

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomických teorií



Bakalářská práce

Model CAPM a jeho aplikace na trzích aktiv

Veronika Rousková

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Veronika Rousková

Provoz a ekonomika

Název práce

Model CAPM a jeho aplikace na trzích aktiv

Název anglicky

Application of the CAPM model in asset markets

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je objasnění modelu CAPM především z hlediska jeho uplatnění při zkoumání trhu aktiv. Model je implementován na konkrétních trzích aktiv a bude provedeno prověření přesnosti modelu na základě historických dat.

Metodika

Na základě studia odborné literatury související s touto problematikou budou definována teoretická východiska. Získané znalosti budou využity při aplikaci modelu na konkrétních získaných datech. Pro verifikaci modelu budou použity matematicko-statistické metody.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

CAPM, oceňování kapitálových aktiv, beta koeficient, SML, CML, teorie efektivních trhů, rovnováha na trzích aktiv

Doporučené zdroje informací

ELTON, Edwin J., GRUBER, Martin J., BROWN, Stephen J., GOETZMANN, William N. Modern portfolio theory and investment analysis. 9th edition. United States: John Wiley & Sons Inc, 2014. ISBN 978-1118469941.

JÍLEK, J. Akciové trhy a investování. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2963-3.

LEVY, H. The capital asset pricing model in the 21st century: analytical, empirical, behavioral perspectives. New York: Cambridge University Press, 2012. ISBN 978-0521186513.

MUSÍLEK, P. *Trhy cenných papírů*. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-70-5.

VESELÁ, J. *Investování na kapitálových trzích*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 978-80-7357-647-9.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Alexandr Soukup, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomických teorií

Elektronicky schváleno dne 9. 11. 2018

doc. PhDr. Ing. Lucie Severová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 11. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 01. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Model CAPM a jeho aplikace na trzích aktiv" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.03.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Alexandrovi Soukupovi, CSc. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Model CAPM a jeho aplikace na trzích aktiv

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo otestování několika předpokladů modelu CAPM a jeho validity. Testování bylo provedeno pomocí Studentova t-testu a Fisherova f-testu. Konkrétně se zjišťovalo, zda existuje lineární závislost mezi rizikem a výnosností a zda byl naplněn předpoklad přímky SML. Také byl analyzován koeficient determinace. Zjištěné výsledky potvrdily lineární závislost pouze na Varšavské burze. Zatímco na Budapešťské burze a Pražské burze se lineární závislost mezi sledovanými proměnnými nepotvrdila. Předpoklad přímky SML byl potvrzen pro vybrané tituly, se kterými bylo obchodováno na Varšavské a Pražské burze. Je třeba brát v potaz, že byli testovány pouze jednotlivé akciové tituly, testovaný investiční horizont byl pouze 5 let a počet dat byl omezený. Při interpretaci koeficientu determinace se ukázalo, že akciové tituly byly převážně ovlivněny nesystematickým rizikem.

Klíčová slova: CAPM, oceňování kapitálových aktiv, koeficient alfa, koeficient beta, odhad bety, riziko, výnosnost

Application of the CAPM model in asset markets

Abstract

This bachelor's thesis tests several assumptions of the CAPM model and its validity. Testing was performed using Student's t-test and Fisher's f-test. Namely, it was examined whether there is a linear relationship between risk and return, and it was tested if assumptions of SML line was accomplished. The determination coefficient was also analyzed. The results confirmed the linear relationship only on the Warsaw Stock Exchange. While on the Budapest Stock Exchange and the Prague Stock Exchange the linear relationship between the variables was not confirmed. The SML line assumption was confirmed for selected stocks traded on the Warsaw Stock Exchange and the Prague Stock Exchange. It should be noted that only individual stocks were tested. The tested investment horizon was only 5 years and the number of data was limited. When interpreting the determination coefficient, it shows that the stock titles were mostly affected by unsystematic risk.

Keywords: CAPM, capital asset pricing, coefficient alpha, coefficient beta, beta's estimation, risk, return

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod..... | 11 |
| 2 Cíl práce a metodika | 12 |
| 1.1 Cíl práce | 12 |
| 1.2 Metodika | 12 |
| 3 Teoretická východiska | 13 |
| 3.1 Teorie portfolia..... | 13 |
| 3.1.1 Selektivní model Markowitze..... | 13 |
| 3.1.2 Křivky indiference | 13 |
| 3.1.3 Efektivní množina..... | 15 |
| 3.2 Model oceňování kapitálových aktiv | 17 |
| 3.2.1 Předpoklady modelu | 17 |
| 3.2.2 Bezriziková aktiva | 17 |
| 3.2.3 Separační teorém a tržní portfolio | 17 |
| 3.2.4 Příмка kapitálového trhu..... | 18 |
| 3.2.5 Systematické a nesystematické riziko..... | 19 |
| 3.2.6 Beta koeficient | 21 |
| 3.2.7 Příмка trhu cenných papírů | 21 |
| 3.2.8 Nerovnováha na trhu..... | 23 |
| 3.2.9 Empirické testování modelu | 23 |
| 3.2.9.1 Lintner | 23 |
| 3.2.9.2 Black, Jensen a Scholes | 24 |
| 3.2.9.3 Fama a MacBeth..... | 24 |
| 3.2.9.4 Rollova kritika | 25 |
| 3.2.10 Modifikace modelu CAPM..... | 25 |
| 3.2.10.1 Zero-Beta CAPM..... | 25 |
| 3.2.10.2 T-CAPM | 26 |
| 3.2.10.3 M-CAPM..... | 27 |
| 3.2.10.4 IP-CAPM | 27 |
| 3.2.11 Teorie arbitrážního oceňování | 28 |
| 4 Vlastní práce | 30 |
| 4.1 Varšavská burza | 30 |
| 4.2 Burza cenných papírů Praha..... | 31 |
| 4.3 Budapešťská burza | 32 |
| 4.4 Výběr dat..... | 33 |

| | | |
|----------|-------------------------------------|-----------|
| 4.5 | Odhad parametrů modelu | 34 |
| 5 | Výsledky a diskuse | 36 |
| 5.1 | WSE..... | 36 |
| 5.2 | BCPP | 38 |
| 5.3 | BSE..... | 40 |
| 6 | Závěr..... | 42 |
| 7 | Seznam použitých zdrojů..... | 44 |
| 8 | Přílohy | 46 |

Seznam obrázků

| | | |
|------------|--|----|
| Obrázek 1: | Mapa křivek indiference investora s odporem k riziku | 14 |
| Obrázek 2: | Množina dostupných (připustných) portfolií..... | 15 |
| Obrázek 3: | Výběr optimálního portfolia | 16 |
| Obrázek 4: | Přímka kapitálového trhu | 19 |
| Obrázek 5: | Systematické a nesystematické riziko | 20 |
| Obrázek 6: | Přímka trhu cenných papírů | 22 |
| Obrázek 7: | Zero-Beta CAPM | 26 |

Seznam tabulek

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabulka 1: | WIG20 index top 10 společností | 30 |
| Tabulka 2: | PX index top 10 společností | 32 |
| Tabulka 3: | BUX top 10 akciových titulů | 33 |
| Tabulka 4: | Přehled vybraných společností | 34 |
| Tabulka 5: | WSE – parametry alfa a beta | 36 |
| Tabulka 6: | WSE - výsledky statistického testování..... | 37 |
| Tabulka 7: | BCPP – parametry alfa a beta | 38 |
| Tabulka 8: | BCPP – výsledky statistického šetření..... | 39 |
| Tabulka 9: | BCE – parametry alfa a beta | 40 |
| Tabulka 10: | BSE – výsledky statistického testování | 41 |

1 Úvod

Model oceňování kapitálových aktiv (CAPM) je založen na základech Markowitzovy teorie moderního portfolia. Byl nezávisle na sobě vyvinut Williamem Sharpem (1964), Johnem Lintnerem (1965) a Janem Mossinem (1966). Za tento model v roce 1990 získal Sharp Nobelovu cenu. CAPM je založen na zjednodušeném vztahu pro varianci výnosností portfolia a popisuje vztah mezi systematickým rizikem a výnosností aktiv, zejména akcií. V současnosti je model Markowitze využíván pro alokaci prostředků na různé druhy aktiv a model Sharpa se používá k alokaci prostředků v rámci jednotlivých skupin aktiv.

Model je široce využíván v oboru financování, používá se pro oceňování rizikových cenných papírů a generování očekávané výnosnosti aktiv vzhledem k riziku těchto aktiv a kapitálových nákladů. CAPM je populární hlavně díky své jednoduchosti, přičemž se berou v úvahu pouze celkové informace o trhu. Model poskytuje investorům možnost odhadnout požadovanou míru výnosnosti akcie na základě posouzení rizika dané akcie. I když bývá model velmi často kritizován kvůli nereálným předpokladům, na kterých je založen, je stále široce využíván investory k determinaci požadované výnosnosti investic. Další limitací modelu je, že předpokládá chování aktiv pouze na základě jediného rizikového faktoru, výnosností tržní portfolia.

2 Cíl práce a metodika

1.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je představit teoretické a praktické využití modelu CAPM. V práci se bude testovat vypovídající schopnost a validitu CAPM jako model pro oceňování aktiv kapitálových trhů, konkrétně oceňování akciových titulů obchodovaných na trzích aktiv regionu střední Evropy. Výzkum se především soustředí na trhy Polska, České republiky a Maďarska. Práce se dále zaměřuje na problematiku, existence linearitu mezi výnosností a rizikem, předpokladu přímky trhu cenných papírů, že $\alpha = 0$ (10, s. 463) a vysvětlení koeficientu determinace.

1.2 Metodika

V teoretické části bakalářské práce jsou vysvětleny základy teorie portfolia a Sharpův model. Nejdříve je stručně vysvětlena teorie portfolia. Následuje rozbor základní charakteristiky modelu oceňování kapitálových aktiv, vymezení základních předpokladů teorie kapitálového trhu, definování základních pojmů související s modelem CAPM, seznámení s proběhlými nejznámějšími výsledky empirického testování, a nakonec jsou rozebrány alternativní koncepce modelu oceňování kapitálových aktiv.

Ve vlastní části je seznámení s burzami daných zemí, na kterých se bude model testovat. V této bakalářské práci je použita ekonometrická metoda. Vstupní data nezbytná pro výzkum byla získána hlavně z internetové stránky stooq.com a Burzy cenných papírů Praha, a. s. Dalšími vstupními daty jsou bezriziková aktiva, pro něž byly získány údaje z internetových stránek ČNB a investing.com. K odhadu koeficientů modelu CAPM byla použita regresní analýza, která byla provedena v Excelu. Pro zhodnocení výsledků bylo využito poznatků z nastudované literatury, které byly aplikovány na zjištěné výsledky.

3 Teoretická východiska

3.1 Teorie portfolia

3.1.1 Selektivní model Markowitze

Markowitzův přístup se zakládá na předpokladu, že investor v současné době disponuje určitým objemem peněz. Investor za tyto peníze nakoupí na určité časové období cenné papíry. Toto časové období je známo jako investorova doba držení. Po uplynutí doby držení investor cenné papíry prodá a výnosy z prodeje buď vynaloží na svou spotřebu nebo reinvestuje do jiných cenných papírů. Může zvolit i možnost že část výdělků utratí pro svou spotřebu a část výdělků znovu reinvestuje. Tento Markowitzův přístup se považuje za přístup jednoho období. Začátek tohoto období se značí $t = 0$ a konec se označí $t = 1$. (1, s. 110)

Rozhoduje-li se investor na začátku $t = 0$, nezná výnosy, které získá držením daných cenných papírů. Investor přesto může odhadnout jejich výnosnost a vybrat si pak ten s nejvyšší výnosností. Tento přístup Markowitz nepovažuje za nejlepší, protože investor při hledání sleduje nejen maximální očekávanou výnosnost, ale také vyžaduje minimální riziko. Investor tedy zohledňuje dva konfliktní cíle, které se zároveň snaží v čase $t = 0$ vyvážit. Markowitz ve svém modelu bere v úvahu oba cíle a říká, jak by se měl investor správně při koupi rozhodovat. (1, s. 110)

Dále Markowitz říká, že na výnosnost daného portfolia se má pohlížet jako na něco, čemu se ve statistice říká náhodná veličina. Tato náhodná veličina je ve statistice charakterizována momenty. Investor by se měl podle Markowitze při ohodnocování a nakupování portfolií rozhodovat podle dvou z těchto momentů, a to očekávané hodnoty a směrodatné odchylky. Investor by tedy měl na základě odhadnuté relativní velikosti očekávané hodnoty a směrodatné odchylky by se tedy měl kvalifikovaně rozhodnout, které portfolio koupit. (1, s. 111)

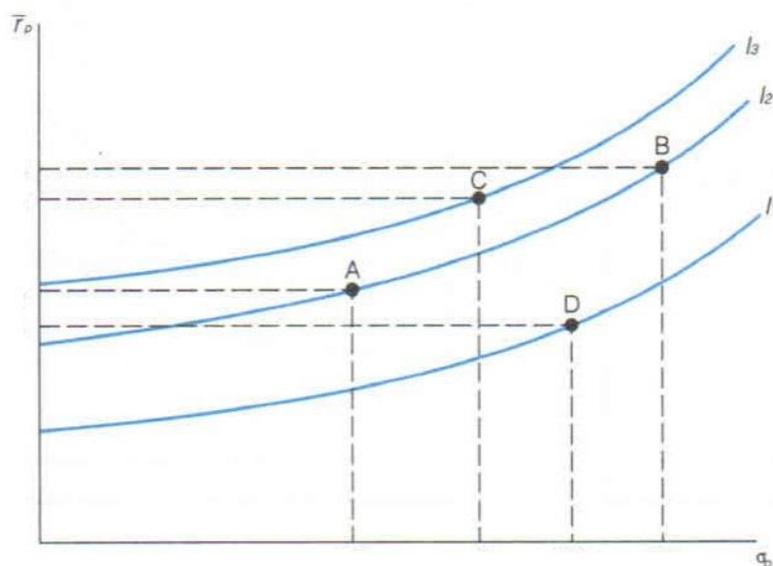
3.1.2 Křivky indiference

Křivky indiference se používají pro vyjádření investorovy preference týkající se úrovně rizika a výnosové míry. Jejich konstrukci ovlivňují dva obecné předpoklady. První je předpoklad nenasycenosti, který říká, že investoři vždy budou preferovat vyšší úroveň bohatství před nižší úrovní. A druhým předpokladem ovlivňující konstrukci je averze

investorů k riziku, což znamená, že pokud si investor vybírá mezi dvěma identickými portfolii, zvolí to s nižším celkovým rizikem, tedy s nižší směrodatnou odchylkou. Právě tyto předpoklady způsobují konvexní tvar jednotlivých křivek. Sklon křivek poté ovlivňuje úroveň averze investora k riziku. Pro sklon křivek platí, že více rizikově averznímu investorovi přísluší křivky, které mají strmější sklon a naopak. (1, s. 115) (2, s. 689)

Na následujícím obrázku 1 je zakreslena mapa indifferenčních křivek investora s averzí k riziku. Na ose x je nanesena směrodatná odchylka měřící celkové riziko a na ose y je nanesena očekávaná míra výnosnosti. Každá čára na obrázku 1 představuje jednu křivku indiference. Pro každou křivku indiference platí důležitá vlastnost a to, že všechna portfolia ležící na dané křivce jsou pro investora stejně žádoucí, důsledkem čehož je, že se jednotlivé křivky indiference nemohou protínat. (1, s. 113)

Obrázek 1: Mapa křivek indiference investora s odporem k riziku



Zdroj: Sharpe a Alexander, 1994, s. 113

Další vlastností indifferenčních křivek je, že investor preferuje libovolné portfolio položené na indifferenční křivce umístěné výše než jiné indifferenční křivky, na nichž leží další portfolia. Například na obrázku 1 jsou znázorněny tři křivky indiference označené I_1 , I_2 a I_3 a množina čtyř potenciačních portfolií označená velkými písmeny A, B, C a D. Investor má za úkol si mezi těmito portfolii vybrat. Při porovnání portfolií A a B by investor obě pokládal za stejně žádoucí, neboť leží na stejné křivce I_2 . Za lepší portfolio, než obě předcházejí by investor shledal portfolio C, jelikož leží na indifferenční křivce I_3 , která je položena „výše“ než I_2 . Portfolio D by investor nevybral, protože leží na nejspodnější křivce

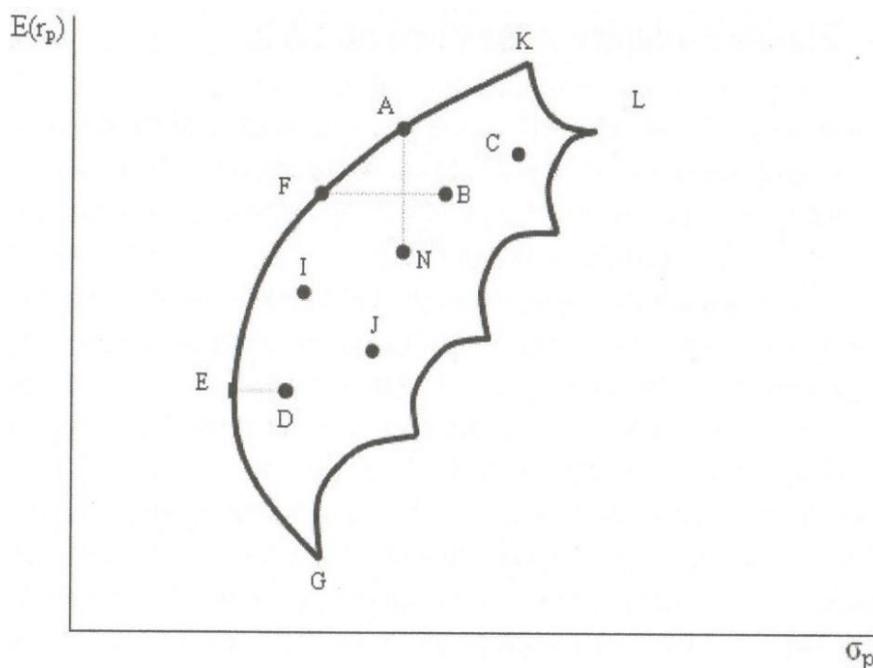
indiference I_1 . Investor by si tedy na základě indiferenčních křivek vybral portfolio C, protože je položené „nejvýše“ vlevo na křivce indiference. (1, s. 112 a 113)

3.1.3 Efektivní množina

Otázkou zůstává, jak se investor zachová v případě, kdy se mu nabízí nekonečný počet portfolií. Neboť investor nemůže z množiny n-cenných papírů vytvořit nekonečný počet portfolií. Je nereálné, aby investor vytvořil nekonečnou množinu portfolií, když má omezený objem finančních prostředků k investování. Bude tedy stačit, když se investor bude zajímat jen o podmnožinu dostupných portfolií. Tato podmnožina se označuje jako efektivní množina nebo efektivní hranice. A všechna portfolia nacházející se na této podmnožině přinášejí investorovi maximální výnos při dané úrovni rizika nebo minimální riziko při daném výnosu. (1, s. 128)

K nalezení efektivní množiny je potřeba nejdříve určit množinu dostupných portfolií. Obecně má tato množina „deštníkový tvar“, který je podobný tomu na obrázku 2. Z obrázku 2 je zřejmé, že některá dostupná portfolia leží na hranici této množiny, jiná se nacházejí uvnitř této množiny. Některá portfolia se v rámci množiny liší výnosovou mírou a svou mírou rizika. (2, s. 686 a 687)

Obrázek 2: Množina dostupných (přípustných) portfolií

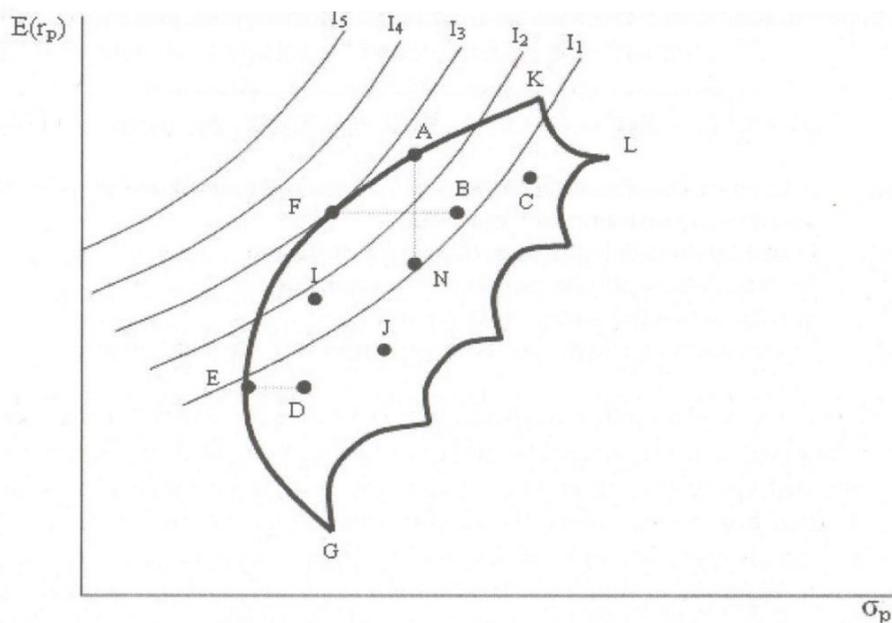


Zdroj: Veselá, 2011, s. 687

Pro nalezení efektivní množiny musí být uspokojeny dvě podmínky investora. Nejprve musí být nalezena taková množina portfolií, která přináší investorovi maximální výnos při dané úrovni rizika, což na obrázku 2 znázorňují např. portfolio A oproti portfoliu N. Druhou podmínkou, kterou musí množina portfolií splnit je, že přinášejí investorovi minimální riziko při dané úrovni výnosu, což na obrázku 2 znázorňují např. portfolio F oproti portfoliu B. Efektivní množinu portfolií potom představují všechna portfolia ležící na oblouku vyhraničené body G a L. (2, s. 686 - 688)

Investor vytvoří optimální portfolio tak, že si nakreslí vlastní indifferenční křivky do stejného obrázku jako efektivní množinu. Následně si investor vybere takové portfolio, které bude odpovídat bodu dotyku efektivní množiny s nejvyšší dosažitelnou indifferenční křivkou. Tento postup zachycuje obrázek 3. Optimálnímu portfoliu tedy odpovídá bod F. (2, s. 690)

Obrázek 3: Výběr optimálního portfolia



Zdroj: Veselá, 2011, s. 691

3.2 Model oceňování kapitálových aktiv

3.2.1 Předpoklady modelu

Model oceňování kapitálových aktiv (CAPM) je založen na několika základních předpokladech:

1. Neexistují žádné transakční náklady ani žádná institucionální omezení.
2. Investor si může zapůjčit nebo si vypůjčit libovolnou částku daných prostředků za bezrizikovou sazbu.
3. Všechna aktiva jsou nekonečně dělitelná.
4. Aktiva jsou na trhu libovolně obchodovatelná, včetně lidského kapitálu.
5. Investoři přebírají tržní cenu a jeden investor nedokáže ovlivnit cenu aktiv prodejem ani jejich nákupem.
6. Daně jsou neutrální, tj. daň nezávisí na výši svého základu. Pro všechny platí jednotná daňová sazba a daňový systém tedy nemá žádný vliv na chování investorů.
7. Během jednoho investičního horizontu je chování investorů identické.
8. Investoři vybírají portfolia podle očekávané míry výnosnosti a směrodatné odchylky.
9. Očekávání investorů jsou homogenní, tzn. přistupují stejně k očekávaným výnosům, rizikům a kovarianci a velikosti bezrizikové sazby. (3, s. 144 a 145)

3.2.2 Bezriziková aktiva

Model CAPM je založen na předpokladu, že existují riziková i bezriziková aktiva. Bezriziková aktiva se používají při investování na jednu dobu držení, to znamená že výnosnost bezrizikového aktiva je jistá a investor již od začátku doby držení zná hodnotu aktiva na konci držení. Vzhledem k tomu, že hodnota bezrizikového aktiva je jistá, tak očekávaný rozptyl výnosů je nulový. Za bezriziková aktiva jsou pokládány státní pokladniční poukázky. (1, s. 139)

3.2.3 Separační teorém a tržní portfolio

Z předpokladů, na kterých je založen model CAPM vyplývá, že díky homogennímu očekávání dostane každý investor identické tangenciální portfolio. To znamená, že všichni

mají k dispozici stejnou efektivní množinu. Každý investor si zvolí jiné portfolio z efektivní množiny. Jeho volbu ovlivní pouze odlišná křivka indiference. Ačkoliv se budou vybraná portfolio vzájemně lišit, bude pro všechny investory kombinace rizikových cenných papírů stejná. (1, s. 167) Tato vlastnost se nazývá separační teorém:

„Optimální kombinace rizikových cenných papírů může být stanovena bez jakékoliv znalosti investorových postojů k riziku a výnosnosti.“ (1, s. 167)

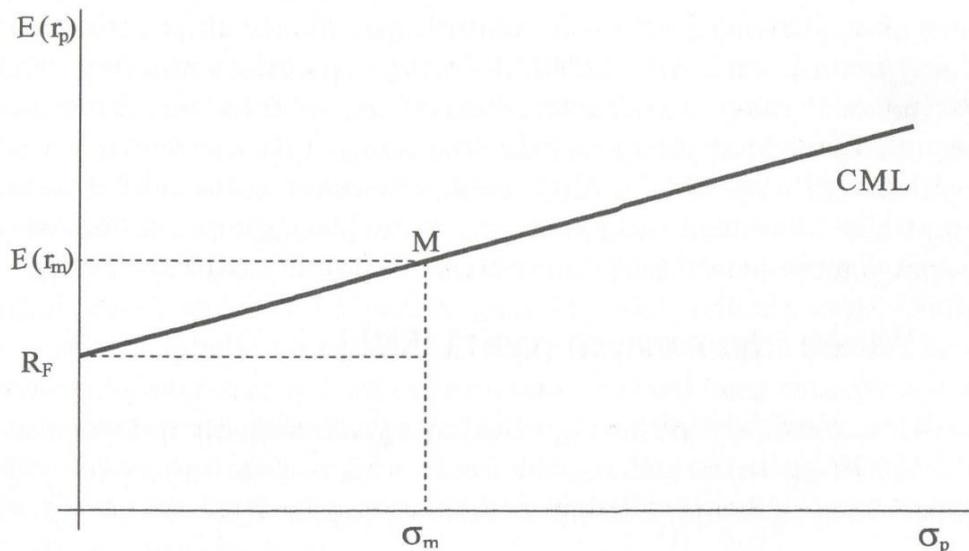
Další podstatnou vlastností modelu CAPM je, že v rovnovážném bodě ve skladbě tangenciálního portfolio nesmí mít žádný cenný papír nulový podíl. Trh se dostane do rovnovážného stavu pokud: každý z investorů chce vlastnit určitý podíl na každém rizikovém cenném papíru, tržní cena cenných papírů odpovídá rovnovážnému stavu nabídky a poptávky po stejném množství cenných papírů, bezriziková sazba odpovídá vyrovnanému stavu vypůjčeného a zapůjčeného množství peněz. (1, s. 168 a 169) Takto vzniklé portfolio se označuje jako tržní portfolio a jeho definice zní:

„Tržní portfolio je portfolio, které je tvořeno investicemi do všech cenných papírů v takovém poměru, že proporce investovaná do jednotlivého cenného papíru odpovídá jeho relativní tržní hodnotě. Relativní tržní hodnota cenného papíru je rovna agregované tržní hodnotě cenného papíru dělené sumou agregovaných tržních hodnot všech cenných papírů.“ (1, s. 169)

3.2.4 Příмка kapitálového trhu

Zavedením efektivního portfolio s možností bezrizikového vypůjčení nebo zapůjčení se stane příмка kapitálového trhu (CML) efektivní hranicí. Příмка graficky vyjadřuje rovnováhu mezi očekávanou mírou výnosnosti a rizikem efektivního portfolio. Na obrázku 4 je zachycena přibližná podoba této přímky. Na ose x je směrodatná odchylka portfolio a na ose y je očekávaná míra výnosnosti. Příмка vychází z bodu R_F , který reprezentuje bezrizikovou úrokovou sazbu a dále prochází bodem M, který představuje tržní portfolio. (2, s. 693)

Obrázek 4: Přímka kapitálového trhu



Zdroj: Veselá, 2011, s. 693

Směrnice přímky CML se vypočítá jako rozdíl mezi očekávanou výnosností tržního portfolia a očekávanou výnosností bezrizikového cenného papíru $E(r_m) - R_F$ dělený rozdílem jejich rizik $\sigma_m - 0 = \sigma_m - \sigma_f$. (1, s. 170) Po úpravě lze vyjádřit tvar přímky charakterizující CML následující rovnicí:

$$E(r_p) = R_F + \left[\frac{E(r_m) - R_F}{\sigma_m} \right] \sigma_p \quad (1)$$

- kde $E(r_p)$ je očekávaná míra výnosnosti portfolia,
- R_F je bezriziková výnosová míra,
- $E(r_m)$ je očekávaná výnosová míra z tržního portfolia,
- σ_p je směrodatná odchylka portfolia,
- σ_m je směrodatná odchylka tržního portfolia.

3.2.5 Systematické a nesystematické riziko

Celkové riziko cenného papíru (nebo portfolia) se sestává ze dvou komponent. První komponenta se vztahuje k pohybu tržního portfolia a nazývá se riziko systematické (nebo tržní). A druhá komponenta se nazývá riziko nesystematické (nebo jedinečné) a nevztahuje se k pohybu tržního portfolia. Nesystematické se značí symbolem $\sigma_{\epsilon_i}^2$. Nazývá se také rizikem diverzifikovaným, a to hlavně proto, že ho lze velmi efektivně diverzifikovat při vhodném umístění cenných papírů. (1, s. 178) (4, s. 397)

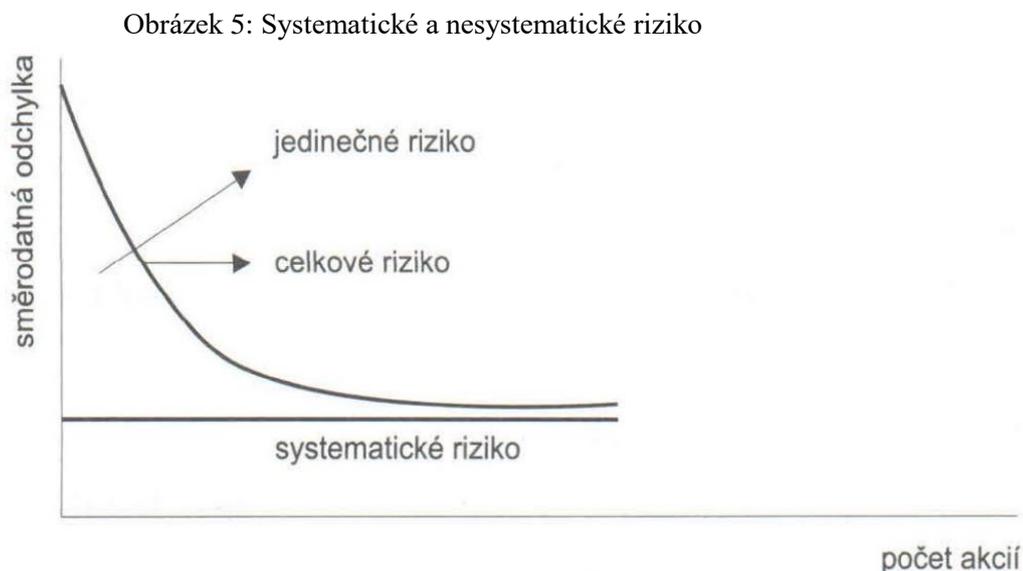
Systematické riziko je součinem čtverce beta dané firmy a rozptylu tržního portfolia. Nelze ho diverzifikovat, tj. jedná se o tu komponentu celkového rizika cenného papíru, kterou nelze vyloučit zahrnutím do diverzifikovaného portfolia. Systematické riziko způsobují faktory ovlivňující cenu obchodovatelných cenných papírů. Důležitou vlastností tohoto rizika je, že na rozdíl od nesystematického rizika zahrnuje prémii za podstoupené riziko. (1, s. 178) (4, s. 397)

Celkové riziko cenného papíru se zjistí součtem systematickým a nesystematickým rizikem:

$$\sigma_i^2 = \sigma_{\varepsilon_i}^2 + \beta_i^2 \sigma_M^2 \quad (2)$$

Systematické riziko je podle modelu CAPM na rozdíl od rizika nesystematického odměňováno. Tržní riziko souvisí s betou, to znamená čím vyšší je beta cenného papíru, tím vyšší je jeho nediverzifikované riziko, a tím by měla být očekávaná výnosnost cenného papíru vyšší. (1, s. 178)

Následující obrázek 6 zobrazuje vliv diverzifikace portfolia na jednotlivé komponenty celkového rizika. Na ose x je nanesena směrodatná odchylka. Na ose y je na nanesen počet akcií v portfoliu. Z křivky celkového rizika na obrázku je patrné, že celkové riziko klesá s rostoucím počtem akcií v portfoliu. (5, s. 315)



Zdroj: Musílek, 2002, s. 315

3.2.6 Beta koeficient

Beta koeficient vyjadřuje citlivost cenného papíru na změnu výnosové míry tržního portfolia a jedná se o odlišný způsob vyjádření kovariance rizika cenného papíru. (1, s. 174) Což se matematicky vyjádří následovně:

$$\beta_i = \frac{cov_{im}}{\sigma_m^2} \quad (3)$$

kde β_i je beta faktor,

cov_{im} je kovariance mezi výnosovou mírou i-té akcie a výnosovou mírou tržního portfolia

$(\sigma_m)^2$ je rozptyl výnosové míry z tržního portfolia.

Vlastností beta koeficientu je, že beta portfolia β_p se vypočítá jako vážený průměr beta jednotlivých cenných papírů β_i , kde váhy $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ představují relativní proporce investované do jednotlivých cenných papírů. (1, s. 174) Koeficient lze potom vypočítat jako:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^N X_i \beta_i \quad (4)$$

Výsledná hodnota, kterou nabyde β_i nemá žádné teoretické ohraničení. Podle výsledné hodnoty lze o koeficientu říci:

- Je-li $\beta = 1$, výnosnost i-té akcie kolísá stejně jako trh. Tyto akcie jsou klasifikovány jako neutrální.
- Je-li $\beta < 1$, výnosnost i-té akcie klesá pomaleji než trh. Tyto akcie jsou klasifikovány jako defenzivní.
- Je-li $\beta > 1$, výnosnost i-té akcie stoupá rychleji než trh. Tyto akcie jsou klasifikovány jako agresivní. (5, s. 316)

3.2.7 Přímka trhu cenných papírů

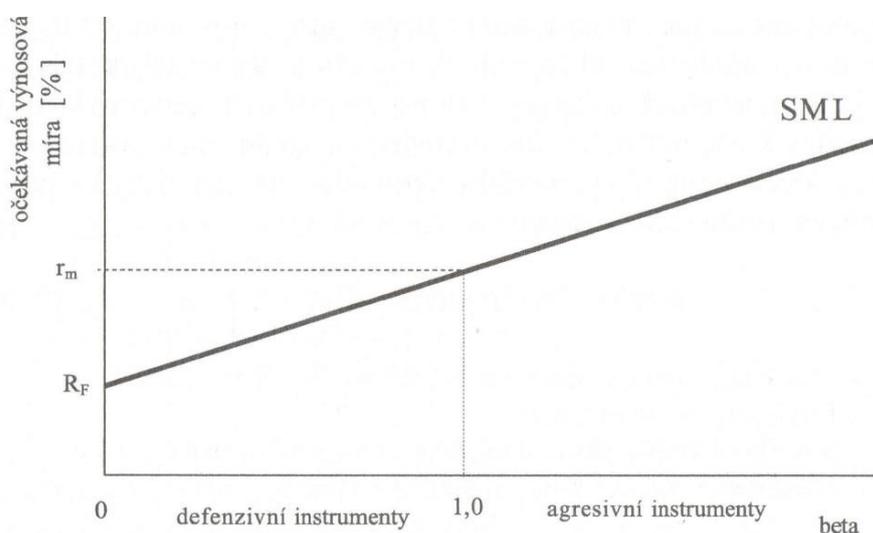
Grafickým vyjádřením modelu CAPM je přímka trhu cenných papírů (SML). Ilustruje vztah mezi očekávanou mírou výnosnosti a systematickým rizikem. Na rozdíl od přímky CML, která je využitelná pouze k oceňování efektivních portfolií, lze přímku SML aplikovat i na portfolia a investiční instrumenty, které jsou neefektivní. (2, s. 694 a 695) Přímku trhu cenných papírů lze matematicky vyjádřit následovně:

$$E(r_i) = R_F + \beta_i(r_m - R_F) \quad (5)$$

kde $E(r_i)$ je očekávaná míra výnosnosti z aktiva i ,
 R_F je bezriziková výnosová míra,
 β_i je beta faktor aktiva i zohledňující systematické riziko,
 r_m je očekávaná výnosová míra z tržního portfolia.

Na následujícím obrázku 6 je znázorněna přímka trhu cenných papírů. Na ose x je nanesené systematické riziko měřené beta faktorem, které je nezávislou proměnou. Na ose y je nanesena očekávaná výnosová míra, která je závislou proměnou. Bod R_F je počátkem přímky SML a představuje bezrizikovou míru výnosnosti. Bod r_m představuje výnosovou míru tržního portfolia, kde je systematické riziko rovno jedné. Na přímce SML jsou umístěna portfolia a instrumenty, které se prodávají za rovnovážnou cenu neboli odpovídají rovnosti očekávané míry výnosnosti a systematického rizika. Naopak aktiva situovaná nad přímkou SML jsou podhodnocena, jejich prodejní cena na trhu je nižší než rovnovážná. Portfolia a instrumenty situované pod přímkou SML jsou nadhodnocené, jejich prodejní cena je vyšší než rovnovážná. (2, s. 695)

Obrázek 6: Přímka trhu cenných papírů



Zdroj: Veselá, 2011, s. 696

Podle hodnoty systematického rizika můžeme instrumenty označit jako defenzivní nebo agresivní. Instrumenty jejichž hodnota systematického rizika je menší než jedna, označíme jako defenzivní, tj. podprůměrně rizikové. Naopak instrumenty, u kterých je hodnota

systematického riziko větší než jedna, označíme jako agresivní, tj. nadprůměrně rizikové. (2, s. 696)

3.2.8 Nerovnováha na trhu

Mnoho investorů se aktivně zaměřuje na nesprávně ohodnocené cenné papíry. Při vyhledávání cenných papírů investoři porovnávají očekávané výnosnosti a rovnovážné očekávané výnosnosti. K nesprávnému ohodnocení dochází, když jsou ceny cenných papírů a jejich očekávané výnosnosti jsou v nerovnováze. (1, s. 189)

Indikátorem nesprávného ohodnocení cenného papíru se může označit jako alfa cenného papíru a měří velikost rozdílu mezi očekávanou mírou výnosnosti R_i a rovnovážnou očekávanou výnosností R_i^e : (1, s. 190)

$$\alpha_i = \bar{R}_i - R_i^e \quad (6)$$

V situaci, kdy je na trhu nerovnováha, se alfa cenného papíru klasifikuje následujícími způsoby:

- Je-li $\alpha > 0$, potom je cenný papír podhodnocený, leží nad přímkou SML a je vhodné jej nakupovat.
- Je-li $\alpha < 0$, potom je cenný papír nadhodnocený, leží pod přímkou SML a je vhodné jej prodat
- Je-li $\alpha = 0$, potom je cenný papír ohodnocen správně, leží na přímce SML a je vhodné jej držet. (6, s. 91 a 92)

3.2.9 Empirické testování modelu

Empirických testů modelu CAPM existuje nespočetné množství. Výsledky však většinou omezené podporují model. V následujících podkapitolách jsou uvedeny blíže rozebrány ty nejdůležitější.

3.2.9.1 Lintner

První empirické testování provedl sám Lintner a to v roce 1968. Lintner měl sestaven vzorek, který zahrnoval 301 cenných papírů s roční výnosovou mírou odpovídající období 1954 -

1963. Po výpočtu průměrné roční výnosnosti každého cenného papíru a odpovídající bety Lintner použil průřezovou regresi dat. (7, s. 344)

Výsledky testování Lintnera zamítaly model CAPM. Koeficient beta vyšel statisticky významný, měl však nízkou hodnotu a očekávanou návratnost negativně ovlivňoval. Obdobnou metodologii testování využil o tři později Douglas a jeho zjištěné výsledky korespondovaly se zjištěním Lintnera. (7, s. 344)

3.2.9.2 Black, Jensen a Scholes

V roce 1972 Black, Jensen a Scholes (BJS) testovali model CAPM pomocí průřezových a časových řad. Pracovali s měsíčními daty všech cenných papírů newyorské burzy v období 1926–1966. Aby minimalizovali chyby odhadu bety, BJS nejdříve odhadovali betu pomocí měsíční návratnosti jednotlivých cenných papírů. Následně sloučili cenné papíry do 10 portfolií na základě jejich odhadovaných koeficientů beta a pro těchto 10 portfolií byly vypočítány výnosy. (8, s. 196)

Výsledky testu BJS signalizovaly proměnlivost faktorů beta v čase. Dalším jejich zjištěním bylo, že pro beta menší než jedna jsou regresní konstanty kladné, a pro beta větší než jedna je regresivní konstanta záporná. Naopak tradiční verze modelu CAPM předpokládá nulové regresní konstanty a koeficienty beta signifikantně odlišné od nuly. Testování tedy nepotvrdilo validitu modelu. (8, s. 197)

3.2.9.3 Fama a MacBeth

Fama a MacBeth (FM) použili podobnou metodologii jako BJS. Pracovali se vzorkem dat všech cenných papírů newyorské burzy v období let 1935 – 1968. Nejdříve sestavili 20 portfolií na základě odhadu beta koeficientu cenných papírů. Následně FM znovu odhadli bety cenných papírů a vypočítali z nich průměrnou návratnost portfolia. Nakonec provedli průřezovou regresi pro každý měsíc v určeném období. (7, s. 346)

FM testování ukázalo, že koeficient beta je statisticky nevýznamný a jeho hodnota byla nízká pro mnoho subperiod. Zjistili také, že nesystematické riziko nemá žádný vliv na návratnost a regresní konstanta byla mnohem větší než bezriziková sazba. (7, s. 349)

Výsledky této studie opět spíše zamítají teoretickou formu modelu CAPM, ale potvrzují lineární vztah mezi výnosností a systematickým rizikem. Hlavní výhodou této studie spočívá

v minimalizaci chyb měření bety. A hlavní nevýhoda spočívá v tom, že netestuje oceňování jednotlivých aktiv. (8, s. 200)

3.2.9.4 Rollova kritika

Roll (1977) ve svém velmi známém článku kritizuje všechna do té doby provedená empirická testování validity modelu CAPM. Ve své studii naznačuje, že použitá metodologie není spolehlivá, protože testy nejsou realizovány na skutečném tržním portfoliu, testována je pouze jeho aproximace. Roll ukazuje, že existuje pouze jediná hypotéza modelu CAPM, kterou lze testovat a ta říká, že tržní portfolio je podle pravidla střední hodnota-rozptyl neefektivní. Jiné hypotézy modelu nelze tedy samostatně empiricky otestovat, protože vycházejí z tržní efektivity portfolia. (7, s. 356 a 357) (4, s. 413)

Roll dále říká, že skutečné tržní portfolio nelze pozorovat, protože by muselo obsahovat všechna riziková aktiva. Dále Roll říká, že užití pouze aproximovaného portfolia místo skutečného tržního portfolia není dostačující k ověření platnosti modelu CAPM. Skutečné tržní portfolio nelze definovat a je tedy nemožné model seriózně otestovat. Je důležité poznamenat, že Rollova kritika nezamítá model CAPM po teoretické stránce, pouze odmítá možnost empiricky testovat model. (7, s. 344) (4, s. 414)

3.2.10 Modifikace modelu CAPM

Vytvořením různých modifikací modelu CAPM se ekonomové pokoušejí o přiblížení modelu realitě a eliminaci některých nereálných předpokladů.

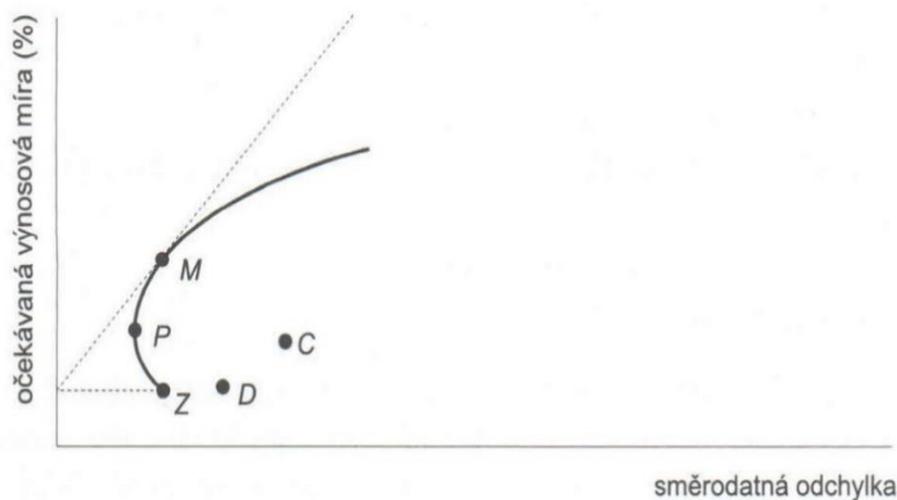
3.2.10.1 Zero-Beta CAPM

Model oceňování kapitálových aktiv s nulovým beta faktorem (Zero-Beta CAPM) je modifikovanou verzí modelu CAPM, kterou vytvořil Black v roce 1972. Eliminuje nereálný předpoklad, že bezrizikové aktivum je všem volně dostupné. Bezrizikové aktivum je nahrazeno zero-beta portfoliem, které má nulový beta faktor vzhledem k tržnímu portfoliu. Protože investor nemá přístup k bezrizikovému aktivu, vybere si portfolio s nejnižší směrodatnou odchylkou, které pak bude kombinovat s přirozeně korelovaným portfoliem s nulovým beta faktorem. (2, s. 697 a 698)

Na obrázku 7 je zachycen Zero-Beta CAPM model. Silná čára vykresluje efektivní hranici a písmeno M reprezentuje tržní portfolio. Portfolia Z, D a C se nachází v neefektivní části

množiny a mají nulový beta faktor. Investor si z neefektivní množiny potom vybere portfolio s nejnižší směrodatnou odchylkou. Na obrázku 7 toto portfolio představuje portfolio Z a investor ho bude kombinovat s tržním portfoliem M. (5, s. 320)

Obrázek 7: Zero-Beta CAPM



Zdroj: Musílek, 2002, s. 319

Zero-Beta model lze zapsat matematicky následujícím způsobem:

$$E(r_i) = E(r_z) + \beta_i[E(r_m) - E(r_z)] \quad (7)$$

kde $E(r_i)$ je očekávaná výnosová míra z aktiva i ,

$E(r_z)$ je očekávaná výnosová míra portfolia s nulovým beta faktorem, které má nejnižší směrodatnou odchylku,

β_i je beta faktor aktiva i ,

$E(r_m)$ je očekávaná výnosová míra z tržního portfolia.

3.2.10.2T-CAPM

Jedním z předpokladů původního modelu CAPM, který neodpovídá realitě, je neutralita daní. Ale v realitě však existuje daň z kapitálových zisků a dividend a také existují rozdíly mezi daňovými sazbami pro zdanění důchodu (dividend) a kapitálových zisků. Z tohoto důvodu v roce 1970 vytvořil M. J. Brennanem model, který se označuje jako daňový model oceňování kapitálových aktiv (T-CAPM). (2, st. 696 a 697)

T-CAPM model lze zapsat matematicky následujícím způsobem:

$$E(r_i) = r_f + \beta_i[E(r_m) - r_f] - T(D_M - r_f) + T(D_i - r_f) \quad (8)$$

- kde $E(r_i)$ je očekávaná výnosová míra z aktiva i ,
 r_f je bezriziková výnosová míra ze státních pokladničních poukázek,
 β_i je beta faktor aktiva i ,
 $E(r_m)$ je očekávaná výnosová míra z tržního portfolia,
 T je koeficient zohledňující rozdílné výše daňových sazeb pro důchody a kapitálové zisky,
 D_M je dividendový výnos z tržního portfolia,
 D_i je dividendový výnos z akcie i .

V modelu T-CAPM je očekávaný výnos akcií ovlivňován výší dividendového výnosu z této akcie. Investor si může zvolit portfolio se záměrem o optimalizace daní. (5, s. 320)

3.2.10.3 M-CAPM

Model M-CAPM byl vytvořen v roce 1973 R. Mertonem a rozšiřoval původní model CAPM o optimální celoživotní spotřebu při zohlednění „mimotržních“ zdrojů rizik. Mertonův model se označuje jako multifaktorový model oceňování kapitálových aktiv (M-CAPM). (5, s. 321)

M-CAPM model vyjadřuje rizikovou prémii následující rovnicí:

$$E(r_p) = B_{pm}E(r_m) + B_{pF1}E(r_{F1}) + B_{pF2}E(r_{F2}) + \dots + B_{pFK}E(r_{FK}) \quad (9)$$

- kde B_{pm} je citlivost na změnu výnosové míry z tržního portfolia,
 $E(r_m)$ je výnosová míra z tržního portfolia,
 $E(r_p)$ je očekávaná riziková premie,
 K je počet „mimotržních“ zdrojů rizik,
 B_{pFK} je citlivost portfolia na k -tý faktor,
 $E(r_{FK})$ je očekávaná výnosová míra z k -tého faktoru minus výnosová míra z bezrizikového aktiva.

3.2.10.4IP-CAPM

Model oceňování kapitálových aktiv s premií za nelikviditu (IP-CAPM) je jednou z dalších modifikovaných verzí modelu CAPM, kterou v roce 1986 představili Y. Amihud a H. Mendelson. Na rozdíl od tradiční verze modelu CAPM zohledňuje různou míru likvidity

jednotlivých investičních instrumentů. Míru likviditu instrumentu ovlivňuje jeho druh a různá délka investičního horizontu investorů. (2 str. 699)

V modelu jsou zvažovány tři typy investičních instrumentů:

- pokladniční poukázky s nulovými nebo téměř nulovými transakčními náklady,
- likvidní investiční instrumenty s transakčními náklady vyššími než u pokladničních poukázek,
- ale nižšími než u nelikvidních investičních instrumentů, a nelikvidní investiční instrumenty spojené s nejvyšším transakčními náklady. (5, s. 322)

IP-CAPM model dále opouští od původního předpokladu neexistence transakčních nákladů. Transakčními náklady jsou spojené s délkou investičního horizontu, čím delší tento horizont je, tím vyšší je celková výše těchto nákladů. Transakční náklady v modelu dále ovlivňují i čistou výnosovou míru. Výnosová míra jednotlivých typů investičních instrumentů se liší. (2, s. 700)

IP-CAPM model lze zapsat matematicky následujícím způsobem:

$$E(r_i) = r_f + \beta_i [E(r_m) - r_f] + PI \quad (10)$$

kde $E(r_i)$ je očekávaná výnosová míra aktiva i ,

r_f je bezriziková výnosová míra ze státních pokladničních poukázek,

β_i je beta faktor vyjadřující citlivost investice i na změnu výnosové míry z tržního portfolia,

$E(r_m)$ je očekávaná výnosová míra z tržního portfolia,

PI je prémie za nelikviditu.

3.2.11 Teorie arbitrážního oceňování

Teorie arbitrážního oceňování (APT) byla publikována v roce 1976 jako alternativní model oceňování cenných papírů Stevem Rossem a je odpovědí na Rollovu kritiku modelu CAPM. APT predikuje lineární vztah mezi očekávanými výnosnostmi různých atributů a rizikem aktiva. Alternativní model říká, že očekávaná míra výnosnosti aktiva není závislá jako v modelu CAPM jen na jednom faktoru, tržním riziku, ale je závislá i na jiných faktorech. Existuje několik stupňů citlivosti hlavních faktorů, a proto každý faktor závisí na jiném koeficientu beta. (5, s. 325 a 326)

APT je založen na mechanismu arbitráže vycházející z předpokladu, že k vytváření zisků dochází na základě diferencování ceny zboží. Cenu ovlivňuje to, že arbitrážéři začnou prodávat zboží za vyšší cenu a zároveň nakupovat identického zboží za nižší cenu. Tímto způsobem obchodní činností dosahují zisku bez rizika a tlačí tržní cenu na úroveň rovnovážné. (2, s. 700 a 701)

Rovnici multifaktorového modelu ATP lze vyjádřit následovně:

$$R_i = a_{ot} + \sum_{K=1}^N b_{iK} F_{Kt} + e_{it} \quad (11)$$

kde R_i je realizovaná výnosová míra,
 a_{ot} je očekávaná výnosová míra v období t za předpokladu, že hodnota jednotlivých faktorů se rovná nule,
 F_{Kt} reprezentují jednotlivé faktory,
 K je počet faktorů
 b_{iK} je citlivost výnosové míry instrumentu i na úroveň faktoru K ,
 e_{it} je výnosová míra, která je specifická instrumentu i v období t .

Ve své empirické studii Chen, Roll, Ross (1986) analyzovali makroekonomické a finanční proměnné trhu v ekonomickém faktorovém modelu. Autoři zjistili, že průmyslová produkce, inflace, neočekávané změny v časové struktuře úrokových sazeb, výnos tržního portfolia, roční výnos do doby splatnosti a růst HNP jsou nejdůležitějšími makroekonomickými faktory ovlivňující očekávanou výnosnost. Neočekávaná inflace a změna v očekávané inflaci ukazují zvláště signifikantní význam volatility inflace. (7, s. 386 a 387)

Výhodou pětifaktorového modelu ATP oproti jednofaktorovému modelu CAPM je: vysvětluje větší část pohybů výnosové míry akcií, není závislý na volbě tržního portfolia a model má větší vypovídající schopnost. Jedním z nedostatků spojených s modelem ATP je problém jeho praktického využití. A druhým významným nedostatkem je, že struktura významných faktorů determinující výnosovou míru akcií se mění v závislosti na struktuře a vzorku akcií. (2, s. 702)

4 Vlastní práce

4.1 Varšavská burza

Historie burzovnictví v Polsku sahá až do roku 1817, kdy byla založena Varšavská burza (WSE). Nejdříve obchodovalo zejména s dluhopisy, směnkami a měnami. Ve druhé polovině 19. století se na WSE uskutečnil první obchod s cennými papíry. Burza fungovala až do druhé světové války a k jejímu znovuotevření došlo v roce 1991. (11)

V roce 2000 byl zaveden nový elektronický systém WARSET. O sedm let později byl zaveden alternativní burzovní trh NewConnect, který je místem pro obchodování nových, menších a inovativních společností s prospektem rychlého budoucího růstu. A v roce 2009 byl založen CATALYST, který je národní společností, ve které 98,8 % akcií drží státní pokladna. (12)

V současnosti je WSE největší burzou cenných papírů ve střední a východní Evropě. Obchoduje zde 464 společností, jejichž celková hodnota roční kapitalizace činí 74 473 842 milionů PLN. V roce 2018 se stalo Polsko první ekonomikou ve střední a východní Evropě, která byla upgradována na developer market status. (11)

Tabulka 1: WIG20 index top 10 společností

| Symbol | Sektor | Tržní kapitalizace (mil PLN) |
|----------------|---------------------------|---------------------------------|
| PKO | bankovnictví | 47 800,00 |
| PKN | poskytování plynu a ropy | 44 054,03 |
| SPL | bankovnictví | 37 844,13 |
| PGN | poskytování zemního plynu | 37 674,61 |
| PZU | pojišťovnictví | 35 361,27 |
| PEO | bankovnictví | 28 451,75 |
| PGE | energetika | 20 006,44 |
| KGH | těžba kovů | 19 760,00 |
| MBK | bankovnictví | 18 306,51 |
| CDR | software a programování | 17 589 96 |
| Celkem: | | 306 848,7 |

Zdroj: WSE, vlastní zpracování

WIG20 se počítá od roku 1994 a obsahuje 20 největších a nejlikvidnějších společností, které obchodují na WSE. Počáteční hodnota indexu WIG20 byla stanovena na 1 000 bodů. Jedná o se cenový index, který je vypočítán bez zohlednění výnosů z dividend. Z každého sektoru

nemůže být do báze zařazeno více než pět společností. Báze indexu se aktualizuje čtyřikrát do roka. (12) V tabulce 1 je zobrazeno 10 nejlikvidnějších akciových titulů báze indexu WIG20. Celková tržní kapitalizace vybraných titulů činí 306 848,7 milionu PLN. V top 10 jsou nejvíce zastoupeny společnosti angažující se v sektoru bankovníctví.

4.2 Burza cenných papírů Praha

Burza cenných papírů Praha (BCPP) je největším a nejstarším organizátorem trhu s cennými papíry v České republice. Historie burzovníctví v Česku se datuje od roku 1871, kdy byla založena první pražská burza. Obchodovala původně jak s cennými papíry, tak i se zemědělskými surovinami a za doby Rakouska-Uherska se stala burza významným střediskem pro obchod s cukrem. Po první světové válce ustoupil obchod s plodinami a burza fungovala pouze pro obchodování s cennými papíry až do druhé světové války, kdy došlo ke kompletnímu pozastavení činnosti. Znovuotevřena byla BCPP až v roce 1993. V období privatizace vstoupilo na pražskou burzu 1 764 společností, ale na trhu dokázalo zůstat jen několik společností. (9, s. 138)

Na BCPP jsou oprávněni obchodovat pouze její členové a obchodu na burze se investor zúčastní pouze prostřednictvím některého z členů. O členství rozhoduje BCPP vedení burzy na základě doporučení burzovního výboru pro členské otázky. Ze zákona mohou obchody na burze uzavírat Česká národní banka a Ministerstvo financí. (5, s. 55)

V letech 1996 a 1998 se začalo na pražské burze obchodovat ve dvou nových obchodních segmentech, a to KOBOS a SPAD. Od listopadu roku pak 2012 došlo k zavedení jediného obchodního segmentu Xetra, který nahradil dosavadní dva obchodní segmenty. Obchod na pražské burze je v současnosti plně elektronický a je založen na automatizovaném zpracování objednávek a instrukcí členů k prodeji či nákupu. (9, s. 139)

Oficiálním indexem BCPP je index PX. Stal se nástupcem již zaniklého indexu PX-D, a indexu PX 50, od kterého převzal PX v březnu 2006 své historické hodnoty. (2, s. 130) V dnešní době dosahuje hodnota indexu PX 1 072 bodů.

Každé čtvrtletí se pravidelně provádí aktualizace báze indexu. PX se počítá v reálném čase jako vážený aritmetický průměr nejlikvidnějších akcií a měří změnu tržní hodnoty reprezentativního portfolia akcií zařazených do báze indexu: (9, s. 180)

$$PX_t = k_t \frac{M_t}{M_{t=0}} 1000 \quad (12)$$

kde M_t je tržní kapitalizace báze v čase t ,
 $M_{t=0}$ je tržní kapitalizace ve výchozím čase,
 k_t je faktor zohledňující změny, ke kterým postupně dochází ve změně báze indexu; na počátku byl roven 1 000.

Na konci ledna 2019 byla aktualizovaná báze indexu složena z 12 nejlikvidnějších akciových titulů, většina z nich je uvedena v tabulce 2. Největší podíl na tržní kapitalizaci měly společnosti ČEZ, Komerční banka a Erste Group Bank AG. U žádných akciových titulů nebyl uplatněn redukční faktor, který se uplatňuje z důvodu překročení maximálního podílu tržní kapitalizace, který je stanoven na 20 %.

Tabulka 2: PX index top 10 společností

| Symbol | Sektor | Tržní kapitalizace (mil CZK) |
|---------------|-------------------------------|------------------------------|
| CEZ | energetika | 67 108 |
| BKOM | bankovníctví | 64 741 |
| ERST | bankovníctví | 56 970 |
| AVAST | software a programování | 32 604 |
| MONETA | bankovníctví | 31 273 |
| VIGR | pojištění | 21 196 |
| SPTT. | komunikační služby | 15 107 |
| STOCK | nápoje (nealkoholické) | 9 506 |
| TABK | tabák | 8 313 |
| CETV | televizní a kabelové vysílání | 7 069 |
| CELKEM | | 283 887 |

Zdroj: BCPP, vlastní zpracování

4.3 Budapešťská burza

Budapešťská burza (BSE) byla založena roku 1864 a byla jednou z nejvýznamnějších burz ve své době. Jako jiné burzy ve střední a východní Evropě byla uzavřena během druhé světové války. Maďarsko bylo první zemí z komunistického bloku, které vstoupilo na kapitálový trh. V roce 1990, jen dva týdny po svobodných volbách byl učiněn první krok k liberalizaci trhu. Na trhu v té době bylo 41 akcionářů, včetně bank, makléřů, finančních institucí a Národní banky Maďarska. Nový elektronický systém byl zaveden v roce 2001 a umožňoval obchodování na burze prostřednictvím internetu. Krize Dotcom způsobila velké změny ve fungování na maďarském kapitálovém trhu. V roce 2005 byla Budapešťská burza

sloučena s Budapešťskou burzou komodit. K zavedení nového obchodního segmentu došlo v roce 2007. (13)

BUX je klíčovým indexem BSE a je kalkulován od roku 1991, kdy jeho počáteční hodnota byla 1000 bodů. Skládá se z 25 akciových titulů obchodovaných na budapešťské burze. Vypočítá se jako vážený průměr cen hlavních akciových titulů představující celkovou kapitalizaci trhu. Báze indexu se aktualizuje dvakrát do roka. (14) V tabulce 3 je zobrazeno 10 akciových titulů báze BUX s největší podílem na tržní kapitalizaci.

Tabulka 3: BUX top 10 akciových titulů

| Symbol | Sektor | Tržní kapitalizace (mil HUF) |
|---------------|------------------------|---------------------------------|
| OTPB | bankovníctví | 1 118 130 |
| MOLB | postávání plynu a ropy | 892 437 |
| GBRB | farmaceutika | 522 369 |
| MTEL | telekomunikace | 175 733 |
| OPUSG | farmaceutika | 50 481 |
| GSPA | realitky | 21 399 |
| CIGP | pojištění | 20 245 |
| KONU | maloobchod | 19 861 |
| ANYB | tiskařské služby | 14 483 |
| APPB | realitky | 9 734 |
| Celkem | | 2 844 872 |

Zdroj: BSE, vlastní zpracování

4.4 Výběr dat

Data potřebná pro analýzu byla získána z bezplatného přístupového zdroje stooq.com a pse.cz. Relevantními daty pro aplikaci modelu CAPM jsou historická data z realizovaných obchodů na BCPP, WSE a BSE a tržní indexy reprezentující daný trh.

Z dat je potřeba vybrat takové společnosti, jejichž akcie jsou obchodovány na vybraných burzách a jsou obsaženy v bázi indexu daných burz. Kromě toho je z každého trhu zahrnuto pouze 10 akciových společností, které mají největší podíl na tržní kapitalizaci. Data byla získána ve formě měsíčních uzavíracích cen za období leden 2014 až prosinec 2018, což celkem představuje 60 údajů pro každý akciový titul.

Vzorek vybraných akciových společností daných zemí je uveden v tabulce 4. U vzorku z českého kapitálového trhu byl počet společností redukován, protože v daném období

vybrané společnosti neobchodovaly na burze BCPP. Bylo vybráno celkem 27 společností, které jsou zobrazeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Přehled vybraných společností

| Maďarsko (BUX) | Česká republika (PX) | Polsko (WIG20) |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| OTPB | CEZ | PKO |
| MOLB | BKOM | PKN |
| BBRB | ERST | SPL |
| MTEL | VIGR | PGN |
| OPUSG | SPTT | PZU |
| CSPA | TABK | PEO |
| CIGP | CETV | PGE |
| KONU | | KGM |
| ANYB | | MBK |
| APPB | | CDR |

Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Odhad parametrů modelu

Nejdříve je potřeba vypočítat průměrné výnosnosti jednotlivých cenných papírů vybraných společností v relativním vyjádření s využitím závěrečných měsíčních kurzů. Pro výpočet je použit následující vzorec:

$$R_i = \frac{P_n - P_{n-1}}{P_{n-1}} * 100 \quad (13)$$

kde R_i je průměrná výnosnost i -té akcie v daném období,
 P_n je závěrečný kurz i -té akcie v období t ,
 P_{n-1} je závěrečný kurz i -té akcie v období $t-1$.

Následně použitím obdobného vzorce je na základě měsíčních kurzů vypočítána pro sledované období výnosová míra pro tržní portfolio aproximované indexem PX v relativním vyjádření:

$$R_M = \frac{P_n - P_{n-1}}{P_{n-1}} * 100 \quad (14)$$

kde R_M je průměrná výnosnost tržního portfolio v daném období,
 P_n je závěrečný kurz tržního portfolio v období t ,
 P_{n-1} je závěrečný kurz tržního portfolio v období $t-1$.

Bezrizikovou sazbu reprezentují státní pokladniční poukázky emitované vládami jednotlivých zemí od začátku ledna roku 2014 do konce prosince roku 2018. Data jsou získána z databáze ČNB a z internetového zdroje investing.com a jsou pro další výpočet upravena na průměrné měsíční výnosové míry.

V příloze A, B a C jsou zobrazena data pro jednotlivé burzy v následujícím pořadí Varšavská burza, Pražská burza a Budapešťská burza a jsou upravena výše popsaným způsobem. Na daných datech bude proveden výpočet regresních koeficientů. K odhadu parametrů je použita regresní analýza. Rovnice regresní přímky je uvedena v následujícím vzorci:

$$R_i - r_f = \alpha_i + \beta_i(R_M - r_f) + e_i \quad (15)$$

kde R_i je skutečný výnos cenného papíru i ,
 r_f je bezriziková sazba,
 α_i je míra autonomního výnosu cenného papíru i ,
 R_M je skutečný výnos tržního indexu,
 β_i je systematickým rizikem cenného papíru i ,
 e_i je náhodná odchylka ve výnosu akcie nevysvětlitelná pohybem indexu.

Pro vyjádření závislé proměnné je použit zápis $Y = R_i - r_f$, vyjadřující nadměrnou míru zisku portfolia. A pro nezávislou proměnnou je použit zápis $X = R_M - r_f$ interpretovanou jako prémie za tržní riziko. Dosadíme-li tyto proměnné do předchozího vzorce 15, dostaneme nový tvar regresní přímky:

$$Y = \alpha_i + \beta_i X + e_i \quad (16)$$

5 Výsledky a diskuse

5.1 WSE

Níže uvedená tabulka 5 zobrazuje výsledky odhadu parametrů regresní rovnice testované na WSE. Koeficient beta je menší než jedna pro společnosti PEO a CDR, proto jsou tyto akcie klasifikovány jako defenzivní. Výnosnost těchto akcií klesá pomaleji než trh a jejich přidáním do portfolia by přispělo ke snížení celkového rizika portfolia. Naopak u ostatních akciových titulů vyšla větší než jedna, proto jsou dané akciové tituly klasifikovány jako agresivní a jejich výnosnost stoupá rychleji než trh.

Tabulka 5: WSE – parametry alfa a beta

| Symbol | Beta | Hodnota P β | Alfa | Hodnota P α |
|------------|-------|-------------------|--------|--------------------|
| PKO | 1,190 | 0,000 | 0,505 | 0,387 |
| PKN | 1,857 | 0,000 | -2,617 | 0,130 |
| SPL | 1,228 | 0,000 | 0,463 | 0,457 |
| PGN | 1,108 | 0,000 | -0,505 | 0,546 |
| PZU | 1,044 | 0,000 | -0,221 | 0,736 |
| PEO | 0,766 | 0,000 | 0,584 | 0,329 |
| PGE | 1,107 | 0,000 | 0,906 | 0,302 |
| KGM | 1,636 | 0,000 | 1,135 | 0,307 |
| MBK | 1,315 | 0,000 | 0,787 | 0,298 |
| CDR | 0,930 | 0,008 | -3,110 | 0,018 |

Zdroj: vlastní zpracování

Studentův t-test zkoumá, zda existuje lineární závislost mezi výnosností a rizikem. Hladina významnosti je stanovena na 5 % pro veškerá testování. Při testování porovnáváme stanovenou hladinou významnosti s hodnotou P souvisejícího s betou. Vychází-li hodnota P větší jak 0,05, tak akceptujeme alternativní hypotézu $H_1: \beta \neq 0$, která říká, že lineární vztah mezi výnosností a rizikem existuje. Naopak pokud hodnota P je menší než stanovená hodnota významnosti, tak přijímáme nulovou hypotézu $H_1: \beta = 0$ říkající, že neexistuje lineární vztah mezi výnosností a rizikem. Z tabulky 5 je vidět, že hodnota P ze Studentova t-testu je menší než 5 % pro všechny akciové tituly. Na základě, čehož lze usoudit, že nulová hypotéza byla zamítnuta a existuje lineární vztah mezi výnosností a betou akciového titulu.

V tabulce 5 jsou dále ukázány výsledky odhadu alfy sledující nadhodnocení, podhodnocení a správné ohodnocení cenných papírů. Při správném ohodnocení akciové titulu se titul nachází na přímce SML a jeho současné ocenění se shoduje s tržní hodnotou. Na základě regresní analýzy provedené na Varšavské burze vyšla hodnota alfy negativní pro akciové tituly PKN, PGN, PZU a CDR. Výsledná negativní hodnota koeficientu alfa indikuje nadhodnocení akcie jsou oceněny pod jejich potencionální tržní hodnotami. V takovém případě by racionálně uvažující investor akcie prodal. Pro 6 zbývajících společností vyšla hodnota alfa pozitivní a jsou tedy oceněny nad jejich potencionální tržní hodnotou. Výsledná pozitivní hodnota indikuje podhodnocení akcie a racionálně uvažující investor by akcie nekupoval.

Pro alfu, nulová hypotéza je $H_0: \alpha=0$, alternativní hypotéza je $H_1: \alpha \neq 0$. Hladina významnosti je stanovena na 5 %. Při testování porovnáváme stanovenou hladinou významnosti s hodnotou P souvisejícího s alfou. Vychází-li hodnota P větší jak 0,05, tak akceptujeme alternativní hypotézu $H_1: \alpha \neq 0$. Naopak pokud hodnota P je menší než stanovená hodnota významnosti, tak přijímáme nulovou hypotézu $H_0: \alpha=0$. Na 5 % hladinu významnosti je v tabulce 5 koeficient alfa signifikantně odlišný od nuly pro všechny testované závislé proměnné. Proto zamítáme nulovou hypotézu, a můžeme usoudit, že alfa koeficienty nejsou signifikantně odlišné od nuly pro všechny proměnné.

Tabulka 6: WSE - výsledky statistického testování

| Symbol | R ² | F-statistika | Významnost F (hodnota P) |
|------------|----------------|--------------|--------------------------|
| PKO | 0,511 | 60,501 | 0,000 |
| PKN | 0,227 | 17,068 | 0,000 |
| SPL | 0,494 | 56,647 | 0,000 |
| PGN | 0,305 | 25,449 | 0,000 |
| PZU | 0,388 | 36,767 | 0,000 |
| PEO | 0,292 | 23,915 | 0,000 |
| PGE | 0,286 | 23,219 | 0,000 |
| KGM | 0,354 | 31,725 | 0,000 |
| MBK | 0,432 | 44,099 | 0,000 |
| CDR | 0,116 | 7,610 | 0,008 |

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 6 obsahuje výsledky statistického testování významnosti jednotlivých parametrů modelu. Jedním z nich je i výsledná hodnota koeficientu determinace, který říká, jak moc lze variabilitu výnosnosti akcií ve sledovaném období připsat změnám výnosové míry trhu.

Například výsledná hodnota SPL je 0,494, a to znamená, že 49,4 % změn ve výnosnosti SPL je vysvětleno změnami tržního indexu. Nejlepší výsledky model poskytuje u PKO s hodnotou 51,1 %. Naopak nejnižší hodnotu má u CDR, která činí 11,6 %. V průměru 34,05 % změny výnosové míry akciových titulů je vysvětleno výnosností trhu a 65,95 % zůstane nevysvětleno. A 65,95 % představuje nesystematickou část celkového rizika.

F-test zjišťuje, jestli všechny regresní koeficienty (kromě konstanty) jsou signifikantně odlišné od nuly. Pokud je vypočítaná F hodnota větší než kritická hodnota, F model je validní a může být akceptována existence lineárního vztahu. Pokud vypočítaná hodnota F je menší, než kritická hodnota F, tak model není validní a nemůže být akceptována existence lineárního vztahu. Dalším způsobem, jak analyzovat linearitu je P hodnota asociovaná s tímto testem. Podle tabulky 6 jsou všechny hodnoty menší než 5 % pro všechny akciové tituly. Model je tedy validní a může být akceptována existence lineárního vztahu.

5.2 BCPP

V následující kapitole jsou zobrazeny výsledky odhadů parametrů regresní rovnice a statistického testování na Pražské burze.

V tabulce 7 jsou uvedené výsledné odhady parametrů alfa a beta jednotlivých akciových titulů obchodovaných na BCPP. Koeficient beta se pohybuje v rozsahu od 0,480 do 1,722. Za agresivní se mohou označit tituly CEZ a ERST, protože jejich hodnota je větší než jedna. Ostatní akciové tituly jsou tedy defenzivní, protože výsledná hodnota jejich bety je menší než jedna.

Tabulka 7: BCPP – parametry alfa a beta

| Symbol | Beta | Hodnota P β | Alfa | Hodnota P α |
|-------------|-------|-------------------|--------|--------------------|
| CEZ | 1,126 | 0,000 | 0,156 | 0,792 |
| BKOM | 0,966 | 0,000 | -0,004 | 0,994 |
| ERST | 1,722 | 0,000 | 0,261 | 0,694 |
| VIGR | 0,746 | 0,000 | 1,018 | 0,087 |
| SPTT | 0,480 | 0,347 | 2,145 | 0,236 |
| TABK | 0,156 | 0,310 | 0,600 | 0,225 |
| CETV | 0,958 | 0,036 | 0,321 | 0,824 |

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky odhadu alfy ukazují, že alfa vyšla negativní pouze pro jednu společnost a to BKOM. Většinu akciových titulů lze tedy označit za podhodnocené a je vhodné tituly nekupovat. Podhodnocený cenný papír by racionálně smýšlející investor nekupoval, protože jsou oceněny nad jejich potenciálními tržními hodnotami. Všechny akciové tituly jsou tedy špatně ohodnoceny, 1 je nadhodnocený a 6 je jich podhodnocených.

Z tabulky 7 je vidět, že hodnota P spojená s betou ze Studentova t-testu je větší než 5 % pro 3 akciové tituly. Na základě toho lze usoudit, že nulová hypotéza nebyla zamítnuta. A odhadnuté koeficienty se tedy významně ne liší od nuly a neexistuje lineární vztah mezi výnosností a betou pro tři akciové tituly.

Na 5 % hladině významnosti je koeficient alfa v tabulce 7 významně odlišný od nuly pro všechny testované závislé proměnné. Proto akceptujeme nulovou hypotézu, a můžeme usoudit, že alfa koeficienty nejsou významně odlišné od nuly pro všechny proměnné.

Tabulka 8: BCPP – výsledky statistického šetření

| Symbol | R ² | F-statistika | Významnost F (hodnota P) |
|-------------|----------------|--------------|--------------------------|
| CEZ | 0,394 | 37,706 | 0,000 |
| BKOM | 0,404 | 39,281 | 0,000 |
| ERST | 0,548 | 70,265 | 0,000 |
| VIGR | 0,199 | 14,439 | 0,000 |
| SPTT | 0,0225 | 0,033 | 0,347 |
| TABK | 0,091 | 1,047 | 0,310 |
| CETV | 0,073 | 4,588 | 0,036 |

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 8 obsahuje výsledky statistického testování významnosti jednotlivých parametrů modelu. Jedním z nich je i výsledná hodnota koeficientu determinace. Nejlepší hodnoty koeficientu má ERST s 54,8 % a naopak nejhorší výsledky model vykazuje pro CETV, kde výsledná hodnota činí 7,3 %. V průměru 24,74 % změny výnosové míry akciových titulů je vysvětleno výnosností trhu a 75,26 % zůstane nevysvětleno.

V tabulce 8 jsou dále zobrazeny výsledky F-testu a s nimi asociovaná hodnota. Na základě této hodnoty lze analyzovat linearitu. Dalším způsobem, jak analyzovat linearitu je P hodnota asociovaná s tímto testem. Výsledné hodnoty jsou větší než menší než 5 % pro 2 akciové tituly. Test tedy prokazuje validitu pro všechny modely kromě akciových titulů SPTT a TABK.

5.3 BSE

V následující kapitole jsou zobrazeny výsledky odhadů parametrů regresní rovnice a statistického testování na Budapešťské burze.

V tabulce 9 jsou uvedené výsledné odhady parametrů alfa a beta jednotlivých akciových titulů obchodovaných na BSE. Koeficient beta se pohybuje v rozsahu od -0,010 do 1,259. Za agresivní se mohou označit tituly OTPB a MOLB, protože jejich hodnota je větší než jedna. Ostatní akciové tituly jsou tedy defenzivní, protože výsledná hodnota jejich bety je menší než jedna.

Výsledky odhadu alfy ukazují, že alfa je pozitivní pro všechny akciové tituly. Všechny tituly lze tedy označit za podhodnocené a racionálně smýšlející investor by žádný z titulů nekupoval, protože jsou oceněny nad jejich potencionálními tržními hodnotami. Všechny akciové tituly jsou tedy špatně ohodnoceny.

Tabulka 9: BCE – parametry alfa a beta

| Symbol | Beta | Hodnota P β | Alfa | Hodnota P α |
|--------------|--------|-------------------|--------|--------------------|
| OTPB | 1,259 | 0,000 | -0,095 | 0,838 |
| MOLB | 1,109 | 0,000 | 0,146 | 0,746 |
| BBRB | 0,949 | 0,000 | 0,784 | 0,218 |
| MTEL | 0,264 | 0,027 | -0,740 | 0,180 |
| OPUSG | 0,757 | 0,015 | 0,050 | 0,972 |
| CSPA | -0,010 | 0,883 | -2,284 | 0,000 |
| CIGP | -0,053 | 0,276 | -1,541 | 0,000 |
| KONU | 0,959 | 0,079 | -4,046 | 0,114 |
| ANYB | 0,949 | 0,000 | 0,784 | 0,218 |
| APPB | 0,757 | 0,015 | 0,050 | 0,972 |

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 9 je vidět, že hodnota P spojená s betou ze Studentova t-testu je větší než 5 % pro 3 akciové tituly. Na základě toho lze usoudit, že nulová hypotéza nebyla zamítnuta. A odhadnuté koeficienty se tedy signifikantně neliší od nuly a neexistuje lineární vztah mezi výnosností a betou pro tři akciové tituly.

Na 5 % hladině významnosti není koeficient alfa signifikantně odlišný od nuly pro všechny testované závislé proměnné. Proto akceptujeme alternativní hypotézu, a můžeme usoudit, že alfa koeficienty jsou signifikantně odlišné od nuly pro dvě proměnné.

Tabulka 10 obsahuje výsledky statistického testování významnosti jednotlivých parametrů modelu. Opět se budeme zajímat o hodnotu koeficientu beta. Nejlepší hodnoty koeficientu má OTPB činící 73,7 % a naopak nejhorší výsledky model poskytuje pro CIGP, kde výsledná hodnota činí 2 %. V průměru 27,16 změny výnosové míry akciových titulů je vysvětleno výnosností trhu a 72,84 % zůstane nevysvětleno.

V tabulce 10 jsou dále zobrazeny výsledky F-testu a s nimi asociovaná hodnota P. Opět bude otestována linearita modelu na základě hodnoty P. Výsledné hodnoty jsou větší než menší než 5 % pro 2 akciové tituly. Test tedy prokazuje validitu pro všechny modely kromě akciových titulů CSPA a CIGP.

Tabulka 10: BSE – výsledky statistického testování

| Symbol | R² | F-statistika | Významnost F (Hodnota P) |
|---------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| OTPB | 0,737 | 162,942 | 0,000 |
| MOLB | 0,699 | 134,787 | 0,000 |
| BBRB | 0,464 | 50,267 | 0,000 |
| MTEL | 0,082 | 5,181 | 0,027 |
| OPUSG | 0,099 | 6,344 | 0,015 |
| CSPA | 0,050 | 0,022 | 0,883 |
| CIGP | 0,020 | 1,212 | 0,276 |
| KONU | 0,052 | 3,198 | 0,079 |
| ANYB | 0,464 | 50,267 | 0,000 |
| APPB | 0,099 | 6,344 | 0,015 |

Zdroj: vlastní zpracování

6 Závěr

V první polovině práce byla vysvětlena teoretická východiska související s modelem oceňování kapitálových aktiv. Nejdříve byla představena základní koncepce související s teorií portfolia Markowitze, z jehož poznatků byl CAPM odvozen. Následuje vysvětlení samotného modelu CAPM. Jsou vymezeny základní předpoklady modelu, definovány základní pojmy důležité k pochopení modelu, představení nejznámějších výsledků empirického testování. Nakonec jsou rozebrány modifikace modelu CAPM a alternativní teorie oceňování kapitálových aktiv – teorie arbitrážního oceňování. Všechny tyto pojmy pomáhají ke správnému ohodnocení aktiv a vedou nás k závěru, že mezi očekávanými výnosy a betou tržního portfolia existuje lineární vztah, vztah, kterému se referuje jako model oceňování kapitálových aktiv.

Ve vlastní části byl model CAPM aplikován na vybraný vzorek akciových titulů, které jsou aproximovány oficiálními indexy daných burz cenných papírů. Jedná se o Varšavskou burzu, Burzu cenných papírů Praha a Budapešťskou burzu. K aplikaci modelu CAPM jsou využity historické měsíční výnosnosti z realizovaných obchodů za období leden 2014 až prosinec 2018. Parametry modelu jsou odhadnuty na základě regresní analýzy a následně je provedeno vyhodnocení získaných výsledků statistického testování.

Pro statistické testování byl využito Studentův t-test a Fisherův f-test. Studentův t-test byl použit pro hodnocení alfy a bety. U bety se zkoumala existence přímé závislosti mezi výnosností a rizikem. A u alfy se testovalo, zda platí předpoklad přímky trhu cenných papírů, že $\alpha = 0$.

Při testování závislosti existence lineárního vztahu mezi výnosem a rizikem se tato hypotéza potvrdila pouze při testování akciových titulů na Varšavské burze. Výsledky z Pražské a Budapešťské burzy se nepotvrdily, tudíž lineární závislost neexistuje. Možným důvodem daných výsledků bylo, že byly testovány pouze jednotlivé akciové tituly místo otestování tržního portfolia. Fischerův f-test potvrdil, že zjištěné výsledky korespondují s výsledky získanými při použití Studentova t-testu.

Dále byla testována podmínka, že $\alpha = 0$. Tato hypotéza se potvrdila pro Varšavskou a Pražskou burzu. Výsledky z Budapešťské burzy nepotvrdily hypotézu, tudíž nebyla neplněna podmínka.

Byla kladena pozornost koeficientu determinace, díky kterému interpretujeme, jak jsou změny výnosové míry akciových titulů vysvětleny betou. Koeficienty determinace vyšly na všech trzích okolo 30 %, což znamená, že akciové tituly jsou převážně ovlivňovány nesystematickým rizikem. A tím pádem dané riziko lze snížit riziko diverzifikací těchto akcií.

Některé předpoklady modelu CAPM se na určitých burzách nepotvrdily. Důvodem proč výsledky některých hypotéz nevycházely pro některé trhy je, že testování proběhlo na jednotlivých akciových titulech. Pro zvýšení vypovídající schopnosti tohoto modelu by bylo lepší, aby se model testoval na portfoliu. Při zahrnutí jednotlivých aktiv do portfolia se zvyšuje vypovídající schopnost modelu. K přesnějšímu testování by přispělo také použití ročních dat místo měsíčních a zhodnocení použití delšího časového horizontu než je pět let. Navíc Sharpe založil svůj model na vyspělejších trzích. Ačkoliv v závěru práce nebyly nenaplněny všechny předpoklady, odstranění výše zmíněných nedostatků by mohlo pomoci dosáhnout lepších výsledků. Tato práce však poskytla základy, na kterých může dále stavět a provádět další empirická testování.

7 Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje

- (1) SHARPE, William F. a ALEXANDER, Gordon J. Investice. 4. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. 810 s. ISBN 80-85605-47-3.
- (2) VESELÁ, Jitka. Investování na kapitálových trzích. 2. vyd. Praha: Wolters Kluwer, 2011. 792 s. ISBN 978-80-7357-647-9.
- (3) BAILEY, R. The Economics of Financial Markets. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 550 s. ISBN 9780511817458.
- (4) EVY, Haim a SARNAT, Marshall. Kapitálové investice a finanční rozhodování. Praha: Grada Publishing, 1999. 924 s. ISBN 80-7169-504-1.
- (5) MUSÍLEK, Petr. Trhy cenných papírů. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2002. 522 s. ISBN 978-80-86929-70-5.
- (6) ČÁMSKÝ, František. Teorie portfolia. Brno: Masarykova univerzita, 2001. 138 s. ISBN 80-210-2509-3.
- (7) FRANCIS, Jack C. a DONGHEOL, Kim. Modern Portfolio Theory: Foundations, Analysis, and New Developments. 9781118417201. USA: John Wiley & Sons, Incorporated, 2013. 578 s. ISBN 978-1118370520
- (8) LEVY, Haim. Frontmatter. In: The Capital Asset Pricing Model in the 21st Century: Analytical, Empirical, and Behavioral Perspectives. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 443 s. ISBN 9781139017459.
- (9) JÍLEK, Josef. Akciové trhy a investování. Praha: Grada, 2009. 656 s 978-80-247-2963-3
- (10) VINTILĂ, G., & PĂUNESCU, R. Econometric Tests of the CAPM Model for a Portfolio Composed of Companies Listed on Nasdaq and Dow Jones Components, *Annals of the Alexandru Ioan Cuza University - Economics*, 62(3), 2015. 453-480s. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/aicue-2015-0030>

Internetové zdroje

- (11) 200 years since the establishment of Warsaw's first stock exchange - Poland.pl. Poland.pl [online]. Copyright © 2019 [cit. 28.02.2019]. Dostupné z: <https://poland.pl/economy/investments-projects/200-years-establishment-warsaws-first-stock-exchange/>.
- (12) GPW [online]. GPW: © 2019 [cit. 28.02.2019]. Dostupné z: <https://www.gpw.pl/en-home>.
- (13) Introduction [online]. BÉT: © 2019 [cit. 28.02.2019]. Dostupné z: <https://www.bse.hu/About-Us/About-Budapest-Stock-Exchange/Introduction>
- (14) BUX [online]. BÉT: © 2019 [cit. 28.02.2019]. Dostupné z: <https://www.bse.hu/Products-and-Services/Indices/BUX>

8 Přílohy

| | |
|--|----|
| Příloha A: Varšavská burza - data..... | 47 |
| Příloha B: Pražská burza - data | 48 |
| Příloha C: Budapešťská burza - data..... | 49 |

Příloha A: Varšavská burza - data

| Date | WIG20 | PKO | PKN | SPL | PGN | PZU | PEO | PGE | KGM | MBK | CDR | rf |
|------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 2014-01-31 | -5,911 | -7,588 | -11,235 | -5,928 | -9,217 | -6,449 | -4,060 | -10,428 | -6,337 | -6,421 | 4,801 | 0,237 |
| 2014-02-28 | 2,712 | 3,931 | 1,111 | 1,670 | 14,866 | 2,660 | -1,840 | -2,547 | 7,356 | 1,115 | 14,225 | 0,254 |
| 2014-03-31 | 0,906 | 2,362 | -4,588 | 8,111 | -5,732 | 0,070 | 1,423 | -9,996 | -0,509 | 5,263 | 2,207 | 0,267 |
| 2014-04-30 | -0,383 | 2,215 | 7,397 | 1,504 | 1,290 | -3,851 | 4,496 | 0,238 | -5,570 | -0,202 | -1,382 | 0,270 |
| 2014-05-31 | 0,274 | 7,692 | -0,569 | -0,810 | -11,428 | 0,597 | 1,169 | -3,235 | -6,870 | -1,782 | -0,266 | 0,265 |
| 2014-06-30 | 3,711 | 5,900 | 10,807 | 3,955 | 8,470 | 0,852 | 4,733 | 4,088 | -6,855 | 7,906 | -0,391 | 0,266 |
| 2014-07-31 | -3,633 | -6,928 | -6,160 | -4,195 | -3,854 | -6,183 | -7,827 | -4,628 | -2,615 | 0,969 | -1,290 | 0,268 |
| 2014-08-31 | -5,540 | -5,373 | -4,412 | -6,205 | -3,561 | -9,179 | -7,271 | -1,147 | 4,197 | -5,792 | -6,568 | 0,273 |
| 2014-09-30 | 1,590 | 5,901 | -1,622 | 3,539 | 0,598 | -4,655 | 10,290 | -5,112 | -2,621 | -1,323 | -0,662 | 0,256 |
| 2014-10-31 | 1,418 | -0,267 | -7,172 | -2,516 | 3,500 | 5,209 | -4,740 | 14,151 | 5,696 | -1,072 | -4,734 | 0,264 |
| 2014-11-30 | 3,644 | 5,007 | -7,665 | 4,360 | 9,210 | -1,233 | 3,440 | 2,491 | 12,902 | 1,205 | 4,970 | 0,279 |
| 2014-12-31 | -1,380 | 4,134 | -10,813 | 8,696 | 1,601 | -3,682 | -0,145 | -2,879 | 3,324 | 6,184 | 3,088 | 0,302 |
| 2015-01-31 | -2,208 | 5,340 | 0,441 | 2,984 | -12,923 | 3,246 | -3,551 | -6,134 | -12,935 | 2,558 | -8,215 | 0,275 |
| 2015-02-28 | -1,456 | -4,118 | -7,834 | -2,898 | -8,543 | -0,063 | 0,951 | -0,575 | 0,833 | 3,850 | -10,316 | 0,279 |
| 2015-03-31 | -4,299 | -5,818 | -13,477 | -7,208 | -15,384 | 4,054 | -1,974 | 0,432 | -5,099 | -5,585 | -4,879 | 0,287 |
| 2015-04-30 | 1,836 | 10,467 | -3,071 | 9,352 | 2,360 | 4,898 | 0,055 | 0,977 | 6,258 | 2,504 | -14,646 | 0,281 |
| 2015-05-31 | 4,231 | 5,011 | -6,601 | -0,365 | -3,786 | 3,551 | -1,597 | 11,439 | 8,130 | 10,264 | 1,933 | 0,274 |
| 2015-06-30 | 1,269 | 6,505 | -3,034 | 13,351 | 1,760 | 0,258 | 13,072 | 4,068 | 12,153 | 9,167 | -10,265 | 0,281 |
| 2015-07-31 | 2,858 | -1,751 | 3,129 | -0,642 | -7,363 | 0,169 | -1,117 | 13,514 | 20,973 | 3,560 | 9,056 | 0,277 |
| 2015-08-31 | 2,965 | 1,054 | 11,524 | 3,238 | 4,142 | 2,707 | 4,238 | 9,773 | -4,173 | 5,188 | -9,769 | 0,270 |
| 2015-09-30 | -0,682 | 2,759 | 5,467 | -5,842 | -4,958 | 3,710 | 2,759 | -6,326 | -8,802 | -4,408 | 1,243 | 0,286 |
| 2015-10-31 | 4,954 | 6,271 | -7,596 | 19,610 | 27,274 | -2,653 | 9,628 | 8,524 | 24,286 | 20,938 | 17,750 | 0,293 |
| 2015-11-30 | 3,190 | -1,390 | 0,118 | -8,240 | 4,863 | 13,465 | -4,491 | 3,671 | 13,878 | -4,409 | 1,988 | 0,318 |
| 2015-12-31 | 4,852 | 10,872 | 8,994 | 8,980 | -0,964 | 5,193 | 4,824 | -7,315 | 10,417 | -0,318 | -4,073 | 0,324 |
| 2016-01-31 | -2,462 | 0,900 | -2,614 | -5,063 | 4,011 | -6,261 | -8,057 | 6,648 | -15,366 | -2,506 | 0,393 | 0,303 |
| 2016-02-29 | -7,349 | -12,122 | -13,504 | -10,557 | -6,205 | -3,087 | -9,594 | -7,441 | -10,724 | -4,971 | -10,505 | 0,304 |
| 2016-03-31 | 3,068 | 13,653 | 7,493 | 10,176 | 4,726 | 3,129 | 6,089 | 6,069 | 2,341 | 5,198 | 0,981 | 0,258 |
| 2016-04-30 | 4,038 | -1,211 | -0,621 | 2,911 | -3,970 | 10,569 | 4,092 | 4,518 | 23,296 | 5,878 | -5,179 | 0,244 |
| 2016-05-31 | 2,459 | 6,359 | 0,186 | -1,809 | -5,536 | 9,349 | 2,445 | 6,689 | -8,621 | -1,196 | -2,044 | 0,231 |
| 2016-06-30 | -2,889 | -2,184 | 7,173 | -6,162 | 0,208 | 1,244 | 11,107 | -7,655 | -17,701 | 1,696 | -21,263 | 0,240 |
| 2016-07-31 | -3,744 | -10,426 | -3,924 | -12,771 | 1,503 | 1,987 | -6,026 | 10,920 | 7,237 | -22,004 | -18,119 | 0,242 |
| 2016-08-31 | 1,868 | 1,762 | -0,016 | 3,195 | 5,545 | 4,481 | 6,115 | 11,153 | -1,678 | 13,974 | 6,623 | 0,259 |
| 2016-09-30 | -4,202 | -4,985 | -16,438 | -1,875 | 0,596 | -10,499 | 2,188 | -1,168 | 4,812 | -3,407 | -0,048 | 0,257 |
| 2016-10-31 | 1,104 | 7,512 | 1,766 | 8,356 | 1,414 | -7,882 | 2,406 | 10,668 | -18,636 | 9,029 | -16,413 | 0,237 |
| 2016-11-30 | -6,090 | -9,171 | -10,375 | -7,419 | -12,078 | -10,961 | -6,040 | -11,196 | -5,536 | -3,206 | -8,601 | 0,246 |
| 2016-12-31 | -6,197 | -8,249 | 5,075 | -8,271 | 2,552 | -5,653 | -7,020 | -4,304 | -25,360 | -11,309 | -10,997 | 0,263 |
| 2017-01-31 | -5,403 | -7,840 | -13,821 | -1,868 | -12,162 | -2,415 | -3,323 | -8,003 | -3,950 | -4,595 | -16,750 | 0,246 |
| 2017-02-28 | 0,557 | 3,805 | -5,801 | 2,495 | 5,576 | 3,653 | 5,944 | 4,123 | 11,396 | 6,077 | -5,054 | 0,224 |
| 2017-03-31 | -6,211 | -9,153 | -13,795 | -3,846 | -10,574 | -18,692 | -6,012 | -1,127 | -5,926 | -13,740 | 9,456 | 0,223 |
| 2017-04-30 | 2,684 | -3,341 | 9,283 | 3,396 | 4,252 | -3,451 | 1,844 | 5,586 | 16,455 | 2,607 | -15,349 | 0,238 |
| 2017-05-31 | -1,612 | 5,948 | -5,141 | -0,893 | 0,475 | -0,585 | 3,194 | -9,827 | -4,468 | -8,677 | -8,264 | 0,248 |
| 2017-06-30 | -2,582 | -6,435 | 2,428 | -9,932 | -8,186 | 0,678 | -2,346 | -7,557 | -10,327 | 1,559 | -0,532 | 0,246 |
| 2017-07-31 | -3,765 | 0,409 | -9,799 | 2,828 | -2,195 | -8,680 | -0,118 | -8,199 | -3,013 | 3,882 | 3,717 | 0,277 |
| 2017-08-31 | 1,056 | 3,820 | -3,127 | 5,809 | 0,588 | 2,236 | -0,034 | 7,293 | 7,411 | 4,533 | -28,258 | 0,245 |
| 2017-09-30 | -1,011 | -8,825 | -5,439 | -4,378 | 1,496 | -2,085 | 7,654 | 1,916 | -4,514 | -9,000 | -3,607 | 0,221 |
| 2017-10-31 | 3,948 | -8,393 | 16,153 | -1,271 | 10,944 | 5,714 | -7,110 | 9,388 | 15,122 | -2,033 | 18,818 | 0,194 |
| 2017-11-30 | -2,124 | -4,535 | 4,529 | -6,625 | -4,134 | 5,408 | -1,162 | -0,996 | -3,957 | 1,075 | 4,639 | 0,180 |
| 2017-12-31 | -3,442 | -2,958 | -2,303 | -5,655 | -4,115 | -7,826 | -4,712 | 1,346 | 1,045 | -8,824 | -16,379 | 0,166 |
| 2018-01-31 | 7,141 | 6,013 | 12,415 | 12,241 | 8,251 | 7,044 | 2,604 | 17,258 | 4,810 | 11,355 | 8,411 | 0,245 |
| 2018-02-28 | 5,837 | 6,504 | 14,740 | 3,312 | 7,255 | 2,346 | 7,424 | 2,321 | 20,940 | 9,359 | -2,194 | 0,200 |
| 2018-03-31 | -2,618 | -3,347 | -6,221 | -2,478 | -8,575 | -2,726 | 5,478 | -5,349 | -7,283 | -2,468 | -12,340 | 0,214 |
| 2018-04-30 | 4,675 | 11,455 | 10,062 | 6,081 | 8,041 | 18,204 | 4,555 | 6,402 | 10,529 | 0,688 | -15,217 | 0,249 |
| 2018-05-31 | 2,353 | 1,487 | -3,046 | 4,017 | 0,175 | -6,850 | -1,055 | 5,353 | -3,727 | 5,403 | -9,023 | 0,261 |
| 2018-06-30 | -6,736 | -11,294 | -12,500 | -9,051 | 3,441 | -7,190 | -5,972 | -4,985 | -8,808 | -6,501 | -18,076 | 0,285 |
| 2018-07-31 | -0,441 | -2,476 | -5,700 | -2,447 | -5,154 | -5,957 | -4,279 | 9,222 | 6,278 | 4,395 | -4,126 | 0,293 |
| 2018-08-31 | 2,121 | -1,632 | -2,733 | 0,106 | -10,047 | 5,877 | 10,028 | -5,462 | 1,908 | -8,490 | 9,984 | 0,306 |
| 2018-09-30 | 6,735 | 7,438 | 9,497 | 10,341 | 3,354 | 1,327 | 1,433 | -9,420 | 2,555 | 19,679 | 18,320 | 0,336 |
| 2018-10-31 | -5,011 | -2,396 | -16,222 | -4,328 | -3,992 | -8,607 | -4,645 | -9,940 | -3,165 | -8,423 | 11,322 | 0,353 |
| 2018-11-30 | 0,787 | 3,648 | 1,803 | -0,670 | -6,657 | -2,346 | 0,734 | 16,700 | 0,945 | -3,725 | -2,335 | 0,365 |
| 2018-12-31 | -4,443 | -0,101 | -97,365 | -4,173 | -9,436 | -1,702 | -1,447 | -15,683 | -5,607 | -5,523 | -23,368 | 0,396 |

zdroj: vlastní zpracování

Příloha B: Pražská burza - data

| Date | PX | CEZ | BKOM | ERST | VIGR | SPTT | STOCK | TABK | CETV | rf |
|------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 2014-01-31 | -7,682 | -2,194 | -6,098 | -17,786 | -10,829 | -2,231 | 8,099 | -4,736 | -15,244 | 0,101 |
| 2014-02-28 | 0,191 | 0,367 | 3,678 | -4,156 | -3,746 | 2,282 | -4,377 | 2,639 | -2,959 | 0,103 |
| 2014-03-31 | -3,204 | -3,965 | -4,501 | 0,915 | -4,137 | -6,950 | 4,211 | -3,356 | -9,867 | 0,103 |
| 2014-04-30 | 2,707 | 0,799 | -1,460 | 6,003 | 6,043 | -1,333 | 1,243 | 0,000 | -1,316 | 0,105 |
| 2014-05-31 | -1,781 | -1,916 | -2,633 | -6,716 | -3,898 | 1,351 | -10,635 | -1,325 | -1,935 | 0,105 |
| 2014-06-30 | 2,644 | 8,918 | 1,497 | 2,393 | 3,202 | 1,370 | -7,353 | -1,178 | -6,627 | 0,086 |
| 2014-07-31 | -1,106 | -4,615 | 4,525 | 0,695 | -4,545 | -7,428 | -7,357 | 4,945 | 9,211 | 0,084 |
| 2014-08-31 | -3,569 | 1,937 | -2,186 | -11,361 | -6,725 | -3,449 | -2,133 | -10,345 | -10,588 | 0,067 |
| 2014-09-30 | -0,708 | 5,447 | -2,763 | -0,240 | -0,941 | 1,755 | 2,881 | -5,361 | 1,190 | 0,055 |
| 2014-10-31 | 0,305 | 1,782 | 1,565 | -0,903 | -0,647 | 4,973 | -10,552 | 1,418 | -5,618 | 0,059 |
| 2014-11-30 | -0,923 | -3,164 | -0,909 | 2,686 | -3,068 | -5,768 | -7,386 | 0,118 | -6,316 | 0,049 |
| 2014-12-31 | 4,893 | 5,035 | 2,186 | 10,691 | 7,015 | 2,712 | 12,676 | 2,078 | 2,151 | 0,044 |
| 2015-01-31 | 1,783 | 1,182 | 1,780 | -0,953 | 5,379 | 3,249 | 1,693 | 2,204 | -6,061 | 0,043 |
| 2015-02-28 | -0,595 | 1,594 | -5,069 | -1,870 | -1,701 | -0,186 | 5,205 | -0,620 | 7,609 | 0,034 |
| 2015-03-31 | 1,956 | 9,449 | -1,354 | 0,021 | -0,538 | -0,630 | 2,313 | -1,570 | 13,580 | 0,033 |
| 2015-04-30 | 2,240 | 6,082 | -0,673 | 2,543 | -0,169 | -1,818 | 8,848 | 6,454 | -2,410 | 0,002 |
| 2015-05-31 | 1,311 | 4,026 | 1,705 | 1,034 | -2,030 | -2,309 | 34,600 | 2,342 | -4,598 | -0,004 |
| 2015-06-30 | 2,920 | 0,477 | 3,745 | 3,914 | 2,687 | 3,760 | -6,256 | 0,722 | 8,750 | -0,001 |
| 2015-07-31 | -2,192 | -10,762 | -1,990 | 3,187 | -0,797 | -3,897 | -1,889 | 7,218 | 2,564 | 0,009 |
| 2015-08-31 | -0,545 | 3,673 | -2,136 | -3,318 | 1,351 | -1,634 | -5,783 | 4,151 | -4,878 | -0,005 |
| 2015-09-30 | 2,723 | -1,330 | 1,596 | 6,979 | 5,591 | 2,827 | -3,353 | -0,413 | 32,258 | 0,005 |
| 2015-10-31 | 2,855 | -3,219 | 2,497 | 11,019 | 0,247 | 3,666 | 2,018 | 2,038 | 8,772 | -0,024 |
| 2015-11-30 | 2,301 | 5,036 | 3,627 | -2,586 | -0,458 | 3,950 | -1,042 | 0,567 | 9,615 | -0,028 |
| 2015-12-31 | 1,177 | -0,256 | 0,000 | 1,002 | 6,222 | -0,308 | 2,037 | 0,977 | 1,961 | -0,030 |
| 2016-01-31 | 4,583 | 3,790 | 4,845 | 7,227 | 9,205 | 10,883 | 3,011 | 3,722 | -3,774 | -0,049 |
| 2016-02-29 | -4,400 | -10,711 | -6,398 | -9,335 | 7,115 | 3,718 | 13,929 | 3,832 | 8,163 | -0,039 |
| 2016-03-31 | 6,739 | 8,259 | 8,350 | 10,671 | 2,908 | -3,338 | -6,602 | -1,935 | 6,061 | -0,047 |
| 2016-04-30 | 0,517 | 1,348 | 1,500 | 1,835 | 1,486 | 3,133 | -5,505 | -2,753 | -2,119 | -0,026 |
| 2016-05-31 | -2,563 | -7,381 | -13,775 | 7,520 | -1,444 | -3,902 | 2,830 | -3,402 | 2,165 | -0,015 |
| 2016-06-30 | 7,936 | 10,183 | 4,505 | 18,636 | 2,885 | 8,664 | -0,935 | 6,839 | 9,479 | -0,006 |
| 2016-07-31 | -8,599 | -6,053 | -4,712 | -17,828 | -14,989 | -7,660 | -5,058 | -0,355 | -20,677 | -0,003 |
| 2016-08-31 | -2,432 | -4,400 | -1,729 | -2,467 | 1,561 | -2,083 | -1,140 | 0,073 | 0,000 | 0,003 |
| 2016-09-30 | 1,792 | 10,041 | -7,448 | 1,136 | 6,958 | -4,192 | 10,680 | -6,136 | 4,314 | 0,001 |
| 2016-10-31 | 4,932 | 14,251 | 13,122 | 5,385 | -13,365 | -1,765 | 0,783 | 3,456 | 3,659 | 0,000 |
| 2016-11-30 | -6,890 | -11,353 | -11,414 | -11,274 | -4,679 | -0,313 | 7,806 | -1,854 | -4,651 | -0,010 |
| 2016-12-31 | -3,687 | -6,820 | 5,838 | -7,758 | -11,558 | 1,912 | -6,785 | 8,342 | -4,089 | -0,004 |
| 2017-01-31 | -1,854 | -4,452 | -4,808 | -0,385 | -5,645 | -2,524 | 11,758 | 0,832 | 21,719 | -0,012 |
| 2017-02-28 | -0,889 | -5,680 | 1,961 | 7,300 | -7,678 | 11,472 | -36,006 | 1,354 | 2,315 | -0,009 |
| 2017-03-31 | 1,240 | -2,608 | -3,226 | 3,272 | 10,250 | 8,451 | 1,862 | 2,185 | 0,000 | -0,009 |
| 2017-04-30 | -5,171 | -8,097 | -4,007 | -1,651 | -9,833 | -8,584 | -5,676 | 3,850 | -1,818 | -0,009 |
| 2017-05-31 | -0,719 | -7,739 | -0,453 | -2,828 | -6,435 | 62,256 | -0,270 | 3,209 | -8,333 | 0,003 |
| 2017-06-30 | 5,094 | 5,106 | 1,696 | 5,161 | 1,190 | 47,282 | 0,815 | 1,901 | 10,092 | 0,002 |
| 2017-07-31 | -3,948 | 504,255 | 1,175 | -3,796 | -12,536 | 131,591 | -2,258 | -3,131 | -6,034 | 0,014 |
| 2017-08-31 | -0,409 | 0,750 | -1,669 | 4,890 | -1,749 | -11,517 | 3,010 | 4,243 | -15,636 | 0,010 |
| 2017-09-30 | -0,740 | 0,333 | -1,606 | 10,294 | -13,034 | -2,139 | -8,050 | -6,582 | 3,383 | 0,004 |
| 2017-10-31 | 1,067 | -0,118 | 4,449 | -1,458 | 4,461 | -1,399 | 5,159 | -1,917 | -6,007 | 0,004 |
| 2017-11-30 | 7,007 | 7,593 | 5,868 | 18,683 | 2,476 | -4,271 | -0,461 | 3,864 | 8,846 | 0,008 |
| 2017-12-31 | 0,958 | -4,387 | 5,696 | 1,396 | 1,744 | -6,735 | -4,705 | 1,174 | -19,003 | 0,005 |
| 2018-01-31 | -6,003 | -2,991 | -4,010 | -10,969 | -5,147 | -8,454 | -10,750 | 4,957 | 13,428 | 0,012 |
| 2018-02-28 | 2,623 | 1,845 | 3,849 | 5,307 | 3,128 | 2,619 | -18,186 | 4,649 | 16,461 | 0,010 |
| 2018-03-31 | -1,006 | -8,719 | -8,187 | 15,039 | 6,998 | -20,768 | 4,952 | -3,422 | 8,000 | 0,010 |
| 2018-04-30 | 1,162 | 8,686 | 5,694 | -7,822 | -1,891 | 5,743 | 0,000 | -2,027 | -9,274 | 0,009 |
| 2018-05-31 | 2,434 | 6,065 | 8,937 | -2,183 | -3,086 | 8,622 | -0,669 | 0,106 | -5,344 | 0,013 |
| 2018-06-30 | -5,204 | -4,235 | -2,430 | -15,765 | -3,084 | -4,040 | 3,663 | -0,240 | -7,092 | 0,018 |
| 2018-07-31 | -1,750 | 1,000 | -0,775 | -7,558 | -0,926 | -2,773 | 1,508 | 1,707 | -1,053 | 0,020 |
| 2018-08-31 | 1,674 | 0,312 | 1,886 | 4,416 | 3,448 | -2,575 | 2,577 | -1,914 | 4,015 | 0,024 |
| 2018-09-30 | 0,384 | 1,955 | -4,202 | -0,960 | 5,990 | 0,268 | -1,020 | -8,253 | -7,744 | 0,030 |
| 2018-10-31 | -0,853 | 8,108 | -0,833 | -4,122 | -2,668 | -0,631 | 2,083 | 4,688 | -37,342 | 0,030 |
| 2018-11-30 | 2,473 | 3,694 | 8,548 | -4,311 | 4,751 | 1,697 | 0,000 | -0,174 | 59,596 | 0,055 |
| 2018-12-31 | 0,160 | 0,630 | 0,520 | 5,690 | 2,410 | 0,300 | 1,110 | 3,020 | -22,660 | 0,039 |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha C: Budapešťská burza - data

| Date | BUX | MOLB | OTPB | BBRB | MTEL | OPUSG | ANYB | APPB | KONU | CIGP | CSPA | rf |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 2014-01-31 | 6,838 | 7,389 | 6,292 | 1,818 | 0,970 | -2,646 | 17,000 | 4,650 | -4,348 | -0,798 | 4,545 | 0,525 |
| 2014-02-28 | 1,226 | 5,140 | -6,625 | -2,941 | -5,793 | 11,958 | 2,828 | 10,829 | 4,545 | 6,808 | 10,000 | 0,509 |
| 2014-03-31 | 0,548 | -1,181 | 1,448 | 6,918 | 8,605 | -11,641 | 2,774 | 7,777 | 15,789 | 8,296 | 0,000 | 0,470 |
| 2014-04-30 | -9,499 | -5,092 | -15,907 | -5,917 | -4,121 | 1,857 | -9,211 | -7,216 | -13,636 | 3,335 | -9,091 | 0,454 |
| 2014-05-31 | 3,540 | 5,826 | 11,614 | 4,321 | -3,674 | -15,954 | -5,292 | -3,961 | 10,000 | -0,945 | 10,000 | 0,401 |
| 2014-06-30 | 6,186 | 6,655 | 6,699 | 4,516 | -4,940 | 11,590 | 12,727 | 4,125 | 11,111 | -7,424 | 25,000 | 0,373 |
| 2014-07-31 | -1,451 | -3,856 | -1,570 | -1,274 | -7,528 | 6,713 | -0,104 | -1,023 | 20,000 | 0,439 | 0,000 | 0,403 |
| 2014-08-31 | -0,587 | -2,074 | -0,957 | -10,286 | 1,087 | -1,977 | 0,104 | 3,156 | -6,250 | -1,301 | 0,000 | 0,379 |
| 2014-09-30 | 3,259 | 2,991 | 2,829 | 11,465 | 3,084 | -0,503 | 2,585 | 1,067 | -5,882 | 4,057 | 14,286 | 0,394 |
| 2014-10-31 | -0,172 | -1,681 | 2,496 | -2,786 | 5,309 | 2,962 | -2,138 | 6,215 | 30,769 | 12,688 | -6,667 | 0,333 |
| 2014-11-30 | 4,305 | 3,075 | 4,067 | 4,531 | 1,191 | 3,316 | 8,486 | 1,723 | -13,333 | 5,347 | -21,053 | 0,302 |
| 2014-12-31 | 0,623 | 4,432 | 4,411 | 2,658 | -0,299 | 3,185 | -5,481 | 16,777 | -11,765 | 10,653 | 46,154 | 0,308 |
| 2015-01-31 | -9,222 | -7,799 | -14,819 | -1,311 | -5,878 | 3,094 | -4,834 | -14,366 | 41,667 | -9,140 | 18,182 | 0,240 |
| 2015-02-28 | -7,512 | -1,072 | -19,212 | 2,694 | -7,274 | -14,002 | 2,077 | -5,946 | 9,091 | 0,000 | -26,667 | 0,251 |
| 2015-03-31 | -12,928 | -19,468 | -11,674 | -0,669 | -6,097 | -19,741 | -15,588 | -6,093 | -26,667 | 0,000 | -11,765 | 0,282 |
| 2015-04-30 | 1,044 | -1,034 | 5,351 | 3,819 | 0,245 | -11,165 | -0,848 | 1,551 | -6,250 | 3,912 | 0,000 | 0,295 |
| 2015-05-31 | 2,171 | 1,623 | -0,935 | -5,263 | -1,685 | 3,979 | 7,459 | -2,021 | 6,667 | 11,871 | 30,769 | 0,292 |
| 2015-06-30 | -3,036 | -1,897 | -2,524 | -5,000 | 4,519 | 0,348 | -5,472 | -3,414 | 15,385 | -1,231 | -18,750 | 0,332 |
| 2015-07-31 | 5,576 | 6,493 | 6,645 | 1,266 | -1,968 | -2,504 | 5,243 | -5,531 | -18,750 | 1,246 | 6,667 | 0,320 |
| 2015-08-31 | 2,403 | 13,421 | -0,333 | -4,242 | 2,527 | 7,678 | -4,108 | 0,928 | 23,077 | 2,569 | -11,765 | 0,312 |
| 2015-09-30 | -3,078 | -4,345 | -1,279 | -13,158 | 1,796 | -1,802 | -5,534 | 2,874 | -18,750 | 10,637 | 13,333 | 0,282 |
| 2015-10-31 | -9,303 | -5,370 | -9,802 | -2,813 | -0,507 | -0,947 | -15,635 | 0,477 | 6,667 | -6,622 | -21,053 | 0,288 |
| 2015-11-30 | -0,636 | -5,297 | 1,167 | 9,218 | -2,739 | -9,985 | 1,673 | -4,145 | -21,053 | 4,139 | 0,000 | 0,283 |
| 2015-12-31 | -0,319 | 2,260 | -1,542 | 3,768 | -0,985 | 2,920 | -1,804 | 2,355 | -5,000 | -7,052 | -9,524 | 0,285 |
| 2016-01-31 | 2,869 | 0,216 | 2,420 | -1,146 | 2,527 | -2,565 | 10,347 | 0,475 | 5,263 | 1,958 | 5,000 | 0,298 |
| 2016-02-29 | -11,807 | -16,154 | -14,092 | -0,286 | -7,475 | 1,808 | -7,729 | -0,937 | 0,000 | -13,069 | -9,091 | 0,281 |
| 2016-03-31 | -1,567 | -0,361 | -4,005 | -5,660 | -6,141 | -13,169 | 1,570 | 0,946 | -13,636 | 0,572 | -29,032 | 0,253 |
| 2016-04-30 | 1,323 | 3,721 | 3,409 | -3,385 | -3,595 | -4,418 | -4,177 | -1,401 | -24,138 | 4,793 | -8,824 | 0,285 |
| 2016-05-31 | 0,743 | -5,746 | 7,260 | 4,632 | 0,616 | 2,578 | -1,250 | 1,905 | -17,143 | 0,000 | -27,660 | 0,293 |
| 2016-06-30 | -4,715 | -5,733 | -6,287 | -2,133 | 2,478 | 7,704 | -3,912 | -0,475 | -23,913 | -1,186 | -21,667 | 0,268 |
| 2016-07-31 | -1,219 | 0,663 | -6,564 | -16,107 | -0,892 | -6,731 | 3,249 | -18,533 | -23,333 | -2,873 | -1,639 | 0,243 |
| 2016-08-31 | 1,102 | 2,122 | 0,722 | 1,361 | 3,464 | -6,576 | 2,244 | 9,747 | 3,448 | 2,958 | -1,613 | 0,246 |
| 2016-09-30 | -7,176 | -6,217 | -8,861 | -0,451 | -3,777 | 0,829 | -7,858 | 0,000 | -9,375 | -9,140 | 14,815 | 0,248 |
| 2016-10-31 | -0,704 | -1,924 | -0,704 | 0,682 | -3,018 | -7,394 | 2,544 | -0,423 | 28,000 | -5,101 | -1,818 | 0,257 |
| 2016-11-30 | -6,215 | -10,589 | -5,286 | -1,786 | -6,074 | -2,251 | -5,072 | 3,043 | -7,407 | -9,258 | 7,843 | 0,290 |
| 2016-12-31 | -1,472 | 1,902 | -4,816 | -1,754 | -0,802 | -4,570 | 0,437 | 1,325 | 5,882 | 2,858 | -12,069 | 0,272 |
| 2017-01-31 | 1,310 | 1,504 | 4,438 | -1,512 | -3,113 | -5,311 | -4,169 | 3,649 | -10,526 | 2,439 | -28,395 | 0,298 |
| 2017-02-28 | 1,350 | 0,757 | 4,411 | -1,279 | 4,473 | 3,630 | -1,796 | -0,451 | -35,955 | -8,892 | -35,200 | 0,293 |
| 2017-03-31 | -4,011 | -8,545 | 0,074 | 5,393 | 1,862 | 4,657 | -5,631 | 0,000 | -29,365 | 6,638 | -36,548 | 0,283 |
| 2017-04-30 | -4,618 | -5,736 | -7,556 | 8,010 | -0,207 | 0,394 | -0,741 | 3,769 | -36,364 | 0,477 | -33,220 | 0,278 |
| 2017-05-31 | -1,856 | 5,136 | -5,470 | 3,000 | 0,507 | -7,033 | -2,250 | -3,723 | -40,719 | -4,113 | -69,867 | 0,262 |
| 2017-06-30 | -1,578 | -4,521 | -5,335 | 3,093 | -2,767 | -5,525 | 7,483 | -1,389 | -66,600 | 1,392 | -43,606 | 0,265 |
| 2017-07-31 | -6,097 | -6,675 | -8,473 | -14,725 | 1,075 | -5,434 | -1,616 | -35,135 | -42,029 | -17,242 | -19,331 | 0,267 |
| 2017-08-31 | 2,150 | -0,750 | 5,558 | -11,479 | -4,516 | -8,377 | 2,031 | -18,780 | -19,842 | -2,613 | -2,668 | 0,253 |
| 2017-09-30 | -5,859 | -6,279 | -8,210 | -0,963 | 1,458 | 4,649 | -1,504 | -47,097 | -8,113 | 0,375 | -14,136 | 0,223 |
| 2017-10-31 | 2,425 | 4,951 | 7,210 | -4,067 | 2,782 | -7,412 | -2,177 | -0,386 | -9,575 | -19,090 | -14,594 | 0,213 |
| 2017-11-30 | -1,787 | 1,497 | -6,203 | -19,374 | -0,638 | 6,891 | 0,265 | 8,206 | -13,982 | -32,377 | -12,202 | 0,183 |
| 2017-12-31 | -2,018 | -1,605 | -7,507 | -10,771 | 2,173 | -6,186 | 5,525 | 16,343 | -11,441 | 13,488 | 8,499 | 0,174 |
| 2018-01-31 | 5,448 | 8,452 | 0,783 | 5,028 | -1,919 | -7,087 | 13,116 | -6,364 | 5,919 | 6,966 | 5,500 | 0,198 |
| 2018-02-28 | 2,290 | 1,587 | 0,701 | -1,377 | 3,077 | 0,173 | 7,069 | 14,385 | 7,538 | -4,286 | 6,007 | 0,222 |
| 2018-03-31 | -2,707 | -7,661 | 0,617 | -2,941 | 1,113 | 1,852 | 0,951 | -14,897 | 2,931 | -10,256 | -16,024 | 0,205 |
| 2018-04-30 | 8,312 | 11,427 | 13,358 | 5,352 | -0,443 | -0,874 | -1,776 | 9,887 | -13,947 | 4,995 | 5,313 | 0,216 |
| 2018-05-31 | -2,134 | -5,290 | -4,016 | 7,576 | 2,112 | 12,875 | 2,563 | 1,148 | 5,975 | 5,060 | 2,400 | 0,268 |
| 2018-06-30 | 1,079 | 1,114 | -1,066 | 0,000 | 3,722 | -2,266 | 3,831 | 1,498 | 1,760 | -3,037 | 9,649 | 0,306 |
| 2018-07-31 | -4,005 | -6,202 | -0,386 | -2,077 | 0,750 | -1,168 | -10,307 | -0,661 | 9,649 | 2,885 | 8,987 | 0,276 |
| 2018-08-31 | 0,167 | -4,333 | 0,388 | -2,601 | -2,913 | -0,964 | 6,142 | 3,066 | 9,195 | 4,523 | -2,060 | 0,294 |
| 2018-09-30 | 0,044 | -0,200 | 0,194 | 1,170 | 2,488 | 0,680 | -2,251 | 12,885 | -5,091 | -7,009 | 5,118 | 0,302 |
| 2018-10-31 | -7,364 | -4,994 | -9,965 | 3,323 | 2,813 | 0,000 | -5,244 | 5,691 | 10,442 | -1,609 | 2,008 | 0,311 |
| 2018-11-30 | 2,478 | 2,794 | 1,329 | -12,665 | -13,496 | -10,668 | 3,591 | 16,312 | -0,400 | 5,839 | 0,810 | 0,268 |
| 2018-12-31 | -2,852 | -6,784 | -0,704 | -5,013 | 2,262 | 2,855 | -7,653 | -19,120 | 4,167 | -3,066 | 8,811 | 0,257 |

Zdroj: vlastní zpracování