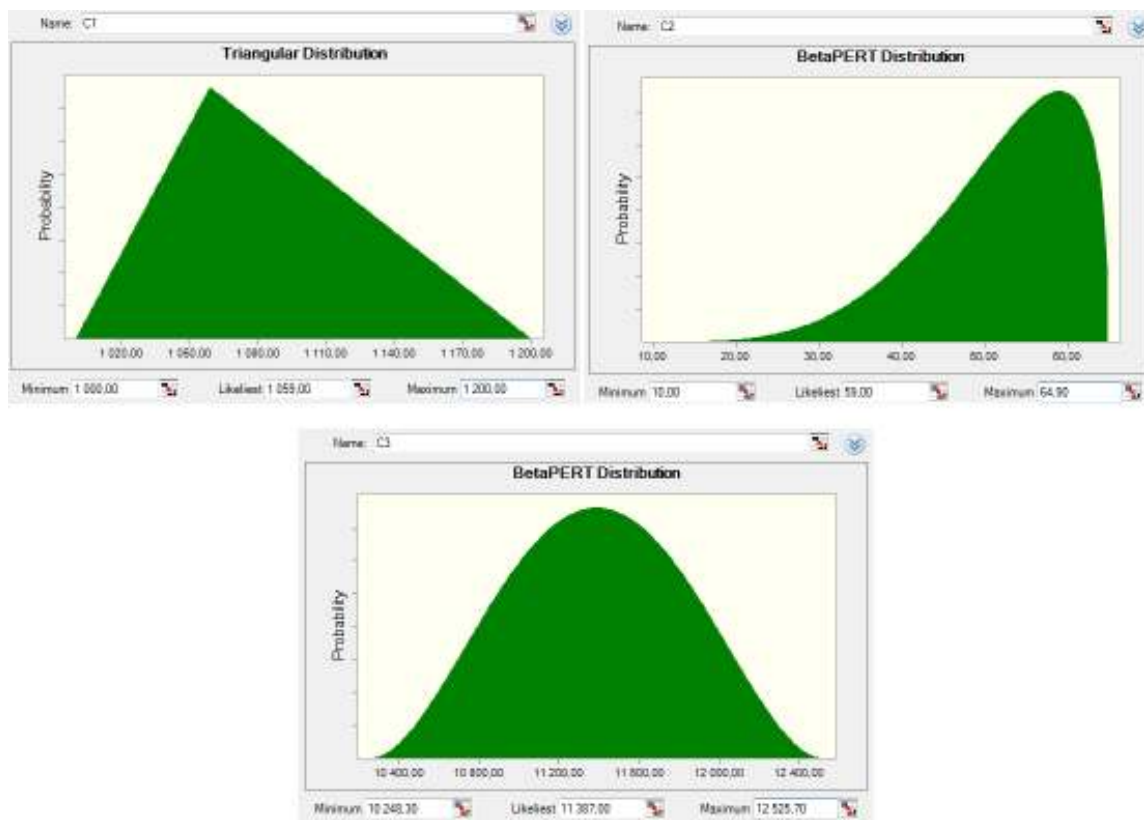
Kromě takto obecného přístupu ke stanovení nákladů lze použít i jednodušší postup, který je v praxi lépe uchopitelný, a přesto se svým charakterem příliš neliší od výše popsaného pojetí. V zásadě lze na základě doporučení od rozhodovatele sestavit rozdělení náhodné veličiny. Toto doporučení pak může být formulováno jako pravděpodobnost překročení nebo nedosažení určité hodnoty. Náklady lze tedy definovat na tom základě, že existuje minimální hodnota, pod kterou se náklady s jistotou nemohou dostat, dále existuje modální hodnota a pak například maximální hodnota jako 90% kvantil. Tento přístup je značně jednodušší a kombinuje v sobě také simulační přístup a individuální nastavení rozhodovatele. Pro aplikační část práce je dále použit tento přístup a jeho konkrétní aplikace je uvedena v kapitole 5.

Pokud je odhad budoucích nákladů závislý na několika proměnných je vhodné provést tento výstup na základě rozdílných vstupů, které jsou ovšem odhadovány na základě simulačního přístupu. Jedná se o obdobný přístup, který byl popsán v kapitole 4.4.1 při odhadování velikosti tržeb. Je možné vycházet z následující rovnice (77)

$$TC = C_1 + C_2 + \dots + C_n, \quad (77)$$

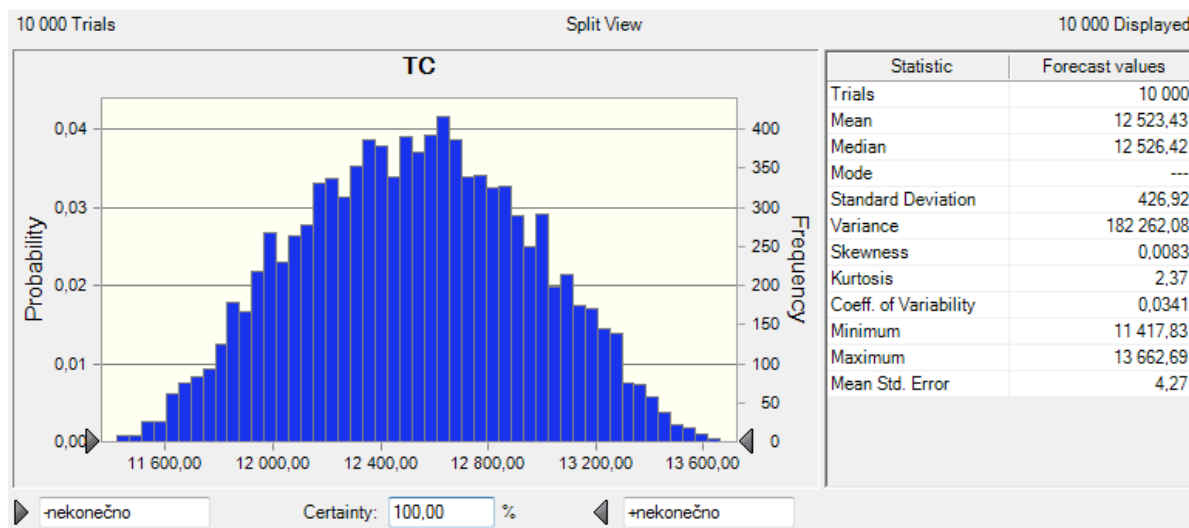
ve které jednotlivé složky celkových nákladů dané varianty budou odhadovány stejným způsobem jako jednotlivé položky tržeb. Hodnotám  $C_1, C_2, \dots, C_n$  může být nastaveno patřičné pravděpodobnostní rozdělení a na jejich základě jsou pak stanoveny náklady celkové. Pro rychlou interpretaci práce uvádí následující příklad, jehož ostatní charakteristiky jsou v příloze práce.

Na obrázku 41 (hodnoty jsou v tisících CZK) jsou znázorněna rozdělení pravděpodobnosti jednotlivých nákladových položek  $C_1$  až  $C_3$  a na obrázku 42 je následně vidět výstup na základě simulačního procesu.



**Obrázek 41** Definované rozdělení pravděpodobnosti

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball



**Obrázek 42** Simulace očekávaných nákladů

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Interpretace výstupu na obrázku 42 je v zásadě totožná jako práce s očekávanými tržbami, které byly prezentovány v kapitole 4.4.1.

Disertační práce tedy pro další výpočty vícekritériálního modelu pracuje se střední hodnotou daného rozdělení. Kromě tohoto postupu, je často aplikován výpočet s celým pravděpodobnostním rozdělením, kde výstupem je poté opět rozdělení sledované veličiny (viz např. Fotr, 2007). I když by tento postup byl také vhodný, disertační práce ho nepoužívá a to ze dvou důvodů. Zaprvé by nebylo možné změřit citlivost modelu na jeho vstupní parametry (koeficient  $\alpha$ , viz kapitola 3.2.2) a zadruhé je díky práci se střední hodnotou možné nastavit individuální systém vah, který představuje rozdílné přístupy k riziku ze strany rozhodovatele (viz kapitola 4.5). Důležité ovšem je, aby pravděpodobnostní rozdělení odpovídalo možnosti použít střední hodnotu. Ve sledovaných procesech takový problém nenastal.

#### 4.4.3 Riziko

V této subkapitole se práce zaměří pouze na riziko, které je spojeno s popsánymi kritérii. Různým metodám měření rizika je věnována kapitola 1.1.2. Zde jsou popsány již konkrétní aplikace v rámci celkového modelu. Na riziko je v rámci této disertační práce nahlíženo z dvojího úhlu pohledu. První způsob je charakterizován vybranou statistickou proměnnou a váže se k rizikovosti vybraných položek v rozhodovacím procesu. Druhý pohled na riziko je spojen s analýzou citlivosti. Zde je pozornost věnována variačnímu koeficientu, který bude součástí kritériální matice. Riziko bude stanoveno na základě simulace metodou Monte Carlo, a to zvláště pro očekávané tržby a zvláště pro očekávané náklady. Stanovovat rizikovost veličiny TMU by nemělo patřičnou vypovídací hodnotu, a proto toto riziko nebude dále uvažováno.

Alternativou by bylo použít východiska na základě pravidel stochastické dominance tak, aby bylo respektováno celé rozdělení pravděpodobnosti. Vzhledem k charakteru získávaných hodnot je možné použít variační koeficient, neboť lze předpokládat, že pravděpodobnostní rozdělení získaná stejnými metodami budou mít podobné rozdělení pravděpodobnosti.

Jako další měřítko rizika může rozhodovatel vycházet z analýzy pravděpodobnostního rozdělení získaného na základě simulace Monte Carlo. Díky těmto statistickým proměnným má pak rozhodovatel detailnější informace o předpokládané náhodné veličině. Z pohledu rizika je nejzajímavější směrodatná odchylka, rozptyl a variační koeficient jako základní ukazatele. Další skupinu ukazatelů reprezentuje například šikmost a špičatost daného rozdělení a zároveň také rozpětí. Po provedení této analýzy je vhodné provést případné úpravy pravděpodobnostního rozdělení nebo lze také upravit koeficienty rizika dle expertního

odhadu rozhodovatele. Pro aplikační část práce se dále vychází z předpokladu, že riziko je měřeno pomocí variačního koeficientu dané veličiny.

At' už je riziko měřeno jakkoliv, jedná se svou logikou o minimalizační kritérium, u kterého je klíčové správně nastavit váhy v rámci vícekritériálního rozhodování. K stanovení vah lze přikročit až v momentě znalosti všech kritérií, proto je třeba nejprve určit užitek rozhodovatele. Jedná se o poslední kritérium, které je zakomponováno v kritériální tabulce.

#### 4.4.4 Užitek rozhodovatele

Tato subkapitola představuje, jakým způsobem je do modelu implementována problematika označována v práci jako problém pána a správce. Na základě popsanych teoretických přístupů (viz kapitola 1.3) je dále sestavena užitková funkce manažera, která reprezentuje, že rozhodovatel (resp. manažer) může být motivován jinými veličinami než maximalizací zisku. Výsledná užitková funkce má pak následující předpis

$$TMU_A = TMU_A(TR_A, \varepsilon_A, \omega_A, \rho_A), \quad (78)$$

kde  $TMU$  (Total Managerial Utility) představuje funkci užítku rozhodovatele, která je závislá na celkových tržbách ( $TR$ ), výdajích na zaměstnance ( $\varepsilon$ ), dále na vedlejších výhodách ( $\omega$ ) a také na osobních preferencích rozhodovatele ( $\rho$ ). Index  $A$  označuje danou variantu. Pro každou variantu bude tedy sestavena individuální funkce užítku.

Hodnota celkových tržeb  $TR$  koresponduje s hodnotou celkových tržeb, která je již stanovena na základě předcházejících kroků. Ve sledovaném případě se tedy jedná o celkové očekávané tržby, které jsou spojeny s danou variantou, pro niž je  $TMU$  sestavována. Celkové tržby jsou v modelu zakomponovány na základě logiky Baumolova modelu (viz kapitola 1.3.2).

Komponenta označena jako výdaje na zaměstnance vychází z logiky modelu Williamsona (viz kapitola 1.3.3) a je buď přímo stanovena, nebo ji lze opět simulovat podobně jako náklady celkové. V případě neznalosti této položky je možné využít hodnoty variabilních nákladů ( $VC$ ), které byly odhadovány v kapitole 4.4.2.

Vedlejší výhody ( $\omega$ ) označují to, co Williamson považoval za kvalitativní stránku, která vstupuje do funkce užítku manažera. Vzhledem k tomu, že jejich kvantifikace je extrémně subjektivní a různorodá záležitost, která je ovlivněna řadou veličin, bude dále předpokládáno pouze srovnání hodnoty vedlejších výhod jednotlivých variant. Tento postup je jednak univerzální a zároveň postačí k tomu, aby mohla být tato proměnná kvantifikována. Srovnání probíhá v logice Saatyho matice a představuje postup, který ilustruje tabulka 6.

**Tabulka 6 Vedlejší výhody**

	A	B	C	D	$v_i$	$v_i$ norm
A	1					
B		1				
C			1			
D				1		
				$\Sigma$		

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 6 jsou jednotlivé varianty A – D uspořádány do matice, která na své diagonále obsahuje vždy hodnotu jedna. To vychází z logiky Saatyho matice (viz kapitola 2.2.2). Podbarvená pole jsou ta, která je třeba na základě subjektivního určení vyplnit. Sloupec označen jako  $v_i$  obsahuje geometrický průměr daného řádku. V posledním sloupci  $v_i$  norm jsou přepočítané váhy tak, aby jejich součet byl roven jedné.

Poslední proměnnou užitkové funkce manažera je položka osobních preferencí ( $\rho$ ). Vysvětlení zakomponování této proměnné do užitkové funkce manažera lze provést na základě dvou postupů. První předpokládá, že rozhodovatel má osobní preference k jednotlivým variantám, které nejsou podchyceny v některém z výše uvedených prvků užitkové funkce manažera. Druhý způsob jak osobní preference použít, je využít tuto proměnnou jako prohibitivní sazbu v užitkové funkci. Nelze ovšem zcela zaručit, že i v případě vysoké (záporné) hodnoty této proměnné bude daná varianta natolik negativně ohodnocena, aby z celého rozhodovacího procesu vzešla jako nekompromisní. Hodnoty této proměnné mohou tedy logicky nabývat také záporných hodnot a je doporučeno (Fiala, 1994) takovéto sazby označovat minimálně o řád vyšší hodnotou, než je hodnota naší účelové funkce. Ve sledovaném případě by tedy osobní preference měly mít hodnotu v intervalu

$$(-\infty, -10) \cap (10, +\infty), \quad (79)$$

ale pouze v tomto druhém případě. Pokud preference využívat rozhodovatel nechce, mají hodnotu nulovou.

K tomu, aby mohly být jednotlivé složky v užitkové funkci relativně správně použity, je třeba provést u většiny z nich normalizaci jejich hodnoty k jedné. Výsledná užitková funkce manažera má tedy následující tvar

$$TMU_A = \frac{TR_A}{\sum_{i=1}^N TR_i} + \frac{\varepsilon_A}{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i} + \omega_A + \rho_A, \quad (80)$$

kde sumace hodnot tržeb a výdajů na zaměstnance představuje hodnoty těchto proměnných ve všech variantách, které vstupují do rozhodovacího procesu. Pokud by rozhodovatel chtěl osobní preference využít jako pouhé rozdělení dle preferenčního přístupu, který není zohledněn v předchozích proměnných (tedy dle prvního popisovaného přístupu u osobních preferencí), je vhodné i tuto hodnotu normovat k jedné. Výsledná funkce by tedy měla následující podobu

$$TMU_A = \frac{TR_A}{\sum_{i=1}^N TR_i} + \frac{\varepsilon_A}{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i} + \omega_A + \frac{\rho_A}{\sum_{i=1}^N \rho_i}. \quad (81)$$

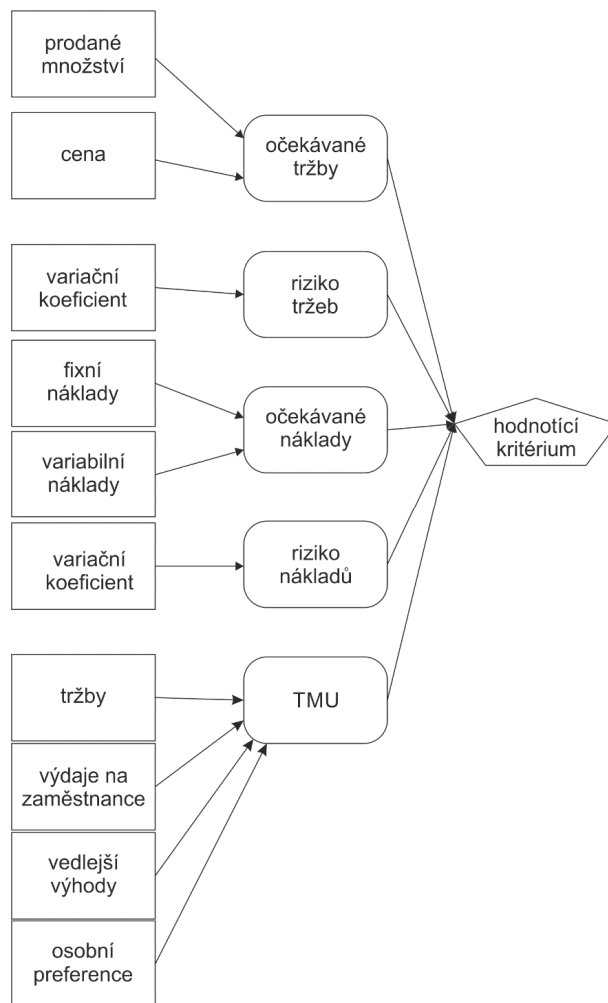
Užitková funkce tak v sobě spojuje vedlejší cíle manažerů při rozhodování, které jsou kvantifikovány dle výše uvedených vztahů. Pro jednodušší interpretaci je dále předpokládáno stejné rozdělení vah, resp. stejná důležitost všech zmíněných proměnných. Pokud by to bylo prakticky možné, bylo by vhodné ještě tyto dílčí proměnné upravit o váhy některým postupem, který je popsán v kapitole 2.2.1. Pro účely této práce bude od tohoto přístupu dále abstrahováno.

#### 4.4.5 Ostatní kritéria

Vzhledem k charakteru rozhodování, který je postaven na vícekritériálním rozhodování je možné do něj zakomponovat ještě další kritéria. Kritéria pak mohou mít i kvalitativní charakter nebo mohou být bivalentního charakteru. Variabilita je velice široká a pro další uvažování nebudou žádná ostatní kritéria zaváděna. V celém řešení by to však neznamenal výrazné změny.

#### 4.4.6 Finální kritériální tabulka

Než bude představena finální kritériální tabulka, představí práce souhrnně tvorbu kritériální tabulky a veličiny, na kterých závisí – tím je zpřehledněna její podstata. Výstup je znázorněn na obrázku 43 v influenčním diagramu.



**Obrázek 43 Influenční diagram**

Zdroj: vlastní zpracování

V obrázku 43 jsou hodnoty uvedené v hranatých polích proměnné, které je třeba stanovit pro vytvoření kritérií, která jsou označena v zaoblených polích. Výstupem je pak hodnotící kritérium, které ve sledovaném případě představuje užitkovou funkci (dle metodického přístupu WSA). V ukázce na obrázku 43 jsou čtyři varianty, mezi kterými je třeba rozhodnout, a to na základě pěti kritérií. Postup stanovení kompromisní varianty následuje. V tabulce 7 je představena výsledná kritériální tabulka.

**Tabulka 7 Výsledná kritériální tabulka**

Varianty	Kritéria				
	Očekávané tržby	Riziko tržeb	Očekávané náklady	Riziko nákladů	TMU
A					
B					
C					
D					

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.5 Stanovení vah kritérií

Díličí metody, které budou nyní aplikovány, jsou popsány v kapitole 2.2.1. Postup stanovení vah kritérií lze rozdělit na dva možné způsoby. Za předpokladu, že rozhodovatel je natolik kompetentní a objektivní pro stanovení těchto vah, lze plně využít některou z popsaných metod (vhodná by byla například metoda pořadí nebo Saatyho metoda) a stanovit váhy tímto přístupem. Disertační práce dále předpokládá, že rozhodovatel nemá tyto vlastnosti a není plně informován tak, aby mohl váhy stanovit co možná nejpřesněji. Stanovení vah jednotlivých kritérií lze tak popsat následujícím postupem. Nejprve jsou jednotlivá kritéria rozdělena do skupin, dle jejich charakteru. Poté je získán strom kritérií, který lze v ilustrativním příkladu prezentovat jako tabulku 8.

**Tabulka 8 Strom kritérií**

Skupina kritérií	Kritéria
S1	tržby
	náklady
S2	riziko tržeb
	riziko nákladů
S3	TMU
	ostatní kritéria

Zdroj: vlastní zpracování

Jednotlivá kritéria jsou rozdělena do skupin *S1*, *S2* a *S3*. Váhy těmto skupinám práce doporučuje stanovit na základě Saatyho matice. Rozhodovatel tedy stanoví, která skupina má pro něj vzhledem k ostatním jaký význam. Je zřejmé, že rozhodovatel, který bude trpět silnou averzí k riziku, bude považovat jeho význam za silný. Případně bude chtít vyzdvihnout svůj subjektivní užitek z variant, protože ví, že rozhodnutí je silně závislé pouze na jeho doporučení majitelům firmy.



Pokud jsou stanoveny váhy jednotlivých skupin, je nutné přistoupit k rozvrhu vah ve skupině. Zde práce doporučuje použít pro každou skupinu rozdílný přístup. Zdůvodnění tohoto rozhodnutí bude komentováno vždy u dané skupiny *S1*, *S2* i *S3*.

#### 4.5.1 Skupina S1

Skupinu *S1* představují v popisovaném příkladu očekávané tržby a očekávané celkové náklady. Obě tyto položky byly stanoveny dle výše uvedených postupů pomocí simulace Monte Carlo a pomocí dalších metod a prvků. Vzhledem k relativně nízkému počtu kritérií lze v této skupině použít metodu, která vychází ze znalosti prostředí rozhodovatele. Lze použít například metodu bodovací. Pokud by rozhodovatel neměl v této skupině žádné preference, znamená to, že jednoduše žádá maximalizaci zisku.

#### 4.5.2 Skupina S2

Druhá skupina kritérií (*S2*) v sobě shromažďuje pouze ukazatele rizika jednotlivých proměnných. Vzhledem k neznalosti dílčích rizik lze doporučit stanovení hodnoty vah metodou, která svou logikou vychází z kompenzační metody. Jedná se o postup, při kterém je počítána velikost normalizovaného rozpětí jednotlivých rizik. Čím je větší toto rozpětí, tím je váha rizika také vyšší, a to bez ohledu na to, zda je riziko v rámci rozpětí nakloněno negativním nebo pozitivním směrem (Fotr a Hnilica, 2014).

#### 4.5.3 Skupina S3

Poslední skupina je v ilustračním příkladu reprezentována pouze užitkovou funkcí rozhodovatele (manažera) TMU, tedy váhy, které byly stanoveny v prvním kroku, platí pro celou skupinu, platí i pro tuto užitkovou funkci. Celkový přehled stanovených vah je pak zaznamenán v tabulce 9.

**Tabulka 9 Systém stanovení vah**

Skupina kritérií	Váhy skupiny	Kritéria	Váhy ve skupině	Výsledné váhy
S1	Saatyho matice	tržby	bodovací metoda	V1
		náklady		V2
riziko tržeb		metoda kompenzační	V3	
riziko nákladů			V4	
S3		TMU	1	V5

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 9 je u každé skupiny uvedena metoda, jak disertační práce doporučuje dané váhy získat. U hodnoty TMU je váha ve skupině v současné době rovna jedné (z důvodu jednoho kritéria). Pokud by bylo ve skupině  $S_3$  více kritérií, lze použít opět Saatyho matici nebo rovnoměrné rozložení vah. Sloupec výsledných vah je pak vždy násobkem vah ve skupině a váhy skupin.

#### 4.6 Výběr kompromisní varianty

Pokud jsou stanoveny váhy jednotlivých kritérií a zároveň jsou známé i jejich hodnoty u všech variant, je výběr kompromisní varianty již pouhým matematickým procesem. Vzhledem ke skutečnosti, že po výběru kompromisní varianty následuje ještě citlivostní analýza, je vhodné zvolit takovou metodu (viz kapitola 2.2.3), ve které je možné zaprvé jednotlivé varianty porovnat mezi sebou a za druhé, ve které je jasně dáno, dle jaké funkce jsou jednotlivé varianty hodnoceny, resp. seřazeny. Nestačí tedy pouhé ordinální srovnání variant, ale je třeba i jejich kardinální kvantifikace v pořadí. Jako vhodná metoda byla vybrána metoda váženého součtu.

#### 4.7 Analýza výsledků

Po nalezení kompromisní varianty je vhodné provést další postoptimalizační analýzy, které budou pro účely této práce reprezentovány dvěma typy citlivostních analýz. Ve všech případech v závěrečné fázi hodnocení je tedy nezbytné podrobně analyzovat vítěznou variantu (v kontextu varianty druhé v pořadí) a zamyslet se nad tím, co by se mohlo stát u obou variant, kdyby nastala nějaká neočekávaná situace. V případě, že by u vítězné varianty došlo k výrazným pochybnostem ohledně změny vstupních předpokladů a podmínek, pak po důkladném zvážení pro a proti u obou variant je možné opustit vítěznou variantu a realizovat variantu sice horší, ale v této chvíli méně rizikovou.

Pro analýzu výsledků jsou použity dva principy, jeden z nich je popsán v samostatné subkapitole (viz kapitola 3.2.2) a označuje analýzu citlivosti modelu jako celku na základě komparace jednotlivých variant. Jinými slovy se jedná o postup, při kterém je třeba nalézt procento změny vstupní charakteristiky, které stačí k tomu, aby byla zvolena jiná než kompromisní varianta.

Druhá část analýzy výsledků spočívá také v analýze citlivosti, a to s využitím tornádo grafů. Jedná se o jednofaktorovou analýzu citlivosti s jednoduchou grafickou interpretací, při které je hledáno, jaká kritéria mají nejvyšší vliv na výslednou hodnotu celé varianty, tedy zpravidla

na výslednou hodnotu užtkové funkce dle metody váženého součtu. Pro interpretaci výstupů a zpracování této analýzy je použit dílčí modul softwaru Crystal Ball.

## 4.8 Interpretace výsledků

Na základě výpočtu kompromisní varianty a sestavení komplexní citlivostní analýzy v podobě tornádo grafů a citlivosti jednotlivých variant na vstupní data je vhodné přistoupit k interpretaci daných výsledků. Výstupem celého procesu by nemělo být prosté konstatování, že tato varianta je kompromisní, a proto by měla být zvolena. Rozhodovatel by měl vzít v úvahu také rizikovost, která je svým způsobem znázorněna právě citlivostní analýzou. Celý rozhodovací proces je také vhodné zasadit do kontextu vývoje celé ekonomiky, a to na základě modelu vývoje daného odvětví, který byl popsán v kapitole 3.1.

Interpretace výstupů z celého rozhodovacího procesu je vysoce individuální záležitostí, která se liší proces od procesu, základní body by se ovšem daly shrnout do následujících pravidel.

- Veškerá vstupní data musí být před zápisem do modelu ověřena, zdali svým charakterem odpovídají realitě. Ověření probíhá formou simulace a prostým zhodnocením na základě individuální znalosti rozhodovatele.
- Riziko nespočívá pouze ve variačním koeficientu nebo jiném měřítku rizika v podobě směrodatné odchylky či rozptylu. Je třeba zvažovat také riziko celého modelu, resp. procesu na základě provedených citlivostních analýz.
- Vždy je třeba při aplikaci na konkrétní rozhodovací proces respektovat základní pravidla stanovení jednotlivých kritérií, která byla popsána v dílčích kapitolách (problém utopených nákladů, diskontování, vliv inflace atp.).
- Rozhodovací modely jsou zpravidla nejvíce ovlivněny kvalitou vstupních dat, a proto by se tomuto kroku mělo přikládat nejvíce pozornosti.
- Kompromisní varianta by vždy měla být podrobena další analýze v podobě citlivostní analýzy. Stejně tak je vhodné analyzovat robustnost celého modelu pomocí citlivosti na jeho vstupní veličiny.

## 5 Aplikační část

V této kapitole jsou veškeré teoretické předpoklady aplikovány na konkrétní rozhodovací proces v podniku. Veškeré výstupy jsou komentovány a zároveň je na závěr celý proces podroben analýze citlivostí tak, jak bylo vyjádřeno v příslušných kapitolách. Jedná se o prezentování jednoho z celkem dvanácti řešených rozhodovacích procesů.<sup>23</sup>

### 5.1 Zadání rozhodovacího procesu

V rámci disertační práce je provedena aplikace rozhodovacího modelu na konkrétním příkladu, který vychází z dat ze spolupracující společnosti. Vzhledem k citlivým údajům nebude název společnosti uveden. Výchozí zadání předpokládalo následující. Firma stála před rozhodnutím o dalším vývoji jejího působení, a to na základě klesajících tržeb i zisků nejen firmy, ale i v rámci odvětví. Společnost podniká v oblasti financí, v současné době má roční obrát cca 10 mil. CZK. Na základě svého vlastního rozhodnutí rozmýšlí mezi čtyřmi variantami dalšího vývoje. Jejich stručný popis následuje. Veškeré popsání varianty hodnotí situaci v nadcházejícím roce a jedná se tedy o zjednodušující předpoklad zejména z toho důvodu, aby mohla být popsána tvorba modelu postupně. Pokud by byl projekt víceletý, některé části by bylo třeba rozšířit pro další roky (například odhadované tržby), postup by však byl totožný. Stejně tak by bylo třeba uvažovat o diskontování jednotlivých očekávaných finančních toků. Dále budou představeny jednotlivé varianty, mezi kterými rozhodovatel volí.

#### 5.1.1 Snížení mzdových nákladů

Jedná se o variantu, která je dále v příkladu popsána jako varianta A. Tuto možnost podnik zvažuje na základě jednoduchého doporučení, kterým je právě snížení mzdových nákladů. Kromě snížení jednotlivých mezd tato varianta také připouští snížení počtu zaměstnanců. Vzhledem k charakteru podnikatelského subjektu, kterým je poskytování služeb, se jedná v tomto případě o zaměstnance z oblasti *back officu*, kteří nejsou přímo vázáni na výkon společnosti.

#### 5.1.2 Nový segment - varianta 1

Varianta, dále označována jako varianta B, znamená zaměření se podniku na nový segment zákazníků na trhu, resp. na lepší služby pro již stávající klientelu nebo pro klientelu, kterou je třeba akvírovat. Na základě současného klientského kmene a odhadu očekávaných tržeb ze znalosti trhu je možná dvojí realizace této varianty. Zde je popsáno pouze první provedení,

---

<sup>23</sup> Sběr dat byl umožněn také na základě finanční podpory TUL v rámci soutěže na podporu projektů specifického vysokoškolského výzkumu s číslem projektu 38008.

které znamená nižší investiční náklady, ale také je očekáván nižší nárůst tržeb, neboť se jedná o oslovení menšího počtu potenciálních zákazníků.

### 5.1.3 Nový segment - varianta 2

Podobně jako předcházející varianta B je tato varianta C spojena se zaměřením se na nový segment. Rozdíl oproti předchozímu předpokladu je právě ve velikosti investičních nákladů, které jsou s touto realizací spojeny. Tato realizace předpokládá mnohem vyšší náklady. Podstatné náklady zde znamenají mimo jiné rekonstrukci poboček společnosti.

### 5.1.4 Žádná změna

Varianta, která je dále označována jako varianta D, je zde spíše jen z důvodu porovnání s ostatními variantami. Jedná se o nulovou investiční variantu. Vzhledem k tomu, že změnu chce provést management společnosti sám, lze předpokládat, že nějaká ze změn skutečně proběhne. I přesto je nutné s touto cestou počítat, neboť na základě provedené analýzy může nakonec znamenat nejlepší možnost.

## 5.2 Monokriteriální model

Nejprve bude celý rozhodovací problém představen v monokriteriálním modelu, který byl stručně popsán v kapitole 3.2. Jedná se spíše o výchozí předpoklad, na kterém budou prezentovány základní proměnné a zároveň pak bude provedena komparace tohoto monokriteriálního modelu s modelem vícekriteriálním, který je stěžejním výstupem celé disertační práce.

Základní zadání problémů bylo nastaveno na základě tří základních budoucích stavů světa, které vycházejí ze stanovených scénářů. Stejně tak je zde představen problém, zatím pouze s jedním rozhodovatelem, který prezentuje zároveň také experta, jenž hraje klíčovou roli při získávání vstupních dat do celého modelu. Vstupní charakteristiky rozhodovacího procesu lze shrnout v následující tabulce 10.

**Tabulka 10 Vstupní charakteristiky (EV)**

Varianty	Očekávaný zisk		
	Stavy světa		
	optimistický scénář (1)	neutrální scénář (2)	pesimistický scénář (3)
snížení mzdových nákladů	1 180	20	-720
nový segment, varianta 1	869	149	-1 151
nový segment, varianta 2	1 677	347	-1 253
žádná změna	1 450	70	-850

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 10 jsou popsány jednotlivé očekávané zisky (v tis. CZK) na základě třech rozdílných budoucích stavů světa, které jsou postaveny na optimistickém, neutrálním a pesimistickém scénáři. Vstupní data byla určena na základě subjektivního stanovění expertního názoru. Kritérium v rozhodovacím procesu je tedy očekávaný zisk.

Řešení tohoto příkladu je v rámci monokriteriálního modelu uvedeno dvojí. Nejprve v podmínkách rizika, kdy rozhodovatel je schopen přiřadit jednotlivým stavům světa pravděpodobnosti jejich dosažení. Druhé řešení je provedeno v podmínkách nejistoty za využití Laplaceova a Hurwitzova pravidla.

### 5.2.1 Rozhodování za rizika

Při rozhodování za rizika práce vychází z původního předpokladu, který rozhodovatel stanovil. Jedná se vlastně o určení očekávaných pravděpodobností vzniku budoucího stavu světa. Na základě subjektivního určení je toto rozdělení uvedeno v tabulce 11, ve které je zároveň uveden propočet očekávané hodnoty.

**Tabulka 11 Stavy světa**

Stav světa	1	2	3	$\Sigma$ EV
Pravděpodobnosti	0,2	0,6	0,2	
snížení mzdových nákladů	236,00	12,00	-144,00	104,00
nový segment, varianta 1	173,80	89,40	-230,20	33,00
nový segment, varianta 2	389,40	208,20	-250,60	347,00
žádná změna	290,00	42,00	-170,00	162,00

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 11 je patrné, že nejvyšší hodnotu daného kritéria nalzáme u varianty C (nový segment, varianta 2), a jedná se tedy o optimální variantu. Původní přístup k rozhodování v podmínkách rizika je nyní rozšířen o další, který kvantifikuje riziko. I když původní rozhodovací proces v podniku s tímto přístupem nepočítal, je vhodné jej pro další analýzu provést. Za měřítko rizika je zde použit variační koeficient, který je pro názornost doplněn o velikosti směrodatné odchylky. Výsledný postup je tedy rozšířen do následující podoby, která je představena v tabulce 12.

**Tabulka 12 Měření rizika**

Stav světa	1	2	3			
Pravděpodobnost	0,2	0,6	0,2	$\Sigma$ EV	Směrodatná odchylka	Variační koef.
snížení mzdových nákladů (A)	236,00	12,00	-144,00	104,00	155,9601	1,499616
nový segment, varianta 1 (B)	173,80	89,40	-230,20	33,00	173,9998	5,272723
nový segment, varianta 2 (C)	389,40	208,20	-250,60	347,00	269,3471	0,776217
žádná změna (D)	290,00	42,00	-170,00	162,00	187,9858	1,160406

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě vypočítaného variačního koeficientu by se závěr z rozhodovacího procesu nezměnil. Tedy i se započítáním rizika by jako optimální varianta byla varianta C.

### 5.2.2 Rozhodování za nejistoty

V případě rozhodování v podmínkách nejistoty lze využít některé z pravidel, které bylo popsáno v kapitole 1.1.2. Pro účely řešení tohoto problému jsou aplikovány přístupy na základě Laplaceova a Hurwitzova pravidla.

#### Laplaceovo pravidlo

Při používání Laplaceova pravidla práce předpokládá, že jednotlivé budoucí stavy světa mohou nastat se stejnou pravděpodobností. Výsledné stavy světa včetně vypočítané očekávané hodnoty budoucího zisku jsou uvedeny v tabulce 13.

**Tabulka 13 Laplaceovo pravidlo**

Pravděpodobnost	1/3	1/3	1/3	$\Sigma$ EV
snížení mzdových nákladů	393,33	6,67	-240,00	160,00
nový segment, varianta 1	289,67	49,67	-383,67	-44,33
nový segment, varianta 2	649,00	115,67	-417,67	347,00
žádná změna	483,33	23,33	-283,33	223,33

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě tohoto pravidla by tedy rozhodovatel zvolil variantu C, která má nejvyšší hodnotu očekávaného zisku, resp. hodnotu  $EV_i$ .

### Hurwitzovo pravidlo

Tento přístup je postaven na předpokladu kombinace nejvýnosnější a nejméně výnosné varianty spolu s různým budoucím očekáváním. Pro každou variantu je nutno určit nejvyšší a nejnižší hodnotu budoucího zisku z tabulky 14. Následně se určí  $EV_v$  jako součet těchto hodnot násobených zvolenou pravděpodobností. Pro zjednodušení bude dále předpokládáno, že subjekt, který se rozhoduje, má neutrální postoj k riziku a nejvyšší i nejnižší variantě tedy přiřadí stejnou pravděpodobnost.

**Tabulka 14 Hurwitzovo pravidlo**

Varianty	Maximum	Minimum	Pravděpodobnost	Pravděpodobnost	EV
snížení mzdových nákladů	1 180	-720	0,5	0,5	230
nový segment, varianta 1	869	-1 151	0,5	0,5	-141
nový segment, varianta 2	1 947	-1 253	0,5	0,5	347
žádná změna	1 450	-850	0,5	0,5	300

Zdroj: vlastní zpracování

I z této uvedené tabulky je patrné, že varianta označená jako C má nejvyšší hodnotu daného kritéria, a tedy dle tohoto přístupu je opět variantou optimální.

### 5.2.3 Komparace

Jak je patrné z výše uvedeného příkladu, rozdílné metody vedly vždy ke stejnému závěru, a to k závěru, že optimální varianta je varianta C. Při zakomponování rizik jednotlivých variant v podobě směrodatné odchylky, resp. variačního koeficientu (kde střední hodnota je tvořena hodnotou  $EV_i$ ), dochází práce ke stejnému závěru. Tento výstup koresponduje s tím, co bylo zmíněno v předchozích kapitolách práce.

Další postup spočívá v provedení analýzy citlivosti tohoto modelu tak, aby bylo zjištěno, jak je daný proces citlivý na svoje vstupní hodnoty. K výpočtu je použit postup, který je popsán v kapitole 3.2.2. Analýza citlivosti je pro jednodušší přehled uvedena až na závěr celé kapitoly po získání výstupů z vícekritériálního modelu, aby mohla být provedena zároveň komparace obou přístupů.

Popsaný přístup v podobě monokritériálního modelu byl použit pro rozhodovací proces. I když představoval značné zjednodušení v několika oblastech (model například neuvažuje diskontování, vliv inflace, makroanalýzu okolí, detailnější analýzu dílčích kroků atp.), poskytl



rozhodovateli relativně dostatečné informace k tomu, aby na jeho základě mohl provést patřičné závěry. Vzhledem ke zjištěným dílčím problémům, které jsou popsány zejména v kapitolách 1.1.2, 2.2 a 2.3, nyní celý postup bude prezentován v modelu, který tvoří stěžejní výstup celé disertační práce.

### 5.3 Vícekriteriální model

Stejně jako v předchozí kapitole jsou dílčí části komentovány a prezentovány v tabulkách či grafech. Vzhledem k složitosti celého procesu budou prezentovány pouze výstupní informace a ne dílčí propočty, které byly znázorněny v kapitole 4.

#### 5.3.1 Definování pojmů

Tato subkapitola je ve své podstatě popsána již v předcházejícím řešení modelu. Přesto je třeba v každém modelu určit další pojmy, se kterými je dále pracováno. Popsání základních pojmů vychází z kapitoly, ve které je popsáno sestavení modelu v teoretické rovině, a proto je dále považovány za bezpředmětnou.

#### 5.3.2 Prvotní analýza procesu

Než budou postupně tvořeny základní údaje a prováděna simulace, práce se zaměří na proces jako takový. Otázkou by vždy mělo být, co je cílem daného procesu. Cílem analyzovaného rozhodovacího procesu je seřazení jednotlivých variant. V seřazení variant je totiž možné nalézt jak kompromisní variantu, tak i provést další postoptimalizační analýzy celého procesu.

Kromě této zevrubné analýzy je vhodné určit, kdo bude tvořit skupinu expertů a kolik bude rozhodovatelů. Ve sledovaném příkladu je předpokládáno, že interní informace jsou získávány na základě názorů tří expertů a finální rozhodovatel bude jeden.

Celý proces je tedy v úvodu alespoň částečně nadefinován, je jasný jeho cíl a lze přistoupit k další části, kterou reprezentuje klíčová položka v podobě tvorby kritériální tabulky.

#### 5.3.3 Tvorba kritériální tabulky

Kritériální tabulka, která je použita, má následující podobu. Pro jednodušší přehled jsou již dále jednotlivé varianty označeny písmeny A – D. Kromě jednotlivých variant je třeba do rozhodovacího procesu vložit kritéria, dle kterých je tento proces hodnocen. V předcházejícím přístupu byl tímto kritériem očekávaný zisk, dále bude položka očekávaného zisku rozložena

na další složky, včetně jejich rizikovosti. Kromě těchto položek je také v modelu předpokládán užitek rozhodovatele v podobě TMU<sup>24</sup>, který byl popsán v kapitole 4.4.4.

**Tabulka 15 Vstupní kritériální tabulka**

Varianty	Očekávané tržby	Riziko tržeb	Očekávané náklady	Riziko nákladů	TMU
A					
B					
C					
D					

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 15 tedy vyplývá, že jsou hodnoceny celkem čtyři varianty na základě pěti kritérií. Dalším úkolem je postupné doplnění číselných charakteristik jednotlivých kritérií pro jednotlivé varianty. Jedná se o klíčový a poměrně rozsáhlý postup, který je popsán v následujících subkapitolách.

### **Očekávané tržby**

Vstupní hodnoty očekávaných tržeb nejsou jako v předcházejícím přístupu založeny na třech očekávaných budoucích stavech světa, ale jsou stanoveny na základě simulačního přístupu metodou Monte Carlo. K tomu, aby mohla být provedena tato simulace, je třeba získat pravděpodobnostní rozdělení očekávaných tržeb. Jeho získání a následné simulaci se věnuje tato subkapitola. Detailně je popsán postup sestavení očekávaných tržeb pouze v případě první varianty, ostatní výpočty jsou k dispozici v příloze disertační práce.

### Stanovení tržeb

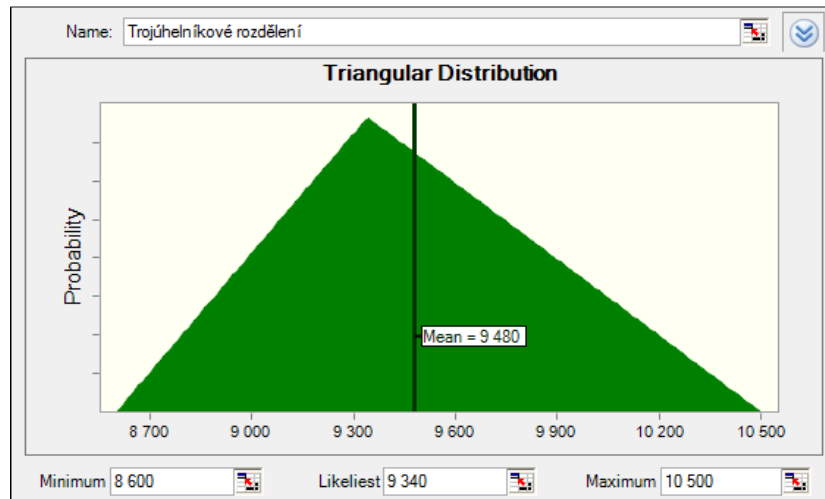
Možné pravděpodobnostní rozdělení a jejich využití bylo popsáno v kapitole 4.4.1. Aplikační část se zaměří na sestavení vlastního pravděpodobnostního rozdělení a také na stanovení pravděpodobnostního rozdělení na základě metody betaPERT. Tato vstupní data pak budou složité k vytvoření finálního rozdělení, které bude kombinovat názory celkem tří zmíněných expertů. Tyto názory jsou představeny níže.

### **Názor experta 1**

Expertní názor prvního dotazovaného je zároveň názorem rozhodovatele. Vzhledem k tomu, že práce předpokládá jeho největší znalost prostředí, je také jeho názoru přikládána při finální tvorbě největší váha. Na základě postupu popsaném v předcházejících kapitolách je toto

<sup>24</sup> I když pro tento rozhodovací proces je vliv tohoto přístupu víceméně minimální, pro komplexní prezentaci výstupního modelu s ním bude dále počítáno a budeme nastavovat jeho proměnné.

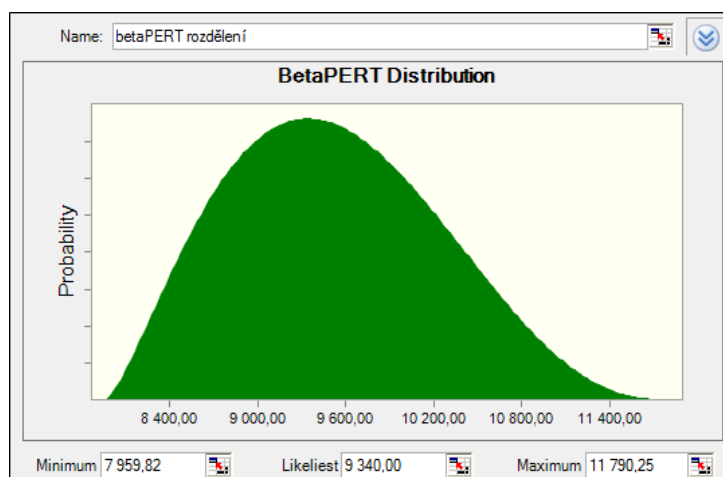
pravděpodobnostní rozdělení stanoveno na základě intervalů, které vychází ze zadání monokriteriálního modelu. Nejprve je tedy určena maximální a minimální hodnota pomocí betaPERT rozdělení, a to s využitím kvantilů. Pro komparaci je uvedeno také trojúhelníkové rozdělení a jeho minimální a maximální hodnota, která kopíruje optimistický, resp. pesimistický odhad vývoje budoucího světa z monokriteriálního modelu.



**Obrázek 44 Trojúhelníkové rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Z obrázku 44 je patrné, že by bylo chybou takto aplikovat pravděpodobnostní rozdělení, neboť krajním hodnotám jsou přiřazeny nižší pravděpodobnosti, než odpovídá zadání v monokriteriálním modelu. Práce se proto zaměří na betaPERT rozdělení definované pomocí 10% kvantilů. Výstup je znázorněn na obrázku 45.



**Obrázek 45 betaPERT rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

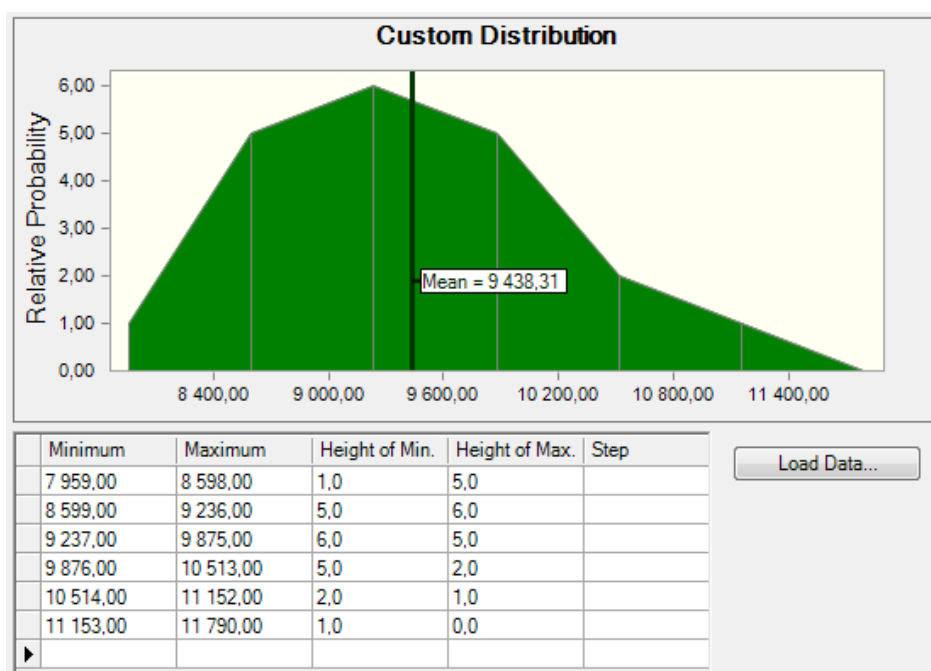
Tímto přístupem jsou získány minimální a maximální hodnoty, ze kterých lze stanovit jednotlivé intervaly, kterým bude dále rozhodovatel přiřazovat jednotlivá bodová ohodnocení, resp. pravděpodobnost dosažení. Přehled jednotlivých intervalů je uveden v tabulce 16.

**Tabulka 16 Stanovené intervaly**

Intervaly (v tis. Kč)	
7 959	8 598
8 599	9 236
9 237	9 875
9 876	10 513
10 514	11 152
11 153	11 790

Zdroj: vlastní zpracování

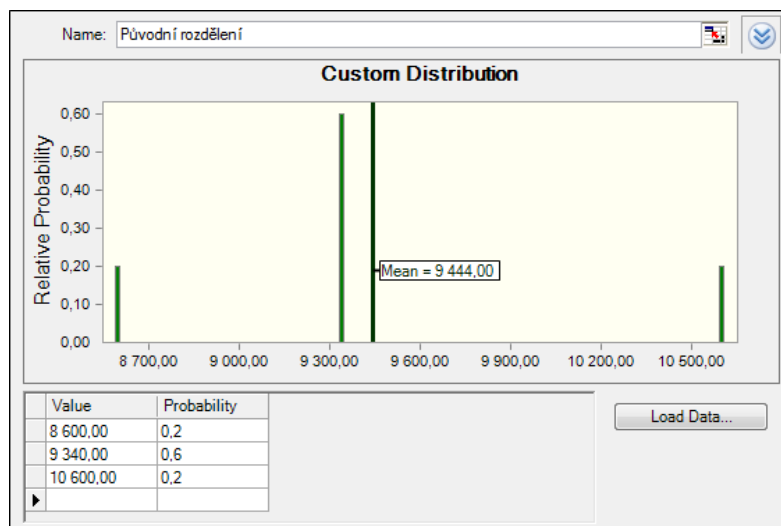
Na základě řízeného rozhovoru byly jednotlivým intervalům přiřazeny body, které jsou následně zadány do simulačního softwaru. Výsledné pravděpodobnostní rozdělení, které definoval expert 1, je znázorněno na obrázku 46.



**Obrázek 46 Rozdělení - expert 1**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Tím je získáno první pravděpodobnostní rozdělení. Při srovnání s původním rozdělením, jsou zde patrné jednoznačné rozdíly. Původní rozdělení tak, jak ho nadeřinoval rozhodovatel v monokriteriálním modelu má podobu, která je znázorněna na obrázku 47.



**Obrázek 47 Rozdělení - monokriteriální**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

První patrný rozdíl je v poklesu střední hodnoty oproti původnímu předpokladu. Rozhodovatel na základě přesnějších informací pravděpodobně určil očekávaný vývoj přesněji. Kromě různé střední hodnoty, jejíž rozdíl není nikterak překvapující, je rozdělení definované uživatelem komplexnější, spojitě a lépe tak znázorňuje očekávaný vývoj. Dále jsou porovnány koeficienty šikmosti obou rozdělení. Původní rozdělení dosahuje koeficientu šikmosti (+0,7003) a nové rozdělení definované uživatelem dosahuje šikmost (+0,4189). Původní přístup tedy přiřkl vyšší váhy hodnotám napravo od střední hodnoty daného rozdělení. Což koresponduje s problémem, že rozhodovatelé mají zpravidla tendenci k vyšším očekávaným odhadům tržeb, než by odpovídalo realitě, resp. v tomto případě, než by odpovídalo detailnější analýze.

Kromě rozdílných koeficientů šikmosti jsou patrné také rozdíly v koeficientech špičatosti. Původní rozdělení má hodnotu koeficientu špičatosti rovnu (2,65), nové rozdělení pak (2,61). Zde se jedná pouze o nepatrný rozdíl. I přesto je možné doplnit komentář, že vyšší hodnota špičatosti takového rozdělení znamená větší koncentraci hodnot kolem střední hodnoty rozdělení. Může tedy docházet k problému, že se rozhodovatel příliš soustředí pouze na střední hodnotu a opomíjí důležitost ostatních hodnot, resp. jim přiřklá výrazně nižší důležitost.

Poslední proměnnou je statistická veličina, která se používá často jako měřítko rizika. Lze použít buď směrodatnou odchylku, rozptyl nebo variační koeficient. Vzhledem k faktu, že zde jsou porovnávány rozdělení pro stejnou variantu, lze použít směrodatnou odchylku. Ta

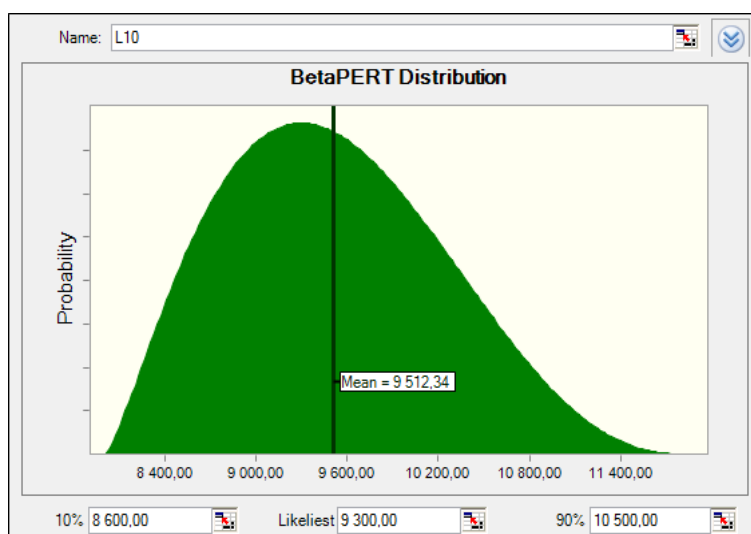
v případě původního rozdělení dosahuje hodnot (645,15) a nové rozdělení definované expertem dosahuje hodnot (787,30). Na první pohled je tedy možné, že tento koeficient vykazuje zvýšení (je tedy spojen s vyšším rizikem), je nutné ale vzít v potaz dvě skutečnosti. První z nich je fakt, že zatím se jedná pouze o názor jednoho z expertů, a druhá skutečnost je, že zvýšení směrodatné odchylky ještě nemusí znamenat negativní informaci. Naopak je nyní patrné, že rozhodovatel počítá s širšími variantami při odhadování svých tržeb a tím lze dosáhnout přesnějšího výstupu v podobě kompromisní varianty, při započítání všech zbylých kritérií.

### ***Názor experta 2***

Názor druhého experta již lze prezentovat na jednodušším principu, který je také rychlejší pro aplikaci při expertním rozhovoru. Princip vychází z betaPERT rozdělení, které je definováno třemi vstupními parametry, a sice minimální, maximální a modální hodnotou očekávaných tržeb. Protože určení minimálních a maximálních hodnot může znamenat relativní problém, bylo provedeno dotazování na tyto veličiny na základě 10% kvantilů. Čili otázky byly koncipovány takto:

- Určete minimální hodnotu, které bude dosaženo s 90% pravděpodobností.
- Určete maximální hodnotu, které bude dosaženo s 90% pravděpodobností.
- Určete nejpravděpodobnější očekávanou hodnotu tržeb.

Na základě takto sestavených otázek pak druhý expert navrhl hodnoty, ze kterých bylo sestrojeno pravděpodobnostní rozdělení, které je prezentováno na obrázku 48.

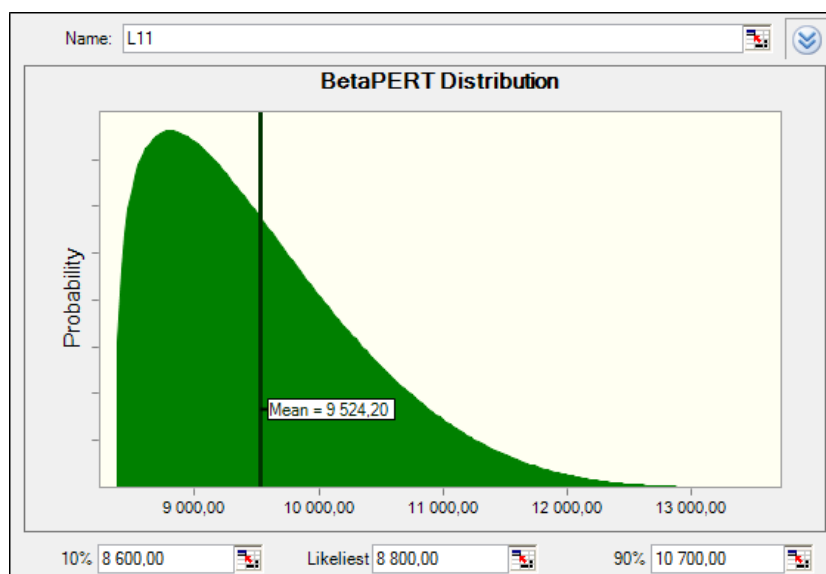


***Obrázek 48 Rozdělení - expert 2***

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

### *Názor experta 3*

Stejným způsobem jako v předcházející subkapitole je přestoupeno ke stanovení rozdělení pravděpodobnosti u posledního expertního názoru. Výsledné rozdělení je pak zobrazeno na obrázku 49.



**Obrázek 49 Rozdělení - expert 3**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Při komparaci obrázku 48 a obrázku 49 je zřejmé, že oba druhy rozdělení mají velice podobnou střední hodnotu, která je v obrázku označena, ale i přesto je rozdělení poměrně diferencované. Na tomto přístupu je patrné, jak který expert přistupuje k riziku. Zatímco názor experta 2 je spíše neutrální, expertní názor poslední vychází jednoznačně z názorů experta, který má sklon k riziku s očekáváním vyšších hodnot tržeb. I když tyto závěry ohledně přístupu k riziku mohou působit příliš konkrétně, nic nemění na té skutečnosti, že každý expert přisuzuje očekávanému vývoji různý vývoj a to dle svých subjektivních očekávání, která jsou považována za relativně spolehlivá. Daná spolehlivost je pak v tomto případě vyjádřena vahami, kterými vstupují jednotlivé názory expertů do finálního rozdělení. Jak již bylo zmíněno, tak názor experta 1 je považován za nejkvalifikovanější a je mu přiřazena také nejvyšší váha. Názory zbylých dvou expertů jsou pokládány za téměř stejně důvěryhodné s tím, že názor třetího experta je pro naše rozhodování nejméně významný. Váhy jsou prezentovány v tabulce 17.

**Tabulka 17 Váhy expertních názorů**

Expert	Váha
1	5
2	2
3	1

Zdroj: vlastní zpracování

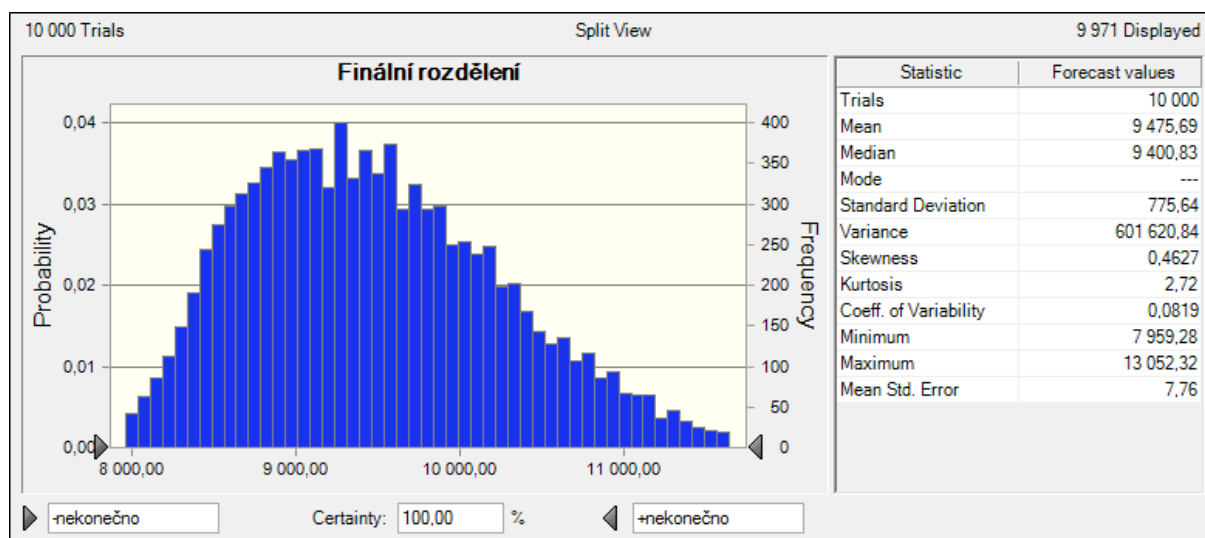
### **Závěrečný komentář**

Ve výše popsaném postupu byly získány tři názory expertů, které byly na základě popsaných metod převedeny do pravděpodobnostních rozdělení, se kterými je dále pracováno. Tento představený postup není pochopitelně jediný, který lze aplikovat. Ostatní přístupy, rozdělení pravděpodobnosti a další komentáře jsou uvedeny v kapitole 4.

Postup, který byl vybrán a je prezentován, představuje dle této práce z popsaných postupů ty přesnější a hlavně komplexnější. Tuto vlastnost pak nejlépe prezentuje finální rozdělení, které je získáno na základě simulace metodou Monte Carlo, jejíž výstup je popsán v následující subkapitole textu práce.

### **Finální rozdělení pravděpodobnosti**

Pokud je provedena simulace, do které jsou zadány všechny tři výše uvedené expertní názory, je získáno rozdělení, které je na obrázku 50. Simulace probíhá na 10 000 pokusech.



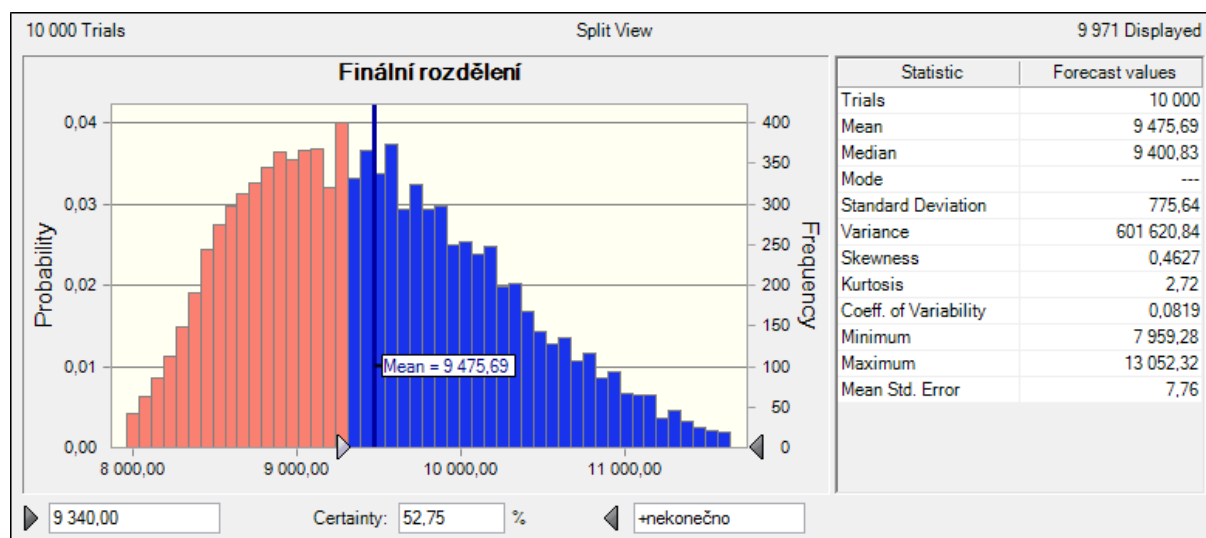
**Obrázek 50 Finální rozdělení**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Z obrázku 50 je patrné, že střední hodnota tohoto rozdělení dosahuje velikosti 9 475,69, což představuje také veličinu, se kterou bude dále v rozhodovacím procesu počítáno. Není to však



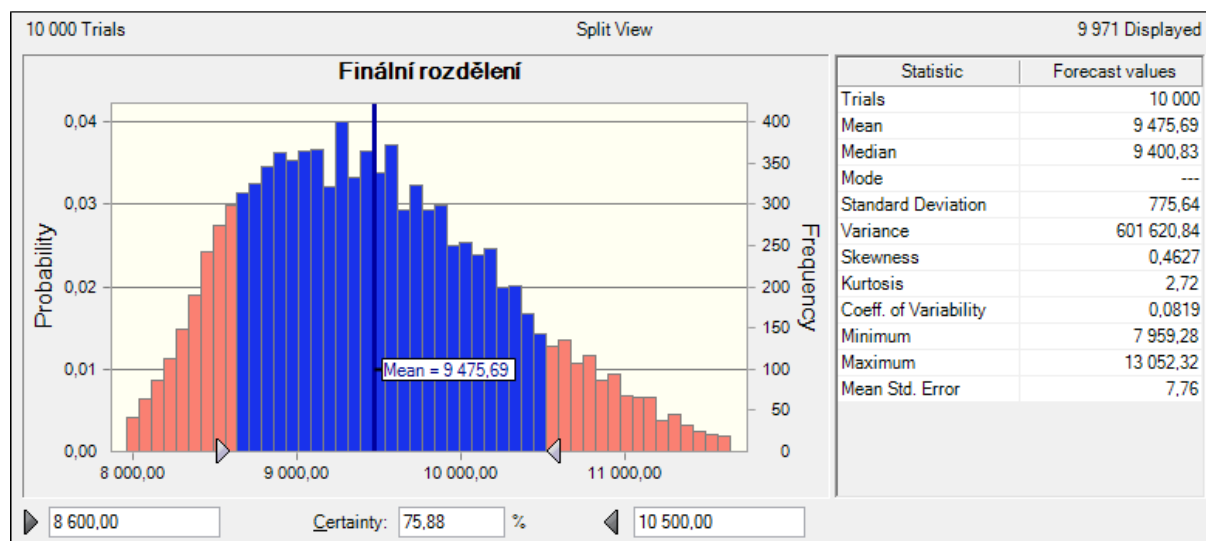
zdaleka jediný údaj, který slouží k interpretaci finálního rozdělení. Při zaměření se na pravděpodobnost, s jakou je možné dosáhnout alespoň vývoje tržeb, který byl ve scénářích označen jako neutrální, práce zjišťuje, že dosažení takové hodnoty odpovídá 52% pravděpodobnosti, jak znázorňuje obrázek 51.



**Obrázek 51** Finální rozdělení - analýza

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Pokud bychom se zaměřili na základě tohoto rozdělení na to, jaká je pravděpodobnost, že bude dosaženo rozpětí tržeb, které bylo zadáno v původním monokriteriálním modelu, je získána hodnota 75,88 %. Výstup je poté znázorněn na obrázku 52.



**Obrázek 52** Finální rozdělení – analýza 2

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Jak je patrné z naznačených postupů, lze na základě simulace metodou Monte Carlo provádět poměrně jednoduše relativně složitou analýzu, které bychom v případě původního modelu nebyli schopni dosáhnout.

Výstupem celého popsaného procesu je tedy odhad tržeb pro variantu A. Na základě uvedených předpokladů vícekritériálního modelu je dále pracováno se střední hodnotou a variačním koeficientem. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulkové části obrázku 52. Výstup pro všechny varianty je pak představen v tabulce 18.

**Tabulka 18 Odhad tržeb**

Varianta	Střední hodnota	Variační koeficient
A	9 475,6900	0,0819
B	10 986,3400	0,0904
C	12 845,6600	0,0960
D	10 489,7300	0,0874

Zdroj: vlastní zpracování

Hodnoty uvedené v tabulce 18 jsou vstupními hodnotami do kritériální tabulky a následné matice při řešení celého rozhodovacího procesu.

### ***Komparace s původním přístupem***

Při porovnání přístupu znázorněného v předcházejících subkapitolách s původním pojetím, dochází práce k několika závěrům. Zejména k tomu, že tržby jsou rizikovější v novém přístupu z pohledu vyššího rozptylu. To je způsobeno zejména tím, že při detailnějším přístupu k určení očekávaných tržeb, který je aplikován ve vícekritériálním modelu rozhodování, jsou názory expertů s mnohem vyšším rozpětím, kterému nepřisuzují nulovou pravděpodobnost. Tedy i přesto, že v původním modelu s tímto přístupem nekalkulovali, nějakou kladnou pravděpodobnost výskytu těchto tržeb lze dle jejich názoru očekávat. To zároveň souvisí s tím prvkem, který vede k zpřesnění jednotlivých odhadů. Zpřesnění vychází zejména z použití kombinace názorů několika expertů, kteří jednoznačně mají relativně rozdílné názory k očekávanému vývoji. Při porovnání středních hodnot jednotlivých rozdělení, dochází práce k závěru, že ty jsou relativně podobné. Je možné tedy přijmout úsudek, že původní odhady jsou založeny na správných předpokladech. Ostatní statistické veličiny ovšem nasvědčují tomu, že se opomíjelo riziko těchto tržeb. To je i jeden z důvodů, proč je rizikovost těchto tržeb brána jako jedno z kritérií při rozhodování a vstupuje do výsledné rozhodovací tabulky.

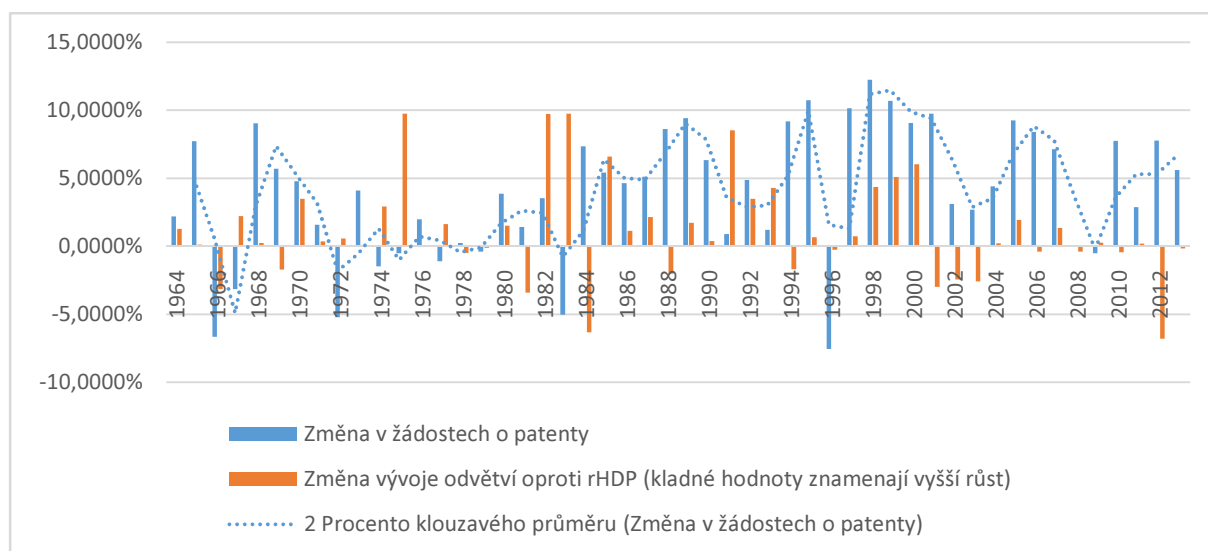
### Úprava o makroekonomickou analýzu

Po stanovení odhadu očekávaných tržeb, který se odvíjí od očekávaného budoucího vývoje daného odvětví, ekonomiky jako celku nebo poptávky po dané službě či výrobku (záleží vždy na rozhodovacím procesu), je vhodné komparovat tento odhad s celkovou situací v daném odvětví na základě makroekonomického přístupu.

V disertační práci je představen koncept vycházející z myšlenek J. A. Schumpetera, který je aplikován na odvětví financí, do kterého lze celý rozhodovací proces zařadit. Kromě tohoto přístupu se dále práce zaměřuje na jeho propojení s celkovým vývojem ekonomiky. Celkový vývoj je měřen na základě reálného HDP a je dále podroben regresní analýze s patřičnými výstupy.

K tomu, aby mohlo být porovnáno rozdělení tržeb, které bylo ve finále modelováno a které je zobrazeno na obrázku 52, je třeba jeho bližší analýza. V zásadě je třeba určit, zda na základě tohoto rozdělení lze předpokládat spíše růst či pokles budoucích tržeb. K tomuto pohledu může posloužit koeficient šikmosti, resp. jeho velikost. Při kladných hodnotách lze očekávat spíše pozitivní vývoj daného odvětví a naopak. Vše pochopitelně z pohledu expertních názorů. Výsledný koeficient šikmosti rozdělení očekávaných tržeb má kladnou hodnotu (+0,4627). Tento závěr tedy lze komparovat s očekávaným vývojem daného odvětví. Kromě predikce jeho vývoje je tento přístup zároveň doplněn o odhad možného přehřívání daného odvětví, který vychází právě ze Schumpeterovského pojetí hospodářského cyklu.

Základní přístup ke kvantifikaci teorie hospodářského cyklu popsáno J. A. Schumpeterem je v kapitole 3.1.1 této práce. Dále jsou představeny tedy pouze výstupy. Ty jsou shrnuty na obrázku 53 a v dalších částech této kapitoly.



**Obrázek 53 Schumpeterův hospodářský cyklus**

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 53 jsou zachyceny vývoje dvou veličin v období let 1963 – 2013. Jedná se o hodnoty z trhu Spojených států amerických. Důvod této volby je dvojitý. Zaprvé se jedná o dostupnost dat vzhledem k historickému vývoji a druhý důvod je ten, že pokud je cílem tohoto modelu poukázat na případné budoucí problémy v odvětví na základě inovačních vln, lze jej mnohem lépe predikovat ve velkých ekonomikách, než v malých. Zde jsou totiž větší centra inovací, a proto je racionální sledovat právě tyto ekonomiky.

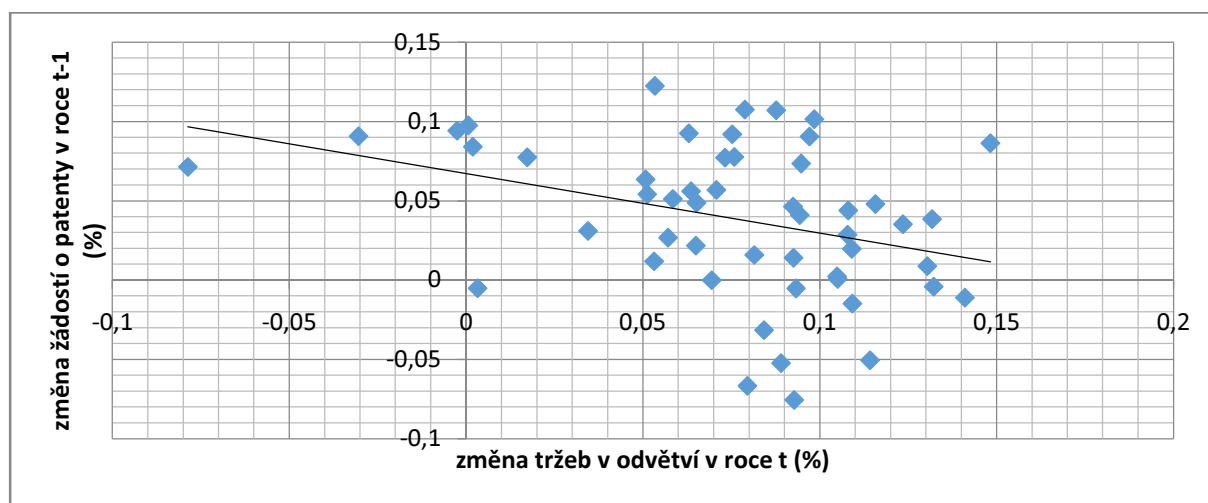
Pro analýzu ekonomiky z uvedeného pohledu je důležité sledovat hodnoty dvou ukazatelů. Jedním z nich je změna vývoje hodnoty žádostí o patenty a druhá veličina je podíl daného odvětví na reálném produktu ekonomiky. Z obrázku 53 lze vyvodit závěr, že v současné době přichází další vlna nových žádostí o patenty. Tato vlna však není podpořena výrazným růstem daného odvětví a tak z pohledu Schumpeterovské teorie by v daném odvětví nemělo docházet k riziku vyčerpání inovační bubliny.

Tento přístup je dále podpořen regresní analýzou. V této analýze je vysvětlovanou proměnnou tempo růstu tržeb daného odvětví a vysvětlující proměnné jsou: změna žádostí o registraci patentů,<sup>25</sup> která je následně doplněna o indikátor přehřívání sledovaného odvětví, který je měřen jako procentuální podíl daného odvětví na celkovém reálném HDP ekonomiky. K tomu, aby byla zachována logika modelu představeného v kapitole 3.2.2, je třeba provést ještě časový posun tak, aby byly porovnávány ukazatelé pro zajištění možné predikce vývoje

<sup>25</sup> Pod pojmem patent jsou opět chápány veškeré složky tak, jak byly představeny v kapitole 3.1 (jedná se tedy o vynálezy, užité vzory a průmyslové vzory).

tržeb v závislosti na změně počtu žádostí o patenty a indikátoru přehřívání odvětví. Na základě testování byl vyhodnocen tento posun ve své optimální velikosti o jeden rok. Jsou tedy porovnávány změny počtu žádostí o patenty a indikátor přehřívání v roce  $t-1$  se změnou tržeb v roce  $t$ .

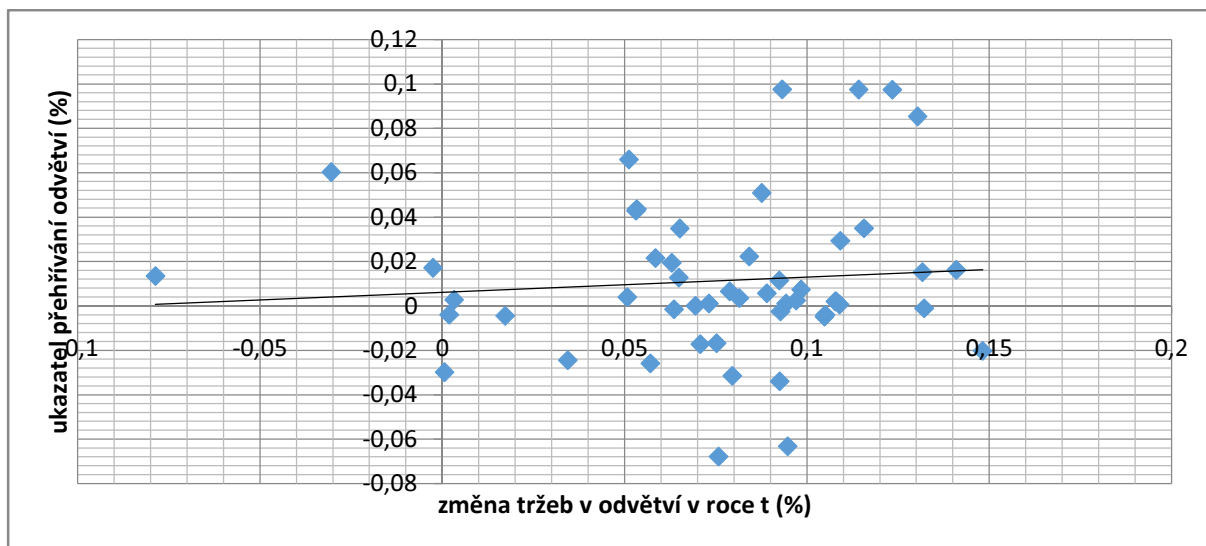
Prvotní pohled na danou problematiku je znázorněn pomocí bodových grafů, které představují vztah mezi vysvětlovanou proměnnou a dvěma vysvětlujícími proměnnými. Nejprve práce představuje pohled na vztah mezi změnou tempa růstu tržeb a žádostí o patenty (obrázek 54) a následně je představen vztah mezi změnou tržeb a ukazatele přehřívání ekonomiky.



**Obrázek 54** Vztah změny žádostí o patenty a změny tržeb

Zdroj: vlastní zpracování

Na výše uvedeném obrázku lze pozorovat, že pokud změna žádostí v předcházejících letech dosahovala kladných hodnot, tak změny tržeb mají alespoň částečnou tendenci k nižším hodnotám. Pro doplnění je dále spočítána hodnota korelačního koeficientu, který dosahuje hodnot (-0,51), což představuje středně silnou negativní závislost.



**Obrázek 55** *Vztah ukazatele přehřívání a změny tržeb*

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 55, kde je znázorněn vztah mezi změnou tržeb a ukazatelem přehřívání ekonomiky není jednoznačně tak stanoven, jak by odpovídalo logice celého modelu. Práce předpokládá spíše negativní vztah těchto dvou veličin. Je ovšem důležité upozornit, že model, tak jak je konstruován, nemá predikovat tržby za každých okolností, ale pouze v situaci, kdy lze očekávat negativní vývoj daného odvětví (měřeno očekávanou změnou tržeb). Než práce představí finální regresní analýzu, je třeba ještě provést výpočet korelace jednotlivých vysvětlujících proměnných z důvodu možné kolinearit. Hodnota korelačního koeficientu je (-0,12328). Vzhledem k nízkým hodnotám korelačního koeficientu, lze nyní přistoupit k regresní analýze. Pokud je provedena regresní analýza na původních vstupních datech (kterými jsou změna tržeb, změna žádostí o patenty a ukazatel přehřívání odvětví), jsou získány výstupy, které prezentuje tabulka 19. Použita je lineární regrese a parametry jsou odhadnuty metodou nejmenších čtverců.

**Tabulka 19 Lineární regrese 1**

Regresní statistika	
Násobné R	0,351825153
Hodnota spolehlivosti R	0,123780938
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,087271811
Chyba střední hodnoty	0,042655734
Pozorování	51

## ANOVA

	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	2	0,012337784	0,006169	3,390410743	0,041947369
Rezidua	48	0,08733656	0,00182		
Celkem	50	0,099674343			

	Koeficienty	Chyba střední hodnoty	t Stat	Hodnota P
Hranice	0,086925597	0,008127283	10,69553	2,67703E-14
Žádosti	-0,319653298	0,126558388	-2,52574	0,014900513
Přehřátí	0,0567793	0,170211578	0,333581	0,740148871

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je patrné z tabulky 19 tak tento přístup je schopen vysvětlit jen cca 12 % proměnných (koeficient determinace). Zároveň se potvrzuje výstup prezentovaný v předchozím textu, který předpokládal, že ukazatel přehřívání je ze statistického pohledu bezvýznamný. Hodnota druhé vysvětlující proměnné (změna počtu žádostí) je na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  statisticky významná. Stejně tak na základě F-testu je model možné považovat za statisticky významný. Problém, který prezentuje koeficient determinace, je způsoben logikou celého modelu, který si klade za cíl odhadnout možné budoucí negativní vývoje daného odvětví a ne predikovat vývoj tržeb jako celku za každé situace. Disertační práce se proto zaměřuje pouze na ty situace, které jsou blíže prezentované problematice, tedy pouze na ty roky, ve kterých je patrný propad ekonomiky. Na základě sledování tempa růstu reálného HDP ekonomiky byly dále vybrány ty roky, ve kterých jsou sledovány nižší hodnoty tempa růstu než 0,2 %. Celkový výstup provedené nové regresní analýzy prezentuje tabulka 20.

**Tabulka 20 Lineární regrese 2**

Regresní statistika	
Násobné R	0,862301
Hodnota spolehlivosti R	0,743563
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,717919
Chyba střední hodnoty	0,021734
Pozorování	23

## ANOVA

	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	2	0,027394	0,013697146	28,99593498	1,22972E-06
Rezidua	20	0,009448	0,000472382		
Celkem	22	0,036842			

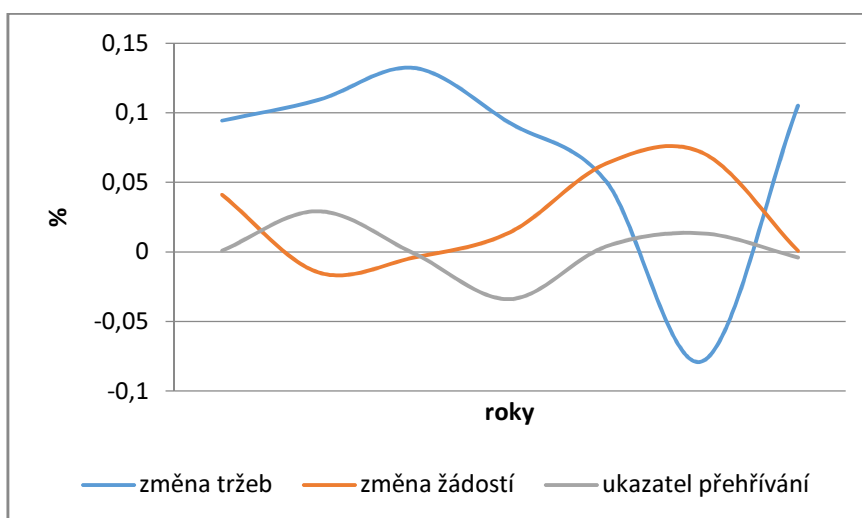
	Koeficienty	Chyba střední hodnoty	t Stat	Hodnota P
Hranice	0,111517	0,008069	13,82102314	1,07802E-11
Žádosti	-1,60518	0,217453	-7,38171829	3,94669E-07
Přehráti	-0,86547	0,336457	-2,572307457	0,018182289

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 20 je patrné, že koeficient determinace, který představuje spolehlivost tohoto modelu je již mnohem vyšší. Model na základě tohoto ukazatele vysvětluje 74 % proměnných. Stejně tak se ukazují jako statisticky významné obě vysvětlující proměnné. Na základě F-testu je i model hodnocen jako statisticky významný. Problém, který s prezentací těchto výstupů nastává, je počet pozorování, který byl zde poměrně nízký (23 pozorování). I když například Field (2000) uvádí, že v sociálních vědách je minimální počet pozorování, který by měl být dodržen vždy, 15 pozorování. Celý přístup je ještě doplněn grafem, který prezentuje vývoj vstupních hodnot v tomto upraveném modelu. Graf je prezentován na obrázku 56.



**Obrázek 56 Vývoj vstupních veličin - Schumpeterův model**



Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 56 je možné sledovat právě negativní vztah mezi změnou tržeb a dvěma vysvětlujícími proměnnými, které jsou uvedeny výše. Pokud zakomponujeme výstupy z tabulky 20 do regresní rovnice, je získána následující podoba (82).

$$\text{změna tržeb} = 0,111517 - 1,60518 * \text{změna žádostí} - 0,86547 * \text{ukazatel přehřívání} + \varepsilon \quad (82)$$

V analyzovaném případě má pak ukazatel změny tržeb hodnotu + 2,295 %. Tento přístup tedy potvrzuje, že není očekáván negativní vývoj daného odvětví. V tomto okamžiku tedy není nutné upravovat hodnotu stanovených tržeb.

Tento přístup si neklade za cíl predikovat budoucí vývoj ekonomiky jako celku, má ale upozornit na případné nebezpečí daného odvětví v podobě jeho možného přehřívání, resp. k vyčerpání inovační vlny a dalšího poklesu. Pokud by taková situace nastala, bylo by žádoucí očekávané tržby (resp. finální rozdělení náhodné veličiny) upravit případně zvýšit jejich rizikovost. Tento předpoklad se ale pro sledovaný rozhodovací proces (resp. pro dané odvětví) nepotvrdil, a proto není dále přistupováno k další úpravě tohoto rozdělení a lze přistoupit k dalším krokům při tvorbě kritériální tabulky.

#### Faktor času

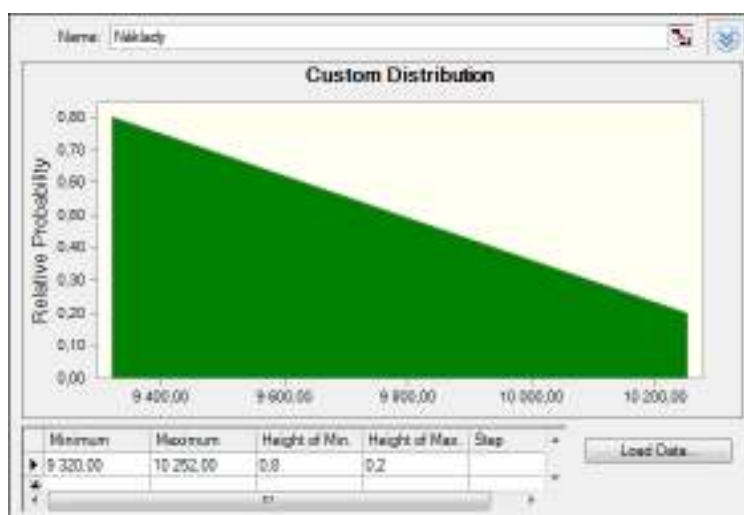
Pro jednodušší vyjádření celé problematiky lze dále abstrahovat od vlivu inflace i ostatních příležitostí, které snižují hodnotu očekávaných tržeb v čase. Dále je tedy pracováno s předpokladem, že inflace je nulová. Zároveň práce abstrahuje od diskontování tržeb. Diskontování by probíhalo na základě určení WACC, čemuž se věnuje stručně kapitola 4.4.1.

## Očekávané náklady

Na základě obdobného postupu, který byl popsán v předcházející kapitole, práce dále vychází při určování nákladů. Vzhledem k tomu, že rozhodovatel již spolu se dvěma experty odhadovali očekávaný vývoj tržeb, očekávaný vývoj nákladů již bude prezentován jednodušší cestou. Přesto však i v tomto případě bude využit přístup skrze simulaci metodou Monte Carlo, aby mohli být očekávané náklady lépe analyzovány. Zároveň lze očekávat, že jejich odhad bude na základě simulace přesnější, právě na základě závěrů, které byly zmíněny v kapitole věnované odhadu očekávaných tržeb.

Při určování nákladů lze dle teoretické tvorby modelu vyjít z předpokladů, které jsou uvedeny v kapitole 4, tedy, že náklady jsou složeny z položek fixních nákladů a variabilních nákladů. K tomu, aby rozhodovatel mohl určit očekávanou hodnotu fixních a variabilních nákladů zvlášť, bylo nutné nejprve stanovit hodnotu fixních nákladů v současném stavu podniku. Vzhledem ale k charakteru rozhodovacího procesu a vstupních informací, které jsou k dispozici od rozhodovatele, budou náklady simulovány pouze jako náklady celkové. Na základě expertních rozhovorů pak byly náklady oproti původnímu předpokladu nastaveny na základě následujícího zadání.

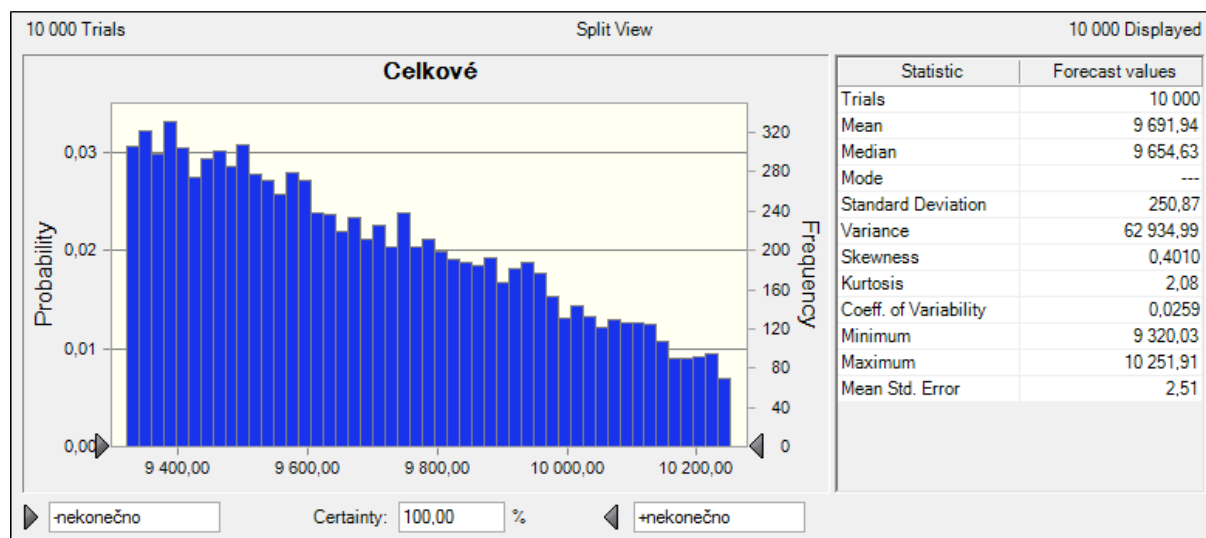
Původní hodnota nákladů je velice jistá, ale je možné její překročení o 10 %. Pravděpodobnost tohoto překročení odhaduje rozhodovatel na 20 %, pravděpodobnost, že by náklady byly nižší, je dle jeho názoru téměř vyloučena. Při použití tohoto zadání, je možné sestavit následující rozdělení pravděpodobnosti.



**Obrázek 57** Očekávané náklady

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

K definování rozdělení pravděpodobnosti bylo opět použito vlastní rozdělení a to na základě stanovených hodnot. Po provedení simulace jsou poté získány následující hodnoty a výstupní graf, který je zobrazen na obrázku 58.



**Obrázek 58** Očekávané náklady po simulaci

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Zároveň jsou v tabulkové části tohoto rozdělení klíčové statistické charakteristiky, se kterými bude dále pracováno. Obdobně jako u očekávaných tržeb i při tomto přístupu je využita zejména střední hodnota a variační koeficient.

Tímto přístupem byly získány základní vstupní hodnoty pro očekávané náklady. Tím je doplněna další proměnná do vstupní kritériální tabulky. Zatím jsou stanoveny pouze vstupy v podobě velikosti nákladů a očekávaných tržeb pro první variantu. Vzhledem k náročnosti a hlavně podobnosti celého procesu, již další výpočty u očekávaných tržeb a nákladů nejsou uvedeny. Zřejmé budou z finální kritériální tabulky, která je uvedena v závěru této kapitoly. K jejímu sestavení je však třeba provést ještě další výpočty a stanovit hodnoty dalších proměnných, aby kritériální tabulka byla kompletně vyplněna. V následující subkapitole bude popsána míra rizika jednotlivých kritérií.

### Riziko

Jako měřítko rizika používá disertační práce variační koeficient. Tato proměnná je jedním z výstupů simulovaných očekávaných tržeb i nákladů, a proto její hodnoty není možné získat. Tabulka 21 uvádí hodnoty variačního koeficientu očekávaných tržeb i nákladů pro první variantu.

**Tabulka 21 Variační koeficient tržeb a nákladů**

Varianta	Riziko tržeb	Riziko nákladů
A	0,0819	0,0259

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je z tabulky 21 patrné, tak hodnota variačního koeficientu vykazuje vyšší hodnotu u tržeb, což odpovídá logice celého přístupu rozhodovatele, který sám určil náklady jako přesnější veličinu. Stejně tak v původním monokriteriálním modelu rozhodovatel stanovil náklady dokonce neměnné na základě různých scénářů. I přesto po bližším zkoumání určil, že je možné zvýšení těchto nákladů o 10 %. Tato skutečnost také hrála roli v momentě, kdy byl kalkulován variační koeficient těchto nákladů. Jedná se tedy o minimalizační kritérium celého rozhodovacího procesu. V tabulce 22 jsou pro přehled znázorněny jednotlivé variační koeficienty u všech variant.

**Tabulka 22 Variační koeficienty - všechny varianty**

Varianta	Tržby	Náklady
A	0,0819	0,0259
B	0,0904	0,0098
C	0,0960	0,0154
D	0,0874	0,0099

Zdroj: vlastní zpracování

Je patrné, že rizikovitost dosahuje vždy nižších hodnot u očekávaných nákladů než u očekávaných tržeb. To koresponduje s logikou celého rozhodovacího procesu. Zároveň jsou v této kapitole představena rizika vstupních hodnot u monokriteriálního a vícekritériálního modelu. Hodnoty jsou znázorněny v tabulkách 23 a 24. Riziko je opět měřeno pomocí variačního koeficientu u jednotlivých variant.

**Tabulka 23 Variační koeficient - tržby**

Tržby	Riziko	
	Monokriteriální	Vícekritériální
A	0,0825	0,0819
B	0,0757	0,0904
C	0,1066	0,0960
D	0,0894	0,0874

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka 24 Variační koeficient - náklady**

Náklady	Riziko	
	monokriteriální	vícekritériální
A	0	0,0259
B	0	0,0098
C	0	0,0154
D	0	0,0099

Zdroj: vlastní zpracování

Z výše uvedených tabulek je patrné, že v případě tržeb je rizikovost u obou modelů podobná. Bližší analýzu uvádí kapitola 6, ve které je provedeno testování hypotéz. V případě nákladů je pak situace naprosto rozdílná, což je způsobeno faktem, že v monokriteriálním modelu se náklady měnit u jednotlivých stavů světa neměly.

### Užitek rozhodovatele

V předchozích kapitolách byly stanoveny základní předpoklady v oblasti očekávaných tržeb, očekávaných nákladů a také rizikovosti těchto vstupních veličin. Na základě teoretického východiska, které bylo uvedeno v kapitole 4, se práce dále zaměří na stanovení manažerské funkce užitku (TMU), pro které budou využita východiska ze zmíněné kapitoly. Jako vstupní parametry pro tuto funkci je třeba mít k dispozici následující proměnné, které jsou uvedeny v předpisu funkce TMU.

$$TMU_A = \frac{TR_A}{\sum_{i=1}^N TR_i} + \frac{\varepsilon_A}{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i} + \omega_A + \frac{\rho_A}{\sum_{i=1}^N \rho_i}. \quad (83)$$

Jedná se o velikost očekávaných tržeb ( $TR$ ), o očekávané výdaje na zaměstnance ( $\varepsilon$ ) v dané variantě, dále se jedná o vedlejší výhody ( $\omega$ ) z varianty a o osobní preference ( $\rho$ ). Při stanovení TMU je zřejmé, že získání těchto informací je subjektivní a závisí víceméně výhradně na rozhodovateli. V praktické aplikaci není vždy zcela nutné TMU v rozhodovacím procesu využít. Jedná se zejména o situace, při menších rozhodovacích procesech nebo v situaci, kdy zkrátka problém pána a správce není aktuální v dané firmě, resp. v daném rozhodovacím procesu.

V rámci této aplikační části práce předpokládá sestavení TMU, i když její vliv je zde spíše minoritní, neboť rozhodovací proces je problémem pána a správce zasažen jen minimálně. Rozhodovatel však sám pro komplexnost modelu uvedl, že s tímto problémem chce kalkulovat v rozhodovacím procesu.

Podobně jako v předcházejících částech bude prezentován postup sestavení TMU pouze pro první variantu rozhodovacího procesu, tedy pro variantu snížení mzdových nákladů (varianta A). Následující subkapitoly představí jednotlivé složky TMU a jejich stanovení v rámci řešeného problému.

### Tržby

Pro definování očekávaných tržeb je využito hodnot, které byly odhadovány v předchozích částech na základě přístupu simulací Monte Carlo. Není třeba tyto tržby dále upravovat nebo jejich hodnoty měnit.

### Výdaje na zaměstnance

Při určení výdajů na zaměstnance lze vycházet z několika přístupů. Vzhledem k tomu, že jejich stanovení se zde odvíjí od celkového počtu zaměstnanců, budou považovány za jisté, neboť v této popisované variantě A rozhodovatel předpokládá 10% snížení těchto nákladů (ve kterých je zahrnuto zrušení jedné pracovní pozice a snížení platů). Celkové očekávané náklady na zaměstnance jsou tedy stanoveny na hodnotu 7 028. Kromě výše popsaného postupu stanovení výdajů na zaměstnance je třeba stanovit také celkové zaměstnanecké náklady, které je ovšem třeba vyčíst z kompletně vyplněné kritériální tabulky (nebo z jiných interních zdrojů v podniku), neboť se jedná o hodnotu, která je použita pro normalizaci dané veličiny. Jinými slovy se jedná o podíl hodnoty celkových nákladů dané varianty na ostatních variantách – což reprezentuje důležitost tohoto kritéria v TMU.

### Vedlejší výhody

Pro určení vedlejších výhod bude sestavena Saatyho matice, která slouží v tomto případě pro komparaci těchto výhod. Vzhledem k tomu, že není třeba jednotlivé výhody kvantifikovat, je dostačující ordinální pořadí jednotlivých variant z pohledu vedlejších výhod.

Stanovení Saatyho matice pro určení tohoto pořadí je subjektivně založené na jednom rozhodovateli. Při tomto stanovení rozhodovatel komparuje jednotlivé varianty vzhledem k vedlejším výhodám (mezi tyto výhody lze ve sledovaném případě zařadit možnost služebního automobilu, vlastní kanceláře, placeného mobilního telefonu a řadu dalších). Výsledná Saatyho matice je zobrazena v tabulce 25.

**Tabulka 25 Vedlejší výhody**

	A	B	C	D	$v_i$	$v_i$ norm
A	1	1/3	1/8	1/5	0,30213754	0,055506
B	3	1	1/2	4	1,56508458	0,287524
C	8	2	1	4	2,82842712	0,519614
D	5	1/4	1/4	1	0,74767439	0,137356
				$\Sigma$	5,44332364	

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě vedlejších výhod je možné jednotlivé varianty seřadit dle hodnoty  $v_i$  norm (normované váhy), výstup je pak znázorněn v tabulce 26.

**Tabulka 26 Varianty dle vedlejších výhod**

Varianta	$v_i$ norm
C	0,519614
B	0,287524
D	0,137356
A	0,055506

Zdroj: vlastní zpracování

Rozhodovatel tedy z pohledu vedlejších výhod preferuje variantu C, která mu pravděpodobně přináší nejvyšší užitek. Zcela logicky varianta A (redukce nákladů) je nejméně hodnocena, neboť bude také pravděpodobně spojena s nejnižšími vedlejšími výhodami.

### Osobní preference

Položka osobních preferencí je relativně variabilní proměnnou, kterou lze interpretovat naprosto jednoduše jako číselné ohodnocení preferovaných variant. Pokud rozhodovatel žádnou variantu nepreferuje na základě svého osobního rozhodnutí, bude tato proměnná nulová. Naopak výrazná pozitivní preference by měla jisté bodové ohodnocení. Veškeré hodnoty jsou pak opět normovány k jedné.

### Finální TMU

Finální užitková funkce manažera tedy bude mít následující podobu

$$TMU_A = 0,5297 + 0,2249 + 0,0555 + 0. \quad (84)$$

Ve výpočtu TMU pak mají osobní preference nulovou hodnotu.

### **Ostatní kritéria**

Kromě výše popsanych kritérií v podobě tržeb, nákladů atp., lze do rozhodování začlenit ještě další kritéria. Tímto přístupem je vícekritériální model rozhodování vhodnějším, než model

monokriteriální, neboť je univerzálnější a variabilnější. Ostatní kritéria ovšem v dalších výpočtech uvažovány nebudou.

### **Finální kritériální tabulka**

Ve výše uvedených subkapitolách bylo popsáno, jakým způsobem lze získat vstupní data jednotlivých kritérií pro první variantu. Vzhledem k rozsáhlému popisu a velice podobnému stylu získávání jednotlivých hodnot již tento proces nebude dále popsán a bude zde uvedena pouze finální kritériální tabulka, která představuje vstupní data do rozhodovacího procesu. Vzhledem k důležitosti těchto vstupních hodnot byla při jejich získávání také věnována patřičná pozornost, neboť další postup je z větší části již pouze matematickým postupem. Výsledná kritériální tabulka je zobrazena v tabulce 27.

**Tabulka 27 Finální kritériální tabulka**

Varianty	Očekávané tržby	Riziko tržeb	Očekávané náklady	Riziko nákladů	TMU
A	9475,6900	0,0819	9691,94	0,0259	0,4967
B	10986,3400	0,0904	10769,05	0,0098	0,8713
C	12845,6600	0,0960	11998,64	0,0154	1,0941
D	10489,7300	0,0874	10364,48	0,0099	0,7216

Zdroj: vlastní zpracování

S těmito daty bude dále ve výpočtové části modelu pracováno.

#### Kontrola vstupních dat

Na základě skutečnosti, že nyní budou posuzována jednotlivá kritéria bez vzájemného vztahu, je třeba provést logický krok, který by vyloučil varianty, u nichž je očekávaný výsledek nepříznivý již v tento okamžik. V analyzovaném rozhodovacím procesu je tímto krokem myšleno vyloučení variant, které by na základě zadaných kritérií vedly k očekávané ztrátě. Jsou hledány tedy takové varianty, u kterých jsou očekávané náklady vyšší, než očekávané tržby – je totiž logické, že takovou alternativu (pokud existují jiné, příznivější), by rozhodovatel pravděpodobně realizoval. Ve sledovaném případě se jedná o alternativu A. Pro testování celého modelu a jeho vypovídací schopnosti je tato alternativa v řešení zatím zachována.

#### 5.3.4 Stanovení vah kritérií

V situaci, kdy je vyplněna kompletní kritériální tabulka a jsou tedy stanoveny zejména očekávané tržby, očekávané náklady a uživatelská funkce manažera, lze přistoupit k druhé nutné činnosti, a sice k stanovení vah jednotlivým kritériím. Vzhledem k tomu, že na základě těchto



vah bude řešen celý rozhodovací problém, jedná se o neméně důležitý krok jako stanovení vstupních veličin.

Postup rozdělování vah je rozčleněn pro potřeby této aplikační části disertační práce do několika částí. Nejprve jsou rozdělena kritéria do skupin a je využito postupné stanovení vah. Dále je nutné získat některé informace přímo od rozhodovatele, aby bylo možné stanovit konkrétní váhy. Při metodách, které práce využívá pro stanovení vah rozhodovatelem, je použita metoda Saatyho matice a metoda bodovací (viz kapitola 4.5). Rozčlenění jednotlivých kritérií do skupin odpovídá jejich charakteru a je následující:

- skupina S1 (očekávané tržby a náklady),
- skupina S2 (riziko tržeb a riziko nákladů),
- skupina S3 (ostatní kritéria – užitková funkce manažera).

Rozčlenění právě do těchto skupin je uvedeno mimo jiné z toho důvodu, aby mohl být stanoven přístup rozhodovatele k riziku. Pokud bude rozhodovatel riziko averzní, stává se pro něho kritérium S2 relativně důležité (riziko je minimalizačním kritériem). Naopak v situaci, kdy má sklon k riziku, budou pro něho důležitější skupiny S1 a S3.<sup>26</sup>

Rozdělení do jednotlivých skupin je tedy dané a přiřazení důležitosti je pak čistě na rozhodovateli. K vyjádření preferencí jednotlivých skupin ze strany rozhodovatele, je použita Saatyho matice. Výsledná matice je zobrazena v tabulce 26. Zde jsou rovněž uvedeny výsledné váhy jednotlivých skupin ve sloupci označeném jako  $v_i \text{ norm}$ .

**Tabulka 28 Váhy skupin**

	S1	S2	S3	$v_i$	$v_i \text{ norm}$
S1	1	8	7	3,825862366	0,7672
S2	1/8	1	5	0,854987973	0,1715
S3	1/7	1/5	1	0,305710709	0,0613
			$\Sigma$	4,986561048	

Zdroj: vlastní zpracování

Při bližším pohledu na tuto matici je patrné, že rozhodovatel má sklon k riziku, neboť minimalizaci rizika nepovažuje za relativně důležitou. Ostatní kritéria, která zde reprezentují pouze TMU, jsou dokonce zcela nedůležitá. Tento fakt je dán pozicí rozhodovatele, pro kterého je význam problému pána a správce minoritní – tak, jak bylo komentováno v úvodu aplikační části.

<sup>26</sup> Je však důležité si uvědomit, že důležitost skupiny S2 pro rozhodovatele, který je riziko averzní, je dána důležitostí riziko minimalizovat.

Nyní je třeba nastavit váhy v jednotlivých skupinách. Nejprve se práce zaměří na skupinu S1. Pro výběr důležitosti jednotlivých komponent ve skupině S1 je použita bodovací metoda a jedná se zároveň o druhé a poslední určení vah rozhodovatelem. Je tedy nutné stanovit relativní význam očekávaných tržeb a očekávaných nákladů. Na základě expertního rozhovoru určil rozhodovatel své preference tak, jak je uvedeno v tabulce 29. Škála jednotlivých bodů byla nastavena v rozmezí 0 – 10.

**Tabulka 29 Váhy skupiny S1**

Kritéria	Tržby	Náklady	Celkem
Body	9	2	11
$v_i$ norm	0,8182	0,1818	

Zdroj: vlastní zpracování

Jednoznačně patrné z tabulky 29 je, že rozhodovatel preferuje spíše maximalizaci tržeb než minimalizaci nákladů. Jedná se o menší firmu, pro kterou není tak důležitá technologická a tedy nákladová optimalizace jako obrat. Což je častým jevem v oblasti služeb.

Ve druhé skupině S2 jsou již váhy určeny automaticky a to dle předem stanovených pravidel. Těmi jsou východiska z metody kompenzační (viz kapitola 4.5), která přisuzuje váhy na základě vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Postup stanovení vah je uveden v tabulce 30.

**Tabulka 30 Váhy rizik - výpočet**

	Normovaná rizika			
	Riziko tržeb	Riziko nákladů	Riziko tržeb	Riziko nákladů
	0,0819	0,0259	0,2303	0,4246
	0,0904	0,0098	0,2541	0,1607
	0,0960	0,0154	0,2699	0,2525
	0,0874	0,0099	0,2457	0,1623
$\Sigma$	0,3557	0,0610		
Ideální varianta			0,2303	0,1607
Bazální varianta			0,2699	0,4246
Rozdíl			0,0396	0,2639

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledné váhy pak uvádí tabulka 31, ve které je normován rozdíl ideální a bazální varianty k jedné.

**Tabulka 31 Váhy rizik - výsledek**

	Riziko tržeb	Riziko nákladů
$v_i$ norm	0,1306	0,8694

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je patrné, že riziko nákladů zaujímá mnohem vyšší váhu. To je způsobeno tím, že rozpětí rizika u nákladů je mnohem vyšší, neboť jsou uvažovány varianty, které znamenají snížení nákladů a jejich výrazné zvýšení.

Posledním krokem při stanovení vah kritérií je nutnost přepočítat váhy ve skupině na výsledné váhy, které budou použity v rozhodovacím procesu. Celkový přehled těchto vah je pak uveden pro názornost v tabulce 32.

**Tabulka 32 Finální váhy**

Skupina kritérií	Váhy skupiny	Kritéria	Váhy ve skupině	Výsledné váhy
S1	0,7672	tržby	0,8182	0,6277
		náklady	0,1818	0,1395
S2	0,1715	riziko tržeb	0,1306	0,0224
		riziko nákladů	0,8694	0,1491
S3	0,0613	TMU	1,0000	0,0613

Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.5 Výběr kompromisní varianty

Pro výběr kompromisní varianty je použita metoda váženého součtu a to ze dvou důvodů. Prvním je ten, že cílem není pouze vybrat jednu kompromisní variantu rozhodovacího procesu, ale také provést srovnání ostatních variant (tedy určit jejich pořadí). Druhý důvod je kvůli možné analýze citlivosti na základě tornádo grafů. Metoda váženého součtu umožňuje s využitím patřičného programového vybavení aplikaci této analýzy. U ostatních metod je aplikace obtížnější. Postup výpočtu je rozdělen do několika kroků tak, jak byl popsán v teoretické části práce (viz kapitola 4).

Nejprve je třeba provést sestavení kritériální matice, která vychází z výše zadaných hodnot v kritériální tabulce. Sloupce v kritériální matici jsou seřazeny dle jednotlivých kritérií následovně: očekávané tržby, riziko tržeb, očekávané náklady, riziko nákladů a TMU. V prvním řádku matice je uveden charakter daného kritéria.

max	min	min	min	max
9475,69	0,0819	9691,94	0,0259	0,4967
10986,34	0,0904	10769,05	0,0098	0,8713
12845,66	0,0960	11998,64	0,0154	1,0941
10489,73	0,0874	10364,48	0,0099	0,7216

Následně je tato matice transformována na kritéria stejného typu. Všechna kritéria tedy budou mít maximalizační charakter. Přepočítání probíhá dle vztahu uvedeného v kapitole 2.2.3 a výsledek je uveden v následující matici.

max	max	max	max	max
9475,69	0,0141	2306,70	0,0000	0,4967
10986,34	0,0056	1229,59	0,0161	0,8713
12845,66	0,0000	0,0000	0,0105	1,0941
10489,73	0,0086	1634,16	0,0160	0,7216

Poté je určena ideální a bazální varianta, která je uvedena v tabulce 33, kde *H* označuje ideální variantu a *D* označuje bazální variantu v rozhodovacím procesu.

**Tabulka 33 Ideální a bazální varianta**

	Očekávané tržby	Riziko tržeb	Očekávané náklady	Riziko nákladů	TMU
H	12845,66	0,0141	2306,70	0,0161	1,0941
D	9475,69	0,0000	0,0000	0,0000	0,4967

Zdroj: vlastní zpracování

Dále je provedena normalizace celé matice. Poté je proveden přepočítání těchto hodnot na základě stanovených vah, které jsou uvedeny v tabulce 31. Výsledná matice má pak následující podobu.

0,0000	0,0224	0,1395	0,0000	0,0000
0,2814	0,0089	0,0744	0,1491	0,0384
0,6277	0,0000	0,0000	0,0972	0,0613
0,1889	0,0137	0,0988	0,1481	0,0231

Po součtu těchto hodnot dle jednotlivých variant jsou získány výstupní hodnoty, které představuje tabulka 34.

**Tabulka 34 Výstupní hodnoty WSA**

Varianta	WSA	Pořadí
A	0,1619	4
B	0,5522	2
C	0,7863	1
D	0,4726	3

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 34 je patrné, že nejvyšší hodnotu má varianta C a jedná se tedy o kompromisní variantu. Výstup je stejný jako při použití monokriteriálního přístupu, je třeba ale provést další kroky k tomu, aby mohli být oba modely náležitě komparovány. To je obsahem následujících kapitol. Kromě kompromisní varianty je také patrné, že varianta, kterou jsme na začátku procesu doporučili vynechat při rozhodování (varianta A), získala nejmenší ohodnocení.

### 5.3.6 Analýza výsledků

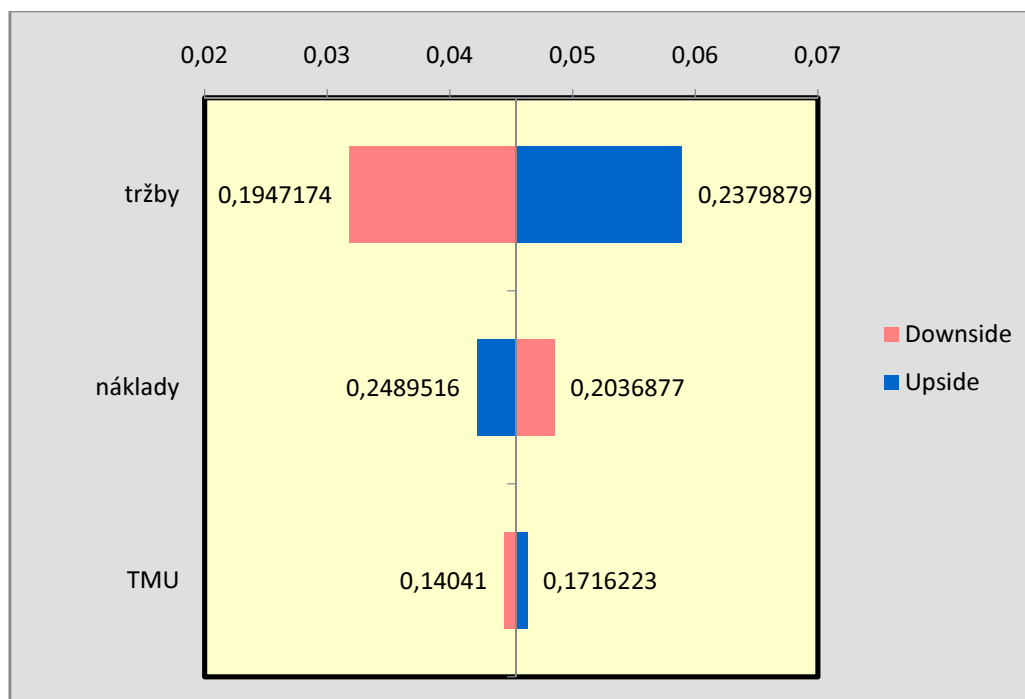
Pro analýzu výsledné varianty je v dalším postupu možné provést tzv. postoptimalizační kroky. Mezi ně byla v rámci této disertační práce zařazena zejména analýza citlivosti jednotlivých variant s využitím tornádo grafů a Monte Carlo simulace, zároveň analýza citlivosti celého rozhodovacího modelu na vstupní parametry. Tyto dvě analýzy citlivosti nám podají bližší pohled nejen na zvolenou variantu, ale také na robustnost celého rozhodovacího modelu. Pro lepší interpretaci výsledků bude obdobně jako v předcházejících kapitolách výsledek z vícekriteriálního modelu komparován s monokriteriálním přístupem.

#### **Tornádo grafy – vícekriteriální model**

Pro využití tornádo grafů v analýze citlivosti zprvu práce představí jejich charakter a význam. Jedná se o jednofaktorovou analýzu citlivosti, která poskytuje rozhodovateli informace o významných rizikových faktorech celého rozhodovacího procesu. Za rizikové faktory pak je možné považovat takové proměnné, které jsou značně nejisté (tato proměnná je v modelu zachycena velikostí variačního koeficientu) nebo ty, jejichž změny vyvolají nejvyšší dopad na výslednou hodnotu, na základě které rozhodovatel volí kompromisní variantu. V popisovaném příkladu se jedná o hodnotu užitkové funkce, jejíž velikost je stanovena na základě metody váženého součtu a jedná se o veličinu, dle které jsou srovnány jednotlivé varianty. Analýzu citlivosti u vícekriteriálního modelu s využitím tornádo grafů práce provádí za dvou situací a to ve vztahu k jednotlivým vahám všech kritérií. První situace vychází ze základních parametrů modelu tak, jak byl sestaven – tedy, že váhy jsou fixní a pevně dány.

Druhá situace předpokládá, že je původní test citlivosti rozšířen o citlivost také na jednotlivé váhy.

Postup stanovení jednotlivých citlivých faktorů na užítkovou funkci je postaven na simulaci, kdy se jednotlivé prvky postupně mění vždy o jeden procentní bod v rozsahu +/- 10 % a testuje se vliv této změny na celkovou funkci užitku. Výstup na základě prvního přístupu je zobrazen na obrázku 59.



**Obrázek 59 Tornádo graf - vícekritériální**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Opět se jedná o výstup pouze pro variantu A tak, jak je prezentováno v průběhu celé této kapitoly. Z obrázku 59 je patrné, že nejvyšší citlivost tohoto rozhodovacího modelu je spojena s tržbami, které jednoznačně mají majoritní vliv, na hodnotu užítkové funkce. Výstup koresponduje s tím, co bylo zkoumáno v předchozích částech práce a právě proto byla také stanovení budoucím tržbám věnována největší část této aplikační části práce. Jednotlivé hodnoty jsou pak pro komplexnost představeny v tabulce 35.

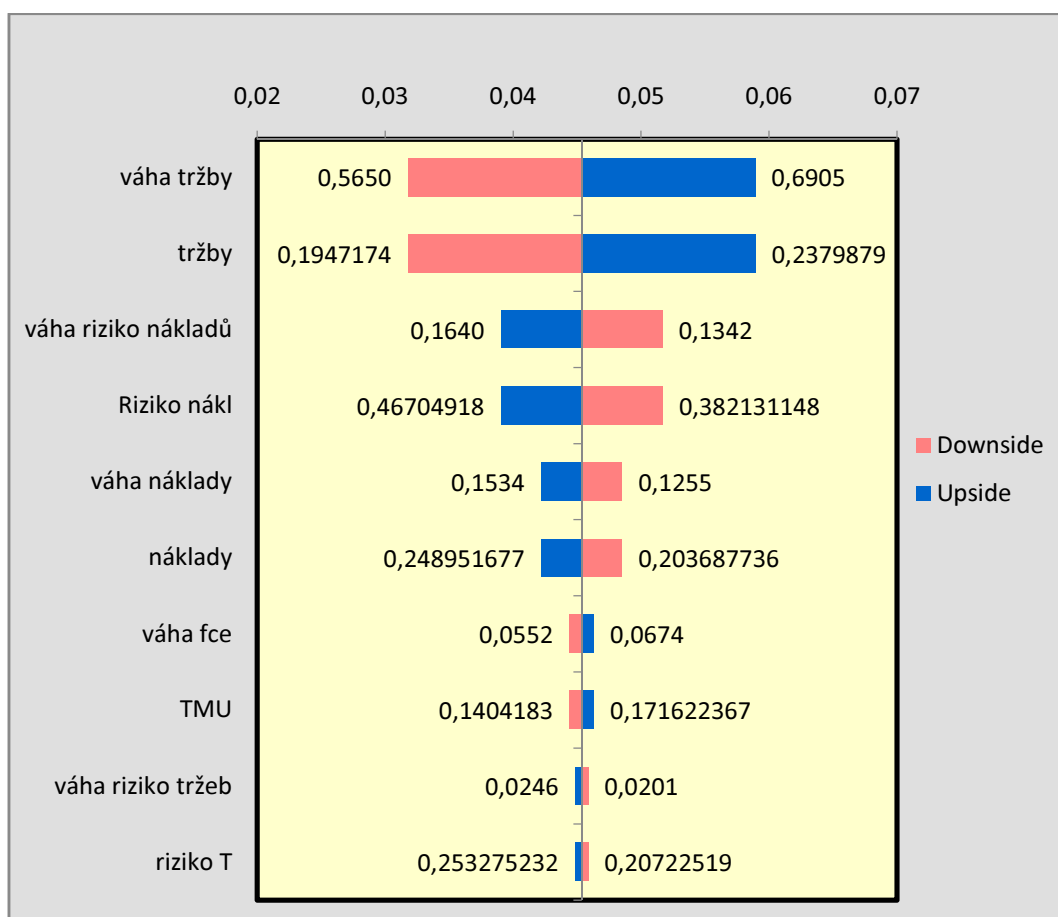
**Tabulka 35 Data k tornádo grafu**

Variable	Downside	Upside	Range	Input		
				Downside	Upside	Base Case
Tržby	0,0317770	0,05893956	0,02716253	0,19471742	0,23798796	0,21635269
Náklady	0,0485153	0,04220120	0,00631419	0,20368773	0,24895167	0,22631970
TMU	0,0444017	0,04631481	0,00191302	0,14041830	0,17162236	0,15602033

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

I když se svou povahou jedná o bezrozměrné proměnné, které prezentují rozhodovatelskou funkci užítku dle metody váženého součtu, mohou dát bližší představu o tom, jak jednotlivé proměnné mají vliv na hodnotu výsledného užítku.

Pokud toto prezentované pojetí práce rozšíří o přístup, který byl označen v pořadí jako druhý a tedy o přístup, který charakterizuje veškeré proměnné užtkové funkce, jsou získány prvky, které představuje obrázek 60.



**Obrázek 60 Tornádo graf - vícekritériální - včetně vah**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Z obrázku 60 je patrný jeden fakt, a sice ten, že hodnoty jednotlivých vah a jednotlivých kritérií mají v této analýze stejný procentuální dopad. To je způsobeno právě charakterem vah, které představují pouze koeficient, jež mění hodnotu kritéria jako takového. Nelze ovšem uvést závěr, že stanovení vah není důležité pro rozhodovací model. Závěr, který je možné ale stanovit je ten, že není třeba při analýze citlivosti zkoumat dopady na finální funkci užitku také u vah, neboť svým charakterem jsou již zařazeny v citlivosti celého sledovaného kritéria. Tento druhý prezentovaný přístup je také rozšířen o faktory rizika, spíše jen pro názornost, neboť faktory rizika jsou považovány za neměnné.

### **Tornádo grafy – monokriteriální model**

V této subkapitole je představen přístup k citlivostní analýze skrze tornádo grafy u původního monokriteriálního modelu. Práce dále vychází z původního zadání, tedy z pravděpodobnostní budoucích stavů světa, které jim přiřadil rozhodovatel (jedná se tedy o rozhodování za rizika). Opět je prezentován postup výpočtu pouze pro první variantu A. Vstupní veličiny analýzy citlivosti jsou označeny v tabulce 36 a vycházejí výhradně na základě hodnot, které subjektivně stanovil rozhodovatel. Nejedná se tedy o vstupy, které by vycházely z Monte Carlo simulace jako tomu je u vícekriteriálního modelu.

**Tabulka 36 Vstupní veličiny**

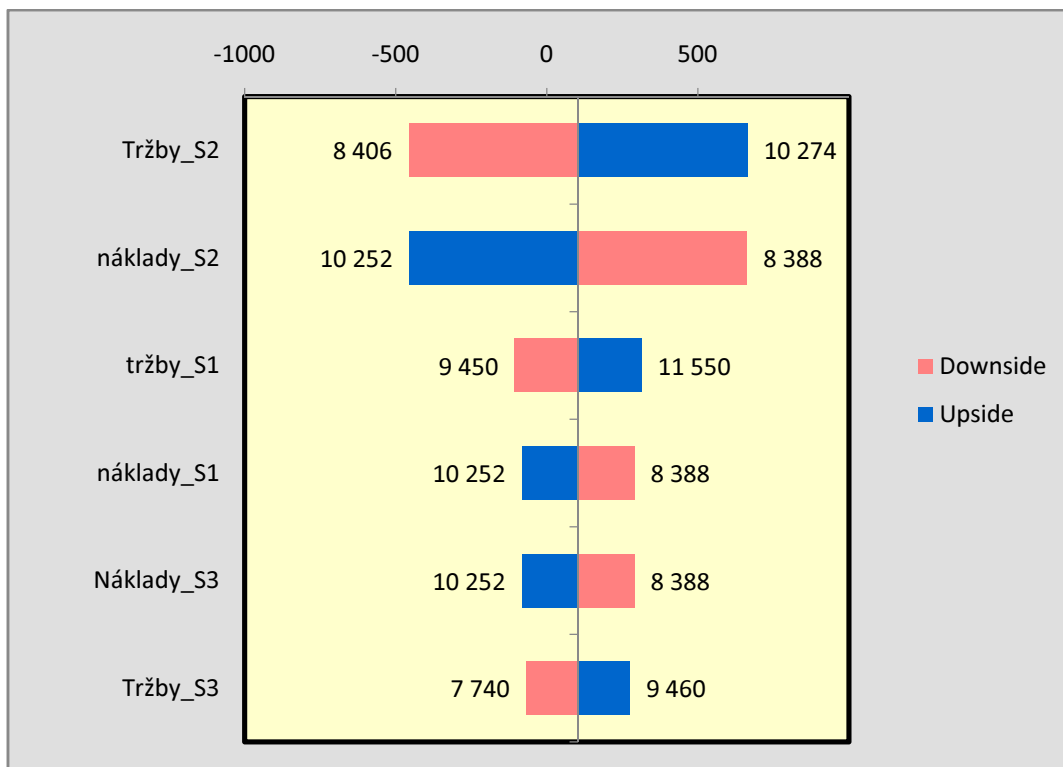
Stav světa	S1	S2	S3
Pravděpodobnost	0,2	0,6	0,2
Očekávané náklady (tis. CZK)	9 320	9 320	9 320
Očekávané tržby (tis. CZK)	10 500	9 340	8 600

Zdroj: vlastní zpracování

Zároveň jsou v tabulce představeny jednotlivé pravděpodobnosti tak, jak je rozhodovatel v původním modelu subjektivně stanovil. Očekávaná hodnota  $EV$  této varianty má pak hodnotu 104. Analýza citlivosti s využitím tornádo grafů v monokriteriálním modelu tedy zkoumá, jaký vliv mají jednotlivé vstupní hodnoty na výslednou veličinu očekávaného zisku.<sup>27</sup> Výstupní graf je pak představen na obrázku 61.

<sup>27</sup> To je také klíčový rozdíl oproti vícekriteriálnímu modelu, ve kterém testujeme vliv jednotlivých kritérií na hodnotu užitkové funkce.





**Obrázek 61 Tornádo graf - monokriteriální**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Položky označené s koeficientem v podobě *S1* – *S3* neoznačují skupiny vah, jako tomu bylo v případě vícekriteriálního modelu, ale představují budoucí očekávané stavy světa, kdy *S1* je očekávaný pesimistický vývoj, stav *S2* je neutrální a stav *S3* je optimistická varianta budoucího vývoje.

Z obrázku 61 je pak patrné, že největší vliv na výslednou hodnotu *EV* mají tržby v neutrální očekávané variantě vývoje budoucího stavu světa. Podobně také náklady. To je pochopitelně způsobeno skutečností, že tomuto stavu světa byla přiřazena nejvyšší váha. Z tohoto důvodu je mnohem jednodušší analýza tohoto výsledku pomocí tabulky 37.

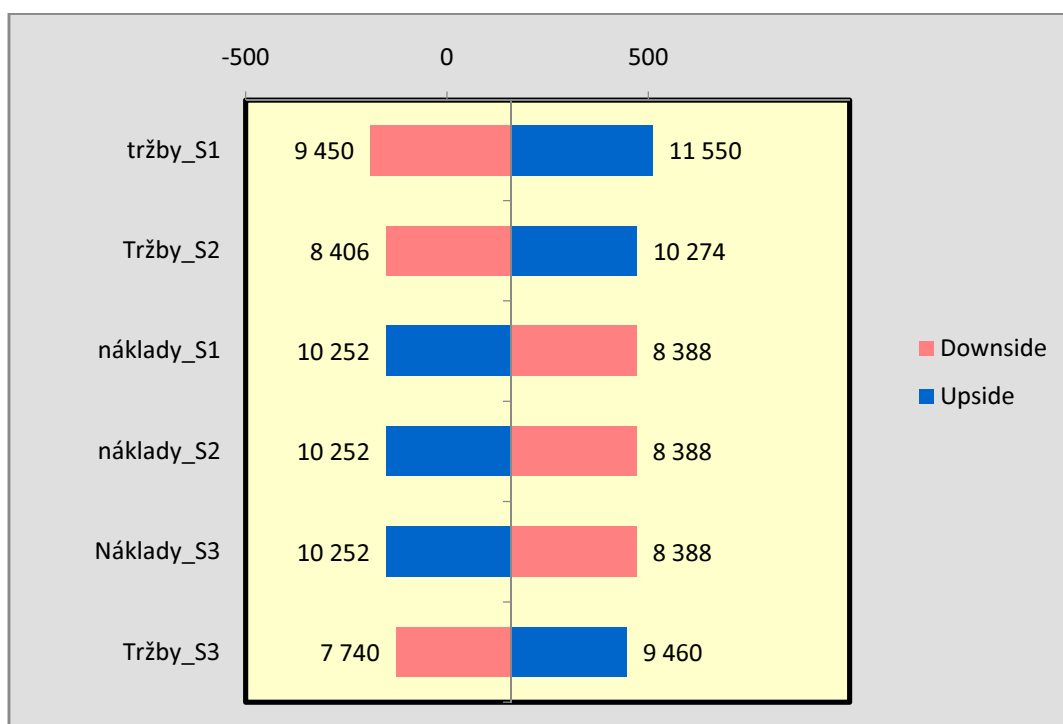
**Tabulka 37 Data pro tornádo graf**

Variable	Downside	Upside	Range	Input		
				Downside	Upside	Base Case
Tržby_S2	-456,4	664,4	1 120,8	8 406	10 274	9 340
Náklady_S2	663,2	-455,2	1 118,4	8 388	10 252	9 320
Tržby_S1	-106	314	420	9 450	11 550	10 500
Náklady_S1	290,4	-82,4	372,8	8 388	10 252	9 320
Náklady_S3	290,4	-82,4	372,8	8 388	10 252	9 320
Tržby_S3	-68	276	344	7 740	9 460	8 600

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Z výše uvedené tabulky je patrné, že například snížení hodnoty tržeb o 10 % u stavu světa označeném jako S2 by vedlo k EV ve velikosti -456,4 (oproti původní hodnotě 104). Z tohoto je patrné, jak je model závislý na vstupních parametrech.

Za předpokladu řešení rozhodovacího procesu pomocí Laplaceova pravidla, by výsledný tornádo graf vypadal tak, jak zobrazuje obrázek 62.



**Obrázek 62 Tornádo graf - Laplaceovo pravidlo**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Na obrázku 62 je patrný vliv dílčích položek v situaci, kdy pravděpodobnost jednotlivých budoucích stavů světa je pro všechny stavy stejná. Nejvyšší citlivost opět vykazují tržby. Pro detailnější analýzu je však vhodnější zaměřit se na tabulku 38, ve které jsou uvedeny opět

v pravé části změny jednotlivých položek a v levé části dopady, které tyto změny vyvolají. Hodnota *Range* označuje rozpětí tohoto dopadu.

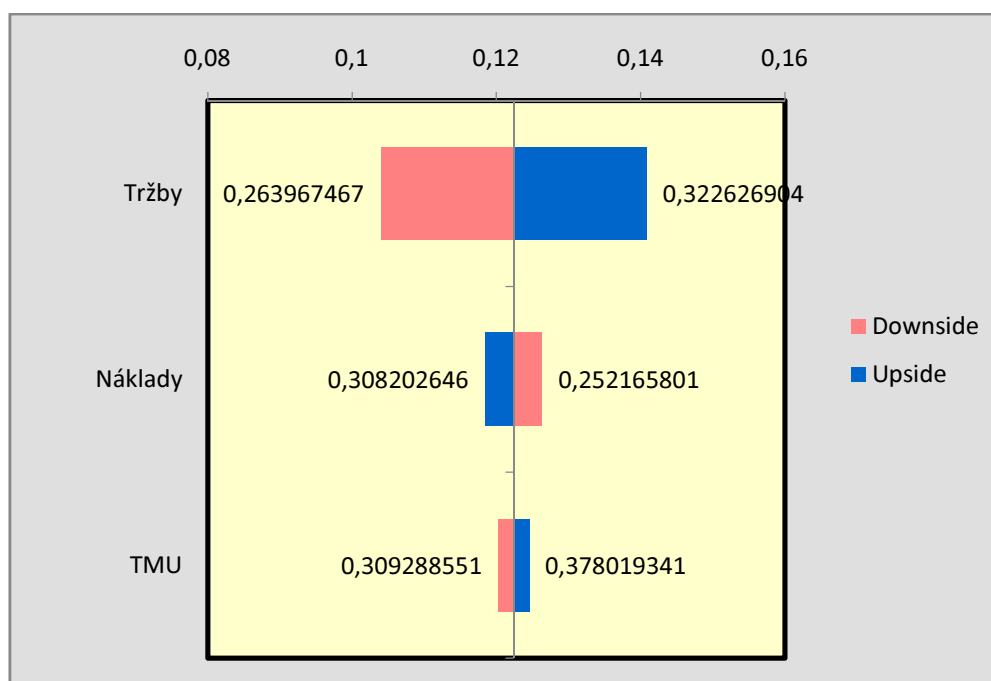
**Tabulka 38 Tornádo graf - data**

Variable	Downside	Upside	Range	Input		
				Downside	Upside	Base Case
Tržby_S1	-190	510	700	9 450	11 550	10 500
Tržby_S2	-151,33	471,33	622,66	8 406	10 274	9 340
Náklady_S1	470,66	-150,66	621,33	8 388	10 252	9 320
Náklady_S2	470,66	-150,66	621,33	8 388	10 252	9 320
Náklady_S3	470,66	-150,66	621,33	8 388	10 252	9 320
Tržby_S3	-126,66	446,66	573,33	7 740	9 460	8 600

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

### Analýza citlivosti zvolené varianty

Bez popisu výpočtu je dále uvedena citlivostní analýza variant, které byly stanoveny jako optimální, resp. kompromisní, vždy se jedná o variantu C. Nejprve je představena analýza citlivosti ve vícekriteriálním modelu, poté bude prezentována analýza monokriteriálního procesu rozhodování. Analýza vícekriteriálního modelu je představena na obrázku 63.



**Obrázek 63 Tornádo graf - vícekriteriální - varianta C**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Na obrázku 63 je patrné, že nejcitlivější je tento rozhodovací model na velikost očekávaných tržeb, což je totožný závěr jako u varianty A. Tržby zde jednoznačně dominují a tato analýza

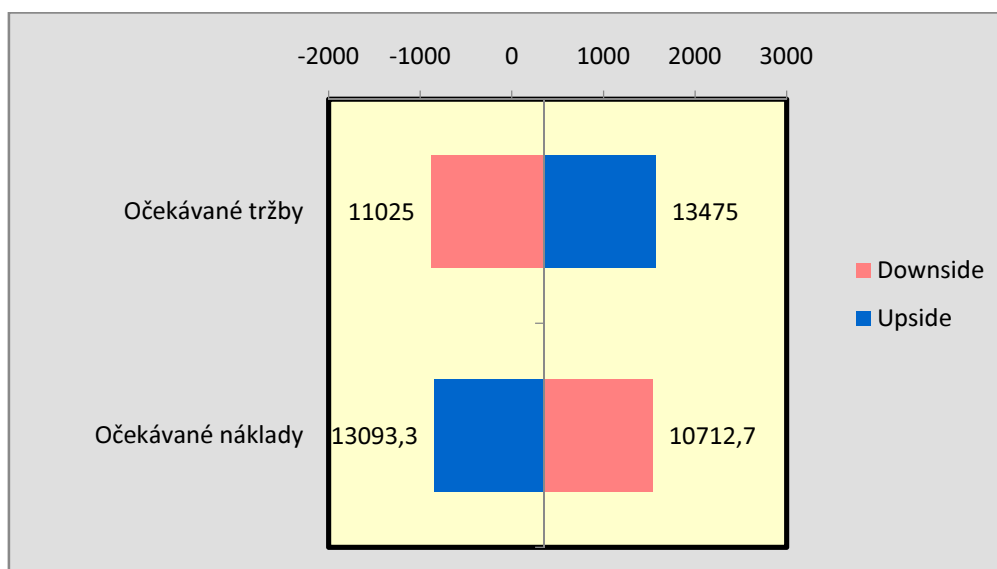
pouze potvrzuje původní konstatování o důležitosti jejich přesného stanovení. Pro doplnění jsou dále přesné hodnoty uvedeny v tabulce 39.

**Tabulka 39 Tornádo graf - data**

Variable	Downside	Upside	Range	Input		
				Downside	Upside	Base Case
Tržby	0,104009	0,14083193	0,03682272	0,26396746	0,32262690	0,29329718
Náklady	0,126329	0,11851208	0,00781698	0,25216580	0,30820264	0,28018422
TMU	0,120313	0,12452741	0,00421367	0,30928855	0,37801934	0,34365394

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

V monokriteriálním modelu je pro jednodušší analýzu rozšířen přístup, který skrze nastavené pravděpodobnosti agreguje položky nákladů i položky tržeb do jedné hodnoty. Výstup je poté znázorněn na obrázku 64.



**Obrázek 64 Tornádo graf - monokriteriální - varianta C**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Výstup je také doplněn tabulkou 40, ve které je bližší pohled na jednotlivé položky. Je možné z tabulky vyčíst, že snížení očekávaných tržeb z původních CZK 12 250 na CZK 11 025 vede k poklesu hodnoty očekávaného zisku o CZK 878. Vzhledem k tomu, že v tomto přístupu je počítáno se všemi variantami, lze přepočty považovat ze zcela přesné.

**Tabulka 40 Tornádo graf - data**

Variable				Input		
	Downside	Upside	Range	Downside	Upside	Base Case
Očekávané tržby	-878	1 572	2 450	11 025	13 475	12 250
Očekávané náklady	1 537,3	-843,3	2 380,6	10 712,7	13 093,3	11 903

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Důležitý závěr, který plyne z monokriteriální analýzy optimální varianty je ten, že tento přístup je velice citlivý nejen na velikost tržeb, ale také na velikost nákladů (změny v tornádo grafu jsou téměř shodné). Pro bližší představení analýzy citlivosti se dále práce zaměří na model jako celek.

### **Analýza citlivosti modelu**

Tato subkapitola představí analýzu citlivosti celého modelu z pohledu, který je prezentován v kapitole 3.2.2. Jedná se o nalezení takového koeficientu  $\alpha$ , který představuje nutné procento změny vstupních hodnot pro výběr jiné než optimální (kompromisní) varianty rozhodovacího procesu. Pro lepší komparaci tohoto přístupu je proveden výpočet  $\alpha$  jak u vícekriteriálního, tak u monokriteriálního modelu rozhodování. Nejprve je představen výstup u vícekriteriálního modelu. Při aplikaci popsaného postupu na vícekriteriální model dospívá práce k závěru, který je uveden v tabulce 41.

**Tabulka 41 Citlivost modelu - vícekriteriální**

Varianta C	A
Tržby	-12,23 %
Riziko tržeb	non
Náklady	non
Riziko nákladů	non
TMU	non

Zdroj: vlastní zpracování

Hodnoty, které jsou označeny *non*, znamenají, že se jedná o vyšší hodnotu, než 100 % a výpočet ji považuje za bezvýznamnou. Jak je patrné, tak jediný vypočítaný údaj odpovídá negativní změně tržeb o hodnotu 12,23 %. Toto procento změny tržeb je tedy nutné k tomu, aby vícekriteriální rozhodovací model zvolil jinou, než původní kompromisní variantu. Logicky to koresponduje se zjištěním, že rozhodovací model je na velikost tržeb nejcitlivější.

Stejný postup je uveden u monokriteriálního modelu u kterého byly agregovány očekávané tržby i náklady stejným postupem jako v předcházející kapitole. Citlivosti obou dvou veličin jsou představeny v následující tabulce 42.

**Tabulka 42 Citlivost modelu - monokriteriální**

Varianta C	$\alpha$
Očekávané tržby	-1,56 %
Očekávané náklady	+1,51 %

Zdroj: vlastní zpracování

Citlivost je zde mnohem vyšší (prezentována nižším koeficientem citlivosti  $\alpha$ ), a to jak na položku tržeb, tak na položku nákladů. Opět je tento přístup v logice výše popsané u tornádo grafů neboť monokriteriální model poukazoval na citlivost téměř shodnou jak u tržeb, tak u očekávaných nákladů.

Z uvedených citlivostí celého modelu je patrné, že mnohem citlivější je monokriteriální model, oproti vícekriteriálnímu modelu, který navrhuje disertační práce. Důvod lze nalézt ve dvojím. První je skutečnost, že vícekriteriální model obsahuje větší množství vstupních kritérií a tím pádem se riziko rozloží mezi více položek. Druhý a podstatnější důvod je skutečnost, že očekávané tržby jsou ve vícekriteriálním modelu stanoveny s mnohem vyšší precizností a tím se i jejich vliv na výstupní model snížil.

## 5.4 Zhodnocení

Výše popsaná aplikace vícekriteriálního modelu a jeho komparace s monokriteriálním přístupem vede k několika dílčím závěrům. Zejména je třeba poukázat na skutečnost, že vícekriteriální model je mnohem univerzálnější, neboť může obsahovat více různorodých kritérií, které mají jak maximalizační, tak i minimalizační charakter. Vícekriteriální model je také na základě změřených citlivostí méně rizikový a robustnější. Robustnost modelu je způsobena zejména kvalitou vstupních informací, které jsou odhadovány s využitím simulačních přístupů a také zpravidla na základě více než jednoho názoru. Tím může být zajištěna vyšší pravděpodobnost dosažení odhadovaných hodnot. Naproti tomu je vícekriteriální model mnohem složitější nejen ve výpočetní fázi, ale zejména ve fázi získávání vstupních hodnot. Je také velice podstatné, aby rozhodovatel správně pochopil jednotlivé kroky – zejména ty, které přímo ovlivňuje. V popisovaném modelu se jedná převážně o správné stanovení vah kritérií. I když stanovení vah je relativně sofistikovaným procesem, který se snaží minimalizovat problém subjektivního názoru, zcela vyhnout se mu nelze. Stejně

tak může u vícekriteriálního modelu nastat problém v momentě, kdy by názory více expertů vedly ke zbytečně vysokému rozpětí odhadovaných veličin – zde je třeba klást důraz na jejich správnou volbu již v začátku tvorby rozhodovacího modelu.

Oproti tomu monokriteriální model je jednoznačně jednodušším způsobem, jak stanovit optimální variantu. Je celkem jasný a tedy snadno interpretovatelný. Stejně tak není třeba nijak výrazných statistických nebo matematických znalostí k jeho aplikaci. V aplikační části však tento přístup vykazuje řadu nedostatků, zejména v citlivostní analýze, které se snaží vícekriteriální model odstranit.

## 6 Ověření hypotéz

Následující kapitola se zaměřuje na testování dvou stanovených hypotéz. Ty jsou následující:

- Vícekriteriální model rozhodování vykazuje vyšší stabilitu než model monokriteriální.
- Vstupní data rozhodovacího modelu definovaná s využitím simulace metodou Monte Carlo jsou méně riziková než data takto nedefinována.

Testování hypotéz probíhá s využitím softwarového vybavení *Statistica ver. 12*, které je vhodné pro řešení dané problematiky. Pro testování těchto hypotéz dále práce vychází z příkladů, které jsou blíže specifikovány v příloze. Dále jsou proto komentovány pouze výstupy. Nejprve bude testována a následně komentována hypotéza první.

K testování této hypotézy je třeba zjistit stabilitu obou typů modelů. Tato stabilita je měřena na základě citlivosti celého modelu, jejíž stanovení je představeno v kapitole 5. V tabulce 43 jsou představeny jednotlivé naměřené citlivosti u monokriteriálního modelu a u modelu vícekriteriálního.

**Tabulka 43 Vstupní data, hypotéza 1**

Monokriteriální model ( $\alpha$ ; %)	Vícekriteriální model ( $\alpha$ ; %)
8,79	22,6
1,51	12,23
0,89	6,71
5,26	7,66
4,36	5,68
10,98	13,77
34,9	42,31
9,57	8,65
3,66	9,05
15,48	9,13
26,3	51,6
5,98	7,33

Zdroj: vlastní zpracování



Stanovené hypotézy pro testování na základě zadaných hodnot znějí následovně:

$$H_0 : \alpha_{mkr} = \alpha_{vkr} \quad (\text{Stabilita měření citlivostí modelu je stejná u obou typů.})$$

$$H_A : \alpha_{mkr} < \alpha_{vkr} \quad (\text{Koeficient citlivosti monokriteriálního modelu je nižší, proto je vícekriteriální model stabilnější.})$$

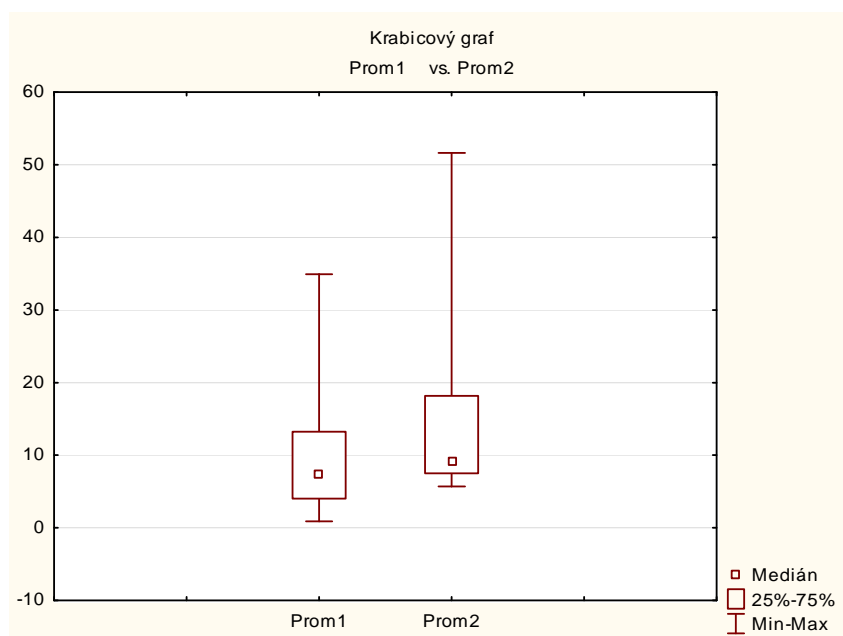
Řešení je představeno v tabulce 44.

**Tabulka 44 Řešení, hypotéza 1**

N	t	sv	p	Interval spolehlivosti -95 %	Interval spolehlivosti +95 %
12	-2,4555	11	0,031930	-10,9102	-0,596456

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě představených výstupů z výpočtů zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní. Znamená to tedy, že citlivost celého modelu na jeho vstupní hodnoty je vyšší v případě monokriteriálního modelu, což potvrzuje původní předpoklad, který poukazoval na skutečnost, že při zpřesnění vstupních parametrů lze toto modelové riziko v podobě citlivosti částečně eliminovat. Zpřesnění vstupních hodnot bylo provedeno právě na základě dílčích postupů představených ve tvorbě a aplikaci vícekriteriálního modelu rozhodování. Pro detailnější přehled je testování hypotézy doplněno o krabicový graf na obrázku 65.



**Obrázek 65 Krabicový graf, hypotéza 1**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Statistica

Druhá testovaná hypotéza vychází z hodnot, které představuje tabulka 45. Jedná se o variační koeficienty jednotlivých vstupních dat vždy stanovené na základě původních předpokladů v monokriteriálním modelu (index 1) a následně na základě simulace Monte Carlo (index 2). Porovnány jsou očekávané tržby (nebo jiné hodnoty dle charakteru rozhodovacího procesu) jednotlivých variant. Veškerá vstupní data zobrazuje tabulka 45.

**Tabulka 45 Vstupní data, hypotéza 2**

var 1	var 2
0,0825	0,0819
0,0757	0,0904
0,1066	0,0960
0,0894	0,0874
0,3484	0,3889
0,6784	0,6974
0,0874	0,0651
0,3489	0,5781
0,2548	0,3648
0,0875	0,0931
0,1524	0,1998
0,0689	0,1478
0,3687	0,7851
0,3584	0,2148
0,7235	0,7584

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě těchto vstupních hodnot jsou stanoveny následující hypotézy:

$H_0 : \text{var}_1 = \text{var}_2$  (Rizikovost vstupních dat je stejná u obou přístupů.)

$H_A : \text{var}_1 \neq \text{var}_2$  (Rizikovost vstupních údajů není u přístupů stejná a může tedy znamenat vyšší hodnoty u přístupu s využitím metody Monte Carlo.)

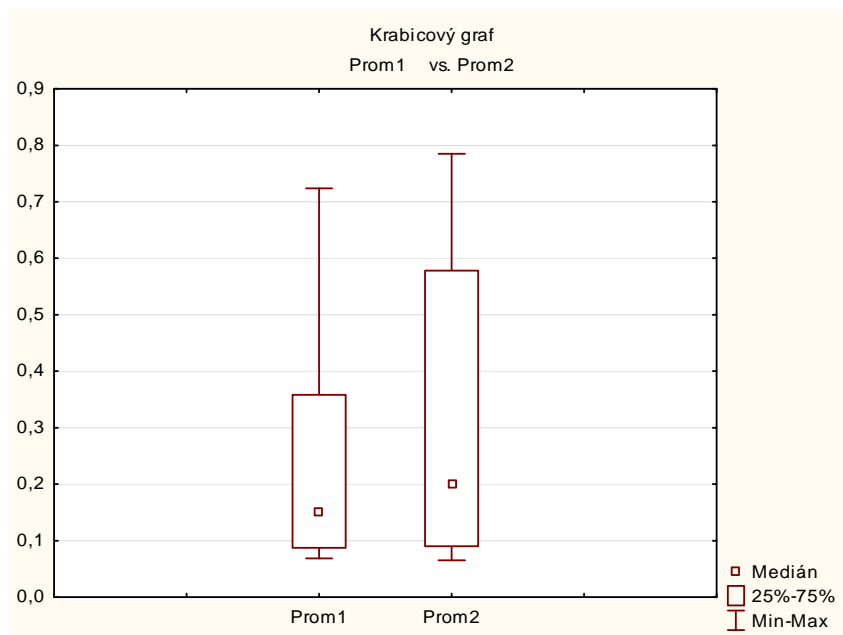
Řešení představuje tabulka 46.

**Tabulka 46 Řešení, hypotéza 2**

N	t	sv	p	Interval spolehlivosti -95 %	Interval spolehlivosti +95 %
15	-1,65896	14	0,119350	-0,124960	0,015960

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě provedených výpočtů není zamítána nulová hypotéza a tím tedy nelze považovat vstupy prováděné na základě simulace Monte Carlo za méně rizikové. Další komentář je proveden na základě výstupů z krabicového grafu, který je prezentován na obrázku 66.



**Obrázek 66** Krabicový graf, hypotéza 2

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Statistica

Z obrázku 66 vyplývá, že naopak hodnota variačních koeficientů u druhé varianty (vstupy na základě simulace Monte Carlo) vykazuje vyšší rozpětí. Tento závěr lze komentovat na základě toho, že v situaci, kdy proběhne simulace vstupních dat, nelze jednoznačně říci, že by takto stanovená data byla méně riziková z pohledu variačního koeficientu. Tato data naopak mohou vykazovat vyšší přesnost v tom smyslu, že více odpovídají realitě a jejich odhady jsou bližší ekonomickému vývoji a ekonomické realitě. Výhodou vícekritériálního modelu je ve spojitosti s tímto závěrem také skutečnost, že s touto vyšší rizikovostí je při stanovení kompromisní varianty počítáno.

## Závěr

Disertační práce se zaměřuje na problematiku rozhodovacího procesu, rizikovost, citlivostní analýzu, makroekonomickou analýzu a simulační přístupy. Na základě spolupráce s vybranými podniky je provedena také aplikace rozhodovacího modelu na konkrétní rozhodovací procesy. Hlavním výstupem celé disertační práce je právě vícekriteriální model rozhodovacího procesu. Ten nachází svá východiska v monokriteriálním modelu, který je podroben analýze a jsou na něm představeny základní nedostatky a možná slabá místa. Těmi jsou zejména vysoká citlivost celého procesu na vstupní data a zároveň jejich poměrně vysoká subjektivita při určování. Dále je problém v rozhodovacím procesu jako takovém, kdy některé mohou vést k málo stabilním rozhodovacím modelům, což vede ke špatným rozhodnutím managementu.

Výstupní vícekriteriální rozhodovací model je postaven na několika předpokladech. Zejména se práce zaměřuje na co nejpřesnější stanovení vstupních veličin rozhodovacího modelu, neboť jejich správný odhad je naprosto klíčový pro správnou aplikaci celého modelu. Tento přístup se v práci odráží zejména v odhadu budoucích tržeb. Tato veličina je ve výsledném modelu odhadována na základě několika expertních názorů, které jsou na sobě navzájem nezávislé a s využitím simulace metodou Monte Carlo jsou tyto názory agregovány do jednoho. Kromě simulačních přístupů je hodnota očekávaných tržeb podpořena makroekonomickou analýzou daného odvětví, která je postavena na myšlenkách J. A. Schumpetera a jeho inovačních vlnách. Simulační přístup je využit i pro stanovení očekávaných nákladů a pro další přístupy v práci, zejména v analýze citlivosti. Vícekriteriální model v sobě také spojuje problém pána a správce na základě funkce užítku rozhodovatele, která je postavena zejména na přístupech Williamsona a Baumolova mikroekonomického modelu alternativních cílů firmy.

Jako důležitý vstupní parametr, kromě jednotlivých kritérií, se ukázalo, že jsou správně nastavené váhy. Pro stanovení vah navrhuje práce kombinaci několika přístupů se snahou o minimalizaci subjektivních zásahů do stanovení vah, neboť zde hrozí riziko výrazného ovlivnění celého výstupu.

Klíčové závěry předložené disertační práce lze rozdělit do několika skupin. Jedná se o přínosy v problematice rizikovosti rozhodovacích modelů, dále v oblasti aplikace simulace v rozhodovacích procesech a v neposlední řadě lze hovořit o problematice ekonomické teorie a její implementace do celého rozhodovacího procesu.

K otázce rizika přistoupila práce z několika rozdílných úhlů pohledu. Jednak se jedná o rizikovitost jednotlivých kritérií v rozhodovacím procesu, dále o rizikovitost vybrané kompromisní varianty a v neposlední řadě o rizikovitost celého rozhodovacího modelu. Rizikovitost jednotlivých kritérií je v práci vyjádřena nejprve pomocí směrodatné odchylky. Později je ale tento přístup nahrazen variačním koeficientem, který se ukazuje jako mnohem kvalitnější ukazatel zejména v situaci, kdy je třeba komparovat jednotlivé veličiny s různou hodnotou. Rizikovitost vybrané kompromisní varianty je pak analyzována na základě tornádo grafů, které představují ve spojení se simulací Monte Carlo významný prvek pro analýzu rizika. Na základě této analýzy je rozhodovatel schopen určit, které vstupní veličiny mají klíčový podíl na tvorbě výstupní hodnoty modelu, která je v tomto případě charakterizována funkcí užitku, neboť je model hodnocen metodou váženého součtu. Rizikovitost celého rozhodovacího modelu vychází z původního přístupu v monokriteriálním modelu a je postavena na jednoduchém principu, kdy citlivost hledá takové procento změny jednotlivých kritérií, které vede k výběru jiné než kompromisní varianty. Všechny popsání přístupy k měření rizika jsou zároveň komparovány s původním monokriteriálním modelem.

Další závěry lze konstatovat k proběhnutým simulačním prvkům v práci. Simulační přístup je silným podpurným nástrojem celé disertační práce. Simulace je využívána jednak k přesnějším odhadům vstupních parametrů a jednak k popisované analýze citlivosti kompromisní varianty. Využití simulace metodou Monte Carlo je závislé zejména na vhodném pravděpodobnostním rozdělení náhodné veličiny, a proto je tomuto kroku věnována patřičná důležitost. Jako optimální variantu pak disertační práce navrhuje kombinaci názorů několika expertů, jejichž rozdělení je však definováno individuálně. Tento přístup je v práci prezentován přiřazením jednotlivých bodů (resp. vah) určitým intervalům odhadované veličiny. Toto rozdělení je pak použito jako jeden ze vstupních parametrů pro simulační proces. Tento přístup přináší výhodu zejména z toho důvodu, že variabilita rozhodovacích procesů je značná a proto je vhodné využít individuální přístup. Je zde ovšem riziko neodbornosti takového odhadu, které je ovšem alespoň částečně eliminováno větším množstvím těchto odhadů, resp. větším množstvím expertních názorů. Stanovení vah je zároveň postaveno tak, aby odráželo postoj k riziku daného rozhodovatele, neboť jednotlivá kritéria jsou nejprve rozdělena do skupin dle svého charakteru.

Simulační přístup se ukázal při konzultaci se spolupracujícími subjekty jako velice zajímavý a poměrně jednoduše aplikovatelný na řadu rozdílných rozhodovacích procesů. Stejně je nutné na tomto místě zmínit, že simulace přispívá k analýze budoucího vývoje bez nutnosti

provádění konkrétních kroků v realitě. Typicky tento přístup hodnotí odborníci z praxe jako vhodný zejména ke stanovení očekávaných tržeb nebo nákladů investičního projektu.

Dalším prvkem, který vstupuje do rozhodovacího procesu ve vícekriteriálním modelu, je problematika pána a správce. Ta je postavena na mikroekonomických východiscích, které práce kompletuje do jedné funkce užitku rozhodovatele TMU (*Total Managerial Utility*). Základní myšlenka tohoto přístupu spočívá v tom, že rozhodovatel má snahu o maximalizaci této funkce, ve které je obsažena maximalizace tržeb, mzdových nákladů, ostatních výhod i osobní preference jednotlivých variant. Pro každou variantu je pak sestrojena vlastní TMU. Důležité je, že lze jednoznačně tuto funkci kvantifikovat prakticky pro libovolný rozhodovací proces. Důležitost tohoto problému je pak opět stanovena pomocí vah v rozhodovacím modelu.

Kromě mikroekonomického přístupu je v práci použita také makroekonomická kvantifikace základních myšlenek alternativní teorie hospodářského cyklu. Vybrán byl přístup J. A. Schumpetera a to z toho důvodu, že jeho přístup dobře reflektuje rozhodování ve stále se měnícím prostředí a zároveň se jedná o přístup napříč jednotlivými odvětvími, který je bližší většině rozhodovacích procesů. Disertační práce kvantifikuje tři z pěti hlavních prvků inovace, tak jak je definoval Schumpeter a na jejich základě jsou pak případně upraveny vstupní veličiny rozhodovacího modelu. Zároveň je tento přístup podpořen regresní analýzou, ve které vysvětlovanou proměnnou je očekávané tempo růstu tržeb a vysvětlující proměnné jsou právě kvantifikované výstupy, které vychází z teorie J. A. Schumpetera. Disertační práce zároveň dospívá k závěru, že v ekonomické realitě se potvrzují Juglarovy vlny, které jsou spojovány s periodicitou 7 – 11 let.

Disertační práce pak dochází k několika dalším závěrům. Zejména se jedná o problém vyšší rizikovosti monokriteriálního modelu ve srovnání s modelem vícekriteriálním. A to zejména u rizikovosti modelu jako celku. Rozhodovací proces se také jeví jako výrazně závislý na vstupních parametrech, měření této závislosti je jedním z přínosů této práce. Řešení lze nalézt výhradně ve zpřesnění těchto vstupních hodnot, čemuž se také věnuje největší podíl v aplikační části vícekriteriálního modelu. Zároveň práce alespoň částečně eliminuje subjektivitu v rozhodovacím procesu. Tento prvek se snaží odstranit jednak více názory při stanovení vstupních hodnot a také eliminací rozhodovatele v dalších částech řešení vícekriteriálního modelu.

Kromě výše popsaných výstupů z práce je třeba zmínit ještě výstupy, které se váží ke komparaci jednotlivých metodických prvků a přístupů. Jedná se zejména o komparaci různých pravidel rozhodování v prostředí nejistoty (viz kapitola 3.2.1) u kterých práce dochází k závěru, že není ani tak důležitá volba daného pravidla, jako správné odhadnutí vstupních charakteristik. Zároveň jsou komparovány přístupy u metod vícekriteriálního rozhodování. Zde je již relativně důležité zvolit správný přístup, zejména v oblasti stanovení vah kritérií, neboť na tomto předpokladu je vysoce závislá také výstupní charakteristika celého modelu. V práci je problém řešen jasně stanovenými pravidly přiřazení vah, resp. jednotlivých pravidel.

Cílem disertační práce bylo sestavit rozhodovací model. Na základě postupného řešení výzkumu je tento model ve výsledku vícekriteriálního charakteru podpořen simulací metodou Monte Carlo. Díky této kombinaci je výstupní model relativně stabilní a jeho vstupní parametry lze na základě komparace považovat za přesnější. V aplikační části práce byl model použit pro rozhodování, kde klíčové bylo odhadnout očekávané tržby a nákladové položky jednotlivých variant. Neznamena to ovšem, že by se model nemohl použít na obecnější rozhodovací procesy v problematice ekonomiky podniku.

Dílní cíle v podobě kvantifikace alternativních myšlenek teorie hospodářského cyklu se nakonec zaměřily výhradně na přístup J. A. Schumpetera. Tato kvantifikace je uvedena v kapitole 3.2.2 a následně implementována do rozhodovacího modelu. Druhým dílním cílem byla problematika citlivostní analýzy, jež je představena zejména v aplikační části, ve které je zároveň provedena komparace původního monokriteriálního modelu s vícekriteriálním modelem. Výstup je z provedené komparace zřejmý, kdy vícekriteriální model vykazuje známky výrazně vyšší stability. Třetí dílní cíl se zaměřoval na problematiku pána a správce, kdy původní záměr v podobě tvorby dílního modelu byl transformován na vytvoření funkce užitku manažera (TMU), která je svým charakterem postavena na mikroekonomické teorii.

Cíle disertační práce lze tedy na základě výše popsaného považovat za naplněné a to jak hlavní cíl, tak veškeré cíle dílní.

Ověření hypotéz:

V úvodu práce byly vytyčeny dvě hypotézy. Ty mají podpořit především dílčí cíle disertační práce. Jejich znění je následující:

- Vícekriteriální model rozhodování vykazuje vyšší stabilitu než model monokriteriální.
- Vstupní data rozhodovacího modelu definovaná s využitím simulace metodou Monte Carlo jsou méně riziková než data takto nedefinována.

Na základě párových T-testů poté práce dochází k následujícím závěrům. První hypotézu lze verifikovat, neboť se prokázalo, že vícekriteriální model je spojen s vyšší stabilitou, než model monokriteriální. Stabilita modelu je zde měřena pomocí citlivosti celého modelu na jeho vstupní data na základě výpočtu koeficientu  $\alpha$ . Tento závěr pouze potvrzuje fakt, že přístup stanovení vstupních veličin jednotlivých charakteristik tak, jak je uvedeno ve vícekriteriálním modelu rozhodování, vede ke stabilnějším modelům a tím k přesnějším závěrům, které z těchto modelů vyplývají.

Druhá ze sledovaných hypotéz byla zamítnuta. Na základě bližšího pohledu na jednotlivé hodnoty skrze krabicový graf se totiž ukazuje, že variační koeficienty mají tendenci vykazovat vyšší hodnoty u metody, která je stanovuje na základě simulace Monte Carlo. Nemusí to ovšem znamenat negativní situaci. Může se jednat o zpřesnění vstupních hodnot, které svým charakterem poté mají tendenci k vyššímu riziku. Tímto přístupem je možné tyto hodnoty považovat za věrohodnější vzhledem k rizikovému prostředí, ve kterém se zpravidla všechny rozhodovací procesy nachází.

Pokud by byly výše komentované výstupy implementovány v jeden, je získán následující výstup. I přes skutečnost, že vstupní dílčí hodnoty vykazují u vícekriteriálního modelu vyšší rizikovitost, tak celková rizikovitost rozhodovacího modelu (ve vztahu k citlivosti na vstupní hodnoty) je nižší.

Disertační práce tak podává výstup v podobě komplexního vícekriteriálního modelu rozhodování, který v sobě implementuje simulační prvky i prvky ekonomické analýzy. Kromě samotného rozhodovacího procesu jsou patrné přínosy také v analýze citlivosti, kdy je kromě klasické jednofaktorové analýzy, prováděna také analýza citlivosti modelu jako celku.



## Možnosti dalšího směřování

Na základě závěrů, ke kterým disertační práce dochází, jsou dále popsány možná rozšíření či další směřování v řešené problematice. Jako jedna z možností je více se soustředit na problém pána a správce. Pokud je představen přístup, jak lze tento problém měřit, je také možné na tomto základě přejít k jeho kvantifikaci v širším měřítku. Tímto lze zjistit význam celého problému v daném odvětví, typech podniků či ekonomice jako celku.

Další možností, která je poměrně jednoduše aplikovatelná, je rozšířit popsany vícekriteriální model disertační práce o rozhodování metodami v prostředí rizika. Výstup rozhodovacího procesu by mohl být postaven ryze na simulačním principu. Výstupem by poté nebyla konkrétní hodnota funkce užitku tak, jak je tomu v současné podobě modelu, ale celé pravděpodobnostní rozdělení. Řešením by pak mohla být aplikace některých z popsanych principů rozhodování za rizika. Tímto přístupem by se ovšem snížila možnost stanovení vah tak, aby mohl být nastaven rozdílný přístup k riziku. Zároveň by nastal problém v měřitelnosti rizika celého modelu pomocí koeficientu  $\alpha$ . Podobně jako byly aplikovány přístupy pro stanovení tržeb, mohly by být aplikovány také na stanovení nákladových položek a tím se přesunout k hodnocení investičních projektů ve velkých podnicích.

## Citace

- AKKERMANS, H. and W. BERTRAND. On the Usability of Quantitative Modelling in Operations Strategy Decision Making. *International Journal of Operations & Production Management*. 1997, roč. 17, č. 10, s. 953-966. ISSN 01443577.
- ARNHEITER, E. D. and J. MALEYEFF. Research and Concepts: The Integration of Lean Management and Six Sigma. *The TQM Magazine*. 2005, roč. 17, č. 1, s. 5-18. ISSN 0954478X.
- AVEN, T. *Risk Analysis. Assessing Uncertainties Beyond Expected Values And Probabilities*. Chichester, England; Hoboken, 2008.
- BELACEL, N., Multicriteria assignment method PROAFTN: Methodology and medical applications. *European Journal of Operational Research*. 2000, s. 175–183.
- BRANDENBURG, M. et al. Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. *European Journal of Operational Research*. 2014, č. 2, s. 299-312. ISSN 03772217.
- BREALEY R. A., et al. *Fundamentals of Corporate Finance*. Mcgraw-Hill Education, 2011. ISBN 9780078034640.
- BRIGHAM, E. and M. EHRHARDT. *Corporate Finance: A Focused Approach*. Cengage Learning, 2013. ISBN 9781285663494.
- BURT, G. Towards the integration of system modelling with scenario planning to support strategy: the case of the UK energy industry. *The Journal of the Operational Research Society*. 2011, roč. 5, s. 830. ISSN 01605682.
- CARUTH, D. L., et al. Towards an Experiential Model of Problem Initiated Decision Making. *Journal of Management Research*. 2009, roč. 9, č. 3, s. 123-132. ISSN 0972-5814.
- CATELANI, M. a FORT, A. *Fault diagnosis of electronic analog circuits using a radial basis function network classifier*. Measurement, 2000
- CHEEK, N et al. What have I just done? Anchoring, self-knowledge, and judgments of recent behavior. *Judgment & Decision Making*. 2015, roč. 10, č. 1, s. 76 - 85. ISSN 19302975.
- CLARK, V., et al. Using Monte Carlo Simulation for a Capital Budgeting Project. *Management Accounting Quarterly*. 2010, roč. 12, č. 1, s. 20-3. ISSN 15285359.
- COURTNEY, H. Decision-driven scenarios for assessing four levels of uncertainty. *Strategy & Leadership*. 2003, roč. 14. ISSN 10878572.
- CROUHY, M., et al. *The essentials of risk management*. New York: McGraw-Hill, 2006. ISBN 00-714-8332-2.
- DAY, G. and P. SCHOEMAKER. Scanning the periphery. *Harvard Business Review*. 2005, roč. 11, s. 135 – 142. ISSN 00178012.
- DIRIAN, E. A. *Economic Value Added (EVA). Drivers and Leverages*. Munich: GRIN Publishing GmbH, 2011. ISBN 978-3-656-40506-1.

EDWARDS, W. et al. *Advances in decision analysis: from foundations to applications*. New York: Cambridge University Press, 2007, 623 s. ISBN 9780521682305.

BRIGHAM, E. and M. EHRHARDT. *Corporate Finance: A Focused Approach*. Cengage Learning, 2013. ISBN 9781285663494.

ELDABI, T. et al. Quantitative and Qualitative Decision-Making Methods in Simulation Modelling. *Management Decision*. 2002, s. 64 - 73. ISSN 00251747.

FABOZZI, F. J. and J. C., FRANCIS. Beta as a random coefficient. *Journal of Finance and quantitative analysis*. 1978, s. 101 - 115.

FIALA P. et al. *Vícekritériální rozhodování*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994, 316 s. ISBN 80-7079-748-7.

FIELD, A. P. *Discovering statistics using SPSS for Windows: advanced techniques for the beginner*. London: SAGE Publications, 2000, 496 s. ISBN 0761957553.

FOTR J. et al. *Manažerské rozhodování*. 3. upr. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2003, 250 s. ISBN 80-861-1969-6.

FOTR J. et al. *Simulace Monte Carlo v analýze rizika investičních projektů*. Acta Oeconomica Pragensia, 2007, roč. 15, č. 2.

FOTR, J. a J. HNILICA. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014, 299 s. ISBN 9788024751047.

FOTR, J. a L. ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010, 474 s. ISBN 978-80-86929-59-0.

FOTR, J. a E. KISLINGEROVÁ. Integrace rizika a nejistoty do investičního rozhodování a oceňování. *Politická ekonomie*. 2009, č. 6, s. 801-826.

FRANK, M. et al. Principles of simulations in revenue management. *Journal of Revenue and Pricing Management*. 2008, roč. 7, s. 7 – 16. ISSN 1476-6930.

FREEMAN, T. Bootstrap methods and their applications. *INTERFACES*. 2002, č. 6, s. 71 – 72. ISSN 00922102.

GARVEY, G. T. and T. MILBOURN. EVA versus Earnings: Does It Matter Which Is More Highly Correlated with Stock Returns? *Journal of Accounting Research*. 2000, roč. 38, s. 209-245.

GOCHET, W. et al. Multigroup discriminant analysis using linear programming. *Operations Research*. 1997, č. 45, s. 213-225.

GOODWIN, P. and G. WRIGHT. *Decision analysis for management judgment*. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2004, 477 s. ISBN 04-708-6108-8.

GORDON, A. J. and J. NORMAN. On the Estimation and Stability of Beta. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 1980, s. 123-137.

GROENENDAAL, H. and F. ZAGMUTT. Spin of the Wheel: THE ROLE AND REALITY OF MONTE CARLO SIMULATIONS. *Risk Management*. 2006, č. 8, s. 10 - 14. ISSN 00355593.

GUNAWAN, A. 10 Years of Monetary Crisis: Readiness to Face the Second Crisis. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*. 2010, s. 392-394. ISSN 00074918.

HAYEK, F. A. *Právo, zákonodárství a svoboda: nový výklad liberálních principů spravedlnosti a politické ekonomie*. Vyd. 2. Praha: Academia, 1994, 415 s. ISBN 80-200-0241-3.

HÁLEK, I. *Systémy řízení*. 1. vyd., Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2004.

HEIJ, C. *Econometric methods with applications in business and economics*. New York: Oxford University Press, 2004. ISBN 01-992-6801-0.

HOLMAN, R. *Dějiny ekonomického myšlení*. 3. vyd. Praha: C. H. Beck, 2005, 539 s. ISBN 80-717-9380-9.

HOWICK, S. et al. Linking event thinking with structural thinking: Methods to improve client value in projects. *System Dynamics Review*. 2006, roč. 22, č. 2, s. 113 - 140. ISSN 08837066.

HRDÝ, M. *Strategické finanční řízení a investiční rozhodování*, Fakulta ekonomická, Západočeská univerzita v Plzni. 1. vyd. Praha: Bilance, 2008, 199 s. ISBN 978-80-86371-50-4.

CHARNESS, G., and M. JACKSON. The role of responsibility in strategic risk-taking. *Journal of Economic Behavior and Organization*. 2009, s. 241-247. ISSN 0167-2681.

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum: kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.

JACQUE, L. L. and P. VAALER. The International Control Conundrum with Exchange Risk: An EVA Framework. *Journal of International Business Studies*. 2001, č. 4, s. 813-832. ISSN 00472506.

JENSEN V. and J. MURPHY. Performance Pay and Top-Management Incentives. *Journal of Political Economy*. 1999. [vid. 2014-09-10], Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2937665>

JEREMY S. and P. JONATHAN D. Kepner-Tregoe Decision Analysis as a Tool to Aid Route Selection. *Organic Process Research & Development*. 2008. ISSN 10836160.

JOHN B. A. Probabilistic Techniques in Exposure Assessment. *Plenum Press*. 1999, New York and London. ISSN 02776715.

KAEN, F. R. *Corporate Finance: Concepts and Policies*. Cambridge, 1995. ISBN 1557865124.

KAHNEMAN, D., and A. TVERSKY. Choices, values, and frames. *American Psychologist*. 1984, č. 4, s. 341 - 350. ISSN 0003066X.

KENNEDY, P. J. and R. J. AVILA. Decision Making Under Extreme Uncertainty: Blending Quantitative Modeling and Scenario Planning. *Strategy & Leadership*. 2013, č. 4, s. 30 - 36. ISSN 10878572.

- KINGSTON, J. D. Monte Carlo Simulation: Challenging the Sacred Cow. *Journal of Financial Planning*. 2001, č. 11, s. 104 - 105. ISSN 10403981.
- KRAFT, J. et al. *Mikroekonomie II*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011, 195 s. ISBN 978-80-7372-770-3.
- KUZNETS, S., Schumpeter's Business Cycles. *The American Economic Review*. 1940, roč. 30, č. 2. [vid. 2014-04-05], Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/1807049>.
- KYDLAND, F. E. and E. C. PRESCOTT. Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. *Journal of Political Economy*. 1977, University of Chicago Press, s. 473-91.
- KYER, B. A test of the baumol model of unbalanced growth. *Atlantic Economic Journal*. 1989. ISSN 01974254.
- LIU, P. et al. A method of multi-attribute decision making under risk based on interval probability. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2014, č. 6, s. 3005-3011. ISSN 10641246.
- LOVALLO, D a D. KAHNEMAN. Delusion of Success: How optimism Undermines Executives Decision. *Harvard Business Review*. 2003, s. 45-52.
- MACKENZIE, C. The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It. *Risk Analysis*. 2015, s. 524 - 525. ISSN 02724332.
- MANKIWI, N. *Zásady ekonomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-716-9891-1.
- MCNEIL, A. J., et al. *Quantitative risk management: concepts, techniques and tools*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2005, 538 s. Princeton series in finance. ISBN 06-911-2255-5.
- MOORE, L. R. Kepner-Tregoe as a safety methodology. *Professional safety*. 1986, s. 37 - 41. ISSN 00990027.
- MICHALOWSKI, W., et al. Triage of the child with abdominal pain: A clinical algorithm for emergency patient management. *Paediatrics and Child Health*. 2001, s. 23 – 28.
- MISES v. L. *Lidské jednání: pojednání o ekonomii*. Praha: Liberální institut, 2006, 959 s. ISBN 80-863-8945-6.
- NIEMCZYK, L. Monetary crisis as element of financial crisis 2007-2009, *Geopolitical Studies*. 2009, s. 57 - 68. ISBN 1429009X.
- NICHOLAS, T., Why Schumpeter Was Right: Innovation, Market Power, and Creative Destruction in 1920s America. *The Journal of Economic History*. 2003, roč. 63, č. 4, [vid. 2014-02-06], Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/3132364>.
- OFEK, E. and M. RICHARDSON. DotCom Mania: The Rise and Fall of Internet Stock Prices. *The Journal of Finance*. 2003, roč. 58, č. 3. [vid. 2012-09-22], Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/3094574>.
- PEREIRA, E. S., et al. Methodology of risk analysis by Monte Carlo Method applied to power generation with renewable energy. *Renewable Energy*. 2014, s. 347 - 355. ISSN 0960-1481.

- PETŘÍČEK, M. Manažerské rozhodování za nejistoty. In *IMEA 2014 mezinárodní konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014a. ISBN 978-80-7494106-1.
- PETŘÍČEK, M. Citlivostní analýza rozhodovacích modelů v podniku. In *Interdisciplinární mezinárodní vědecká konference doktorandů a odborných asistentů QUAERE 2014*. 4. vyd. Hradec Králové: Magnanimitas, 2014b, s. 27-34. ISBN 978-80-87952-04-7.
- PETŘÍČEK, M. Rizika rozhodovacích modelů. In *Sborník příspěvků Mezinárodní Masarykovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2013*. Hradec Králové: MAGNANIMITAS. 4. vyd. 2013a, ISBN 978-80-87952-00-9.
- PETŘÍČEK, M. Innovation in the Context of Economic Crisis. In *Economy & Business*, Vol. 7. Burgas: International Scientific Publications, 2013b, s. 135-143. ISSN 1313-2555.
- PETŘÍČEK, M. „Internet Bubble“ pohledem Schumpeterovy teorie hospodářského cyklu. In *SVOČ 2012*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012a, s.113-123. ISBN 978-80-7372-911-0.
- PETŘÍČEK, M. Proč ještě kapitalismus nezanikl. In *Quaere 2012 interdisciplinární konference doktorandů a odborných asistentů*. 1. vyd. Hradec Králové: Magnanimitas, 2012b, s. 20-28. ISBN 978-80-905243-0-9.
- POLLIO, G. *International Project Analysis and Financing*. London: MacMillan Press, 1999. ISBN 0-333-77088-9.
- POŠTA, V. Manažerské modely firmy. *Politická ekonomie*, 2006. ISSN 0032-3233
- RAMIREZ, M. D., Keynes, Marx and the Business Cycle. *Eastern Economic Journal*, 1990. ISSN 00945056.
- RAO, R. Decision making under uncertainty: A neural model based on partially observable Markov decision processes. *Frontiers in Computational Neuroscience*. 2010. ISSN 16625188.
- REETZ, N. *Grundlagen der mikroökonomischen Theorie*. Verlag Wilhelm Surbir, St. Gallen. 2001.
- REBONATO, R. *Theory and Practice of Model Risk Management*. Oxford Financial Research Centre – Oxford University, 2008. Quantitative Research Centre (QUARC) of the Royal Bank of Scotland.
- SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York : McGraw-Hill International Book Company, 1980, 287 s.
- SAVAGE, S. The flaw of averages. *Harvard Business Review*. 2002, roč. 80, č. 11, s. 20-28 ISSN 00178012.
- SAVAGE, S. *The flaw of averages: why we underestimate risk in the face of uncertainty*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2009. ISBN 9780471381976.
- SEN, B., and G. XU. Model based bootstrap methods for interval censored data. *Computational Statistics and Data Analysis*. 2015, s. 121 - 129. ISSN 01679473.
- SHEN, L., et al. Fault diagnosis using rough sets theory. *Computers in Industry*. 2000, s. 61–72.

SCHUMPETER, J. A., *Teória hospodárskeho vývoja: Analýza podnikateľského zisku, kapitálu, úveru, úroku a kapitalistického cyklu*. 1. vyd., Pravda, 1987, Bratislava.

SCHUMPETER, J. A., *Kapitalismus, socialismus a demokracie: (vývoj - současnost - výhledy)*. 1. vyd. Brno: Centre for the Study of Democracy and Culture, 2004, 470 s. ISBN 8073250446.

SISKOS, Y., et al. Measuring customer satisfaction using a survey based preference disaggregation model. *Journal of Global Optimization*. 1998. s. 175–195.

SKÁLA, M. *Problémy současné teorie firmy*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 9788073726430.

SLYWOTZKY, A. and J. DRZIK. *Countering the biggest risk of all*. Harvard Business Review. 2005, roč. 83, č. 4, s. 78 - 88. ISSN 00178012.

STREET, A. 2010. On the Conditional Value-at-Risk Probability-Dependent Utility Function. In *An International Journal for Methods and Models in the Social and Decision Sciences*. 68, 1-2, s. 49-68, Feb. 1, 2010. ISSN 0040-5833.

STRŽÍŽ, P., et al. *Manažerské rozhodování v riziku a nejistotě teoreticky a prakticky*. 1. vyd. Bučovice, 2009, 126 s. ISBN 978-80-87106-26-6.

SUTER, G. A Primer on Environmental Decision Making: an integrative quantitative approach. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2008, roč. 4, č. 2, s. 269 - 270. ISSN 15513777.

SHUKLA, V., et al. Multicriteria Decision-Making Methodology for Systems Engineering. *IEEE Systems Journal*. 2014. ISSN 19328184.

SYNEK, M. *Manažerská ekonomika*. Praha: Grada, 2003, 466 s. ISBN 80-247-0515-X.

ŠVECOVÁ, L et al. The Influence of Irrationality on the Innovativeness of Variants and the Quality of Decision Making. *The First International Conference on Leadership. Technology and Innovation Management*. 2012, s. 570-576. ISSN 1877-0428.

TABELLINI, G. Finn Kydland and Edward Prescott's Contribution to the Theory of Macroeconomic Policy. *The Scandinavian Journal of Economics*. 2005. ISSN 03470520.

TOSHIYASU K. and Y. TOSHINAO. Model Risk and Its Control. *Monetary and Economic Studies*. 2000, Bank of Japan, [vid. 2013-09-30], dostupné z: <http://www.imes.boj.or.jp/english/publication/mes/2000/me18-2-5.pdf>

TOSI, F. et al. Optimization strategies for the entropic lattice Boltzmann method. *Journal of Scientific Computing*. 2007, roč. 30, č. 3, s. 369 – 387. ISSN 08857474.

VALACH, J. *Finanční řízení podniku*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 1999, 324 s. ISBN 80-86119-21-1.

VEBER, J. *Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2009. ISBN 978-80-7261-200-0.

VOSE, D. 2000. *Risk Analysis. A Quantitative Guide*. Chichester: John Wiley and Sons, 2000. ISBN 0-4714-99765-X.

VLČEK, J. *Ekonomie a ekonomika*. 4., zcela přeprac. vyd. Praha, 2009, 515 s. ISBN 978-80-7357-478-9.

VICTOR M. and C. MALMBORG. On the effectiveness of Monte Carlo simulation and heuristic search for solving large-scale block layout problems. *International Journal of Production Research*. 2013, roč. 51, č. 14, s. 4258 - 4272. ISSN 00207543.

WU, F., *Implicit Incentives in International Joint Ventures*. 1. vyd. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler, 2012. ISBN 978-383-4932-358.

ZADEH, L. A. Information granulation and its centrality in human and machine intelligence. *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. 1997, s. 375 – 377.

ZAKHARY, A, et al. Forecasting hotel arrivals and occupancy using Monte Carlo simulation. *Journal of Revenue and Pricing Management*. 2011, s. 344 – 366, ISSN 1476-6930.

## **Bibliografie**

ANTUŠÁK, E. *Krizový management: hrozby - krize - příležitosti*. Vyd. 1. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2009, 395 s. ISBN 978-807-3574-888.

GREEN, K. *Řízení v krizových situacích: příklady efektivních strategií*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2004, 191 s. ISBN 80-726-1104-6.

HAZLITT, H. *Ekonomie v jedné lekci*. Vyd. 2. Překlad Radovan Kačín, Josef Šíma. Praha: Liberální institut, 2005, 180 s. ISBN 80-863-8941-3.

ORACLE. *Oracle® Crystal Ball User's Guide: Release 11.1.2.3*. 2013. [vid. 2014-07-15]. Dostupné z: [http://docs.oracle.com/cd/E40248\\_01/epm.1112/cb\\_user.pdf](http://docs.oracle.com/cd/E40248_01/epm.1112/cb_user.pdf)

SLACK, N. and S. CHAMBERS. *Operations management*. 5th ed. New York: Prentice Hall/Financial Times, 2007. ISBN 02-737-0847-3.

SPAHO, K. 7S Model as a Framework for Project Management. *Varazdin Development and Entrepreneurship Agency (VADEA)*. 2014, ProQuest Natural Science Collection.

SYNEK, M. *Podniková ekonomika*. 3. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2002, 479 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-717-9736-7.

ZU, X. and L. D. FREDENDALL. Enhancing Six Sigma Implementation through Human Resource Management. *The Quality Management Journal*. 2009, roč. 16, č. 4, s. 41 - 54. ISSN 10686967.



## Vlastní publikace disertanta

PETŘÍČEK, M. Manažerské rozhodování za nejistoty. In *IMEA 2014 mezinárodní konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014. ISBN 978-80-7494106-1.

PETŘÍČEK, M. Vliv cel a postavení Evropské unie na exportující podniky v České republice. In *Recenzovaný sborník příspěvků interdisciplinární mezinárodní vědecké konference doktorandů a odborných asistentů QUAERE 2014*. Hradec Králové: Magnanimitas, 2014. s. 332-340, 9 s. ISBN 978-80-87952-04-7.

PETŘÍČEK, M. Citlivostní analýza rozhodovacích modelů v podniku. In *Interdisciplinární mezinárodní vědecká konference doktorandů a odborných asistentů QUAERE 2014*. 4. vyd. Hradec Králové: Magnanimitas, 2014. s. 27-34. ISBN 978-80-87952-04-7.

KOKLAR, R. a M. PETŘÍČEK. Vliv povodní na ubytování v ČR. In *Sborník recenzovaných příspěvků z mezinárodní vědecké konference Hotelnictví, turismus a vzdělávání*. Praha: Vysoká škola hotelová v Praze, 2014. 404 s. ISBN 978-80-87411-60-5.

PETŘÍČEK, M. Rizika rozhodovacích modelů. In *Sborník příspěvků Mezinárodní Masarykovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2013*. Hradec Králové: MAGNANIMITAS. 4. vyd. 2013. ISBN 978-80-87952-00-9.

PETŘÍČEK, M. Rozhodovací proces v kontextu vývoje ekonomiky. In *IMEA 2013 mezinárodní konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-696-7.

PETŘÍČEK, M. Innovation in the Context of Economic Crisis. In *Economy & Business*, Vol. 7. Burgas: International Scientific Publications, 2013, s. 135-143. ISSN 1313-2555.

PETŘÍČEK, M. „Internet Bubble“ pohledem Schumpeterovy teorie hospodářského cyklu. In *SVOČ 2012*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. s.113-123. ISBN 978-80-7372-911-0.

PETŘÍČEK, M. Proč ještě kapitalismus nezanikl. In *Quaere 2012 interdisciplinární konference doktorandů a odborných asistentů*. 1. vyd. Hradec Králové: Magnanimitas, 2012. s. 20-28. ISBN 978-80-905243-0-9.

KRAFT, J., NEDOMLELOVÁ, I. a M. PETŘÍČEK. Personnel Decision Making of Chosen Czech Banking Subjects During the Economic Recession. In *Creative and Knowledge Society. International Scientific Journal*. 1. vyd. Bratislava: Pan-Evropská univerzita, 2011, roč. 1, č. 2. s. 6-15. ISSN 1338-4465.

## Příloha A

### Případová studie 1

*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem a nejsou konkretizovány jednotlivé varianty.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

Sledovaný subjekt podniká v oblasti ubytovacích služeb a rozhoduje se o tom, na který segment se v budoucnosti více zaměřit. Na tomto základě se rozhoduje mezi čtyřmi variantami, které jsou hodnoceny pomocí dvou kritérií. Původní odhady spočívaly v jednoduché predikci na základě minulých období. Vzhledem k tomu, že tento typ podnikání je silně závislý na sezónnosti, je třeba tuto historii respektovat. Jakým způsobem jsou odhadovány vstupní parametry, představuje postup, který následuje. Cílem rozhodovacího procesu je srovnání jednotlivých variant a výběr kompromisní varianty. Původní monokritériální přístup byl hodnocen pouze dle očekávaných výnosů, které byly stanoveny na základě minulých období (a to téměř totožně s minulým obdobím).

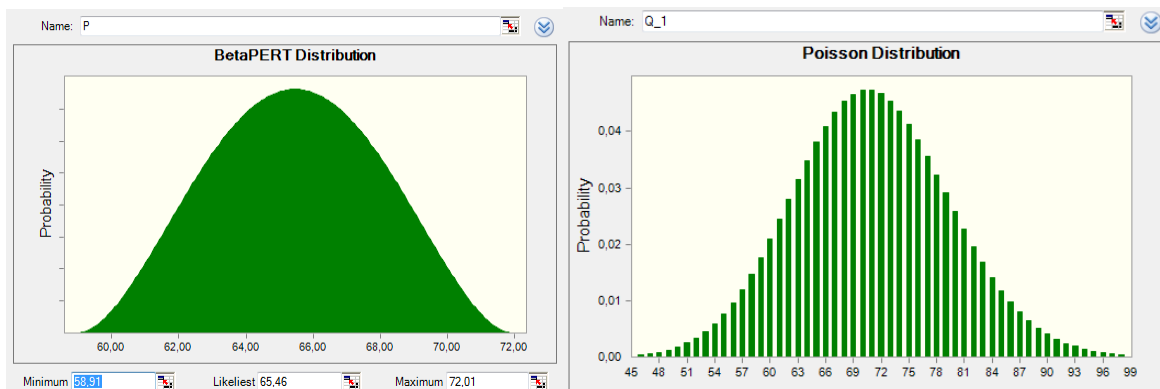
### Použitý přístup stanovení vstupních veličin (ukázka)

Vstupní veličiny v podobě očekávaných tržeb jsou nastaveny na měsíční bázi dle následující vztahu

$$TR_A = P_{1;A} * Q_{1;A} + P_{2;A} * Q_{2;A} + \dots + P_{12;A} * Q_{12;A}, \quad (A1)$$

kde  $P$  je cena a  $Q$  poptávané množství. Číselné indexy označují měsíce a index  $A$  očekávané tržby pro variantu  $A$ .

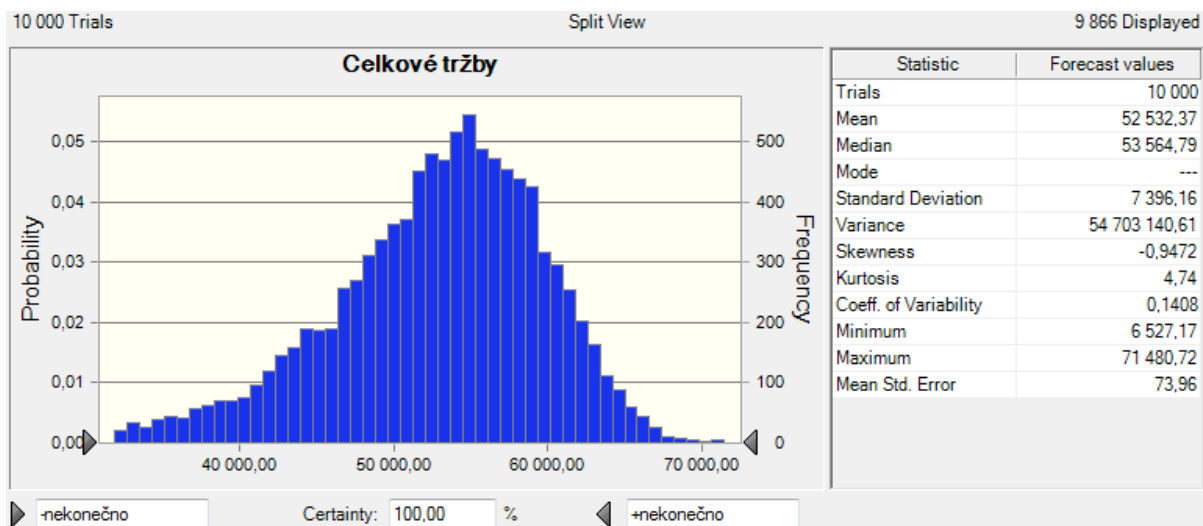
Pravděpodobnostní rozdělení pro jednotlivá  $Q$  bylo stanoveno na základě doplňku *Batch Fit*, který doporučí vybrané pravděpodobnostní rozdělení pro danou veličinu na základě historických hodnot. Vzhledem k povaze daného problému je možné využít tohoto nástroje. Doporučené pravděpodobnostní rozdělení je pro každý měsíc rozdílné, většinou se jednalo o rozdělení negativní binomické nebo Poissonovo. Ukázka nastavených pravděpodobnostních rozdělení pro první sledovaný měsíc je na následujícím obrázku A1. V levé části je rozdělení pro  $P_1$  (tedy cenu lednu) a v pravé části obrázku je  $Q_1$  (poptávané množství v lednu).



**Obrázek A1** Rozdělení množství a ceny

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Celkové tržby ve variantě A jsou následně zobrazeny na obrázku A2.



**Obrázek A2**

Zdroj: vlastní zpracování

Zároveň lze vyčíst z uvedeného rozdělení vstupní hodnoty do rozhodovacího modelu. Těmi jsou střední hodnota a variační koeficient jako míra rizika.

## Vstupní parametry

**Tabulka A1 Kriteriaální tabulka**

Váhy	0,6277	0,3723
Varianty	Očekávané tržby	Riziko tržeb
A	52532,3700	0,1408
B	56318,3500	0,2248
C	35497,6500	0,0125
D	59321,5400	0,3587

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Váhy jsou stanoveny pomocí metody Saatyho matice. Řešení celého procesu následuje, již bez detailních komentářů. Vybrána je metoda WSA. Nejprve je uvedena vstupní kriteriaální matice.

$$\begin{vmatrix} 52532,37 & 0,1408 \\ 56318,35 & 0,2248 \\ 35497,65 & 0,0125 \\ 59321,54 & 0,3587 \end{vmatrix}$$

Následně je upravena na normalizovanou matici po upravení hodnot přes nastavené váhy uvedené v tabulce A1.

$$\begin{vmatrix} 0,4488 & 0,2343 \\ 0,5486 & 0,1440 \\ 0 & 0,3723 \\ 0,6277 & 0 \end{vmatrix}$$

Výsledné hodnoty představuje tabulka A2. Jako kompromisní varianta byla vybrána varianta B, která je ovšem velice podobná (dle funkce užitku) s variantou A.

**Tabulka A2 Hodnoty užitékové funkce dle WSA**

Varianty	WSA
A	0,6831
B	0,6926
C	0,3723
D	0,6277

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha B

### Případová studie 2

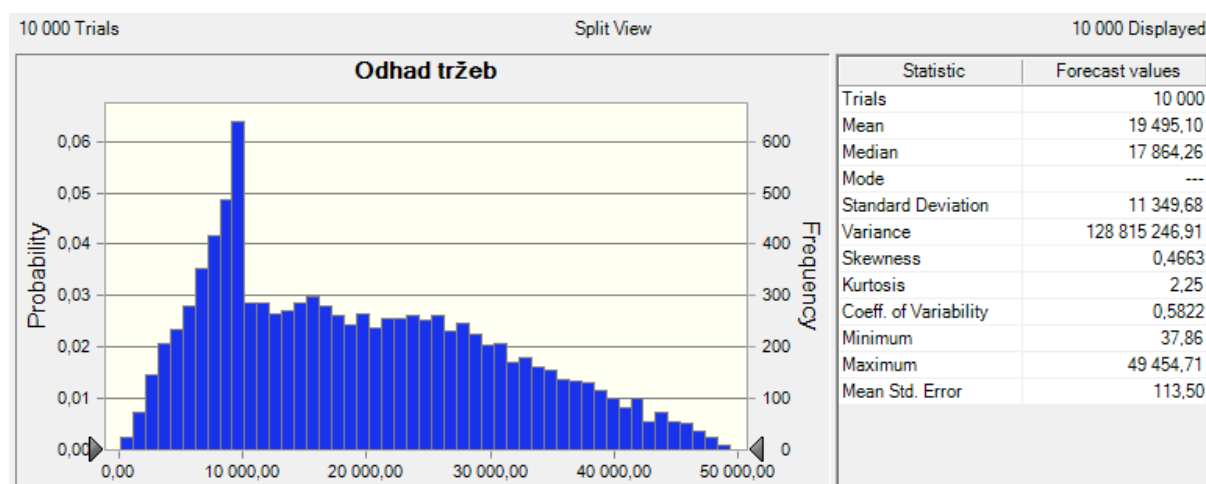
*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem a nejsou konkretizovány jednotlivé varianty.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

Základní otázkou tohoto rozhodovacího problému je možnost proniknutí na nový trh pro daný subjekt. Varianty, mezi kterými zde sledovaný subjekt volí, jsou pouze dvě (A – proniknutí na trh; B – nikoli). Vzhledem k povaze celého problému je postaven na třech kritériích. Jedná se o očekávané tržby při úspěšném oslovení nového segmentu zákazníků, náklady které jsou s tímto oslovením spojeny a riziko, jež zde hraje poměrně výraznou roli. Cílem rozhodovacího procesu je tedy volba kompromisní varianty. Původní monokriteriální přístup spočíval v hodnocení rizika a výnosů zvlášť. Spolupracující subjekt ohodnotil rizikovitost těchto dvou variant na bodovací škále a následně porovnával, zda vyšší riziko je ekvivalentní vyššímu očekávanému výnosu.

### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

Pro tento rozhodovací problém byly stanoveny hodnoty očekávaných tržeb na základě názoru více expertů. Náklady jsou sice považovány za málo rizikové, přesto je jejich hodnota také nastavena pomocí simulačního přístupu. Výstup v podobě odhadu očekávaných tržeb je představen na obrázku B1.



**Obrázek B1** Očekávané tržby

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Další řešení problému již není v příloze komentováno, je představena kritériální tabulka, včetně náčrtu daného řešení a finální tabulka s hodnotami jednotlivých variant dle použité metody váženého součtu (WSA).

**Tabulka B1 Kritériální tabulka**

Váhy	0,3828	0,5589	0,0583
Varianty	Očekávané tržby	Riziko	Dodatečné náklady
A	19495,1000	0,5822	10893,00
B	13500,0000	0,0378	0,00

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka B2 Stanovené váhy – Saatyho matice**

	Tržby	Riziko	Náklady	vi	vi norm
Tržby	1	1/2	9	1,650963624	<b>0,3828</b>
Riziko	2	1	7	2,410142264	<b>0,5589</b>
Náklady	1/9	1/7	1	0,251315814	<b>0,0583</b>
			Σ	4,312421702	

Zdroj: vlastní řešení

### Postup řešení

Vstupní kritériální matice má následující podobu.

$$\begin{vmatrix} 19495,1 & 0,5822 & 10893 \\ 13500 & 0,0378 & 0 \end{vmatrix}$$

Po úpravě metodou váženého součtu a po zakomponování vah jednotlivých variant je stanovená matice následující

$$\begin{vmatrix} 0,3828 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5589 & 0,0583 \end{vmatrix}$$

**Tabulka B3 Finální hodnoty užítku dle WSA**

Varianty	WSA
A	0,3828
B	0,6172

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha C

### Případová studie 3

#### Charakteristika rozhodovacího problému

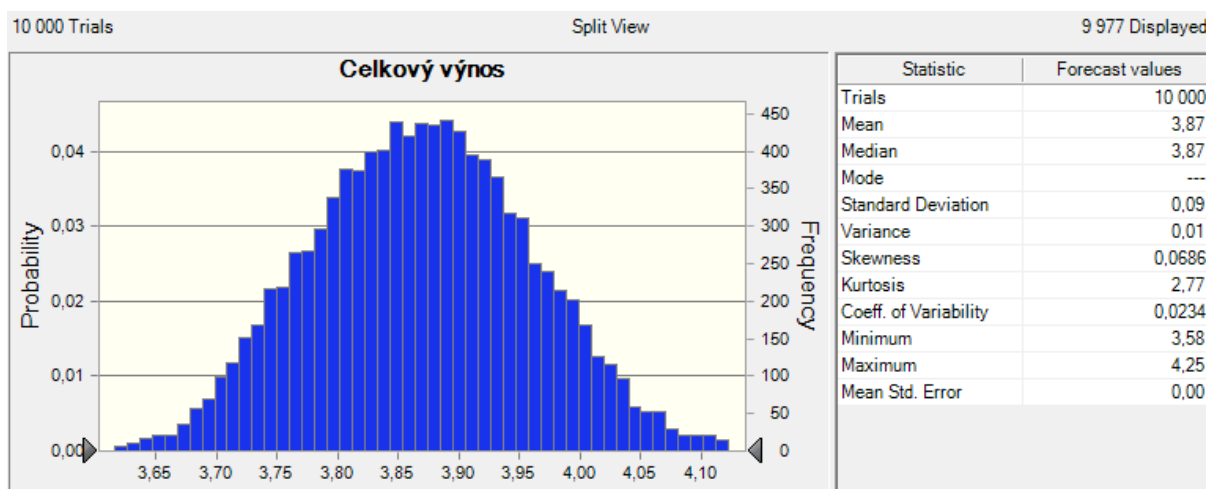
Sledovaný subjekt se rozhoduje mezi možnostmi uložení volných finančních prostředků. Při jeho rozhodování hraje roli především očekávaný výnos a rizikovitost. Likvidita vzhledem k vybraným instrumentům je téměř totožná a proto ji rozhodovatel nespatřuje jako důležitou pro rozhodovací proces. Monokriteriální přístup zde spočívá v hodnocení investice pomocí očekávaného ročního výnosu, bez ohledu na její rizikovitost. Cílem rozhodovacího procesu je seřazení jednotlivých variant a výběr kompromisní varianty.

#### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

Simulace je prováděna na základě historických očekávaných hodnot výnosu jednotlivých investic. Zároveň je tvořeno jakési portfolio, tedy kombinace několika investičních instrumentů. Ty tvoří dílčí varianty, mezi kterými rozhodovatel volí. Pro zjednodušení abstrahuje práce od vlivu inflace. V simulačním procesu je tedy využita následující rovnice

$$Y = Y_1 * v_1 + Y_2 * v_2 + Y_3 * v_3, \quad (C1)$$

kde Y je celkový očekávaný výnos, v označuje váhu dané složky v celkovém portfolio a hodnota číselných indexů jednotlivé složky portfolio v podobě finančních instrumentů. Tyto výnosy jsou definovány na základě pravděpodobnostního rozdělení. Váhy práce předpokládá jako konstantní. Ukázka takto stanového výnosu je na obrázku C1.



**Obrázek C1 Očekávaný výnos portfolio**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Dále jsou nastaveny jednotlivé váhy a to dle bodovací metody (škála 1 – 10; 10 označuje maximální prioritu). Výstupy jsou prezentovány v tabulce C1.

**Tabulka C1 Nastavené váhy**

Kritéria	Výnos	Riziko	Celkem
Body	6	8	14
v norm	0,4286	0,5714	1

Zdroj: vlastní zpracování

Finální kritériální tabulka má poté následující podobu (tabulka C2), kde riziko je měření pomocí směrodatné odchylky a výnos je odhadován v procentech.

**Tabulka C2 Kritériální tabulka**

Váhy	0,4286	0,5714
Varianty	Očekávaný výnos portfolia (%)	Riziko (směrodatná odchylka)
A	3,87	0,09
B	4,90	0,18
C	2,66	0,06

Zdroj: vlastní zpracování

### Řešení

Následuje řešení celého rozhodovacího problému. Nejprve je uvedena vstupní kritériální matice, následně normalizovaná kritériální matice s vypočítanými vahami jednotlivých kritérií.

$$\begin{vmatrix} 3,87 & 0,09 \\ 4,90 & 0,18 \\ 2,66 & 0,06 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} 0,2315 & 0,4286 \\ 0,4286 & 0 \\ 0 & 0,5714 \end{vmatrix}$$

Finální kritériální tabulka je uvedena v dalším textu jako tabulka C3

**Tabulka C3 Řešení pomocí WSA**

Varianty	WSA
A	0,6601
B	0,4286
C	0,5714

Zdroj: vlastní zpracování



## Příloha D

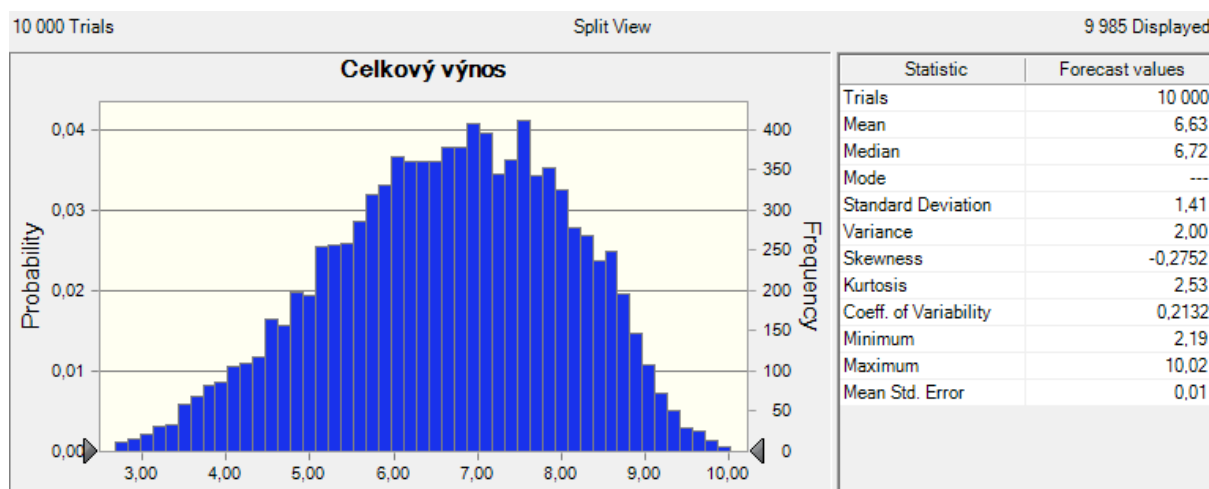
### Případová studie 4

#### Charakteristika rozhodovacího problému

Sledovaný subjekt se rozhoduje mezi možnostmi uložení volných finančních prostředků. Při jeho rozhodování hraje roli především očekávaný výnos a rizikovost. Cílem tohoto procesu je srovnání variant a výběr kompromisní varianty. Původní monokriteriální přístup zde spočívá v hodnocení investice pomocí očekávaného ročního výnosu, bez ohledu na její rizikovost.

#### Použitý přístup stanovení vstupních veličin (ukázka)

Simulace na základě historických očekávaných hodnot výnosu jednotlivých investic. Zároveň je tvořeno jakési portfolio, tedy kombinace několika investičních instrumentů. Ty tvoří dílčí varianty, mezi kterými rozhodovatel volí. Pro zjednodušení abstrahuje práce od vlivu inflace. Svým charakterem se jedná o totožný proces jako předcházející. Rozhodovací problém tedy není nutné dále komentovat. V simulačním procesu je využita rovnice (2). Celkový výnos pro variantu A představuje obrázek D1.



#### Obrázek D1 Očekávaný výnos varianty A

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

#### Tabulka D1 Nastavené váhy

Kritéria	Výnos	Riziko	celkem
Body	10	4	14
v norm	0,7143	0,2857	

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka D2 Kriteriaální tabulka**

Váhy	0,7143	0,2857
Varianty	Očekávaný výnos portfolia (%)	Riziko (směrodatná odchylka)
A	6,63	1,41
B	5,87	0,98
C	7,15	2,61

Zdroj: vlastní zpracování

**Řešení**

$$\begin{vmatrix} 6,63 & 1,41 \\ 5,87 & 0,98 \\ 7,15 & 2,61 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} 0,4241 & 0,2103 \\ 0 & 0,2857 \\ 0,7143 & 0 \end{vmatrix}$$

**Tabulka D3 Finální výstup dle WSA**

Varianty	WSA
A	0,6344
B	0,2857
C	0,7143

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha E

### Případová studie 5

*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem a nejsou konkretizovány jednotlivé varianty.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

V rámci tohoto problému se spolupracující podnik rozhoduje o možné budoucnosti jedné ze svých přidružených podnikatelských aktivit. Opět se jedná o podnikání v sektoru služeb a tento subjekt zjednodušil možné budoucí varianty pouze na dvě. Jedná se o možné rozšíření nebo utlumení této činnosti. Na základě rozhovorů byly tyto varianty rozšířeny celkem na čtyři, kde jsou přidány ještě možnosti žádné změny a zároveň možnost ne pouhého utlumení, ale celého zrušení dané aktivity – i když to sledovaný subjekt původně nechtěl akceptovat. Cílem rozhodovacího procesu je volba kompromisní varianty. Původní monokriteriálnost tohoto problému spočívala v prosté komparaci očekávaných budoucích zisků z jednotlivých variant pomocí očekávané hodnoty ( $EV_i$ ).

### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

Přístup, který je použit pro řešení této studie, je obdobný aplikační části disertační práce, nebude proto jeho popisu věnována taková pozornost. Vstupní hodnoty jsou odhadovány na základě názorů experta a jsou dále simulovány, podobně jako v hlavním, řešeném příkladu v práci.

Váhy jsou stanoveny pomocí Saatyho matice v kombinaci s bodovací metodou. Celkový výstup je prezentován v tabulce E1.

**Tabulka E1 Nastavené váhy**

Skupina kritérií	Váhy skupiny	Kritéria	Váhy ve skupině	Výsledné váhy
S1	0,7672	tržby	0,8182	0,6277
		náklady	0,1818	0,1395
S2	0,2328	riziko T	0,4952	0,1153
		riziko N	0,5048	0,1175

Zdroj: vlastní zpracování

Dále je představena kritériální tabulka (tabulka E2), ve které riziko je měřeno pomocí variačního koeficientu.

**Tabulka E2 Kritériální tabulka**

Váhy	0,6277	0,1153	0,1395	0,1175
Varianty	Očekávané tržby (celkové)	Riziko tržeb	Očekávané náklady (celkové)	Riziko nákladů
A	15785,00	0,9844	9691,94	0,0126
B	11068,30	0,7513	10769,05	0,0110
C	13879,70	0,6854	11998,64	0,0068

Zdroj: vlastní zpracování

Celé řešení je představeno v následujících dvou kritériálních maticích.

15785	0,9844	9691,94	0,0126
11068,3	0,7513	10769,05	0,0110
13879,7	0,6854	11998,64	0,0068
3564	0	0	0

Na základě přiřazených vah a provedených propočtů dle metody WSA byla sestavena upravená kritériální matice.

0,6277	0	0,0268	0
0,3855	0,0273	0,0143	0,0149
0,5299	0,0350	0	0,0541
0	0,1153	0,1395	0,1175

Finální řešení rozhodovacího problému je prezentováno v tabulce E3.

**Tabulka E3 Řešení dle metody WSA**

Varianty	WSA
A	0,6546
B	0,4420
C	0,6190
D	0,3723

Zdroj: vlastní zpracování

## **Příloha F**

### **Případová studie 6**

#### **Charakteristika rozhodovacího problému**

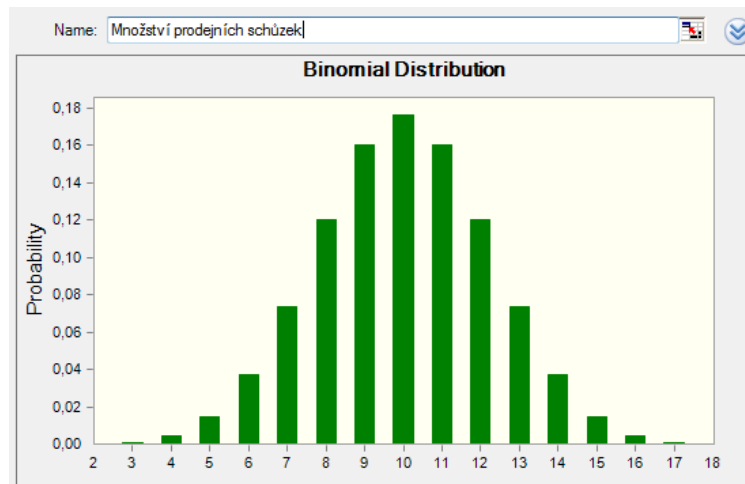
Tento rozhodovací problém je charakterizován tím, že podnik se rozhoduje o možném rozšíření svého obchodního týmu náborem nových zaměstnanců. Rozhoduje se o nabrání zaměstnanců ve třech variantách, plus také uvažuje možnost nulové varianty – tedy nenabírat žádné nové zaměstnance. Jedná se tedy o rozhodovací proces, ve kterém se rozhoduje mezi čtyřmi variantami na základě tří kritérií. Kritéria jsou očekávaný výnos, riziko a náklady. Cílem rozhodovacího procesu je výběr kompromisní varianty. Zaměstnanci pracují sice na základě provizního systému, ale získávají na základě dohody o provedení práce (DPP) určitou fixní částku pravidelně, každý měsíc. Původní monokriteriální přístup byl postaven na hodnotě očekávaných výnosů.

#### **Použitý přístup stanovení vstupních veličin (ukázka)**

Důležité je stanovit očekávaný výnos, který lze očekávat z rozšíření daného obchodního týmu. Tento výnos je stanoven na základě následujícího vztahu

$$Y_{zam} = Q * P * úspěšnost, \quad (F1)$$

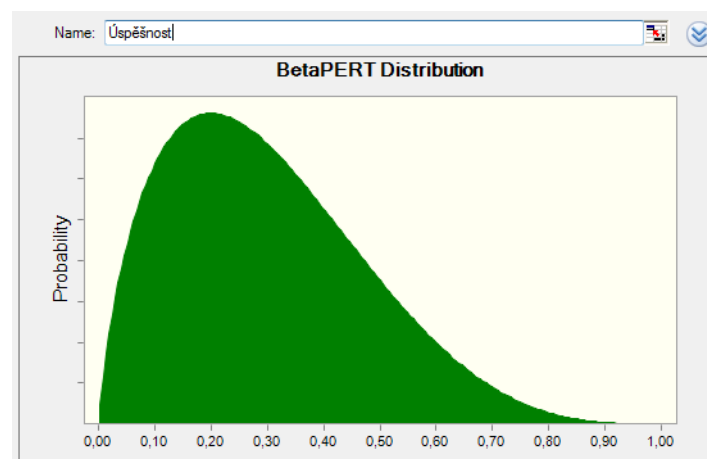
kde  $Y_{zam}$  je očekávaný výnos na zaměstnance,  $Q$  prezentuje množství prodejních schůzek,  $P$  průměrnou přidanou hodnotu z prodeje pro zaměstnavatele a poslední veličina představuje procentuální úspěšnost prodeje. Množství očekávaných prodejních schůzek je dáno následujícím rozdělením.



**Obrázek F1 Množství prodejních schůzek**

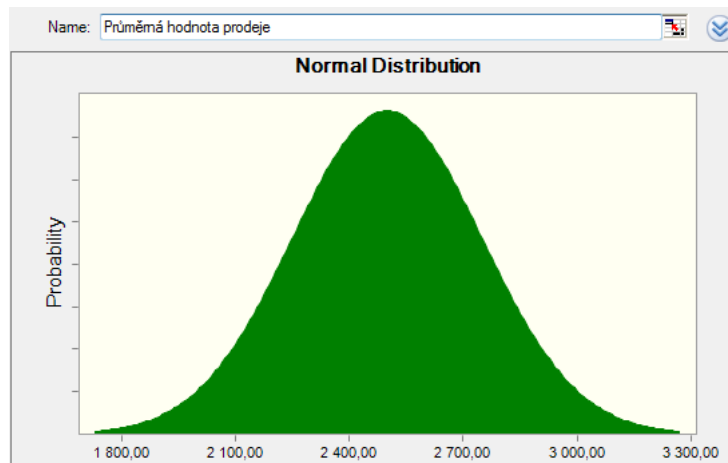
Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Úspěšnost prodeje a očekávaná přidaná hodnota jsou dány rozděleními, která jsou prezentována na obrázcích F2 a F3.



**Obrázek F2 Úspěšnost prodeje**

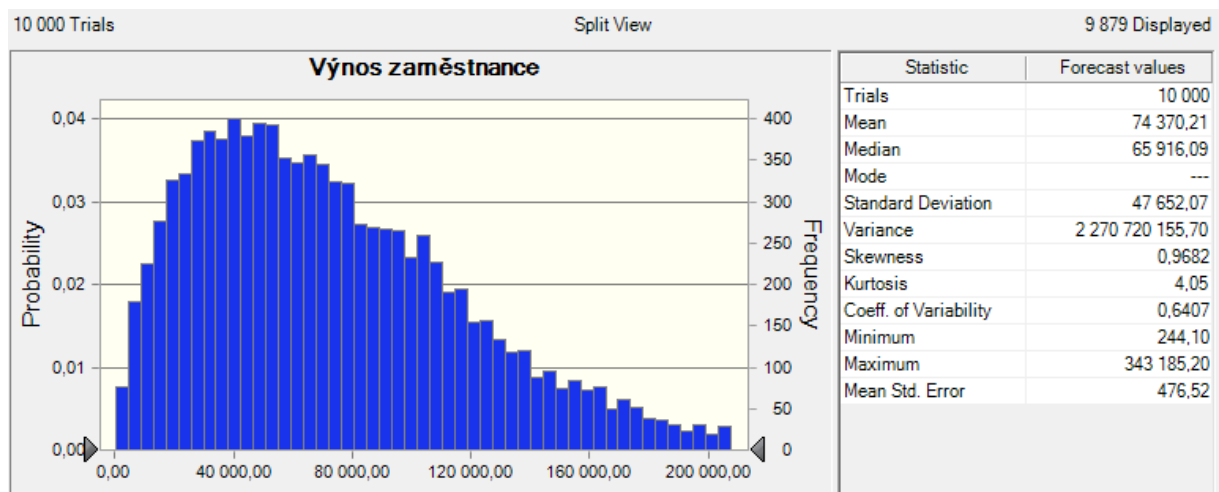
Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball



**Obrázek F3 Průměrná hodnota prodeje**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Výsledná simulace pro všechny zaměstnance v jedné variantě je zobrazena na obrázku F4.



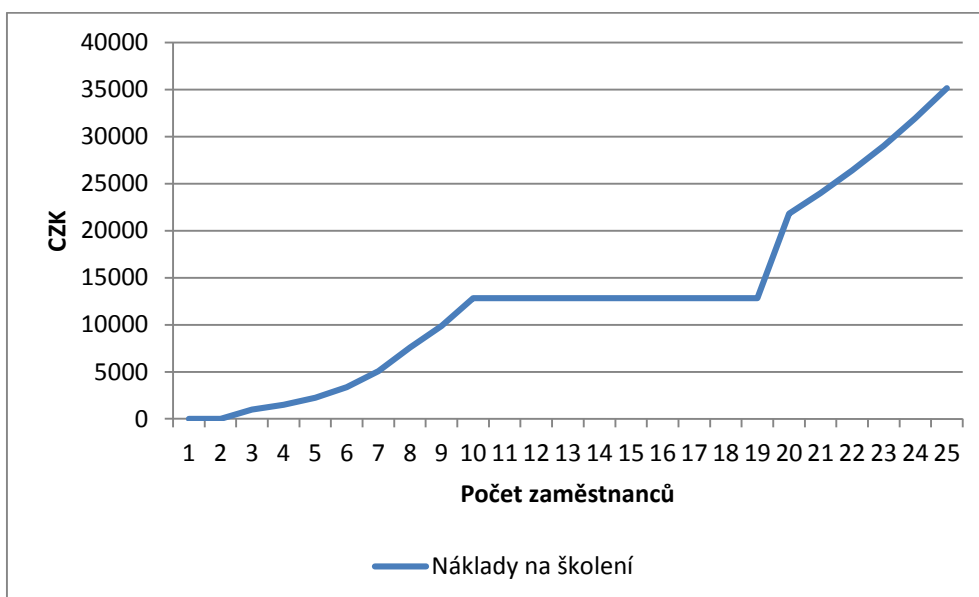
**Obrázek F4 Výnos zaměstnance**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Kromě stanovení očekávaných výnosů je třeba také stanovit očekávané náklady, které s náborem souvisí. Ty byly stanoveny dle následujícího vztahu (F2)

$$TC = Q_{zam} * (\text{školení} + DDP) + C_{ost}, \quad (F2)$$

kde  $TC$  jsou očekávané odhadované náklady  $Q_{zam}$  je celkový počet zaměstnanců v dané variantě, školení představuje náklady na zaškolení, DDP odměnu na základě dohody o provedení práce a  $C_{ost}$  ostatní náklady spojené s náborem zaměstnanců (například oportunitní náklady v podobě času). Jednotlivé položky jsou opět simulovány nebo mají předem dané hodnoty. Taková položka je například cena školení, která neroste lineárně s růstem množství zaměstnanců. Její průběh je prezentován na obrázku F5.



**Obrázek F5 Průběh nákladů na školení**

Zdroj: vlastní zpracování

Další průběh řešení daného problému je již téměř totožný s předchozími, proto není detailněji komentován.

**Tabulka F1 Nastavené váhy (Saatyho matice)**

	Výnos	Riziko	Náklady	$v_i$	$v_i$ norm
Výnos	1	5	1	1,709975947	0,4806
Riziko	1/5	1	1/3	0,405480133	0,1140
Náklady	1	3	1	1,44224957	0,4054
			suma	3,55770565	

Zdroj: vlastní zpracování



**Tabulka F2 Kriteriaální tabulka**

Váhy	0,4806	0,1140	0,4054
Varianty	Očekávané výnosy	Riziko výnosů	Náklady
A	74370,2100	0,6407	50159,30
B	158408,5473	0,6678	94098,85
C	299344,6318	0,6974	221955,14
D	0,0000	0,0000	0,00

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka F3 Finální hodnoty WSA**

Varianty	WSA
A	0,4425
B	0,4927
C	0,4806
D	0,5194

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha G

### Případová studie 7

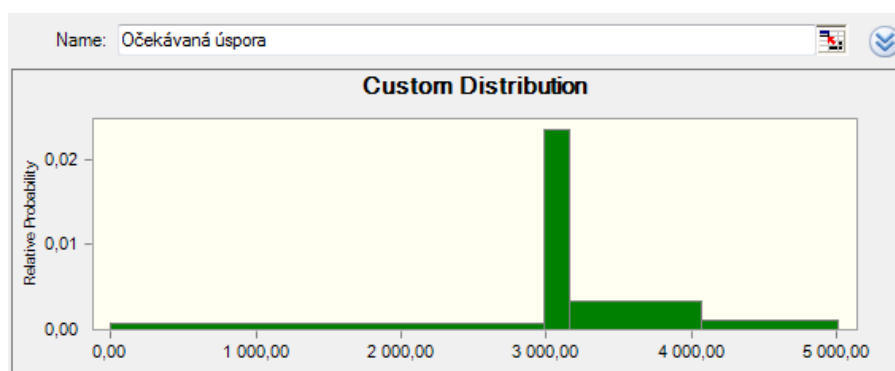
*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

Tento typ rozhodovacího problému je poměrně specifický, přesto lze pro něj využít popsany rozhodovací model. Spolupracující subjekt se rozhoduje, zda využít možnosti externího financování investiční výstavby formou dotací z operačních programů. Na základě rozhovoru byly nakonec nastaveny čtyři kritéria a to očekávané výnosy, jejich riziko, náklady v podobě času a opět rizikovost nedodržení časového rámce. Proč nejsou v rozhodovacím procesu využity také očekávané náklady, je z toho důvodu, že investici podnik zvažuje za každého případu. Výnosy zde tedy zastupují vlastně úsporu v nákladech. Čas je chápán jako ten, který je nucen rozhodovatel strávit přípravou podkladů, kontrolou a řadou dalších činností. Vzhledem k tomu, že již má zkušenosti s podobným procesem, lze tyto náklady odhadnout na základě modelu, který představuje disertační práce. Cílem rozhodovacího procesu je nalézt kompromisní variantu.

### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

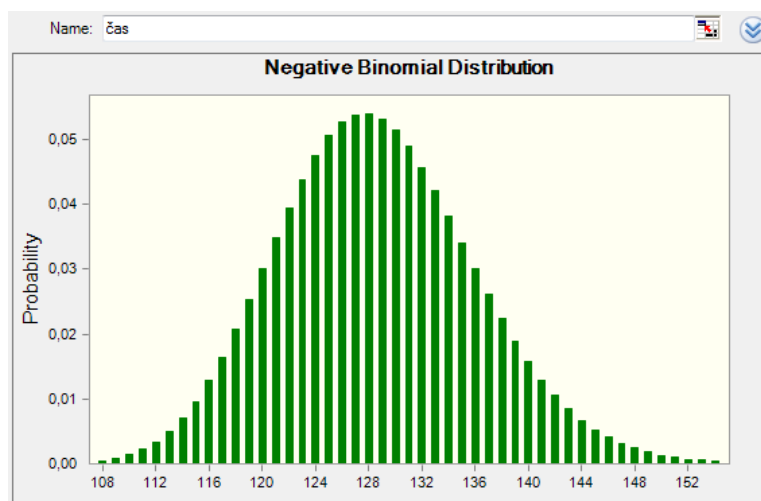
Očekávaná úspora v CZK je stanovena na základě vlastního rozdělení pravděpodobnosti, které bylo určeno přiřazením hodnot jednotlivým intervalům. Výstup je patrný na obrázku G1.



**Obrázek G1 Odhad očekávané úspory**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Očekávaný čas doby trvání přípravy a realizace projektu byl stanoven na hodnotu 128 dnů s tím, že jeho rozdělení pravděpodobnosti prezentuje následující obrázek G2.



**Obrázek G2 Rozdělení času (dny)**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Riziko času je měřeno jeho rozptylem. Vstupní hodnoty modelu jsou prezentovány v tabulce G1, další postup výpočtu následuje.

**Tabulka G1 Kriteriaální tabulka**

Váhy	0,3354	0,1295	0,4486	0,0866
Varianty	Úspory v nákladech	Riziko	Časové náklady	Riziko nedodržení času
A	3064,0000	989,5600	128,00	55,1000
B	0,0000	0,0000	0,00	0,0000

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka G2 Váhy rozhodovacího problému**

	Úspory	Riziko úspor	Čas	Nedodržení času	$v_i$	$v_i$ norm
Úspory	1	3	1/2	5	1,65487546	0,3353705
Riziko úspor	1/3	1	1/4	2	0,638943104	0,12948568
Čas	2	4	1	3	2,213363839	0,44855154
Nedodržení času	1/5	1/2	1/3	1	0,427287006	0,08659229
				$\Sigma$	4,93446941	

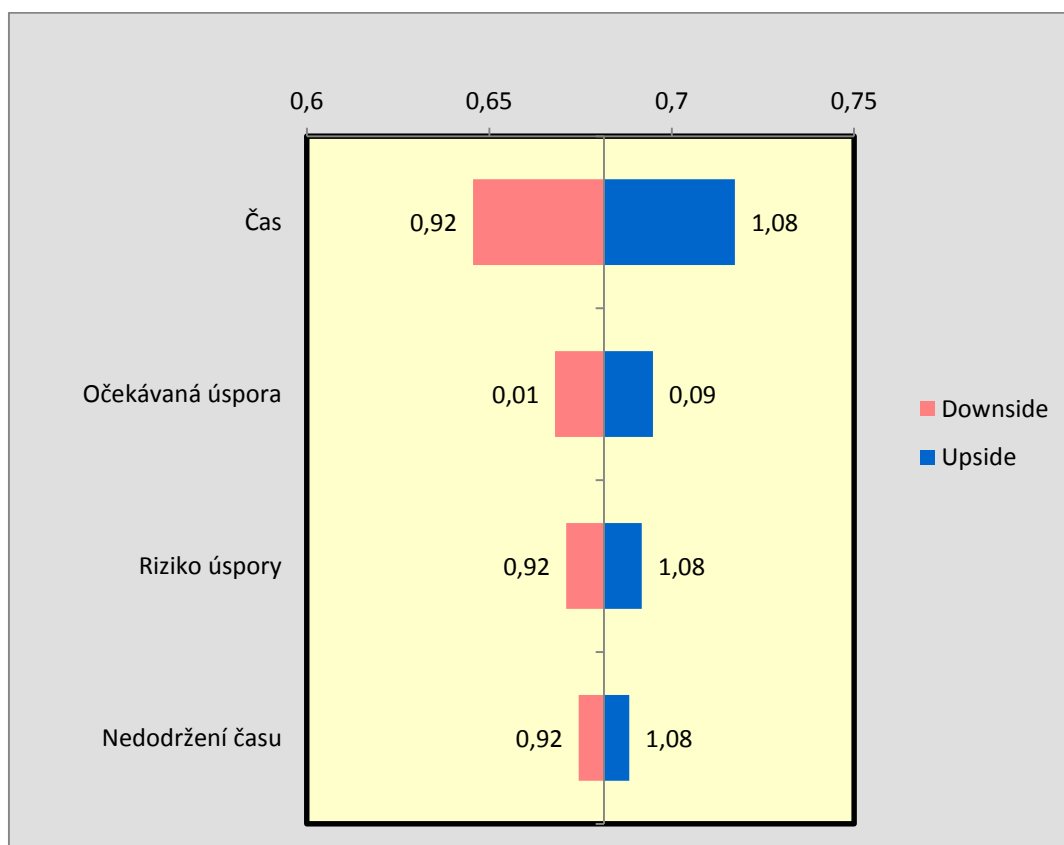
Zdroj: vlastní zpracování

### Tabulka G3 Řešení dle WSA

Varianty	WSA
A	0,3354
B	0,6646

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě finálního doporučení nevyužít dotačního financování bylo důležité zjistit, která veličina se na tomto rozhodnutí nejvíce podílí. Pro jednofaktorovou analýzu lze využít tornádo graf, který celou situaci přehledně graficky prezentuje na obrázku G3.



Obrázek G3 Tornádo graf

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

## Příloha H

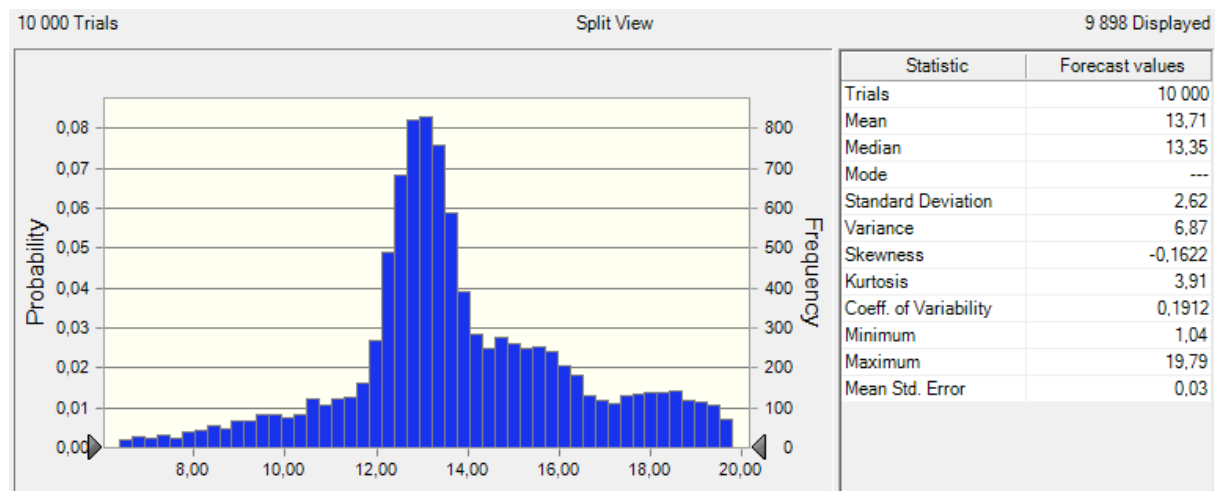
### Případová studie 8

#### Charakteristika rozhodovacího problému

V rámci tohoto rozhodovacího problému se spolupracující subjekt rozmýšlí, zda proškolit své zaměstnance (obchodníky) a tím zvýšit svoje tržby. V rámci tohoto problému lze školení realizovat externím subjektem, který je nejdražší ale lze očekávat nejvyšší výsledky nebo interně. Třetí varianta je školení neprovádět. Kritéria tohoto rozhodovacího problému byla stanovena tři: výnos, riziko nedosažení výnosů a náklady. Cílem rozhodovacího procesu je volba kompromisní varianty.

#### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

Očekávané výnosy jsou odhadovány na základě expertních názorů. V zásadě se jedná o několik procentní navýšení současných prodejů zaměstnanců. Na základě kombinace více expertních názorů byl očekávaný nárůst pro první variantu stanoven tak, jak je prezentováno na obrázku H1.



**Obrázek H1 Očekávaný výnos (%)**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Další řešení daného rozhodovacího problému je uvedeno bez bližšího komentáře.

**Tabulka H1 Kriteriaální tabulka**

Váhy	0,4934	0,1958	0,3108
	Očekávané výnosy	Riziko výnosů	Náklady
Varianty			
A	13,7100	2,6200	39000,00
B	8,3600	2,0300	15000,00
C	0,0000	0,0000	0,00

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka H2 Stanovené váhy**

	Výnos	Riziko	Náklady	vi	vi norm
Výnos	1	2	2	1,587401052	0,4934
Riziko	1/2	1	1/2	0,629960525	0,1958
Náklady	1/2	2	1	1	0,3108
			suma	3,217361577	

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka H3 Finální hodnoty WSA**

Varianty	WSA
A	0,4934
B	0,5362
C	0,5066

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha I

### Případová studie 9

*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

Sledovaný subjekt se rozhoduje mezi možnostmi uložení volných finančních prostředků. Při jeho rozhodování hraje roli především očekávaný výnos a rizikovost instrumentů. Cílem rozhodovacího procesu je seřazení variant a volba kompromisní varianty. Monokriteriální přístup zde spočívá v hodnocení investice pomocí očekávaného ročního výnosu, bez ohledu na její rizikovost.

### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

Očekávaný výnos byl stanoven obdobným způsobem jako v předcházejícím řešeném problému. Není nutné jej dále komentovat a proto je představena již přímo kritériální tabulka včetně daného řešení.

**Tabulka I1 Kritériální tabulka**

Váhy	0,3077	0,6923
	Očekávaný výnos PTF	Riziko
Varianty		
A	8,15	1,89
B	3,06	0,09

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka I2 Přirazené váhy**

Kritéria	Výnos	Riziko	Celkem
Body	4	9	13
vi norm	0,3077	0,6923	

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka I3 Finální hodnoty WSA**

Varianty	WSA
A	0,3077
B	0,6923

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha J

### Případová studie 10

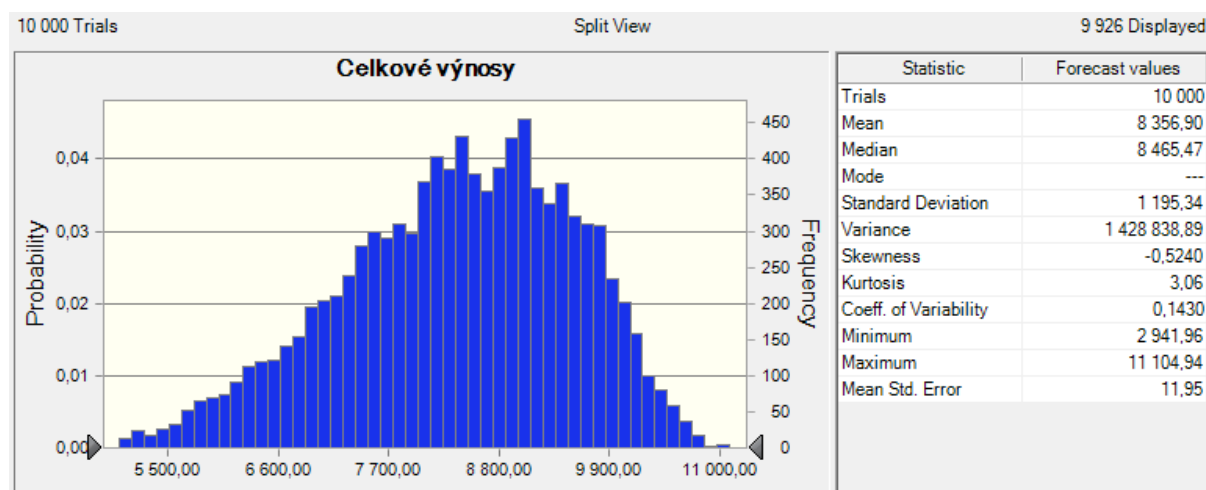
*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem a nejsou konkretizovány jednotlivé varianty.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

Tento rozhodovací problém je podobný problému, který je popsán v aplikační části disertační práce. Subjekt se rozmýšlí o svém budoucím směřování a na tom základě uvažuje celkem dvě varianty, mezi kterými se rozhoduje. Na základě rozhovoru poté byla přidána ještě varianta, která představuje nulové změny. Kritéria, dle kterých je rozhodovací proces hodnocen, jsou následující: výnosy, náklady, a jejich rizika. Cílem rozhodovacího procesu je volba kompromisní varianty. Monokriteriální přístup spočíval v hodnocení na základě očekávané hodnoty EV.

### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

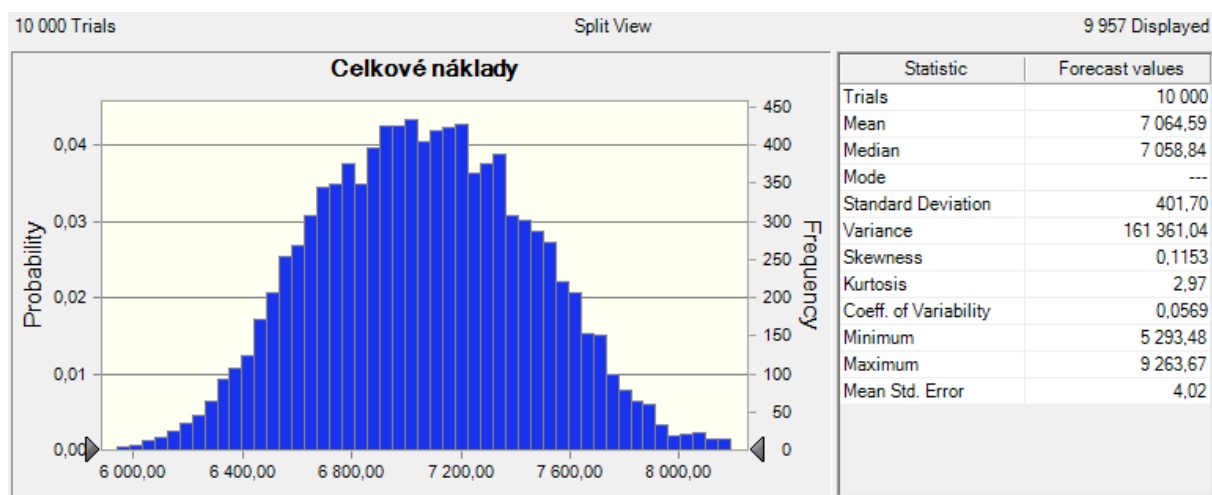
Přístup použitý pro získání celkových nákladů a tržeb, je odlišný oproti případu řešeném v aplikační části disertační práce. Pro odhad tržeb je použit postoj skrze jednotlivé prodávané položky ve spolupracujícím subjektu. Podobně jsou odhadovány také náklady. Výstup odhadovaných tržeb a odhadovaných nákladů pro první variantu jsou představeny na obrázku J1 a J2.



**Obrázek J1 Celkové výnosy**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball





**Obrázek J2 Celkové náklady**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

Následně je představeno nastavení vah, kritériální tabulka a finální řešení pomocí metody váženého součtu.

**Tabulka J1 Nastavené váhy**

Skupina kritérií	Váhy skupiny	Kritéria	Váhy ve skupině	Výsledné váhy
S1	0,7147	tržby	0,5000	0,3574
		náklady	0,5000	0,3574
S2	0,2853	riziko T	0,4502	0,1284
		riziko N	0,5498	0,1569

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka J2 Kritériální tabulka**

Váhy	0,3574	0,1284	0,3574	0,1569
Varianty	Očekávané celkové tržby	Riziko tržeb	Očekávané celkové náklady	Riziko nákladů
A	8356,9000	0,1430	7064,59	0,0569
B	7856,9000	0,1141	6987,45	0,0489
C	6589,2100	0,0753	5866,00	0,0025

Zdroj: vlastní zpracování

## Řešení

8356,9	0,1430	7064,59	0,0569
7856,9	0,1141	6987,45	0,0489
6589,21	0,0753	5866	0,0025

0,3574	0	0	0
0,2563	0,0548	0,0230	0,0231
0	0,1284	0,3574	0,1569

**Tabulka J3 Výsledné hodnoty dle WSA**

Varianty	WSA
A	0,3574
B	0,3572
C	0,6426

Zdroj: vlastní zpracování

## Příloha K

### Případová studie 11

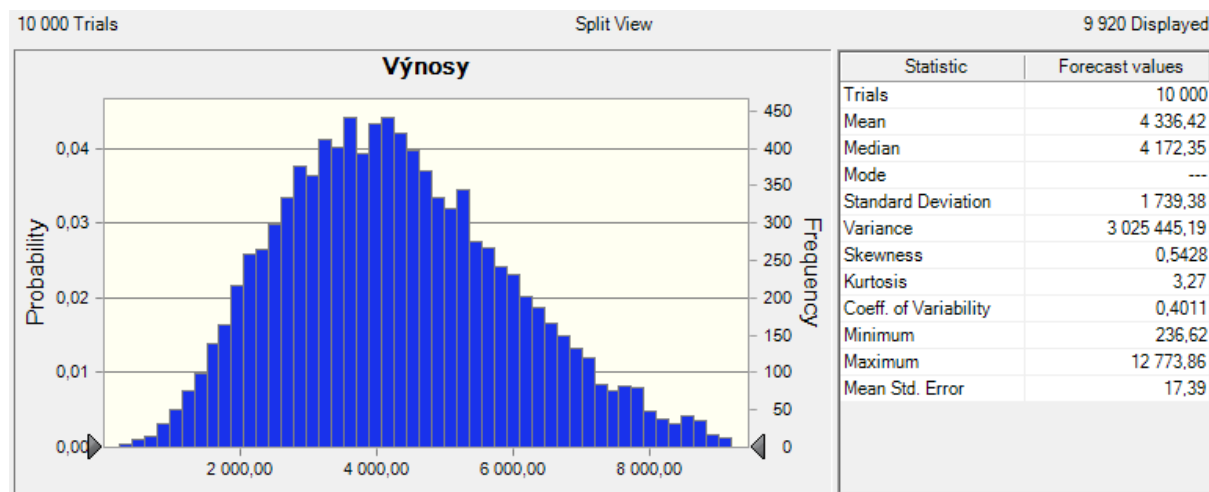
*Pozn.: Na žádost spolupracujícího subjektu jsou v této případové studii veškeré vstupní hodnoty (očekávané tržby, náklady, atp.) upraveny náhodně zvoleným koeficientem a nejsou konkretizovány jednotlivé varianty.*

### Charakteristika rozhodovacího problému

Tento rozhodovací problém představuje situaci, kdy se subjekt rozhoduje o realizaci hmotné investice v podobě rozšíření své podnikatelské činnosti o přidružený prodej doplňků. Rozhodovací proces je hodnocen na základě čtyř kritérií (výnosy, náklad, rizika) a jedná se o dvě varianty (investici rozhodovatel bude realizovat nebo nikoli). Cílem rozhodovacího procesu je výběr kompromisní varianty. Monokriteriální přístup spočíval v hodnocení investice na základě doby návratnosti.

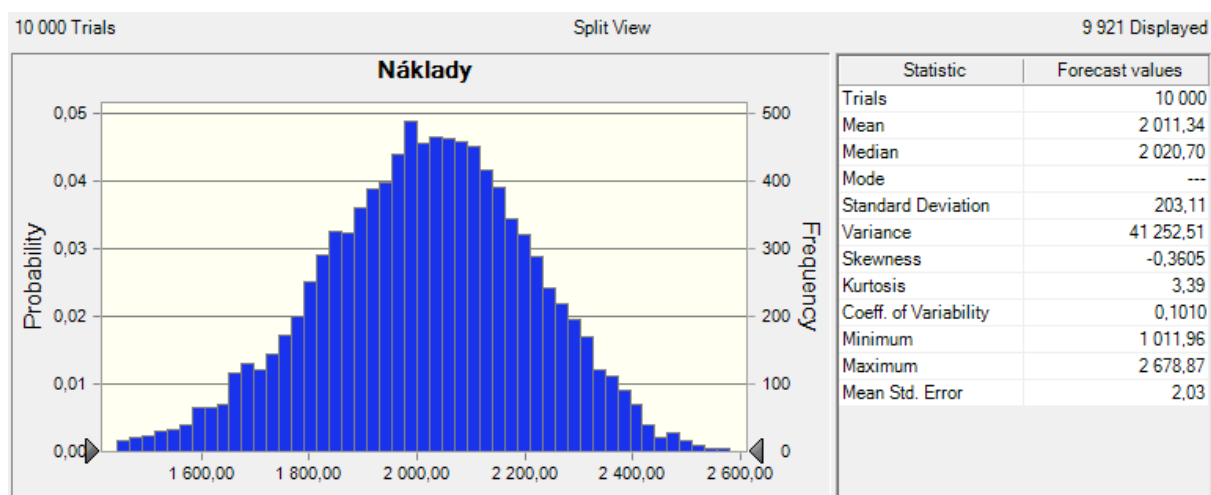
### Použitý přístup stanovení vstupních veličin

Využití přístup opět poměrně koresponduje s přístupem představeným v aplikační části práce a také v předcházejících studiích. Postup proto nebude blíže komentován.



**Obrázek K1** Očekávané výnosy

Zdroj: vlastní zpracování s využití SW Crystal Ball



**Obrázek K2 Očekávané náklady**

Zdroj: vlastní zpracování s využitím SW Crystal Ball

**Tabulka K1 Nastavení vah**

Skupina kritérií	Váhy skupiny	Kritéria	Váhy ve skupině	Výsledné váhy
S1	0,5987	tržby	0,6364	0,3810
		náklady	0,3636	0,2177
S2	0,4013	riziko T	0,4011	0,1610
		riziko N	0,1010	0,0405

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka K2 Kriteriační tabulka**

Váhy	0,3810	0,1610	0,2177	0,0405
Varianty	Očekávané výnosy	Riziko výnosů	Očekávané náklady	Riziko nákladů
A	4336,4200	0,4011	2011,34	0,1010
B	0,0000	0,0000	0,00	0,0000

Zdroj: vlastní zpracování

**Tabulka K3 Finální hodnoty WSA**

Varianty	WSA
A	0,3810
B	0,4192

Zdroj: vlastní zpracování

## Poděkování

Mé poděkování patří v první řadě mému školiteli panu **prof. Ing. Jiřímu Kraftovi, CSc.** za odborné konzultace a rady nejen při psaní disertační práce, ale v průběhu celého doktorského studia. Zároveň chci na tomto místě poděkovat všem spolupracujícím subjektům, bez kterých by tato disertační práce nemohla být předložena v takto komplexní podobě. Jmenovitě se jedná především o **Ing. Janu Peterkovou**, Key Account Managerku ve společnosti Fincentrum, a. s.; **Ing. Evu Hruboňovou**, vedoucí odboru úvěrových rizik ve společnosti Česká spořitelna, a. s.; **Ing. Aleše Matějku**, Project Managera ve společnosti RWE Česká republika a. s.; **Ing. Martina Koperniecha**, jednatele společnosti Qest Automation, s. r. o.; **Martina Bernklaua**, majitele franšízy společnosti Gepard Finance, a. s. a **Michala Stružského**, vedoucího projektů v IT Solution.