

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta ekonomická

Katedra účetnictví a financí

**Diplomová práce**

**Anomálie kapitálového trhu**

Vypracoval: Bc. Michal Fiala

Vedoucí práce: Ing. Petr Zeman, Ph.D.

České Budějovice, 2022

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta  
Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal FIALA**  
Osobní číslo: **E20393**  
Studijní program: **N0311A050030 Analýza v ekonomické a finanční praxi**  
Studijní obor: **Analýza v ekonomické a finanční praxi**  
Téma práce: **Anomálie na kapitálového trhu**  
Zadávací katedra: **Katedra účetnictví a financí**

### Zásady pro vypracování

**Cíl práce:**

Cílem této práce je analyzovat vybrané anomálie narušující efektivitu trhu a prokázat nebo vyvrátit výskyt vybraných anomálií na kapitálovém trhu.

**Rámcová osnova:**

1. Teorie efektivního trhu.
2. Alternativní teorie vysvětlující pohyb cen na kapitálových trzích.
3. Popis anomálií vyskytujících se na kapitálových trzích.
4. Testování přítomnosti zvolených anomálií na vybraném kapitálovém trhu.
5. Zhodnocení a doporučení.

Rozsah pracovní zprávy: **50-60 stran**

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

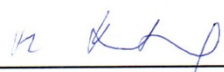
**Seznam doporučené literatury:**

- Fama, E. F., (1969). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*. 25 (2), 383-417.  
Gujarati, D. N., (2003). *Basic Econometrics* (4th ed.). New York: The McGraw Hill Companies.  
Jílek, J., (2008). *Finanční trhy a investování* (1. vyd.). Praha: Grada Publishing.  
Malkiel, B. G., (2003). The Efficient Market hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*. 17(1), 59-82.  
Musílek, P. (2011). *Trhy cenných papírů* (2. vyd.). Praha: Ekopress.  
Veselá, J., (2011). *Investování na kapitálových trzích* (2. vyd.). Praha: ASPI.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Petr Zeman, Ph.D.**  
Katedra účetnictví a financí

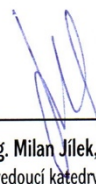
Datum zadání diplomové práce: 10. února 2021  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2022



---

doc. Dr. Ing. Dagmar Škodová Parmová  
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
Studentská 10  
370 05 České Budějovice



doc. Ing. Milan Jílek, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 10. února 2021

---

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ekonomickou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. 4. 2022

.....

Bc. Michal Fiala

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce. Ing. Petru Zemanovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracovávání této práce.

## **Abstrakt**

Tato práce je zaměřena na analýzu časových anomálií, konkrétně efektu dne v týdnu a efektu měsíce v roce. Cílem je jejich prokázání či vyvrácení na vybraných kapitálových trzích. Analýza těchto efektů byla provedena na celkem třech indexech, a to NASDAQ Composite Indexu, Euronext 100 Indexu a SSE Composite Indexu. Zmíněné efekty jsou nejdříve testovány pomocí metody statistického testování a poté podrobněji metodou lineární regrese. Z dosažených výsledků nebylo možné jednoznačně určit den či měsíc, který by pravidelně vykazoval odlišné výnosnosti od ostatních obchodních dnů. Také bylo zjištěno, že anomálie se vyskytují během období, kdy se na trhu vyskytuje relativně nízká volatilita

**Klíčová slova:** Kapitálový trh, teorie efektivního trhu, anomálie kapitálového trhu

## **Abstract**

This diploma thesis focuses on capital market anomalies. The main goal of this work is to find out whether there are any anomalies that disrupt the market efficiency or whether the chosen markets are relatively efficient. To compare different markets there were 3 indices selected, the NASDAQ Composite, Euronext 100 and SSE Composite. Two chosen anomalies for empirical testing are the day of the week effect and the month of the year effect. To achieve the set goal two statistical methods were used. First of the methods uses parametric t-test while the second method uses the econometric model to describe the capital market anomalies. The conclusion of empirical testing is the failure to detect the regular occurrence of anomalies on chosen capital markets. There was also a conclusion of higher incidence of anomalies in periods characterised by less volatility.

**Keywords:** Capital Market, Efficient Market Theory, Capital Market Time Anomalies

## Obsah

ÚVOD .....	9
1. TEORIE EFEKTIVNÍHO TRHU .....	11
1.1. VÝVOJ TEORIE EFEKTIVNÍHO TRHU I JEJÍ KRITIKY .....	11
1.1.1. PRVNÍ ZMÍNKY .....	11
1.1.2. OBDOBÍ DRUHÉ POLOVINY 20. STOLETÍ.....	12
1.1.3. NOVODOBÍ PŘEDSTAVITELÉ TEORIE EFEKTIVNÍCH TRHŮ .....	13
1.2. PŘEDPOKLADY EFEKTIVNÍHO TRHU .....	14
1.3. DŮSLEDKY EFEKTIVNÍHO TRHU.....	14
1.4. FORMY EFEKTIVITY TRHU .....	16
1.4.1. SILNÁ FORMA TRHU .....	16
1.4.2. STŘEDNĚSILNÁ FORMA TRHU.....	17
1.4.3. SLABÁ FORMA TRHU .....	17
1.5. MODEL Y HYPOTÉZY EFEKTIVNÍHO TRHU .....	18
2. ALTERNATIVNÍ TEORIE.....	21
2.1. BEHAVIORÁLNÍ FINANCE .....	21
2.1.1. PROSPECT THEORY .....	22
2.1.2. ALTERNATIVNÍ TEORIE V RÁMCI BEHAVIORÁLNÍCH FINANCI .....	25
2.1.3. ROZDÍLY MEZI TEORIÍ EFEKTIVNÍHO TRHU A BEHAVIORÁLNÍMI FINANCEMI .....	26
2.2. HYPOTÉZA ADAPTIVNÍCH TRHŮ .....	27
3. ANOMÁLIE KAPITÁLOVÉHO TRHU.....	30
3.1. ČASOVÉ ANOMÁLIE.....	30
3.2. ANOMÁLIE SOUVISEJÍCÍ S MALÝMI FIRMAMI .....	32
4. METODOLOGIE .....	36
4.1. CÍLE.....	36
4.2. DATA.....	36
4.3. ÚPRAVA DAT.....	37
4.4. STATISTICKÉ TESTOVÁNÍ .....	38
4.4.1. TESTOVÁNÍ SHODY ROZPTYLŮ.....	38
4.4.2. TESTOVÁNÍ SHODY STŘEDNÍCH HODNOT .....	39
4.5. REGRESNÍ MODEL .....	40
4.5.1. OVĚŘENÍ STACIONARITY DAT .....	40
4.5.2. REGRESNÍ MODEL EFEKTU DNE V TÝDNU .....	41
4.5.3. REGRESNÍ MODEL EFEKTU DNE V TÝDNU PRO KRATŠÍ ČASOVÉ ÚSEKY.....	41
4.5.4. REGRESNÍ MODEL EFEKTU MĚSÍCE V ROCE .....	42
4.5.5. OVĚŘENÍ MODELU .....	42
4.5.6. TESTOVÁNÍ VÝZNAMNOSTI REGRESNÍCH ČLENŮ .....	44

4.6.	VYSVĚTLENÍ SYMBOLŮ STATISTICKÉ VÝZNAMNOSTI PRO OBĚ POUŽITÉ METODY .....	45
5.	EMPIRICKÉ TESTOVÁNÍ .....	46
5.1.	DATA.....	46
5.2.	STATISTICKÉ TESTOVÁNÍ EFEKTU DNE V TÝDNU .....	48
5.2.1.	NASDAQ COMPOSITE .....	48
5.2.2.	EURONEXT 100.....	50
5.2.3.	SSE COMPOSITE .....	51
5.3.	STATISTICKÉ TESTOVÁNÍ EFEKTU MĚSÍCE V ROCE .....	52
5.3.1.	NASDAQ COMPOSITE .....	53
5.3.2.	EURONEXT 100.....	54
5.3.3.	SSE COMPOSITE .....	55
5.4.	TESTOVÁNÍ EFEKTU DNE V TÝDNU REGRESNÍM MODELEM .....	56
5.4.1.	NASDAQ COMPOSITE .....	56
5.4.2.	EURONEXT 100.....	63
5.4.3.	SSE COMPOSITE .....	65
5.5.	TESTOVÁNÍ EFEKTU MĚSÍCE V ROCE REGRESNÍM MODELEM .....	68
5.5.1.	NASDAQ COMPOSITE .....	68
5.5.2.	EURONEXT 100.....	69
5.5.3.	SSE COMPOSITE .....	70
	DISKUSE.....	72
	ZÁVĚR.....	74
	SUMMARY.....	76



# Úvod

Především ziskový motiv vede nejenom investory ke snaze pochopit podstatu fungování kapitálových trhů. Teorie efektivních trhů je hojně využívána k vysvětlování pohybů cen akciových titulů, ovšem její platnost je minimálně diskutabilní. Tato teorie totiž hovoří o tom, že instrumenty jsou vždy správně oceněny, a tudíž není možné dlouhodobě dosahovat nadprůměrných výnosů. Praxe je ovšem jiná a najdou se investoři, kteří svým obchodováním jsou schopni tzv. bít trh. Jako příklad může posloužit tvrzení známého investora Warrena Buffeta, který řekl: „Kdybych se hlásil k teorii efektivního trhu, stále bych roznášel noviny.“

Hlavním cílem práce je tedy zjistit přítomnost vybraných anomálií, které by svou přítomností narušovaly efektivitu kapitálových trhů. Cíle bude dosaženo statistickými metodami, které budou uvedeny níže.

Samotná práce je členěna na dvě hlavní části, a to část teoretickou a část praktickou. V teoretické části dochází k seznámení čtenáře se zkoumanou problematikou v průběhu čtyř kapitol, přičemž první dvě kapitoly se věnují již zmíněné teorii efektivních trhů. Čtenář je nejdříve seznámen s vývojem této teorie, která se nejvíce formovala v průběhu 20. století. Největšího rozmachu pak dosáhla ve druhé polovině 20. století, kdy Eugene Fama blíže specifikoval koncept této teorie. Dále je čtenář seznámen s předpoklady, za kterých je tato teorie prezentována, a s formami efektivnosti trhu, které určil právě Eugene Fama. Právě předpoklady této teorie jsou často zdrojem kritiky. Z tohoto důvodu není tato teorie jedinou teorií vysvětlující pohyb cen na akciových trzích, a proto je třetí kapitola této práce věnována alternativním teoriím. V práci budou popsány teorie, kterým v poslední době roste popularita, a jsou jimi teorie behaviorálních financí a hypotéza adaptivních trhů. Poslední kapitola této části je věnována výhradně anomáliím kapitálového trhu. Tyto situace jdou opět proti teorii efektivních trhů, jelikož tyto situace není možné touto teorií vysvětlit. V průběhu let došlo k odhalení velkého počtu anomálií, které lze členit dle několika hledisek, ovšem v rámci teoretické části budou anomálie členěny na anomálie časové a anomálie spojené s malými firmami.

Část praktická je věnována empirickému testování vybraných časových anomálií, a to konkrétně efektu dne v týdnu a efektu měsíce v roce. Pro analýzu byly vybrány indexy největších kapitálových trhů. Indexy tedy pochází amerického, evropského a čínského trhu, konkrétně pak NASDAQ Composite Index, Euronext 100 Index a SSE Composite Index. Za účelem dosažení lepších výsledků byla zvolena data z období od 1.1.2010 do 31.12.2019, která nejsou ovlivněna významnými finančními krizemi. Cílem práce není srovnání vybraných indexů z důvodu rozdílných faktorů jako jsou např. hospodářské cykly ekonomiky, nýbrž poukázat na přítomnost či nepřítomnost zkoumaných anomálií a na efektivitu vybraných trhů. Vybrané metody analýzy jsou dvě, a to metoda statistického testování a metoda lineární regrese, přičemž pro veškeré empirické testování byl zvolen program RStudio.

# 1. Teorie efektivního trhu

Teorie efektivních trhů představuje jednu z hlavních teorií vysvětlující pohyb cen na kapitálovém trhu. Stejně ale jako nespočet dalších ekonomických teorií má i tato teorie celou řadu omezení. V souvislosti s efektivním využíváním volných peněžních prostředků bývá na finančních trzích rozlišována efektivnost alokační, operativní a informační. Pod alokační efektivností si lze představit situaci, kdy jsou volné peněžní prostředky investovány do investic s nejvyšší hodnotou výnosu očištěného o riziko. Operativní efektivitou je označována situace, kdy jsou volné peněžní prostředky přerozdělovány s minimální transakčními náklady. Obecně platí, že čím je trh likvidnější, tím nižší transakční náklady jsou. Na finančních trzích je pod pojmem „efektivita“ míněna pouze efektivita informační, které bude věnována pozornost v následujících kapitolách této práce. Dle této efektivitě se kurzy akciových titulů téměř okamžitě a správně přizpůsobí nově přichozí a zcela náhodné informaci, která se dostane na veřejnost. V důsledku toho jsou tržní kurzy cenných papírů shodné nebo velmi blízké jejich vnitřním cenám. Tím pádem není možné využívat analýzy, které investorům slouží k hledání špatně oceněných akcií, mezi které řadíme např. technickou nebo fundamentální analýzu. Při současném splnění těchto tří efektivností lze trh označit za dokonalý, nicméně ten je v praxi nedosažitelný.

## 1.1. Vývoj teorie efektivního trhu i její kritiky

### 1.1.1. První zmínky

První jméno, které je sice z oblasti botaniky, ale v souvislosti s teorií efektivních trhů má jistou spojitost je R. Brown. Tento botanik zkoumal pod mikroskopem zrnka pylu ve vodě a všiml si jejich neustálého srážení, přičemž směr jejich pohybu byl po srážce náhodný. Zrnka pylu konala svůj pohyb dle náhodné procházky. Tento pohyb je dnes znám jako Brownův pohyb a pro mnohé se stal východiskem jejich objevování (Brown, 1828). V roce 1888 britský filozof J. Venn (1888) během svého zkoumání získal jako jeden z prvních jasnou představu o náhodné procházce, přičemž při vysvětlení této teorie využil právě závěrů R. Browna. O rok později matematik skotského původu G. Gibson tuto teorii náhodné procházky aplikoval na finančních trzích. Právě do roku 1889 se datuje první zmínka o efektivitě finančních trhů. V jeho díle se objevují následující řádky:

*„Akcie se na otevřeném trhu stávají veřejně známými a cenu, jež je jim přisuzována, považujeme jako výsledek nejlepšího dostupného zpravodajství, které se jich týká“* (Gibson, 1889).

Prvním, kdo použil matematické nástroje k analýze finančního trhu, byl v roce 1900 francouzský matematik L. Bachelier. Ten ve své disertační práci opět využil již dříve zmíněný Brownův pohyb a jako první vysvětlil náhodné chování cen u vybraných komodit. Ve své práci také tvrdí, že matematické očekávání investora je rovno nule (Bachelier, 1900). Byl tedy prvním, kdo popsal fungování modelu náhodné procházky. Navzdory nadčasovosti jeho úvah se jeho dílo nesetkalo s popularitou a bylo na poměrně dlouhou dobu zapomenuto, až dokud nebylo v roce 1955 použito L. Savagem. Důležitou osobou v souvislosti s tímto tématem je rozhodně i Angličan J. Keynes. Ten v roce 1923 došel k závěrům, že investoři jsou odměňováni za akceptování rizika, nikoli za to, že mají více informací než ostatní účastníci trhu, což je důsledek teorie efektivních trhů (Keynes, 1923).

### **1.1.2. Období druhé poloviny 20. století**

Na počátku padesátých let minulého století, kdy svět začínal ke zkoumání využívat informační technologie, se ceny akciových instrumentů začaly zkoumat pomocí přístupu analýzy časových řad. Jedním z průkopníků tohoto postupu byl anglický statistik M. Kendall. Ten při svém zkoumání hledal cykly, podle kterých se ceny řídí. Během zkoumání však přišel pouze na to, že ceny konají „náhodnou procházku“ (Kendall, 1953). Dalšími vědci, kteří tento přístup využívali, byli např. A. Larson nebo S. Alexander. V roce 1960 A. Larson (1960) prezentoval výsledky své analýzy, ve které dospěl k závěru, že rozložení cenových změn z 80 % odpovídá normálnímu rozdělení, ale také, že se vyskytuje nadprůměrné množství extrémních hodnot. O rok později S. Alexander (1961) dospěl k závěru, že model náhodné procházky nejlépe odpovídá vývoji cenových změn. Toto dílo se ovšem setkalo s kritikou, a tak v roce 1964 představil S. Alexander další analýzu, ze které vyplývá, že index S&P nenásleduje model náhodné procházky (Alexander, 1964). Přístup spektrální analýzy byl použit pány C. Grangerem a O. Morgensternem (1963). Ti při použití této metody zjistili, že krátkodobé změny ceny respektují teorii náhodné procházky, ovšem cenové změny v dlouhém období již nikoliv, ale že cykly v chování cen jsou téměř zanedbatelné.

Za samotného „otce“ efektivního trhu je považován americký ekonom E. Fama. Jeho definice efektivního trhu zní následovně: *Trh, který vždy a plně odráží všechny dostupné informace je považován za efektivní*“ (Fama, 1970). Tento ekonom na základě svých empirických zkoumání jako první definoval předpoklady této teorie nebo položil základy tzv. joint hypothesis problému. Ten spočívá v tom, že k testování efektivního trhu je nutné znát očekávané výnosy vznikající na základě modelů oceňování aktiv, a ty je následně nutné porovnat s výnosy skutečnými. Pokud by tedy došlo k zamítnutí modelu tržní efektivnosti, muselo by dle E. Famy zároveň dojít i k zamítnutí modelu tržní rovnováhy (Fama, 1970).

Jedním z těch, kteří myšlenku efektivního trhu podporovali byl např. M. Jensen, jehož známé tvrzení zní následovně: *„Věřím, že v ekonomii není jiný návrh, který by měl více empirických důkazů, které ho podporují, než hypotéza efektivního trhu“*. Dále tento Američan definuje efektivní trh takto: *„Trh je efektivní, jestliže s dostupnými informacemi není možné dosáhnout nadprůměrných výdělků“* (Jensen, 1978). S narůstajícím počtem výzkumů navazujících na teorii efektivních trhů docházelo ke stále většímu počtu těch, kteří touto teorií opovrhovali. A to především z důvodu abnormálního chování cen, dnes známými jako anomálie trhu. Na stranu odpůrců této teorie patří např. N. Chopra a kolegové, který zjistil, že akcie reagují nepřiměřeně (Chopra et. al, 1992).

### **1.1.3. Novodobí představitelé teorie efektivních trhů**

Pro potvrzení teorie efektivních trhů je dle B. Malkiela (2003) důležité sledovat výkonnost portfolií tvořených profesionálními investory. Jestliže by ceny na trhu byly tvořeny neracionálním chováním či akcie by byly špatně ohodnocené, jistě by se to odrazilo ve výnosech profesionálů. Jako příklad může posloužit právě studie B. Malkiela (2003), který uvádí, že mezi lety 1992 a 2002 vykazovalo 79 % aktivně spravovaných fondů s velkou kapitalizací nižší výnosy, než byl výnos indexu S&P500. Z jeho studie vyplývají i závěry týkající se korelace mezi výnosy. Zatímco v krátkém období byla v časové řadě výnosů odhalena pozitivní korelace, při zkoumání dlouhého období časová korelace byla již velmi blízká 0. Dalším závěrem jeho zkoumání je fakt, že není možné dosáhnout nadprůměrných zisků bez akceptace nadprůměrného rizika (Malkiel, 2003). S doposud posledním významným poznatkem přišel profesor financí Andrew Lo, který v roce 2004 představil novou teorii vysvětlující pohyb cen na akciovém trhu.

V ní kombinuje přístup teorie efektivních trhů a behaviorálních financí a nazývá jí teorií adaptivních trhů. Tato teorie bude popsána podrobněji v kapitole 3.2.

## 1.2. Předpoklady efektivního trhu

K tomu, aby bylo možné hovořit o efektivním kapitálovém trhu, je nutné, aby bylo splněno několik podmínek. E. Fama (1970) uvádí tyto:

- Dostatek volných, aktuálních a pravdivých informací
- Velký počet investorů, kteří svou přítomností vytváří vysoce konkurenční prostředí a kteří svým chováním (ziskovým motivem) ve velmi krátkém času eliminují odchýlení ceny akcie od její vnitřní hodnoty
- Efektivní trh musí být trh likvidní, aby bylo možné rychlé promítání nově přichozích informací do cen akcií
- Neexistence nelegálních praktik
- Nízké transakční náklady a žádná obchodní omezení

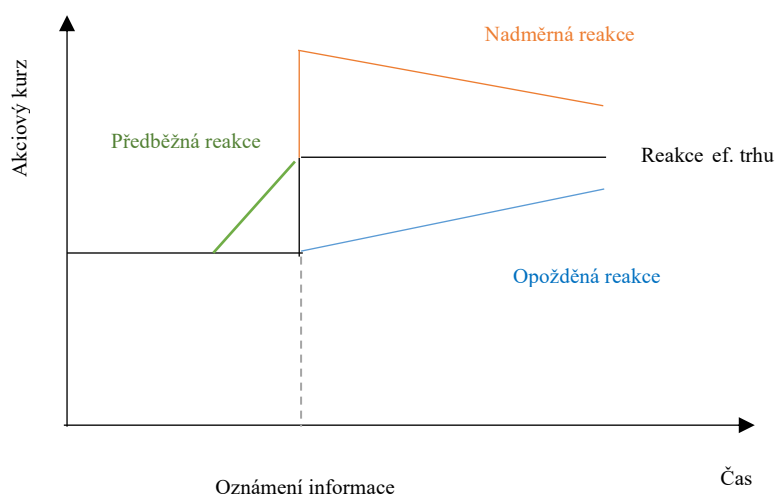
## 1.3. Důsledky efektivního trhu

Za platnosti výše uvedených předpokladů je možné vyvodit několik charakteristik v chování akciových kurzů. R. Haugen (1990) pak za tyto důsledky považuje následující:

- a) *Okamžitá reakce na novou, neočekávanou informaci*

Již dříve byla uvedena informační efektivita, která na efektivním trhu představuje minimální zpoždění pro absorbování nové informace cenou akcie. Na trhu je tedy možná pouze tzv. skoková reakce kurzu (viz. obrázek č. 1). V praxi lze na akciových trzích nalézt i jiné druhy reakcí, které jsou rovněž zakresleny v obrázku č. 1 a nejsou v souladu s efektivním chováním trhů. Reakce nadměrná je ve většině případů způsobena davovým chováním, zatímco reakce opožděná způsobuje pomalejší přizpůsobování ceny než v případě skokové reakce. Tyto dvě reakce způsobují to, že se cena titulu odchýlí od její správné ceny. Na odchýlení tržní ceny od vnitřní hodnoty zareagují investoři, kteří svým racionálním chováním vrátí cenu na „správnou“ hodnotu. Posledním rozpoznávaným druhem reakce je tzv. reakce předběžná, jenž probíhá ještě před uveřejněním nové informace a je často spojována s tzv. inside obchody.

Obrázek 1: Reakce kapitálového trhu<sup>1</sup>



Zdroj: Vlastní zpracování

#### b) Náhodné změny kurzů cenných papírů

Příčina změny tržní ceny akcie je neočekávaná informace, která není předem nikomu známa. V tomto důsledku dochází k tomu, že akcie vykonávají tzv. „náhodnou procházku“, což znamená, že chování akcie v minulosti neposkytuje žádnou informaci o tom, jak se bude cena akcie chovat v budoucnosti. V opačném případě by tato informace byla v ceně zahrnuta již v předchozích dnech a v návaznosti na informaci by nedošlo k žádné změně kurzu.

#### c) Investoři dosahují téměř totožných výsledků

Ziskový motiv investorů způsobuje to, že ziskové či ztrátové možnosti se po velmi krátkém časovém úseku eliminují. Z dlouhodobého hlediska tedy není možné dosahovat statisticky nadprůměrných výnosů. Tímto tématem se zabýval např. A. Cowles (1944), který při svém výzkumu zjistil, že profesionální investoři nedosahují nadprůměrných výsledků, a tedy tzv. „nebijí trh“. Pokud někdo dosahuje nadprůměrných výnosů, může se tak dosáhnout pomocí nelegálních praktik, jak uvádí např. J. Veselá (2019).

#### d) Selhání obchodních strategií na efektivním trhu

Jedním z důsledků efektivního fungování trhu je totožnost tržní ceny a vnitřní hodnoty akcie. Z tohoto důvodu není tedy možné používat technickou ani fundamentální analýzu, jelikož chování cen je náhodné a neexistuje cyklické chování těchto cen. Tyto obchodní

---

<sup>1</sup> Types of Reactions of the Capital Market

strategie tedy ztrácejí smysl, a to z toho důvodu, že jsou zaměřeny buď na hledání podhodnocených či nadhodnocených akcií, nebo na hledání cyklů v chování cen.

## **1.4. Formy efektivity trhu**

Na kapitálovém trhu bývají kurzotvorné informace rozděleny do tří skupin dle publicity, podle kterých následně dochází k roztrídění stupňů efektivního trhu. Zmíněné skupiny informací jsou:

- Historické veřejně dostupné informace
- Aktuální informace
- Informace neveřejné, tzv. „inside“ informace

E. Fama (1970) dále rozdělil efektivní trhy právě podle druhu informací, které jsou kurzy absorbovány. Tímto způsobem rozdělil intenzitu efektivnosti trhu do tří kategorií.

### **1.4.1. Silná forma trhu**

Silně efektivní trh představuje nejvyšší úroveň efektivnosti a je často nazýván trhem perfektním. Je o něm pojednáváno v případě, kdy se akciové kurzy téměř ihned přizpůsobují všem kurzotvorným informacím a náklady na získání informací jsou nulové. Tato forma trhu je v praxi ovšem nedosažitelná. Jestliže se trh nachází v tomto stupni efektivnosti, veškeré fundamentální, technické či psychologické analýzy ztrácejí význam. Je tomu tak, protože tržní ceny akcií odpovídají jejich vnitřní hodnotě. Rozkol mezi těmito dvěma cenami nenastává, jelikož všechny informace byly již akciovým kursem absorbovány a kurzy konají zmíněnou „náhodnou procházku“.

Testování této formy efektivnosti je založeno na tom, zda-li nejlépe informované osoby s inside informacemi dosahují nadprůměrných výsledků (Musílek, 2011). Mnoho studií ukázalo, že na základě neveřejných informací je možné z dlouhodobého hlediska překonávat trh. Manažeři podniků dosahují v dlouhém časovém měřítku nadprůměrných výnosů, což je výsledek testování J. Lakonishoka a I. Lee (2001), čímž došlo k vyvrácení hypotézy o silném stupni efektivity trhu. Stejný výsledek přinesla zpráva Securities and Exchange Commission (1981), ze které vyplývá, že burzovní zprostředkovatelé dosahují nadprůměrných výsledků, čímž opět nebyla potvrzena silná forma efektivnosti trhu.



### **1.4.2. Středněsilná forma trhu**

Dalším rozlišovaným stupněm efektivnosti trhu je forma středněsilná. V tomto případě akciové kurzy odrážejí jak veškeré minulé informace, tak současně i aktuálně přístupné veřejné informace. Jelikož se jedná o nižší stupeň efektivnosti trhu, je možné dosahovat nadprůměrných výnosů. Ani v tomto případě ovšem není možné dosáhnout přidané hodnoty využitím některé ze zmíněných analýz využívající veřejné informace. Jelikož všechny nové informace jsou do kurzů akcií zakomponovány téměř okamžitě, jediným způsobem, jak dosáhnout nadprůměrného zisku, je obchodování na základě inside informací.

Testy středněsilné formy sledují rychlost reakce akciového kurzu na nové informace např. při štěpení akcií, při změnách dividend nebo změnách zisku. Jak se kurz změní při štěpení akcií zkoumal E. Fama spolu se svými spolupracovníky. Spolu přišli na to, že kurzy rostou pouze před tím, než dojde k veřejnému ohlášení o štěpení. Z jejich práce tedy vyplývá, že pokud by investor měl neveřejné informace, dosáhl by nadprůměrných výsledků, čímž je potvrzena středněsilná forma, ale nikoli silná forma (Fama et. al, 1969). Co se změn dividend týče, je potřeba je rozdělit na očekávané a neočekávané. V případě očekávaných dividend akciové kurzy nereagují, jelikož jsou již zahrnuty v kurzu. Naopak reakci akciových kurzů vyvolá druhý typ dividend. Neočekávané dividendy způsobí, že kurzy akcií začínají reagovat již několik dní před veřejným ohlášením (Aharony & Swary, 1980). Různé testy dosahovaly v minulosti smíšených výsledků, tím pádem nebyla potvrzena hypotéza středněsilné formy efektivnosti trhu (Musílek, 2011). V případě zisku je opět nutné rozlišovat dva druhy zisků. Očekávaný zisk, stejně jako v předchozím případě, nevyvolá změnu kurzů, což opět neplatí pro zisk neočekávaný. Neočekávaný zisk ale na rozdíl od neočekávaných dividend, způsobuje pomalé přizpůsobování akciových kurzů, čímž dochází k vyvrácení existence středněsilné efektivnosti (Rendleman et. al, 1982).

### **1.4.3. Slabá forma trhu**

Posledním rozlišovaným stupněm efektivnosti trhu je forma slabá. Ta odpovídá situaci, kdy ceny akcií v sobě obsahují pouze informace minulé. Za tohoto předpokladu neexistuje vztah mezi výnosy minulými a výnosy budoucími. Z předešlého tvrzení plyne, že není možné k předpovědím využít analýzy založené na souborech historických dat. Právě historická data jsou využívána analýzou technickou, která hledá trendy v pohybech

kurzů. Ke změně kurzu dochází tedy pouze v situacích, kdy dojde ke zveřejnění nových informací, na které následně kurz akcie dle teorie efektivních kurzů skokově a náhodně zareaguje.

P. Musílek (2011) ve své knize uvádí dva způsoby testování této formy efektivnosti, kterými jsou metody kurzové nezávislosti a metody zkoumání úspěšnosti indikátorů. Do skupiny ekonomů, která používala první zmíněnou metodu, lze zařadit již například dříve zmíněného E. Fama. Ten v letech 1957 až 1962 zkoumal korelaci mezi denními výnosy akcií DJIA indexu. Z jeho zkoumání vyplynulo, že korelace mezi výnosy je ve většině případů nulová, a to i z dlouhodobějšího hlediska (Fama, 1970). Do druhé metody testování patří například tzv. filtrovací technika, která spočívá ve stanovení pásem pohybů pro kurzy. Jestliže kurz překročí stanovenou hranici, dochází k nákupu, zatímco prodej se realizuje, jestliže kurz poklesne podstanovenou hranici (Musílek, 2011). Tuto metodu použil ve své práci např. G. Pinches, který prokázal, že s použitím této strategie nebylo dosaženo lepších výsledků než při použití strategie „kup a drž“ (Pinches, 1970).

## 1.5. Modely hypotézy efektivního trhu

Všechny modely, snažící se vysvětlit takovéto fungování trhu, mají jedno společné. Tím je předpoklad, že tržní ceny akcií ihned a plně absorbují informace, které jsou dostupné. Změna ceny se tím pádem projeví vždy pouze v den uveřejnění informace a neexistuje rozdíl mezi skutečnou a očekávanou mírou výnosnosti vytvořenou na základě dostupných informací. Takový trh poté funguje jako tzv. „Fair Game“, jenž je vyjádřen v následujících krocích:

$$r_{j,t+1} = E(r_{j,t+1} | \theta_t) + \varepsilon_{j,t+1} \quad (1)$$

Zdroj: (Veselá, 2019)

$r_{j,t+1}$	Skutečná výnosová míra $j$ -tého titulu v čase $t + 1$
$E(r_{j,t+1}   \theta_t)$	Očekávaná míra výnosnosti z $j$ -tého cenného papíru v období $t + 1$ při dostupných informacích v čase $t$
$\theta_t$	Informace dostupné v čase $t$
$\varepsilon_{j,t+1}$	Predikční chyba cenného papíru $j$ v období $t + 1$

Podmínkou Fair Game modelu je, aby predikční chyba byla nesystematická, k čemuž je nutné, aby byly splněny následující předpoklady:

- Být nekorelovaná s očekávanou mírou výnosnosti
- Být nestranná, tedy průměrná hodnota predikční chyby musí být nulová
- Být efektivní, což znamená, že predikční chyby nesmí být mezi sebou korelované (Veselá, 2019)

Za platnosti uvedených podmínek je nadále možné odvodit vztah mezi očekávaným kurzem na jedné straně a očekávanou výnosovou mírou a kurzem cenného papíru na straně druhé. Zmíněný vztah definuje E. Fama (1970) následovně:

$$E(P_{j,t+1}|\theta_t) = [1 + E(r_{j,t+1}|\theta_t)]P_{j,t} \quad (2)$$

$E(P_{j,t+1}|\theta_t)$  Očekávaný kurz  $j$ -tého cenného papíru v čase  $t + 1$  s dostupnými informacemi z času  $t$

$P_{j,t+1}$  Kurz  $j$ -tého cenného papíru v čase  $t + 1$

Co se kurzů cenného papíru týče, z krátkodobého hlediska je možné, aby rozdíl mezi očekávaným a skutečným kurzem byl nenulový. Matematicky tento rozdíl lze zapsat jako:

$$x_{j,t+1} = P_{j,t+1} - E(P_{j,t+1}|\theta_t) \quad (3)$$

Zdroj: (Fama, 1970)

$x_{j,t+1}$  Rozdíl mezi skutečným a očekávaným kurzem cenného papíru  $j$  v období  $t + 1$

V dlouhém období je ovšem nutné, aby střední hodnota všech kurzových rozdílů mezi obdobími  $t$  a  $t+1$  byla nulová. Pokud toto platí, hovoříme o tzv. „Fair Game“ modelu, což je matematicky vyjádřeno takto:

$$E(x_{j,t+1}|\theta_t) = 0 \quad (4)$$

Zdroj: (Fama, 1970)

$E(x_{j,t+1}|\theta_t)$  Očekávaný rozdíl mezi očekávaným a skutečným kurzem  $j$ -tého cenného papíru v čase  $t + 1$

Na základě těchto podmínek tedy není možné dosáhnout zisku na základě dostupných informací v čase  $t$ , jelikož rozdíl mezi očekávaným a skutečným kurzem je nulový.

Při predikování očekávané míry výnosnosti je vhodné použít dnešní výnosovou míru, a to z důvodu nepředpověditelnosti nově přichozí informace. J. Veselá (2019) pak uvádí, že za platnosti efektivnosti trhu platí:

$$E(x_{j,t+1}|\theta_t) = r_{j,t} \quad (5)$$

Poté je možné substitucí rovnice č. 5 do rovnice č. 1 získat vzorec:

$$r_{j,t+1} = r_{j,t} + \varepsilon_{j,t+1} \quad (6)$$

Rovnice č. 6 je modelem vysvětlující efektivní fungování trhu a je nazýván modelem *Random Walk*. Tento model hovoří o tom, že výnosová míra čase  $t+1$  je totožná s měrou v čase  $t$ , ale je navíc navýšená o náhodnou nově přichozí informaci, která se objeví v období mezi dvěma porovnávanými časy.

Dalším modelem je tzv. model martingalu představený P. Samuelsonem (1965). Tento model hovoří o tom, že současná cena  $P_j$  slouží jako nejlepší odhad ceny budoucí  $P_{j+1}$ . Dále předpokládá neexistenci difference mezi současnou a očekávanou cenou, což by investory nutilo držet spíše neriziková aktiva. Jestliže bude vycházeno z rovnice (2) a bude předpokládáno, že kurzy cenných papírů porostou v důsledku rizikové přírážky, hovoříme o tzv. modelu *Submartingalu*. Tento model byl vyvinut E. Fama (1970), který navázal právě na P. Samuelsona, a je spojen s pozitivním očekáváním investorů. Matematicky lze model submartingalu zapsat následovně:

$$E(P_{j,t+1}|\theta_t) \geq P_{j,t} \quad (7)$$

Zdroj: (Fama, 1970)

## 2. Alternativní teorie

Se zvyšujícím se zájmem o vysvětlení fungování kapitálových trhů se v průběhu 20. století mezi investory začalo nacházet stále více odpůrců teorie efektivních trhů. Tito odpůrci mezi sebou začali šířit myšlenku, že v chování trhů lze nalézt určité vzory. Tím pádem se jejich kroky zaměřily na hledání špatně ohodnocených titulů a správné načasování obchodů, což vedlo ke vzniku samostatných, tedy alternativních teorií. Ty ale na rozdíl od již dříve rozebírané teorie efektního trhu nepředpokládají správné ocenění cenných papírů. Rozebíranými přístupy budou následující:

- Behaviorální finance
- Hypotéza adaptivních trhů

### 2.1. Behaviorální finance

Prvním psychologem, kterým se zabýval dopadem psychologie na finanční trhy byl Gustave Le Bon (1895), který zkoumal dopady davového chování na chování investorů. Jeho poznání později rozšířil anglický ekonom J. M. Keynes (1936). Ten předpokládal, že investoři preferují realizaci obchodů u těch akcií, u kterých si myslí, že hodnota bude stoupat v důsledku psychologických faktorů, ale nikoliv na základě jejich vnitřní hodnoty. Směr behaviorálních financí tedy taktéž jako psychologická analýza využívá poznání z psychologie, které ovšem obohacuje o poznání z ostatních sociálních věd, a aplikuje ho v oblasti financí.

Samotný počátek této teorie se datuje ke vzniku článku dvojice R. Thaler a W. De Bondta (1985). Ti konstatují, že akcie, které patřily během posledních tří až pěti let k nejhorším, vykazují abnormální míru výnosnosti, a to výhradně v lednu. Tuto skutečnost vysvětlili jako efekt způsobený přestřelováním cen. Myšlenka tohoto přístupu spočívá v předpokladu neracionálního chování investorů, které je způsobeno psychologickými předsudky. Ty následně způsobují vychylování kurzů od rovnováhy, která není obnovena. A právě neracionální chování investorů vede k možnému vzniku anomálií (Kahneman & Tversky, 1979). S výsledky podporujícími tuto teorii přišla následně i dvojice N. Jegadeesh a S. Titman (1993), která tuto skutečnost vysvětlila naopak přítomností málo informovaných investorů způsobující tzv. hlučné obchodování.

## 2.1.1. Prospect Theory

Původní teorií vysvětlující rozhodování za rizika byla teorie neoklasická. Tato teorie vychází z teorie očekávaného užitku a předpokládá racionalitu všech investorů. Neoklasická teorie spočívala v rozhodování na základě výše a pravděpodobnosti jednotlivých výnosů. Racionální investor pak vybíral variantu s nejvyšším očekávaným užitekem. Tato teorie však nacházela své odpůrce především z důvodu předpokládání ideální tržní situace, která dle jejich zkoumání na empirických datech na trhu neplatila. Jedni z odpůrců tak dali vzniknout nové teorii, která se věnuje skutečnému popisu situací na trhu. Tato teorie je spojena se jmény Amos Tversky a Daniel Kahneman.

Základním stavebním kamenem teorie je kromě zkoumání hodnotové funkce především zkoumání rozhodování investorů za rizika a nejistoty. Při svém zkoumání navázali na francouzského ekonoma M. Allaise. Ten přišel na to, že většina lidí je rizikově averzních, a tím pádem preferují jistější variantu výdělku před rizikovější. Tento efekt byl nazván jako „efekt jistoty“ (Allais, 1953). D. Kahnemann a A. Tversky (1979) tuto myšlenku rozvinuli a při své studii mimo zkoumání rozhodování o ziscích zahrnuli také rozhodování o ztrátách.

Tabulka 1: Volby mezi variantami v Prospect Theory<sup>2</sup>

Positive prospects		Negative prospects	
Problem 3: N = 95	(4,000, .80) < (3,000). [20] [80]*	Problem 3': N = 95	(-4,000, .80) > (-3,000). [92]* [8]
Problem 4: N = 95	(4,000, .20) > (3,000, .25). [65]* [35]	Problem 4': N = 95	(-4,000, .20) < (-3,000, .25). [42] [58]
Problem 7: N = 66	(3,000, .90) > (6,000, .45). [86]* [14]	Problem 7': N = 66	(-3,000, .90) < (-6,000, .45). [8] [92]*
Problem 8: N = 66	(3,000, .002) < (6,000, .001). [27] [73]*	Problem 8': N = 66	(-3,000, .002) > (-6,000, .001). [70]* [30]

Zdroj: (Kahneman, Tversky, 1979)

V tabulce č.1 je rozepsáno celkem 8 případů, kdy dotazovaní měli za úkol vybrat variantu, kterou preferují. Případy v levé části jsou spojeny se zisky, zatímco případy v pravé části jsou spojeny se ztrátami. V případě *Problem 3* je možné vidět dříve popsany efekt jistoty. V tomto případě měli dotazovaní určit, zda-li preferují variantu jistého zisku 3000 jednotek nebo variantu s vyšší očekávanou hodnotou zisku, ale s 80 % šancí na její získání. Z tabulky je možné vidět, že 80 % respondentů si vybralo variantu jistou, i když

<sup>2</sup> Options between Variants in Prospect Theory

je spojena s nižším očekávaným ziskem. Bude-li do rozhodování zahrnuta pravděpodobnost u obou možných variant, bývá výsledek různý. V případě velkého rozdílu pravděpodobností (viz. *Problem 7*) se opět projevuje efekt jistoty. Naopak v případě malých rozdílů v pravděpodobnostech je většina lidí ochotna riskovat, což lze pozorovat v případech č. 4 a č. 8. Ve sloupci obsahující ztráty se rozhodování liší. Mají-li se lidé rozhodovat o svých ztrátách, často preferují rizikovější variantu před jistější, což je tedy opačné chování než v případě rozhodování o zisku. Toto chování je dobře ilustrováno na situacích č. 3' a č. 7'. V obou těchto situacích je lidmi preferována varianta s vyšší absolutní možnou ztrátou, ovšem s určitou pravděpodobností, že se ztrátě vyhnou. Ve zbývajících dvou situacích, kde rozdíl pravděpodobností není tak markantní, je volena varianta méně riziková.

Tabulka 2: Vypočtené očekávané hodnoty zisků a ztrát z předešlé tabulky<sup>3</sup>

Rozhodování o ziscích <sup>(1)</sup>		Rozhodování o ztrátách <sup>(2)</sup>	
Problem 3	$3\ 200 <^4 3\ 000$	Problem 3'	$- 3\ 200 > - 3\ 000$
Problem 4	$800 > 750$	Problem 4'	$- 800 < - 750$
Problem 7	$2\ 700 > 2\ 700$	Problem 7'	$- 2\ 700 < - 2\ 700$
Problem 8	$6 < 6$	Problem 8'	$- 6 > - 6$

Zdroj: Vlastní zpracování

<sup>(1)</sup> *Making Decisions about Profits*, <sup>(2)</sup> *Making Decisions under Risk*

Tabulka č. 2 slouží ke znázornění vypočtených hodnot očekávaných zisků nebo ztrát na základě údajů z tabulky č.1. Údaje byly získány vynásobením dvou hodnot: výši zisku/ztráty a pravděpodobností daného zisku/ztráty.

Z uvedeného empirického zkoumání došli D. Kahnemann a A. Tversky (1979) k těmto závěrům:

- Jestliže člověk rozhoduje o ziscích, zůstává rizikově averzní, volí tedy jistější variantu

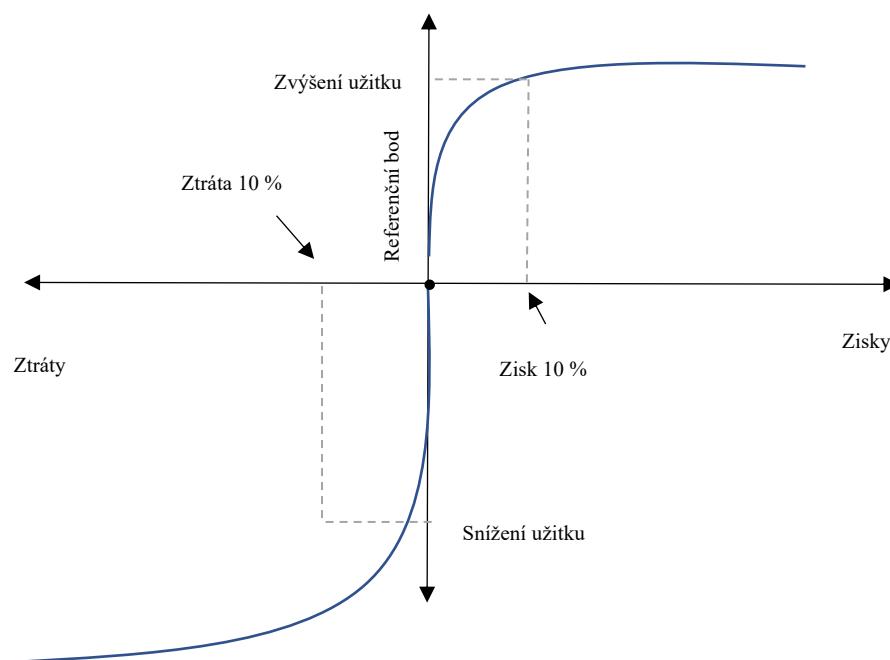
<sup>3</sup> Calculated Expected Values of Profits and Losses from the Previous Table

<sup>4</sup> Matematické symboly jsou použity pro znázornění preferované varianty, nikoli pro porovnání dvou hodnot

- Jestliže člověk rozhoduje o svých ztrátách, raději bude riskovat, jelikož je možnost, že ztráta bude v konečném důsledku nižší

Předmětem zkoumání v Prospect Theory je hodnotová funkce, která dává konkrétnímu zisku či ztrátě určitou hodnotu užitku. Pro další vysvětlení je nutné si vymezit pojem referenční bod, který představuje zpravidla současnou situaci. K tomuto bodu jsou následně srovnávány jednotlivé zisky a ztráty, které se získají jako odchylky od referenčního bodu. Z tohoto vyplývá, že prospektová teorie měří změnu užitku ze zisku nebo ztráty investora k počátečnímu stavu, nikoli ke konečnému stavu. Po zakreslení hodnotové funkce lze vidět, že užitek z výnosů roste pomaleji, než klesá užitek plynoucí ze ztráty z akciového titulu.

Obrázek 2: Hodnotová funkce Prospect Theory<sup>5</sup>



Zdroj: Kahnemann, Tversky (1979), Vlastní zpracování

Dalším ze studií odhalených efektů byl efekt klesající citlivosti, kdy změna citlivosti nabývala nelineárních změn. Pro příklad změna z 0 % na 5 % má pro investora větší váhu než změna z 50 % na 55 %. Dalším efektem popsaným v Prospect Theory je tzv. „efekt izolace“. Ten hovoří o tom, že během rozhodování mezi několika alternativami dochází k porovnávání pouze těch kritérií, které mají alternativy odlišné,

<sup>5</sup> Prospect Theory Utility Function



a to vše za účelem zjednodušení rozhodování. Toto zjednodušování nicméně vede k nekonzistentnímu chování v řadách investorů (Tversky, 1972).

### **2.1.2. Alternativní teorie v rámci behaviorálních financí**

M. Pompian (2006) ve svém díle rozdělil behaviorální předsudky dle příčiny vzniku na:

- Předsudky spojené s emocemi investora
- Předsudky související se špatně zpracovanými informacemi
- Předsudky spojené s vytrvalostí a vírou investora

Do první skupiny patří *teorie nadměrného sebevědomí*, která jak název vypovídá je spojena s představou, že investor má nadprůměrné schopnosti. Tento psychologický stav následně vede k vyšší frekvenci uskutečněných obchodů, a tudíž k neustálým změnám portfolia, což ve výsledku vede k dosažení nižšího výnosu než při aplikování strategie „kup a drž“ (Barber & Odean, 2000). Dále sem patří *efekt vlastnictví*, který znamená, že lidé věcem, které vlastní, přiřazují vyšší hodnotu než věcem, které nevlastní. Na základě tohoto efektu lze vysvětlit, proč má kupující a prodávající rozdílnou představu o ceně. S davovou psychologií je spojen tzv. *efekt vagonu*. Jestliže se několik lidí spojí a vytvoří dav, začne být jejich myšlenka přesvědčivá pro stále více lidí, kteří následně do vagonu také naskočí. Následně dochází k potlačení individuální rozumové stránky investora, který se začne řídit pouze emocemi davu. Za počátek tohoto efektu lze považovat úspěch investora, jehož úspěch přiláká ostatní investory, kteří svými nákupy navyšují kurzy aktiv. S tímto efektem bývá často spojována možnost vzniku spekulativních bublin, jelikož vysoké ceny jsou dlouhodobě neúnosné.

V tomto odstavci bude věnována pozornost předsudkům spojených se špatně zpracovanými informacemi. Sem je možné zařadit mj. *teorii zarámování*. Ta spočívá především ve způsobu předání informací. Lidé totiž mohou mít různý dojem z různě podaných informací, třebaže obsah je totožný. Je tedy často důležitější, jakou formou je informace sdělena než samotný obsah (Veselá, 2019). *Sebepřisuzování* hovoří o tom, že úspěchy si lidé přisuzují svým schopnostem a hrdě se k nim hlásí, což může vést k nadměrnému sebevědomí a potlačování racionality. Z pojednání o prospektové teorii od D. Kahnemana a A. Tverskyho (1979) pochází první důkazy *dispozičního efektu*. Nicméně prvními, kteří tento efekt popsali byli H. Shefrin a M. Statman (1985). Dispoziční efekt hovoří o rozhodování investora za rizika, který při rozhodování volí optimální užitek plynoucí z příjmu a pravděpodobnosti příjmu. Efekt vyvolán averzí

k riziku investorů a v rámci této práce je znázorněn v obrázku č. 2. Z něj je vidět, že strmost pro ztráty je více než dvounásobná oproti oblasti zisku. To vede k příliš dlouhému držení ztrátových obchodů a brzkým prodejem ziskovým efektům, což se projeví zvýšením obchodů během růstu cen a poklesem množství obchodů v období poklesu.

V poslední skupině předsudků je možné nalézt mj. *teorii potvrzení*, jež spočívá ve vyhledávání informací, které podporují investorovu myšlenku. Naopak k tvrzením vyvracející jeho myšlenku, se staví investor negativně. *Reprezentativnost* představuje situaci, kdy si člověk připodobní proces k nějakému problému, který již v minulosti někdy řešil. Může tak dojít ke zjednodušení problému, které následně vede k systematickým chybám. Toto může vést k tomu, že akcie s ne příliš příznivými informacemi budou mít očekávané zisky o poznání větší než akcie s informacemi pozitivními. Tento behaviorální předsudek lze použít pro vysvětlení anomálie zvanou efekt malých firem (Veselá, 2019).

Posledním uvedeným efektem je tzv. *efekt iluze kontroly*. Ten popisuje situaci, kdy lidé mají velké množství informací, čímž nabývají dojem, že včas odhalí jevy, které jsou ovšem náhodné. To způsobí vyšší frekvenci obchodování a následně abnormální výkyvy kurzů. Dle J. Montiera (2007) se tento efekt týká především online investorů, kteří pomocí limitních příkazů nabývají pocitu, že mají své investice plně pod kontrolou.

### **2.1.3. Rozdíly mezi teorií efektivního trhu a behaviorálními financemi**

Tato kapitola bude věnována základním charakteristikám teorie efektivního trhu, které budou následně porovnány s charakteristickými rysy teorie behaviorálních financí.

#### *a) Nové informace*

Teorie efektivních trhů předpokládá, že reakce cen na novou informaci je okamžitá a přesná, zatímco behaviorální finance tvrdí, že existují přehnané reakce investorů na nově přichozí informace. Rozdíl je i v dostupnosti informací. Dle behaviorálních financí má každý investor odlišné množství informací, zatímco na efektivním trhu mají všichni investoři všechny informace.

#### b) *Očekávání investora*

Na efektivním trhu je očekávání spojeno s teorií očekávaného užitku, zatímco v behaviorálních financích je očekávání rozdílné, a to na základě různého množství dostupných informací pro každého investora a jejich vnímání.

#### c) *Racionalita investora*

V teorii behaviorálních financích se předpokládá, že člověk je ovlivněn psychologickými faktory, což neplatí u teorie efektivních trhů, která naopak předpokládá racionální chování všech investorů.

#### d) *Změna kurzů akcií*

Teorie efektivního trhu předpokládá změny cen na základě „náhodné procházky“, zatímco teorie behaviorálních financí tvrdí, že kurzy akcií se mění dle nálady investorů.

#### e) *Tržní anomálie*

Dle efektivních trhů se anomálie vyskytují jen zřídka a díky konkurenčnímu trhu zaniknou. V rozporu s tímto tvrzením je teorie behaviorálních financí, jež tvrdí, že se anomálie na trhu vyskytují dlouhodobě a jsou způsobeny chováním velkého počtu investorů.

Z předcházejících rozdílů vyplývá to, že dle teorie efektivních trhů jsou akciové trhy efektivní, zatímco přístup behaviorálních financí tvrdí pravý opak.

## **2.2. Hypotéza adaptivních trhů**

S neustálým zkoumáním trhů přicházejí na svět nové teorie, které by pokud možno měly lépe vysvětlit chování cen na kapitálových trzích. Jednou z posledních je ta od Andrewa Lo, který jí prvně představil v roce 2004 a v roce 2017 jí přiblížil veřejnosti ve své knize *Adaptive markets: financial evolution at the speed of thought*. Jedná se o moderní pojetí akciového trhu, který chápe jako prostředí, kdy jde každému obchodníkovi o přežití a rozhoduje se na základě přirozeného výběru (Lo, 2004). Vysvětlení absorpce informací do cen akcií je v této teorii vysvětlena pomocí kombinace teorie efektivního trhu a behaviorálních financí. A. Lo (2017) v této teorii vychází ze závěrů H. Simona (1955), který tvrdí, že lidé se rozhodují systémem pokus omyl a že namísto optimální varianty volí variantu uspokojivou. Rozhodování o budoucích investicích je tedy pro jedince založeno na zkušenostech z minulosti.

Zakladatel této teorie konstatuje, že teorie efektivních trhů platí jen v neměnných ekonomických podmínkách. Dle této hypotézy se ovšem na trhu vyskytují situace, které způsobují cykličnost mezi obdobím zisků a obdobím ztrát, v důsledku čehož se trhy proměňují (Lo, 2005). Mezi tyto situace A. Lo (2017) řadí např. změny v ekonomickém prostředí, změny počtu investorů nebo emoce. Důkaz o dopadu změny ekonomického prostředí na efektivnost trhů prokázal ve své studii např. K. Yilmaz (2011), který měřil dopad intervencí centrální banky na finanční trhy. Co se počtu investorů týče, je jisté, že větší počet způsobí větší naplnění podmínek efektivního trhu z pohledu konkurenčního prostředí. Platí tedy přímá úměrnost mezi počtem jedinců na trhu a efektivností trhu. Emocím nebyla v teorii efektivních trhů věnována pozornost, ale výzkum A. Lo a V. Repina (2002) ukázal, že emoce tvoří podstatnou roli v rozhodování, a to i u profesionálních obchodníků.

V rámci této teorie je představeno pět principů, které lze považovat za rozdíly mezi touto a teorií efektivního trhu.

*a) Vztah výnos – riziko*

Klasická teorie efektivních trhů hovoří o tom, že výnos lze navýšit pouhým akceptováním vyššího rizika. V rozporu s tím je tvrzení této teorie, která uvádí, že tento vztah je nutné v průběhu času upravovat o změny v prostředí jako např. situaci dlouhodobého růstu kurzů. Jestliže dojde k této situaci, bude se měnit způsob, jakým budou obchodníci vnímat riziko. Pokud následně dojde k výraznému poklesu kurzů, z trhu odejdou ti, kteří utrpí velké ztráty a na trhu zůstane odlišná skupina obchodníků ve srovnání s původní.

*b) Potřeba inovací*

Z důvodu změn ve vztahu mezi výnosem a rizikem musí docházet k přizpůsobování se situacím na trhu.

*c) Investiční strategie*

V souvislosti s inovacemi je i fakt, že investiční strategie procházejí stejně jako situace na trhu různými cykly. Proto je nutné ty strategie upravovat, jelikož ty, které byly optimální pro dřívější období, nemusí být optimální pro období následující.

*d) Cíl investorů*

Hlavním cílem investorů je dle této teorie přežít. Ostatní cíle jako maximalizace užitku nebo dosahování zisku jsou pouze sekundární.

*e) Arbitráže*

Na rozdíl od efektivních trhů A. Lo v této teorii uvažuje možnost arbitrážních obchodů. Ty vznikají jako důsledek situací, které způsobují cykličnost, spekulativní bubliny a ostatní fenomény. Výsledkem těchto situací je, že aktivně spravované investiční strategie vykazují vyšší výnosnost než strategie založené na pravidle kup a drž, která byla ideální pro prostředí efektivního trhu (Lo, 2004; Lo, 2017).

### 3. Anomálie kapitálového trhu

Je-li obecně pojednáváno o anomáliích, mluví se o případech, které se odlišují od běžných situací a nelze je platnými teoriemi vysvětlit. Jedna z předešlých kapitol byla věnována teorii efektivních trhů, která byla na vyspělých trzích v rámci mnoha studií potvrzena. V praxi ovšem nastávají situace, kdy investor může dosáhnout nadprůměrného výnosu, což naopak tuto teorii vyvrací. Pro odpůrce teorie efektivních trhů byl významnou událostí propad akciového trhu, který nastal v pondělí 19. října 1987. Během tohoto dne se americké indexy výrazně propadly, navzdory tomu, že v předcházejícím týdnu nebyly zveřejněny významné informace, které by tento propad měly způsobit.

Na finančních trzích se anomáliemi rozumí ty situace, které nelze vysvětlit pomocí teorie efektivních trhů. Dle D. Kahnemana a A. Tverskyho (1979) ovšem jsou příliš významné na to, aby zůstaly bez povšimnutí. Na kapitálovém trhu se vyskytuje několik anomálií, které je možné rozdělit dle několika hledisek. Ovšem v této práci budou rozděleny na anomálie časové a anomálie související s menšími firmami.

#### 3.1. Časové anomálie

Jak již z názvu vyplývá, časové anomálie souvisejí s časovým obdobím, během kterého dochází ke změnám kurzů dle určitého vzoru, a to bez souvislosti s nově příchozími informacemi. Tento druh anomálií je v rozporu se slabou formou efektivních trhů, která odmítá možnost předpovídání vývoje kurzů na základě souboru informací z minulosti. Nicméně sezónní chování cen umožňuje správným načasováním obchodů dosáhnout nadprůměrných výnosů. Mezi časové anomálie mimo jiné patří:

##### *a) Pondělní efekt*

Pohyb kurzů není náhodný, nýbrž probíhá v cyklech. Toto tvrzení vyplývá ze studie M. Gibbonse a P. Hesse (1981), kteří tvrdí, že výnosy v pondělí měly největší absolutní změny, ovšem byly negativní. Dále bylo zjištěno, že největších pozitivních změn bylo dosahováno ve středu a v pátek, zatímco v úterý a ve čtvrtek byly výnosy zanedbatelné. Naopak příkladem studie vyvracející tento efekt pochází od J. Jaffe, R. Westerfielda a Ch. Ma (1989). Výsledky této studie hovoří o tom, že pondělní efekt se na akciovém trhu vyskytuje pouze pokud v předcházejících dnech kurzy klesaly. Tato skutečnost by zajisté způsobila mnoho arbitrážních obchodů, ovšem na akciových trzích existují překážky, které toto znemožňují. Jednou z nich je např. zveřejňování špatných zpráv

v pátek odpoledne. Manažeři firem informace zveřejňují tímto způsobem v naději, že po víkendových dnech lidé budou reagovat uvážlivěji (Musílek, 2011). Poslední vysvětlení této anomálie lze zařadit do teorie behaviorálních financí. Pondělí je v očích mnoha lidí vnímáno negativně, což může mít vliv na rozhodování investorů. Naproti tomu pátek je den, kdy se lidé těší na víkend a jejich investování je ovlivněno pozitivními emocemi (Rystrom & Benson, 1989).

#### *b) Efekt výnosů v rámci měsíce*

Dle této anomálie výnos je výnos v rámci jednoho měsíce proměnlivý. Podstata tohoto efektu spočívá v tom, že první polovina měsíce vykazuje vyšší výnosovou míru než druhá. Vysvětlení J. Veselého (2019) spočívá ve zveřejňování dobrých zpráv na začátku měsíce, zatímco zveřejňování nepříznivých zpráv probíhá většinou na konci měsíce.

#### *c) Lednový efekt*

V průběhu 80. let minulého století se objevila celá řada studií, která poukazovala na skutečnost, že akcie v lednových dnech vykazovaly vyšší výnos než v ostatních měsících. Dle D. Keima (1983) se tento typ anomálie týká především firem s nízkou tržní kapitalizací, což ve své studii potvrdil i M. Al-Khazali (2001). Tato anomálie bývá vysvětlována chováním investorů, kteří na konci roku hodnotí výkonnost svých portfolií. V tomto důsledku se mění struktura jimi držovaných akcií, kdy se zaměřují především na akcie menších firem, jejichž kurz by následně mohl vzrůst (Musílek, 2011). Druhým možným vysvětlením je snaha o snížení daňových povinností. S posledním měsícem v roce je ve většině zemí spojena povinnost odvést daně z akciových výnosů. Z tohoto důvodu dochází k prodeji ztrátových obchodů za účelem snížení základu daně. Po odvedení daně poté investoři opět nakupují akcie, což vede k růstu jejich cen. Potencionální možným vysvětlením je i fakt, že lidé na konci roku inkasují extra příjem, což se projeví na množství obchodů (Ritter, 1988). Dle J. Siegela (2011) je ovšem lednový efekt během první poloviny měsíce ve velké míře vyčerpán, s čímž se ztotožňuje i B. Malkiel (2003). Ten tvrdí, že jestliže dojde k odhalení vzoru v chování akcií a nadále dojde ke zveřejnění studií potvrzující tento efekt, tento vzor postupně vymizí. Důvod je jednoduchý. Ziskový motiv investorů přinutí jejich obchody načasovat tak, aby z časových anomálií dosáhli přidané hodnoty.

#### *d) Halloween efekt*

Tržní anomálie s názvem „Halloween efekt“ se stejně jako předchozí anomálie vyskytuje v průběhu jednoho roku. Označení pro tuto anomálii zavedli S. Bouman a B. Jacobsen (2002), kteří během svého zkoumání přišli na to, že v období od listopadu do dubna trh dosahuje vyšších výnosů než ve zbývajícím období. Dle tohoto klíče se řídí celá řada investorů, kteří si pro takovéto obchodování vymysleli pravidlo „Sell in May and go away“. O vysvětlení tohoto efektu se pokoušelo několik ekonomů či psychologů. První skupina tvrdí, že tento efekt je způsoben vybíráním peněz na dovolené nebo neschopností zareagovat na negativní událost v případě nepřítomnosti na trhu. Druhá skupina se snažila efekt vysvětlit např. teplotními výkyvy nebo sezónní afektivní poruchou (Veselá, 2019).

#### *e) Říjnový efekt*

Tato méně známá anomálie, jak již název vypovídá, nastává v měsíci říjnu. Dle této anomálie by výnosy v říjnu měly být výrazně nižší než v měsících ostatních. Empiricky byla tato anomálie například prokázána na kanadském trhu studií Ch. Cadsbyho (1989).

### **3.2. Anomálie související s malými firmami**

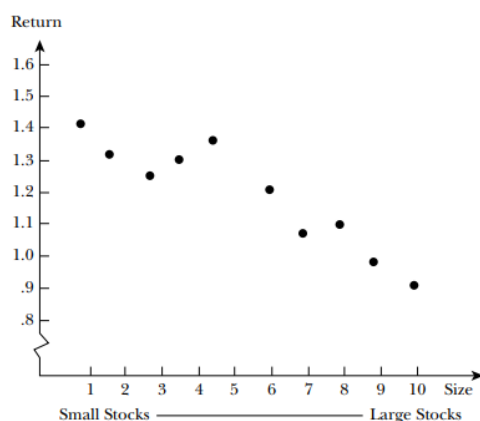
Druhou skupinou anomálií jsou ty, které se vyskytují výhradně u firem s nižší tržní kapitalizací. Právě z tohoto důvodu je ve spojitosti s nimi pojednáváno o vyšším stupni rizikivosti. Do této skupiny anomálií se řadí např:

#### *a) Efekt malých firem*

První anomálií spadající do této kategorie je dobře zmapovaná anomálie známá jako „efekt malých firem“. Společným znakem pro malé firmy je dosahování nadprůměrného výnosu ve srovnání s firmami většími, což dokázal ve své studii např. M. Reinganum (1981). Dalšími, kdo se tímto efektem zabývali, byli např. E. Fama s K. Frenchem (1993), kteří ve svém výzkumu rozdělili americké akcie po decilech. Ke zkoumání využili první a poslední decily firem dle výše kapitalizace. Jak je z obrázku č. 3 vidět, vyšších výnosů bylo dosaženo, jestliže bylo investováno do firem s nižší kapitalizací. Důvodem je skutečnost, že investování do těchto firem je spojeno vyšší pravděpodobností bankrotu a nižší likviditou. Tím dochází k potvrzení závěrů ze studie B. Malkiela (2003) uvedené v kapitole věnované efektivním trhům.



Obrázek 3: Výnosy firem dle velikosti kapitalizace<sup>6</sup>



Zdroj: Fama, French (1992)

### b) Efekt zanedbaných firem

Pod pojmem zanedbané firmy si lze představit firmu, jejichž akcie jsou profesionálními analytiky přehlíženy. Z tohoto důvodu neexistuje dostatek kvalitních informací, a tudíž je s investováním do těchto firem opět spojeno vyšší riziko. Stejně jako malé firmy tedy vykazují zanedbané firmy vyšší výnos než zbytek trhu.

Dle J. Siegela (2011) mají vliv behaviorální předsudky, jelikož firmy jako např. Microsoft, jež v minulosti vykazovaly velké výnosy, si hrají s fantaziemi investorů, čímž dochází k přehlížení jinak lákavých titulů.

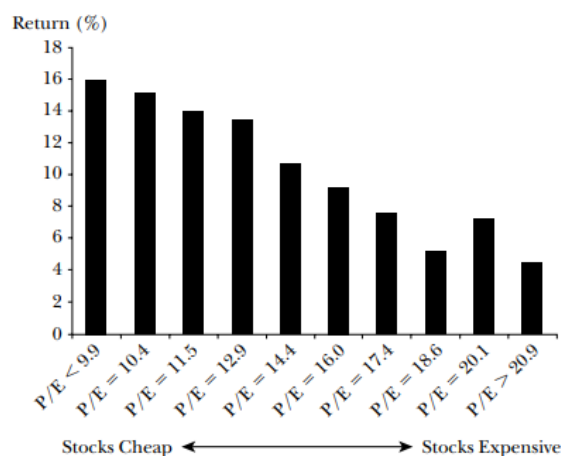
### c) Efekt nízkého P/E

Jedna ze strategií akciového trhu radí nakupovat ty akcie, jejichž poměr ukazatelů ceny za akcii (P) a zisku na akcii (E) je nízká. Nízká hodnota P/E totiž značí podhodnocenou akcii, která je vhodná k nákupu. Právě tyto tituly přinášejí dle P. Musílka (2011) nadprůměrný výnos i po očištění rizika, jelikož investoři si nízkou hodnotu P/E spojují s ostatními efekty firem s nízkou kapitalizací. Obdobné výsledky platí i u poměrů P/S (Price a Sales) nebo P/BV (Price a Book Value).

---

<sup>6</sup> Company Revenues by the Market Capitalization

Obrázek 4: Výnosy firem dle P/E poměru<sup>7</sup>



Zdroj: Malkiel (2003)

Jak je z obrázku č. 4 zřejmé, u akcií se s rostoucím poměrem ceny k zisku se výnosová míra snižuje. Dopadu tohoto ukazatele na budoucí výnosy se věnoval např. S. Basu (1977), který analyzoval 1400 amerických společností. Z jeho závěrů vyplývá, že společnosti s nižším poměrem vykazují vyšší míru výnosnosti než společnosti s poměrem vyšším. To platí i po zohlednění rizikovosti. Jak lze poměr P/E využívat při investování ukazuje např. výzkum J. Campbella a R. Shillera (1998), kteří uvádí, že až 40 % budoucích výnosů může být vysvětleno ukazatelem P/E.

#### d) Efekt fúzí a akvizicí

Dle této anomálie je možné dosahovat nadprůměrných výnosů v případě fúze nebo akvizice. Dle J. Veselé (2019) zhruba 65 % obchodů a kurzových změn probíhá ještě před oznámením tohoto kroku. Změnou kurzů ještě před uveřejněním následně dochází k narušení silné formy efektivnosti trhu. Tento efekt má také dopad i na středněsilný stupeň efektivnosti, jelikož ke změnám kurzu dochází ještě několik dní po zveřejnění informací. Z knihy také vyplývá, že změna kurzů se týká ve větší míře přebíraných firem než firem přebírajících.

#### e) Efekt emise nových akcií

Ve spojitosti s rozhodnutím společnosti o vstupu na veřejnou burzu se na trhu objevuje další anomálie. Jak je známo, banky se snaží, pokud je to alespoň trochu možné,

---

<sup>7</sup> Company Revenues by the P/E Ratio

eliminovat riziko nerozprodání emise. Toto snažení vede k podhodnocování kurzů. Jelikož veřejnost tento rozdíl v kurzech rychle odhalí, začne akcie těchto společností nakupovat. Tyto aktivity mají za následek zvyšování kurzu akcie ke své fundamentální hodnotě. Tento efekt byl odhalen J. Ritterem (1991), který konstatuje, že nově emitované tituly přinášejí po dobu tří let výrazně nadprůměrné výnosy.

*f) Efekt kótace*

Jestliže akcie přechází na sekundární trh, který se vyznačuje vyšší prestiží, musí akcie splňovat přísnější podmínky. To je pozitivně hodnoceno v očích investorů, tudíž tento krok povede k pozitivnímu pohybu akciového kurzu. Tentýž efekt, pouze v opačném směru, nastane, jestliže akcie bude tzv. dekotována (Van Horne, 1970; Veselá, 2019).

*g) Value Line Survey*

Tento druh anomálie byl během posledních let prokázán na americkém trhu. Value Line Survey efekt je spojen s poradenstvím, které sleduje výkonnost mnoha akcií, jež pak rozdělí do pěti skupin. Podle toho, v jaké skupině se akcie nachází, je možné s tituly nakládat. První skupina shromažďuje akcie vhodné k nákupu, zatímco skupina 5 shromažďuje akcie vhodné k prodeji. Skupiny blíží se středu označují akcie s průměrným výnosem (*Value Line: Founding of Value Line*). Ve studii T. E. Copelanda a D. Mayerse (1982) bylo dosaženo závěru, že skupina akcií č. 1 dosahuje vyšších výnosů než skupina č. 3. Některé předpoklady efektivního trhu jsou tedy touto studií tímto efektem vyvráceny.

## 4. Metodologie

### 4.1. Cíle

Hlavním cílem práce je prokázat či vyvrátit přítomnost vybraných anomálií, které narušují efektivitu kapitálových trhů. Vybranými testovanými anomáliemi jsou efekt dne v týdnu a efekt měsíce v roce, které budou v práci testovány dvěma přístupy. Zvolenými přístupy jsou metoda statistického testování a metoda regresního modelu, pomocí kterých dojde k vyvrácení nebo potvrzení těchto efektů.

### 4.2. Data

Pro analýzu byly vybrány 3 akciové indexy z různých geografických oblastí, jejichž vývoj bude následně porovnáván. Akciové indexy byly namísto samotných akciových titulů zvoleny z důvodu lepšího zachycení situací na trhu. Analyzovaná data pro oba testované efekty jsou získána z portálu [finance.yahoo.com](https://finance.yahoo.com), přičemž se jedná o závěrečné ceny indexů na denní bázi. Pro testování bylo zvoleno časové rozpětí mezi 1. lednem 2010 a 31. prosincem 2019. Toto časové období bylo zvoleno za účelem dosažení lepších výsledků z důvodu velkého počtu dat, na které navíc nebude mít vliv finanční krize v roce 2008 ani krize spojená s koronavirem.

#### **NASDAQ Composite Index**

Prvním indexem je americký NASDAQ Composite Index. Americký NASDAQ je největší čistě elektronická burza v USA. Index vznikl stejně jako samotná burza v roce 1971 a dnes se spolu s indexy DJIA a S&P 500 řadí mezi 3 nejsledovanější indexy v USA. Na této burze mají nadpoloviční zastoupení firmy technologické, kam lze zařadit světové firmy jako Apple, Microsoft nebo Google. Mezi další významná odvětví, ze kterých pochází firmy se do tohoto indexu lze zařadit např. zákaznický servis, spotřební zboží, farmacie nebo finanční služby. Stejně jako ostatní burzy i tato používá indexy k hodnocení výkonnosti. Do této práce byl vybrán Composite Index, který v sobě zahrnuje všechny obchodované společnosti na zmíněné burze, je tedy složen z více než 2 500 společností z mnoha zemí světa, přičemž převážnou část tvoří firmy americké. (NASDAQ, 2022).

### **Euronext 100 Index**

Druhým zvoleným indexem je evropský Euronext 100 Index. Tento blue chipový<sup>8</sup> index má své počátky v roce 1999 a je používán burzou Euronext. Do vývoje indexu je zahrnuto celkem 100 nejlepších společností dané burzy. Tyto společnosti pocházejí převážně z Francie a mezi obchodované společnosti lze zařadit Unilever, Airbus nebo Heineken (*Euronext 100 Index*, 2022). Německé firmy nejsou v tomto indexu zahrnuty, jelikož jsou součástí např. indexu DAX.

### **SSE Composite Index**

Posledním vybraným indexem je čínský SSE Composite Index. Ten je využíván na šanghajske burze cenných papírů a byl založen v roce 1991. Do tohoto indexu jsou zahrnuty veškeré společnosti obchodované na této burze, kterých je přes 2000, a řadíme sem např. Air China nebo Aisino Corporation. Tržní odvětví mající dominující charakter na výnosnost tohoto indexu jsou zejména finančnictví, průmysl či zákaznické služby. Na rozdíl od předešlých indexů nelze u SSE Indexu nalézt územní diverzifikaci, jelikož všechny firmy mají své působíště v Číně (*Shanghai Stock Exchange*, 2019).

## **4.3. Úprava dat**

Analýza časových řad indexů bude prováděna na závěracích cenách zmíněných akciových indexů. Stejně jako u všech časových řad je i zde potřeba uvažovat trend a sezónnost. Odstranění těchto dvou složek bude provedeno tzv. stacionarizací. Té bude dosaženo logaritmickou transformací výnosů, čímž dojde k linearizaci trendu. Tuto transformaci je možné použít z důvodu předpokládání nezápornosti ceny. Právě z toho důvodu se dále předpokládá, že jednotlivé hodnoty by mohly sledovat logaritmicko-normální rozdělení. Po uplatnění logaritmu z rovnice č. 8 na původní hodnoty závěracích cen vzniknou nové hodnoty výnosnosti, které již sledují normální rozdělení. Po tomto úkonu bude časová řada výnosů z hlediska variability stabilizována.

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (8)$$

$P_t$                       Zavírací cena v čase  $t$

$P_{t-1}$                     Zavírací cena v čase  $t-1$

---

<sup>8</sup> Tímto termínem jsou označovány akcie nejrentabilnějších společností na burze.

## 4.4. Statistické testování

Anomálie budou testovány pomocí statistických testů ve volně přístupném softwaru RStudio. Budou mezi sebou porovnávány vždy dva výběry, a to v případě pondělního efektu jako výnosnosti za pondělí oproti výnosnostem zbývajících obchodních dnů dohromady. U lednového efektu bude postup totožný, tedy výnosy v lednu budou porovnávány s výnosy ostatních měsíců. Dále je nutné určit hladinu významnosti  $\alpha$ , která bude stanovena na obvyklých 5 %, v některých případech i na 10 %. Pro testování statistických hypotéz je nutné, aby testovaná data pocházela z normálního rozdělení. Této skutečnosti bylo dosaženo předcházející úpravou dat. Dalším důvodem, proč je možné usuzovat na normalitu dat je jejich počet. Celkem přes 2500 hodnot by mělo zajistit, že data budou konvergovat k normálnímu rozdělení, a to díky centrální limitní větě.

### 4.4.1. Testování shody rozptylů

Aby bylo možné otestovat shodu středních hodnot dvou výběrů dat, musí být nejdříve otestovány rozptyly obou testovaných souborů. Tento předpoklad bude testován oboustranným F-testem využívajícím Fisherovo-Snedecorovo rozdělení. Předpoklad shodnosti rozptylů bude sloužit jako nulová hypotéza tohoto testu. V případě zamítnutí nulové hypotézy dojde k přijetí hypotézy alternativní, která hovoří o tom, že testované výběry mají naopak rozptyly rozdílné. Rozhodování o přijetí či nepřijetí nulové hypotézy je možné rozhodnout na základě srovnání p-value s hladinou významnosti nebo na základě srovnání testové statistiky  $F$  (vznikne podílem výběrových rozptylů testovaných souborů) a kritickým oborem. Charakteristiky testu jsou shrnuty v příložené tabulce č. 3.

Tabulka 3: Charakteristiky F-testu<sup>9</sup>

$H_0$	$H_A$	Testová statistika $F^{(1)}$	Kritický obor <sup>(2)</sup>
$\sigma_A^2 = \sigma_B^2$	$\sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$	$F = \frac{S_A^2}{S_B^2}$	$F \leq F_{\frac{\alpha}{2}}(n_A - 1; n_B - 1) \cup$ $\cup F \geq F_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_A - 1; n_B - 1)$

Zdroj: (Marek, 2005)

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> Critical Range

#### 4.4.2. Testování shody středních hodnot

Na základě výsledků F-testu bude použit t-test určený pro danou situaci. V případě nezamítnutí nulové hypotézy, a tedy neprokázání rozdílnosti v rozptylech dvou souborů dat, bude použit t-test pro soubory dat se shodnými rozptyly. Charakteristiky oboustranného a jednostranného t-testu jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 4: Charakteristiky t-testu pro shodné rozptyly výběrů<sup>10</sup>

$H_0$	$H_A$	Testová statistika $t^{(1)}$	Kritický obor <sup>(2)</sup>
$\mu_A = \mu_B$	$\mu_A \neq \mu_B$	$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{h^{11} * \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$	$ t  \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_A + n_B - 2)$
$\mu_A = \mu_B$	$\mu_A < \mu_B$		$t \leq t_{\alpha}(n_A + n_B - 2)$

Zdroj: (Čermáková & Střeleček, 1995)

<sup>(1)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> Critical Range

Pokud výsledek F-testu vede k zamítnutí nulové hypotézy, bude nutné použít modifikaci t-testu pro neshodné rozptyly dvou testovaných souborů. V následující tabulce jsou opět uvedeny charakteristiky pro oboustranný a jednostranný t-test.

<sup>9</sup> F-test Characteristics

<sup>10</sup> T-test Characteristics for Equal Variances of Tested Samples

<sup>11</sup>  $h = \sqrt{\frac{(n_A-1)s_A^2 + (n_B-1)s_B^2}{n_A+n_B-2}}$

Tabulka 5: Charakteristiky t-testu pro rozdílné rozptyly výběrů<sup>12</sup>

$H_0$	$H_A$	Testová statistika $t^{(1)}$	Kritický obor <sup>(2)</sup>
$\mu_A = \mu_B$	$\mu_A \neq \mu_B$	$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}}$	$ t  \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}(v^{13})$
$\mu_A = \mu_B$	$\mu_A < \mu_B$		$t \leq t_{\alpha}(v)$

Zdroj: (Čermáková & Střeleček, 1995)

<sup>(1)</sup> *t-test Test Statistic*, <sup>(2)</sup> *Critical Range*

## 4.5. Regresní model

### 4.5.1. Ověření stacionarity dat

Před vytvořením ekonometrického modelu je potřeba se ujistit, zda-li časová řada výnosů je opravdu očištěna od trendových a sezónních složek. K testování tohoto předpokladu bude použit Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test (dále jen KPSS test) stacionarity. Tento přístup rozkládá zkoumanou časovou řadu na deterministický trend, náhodnou procházku a stacionární chybu, což je znázorněno v následné rovnici č. 9. Samotný test následně testuje nulovou hypotézou uvedenou níže.

$$X_t = \gamma_t + rw_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

$rw_t$  model náhodné procházky, ve kterém platí:  $rw_t = rw_{t-1} + u_t$

Hypotézy testování poté jsou:

- $H_0$ : Trend časové řady je stacionární, tedy v časové řadě není jednotkový kořen
- $H_A$ : Časová řada není stacionární

Tento test stacionarity je dle D. Kwiatkowskiho (1992) možné použít i v případě, kdy se v modelu vyskytuje autokorelace mezi rezidui.

<sup>12</sup> T-test Characteristics for Inequal Variances of Tested Samples

$$^{13} v = \frac{\left(\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_A^2}{n_A}\right)^2}{n_A-1} + \frac{\left(\frac{s_B^2}{n_B}\right)^2}{n_B-1}}$$



### 4.5.2. Regresní model efektu dne v týdnu

Pro testování přítomnosti efektu dne v týdnu bude použit ekonometrický regresní model, který nebude obsahovat konstantu. Zároveň tento regresní model ale bude používat umělé „dummy“ proměnné pro jednotlivé dny v týdnu. Tento typ proměnných nabývá pouze hodnot 0 nebo 1. V případě této práce bude umělá proměnná nabývat hodnoty 1, pokud bude počítáno s logaritmickým výnosem v pondělí a v ostatních dnech bude hodnota této proměnné rovna 0. U ostatních proměnných bude postup analogický. Tento přístup byl zvolen na základě předpokladu, že vždy musí jedna z umělých proměnných *Pondělí* až *Pátek* být rovna jedné. Používaný regresní model poté vypadá následovně:

$$r_t = \beta_1 \text{Pondělí} + \beta_2 \text{Úterý} + \beta_3 \text{Středa} + \beta_4 \text{Čtvrtek} + \beta_5 \text{Pátek} + \varepsilon_t \quad (10)$$

kde

$r_t$	logaritmus výnosů (viz. rovnice č. 8)
$\beta_i$	koefficienty regrese
$\varepsilon_t$	chybová složka (reziduum)
<i>Pondělí – Pátek</i>	dummy proměnné

Tento regresní model byl zvolen na základě snahy o odhalení jakéhokoliv dne, který by se svou výkonností výrazně odlišoval od ostatních. Ch. Brooks (2014) ve své knize uvádí právě tento model. Druhou možností je dle autora použití modelu, který bude obsahovat konstantu a pouze 4 proměnné. Konstanta je poté v tomto případě tzv. referenční hodnota, vůči které jsou následně srovnávány výnosy ostatních dnů. Tento model se ovšem zaměřuje výhradně na jeden den, a proto tato forma modelu nebyla zvolena.

### 4.5.3. Regresní model efektu dne v týdnu pro kratší časové úseky

Pro lepší analýzu denních výnosů na finančních trzích by bylo zajímavé rozdělit časovou řadu na několik kratších částí. V dlouhém časovém horizontu totiž může dojít k situaci, kdy dojde k vzájemnému smazávání rozdílů v průběhu dlouhého časového období. Dalším důvodem pro zavedení tohoto postupu je skutečnost, že na finančních trzích je celkem běžné střídání relativně klidných období s nízkou volatilitou s obdobími vykazující vyšší míru volatility. Pro každý index bude tedy časová řada výnosů rozdělena dle její vlastní variability na čtyři období. Konkrétní rozdělení jednotlivých časových řad indexů bude k nalezení v kapitole 6.4. Obecný ekonometrický model pro kratší časové úseky vypadá následovně:

$$\begin{aligned}
r_t = & \beta_1 O1\_Pondělí + \beta_2 O1\_Úterý + \beta_3 O1\_Středa + \beta_4 O1\_Čtvrtek \\
& + \beta_5 O1\_Pátek + \beta_6 O2\_Pondělí + \beta_7 O2\_Úterý \\
& + \beta_8 O2\_Středa + \beta_9 O2\_Čtvrtek + \beta_{10} O2\_Pátek \\
& + \beta_{11} O3\_Pondělí + \beta_{12} O3\_Úterý + \beta_{13} O3\_Středa \\
& + \beta_{14} O3\_Čtvrtek + \beta_{15} O3\_Pátek + \beta_{16} O4\_Pondělí \\
& + \beta_{17} O4\_Úterý + \beta_{18} O4\_Středa + \beta_{19} O4\_Čtvrtek \\
& + \beta_{20} O4\_Pátek + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{11}$$

kde

*O1\_Pondělí – O4\_pátek* dummy proměnné

Časová řada logaritmicky upravených výnosů bude rozdělena na základě výsledků funkce RStudia s názvem *cpt.var*. Tato funkce umožňuje rozdělit časovou řadu na kratší úseky dle změn ve variabilitě, přičemž zvoleným postupem v rámci práce bude metoda binární segmentace. Tato metoda nejprve zkoumá data jako celek. Jestliže dojde k nalezení bodu zlomu, časová řada se v tomto bodě rozdělí na 2 úseky. Poté v každém dílčím úseku probíhá opět hledání nových bodů a takto se postup neustále opakuje, dokud není dosaženo stanoveného počtu úseků (Killick & Eckley, 2014). Cílem je rozdělit řadu tak, aby byla minimalizována hodnota ztrátové funkce. V případě této práce bude rozhodováno dle Bayesova informačního kritéria, také známého jako „BIC“.

#### 4.5.4. Regresní model efektu měsíce v roce

Pro testování tohoto efektu bude použit obdobný regresní model jako v předcházejících případech. Taktéž nebude obsahovat konstantu, a bude obsahovat dummy proměnné, které budou rovny jedné, pokud půjde o data z daného měsíce. Rozdílem oproti předcházejícím modelům bude tedy počet vysvětlujících proměnných.

$$\begin{aligned}
r_t = & \beta_1 Leden + \beta_2 Únor + \beta_3 Březen + \beta_4 Duben + \beta_5 Květen \\
& + \beta_6 Červen + \beta_7 Červenec + \beta_8 Srpen + \beta_9 Září \\
& + \beta_{10} Říjen + \beta_{11} Listopad + \beta_{12} Prosinec + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{12}$$

kde

*Leden – Prosinec* dummy proměnné

#### 4.5.5. Ověření modelu

Stejně jako každý model lineární regrese musí i modely uvedené v této práci splňovat několik předpokladů. Jestliže by nedošlo ke splnění jednoho nebo více předpokladů, výsledky regrese by byly nespolehlivé. Předpoklady lineární regrese jsou:

- 1) Nezávislost reziduí, tedy nepřítomnost korelace mezi jednotlivými rezidui

- 2) Homoskedasticita, tedy rezidua mají konstantní rozptyl
- 3) Rezidua mají normální rozdělení

Kvůli vysokému počtu denních výnosů nebude testován předpoklad č. 3, jelikož právě kvůli vysokému počtu dat lze uvažovat normální rozdělení reziduí. Testovanými předpoklady, které budou testovány, jsou tedy předpoklad nezávislosti a homoskedasticity reziduí.

### **Ověření nepřítomnosti autokorelace mezi rezidui**

V souvislosti s časovými řadami je často pojednáváno o vzájemné korelaci mezi jednotlivými hodnotami. Pokud by výše uvedený předpoklad o nekorelovanosti hodnot nebyl naplněn, výsledné odhady regresních koeficientů by byly vychýlené. Jinými slovy by došlo ke zkreslení výsledků, a tedy ke snížení vypovídající schopnosti modelu.

Testování tohoto předpokladu bude v této práci provedeno Durbin-Watsonovým testem (dále DW test). Tento test se zaměřuje na autokorelace reziduí se zpožděním rovnému jedné. Samotné testování testuje hypotézy:

- $H_0$ : Rezidua nejsou vzájemně korelována
- $H_A$ : Rezidua vykazují vzájemnou závislost prvního řádu

Pro vyhodnocení těchto hypotéz je důležitá hodnota testové statistiky. Hodnota této testové statistiky se vždy nachází v rozmezí 0 a 4. Jestliže testová statistika DW testu bude přibližně rovna dvěma, lze usuzovat, že v časové řadě není přítomna autokorelace. Zjednodušeně lze říci, že v případě, kdy testová statistika bude nižší než 2, existuje důkaz o pozitivní vzájemné korelaci. Pokud bude hodnota statistiky naopak prokazatelně vyšší než 2, rezidua jsou negativně korelována. Ve skutečnosti je situace ovšem složitější a lze ji nalézt v díle J. Durbina a G. Watsona (1971). V případě nezamítnutí  $H_0$  nebude nutné lineární model upravovat pomocí funkce RStudio *gls*.

### **Ověření předpokladu homoskedasticity rezidui**

O homoskedasticitě je pojednáváno v případě, kdy náhodné složky (rezidua) vykazují konstantní rozptyl. U finančních dat je ovšem velice obvyklé, že data vykazují opačný případ, tedy heteroskedasticitu. Nestejnost rozptylů opět vede ke zkreslení závěrů, a proto je nutné použít test, který ověří tento předpoklad. V této práci bude použit

Breusch-Paganův test. Testová statistika tohoto testu sleduje chí-kvadrát rozdělení s  $k$  (počet proměnných) stupni volnosti. V tomto testu nulová hypotéza  $H_0$  pojednává o nepřítomnosti heteroskedasticity (Breusch & Pagan, 1979).

V případě zamítnutí této nulové hypotézy bude nutné použít pro odhady koeficientů směrodatné odchytky robustní vůči heteroskedasticitě. Toho lze dosáhnout použitím např. HC0 nebo HC1 estimátoru. Jelikož počet testovaných dat u uvažovaných indexů je okolo 2500, budou rozdíly použití HC0 nebo HC1 téměř zanedbatelné. Nicméně pro úpravy modelů bude použit HC1 estimátor, který používá vážené směrodatné odchytky a měl by teoreticky dosahovat přesnějších výsledků.

#### 4.5.6. Testování významnosti regresních členů

Po vytvoření regresního modelu dojde ke srovnání p-value každého z regresních členů s hladinou významnosti  $\alpha$ . Z modelu je možné vypustit takové členy, jejichž p-value převyšuje zmíněnou hladinu  $\alpha$ , přičemž je postupováno od členu s nejvyšší p-hodnotou. Tento postup se nazývá sekvenční eliminace. Princip této metody je takový, že z modelu bude vždy vynechán člen s nejvyšší hodnotou p-value a bude vytvořen model nový, ve kterém bude o jeden regresní člen méně. Pokud i v upraveném modelu bude p-value nějakého členu vyšší než 5 %, opět tento člen bude v dalším modelu vynechán. Tímto způsobem vznikne model, který bude obsahovat pouze ty členy, které jsou statisticky významné. Hypotézy tohoto testu jsou definovány následovně:

- $H_0: \beta_i = 0$
- $H_A: \beta_i \neq 0$

Regresní model vzniklý sekvenční eliminací bude nadále srovnán s původním, a to za použití analýzy rozptylu. Waldova modifikace tohoto testu bude použita v případě potřeby úpravy alespoň jednoho z testovaných modelů o heteroskedasticitu. Tento postup umožní ověřit následující hypotézy:

- $H_0: \beta_i = \beta_j = \beta_k = \beta_l = \dots = 0$
- $H_A: \text{non } H_0$

## 4.6. Vysvětlení symbolů statistické významnosti pro obě použité metody

RStudio stejně jako mnoho ostatních programů využívá pro označení statistické významnosti tzv. znaky významnosti. A jelikož tyto znaky budou i zde v práci uváděny, je vhodné je představit. Symboly, které se v empirickém testování objeví jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 6: Symboly statistické významnosti<sup>14</sup>

Hladina významnosti <sup>(1)</sup>	0.001	0.01	0.05	0.1
Symbol <sup>(2)</sup>	***	**	*	.

Zdroj: Vlastní zpracování

<sup>(1)</sup> Significance level, <sup>(2)</sup> Code

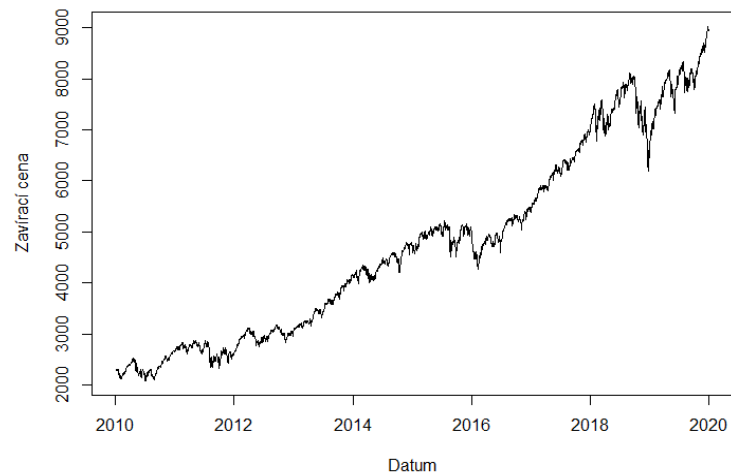
---

<sup>14</sup> Significance Codes

## 5. Empirické testování

### 5.1. Data

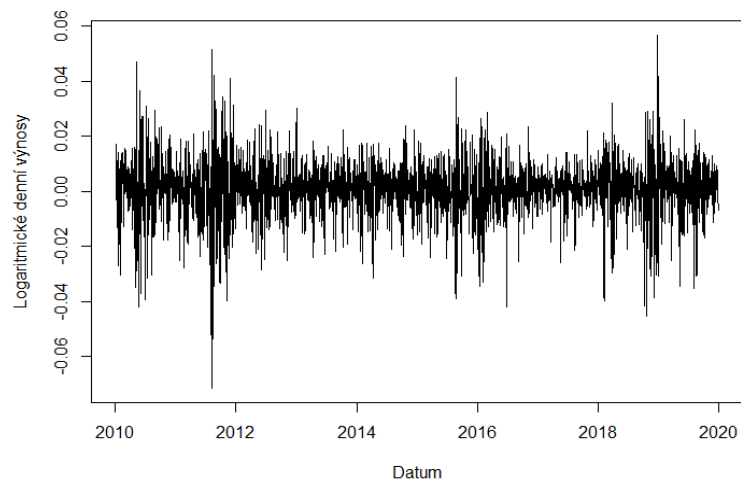
Graf 1: Vývoj zavíracích cen NASDAQ Composite Indexu<sup>15</sup>



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

Časová řada zavíracích cen znázorněná v grafu č. 1 je dále dle rovnice č. 8 transformována na stacionarizovanou časovou řadu. Ta již nevykazuje trendové chování a vypadá následovně:

Graf 2: Stacionarizovaná časová řada výnosů NASDAQ Composite Indexu<sup>16</sup>



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

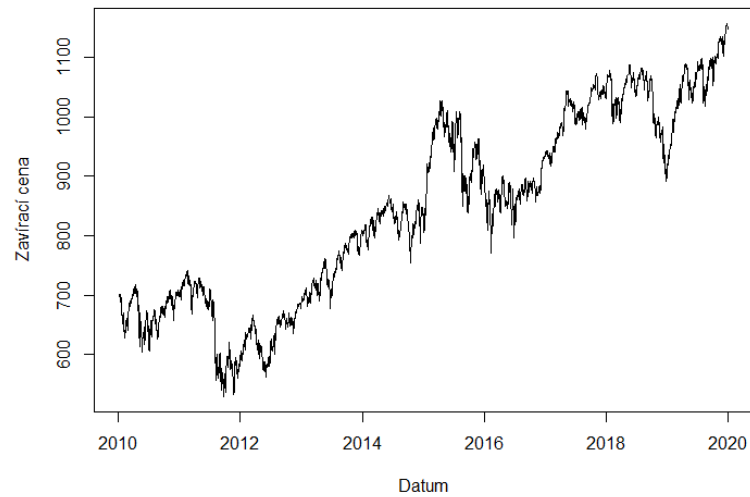
---

<sup>15</sup> Closing Prices Time Serie of the NASDAQ Composite Index

<sup>16</sup> Stationary Time Serie of the NASDAQ Composite Index

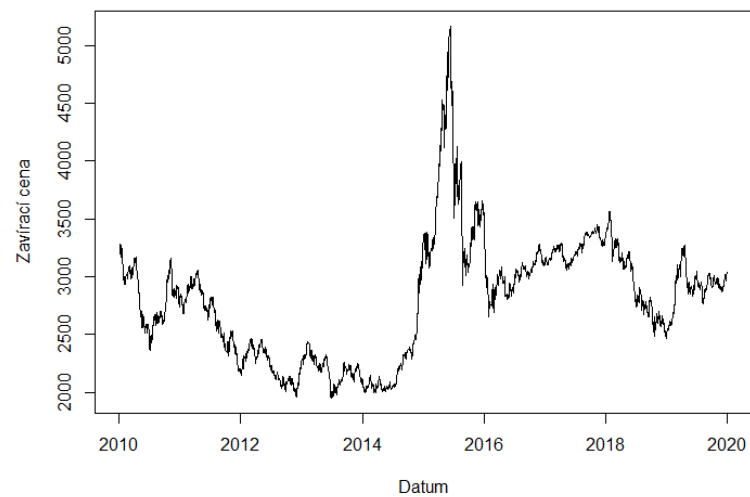
Z grafu č. 2 je zřejmá vysoká volatilita výnosů, a to zejména ke konci roku 2011 nebo na počátku roku 2019. Důvody změny volatility jsou uvedeny později, a to v kapitolách věnujících se testování efektu dne v týdnu na kratších časových úsecích dat.

Graf 3: Vývoj zavíracích cen Euronext 100 Indexu<sup>17</sup>



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

Graf 4: Vývoj zavíracích cen SSE Composite Indexu<sup>18</sup>



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

---

<sup>17</sup> Closing Prices Time Serie of the Euronext 100 Index

<sup>18</sup> Closing Prices Time Serie of the SSE Composite Index

Z grafu č. 1 ukazující vývoj zavíracích cen během zkoumaného období je velice zřejmý rostoucí trend u NASDAQ Composite Indexu. Rostoucí trend je také viditelný na grafu č. 3 indexu Euronext 100, ovšem již není tak výrazný. Naopak u indexu SSE Composite je pojednávání o globálním trendu diskutabilní. Z grafu č. 4 je zřejmá spekulativní bublina v období mezi lety 2015 a 2016. Během tohoto období především široká veřejnost začala ve velkém investovala do společností, což způsobilo růst jejich kurzů nad úroveň ekonomického růstu země. Ziskový motiv poté způsobil nárůst půjček soukromého sektoru, což postupně vzešlo v ekonomickou krizi.

Grafy stacionarizovaných denních výnosů indexů Euronext 100 a SSE Composite jsou v práci vedeny jako příloha č. 1 a č. 2.

## 5.2. Statistické testování efektu dne v týdnu

Tato kapitola bude věnována statistickému testování efektu dne v týdnu. Nejdříve bude testován pondělní efekt u NASDAQ Composite Indexu, na kterém bude vysvětlen postup testování. Následující statistické testování ostatních dnů i ostatních indexů bude probíhat tak, jak bude nastíněno v příkladném testování.

### 5.2.1. NASDAQ Composite

Tabulka 7: Výsledky F-testu pondělního efektu NASDAQ Indexu<sup>19</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota F-testu <sup>(3)</sup>
Po – non Po <sup>(4)</sup>	1.064	0.381

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested Samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> Monday vs. Non Monday

Nejprve bylo nutné otestovat předpoklad shody rozptylů dvou testovaných souborů. Výsledky testu hovoří pro nezamítnutí nulové hypotézy o shodě rozptylů na zvolené hladině významnosti. Dále je tedy možné přikročit ke dvouvýběrovému t-testu, který je určen pro výběry se shodnými rozptyly.

<sup>19</sup> NASDAQ C. Index F-test Results



Tabulka 8: Výsledky t-testu pondělního efektu NASDAQ Indexu<sup>20</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	t test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota t-testu <sup>(3)</sup>
Po – non Po <sup>(4)</sup>	-0.987	0.324

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested Samples, <sup>(2)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> t-test p-value, <sup>(4)</sup> Monday vs. Non Monday

Na hladině významnosti 5 % nelze zamítnout  $H_0$ . Výsledky t-testu tedy hovoří s 95% spolehlivostí o tom, že na získaných datech nejsou střední hodnoty logaritmických výnosů v pondělí a ostatních obchodních dnech odlišné. Není tedy na místě aplikovat jednostranné t-testy ke zjištění, zda-li pondělní výnosy jsou vyšší či nižší než výnosy v ostatních obchodních dnech.

### Testování efektu dne v týdnu ve zbývajících obchodních dnech NASDAQ Composite Indexu

Tabulka 9: Výsledky statistického testování u ostatních dní NASDAQ Indexu<sup>21</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota F-testu <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota t-testu <sup>(5)</sup>
Úterý – non Úterý <sup>(6)</sup>	0.921	0.247	1.055	0.291
Středa – non Středa <sup>(7)</sup>	1.014	0.837	0.680	0.497
Čtvrtek – non Čtvrtek <sup>(8)</sup>	1.024	0.730	-0.196	0.845
Pátek – non Pátek <sup>(9)</sup>	0.988	0.873	-0.590	0.555

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> t-test p-value, <sup>(6)</sup> Tuesday vs. Non Tuesday, <sup>(7)</sup> Wednesday vs. Non Wednesday, <sup>(8)</sup> Thursday vs. Non Thursday, <sup>(9)</sup> Friday vs. Non Friday

Na základě získaných výsledků není možné ani v jednom případě na 5% hladině významnosti zamítnout nulovou hypotézu  $H_0$  o shodě rozptylů. Pro další testování lze tedy použít modifikaci nepárového t-testu pro soubory dat se shodnými rozptyly.

<sup>20</sup> NASDAQ C. Index t-test Results of the Monday Effect

<sup>21</sup> NASDAQ C. Index – The Results of Statistical Testing of Other Days

Získané p-hodnoty z dvouvýběrového t-testování vedou v každém testovaném případě k závěru, že nulovou hypotézu o shodnosti středních hodnot není možné ani jednou zamítnout. Je tedy možné se spolehlivostí 95 % zamítnout tvrzení, že výnosy v jakémkoliv obchodním dni jsou u tohoto indexu odlišné od dnů zbývajících.

## 5.2.2. Euronext 100

Postup testování bude totožný jako u předešlého indexu, budou zde tedy uvedeny pouze dosažené výsledky a jejich následný komentář.

Tabulka 10: Výsledky statistického testování obchodních dní N100 Indexu<sup>22</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-value F-testu <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-value t-testu <sup>(5)</sup>
Pondělí – non Pondělí <sup>(6)</sup>	1.113	0.121	-1.673	0.094 .
Úterý – non Úterý <sup>(7)</sup>	0.967	0.642	0.779	0.436
Středa – non Středa <sup>(8)</sup>	0.843	0.017 *	0.848	0.397
Čtvrtek – non Čtvrtek <sup>(9)</sup>	1.039	0.571	0.202	0.840
Pátek – non Pátek <sup>(10)</sup>	1.050	0.477	-0.127	0.899

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> t-test p-value, <sup>(6)</sup> Monday vs. Non Monday, <sup>(7)</sup> Tuesday vs. Non Tuesday, <sup>(8)</sup> Wednesday vs. Non Wednesday, <sup>(9)</sup> Thursday vs. Non Thursday, <sup>(10)</sup> Friday vs. Non Friday

U všech případů kromě případu *Středa – non Středa* nedochází k zamítnutí nulové hypotézy o shodě rozptylů. Dle výsledků F-testů budou tedy použity t-testy pro příslušné situace. Z uvedené tabulky je tedy zřejmé, že ani v jednom případě nelze na 5% hladině významnosti nulovou hypotézu o shodě středních hodnot zamítnout. Lze tedy i u tohoto indexu s 95% spolehlivostí potvrdit, že žádný z obchodních dnů nevykazuje odlišnou výnosnost než dny ostatní. V případě, že by hladina  $\alpha$  byla posunuta na 10% úroveň, bylo by na základě následného testování možné tvrdit, že výnosy v *Pondělí* jsou oproti ostatním dnům podprůměrné.

<sup>22</sup> Euronext 100 Index – The Results of Statistical Testing of the Day of the Week Effect

### 5.2.3.SSE Composite

Tabulka 11: Výsledky statistického testování obchodních dní u SSE Composite Indexu<sup>23</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-value F-testu <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-value t-testu <sup>(5)</sup>
Pondělí – non Pondělí <sup>(6)</sup>	1.726	0.000 ***	0.498	0.618
Úterý – non Úterý <sup>(7)</sup>	0.908	0.189	0.587	0.557
Středa – non Středa <sup>(8)</sup>	0.656	0.000 ***	0.321	0.749
Čtvrtek – non Čtvrtek <sup>(9)</sup>	0.906	0.175	-3.030	0.002 **
Pátek – non Pátek <sup>(10)</sup>	0.932	0.341	1.580	0.114

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> t-test p-value, <sup>(6)</sup> Monday vs. Non Monday, <sup>(7)</sup> Tuesday vs. Non Tuesday, <sup>(8)</sup> Wednesday vs. Non Wednesday, <sup>(9)</sup> Thursday vs. Non Thursday, <sup>(10)</sup> Friday vs. Non Friday

I u tohoto indexu budou na základě výsledků F-testů použity t-testy pro příslušné situace. U čtyřech z pěti analyzovaných vztahů je hodnota p-value vyšší než 5% zvolená hladina významnosti a u t-testu tedy nedochází k zamítnutí nulové hypotézy. Nelze tedy na této hladině významnosti hovořit o tom, že v těchto dnech jsou výnosy odlišné od ostatních dnů. Naopak v případě *Čtvrtek - non Čtvrtek* je p-value nižší než zvolená hodnota významnosti a lze tedy zamítnout nulovou hypotézu o shodě středních hodnot.

Jelikož bylo prokázáno, že *Čtvrtek* vykazuje rozdílné výnosy než zbytek obchodních dnů, bude použit levostranný t-test, kterým bude prokázáno, zda-li je výnos v tomto dni nižší než v ostatních dnech. Z aplikace jednostranného t-testu na soubory *Čtvrtek – non Čtvrtek* vzešly výsledky shrnuté v následující tabulce.

<sup>23</sup> SSE C. Index - The Results of Statistical Testing of the Day of the Week Effect

Tabulka 12: Výsledky jednostranného t-testu u souborů Čtvrtek – non Čtvrtek<sup>24</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	t test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota <sup>(3)</sup>
Čtvrtek – non Čtvrtek <sup>(4)</sup>	-3.030	0.001 ***

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested Samples, <sup>(2)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> p-value, <sup>(4)</sup> Thursday vs. Non Thursday

Z dosažených výsledků lze zamítnout nulovou hypotézu o shodě středních hodnot těchto dvou souborů na hladině významnosti 5 % a je tedy možné přijmout hypotézu alternativní. Stejného výsledku by bylo dosaženo i v případě změny hladiny významnosti na 1% úroveň. Výsledek testování je takový, že čtvrteční výnosy byly prokazatelně nižší než ve zbývajících dnech, kdy se na burze obchodovalo.

### 5.3. Statistické testování efektu měsíce v roce

V následujících kapitolách bude testována přítomnost efektu měsíce v roce na sledovaných datech ve zvolených indexech, přičemž postup testování je obdobný jako bylo nastíněno.

<sup>24</sup> Left-sided t-test for Čtvrtek – non Čtvrtek Samples

### 5.3.1.NASDAQ Composite

Tabulka 13: Výsledky testování efektu měsíce v roce NASDAQ Composite Indexu<sup>25</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota F-testu <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota t-testu <sup>(5)</sup>
Leden – non Ledem <sup>(6)</sup>	1.019	0.832	0.371	0.711
Únor – non Únor <sup>(7)</sup>	0.857	0.166	1.270	0.204
Březen – non Březen <sup>(8)</sup>	0.691	0.000 ***	0.485	0.628
Duben – non Duben <sup>(9)</sup>	0.743	0.006 *	-0.085	0.932
Květen – non Květen <sup>(10)</sup>	0.984	0.899	-1.116	0.265
Červen – non Červen <sup>(11)</sup>	1.130	0.210	-0.748	0.455
Červenec – non Červenec <sup>(12)</sup>	0.643	0.000 ***	1.356	0.176
Srpen – non Srpen <sup>(13)</sup>	1.864	0.000 ***	-0.974	0.331
Září – non Září <sup>(14)</sup>	0.926	0.480	-0.163	0.871
Říjen – non Říjen <sup>(15)</sup>	1.254	0.018 *	0.697	0.486
Listopad – non Listopad <sup>(16)</sup>	0.992	0.958	0.311	0.756
Prosinec – non Prosinec <sup>(17)</sup>	0.948	0.622	-0.753	0.452

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> t-test p-value, <sup>(6)</sup> January vs. Non January, <sup>(7)</sup> February vs. Non February, <sup>(8)</sup> March vs. Non March, <sup>(9)</sup> April vs. Non April, <sup>(10)</sup> May vs. Non May, <sup>(11)</sup> June vs. Non June, <sup>(12)</sup> July vs. Non July, <sup>(13)</sup> August vs. Non August, <sup>(14)</sup> September vs. Non September, <sup>(15)</sup> October vs. Non October, <sup>(16)</sup> November vs. Non November, <sup>(17)</sup> December vs. Non December

Výsledky testování shody rozptylů vedou k zamítnutí nulové hypotézy o jejich shodě u celkem pěti případech. V těchto případech bude použita Welchova modifikace t-testu, zatímco u zbývajících bude použit t-test za předpokladu shody rozptylů. Z výsledků testování je zřejmé, že ani v jenom případě nedochází k zamítnutí nulové hypotézy, jelikož 5% hladina významnosti je ve všech případech nižší než zjištěná

<sup>25</sup> NASDAQ C. Index – The Results of Statistical Testing of the Month of the Year Effect

p-value. Nelze tedy potvrdit, že by jakýkoliv z měsíců vykazoval odlišné míry výnosnosti než měsíce ostatní.

### 5.3.2.Euronext 100

Tabulka 14: Výsledky testování efektu měsíce v roce Euronext 100 Indexu<sup>26</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota F-testu <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota t-testu <sup>(5)</sup>
Leden – non Ledem <sup>(6)</sup>	0.863	0.162	0.552	0.581
Únor – non Únor <sup>(7)</sup>	0.873	0.211	1.059	0.290
Březen – non Březen <sup>(8)</sup>	0.659	0.000 ***	0.743	0.458
Duben – non Duben <sup>(9)</sup>	0.876	0.226	0.411	0.681
Květen – non Květen <sup>(10)</sup>	1.184	0.082 .	-1.371	0.170
Červen – non Červen <sup>(11)</sup>	1.296	0.007 **	-0.927	0.355
Červenec – non Červenec <sup>(12)</sup>	0.812	0.045 *	1.071	0.285
Srpen – non Srpen <sup>(13)</sup>	1.507	0.000 ***	-1.504	0.134
Září – non Září <sup>(14)</sup>	1.260	0.017 *	0.141	0.888
Říjen – non Říjen <sup>(15)</sup>	0.980	0.865	0.815	0.415
Listopad – non Listopad <sup>(16)</sup>	0.812	0.048 *	-0.286	0.775
Prosinec – non Prosinec <sup>(17)</sup>	0.919	0.438	-0.107	0.914

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> t-test p-value, <sup>(6)</sup> January vs. Non January, <sup>(7)</sup> February vs. Non February, <sup>(8)</sup> March vs. Non March, <sup>(9)</sup> April vs. Non April, <sup>(10)</sup> May vs. Non May, <sup>(11)</sup> June vs. Non June, <sup>(12)</sup> July vs. Non July, <sup>(13)</sup> August vs. Non August, <sup>(14)</sup> September vs. Non September, <sup>(15)</sup> October vs. Non October, <sup>(16)</sup> November vs. Non November, <sup>(17)</sup> December vs. Non December

Aplikací příslušných t-testů, určených na základě testování shody rozptylů, bylo zjištěno, že žádný měsíc nevykazuje abnormální výnosnost oproti měsícům zbývajícím.

<sup>26</sup> Euronext 100 Index – The Results of Statistical Testing of the Month of the Year Effect

Tohoto závěru bylo dosaženo opět na základě výše uvedeného pravidla, a to porovnáním 5% hladiny významnosti a p-value t-testu.

### 5.3.3.SSE Composite

Tabulka 15: Výsledky testování efektu měsíce v roce SSE Composite Indexu<sup>27</sup>

Testované soubory <sup>(1)</sup>	F test. statistika <sup>(2)</sup>	p-hodnota F-testu <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota t-testu <sup>(5)</sup>
Leden – non Ledem <sup>(6)</sup>	1.658	0.000 ***	-0.881	0.379
Únor – non Únor <sup>(7)</sup>	1.046	0.671	1.363	0.173
Březen – non Březen <sup>(8)</sup>	0.758	0.008 **	0.846	0.398
Duben – non Dubem <sup>(9)</sup>	0.647	0.000 ***	0.298	0.766
Květen – non Květen <sup>(10)</sup>	1.058	0.560	-0.766	0.444
Červen – non Červen <sup>(11)</sup>	1.256	0.023 *	-1.864	0.064 .
Červenec – non Červenec <sup>(12)</sup>	1.264	0.015 *	-0.073	0.942
Srpen – non Srpen <sup>(13)</sup>	1.281	0.009 **	-0.718	0.473
Září – non Září <sup>(14)</sup>	0.701	0.001 ***	0.054	0.957
Říjen – non Říjen <sup>(15)</sup>	0.830	0.113	1.391	0.165
Listopad – non Listopad <sup>(16)</sup>	0.722	0.002 **	0.052	0.959
Prosinec – non Prosinec <sup>(17)</sup>	0.843	0.105	1.127	0.260

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Tested samples, <sup>(2)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(3)</sup> F-test p-value, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> t-test p-value, <sup>(6)</sup> January vs. Non January, <sup>(7)</sup> February vs. Non February, <sup>(8)</sup> March vs. Non March, <sup>(9)</sup> April vs. Non April, <sup>(10)</sup> May vs. Non May, <sup>(11)</sup> June vs. Non June, <sup>(12)</sup> July vs. Non July, <sup>(13)</sup> August vs. Non August, <sup>(14)</sup> September vs. Non September, <sup>(15)</sup> October vs. Non October, <sup>(16)</sup> November vs. Non November, <sup>(17)</sup> December vs. Non December

V případě čínského indexu SSE Composite bylo nutné použít modifikovaný t-test pro soubory s neshodnými rozptyly v celkem osmi případech. T-testováním bylo zjištěno, že výnos ani jednoho z měsíců není statisticky významný oproti ostatním na zvolené

<sup>27</sup> SSE C. Index – The Results of Statistical Testing of the Month of the Year Effect

hladině významnosti 5 %. Ovšem oproti ostatním případům je zde případ *Červen – non Červen*, jehož p-hodnota t-testu je 6,4 %. U tohoto případu by došlo k zamítnutí nulové hypotézy, pokud by byla hladina významnosti posunuta na hodnotu alespoň 6,4 %. V takovém případě by bylo na místě testování, zda-li je výnos v tomto měsíci vyšší či nižší. Po provedení jednostranného testování je možné dojít k závěru, že měsíc *Červen* vykazuje nižší výnosnost ve srovnání se zbývajícími měsíci dohromady.

## 5.4. Testování efektu dne v týdnu regresním modelem

V následujících kapitolách bude opět testován efekt dne v týdnu, ale tentokrát bude tento efekt testován jiným přístupem. U každého z testovaných indexů bude použita rovnice č. 9. Vzniklý regresní model bude případně na základě testování předpokladů lineární regrese upraven.

### 5.4.1. NASDAQ Composite

#### Testování stacionarity řady denních výnosů

Použitím KPSS testu u tohoto indexu byly zjištěny tyto hodnoty:

Tabulka 16: Výsledky testování stacionarity dat NASDAQ Composite Indexu<sup>28</sup>

KPSS testová statistika <sup>(1)</sup>	p-hodnota KPSS testu <sup>(2)</sup>
0.02357	0.1

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> KPSS Test Statistic, <sup>(2)</sup> KPSS-test p-value

Na základě srovnání hladiny významnosti s p-value dochází k nezamítnutí nulové hypotézy, jelikož uvedená p-value je vyšší než určená 5% hladina významnosti. Z důvodu nezamítnutí nulové hypotézy bude časová řada výnosů považována za stacionární.

<sup>28</sup> NASDAQ C. Index – Testing for Stationarity in Time Serie



## Výsledky regresního modelu

Tabulka 17: Hodnoty původního regresního modelu pro efekt dne v týdnu u NASDAQ Composite Indexu<sup>29</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
Pondělí <sup>(6)</sup>	0.0001049	0.0004956	0.212	0.8323
Úterý <sup>(7)</sup>	0.0009917	0.0004744	2.090	0.0367 *
Středa <sup>(8)</sup>	0.0008330	0.0004744	1.756	0.0792 .
Čtvrtek <sup>(9)</sup>	0.0004620	0.0004781	0.966	0.3341
Pátek <sup>(10)</sup>	0.0002931	0.0004786	0.612	0.5403

Residual standard error: 0.01077 on 2510 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.003496, Adjusted R-squared: 0.001511

F-statistic: 1.761 on 5 and 2510 DF, p-value: 0.1175

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudiu

<sup>(1)</sup> Day, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> Monday, <sup>(7)</sup> Tuesday, <sup>(8)</sup> Wednesday, <sup>(9)</sup> Thursday, <sup>(10)</sup> Friday

Z logiky cíle samotné práce vyplývá, že účelem tohoto modelu není předpovídat denní výnosy, nýbrž zjistit, zda-li se nějaký z obchodních dnů svým výnosem významně odlišuje od ostatních. O nevhodnosti tohoto modelu pro účely předvídání hovoří jak výsledný koeficient determinace modelu, tak p-value F-testu na vhodnost modelu. Pokud ale toto není cíl tohoto testování, nemusí těmto hodnotám věnována přílišná pozornost. Pokud by bylo cílem předpovídat denní výnosy, bylo by nutné namísto proměnných *Pondělí* až *Pátek* zařadit faktory fundamentální, které rozhodně ve vyšší míře ovlivňují výkonnost akciových titulů.

---

<sup>29</sup> NASDAQ C. Index – The Characteristics of the Original Regression Model for Testing the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

## Testování autokorelace a homoskedasticity reziduí

Tabulka 18: Výsledky testování autokorelace a homoskedasticity reziduí u původního modelu pro efekt dne v týdnu u NASDAQ Composite Indexu<sup>30</sup>

Testování autokorelace <sup>(1)</sup>			Testování homoskedasticity <sup>(2)</sup>	
Autokorelace <sup>(3)</sup>	Testová statistika DW <sup>(4)</sup>	p-hodnota DW testu <sup>(5)</sup>	Testová statistika BP <sup>(6)</sup>	p-hodnota BP testu <sup>(7)</sup>
-0.026	2.051	0.214	0.675	0.954

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Testing for autocorrelation, <sup>(2)</sup> Testing for homoscedasticity, <sup>(3)</sup> Autocorrelation,

<sup>(4)</sup> Durbin-Watson test statistic, <sup>(5)</sup> Breusch-Pagan test statistic

Vypočtená hodnota DW testové statistiky a p-hodnota tohoto testu se vztahují k modelu uvedenému na předchozí straně. Vypočtené hodnoty vedou k závěru, že autokorelace prvního řádu se ve zvoleném modelu mezi rezidui nevyskytuje. Stejných závěrů bylo dosaženo i BP testem na přítomnost homoskedasticity u reziduí. Na zvolené 5% hladině významnosti  $\alpha$  není tedy prokázáno, že se v modelu nachází heteroskedasticita či autokorelace.

### Upravený regresní model

Jelikož nebylo nutné model nikterak upravovat, bylo možné přistoupit k metodě sekvenční eliminace, která je blíže specifikována v kapitole 5.5. Postupným vyřazováním regresních členů vznikaly nové modely, u kterých bylo rovněž nutné testovat předpoklady autokorelace a homoskedasticity. V případě nutnosti byl tedy nový model vždy upraven tak, aby splňoval předpoklady lineární regrese. Postupným vyřazováním regresních členů a postupnými úpravami vznikl model, jehož charakteristiky jsou uvedené v následující tabulce č. 19.

---

<sup>30</sup> NASDAQ C. Index – Testing for Autocorrelation and Homoscedasticity of the Original Regression Model for Testing the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

Tabulka 19: Upravený regresní model pro efekt dne v týdnu u NASDAQ Composite Index<sup>31</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
Úterý <sup>(6)</sup>	0.0009917	0.0004743	2.091	0.0366 *
Středa <sup>(7)</sup>	0.0008330	0.0004743	1.756	0.0791 .

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Day, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> Tuesday, <sup>(7)</sup> Wednesday

Na základě dosažených výsledků je možné si všimnout, že pouze proměnná *Úterý* vykazuje p-value nižší než zvolená hladina významnosti, tedy 5 %. Po vypuštění proměnné *Středa* z modelu se odhad regresního členu téměř nezmění, což lze vidět z následující tabulky.

Tabulka 20: Konečná podoba modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt dne v týdnu<sup>32</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
Úterý <sup>(6)</sup>	0.0009917	0.0004745	2.09	0.0367 *

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Day, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> Tuesday

Tento nově vzniklý model, který vyjadřuje závislost denních výnosů pouze na proměnné *Úterý*, byl následně porovnán s původním modelem metodou analýzy rozptylu. Výsledek srovnání dvou modelů, přičemž srovnávané modely jsou modely uvedené v tabulkách č. 17 a č. 20, jsou:

<sup>31</sup> NASDAQ C. Index – The Characteristics of the Modified Regression Model for the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

<sup>32</sup> NASDAQ C. Index – The Final Version of the Regression Model for the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

Tabulka 21: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt dne v týdnu<sup>33</sup>

Testová statistika $F^{(1)}$	p-hodnota <sup>(2)</sup>
1.1091	0.3504

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Jelikož výsledná p-value je zhruba 35 %, je na 5% hladině významnosti možné dospět k závěru, že nulovou hypotézu o nulovosti koeficientů nelze zamítnout. P-hodnota tohoto testu by byla jistě mnohem vyšší, kdyby do výsledného modelu byla zahrnuta i *Středa*, nicméně pro sekvenční eliminaci byla zvolena hladina významnosti 5 %. Na základě výsledků testu lze tedy předpokládat, že testované koeficienty  $\beta_2$  lze z modelu vypustit. Výsledkem testování je tedy závěr, že pokud budou data tohoto indexu testována jako celek, v *Úterý* byl zjištěn statisticky významný výnos oproti ostatním obchodním dnům. Nyní dojde ke srovnání střední hodnoty míry výnosnosti  $r_t$  s odhadovanou hodnotou významného parametru *Úterý*. Jelikož průměrná hodnota proměnné  $r_t$  činí 0.0005454 lze tvrdit, že v *Úterý* byly během zkoumaného období zjištěny nadprůměrné výnosnosti.

### Rozdělení časové řady výnosů na kratší úseky

Časová řada zavíracích cen tohoto indexu vykazuje dlouhodobě rostoucí trend. Nicméně pro důkladnější analýzu z důvodů uvedených v kapitole 5.5.3 bude stacionarizovaná časová řada rozdělena na kratší časové úseky. Počty pozorování v každém úseku jsou:

- $O_1$  – 397 (od 4.1.2010 do 29.7.2011)
- $O_2$  – 99 (od 1.8.2011 do 19.12.2011)
- $O_3$  – 1538 (od 20.12.2011 do 31.1.2018)
- $O_4$  – 481 (od 1.2.2018 do 30.12.2019)

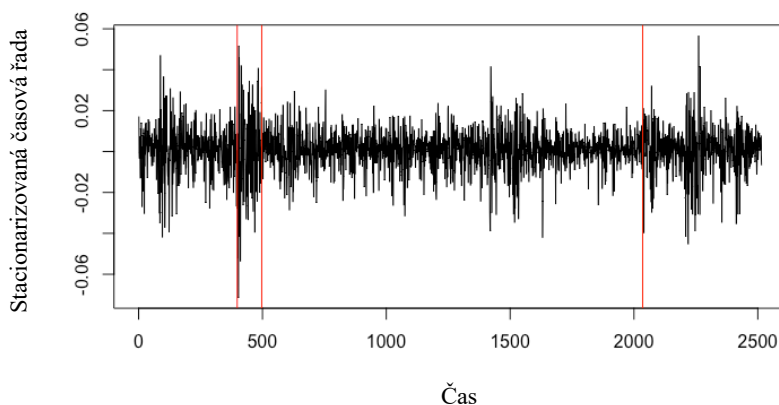
První úsek je ohraničen počátkem zkoumání a situací nazývanou na trzích jako Černé pondělí roku 2011, kdy se kreditní rating USA poprvé v historii snížil. Následných 99 dní

---

<sup>33</sup> NASDAQ C. Index– Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

je období, kdy trhy byly v důsledku této situace vysoce volatilními, a tudíž tvoří období 2. Následující období znázorňuje relativně dlouhé a klidné období z hlediska volatility. Poslední období O4 je ovlivněno zejména počátkem obchodní války mezi USA a Čínou a splasknutím kryptoměnové spekulativní bubliny v roce 2018. Takto rozdělená časová řada poté vypadá následovně:

Obrázek 5: Stacionarizovaná časová řada NASDAQ Indexu rozdělená na kratší úseky<sup>34</sup>



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

### Upravený regresní model

Po rozdělení časové řady bude nově vzniklým modelem model uvedený v rámci práce jako rovnice č. 11. Na základě vytvoření regresního modelu a jeho následného upravení bude možné opět přistoupit k metodě sekvenční eliminace.

Tabulka 22: Regresní model pro kratší časové úseky u NASDAQ Composite Indexu – efekt dne v týdnu<sup>35</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
O3_Úterý <sup>(6)</sup>	0.00113408	0.00048446	2.3409	0.01931 *
O3_Středa <sup>(7)</sup>	0.00083763	0.00049902	1.6786	0.09336 .

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Day, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> O3\_Tuesday, <sup>(7)</sup> O3\_Wednesday

<sup>34</sup> Divided Stationary Time Serie into Shorter Sections

<sup>35</sup> NASDAQ C. Index – The Regression Model after the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Divided Stationary Time Serie

Z výsledků testování na přítomnost autokorelace u reziduálních složek vyplývá, že není dostatek důkazů pro to, aby mohla být nulová hypotéza o jejich vzájemné korelaci zamítnuta. Z použití Breusch-Paganova testu vyplývá, že nulovou hypotézu o homoskedasticitě reziduálních složek lze na 5% hladině zamítnout. Pro získání nezkráslených výsledků bylo tedy nutné upravit model pomocí HC1 estimátoru. Postupným vyřazováním regresních členů bylo zjištěno, že na 5% hladině významnosti je významná pouze proměnná *O3\_Úterý*. V případě 10 % hladiny významnosti by bylo možné hovořit i o proměnné *O3\_Středa*. Nicméně po vypuštění i proměnné *O3\_Středa* se hodnoty proměnné *O3\_Úterý* příliš nezměnily. Konkrétně odhad parametru činí 0.00113408 s p-value 0.01929.

Po sekvenční eliminaci byla ověřena správnost vyřazení koeficientů pomocí ANOVy. Tímto testováním byl zjištěn výsledek, zda-li je možné nevýznamné regresní členy skutečně považovat za rovné nule či nikoliv.

Tabulka 23: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro kratší časové úseky NASDAQ Composite Indexu – efekt dne v týdnu<sup>36</sup>

Testová statistika F <sup>(1)</sup>	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.728	0.793

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Na základě srovnání p-hodnoty s 5% hladinou významnosti lze tvrdit, že regresní členy vynechané z modelu je možné s 95% přesností považovat skutečně za rovné nule. Po provedení srovnání průměrného výnosu s výnosem v období *O3\_Úterý* lze předpokládat, že v rámci druhého období byly úterní výnosy vyšší než výnosy zbývajících dnů v ostatních obdobích. Důležité je také zmínit, že období, ze kterého jediná významná proměnná pochází je nejdelší období *O3*. Během tohoto období se na americkém trhu neudálo příliš významných událostí, tudíž zde byla větší šance na výskyt anomálie. Během období *O2*, kdy se trh výrazně propadl, byl předpoklad

<sup>36</sup> NASDAQ C. Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Divided Stationary Time Serie

takový, že velká variabilita ve výnosnostech jednotlivých dnů vzájemně vyruší. Tento předpoklad byl tímto testováním potvrzen.

## 5.4.2.Euronext 100

### Upravený regresní model

Stejně jako v případě NASDAQ Composite Indexu bylo i zde nejdříve nutné ověřit předpoklad stacionarity dat. Po provedení tohoto testování nebylo možné zamítnout nulovou hypotézu na zvolené hladině významnosti, v důsledku čehož bude časová řada výnosů považována za stacionární. Následně byl tedy vytvořen model, u něhož bylo provedeno testování na přítomnost autokorelace a homoskedasticity. Jelikož ani v tomto případě nebylo na základě získaných výsledků nutné původní model nijak upravovat, dojde k uplatnění stejného postupu jako u předchozího indexu. Dalším krokem tedy bude postupné vyřazování statisticky nevýznamných členů a ověřování předpokladů u nových modelů. Aplikováním tohoto postupu nedošlo k odhalení žádného významného regresního členu. Lze tedy dojít k závěru, že žádný z dnů nevykazoval odlišnou výnosnost od ostatních dnů.

Srovnáním dvou modelů, tedy modifikovaného původního a nového modelu pouze s konstantou, byly naměřeny tyto hodnoty:

Tabulka 24: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro Euronext 100 Index – efekt dne v týdnu<sup>37</sup>

Testová statistika $F^{(1)}$	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.834	0.525

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudiu

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Výsledkem testování na 5% hladině významnosti je, že žádný z dnů nevykazoval výrazně odlišné výnosy než byl průměr zkoumaných dat.

---

<sup>37</sup> Euronext 100 Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

## Rozdělení časové řady výnosů na kratší úseky

Nyní stejně jako v předchozím případě dojde k rozdělení stacionarizované časové řady výnosů. Nově vzniklá dílčí období s počty dat jsou:

- $O_1$  – 501 (od 4.1.2010 do 13.12.2011)
- $O_2$  – 892 (od 14.12.2011 do 18.6.2015)
- $O_3$  – 272 (od 19.6.2015 do 11.7.2016)
- $O_4$  – 887 (od 12.7.2016 do 30.12.2019)

Průběh období  $O1$  byl determinován zejména strachem o solventnost Španělska a Itálie a počátkem finanční krize Řecka. Po relativně klidném období (období  $O2$ ) lze poté v letech mezi 2015 a 2016 pozorovat zvýšenou volatilitu indexu. Toto období je označené jako  $O3$ . zvýšená volatilita indexu během tohoto období byla způsobena nejprve eskalující finanční krizí Řecka, která byla následně doplněna referendem o Brexitu. Poslední období  $O4$  lze již považovat za relativně klidné.

## Upravený regresní model

Postup u tohoto indexu bude opět analogický jako v případě indexu předcházejícího. Postupným vyřazováním regresních členů a testováním předpokladů nezávislosti a homoskedasticity u nově vzniklých modelů vznikl model, který vypadá následovně:

Tabulka 25: Regresní model pro kratší časové úseky u Euronext 100 Indexu – efekt dne v týdnu<sup>38</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
$O2\_Čtvrtek$ <sup>(6)</sup>	0.0014729	0.00073368	2.0077	0.04478 *

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Day, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup>  $O2\_Thursday$

Výsledky sekvenční eliminace hovoří o významnosti regresního členu  $O2\_Čtvrtek$  na hladině alfa = 5 %. Na základě srovnání průměrné hodnoty výnosnosti a odhadované hodnoty parametru  $O2\_Čtvrtek$  lze považovat výnosnost v tomto dni v tomto období za

<sup>38</sup> Euronext 100 Index – The Regression Model after the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Divided Stationary Time Serie



nadprůměrnou. Závěrečné srovnání dvou modelů proběhne mezi tedy modelem se všemi dummy proměnnými a modelem obsahujícím pouze proměnnou *O2\_Čtvrtek*.

*Tabulka 26: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro kratší časové úseky Euronext 100 Indexu – efekt dne v týdnu<sup>39</sup>*

Testová statistika F <sup>(1)</sup>	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.689	0.833

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> *F-test Test Statistic*, <sup>(2)</sup> p-value

Výsledná p-value testování poukazuje na skutečnost, že z modelu lze skutečně vyřadit proměnné kromě *O2\_Čtvrtek*. Stejně jako u předchozího indexu se jedná o delší období vykazující nižší volatilitu, čímž opět došlo k potvrzení výše uvedeného předpokladu.

### 5.4.3.SSE Composite

#### Upravený regresní model

Stejně jako u předcházejících indexů byla i zde nejdříve otestována hypotéza o stacionaritě dat. Na hladině alfa = 5 % nebylo možné zamítnout  $H_0$  KPSS testu a lze tedy řadu považovat za stacionární. Po vytvoření původního modelu a jeho následném otestování byla zjištěna přítomnost heteroskedasticity. Po získání regresních koeficientů odolných vůči heteroskedasticitě došlo k porovnávání p-hodnoty jednotlivých členů s hladinou významnosti alfa. Na základě tohoto srovnávání byly postupně vyřazovány ty koeficienty, jejichž p-hodnota je vyšší než 5 %, čímž vznikly modely nové. U těchto nově vzniklých modelů byly rovněž testovány předpoklady homoskedasticity a nezávislosti. Finální upravený model vzniklý po metodě sekvenční eliminace vypadá následovně:

---

<sup>39</sup> Euronext 100 Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Divided Stationary Time Serie

Tabulka 27: Regresní model pro SSE Composite Index – efekt dne v týdnu<sup>40</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
Čtvrtek <sup>(6)</sup>	-0.0016997	0.0006164	-2.757	0.00587 **

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Day, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> Thursday

Na základě tohoto srovnání je třeba věnovat pozornost proměnné *Čtvrtek*. Dle rozhodovacího pravidla je možné na hladině významnosti 5 % zamítnout  $H_0$  o nevýznamnosti parametru. Vysvětlující proměnná *Čtvrtek* má tedy významný vliv na vysvětlovanou proměnnou  $r_t$ . Výsledky srovnání odhadu tohoto parametru a průměrné výkonnosti indexu vedou k závěru, že výnos ve *Čtvrtek* byl prokazatelně nižší než v ostatních obchodních dnech.

Tato skutečnost byla ještě jednou ověřena srovnáním zredukovaného a upraveného původního modelu. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 28.

Tabulka 28: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro SSE Composite Index – efekt dne v týdnu<sup>41</sup>

Testová statistika F <sup>(1)</sup>	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.606	0.659

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Výsledná p-hodnota testu ukazuje na to, že proměnné *non Čtvrtek* lze skutečně považovat s 95% jistotou za rovné nule.

### Rozdělení časové řady výnosů na kratší úseky

I u tohoto indexu dojde k rozdělení stacionární časové řady na kratší úseky dle změn ve volatilitě. Nově vzniklá dílčí období s počty dat tedy jsou:

- $O_1$  – 1188 (od 4.1.2010 do 28.11.2014)

<sup>40</sup> SSE C. Index – The Regression Model for the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

<sup>41</sup> SSE C. Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

- $O_2$  – 323 (od 1.12.2014 do 29.3.2016)
- $O_3$  – 455 (od 30.3.2016 do 2.2.2018)
- $O_4$  – 460 (od 5.2.2018 do 30.12.2019)

První období  $OI$  končí koncem roku 2014, kdy kurzy čínského trhu začaly růst až na 150 % své původní hodnoty, což následně způsobilo splasknutí bubliny a velmi prudký pokles cen. Tato situace kolem spekulativní bubliny je označována jako turbulence čínského trhu a je představována obdobím  $O2$ . Období třetí představuje období, kdy se situace uklidnila, dokud v roce 2018 nezačala již zmíněná obchodní válka mezi USA a Čínou a nesplaskla spekulativní bublina kryptoměn.

### Upravený regresní model

Po rozdělení časové řady bylo nadále opět možné použít postup jako u předchozích indexů. Členy původního regresního modelu byly postupně redukovány metodou sekvenční eliminace, přičemž postupně docházelo k upravování na základě testování na přítomnost autokorelace a heteroskedasticity u reziduí.

Tabulka 29: Regresní model pro kratší časové úseky u SSE Composite Indexu – efekt dne v týdnu<sup>42</sup>

Den <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
O1_Čtvrtek <sup>(6)</sup>	-0.00215618	0.00070784	-3.0461	0.0023431 **
O1_Pátek <sup>(7)</sup>	0.00135929	0.00068309	1.9899	0.0467128 *
O3_Úterý <sup>(8)</sup>	0.00257711	0.00067220	3.8338	0.0001294 ***
O4_Středa <sup>(9)</sup>	-0.00208860	0.00086540	-2.4134	0.0158761 *

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Month, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> O1\_Thursday, <sup>(7)</sup> O1\_Friday, <sup>(8)</sup> O3\_Tuesday, <sup>(9)</sup> O4\_Wednesday

Hodnoty regresního modelu po sekvenční eliminaci ukazují na celkem 4 proměnné, které měly na hodnotu výnosnosti statisticky prokazatelný vliv. Dalším krokem analýzy je tedy opět srovnání dvou modelů, přičemž srovnávané modely jsou:

<sup>42</sup> SSE C. Index – The Regression Model after the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Divided Stationary Time Serie

- Model 1:  $O1\_Čtvrtek + O1\_Pátek + O3\_Úterý + O4\_Středa + \varepsilon_t$
- Model 2:  $O1\_Pondělí + O1\_Úterý + O1\_Středa + O1\_Čtvrtek + O1\_Pátek + O2\_Pondělí + O2\_Úterý + O2\_Středa + O2\_Čtvrtek + O2\_Pátek + O3\_Pondělí + O3\_Úterý + O3\_Středa + O3\_Čtvrtek + O3\_Pátek + O4\_Pondělí + O4\_Úterý + O4\_Středa + O4\_Čtvrtek + O4\_Pátek + \varepsilon_t$

Tabulka 30: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro kratší časové úseky SSE Composite Indexu – efekt dne v týdnu<sup>43</sup>

Testová statistika F <sup>(1)</sup>	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.467	0.963

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Závěrem testování je nezamítnutí nulové hypotézy u nevýznamných regresních členů a lze je tedy z modelu vypustit. Opět na základě srovnání průměrné hodnoty výnosnosti, která u tohoto indexu má zápornou hodnotu a činí -0.000031, vzejdou výsledky o výnosnostech v celkem 4 statisticky významných obdobích. Proměnné *O1\_Pátek* a *O3\_Úterý* vykazovaly na zkoumaném období nadprůměrné výkonnosti, zatímco období *O1\_Čtvrtek* a *O4\_Středa* byly co do výkonnosti podprůměrné. Stejně jako v předchozích případech i zde byly zjištěné dny z období vykazujících nižší volatilitu.

## 5.5. Testování efektu měsíce v roce regresním modelem

### 5.5.1. NASDAQ Composite

#### Upravený regresní model

Při analýze této anomálie bylo vycházeno z modelu, který je uveden jako rovnice č. 12. Postupným vyřazováním regresních členů a úpravami modelu na základě testování předpokladů bylo dosaženo konečného modelu.

<sup>43</sup> SSE C. Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Day of the Week Effect on a Divided Stationary Time Serie

Tabulka 31: Regresní model pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce<sup>44</sup>

Měsíc <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
Únor <sup>(4)</sup>	0.00149356	0.00072142	2.0703	0.03853 *
Červenec <sup>(5)</sup>	0.00134624	0.00060206	2.2361	0.02543 *

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Month, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> February, <sup>(7)</sup> July

Jelikož sekvenční eliminací byly odhaleny dva významné regresory, s 95 % spolehlivostí lze tvrdit, že právě tyto dva regresory se výrazně podepsaly na výnosech tohoto indexu během zkoumaného období. Co se týče výnosů, naměřené výsledky hovoří o tom, že Únor a Červenec vykazovaly nadprůměrný výnos ve srovnání s průměrnou hodnotou výkonnosti indexu.

Tabulka 32: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce<sup>45</sup>

Testová statistika F <sup>(1)</sup>	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.680	0.744

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

P-hodnota na úrovni 74,4 % hovoří o tom, že vynechané regresory lze s 5% chybou z modelu skutečně vyloučit.

## 5.5.2.Euronext 100

### Upravený regresní model

Postupným vyřazováním regresních členů bylo zjištěno, že žádný z měsíců nevykazuje statisticky významný rozdíl ve výnosnosti oproti průměrné výnosnosti.

<sup>44</sup> NASDAQ C. Index – The Regression Model for the Month of the Year Effect on a Stationary Time Series as a Whole

<sup>45</sup> NASDAQ C. Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Month of the Year Effect on a Stationary Time Series as a Whole

Tabulka 33: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce<sup>46</sup>

Testová statistika F <sup>(1)</sup>	p-hodnota <sup>(2)</sup>
0.817	0.628

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Pro srovnání byl vybrán model původní z rovnice č. 12 a model obsahující pouze konstantu. Výsledky testování hovoří o tom, že s 95% spolehlivostí lze považovat regresní koeficienty za rovné nule.

### 5.5.3.SSE Composite

#### Výsledky upraveného regresního modelu

Tabulka 34: Regresní model pro SSE Composite Index – efekt měsíce v roce<sup>47</sup>

Měsíc <sup>(1)</sup>	Odhad <sup>(2)</sup>	Sm. odch <sup>(3)</sup>	t test. statistika <sup>(4)</sup>	p-hodnota <sup>(5)</sup>
Červen <sup>(4)</sup>	-0.001930	0.000967	-1.996	0.0461 *

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> Month, <sup>(2)</sup> Estimate, <sup>(3)</sup> Std. Error, <sup>(4)</sup> t-test Test Statistic, <sup>(5)</sup> p-value, <sup>(6)</sup> June

Sekvenční eliminací bylo zjištěno, že s 95% přesností lze prokazatelně měsíc *Červen* považovat za hlavní determinant na výnosnost indexu. Ze srovnání s průměrnou hodnotou výnosnosti indexu vyplývá, že tento měsíc vykazoval prokazatelně podprůměrnou míru výnosnosti.

<sup>46</sup> Euronext 100 Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Month of the Year Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

<sup>47</sup> SSE C. Index – The Regression Model for the Month of the Year Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

Tabulka 35: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce<sup>48</sup>

<b>Testová statistika F<sup>(1)</sup></b>	<b>p-hodnota<sup>(2)</sup></b>
0.671	0.767

Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

<sup>(1)</sup> F-test Test Statistic, <sup>(2)</sup> p-value

Nezamítnutím nulové hypotézy o nulovosti koeficientů je na hladině alfa 5 % předpokládáno, že ostatní měsíce lze považovat za rovné nule.

---

<sup>48</sup> SSE C. Index – Testing for Significance of the Sequential Elimination of the Model for Testing the Month of the Year Effect on a Stationary Time Serie as a Whole

## Diskuse

Obecně lze na základě naměřených výsledků tvrdit, že index s největším počtem zjištěných anomálií je šanghajský SSE Composite Index. Otázkou je, jakou měrou se do výsledků projevila situace z let 2015 a 2016, kdy se na čínských kapitálových trzích objevila spekulativní bublina. Dalšími faktory, které mohou hrát v neprospěch tohoto indexu je rozhodně i územní diverzifikace společností. Jak americký NASDAQ, tak i evropský Euronext v sobě zahrnují společnosti z různých zemí, čímž dochází k lepšímu rozdělení rizika a ke smazání vlivů hospodářských cyklů jednotlivých zemí. Rozhodně ani Euronext není perfektně diverzifikován, jelikož cílem evropských zemí je vytvořit jednotný trh, nicméně ve srovnání s čínským indexem vykazuje vyšší známky územní diverzifikace. Dalším možným důvodem může být celkový vliv totalitního režimu, který se vyznačuje např. vyšší státní regulací nebo horší informovaností běžných občanů. Důvodem může být například výše zdanění. Je známo, že výše příjmových daní v Číně je na nízké úrovni. Z tohoto důvodu subjektům zůstává více peněz, ovšem stát peníze do své pokladny získává prostřednictvím vyšších ostatních daní. Na rozdíl od USA nebo Evropy, kde se subjekty ke konci roku snaží snížit základ daně, což bývá uváděno jako jeden z důvodů výskytu lednového efektu.

Důvodem pro neodhalení anomálií může být časový posun obchodování mezi jednotlivými burzami. Jako příklad lze uvést příklad evropského a amerického indexu. Kvůli existenci časového zpoždění je možné, že investoři nasbírají koncem týdne informace o vývoji významnějších indexů, a následně jsou již na možné situace připraveni. Důvodem mohou být i společnosti obsažené v indexech. Evropský Euronext 100 je složen pouze ze 100 nejlikvidnějších společností, zatímco zbývající zkoumané indexy zahrnují společnosti všech velikostí. Rozdíly mezi indexy lze tedy spatřit i v jejich složení. Z vybraných indexů je dle mého názoru NASDAQ Composite Index nejbližší definici efektivního trhu. Tento index se vyznačuje vysokou likviditou, značnou diverzifikací a dostatkem informací. Nicméně i tento index má svoje negativa, kterým může být např. nadpoloviční zastoupení technologických firem. V tomto ohledu jsou zbývající indexy lépe diverzifikované.

Předmětem diskuse mohou zajisté být i použité metody v této práci. Zaprvé je nutné zmínit statistické testování. Toto testování bylo prováděno pouze na časových řadách uvažovaných jako celek. Z tohoto důvodu je možné, že došlo k odhalení pouze malého



počtu dnů či měsíců při použití této metody. Domněnka vychází z výsledků použití regresního modelu. Při použití této metody byl odhalen jen malý počet dnů a měsíců, jestliže byla časová řada zkoumána jako celek. Při důkladnější analýze a rozdělení časové řady na dílčí úseky již nedocházelo ke smazávání rozdílů a byl odhalen větší počet statisticky významných dnů a měsíců. Pokud by tedy bylo statistické testování provedeno i na kratších úsecích, bylo by zřejmě možné najít vyšší počet efektů i tímto postupem. Co se ekonometrického modelu týče, rozdílných výsledků by mohlo být dosaženo při použití sofistikovanějších testů, jakým může být např. Ljung-Box test na hledání autokorelací vyšších řádů. Jelikož se jedná o sezónní data, je možné, že data budou provázána jinou autokorelací než testovanou autokorelací prvního řádu.

V této práci byly pro analýzu zvoleny indexy, které lépe reflektují situace na trhu. Ovšem dle mnoha autorů, jako příklad mohou posloužit studie D. Keima (1983) nebo M. Al-Khazali (2001), se anomálie vyskytují především u firem s nižší tržní kapitalizací. Proto by rovněž mohlo být zajímavé provést empirické testování na datech jednotlivých menších firem, na kterých by se anomálie možná lépe projevil. Takový postup zvolil např. P. Aleš (2021) ve své diplomové práci rovněž se věnující časovým anomáliím. Autor pro své poznání zkoumal celkem 5 společností pocházející z americké burzy NASDAQ. Nejedná se sice o firmy s nízkou tržní kapitalizací, nicméně ve srovnání s celým NASDAQ Composite Indexem jde o nižší objem. Jeho zkoumání odhalilo lednový efekt u všech firem, ale pouze v roce 2018. Tuto skutečnost přikládá spíše nějakým fundamentálním vlivům než časové anomálii. V této práci lednový efekt nebyl prokázán ani na jednom z testovaných trhů, čímž lze podpořit tvrzení B. Malkiela (2003), který tvrdí, že anomálie po svém odhalení postupně vymizí.

Výsledky studie M. Gibbonse a P. Hesse (1981) hovořící o výskytu pondělního efektu na amerických trzích nebyly touto prací s jistotou 95 % potvrzeny ani na jednom ze zkoumaných trhů. Tito dva autoři zvolili ke zkoumání efektu dne v týdnu stejný „dummy“ model, který byl použit v této práci. Rozdílem je testovaný index, kdy M. Gibbons a P. Hesse zkoumali tento efekt na americkém S&P 500 Indexu. V této diplomové práci nedošlo k potvrzení ani studie D. Rystroma a E. Bensona (1989), kteří naopak tvrdí, že výnosy v pátek jsou nadprůměrné, a to zejména kvůli dobré náladě lidí před víkendem. Tento efekt nebyl rovněž potvrzen ani u jednoho z testovaných indexů.

## Závěr

Hlavní cíl práce je zaměřen na analýzu zvolených kalendářních anomálií, které se vyskytují celosvětově na finančních trzích. Pro empirické testování efektu dne v týdnu a efektu měsíce v roce byly vybrány celkem tři světové indexy z období mezi 1.1.2010 a 31.12.2019.

První zvolenou metodou pro empirické testování byla metoda nepárového statistického testování. K testování o shodě středních hodnot dvou výběrů byl použit Studentův t-test nebo jeho modifikace v případě neshody rozptylů. Druhou zvolenou metodou bylo testování pomocí ekonometrického modelu. Na upravených datech byl vždy nejdříve vytvořen model, který byl následně na základě ověření předpokladů lineární regrese upravován do podoby, ze které bylo možné čerpat výsledky.

Nejznámější anomálií patřící do skupiny efektů dne v týdnu je pondělní efekt, kdy v pondělí by výnosy měly být nižší než ve zbývajících obchodních dnech. Tento efekt byl odhalen pouze u indexu Euronext 100 na hladině alfa = 10 %, a to metodou statistického testování. U zbývajících dvou indexů nebyl tento efekt pozorován. V případě SSE Composite Indexu byl oběma metodami zjištěn efekt jiného dne v týdnu, a to efekt podprůměrných čtvrtěčních výnosů. Po rozdělení dat na kratší úseky nelze s jistotou označit jeden den, který by se svou výkonností pravidelně výrazně odlišoval od ostatních obchodních dnů.

Druhou zkoumanou kalendářní anomálií byl efekt měsíce v roce. Mezi nejznámější anomálii tohoto efektu lze považovat efekt lednový, kdy by výnosy měly být prokazatelně vyšší než výnosy ve zbývajících měsících. Tento efekt nebyl použitými metodami prokázán ani u jednoho z akciových indexů. Měsíc, jehož výnosy byly oběma metodami prokázány jako významné, byl u šanghajského indexu měsíc červen. Tento měsíc vykazuje dlouhodobě podprůměrné výsledky oproti ostatním měsícům. Obecně získané výsledky vedou k závěru, že ani v případě tohoto efektu nelze s jistotou říci, který měsíc dosahuje pravidelně statisticky odlišných výnosů od ostatních.

Z rozdělených časových řady na kratší úseky vyplývají výsledky, že anomálie je pravděpodobnější najít v těch obdobích, které nevykazují vysokou míru volatility. Po tomto rozdělení časové řady byl odhalen vyšší počet dnů, které vykazovaly statisticky odlišné výnosy od průměrné hodnoty. Na delším časovém úseku tedy dochází

ke smazávání rozdílů v abnormálních výnosnostech. Lze tedy usuzovat, že na málo volatilních trzích bude výskyt anomálií pravděpodobnější.

Z dosažených výsledků lze téměř s jistotou říci, že nejznámější druhy anomálií z trhu postupně mizí. Nicméně na datech byly zjištěny dny či měsíce, jejichž výnosy byly statisticky významné, což odporuje teorii efektivních trhů. Za nejefektivnější index lze označit evropský Euronext 100 Index, který vykazoval nejmenší počet významných dnů. V budoucnu bude zcela zajímavé sledovat, zda-li známé druhy anomálií zcela vymizí a trh se stane efektivním nebo dojde k odhalení nových efektů. Pro budoucí analýzy může být rovněž zajímavé srovnání efektivnosti trhu před koronavirovou krizí a během ní. Pro ověření výsledků této práce může být rovněž zajímavé použít alternativní model uvedený v kapitole 5.5.2.

## Summary

The main aim of the work is to analyse the chosen calendar anomalies occurring globally in financial markets. A total of three world indices from the period between 1.1.2010 and 31.12.2019 were selected for empirical testing of the day-of-week and month-of-year effect.

In the first theoretical part of the thesis, there were theoretical foundations of effective markets theory explained at first. Over time, examination of capital markets has shown that this approach may not always be the right one in practice. Over the last few years, the research has brought new theories, for example, in the work described behavioral finance theory, or the hypothesis of adaptive markets. In this part of the thesis there is also an introduction to the abnormal situations that occur in the markets and their presence disproves the efficiency of the markets. For further investigation, only temporal anomalies were addressed, namely the day-of-the-week effect and the month-of-year effect.

The second part contains of empirical testing of the data of selected stock indices. The first method chosen was the unpaired statistical testing method. The Student's t-test, or its modification to it in the case of a disparity, was used to test the match of the mean values of the two selections. The second method chosen was testing using an econometric model. On the modified data, a model was always created first, which was then adjusted into a final form based on the validation of linear regression assumptions, from which the results could be drawn.

The most notorious anomaly belonging to the day-of-the-week effects group is the Monday effect, when yields on Monday should be lower than on the remaining trading days. This effect was only detected for the Euronext 100 index at  $\alpha = 10\%$ , using the statistical testing method. For the remaining two indices, this effect was not observed. In the case of the SSE Composite Index, the effect of a different day of the week was found by both methods, namely the effect of below-average Thursdays earnings. After dividing the data into shorter segments, it is not possible to identify with certainty one day that, with its performance, would regularly differ significantly from other business days.

The second calendar anomaly examined was the effect of the month of the year. Among the most notorious anomalies of this effect can be considered the January effect,

when its yields should be demonstrably higher than those in the remaining months. This effect was not demonstrated by statistical testing on either stock index. The month whose yields were shown to be significant by both methods was June for the Shanghai index. This month has shown long-term below-average results from other months. The generally obtained results lead to the conclusion that, even with this effect, it is impossible to say for sure which month achieves statistically different returns from the others on a regular basis.

The split time series into shorter segments shows that anomalies are more likely to be found in those periods that do not show a high degree of volatility. After this split of the time series, a higher number of days were revealed to show statistically different returns from the average. Thus, over a longer period of time, differences in abnormal profitability are erased.

From the results achieved, it is almost safe to say that the most famous types of anomalies are gradually disappearing from the market. However, the data found days or months in which yields were statistically significant, which contradicts the efficient markets theory. The most efficient index can be identified as the European Euronext 100 Index, which showed the smallest number of significant days. In the future, it will be quite interesting to see whether known species of anomalies disappear completely and the market becomes efficient or some new effects are detected. A comparison of market efficiencies before and during the coronavirus crisis may also be interesting for future analyses. It may also be interesting to use the alternative model given in chapter 5.5.2 to verify the results of this work.

## Zdroje

### Knihy

1. Bachelier, L. (1900). *Théorie de la spéculation*. Gauthier-Villars.
2. Brooks, C. (2014). *Introductory Econometrics for Finance* (3. vydání). Cambridge University Press.
3. Čermáková, A., & Střeleček, F. (1995). *Statistika I*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
4. Gibson, G. (1889). *The Stock Markets of London, Paris and New York*, G.P. Putnam's Sons
5. Haugen, R. A. (1990). *Modern investment theory*. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
6. Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan.
7. Le Bon, G. (1895). *The Crowd: A Study of the Popular Mind*. Transaction.
8. Lo, A. W. (2017). *Adaptive markets: financial evolution at the speed of thought*. Princeton University Press.
9. Marek, L. (2005). *Statistika pro ekonomy: aplikace*. Professional Publishing.
10. Montier, J. (2007). *Behavioural investing: A practitioner's guide to applying behavioural finance*. Wiley Finance.
11. Musílek, P. (2011). *Trhy cenných papírů* (2., aktualiz. a rozš. vyd). Ekopress.
12. Pompian, M.M. (2006). *Behavioral Finance and Wealth Management: How to Build Optimal Portfolios That Account for Investor Biases*. Wiley Finance.
13. Siegel, J. J. (2011). *Investice do akcií: běh na dlouhou trať*. Grada.
14. Venn, J. (1888). *The Logic of Chance, an Essay on the Foundations and Province of the Theory of Probability with Special References to its Logical Bearings and its Application to Moral and Social Sciences, and to Statistics* (3. vydání). MacMillan.
15. Veselá, J. (2019). *Investování na kapitálových trzích* (3. vydání). Wolters Kluwer.

## Články

16. Aharony, J., Swary, I. (1980). Quarterly Dividend and Earnings Announcements and Stockholders' Returns: An Empirical Analysis. *The Journal of Finance*, 35(1), 1-12. <https://doi.org/10.2307/2327176>
17. Al-Khazali, O. M. (2001). Does the January effect exist in high-yield bond market? *Review of Financial Economics*, 10(1), 71–80. [https://doi.org/10.1016/S1058-3300\(01\)00026-X](https://doi.org/10.1016/S1058-3300(01)00026-X)
18. Alexander, S. S. (1961). Price movements in speculative markets: Trends or random walks. *Industrial Management Review (Pre-1986)*, 2(2), 7. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/price-movements-speculative-markets-trends-random/docview/214025400/se-2?accountid=9646>
19. Alexander, S. S. (1964). Price movements in speculative markets: Trends or random walks, no. 2. *Industrial Management Review*, 5(2), 25–46.
20. Allais, M. (1953). Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine. *Econometrica*, 21(4), 503-546. <https://doi.org/10.2307/1907921>
21. Barber, B.M., Odean, T. (2000). Trading is Hazardous to Your Wealth: The Common Stock Investment Performance of Individual Investors. *Journal of Finance*, 55(2), 773-806. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00226>
22. Basu, S. (1977). Investment Performance of Common Stocks in Relation to their Price to Earnings Ratio: A Test of the Efficient Markets Hypothesis. *Journal of Finance*, 32(3), 663–682. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1977.tb01979.x>
23. Bouman, S., Jacobsen, B. (2002). The Halloween Indicator, "Sell in May and Go Away": Another Puzzle. *The American Economic Review*, 92(5), 1618-1635. <https://doi.org/10.1257/000282802762024683>
24. Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294. <https://doi.org/10.2307/1911963>
25. Brown, R. (1828). A brief account of microscopical observations: Made in the months of June, July, and August, 1827, on the particles contained in the pollen of plants; and on the general existence of active molecules in organic and inorganic bodies. *The Philosophical Magazine*, 161–173. <https://doi.org/10.1080/14786442808674769>
26. Cadsby, Ch. B. (1989). Canadian Calendar Anomalies and the Capital Asset Pricing Model. *A Reappraisal of the Efficiency of Financial Markets*, 54, 199-226. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-74741-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-74741-0_11)
27. Campbell, J., Shiller, R. (1988). Stock Prices, Earnings, and Expected Dividends. *The Journal of Finance*, 43(3), 661-676. <https://doi.org/10.2307/2328190>

28. Copeland, T. E., Mayers, D. (1982). The value line enigma (1965–1978): A case study of performance evaluation issues. *Journal of Financial Economics*, 10(3), 289-321. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(82\)90004-6](https://doi.org/10.1016/0304-405X(82)90004-6)
29. Cowles, A. (1944). Stock market forecasting. *Econometrica*, 12(3/4), 206–214. <https://doi.org/10.2307/1905433>
30. De Bondt, W. F. M. and Thaler, R. (1985). Does the stock market overreact?. *The Journal of Finance*, 40(3), 793-805. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb05004.x>
31. Durbin, J., & Watson, G. S. (1971). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression. III. *Biometrika*, 58(1), 1-19. <https://doi.org/10.2307/2334313>
32. Fama, E. (1965). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*, 38(1), 34-105. <https://doi.org/10.1086/294743>
33. Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
34. Fama, E., Fisher, L., Jensen, M., Roll, R. (1969). The Adjustment of Stock Prices to New Information. *International Economic Review*, 10(1), 1-21. <http://doi.org/10.2139/ssrn.321524>
35. Fama, E., French, K. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>
36. Fama, E., French, K. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
37. Gibbons, M., Hess, P. (1981). Day of the Week Effects and Asset Returns. *The Journal of Business*, 54(4), 579-596. <http://doi.org/10.1086/296147>
38. Granger, C. W. J. and Morgenstern, O. (1963). Spectral analysis of New York stock market prices. *The Random Character of Stock Market Prices*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1963.tb00270.x>
39. Chopra, N., Lakonishok, J. and Ritter, J. R. (1992). Measuring abnormal performance: Do stocks overreact?. *Journal of Financial Economics*, 31(2), 235-268. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(92\)90005-I](https://doi.org/10.1016/0304-405X(92)90005-I)
40. Jaffe, J. F., Westerfield, R., Ma, C. (1989). A twist on the Monday effect in stock prices. *Journal of Banking & Finance*, 13(4-5), 641–650. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(89\)90035-6](https://doi.org/10.1016/0378-4266(89)90035-6)



41. Jegadeesh, N., Titman, S. (1993). Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *Journal of Finance*, 48(1), 65–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x>
42. Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency, *Journal of Financial Economics*, 6(2–3), 95–101. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(78\)90025-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(78)90025-9)
43. Kahneman, D., Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. <https://doi.org/10.2307/1914185>
44. Keim, D. B. (1983). Size-related anomalies and stock return seasonality: Further empirical evidence. *Journal of Financial Economics*, 12(1), 13–32. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(83\)90025-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(83)90025-9)
45. Kendall, M. G. (1953). The analysis of economic time-series—Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 116(1), 11–25. <https://doi.org/10.2307/2980947>
46. Keynes, J. M. (1923). Some aspects of commodity markets. *Manchester Guardian Commercial: European Reconstruction Series*, 13, 784–786.
47. Killick, R., & Eckley, I. A. (2014). changepoint: An R Package for Changepoint Analysis. *Journal of Statistical Software*, 58(3), 1–19. <https://doi.org/10.18637/jss.v058.i03>
48. Kwiatkowski, D. et al. (1992), Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*. 54 (1-3). 159-178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
49. Lakonishok, J., Lee, I. (2001). Are Insider Trades Informative? *The Review of Financial Studies*, 14(1), 79–111. <https://doi.org/10.1093/rfs/14.1.79>
50. Larson, A. B. (1960). Measurement of a random process in futures prices. *Food Research Institute Studies*, 1(3), 313–324. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.136584>
51. Lo, A. W., Repin, D. V. (2002). *The Psychophysiology of Real-Time Financial Risk Processing*. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 323–339. <https://doi.org/10.1162/089892902317361877>
52. Lo, A.W., (2004). The adaptive markets hypothesis: Market efficiency from an evolutionary perspective. *J. Port. Management*, 30(5), 15–29. <https://doi.org/10.3905/jpm.2004.442611>
53. Lo, A.W., (2005). Reconciling efficient markets with behavioral finance: The adaptive markets hypothesis. *Journal of Investment Consulting*, 7, 21–44. <https://ssrn.com/abstract=1702447>

54. Malkiel, G. B. (2003). The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 59-82.  
<https://doi.org/10.1257/089533003321164958>
55. Pinches, G. (1970). The Random Walk Hypothesis and Technical Analysis. *Financial Analysts Journal*, 26(2), 104-110. <https://doi.org/10.2469/faj.v26.n2.104>
56. Reinganum, M. R. (1981). Misspecification of capital asset pricing: Empirical anomalies based on earnings' yields and market values. *Journal of Financial Economics*, 9(1), 19-46. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(81\)90019-2](https://doi.org/10.1016/0304-405X(81)90019-2)
57. Rendleman, R., Jones, Charles P. and Latane, Henry A., (1982), Empirical anomalies based on unexpected earnings and the importance of risk adjustments, *Journal of Financial Economics*, 10(3), 269-287.  
[https://doi.org/10.1016/0304-405X\(82\)90003-4](https://doi.org/10.1016/0304-405X(82)90003-4)
58. Ritter, J. R. (1991). The Long-Run Performance of Initial Public Offerings. *Journal of Finance*, 46, 3–28. <https://doi.org/10.2307/2328687>
59. Ritter, J.R. (1988), The Buying and Selling Behavior of Individual Investors at the Turn of the Year. *The Journal of Finance*, 43(3), 701-717. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1988.tb04601.x>
60. Rystrom, D. S., Benson E. D. (1989), Investor Psychology and the Day-of-the-Week Effect. *Financial Analysts Journal*, 45(5), 75-78.  
<https://doi.org/10.2469/faj.v45.n5.75>
61. Samuelson, P. A. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*, 6(2), 41-49.  
[https://doi.org/10.1142/9789814566926\\_0002](https://doi.org/10.1142/9789814566926_0002)
62. Securities and Exchange Commission (1981). *Institutional Investor Study Report*.  
[https://www.sec.gov/about/annual\\_report/1981.pdf](https://www.sec.gov/about/annual_report/1981.pdf)
63. Shefrin, H., Statman, M. (1985). The disposition to sell winners too early and ride losers too long – theory and evidence. *Journal of Finance*, 40(3), 777-790.  
<https://doi.org/10.2307/2327802>
64. Simon, H. A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, 69(1), 99–118. <https://doi.org/10.2307/1884852>
65. Tversky, A. (1972). Elimination by aspects: A theory of choice. *Psychological Review*, 79(4), 281–299. <https://doi.org/10.1037/h0032955>
66. Van Horne, J.C. (1970), New Listings and Their Price Behaviour. *The Journal of Finance*, 25(4), 783-794. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1970.tb00552.x>
67. Yilmaz, K. (2003). Martingale property of exchange rates and central bank intervention. *Journal of Business and Economic Statistics*, 21(3), 383–395.  
<https://doi.org/10.1198/073500103288619034>

## Akademické práce

68. Aleš, P. (2021). *Anomálie kapitálového trhu* [Diplomová práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

## Web

69. *Euronext 100 Index*. (2022). Retrieved March 4, 2022, from <https://live.euronext.com/en/product/indices/FR0003502079-XPAP>
70. *NASDAQ*. (2022). Retrieved March 4, 2022, from <https://www.nasdaq.com>
71. *Shanghai Stock Exchange*. (2019). Retrieved March 4, 2022, from <http://english.sse.com.cn>
72. *Value Line: Founding of Value Line*. Retrieved August 24, 2021, from [https://www.valueline.com/about/Founding\\_of\\_Value\\_Line.aspx](https://www.valueline.com/about/Founding_of_Value_Line.aspx)
73. *YahooFinance.com: Euronext 100 Index*. (2022). Retrieved March 4, 2022, from <https://finance.yahoo.com/quote/%5EN100/history?p=%5EN100>
74. *YahooFinance.com: NASDAQ Composite*. (2022). Retrieved March 4, 2022, from <https://finance.yahoo.com/quote/%5EIXIC/history?p=%5EIXIC>
75. *YahooFinance.com: SSE Composite Index*. (2022). Retrieved March 4, 2022, from <https://finance.yahoo.com/quote/000001.SS?p=000001.SS&.tsrc=fin-srch>

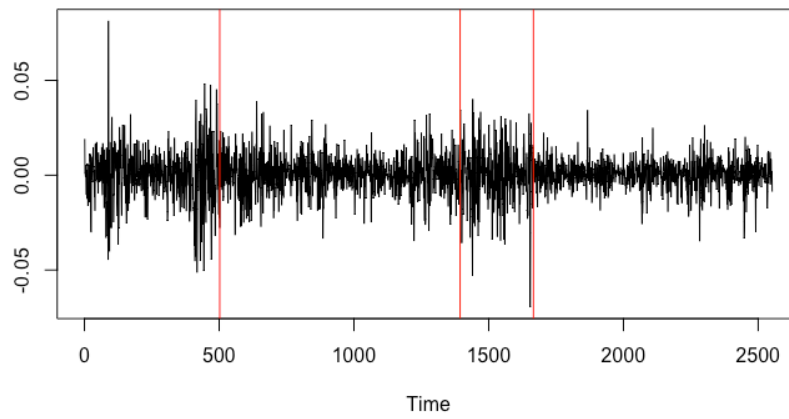
## Seznam obrázků, grafů, tabulek

Obrázek 1: Reakce kapitálového trhu.....	15
Obrázek 2: Hodnotová funkce Prospect Theory.....	24
Obrázek 3: Výnosy firem dle velikosti kapitalizace.....	33
Obrázek 4: Výnosy firem dle P/E poměru.....	34
Obrázek 5: Stacionarizovaná časová řada NASDAQ Indexu rozdělená na kratší úseky .....	61
Graf 1: Vývoj zavíracích cen NASDAQ Composite Indexu.....	46
Graf 2: Stacionarizovaná časová řada výnosů NASDAQ Composite Indexu.....	46
Graf 3: Vývoj zavíracích cen Euronext 100 Indexu .....	47
Graf 4: Vývoj zavíracích cen SSE Composite Indexu.....	47
Tabulka 1: Volby mezi variantami v Prospect Theory.....	22
Tabulka 2: Vypočtené očekávané hodnoty zisků a ztrát z předešlé tabulky .....	23
Tabulka 3: Charakteristiky F-testu .....	39
Tabulka 4: Charakteristiky t-testu pro shodné rozptyly výběrů .....	39
Tabulka 5: Charakteristiky t-testu pro rozdílné rozptyly výběrů.....	40
Tabulka 6: Symboly statistické významnosti .....	45
Tabulka 7: Výsledky F-testu pondělního efektu NASDAQ Indexu .....	48
Tabulka 8: Výsledky t-testu pondělního efektu NASDAQ Indexu .....	49
Tabulka 9: Výsledky statistického testování u ostatních dní NASDAQ Indexu .....	49
Tabulka 10: Výsledky statistického testování obchodních dní N100 Indexu.....	50
Tabulka 11: Výsledky statistického testování obchodních dní u SSE Composite Indexu .....	51
Tabulka 12: Výsledky jednostranného t-testu u souborů Čtvrtek – non Čtvrtek .....	52
Tabulka 13: Výsledky testování efektu měsíce v roce NASDAQ Composite Indexu .....	53
Tabulka 14: Výsledky testování efektu měsíce v roce Euronext 100 Indexu.....	54
Tabulka 15: Výsledky testování efektu měsíce v roce SSE Composite Indexu .....	55
Tabulka 16: Výsledky testování stacionarity dat NASDAQ Composite Indexu.....	56
Tabulka 17: Hodnoty původního regresního modelu pro efekt dne v týdnu u NASDAQ Composite Indexu .....	57
Tabulka 18: Výsledky testování autokorelace a homoskedasticity reziduí u původního modelu pro efekt dne v týdnu u NASDAQ Composite Indexu .....	58
Tabulka 19: Upravený regresní model pro efekt dne v týdnu u NASDAQ Composite Indexu ..	59
Tabulka 20: Konečná podoba modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt dne v týdnu.....	59
Tabulka 21: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt dne v týdnu .....	60

Tabulka 22: Regresní model pro kratší časové úseky u NASDAQ Composite Indexu – efekt dne v týdnu .....	61
Tabulka 23: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro kratší časové úseky NASDAQ Composite Indexu – efekt dne v týdnu .....	62
Tabulka 24: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro Euronext 100 Index – efekt dne v týdnu .....	63
Tabulka 25: Regresní model pro kratší časové úseky u Euronext 100 Indexu – efekt dne v týdnu .....	64
Tabulka 26: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro kratší časové úseky Euronext 100 Indexu – efekt dne v týdnu .....	65
Tabulka 27: Regresní model pro SSE Composite Index – efekt dne v týdnu .....	66
Tabulka 28: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro SSE Composite Index – efekt dne v týdnu .....	66
Tabulka 29: Regresní model pro kratší časové úseky u SSE Composite Indexu – efekt dne v týdnu .....	67
Tabulka 30: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro kratší časové úseky SSE Composite Indexu – efekt dne v týdnu .....	68
Tabulka 31: Regresní model pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce .....	69
Tabulka 32: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce .....	69
Tabulka 33: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce .....	70
Tabulka 34: Regresní model pro SSE Composite Index – efekt měsíce v roce .....	70
Tabulka 35: Výsledky testování významnosti úpravy modelu pro NASDAQ Composite Index – efekt měsíce v roce .....	71

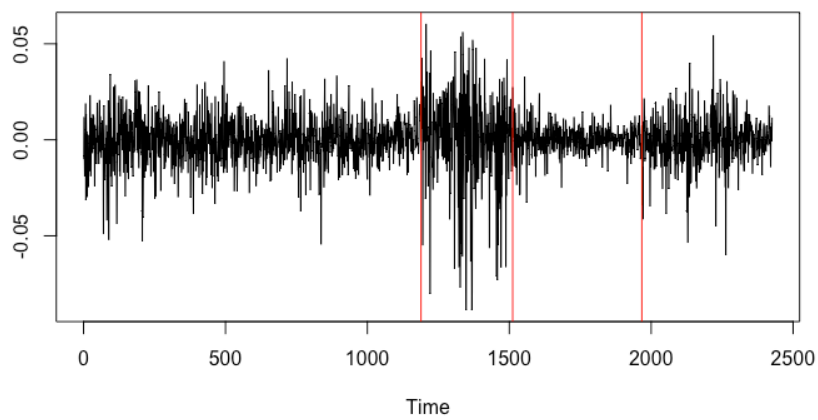
## PŘÍLOHA

*Příloha 1: Stacionarizovaná časová řada výnosností Euronext 100 Indexu s rozdělením na kratší úseky*



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios

*Příloha 2: Stacionarizovaná časová řada výnosností SSE Composite Indexu s rozdělením na kratší úseky*



Zdroj: Vlastní zpracování v RStudios