

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**FAKULTA PODNIKOVÉHO MANAŽMENTU**

Evidenčné číslo: 104004/I/2025/36158754176993796

**METÓDY MERANIA TRHOVÝCH RIZÍK**

**Diplomová práca**

**2025**

**Bc. Ivan Darnady**

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**FAKULTA PODNIKOVÉHO MANAŽMENTU**

**METÓDY MERANIA TRHOVÝCH RIZÍK**

**Diplomová práca**

**Študijný program:** Všeobecný manažment

**Študijný odbor:** Ekonómia a manažment

**Školiace pracovisko:** KPF FPM – Katedra podnikových financií

**Vedúci záverečnej práce:** prof. Dr. Ing. Anna Polednáková

**Bratislava 2025**

**Bc. Ivan Darnady**



Ekonomická univerzita v Bratislave  
Fakulta podnikového manažmentu

---

## ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

**Meno a priezvisko študenta:** Bc. Ivan Darnady  
**Študijný program:** všeobecný manažment (Jednoodborové štúdium, inžiniersky II. st., denná forma)  
**Študijný odbor:** ekonómia a manažment  
**Typ záverečnej práce:** Inžinierska záverečná práca  
**Jazyk záverečnej práce:** slovenský  
**Sekundárny jazyk:** anglický

**Názov:** Metódy merania trhových rizík

**Anotácia:** Cieľom práce bude analýza metód, ktoré sa využívajú na meranie trhových rizík finančnými inštitúciami a porovnanie metódy VAR s dostupnými alternatívami.

**Vedúci:** prof. Dr. Ing. Anna Polednáková

**Oponent:** doc. Ing. Miloš Bikár, PhD.

**Katedra:** KPF FPM - Katedra podnikových financií

**Dátum zadania:** 31.08.2024

**Dátum schválenia:** 05.04.2024

prof. Ing. Nadežda Jankelová, PhD.  
osoba zodpovedná za realizáciu študijného programu

## **POĎAKOVANIE**

PodĎakovanie patrí mojej školiteľke pani prof. Dr. Ing. Anne Polednákovej za jej poskytnuté rady, odbornú pomoc a strávený čas pri vypracovávaní záverečnej práce. Ako ďalšie chcem poďakovať rodine a priateľke za podporu pri písaní práce a aj počas celého štúdia.

## **ABSTRAKT**

**DARNADY, Ivan:** Metódy merania trhových rizik. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta podnikového manažmentu; Katedra podnikových financií. – prof. Dr. Ing. Anna Polednáková – Bratislava: FPM EU, 2025, 74 s.

Diplomová práca sa zaoberá metódami merania trhového rizika v kontexte finančného trhu. Teoretická časť práce sa zameriava na identifikáciu literárnych východísk doma a v zahraničí, potrebných na pochopenie problematiky trhového rizika ako súčasti finančných rizík. Hlavným cieľom práce je analyzovať metódy používané finančnými inštitúciami a porovnanie metódy VaR s dostupnými alternatívami. Praktická časť záverečnej práce aplikuje vybrané metódy merania trhového rizika na dve modelové portfólia tvorené z akcií spoločnosti. Analyzované sú reálne dáta dostupné z databázy Yahoo Finance. Štvrtá kapitola popisuje postup aplikácie jednotlivých metód a výsledky analýzy. V rámci poslednej kapitoly prinášame zhodnotenie výsledkov a porovnanie metód a vhodnosť použitia v praxi s dôrazom na ich významnosť a limitácie.

**Kľúčové slová:** Finančné riziko, Trhové riziko, Manažment rizika, Hodnota v riziku, Beta Koeficient

## **ABSTRACT**

**DARNADY, Ivan:** *Methods of measuring market risks* –Univerisity of Economics in Bratislava. Faculty of Business Management; Department of Corporate Finance . Consultant: – prof. Dr. Ing. Anna Polednáková – Bratislava: FPM EU, 2025, 74 p.

The thesis deals with methods of measuring market risk in the context of the financial market. The theoretical part of the thesis focuses on the identification of literature sources at home and abroad necessary to understand the issue of market risk as part of financial risks. The main objective of the thesis is to analyse the methods used by financial institutions and to compare the VaR method with available alternatives. The practical part of the thesis applies the selected methods of measuring market risk to two model portfolios made up of company shares. Real data available from the Yahoo Finance database is analyzed. The fourth chapter describes the procedure of application of each method and the results of the analysis. The last chapter presents an evaluation of the results and a comparison of the methods and the suitability of their use in practice, with an emphasis on their significance and limitations.

**Keywords:** Financial risk, Market risk, Risk management, Value at risk, Beta coefficient

## Obsah

Zoznam skratiek a značiek.....	8
Zoznam tabuliek, obrázkov, grafov .....	9
Úvod .....	10
1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	11
1.1 Finančné riziko .....	12
1.1.1 Podstata a klasifikácia finančných rizík.....	12
1.1.2 Trhové Riziko ako súčasť finančného rizika .....	16
1.2 Riadenia finančných rizík .....	18
1.2.1 Proces riadenia finančných rizík.....	19
1.2.2 Regulačný rámec riadenia trhových rizík .....	22
1.3 Metódy merania trhových rizík.....	26
1.3.1 Value at risk a spôsoby jeho výpočtu.....	26
1.3.2 Alternatívne metódy merania trhového rizika .....	32
1.3.3 Prednosti a nedostatky jednotlivých metód merania .....	35
2. Cieľ práce.....	38
3. Metodika práca a metódy skúmania .....	39
4. Výsledky práce .....	40
4.1 Charakteristika objektu skúmania.....	40
4.1.1 Americký akciový trh v kontexte trhového rizika .....	40
4.1.2 Charakteristika spoločností a vývoj cien akcií .....	43
4.2 Výpočet trhového rizika pomocou Value at Risk .....	47
4.2.1 Výpočet Value at Risk pomocou historickej simulácie.....	47
4.2.2 Výpočet Value at Risk pomocou Monte Carlo simulácie .....	50
4.2.3 Výpočet Value at Risk pomocou variačno-kovariančnej matice .....	53
4.3 Výpočet trhového rizika použitím beta koeficientu.....	57
5.Diskusia .....	61
Záver .....	68
Zoznam použitej literatúry.....	70
Prílohy.....	75

## **Zoznam skratiek a značiek**

VaR – Value at Risk

CVaR – Conditional Value at Risk

AVaR - Average value-at Risk

S&P 500 - Standard and Poor's 500

ES – Expected Shortfall

## Zoznam tabuliek, obrázkov, grafov

### Tabuľky:

Tabuľka 1: Jednotlivé metódy a ich náročnosť a interpretovanie.....	37
Tabuľka 2: Názov ETF fondov reprezentujúcich sektory S&P 500 .....	41
Tabuľka 3: Korelácia sektorov s indexom S&P 500.....	42
Tabuľka 4: Výnosnosť a smerodajné odchýlky akcií a trhu .....	46
Tabuľka 5: Výsledky VaR - historická simulácia pre cyklické portfólio.....	48
Tabuľka 6: Výsledky VaR - historická simulácia pre necyklické portfólio .....	49
Tabuľka 7: Výsledky VaR – monte simulácia pre cyklické portfólio .....	51
Tabuľka 8: Výsledky VaR - Monte Carlo simulácia - necyklické portfólio .....	52
Tabuľka 9: Hodnoty Z-skóre pre intervaly spoľahlivosti .....	54
Tabuľka 10: Výsledky VaR - Variačno-kovariančná metóda - cyklické portfólio.....	55
Tabuľka 11: Výsledky VaR - Variačno-kovariančná metóda - necyklické portfólio .....	56
Tabuľka 12: Kovariančná matica cyklického portfólia.....	57
Tabuľka 13: Kovariančná matica necyklického portfólia.....	57
Tabuľka 14: Beta koeficient akcií cyklického portfólia.....	58
Tabuľka 15: Beta koeficient akcií necyklického portfólia.....	58
Tabuľka 16: Beta koeficient modelových portfólií.....	58
Tabuľka 17: Smerodajné odchýlky akcií, portfólií a trhu.....	59
Tabuľka 18: Výsledky trhového rizika pomocou Beta koeficientu - cyklické portfólio .....	60
Tabuľka 19: Výsledky trhového rizika pomocou Beta koeficientu - necyklické portfólio .....	60
Tabuľka 20: Výsledky ES - Cyklické portfólio .....	65
Tabuľka 21: Výsledky ES - Necyklické portfólio .....	65

### Obrázky:

Obrázok 1: Kategorizácia finančných rizík .....	16
Obrázok 2: Proces riadenia finančných rizík.....	19
Obrázok 3: Korelačná matica sektorov S&P500 .....	42
Obrázok 4: Variačno-kovariančná matica cyklického portfólia .....	54
Obrázok 5: Variačno-kovariančná matica necyklického portfólia.....	56

### Grafy:

Graf 1: Histogram denných strát - cyklické portfólio.....	49
Graf 2: Histogram denných strát - necyklické portfólio .....	50
Graf 3: Simulované straty cyklického portfólia - Monte Carlo simulácia.....	52
Graf 4: Simulované straty necyklického portfólia - Monte Carlo simulácia.....	53

## Úvod

Súčasťou každého rozhodovacieho procesu, či už v podnikaní, investíciách alebo každodennom živote je riziko. Predstavuje neistotu ohľadom budúcich udalostí a potenciálnych odchýlok od očakávaných výsledkov. V ekonomickom a finančnom kontexte sa riziko delí na viaceré kategórie, pričom trhové riziko patrí k jedným z najvýznamnejších rizík, ktorým čelia finančné inštitúcie, investori a podniky pôsobiace na kapitálových trhoch. Vzhľadom na dynamický vývoj finančných trhov a časté obdobia volatility je nevyhnutné efektívne identifikovať, merať a riadiť trhové riziko, aby sa minimalizovali potenciálne straty a zabezpečila stabilita finančných systémov. Vďaka prísnejším dohľadom zo strany regulačných orgánov je nevyhnutné, aby subjekty pôsobiace na finančných trhoch implementovali spoľahlivé nástroje na kvantifikáciu a riadenie rizika.

Cieľom záverečnej práce preto bude identifikovať metódy používané na meranie trhových rizík finančnými inštitúciami, a porovnanie metódy Value at Risk s dostupnými alternatívami. Práca sa zameria na výhody a obmedzenia jednotlivých metód, a ich praktické využitie vo finančných inštitúciách.

V prvej časti práce sa zameriame na teoretické východiská riešenej problematiky. Charakterizujeme a kategorizujeme trhové riziko ako súčasť finančného rizika. Zadefinujeme proces manažmentu rizika a identifikujeme metódy používané na kvantifikáciu trhového rizika a posúdime ich použiteľnosť na praktické situácie.

Praktická časť práce sa bude sústreďovať na charakteristiku objektu skúmania pozostávajúceho z akcií spoločností a aplikáciu vybraných metód na modelových portfóliách. Výsledky analýzy budú slúžiť na zhodnotenie predností a nedostatkov metód a vhodností ich použitia v praktických situáciách. Interpretácia výsledkov a vyvodenie záverov spolu s odporúčaniami budú predmetom piatej kapitoly práce. Analýza metód merania trhového rizika a ich aplikácia v praxi prispeje k lepšiemu pochopeniu mechanizmov ovplyvňujúcich finančné trhy a umožní efektívnejšie rozhodovanie v podmienkach neistoty a volatility.

## 1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

Meranie finančných rizík je kľúčové pre efektívne riadenie podnikov a investícií. Umožňuje lepšie rozhodovanie, tak že poskytuje informácie o pravdepodobnosti a rozsahu strát. Ekonomická podstata rizika spočíva v neistote, ktorá vyplýva z neznalosti budúceho vývoja alebo možných udalostí, ktoré môžu ovplyvniť plánované hospodárske výsledky. Merania rizika siaha až do staroveku, kde sa formoval jeho význam. Historický pôvod slova riziko nachádzame vo viacerých jazykoch, kde sa ich významy od seba mierne odlišujú. Arabský pôvod nachádzame v slove risq, ktoré v preklade znamená čokoľvek od Boha, z čoho získate profit a má pre vás šťastný a priaznivý výsledok. Latinské riscum však pôvodne označovalo výzvu, ktorá pre námorníka predstavovala bariérový útes, a má interpretáciu nepriaznivej udalosti. Zdá sa, že grécky derivát arabského slova sa vzťahuje na náhodu výsledku a všeobecne nemá ani pozitívne, ani negatívne dôsledky. V anglickom používaní má slovo risk veľmi jednoznačné negatívne asociácie čo znamená vystavenie sa nebezpečenstvu (Merna, 2008). Napriek rozličnému vnímaniu slova sa definícia rizika ustálila na: „*Výskyt potencionalne nežiadúcich negatívnych dôsledkov udalostí alebo činností*“ (Rowe, 1997). Mnohí autori ho definujú ako mieru pravdepodobnosti a závažnosti nežiadúcich účinkov. V teórii sa chápe riziko ako možnosť pozitívneho alebo negatívneho odklonu, pričom v praxi chápeme riziko iba v zmysle negatívnych možnosti. V jednotlivých sférach ekonomického života sú rozdielne objekty rizika (Vlachynský, 2012). Riziko charakterizujeme veľkým počtom rôznorodých znakov, ktoré podrobnejšie popisujú jeho vzťah k referenčnému objektu. Môžeme konštatovať, že je skryté takmer v každom ľudskom konaní, je súčasťou výsledkov vedeckého skúmania, popisuje situáciu, ktorú možno s určitým stupňom spoľahlivosti predpokladať, súvisí s neznámym výsledkom budúcich javov, pričom však vieme predpokladať pravdepodobnosť ich výskytu, je ho možné kvantifikovať, jeho úroveň sa dá znižovať dobrou rizikovou politikou a rizikovým zabezpečením. Jeho výskyt môžeme pozorovať v troch kľúčových oblastiach: v osobnostnom, spoločenskom alebo hospodárskom prostredí (Šimák, 2006). Oblasť hospodárskeho prostredia je spojená s podnikateľským rizikom, ktoré je prirodzenou súčasťou každého podnikania, a predstavuje možnosť, že skutočné hospodárske výsledky sa budú líšiť od plánovaných. Tieto odchýlky môžu byť pozitívne, napríklad zvýšenie zisku alebo negatívne, a to napríklad strata, úpadok či bankrot.

Podnikanie so sebou prináša množstvo rizík, od rozhodnutí o tom, ako, v čom a kde podnikat', cez samotné založenie firmy až po strategické rozhodnutia, týkajúce sa vývoja a uvedenia nových produktov, alebo služieb na trh. Riziko spojené s podnikaním v sebe zahŕňa viacero skupín a ich členenie podľa obsahu je nasledovné: technické riziko, výrobné riziko, obchodné riziko, finančné riziko, ekonomické riziko, riziká v oblasti informatiky (Harumová, 2016).

Členenie rizík vo všeobecnosti môžeme rozdeliť do dvoch základných skupín a to sú:

**Systematické riziko**, ktoré je spôsobené spoločnými faktormi a v rôznej miere ovplyvňuje všetky hospodárske subjekty alebo oblasti podnikateľskej činnosti. Zdroje systematického rizika sú napríklad zmeny v menovej a rozpočtovej politike alebo v daňovej legislatíve a všeobecné zmeny na trhu. Do značnej miery závisí od celkového vývoja trhu, preto sa označuje ako trhové riziko. Vzhľadom na jeho povahu sa nedá znížiť, a označuje sa aj ako nediverzifikovateľné (Fotr, 2014).

**Nesystematické** alebo jedinečné riziko, je špecifické pre jednotlivé firmy alebo ich činnosti. Pôvod rizika môže byť napríklad odchod dôležitých pracovníkov firmy, zlyhanie významného dodávateľa, vstup konkurencie na trh. Vzhľadom na svoju povahu sú zvyčajne makroekonomickými rizikami, zatiaľ, čo nesystematické riziká sú mikroekonomickými rizikami (Németh, 2010).

## **1.1 Finančné riziko**

Teória rizika pre oblasť finančného manažmentu je odvodená z tézy, že euro získané s rizikom má menšiu hodnotu ako euro bez rizika. Musí sa preto okrem faktora času, rešpektovať aj riziko, s ktorým sa peňažné prostriedky získavajú (Kucharčíková, 2011).

### *1.1.1 Podstata a klasifikácia finančných rizík*

Sivák (2009) popisuje finančné riziko, ako riziko, ktoré je spôsobené pohybom na finančnom trhu a zmenou postoja jednotlivých subjektov k finančným nástrojom a k finančným transakciám, je ho možné chápať ako teoretickú budúcu stratu na finančných trhoch, spôsobenú napríklad pohybom úrokových sadzieb, alebo zlyhaním z nevyrovnania finančných záväzkov. Podľa Blaka (1995) finančné riziko hovorí, že ide o kvantifikovateľnú pravdepodobnosť straty, alebo dosiahnutie príjmov nižších ako očakávaných. Môžeme

namietat' na presnosť definície, pretože zohľadňuje len jeden z dvoch zásadných rozdielov, oproti pojmu všeobecného rizika a to jeho kvantifikovateľnosť. Vo financiách to tak nie je, pretože investičné riziko, najmä portfóliové riziko, neznamená len možnosť straty, ale rovnako aj možnosť zisku. Na základe uvedeného rozlišujeme:

- Symetrický rizikový profil, predstavujúci situáciu pri ktorej, riziko zahŕňa rovnakú pravdepodobnosť dosiahnutia straty aj zisku, je to typické najmä pre akcie a niektoré finančné deriváty.
- Asymetrický rizikový profil naopak znamená, že predpokladané výnosy majú tendenciu pohybovať sa len jedným smerom. Takéto jednostranné riziko je viditeľné hlavne pri opciách, pretože poskytujú právo, ale nie povinnosť ich uplatnenia ( Tokarčíková, 2007).

Literatúra uvádza množstvo pohľadov na klasifikáciu a delenie finančných rizík. Jedným z pohľadov je delenie finančného rizika podľa spôsobu jeho zmierňovania.

- *Hedgovateľné riziko* – pomocou zabezpečovacieho nástroja dochádza k čiastočnej alebo úplnej neutralizácii negatívnych dôsledkov pôsobenia rizika.
- *Poistiteľné riziko* – je možné predchádzať finančným stratám prostredníctvom vzniku poistnej zmluvy, v prípade vzniku poistnej udalosti, nám je kompenzované určité množstvo strát.
- *Riziko ovplyvniteľné manažmentom aktív a pasív* – v tomto prípade sa podnik snaží vytvoriť vybilancovanú pozíciu pomocou časovej konsolidácie viazanosti majetku a zdrojov jeho krytia, možné je aplikovať zlaté bilančné pravidlo alebo pravidlá rizikovej vyváženosti (Markovič, 2007).

Za najpresnejšie delenie trhového rizika sa považuje delenie, ku ktorému sa prikláňa aj český ekonóm Jílek (2009), pretože toto členenie prekrýva viacero ekonomických oblastí, ktoré sú prepojené s financiami. Nasledujúca schéma popisuje delenie finančného rizika na nasledovné kategórie:

- Úverové riziko - patrí medzi najstaršie riziká v oblasti financií, jeho podstata vyplýva z neistoty, či protistrana dokáže splniť svoje záväzky a včas uhradí dlh v plnej výške. Vzhľadom na dlhú históriu tohto rizika v oblasti financií dochádza k jeho neustálemu vývoju a zmenám. V súčasnosti sa s úverovým rizikom stretávame nielen pri

klasických úveroch bánk, ale aj pri transakciách na kapitálových trhoch. (Kašparovská 2006).

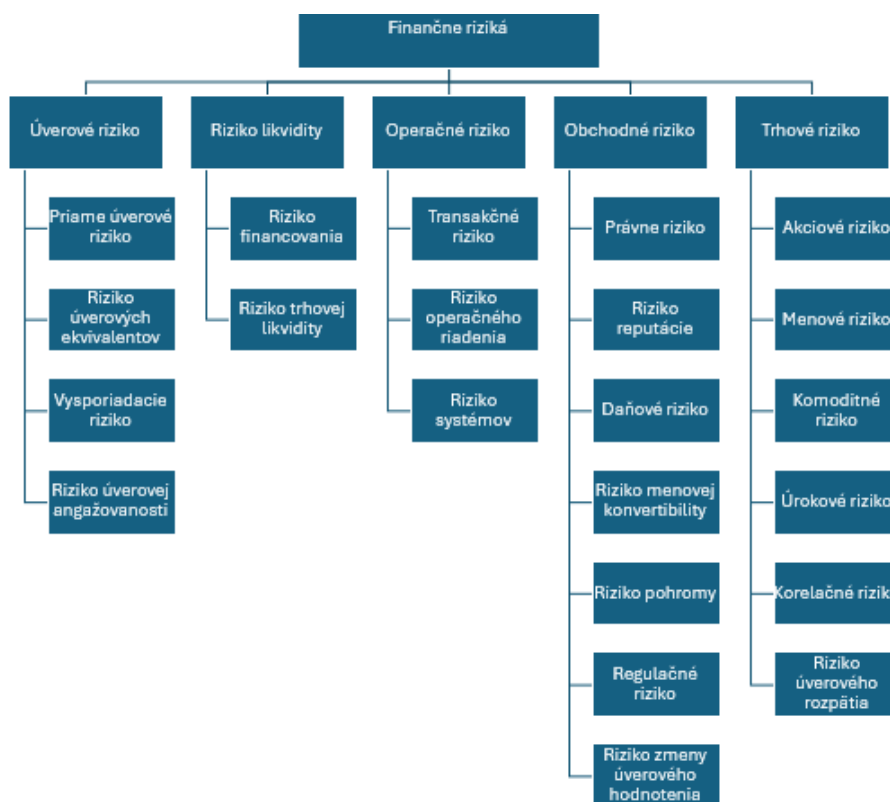
Úverové riziko sa rozdeľuje na (Jílek, 2009) :

- priame úverové riziko,
  - riziko úverových ekvivalentov
  - riziko vysporiadania
  - riziko angažovanosti.
- 
- Riziko likvidity – pojem likvidita označuje schopnosť podniku splácať svoje záväzky v krátkom čase, preto riziko spojené s likviditou súvisí s neschopnosťou včasného splatenia svojich záväzkov veriteľom (Cisco, 2006). Členenie rizík likvidity sa vo svete delia na dva hlavné typy:
    - riziko zdrojov likvidity, znamená, že podnik nemusí byť schopný efektívne pokryť plánované aj neplánované potreby hotovostných tokov a záväzkov bez negatívneho vplyvu na svoje denné operácie alebo finančnú situáciu.
    - trhové riziko likvidity sa vzťahuje na riziko, že firma nebude schopná ľahko upraviť svoje pozície na trhu bez toho, aby to ovplyvnilo trhovú cenu, najmä pre nedostatok hĺbky trhu alebo kvôli jeho nestabilite (IIF, 2007)
  - Operačné riziko - podľa Bazilejského výboru pre bankový dohľad (2004) operačné riziko je chápané ako riziko vyplývajúce z nedostatkov v interných kontrolných procesoch, alebo z chýb v podnikovej politike. Operačné riziko rozdeľujeme na nasledujúce podkategórie ( Jílek, 2000):
    - Transakčné riziko predstavuje riziko straty z uskutočňovania operácií následkom chýb pri ich realizácií.
    - Riziko operačného riadenia je riziko straty dôsledkom chýb, ktoré môžu nastať v riadení činností front, middle a back office. Ide napríklad o nedovolené vykonávanie obchodov, nadlimitné obchody, pranie špinavých peňazí a podobne.
    - Riziko systémov podpory predstavuje riziko straty z chýb v systéme, zahŕňa rôzne problémy, ako sú chyby v softvéri, nepresnosti v matematických vzťahoch, poruchy v kľúčových systémoch, nedostatočné plánovanie nepredvídaných udalostí a chyby pri prenose dát.

- Obchodné riziko - vyplýva priamo z obchodných aktivít, ktoré súvisia s uzatváraním a realizáciou transakcií. Jeho podtypy môžeme rozdeliť nasledovne:
  - právne riziko, predstavujúce riziko straty z právnych požiadaviek partnera
  - riziko zmeny úverového hodnotenia, sťažujúce prístup k finančným prostriedkom za priaznivých podmienok.
  - riziko reputácie, ktoré zahŕňa straty spôsobené poklesom dobrého mena na trhu.
  - daňové riziko, vznikajúce zo zmien daňových zákonov alebo neočakávaným nadmerným zdanením.
  - riziko menovej konvertibility, vzťahujúce sa na nemožnosť vymeniť menu kvôli politickým či ekonomickým okolnostiam.
  - riziko pohromy, súvisiace najmä s prírodnými či inými katastrofami.
  - regulačné riziko, zahŕňajúce straty spôsobené nedodržaním regulačných opatrení.
- Trhové riziko – jeho skúmanie je predmetom diplomovej práce, preto podstatu a klasifikáciu trhového rizika uvádzame v nasledovnej časti záverečnej práce.

Nasledujúci obrázok slúži na sumarizáciu jednotlivých kategórií vyššie popísaných finančných rizík:

Obrázok 1: Kategorizácia finančných rizík



Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Jílek, 2009)

### 1.1.2 Trhové Riziko ako súčasť finančného rizika

Trhové riziká vychádzajú z úrovne zmien volatility na trhoch, jedná sa o riziko straty, ktoré vzniká zmenou cien na trhu, ako aj zmenou hodnôt finančných alebo komoditných nástrojov, v dôsledku nepriaznivých zmien trhových podmienok. Za nepriaznivé podmienky na trhu považujeme nepriaznivý vývoj úrokových mier, zmeny ceny akcií, komodít alebo menového kurzu. (Sivák et. al. , 2009).

Trhové riziko zahŕňa zmeny v dopyte a ponuke na finančnom trhu spolu s cenovými výkyvmi, ktoré môžu rôznorodo ovplyvniť vstupy, ako sú materiály, energie či mzdy, ale rovnako aj výstupy, teda výrobky a služby spoločnosti, a celkovú cenovú úroveň, vrátane inflácie. Patrí sem aj riziko zníženia trhovej hodnoty cenných papierov v portfóliu firmy. Rozdeľujeme ho na priame a nepriame riziko. Priame riziko je spojené s pohybom cien finančných nástrojov, zatiaľ čo nepriame riziko zahŕňa nelineárne riziko a riziko

nezaistených pozícií (Harumová,2016). Medzi základné zložky trhového rizika patrí úrokové riziko, komoditné riziko, devízové riziko a akciové riziko. Jílek (2000) k tomuto rozdeleniu pridáva aj dve vedľajšie kategórie, a to korelačné riziko a riziko úverového rozpätia.

- Úrokové riziko – týka sa záväzkov aj pohľadávok podniku, ktoré majú stanovenú pohyblivú úrokovú mieru, pretože sa jedná o riziko straty, ktoré sú v dôsledku zmeny trhových úrokových sadzieb a ich negatívnych dopadov na zmeny a vzájomné vzťahy medzi nákladovými a výnosovými úrokmi (Kašparovská, 2006).
- Menové riziko – jedná sa o riziko straty, vyplývajúce zo zmeny cien nástrojov citlivých na menové kurzy (Harumová,2016). Týka sa všetkých podnikov, ktoré nakupujú a predávajú v zahraničí, pretože medzi ich vznikom a termínom platenia je istý časový úsek. Ak v jeho priebehu dôjde k zmene menového kurzu, utrpí podnik kurzovú stratu, respektíve dosiahne kurzový zisk (Kráľovič & Vlachynský, 2011). Vnútorne členíme menové riziko na transakčné, ktoré ovplyvňuje okamžité aktivity podniku, teda aktuálne záväzky a pohľadávky podniku, ktorý pracuje minimálne s dvomi menami. Translačné riziko, vzniká v dcérskych, spoločných či pridružených podnikoch, ktoré sa nachádzajú v rozdielnych menových krajinách sveta, pri spracovaní konsolidovaných účtovných uzávierok. Posledným je ekonomické riziko, ide o dlhodobé pôsobenie menového kurzu na cashflow podniku (Jílek,2000).
- Akciové riziko – akcie patria medzi najrizikovejšie aktívum. Riziko straty je spôsobené zmenou ceny akcií, alebo zmeny cien nástrojov, ktoré sú citlivé na samotné ceny akcií. Pre podnik to predstavuje zmenu jeho hodnoty na základe pohybu ceny vlastných akcií obchodovaných na sekundárnom trhu, alebo zmeny cien akcií iných podnikov, ktoré vlastní vo svojom portfóliu (Kočišová & Vokorokosová, 2009).
- Komoditné riziko – obdobne ako pri riziku akciovom, riziko straty je spôsobené nie zmenou ceny akcií, ale zmenou ceny komodít, alebo zmeny cien nástrojov, ktoré sú citlivé na samotné ceny komodít (Jílek, 2000).
- Riziko úverového rozpätia – riziko straty zo zmien rozpätia u cenných papierov rôzneho úverového hodnotenia, ako napríklad pri štátnych a podnikových dlhopisoch
- Korelačné riziko – nazýva sa aj bázické. Je spôsobené z porušenia historickej korelácie medzi rizikovými nástrojmi, kategóriami, produktmi, menami a trhmi.

O korelačné riziko ide v prípade, že úrokové miery aktív sa nemenia zhodne s úrokovými mierami pasív (Jílek, 2000).

Na základe predošlého opisu trhových rizík, môžeme konštatovať, že trhové riziká sa vyskytujú v rôznych formách, a medzi hlavné zdroje trhového rizika podľa Siváka (2019) zaradujeme:

- Finančné transakcie, pri ktorých podnik plní požiadavky klienta,
- Finančné aktíva, ktoré podnikateľský subjekt drží,
- Transakcie vykonávané s cieľom dosiahnutia zisku z očakávaného pohybu aktív.

Finančné transakcie, ktoré podliehajú trhovému riziku v prípade finančných subjektov, majú podobu úverov, cenných papierov, dlhopisov alebo podsúvahových transakcií. Z pohľadu investora, riziko môže vzniknúť z neočakávaného opačného pohybu na trhu. Na druhej strane, pre nefinančné subjekty sa trhové riziko vzťahuje priamo na obchodné transakcie vykonávajúce podnikom. Pre každý uvedený prípad si expozícia voči trhovému riziku vyžaduje dôkladný prístup a následne riadenie rizík (Sivák, 2019).

## 1.2 Riadenia finančných rizík

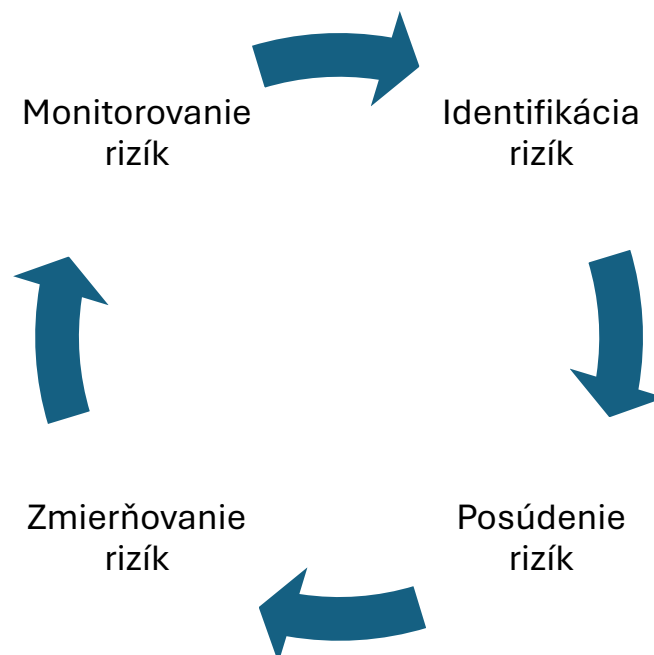
Dôsledky rizika môžu mať v niektorých prípadoch len triviálny vplyv na činnosť spoločnosti. Existujú však udalosti, ktoré budú mať naopak zásadný vplyv na fungovanie podniku a jeho konkurencieschopnosť. Môžu mať za následok veľké finančné straty alebo dokonca ukončenie činnosti podniku. Prostredníctvom riadenia rizík je podnik schopný predvídať negatívne udalosti, predchádzať im a minimalizovať ich dôsledky (Hopkin, 2013). Smejkal a Rais (2010) definujú riadenie rizík ako: „*proces, pri ktorom sa riadiaci subjekt snaží zamedziť pôsobeniu už existujúcich aj budúcich faktorov a navrhuje riešenia, ktoré pomáhajú eliminovať účinok nežiaducich vplyvov a naopak umožňujú využiť príležitosti pôsobenia pozitívnych vplyvov.*“ Vďaka tomu je podnik schopný identifikovať svoje riziká, predvídať ich pravdepodobnosť, závažnosť a realizovať potrebné opatrenia a rozhodnutia. Pohľad na manažment rizík ako vednej disciplíny sa datuje od konca 20. storočia kedy došlo k viacerým inováciám a rozvoju finančných trhov. Steinherr (1998) označil riadenie rizík ako jednu z najvýznamnejších inovácií 20. storočia. Dôvody na riadenie finančných rizík môžeme konfrontovať z dvoch rôznych pohľadov:

- *spoločenský pohľad*, ktorý risk manažment považuje ako nástroj na zabezpečenie prevencie pred narušením fungovania inštitúcií a zároveň aj jeho rozšírenia na celý finančný systém. Práve z toho dôvodu spoločnosť vníma riadenie rizík pozitívne.
- *pohľad akcionárov*, ktorí veria v pozitívny vzťah medzi riadením finančných rizík a hodnotou spoločnosti, a teda je hodnotou pre akcionárov. Risk manažmentom sa preto zaoberajú aj spoločnosti, ktoré túto povinnosť nemajú z hľadiska povinnej regulácie. (McNeil et. al., 2005)

### 1.2.1 Proces riadenia finančných rizík

Proces riadenia finančných rizík je podľa Markoviča (2012) rozdelený do 4 častí procesu riadenia. Ide o identifikáciu, posúdenie, zmierňovanie a monitorovanie rizika.

Obrázok 2: Proces riadenia finančných rizík



Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Markovič,2012)

- *Identifikácia rizika:* Úlohou je identifikovať potenciálne riziká, ktoré by mohli ovplyvniť spoločnosť, a uviesť, čo spúšťa udalosti potenciálnych problémov. Považuje sa za najdôležitejšiu a zároveň časovo najnáročnejšiu fázu. Snahou je zodpovedať otázky: aké sú potenciálne problémy, ako môžu vzniknúť v podnikových operáciách, kedy, ako a prečo by mohli riziká nastať. Cieľom je získať zoznam rizík, s ktorými sa podnik môže stretnúť. Hoci princíp znie jednoducho, nie je vždy jednoduché nájsť všetky riziká v danom podniku a odvetví. Identifikácia je však nevyhnutná k úspešnému riadeniu rizík. Poznáme viacero metód identifikácie potencionálnych rizík, ktoré môžu byť veľmi jednoduché alebo naopak náročné a komplexné. Príkladom metód na identifikáciu rizík je analýza PESTLE alebo analýza SWOT (Fotr, 2014).
- *Posúdenie rizika:* Zahŕňa určenie pravdepodobnosti výskytu rizikovej udalosti a možného výsledku. Porovnáva dôležitosť a závažnosť jednotlivých rizík a zoraďuje ich z hľadiska významnosti a dôsledkov. Posúdenie rizika môže byť tak kvalitatívne aj kvantitatívne (Georgeta, 2017).
- *Zmierňovanie rizika:* Poznáme päť všeobecne uznávaných stratégií, ktoré sa používajú na riešenie rizík: Prvou stratégiou, je *vyhýbanie sa riziku*, pri ktorej sa podnik snaží eliminovať riziká tak, že sa nezapája do činností, ktoré by mohli viesť k negatívnym vplyvom. Cieľom je teda eliminovať samotný zdroj možného problému. Tento prístup znižuje pravdepodobnosť negatívnych vplyvov na nulu, pretože vystavenie riziku teoreticky nikdy nenastane. Nie je však možné odstrániť všetky riziká a v niektorých prípadoch to nemusí byť ani praktické (Srinivas, 2019). Ďalšou stratégiou je *akceptovanie rizika*, kde nie je možné eliminovať všetky riziká alebo potenciálna strata z rizika nie je dostatočne veľká na to, aby sa mu spoločnosť snažila vyhnúť. Ide o riziká, ktoré nie sú príliš nákladné alebo ich vplyv výrazne neohrozí spoločnosť. Pri tejto stratégii je možné ušetriť rozpočet na dôležitejšie riziká, ktoré si budú vyžadovať reakciu firmy. Pri akceptácii rizika sa nevyžaduje, aby spoločnosť prijala akékoľvek preventívne alebo zmierňujúce opatrenia. Spoločnosť sa bude zaoberať rizikami až pri ich výskyte. Treťou stratégiou je *zníženie rizika*, pri ktorej sa spoločnosť snaží znížiť pravdepodobnosť a následky nepriaznivej udalosti. Niekedy je možné znížiť výšku škôd, ktoré môžu určité riziká spôsobiť podnikovým procesom. To možno dosiahnuť úpravou konkrétnych aspektov celkového plánu projektu alebo znížením jeho rozsahu (Potters, 2021).

Poslednou je stratégia *prenosu rizika*, ktorá spočíva v tom, že podnik prenesie negatívne účinky rizika, úplne alebo čiastočne, na tretiu stranu. Ak teda nastane situácia s nepriaznivým výsledkom, tretia strana pokryje stratu. Typickým príkladom je využívanie poisťovne (Srinivas, 2019).

- *Monitorovanie rizík*: proces riadenia rizík nekončí zavedením opatrení, ale vyžaduje aj hodnotenie účinnosti jednotlivých stratégií. Vďaka monitorovaniu sa dokážu neúčinné opatrenia zlepšiť alebo úplne zmeniť. Zohľadňuje, aký vplyv mali rizikové stratégie na organizáciu a aké zvyškové riziká zanechali. Môže zahŕňať výber alternatívnych stratégií, implementáciu operatívneho plánu, prijatie nápravných opatrení, opätovné plánovanie činností alebo identifikáciu nových rizík, pretože, situácia na trhu sa neustále mení (Fabbri, 2021).

V prípade, že sa podnikateľský subjekt stretáva s rizikom, ktoré je ovplyvniteľné, a rozhodne sa jednotlivé riziká zmiernovať, tak to dokáže podľa Kraloviča a Vlachynského (2006) doceliť aplikáciou niektorej z uvedených metód:

- *diverzifikácia* – riziko sa zmiernuje jeho rozložením na viacero subjektov.
- *manažment aktív a pasív* – cieľom je dosiahnutie rovnováhy medzi príjmami a výdavkami prostredníctvom aktívneho riadenia podnikových zdrojov.
- *delenie rizika* – jednotlivé riziká sú rozdelené medzi viacerých účastníkov.
- *poistenie rizika* – uzatvorenie poistnej zmluvy znižuje prípadne straty, ak sa riziko vyskytne.
- *presun rizika* – za kompenzáciu sa riziká prenášajú na iné subjekty,
- *zmluvne dohodnuté opatrenia* – ide o dohodu medzi subjektami týkajúcich sa rôznych aspektov rizika.
- *flexibilita* – predstavuje schopnosť podniku rýchlo a efektívne reagovať na zmeny na trhu.
- iné opatrenia – príkladom je faktoring alebo forfaiting

### 1.2.2 Regulačný rámec riadenia trhových rizík

Riadenie rizík sa stáva čoraz dôležitejšie, najmä v dôsledku globálnych kríz a množstvom úpadkov podnikov na celom svete. Okrem pomoci pri lepšom rozhodovaní a vyššej efektívnosti môže riadenie rizík priniesť aj iné výhody medzi ktoré zaradujeme: *Predpovede potenciálnych problémov* - Jednou z výhod riadenia rizík je, že mení kultúru organizácie. Spoločnosti, ktoré kladú väčší dôraz na riadenie rizík, sú zvyčajne proaktívnejšie. Sú nútené dôkladne preskúmať každý svoj prevádzkový postup a klásť dôraz na rizikovejšie činnosti. Predchádzanie katastrofickým udalostiam pomáha podnikom pripraviť sa na rôzne nečakané udalosti. Manažéri rizík pracujú na predvídaní týchto udalostí, ktoré majú vplyv na bežnú prevádzku podniku. Snažia sa však sústrediť aj na tragické udalosti, ktoré majú veľmi nízku pravdepodobnosť no ich výskyt však dokáže priniesť krach spoločnosti. *Udržiava konkurencieschopnosť* pomocou identifikácie potenciálnych hrozieb a príležitostí, zabezpečuje účinné riadenie rizík, tak aby podniky zostali konkurencieschopné. Spoločnosti môžu zlepšiť svoje stratégie a získať konkurenčnú výhodu tým, že sa zamerajú na silné a slabé stránky súperov. *Zlepšovanie procesov* - Spoločnosti musia neustále zhromažďovať viac údajov o svojich postupoch a operáciách z dôvodu riadenia rizík, a sú potom schopné presne určiť kroky v procese, ktoré sú neefektívne alebo majú priestor na zlepšenie. *Zlepšuje rozpočtovanie* – podniky ktoré využívajú risk management majú lepšie finančné riadenie ako ostatné spoločnosti. Je to spôsobené tým, že často starostlivo skúmajú svoje finančné údaje a snažia sa eliminovať akékoľvek plytvanie. Konečným výsledkom je, že tieto podniky lepšie rozumejú svojim rozpočtom, dokážu ich vypracovať efektívnejšie a rozdeľujú finančné prostriedky na dosiahnutie cieľov podniku. Mohlo by sa zdať, že tieto činnosti vedú k zvýšeniu nákladov, avšak v priebehu času tieto činnosti vedú k významným finančným úsporám podniku. Výhody výrazne preyšujú výdavky, ktoré pri týchto činnostiach vznikajú (Hopkin, 2010). Na druhej strane, uplatňovanie risk managementu so sebou prináša aj nevýhody pre podniky. Konkrétne v podobe, ak sa podniky zabezpečujú voči *sekundárnym rizikám*, vedie to k tomu, že organizácie vynakladajú nadmerné zdroje na ochranu voči riziku, namiesto inovácií alebo vytváraniu hodnoty. Riadenie rizík vedie k *nadmernej vnútornej kontrole*, dôvodom sú zvyšujúce sa regulačné požiadavky a opatrenia na dodržiavanie predpisov. Môžu viesť ku kultúre nadmernej vnútornej kontroly, čo vytvára zaťažujúce prostredie, v ktorom sa

organizácie zameriavajú viac na dodržiavanie predpisov ako na strategické podstupovanie rizík, čo potláča schopnosť reagovať. Kultúra organizácie, ktorá sa vyhýba rizikám a podstupovaniu rizík sa rovnako vyhýba príležitostiam, ktoré sú potrebné pre rast a inovácie. Hoci sa riadenie rizík často označuje za nevyhnutný predpoklad úspechu organizácie, existuje obava, že sa môže stať skôr núteným krokom manažmentu než udržateľnou praxou. To by mohlo viesť k tomu, že organizácie prijímajú postupy riadenia rizík bez úplného pochopenia ich dôsledkov a účinnosti (Power, 2004).

K rozvoju riadenia finančných rizík prispeli udalosti z minulosti, ktoré nastali práve z dôvodu nedostatočného prístupu k riadeniu rizika. V roku 1994 kalifornský okres Orange County vyhlásil bankrot so stratami vo výške 1,7 miliárd amerických dolárov. Hlavným dôvodom boli rizikové investície daňových odvodov do úrokových inštrumentov. Po nárazovom zvýšení úrokových sadzieb začala hodnota investícií prudko klesať. Počas finančnej krízy v roku 2008 utrpela americká investičná banka Morgan Stanley straty v hodnote 9 miliárd amerických dolárov, kde príčinou boli nesprávne odhady vývoja trhu s rizikovými hypotékami. Špekulácia na pokles podkladových aktív tak kvôli nesprávnym očakávaniam priniesla významné škody. Francúzska banka Sociétés Générale, taktiež v období finančnej krízy, urobila podobnú chybu, kde sa snažila dosiahnuť zisk pomocou špekulácií na európske akciové indexy. V tomto prípade však nastalo zlyhanie kontrolných mechanizmov a banka dosiahla stratu vo výške 4,9 miliardy eur. Takéto historické udalosti sa považujú za dôvod vzniku regulačných opatrení, či už v podobe Bazilejských dohovorov pre bankový sektor, alebo prostredníctvom smerníc Solventnosti v sfére poisťovní (Cipra, 2015).

Z dôvodu rozvoja medzinárodného bankového trhu, bol v roku 1974 zriadený Bazilejský výbor pre bankový dohľad, kde členmi výboru sú krajiny z celého sveta. Medzi základné činnosti výboru patrí vytváranie bazilejských dohôd, v pôvodnom znení Basel Accords, ktoré slúžia ako nezáväzný štandard pre bankovú reguláciu najmä v oblasti kapitálovej primeranosti. Pod názvom Basel I – III boli do dnes vydané tri bazilejské dohody (Cipra, 2015).

## **Basel I**

Prvý medzinárodný štandard pre bankový kapitál bol predstavený v roku 1988, definoval minimálny podiel vlastných zdrojov, ktoré musia banky mať v porovnaní s rizikovými

aktívami, aby boli schopné niesť potenciálne straty. Tento podiel sa nazýva kapitálová primeranosť a bol pôvodne stanovený na 8%. Rizikové aktíva boli vtedy hodnotené hlavne podľa toho, aké veľké bolo riziko spojené s poskytnutými úvermi. Kapitál banky bol rozdelený do dvoch kategórií: Tier 1 – predstavoval základný kapitál a rezervné fondy a Tier 2 - bol doplnkový kapitál z všeobecných rezerv a podriadených dlhov (Szyrc & Novota, 2013).

$$KP = \frac{\textit{Tier 1} + \textit{Tier 2}}{RVA + \textit{ÚEPP}} * 100\% \geq 8\%$$

Odhaľovanie ďalších vplyvov rizík malo za následok vznik nových dodatkov k Basel I, jedným z najvýznamnejších bolo zaradenie trhových rizík do výpočtu kapitálovej primeranosti v roku 1996. Výsledný vzorec dostal teda nasledovný tvar:

$$KP = \frac{\textit{Tier 1} + \textit{Tier 2} + \textit{Tier 3}}{KP_{\textit{ÚR}} + KP_{\textit{TR}}} * 100\% \geq 8\%$$

Kde:

Tier 3 predstavuje krátkodobý podriadený dlh a  $KP_{\textit{ÚR}}$  je kapitálová požiadavka na krytie úverového rizika,  $KP_{\textit{TR}}$  vyjadruje kapitálovú požiadavku na krytie trhových rizík (Vokorokosova & Kočišová, 2009).

## Basel II

O pár rokov neskôr sa ukázalo, že prvý štandard nie je dostačujúci na vtedajšie zložité bankovníctvo a preto v roku 2004 bol schválený druhý štandard. Basel II je postavený na troch pilieroch. Prvý pilier stanovuje minimálne množstvo vlastných zdrojov, ktoré musí banka mať, aby pokryla rôzne druhy rizík. Okrem tradičných úverových a trhových rizík sa v rámci tohto piliera zohľadňuje už aj operačné riziko. Nasledujúci vzorec predstavuje výpočet kapitálovej primeranosti na základe daného štandardu:

$$KP = \frac{\textit{Tier 1} + \textit{Tier 2} + \textit{Tier 3}}{KP_{\textit{ÚR}} + KP_{\textit{TR}} + KP_{\textit{OR}}} * 100\% \geq 8\%$$

KP<sub>OP</sub> predstavuje kapitálovú požiadavku na krytie operačného rizika. Na rozdiel od Basel I, jeho vylepšený druhý variant neurčuje len kvantitatívnu úroveň kapitálovej primeranosti, ale aj kvalitatívne požiadavky. Druhý pilier Basel II. kladie dôraz na aktívny dohľad regulačných orgánov nad bankami. Tieto orgány majú za úlohu hodnotiť, či banky majú zavedené účinné systémy na riadenie rizík. Čo znamená, že banky musia mať nielen dostatok kapitálu, ale aj procesy, ktoré im umožnia identifikovať, merať a riadiť všetky riziká, ktorým čelia. Tretí pilier sa zameriava na zvýšenie transparentnosti bankového sektora. Cieľom je, aby všetci účastníci trhu mali dostatok informácií a mohli uskutočňovať informované rozhodnutia (Szpyrc & Novota, 2013).

### **Basel III**

Finančná kríza, ktorá vypukla v roku 2008 odhalila problémy bankového sektora. Viaceré banky v tom čase nedisponovali dostatočným kapitálom, niektoré z dôvodu dodržania podmienok kapitálovej primeranosti umelo navyšovali svoje bilancie voči kapitálu využívaním podsúvahových nástrojov a často mali viazané krátkodobé zdroje v dlhodobých aktívach, čo spôsobovalo ich nízku likviditu. Reakciou na dané problémy bolo predstavenie nového štandardu, ktorý mal priniesť lepšiu transparentnosť, kontrolu a zlepšenie riadenia trhových rizík (Cipra, 2015).

Vzorec na kapitálovú primeranosť podľa tretieho štandardu je nasledovný:

$$kp = \frac{\text{Tier 1} + \text{Tier 2}}{RVA} \geq 0,105,$$

Kde:

RVA predstavuje hodnotu všetkých rizikovo vážených aktív odhadnutú národným regulátorom.

Obdobne ako v bankovom sektore, tak aj oblasť poisťovníctva je vystavená značnému trhovému riziku. Významné zmeny v tejto oblasti siahajú do 70. rokov 20. storočia, kedy vznikli smernice Európskeho spoločenstva pre oblasť neživotného a životného poistenia. Pre oblasť poisťovníctva neexistujú medzinárodné štandardy na celosvetovej úrovni, tak ako to je v bankovníctve. Prvým štandardom platným v európskej

únií je štandard s názvom Solvency I, prípadne je používaný aj jeho preklad Solventnosť I (Hull,2014). Momentálne sa uplatňuje novšia verzia štandardu s názvom Solvency II, ktorá je postavená na troch základných pilieroch. Prvý pilier definuje finančné prostriedky, pod ktoré poisťovňa nemôže klesnúť, aby bola považovaná za solventnú, určujú sa aj kapitálové požiadavky, ak klesne pod ich minimálnu úroveň, tak ohrozuje svoju licenciu. Druhý pilier ponúka zásady dohľadu a interný systém riadenia rizík. Riziká, ktoré nie je možné kvantitatívne hodnotiť v prvom pilieri, sú kvalitatívne hodnotené v druhom. Zmyslom posledného piliera je zverejňovanie informácií a zvýšenie transparentnosti trhu (Rybyšárová, 2008).

### **1.3 Metódy merania trhových rizík**

Predchádzajúce podkapitoly záverečnej práce hovorili o rozdelení finančného rizika a dôležitosti jeho riadenia či už v podniku alebo vo finančných inštitúciách. Nasledujúca podkapitola sa zameriava na popisovanie rôznych metód merania trhového rizika, ktoré slúžia na jeho kvantifikáciu.

#### *1.3.1 Value at risk a spôsoby jeho výpočtu*

Medzi najznámejšie a najpoužívanéjšie metódy patrí Value at Risk, v preklade „*Hodnota v riziku*“, ktorej autorom je Dennis Weatherstone, vtedajší predseda banky JP Morgan, ktorý požiadal svoj tím, aby mu denne predkladal prehľad o potenciálnych finančných stratách na nasledujúci deň. Táto metóda má za cieľ zvýšiť povedomie vedenia o rizikách spojených s obchodnými aktivitami. Výsledkom je lepšie riadenie rizík a efektívnejšie investovanie (Ambróž,2011). Koncept hodnoty v riziku bol prvýkrát použitý veľkými finančnými inštitúciami koncom osemdesiatych rokov na meranie rizík v portfóliách. Toto obdobie bolo charakteristické obrovskou volatilitou výmenných kurzov a rýchlym rastom využívania derivátov, užitočných na riadenie menových a úrokových rizík. Metóda bola oficiálne predstavená v roku 1994 na konferencii Risk managementu, ktorú organizovala spomínaná banka (Varcholová & Rimarčík, 2003). Value at Risk meria výšku očakávanej straty na základe pravdepodobnosti špecifických trhových pohybov v určitom časovom období. Vďaka metóde VaR tak majú finančné inštitúcie možnosť zhrnúť trhové riziko, ktorému môžu čeliť v dôsledku neočakávaných trhových podmienok, pomocou jediného číselného kritéria. Kapitálová požiadavka spojená s trhovým rizikom vychádza z odhadov VaR, ktoré banky a nebankové finančné inštitúcie vypočítavajú pomocou svojich

modelov riadenia rizík. Modely boli vyvinuté na predpovedanie časovo premenlivých rozdelení výnosov z portfólia. Skutočné hodnoty VaR sú nižšie ako odhady týchto rozdelení. Hodnota VaR je odhad maximálnej straty portfólia, ktorá môže nastať počas daného obdobia držby, definovaná určitým intervalom spoľahlivosti. Metóda sa stala predmetom záujmu mnohých odborníkov zaoberajúcich sa riadením rizík v ekonomike a stala sa aj štandardným meradlom na identifikáciu trhového rizika portfólia rôznych aktív. V dôsledku toho sa začala používať ako regulačný nástroj pri ochrane integrity finančného systému (JP Morgen, 1996). V súčasnosti existujú rôzne metódy na stanovenie VaR, z ktorých za najdôležitejšie sa považujú:

- metóda variačno-kovariančnej matice,
- metóda historickej simulácie,
- metóda Monte Carlo (Varcholová & Rimarčík, 2003).

Pre lepšie porozumenie matematickým zápisom Value at Risk, musíme zadefinovať, čo je to distribučná a kvantilová funkcia. Distribučná funkcia nám hovorí, aká je pravdepodobnosť, že náhodná premenná  $X$  bude menšia alebo rovná hodnote  $x$ . Inými slovami, popisuje, ako sa hodnoty náhodnej premennej rozdeľujú. Matematicky to môžeme zapísať vzťahom:

$$F_X(x) = P(X \leq x).$$

Takáto funkcia je neklesajúca a polospojité sprava. Kvantilová funkcia alebo skrátene kvantil či  $\alpha$ -kvantil je inverznou funkciou k funkcii distribučnej a udáva takú hraničnú hodnotu náhodnej premennej  $X$ , v porovnaní s ktorou je  $\alpha \cdot 100\%$  percent hodnôt menších alebo rovných. Zvyšných  $(1 - \alpha) \cdot 100\%$  hodnôt je od tohto kvantitu väčších. Môžeme sa stretnúť s dvoma druhmi kvantilov, a to dolného a horného kvantitu (Ambrož, 2011).

Matematickým vzťahom môžeme kvantily zapísať:

$$q_\alpha(X) = \sup \{x | F_X(x) < \alpha\} = \inf \{x | F_X(x) \geq \alpha\},$$

$$q^\alpha(X) = \inf \{x | F_X(x) > \alpha\} = \sup \{x | F_X(x) \leq \alpha\}.$$

Kde:

$q_\alpha(X)$  predstavuje dolný kvantil,

$q^\alpha(X)$  predstavuje kvantil horný

$\alpha$  označuje úroveň spoľahlivosti, ktorú požadujeme (McNeil et. al., 2005). VaR teda predstavuje dolnú hodnotu v riziku, ktorá zodpovedá vyššie definovanému dolnému kvantitu rozdelenia strát  $X$ , matematické vyjadrenie je nasledovné:

$$VaR_\alpha(X) = \inf \{x | F_X(x) \geq \alpha\}.$$

Kde:

$\inf$  je najmenšie reálne číslo

### **Metóda historickej simulácie**

Patrí k najčastejšie využívaným neparametrickým metódam na výpočet hodnoty v riziku, k výpočtu príslušného kvantilu sa používajú zoradené hodnoty minulých zmien portfólia za zvolený časový interval (Cipra,2015). Historická simulácia využíva minulé údaje bez ich premeny na distribučnú funkciu. Riziko je definované ako odchýlka od očakávanej hodnoty. Výhodou je, že extrémne zmeny v minulosti, ktoré presahujú vybranú úroveň, je možné zmerať, ale nie sú prevádzané na distribučnú funkciu.

Reuse (2010) popisuje historickú simuláciu nasledovným vzťahom:

$$VaR_p = [r_a - Quartile_{s\%}(r_i)]$$

$$r_i = \ln \{V_i/V_{i-1}\}$$

Kde:

$VaR_p$  = Hodnota v riziku portfólia

$r_i$  = historické výnosy získaných údajov

$r_a$  = priemer historických výnosov zo získaných údajov

$s$  = úroveň zabezpečenia na definovanie hodnoty normálneho rozdelenia

$V_i$  = hodnota portfólia v čase  $t_i$

### **Monte Carlo simulácia**

Metóda je založená výlučne na štatistickom modeli, ktorý sa líši od historickej simulácie vytvorenej priamo z minulých dát, a využíva matematické techniky na dosiahnutie veľkého počtu možných hodnôt výnosov portfólia. Proces simulácie v skutočnosti zohľadňuje možné udalosti, ktoré nastanú, a nie udalosti, ktoré boli pozorované v minulosti. Skutočnosť, že simulácia Monte Carlo sa opiera o štatistické modelovanie, si vyžaduje aj náhodný výber vzoriek. Na rozdiel od metódy historickej simulácie je cieľom tejto metódy odhadnúť hodnotu portfólia na konci obdobia držania, podľa rôznych scenárov a predpokladov určených definovaním cenového správania portfólia. Najcennejším zdrojom pri definovaní cenového systému portfólia sú minulé cenové pohyby. V tomto zmysle sú na uplatnenie simulačnej metódy Monte Carlo potrebné tri typy údajov (Andersen et. al., 2013):

- Očakávaná zmena hodnoty aktív
- Stupeň neistoty
- Typ rozdelenia

Jorion (2006) uvádza, že simulácia Monte Carlo sa vykonáva podľa nasledujúceho algoritmu:

1. Určenie, do ktorého modelu štatistického rozdelenia patrí rad výnosov portfólia,
2. Korelácia medzi akciami tvoriacimi portfólio a tvorba variačno-kovariančnej matice,
3. Určenie generátora náhodných čísel použitého na výpočet umelých cien rizikových faktorov pomocou korelácie a volatility,
4. Určenie hypotetických cien z rozdelenia pomocou generátora náhodných čísel,
5. Určenie zisku alebo straty výpočtom hodnoty portfólia podľa hypotetických cien,
6. Opakovanie krokov (2,3,4) na vytvorenie rozdelenia výnosov portfólia,
7. Výpočet VaR tohto rozdelenia podľa požadovanej úrovne spoľahlivosti.

Metóda simulácie Monte Carlo je v podstate zmesou variačno-kovariančnej a historickej metódy. Výsledky simulácie Monte Carlo a historickej simulácie budú približne rovnaké. Ak však portfólio bude vykazovať nelineárne správanie, výsledky budú odlišné. Jednou z hlavných nevýhod tejto metódy je jej vysoká cena. V situáciách, keď je presné ocenenie majetku zložité, je ťažké túto metódu uplatňovať. Na uľahčenie situácie sa aktíva zoskupujú alebo agregujú podľa určitých rizikových faktorov. Ďalšou slabinou metódy je, že scenáre sú založené na špecifických stochastických modeloch. V tejto súvislosti metóda zahŕňa aj modelové riziko. V dôsledku toho, ak je model zostavený správne, ide o najpodrobnejší prístup na meranie trhového rizika.

Pri implementácii procesu Monte Carlo je potrebné zohľadniť niekoľko krokov.

- Určenie rozdelenia,
- Testovanie pozorovaného rozdelenia frekvencií,
- Generovanie náhodných čísel,
- Opakovanie.

### **Variačno-kovariančná metóda**

Metóda vychádza z predpokladu, že výnosy portfólia sú lineárnou kombináciou výnosov cenných papierov, ktoré tvoria zloženie portfólia, a výnosy portfólia sú lineárnou kombináciou týchto rizikových faktorov. To znamená, že výnosy portfólia majú normálne rozdelenie, keďže derivácia rizikových faktorov v portfóliu je lineárna funkcia. Prístup preto vysvetľuje VaR portfólia na základe normálneho rozdelenia. V tomto ohľade by stačilo vypočítať strednú hodnotu a rozptyl normálneho rozdelenia, aby sa dosiahla riziková hodnota portfólia (Jorion, 2006). Na výpočet Value at Risk je potrebné hodnotu portfólia alebo akcie vynásobiť štandardnou odchýlkou portfólia, normálnou hodnotou pre daný interval spoľahlivosti a druhou odmocninou z doby držby.

$$VaR_{\%,t} = P * \sigma * k * \sqrt{t}$$

Kde:

P: Hodnota portfólia alebo akcií

$\sigma$ : štandardná odchýlka portfólia alebo akcie

t: obdobie držania

Vo všeobecnosti sa portfólia skladajú z viac ako jednej akcie a výpočet štandardnej odchýlky je zložitejší. Aby sa dosiahla hodnota v riziku touto metódou, existujú rôzne spôsoby výpočtu rozptylu portfólia. Očakávaný výnos portfólia podľa modelu je definovaný ako vážený priemer očakávaných výnosov akcií v portfóliu. To znamená, že citlivosť každého rizikového faktora v portfóliu bude úmerná podielu rizika v portfóliu.

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^N w_i E(r_i)$$

Kde:

$E(r_p)$  : Očakávaný výnos portfólia  $p$

$w_i$  : váha akcií v portfóliu

$E(r_i)$  : Predstavuje individuálne očakávané výnosy akcií v portfóliu (Penza & Bansal, 2001).

Podľa modelu je mierou rizika portfólia štatisticky známa miera rozptylu, ktorá je pri normálnom rozdelení, definovaná ako miera odchýlky od priemeru. Rozptyl zohľadňujúci vzťah medzi výnosmi akcií v portfóliu, sa vypočíta pomocou nasledujúcej rovnice pre portfólio pozostávajúce z  $N$  akcií.

$$\sigma_{r_p}^2 = \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} \right]$$

To znamená, že príspevok rozptylu každej akcie k celkovému rozptylu portfólia je ako funkcia vzťahu medzi váhami a výnosmi.

$\sigma_{2p}$  : Rozptyl portfólia  $r_p$

$w_i$ : (i) váha akcie v portfóliu

$w_j$ : (j) váha akcie v portfóliu

$\sigma_{ij}$  : Označuje kovarianciu, ktorá meria stupeň, v ktorom sa aktíva pohybujú rovnakým smerom (i a j).

Rozptyl N-členného portfólia vo forme maticového zápisu je znázornený nasledovne:

$$\sigma_{r_p}^2 = [w_i \dots \dots w_N] \begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \dots & \sigma_N \end{vmatrix} \begin{vmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{vmatrix}$$

Meranie hodnoty v riziku sa pôvodne použilo na odhalenie rizika portfólia. Vzhľadom na jednoduchosť vykazovania sa však stalo strategickým nástrojom v aktívnych portfóliách, ktoré sa v priebehu času rýchlo a priebežne menia. Investor tak môže okamžite vidieť, ako sa mení riziko počas zmien v portfóliu vďaka rýchlemu vykazovaniu, ktoré poskytuje meranie VaR. Preto môže otestovať efektívnosť investičných rozhodnutí týkajúcich sa toho, ktorý nástroj má byť zahrnutý do portfólia, ktorý by mal byť z rozsahu vyňatý, alebo ktorá pozícia by mala byť zmenená (Jorion, 2006).

### 1.3.2 Alternatívne metódy merania trhového rizika

Klasická metóda hodnotenia rizika, Value at Risk, neberie do úvahy extrémne straty a z toho dôvodu vznikli nové metódy, ktoré sa zameriavajú práve na riešenie situácii kedy ku stratám dochádza. Niektoré z nich využívajú VaR ako východiskový bod pre svoje výpočty.

#### **Expected Shortfall**

V praxi sa často využíva aj očakávaná strata, označovaná ako ES. Metóda, je známa aj ako CVaR alebo AVaR, poskytuje pohľad na priemernú stratu v najhorších prípadoch. Hlavnou výhodou ES je, že spĺňa kritériá koherentnej rizikovej miery, čím ponúka robustnejší nástroj na hodnotenie rizík (Ambróž, 2011).

### Tail Value-at-Risk

V preklade býva označovaná ako zvyšková hodnota v riziku alebo krajné podmienené očakávanie. Môžeme ju definovať ako podmienenú očakávanú stratu, ktorá prevyšuje VaR, čo môžeme vyjadriť pomocou vzťahu:

$$TVaR_{\alpha}(X) = E[X|X \geq VaR_{\alpha}(X)],$$

Aj napriek tomu, že táto metóda merania trhového rizika berie do úvahy možné výšky strát za úrovnou hodnoty v riziku, a tým odstraňuje jeden z jej nedostatkov, stále ide o nekoherentnú rizikovú mieru, ktorá nespĺňa podmienku subaditivity (Ambróž, 2011).

### Expektily

Pojem predstavuje alternatívu ku kvantilu. Autormi sú Newey a Powell (1987), ktorí ho navrhli ako koherentnú rizikovú mieru, ktorá spĺňa matematickú vlastnosť „*elicibility*“. Expektily využívajú údaje z oboch strán pravdepodobnostného rozdelenia. Pre  $\tau \in [0, 1]$  a náhodnú veličinu  $X$ , ktorá predstavuje veľkosť straty, definujeme  $\tau$ -expektil za podmienky existencie konečných druhých momentov pomocou vzťahu:

$$e_{\tau}(X) = \arg \min_{x \in \mathbb{R}} E [\tau \max(X - x, 0)^2 + (1 - \tau) \max(x - X, 0)^2].$$

Zámer využitia expektilov bol určený pre regresné modely, je možné ho použiť pri kvantifikácii rizík. Avšak táto metóda môže zlyhávať pri odhaľovaní rizík spôsobených nelineárnymi závislosťami. K jeho nedostatkom patrí aj to, že nie je intuitívny a pochopiť jeho koncept je náročné. Z uvedeného vyplýva jeho problém s interpretáciou

(Emmer et. al., 2013).

### Beta Koeficient

Miera systematického rizika spojeného s konkrétnym cenným papierom sa vyjadruje koeficientom beta. Pojem beta sa dá použiť na akékoľvek aktívum, ale najčastejšie sa používa v prípade akcií. Beta je index rizika, ktorého cieľom je kvantifikovať reakciu výnosu konkrétneho aktíva na zmenu výnosu trhu. Meraním výnosu akcie vo vzťahu k výnosu celého trhu beta meria systematické riziko akcie. Koeficient široko používajú finanční

analytici na meranie systematického rizika spojeného s jednotlivými akciami, ale uplatňuje sa aj na portfóliá investičných fondov, na generovanie očakávaného výnosu fondu vo vzťahu k výnosu trhu. V tomto prípade sa beta celého portfólia zisťuje ako vážený priemer koeficientov  $\beta$  jednotlivých akcií (Mayo,2019). Ak faktor beta dosiahne kladné číslo, miera výnosnosti nástroja alebo portfólia sa pohybuje rovnakým smerom ako trhovú mieru výnosnosti. Ak je beta záporná, existuje inverzný vzťah medzi trhovým výnosom a výnosom cenného papiera. Ak sa teda trhovú výnos zvyšuje, výnosnosť daného aktíva sa znižuje. Ak je beta nástroja väčšia ako 1, znamená to, že výnos nástroja sa pohybuje rovnakým smerom ako trhovú výnos, ale rýchlejšie. Nástroje s betou vyššou ako 1 možno označiť za agresívne. Ak je beta kladná a pohybuje sa v intervale 0 - 1, ide o defenzívny nástroj. Ak je beta +1, potom by miera výnosnosti cenného papiera kopírovala trhovú mieru výnosnosti (Čížinská, 2018).

Podľa Čížinskej (2018) pri použití kovariančnej metódy je  $\beta$  aktíva daná podielom kovariancie medzi mierou výnosnosti investície do aktíva, trhovú mierou výnosnosti a rozptylom trhovej miery výnosnosti, čo vyjadruje nasledovný vzorec:

$$\beta = \frac{cov(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$$

Kde:

$R_i$  je výnosová miera podkladového aktíva

$R_m$  je výnosová miera trhu

$\sigma_m^2$  predstavuje rozptyl miery trhu

Koeficient beta dostaneme aj pomocou metódy najmenších štvorcov:

$$\beta = \frac{n * \sum r_i r_m - \sum r_i * \sum r_m}{n * \sum (r_m)^2 - (\sum r_m)^2}$$

### 1.3.3 Prednosti a nedostatky jednotlivých metód merania

Metóda Value at Risk sa v 90. rokoch stal dominantným nástrojom na kvantifikáciu trhových rizík, kde jej význam je nesporný, no práve jej rozšírené používanie odhalilo aj nedostatky. Finančná kríza v roku 2008 potvrdila obavy o spoľahlivosti a podnietila hľadanie alternatívnych metód merania rizika, preto v tejto podkapitole sa pozrieme na prednosti a nedostatky jednotlivých metód.

Ako prvé zhodnotíme práve prednosti metódy Value at Risk, ktoré už boli priamo, alebo nepriamo spomenuté. Popularita metódy pramení z niekoľkých kľúčových výhod, ktoré ju odlišujú od iných rizikových mier:

- *Jednoduchosť a zrozumiteľnosť* sú nepochybne jednými z najväčších predností, pretože kvantifikuje riziko pomocou jediného čísla. Tento jednoduchý koncept umožňuje ľahko pochopiť, akému riziku je portfólio vystavené.
- *Univerzálnosť* je ďalšou dôležitou vlastnosťou. Hoci sa primárne využíva na meranie trhového rizika, jeho aplikácia sa dá rozšíriť aj na iné typy rizík, ako sú operačné alebo kreditné riziko. To umožňuje komplexnejšiu analýzu celkového rizikového profilu spoločnosti. Navyše, VaR je možné aplikovať na rôzne typy portfólií, od jednoduchých po vysoko komplexné.
- *Jednoduchá interpretácia* je ďalšou výhodou, lebo výsledky sú vyjadrené v peňažných jednotkách, čo umožňuje priame porovnanie s inými finančnými ukazovateľmi.
- *Pravdepodobnostný charakter* je ďalšou dôležitou vlastnosťou, kde metóda je spojená s určitou úrovňou spoľahlivosti, čo znamená, že s danou pravdepodobnosťou neprekročíme vypočítanú hodnotu straty. Umožňuje to rizikovým manažérom lepšie porozumieť pravdepodobnostnému správaniu portfólia a prijímať informované rozhodnutia.
- *Pomoc pri identifikácii rizík* je ďalšou výhodou, aj keď nie priamou. Proces výpočtu VaR núti rizikových manažérov dôkladne analyzovať portfólio a identifikovať všetky relevantné zdroje rizika. Tým sa zvyšuje povedomie o rizikách a umožňuje lepšiu kontrolu nad nimi (Ambróž, 2011).

Napriek popularite metódy VaR, musíme podotknúť, že nie je bez nedostatkov. Kritika tejto metódy poukázala na viaceré slabé stránky, ktoré následne rozoberieme:

- *Neposkytuje úplne informácie o stratách*, keďže pracuje s konkrétne zvolenou mierou spoľahlivosti, neposkytuje adekvátne informácie o extrémnych udalostiach. Ignoruje potenciálne katastrofické scenáre s nízkou pravdepodobnosťou. Čo znamená, že dve portfóliá s rovnakým výsledkom VaR môžu vykazovať výrazne odlišné správanie v oblasti extrémnych strát, ktoré nie sú zachytené v rámci štandardného výpočtu (Strand, 2009).
- *Nie je koherentnou rizikovou mierou*, aj napriek tomu, že spĺňa monotónnosť, pozitívnu homogenitu aj translačnú invarianciu, VaR nie je subaditívna. takže je možné umelo znižovať rizikovosť portfóliá, tak že ho rozdelíme na menšie subportfóliá. Nesplnenie vlastnosti subaditivity je v konflikte s myšlienkou diverzifikácie, keďže zlúčenie portfólií nemusí doceliť očakávané zníženie rizika (Cipra,2015).
- *Hodnota je statická* čo predstavuje, že neberie ohľad na zmeny hodnoty portfóliá v priebehu dňa a sústreď sa iba na výsledný stav, z ktorého kvantifikuje stratu, to môže spôsobiť jej výrazne podhodnotenie (Strand, 2009).
- *Založená je na historických dátach*, a tak sa očakáva, že budúce straty sa budú vyvíjať podobne ako tie predošlé. Najväčšie straty však prinášajú udalosti, ktoré v blízkej minulosti, alebo aj nikdy nenastali, preto ich predikcia je takmer nemožná (Cipra,2015).

Metóda využívajúca beta koeficient, prináša výhody v jej jednoduchom porovnaní s trhom. Dostupné sú aj rôzne modifikácie, kde je možné zohľadniť odvetvie, lokalitu či iné faktory ovplyvňujúce trhové riziko. Jej výpočet a interpretácia nie je náročná. Medzi nevýhody tejto metódy patrí, že je sa sústreď iba na systematické riziko. Problém určenia koeficientu beta nastáva v prípade súkromnej spoločnosti, ktorej akcie sa zatiaľ neobchodujú na trhu, a teda nemá dostupné potrebné informácie.

Ostatné alternatívne metódy, ich prednosti a nedostatky boli charakterizované v predošlej podkapitole priamo s ich definovaním. Následná tabuľka prináša sumár jednotlivých metód z pohľadu náročnosti na výpočet a interpretovanie výsledku:

*Tabuľka 1: Jednotlivé metódy a ich náročnosť a interpretovanie*

	<b>Interpretovanie</b>	<b>Náročnosť</b>
<b>Value at Risk</b>	Jednoduché	Ne/náročná
<b>Beta Koeficient</b>	Jednoduché	Nenáročná
<b>Expected Shortfall</b>	Jednoduché	Nenáročná
<b>Tail condition expectation</b>	Jednoduché	Nenáročná
<b>Expektily</b>	Nenáročné	Náročná

*Zdroj: Vlastné spracovanie (podľa Sivák, 2010)*

Rôznorodosť interpretácie a náročnosť výpočtov spomenutých metód, viedla k výberu Value at Risk a metódy merania trhového rizika pomocou Beta koeficientu pre aplikáciu v praktickej časti.

## 2. Cieľ práce

Diplomová práca sa zameriava na metódy merania trhových rizík, kde hlavným cieľom je identifikácia metód používaných na meranie trhových rizík finančnými inštitúciami, a porovnanie metódy Value at Risk s dostupnými alternatívami. Na dosiahnutie hlavného cieľa boli stanovené čiastkové ciele pre teoretickú aj praktickú časť záverečnej práce.

Jednotlivé čiastkové ciele pre teoretickú časť práce sú:

- Charakterizovať finančné riziko a trhové riziko ako súčasť finančného rizika.
- Definovať proces riadenia rizika.
- Popísať jednotlivé metódy merania trhových rizík spolu s komparáciou ich predností a nedostatkov, a výber vhodných metód na praktickú aplikáciu.

Ciele praktickej časti záverečnej práce sú nasledovné:

- Charakterizovať objekt skúmania, ktorý predstavuje dve modelové portfóliá tvorené z akcií spoločnosti, kde prvé portfólio tvoria akcie patriacich do cyklických odvetví a druhé modelové portfólio tvoria akcie z necyklických odvetví.
- Analyzovať historické dáta spoločnosti nachádzajúcich v portfóliách s následnou aplikáciou metód merania trhového rizika, použité budú metódy Value at Risk a všetky spôsoby jeho výpočtu, metóda s použitím Beta koeficientu.
- Zhodnotiť efektívnosť použitých metód na modelových portfóliách a ich vzájomná komparácia.

### 3. Metodika práca a metódy skúmania

Základnou podmienkou dosiahnutia stanovených cieľov je voľba adekvátnych metód a ich následná aplikácia na danú problematiku. V rámci teoretickej časti diplomovej práce boli použité metódy analýzy, syntézy a abstrakcie, ktoré umožnili systematické skúmanie relevantných teoretických poznatkov dostupných v domácich či zahraničných publikáciách a ich zovšeobecnenie do ucelenej podoby. Boli využité aj metódy indukcie a dedukcie, ktoré sa uplatnili pri aplikovaní teoretických poznatkov na konkrétne modely a analýzy, čím umožnili testovanie platnosti teoretických predpokladov v empirickej časti práce.

Pri spracovaní praktickej časti práce sme pracovali s verejne dostupnými dátami o cenách akcií, ktoré sú dostupné na Yahoo Finance. Na exportované údaje boli aplikované kvantitatívne metódy, korelačná analýza slúžila na identifikáciu vzťahov medzi sektormi indexu S&P500 a samotným indexom, kde slúžila ako podklad na určenie ich cyklickosti. Následne boli zostavené dve portfólia, pričom jedno bolo zostavené z akcií spoločností patriacich do cyklických sektorov, a druhé z akcií patriacich do tých necyklických.

V zostavených portfóliách sa uplatnila naivná diverzifikácia, pre každé portfólio bol pridelený kapitál vo výške 100 000 USD. Pomocou matematicko-štatistických metód bolo kvantifikované trhové riziko. Zamerali sme sa konkrétne na Value at Risk, spôsob výpočtu pomocou historickej simulácie, simulácie Monte Carlo a variačno-kovariančnej matice. Na porovnanie bola aplikovaná aj metóda výpočtu trhového rizika pomocou koeficientu Beta, ktorého výpočet sme dosiahli kovariančnou metódou. Uplatnená bola aj metóda komparácie, pomocou ktorej sme porovnali dosiahnuté výsledky a zhodnotili nedostatky a prednosti jednotlivých metód. Počas komparácie, bolo vypočítané trhové riziko aj metódou Expected shortfall, ktorá odstraňuje kritizované nedostatky metódy VaR.

Jednotlivé výpočty boli uskutočnené v softvérovom prostredí R s využitím jeho základných knižníc a funkcií, ktoré poskytujú široké možnosti pre štatistické spracovanie údajov.

## 4. Výsledky práce

### 4.1 Charakteristika objektu skúmania

#### 4.1.1 Americký akciový trh v kontexte trhového rizika

Americký akciový trh je jedným z najväčších, najlikvidnejších a najvplyvnejších finančných trhov na svete. Slúži ako kľúčový ukazovateľ ekonomickej aktivity a nálady investorov. Na americkom trhu, likviditu podporuje obrovské množstvo účastníkov vrátane inštitucionálnych investorov, retailových obchodníkov a hedžových fondov. Prítomnosť tvorcov trhu a firiem zaoberajúcich sa vysokofrekvenčným obchodovaním zabezpečuje, že rozpätia medzi ponukou a dopytom zostávajú nízke, čo zvyšuje cenovú stabilitu a minimalizuje transakčné náklady investorov. Ďalšou významnou charakteristickou črtou amerického akciového trhu je jeho rozmanité sektorové zastúpenie. Na rozdiel od mnohých rozvíjajúcich sa trhov, ktorým dominuje niekoľko odvetví, americký akciový trh zahŕňa spoločnosti z rôznych sektorov. Táto rozmanitosť poskytuje investorom príležitosti na vytvorenie dobre vyvážených portfólií a efektívne riadenie rizika. Významný je aj globálny vplyv amerického akciového trhu. Keďže ide o najväčší finančný trh na svete, pohyby amerických akcií majú účinok na medzinárodné trhy. Mnohí globálni investori používajú americké indexy, ako referenčné hodnoty pre svoje investičné rozhodnutia. Okrem toho sa zahraničné spoločnosti usilujú o kótovanie na amerických burzách, aby zvýšili svoju dôveryhodnosť. Zverejňovanie ekonomických údajov, rozhodnutia Federálneho rezervného systému o úrokových sadzbách a správy o ziskoch spoločností v USA môžu vyvolať volatilitu na zahraničných trhoch, čo odráža vzájomnú prepojenosť globálneho finančného systému. Vďaka týmto faktorom je to jedno z najatraktívnejších a najodolnejších investičných prostredí, hoci investori si musia byť vedomí sektorových zmien, trhových cyklov a regulačného vývoja, ktoré môžu časom ovplyvniť výkonnosť akcií.

Index S&P 500 predstavuje jeden z najsledovanejších akciových indexov na svete, ktorý tvorí 500 najväčších verejne obchodovaných spoločností v Spojených štátoch. Slúži ako kritérium celkovej výkonnosti trhu, kľúčový ukazovateľ ekonomického zdravia USA a základ mnohých investičných stratégií. Index je vážený podľa trhovej kapitalizácie, čo znamená, že väčšie spoločnosti majú väčší vplyv na jeho pohyb. Pokrýva širokú škálu priemyselných odvetví, čo z neho robí jeden z najrozmanitejších a najreprezentatívnejších indexov. Pozostáva z 11 sektorov, každý sektor predstavuje špecifickú oblasť hospodárstva a jeho výkonnosť môžu ovplyvňovať rôzne makroekonomické faktory. Niektoré sektory

majú tendenciu byť odolnejšie počas poklesov, zatiaľ čo iné, sú cyklickejšie a závisia od hospodárskych podmienok. Cieľom analýzy je klasifikovať sektory indexu S&P 500 na cyklické a necyklické na základe ich historickej výkonnosti v porovnaní s celým trhom. Na tento účel sa využíva výpočet mesačných percentuálnych zmien jednotlivých sektorových ETF fondov a ich následná korelačná analýza s hlavným indexom S&P 500. Na získanie historických cenových údajov sa využívajú dostupné dáta z Yahoo Finance. Na zabezpečenie dostatočnej historickej hĺbky sa využívajú údaje za posledných 25 rokov. Pre analýzu sú zahrnuté nasledovné ETF fondy reprezentujúce jednotlivé sektory indexu S&P 500:

*Tabuľka 2: Názov ETF fondov reprezentujúcich sektory S&P 500*

<b>ETF FOND</b>	<b>Sektor</b>
XLF	Financie
XLK	Informačné technológie
XLY	Spotrebiteľské služby
XLI	Priemyselné podniky
XLB	Materiály
XLRE	Nehnutelnosti
XLC	Komunikačné služby
XLE	Energetika
XLP	Základné spotrebné výrobky
XLV	Zdravotníctvo
XLU	Komunálne služby

*Zdroj: Vlastné spracovanie podľa [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

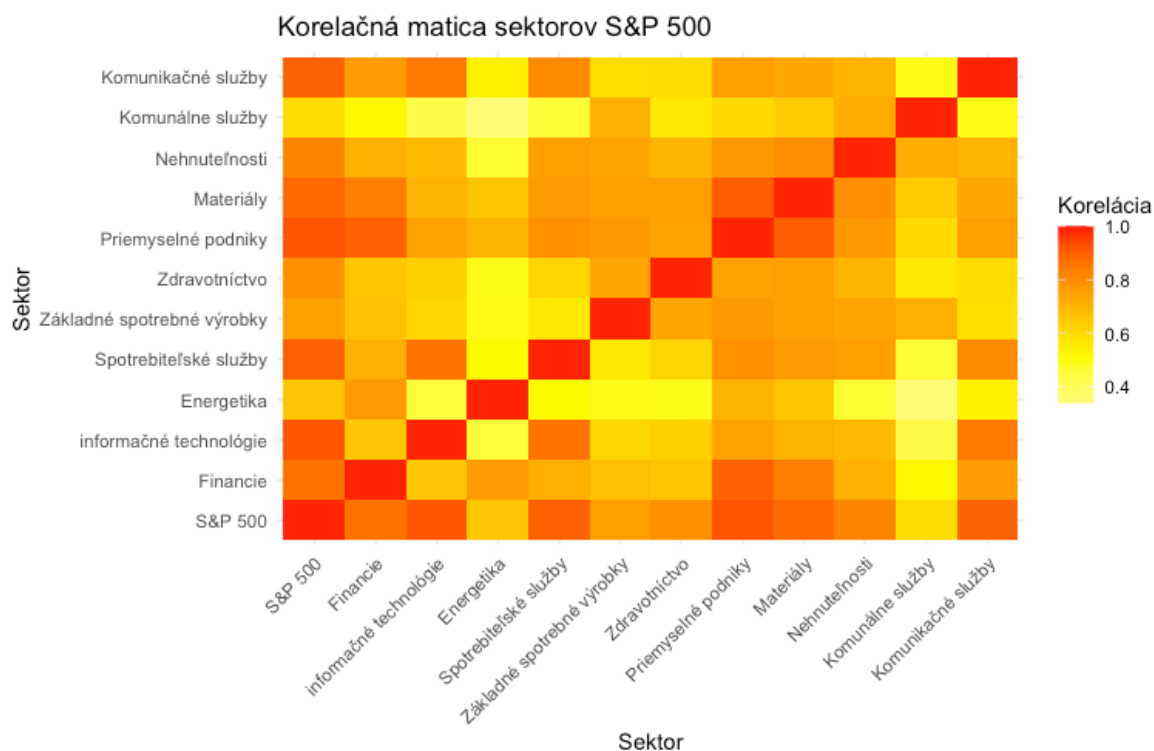
Z historických dát sa využívajú zatváracie ceny jednotlivých ETF fondov, z ktorých boli vypočítané logaritmické mesačné výnosy. Tento prístup zohľadňuje plynulé percentuálne zmeny a eliminuje niektoré nevýhody klasických aritmetických výnosov. Pre získanie prehľadu o správaní jednotlivých sektorov sa vypočítala korelačná matica, ktorá analyzuje vzťah medzi mesačnými výnosmi každého sektoru a celkovým indexom S&P 500. Korelácia je vypočítaná pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu. Na základe výsledkov korelácie sa sektory rozdeľujú na cyklické a necyklické. Pričom ako necyklické označujeme aj odvetvia, ktoré by z teoretického hľadiska patrili do odvetví neutrálnych. Ako hraničná hodnota sa stanovuje korelačný koeficient 0,80

Tabuľka 3: Korelácia sektorov s indexom S&P 500

ETF	Sektor	Korelácia	Typ
XLF	Financie	0,8609715	Cyklický
XLK	Informačné technológie	0,9167000	Cyklický
XLY	Spotrebiteľské služby	0,8984968	Cyklický
XLI	Priemyselné podniky	0,9183238	Cyklický
XLB	Materiály	0,8773439	Cyklický
XLRE	Nehnuteľnosti	0,8212538	Cyklický
XLC	Komunikačné služby	0,8931522	Cyklický
XLE	Energetika	0,6518625	Necyklický
XLP	Základné spotrebné výrobky	0,7615981	Necyklický
XLV	Zdravotníctvo	0,7903424	Necyklický
XLU	Komunálne služby	0,5973364	Necyklický

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Obrázok 3: Korelačná matica sektorov S&P500



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Následne boli zostavené dve modelové portfólia pričom jedno pozostáva z akcií patriacich do cyklických odvetví. Zatiaľ čo druhé portfólio pozostáva z akcií spoločnosti, ktoré patria do odvetví uvedených ako necyklické.

#### *4.1.2 Charakteristika spoločností a vývoj cien akcií*

Korelačná analýza slúžila ako podklad pre zostavenie dvoch modelových portfólií, prostredníctvom rozdelenia na cyklické a necyklické odvetvia. Z jednotlivých sektorov boli vybrané akcie, ktoré budú reprezentovať portfólia. Nižšie uvádzame obe modelové portfólia a stručné charakteristiky spoločnosti ich tvoriace.

##### **Portfólio akcií zložené z cyklických odvetví**

###### **Apple Inc. (AAPL)**

Ide o celosvetovo uznávanú technologickú spoločnosť so sídlom v Kalifornii, ktorú v roku 1976 založili Steve Jobs, Steve Wozniak a Ronald Wayne. Vypracovala sa na jeden z najhodnotnejších podnikov na svete. Apple sa špecializuje na dizajn, vývoj a predaj spotrebnej elektroniky, softvéru a digitálnych služieb. Konkurenčná výhoda spoločnosti vyplýva zo sily jej značky, produktového ekosystému, inovačných schopností a vysokej lojality zákazníkov. Spoločnosť je kótovaná na burze NASDAQ pod symbolom AAPL. Je súčasťou hlavných indexov. Na cenu akcií spoločnosti AAPL vplýva kombinácia interných strategických rozhodnutí, inovačných cyklov produktov a širších makroekonomických faktorov. Vzhľadom na historickú výkonnosť a pokračujúce investície do nových technológií sú akcie spoločnosti Apple naďalej stredobodom záujmu investorov, ktorí investujú v technologickom sektore.

###### **JPMorgan Chase & Co. (JPM)**

Jedna z najväčších a najvplyvnejších finančných inštitúcií na svete. Spoločnosť so sídlom v New Yorku založená v roku 1799 sa vyvinula na svetového lídra v oblasti investičného bankovníctva, komerčného bankovníctva, správy aktív a finančných služieb. Jej konkurenčná výhoda spočíva v diverzifikovaných zdrojoch príjmov, silnej kapitálovej základni a schopnosti prispôbiť sa meniacim sa podmienkam na finančnom trhu. Spoločnosť JPMorgan Chase je kótovaná na newyorskej burze cenných papierov pod obchodným symbolom JPM. Je kľúčovou súčasťou hlavných burzových indexov.

Spoločnosť si udržiava vysokú trhovú kapitalizáciu a často sa zaraďuje medzi najväčšie finančné inštitúcie na svete.

### **Alphabet Inc. (GOOGL)**

Predstavuje nadnárodný technologický konglomerát so sídlom v Kalifornii. Spoločnosť Alphabet, ktorá bola založená v roku 2015 ako materská spoločnosť spoločnosti Google a jej dcérskych spoločností, zastrešuje rozmanité portfólio podnikov vrátane internetových služieb, cloud computingu, umelej inteligencie a digitálnej reklamy. Spoločnosť Google, jej hlavná dcérska spoločnosť, dominuje na globálnom trhu s vyhľadávačmi a väčšinu príjmov spoločnosti dosahuje prostredníctvom online reklamy. Konkurenčná výhoda spoločnosti Alphabet je zakorenená v jej technologických inováciách, rozsiahlom dátovom ekosystéme a dominantnom postavení v oblasti digitálnej reklamy a cloud computingu. Kótovaná je na burze NASDAQ pod symbolmi GOOGL. Je kľúčovou súčasťou hlavných burzových indexov. Spoločnosť sa neustále radí medzi najhodnotnejšie verejne obchodovateľné firmy s trhovou kapitalizáciou presahujúcou 1,5 bilióna USD.

### **GE Aerospace (GE)**

Spoločnosť GE Aerospace predstapuje divíziú spoločnosti General Electric Company, je popredným dodávateľom prúdových a turbovrtuľových motorov, ako aj integrovaných systémov pre komerčné, vojenské, obchodné a všeobecné letecké lietadlá. Pôsobí pod hlavičkou spoločnosti General Electric Company, ktorá je verejne obchodovaná na newyorskej burze cenných papierov pod symbolom GE. V apríli 2024 spoločnosť GE dokončila oddelenie svojich divízií zdravotnej starostlivosti a energetiky, pričom svoje aktivity zamerala na letecký priemysel a prijala obchodný názov GE Aerospace.

### **EcoLabs Inc. (ECL)**

Založená v roku 1923 Merrittom J. Osbornom, je celosvetovým lídrom v oblasti riešení a služieb pre úpravu vody, hygienu a prevenciu infekcií. Poskytuje služby v rôznych odvetviach vrátane potravinárskeho priemyslu, zdravotníctva, hotelierstva a výroby. Poslaním spoločnosti je chrániť životne dôležité zdroje a zabezpečovať čisté a bezpečné prostredie prostredníctvom vedecky podložených riešení a prvotriednych služieb. Akcie sú verejne obchodované na newyorskej burze cenných papierov pod symbolom ECL.

## **Portfólio akcií zložené z necyklických odvetví**

### **Eli Lilly and Company (LLY)**

Spoločnosť, ktorú v roku 1876 založil plukovník Eli Lilly, je americká nadnárodná farmaceutická spoločnosť so sídlom v štáte Indiana. Spoločnosť sa zaoberá objavovaním, vývojom, výrobou a predajom širokej škály biofarmaceutických výrobkov. Poslaním spoločnosti Eli Lilly je spájať starostlivosť s objavmi a vytvárať lieky, ktoré zlepšujú život ľudí na celom svete. Spoločnosť je verejne obchodovaná na newyorskej burze cenných papierov pod symbolom LLY. Spoločnosť je súčasťou hlavných burzových indexov, čo odráža jej významnú úlohu vo farmaceutickom priemysle.

### **Exxon Mobil Corporation (XOM)**

Popredná americká nadnárodná ropná a plynárenská spoločnosť, ktorá vznikla v roku 1999 zlúčením spoločností Exxon a Mobil a je jedným z najväčších verejne obchodovaných poskytovateľov energií a výrobcov chemikálií na svete. Spoločnosť je vertikálne integrovaná a zaoberá sa prieskumom, ťažbou, rafináciou a predajom ropy a zemného plynu, ako aj výrobou chemikálií na báze ropy. Poslanie spoločnosti sa zameriava na vývoj a uplatňovanie technológií novej generácie s cieľom zodpovedne uspokojiť celosvetový dopyt po energii a vysokokvalitných chemických výrobkoch. Je verejne obchodovaná na newyorskej burze cenných papierov pod obchodným symbolom XOM. Výkonnosť akcií spoločnosti podlieha zložitej súhre trhovej dynamiky, regulačného prostredia a geopolitických faktorov. Vzhľadom na vývoj v energetickom sektore budú strategické iniciatívy a prispôsobivosť spoločnosti Exxon Mobil rozhodujúce pre udržanie jej postavenia na trhu a zabezpečenie hodnoty pre akcionárov.

### **NextEra Energy Inc. (NEE)**

Predstavuje významnú americkú spoločnosť so sídlom na Floride. Bola založená v roku 1984 ako FPL Group a v roku 2010 sa premenovala na NextEra Energy, je uznávaná ako jeden z najväčších svetových výrobcov veternej a solárnej energie. Je lídrom v energetickom sektore, ktorý sa vyznačuje významnými investíciami do obnoviteľných zdrojov energie a záväzkom k udržateľným postupom. Finančná sila spoločnosti sa odráža v jej konzistentnom raste príjmov, vysokých ziskoch a dividendovej politike, ktorá je priaznivá pre akcionárov. Vzhľadom na to, že globálne energetické prostredie sa naďalej vyvíja, strategické zameranie

spoločnosti na čistú energiu jej poskytuje dobré predpoklady na trvalý rast a vytváranie hodnoty.

### **Chevron Corporation (CVX)**

Americká nadnárodná energetická spoločnosť špecializujúca sa na ťažbu ropy a plynu, ktorej korene siahajú do 19. storočia, sa vyvinula v jednu z najväčších integrovaných energetických spoločností na svete. Pôsobí vo viac ako 180 krajinách. Činnosť spoločnosti zahŕňa celé spektrum ropného a plynárskeho priemyslu vrátane prieskumu, ťažby, rafinácie, marketingu a distribúcie. Spoločnosť sa zaviazala zodpovedne dodávať cenovo dostupnú, spoľahlivú a stále čistejšiu energiu, aby uspokojila rastúce potreby sveta.

### **Walmart Inc. (WMT)**

Spoločnosť, ktorú v roku 1962 založil Sam Walton, sa vyvinula na globálnu maloobchodnú spoločnosť so sídlom v Bentonville v štáte Arkansas. Ako popredný multikanálový maloobchodný predajca prevádzkuje spoločnosť Walmart rozsiahlu sieť viac ako 10 500 predajní a početné platformy elektronického obchodu v 19 krajinách, ktoré týždenne obslúžia približne 255 miliónov zákazníkov. Poslaním spoločnosti je pomáhať ľuďom šetriť peniaze a žiť lepšie tým, že ponúka širokú škálu produktov a služieb prostredníctvom fyzických aj digitálnych kanálov.

Nižšie uvedená tabuľka sumarizuje výkonnosť jednotlivých akcií a oboch zostavených portfólií pri využití naivnej diverzifikácie, pri ktorej sme rozdelili pre každé portfólio sumu 100 000 USD, za obdobie od 01.01.2024 do 31.12.2024.

*Tabuľka 4: Výnosnosť a smerodajné odchýlky akcií a trhu*

<b>Cyklické</b>	<b>AAPL</b>	<b>JPM</b>	<b>GOOGL</b>	<b>GE</b>	<b>ECL</b>	<b>Portfólio</b>	<b>Trh</b>
<b>Výnosnosť</b>	35,85%	39,07%	38,41%	67,23%	18,32%	39,78%	24,54%
<b>Smerodajná odchýlka</b>	1,41%	1,48%	1,77%	1,92%	1,20%	0,92%	0,8%
<b>Necyklické</b>	<b>LLY</b>	<b>XOM</b>	<b>NEE</b>	<b>CVX</b>	<b>WMT</b>	<b>Portfólio</b>	<b>Trh</b>
<b>Výnosnosť</b>	30,67%	3,32 %	16,55%	-4,29%	70,58%	23,37%	24,54%
<b>Smerodajná odchýlka</b>	1,91%	1,21%	1,61%	1,20%	1,11%	0,76%	0,8%

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

## 4.2 Výpočet trhového rizika pomocou Value at Risk

Nasledujúca podkapitola práce sa venuje výpočtu Value at Risk, pomocou jednotlivých metód popísaných v teoretickej časti. Hodnoty pre porovnanie sú vypočítané na intervaloch spoľahlivosti 99%, 95% a 90%. Na úvod bolo potrebné určiť časové obdobie za ktoré budeme VaR počítať, na splnenie podmienok Bazilejského dohovoru musíme počítať s dennými údajmi aspoň za obdobie jedného roka, čo predstavuje 251 obchodných dní, z tohto dôvodu bolo stanovené obdobie od 01.01.2024 do 31.12.2024. Historické údaje o zatváracích cenách jednotlivých akcií boli stiahnuté z verejne dostupnej databázy Yahoo Finance.

### 4.2.1 Výpočet Value at Risk pomocou historickej simulácie

Historická simulácia je jednou z najjednoduchších metód na určenie hodnoty rizika portfólia. Cieľom je získať odhad potenciálnej straty portfólia na základe historických výnosov a aplikovať tieto výnosy na súčasný stav portfólia. Tento prístup nevyžaduje predpoklady o normálnom rozdelení výnosov, čo z neho robí veľmi flexibilnú metódu, ktorá je vhodná pre širokú škálu aktív a portfólií. Pre každú akciu v portfóliu sa stiahli historické denné zatváracie ceny za stanovené obdobie. Na základe historických cien akcií sa vypočítali denné výnosy pomocou jednoduchej aritmetickej metódy, kde sa výnos z každého dňa získa ako relatívna zmena medzi zatváracími cenami nasledujúcich dní, výpočet môžeme vyjadriť vzťahom:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

kde:

$R_t$  je denný výnos,

$P_t$  zatváracia cena akcie v čase  $t$ ,

$P_{t-1}$  je zatváracia cena akcie v predchádzajúcom dni.

Denné výnosy sa vypočítajú pre každú akciu v portfóliu. Portfólio je vytvorené ako vážený priemer denných výnosov všetkých akcií, pričom pre každú akciu sú nastavené rovnaké váhy. To znamená, že investície do všetkých akcií majú rovnakú hodnotu. Výnosy portfólia sú počítané ako priemer výnosov jednotlivých akcií pre každý deň. Na výpočet VaR je použitá historická simulácia. Pre túto metódu sa najprv usporiadajú všetky denné výnosy portfólia od najnižšieho po najvyšší. Na základe určeného intervalu spoľahlivosti sa vypočíta dolný kvantil výnosov, čo predstavuje hodnotu v riziku. VaR pre danú úroveň dôvery udáva maximálnu stratu, ktorú môže portfólio utrieť v danom časovom období s danou pravdepodobnosťou. Uvedená tabuľka predstavuje výsledky výpočtu VaR pre portfólio, zložené z akcií z cyklických sektorov, pomocou historickej simulácie, na všetkých zvolených intervaloch v percentuálnom aj dolárovom vyjadrení:

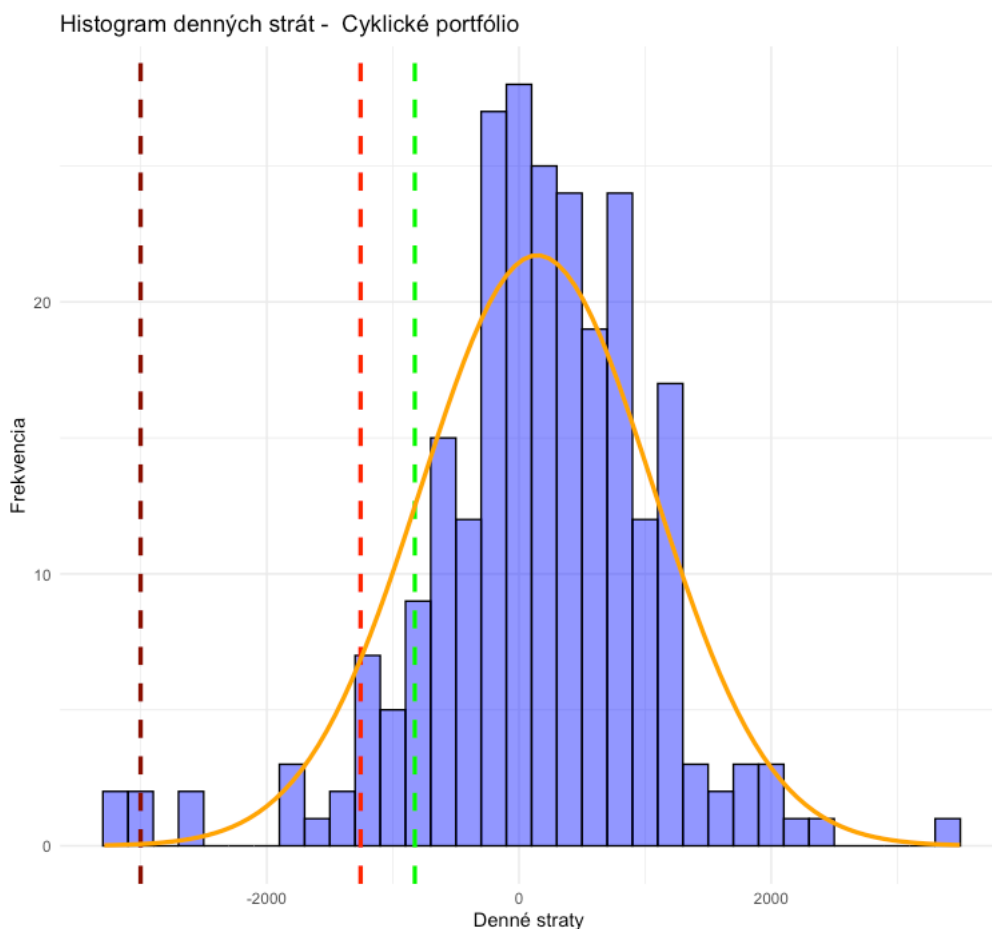
*Tabuľka 5: Výsledky VaR - historická simulácia pre cyklické portfólio*

<b>Interval spoľahlivosti</b>	<b>VaR (%)</b>	<b>VaR (USD)</b>
90%	-0,83%	-\$826,17
95%	-1,26%	-\$1255,94
99%	-3,00%	-\$3000,61

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

To znamená, že pri 95% spoľahlivosti môže portfólio stratiť maximálne \$1,255.94 za deň, ale v 5% prípadov môže byť strata ešte vyššia. Pri 99% spoľahlivosti môže denná strata prekročiť \$3,000.61 len v 1% prípadov. Pre lepšiu predstavu je uvedený nasledovný graf, ktorý ukazuje rozdelenie výnosov a slúži na lepšie pochopenie správania portfólia v minulosti. Histogram obsahuje vertikálne čiary pre jednotlivé hodnoty VaR, ktoré ukazujú rôzne úrovne rizika. Doplnený je o normálnu distribúciu, ktorá približuje rozdelenie výnosov portfólia, aby sa ukázalo, ako sa historické dáta približujú normálnemu rozdeleniu.

Graf 1: Histogram denných strát - cyklické portfólio



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Tabuľka číslo 6 reprezentuje výsledky historickej simulácie pre portfólio zložené z akcií z necyklických sektorov.

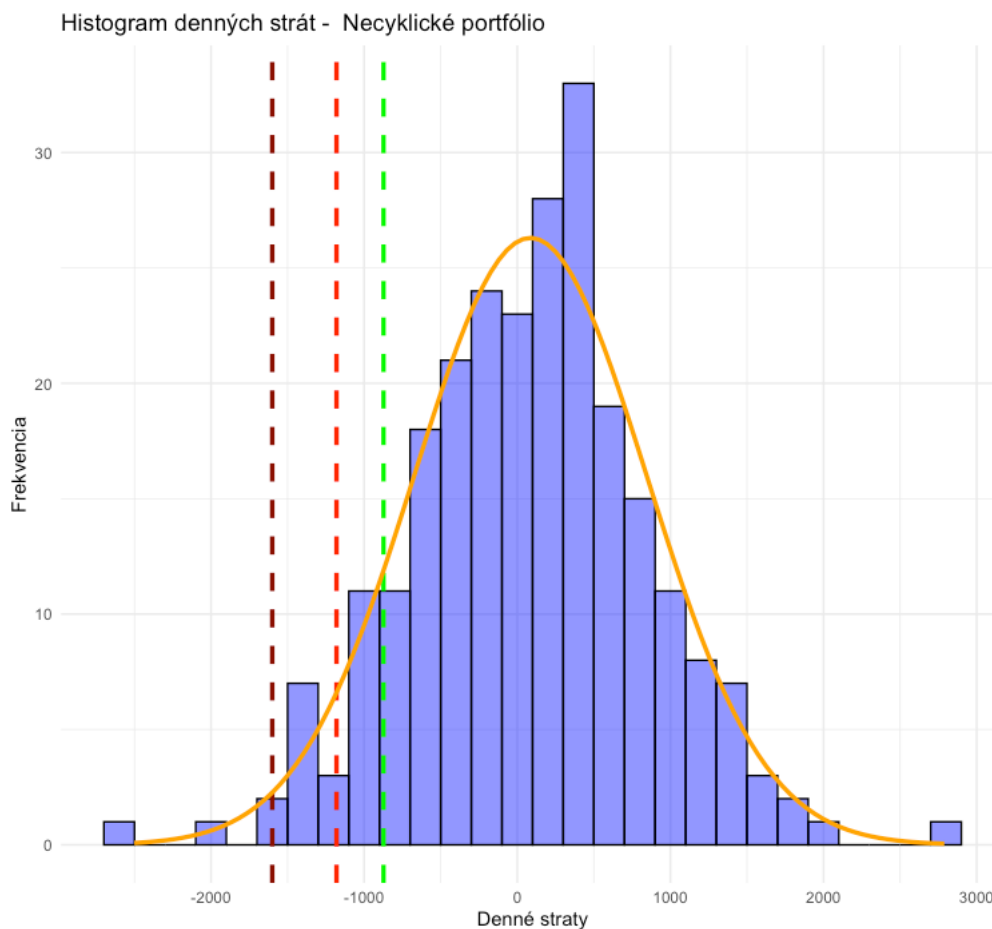
Tabuľka 6: Výsledky VaR - historická simulácia pre necyklické portfólio

Interval spoľahlivosti	VaR (%)	VaR (USD)
90%	-0,873%	-\$873,45
95%	-1,181%	-\$1180,52
99%	-1,600%	-\$1600,22

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Hodnoty vyjadrujú, že pri 95% spoľahlivosti portfólio nestratí viac ako \$1,180.52 za deň, ale v 5% prípadov môže byť strata vyššia. Pri 99% spoľahlivosti je maximálna očakávaná denná strata \$1,600.22 s len 1% pravdepodobnosťou prekročenia.

Graf 2: Histogram denných strát - necyklické portfólio



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

#### 4.2.2 Výpočet Value at Risk pomocou Monte Carlo simulácie

Druhou použitou metódou výpočtu VaR je Monte Carlo simulácia, pri ktorej použijeme rovnaké dáta ako v prípade výpočtu historickej simulácie. Pôjde teda o denné zatváracie ceny akcií, z ktorých boli vypočítané denné výnosy. Aby bolo možné simulovať budúce výnosy portfólia, je potrebné vypočítať kovariančnú maticu denných výnosov, ktorá zachytáva vzájomné vzťahy medzi výnosmi jednotlivých akcií. Monte Carlo metóda umožňuje simulovať rôzne scenáre možného budúceho vývoja portfólia. Pri danej simulácii predpokladáme, že denné výnosy sledujú viacrozmerné normálne rozdelenie. Pre simuláciu

sa použije 10 000 náhodne generovaných scenárov možného vývoja výnosov. Value at Risk predstavuje maximálnu očakávanú stratu pri určitej hladine spoľahlivosti. V tomto prípade sa vypočítajú hodnoty pre všetky vopred stanovené úrovne spoľahlivosti, čo znamená, že pri týchto úrovniach spoľahlivosti existuje pravdepodobnosť 1 %, 5 % a 10 %, že skutočná strata presiahne vypočítanú hodnotu. Výsledkom výpočtu je pravdepodobnostná distribúcia strát portfólia, pričom VaR hodnoty indikujú, aké maximálne straty možno očakávať pri daných úrovniach spoľahlivosti. Ako prvé uvádzame výsledky portfólia zloženého z akcií z cyklických sektorov.

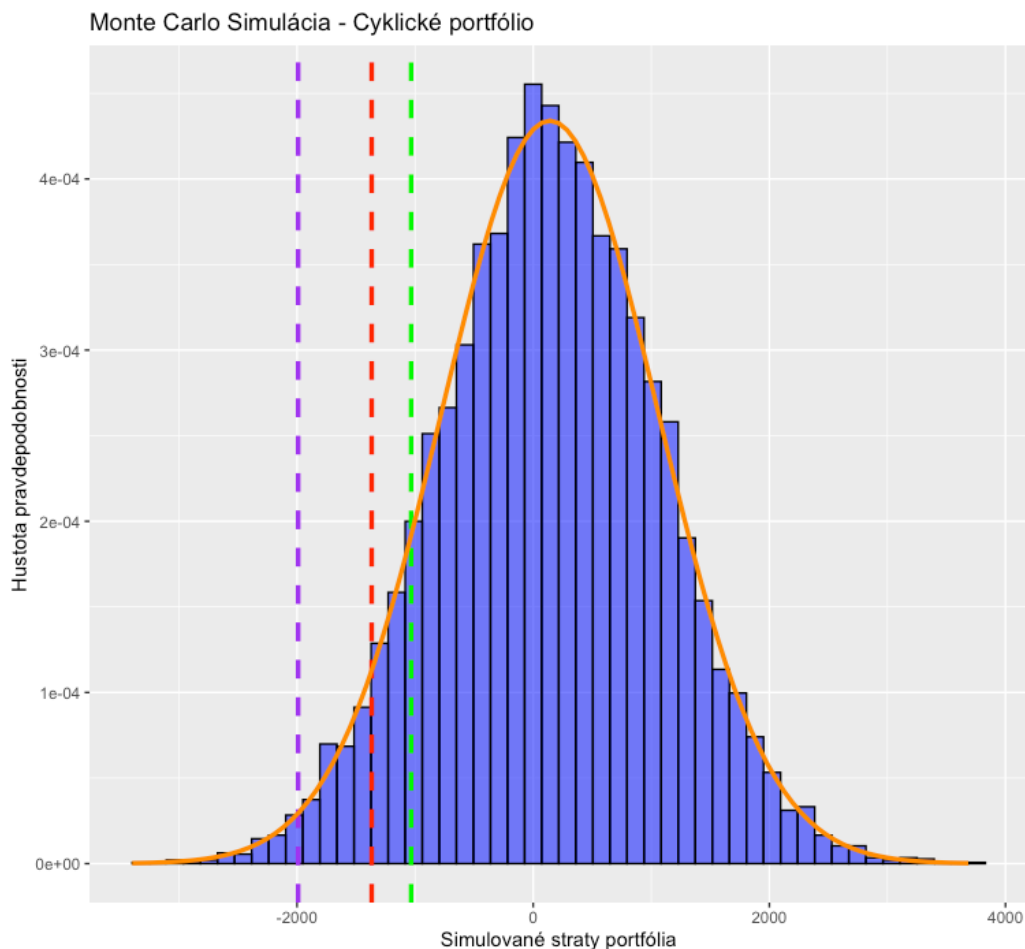
*Tabuľka 7: Výsledky VaR – monte simulácia pre cyklické portfólio*

<b>Interval spoľahlivosti</b>	<b>VaR (%)</b>	<b>VaR (USD)</b>
90%	-1,03%	-\$1030,42
95%	-1,37%	-\$1370,77
99%	-1,99%	-\$1990,07

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

Hodnoty uvedené v tabuľke vyjadrujú napríklad, že pri 95 % spoľahlivosti môžeme očakávať, že maximálna strata portfólia v jednom dni nepresiahne \$1370,77, existuje však 5 % pravdepodobnosť, že strata bude vyššia. Na vizualizáciu výsledkov bol vytvorený histogram simulovaných strát portfólia, do ktorého sú pridané vertikálne čiary reprezentujúce interval spoľahlivosti, kde každá hladina je odlišená farbou.

Graf 3: Simulované straty cyklického portfólia - Monte Carlo simulácia



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Ako druhé uvádzame výsledky pre portfólio zložené z akcií z necyklických sektorov. Nižšie uvedené tabuľka vyjadruje hodnoty VaR získané Monte Carlo simuláciou v percentuálnom aj dolárovom vyjadrení.

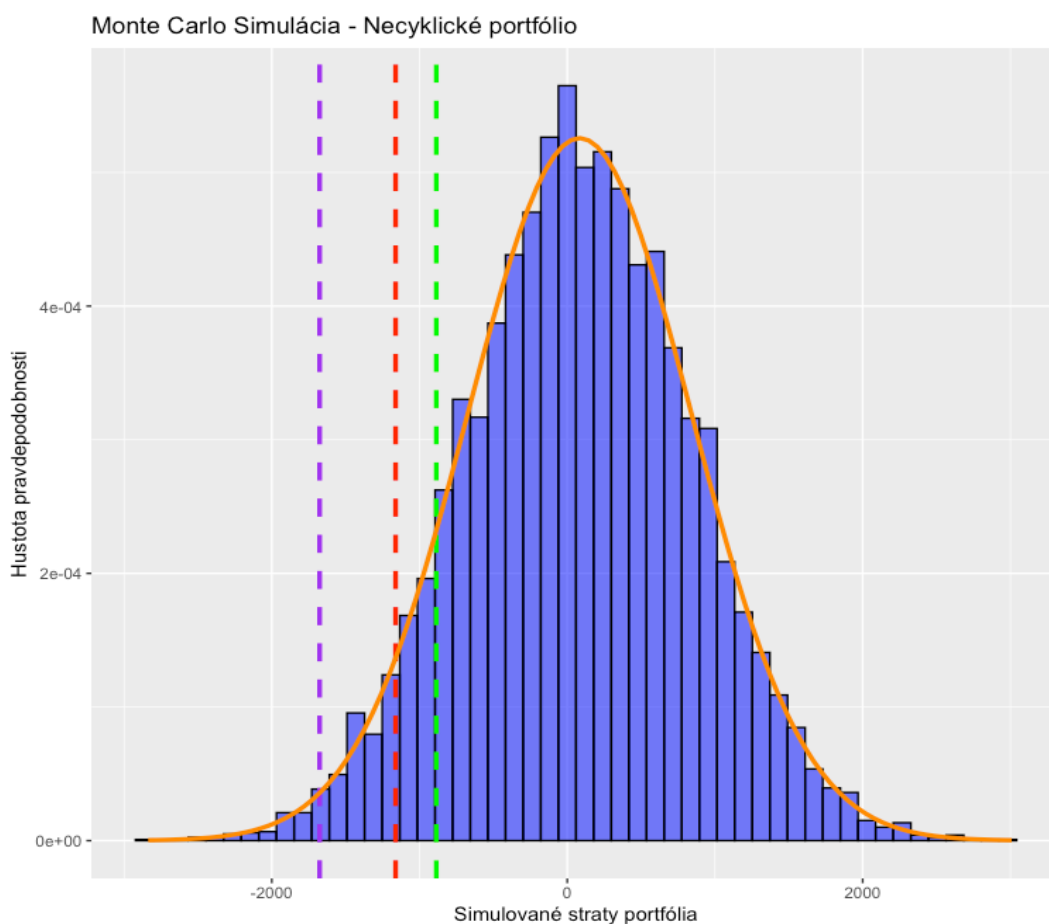
Tabuľka 8: Výsledky VaR - Monte Carlo simulácia - necyklické portfólio

Interval spoľahlivosti	VaR (%)	VaR (USD)
90%	-0,89%	-\$886,60
95%	-1,16%	-\$1016,20
99%	-1,68%	-\$1667,63

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Uvedené výsledky vyjadrujú, že napríklad pri 95% spoľahlivosti môžeme očakávať maximálnu stratu portfólia na úrovni \$1370,77, pričom existuje 5 % pravdepodobnosť, že strata bude vyššia. Na vizualizáciu výsledkov slúži histogram simulovaných strát, v ktorom vertikálne čiary reprezentujúce interval spoľahlivosti, kde každá hladina, je odlišená farbou.

Graf 4: Simulované straty necyklického portfólia - Monte Carlo simulácia



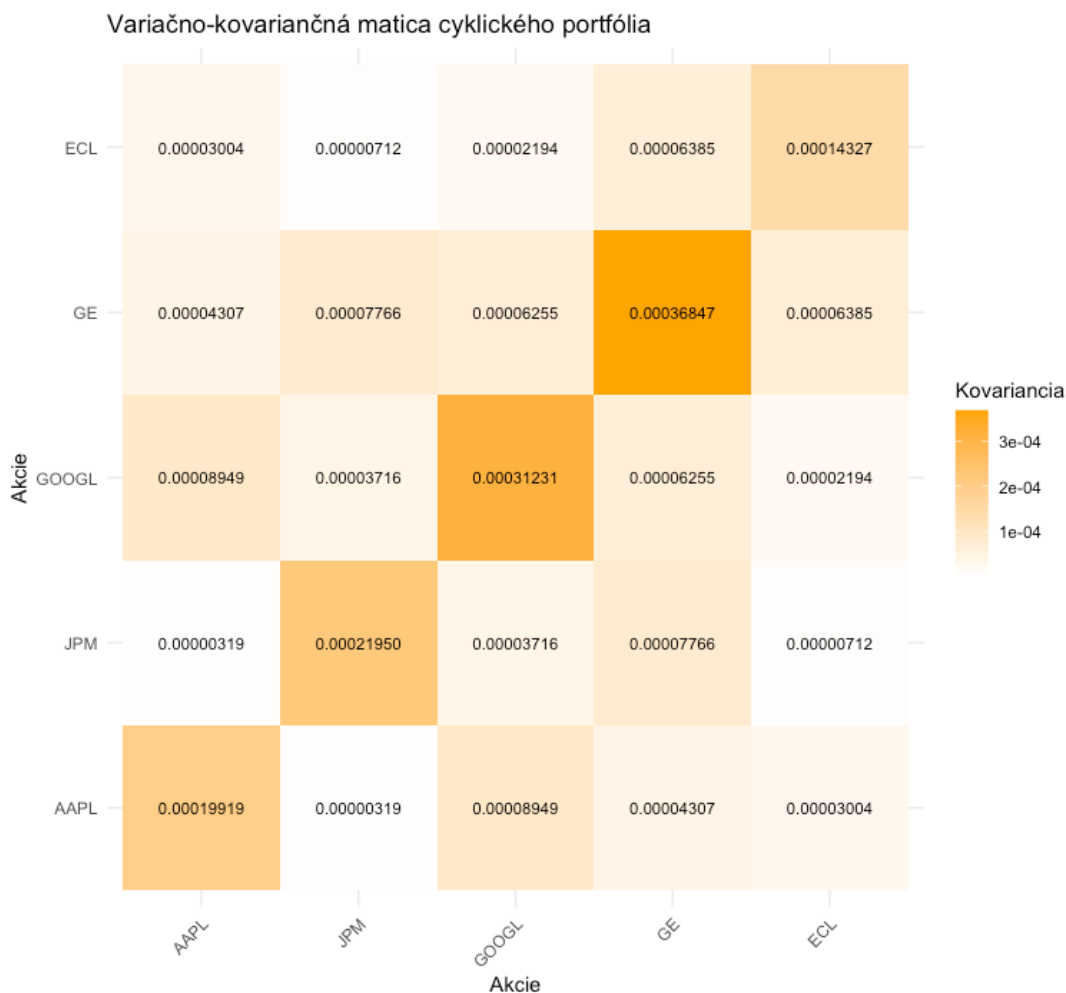
Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

#### 4.2.3 Výpočet Value at Risk pomocou variačno-kovariančnej matice

V poslednom prípade sa na výpočet Value at Risk použila metóda variačno-kovariančnej matice, ktorá je jednou z najčastejšie používaných v kvantitatívnom riadení rizík. Na základe historických zatváracích cien sme vypočítali denné aritmetické výnosy pre prvé zostavené portfólio zostavené z akcií patriacich do cyklických odvetví. Následne bola vypočítaná variačno-kovariančná matica, ktorá zachytáva mieru vzájomnej závislosti medzi

jednotlivými aktívami. Kovariancia medzi dvoma aktívami vyjadruje stupeň, v ktorom sa akcie pohybujú rovnakým smerom.

Obrázok 4: Variačno-kovariančná matica cyklického portfólia



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Na výpočet sa využíva predpoklad normálneho rozdelenia výnosov. Zodpovedajúce hodnoty z-skóre pre intervaly spoľahlivosti 90 %, 95 % a 99 % sa získali z kvantilovej funkcie normálneho rozdelenia. Z-skóre je štatistická miera, ktorá udáva, o koľko štandardných odchýlok je daná hodnota vzdialená od strednej hodnoty rozdelenia.

Tabuľka 9: Hodnoty Z-skóre pre intervaly spoľahlivosti

Z-score 90%	Z-score 95%	Z-score 99%
-1.281552	-1.644854	-2.326348

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa výsledkov výpočtu z- skóre

Value at Risk bol následne vypočítaný podľa vzorca:

$$VaR = Z \times \sigma_{\text{portfólio}} \times \text{hodnota portfólia}$$

kde:

$Z$  - kritická hodnota (z-skóre) pre danú úroveň spoľahlivosti,

$\sigma$  - štandardná odchýlka portfólia,

hodnota portfólia - celková investovaná suma

*Tabuľka 10: Výsledky VaR - Variačno-kovariančná metóda - cyklické portfólio*

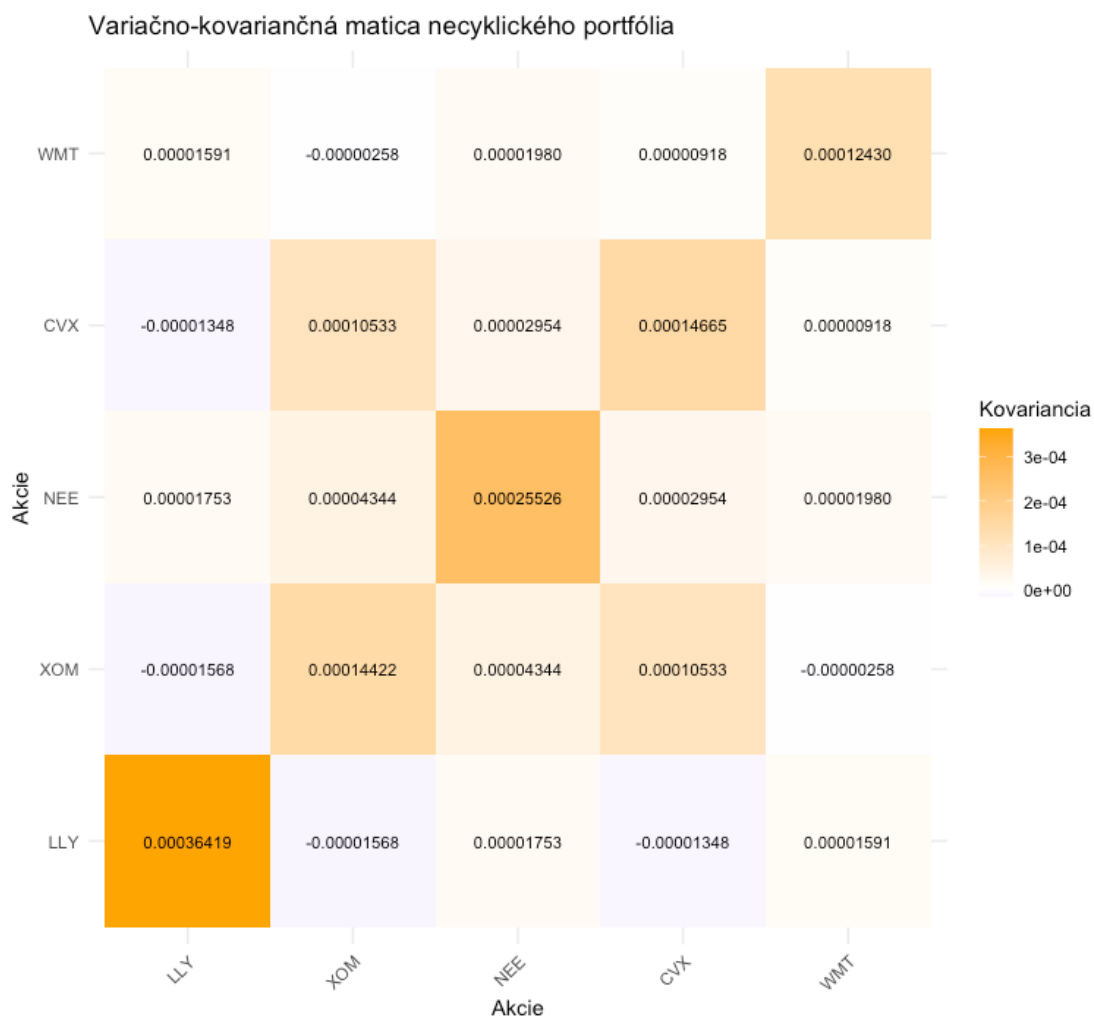
<b>Interval spoľahlivosti</b>	<b>VaR (%)</b>	<b>VaR (USD)</b>
90%	-1,18%	-\$1178,72
95%	-1,51%	-\$1512,87
99%	-2,14%	-\$2139,67

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

Výsledky výpočtu pomocou variačno-kovariančnej matice vyjadrujú, že napríklad pri 95% spoľahlivosti môžeme očakávať maximálnu stratu portfólia na úrovni \$1512,87, pričom existuje 5 % pravdepodobnosť, že strata bude vyššia. Čím vyššia je úroveň spoľahlivosti, tým väčšia je pravdepodobnosť, že skutočná strata bude menšia než vypočítaná hodnota VaR.

Rovnaký postup bol aplikovaný aj na druhé zvolené portfólio, ktoré tvoria akcie vybrané z necyklických odvetví. Jednotlivé výsledky uvádzame v nižšie uvedených tabuľkách:

Obrázok 5: Variačno-kovariančná matica necyklického portfólia



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Tabuľka 11: Výsledky VaR - Variačno-kovariančná metóda - necyklické portfólio

Interval spoľahlivosti	VaR (%)	VaR (USD)
90%	-0,98%	-\$976,87
95%	-1,25%	-\$1253,81
99%	-1,77%	-\$1773,28

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

### 4.3 Výpočet trhového rizika použitím beta koeficientu

Podrobnejšie charakterizovanie metódy využitia beta koeficientu na výpočet trhového rizika sa nachádza v teoretickej časti práce. Beta koeficient je miera citlivosti výnosov akcie na výnosy trhu. Na začiatku procesu je potrebné použiť získané dáta o zatváracích cenách vybraných akcií, indexu trhu a ich aritmetické denné výnosy. Beta koeficient sme vypočítali podľa vzťahu, ktorý prezentujeme nižšie, konkrétne ide o metódu kovariancie:

$$\beta = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$$

Kovariancia medzi akciou a trhom ukazuje, do akej miery sa výnosy akcie pohybujú v súlade s trhovými výnosmi. Ak je beta väčšia než 1, znamená to, že akcia je voliteľnejšia ako trh, ak je menšia ako 1, jej volatilita je menšia. Zvýraznené hodnoty v nižšie uvedenej kovariančnej matici sú kľúčové pre výpočet beta koeficientu jednotlivých akcií.

Tabuľka 12: Kovariančná matica cyklického portfólia

	<b>AAPL</b>	<b>JPM</b>	<b>GOOGL</b>	<b>GE</b>	<b>ECL</b>	<b>S&amp;P 500</b>
AAPL	0.00020003	0.00000311	0.00008993	0.00004345	0.00003009	0.00006019
JPM	0.00000311	0.00022002	0.00003779	0.00007823	0.00000726	0.00005168
GOOGL	0.00008993	0.00003779	0.00031367	0.00006312	0.00002167	0.00007857
GE	0.00004345	0.00007823	0.00006312	0.00037102	0.00006406	0.00007888
ECL	0.00003009	0.00000726	0.00002167	0.00006406	0.00014406	0.00003185
<b>S&amp;P 500</b>	<b>0.00006019</b>	<b>0.00005168</b>	<b>0.00007857</b>	<b>0.00007888</b>	<b>0.00003185</b>	<b>0.00006373</b>

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Tabuľka 13: Kovariančná matica necyklického portfólia

	<b>LLY</b>	<b>XOM</b>	<b>NEE</b>	<b>CVX</b>	<b>WMT</b>	<b>S&amp;P 500</b>
LLY	0.00036561	-0.00001508	0.00001653	-0.00001154	0.00001581	0.00005616
XOM	-0.00001508	0.00014579	0.00004517	0.00010370	-0.00000385	0.00001213
NEE	0.00001653	0.00004517	0.00025977	0.00002924	0.00001804	0.00001623
CVX	-0.00001154	0.00010370	0.00002924	0.00014494	0.00000613	0.00002540
WMT	0.00001581	-0.00000385	0.00001804	0.00000613	0.00012478	0.00001912
<b>S&amp;P 500</b>	<b>0.00005616</b>	<b>0.00001213</b>	<b>0.00001623</b>	<b>0.00002540</b>	<b>0.00001912</b>	<b>0.00006373</b>

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Výpočet beta koeficientu je uskutočnený pre každú akciu samostatne, a získané hodnoty boli ďalej analyzované. Na základe týchto výpočtov bolo možné určiť, či sú akcie citlivejšie na pohyby trhu alebo nie.

*Tabuľka 14: Beta koeficient akcii cyklického portfólia*

Označenie	Beta koeficient	Zhodnotenie
AAPL	0.9445	Menej volatilné ako trh
JPM	0.8109	Menej volatilné ako trh
GOOGL	1.2329	Viac volatilné ako trh
GE	1.2377	Viac volatilné ako trh
ECL	0.4996	Menej volatilné ako trh

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

*Tabuľka 15: Beta koeficient akcii necyklického portfólia*

Označenie	Beta koeficient	Zhodnotenie
LLY	0.8811	Menej volatilné ako trh
XOM	0.1904	Menej volatilné ako trh
NEE	0.2546	Menej volatilné ako trh
CVX	0.3986	Menej volatilné ako trh
WMT	0.3000	Menej volatilné ako trh

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

Beta koeficient pre celé portfólio sa vypočíta ako vážený priemer beta koeficientov jednotlivých akcií. Výpočet umožňuje získať predstavu o tom, ako sa portfólio správa v porovnaní s trhom ako celkom.

*Tabuľka 16: Beta koeficient modelových portfólií*

Portfólio	Beta koeficient	Zhodnotenie
<b>Cyklické</b>	<b>0.9451</b>	Menej volatilné ako trh
<b>Necyklické</b>	<b>0.4050</b>	Menej volatilné ako trh

*Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)*

Trhové riziko je priamo spojené s beta koeficientom. Akcie s vyšším beta koeficientom majú vyššie trhové riziko. Trhové riziko sa vypočíta ako súčin beta koeficientu a volatility trhu. Volatilita trhu, vyjadrená ako štandardná odchýlka výnosov trhu, meria trhové výkyvy. Štandardná odchýlka bola vypočítaná pre jednotlivé akcie na základe denných výnosov, zatiaľ čo pre portfólio sa štandardná odchýlka vypočítala pomocou vážených denných výnosov všetkých akcií v portfóliu. Uvedené hodnoty boli predstavené v tabuľke číslo 4, avšak pre prehľadnosť ich uvádzame aj v tabuľke nižšie:

Tabuľka 17: Smerodajné odchýlky akcií, portfólií a trhu

<b>Cyklické</b>	<b>AAPL</b>	<b>JPM</b>	<b>GOOGL</b>	<b>GE</b>	<b>ECL</b>	<b>Portfólio</b>	<b>Trh</b>
<b>Smerodajná odchýlka</b>	1,41%	1,48%	1,77%	1,92%	1,20%	0,92%	0,8%
<b>Necyklické</b>	<b>LLY</b>	<b>XOM</b>	<b>NEE</b>	<b>CVX</b>	<b>WMT</b>	<b>Portfólio</b>	<b>Trh</b>
<b>Smerodajná odchýlka</b>	1,91%	1,21%	1,61%	1,20%	1,11%	0,76%	0,8%

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Trhové riziko pre jednotlivé akcie bolo vyčíslené ako súčin beta koeficientu jednotlivých akcií a smerodajnej odchýlky trhu. Trhové riziko portfólia bolo následne vypočítané ako súčin beta portfólia a smerodajnej odchýlky trhu:

$$\sigma_p = \beta_p \cdot \sigma_m$$

Kde:

$\beta_p$  je beta koeficient portfólia

$\sigma_p$  je trhové riziko portfólia

$\sigma_m$  je smerodajná odchýlka trhu

Nižšie uvedené tabuľky sumarizujú trhové riziko vypočítané s využitím beta koeficientu pre jednotlivé akcie samostatne a následne aj pre obe modelové portfólia.

Tabuľka 18: Výsledky trhového rizika pomocou Beta koeficientu - cyklické portfólio

Označenie	Trhové riziko (%)	Trhové riziko (USD)
AAPL	0,75	754,00
JPM	0,65	647,30
GOOGL	0,98	984,21
GE	0,99	988,14
ECL	0,40	398,91
<b>Cyklické portfólio</b>	<b>0,75</b>	<b>754,52</b>

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Tabuľka 19: Výsledky trhového rizika pomocou Beta koeficientu - necyklické portfólio

Označenie	Trhové riziko (%)	Trhové riziko (USD)
LLY	0,70	703,46
XOM	0,15	150,20
NEE	0,20	203,30
CVX	0,32	318,70
WMT	0,24	239,52
<b>Necyklické portfólio</b>	<b>0,32</b>	<b>323,29</b>

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

## 5. Diskusia

V nasledujúcej časti analyzujeme získané výsledky v kontexte teoretických východísk a konkrétnych praktických zistení. Cieľom je zhodnotiť efektivitu vybraných metód merania trhového rizika a identifikovať ich výhody, obmedzenia a možné aplikácie v reálnych situáciách v praxi.

Predchádzajúca kapitola detailne popisovala objekt skúmania a proces aplikácie vopred vybraných metód merania trhového rizika. V kontexte hlavného cieľa záverečnej práce, išlo o identifikáciu metód používaných na kvantifikovanie trhových rizík finančnými inštitúciami, a porovnanie metódy Value at Risk s dostupnými alternatívami. To bolo hlavným podkladom na kvantifikovanie trhového rizika na modelových portfóliách pomocou metódy VaR spolu s jej alternatívnymi možnosťami výpočtu. Všetky spôsoby výpočtu VaR charakterizované v prvej kapitole práce, metóda historickej simulácie, Monte Carlo simulácia a výpočet pomocou variačno-kovariančnej matice, sme sa rozhodli aplikovať a porovnať s dostupnou alternatívnou metódou kvantifikácie trhového rizika na základe výpočtu Beta koeficientu.

Výsledky historickej simulácie VaR sa pohybujú na intervale  $< -3\% ; -0,83\% >$ , pre cyklické portfólio, pričom hodnota  $-3\%$  sa dosiahla na intervale spoľahlivosti 99%. Nižšia úroveň spoľahlivosti dosahujú aj výrazne nižšiu úroveň trhového rizika. Výsledky pre druhé necyklické portfólio sa nachádzajú na intervale od  $< -1,6\% ; -0,87\% >$  rozpätie pri tomto modelovom portfóliu nedosahujú až tak výrazne straty ako v prvom prípade, čo je spôsobené práve výberom necyklických odvetví v ktorých denné straty za sledované obdobie neboli až tak výrazné. Metóda historickej simulácie využíva minulé dáta, čo značí, že extrémne udalosti, ktoré sa u akcií vyskytli, výrazne ovplyvnia výsledné trhové riziko. Vhodnosť použitia výpočtu sa uprednostňuje, ak je dostupná dostatočne dlhá a kvalitná časová séria historických dát. Metóda zachytáva historické extrémny, avšak môže byť obmedzená, ak sa trhové podmienky výrazne menia oproti minulosti.

Monte Carlo simulácia prináša pre cyklické portfólio výsledky patriace do intervalu  $< -1,99\% ; -1,03\% >$ , čo v porovnaní s historickou simuláciou prevyšuje trhové riziko na intervale spoľahlivosti 90% o 0,2% bodu, zároveň úroveň trhového rizika pri vyššom intervale spoľahlivosti 99% nedosahuje až takú výraznú stratu ako pri historickej simulácii

a jeho hodnota je nižšia o 1,01%. Neczyklické portfólio poskytuje výsledky VaR v intervale  $< -1,68\% ; -0,89\% >$ , čo predstavuje podobné výsledky ako v prípade historickej simulácie, čo je spôsobené tým, že denné výnosy sa takmer približujú normálnemu rozdielu. Metóda Monte Carlo simulácie nachádza uplatnenie v prípade potreby simulovať širokú škálu možných budúcich scenárov, vrátane extrémnych udalostí, ktoré sa v historických dátach nemuseli vyskytnúť. Vhodná je aj pre portfólia, ktoré obsahujú nelineárne zložky, alebo komplexné deriváty, kde jednoduchšie metódy nedokážu adekvátne zachytiť riziká. Výpočtovo je však náročnejšia ako bežná historická simulácia, ktorá sa považuje za najjednoduchšiu a najrýchlejšiu.

Spôsob výpočtu VaR s využitím variačno-kovariančnej matice kvantifikuje trhovú riziko pre cyklické portfólio na intervale  $< -2,14\% ; -1,18\% >$ , čo pre úroveň spoľahlivosti 99% predstavuje nárast v porovnaní so simuláciou Monte Carlo o 0,15%. Nárast pozorujeme aj pri intervale spoľahlivosti 90% o rovnakú hodnotu. Neczyklické portfólio a jeho trhovú riziko patrí do intervalu  $< -1,77\% ; -0,98\% >$ , čo rovnako prináša nárast o 0,09% v oboch intervaloch spoľahlivosti. Metóda je vhodná na použitie v prípade, ak chceme rýchlo a výpočtovo nenáročne vyhodnotiť riziko a predpokladáme, že výnosy portfólia majú normálne rozdelenie. Ak sú výnosy skutočne skreslené, alebo vykazujú vyššiu špicatosť, môže metóda podhodnocovať riziko. Ideálne na použitie, ak sú dáta bez výraznej asymetrie alebo fat-tailed rozdelenia.

V druhom rade bolo kvantifikované trhovú riziko metódou s využitím Beta koeficientu. Beta analýza sa sústreďuje na meranie systematického rizika portfólia a jeho citlivosť na celkové trhovú pohyby. Je vhodná pre porovnanie rizikovej expozície medzi rôznymi portfóliami alebo aktívami. Medzi prednosti tejto metódy zaradujeme jednoduchosť výpočtu a interpretácie, čo umožňuje rýchle porovnanie medzi portfóliami a jej široká akceptácia v teórii portfólia a praktických aplikáciách. Odhad beta koeficientu však môže byť ovplyvnený výberom časového obdobia a frekvenciou dát, čo môže viesť k neistotám v hodnotení rizika. Výsledky výpočtu trhového rizika dosahujú výrazne nižšie hodnoty ako v prípade kvantifikácie VaR. Hodnota Beta koeficientu pre cyklické portfólio dosahuje úroveň 0,95, úroveň hovorí, že portfólio je menej volatilné ako trh, jeho hodnota je však blízko 1, čo by predstavovalo, že kopíruje pohyby trhu. Následná hodnota trhového rizika je na úrovni 0,75 %. Spomínaná úroveň je približne o polovicu nižšia ako v prípade využitia VaR, čo vedie k podhodnocovaniu rizika. Rovnaký prípad pozorujeme pri neczyklickom

portfóliu, ktorého beta koeficient je 0.41 a následné trhové riziko 0,32%, čo prináša približne trojnásobne nižšiu úroveň rizika ako pri výpočte VaR. Aj autori Fama a French (1992) poukazujú na to, že beta sama o sebe nemusí byť dostatočným ukazovateľom rizika, a jej predikčná schopnosť na výnosy je slabšia, než sa pôvodne predpokladalo. Podhodnotenie trhového rizika je spôsobené spôsobom výpočtu, kde sme zohľadňovali krátky časový interval za obdobie od 01.01.2024 do 31.12.2025, aby bolo možné výsledky porovnávať s výsledkami pri použití VaR. Z toho dôvodu bolo potrebné vychádzať v oboch prípadoch z rovnakého časového intervalu, a denných zatváracích cien akcií. Damodaran (2012) uvádza, že beta by mala byť počítaná na základe dostatočne dlhého obdobia napríklad za obdobie 2 – 5 rokov, ale s použitím mesačných zatváracích cien, aby sa minimalizoval vplyv krátkodobých výkyvov. Beta koeficienty pre jednotlivé aktíva sú rovnako vykazované a verejne dostupné za obdobie 5 rokov s použitím mesačných zatváracích cien. V dostupných zdrojoch neexistuje jednoznačný konsenzus o tom, ktorá frekvencia dát je najvhodnejšia pre výpočet beta koeficientu a na základe toho je dôležité pristupovať k výberu frekvencie dát individuálne, s ohľadom na špecifiká analyzovaného aktíva a ciele analýzy. Vzhľadom na uvedené, bolo v záverečnej práci zvolené kratšie časové obdobie a denné zatváracie ceny, čím dosiahneme možnosť komparácie oboch zvolených metód.

Kombináciou vyššie spomenutých metód je možné dosiahnuť komplexnejší a detailnejší pohľad na rizikový profil portfólia. Historická simulácia poskytuje priamy pohľad na minulé trhové správanie, Monte Carlo simulácia rozširuje tento pohľad o možnosť modelovania budúcich scenárov, variačno-kovariančná metóda umožňuje rýchle odhady rizika za predpokladu normálneho rozdelenia a beta analýza zohľadňuje systematické trhové riziko. Výber konkrétnej metódy a ich kombinácia závisí od dostupnosti dát, charakteristík portfólia a požiadaviek na presnosť a flexibilitu výsledkov, čo sú kľúčové faktory pre správne riadenie rizika a investičné rozhodnutia. Z reálnej aplikácie jednotlivých metód a spôsobov výpočtu môžeme považovať výsledky Monte Carlo simulácie ako najpresnejšie a najvhodnejšie. Zistené tvrdenia argumentujeme nasledovnými faktami. Pri historickej simulácii sa opierame iba o skutočné výnosy z uplynulého roka, čo znamená, že ak dané obdobie nezahŕňalo extrémne trhové výkyvy, riziko môže byť podhodnotený. Variačno-kovariančná metóda predpokladá, že výnosy majú normálne rozdelenie, ak tento predpoklad nie je splnený, vedie to k nepresnej kvantifikácii trhového rizika. Monte Carlo umožňuje modelovať rôzne distribúcie výnosov, nielen normálne, ale aj asymetrické, či fatter tails, a

to je dôležité pri analýze rizikových aktív. Generuje široké spektrum možných scenárov, a lepšie odhaduje potenciálne straty, ktoré sa nemuseli v minulých dátach vyskytovať. Keďže analyzujeme ročné časové obdobie, nemusíme mať dostatočne široké údaje na zachytenie všetkých možných trhových stavov. Pre investičné rozhodovanie je vhodné využiť beta koeficient ako doplnkovú metódu na posúdenie voliteľnosti portfólia, s porovnaním na volatilitu trhu.

Value at Risk patrí k jednej z najčastejšie používaných metód na kvantifikáciu finančného rizika. Napriek svojej popularite, má viaceré obmedzenia, ktoré sú často predmetom kritiky. Nedostatky metódy vedú k nepresnému odhadu rizika, a môžu mať významné dôsledky na riadenie rizík vo finančných inštitúciách. Jedným z hlavných problémov metódy je jej neschopnosť zachytiť extrémne riziká. Poskytuje síce hodnotu maximálnej očakávanej straty, no neinformuje o veľkosti strát, ktoré môžu nastať za touto hranicou. Neberie teda do úvahy neočakávané udalosti, ktoré častokrát majú významný vplyv na portfólio. Ďalšou významnou nevýhodou je, že nespĺňa vlastnosť subaditivity. Z toho vyplýva, že riziko celého portfólia môže byť vyššie ako súčet rizík jednotlivých aktív, čím sa môže nesprávne interpretovať vplyv diverzifikácie. Tento problém je obzvlášť významný pri analýze komplexných portfólií. Napokon, často ignoruje likviditné riziko. Predpokladá, že aktíva môžu byť predané za aktuálnu trhovú cenu bez významného dopadu na cenu. V reálnych podmienkach však môže byť likvidita obmedzená, najmä počas krízových situácií. Na odstránenie vyššie spomenutých problémov vznikali nové metódy odstraňujúce dané nedostatky. Príkladom je metóda Expected Shortfall ktorá je v tomto prípade vhodnejšou, pretože vypočítava priemernú stratu za hranicou VaR, a poskytuje tak realistickejší pohľad na možné extrémne riziká. ES je subaditívny a lepšie reflektuje výhody diverzifikácie. Ako doplnok pre porovnanie poskytujeme aj výsledky metódy ES pre obe portfólia vypočítané pomocou Monte Carlo simulácie, ktorú považujeme za najpresnejšiu. Bolo použité rovnaké časové obdobie od 01.01.2024 do 31.12.2024 a 10 000 simulácií. Intervaly spoľahlivosti boli nastavené na úroveň 90%, 95% a 99%. Výsledky simulácie sú prezentované v nasledujúcich tabuľkách:

Tabuľka 20: Výsledky ES - Cyklické portfólio

Interval spoľahlivosti	ES (%)	ES (USD)
90%	- 1,47	- 1472,46
95%	- 1,76	- 1757,85
99%	- 2.34	- 2339,38

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Tabuľka 21: Výsledky ES - Necyklické portfólio

Interval spoľahlivosti	ES (%)	ES (USD)
90%	-1,25	-1250,65
95%	-1,48	-1483,35
99%	-1,91	-1911,54

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe dát z [www.finance.yahoo.com](http://www.finance.yahoo.com)

Expected Shortfall poskytuje konzervatívnejší odhad rizika, pretože odráža nielen pravdepodobnosť, ale aj veľkosť extrémnych strát. Výsledky naznačujú vyššie hodnoty ako v prípade výpočtu VaR. Porovnanie ES a VaR pomocou Monte Carlo simulácie prináša výsledky pre cyklické portfólio patriace do intervalu  $< -2,34\% ; -1,47\% >$ , čo predstavuje nárast o 0,35% na intervale spoľahlivosti 99% a nárast o 0,45% pre interval spoľahlivosti 90%. Nárast rovnako pozorujeme aj pre necyklické portfólio, kde sa výsledky rozprestierajú v intervale  $< -1,91\% ; -1,25\% >$ , pre najvyšší interval spoľahlivosti to predstavuje rozdiel o 0,23% a pre interval spoľahlivosti 90% nárast o 0,36%. Hoci VaR zostáva populárnym nástrojom v kvantitatívnom riadení rizika, ES predstavuje robustnejšiu alternatívu, najmä v prípade extrémnych trhových podmienok. Vo finančnej praxi, je preto vhodné kombinovať oba prístupy, pričom ES môže slúžiť ako doplnok k VaR na lepšie zachytenie potenciálnych strát portfólia.

Merania preukazujú, že cyklické portfólio je vo všetkých spôsoboch výpočtu rizikovejšie v porovnaní s necyklickým portfóliom. Výsledky sú logické vzhľadom na vyššiu citlivosť na hospodárske cykly a extrémne trhové pohyby. Použitie viacerých metód navzájom potvrdzuje, že riziko spojené s cyklickým portfóliom je výraznejšie, čo je dôležité pre investorov pri rozhodovaní o alokácii kapitálu a riadení rizík.

V rámci teoretickej časti záverečnej práce sme charakterizovali trhové riziko ako súčasť finančného rizika, definovali proces riadenia rizík a popísali jednotlivé metódy merania trhového rizika čo viedlo k splneniu stanovených parciálnych cieľov príslušnej časti práce. Praktická časť práce sa venovala charakteristike objektu skúmania, ktorý predstavuje dve modelové portfólia, tvoriace akcie patriacich do cyklických a necyklických odvetví. Analýza historických dát a následná aplikácia metód merania trhového rizika, viedla k zhodnoteniu efektívnosti a vhodnosti použitia jednotlivých metód, a ich vzájomnej komparácií, čo predstavuje splnenie skupiny parciálnych cieľov pre praktickú časť. Dosiachnutie parciálnych cieľov je kľúčové k naplneniu hlavného cieľa záverečnej práce, ktorý predstavoval identifikáciu metód používaných na meranie trhových rizík finančnými inštitúciami, a porovnanie metódy Value at Risk s dostupnými alternatívami. V časti výsledkov práce, v ktorej sme dospeli ku kvantifikácii trhového rizika, a porovnali sme metódu VaR s dostupnou alternatívou, a to metódou merania pomocou Beta koeficientu, a ako doplnok v súčasnej kapitole sme porovnali VaR aj s metódou ES, ktorá odstraňuje kritizované nedostatky. Zhodnotenie výsledkov a rozdielov medzi nimi vysvetľuje možnosti aplikácie jednotlivých metód na konkrétne praktické situácie, čo predstavuje naplnenie hlavného cieľa práce spolu s parciálnymi cieľmi.

Prínos práce spočíva v komplexnom a systematickom pohľade na problematiku merania trhového rizika, pričom sa zameriava na porovnanie a hodnotenie rôznych kvantitatívnych metód a prístupov. Identifikáciou optimálnych nástrojov a techník prispieva k zefektívneniu procesov riadenia rizík v praxi, a tým aj k posilneniu stability finančných subjektov. Zároveň poskytuje praktické usmernenia pre finančné inštitúcie, investorov a regulátorov pri výbere a implementácii vhodných metód kvantifikácie rizík, čím napomáha k presnejšiemu vyhodnocovaniu potenciálnych strát a lepšiemu strategickému rozhodovaniu. Významným prínosom je aj zvýšenie povedomia o dôležitosti správneho výberu kvantitatívnych nástrojov pri analýze trhového rizika, ako aj identifikácia slabých miest tradičných prístupov, čo vytvára priestor pre uplatnenie alternatívnych a modernejších metód. Záverečná práca prispieva k rozvoju analytického myslenia a inovatívnych riešení v oblasti riadenia rizík. Zistenia sú aplikovateľné v rôznych segmentoch finančného trhu, vrátane bánk, investičných fondov či poisťovní a zároveň majú potenciál podporiť regulačnú transparentnosť a efektívnosť dohľadu zo strany regulátorov, napríklad pri implementácii požiadaviek regulačných rámcov. Výsledky práce môžu slúžiť aj ako hodnotný podklad pre

tvorbu interných politík a stratégií riadenia rizík vo finančných inštitúciách. Dôležitým aspektom je aj podpora finančného vzdelávania. Na základe toho môže práca byť prínosom aj ako študijný materiál pre oblasť finančného manažmentu, čím sa prispieva k zvyšovaniu povedomia o danej problematike. Závery diplomovej práce majú význam nielen pre akademickú obec, ale aj pre finančných profesionálov, ktorí čelia dynamickému prostrediu kapitálových trhov. Presné modelovanie rizík a ich správna interpretácia môžu výrazne ovplyvniť výkonnosť portfólií, optimalizáciu alokácie zdrojov a celkovú dlhodobú udržateľnosť finančných systémov. V neposlednom rade práca prispieva k zvýšeniu pripravenosti finančných subjektov na krízové situácie, keďže efektívnejšia kvantifikácia rizík umožňuje rýchlejšie a presnejšie rozhodovanie v podmienkach trhových šokov. Rovnako otvára priestor pre budúci výskum, napríklad v oblasti integrácie merania trhového rizika spolu s inou kategóriou finančných rizík.

## Záver

Neoddeliteľnou súčasťou dnešného sveta je riziko, s ktorým sa stretávame v každej oblasti ľudskej činnosti, či už ide o prírodné katastrofy, technologický pokrok, podnikanie alebo investovanie. Jednu z najväčších výziev finančného manažmentu predstavuje trhové riziko, pretože jeho dopad môže viesť k významným stratám a nestabilite na finančných trhoch. Historicky sa finančné krízy, ako napríklad Veľká hospodárska kríza či globálna finančná kríza v roku 2008, ukázali ako dôsledok nesprávneho riadenia rizík a podcenenia systémových hrozieb. Tieto udalosti zdôraznili potrebu efektívnych metód na meranie a riadenie trhového rizika, keďže nepredvídané šoky môžu viesť k dominovému efektom a ohrozeniu celého finančného systému. Vzhľadom na rastúcu komplexnosť finančných produktov a globalizáciu trhov sa efektívne meranie a riadenie trhového rizika stáva nevyhnutným pre každú finančnú inštitúciu aj jednotlivých investorov. Identifikácia a kvantifikácia trhového rizika pomocou sofistikovaných metód, je preto kľúčová pre optimalizáciu investícií, minimalizáciu potenciálnych strát a zabezpečenie dlhodobej finančnej stability.

V rámci záverečnej práce sme sa zamerali na metódy merania trhového rizika, ktorých poznanie a aplikácia na konkrétne situácie dokáže priniesť predstavu o podstupovanom riziku a možnosti jeho predchádzania.

Prvá kapitola záverečnej práce sa sústredila na teoretické poznatky problematiky, v ktorej bolo potrebné zadefinovať trhové riziko a súčasť finančného rizika. Spôsoby manažmentu rizika, v neposlednom rade charakterizovať metódy kvantifikácie trhového rizika, zhodnotiť ich prednosti a nedostatky a vhodnosť aplikácie na jednotlivé praktické situácie. Druhá kapitola práce sa venovala stanoveniu parciálnych cieľov a hlavného cieľa, ktorý predstavoval identifikáciu metód používaných na meranie trhových rizík finančnými inštitúciami, a porovnanie metódy Value at Risk s dostupnými alternatívami. Tretia kapitola priniesla pohľad na metodiku a použité metódy na dosiahnutie stanovených cieľov. Zvolené pre praktickú aplikáciu boli metódy Value at Risk a metóda merania trhového rizika pomocou Beta koeficientu. V ďalšej kapitole sme charakterizovali objekt skúmania. Ako prvý krok bolo potrebné vykonať korelačnú analýzu medzi sektormi indexu S&P 500 a celkovým indexom s cieľom určiť, ktoré odvetvia sú cyklické, a ktoré necyklické. Objektom skúmania boli dve modelové portfólia, pričom jedno pozostávalo z akcií

spoločností, ktoré patrili do cyklických odvetví a druhé pozostávalo z akcií patriacich do necyklických sektorov. Následne sme prešli k aplikácii metódy Value at Risk, ktorú sme počítali pomocou historickej simulácie, Monte Carlo simulácie aj Variáčno-kovariančným spôsobom. Výsledky analýzy boli porovnávané s metódou Beta koeficientu. Súčasťou záverečnej kapitoly práce, bola analýza výsledkov, ku ktorým sme dospeli, a porovnanie vhodnosti využitia metódy pomocou jednotlivých spôsobov výpočtu na konkrétne situácie. Ako najpresnejší a najvhodnejší výsledok z hľadiska pozorovaného časového obdobia a štruktúry dát, sme zvolili ten, ktorý bolo vypočítaný pomocou Monte Carlo simulácie VaR, pretože spôsob predstavuje ideálny prístup ku kvantifikácii trhového rizika, umožňuje simulovať veľké množstvo scenárov aj pri menšom počte dát, a kopíruje potrebnú distribúciu. Ako doplnok sme začlenili s cieľom porovnania aj metódu Expected shortfall, ktorá odstraňuje kritizované nedostatky VaR. ES prináša pohľad na straty, ktoré sa nachádzajú za úrovňou VaR a priemuruje ich, čo investorom pomôže lepšie si predstaviť aj scenáre, ktoré vznikajú na základe neočakávaných udalostí, alebo výraznejších trhových pohybov. Metóda je vhodnejšia tak isto pre finančné inštitúcie, ktoré sú citlivejšie na potreby poznania, akému riziku sú ich aktíva vystavované alebo pre rizikovo averznejších investorov.

Ideálny prístup ku kvantifikácii rizika prináša využitie a kombinácie viacerých metód merania, čo umožní investorom širší pohľad na podstupované riziko pri vykonaní rozhodnutia o alokácii kapitálu do zvolených aktív. Prínosy záverečnej práce spočívajú v komplexnom pohľade na problematiku, ktorá by mala prispieť k efektívnejšiemu riadeniu rizík v praxi. Poskytuje užitočné usmernenia pre finančné inštitúcie, investorov a regulátorov pri výbere vhodných nástrojov na kvantifikáciu a riadenie. Závery diplomovej práce považujeme za relevantné nielen pre akademickú sféru, ale aj pre praktické aplikácie vo finančnom sektore, kde presné modelovanie rizík môže viesť k lepšiemu rozhodovaniu a dlhodobej udržateľnosti.

## Zoznam použitej literatúry

Ambrož, L. (2011). *Měření rizika ve financích*. Ekopress.

ANDERSEN, T. G, BOLLERSLEV, T. CHRISTOFFERSEN, P. & DIEBOLD, F. (2013). Financial risk measurement for financial risk management. In: *Hand- book of the Economics of Finance*. Elsevier. Sv. 2, pp. 1127–1220.

Basel Committee on Banking Supervision. (2004). *Basel II: International convergence of capital measurement and capital standards: A revised framework*. Bank for International Settlements. <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>

Blake, D., Šedý, P., & Šimůnek, P. (1995). *Analýza finančních trhů*. Grada Publishing.

Cipra, T. (2015). *Riziko ve financích a pojišťovnictví: Basel III a Solvency II*. Ekopress.

Čížinská, R. (2018). *Základy finančního řízení podniku*. Grada Publishing.

Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset*. John Wiley & Sons.

Emmer, S., Kratz, M., & Tasche, D. (2013). What is the best risk measure in practice? A comparison of standard measures. *arXiv preprint*, arXiv:1312.1645.

Fabbri, J. (2021). The Importance of Risk Monitoring. *RiskWatch*.

Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *the Journal of Finance*, 47(2), pp. 427-465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>

Fotr, J., & Hnilica, J. (2014). *Aplikovaná analýza rizika*. Grada Publishing.

Georgeta, P. N., & Alexandru, P. C. (2017). Risk Assesment: An Important Tool for Companies. *Global Economic Observer*, 5(2), pp. 97–102.

- Harumová, A. (2016). *Finančný manažment nadnárodných korporácií*. Wolters Kluwer.
- Hopkin, P. (2013). *Risk management*. Kogan Page Publishers.
- Hull, J. (2014). Hull and White on the pros and cons of expected shortfall. *Risk*, 27(10).  
<https://www.risk.net/risk-management/market-risk/2375185/hull-and-white-on-the-pros-and-cons-of-expected-shortfall>
- Institute of International Finance. (2007).  
<http://www.iif.com/download.php?id=tv/yzuHHXJ0=>
- Jankovská, A., Majtánová, A., Petrenka, J., Sobek, O., & Vlachynský, K. (2012). *Finančný slovník výkladový*. Iura Edition.
- Jílek, J. (2000). *Finanční trhy a investování*. Grada.
- Jílek, J. (2009). *Finanční trhy a investování*. Grada.
- Jorion, P. (2006). *Value at risk: The new benchmark for managing financial risk* (Vol. 3). McGraw-Hill.
- Jorion, P. (2009). *Financial risk manager handbook*. John Wiley & Sons. <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5832/04/L-G-0000583204-0002384045.pdf>
- Kašparovská, V. (2006). *Řízení obchodních bank: vybrané kapitoly*. Nakladatelství CH Beck.
- Kočišová, K., & Vokorokosová, R. (2009). *Manažment bankových operácií*. Elfa.
- Kráľovič, J., & Vlachynský, K. (2006). *Finančný manažment* (2nd ed.). Iura Edition.

Kucharčíková, A., Tokarčíková, E., Ďurišová, M., Jacková, A., Kozubíková, Z., & Vodák, J. (2011). Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích. *Computer Press*.

Markovič, P. (2012). Controlling rizika finančných nástrojov s dôrazom na zachovanie podnikovej stability. *Periodica Academica*, 7(2), p. 50.

Mayo, H. B. (2019). *Basic finance: An introduction to financial institutions, investments, and management* (12th ed.). Cengage.

McNeil, A. J. (2005). *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools*. [https://www.researchgate.net/publication/235622467\\_Quantitative\\_Risk\\_Management\\_Concepts\\_Techniques\\_and\\_Tools](https://www.researchgate.net/publication/235622467_Quantitative_Risk_Management_Concepts_Techniques_and_Tools)

Merna, T., & Al-Thani, F. F. (2008). *Corporate risk management*. John Wiley & Sons.

Németh, L. (2010). Niektoré problémy terminológie pri klasifikácii rizík. DOI:[10.26552/krm.C.2010.1.17-19](https://doi.org/10.26552/krm.C.2010.1.17-19).

[https://www.researchgate.net/publication/363020504\\_NIEKTORE\\_PROBLEMY\\_TERMI NOLOGIE\\_PRI\\_KLASIFIKACII\\_RIZIK](https://www.researchgate.net/publication/363020504_NIEKTORE_PROBLEMY_TERMI NOLOGIE_PRI_KLASIFIKACII_RIZIK)

Neubauerová, E., Pastoráková, E., Zubaľová, A., Čambalová, A., Kuchta, L., & Sršeň, A. (2019). *Financie* 2nd.ed. Wolters Kluwer ČR.

Penza, P., & Bansal, V. K. (2001). *Measuring market risk with value at risk* (Vol. 17). John Wiley & Sons.

Potters, C. (2021). 5 Basic Methods for Risk Management. *Investopedia*.

Power, M. (2004). The risk management of everything. *The Journal of Risk Finance*, 5(3), pp. 58–65. DOI:[10.1108/eb023001](https://doi.org/10.1108/eb023001)

[https://www.researchgate.net/publication/242344966\\_The\\_Risk\\_Management\\_of\\_Everything](https://www.researchgate.net/publication/242344966_The_Risk_Management_of_Everything)

Reuse, S. (2010). Comparing Variance/Covariance and Historical Simulation in the Context of the Financial Crisis—Do Extreme Movements Have an Influence onto Portfolio Selection? *Financial Assets and Investing*, 1(1), pp. 15–30.

[https://www.researchgate.net/publication/265940134\\_Comparing\\_VarianceCovariance\\_and\\_Historical\\_Simulation\\_in\\_the\\_Context\\_of\\_the\\_Financial\\_Crisis\\_-\\_Do\\_Extreme\\_Movements\\_Have\\_an\\_Influence\\_onto\\_Portfolio\\_Selection](https://www.researchgate.net/publication/265940134_Comparing_VarianceCovariance_and_Historical_Simulation_in_the_Context_of_the_Financial_Crisis_-_Do_Extreme_Movements_Have_an_Influence_onto_Portfolio_Selection)

Rowe, W. D. (1975). *An "Anatomy" of risk*. Environmental Protection Agency.

Rybyšarová, M. (2008). *Řízení rizik v pojišťovnictví*.

Sivák, R., Gertler, L., & Kováč, U. (2009). *Riziká vo financiách a v bankovníctve*. Sprint.

Sivák, R., Ochotnický, P., Beličková, K., Horvátová, E., Chovancová, B., Kotlebová, J.,

Smejkal, V. (2010). *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích* (3rd ed.). Grada Publishing.

Srinivas, K. (2019). Process of Risk Management. *IntechOpen*.

DOI:[10.5772/intechopen.80804](https://doi.org/10.5772/intechopen.80804)

Steinherr, A. (1998). *Derivatives: The wild beast of finance*. Wiley.

Strnad, P. (2009). *Řízení tržních rizik pomocí Value at Risk – Úskalí a problémy*.

[https://euba.sk/www\\_write/files/SK/ekonomicke-rozhlady/er1\\_2009\\_strnad-10136.pdf](https://euba.sk/www_write/files/SK/ekonomicke-rozhlady/er1_2009_strnad-10136.pdf)

Szpyrc, M., & Novota, D. (2013). Bazilejské dohody o kapitáli a kapitálová primeranosť bánk v SR. *Biatec*, 21(7), pp. 24–27.

[https://www.nbs.sk/\\_img/documents/\\_publik\\_nbs\\_fsr/biatec/rok2013/07-2013/06\\_biatec13-7\\_szpyrc.pdf](https://www.nbs.sk/_img/documents/_publik_nbs_fsr/biatec/rok2013/07-2013/06_biatec13-7_szpyrc.pdf)

Šimák, L. (2006). *Manažment rizik*. FŠI ŽU.

[http://fbiw.uniza.sk/kkm/old/publikacie/mn\\_rizik.pdf](http://fbiw.uniza.sk/kkm/old/publikacie/mn_rizik.pdf)

Tokarčíková, L. (2007). Investičné riziko. *Pošta, Telekomunikácie a Elektronický obchod*, pp. 64–67.

Varcholová, T., & Rimarčík, M. (2003). *Value-at-Risk methods and models and their application*. *Biatec*, 11(10), pp. 32-34.

[https://www.nbs.sk/\\_img/Documents/BIATEC/BIA10\\_03/32\\_34.pdf](https://www.nbs.sk/_img/Documents/BIATEC/BIA10_03/32_34.pdf)