

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

**Aplikace metod vícekritériálního rozhodování při
tvorbě investičního portfolia**

Alfiia Mulakaeva

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Alfia Mulakaeva

Systémové inženýrství

Název práce

Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování při tvorbě investičního portfolia

Název anglicky

Application of the multicriterial decision making for an investment portfolio

Cíle práce

Cílem diplomové práce je výběr vhodných investic (akcií) při existenci více kritérií a sestavení investičního portfolia za použití metod vícekriteriálního rozhodování.

Metodika

1. Teoretické aspekty tvorby investičního portfolia a metod vícekriteriálního rozhodování.
2. Volba kritérií pro výběr vhodných investic.
3. Volba nástrojů vícekriteriálního rozhodování pro potřeby výběru vhodných investic.
4. Tvorba optimálního investičního portfolia a hodnocení výsledků.

Doporučený rozsah práce

60

Klíčová slova

investiční portfolio, vícekriteriální rozhodování

Doporučené zdroje informací

- BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. Modely pro vícekriteriální rozhodování. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
- GRAHAM, Benjamin. Inteligentní investor. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 503 s. ISBN 978-80-247-1792-0.
- GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. 1. vyd. Praha: Grada, 2003, 432 s. ISBN 80-247-0421-8.
- JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002, 323 s. ISBN 80-864-1923-1.
- JÍLEK, Josef. Finanční trhy: praktická příručka se vzorci a výpočty, které potřebuje každý úspěšný investor. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1997, 527 s. ISBN 978-80-247-1653-4.
- STEIGAUF, Slavomír. Investiční matematika. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1999, 335 s. ISBN 80-7169-429-0.
- ŠOBA, Oldřich, Martin ŠIRŮČEK a Roman PTÁČEK. Finanční matematika v praxi. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 300 s. Partners. ISBN 978-80-247-4636-4.
- THOMSETT, Michael C. Kalkulačka akciového investora: praktická příručka se vzorci a výpočty, které potřebuje každý úspěšný investor. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, iii, 177 s. ISBN 978-80-251-1904-4.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 ZS – PEF

Vedoucí práce

doc. RNDr. Helena Brožová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 18. 11. 2015

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 11. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 21. 11. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování při tvorbě investičního portfolia" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.11.2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí doc. RNDr. Heleně Brožové, CSc. za pomoc a několik praktických rad při psaní této diplomové práce.

Aplikace metod vícekriteriálního rozhodování při tvorbě investičního portfolia

Souhrn

Cílem diplomové práce je výběr vhodných investic (akcií) pro konkrétního investora a tvorba investičního portfolia za použití metod vícekriteriálního rozhodování.

První část práce shrnuje teoretická východiska sestavení portfolia cenných papírů, seznamuje čtenáře s pojmem akcie a metodami analyzování akciových instrumentů. Udává přehled o fungování kapitálových trzích obecně a konkrétně v České republice. Druhá část práce se zaměřuje na přístupy a postupy řešení rozhodovacích problémů. Jedná se o metodický aparát zahrnující systémovou analýzu, lineární optimalizaci a metody vícekriteriálního rozhodování. Třetí část diplomové práce se zabývá samotnou tvorbou investičního portfolia při existenci více kritérií rozhodování a za tímto účelem aplikuje výše uvedené metody. Při výběru akcií jsou zohledňovány nejdůležitější poměrové ukazatele akciového trhu a magický trojúhelník „výnos, riziko, likvidita“. Výběr akcií je prováděn za použití modelů vícekriteriálního hodnocení variant a to ve dvou kolech a složení portfolia se určuje pomocí klasického modelu lineárního programování. Výsledkem je doporučované pro investora portfolio obsahující určitý počet akcií vybraných společností působících na českém trhu. Uvedený způsob sestavení portfolia může být pak použit individuálními investory, finančními poradci a makléři a doplňovat jejich znalosti, zkušenosti a intuici.

Klíčová slova: investiční portfolio, vícekriteriální rozhodování, lineární programování, operační výzkum, akcie, kapitálový trh, investiční strategie.

Application of the multicriterial decision making for an investment portfolio

Summary

The aim of this thesis is the selection of suitable investments (shares) for a particular investor and the creation of an investment portfolio with the help of multiple-criteria decision analysis.

The first part of the work summarizes the theoretical background of security portfolio creation, acquaints the reader with the concept of stocks and methods of analyzing equity instruments. It also provides an overview of the functioning of the capital markets generally and specifically in the Czech Republic. The second part focuses on the approaches and procedures for solving decision-making problems. Methodological apparatus includes systems analysis, linear optimization and multi-criteria decision making methods. The third part of the thesis concentrates on the application of this methods for the formation of the investment portfolio in the presence of multiple criteria. Most important ratios of the stock market and the magic triangle “return, risk and liquidity” are reflected in equities’ choice. Stock selection is carried out by using models of multi-criteria evaluation of alternatives in two rounds and portfolio composition is determined by the classical model of linear programming. As a result, investor gets a recommendation for his portfolio, which contains a number of shares of selected companies on the Czech market. This procedure of creating the portfolio can be used by individual investors, financial advisors and brokers and complement their knowledge, experience and intuition.

Keywords: investment portfolio, multi-criteria decision making, linear programming, operation research, stock, capital market, investment strategy.

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Teoretická východiska tvorby investičního portfolia	13
3.1 Akcie	13
3.2 Trh cenných papírů	14
3.2.1 Trh cenných papírů v České republice	17
3.2.1.1 BCPP	17
3.2.1.2 RM-systém	19
3.3 Investiční rozhodování	21
3.3.1 Magický trojúhelník.....	21
3.3.2 Ukazatele kapitálového trhu	24
3.3.3 Metody analyzování akcií.....	26
3.3.3.1 Fundamentální analýza.....	27
3.3.3.2 Technická analýza	32
3.3.3.3 Psychologická analýza.....	33
3.4 Přístupy k tvorbě investičního portfolia“	34
4 Přístupy a postupy řešení rozhodovacích procesů	36
4.1 Rozhodovací procesy	36
4.2 Systémová analýza	37
4.3 Vícekriteriální analýza variant	39
4.3.1 Metody stanovení vah.....	41
4.3.2 Metody hodnocení variant	43
4.4 Lineární programování.....	46
5 Tvorba vhodného investičního portfolia	50
5.1 Profil investora	50
5.2 Systémová analýza problému.....	51
5.2.1 Popis problému a definice systému	51
5.2.2 Postup řešení	53
5.2.3 Fáze rozhodovacího procesu.....	54
5.3 Seznam cenných papírů.....	55
5.4 Předvýběr akcií.....	57
5.4.1 Výběr kritérií.....	57

5.4.2	Stanovení vah kritérií.....	58
5.4.3	Hodnocení variant.....	59
5.5	Výběr akcií.....	62
5.5.1	Výběr kritérií.....	62
5.5.2	Stanovení vah kritérií.....	63
5.5.3	Hodnocení variant.....	64
5.5.4	Analýza a srovnání výsledků etapy předvýběru a výběru.....	66
5.6	Sestavení portfolia využitím lineárního programování.....	70
5.7	Návrh nejvýhodnějšího portfolia.....	73
6	Závěr	74
7	Seznam použitých zdrojů	76

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Organizační schéma BCPP	18
Obrázek 2 - Organizační struktura RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů a.s.....	20
Obrázek 3 - Magický trojúhelník.....	21
Obrázek 4 – Struktura systému rozhodování investora	52
Obrázek 5 – Popis rozhodovacího procesu.....	53
Obrázek 6 - Pořadí akcií získané různými metody	68
Obrázek 7 - Užítky akcií získané metodou váženého součtu ve dvou kolech výběru.....	70

Seznam tabulek

Tabulka 1- Metody kvantifikace preferencí mezi variantami.....	41
Tabulka 2 - Požadavky investora.....	50
Tabulka 3 - Definice systému rozhodování investora	52
Tabulka 4 - Obecná informace o analyzovaných akciových titulech	56
Tabulka 5 - Preference kritérií a vypočet vah.....	58
Tabulka 6 - Modelové údaje	60
Tabulka 7 - Uspořádání variant	61

Tabulka 8 - Preference kritérií a vypočet vah.....	63
Tabulka 9 - Kriteriaální matice.....	64
Tabulka 10 - Pořadí variant dle metody váženého součtu	65
Tabulka 11 - Pořadí variant dle metody TOPSIS	66
Tabulka 12 - Pořadí akciových titulů získaná různými metody	67
Tabulka 13 - Srovnání užiteků variant vypočítaných v rámci dvou kol výběru.....	69
Tabulka 14 - Optimální složení portfolia.....	72
Tabulka 15 – Výpočet pro konkrétní portfolio	73

1 Úvod

Investice na akciovém trhu umožňují zhodnotit vložené finanční prostředky daleko lépe než jiné druhy investic. S akciovým trhem je však spojeno větší riziko, které lze snížit jedině vytvořením diverzifikovaného portfolia. Místo nákupu akcií jednoho podniku je doporučováno investovat do akcií několika podniků. Tím lze zredukovat dopad výkyvů cen jednotlivých akciových titulů na celkový výnos investora.

Úloha tvorby investičního portfolia má vícekriteriální charakter, neboť investor obvykle sleduje několik cílů najednou (např. maximalizace zisku, minimalizace rizika). Stupeň dosažení cílů lze vyjádřit pomocí jednotlivých kritérií hodnocení, navíc většina kritérií má kvantitativní charakter a snadno se vyjadřuje číselně, což otevírá obrovské možnosti využití exaktních metod a postupů při investičním rozhodování.

Kromě tematiky investic a investičního rozhodování diplomová práce věnuje pozornost využití teoretických znalostí v oblasti systémových věd, modelům operačního výzkumu, požaduje od řešitele systémové myšlení a schopnost analyzovat a zpracovávat data za podmínek semistrukturovaného problému.

Práce se zabývá aplikací modelů vícekriteriálního rozhodování na tvorbu investičního portfolia. Postupy uvedené v diplomové práci mohou být přínosné pro investory, kteří chtějí samostatně rozhodovat o investicích a snaží se zorientovat se v kapitálových trzích, nebo pro finanční makléře a poradce, kteří chtějí doplnit své znalosti a zkušenosti exaktními a formalizovanými metodami. Postupy uvedené v práci lze aplikovat jednak na celý proces investičního rozhodování anebo na jednotlivé části problému (stock picking, určení podílů cenných papírů v portfoliu). Vzhledem k univerzálnosti použitých ukazatelů navržené modely budou platit i na jiných než českých kapitálových trzích a úprava kritérií a jiné drobné modifikace umožňují rozhodovat nejen o akciových titulech, ale i o jiných druzích cenných papírů.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je výběr vhodných investic (akcií) a tvorba investičního portfolia za použití metod vícekriteriálního rozhodování. Pro dosažení tohoto cíle je nezbytné splnit následující dílčí cíle:

- shrnout teoretická východiska tvorby investičního (akciového) portfolia,
- získat přehled o českém kapitálovém trhu,
- popsat současně světově používané ukazatele akciového trhu a metody analyzování akciových instrumentů,
- charakterizovat přístupy a postupy řešení rozhodovacích problémů, obzvláště metody vícekriteriálního rozhodování,
- aplikovat tyto metody při návrhu portfolia pro investora a prokázat, že úloha tvorby investičního portfolia může být vyřešena pomocí kvantitativních metod.

2.2 Metodika

První část práce zahrnující teoretická východiska tvorby investičního portfolia byla vypracována na základě studia odborné literatury, článků a internetových zdrojů. Všechny použité publikace jsou uvedeny na konci diplomové práce v seznamu literatury.

Stejným způsobem byla zpracována druhá část práce zabývající se přístupy a postupy řešení rozhodovacích problémů, jež budou použity při tvorbě investičního portfolia.

Třetí část diplomové práce se věnuje tvorbě portfolia složeného z akciových titulů obchodovaných na Pražské burze. Aktuální data o cenných papírech jsou získána z investičního portálu Patria.cz. Nezbytnou pro realizaci procesu investičního rozhodování je systémová analýza. Sestavení portfolia se bude provádět ve třech kolech. Dvoukolový výběr akcií do portfolia je postaven na modelech vícekriteriální analýzy variant a pak výsledné složení portfolia je stanoveno ve třetím kole na základě lineární optimalizace. Modely byly vypracovány v tabulkovém procesoru Excel a spočítány pomocí doplňků do Excel MCAkosa a Linkosa vyvinutých na České zemědělské univerzitě v Praze. Při návrhu portfolia byly též aplikovány metody analyzování akcie, především fundamentální analýza, všeobecné vědecké metody výzkumu a zpracování informace (komparace, zobecnění a jiné).

3 Teoretická východiska tvorby investičního portfolia

3.1 Akcie

Nejprve je zapotřebí definovat pojem cenný papír. Dle § 514 zákona č. 89/2012 Sb., nového občanského zákoníku cenný papír je „*listina, se kterou je právo spojeno takovým způsobem, že je po vydání cenného papíru nelze bez této listiny uplatnit ani převést*“. (Zákon č. 89/2012 Sb. ze dne 03. 02. 2012, občanský zákoník, b.r.)

Jelikož praktická část diplomové práce bude věnována tvorbě investičního portfolia složeného z akciových titulů (tzv. akciové portfolio), je zapotřebí se soustředit na tento druh cenných papírů.

Akcie je majetkovým cenným papírem a její držitel se stává spoluvlastníkem společnosti. (Syrův, 2014) §155, odst. 1. zákona č. 513/1991 Sb., ve znění pozdějších změn a doplňků, obchodního zákoníku definuje akcie jako „*cenný papír, s nímž jsou spojena práva akcionáře jako společníka podílet se podle tohoto zákona a stanov společnosti na jejím řízení, jejím zisku a na likvidačním zůstatku při zániku společnosti*“.

V České republice charakterizuje akciovou společnost obchodní zákoník jako „*...společnost, jejíž základní kapitál je rozvržen na určitý počet akcií o určité jmenovité hodnotě. Společnost odpovídá za porušení svých závazků celým svým majetkem. Akcionář neručí za závazky společnosti...*“ (Zákon č. 513/1991 Sb., ze dne 5. listopadu 1991, obchodní zákoník, b.r.)

Každá vydaná akcie musí znít na určitou jmenovitou nebo jinak řečeno nominální hodnotu, přičemž akcie téže společnosti mohou mít různou nominální hodnotu. Součet jmenovitých hodnot všech akcií odpovídá výši základního kapitálu dané akciové společnosti. (Veselá, 2007)

- Z držby akcie pro akcionáře plyne několik práv uvedených přímo v definici pojmu akcie (Veselá, 2007):

- Právo podílet se na řízení společnosti znamená, že akcionář má určité rozhodovací pravomoci a je oprávněn k účasti na valné hromadě, kde může volit členy orgánů akciové společnosti, popř. být sám volen, hlasovat o projednávaných otázkách, žádat vysvětlení atp. Malí investoři avšak nemají šanci ovlivnit rozhodování společnosti, jelikož počet hlasů akcionáře odpovídá jeho podílu na majetku akciové společnosti. (Musílek, 2002)

O konání valné hromady musí být akcionář, vlastní-li akcie na jméno, informován formou pozvánky nebo jiným způsobem obsaženým ve stanovách společnosti.

- Právo podílet se na zisku společnosti znamená pro akcionáře nárok na vyplacení dividendy v případě, že byla schválena valnou hromadou. Principy a pravidla pro rozdělování zisku vymezují stanovy společnosti a taktéž obchodní zákoník. Výše dividend na jednu akcii se obvykle uvádí v absolutní částce nebo v procentech ze jmenovité hodnoty akcie.

- V případě zániku akciové společnosti má akcionář právo na podíl na likvidačním zůstatku, jenž zbyde po uspokojení všech věřitelů společnosti, a to v rozsahu, který odpovídá součtu nominálních hodnot jeho akcií. Zároveň s tím akcionář ručí za závazky akciové společnosti až do výše svého vkladu.

Kromě toho má každý akcionář právo na upsání nových akcií společnosti v případě zvyšování její základního kapitálu v poměru, který odpovídá jeho podílu na základním kapitálu dané společnosti.

Akciová společnost může vydávat kmenové (obyčejné), přednostní (prioritní) nebo zaměstnanecké akcie. Základním a nejobchodovanějším druhem je standardní podoba akcie, která je nazývána kmenovou akcií, jejíž držitel má tři základní práva uvedené v definici akcie. (Šoba, 2013)

3.2 Trh cenných papírů

Musílek (2002) definuje trh cenných papírů jako „systém ekonomických vztahů a institucí zprostředkujících soustředění, alokaci a realokaci volných peněžních prostředků prostřednictvím cenných papírů nebo instrumentů, které jsou odvozeny od různých druhů finančních instrumentů (finanční deriváty)“.

Trhy cenných papírů lze rozdělovat podle druhu obchodovaných instrumentů na: (Musílek, 2002)

- akciové trhy,
- trhy dluhopisů,
- trhy finančních derivátů.

Trhy cenných papírů jsou dále rozdělovány na primární a sekundární.

Na primárním trhu probíhá prvotní prodej cenných papírů. Emitent cenného papíru získává tím pádem od kupujících volné finanční prostředky. Přípravu a provedení emisního

obchodu provádí buď sám emitent (v tomto případě se hovoří o vlastní emisi), anebo společnost může využít služeb investiční banky či obchodníka s cennými papíry (jedná se o cizí emisi). Tento primární trh cenných papírů bývá někdy pojmenován jako trh nových cenných papírů.

Na sekundárním trhu se prodávají finanční instrumenty již dříve uvedené do oběhu. Jedná se o trh se starými cennými papíry, jež se pohybují od jednoho investora k druhému. Je nutné uvést, že na tomto typu trhu dochází jen k redistribuci zmobilizovaného kapitálu mezi různé vlastníky a emitent cenného papíru již žádné další volné finanční prostředky nezískává. (Veselá, 2007)

Co se týče objemu obchodování, sekundární trh je mnohem rozsáhlejší než trh primární, a to se týká zejména dlouhodobých cenných papírů, poněvadž se zde opakovaně obchodují cenné papíry, jež na trhu primárním mohou být prodány pouze jednou. V případě krátkodobých cenných papírů peněžního trhu objemy obchodů realizovaných na primárním trhu jsou vyšší kvůli jejich krátkodobé životnosti. (Rejnuš, 2014)

Sekundární trh lze členit na: (Veselá, 2007)

I. Veřejný sekundární trh, který může fungovat jako trh organizovaný (burza nebo mimoburzovní trh) nebo neorganizovaný trh.

1) Organizovaný trh je trhem, na němž „licencovaný subjekt organizuje nabídku a poptávku po investičních instrumentech v souladu s platnou legislativou a podle stanovených pravidel a předpisů“. Organizovaný trh může mít podobu:

- a) Burzovního trhu, jenž lze charakterizovat jako „zvláštním způsobem organizované shromáždění subjektů, které osobně nebo elektronicky obchodují s přesně vymezenými instrumenty, přesně vymezeným způsobem, podle přesně vymezených burzovních pravidel a předpisů“. Na burzovním trhu se obchoduje s nejbonitnějšími akciemi, dluhopisy, podílovými listy, popř. finančními deriváty, přičemž všechny obchodované investiční instrumenty musí vyhovovat přísným požadavkům, které stanoví burza. Burzovní trh v ČR je představen Burzou cenných papírů Praha (BCPP) nebo RM-systémem, v USA např. funguje New York Stock Exchange (NYSE).
- b) Mimoburzovního trhu. Trh je organizován licencovaným subjektem a obchodují se zde instrumenty, které již nemusí vyhovovat přísným

požadavkům kladeným na instrumenty jako na burze. Burzovní pravidla a předpisy totiž na tomto trhu neplatí, nicméně existují zde svá, méně přísná pravidla pro obchodování a svůj tržní řád. Jako příklad mimoburzovního trhu v USA lze uvést NASDAQ.

- 2) Neorganizovaného trhu, jenž představuje volně přístupný trh, kde žádný subjekt neorganizuje poptávku a nabídku po instrumentech. Investoři na tomto trhu prodávají instrumenty, kterými disponují, každému, kdo projeví zájem a bude respektovat jejich cenu. Tyto trhy se někdy označují jako OTC trhy (over-the-counter markets).

II. Neveřejný sekundární trh má podobu individuálně dohodnutých prodejů či nákupů cenných papírů přímo mezi potenciálními zájemci o nákup a vlastníky určitých cenných papírů.

Z hlediska doby investování trhy cenných papírů jsou děleny na (Veselá, 2007):

- Peněžní trh. Je trhem krátkodobých finančních instrumentů. Jde o krátkodobé operace a maximální doba splatnosti cenných papírů je zde 1 rok či kratší.
- Kapitálový trh. Na kapitálovém trhu dochází ke střetu nabídky a poptávky po dlouhodobě uvolněném kapitálu. Zde se obchodují instrumenty mající dobu splatnosti delší než 1 rok. Volné finanční prostředky jsou zde poskytovány střednědobě či dlouhodobě.

Z teritoriálního hlediska se trhy rozdělují na (Musílek, 2002):

- Národní trhy
- Zahraniční trhy
- Eurotrhy

Ve vyspělých státech akciové společnosti převládají nad ostatními právními formami firem v takových odvětvích jako průmyslová výroba, obchod a peněžnictví. Je nutné však zmínit, že jen malá část akciových společností ve většině vyspělých států má charakter veřejných společností, tj. akcie takových společností se obchodují na sekundárních trzích. Kdokoliv, kdo si koupí akcie na sekundárním trhu, se může stát akcionářem. Akcie

uzavřených (soukromých) akciových společností naopak nejsou ve volném oběhu a vlastní je jen omezený okruh osob. (Musílek, 2002)

3.2.1 Trh cenných papírů v České republice

V České republice jsou dva organizátory trhu s cennými papíry: Burza cenných papírů Praha a RM-SYSTÉM.

3.2.1.1 BCPP

Burza cenných papírů Praha, a.s. (BCPP) je největším a nejstarším organizátorem trhu s cennými papíry v České republice. Původní pražská komoditní a akciová burza byla založena v roce 1871. Kvůli druhé světové válce a následně komunistickému režimu byla ale její činnost na padesát let přerušena a znovuotevření se konalo až roku 1993. (Profil společnosti, 1998-2016)

Burza cenných papírů Praha spolupracuje jen s licencovanými obchodníky s cennými papíry, kteří jsou zároveň členy a akcionáři burzy. Jde především o významné banky a makléřské firmy. Česká národní banka, Ministerstvo financí České republiky a Česká konsolidační agentura mají oprávnění uzavírat burzovní obchody ze zákona. (Veselá, 2007) Běžný investor tedy nemá přístup k burze, ale může se obrátit na některého ze členů burzy, již poskytují zprostředkovatelské služby. (Profil společnosti, 1998-2016)

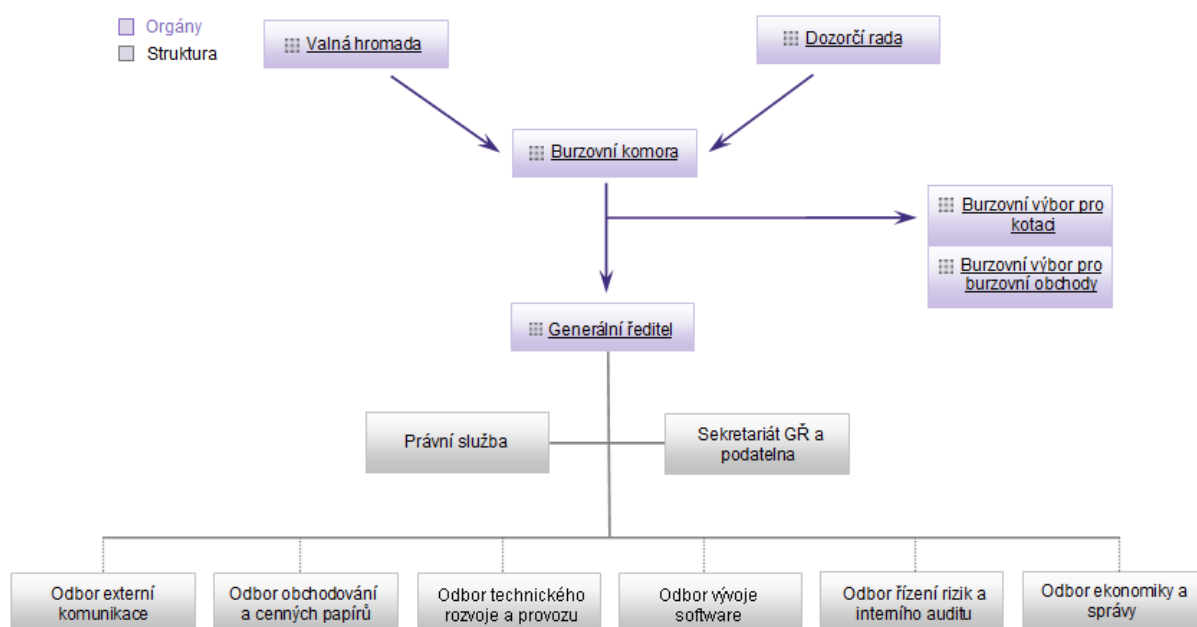
Pražská burza spolu s dalšími třemi středoevropskými burzami, a to Burza cenných papírů Budapešť (Budapesti Értéktőzsde), Burza cenných papírů Vídeň (Wiener Börse) a Burza cenných papírů Lublaň (Ljubljanska borza), tvoří skupinu CEE Stock Exchange Group (CEESEG). (Burza cenných papírů Praha, 2016)

Oficiálním indexem Burzy cenných papírů Praha, jehož hodnoty Pražská burza pravidelně kalkuluje a zveřejňuje, je index PX. Je to index počítaný z cen (cenový index) vážený tržní kapitalizací a složený z nejobchodovanějších titulů. Sledování, konstrukce a úprava indexu je v kompetenci Komise pro správu burzovních indexů. (Veselá, 2007)

Burza cenných papírů Praha je plně elektronická. Obchodování na BCPP probíhá v elektronickém obchodním systému XETRA® Praha. Je to automatizovaný obchodní systém řízený objednávkami a kotacemi, který provozuje Deutsche Börse AG. (Burza cenných papírů Praha, 2016) Zpracování objednávek členů se uskutečňuje podle algoritmů příslušejících jednotlivým druhům uzavíraných obchodních operací v centrálním počítači

burzy. Předmětem burzovních obchodů jsou v současné době akcie, dluhopisy, a podílové listy. (Jílek, 2009)

Organizační struktura Burzy cenných papírů Praha je zobrazena na obrázku 1.



Obrázek 1 - Organizační schéma BCPP

Zdroj: (Orgány a struktura burzy, 1998-2016)

Nejvyšším orgánem burzy je valná hromada, která řeší zásadní otázky týkající se fungování burzy, schvaluje stanovy burzy a roční účetní závěrku s návrhem rozdělení zisku. V její kompetenci je také zvýšení nebo snížení základního kapitálu burzy. Valná hromada volí dozorčí radu a členy burzovní komory.

Dozorčí rada má šest členů, je kontrolním orgánem a dohlíží na výkon působnosti burzovní komory a na uskutečňování činnosti burzy.

Burzovní komora je statutárním orgánem burzy, který řídí její činnost a jedná jejím jménem. Schvaluje Burzovní pravidla, jmenuje a odvolává generálního ředitele. (Veselá, 2007) Burzovní komora si také zřizuje tzv. burzovní výbory, jež se zabývají konkrétními činnostmi (výbor pro burzovní obchody, výbor pro kotaci, výbor pro členské otázky). (Jílek, 2009)

Jak je uvedeno na oficiálních stránkách BCPP, burzovní výbor pro burzovní obchody má na starosti návrhy a podněty související s obchodováním, např. parametry obchodování, zavádění nových produktů a funkcionalit atp.

Burzovní výbor pro kotaci řeší problematiku přijetí cenných papírů k obchodování na hlavním trhu. Podílí se také na kontrole dodržování informačních povinností emitentů vyplývajících z burzovních pravidel. (Orgány a struktura burzy, 1998-2016)

Burzovní výbor pro členské otázky se zabývá přijetím nových členů, pozastavením, postoupením či zánikem členství.

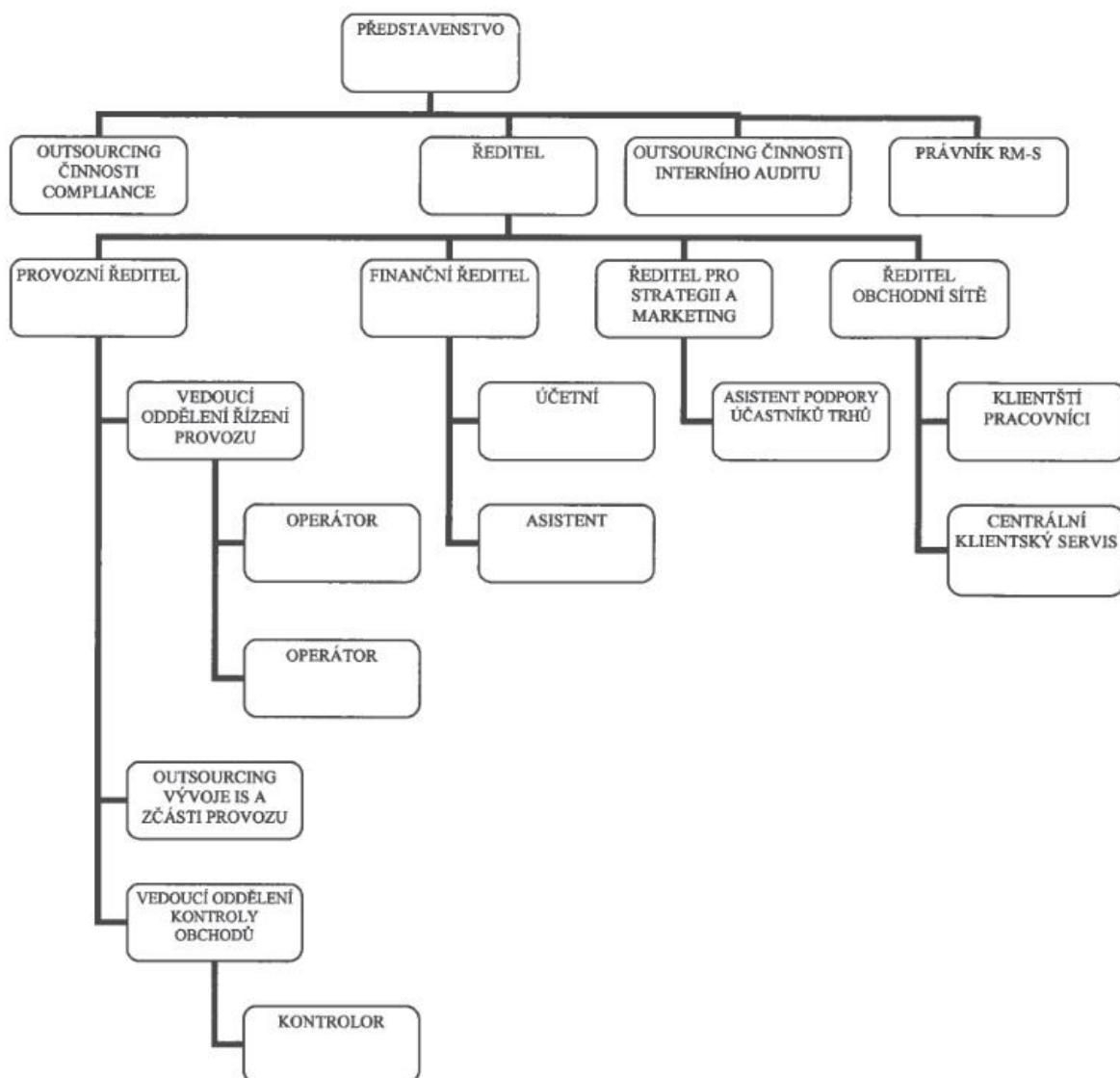
Podmínky, které musí splňovat nově přijatý člen burzy, stanoví burzovní pravidla. Členem burzy může být totiž osoba, která splňuje předepsanou kapitálovou přiměřenost, má pohotově likvidní prostředky ve výši nejméně 5 mil. Kč a splacený základní kapitál ve výši minimálně 10 mil. Kč. (Veselá, 2007) Členství uděluje burzovní komora na základě doporučení burzovního výboru pro členské otázky. (Musílek, 2002)

3.2.1.2 RM-systém

RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů a.s. působí na českém trhu od roku 1993 a RM-S začínal tehdy jako mimoburzovní trh. V roce 2008 se RM-systém transformoval na standardní burzu cenných papírů zaměřenou na střední a drobné investory s novým názvem - RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů a.s. (Základní informace, 2008)

Česká burza RM-SYSTÉM je oproti BCPP levnější a nabízí větší množství zahraničních akciových titulů, mezi které se řadí světoznámé značky jako Google, Apple, Microsoft, Facebook, Volkswagen, Intel, Deutsche Telekom, Nokia nebo Exxon Mobil, a to v českých korunách. (Akciové ČR, 2016) Obchoduje se zde také s akciovými tituly, které se nevyskytují na BCPP, jako Česká spořitelna, Vítkovice či Cukrovar Vrbátky. (Základní informace, 2008) Nevýhodou je ale nižší aktivita investorů a chybí RM-systému kotace cen. (Jílek, 2009)

RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů je standardní akciovou společností. Jediným vlastníkem společnosti je Fio banka, a.s. Na obrázku 2 je zobrazena organizační struktura společnosti. Funkce výboru pro audit plní dozorčí rada. (Základní informace, 2008)



Obrázek 2 - Organizační struktura RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů a.s.

Zdroj: (Organizační struktura, 2008)

RM-S není vybudován na členském principu, nýbrž na principu zákaznickém. Jakákoliv fyzická nebo právnická osoba se může zaregistrovat jako zákazník, zaplatit stanovené poplatky a tak začít obchodovat. (Veselá, 2007) RM-SYSTÉM je určen především drobným a středním investorům, ale velmi snadno získá přístup na trh i institucionální klient. (Akcie ČR, 2016) Výhodou jsou nízké poplatky při obchodování pokynem EasyClick a inteligentní pokyny Stoploss a Stepper, které jsou integrovány do obchodního systému přímo na úrovni burzy. (Základní informace, 2008)

3.3 Investiční rozhodování

Investiční rozhodování lze charakterizovat jako hlavní činnost každého investora.

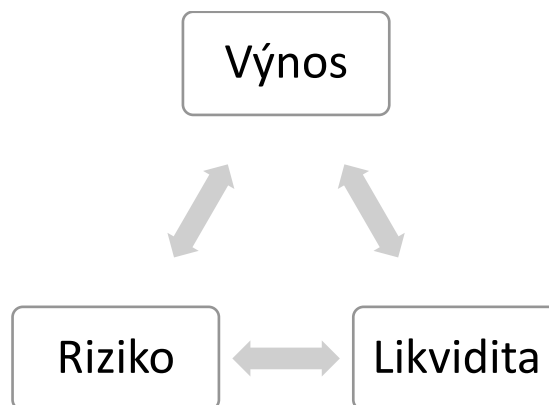
3.3.1 Magický trojúhelník

Postup při rozhodování zahrnuje posouzení investic a to obvykle podle tří základních parametrů tvořících tzv. magický trojúhelník (Šoba, 2013):

- výnosnost,
- rizikovitost,
- likvidita.

Ideální investiční instrument by měl vykazovat co nejvyšší výnosnost při nejnižším riziku a mít nejvyšší likviditu ve vztahu k alternativním instrumentům. Ve skutečnosti však existuje výměna mezi očekávaným výnosem, rizikem a likviditou a tyto faktory se navzájem ovlivňují (obrázek 3). Investor musí stanovit preference a vybrat si určitý cíl z magického trojúhelníku investování. (Musílek, 2002)

Hlavním cílem skoro všech investorů je maximalizace výnosu ve vztahu k riziku a likviditě. Výnos je odměnou za realizaci investičního procesu a motivem pro investování. Investiční výnos je velice složitou kategorií, jelikož ve velké většině investičních případů není výnos zaručen. Investoři jednají na základě očekávaných výnosů a často se stává, že očekávané výnosy nejsou realizovány. (Musílek, 2002)



Obrázek 3 - Magický trojúhelník

Zdroj: (Musílek, 2002)

Výnosy z investice se dělí na dva základní typy (Šoba, 2013):

- Běžný výnos
- Kapitálový výnos

Běžný výnos plyne z držby investičního aktiva, obvykle představuje pravidelně se opakující platby a obdrží jej vlastník daného aktiva. V případě spořicího účtu se jedná o úrok, u obligací (dlouhodobé dluhopisy) o kuponovou (úrokovou) platbu, u akcií o dividendu, která je podílem na zisku společnosti. Může se např. jednat o nájemné u nefinančního investičního aktiva (např. nemovitosti), u přímého podnikání pak o zisk. Běžný výnos zpravidla bývá kladný, avšak např. u přímého podnikání může být i záporný. Naopak dividendy, kuponová platba u obligací, úrok na spořicím účtu či nájemné nemohou být záporné.

Kapitálový výnos vzniká při obchodování s investičním aktivem a plyne ze zvýšení jeho ceny během doby držby a je dán rozdílem mezi prodejní a nákupní cenou investičního instrumentu. Kapitálový výnos na rozdíl od běžného výnosu bývá častěji záporný. Nebývá totiž nic neobvyklého, že investor musí prodat akcie levněji, než je nakoupil. To samé se stává i v případě investování do zlata, nemovitosti apod.

Investiční aktivum může mít pouze běžný výnos (např. akcie s uvažováním neomezené držby, tedy bez uvažování obchodování, nemovitost určená pouze na pronájem, spořicí účet apod.) nebo pouze kapitálový (akcie nevyplácející dividendu, diskontovaná obligace, nepronajímaná nemovitost určena pouze na budoucí prodej, zlato apod.), nebo jak běžný, tak kapitálový výnos (akcie s dividendou určená pro obchodování, kuponová obligace, nemovitost určená na pronájem i na obchodování atd.).

Celkový výnos z aktiva za dobu jeho držby je pak odvozen na základě běžného a kapitálového výnosu. Vypočítá se jako součet všech, za danou dobu obdržených, běžných výnosů a kapitálového výnosu daného rozdílem mezi prodejní a nákupní cenou aktiva. (Šoba, 2013)

Míra celkového výnosu představuje poměr celkového výnosu dosaženého z investičního instrumentu za určité období (obvykle za rok) vůči nákladům vynaloženým na jeho pořízení. Je obecně označována jako „výnosnost“. (Rejnuš, 2014)

Rizikem je podle I. Valové chápána „pravděpodobnost neočekávaného důsledku určitého rozhodnutí, akce nebo události“. I. Valová totiž zmiňuje, že riziko představuje

„míru možné odchylky od očekávaného stavu, bez ohledu na její pozitivní nebo negativní vnímání, přičemž hodnocení je subjektivní“. (Valová, 2010) Skoro stejnou definici rizika uvádí i J. Fotr (2014).

Riziko investice je tím vyšší, čím větší je pravděpodobnost toho, že by investor mohl obdržet z investice jiné výnosy, než očekává. Týká se to jak běžných, tak i kapitálových výnosů. (Šoba, 2013)

Riziko investic je souhrnem více faktorů, přičemž za základní jsou považovány (Musílek, 2002):

1. Úrokové riziko. Mění se hladina úrokových sazeb způsobuje kolísání výnosové míry investičních instrumentů. Cenné papíry jsou ovlivněny tímto faktorem inverzně, tzn. zvýšení úrokových sazeb vede ke snížení cen cenných papírů ceteris paribus (za jinak nezměněných podmínek).
2. Tržní riziko. Je u investic nejznámější a nejobávanější. Má vliv na výnosové míry investičních instrumentů v důsledku fluktuace celkového trhu. Všechny cenné papíry podléhají tržnímu riziku, ačkoliv primárně jsou ovlivňovány ceny akcií. Tržní riziko zahrnuje širokou škálu exogenních faktorů, mezi které se řadí v první řadě očekávání recese, strukturální změny v ekonomice, politické šoky a změny spotřebitelských preferencí.
3. Inflační riziko. Má vliv na reálnou výnosovou míru investičních instrumentů. Vysoká míra inflace může vést k tomu, že investor dosáhne záporné výnosové míry.
4. Podnikatelské riziko. Je spojeno se specifickými problémy jednotlivých firem nebo celého odvětví.
5. Finanční riziko. Finančnímu riziku jsou vystaveny firmy využívající při financování cizí kapitál. Čím větší část aktiv je tvořena cizím kapitálem, tím větší je finanční riziko společnosti.

Při investování se nelze zcela vyvarovat rizika, avšak je důležité ho kontrolovat. Tomu napomáhá kvantifikace rizika. Základem měření rizika je stanovení jeho číselných charakteristik v podobě charakteristik variability (směrodatná odchylka, rozptyl či pravděpodobnost ztráty), neboť riziko souvisí s cenovými pohyby. (Fotr, 2014) Často se používá směrodatná odchylka, která je všeobecně definována jako průměrná čtvercová

odchylka historických nebo očekávaných výnosů od průměrného historického (nebo očekávaného) výnosu. (Šoba, 2013)

O. Šoba definuje likviditu investice jako „její schopnost přeměnit se na nejlídnější finanční aktivum, což je hotové peníze“. Jinak řečeno to znamená, jak rychle (s jakými časovými náklady) a s jak vysokými transakčními náklady (např. poplatky) se nám podaří aktivum zpeněžit. (Šoba, 2013) J. Jílek varuje drobné investory před nelídnými finančními nástroji a doporučuje se jim zcela vyhnout. (Jílek, 2009)

Snížení či dokonce ztráta likvidity aktiva se považuje za další rizikový faktor. Zahrnuje situaci, že z důvodů nízké likvidity investor nebude schopen prodat aktivum v momentě, kdy to bude potřeba, nebo ho prodá výrazně pod cenou. (Syravý, 2014)

V rámci magického trojúhelníku se likvidita občas řadí do vrcholu riziko a tím se investiční trojúhelník mění na tzv. výnosově-rizikový profil investice (resp. poměr dosahovaného výnosu a podstupovaného rizika). Vyjadřuje vztah výnosnosti a rizika, jež zahrnuje i riziko snížení či ztráty likvidity investice. Druhou možností je používání tohoto profilu na lídních trzích a u dostatečně lídních aktiv, kde lze toto riziko částečně zanedbávat. (Šoba, 2013)

3.3.2 Ukazatele kapitálového trhu

Řada existujících poměrových ukazatelů kapitálového trhu vypočtených z finančních výkazů společnosti slouží k tvorbě názorného obrázku o firmě a ke srovnání s jinými společnostmi.

Nejnámějším a nejvyužívanějším ukazatelem je poměr Price/Earnings ratio neboli zkráceně P/E ratio. Jedná se o poměr ceny (kurzu) akcie a čistého zisku na akcii (EPS). Hodnota ukazatele P/E říká, jaký násobek zisku společnosti investor platí v ceně její akcie (Gladiš, 2005) nebo kolik peněžních jednotek je investor ochoten zaplatit za jednu jednotku zisku (Musílek, 2002). Pro stanovení ukazatele P/E ratio lze použít běžné, očekávané či minulé hodnoty zisku a kurzu (ceny) akcie. (Veselá, 2007)

P/BV (Price/Book Value, Price to book ratio, P/B) je poměr mezi tržní cenou (kurzem) akcie a účetní hodnotou připadající na jednu akcii. (Musílek, 2002) Hodnota ukazatele říká, jaký násobek vlastního kapitálu firmy investor platí v ceně její akcie (Gladiš, 2005), tj. je měřítkem „nafouknutí“ kurzu akcie nad účetní hodnotu (kapitál) společnosti

připadající na jednu akcii (Jílek, 2009). P/BV poměr větší než 1 znamená, že kurz akcie je vyšší než účetní hodnota vlastního kapitálu společnosti připadající na jednu akcii. Hodnota nižší než 1 se interpretuje tak, že trh oceňuje akcii pod úroveň její účetní hodnoty. (Musílek, 2002) Ve skutečnosti tržní cena společnosti je téměř vždy vyšší než její kapitál, jelikož investoři optimisticky očekávají růst zisku, a tím i růst kapitálu podniku. Jak uvádí J. Jílek, tento poměr obvykle činí 2 až 10, což znamená, že tržní kapitalizace podniků je běžně 2 až 10krát vyšší než jejich kapitál. Vyšší hodnota ukazatele P/B ratio svědčí o vyšším očekávání investorů vůči společnosti. (Jílek, 2009)

Pro poslední dobu je charakteristické zvýšení zájmu investorů a analytiků o ukazatel P/S ratio (Price to sales ratio). Získává se jako poměr ceny (kurzu) akcie k tržbám společnosti připadajícím na jednu akcii. (Gladiš, 2005) Podobně jako ukazatele P/E a P/BV podává P/S ratio informaci o tom, na kolikanásobek tržeb si investoři cení dané akcie. Ukazatel P/S na rozdíl od ukazatele P/E ratio lze použít i v případě, když firma vykáže minimální zisk či dokonce ztrátu. Avšak omezením pro širší využití ukazatele je skutečnost, že údaje o něm nejsou běžně dostupné tak jako v případě ukazatele P/E ratio a nelze je najít v kurzovních listcích, odborném tisku či na internetových stránkách. (Veselá, 2007)

Zisk/ztráta na akcii (earnings per share) je jediným ukazatelem, jenž se musí objevit ve výkazu zisku a ztráty. Ukazatel podává podstatné informace o výkonu společnosti a představuje čistý zisk (výsledek hospodaření) společnosti připadající na jednu akcii. EPS se vypočítává jako podíl zisku nebo ztráty vůči počtu vydaných běžných akcií v témže roce. Výše EPS je mimo jiné ovlivněna volbou účetních metod, jež nemusí být shodné u různých společnostech, a proto by se mělo srovnání EPS mezi firmami dělat s obezřetností. (Gladiš, 2005)

Dividendový výnos (Dividend yield, DY) je kalkulován jako podíl akciové dividendy a ceny (kurzu) akcie. Ukazatel měří část výnosu investora dosaženého v důsledku výplaty důchodů v podobě peněžních (hotovostních) dividend. (Veselá, 2007) V jiné interpretaci dividendový výnos ukazuje tu část tržní hodnoty, která se vrací zpět k investorovi ve formě dividend. (Gladiš, 2005) J. Jílek ale předpokládá, že dnešní investoři věnují větší pozornost růstu cen akcií a dávají menší důraz na dividendy. (Jílek, 2009)

Tržní kapitalizace odráží celkovou hodnotu akcií firmy na trhu. Získá se jako součin všech vydaných akcií firmy a aktuální ceny akcií na trhu. (Thomsett, 2009)

Návratnost vlastního kapitálu (return on equity, ROE) se vypočítá jako podíl zisku po zdanění a vlastního kapitálu společnosti. Při posuzování akciových titulů udává výnosovou míru v procentech vzhledem k vlastnímu kapitálu společnosti. Nejde o návratnost investice do akcií, ROE se totiž nevztahuje na cenu, za kterou investor dané akcie koupil, ale vypovídá o tom, jaká je ziskovost firmy vůči kapitálu, se kterým hospodaří, jak efektivně se používá vložený kapitál. (Glása, 2010) Obdobně jako v případě ostatních finančních ukazatelů, ROE je nejlépe použit u firem stejného oboru. (Jílek, 2009)

Výnosnost aktiv (return on assets, ROA) představuje podíl zisku po zdanění a aktiv společnosti. (Jílek, 2009)

Koeficient beta měří relativní volatilitu investičního aktiva vůči trhu. Trhu je přisouzena beta s hodnotou jedna. (Gladiš, 2005) Je-li koeficient beta roven jedné, znamená to, že se výnosnost určité akcie přesně shoduje s výnosností trhu. Je-li beta vyšší nebo nižší než 1, označuje situaci, kdy se výnosnost akcie mění víc nebo míň než výnosnost trhu. (Gladiš, 2005)

3.3.3 Metody analyzování akcií

V zásadě existují tři zcela rozdílné základní metody používané ke zkoumání a analyzování vývoje akciových kurzů (Musílek, 2002):

- fundamentální analýza,
- technická analýza,
- psychologická analýza.

Pro vysvětlení kurzových pohybů vedle již zmíněných druhů analýz se dá použít i tzv. teorie efektivních trhů. Je postavena na předpokladu, že vývoj cen (kurzů) akcií má charakter náhodné procházky (random walk) a aktuální kurz akcie je výsledkem mnoha náhodných událostí a není předvídatelný. (Jílek, 2009) Na rozdíl od ostatních analytických přístupů teorie efektivních trhu nepřipouští možnost dosahování opakovaného nadprůměrného výnosu za delší období. (Veselá, 2007) Překonat trh nelze. Teorie efektivního trhu Eugena Fama (1939) trvá na tom, že ceny akcií zahrnují veškeré odpovídající informace. Z toho plyne, že neexistují ani podhodnocené, ani nadhodnocené akcie. V praxi je ale známé, že kurzy akcií značně kolísají v období před vyhlášením zisku společnosti. Reakce cen akciových titulů na oznámení o zisku závisí na tržní efektivnosti. Na vysoce efektivním trhu by oznámení údajů o výši zisku podniku nemělo žádný vliv na

chování kurzu akcií. (Jílek, 2009) Ekonometrický výzkum finančních trhů v 80. letech 20. století ale ukázal, že teorie efektivních trhů není schopna uspokojivě vysvětlit celou řadu jevů existujících na akciových trzích, tzv. anomálie. Anomálie se týkají např. kalendářních efektů, efektu nízkého P/E, cenových bublin, efektu štěpení akcií aj. (Tregler, 2005)

Výše zmíněné tři metody se z různých hledisek, pomocí rozdílné metodologie a s rozdílnými postupy a nástroji pokouší o analýzu a potom i o prognózu vývoje akciových kurzů a to buď v kratším nebo delším časovém horizontu.

Každý z těchto analytických přístupů má své zastánce a odpůrce, navíc se v průběhu let mění jejich obliba mezi analytiky. Jak uvádí J. Veselá, posledních několik desítek let pozici nejvyužívanější, nejvšestrannější a jednoznačně oblíbenější analýzy udržuje analýza fundamentální.

S přihlédnutím ke schopnosti fundamentální analýzy rozpoznávat na trhu správně a špatně oceněné akcie ji lze považovat za jediný analytický přístup, který umožňuje provádět „stock picking“, tedy selekci atraktivních akciových titulů do investičního portfolia. (Veselá, 2007) Technická analýza pak umožní nákup akcií načasovat. (Turek, 2008) Vzhledem k zaměření diplomové práce bude podrobněji objasněna především fundamentální analýza.

3.3.3.1 Fundamentální analýza

Fundamentální akciová analýza se zaměřuje na zkoumání podstatných firemních fundamentálních charakteristik a faktorů působících na cenu akcie. (Radová, 2009) Vychází z finančních výkazů, zpráv o výsledcích, prohlášení o výplatách dividend a jiných dokumentů. (Thomsett, 2009) Analýza se provádí na úrovni makroekonomické, odvětvové a na úrovni jednotlivých společností. (Turek, 2008) Ve výsledku je stanovena určitá vnitřní hodnota akcie představující teoreticky správnou cenu akcie, za kterou by se akcie měla v daném okamžiku z fundamentálního hlediska obchodovat a která je posléze porovnávána s aktuálním kurzem na trhu. Akcie jsou následně kategorizovány na podhodnocené, nadhodnocené nebo správně oceněné a z toho je odvozeno případné investiční doporučení. (Radová, 2009)

Fundamentální analýza vychází z předpokladu, že každá akcie má svoji vnitřní hodnotu, kterou lze stanovit. (Musílek, 2002) Akciový kurz pak z nejrůznějších příčin většinou neodpovídá vnitřní hodnotě a neustále kolem ní osciluje. Jak se domnívá J. Veselá, může to být vysvětleno tím, že vnitřní hodnota akcie zohledňuje nejen všechny současné,

ale i očekávané fundamentální faktory (firemní, odvětvové, globální), zatímco tržní kurz představuje výsledek střetu nabídky a poptávky po daném akciovém titulu. (Veselá, 2007)

Všeobecně je základní myšlenkou kupovat podhodnocené akcie, jejichž cena je hluboko pod jejich vnitřními hodnotami. (Gladiš, 2005) Tyto akcie jsou pro investory atraktivní, jelikož do budoucna lze očekávat zvyšování jejich kurzů vůči vnitřním hodnotám. Nadhodnocené akcie naopak nepředstavují dobrou investiční příležitost vzhledem k pravděpodobnému poklesu poptávky po nich, a tudíž i k poklesu kurzů akcií. V případě správně oceněných akcií se doporučuje vyčkat a zareagovat až později v souladu s budoucími pohyby cen akcií. (Veselá, 2007)

Fundamentální analýza disponuje celou řadou metod a modelů pro stanovení vnitřní hodnoty. V zásadě lze postupovat dvěma různými způsoby (Gladiš, 2005):

1) U předem vybrané akcie investor odhadne vnitřní hodnotu a pak ji porovná s cenou akcie. Vnitřní hodnota je stanovena absolutně. J. Veselá se podrobně zabývá těmito modely a uvádí, že do této skupiny patří (Veselá, 2007):

- a) dividendové diskontní modely,
- b) ziskové modely,
- c) model cash flow,
- d) bilanční modely.

První tři modely vycházejí z budoucích příjmů, které by za určitých podmínek mohl obdržet investor. Do modelů lze taky zahrnout přeměnu časové hodnoty peněz.

Bilanční modely odvozují vnitřní hodnotu akcií z účetních výkazů a to buď bez úpravy čerpaných údajů (účetní hodnoty), nebo s ohledem na aktuální situaci, výhled do budoucnosti nebo účel ohodnocení (substanční, reprodukční nebo likvidační hodnoty).

2) Pro výběr vhodných akcií investor stanoví sadu podmínek, při jejichž splnění lze očekávat, že mezi aktuálním kurzem a vnitřní hodnotou akcie je dostatečně velký bezpečnostní polštář, aniž by bylo nutné přímo vypočítávat vnitřní hodnotu akcie. Tuto skupinu tvoří modely založené na relativním srovnání.

Řada autorů se shoduje, že výpočet vnitřní hodnoty je velice subjektivní záležitostí (Jílek, 2009; Gladiš, 2005; Šoba, 2013). Různé modely aplikovány na tutéž akcii paradoxně dávají různé vnitřní hodnoty. Uživatel vždy přináší do modelu velkou dávku subjektivity. (Gladiš, 2005) V jednom okamžiku na jednom trhu může teoreticky existovat až nekonečně mnoho vnitřních hodnot akcie. Je to dáno tím, že každý investor používá různé metody a

postupy pro výpočet vnitřní hodnoty, očekává od dané akcie jiné peněžní toky a jinou požadovanou výnosnost. (Šoba, 2013) Je běžná situace, kdy rozdíly ve vnitřních hodnotách akcie vypočtených podle různých metod se pohybují ve stovkách procent. (Jílek, 2009)

Relativní modely porovnávají poměrové ukazatele skupiny akcií mezi sebou navzájem. Výsledkem potom není explicitně vyjádřená vnitřní hodnota akcie, nýbrž míra relativní levnosti akciového instrumentu ve srovnání s celým trhem, odvětvím či skupinou podobných akcií. Výhoda relativních modelů ve srovnání s modely založenými na diskontovaném cash flow spočívá v menší pracnosti, menších nárocích na projekce a předpoklady ohledně budoucnosti a v možnosti snadného kvantitativního třídění velkého množství dat. Nevýhoda relativních modelů spočívá v nemožnosti vyčíslení vnitřní hodnoty akcie v absolutním vyjádření. Udávají jen představu o tom, o kolik je zkoumaná akcie levnější nebo dražší než ostatní akcie přijaté ke srovnání. Celá srovnávací skupina může být výrazně nadhodnocena či podhodnocena a relativní levnost jedné akcie nezaručuje její absolutní levnost. (Gladiš, 2005)

V relativních oceňovacích modelech se používá celá řada poměrových ukazatelů. Mezi nejpoužívanější patří PE, PB a PS. Dalšími ukazateli často používanými pro srovnání jsou DY nebo ROE. (Gladiš, 2005).

P/E ratio je nejpoužívanějším ukazatelem kapitálového trhu hned z několika důvodů. Je snadno pochopitelný, jednoduše se počítá, je dostupný pro všechny firmy a zahrnuje v sobě i názor trhu na takové vlastnosti společnosti jako její růst a riziko. (Gladiš, 2005) Základní informace o ukazateli lze najít v kapitole 3.3.2.

Ukazatel P/E ratio slouží ke srovnání akcií mezi sebou z hlediska atraktivity akciových titulů a budoucích výnosových perspektiv. Stejně důležité je i použití poměru P/E ke kalkulaci vnitřní hodnoty akcie (ziskové modely). Dále se ukazatel využívá k hodnocení investiční strategie prostřednictvím porovnání aktuální atraktivity akcie s atraktivitou vykazovanou akcií v minulosti. (Veselá, 2007)

V dlouhodobém výhledu mají akcie s nižší hodnotou P/E tendenci mít lepší výsledky než akciové tituly s vysokým P/E. Trh obvykle akcie, které jsou zrovna v oblibě, nadhodnocuje, a tudíž se ceny mohou výrazně zvyšovat.

P/E ratio může sloužit jako jedno kritérium volby při selekci vhodných akcií. Investor si může například stanovit pravidlo, že nebude kupovat akcie s hodnotou P/E vyšší než 15.

Na druhou stranu mimořádně nízké hodnoty poměru P/E jsou charakteristické pro konzervativní akcie, kde možnosti dosažení přijatelného zisku jsou omezeny. Akcie s mimořádně vysokým P/E taktéž nepředstavují ideální volbu kvůli větší než průměr nestabilitě. Z výše uvedeného vyplývá, že je rozumné volit akcie se střední úrovní P/E ratio. (Thomsett, 2009)

Podstatným omezením analytického využití poměru P/E je fakt, že v případě výkazu ztráty firmou, nemá smysl P/E ratio počítat. Kromě toho veličina čistého zisku může být výrazně zkreslena používanou účetní a daňovou metodikou a to se promítne i do výsledné hodnoty poměru P/E. Dále veličina zisku společnosti může v jednotlivých letech kolísat. Vyšší kolísavost lze potom očekávat i u ukazatele P/E ratio. (Veselá, 2007)

Mělo by se brát v úvahu taky to, že se v jednotlivých ekonomikách či odvětvích průměrná hodnota ukazatele P/E ratio značně liší. To je způsobeno tím, že ukazatel ovlivňují nejen firemní faktory, ale i faktory specifické pro danou ekonomiku nebo odvětví. (Veselá, 2007) Další slabinou je příliš krátký analyzovaný úsek, P/E poměr zachycuje zisk společnosti pouze za posledních 12 měsíců. (Gladiš, 2005)

Uvedené problémy lze částečně odstranit tím, že se provede srovnání ještě dalších ukazatelů. Co se týče četnosti použití, hned dalším poměrovým ukazatelem za P/E je ukazatel P/B ratio. Základní informace o něm lze taky najít v kapitole 3.3.2.

P/BV ratio lze kalkulovat a použít k ohodnocení akciových titulů i v situaci, kdy firma nevyplácí dividendy, a proto není možné využít dividendových diskontních modelů. Některé druhy ukazatele P/BV ratio je možné stanovit a použít dokonce i v případě, kdy společnost vykáže ztrátu, což je omezením pro použití poměru P/E ratio. Metody založené na poměru P/BV jsou alternativní metodám ohodnocování založeným na dividendách, cash flow, ziscích a tržbách. (Veselá, 2007)

Stejně jako v případě P/E ratio existují omezení použití i ukazatele P/BV ratio. Ukazatel je extrémně citlivý na účetní metodiku, praktiky a postupy aplikované ve firmě. Není vhodné proto srovnávat hodnoty P/BV ratio mezi firmami a zeměmi s rozdílnými účetními metodikami a používanými praktikami. Vypovídací schopnost P/BV ratio je nižší než u P/E a P/S a hodně se o ní diskutuje mezi analytiky, nicméně hodnota tohoto poměru má vždy odrážet očekávání investorů a analytiků ohledně budoucích zisků společnosti a dalších důležitých faktorů. (Veselá, 2007) Tento ukazatel se nejlépe používá u společností

se stabilním vlastním jměním (např. banky a další finanční instituce), avšak v případě firem poskytujících určité druhy služeb má účetní hodnota malou vypovídací schopnost, poněvadž takové společnosti disponují jen minimálním množstvím dlouhodobých aktiv. (Gladiš, 2005)

Nakupování akcií s nízkým poměrem P/BV a prodej akciových titulů s vysokou hodnotou P/BV ratio je jednou ze značně rozšířených investičních strategií. Poměrně úspěšnou je strategie, při které se investor zaměřuje na akciové instrumenty s nízkou hodnotou ukazatele P/BV a současně s vysokou rentabilitou vlastního kapitálu (ROE). (Musílek, 2002) Takové akcie mají vysoký výnos a zároveň nízkou cenu, což jsou rysy typické pro podhodnocené akcie vhodné ke koupi. Pro nadhodnocené akcie, jež by měl investor neprodleně prodat, je naopak specifická vysoká hodnota ukazatele P/BV a zároveň nízká hodnota ukazatele ROE, což signalizuje nízký výnos produkovaný společností a také přecenění výnosového potenciálu firmy investory. (Veselá, 2007)

V posledních letech investoři a analytici na akciových trzích stále víc sledují tržby společností. Používání ukazatele P/S ratio se stává značně populárním. Velkou výhodou tohoto ukazatele je možnost jeho stanovení pro ty společnosti, jež v posledním účetním období žádného zisku nedosáhly. Kromě toho jsou tržby společností na rozdíl od vykázaného zisku jen obtížně manipulovatelné managementem akciové společnosti. Obzvláště v případě cyklických firem je patrná taky menší kolísavost ukazatele P/S než ukazatele P/E. (Musílek, 2002) Vysoká volatilita a nestabilita zisku se promítá do vývoje ukazatele P/E ratio, což ztěžuje jakoukoliv analýzu a prognózu. (Veselá, 2007)

Ukazatel P/S ratio by však neměl být používán izolovaně. Je nezbytné si hlídat i výši ziskové marže. (Musílek, 2002) Společnost tak může mít stále stejné tržby, ale ve skutečnosti se jí snižuje zisk kvůli změně marže. (Štýbr, 2011) Je vhodné proto vybírat akcie s nízkou hodnotou ukazatele P/S a současně s vysokou hodnotou ziskové marže. (Musílek, 2002) Širší využití ukazatele omezuje fakt, že údaje o něm nejsou běžně uváděny v kurzovních lístcích, odborném tisku či v analytických zprávách v takové míře, jako je tomu v případě ukazatelů P/E ratio a P/BV ratio. (Veselá, 2007)

Fundamentální analýza se setkává též s problémem obtížnosti získávání a věrohodnosti potřebných dat. Jsou-li finanční údaje zkreslené, je vnitřní hodnota vyčíslena

špatně. Cena akcií je nadhodnocená a akcie jsou předražené již v době, kdy ji investor kupuje. (Jílek, 2009)

3.3.3.2 Technická analýza

Studium již existujících definic pojmu technická analýza umožnilo zformulovat autorce této diplomové práce následující vlastní definici, která komplexně odráží podstatu této metody:

Technická analýza je analytickým přístupem, jenž vychází z dat o vývoji cen akcií a objemu obchodování znázorněných v grafické podobě, a na základě studia grafů se pokouší o prognózování kurzových pohybů a budoucích trendů cen akcií.

Technická analýza je postavena na publikovaných tržních datech, jako jsou tržní ceny jednotlivých akcií, objemy obchodů, technické indikátory a indexy. (Musílek, 2002) Nezaměřuje se na stanovení nějaké teoretické, správné ceny akcie, ale spíše na identifikaci změn v kurzech akcií v relativně krátkém období. (Radová, 2009) Zabývá se studiem nabídky a poptávky po akciích. (Turek, 2008) Teoretické východisko technické analýzy lze najít v Dowově teorii původně vyvinuté v 80. a 90. letech 19. století. (Thomsett, 2009) V dnešní době se k potřebám technické analýzy využívají počítačové programy a moderní matematicko-statistické postupy. (Jílek, 2009) V rámci technické analýzy byly vyvinuty stovky nástrojů, jež lze rozdělit do dvou obsáhlých skupin, kterými jsou grafické metody (charting) a technické indikátory. (Veselá, 2007)

Definiční znaky technické analýzy lze shrnout do tří bodů:

1. Technická analýza je založena na hypotéze, že tržní cena akcií odráží všechny potřebné informace a faktory, včetně psychologických, které ji mohou ovlivnit. Technická analýza studuje samotný trh, pohyb kurzu sám o sobě a nikoli faktory a příčiny pohybu. Někdy je tato analýza nazývána analýzou nabídky a poptávky (Jílek, 2009), neboť, jak uvádí Musílek (2002), tržní cenu a její trend ovlivňuje posun nabídky a poptávky, který ze své strany může být identifikován prostřednictvím studia historických cen akcie a objemů obchodů. (Musílek, 2002)
2. Existují vzory v pohybu kurzů, které se pravidelně opakují. Techničtí analytici jsou přesvědčeni o jejich existenci a pokoušejí se je různými postupy

identifikovat. Včasné a správné rozpoznání typu vzoru umožňuje prognózovat budoucí vývoj akciového kurzu. (Veselá, 2015)

3. Historie se opakuje. Na základě svého pozorování techničtí analytici dospěli k závěru, že většina grafických formací se v čase opakuje, jelikož i lidská psychika se s postupem času téměř nemění. (Veselá, 2015)

Nejzásadnějším problémem technické analýzy však zůstává fakt, že se historie neopakuje přesně a není možné očekávat i přesné opakování vzorů. Výsledky analýzy se tak stávají závislé na subjektivním úsudku analytika. (Veselá, 2007)

Za další omezení lze považovat fakt, že se běžné technické indikátory spíše koncentrují na velmi krátké časové období (několik dnů či týdnů). Nákupní a prodejní signály tudíž jsou generovány bez ohledu na to, zda trh jako celek nebo jednotlivé akciové tituly jsou dlouhodobě podhodnoceny či nadhodnoceny. (Tregler, 2005) Většina metod není zbavena rizika poskytnutí falešných signálů. Jiné metody nabízejí více způsobů interpretace, a tak dva analytici mohou dospět ke zcela odlišným výsledkům nejen z hlediska času, ale i z hlediska typu investičního doporučení. (Veselá, 2015)

Rozsáhlá metodologická základna technické analýzy může představovat další problém. Některé indikátory se totiž jeví poměrně komplexními postupy, mohou se mezi sebou lišit pouze v detailech, což komplikuje porozumění, aplikaci a interpretaci a vede k nejednoznačným závěrům.

Na druhou stranu technická analýza není náročná na vstupní data a podstata většiny používaných nástrojů je velmi jednoduchá. (Veselá, 2007)

Technická analýza je schopna určit „kdy se co stane“, tzn. že je vhodná pro „timing“ čili načasování nákupů a prodejů, ale nemůže odpovědět na otázky týkající se správného ocenění akcií a tudíž není aplikovatelná při výběru titulů k investování. (Veselá, 2007) Vzhledem k omezené sféře využití a nevhodnosti metody vůči cílům této práce nemá smysl ji dále rozebírat.

3.3.3.3 Psychologická analýza

Investiční rozhodnutí je vždy rozhodnutím subjektivním, v nezanedbatelné míře je ovlivněno lidskými emocemi. (Veselá, 2007) Navíc se investor nerozhoduje v izolovaném prostředí, ale stává se součástí „kolektivní investiční hry“. Investoři se nacházejí pod silným tlakem masové psychologie, jež je patrná na kapitálových trzích především v krátkém

období, a chování investorů tím pádem může být značně ovlivněno a modifikováno. (Musílek, 2002)

Psychologická strategie je dle různých autorů založena na předpokladu, že psychologické reakce investorů a psychologie chování vůbec je velmi významným kurzotvorným faktorem obzvláště v krátkodobém investičním horizontu. Základní idejí je odhalit chování většiny a přelstít ji.

Ve srovnání s fundamentální a technickou analýzou se jeví psychologická analýza jako okrajový a spíše doplňkový analytický přístup. V mnohém se od nich liší, dokonce i v předmětu zkoumání. Středem pozornosti fundamentální a technické analýzy je vždy cenný papír, a to buď z hlediska jeho „správné ceny“ nebo z hlediska kurzových pohybů. Psychologická analýza však primárně zkoumá chování investorů na burzách a pohyby kurzů, popř. objemy obchodování považuje pouze za sekundární informace, za pomoci kterých je psychologický analytik schopen odvodit aktuální chování investorů. Jinak řečeno psychologický analytik hledá impuls, který způsobil to, že investoři masově nakupovali (tedy poptávali) akciové instrumenty, což vyvolalo vzestup jejich kurzů, anebo masově prodávali (tedy nabízeli) akcie, což podnítilo pokles kurzů. (Veselá, 2007)

Psychologický přístup pro vysvětlení a prognózu chování akciových kurzů není v takové míře teoreticky rozpracován, jako fundamentální či technický přístup, ale přesto lze rozlišit několik základních teorií, jež vysvětlují vliv masové psychologie na kapitálové trhy. Již více než před sto lety Gustavem Le Bonem (1994) byla velice precizně a zároveň také srozumitelně zformulována teorie o základních rysech a principech davové psychologie. (Musílek, 2002)

Jeho závěry vědomě či nevědomě využívali někteří investoři, kteří své poznatky a zkušenosti začlenili do ucelených investičních teorií, které se dnes považují za základní stavební kámen psychologické analýzy. Nejznámější z těchto teorií opublikovány v pracích A. Kostolanyho, J.M. Keynesa, G. Drasnara, I. Epsteinové a D.Garfielda. (Musílek, 2002)

3.4 Přístupy k tvorbě investičního portfolia

Portfoliovou investicí neboli portfoliem je chápán určitý soubor investic. Konstruování portfolia představuje investiční strategii, jež umožňuje optimalizovat zhodnocení kapitálu vůči riziku jeho umístění. Portfoliovou investicí je tedy řešen problém diverzifikace rizika. (Pavlát, 2005)

Existuje víc způsobů konstruování portfolia a různí autoři se zabývali tímto tématem. H. M. Markowitz a W.F. Sharpe jsou nejznámější představitelé oblasti teorie portfolia. (Valach, 2010)

V 50. letech 20. století Harry Markowitz vytvořil teorii portfolia, kde podotknul, že riziko investování do jakéhokoliv dalšího aktiva je závislé na rizikovosti jiných aktiv v portfoliu a na novou investici by nemělo být pohlíženo separátně, ale ve světě toho, jak přispívá ke změně výnosu a rizikovosti celkového portfolia. Vliv rizika jednotlivého aktiva na rizikovost portfolia závisí na míře korelace, kterou vykazují výnosy jednotlivých aktiv. Požaduje-li investor nižší rizikovost portfolia, je pak potřeba v něm kombinovat taková aktiva, jež nejsou perfektně pozitivně korelovaná. (Musílek, 2002)

Model Markowitze se jeví jako velice efektivní přístup k tvorbě portfolia, ale na současných světových trzích, kde se obchoduje několik tisíc investičních instrumentů, jeho praktická využitelnost je i s použitím výpočetní techniky velice omezena, a to právě kvůli výpočtu korelačních koeficientů. (Musílek, 2002)

V praxi proto našel větší uplatnění jednoduchý indexní model, který představuje zjednodušenou verzi modelu Markowitze. Tento model vytvořil W. Sharpe v roce 1963. Model umožnil vyřešit technické problémy související s velkým množstvím výpočtů korelačních koeficientů v modelu Markowitze tím, že chování výnosové míry jednoho instrumentu není posuzováno ve vztahu k ostatním investičním instrumentům, ale ve vztahu k tržnímu indexu. (Reilly, 2012)

K tvorbě investičního portfolia lze využít také metody operačního výzkumu., např. v této diplomové práci budou aplikovány modely vícekriteriální analýzy variant a lineární optimalizace. Vícekriteriální hodnocení variant použil ve své diplomové práci i A. Borovička, který se zabýval sice ne tvorbou portfolia, ale výběrem jednoho akciového titulu k investování. (Borovička, 2010) Zajímavá je taky disertační práce A. Borovičky, kde autor řeší problém tvorby investičního portfolia podílových fondů pomocí dvoufázové rozhodovací procedury, navržené na základě fuzzy přístupů, přizpůsobených fuzzy metod vícekriteriálního hodnocení variant a fuzzy metod vícekriteriálního programování. (Borovička, 2015)

4 Přístupy a postupy řešení rozhodovacích procesů

Tato kapitola se zaměřuje na rozhodovací procesy obecně, neboť investiční rozhodování je specifickým případem rozhodovacích problémů. Kapitola udává základní informace o rozhodovacích procesech, popisuje přístupy a postupy řešení.

4.1 Rozhodovací procesy

J. Fotr chápe rozhodovací proces jako postup řešení rozhodovacích problémů, tj. problému s několika (alespoň dvěma) variantami řešení. (Fotr, 2014) J. Dudorkin uvádí podobnou definici, kde se rozhodovacím procesem rozumí akt výběru jedné alternativy z několika variant. (Dudorkin, 2003) Cílem je volba alternativy, jež je z určitého hlediska nejvýhodnější. Pro rozhodovatele není ne na začátku zřejmé, která z jednotlivých variant je nejlepší, jelikož v okamžiku rozhodnutí nejsou přesně známe efekty a důsledky realizace variant. Velkou roli hraje postoj řešitele k riziku, a proto se ne vždy jako nejlepší volí alternativa s maximální nebo minimální výplatou (v návaznosti na typ účelové funkce). (Šubrt, 2015)

Rozhodovací proces se dělí do určitých etap (fází) složených ze vzájemně závislých a návazných činností. Existuje víc způsobů dekompozice rozhodovacího procesu a jako příklad bude uveden všeobecně známý přístup Simona, který dělí celý proces do čtyř etap (aktivit) (Fotr, 2003):

1. Intelligence (analýza okolí). V této fázi se zjišťují podmínky vyvolávající nutnost rozhodování, jsou identifikovány rozhodovací problémy a stanoveny jejich příčiny.
2. Design (návrh řešení). Fáze je zaměřena na hledání, tvorbu, rozvíjení a analýzu možných směrů činnosti.
3. Choice (volba řešení). Zahrnuje hodnocení alternativních směrů činnosti navržených v předchozí etapě a volbu konkrétní varianty určené k realizaci.

Rozhodovací procesy lze třídit pole počtu kritérií hodnocení na jednokriteriální a vícekriteriální rozhodování.

Rozhodovací procesy (rozhodovací problémy) lze také klasifikovat podle jejich složitosti a možnosti algoritmizace a to na dobře a špatně strukturované (Fotr, 2003):

- Dobře strukturované rozhodovací problémy bývají označovány jako jednoduché, algoritmizované a zpravidla se opakovaně řeší pomocí rutinních postupů řešení.

Proměnné vyskytující se v nich lze vesměs kvantifikovat a hodnotit podle jednoho kvantitativního kritéria hodnocení.

- Špatně strukturované rozhodovací problémy jsou svým charakterem do určité míry nové, neopakovatelné a nemají stanovené standardní procedury řešení. Vyžadují od rozhodovatele tvůrčí přístup, využití rozsáhlých znalostí, zkušeností a intuice.

V reálném prostředí vyloženě dobře a špatně strukturovaných problémů je málo, jedná se spíše o abstraktní pojmy. Většina problémů představuje jakousi kombinace obou typů, často ovšem s převahou rysů buď dobře, nebo špatně strukturovaných problémů.

Problém a jeho typ se určuje spolu s dalšími náležitostmi zahrnujícími cíl rozhodování, příčiny vzniku atd. na začátku rozhodovacího procesu ve fázi Intelligence. Pro tyto účely lze použít systémovou analýzu, kterou popisuje další kapitola.

4.2 Systémová analýza

Ačkoli v současné době není stanovena jednoznačná a obecně přijímaná definice systémové analýzy, lze ji chápat jako relativně samostatnou aplikační disciplínu systémové vědy představující soubor metod, technik, úloh a postupu k jejich řešení, které umožňují „zjištění a zabezpečení systémových vlastností objektů, projektování a tvorbu objektů s určitými systémovými vlastnostmi a jejich řízení“. (Dudorkin, 2003)

Předmětem zkoumání systémové analýzy jsou složité a rozsáhlé objekty, procesy a problémy s rozpoznatelnými systémovými vlastnostmi. (Dudorkin, 2003)

Systémová analýza je ve velké míře postavena na teorii systémů a systémovém přístupu.

Systémový přístup lze chápat jako „účelový způsob myšlení nebo řešení problémů, přičemž zkoumané jevy a procesy jsou chápány komplexně v jejich vnitřních a vnějších souvislostech“. Aplikace systémového přístupu si klade za cíl pochopení a popis problému a následné jeho řešení. (Vytlačil, 2007)

Základním pojmem teorie systémů je pojem systém.

Systém je „účelově definovaná množina prvků a vazeb mezi nimi, která spolu se svými vstupy a výstupy vykazuje jako celek ve svém vývoji kvantifikovatelné vlastnosti a chování“. (Vodáček, 1997)

Rozpoznání (též „identifikace“) systému patří k nejdůležitějším a nejobtížnějším úlohám systémové analýzy a systémové vědy. Systém lze definovat na určité části objektivní

reality označované jako objekt. (Dudorkin, 2003) Nalezení struktury systému je prvořadým úkolem procesu rozpoznání systému. (Votruba, 2008) Využívá se při tom obecně přijímaných pojmů, které budou níže definovány.

Dále nedělitelné na dané rozlišovací úrovni části systému se nazývají prvky systému. Způsob vzájemného spojení mezi dvěma prvky systému, resp. mezi prvkem systému a prvkem okolí představuje vazbu systému. (Dudorkin, 2003)

Vstupem systému se rozumí „vnější vazba systému, jejímž prostřednictvím působí podstatné okolí na systém“. Výstup systému se objevuje jako vnější vazba systému, jejímž prostřednictvím působí systém na své podstatné okolí. (Dudorkin, 2003)

Okolí systému je účelově definovaná množina prvků, které nejsou prvky daného systému, ale mají k němu podstatný vztah, který se realizuje vnějšími vazbami (vstupy a výstupy). (Vytlačil, 2007)

V návaznosti na existenci vnějších vazeb systému jsou rozlišovány uzavřené nebo otevřené systémy. Pro uzavřený systém není definovaná žádná vazba na okolí, takže systém nemá ani vstupy, ani výstupy.

Otevřený systém je propojen s okolím vazbami, má tedy alespoň jeden vstup nebo výstup. (Dudorkin, 2003) Chování otevřených systémů lze posoudit pouze v kontextu prostředí, v němž se systém nachází. (Vytlačil, 2007) Určení hranic systému spočívá na jednu stranu v nalezení hraničních prvků, tj. prvků systému s vazbou na okolí, a na druhou stranu ve vymezení prvků systému, tj. zjišťování počtu prvků.

Systémy se dále dělí na statické a dynamické. Stav statického systému se v čase nemění, zatímco dynamický systém mění svůj stav s postupem času.

Zajímavým typem systému je systém s cílovým chováním. Ten reaguje na podněty takovým způsobem, který ho směřuje k dosažení požadovaného cíle. (Dudorkin, 2003)

Systémová analýza rozlišuje také dva typy systémů (tvrdé a měkké) a v návaznosti na to dvě různé metodologie. Tvrdost nebo měkkost systému je dána tím, do jaké míry se dá rozpoznat a popsat exaktními prostředky. Systém bývá označován jako tvrdý v případě, že má rozpoznatelnou strukturu a lze ji explicitně vyjádřit za použití formálních prostředků. Měkký systém je systém obtížně identifikovatelný, často ani nelze stanovit jeho hranice a obtížně jde rozpoznat jeho strukturu. (Vytlačil, 2007)

Tvrdé systémy mají deterministický nebo stochastický charakter chování, které lze predikovat a předvídat reakci systému na změny okolí. Chování měkkého systému je naopak

neurčitě, nelze jej předvídat. Měkký systém kromě toho závisí na lidském činiteli, a proto by mělo řešení problému být optimální nejenom z ekonomického či technického hlediska, ale též z hlediska sociální přijatelnosti. (Checkland, 2011)

V reálném světě mnoho systémů vykazuje zároveň rysy tvrdých a měkkých systémů a spadají tím pádem do obou druhů. (Vytlačil, 2007)

Metodologie tvrdých systémů mají velice dobře propracovaný a prověřený aparát postavený hlavně na úlohách operačního výzkumu, na úlohách na systému, na aplikované matematice, informatice a teorii systémů. Patří ke klasickým nástrojům systémového inženýrství. Jejich silnými stránkami jsou přenositelnost, objektivita, dokazatelnost tvrzení (vět), možnost algoritmizace a automatizace řešení. Hlavní nevýhoda spočívá v nebezpečí deformace obsahu (sémantiky) úlohy vyplývající z toho, že „tvrdé“ nástroje jsou do jisté míry agresivní a nemodelují přesně stav reálného objektu, neboť zobrazení řešeného problému je podřízeno syntaxi použitých formalizovaných prostředků. Další slabinou je nepoužitelnost tvrdých metodologií v případech vysoké složitosti. (Votruba, 2008)

Metodologie měkkých systémů akcentují důležitost úplného poznání a vystižení objektů a jejich vlastností a to dokonce i na úkor formální přesnosti. Přenositelnost metod je realizovatelná jen na úrovni příkladů, které mohou být využity pouze jako vzory, ne jako přímé návody k řešení. Jako nevýhodu nelze neuvést metodickou nehomogenitu, která nedovoluje formálními prostředky kontrolovat chod řešení a kvantitativně vykazovat dosažené efekty. Tradiční formalizované prostředky se dá zde využít jen v omezené míře a měkké metodologie jsou spíše o pragmatických postupech odvozených ze zkušeností a řešení konkrétních problémů. (Votruba, 2008)

Jak bylo výše zmíněno, metodologie tvrdých systémů je postavena kromě jiného na úlohách operačního výzkumu. V následující kapitole bude charakterizována jedna z relativně mladých disciplín operačního výzkumu a tím je vícekriteriální rozhodování a konkrétně vícekriteriální analýza variant.

4.3 Vícekriteriální analýza variant

Jedním z nástrojů systémového přístupu pro řešení rozhodovacích problémů jsou modely vícekriteriálního rozhodování.

Modely vícekriteriálního rozhodování popisují rozhodovací problémy, ve kterých se důsledky rozhodnutí posuzují dle více kritérií. Téměř každá rozhodovací situace je

charakterizována vícekriteriálností, což vnáší do řešení problému určité obtíže a konflikty, jež vyplývají z kontroverznosti kritérií. Varianta, která je nejlépe hodnocena podle jednoho kritéria, zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle kritéria jiného. Kdyby všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by pro rozhodnutí jenom jedno z nich. Modely vícekriteriálního rozhodování umožňují v těchto situacích nalézt „nejlepší“ variantu, která bude kompromisem mezi jednotlivými uvažovanými kritérii, vyloučit neefektivní varianty nebo uspořádat množinu variant. (Šubrt, 2015)

Podle toho, jakým způsobem je definována množina rozhodovacích variant či přípustných řešení, všechny modely vícekriteriálního rozhodování lze rozdělit na dvě skupiny (Šubrt, 2015):

- Modely vícekriteriálního hodnocení variant. Jsou charakterizovány tím, že seznam variant a jejich ohodnocení dle jednotlivých kritérií je konečný.
- Modely vícekriteriální optimalizace mají množinu variant s nekonečně mnoha prvky tvořenou omezujícími podmínkami a ohodnocení jednotlivých variant je dáno jednotlivými kritériálními funkcemi.

V úlohách vícekriteriální analýzy variant je dána konečná množina m variant, které jsou hodnoceny podle n kritérií. Cílem je najít tzv. kompromisní variantu, která bude podle všech kritérií celkově hodnocena co nejlépe, popřípadě uspořádat varianty od nejlepší po nejhorší nebo klasifikovat (vyloučit) neefektivní varianty.

Každý model vícekriteriální analýzy variant má následující prvky (Šubrt, 2015):

- Varianty rozhodnutí a_i , $i = 1, 2, \dots, m$
- Kritéria f_j , $j = 1, 2, \dots, n$, podle nichž jsou varianty hodnoceny
- Ohodnocení (preference) variant podle jednotlivých kritérií y_{ij} , $i=1, 2, \dots, m$, $j=1, 2, \dots, n$
- Preference kritérií v_j , $j=1, 2, \dots, n$, vyjadřující jejich důležitost

Cílem je vybrat nejvýhodnější variantu, alternativu.

Metod pro vícekriteriální hodnocení variant je velké množství, jsou zakládány na různých principech a různých typech informace na vstupu. Podrobná klasifikace metod podle typu informace je shrnuta v tabulce 1.

Tabulka 1- Metody kvantifikace preferencí mezi variantami

	Informace o preferencích mezi variantami					
	Nominální informace	Ordinální informace	Kardinální informace			
	Aspirační úrovně	Pořadí	Funkce užitku	Vzdálenost variant od ideální a bazální varianty	Preferenční relace	Mezní míra substituce
Metoda	Metoda PRIAM	Lexikografická metoda	Metoda Váženého součtu	Metoda TOPSIS	Metoda AHP	Metoda postupné substituce
	Metoda bazické varianty	ORESTE			Metoda PROMETHEE	
		Permutační				Metoda ELECTRE

Zdroj: (Šubrt, 2015)

Následující dvě kapitoly podrobněji rozebírají jak metody stanovení vah, tak i samotné metody hodnocení variant.

4.3.1 Metody stanovení vah

Výchozím krokem vícekriteriální analýzy je vyjádření rozhodovatelem svých preferencí týkajících se kritérií. Tato klíčová fáze rozhodovacího procesu přináší do oblasti vícekriteriálního rozhodování vysoce subjektivní prvek. (Fábry, 2011) Metody odhadu vah kritérií usnadňují rozhodovateli určení vah kritérií, neboť stanovit je přímo v numerické podobě bývá velmi problematické. (Jablonský, 2007) Tyto metody dokonce i umožňují kvantifikovat slovní vyjádření preferencí. (Šubrt, 2015)

Metody stanovení vah se rozdělují na dvě velké skupiny v závislosti na vstupní informace: (Šubrt, 2015)

1) Metody vycházející z ordinální informace o kritériích vyžadují od řešitele vyjádření důležitosti jednotlivých kritérií přiřazením jejich pořadových čísel nebo

stanovením, které kritérium je důležitější při párovém porovnání všech dvojic kritérií. V obou případech dva nebo více kritérií je možné označit jako rovnocenné. Do této skupiny metod patří metoda pořadí a metoda Fullerova trojúhelníka.

Metoda pořadí vyžaduje od řešitele pouhé uspořádání kritérií od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Metoda se dobře uplatňuje v případě, hodnotí-li kritéria několik expertů.

Považuje-li rozhodovatel za přijatelnější párové porovnání kritérií, může aplikovat metodu Fullerova trojúhelníku. Z každé dvojice kritérií rozhodovatel vybere a zakroužkuje to kritérium, které se mu jeví jako důležitější. Stejně důležitá kritéria označí obě.

Obě dvě metody pak transformují ordinální informace získané od rozhodovatele do podoby váhového vektoru.

2) Metody stanovení vah kritérií pracující s kardinální informací o jejich preferencích vyžadují od uživatele schopnost nejen seřadit kritéria podle důležitosti, ale také určit poměr důležitosti mezi kritérii. Nejznámějšími metodami této oblasti jsou bodovací metoda a metoda Saatyho.

Bodovací metoda transformuje kvantitativné hodnocení důležitosti kritérií stanovené v nějaké předem zvolené bodovací stupnici do podoby váhového vektoru.

Relativně propracovanějším postupem je odhad vah kritérií metodou Saatyho. Je ideální v případě, kdy kritéria hodnotí pouze jeden expert. Saatyho metoda bude použita v praktické části této práce, a proto bude rozebrána podrobněji.

Jedná se o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. (Šubrt, 2015) Mimo jiné metoda umožňuje expertům vyjadřovat své preference prostřednictvím verbální stupnice a následně ji převést do numerické podoby. Ohodnocení dvojic kritérií se provádí za pomoci devítibodové celočíselné stupnice, kde hodnota 1 znamená, že kritéria jsou rovnocenná, a hodnota 9 odpovídá situaci extrémního preferování jednoho kritéria před druhým. (Jablonský, 2007) Obvykle pro vyjádření stupně preference stačí použít hodnoty 1 (rovnocennost kritérií), 3 (slabá preference jednoho kritéria před druhým), 5 (velmi silná preference) a 9 (absolutní preference), avšak není zakázáno přiřazovat i mezistupně (hodnoty 2,4, 6, 8). (Šubrt, 2015) Pro vyjádření vztahu, je-li jedno kritérium méně preferováno než druhé, se používají převrácené hodnoty celých čísel z uvedené stupnice. Výsledek každého porovnání se zapisuje do Saatyho matice $S = (s_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, k)$, kde k je počet kritérií. (Jablonský, 2007) Je očividně, že matice S je čtvercová s rozměrností $k \times k$, na diagonále má

samé jedničky (jelikož každé kritérium je samo sobě rovnocenné) a je symetrická převracenými hodnotami podle hlavní diagonály. (Šubrt, 2015)

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1k} \\ 1/s_{21} & 1 & \cdots & s_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{k1} & 1/s_{k2} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Podmínkou použitelnosti údajů z matice Saatyho k vypočtu vah kritérií je jejich kvalita. Matice S by měla vykazovat dostatečně konzistentní charakter. (Jablonský, 2007) Nekonzistence může vzniknout kvůli chybám při zadávání preferencí kritérií a v případě absence následné kontroly odhadů. Problém lze vyřešit překvantifikací matice párových porovnání. (Šubrt, 2015) Platí-li pro libovolnou trojici indexů i, j, q podmínka $s_{iq} = s_{ij} s_{jq}$, pak matice je plně konzistentní a není obtížné z ní vypočítat váhy jednotlivých kritérií. Pro rozhodovatele je však zvláště u rozsáhlejších úloh praktické nemožné zadat matici S tak, aby byl plně konzistentní. Nicméně je důležité sledovat kvalitu vstupních dat a měřit konzistenci pomocí tzv. indexu konzistence $C.I.$, který je definován jako:

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - k}{k-1}$$

Kde λ_{max} je největší vlastní číslo matice S a k je počet kritérií.

Saatyho matice se považuje za dostatečně konzistentní, zdali má $C.I. < 0,1$. (Jablonský, 2007)

Existuje několik způsobů, jak odvodit váhy kritérií, navrnutých Saatem. Nejčastěji se vektor vah vypočítává jako „geometrický průměr prvků v každém řádku matice S normalizovaný tak, aby byl součet jeho prvků roven jedné“, tj. (Šubrt, 2015):

$$v'_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}, i = 1, 2, \dots, k,$$

Váhy se vypočtou normalizací hodnot v'_i :

$$v_i = \frac{v'_i}{\sum_{i=1}^k v'_i}, i = 1, 2, \dots, k.$$

Po vypočtení vah kritérií se provádí samotné hodnocení variant.

4.3.2 Metody hodnocení variant

Některé metody hodnocení variant nevyžadují žádnou informaci o preferenci kritérií a jsou to např. bodovací metoda a metoda pořadí. Jiné pracují s aspiračními úrovněmi kritérií

(Konjunktivní a disjunktivní metoda, metody bazické varianty). Třetí navazují na kardinální informaci (Lexikografická metoda) i čtvrtá skupina metod je postavena na práci s kardinální informací a vzhledem k charakteru dat použitých v praktické části této práce bude představena podrobněji.

Kardinální informace o kritériích je zakotvena ve vahách a informace o variantách rozhodování mají podobu kritériální matice s kardinálními hodnotami. Metod pracujících s kardinálními informacemi je celá řada a mohou se lišit přístupem k hodnocení variant. Jsou rozeznávány následující přístupy (Šubrt, 2015):

- Maximalizace užitku,
- Minimalizace vzdálenosti od ideální varianty,
- Preferenční relace.

Dále bude uvedeno několik konkrétních metod s kardinálními informacemi.

Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu, která se také označuje jako metoda WSA (Weighted Sum Approach), vyžaduje na vstupu kardinální informace: kritériální matici Y a vektor vah v . Metoda nachází uplatnění jak při hledání jedné nejvýhodnější varianty, tak i při potřebě kompletně uspořádat varianty od nejlepší po nejhorší.

Metoda váženého součtu představuje speciální případ metody funkce užitku. Je postavena na principu maximalizace užitku. Jestli dosahuje varianta a_i při hodnocení podle kritéria j určité hodnoty y_{ij} , přináší tak uživateli užitek, který lze zkonstruovat pomocí lineární funkce užitku podle následujícího vztahu:

$$y'_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j},$$

kde D_j je nejhorší a H_j nejlepší kritériální hodnota kritéria Y_j .

Celkový užitek varianty je pak roven váženému součtu hodnot dílčích funkcí užitku

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y'_{ij}),$$

kde u_j jsou dílčí funkce užitku jednotlivých kritérií a v_j jsou váhy kritérií

Varianty potom lze seřadit sestupně podle hodnot $u(a_i)$ a potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užitku je považován za řešení problému. (Šubrt, 2015)

Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS pracuje s kardinálními hodnoceními variant podle jednotlivých kritérií a váhami těchto kritérií. Metoda vyhodnocuje varianty rozhodování podle jejich vzdálenosti od ideální a bazální variant. Vítězná varianta by měla být co nejbližší tzv. ideální variantě (variantě, která se vyznačuje vektorem nejlepších kritériálních hodnot) a současně co nejdále od tzv. bazální varianty, tj. varianty, která je charakterizována vektorem nejhorších kritériálních hodnot. (Jablonský, 2007) Výpočet se provádí podle následujícího algoritmu (Jablonský, 2007; Šubrt, 2015):

Krok 1. Původní kritériální hodnoty y_{ij} se přepočtou na normalizované hodnoty r_{ij} podle vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}}$$

Krok 2. Vypočtou se prvky normalizované vážené kritériální matice $W = (w_{ij})$ dle vztahu

$w_{ij} = v_j r_{ij}$, kde v_j je váha j -tého kritéria.

Krok 3. Z prvků matice W se určí ideální varianta s ohodnocením (H_1, H_2, \dots, H_k) a bazální varianta s kritériálními hodnotami (D_1, D_2, \dots, D_k) , kde

$H_j = \max_i(w_{ij})$ a $D_j = \min_i(w_{ij})$, $j = 1, 2, \dots, k$.

Krok 4. Vypočtou se vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty podle vzorců:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}$$

Krok 5. Spočítají se relativní ukazatele vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty podle vztahu:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Hodnoty ukazatelů se pohybují mezi 0 a 1, přičemž hodnotu 0 nabývá bazální a hodnotu 1 ideální varianta. Varianty lze uspořádat podle klesajících hodnot ukazatele cí a vybrat si potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užítku.

Kromě metod vícekriteriální analýzy variant v praktické části bude použita lineární optimalizace. Podrobnější informaci o lineárním programování poskytuje další kapitola.

4.4 Lineární programování

Lineární programování svým zaměřením spadá do širšího odvětví operačního výzkumu nazývaného matematickým programováním. Matematické programování se zabývá řešením optimalizačních úloh, ve kterých se jedná o hledání extrémů tzv. kriteriální funkce v proměnných na konečné nebo nekonečné množině variant určené soustavou omezujících podmínek zadaných ve tvaru lineárních nebo nelineárních rovnic či nerovnic. (Jablonský, 2007) Pokud pro matematickou formulaci optimalizačního modelu bude použito pouze lineárních rovnic či nerovnic a kriteriální funkce bude rovněž lineární, půjde o úlohu lineárního programování. (Šubrt, 2015) Speciálními úlohami lineární optimalizace jsou úlohy bivalentního, celočíselného a smíšeně-celočíselného programování. Kromě LP oblast matematického programování zahrnuje nelineární, vícekriteriální a cílové programování. (Fábry, 2011)

Díky své jednoduchosti a univerzálnosti nejpoužívanějším typem modelů jsou lineární modely. Přestože zobrazují zkoumaný systém s určitou mírou nepřesnosti, poskytují důležité informace pro podporu rozhodování. Zmíněná nepřesnost vyplývá z předpokladu linearity procesů a deterministického charakteru parametrů modelu. (Šubrt, 2015) Obvykle je problém nejdříve zadán ekonomickým modelem představujícím jakýsi slovní a číselný popis problému. Nalezení řešení této „slovní úlohy“ vyžaduje sestavení příslušného matematického modelu, na který lze potom aplikovat standardní postupy lineárního programování. (Jablonský, 2007)

Model LP se rozkládá na čtyři základní komponenty (Šubrt, 2015):

1. Proměnné,
2. Účelová (kriteriální) funkce,
3. Omezující podmínky,
4. Podmínky nezápornosti proměnných.

Každou komponentu je třeba detailněji popsat.

- Proměnné

Při konstrukci modelu LP je vždy zapotřebí začít definováním proměnných, které reprezentují jednotlivé procesy zajímavé z hlediska hledaného rozhodnutí. (Šubrt, 2015) Tyto proměnné se označují jako strukturní. (Jablonský, 2007) Při identifikaci proměnné nelze opomenout určení jednotky, ve které se bude tato proměnná dále vyjadřovat. (Šubrt, 2015) Přesné stanovení všech proměnných je důležité v první řadě pro závěrečnou interpretaci získaných výsledků. Jakmile jsou známy všechny proměnné, lze přistoupit k sestavení účelové funkce. (Fábry, 2011)

- Účelová (kriteriální) funkce

Lineární účelová (kriteriální) funkce, jejíž extrém (maximum, minimum) je hledán, reprezentuje cíl analýzy. (Fábry, 2011) Za parametry hodnotící kvalitu jednotlivých přípustných kombinací procesu má cenové koeficienty neboli krátce ceny. (Šubrt, 2015)

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow MAX$$

- Omezující podmínky

Omezující podmínky ve tvaru lineárních rovnic či nerovnic vymezují povolené kombinace identifikovaných procesů a označují se jako vlastní omezení úlohy LP. Na levé straně omezujících podmínek se obvykle nachází skalární součin hodnot proměnných a tzv. technicko-ekonomických (strukturních) koeficientů, které stanoví množství vyčerpaného zdroje (resp. příspěvek k požadavku) jednou jednotkou každého procesu. Na pravé straně je umístěna konstanta představující velikost kapacity zdroje či stanoveného požadavku. V těchto případech se hovoří o tzv. exogenních omezujících podmínkách, jež mohou mít povahu:

- a) kapacitní; pomocí nich se modeluje omezenost zdrojů a nemožnost vyčerpání většího množství, než je v systému k dispozici. Zapisuje se jako:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i,$$

- b) požadavkové; modelují potřebu zajistit množství produkce větší než stanovená hodnota. Formulují se jako

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i,$$

- c) určení; modelují nutnost dosáhnout stanoveného výstupu. Formální zápis je

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i, \text{ kde}$$

V praktických úlohách je často potřeba vyjádřit i vztahy uvnitř modelovaného systému. V tomto případě se využívají endogenní omezující podmínky. Po ně je typické, že jak levá, tak pravá strana podmínky má tvar proměnného výrazu a při převodu veškerých proměnných na levou stranu bude absolutní člen na pravé straně roven nule.

Veškeré proměnné, strukturní koeficienty a konstanta na pravé straně musí být konzistentní z hlediska jednotek a musí to platit pro všechny omezující podmínky.

Podmínky nezápornosti proměnných.

Kromě vlastních omezení musí proměnné splňovat ještě další podmínky, které zaručují nezápornost všech proměnných (tzv. podmínky nezápornosti), a to ze dvou důvodů. Z praktického hlediska je zajištěna ekonomická interpretace výsledků. Druhým důvodem je výpočetní požadavky, neboť by bez těchto podmínek bylo nelze dokázat jednotlivé kroky Simplexového algoritmu, které se jeví jako univerzální algoritmus pro výpočet modelu LP. (Šubrt, 2015)

Kompletní podobu matematického modelu úlohy lineárního programování lze formulovat i v maticové podobě (Šubrt, 2015):

$$\text{Max } z = cx$$

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0,$$

kde b je sloupcový vektor pravých stran omezení,

A je obdélníková matice typu (m, n) technických koeficientu,

c je řákový vektor ocenění proměnných v účelové funkci,

x je sloupcový vektor optimalizovaných proměnných.

Výše uvedený základní tvar zápisu vyhovuje libovolnému modelu LP. Účelová funkce může být minimalizační. Vynásobením cenových koeficientů hodnotou -1 ji snadno převedeme na minimalizační. Omezující podmínky lze taky snadno převést do typu „menší nebo rovno“.

Simplexový algoritmus představuje nejznámější metodu pro řešení úloh LP. Její základy položil americký matematik G.B.Dantzig na konci 40. let 20. století. Od té doby metoda přetrpěla řadu změn, ale i dodnes modifikace Simplexové metody tvoří jádro profesionálního softwaru určeného pro řešení úloh LP. (Fábry, 2011) Jedná se o iterační

výpočetní postup, jenž využívá Jordanovou eliminační metodu, pouze doplněnou o dvě kritéria, což umožňuje nalézt optimální řešení úlohy LP. (Šubrt, 2015)

Modely obsahující nejvýše dvě rozhodovací proměnné lze řešit graficky a celý problém znázornit v rovině, přičemž počet omezujících podmínek může být libovolný. Stejně tak lze řešit modely obsahující nejvýše dvě omezující podmínky a libovolný počet proměnných. (Šubrt, 2015)

Je důležité rozlišovat dva základní pojmy lineárního programování:

Přípustné řešení úlohy LP. Představuje takové řešení, jež vyhovuje všem omezujícím podmínkám, tj. vlastním omezením úlohy a podmínkám nezápornosti. Množina všech takových řešení dané úlohy se označuje jako množina přípustných řešení úlohy LP. Pro úlohy LP je charakteristické, že množina přípustných řešení je nekonečná. (Fábry, 2011)

Optimální řešení úlohy. Jedná se o přípustné řešení úlohy LP s nejlepší hodnotou účelové funkce. (Fábry, 2011)

Při řešení modelu LP může nastat čtyři různé situace (Šubrt, 2015):

- Neexistuje žádné přípustné řešení modelu, tj. množina přípustných řešení je prázdná. Nastává v případě, když jsou omezující podmínky natolik protichůdné, že nemohou být všechna omezení splněna současně.
- Hodnota účelové funkce neomezeně roste. Není možné nalézt optimální řešení s konečnou hodnotou účelové funkce, existuje nekonečně mnoho přípustných řešení.
- Model má právě jedno optimální řešení;
- Model má nekonečně mnoho optimálních řešení.

5 Tvorba vhodného investičního portfolia

Kapitola popisuje celý investiční rozhodovací proces, a to od samotné ideje investování až po výsledné portfolio cenných papírů. V této kapitole bude proveden pro konkrétního investora výběr cenných papírů do portfolia podle požadovaných parametrů. Při tvorbě investičního portfolia budou aplikovány modely vícekritériálního rozhodování a lineárního programování.

Na začátek je důležité si promyslet, pro koho se bude vytvářet portfolio cenných papírů, jaké investor bude sledovat cíle, jak velkou částku je ochoten investovat a jaký je jeho investiční horizont. Všechny tyto informace sdružuje tzv. profil investora.

5.1 Profil investora

Investorem v daném případě je autorka této diplomové práce, a to studentka magisterského stupně ve věku 25 let, je svobodná a nemá děti. Na spořicímu účtu má našetřeno 100 000 Kč, které by byla ochotná investovat do cenných papírů s cílem zajištění pasivního příjmu. Nezatěžují ji žádné finanční závazky v podobě úvěru a ani nepoužívá kontokorent či kreditní karty.

Investorka má základní představy o fungování finančních trhů a chtěla by rozšířit své stávající znalosti o investování. Zajímá se o český kapitálový trh a chystá se nakoupit akcie tuzemských společností, tedy pořídit akciové portfolio. Autorka diplomové práce již má zkušenosti s investováním na kapitálovém trhu a obchodováním na měnových trzích a ze svých zkušeností zjistila, že se jí nejvíc hodí vyvážená strategie, která vždy hledá kompromis mezi výnosem a rizikem. Plánuje investovat ve střednědobém horizontu, a to na pět let.

Souhrn požadavků investora je předložen v tabulce 2.

Tabulka 2 - Požadavky investora

Parametr	Popis
Cíl	Zajištění pasivního příjmu
Investovaná částka	100 000 Kč
Typ portfolia	Akciové
Preferované cenné papíry	Akcie českých společností
Strategie	Vyvážená
Investiční horizont	Střednědobý (5 let)

5.2 Systémová analýza problému

S cílem zvýšení kvality rozhodování a úrovně znalosti o zkoumaném problému nejdříve bude provedena systémová analýza, která se pokouší rozdělit problém na dílčí části a navrhnout postup řešení jednotlivých částí.

5.2.1 Popis problému a definice systému

Problémovou situací je sestavení investičního portfolia pro investora při existenci více kritérií. Těmito kritérii mohou být např.

- Výnosnost
- Riziko
- Osobní preference investora
- Rating emitenta cenných papírů atd.

Jednotlivá kritéria budou stanovena v dalších kapitolách.

Účelem je zjistit kombinaci cenných papírů vhodnou k investování.

Cílem je uvažování všech vybraných kritérií a výběr vhodného kompromisního portfolia.

Jde o semistrukturovaný problém, nejsou dostupné úplné informace o problému a existuje riziko nesprávného rozhodnutí.

Dalším krokem je definice systému, jež je uvedena v tabulce 3.

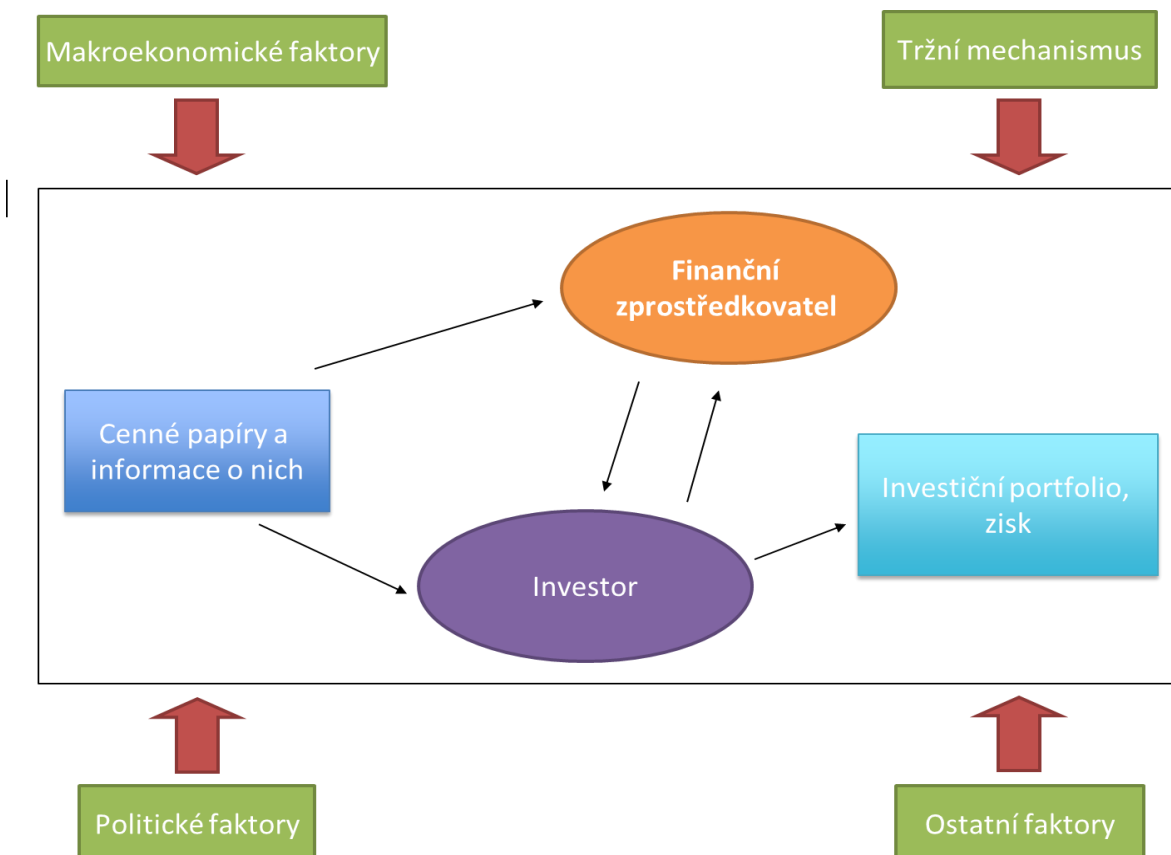
Typ systému:

Jedná se o tvrdý systém, poněvadž kritéria výběru cenných papírů jsou většinou dobře měřitelná a porovnatelná. Jde především o poměrové ukazatele ziskovosti, jako jsou p/e ratio, dividendový výnos, návratnost kapitálu atp. Pro porovnání cenných papírů lze tedy použít exaktní metody. Samotné portfolio je také kvantifikovatelné, obsahuje určitý počet cenných papírů, má daný investiční horizont a investovanou částku.

Tabulka 3 - Definice systému rozhodování investora

Definitivní znak	Popis
Hranice	reálný, otevřený a dynamický systém
Prvky	<ul style="list-style-type: none"> - Vstupy – množství nabízených investičních cenných papírů a volně dostupné analytické informace o nich - Investor - Finanční zprostředkovatel (broker, banka atd.) - Výstup – portfolio cenných papírů odpovídajících požadavkům investora; zisk
Chování:	systém s cílovým chováním
Okolí	tržní mechanismus (formování cen), stát, ekonomická a politická situace ve světě, konkurence

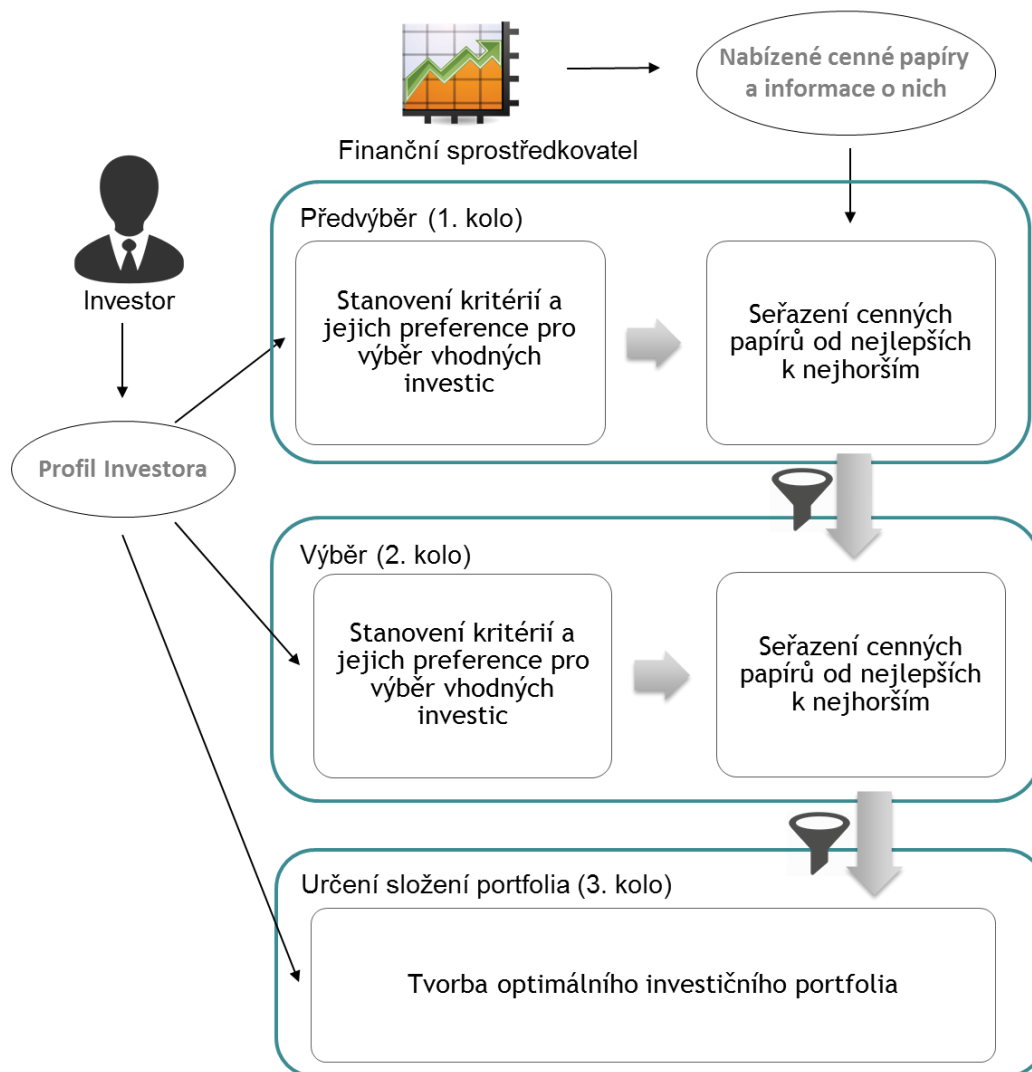
Struktura systému je znázorněna na obrázku 4.



Obrázek 4 – Struktura systému rozhodování investora

5.2.2 Postup řešení

Pro lepší přehlednost problémová situace bude představena v grafické podobě. Na obrázku 5 jsou popsány jednotlivé procesy důležité z hlediska problému, druhy zdrojů v nich použité a jejich poskytovatele. Jednotlivé části problému lze dobře řešit tvrdými systémovými metodologiemi.



Obrázek 5 – Popis rozhodovacího procesu

Byl zvolen postup řešení zahrnující dvě kola selekce cenných papírů do portfolia, kde první (předvýběr) odmítne ty cenné papíry, které jsou horší než ostatní v hrubších kritériích, a druhé kolo bude zkoumat cenné papíry z hlediska detailnějších parametrů. Na základě dvou kol bude vybráno několik cenných papírů, jež budou tvořit výsledné portfolio,

a v třetí kole pomocí exaktních metod bude spočítán podíl každé akcie v portfoliu a počet akcií každého akciového titulu doporučený ke koupi.

Detailnější rozbor rozhodovacího procesu bude představen v další kapitole.

5.2.3 Fáze rozhodovacího procesu

Každý rozhodovací proces má čtyři základní fáze a tato kapitola se snaží vyčlenit jednotlivé fáze procesu investičního rozhodování.

1. Fáze Intelligence

První fází rozhodovacího procesu je fáze Intelligence, která zahrnuje již provedené stanovení profilu investora a systémovou analýzu. Profil investora představoval v daném případě odpovědi na otázky:

Kdo investuje a jaký cíl sleduje?

Jaké cenné papíry preferuje?

Jak velký kapitál je ochoten investovat?

Jaký je jeho postoj k riziku? (Stanovení investiční strategie)

Na jakou dobu plánuje investici? (Určení investičního horizontu)

V průběhu fáze Intelligence byl identifikován problém a cíle jeho řešení. Výstupem je zároveň profil investora nezbytný pro další fázi.

2. Fáze Design

Následně na základě profilu investora je nutné určit jednotlivá kritéria pro výběr vhodných investic a taktéž jejich preference. Budou poskytnuty dvě sady kritérií – jedna pro předvýběr a druhá pro samotný výběr. Při volbě kritérií a stanovení jejich preference se investor řídí svou investiční strategií. K volbě kritérií existují objektivní údaje, které jsou dobře měřitelné a mají kvantitativní charakter.

Fáze Design zahrnuje také stanovení množiny variant, tedy seznamu cenných papírů přijatých k prozkoumání, výběr metody stanovení vah kritérií (metoda pořadí, bodovací metoda, Fullerův trojúhelník, Saatyho metoda) a metody vícekritériálního hodnocení variant (metoda váženého součtu, metoda TOPSIS, AHP). Všechny tyto kroky bude potřeba provést víckrát vzhledem k mnohastupňové selekci cenných papírů.

3. Fáze Choice

K tvorbě investičního portfolia budou použity exaktní, formalizované postupy. Sestavení investičního portfolia se provádí za pomoci lineárního programování.

5.3 Seznam cenných papírů

V předchozí kapitole bylo zjištěno, že se malý investor rozhodl vložit volné finanční prostředky do akciových titulů společností působících na českém trhu. Portfolio se tedy bude skládat z konkrétních akciových titulů dostupných na českém trhu.

Do analýzy nebudou zahrnuty akcie společnosti Borealis Exploration Limited, jelikož investoři na pražské burze doposud neobchodovali s daným cenným papírem vůbec a akcie byly uvedeny na trh formou technického listingu, což znamená, že společnost neupisovala žádné nové akcie. Noví investoři mají příležitost ke koupi akcii pouze od třetích osob a stávající investoři mají možnost obchodovat doposud vydané akcie prostřednictvím regulovaného trhu pražské burzy (Burza cenných papírů Praha, 2013). Vzhledem k nedostatku volně dostupných dat do analýzy nebudou vstupovat akcie společností Moneta Money Bank uvedené na trh v květnu r. 2016 a New World Resources. V tabulce 4 může čtenář nalézt seznam akcií obchodovaných na pražské burze, jejich emitenty, aktuální ceny k 1.06.2016, sektory, do kterých patří příslušné společnosti a datum zahájení obchodování.

Všechna data o akciích potřebná pro účely této diplomové práce jsou získána z portálu společnosti Patria. Portál poskytuje informační a poradenské služby zaměřené jak na domácí kapitálový trh, tak i na zahraniční trhy, obsahuje aktuální informační zpravodajství a reálná data o cenných papírech.

Vzhledem k relativně velkému počtu analyzovaných cenných papírů, bude jejich selekce realizována ve dvou kolech (předvýběr a samotný výběr).

Tabulka 4 - Obecná informace o analyzovaných akciových titrech

Akcie	Emitent	Cena k 1.06.2016 v Kč	Sektor	Datum zahájení obchodování
CETV	CENTRAL EUROPEAN MEDIA ENTERPRISES LTD.	63,20	Média	27.06.2005
ČEZ	ČEZ, a.s.	444,20	Veřejné služby	22.06.1993
E4U	E4U a.s.	97,50	Energetika	25.08.2011
ENERGOAQUA	Energoaqua, a.s.	2 800,00	Energetika	22.06.1993
ENERGOCHEMICA	ENERGOCHEMICA SE	2 540,00	Energetika	02.07.2012
ERSTE GROUP BANK	Erste Group Bank AG	641,60	Banky	01.10.2002
FORTUNA	Fortuna Entertainment Group N.V.	85,00	Spotřebitelské služby	22.10.2010
JÁCHYMOV PM	Jáchymov Property Management, a.s.	1 230,00	Spotřebitelské služby	22.06.1993
KOFOLA ČS	Kofola ČeskoSlovensko a.s.	441,70	Potraviny, nápoje a tabák	01.10.2015
KOMERČNÍ BANKA	Komerční banka, a.s.	948,00	Banky	22.06.1993
MONETA MONEY BANK	MONETA Money Bank, a.s.	76,00	Banky	06.05.2016
NWR	New World Resources Plc	0,07	Materiály	06.05.2011
O2 C.R.	O2 Czech Republic a.s.	234,80	Telekomunikační služby	01.03.1995
PEGAS NONWOVENS	PEGAS NONWOVENS SA	819,60	Spotřební zboží a oděvy	18.12.2006
PHILIP MORRIS ČR	Philip Morris ČR a.s.	12 397,00	Potraviny, nápoje a tabák	13.07.1993
PLG	Pivovary Lobkowicz Group, a.s.	206,20	Potraviny, nápoje a tabák	28.05.2014
PRAŽSKÉ SLUŽBY	Pražské služby, a.s.	1 200,00	Veřejné služby	01.03.1995
RMS MEZZANINE	RMS Mezzanine, a.s.	0,80	Financování	22.06.1993
STOCK	STOCK SPIRITS GROUP PLC	57,00	Potraviny, nápoje a tabák	23.10.2013
TMR	Tatry mountain resorts, a.s.	640,00	Spotřebitelské služby	22.10.2012
TOMA	TOMA, a.s.	814,00	Průmysl	01.03.1995
UNIPETROL	UNIPETROL, a.s.	178,80	Materiály	28.08.1997
VGP	VGP NV	360,00	Realitní sektor	07.12.2007
VIG	VIENNA INSURANCE GROUP	530,90	Pojišťovnictví	05.02.2008

5.4 Předvýběr akcií

Předvýběr akcií má za cíl zúžení množiny variant o akciové tituly, které neodpovídají stanoveným parametrům. V rámci předvýběru budou do modelu začleněna nejdůležitější základní kritéria a kritéria stanovená v souladu s vybranou strategií.

5.4.1 Výběr kritérií

Investor se rozhodl řídit se strategií „nízké P/BV, vysoké ROE“, při které jsou hledány akciové instrumenty s nízkým poměrem mezi tržní cenou (kurzem) akcie a účetní hodnotou připadající na jednu akcii (P/BV) a současně s vysokou rentabilitou vlastního kapitálu (ROE). Takové akcie mají vysoký výnos a zároveň nízkou cenu, což jsou rysy typické pro podhodnocené akcie vhodné ke koupi.

Kromě toho investor musí respektovat magický trojúhelník „výnos, riziko, likvidita“ a stanovená kritéria by měla odrážet všechny tyto prvky. Předvýběr však bude zaměřen jen částečně na výnos v podobě výše zmíněných ukazatelů P/BV a ROE (podhodnocené akcie by v budoucnu měly vykazovat dobré zisky) a na likviditu v podobě ukazatelů tržní kapitalizace a průměrný objem obchodování. Rizikové akcie budou odmítnuty až v dalším kroku selekce.

Pro předvýběr tedy byla vybraná následující 4 kritéria:

- P/BV ratio neboli poměr tržní ceny akcie a její účetní hodnoty. Ukazatel měří „nafouknutí“ kurzu akcie nad účetní hodnotu (kapitál) společnosti připadající na jednu akcii. Příliš vysoké P/BV ratio hovoří o nadhodnocené akci, která není vhodná ke koupi, a proto je povaha ukazatele minimalizační.

- ROE neboli návratnost kapitálu. Ukazatel informuje o tom, jaká je výnosnost investovaného kapitálu společnosti, se kterým hospodaří. Ukazatel má maximalizační charakter.

- MC (Market Capitalization) čili tržní kapitalizace. Investoři řídicí se vyváženou strategií preferují cenné papíry velkých a stabilních společností. O místě, které zaujímá firma mezi konkurenty, o síle a velikosti společnosti vypovídá tržní kapitalizace, která se počítá jako součin tržní ceny a počtu vydaných akcií. Kritérium má maximalizační charakter. Čím větší je kapitalizace, tím větší je stabilita a menší riziko.

- SV (Sales Volume) neboli průměrný objem obchodování za poslední tři měsíce v peněžním vyjádření. Průměrný objem obchodování, vypočítaný jako součin objemu

obchodů v kusech a ceny akcie, zastupuje likviditní měřítko a umožňuje z tohoto hlediska srovnávat cenné papíry. Likvidita vyjadřuje rychlost, se kterou lze cenné papíry převést na reálné peníze. Např. investor chce prodat akcie Apple a vystavuje příkaz na prodej. Akcie Apple jsou vysoce likvidní a proto investor je snadno a bez zbytečné ztráty času může realizovat. Je očividné, že čím je větší objem obchodů, tím vyšší likviditu má cenný papír.

5.4.2 Stanovení vah kritérií

Pro určení vah kritérií bude použita Saatyho metoda, která se hodí právě v případech, kdy kritéria hodnotí pouze jeden expert (investor). Investor je schopen porovnat každou dvojici kritérií a určit, které kritérium je důležitější a jak moc pomocí klasické devítibodové stupnice.

Všechny preference jsou zapsány do Saatyho matice, která je představena v tabulce 5. Jako pomocný sloupec pro výpočet vah je zde rovněž uveden geometrický průměr každého řádku a samotné váhy pak byly vypočítány normalizací těchto hodnot.

Tabulka 5 - Preference kritérií a výpočet vah

Kritérium	P/BV	ROE	SV	MC	Geometrický průměr	Váhy
P/BV	1	1	3	5	1,97	0,39
ROE	1	1	3	5	1,97	0,39
SV	1/3	1/3	1	5	0,86	0,17
MC	1/5	1/5	1/5	1	0,30	0,06
Suma					5,10	1

Kritéria PBV a ROE jsou stejně důležitá. PBV, stejně jako ROE, jsou kritéria silně preferovaná před objemem obchodování. Kromě toho jsou PBV i ROE velmi silně preferovaná kritéria také před tržní kapitalizací. Objem obchodování je pak též silně preferován před tržní kapitalizací.

Podle Saatyho metody určení vah kritérium P/BV a ROE mají stejnou váhu a to 0,39. Objem obchodování se zapíše do modelu s váhou 0,17 a nejmenší váhu (0,06) má kritérium tržní kapitalizace. Součet vah bez přihlídnutí k zaokrouhlení vah je roven jedné, což hovoří o správnosti výpočtu.

Ověřit kvalitu odhadů poměrů vah a tudíž i výpočtu vah je možné pomocí indexu konzistence. Pro výpočet indexu konzistence je nezbytné vědět největší vlastní číslo Saatyho matice. Vzhledem k poměrně složitému výpočtu pro tyto účely byl zvolen online nástroj WolframAlpha, jehož hlavní součástí je příkazový řádek. Příkaz pro výpočet vlastních čísel Saatyho matice vložený do programu WolframAlpha vypadá takto:

```
eigenvalues {{1,1, 3,5},{1,1,3,5},{0.33,0.33,1,5},{0.2,0.2,0.20,1}}
```

Největší vlastní číslo Saatyho matice činí 4,15.

Index konzistence je pak roven 0,05. Je menší než 0,1 a tudíž odhady jsou v daném případě dostatečně konzistentní.

5.4.3 Hodnocení variant

Ačkoli k předvýběru jsou často doporučovány metody využívající aspirační úrovně, v daném případě vzhledem k specifiku zkoumané oblasti a povaze vstupních dat bude použita metoda váženého součtu. Podstatné je srovnat akcie mezi sebou a nebude zde stačit pouhé vymezení horních a dolních hodnot ukazatelů.

Vstupní data jsou připravena na základě kritériální matice, v jejíchž řádcích je obsažen výčet akciových instrumentů, jinak řečeno variant rozhodování, a sloupce odpovídají jednotlivým ukazatelům (kritériím). Tabulka vstupních údajů je ještě doplněna o řádek určující povahu kritérií (minimalizační, maximalizační typ) a o váhy kritérií. Finální podobu dat vstupujících do modelů lze spatřit v tabulce 6.

Tabulka 6 - Modelové údaje

Instrument	P/BV	ROE v %	Průměrný objem 3MA v mil. Kč	Tržní kapitalizace v mil. Kč
CETV	6,10	0,00	82,00	7433,72
ČEZ	0,80	8,36	9,96	238329,50
E4U	2,16	28,31	0,02	230,79
ENERGOAQUA	1,08	8,93	0	1962,80
ENERGOCHEMICA	5,15	21,68	0	4645,24
ERSTE GROUP BANK	0,80	9,43	449,36	283753,96
FORTUNA	3,23	48,23	0,31	4469,36
JÁCHYMOV PM	0,79	2,92	0	398,36
KOFOLA ČS	1,27	0,00	0,02	9807,57
KOMERČNÍ BANKA	1,62	11,24	4,20	182447,30
O2 C.R.	3,47	7,00	2,54	71350,61
PEGAS NONWOVENS	1,68	16,25	0,12	7286,92
PHILIP MORRIS ČR	4,24	32,59	0,02	23882,95
PLG	2,18	0,53	0,02	2402,95
PRAŽSKÉ SLUŽBY	0,80	2,41	0	1867,35
RMS MEZZANINE	0,36	0,00	0	852,06
STOCK	1,12	5,48	122,98	11680,00
TMR	1,59	2,41	0,01	4292,61
TOMA	0,34	2,51	0	1202,50
UNIPETROL	0,90	15,44	0,58	31570,38
VGP	2,04	29,98	0,27	6689,90
VIG	0,46	1,70	103,41	63104,00
Povaha kritéria	min	max	max	max
Váha	0,39	0,39	0,17	0,06

K vyhodnocení akciových titulů bude použit tabulkový procesor MS Excel a doplněk MCAkosa. Modul MCAkosa umožňuje řešení úloh vícekriteriální analýzy variant za pomoci metod WSA (váženého součtu), TOPSIS, ORESTE, ELECTRE apod. Jak již bylo výše zmíněno, zde bude použita metoda váženého součtu.

Výsledné uspořádání akciových instrumentů je uvedeno v tabulce 7.

Tabulka 7 - Uspořádání variant

Instrument	Užitek	Pořadí
ERSTE GROUP BANK	0,658	1
FORTUNA	0,579	2
VGP	0,513	3
E4U	0,490	4
UNIPETROL	0,478	5
ČEZ	0,475	6
VIG	0,443	7
KOMERČNÍ BANKA	0,429	8
PEGAS NONWOVENS	0,427	9
STOCK	0,426	10
ENERGOAQUA	0,408	11
TOMA	0,406	12
PHILIP MORRIS ČR	0,390	13
RMS MEZZANINE	0,384	14
JÁCHYMOV PM	0,379	15
PRAŽSKÉ SLUŽBY	0,374	16
KOFOLA ČS	0,326	17
TMR	0,322	18
PLG	0,267	19
O2 C.R.	0,248	20
ENERGOCHEMICA	0,238	21
CETV	0,032	22

Při detailnějším zkoumání v tabulce hodnot funkce užitku nelze si nevšimnout, že akcie společnosti ERSTE GROUP BANK nejenom zvítězily, ale i nechaly daleko vzadu všechny ostatní tituly, možná kromě Fortuny, která se přibližuje k Erste. Vysoká hodnota užitku akcie rakouské banky se vysvětluje tím, že se její akcie odlišily extrémně vysokými objemy obchodování, vysokou tržní kapitalizací a docela slušnými hodnotami P/BV a ROE. O dobrém stavu bankovního sektoru svědčí ve výsledném žebříčku taky vysoká pozice Komerční banky. Vcelku jsou v první desítce představeny společnosti různých sektorů, což pak umožní investorovi diverzifikovat portfolio.

Výsledky metody váženého součtu zcela odpovídají realitě a očekáváním investora, jelikož na předních místech se nacházejí akcie velkých a stabilních korporací, které jsou na Pražské burze nejobchodovanější.

5.5 Výběr akcií

Do dalšího kola výběru postoupí jenom polovina analyzovaných cenných papírů, což je prvních 11 v pořadí akciových titulů.

5.5.1 Výběr kritérií

Jak již bylo zmíněno, kritéria hodnocení akcií musí odrážet magický trojúhelník „výnos, riziko, likvidita“.

V rámci druhého kola výběru se kritéria budou vázat na takové prvky investičního trojúhelníku jako výnos a riziko. Likvidita byla zahrnuta do modelu již v rámci předvýběru a to v podobě ukazatelů objem obchodování a tržní kapitalizace.

Do modelu vstupují následující 4 kritéria:

- CGY (Capital Gains Yield) neboli kapitálový výnos. Výkonnost akciového titulu udává rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou vyjádřený jako změna ceny v procentech. Aby si investor byl schopen udělat komplexní představu o konkrétním titulu, musí sledovat dlouhodobější (např. pětiletou) výnosnost akcie.

- DY (Dividend Yield) čili dividendový výnos. Kromě změny kurzovní hodnoty akcie je třeba sledovat také jiný zdroj výnosů, kterým je dividenda. Pro srovnání akcií mezi sebou se používá ne absolutní veličina dividendy, ale procentuální ukazatel pojmenovaný jako dividendový výnos, který spojuje výši vyplacené dividendy a cenu uhrazenou investorem za danou akcii.

- Beta koeficient vyjadřuje míru kolísavosti akciového titulu ve vztahu k pohybu celého trhu. Investor požaduje, aby se beta koeficient zhruba rovnal jedné. Vzhledem k nízkým hodnotám beta koeficientu u akcií přijatých k analýze, bude mít kritérium maximalizační charakter.

- D/E (Debt-to-equity ratio) neboli míra zadluženosti vlastního kapitálu. Vyjadřuje poměr mezi aktuálním dluhem společnosti a jeho kapitálem. Kritérium je minimalizační, ideální hodnota je 0 nebo co nejblíže k 0.

Je očividné, že první dvě kritéria odrážejí výnos, další dva se týkají rizikivosti akcií. V rámci dvoustupňového výběru byly tím pádem jednotlivými kritérii zohledněny všechny prvky magického trojúhelníku.

5.5.2 Stanovení vah kritérií

Pro výpočet vah kritérií byla opětovně použita Saatyho metoda, výpočet je uveden v tabulce 8.

Tabulka 8 - Preference kritérií a výpočet vah

Kritérium	CGY	DY	B	D/E	Geometrický průměr	Váhy
CGY	1	5	7	7	3,96	0,65
DY	1/5	1	3	3	1,16	0,19
B	1/7	1/3	1	1	0,47	0,08
D/E	1/7	1/3	1	1	0,47	0,08
Suma					6,05	1

Nejdůležitějším kritériím je kapitálový výnos (CGY). Je silně preferován před dividendovým výnosem (DY), jelikož kapitálový výnos je hlavní položkou zisku, navíc dividendová politika firmy se může snadno změnit a vedení společnosti tak může rozhodnout nevyplácet dividendy. Kritérium kapitálový výnos je silně preferován před koeficientem beta (B) a mírou zadluženosti vlastního kapitálu (D/E). Dividendový výnos je slabě důležitější než B a D/E, zatímco kritéria B a D/E jsou stejně důležitá.

Podle Saatyho metody má proto největší váhu, a to 0,65, kritérium kapitálový výnos. Dividendový výnos se zapíše do modelu s váhou 0,19. Stejně váhy, činící 0,08, má

koeficient beta a míra zadluženosti vlastního kapitálu. Součet vah bez přihlédnutí k zaokrouhlení vah je roven jedné, což hovoří o správnosti výpočtu.

Ověřit kvalitu odhadů poměrů vah, a tudíž i výpočtu vah, je opět možné pomocí indexu konzistence. Bude k tomu zapotřebí vědět největší vlastní číslo matice Saatyho. Pro jeho výpočet byla opět použita online aplikace WolframAlpha a následující příkaz:

eigenvalues {{1,5, 7,7},{0.2,1,3,3},{0.142,0.333,1,1},{0.142,0.333,1,1}}

Největší vlastní číslo se rovná 4,073.

Míra konzistence matice měřena indexem konzistence je 0,025. Toto číslo je opět menší než 0,1, což vypovídá o konzistenci odhadů.

5.5.3 Hodnocení variant

Data vstupující do modelu jsou připravena stejným způsobem jako v předchozím případě a jsou zobrazena v tabulce 9.

Tabulka 9 - Kriteriaální matice

Instrument	Dividendový vynos v %	Beta	Výkonnost za 5 let	D/E v %
ČEZ	9,00	0,97	0	26,67
E4U	5,74	0,25	2,15	65,76
ENERGOAQUA	7,14	0,12	5,75	0,19
ERSTE GROUP BANK	2,11	1,64	75,16	15,78
FORTUNA	7,01	0,42	0	27,05
KOMERČNÍ BANKA	6,30	0,95	26,45	1,98
PEGAS NONWOVENS	0,14	0,34	74,37	0,00
STOCK	4,48	0,24	10,75	19,56
UNIPETROL	3,09	0,12	7,08	0,04
VGP	2,11	0,23	0	24,27
VIG	3,06	0,82	0	2,75
Povaha kritéria	max	max	max	min
Váha kritéria	0,19	0,08	0,65	0,08

Metoda váženého součtu se použije opakovaně. Výsledky hodnocení variant jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10 - Pořadí variant dle metody váženého součtu

Instrument	Užitek	Pořadí
ERSTE GROUP BANK	0,802	1
PEGAS NONWOVENS	0,736	2
KOMERČNÍ BANKA	0,539	3
STOCK	0,179	4
ENERGOAQUA	0,168	5
UNIPETROL	0,156	6
ČEZ	0,141	7
VIG	0,127	8
FORTUNA	0,101	9
VGP	0,066	10
E4U	0,058	11

Zařazení do modelu nových kritérií sice nepodlomilo pozici lídra předvýběru (akcie společnosti ERSTE GROUP BANK), ale pořadí ostatních akciových titulů se výrazně změnilo. Pro jistotu a ověření výsledků vyhodnocení variant bylo provedeno ještě za pomoci metody TOPSIS. Pořadí variant je uvedeno v tabulce 11.

Tabulka 11 - Pořadí variant dle metody TOPSIS

Instrument	Vzdálenost od bazální varianty	Pořadí
ERSTE GROUP BANK	0,737	1
PEGAS NONWOVENS	0,716	2
KOMERČNÍ BANKA	0,448	3
STOCK	0,147	4
ENERGOAQUA	0,117	5
UNIPETROL	0,109	6
ČEZ	0,109	7
FORTUNA	0,081	8
VIG	0,076	9
E4U	0,066	10
VGP	0,043	11

Srovnání výsledků získaných různými metody bude provedeno v další kapitole.

5.5.4 Analýza a srovnání výsledků etapy předvýběru a výběru

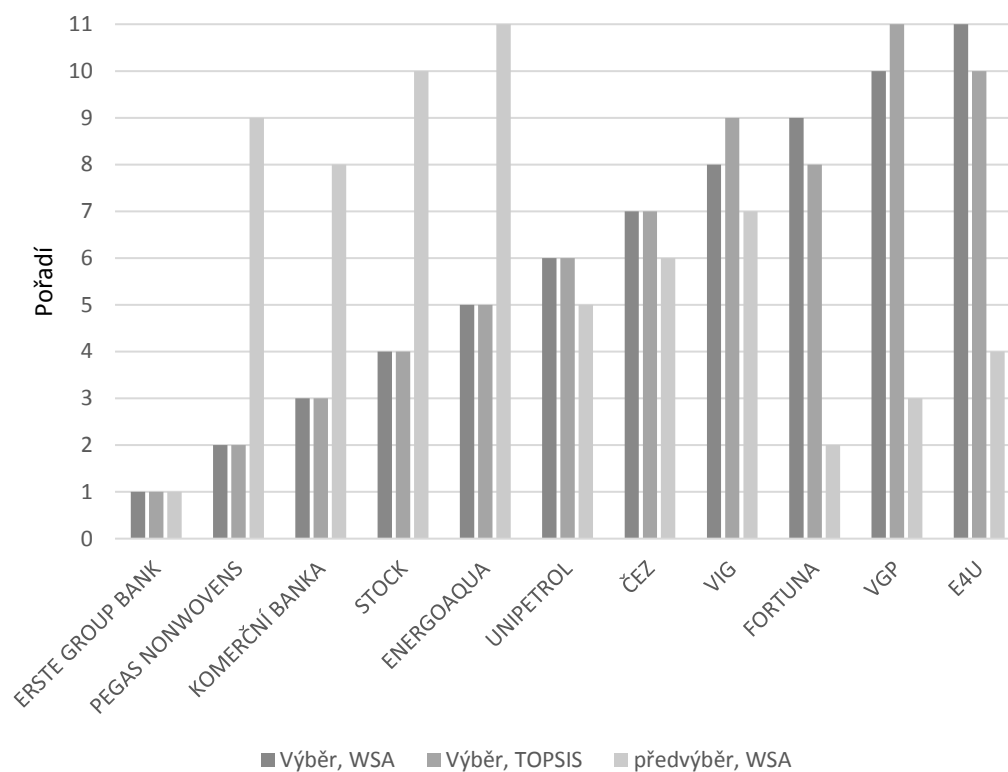
Metoda váženého součtu a metoda TOPSIS poskytují investorovi zcela stejné výsledky. Prvních sedm akciových titulů v pořadí se shoduje podle obou metod, ostatní čtyři tituly jsou jen v trochu zpřeházeném pořadí.

Výsledky 2. kola výběru lze porovnat taky s pořadím akcií získaným z předvýběru. Seřazení akcií získaná použitím tří různých modelů jsou uvedena v tabulce 12.

Tabulka 12 - Pořadí akciových titulů získaná různými metody

Instrument	Pořadí variant		
	Výběr (2. kolo)		Předvýběr (1. kolo)
	Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS	Metoda váženého součtu
ERSTE GROUP BANK	1	1	1
PEGAS NONWOVENS	2	2	9
KOMERČNÍ BANKA	3	3	8
STOCK	4	4	10
ENERGOAQUA	5	5	11
UNIPETROL	6	6	5
ČEZ	7	7	6
VIG	8	9	7
FORTUNA	9	8	2
VGP	10	11	3
E4U	11	10	4

Hrubá selekce akcií se shodla s detailnější analýzou jen ohledně lídra mezi akcie, a tím je ERSTE GROUP BANK. Další čtyři se podle detailnější analýzy akcií však umístily na posledních místech dle hrubšího předvýběru. Rozdíly ve výsledcích hodnocení variant jsou patrné z obrázku 6.



Obrázek 6 - Pořadí akcií získané různými metody

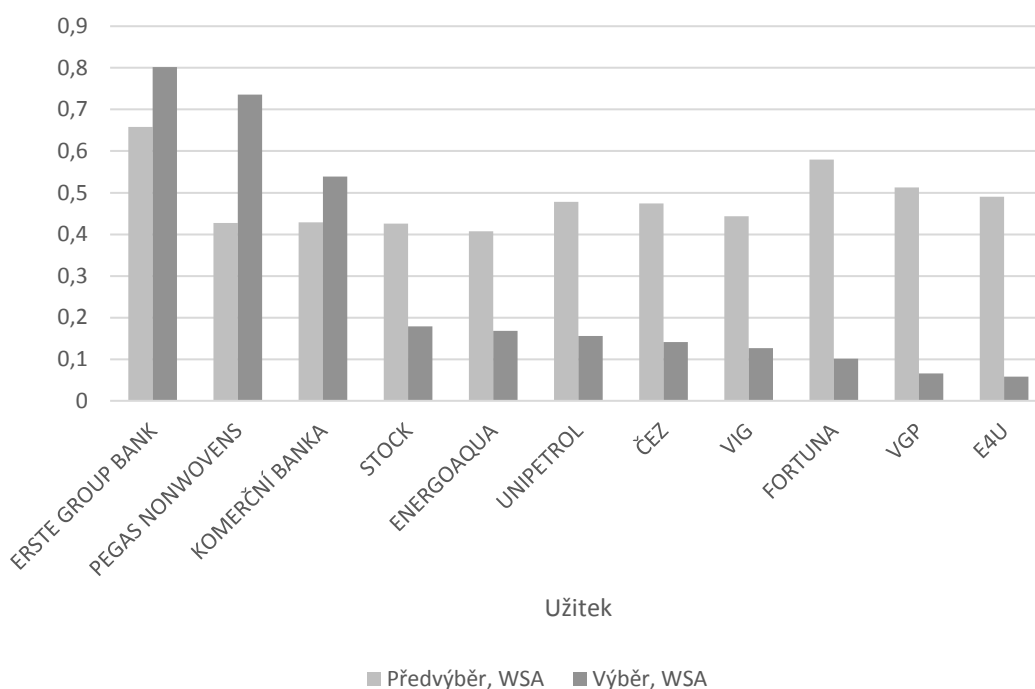
Zjišťování příčin vzniklé situace potřebuje detailnější rozbor hodnot užitek získaných metodou váženého součtu při předvýběru a následném výběru akciových titulů. Tabulka 13 udává přehled těchto hodnot.

Tabulka 13 - Srovnání užitek variant vypočítaných v rámci dvou kol výběru

Instrument	Užitek	
	Výběr (2. kolo)	Předvýběr (1. kolo)
ERSTE GROUP BANK	0,802	0,658
PEGAS NONWOVENS	0,736	0,427
KOMERČNÍ BANKA	0,539	0,429
STOCK	0,179	0,426
ENERGOAQUA	0,168	0,408
UNIPETROL	0,156	0,478
ČEZ	0,141	0,475
VIG	0,127	0,443
FORTUNA	0,101	0,579
VGP	0,066	0,513
E4U	0,058	0,490

Po větší přehlednost byly údaje z tabulky 13 představeny ve formě sloupcového grafu (obrázek 7). Jak ukazuje obrázek 7, při předvýběru skoro všechny akcie, jež podstoupily do dalšího kola, vykazují přibližně stejný užitek oscilující mezi hodnotami 0,40 a 0,52. Výjimkou je jen bezpochybný lídr mezi akciemi – akcie ERSTE GROUP BANK a kromě toho akcie společnosti FORTUNA.

Pozice Fortuny se vysvětluje především nejvyšší hodnotou rentability vlastního kapitálu (ROE) mezi analyzovanými akciové tituly hodnotou rentability vlastního kapitálu (ROE). Vysoké ROE je ovšem typické pro společnosti působící ve sféře spotřebitelských služeb, které při svém fungování nepotřebují hodně fyzických aktiv. Nevyniká-li akcie v ostatních kritériích, nemůže vysoké ROE vypovídat o extrémní atraktivnosti akcie. Navíc zadluženost vlastního kapitálu Fortuny činí 27,05 % a v mikroekonomii platí tvrzení, že vyšší zadluženost zvyšuje rentabilitu vlastního jmění.



Obrázek 7 - Užítiky akcií získané metodou váženého součtu ve dvou kolech výběru

Investorovi se doporučuje pořízovat akcie do portfolia na základě druhého výběru, což nebude v rozporu s předvýběrem, jelikož tím prošly akcie se zhruba stejným užitekem. Výrazně vyšší hodnoty užitku než ostatní akciové tituly vykazují akcie ERSTE GROUP BANK, PEGAS NONWOVENS a KOMERČNÍ BANKA. Výsledné portfolio by se tedy skládalo z akcií těchto společností.

Otázkou však zůstávají podíly jednotlivých akciových titulů v portfoliu, čímž se bude zabývat další kapitola.

5.6 Sestavení portfolia využitím lineárního programování

Po selekci akciových titulů pomocí metod vícekritériálního hodnocení variant lze přejít k tvorbě investičního portfolia složeného právě z vybraných akciových titulů. K tomuto účelu bude použita klasická lineární optimalizace.

Tvorba matematického modelu začíná definicí proměnných. Model bude obsahovat tři proměnné, které budou představovat podíly jednotlivých akciových titulů v portfoliu:

x_1 - podíl akcií ERSTE GROUP BANK

x_2 - podíl akcií PEGAS NONWOVENS

x_3 - podíl akcií KOMERČNÍ BANKA

Následně lze přejít ke konstruování účelové funkce. V daném případě matematický model bude obsahovat jednu účelovou funkci, na kterou by se investor měl při svém rozhodování soustředit, a tím je průměrný roční kapitálový výnos, který by mohly vykazovat akciové tituly za podmínek, že současný trend vývoje kurzů akcií bude pokračovat.

Zisk bude vázán na celkovou investovanou částku, která podle profilu investora tvoří 100 000 Kč a závisí na roční výnosnosti cenných papírů. Po výpočtu cenových koeficientů účelová (kriteriální) funkce bude vypadat takto:

$$Z = 15032 x_1 + 14874 x_2 + 5290 x_3 \rightarrow \max$$

Omezující podmínky se budou týkat rizika a stanoví úroveň rizikovitosti přijatelnou pro investora. V modelu je opět zohledňován magický trojúhelník „výnos, riziko, likvidita“ převedený vzhledem k vysoké likviditě vybraných akcií na výnosově-rizikový profil. Rizikovitost portfolia budou reprezentovat koeficient beta portfolia a míra zadluženosti vlastního kapitálu.

- Koeficient beta portfolia

Investor požaduje, aby celková beta portfolia byla jen o něco větší než beta trhu (beta trhu se rovná jedné), a to na úrovni 1,2:

$$1,64 x_1 + 0,34 x_2 + 0,95 x_3 = 1,2$$

Ze třech vybraných titulů největší beta koeficient a tudíž i největší kolísavost vykazují akcie ERSTE GROUP BANK. Eliminovat toto tržní riziko lze právě pomocí omezující podmínky a stanovení maximální bety portfolia. Analytik investičního portálu Patria.cz Václav Kmínek upozorňuje, že výkyvy cen akcií Erste Group Bank byly vždy větší než výkyvy cen akcií konkurenční Komerční banky. Je to zapříčiněno především tím, že skupina ERSTE kromě České republiky, Slovenska a Rakouska působí také v rizikovějších zemích, jako je Srbsko, Chorvatsko či Rumunsko. (Aliapulos, 2016)

- Míra zadluženosti vlastního kapitálu.

ERSTE GROUP BANK má vyšší míru zadluženosti vlastního kapitálu než společnost Pegas Nonwovens, která nemá dlouhodobé dluhy vůbec, a Komerční banka, která má zadluženost vlastního kapitálu jen 2 %. Je proto potřeba omezit toto riziko a investor požaduje, aby vážená průměrná míra zadluženosti vlastního kapitálu nepřesahovala 10 %:

$$15,78 x_1 + 0 x_2 + 1,98 x_3 < 10$$

- Vnitřní (endogenní) omezující podmínka

Jelikož proměnné představují podíly jednotlivých cenných papírů v portfoliu, jejich součet by se měl rovnat jedné:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

Podmínky nezápornosti

Kompletní model úlohy lineárního programování pro případ tvorby investičního portfolia vypadá takto:

Maximalizovat

$$Z = 15032 x_1 + 14874 x_2 + 5290 x_3$$

za podmínek

$$1,64 x_1 + 0,34 x_2 + 0,95 x_3 = 1,2$$

$$15,78 x_1 + 0 x_2 + 1,98 x_3 < 10$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$x_1 > 0, x_2 > 0, x_3 > 0.$$

Model byl zpracován v tabulkovém procesoru Excel a vypočítán programem Linkosa. Optimální řešení poskytnuté softwarem Linkosa je uvedeno v tabulce 14.

Tabulka 14 - Optimální složení portfolia

Název	Hodnota proměnné
ERSTE GROUP BANK	0,624
PEGAS NONWOVENS	0,295
KOMERČNÍ BANKA	0,081

Největší podíl akcií v portfoliu má nepřekvapivě banka ERSTE (62 %). Akcie ERSTE patří k nejobchodovanějším akciím na Pražské burze, vykazují vysoké výnosy, mají však vyšší volatilitu kurzu, tedy nestabilitu výnosů. Přidání akcií s nižší kolísavostí kurzu umožňuje vyvážit portfolio a snížit riziko nestabilních výnosů. Z tohoto důvodů skoro 30 % portfolia budou tvořit akcie společnosti Pegas Nonwovens a 8 % by měly činit akcie Komerční banky.

5.7 Návrh nejvýhodnějšího portfolia

Zjištěné podíly akcií umožňují vytvářet portfolio s libovolnou investovanou částkou. Investorka je však ochotná investovat 100 000 Kč a potřebuje vědět, kolik akcií každé společnosti je vhodné koupit.

Tabulka 15 ukazuje složení portfolia v případě, že celková investovaná částka bude činit 100 000 Kč.

Nejdřív se počítá teoretická investovaná částka pro každý akciový titul jako celková investovaná částka vynásobená podílem akcie v portfoliu. Z toho lze vyčíslit počet kusů každého akciového titulu a to vydělením teoreticky stanovené investované částky cenou akcie a následným zaokrouhlením získané hodnoty dolů na celá čísla. Skutečná investovaná částka je výsledkem součinu ceny akciového titulu a počtu akcií.

Tabulka 15 – Výpočet pro konkrétní portfolio

Instrument	Cena v Kč	Podíl v portfoliu v %	Teoretická investovaná částka v Kč	Počet kusů	Skutečná investovaná částka v Kč
ERSTE GROUP BANK	641,6	0,624	62355,71	97	62235,2
PEGAS NONWOVENS	819,6	0,295	29549,9	36	29505,6
KOMERČNÍ BANKA	948	0,081	8094,387	8	7584
Suma		1	100000	x	99324,8

Investičním doporučením pro investora je akciové portfolio, sestavené z 97 akcií ERSTE GROUP BANK, 36 akcií PEGAS NONWOVENS a 8 akcií KOMERČNÍ BANKA. Jak uvádí Syrový, 2014, v případě akciového portfolia je diverzifikace do několika málo akciových titulů obvykle dostačující. Erste a Komerční banka patří k největším bankám České republiky, Pegas Nonwovens působí v odvětví spotřebního zboží. Koeficient beta portfolia činí 1,2, míra zadluženosti vlastního kapitálu spočítaná váženým průměrem nepřesahuje 10 %. Hypotetický kapitálový výnos za první rok bude činit 14196,76 Kč neboli 14,2 %. Tato veličina nezahrnuje dividendový výnos, neboť se dividendová politika uvedených společností dost často mění. Skutečná investovaná částka bude činit 99 325 Kč.

6 Závěr

Diplomová práce měla za cíl výběr vhodných investic (akcií) a sestavení investičního portfolia pro konkrétního investora za použití metod vícekriteriálního rozhodování. Práce zachycuje celý proces investičního rozhodování, od počátečních fází a vzniku ideje investování až po konstruování výsledného portfolia. V diplomové práci se prokazuje, že úloha tvorby investičního portfolia může být vyřešena pomocí kvantitativních metod, výstupem je investiční doporučení v podobě akciového portfolia složeného z titulů obchodovaných na Pražské burze.

Celý proces investičního rozhodování probíhal v souladu s fázemi rozhodovacího procesu a prvními kroky byly stanovení profilu investora a zjišťování jeho požadavků. Investorem v daném případě byla autorka této diplomové práce, která projevila přání investovat volné finanční prostředky do akcií tuzemských společností.

Následně byla provedena systémová analýza rozhodovacího problému, která umožnila rozložit problém na dílčí části a navrhnout postup řešení. Tvorba portfolia byla rozdělena na tři etapy. Dvě z nich se týkaly selekce akcií a třetí určovala konkrétní složení portfolia.

Selekce akciových titulů se tedy prováděla ve dvou kolech, kde první kolo (předvýběr) mělo za cíl zúžit množinu variant a posoudit akcie podle základních a hrubších kritérií, zatímco druhé kolo (výběr akcií) zkoumalo akciové tituly z hlediska detailnějších parametrů. Oba výběry využívaly metod vícekriteriálního hodnocení variant a konkrétně Saatyho metodu pro stanovení vah kritérií a metodu váženého součtu pro samotnou analýzu variant. Počet kritérií v obou případech byl roven 4, kritéria zohledňovala prvky magického trojúhelníku (výnos, riziko, likvidita) a ukazatele vybrané investiční strategie.

Do předvýběru vstoupilo celkem 22 akcií společností působících na českém trhu, z nichž jenom polovina titulů s nejvyšším užitekem postoupila do dalšího kola. Druhé kolo výběru výrazně změnilo pořadí akcií. Při předvýběru však všech 11 akciových titulů přijatých k další analýze vykazovalo přibližně stejný užitek, zatímco druhý výběr odhalil tři akciové tituly s výrazně vyšším užitekem než u ostatních titulů. K těmto instrumentům patří akcie ERSTE GROUP BANK, PEGAS NONWOVENS a KOMERČNÍ BANKY s hodnotami užiteků. Investorovi se doporučuje pořídit portfolio složené z akcií těchto společností.

Podíly jednotlivých akciových titulů v portfoliu lze vyčíslit pomocí klasické lineární optimalizace, kde podíly akcií vstupují do modelu jako proměnné, účelová funkce představuje kapitálový výnos portfolia a omezující podmínky souvisí s rizikovostí investic (beta koeficient portfolia a míra zadluženosti vlastního kapitálu). Dalšími podmínkami jsou součet podílů, který by se měl rovnat jedné, a podmínky nezápornosti proměnných.

Nalezené optimální řešení modelu představuje složení portfolia, kde 62 % připadá na akcie Erste banky, 30 % na akcie Pegas Nonwovens a 8 % na akcie Komerční banky.

Investorka si přeje investovat do akciových titulů částku 100 000 Kč. Z podílů akcií lze vypočítat počet akcií každé společnosti. Investičním doporučením pro investora tedy je akciové portfolio, které se skládá z 97 akcií ERSTE GROUP BANK, 36 akcií PEGAS NONWOVENS a 8 akcií KOMERČNÍ BANKY. Hypotetický kapitálový výnos za první rok bude činit 14196,76 Kč neboli 14,2 %. Výnos však vychází z historických údajů a nemůže být zaručen.

Předpokládaný investiční horizont je pět a víc let a je důležité sledovat akcie a ve správný čas je prodat. Doporučuje se sledovat hlavní fundamentální ukazatele a aktuální zpravodajství. K načasování jak nákupu, tak i prodeje lze využít technickou a jako pomocný nástroj psychologickou analýzu.

Postupy uvedené v diplomové práci mohou používat individuální investoři, kteří již mají nějaký přehled v kapitálových trzích, nebo finanční makléři a poradci, kteří chtějí doplnit své znalosti a zkušenosti exaktními a formalizovanými metodami. Úprava modelů umožní používat navržený způsob tvorby portfolia i v případě nákupu jiných druhů cenných papírů.

7 Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje

BOROVÍČKA, Adam. 2010. *Vícekritériální hodnocení akciových titulů obchodovaných v systému SPAD na BCPP*. Praha. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Martina Kuncová.

BOROVÍČKA, Adam. 2015. *Vytváření investičního portfolia podílových fondů pomocí fuzzy metod vícekritériálního rozhodování*. Praha. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Petr Fiala.

DUDORKIN, Jiří. 2003. *Systémové inženýrství a rozhodování*. Vyd. 4. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-010-2737-6.

FÁBRY, Jan. 2011. *Matematické modelování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-7431-066-9.

FOTR, Jiří, Jiří DĚDINA a Helena HRŮZOVÁ. 2003. *Manažerské rozhodování*. Vyd. 3. upr. a rozš. Praha: Ekopress. ISBN 80-861-1969-6.

FOTR, Jiří a Jiří HNILICA. 2014. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5104-7.

GLADIŠ, Daniel. 2005. *Naučte se investovat*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada. Finanční trhy a instituce. ISBN 80-247-1205-9.

JABLONSKÝ, Josef. 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-44-3.

JÍLEK, Josef. 2009. *Akciové trhy a investování*. 1. vyd. Praha: Grada. Finanční trhy a instituce. ISBN 978-80-247-2963-3.

MUSÍLEK, Petr. 2002. *Trhy cenných papírů*. Vyd. 1. Praha: Ekopress. ISBN 80-861-1955-6.

PAVLÁT, Vladislav. 2005. *Kapitálové trhy*. 2., dopl. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-864-1987-8.

RADOVÁ, Jarmila, Petr DVOŘÁK a Jiří MÁLEK. 2009. *Finanční matematika pro každého*. 7., aktualiz. vyd. Praha: Grada. Finance. Osobní a rodinné finance. ISBN 9788024732916.

REILLY, Frank a Keith BROWN 2012. *Analysis of investments & management of portfolios*. 10th ed. Australia: South-Western Cengage Learning. International Edition. ISBN 9780538482486.

REJNUŠ, Oldřich. 2014. *Finanční trhy*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Partners. ISBN 978-80-247-3671-6.

SYROVÝ, Petr a Tomáš TYL. 2014. *Osobní finance: řízení financí pro každého*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Grada. Osobní a rodinné finance. ISBN 9788024748320.

ŠOBA, Oldřich, Martin ŠIRŮČEK a Roman PTÁČEK. 2013. *Finanční matematika v praxi*. Praha: Grada. Partners. ISBN 9788024746364.

ŠTÝBR, David, Petr KLEPETKO a Pavlína ONDRÁČKOVÁ. 2011. *Začínáme investovat a obchodovat na kapitálových trzích*. 1. vyd. Praha: Grada. Finance pro každého. ISBN 978-80-247-3648-8.

ŠUBRT, Tomáš. 2015. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o. ISBN 978-80-7380-563-0.

THOMSETT, Michael 2009. *Kalkulačka akciového investora: praktická příručka se vzorci a výpočty, které potřebuje každý úspěšný investor*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1904-4.

TREGLER, Karel. 2005. *Oceňování akciových trhů: metody měření správnosti ocenění*. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-717-9439-2.

TUREK, Ludvík. 2008. *První kroky na burze*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1915-0.

VALACH, Josef. 2010. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress. ISBN 9788086929712.

VALOVÁ, Ivana. 2010. *Řízení rizik podle Basel II se specifickým zaměřením na interní rating v rámci úvěrového rizika*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-5410-3.

VESELÁ, Jitka. 2007. *Investování na kapitálových trzích*. Vyd. 1. Praha: ASPI. ISBN 978-80-7357-297-6.

VESELÁ, Jitka a Martin OLIVA. 2015. *Technická analýza na akciových, měnových a komoditních trzích*. 1. vydání. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-87865-22-4.

VODÁČEK, Leo a Antonín ROSICKÝ. 1997. *Informační management: pojetí, poslání a aplikace*. Vyd. 1. Praha: Management Press. ISBN 80-859-4335-2.

VOTRUBA, Zdeněk, Jana KLEČÁKOVÁ a Marek KALIKA. 2008. *Systémová analýza*. Vyd. 2. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-04081-2.

VYTLAČIL, Dalibor. 2007. *Systémová analýza a syntéza*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT. ISBN 978-80-01-03637-2.

Internetové zdroje

Akcie ČR. 2016. . *Fio Banka* [online]. Praha: Fio Banka [cit. 2016-06-04]. Dostupné z: <http://www.fio.cz/akcie-investice/akcie/akcie-cr>

Burza cenných papírů Praha. 2016. . *Fio banka* [online]. Praha: Fio banka [cit. 2016-06-04]. Dostupné z: <http://www.fio.cz/akcie-investice/obchodovani-akcie/akcie-cr/obchodovani-prazska-burza>

CHECKLAND, Peter. 2011. *Systems Thinking and Soft Systems Methodology. The Oxford Handbook of Management Information Systems: Critical Perspectives and New Directions* [online]. Oxford University Press [cit. 2016-11-24]. Dostupné z: <http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199580583.001.0001/oxfordhb-9780199580583-e-4>

GLASA, Filip. 2010. ROE – návratnost kapitálu. In: *Infip.cz* [online]. ako-investovat.sk [cit. 2016-06-04]. Dostupné z: <http://cz.ako-investovat.sk/clanek/118/roe-navratnost-kapitalu>

Organizační struktura. 2008. . *RM-SYSTÉM* [online]. Praha: RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů a.s. [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: <http://www.rmsystem.cz/spolecnost/organizacni-struktura>

Orgány a struktura burzy. 1998-2016. . In: *Prague Stock Exchange* [online]. Praha: Burza cenných papírů Praha [cit. 2016-06-03]. Dostupné z: <https://www.pse.cz/dokument.aspx?k=Profil-Burzy-Struktura>

Profil společnosti. 1998-2016. . In: *Prague Stock Exchange* [online]. Praha: Burza cenných papírů Praha [cit. 2016-06-03]. Dostupné z: <https://www.pse.cz/dokument.aspx?k=Profil-Burzy>

Základní informace. 2008. . *RM-SYSTÉM* [online]. Praha: RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů [cit. 2016-06-04]. Dostupné z: <http://www.rmsystem.cz/spolecnost/zakladni-informace>

Zákon č. 513/1991 Sb., ze dne 5. listopadu 1991, obchodní zákoník. b.r.. In: . Dostupné také z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/obchzak/>

Zákon č. 89/2012 Sb. ze dne 03. 02. 2012, občanský zákoník. b.r.. In: . Dostupné také z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/obcansky-zakonik/>