

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
NÁRODOHOSPODÁRSKA FAKULTA
Evidenčné číslo: 101007/I/2023/36122162397336324

DYNAMICKÉ STRATÉGIE ZABEZPEČOVANIA
PORTFÓLIA
Diplomová práca

2023

Bc. Michal Borza

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
NÁRODOHOSPODÁRSKA FAKULTA**

**DYNAMICKÉ STRATÉGIE ZABEZPEČOVANIA
PORTFÓLIA**
Diplomová práca

Študijný program: Finančné trhy a investovanie
Študijný odbor: Ekológia a manažment
Školiace pracovisko: 101007 Katedra bankovníctva a medzinárodných financií
Vedúci záverečnej práce: Ing. Andrej Cupák, PhD.

Bratislava 2023

Bc. Michal Borza

Čestné vyhlásenie

Čestné vyhlasujem, že som diplomovú prácu vypracoval samostatne, a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Bratislava, 11. 05. 2023

.....

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som sa chcel poďakovať vedúcemu diplomovej práce Ing. Andrejovi Cupákovi, PhD. za cenné rady, pripomienky a odporúčania, ktoré mi poskytol pri písaní záverečnej práce. Zároveň by som chcel poďakovať Sebastianovi Hallsteinovi za nápad pre spracovanie tejto témy.

Abstrakt

BORZA, Michal: Dynamické stratégie zabezpečovania portfólia. Diplomová práca – Ekonomická univerzita v Bratislave. Národohospodárska fakulta; Katedra bankovníctva a medzinárodných financií. – Vedúci záverečnej práce: Ing. Andrej Cupák, PhD. – Bratislava: NHF, 2023, 67 s.

Cieľom záverečnej práce je pomocou metódy Monte Carlo simulácie potvrdiť, či majú dynamické stratégie zabezpečovania portfólia schopnosť zaujať investora do takej miery, že je ochotný si ich vybrať aj napriek nižším výnosom. Práca je rozdelená do dvoch kapitol, ktoré tvoria ďalšie podkapitoly. Prvá kapitola a jej podkapitoly sú zamerané na investičné portfólio a samotné stratégie zabezpečovania portfólia. V rámci prvej časti je aproximácia investičného portfólia, aké sú jeho riziká, aké faktory na neho vplyvajú a teória očakávanej užitočnosti. Ďalej sa v druhej časti predstavujú jednotlivé zabezpečovacie stratégie, ktoré budú testované. Medzi tie patrí Stop Loss, Constant proportion portfolio insurance, Time invariant portfolio insurance a Synthetic put. V druhej kapitole je vysvetlená Monte Carlo metóda spolu s metrikami, ako je omega, sharpe ratio a stochastická dominancia, ktorými sa bude merať výkonnosť portfólia. Zároveň sú opísané zdrojové dáta a nastavenie stratégie pre testovanie. Ďalej práca opisuje výsledky na základe ukazovateľov výkonnosti a taktiež podľa očakávanej užitočnosti. Tie sú porovnané s inými štúdiami a v záverečnej časti sú vyjadrené hlavné zistenia. Výsledkom danej simulácie je poskytnutie pohľadu na rôzne stratégie a ich výkonnosť v rôznych typoch trhov, či už na základe výnosnosti, ale hlavne na základe zabezpečenia.

Kľúčové slová: zabezpečenie portfólia, teória očakávanej užitočnosti, Monte Carlo, stop loss, CPPI, TIPP, synthetic put, omega ratio, stochastická dominancia

Abstract

BORZA, Michal: Dynamic portfolio insurance strategies. Master thesis – University of Economics in Bratislava. Faculty of National Economy; Department of Banking and International Finance. – Supervisor of the master thesis: Ing. Andrej Cupák, PhD. – Bratislava: NHF, 2023, 67 s.

The aim of the thesis is to confirm, using Monte Carlo simulation, whether dynamic portfolio hedging strategies can attract investors to such an extent that they are willing to choose them despite lower returns. The thesis is divided into two chapters, which form further subchapters. The first chapter and its subchapters focus on the investment portfolio and the portfolio hedging strategies themselves. Within the first section there is an approximation of the investment portfolio, what its risks are, what factors affect it, and expected utility theory. Next, the second part introduces the different hedging strategies that will be tested. These include Stop Loss, Constant proportion portfolio insurance, Time invariant portfolio insurance and Synthetic put. The second chapter explains the Monte Carlo method along with metrics such as omega, Sharpe ratio and stochastic dominance that will be used to measure portfolio performance. The source data and the setup of the testing strategies are also described. Further, the paper describes the results based on the performance metrics and by expected utility. These are compared with other studies and the main findings are expressed in the final section. The result of the given simulation is to provide a view on different strategies and their performance in different types of markets, either based on profitability, but mainly based on security.

Keywords: portfolio insurance, expected utility theory, Monte Carlo, stop loss, CPPI, TIPP, synthetic put, omega ratio, stochastic dominance

Obsah

Úvod.....	11
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	12
1.1 Investičné portfólio	12
1.1.1 Aproximácia.....	12
1.1.2 Manažment rizika v portfóliu	12
1.1.3 Portfolio insurance	14
1.1.4 Teória očakávanej užitočnosti	15
1.2 Faktory vplývajúce na výkonnosť portfólia	17
1.2.1 Rebalancing	17
1.2.2 Podlaha.....	18
1.2.3 Transakčné náklady	18
1.3 Prehľad stratégií	19
1.3.1 Buy & Hold.....	19
1.3.2 Constant mix	20
1.3.3 Stop loss	20
1.3.4 Constant proportion portfolio insurance	20
1.3.5 Time invariant portfolio protection.....	21
1.3.6 Synthetic put	22
1.4 Problematika a prehľad štúdií	23
1.4.1 Comparing portfolio insurance strategies	23
1.4.2 TIPP: Insurance without complexity	24
1.4.3 Performance evaluation of portfolio insurance strategies using stochastic dominance criteria.....	24
1.4.4 An analysis of risk-based asset allocation and portfolio insurance strategies.....	25
1.4.5 A bootstrap-based comparison of portfolio insurance strategies.....	25
2 Cieľ práce	26

3	Metodika práce a metódy skúmania	27
3.1	Monte Carlo simulácia	27
3.2	Dáta	29
3.3	Zdrojový kód	31
3.4	Meranie výkonnosti	31
3.4.1	Sharpe ratio	32
3.4.2	Omega ratio	32
3.4.3	Stochastická dominancia	33
3.5	Nastavenia stratégií	34
4	Výsledky práce a diskusia	35
4.1	Výsledky podľa ukazovateľov výkonnosti	35
4.2	Výsledky podľa očakávanej užitočnosti	47
	Záver	53
	Zoznam použitej literatúry	56
	Príloha č. 1: Zdrojový kód	60

Zoznam grafov

Graf 1. Monte Carlo simulácia indexu NASDAQ.....	28
Graf 2 Vývoj indexu NASDAQ za obdobie 14.11.2002-14.11.2022.....	30
Graf 4 Histogram výnosov indexu NASDAQ za obdobie 14.11.2002-14.11.2022.. ..	30
Graf 3 Graf normálnej pravdepodobnosti indexu NASDAQ za obdobie 14.11.2002-14.11.2022.	30
Graf 5 Grafické zobrazenie distribúcie výnosov nad resp. pod omega ratio.....	33
Graf 6 Diagram rozptylu výnosov stratégie SL s podlahou 100%	38
Graf 7 Diagram rozptylu výnosov stratégie CPPI s podlahou 90%	41
Graf 8 Diagram rozptylu výnosov stratégie TIPP s podlahou 90%	41
Graf 9 Diagram rozptylu výnosov stratégie CPPI s podlahou 90% a BH 70/30.....	45
Graf 10 Diagram rozptylu výnosov stratégie CPPI s podlahou 100% , BH 70/30 a CM 70/30	46

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Scenáre volatility.....	29
Tabuľka 2 Deskriptívna štatistika použitých údajov..	30
Tabuľka 3 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 80%, Volatilita 10%	35
Tabuľka 4 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 90%, Volatilita 10%	36
Tabuľka 5 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 100%, Volatilita 10%	37
Tabuľka 6 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 80%, Volatilita 20%	39
Tabuľka 7 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 90%, Volatilita 20%	40
Tabuľka 8 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 100%, Volatilita 20%	42
Tabuľka 9 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 80%, Volatilita 30%	43
Tabuľka 10 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 90%, Volatilita 30%	44
Tabuľka 11 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Podlaha 100%, Volatilita 30%	45
Tabuľka 12 Výsledky EUT pre podlahy na úrovni 80%, 90% a 100%. Volatilita 10%	48
Tabuľka 13 Výsledky EUT pre podlahy na úrovni 80%, 90% a 100%. Volatilita 20%	49
Tabuľka 14 Výsledky EUT pre podlahy na úrovni 80%, 90% a 100%. Volatilita 30%	51

Úvod

Cieľom každého investora je vysoký výnos pri čo najnižšom riziku. Rovnováha medzi týmito dvoma veličinami je základným determinantom pri výstavbe portfólia. Každá osobnosť má iné preferencie a ciele, ktoré sa snaží prostredníctvom investovania dosiahnuť. Pre niektorých nie je cieľom veľmi vysoký výnos, ale skôr priemerný, s čo najvyšším zabezpečením. V skorých 80tych rokoch začali investičné spoločnosti resp. investori prichádzať s prvými jednoduchými mechanikami, ktoré sa pomocou dynamickej alokácie medzi rizikovým a bezrizikovým aktívom snažili ochrániť portfólio pred stratami v období medvedích trhov a časoch vysokej volatility. Cieľom bolo dosiahnuť dobré zabezpečenie bez využitia derivátov, aby boli mechaniky čo najjednoduchšie a nevyžadovali si toľko práce. Kvôli tomu vznikli dynamické stratégie zabezpečovania portfólia. Tie sa zameriavali najmä na rizikovo averznejších investorov, ktorí preferovali ochranu proti stratám nad profitom. Tie môžu byť veľmi populárne aj pre jednotlivcov, ktorí by ich využívali na automatické obchodovanie na trhu prostredníctvom robotov.

Cieľom tejto diplomovej práce je potvrdiť, či majú dynamické stratégie zabezpečovania portfólia schopnosť zaujať investora do takej miery, že je ochotný si ich vybrať aj napriek nižším výnosom. Komparácia prebieha s klasickými investičnými stratégiami, ktorými sú *Buy & Hold* a *Constant mix*. Tie majú vopred stanovenú alokáciu medzi rizikovým a bezrizikovým aktívom. Zabezpečovacie stratégie, ktoré budú hodnotné sú *Stop loss*, *Constant proportion portfolio insurance*, *Time invariant portfolio protection* a *Synthetic put*. Vzhľadom na to, že testovanie úspešnosti na historických dátach, ktorých je malá vzorka, nie je dostačujúce, bude sa využívať Monte Carlo simulácia, ktorá je schopná priniesť rôzne výsledky v rôznych časoch na trhu. Kvôli tejto metóde bude možné finálne výsledky lepšie vyhodnotiť, pretože ich významnosť bude vyššia.

Zámerom autora je teda ponúknuť čitateľovi pohľad na jednoduché zabezpečovacie stratégie, ktoré majú potenciál byť ľahko automatizované a ponúkajú zaujímavý výnos s kvalitným zabezpečením.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Investičné portfólio

1.1.1 Aproximácia

Investičné portfólio je súbor finančných aktív, ktoré drží fyzická alebo právnická osoba za účelom dosiahnutia špecifických investičných cieľov. Tie sa môžu líšiť od povahy investora a jeho postavenia na trhu. Aktíva v portfóliu môžu tvoriť akcie, dlhopisy, podielové fondy, ETF, nehnuteľnosti a iné investície. Ich alokácia závisí od manažmentu rizika a typu investora.

Manažment portfólia zahŕňa priebežný monitoring a úpravu alokácie v reakcii na zmeny podmienok na trhu alebo kvôli osobným dôvodom investora. Správne vytvorené portfólio by malo byť diverzifikované naprieč kategóriami aktív, sektormi a regiónmi vo svete, za účelom limitovania rizika a zvýšenia potencionálneho zisku.

Kinniry et al. (2022) zistili, že alokácia v portfóliu je najdôležitejším faktorom determinujúcim výkonnosť portfólia. Štúdia priniesla poznatok o tom, že alokácia je zodpovedná za 90% variability v rámci výnosu portfólia. Zatiaľ čo výber aktíva a správne načasovanie majú relatívne malý dopad na výkonnosť.

Existujú dva hlavné spôsoby manažmentu portfólia, aktívny a pasívny. Aktívny má za cieľ prekonať výkonnosť trhu a tým priniesť vyšší výnos. Skúsení investori zväčša využívajú tento prístup, ktorý síce zahŕňa vyššie priebežné poplatky, ale dokáže vygenerovať nadpriemerný výnos. Pasívny manažment súvisí najmä s lacným investovaním, kde sú poplatky minimálne. Typickým príkladom je investícia do ETF alebo podielových fondov. Teória hovorí, že snaha o prekonanie výkonnosti trhu pomocou aktívneho manažmentu nemá v dlhodobom horizonte význam. Pre vyvrátenie tejto teórie sa snažia aktívny investori využívať prostriedky manažmentu rizika, ktoré im majú pomôcť k dosiahnutiu lepších výsledkov.

1.1.2 Manažment rizika v portfóliu

Manažment rizika je kritickým aspektom úspešného investovania. Všetky investície so sebou nesú istú úroveň rizika, ktoré je potrebné minimalizovať v súvislosti so stratami.

Asi najviac efektívnou technikou na manažment rizika je diverzifikácia portfólia. Investícia do rôznych typov aktív umožňuje znížiť riziko strát z konkrétnej investície.

Alokovaním prostriedkov do akcií, dlhopisov, komodít a nehnuteľností môžu investori limitovať dosah jedného aktíva na celé portfólio. Umožňuje znížiť jeho volatilitu a priniesť stabilné výnosy v dlhodobom časovom horizonte. Bodie et al. (2017)

Existujú štyri typy diverzifikácie resp. zabezpečenia portfólia. Prvou je alokácia aktív. Podstatou je rozdeliť investíciu do rôznych kategórií aktív, kedy sa ako vždy dáva zreteľ na averziu k riziku, investičné ciele a časový horizont. Použitím tohto nástroja je možné vytvoriť vyrovnané portfólio, ktoré bude stabilné aj počas výrazných pohybov na trhu a tým znížiť riziko straty.

Stratégie, na ktoré je zameraná táto diplomová práca, sú hybridom medzi vyššie spomenutou alokáciou aktív a tzv. hedgingom. Ten zahŕňa kúpu pozície na tom istom aktíve viackrát na kompenzáciu a limitáciu straty. Typickým príkladom môže byť put opcia na akciu, ktorú už investor vlastní. Tým sa vie zabezpečiť voči potencionálnemu poklesu akcie a znížiť tým stratu.

Stop-Loss je tiež jednou z možností, ako ochrániť svoje portfólio. Táto stratégia je zároveň aj súčasťou výskumu v tejto záverečnej práci. Jej cieľom je predaj istého aktíva ak jeho cena dosiahne istú hodnotu. Zväčša ide o predaj pri nečakanom poklese ceny aktíva a tým je možná limitácia straty. Existuje však aj stop-loss pri zisku, kedy sa investor snaží zabezpečiť určitú výšku výnosu. Ide o veľmi jednoduchú mechaniku, ktorá je výhodná pre značne volatilné aktíva, akým sú napr. akcie. Elton et al. (2014)

Posledný spôsob súvisí s celkovým poznaním trhu a fundamentálnej analýzy. Ak je investor dostatočne informovaný o trhu prípadne stave konkrétnej firmy, môže na základe týchto poznatkov učiniť rozhodnutie o svojich aktívach a tým prispôsobiť svoje portfólio nasledujúcemu obdobiu.

Je dôležité poznamenať, že neexistuje jednotný prístup a každý investor má svoje vlastné požiadavky a spôsob, akým chce investovať svoje peňažné prostriedky. Či už sa jedná o averziu k riziku, časový horizont a ciele investovania.

1.1.3 Portfolio insurance

Ako je spomenuté v predchádzajúcich kapitolách, zabezpečenie portfólia môže mať rôzne podoby. Jednou z nich sú aj dynamické stratégie, ktorými sa zaoberá táto diplomová práca. Vo svojej podstate sa jedná o princíp, kde sa prerozdeľuje investícia medzi rizikové a bezrizikové aktívum. Ide o výmenu medzi rizikom a očakávaným výnosom, podľa čoho sa investor rozhodne, či chce svoje portfólio ochrániť viac alebo menej. S rastúcou hodnotou portfólia sa alokácia prikláňa viac k rizikovej investícii, zatiaľ čo pri poklese sa zvyšuje percento alokácie do bezrizikového aktíva. Podkladovým aktívom sú zvyčajne akcie, indexy a iné rizikové inštrumenty. Zabezpečovacia zložka tvoria hlavne dlhopisy, prípadne iná bezpečná investícia. Takto navrhnuté portfólio sa potom riadi pravidlami resp. mechanikami, kde sa pravidelne mení alokácia zdrojov a s ňou aj úroveň zabezpečenia. Takýto spôsob investovania umožňuje pri poklese hodnôt akcií limitovať stratu, čím sa nápadne podobá na opcie.

Koncept priniesli prvýkrát v roku 1976 Hayne Leland a Mark Rubenstein v článku „*The Evolution of Portfolio Insurance*“, ktorý bol publikovaný v časopise *Financial Economics*. Bol zameraný na dynamický hedging s použitím opcií v reakcii na zmenu ceny v podkladovom aktíve.

V 80tych rokoch firma Leland O'Brien Rubenstein Associates (LOR) uviedla produkt súvisiaci so zabezpečením portfólia, ktorý kombinoval opcie a futurity za účelom ochrany portfólia. Išlo o kúpu put opcie na nejaký index (napr. S&P 500) a zároveň predaj futurity na ten istý index. Dovolilo to investorom využiť rast trhu a zároveň ochranu voči prípadným poklesom. Tieto stratégie boli populárne hlavne počas býčích trhov na začiatku 80tych rokov. Ich obľúbenosť klesla po krachu trhu v roku 1987, ktorý ukázal slabosť týchto stratégií počas extrémnej volatility, kedy mnoho investorov vykázalo vysoké straty na portfóliách aj napriek tomu, že ich mali zahedgované. Po týchto udalostiach došlo k rôznym úpravám stratégií, ktoré ich vylepšili a vyhli sa už poznaným limitáciám.

Využitelnosť týchto stratégií má svoje miesto aj v dnešnom svete. Hlavne u investorov, ktorí hľadajú ochranu proti riziku poklesu. Ich efektivita však závisí od istých faktorov ako sú podmienky na trhu, averzia k riziku a investičné ciele.

Leland (1980) uviedol, že rôzne typy investorov ich donútili pozrieť sa na ich rozdielne očakávania a zaradiť ich do kategórií tých, ktorým by portfolio insurance (PI) mohlo vyhovovať. Prvou sú investori, ktorí majú priemerné očakávania ale ich tolerancia

k riziku stúpa nadpriemerne s rastom majetku, tí by mali záujem o PI. Druhou sú tí, ktorí majú priemernú konštantnú toleranciu k riziku, ale ich očakávania ziskov sú podstatne väčšie.

Prvá skupina teda spadá do kategórie „Safety-first“ napr. penzijných fondov, ktorá musí za každú cenu vygenerovať výnos, ale vie potom akceptovať zvýšené riziko. Druhá kategória sa týka dobre diverzifikovaných fondov, ktoré očakávajú vysokú návratnosť investície prostredníctvom akcií. Vysoký výnos a priemerné riziko sú výbornými predpokladmi, že PI je tá správna voľba. Takéto delenie investorov prebieha doteraz a stále je náročnou úlohou pre sprostredkovateľov týchto služieb nájsť pre svojich klientov ten správny produkt. Existuje niekoľko teórií, ktoré sa snažia vysvetliť spôsob, ako by sa malo k takýmto situáciám pristupovať:

- a) Teória očakávanej užitočnosti (EUT)
- b) Prospektová teória

Pre ďalšie využitie v tejto práci sa zameriame na EUT, pretože je stále najviac využívanou teóriou pre zostavu portfólia pre klienta.

1.1.4 Teória očakávanej užitočnosti

Teória očakávanej užitočnosti je založená na tom, že investor robí svoje rozhodnutia na základe očakávanej hodnoty užitočnosti alebo uspokojenia rôznych výsledkov. Individuality si podľa teórie vyberú tú možnosť, ktorá im ponúka najviac užitočnosti, kde je takáto užitočnosť daná subjektívnym hodnotením daného výsledku. V prípade výnosov z investovania by mali investori zvažovať medzi potencionálnym ziskom a rizikom spojeným s neistotou. To znamená, že investor bude pri výbere stratégie zvažovať okrem výnosu aj ostatné faktory, ako je volatilita, distribúcia výnosov, pravdepodobnosť očakávaného výsledku a ďalšie. Vrecko a Branger (2009)

Model očakávanej užitočnosti navrhol Bernoulli (1738) a vyvinuli ho Von Neumann a Morgenstern (1944). Teória je založená na štyroch princípoch, ktoré ovplyvňujú racionálne rozhodovanie investora:

- kompletnosť – investor buď preferuje jednu investíciu nad druhou alebo je k obom ľahostajný
- tranzitívna relácia – ak existujú investície A, B a C, kde $A > B$, $B > C$, potom investor preferuje $A > C$

- kontinuita – možnosti A, B sú prezentované samostatne, kde $A > B$ a C nie je prezentované. Po pridaní C do výberu si investor zachová svoju preferenciu $A > B$.
- nezávislosť – hovorí, že ak existujú možnosti A,B,C, kde $A > B > C$, potom musí existovať taká kombinácia A a C, kde je investor nerozhodný medzi touto kombináciou a B

Existuje niekoľko druhov funkcií zameraných na očakávanú užitočnosť. Medzi hlavné patria lineárna, kvadratická, exponenciálna a logaritmická funkcia. Každá z nich je používaná pre rôzne typy investorov. Táto práca bude vyhodnocovať užitočnosť na základe kvadratickej a exponenciálnej funkcie. Základnou funkciou je funkcia očakávanej užitočnosti daná:

$$E(U) = \sum p_i U(W_i) \quad (1)$$

kde $E(U)$ je očakávaná užitočnosť, p_i je pravdepodobnosť javu i a $U(W_i)$ reprezentuje užitočnú funkciu, ktorá sleduje jednotlivé užitočnosti možností.

Ako bolo spomenuté vyššie, pre účely tejto práce bude využívaná kvadratická a exponenciálna funkcia. Na základe Leland (1980) teda existuje investor, ktorého averzia k riziku klesá, zatiaľ čo výnos stúpa. Pre hodnotenie užitočnosti sa v tomto prípade využíva exponenciálna funkcia, ktorá predpokladá a zohľadňuje spomenuté faktory investora. Exponenciálna funkcia očakávanej užitočnosti je daná ako:

$$U(w) = e^{-\alpha w} \quad (2)$$

kde $U(w)$ predstavuje užitočnosť za daný výnos, α je koeficient averzie k riziku a w výnos na danej stratégii. Druhou funkciou je kvadratická, ktorá predpokladá, že investorova averzia k riziku sa časom meniť nebude a ostane priemerná, no výnos bude stúpať. Pre vyjadrenie tejto charakteristiky užitočnosti je odvodená rovnica:

$$U(w) = w - \frac{1}{2} A \sigma^2 \quad (3)$$

A predstavuje koeficient averzie k riziku a σ je rozptyl výnosov. Využitím týchto dvoch funkcií dokážeme v praktickej časti vyhodnotiť, ktorá stratégia resp. jej parametre sú najvhodnejšie pre naše dva typy investorov.

1.2 Faktory vplývajúce na výkonnosť portfólia

1.2.1 Rebalancing

Rebalancing predstavuje proces, pri ktorom dochádza k úprave alokácie aktív v portfóliu, aby spĺňali parametre, ktoré si investor nastavil na začiatku. Ak existuje portfólio, ktoré tvoria zo 60% dlhopisy a 40% akcie, a akcie získajú na hodnote, ich percentuálny podiel sa zvýši. Pri rebalancingu teda dôjde k návratu do stanovených hodnôt, napr. z 59%/41% späť na 60%/40%. Hlavnou úlohou je teda zachovanie daného levelu aktív a s ním aj výšky rizika, ktoré pri signifikantnom náraste cien akcií stúpne. Prostredníctvom predaja a nákupu aktív v portfóliu je takto možné udržiavať žiadané hodnoty. Takýto prepočítavací mechanizmus sa môže aktualizovať pravidelne aj nepravidelne. Podľa Zhang et al. (2022) existujú štyri hlavné spôsoby, ako ho realizovať:

1. Kalendárny rebalancing – Je najviac využívaný. V tomto prípade sa portfólio rebalancuje na základe časových intervalov napr. ročne, kvartálne, mesačne, týždenne a denne, bez ohľadu na aktuálne podmienky na trhu.
2. Rebalancing s limitmi – Tento spôsob umožňuje rebalancing na základe vopred stanovených limitov. Ak sa napríklad podiel aktív odkloní od cieľa o viac ako 5% alebo 10%, dôjde k prepočtu.
3. Kombinácia limitov a kalendára – Limity sa nemerajú nepretržite ale iba v určitých časových intervaloch napr. týždenne. Ak počas merania dôjde k zisteniu, že limity sú zachované, rebalancing neprebehne.
4. Oportunistický rebalancing – Jedná sa o rebalancing na základe daných podmienok na trhu. Napríklad pri výraznom poklese hodnoty akcií sa investor rozhodne dokúpiť ďalšie, keďže ich podiel v portfóliu klesol ale on očakáva v blízkej budúcnosti ich nárast.

Rebalancing, ako jedna z dôležitých súčastí manažmentu portfólia, má mnoho benefitov. Prvým je schopnosť pomôcť s manažmentom rizika znížením podielu tých aktív, ktoré sa stali nadhodnotené alebo tvoria veľkú časť portfólia. Druhým je fakt, že predajom aktív, ktoré sú nadhodnotené a nákupom tých, ktoré sú podhodnotené, dokáže portfólio vygenerovať vyšší zisk. Posledným benefitom je udržanie investičnej disciplíny a zachovanie dlhodobých cieľov investora.

Celkovo je teda rebalancing výborným a užitočným nástrojom pre investovanie. Má však aj svoje negatívna, ktorými sú hlavne transakčné náklady. Ich absolútna hodnota narastie vždy vtedy, keď dôjde na portfóliu k prepočtu.

1.2.2 Podlaha

Podlaha je typ faktoru v manažmente portfólia, ktorý sa snaží limitovať riziko straty. V podstate zaručuje minimálny možný výnos garantovaný na danú investíciu resp. portfólio. Prostredníctvom bezrizikovej investície, ktorá tvorí práve túto podlahu, sa má zaručiť ochrana portfólia. Podlaha sa vyjadruje ako percentuálny podiel z celkovej hodnoty investície. Ak teda existuje investícia, ktorá má hodnotu 100 peňažných jednotiek a podlahu s hodnotou 80%, potom je 80 peňažných jednotiek alokovaných v bezrizikovom aktíve. Najviac využívaným spôsobom, ako implementovať podlahu, sú dlhopisy. Tie sú považované za bezrizikovú investíciu a prinášajú istý fixný výnos.

Prvou možnosťou je nákup dlhopisov s nulovým kupónom, kde nie je počas trvania dlhopisu vyplácaný žiadny kupón a jeho hodnota aj s fixným výnosom je vyplatená v deň maturity. To prináša pri držaní dlhopisu až do maturity istý výnos. Iným spôsobom je nákup put opcie, ktorá nám poskytne v budúcnosti právo, nie povinnosť, na predaj tohto cenného papiera. Týmto si vie investor taktiež zaručiť istý výnos. Posledným je *bond ladder*, v slovenskom jazyku rebrík dlhopisov. Ide o portfólio dlhopisov s rôznymi splatnosťami, zväčša od 1 do 10 rokov. Pomocou investície do takéhoto portfólia môže investor ochrániť svoj zisk pred fluktuáciou úrokových sadzieb, ktoré majú vplyv na výnosnosť. Používa ho napríklad spoločnosť Charles Schwab Corp.

Celkovo je najjednoduchším spôsobom držanie dlhopisu s nulovým kupónom, ktorý však prináša isté riziko v súvislosti s úrokovými sadzbami. To by sme vedel do istej miery eliminovať využitím *bond ladder*. Put opcie sú taktiež výborným nástrojom. Spájajú sa s nimi však vysoké transakčné náklady, ktoré môžu koniec koncov zapríčiniť veľký pokles výnosnosti a teda pôsobiť kontraproduktívne.

1.2.3 Transakčné náklady

Transakčné náklady sú výdaje investora pri predaji alebo nákupe aktíva v rámci portfólia. Môžu negatívne ovplyvniť jeho výkonnosť a implementáciu ich stratégií. Najviac viditeľný je tento efekt pri výrazne vyššej frekvencii obchodovania, v našom prípade pri častom rebalancingu. Takéto náklady môžu ovplyvňovať faktory ako veľkosť obchodu, už spomínaná frekvencia, typ aktíva a pod. Harris (2003)

Aby mohli byť stratégie a eliminácia rizika možná, je podstatný prepočet alokácie do jednotlivých aktív v portfóliu. V rámci PI takto vznikajú transakčné náklady, ktoré pri častom rebalancingu spôsobujú nižší výnos. Aj keď ich dopad je minimálny, existuje viacero spôsobov, ako ich implementovať. Prvým je ako rizikové aktívum zvoliť ETF fondy, ktoré ponúkajú nižšie poplatky. Pre dlhopisy sú transakčné náklady irelevantné a neberie sa na nich ohľad. V rámci niektorých PI stratégií však niektorí autori vyjadrili a odhadli transakčné náklady pomocou volatility. Prvým bol Leland (1985) a druhý, Boyle a Vorst (1992), ktorí takto integrovali tieto výdaje použitím nasledovných rovníc:

$$\sigma_{Leland} = \sigma \sqrt{1 + \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \frac{k}{\sigma\sqrt{\Delta t}}} \quad (4)$$

$$\sigma_{Boyle, Vorst} = \sigma \sqrt{1 + 2 \times \frac{k}{\sigma\sqrt{\Delta t}}} \quad (5)$$

kde σ predstavuje štandardnú odchýlku výnosov z rizikového aktíva, k sú transakčné náklady ako časť objemu transakcie a Δt je dĺžka obdobia rebalancingu. Využívajú sa hlavne pri synthetic put stratégií, ktorá bude priblížená neskôr.

1.3 Prehľad stratégií

V tejto diplomovej práci bude hodnotených celkovo šesť stratégií. Okrem štyroch, ktoré majú charakteristiky portfolio insurance, sa budú testovať aj dve klasické stratégie, z ktorých jedna nie je aktívna ale pasívna. Ide o stratégiu *Buy & Hold* (BH), ku ktorej bude pridaná stratégia *Constant mix* (CM). V rámci PI ide o stratégie *Stop & loss* (SL), *Constant proportion portfolio insurance* (CPPI), *Time invariant portfolio protection* (TIPP) a *Synthetic put* (SP). V tejto kapitole budú vysvetlené mechaniky týchto stratégií pre lepšie pochopenie výsledkov práce.

1.3.1 Buy & Hold

Hlavným cieľom tejto stratégie je nakúpiť vybranú alokáciu aktív (napr. 60/40, kde 60% tvoria dlhopisy a 40% akcie) a držať ich počas celého časového horizontu obchodovania, bez akéhokoľvek zásahu a zmeny. BH teda nepodlieha rebalancingu, čím je viac náchylnejšia na výkyvy v hodnotách akcií a nesie so sebou aj vyššie riziko. Tým pádom pôsobia dlhopisy ako jediný ochranný faktor počas medvedích trhov.

1.3.2 *Constant mix*

Vo svojej podstate je CM takmer rovnaká stratégia ako BH. Na začiatku je vybraná alokácia do aktív a portfólio sa počas časového horizontu obchodovania vyvíja. Najväčším rozdielom je však rebalancing. Zatiaľ čo v BH môže dôjsť k zmene percentuálnej alokácie (napr. keď výrazne stúpne hodnota akcií, potom stúpne aj ich absolútny percentuálny podiel), v CM je portfólio pravidelne prepočítavané. Predpokladajme, že existuje investor, ktorý investoval 70% zdrojov do akcií a 30% do dlhopisov. V čase býčích trhov rastie hodnota akcií, avšak CM si musí zachovať svoju percentuálnu alokáciu a teda dochádza k predaju rizikového aktíva ruka v ruke s nákupom toho bezrizikového. Tým však prichádza o možnosť participovať na raste trhu a vyšších ziskov.

1.3.3 *Stop loss*

Podľa Benninga (1990), jednou z možností, ako ochrániť svoje portfólio voči stratám, je SL. Stratégia má jednoduché princípy. Investor investuje svoje zdroje (W_t) do rizikového aktíva. Tým sa myslí, že celých 100% peňažných jednotiek je alokovaných napr. v akciách. Potom si investor zvolí svoju podlahu (F_t), ktorá je v podstate minimálnou hodnotou portfólia na konci časového horizontu obchodovania. Podlaha sleduje bezrizikové aktívum a teda jej hodnota sa časom vyvíja, čím sa berie do úvahy jej čistá súčasná hodnota (NPV).

$$W_t \leq NPV(F_t) \quad (6)$$

V momente ak celková hodnota portfólia (W_t) klesne pod spodnú hranicu, $NPV(F_t)$, našej diskontovanej podlahy, investor predá všetky zvyšné rizikové aktíva a investuje ich do bezrizikového. Následne investor nerobí ďalšie obchody a drží alokáciu v portfóliu v rovnakom stave až do konca obchodného obdobia. Pokiaľ nedôjde k veľmi výraznému prepadu hodnoty rizikového aktíva, ktorá je v tej chvíli tesne nad podlahou, W_t by mala byť na konci časového horizontu obchodovania vždy nad $NPV(F_t)$

1.3.4 *Constant proportion portfolio insurance*

Constant proportion portfolio insurance, navrhnutá od Perold v roku 1986, neskôr ju použil aj Benninga (1990) a iní, je viac komplikovaná stratégia ako predchádzajúce. Berie do úvahy nielen rizikové a bezrizikové aktívum, ale aj vankúš (C_t), multiplikátor (m) a podlahu (F_t), ktoré sú zvolené na začiatku obchodovania. Väčšinou sú testované hodnoty m ako 3 a 5, ale môžu sa používať aj vyššie, ako napríklad Annaert et al. (2008), ktorý

testoval multiplikátor s hodnotou 14. Mechanika stratégie je vysvetlená v nasledujúcich rovniciach:

$$C_t = W_t - NPV(F_t) \quad (7)$$

$$e_t = m * C_t \quad (8)$$

Portfólio a jeho vystavenie voči rizikovému aktívu sa mení vždy v čase t a je definované ako e_t . Je jednoducho vypočítané vynásobením vankúša C_t a multiplikátorom m . Predpokladajme investorove bohatstvo W_t . Kedykoľvek v čase t , investor investuje e_t do rizikového aktíva a zvyšok svojho bohatstva $(1-m) * C_t + F_t$ do bezrizikového.

Pre CPPI je dôležité implementovať „*no short sale*“ obmedzenie za účelom vyhnutia sa krátkym pozíciám. Špeciálne v prípadoch, kde sa aplikujú vysoké hodnoty multiplikátora a nízke hodnoty podlahy. Predpokladajme, že investorove W_t v čase t predstavuje hodnotu 110 peňažných jednotiek a zvolený m má hodnotu 5, podlaha bola stanovená na úrovni 80%. V takomto prípade by mal investor investovať e_t v hodnote 150 peňažných jednotiek do rizikového aktíva. To však nie je možné, pretože aktuálna hodnota celkových aktív je 110. V takomto prípade by si musel investor požičať, čo naruša princípy ochrany portfólia a celkovo zmyslu PI. Rovnaké obmedzenie platí aj pre nasledujúcu stratégiu.

1.3.5 Time invariant portfolio protection

Stratégia navrhnutá Estep a Kritzman v roku 1988 ako modifikácia CPPI. Time invariant portfolio protection chráni výnosnosť portfólia prostredníctvom zmien v podlahe. Predpokladajme teda istú hodnotu podlahy a multiplikátora, ktorú si investor zvolil na začiatku obdobia. V akomkoľvek čase t , v ktorom dôjde k rebalancovaniu, stratégia nasleduje kroky, ktoré prezentovali Estep a Kritzman:

1. Vynásobenie aktuálnej hodnoty portfólia vopred zvoleným percentom podlahy (napr. 80%)
2. Ak je výsledok v prvom kroku väčšie číslo ako hodnota podlahy v čase $t - 1$, tento výsledok je novou podlahou. V prípade, že je výsledok nižší, zachová sa predchádzajúca hodnota podlahy.
3. Rovnaký postup ako pri CPPI opísaný vyššie

Krokom č. 2 stratégia cieľi na zaistenie už dosiahnutého zisku prostredníctvom navýšenia podlahy.

Hodnota podlahy by mala časom stúpať a postupne zabezpečovať už dosiahnuté výnosy, čím sa značne znižuje riziko straty na portfóliu a štandardná odchýlka jeho výnosov. Štúdia od Dichtl (2015) potvrdzuje túto hypotézu, kde TIPP aj napriek nižšiemu výnosu generuje oveľa lepšiu ochranu pred stratami, čím sa môže stať atraktívnejšou stratégiou pre investorov s vyššou averziou k riziku. Zároveň však dochádza k malej participácii na ziskoch počas býčích trhov. Postupné navyšovanie podlahy môže mať až extrémny ochranný efekt, kedy môžu byť v niektorých prípadoch na konci obdobia všetky zdroje investované v bezrizikovom aktíve (Dichtl a Drobetz 2010).

1.3.6 Synthetic put

Táto PI stratégia s využitím put opcie bola navrhnutá od Leland a Rubinstein v roku 1981, neskôr testovaná Annaert et al.(2008) a inými. Stratégia využíva oceňovanie opcií, ktoré priniesli Black a Scholes v roku 1973. Účelom je vytvoriť priebežne upravovanú synthetic put opciu na rizikové aktívum. Jedná sa o synthetic put kvôli tomu, že nákup rizikového aktíva spojeného s nákupom put opcie na to isté aktívum, je v podstate ekvivalent nákupu priebežne upravovaného portfólia, ktoré sa skladá z rizikového a bezrizikového aktíva. Časť, ktorá je takto investovaná do toho rizikového je daná ako:

$$W_{risky} = \frac{S \times N(d_1)}{S \times N(d_1) + K \times e^{r_f T} \times N(-d_2)} \quad (9)$$

a

$$W_{risk-free} = 1 - W_{risky} \quad (10)$$

kde S vystupuje ako cena akcie, r_f je bezriziková sadzba, T čas do maturity a K je „strike price“ definovaná ako:

$$K = \frac{F_t}{W_0} \times (S + P(K)) \quad (11)$$

N je štandardná normálna kumulatívna distribučná funkcia s d_1 a d_2 definovaná ako:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r_f + 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (12)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (13)$$

kde σ predstavuje štandardnú odchýlku výnosov rizikového aktíva. Z rovnice č.11, $\frac{F_t}{W_0}$ je v podstate percentuálna hodnota podlahy. Táto rovnica musí byť a je pravidelne prepočítavaná pri každom rebalancingu, keďže hodnota put opcie závisí na K .

Stratégia zvyšuje percento alokácie v rizikovom aktíve ak jeho cena stúpa a vice versa. Pravidelná zmena alokácie prináša problém transakčných nákladov, ktoré sú väčšinou implementované prostredníctvom rovníc č.4 a 5.

1.4 Problematika a prehľad štúdií

Prvé štúdie zaoberajúce sa dynamickými stratégiami zabezpečovania portfólia sa začali objavovať koncom 80tych až začiatkom 90tych rokov 20. storočia. Vznikom a prístupnosťou výpočtovej techniky bolo možné spustiť rôzne simulácie, rôznymi spôsobmi, a zisťovať úspešnosť jednotlivých stratégií. Výsledky a priebeh sa líšil nastavením stratégií a parametrami simulácie, po ktorých sa porovnávali zisky, výkonnosť počas rôznych typov trhu a celkový priebeh. Časom sa vytvárali nové stratégie, či už modifikáciou starých, alebo tvorbou úplne nových. Nižšie sú uvedené niektoré publikované články, ktoré sú zároveň podstatné pre túto prácu, ktorá z nich vychádza.

1.4.1 *Comparing portfolio insurance strategies*

Jednu z prvých prác publikoval Benninga v roku 1990, kde sa zaoberal stratégiami SL, CPPI a SP. Cieľom Benningu bolo pomocou Monte Carlo simulácie zistiť, ktorá z týchto stratégií je výhodnejšia a aké sú jej výsledky.

V simulácii boli použité nasimulované výnosy podľa diskkrétnej log normálnej distribúcie s parametrami $\mu = 10\%$ (priemer výnosov), $\sigma = 20\%$ a $r = 7\%$. Vzniklo 500 rôznych obchodných rokov (250 dní), na ktorých sa testovali stratégie. Tie boli prebalansované v troch rôznych typoch: 50x, 100x a 250x za rok a s rôznymi podlahami.

Na základe výnosov bola najvýkonnejšou stratégiou SL, variácie CPPI boli v strede a najhorší výnos bol u SP. Sharpe index potvrdil tieto výsledky.

Ďalej boli implementované transakčné náklady (0.5%). Tie boli najvyššie pri SP, zároveň sa so zvyšujúcou „podlahou“ pri všetkých stratégiách stávali menej významnými pre výnos. Celkovo bolo teda najúspešnejšie SL, aj napriek tomu, že je to najjednoduchšia stratégia zo všetkých troch. Tieto výsledky sú správne za predpokladu, že rizikové aktívum

je iba jedno (nie viac). Opak by spôsobil vyššie transakčné náklady. Taktiež sa berie do úvahy, že neboli vyplácané dividendy z rizikového aktíva.

1.4.2 TIPP: Insurance without complexity

Článok publikovaný autormi Estep. a Kritzman. v roku 1988 sa zaoberá čisto stratégiou TIPP, ktorá je modifikáciou CPPI a je nimi vytvorená. Autori skúmajú využitie a výkon tejto stratégie v rôznych časoch na trhu.

Metódou bola historická simulácia a teda otestovanie týchto stratégií na dátach z rokov 1926-1938 a 1977-1988. Boli použité akcie (nie je špecifikované) a výnosy z T-Billov. Zistenia boli očakávané. Počas vysokej volatility na trhu v rokoch 1926-1938 dokázala stratégia ochrániť portfólio a získať na býčom trhu, čím sa jej podarilo za toto obdobie prekonať výnosy z akcií v priemere o 4.5% za rok. Opakom je však obdobie 1977-1988, kde trhy dlhodobo rástli a teda prekonal TIPP, podobný scenár platí pre všetky zabezpečovacie stratégie. Záverom bol teda nižší výnos v priemere o 1.7% za rok.

TIPP má oproti CPPI výhodu v dlhšom čase, pretože sa vie prispôbovať. Je však aj menej rizikový. Záleží na investorovi a aký je jeho risk apetít.

1.4.3 Performance evaluation of portfolio insurance strategies using stochastic dominance criteria

Štúdia bola vydaná v roku 2008 autormi Annaert, Osselaer a Verstraete a jej cieľom je porovnanie BH, SL, CPPI a SP stratégií. Podobne ako Benninga (1990), využívajú autori simuláciu. Tentoraz však ide o tzv. block-bootstrap, na ktorý boli aplikované dáta o výnosoch zo všetkých akcií v UK, USA, Japonsku, Austrálii a Kanady od roku 1973-2005. Bootstrap si v tomto článku náhodne vyberie 252 dní z jedného z trhov za toto obdobie a zopakuje to 10 000 krát. Tým nám v podstate vznikne 10 tisíc náhodných blokov z tohto obdobia a z rôznych krajín, ktoré slúžia ako simulácia vývoja rizikového aktíva v roku. Bezrizikové aktívum je odvodené od rizikového.

Je prevedených niekoľko simulácií s rôznymi parametrami. Celkovým výsledkom je vyšší výnos pri BH, ale aj vyššie riziko. Zabezpečovacie stratégie si nižším rizikom, aj pri nižšom výnose, vedia vy dobyť svoje miesto u investorov, ktorí hľadajú presne túto cestu investovania. Ďalej bolo skúmané, že vyššia podlaha znamená lepšie zabezpečenie. Zároveň je podstatným parametrom frekvencia rebalancingu. Denný rebalancing pomáha SP a CPPI. Zároveň zabezpečeniu SL, mesačný však prináša vyšší výnos.

1.4.4 An analysis of risk-based asset allocation and portfolio insurance strategies

Práca napísaná Ho, Cadle a Theobald porovnáva stratégie BH, SP, CPPI, Value at Risk (VaR) a Expected Shortfall (ES). Posledné dve stratégie sú založené na riziku a prispôsobujú parametre portfólia na rolujúcich výsledkoch týchto hodnôt.

Aktívami sú v tomto prípade meny, kde riziková je AUD a bezriziková USD. Na historické dáta z rokov 2001-2008 sú aplikované rôzne nastavenia stratégií, kde sa z výsledkov porovnáva sharpe index, distribúcia výnosov, výnosy a kumulatívne výnosy. Z indexu vychádza najlepšie CPPI a ES, VaR však najhoršie. V distribúcií SP a ES, kde sú najviac posunuté doprava, zatiaľ čo VaR ťahá za kratší koniec. V prípade výnosov je najvyššie ES, VaR vystupuje na poslednom mieste. Celkovo má najväčší potenciál stratégia ES nasledovaná CPPI. Všetky štatistiky dokazujú, že VaR je tou najhoršou.

1.4.5 A bootstrap-based comparison of portfolio insurance strategies

Jedná sa článok publikovaný v *The European Journal of Finance* v roku 2015, ktorého autormi sú Dichtl, Drobetz a Wambach. Tak isto ako predchádzajúce štúdie, aj táto sa zaoberá PI. Metodikou bola, podobne ako pri Annaert et al. (2008), block-bootstrap simulácia 5000 rôznych ciest indexu DAX, kde autori sledovali okrem výnosov, rizika a výkonnosti aj štatistickú významnosť. Súčasťou sledovania boli stratégie CPPI, TIPP, SL, SP a ako dodatok stratégia VaR. Výsledkom bolo zistenie, že CPPI a SP prinášajú voči SL významne lepšiu ochranu portfólia. Taktiež bolo hlavným zistením, že TIPP a VaR nevykazujú výrazné zlepšenia oproti klasickým PI stratégiám ako CPPI a SP. Zatiaľ čo TIPP ponúka lepšiu ochranu, cenou je nižší zisk. VaR môže byť síce zaujímavou alternatívou, ale značné záležitosti na odhadovaných parametroch prémie za akciové riziko. Ak investor disponuje výbornými schopnosťami a modelmi na predpoveď trhu, môže mu táto stratégia priniesť vyšší výnos.

Autori zistili inverzný vzťah medzi ochranou a výnosnosťou portfólia. Zatiaľ čo ochrana stúpa, výnosy klesajú. Dávali dôraz na techniku merania, ktorá je veľmi dôležitá a ovplyvňuje výber stratégie, podobne ako dôkazy v štúdiách od Zakamulin (2011) a Adcock et al. (2014).

2 Cieľ práce

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce je overiť, či dynamické stratégie zabezpečovania portfólia dokážu prilákať investorov aj napriek nižším výnosom. Tento cieľ vychádza zo samotnej povahy a princípu fungovania Portfolio Insurance stratégie. Táto záverečná práca má aj parciálne ciele, ktoré zväčša vychádzajú z ostatných štúdií zaoberajúcimi sa podobnou témou, tak isto ako aj hypotézy.

Parciálny cieľ:

- I. Identifikovať pomocou teórie očakávanej užitočnosti, ktorá stratégia je pre aký typ investora najviac užitočná.

Hypotézy:

1. Portfolio Insurance stratégie majú so zvyšujúcou sa volatilitou lepšie zabezpečenie ako Buy&Hold a Constant mix a zároveň stúpa ich významnosť v kontexte užitočnosti.
2. Ak stúpa podlaha, zlepšuje sa zabezpečenie a zároveň klesá výnos Portfolio Insurance stratégie.
3. Stratégia Time invariant portfolio protection ponúka najlepšie zabezpečenie.
4. S rastúcou averziou k riziku investor preferuje stratégie s lepšou ochranou, pretože mu prinášajú vyššiu užitočnosť.

Pre objektívne zhodnotenie výsledkov bude slúžiť komparácia, ktorá pomocou ostatných štúdií vyhodnotí výkonnosť resp. zabezpečenie Portfolio insurance stratégie.

3 Metodika práce a metódy skúmania

Na účely simulácie vývoja akéhokoľvek aktíva sa v štúdiách využívajú najmä dva spôsoby. Prvým je block-bootstrap, ktorý bol použitý v článku Annaert et al. (2008). Jedná sa simuláciu, kde sa z údajov o výnosnosti aktíva za nejaké dlhé obdobie, zväčša viac ako 10 rokov, náhodne vyberajú bloky. Napríklad Annaert et al. (2008) takto náhodne vyberal 10 000 blokov s časovými úsekmi 252 dní. Výhodou tohto postupu je, že dáta si zachovávajú svoje vlastnosti. Medzi nevýhody patrí najmä fakt, že štandardná odchýlka sa musí pravidelne meniť a určuje sa podľa roku predtým a taktiež môže dôjsť k potencionálne zaujatým výsledkom. Block-bootstrap totiž predpokladá, že originálne dáta sú stacionárne, čo nemusí byť v realite nutne pravda. To môže viesť k skresleným výsledkom. Monte Carlo simulácia tento problém nemá a vie sa vysporiadať aj s dátami, ktoré nie sú stacionárne. Pre účely tejto diplomovej práce bola teda vybraná metóda simulácie Monte Carlo založenej na geometrickom Brownovom pohybe. Rovnaký postup zvolil Dichtl (2010), Benninga (1990) alebo Costa a Gaspar (2011).

3.1 Monte Carlo simulácia

Monte Carlo simulácia s geometrickým Brownovým pohybom (GBM) je matematická technika využívaná na modelovanie neistoty a náhodnosti cien finančného aktíva. Táto metóda zahŕňa simulovanie veľkého množstva možných budúcich dráh ceny akcií pomocou volatility a driftu. V prípade modelovania ceny aktíva je driftom očakávaný výnos a volatilitu predstavuje štandardná odchýlka výnosov. Predpokladom je normálna distribúcia a konštantná volatilita. Model GBM je daný ako:

$$dS_{(t)} = \mu S_{(t)} d_{(t)} + \sigma S_{(t)} W_{(t)} \quad (14)$$

kde $S_{(t)}$ je cena akcie v čase t , μ je drift, stanovený ako očakávaný výnos, σ volatilita určená ako štandardná odchýlka predchádzajúcich výnosov, $W_{(t)}$ je *Wiener proces* alebo GBM a $d_{(t)}$ je časový prírastok (napr. ako 1 z 252 obchodovaných dní v roku, vypočítaný ako $1/252$). Na definíciu stochastického procesu pre výnosy rizikového aktíva s predpokladmi od Black a Scholes (1973), je dynamika simulácie daná ako:

$$S_{(t)} = S_{(t-1)} * (\mu - \frac{\sigma^2}{2})d_{(t)} + \sigma d_{(t)}W_{(t)} \quad (15)$$

kde $W_{(t)}$ je *Wienerov proces* opisujúci vývoj normálne distribuovanej premennej. Proces je daný ako:

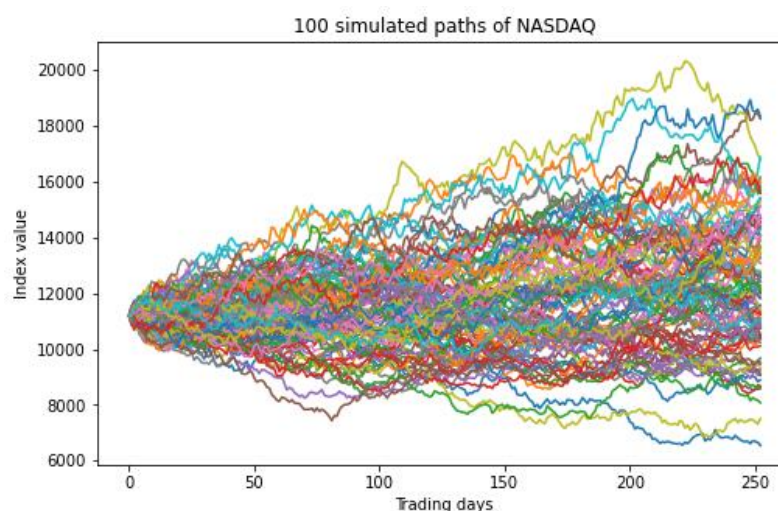
$$W_{(t)} = \sqrt{(t)}z \quad (16)$$

Kde z je štandardne náhodne distribuovaná premenná určená ako:

$$z = \phi^{-1}(u) \quad (17)$$

ϕ^{-1} je inverzná kumulatívna distribučná funkcia štandardného normálneho rozdelenia a (u) je rovnomerne rozložená náhodná premenná medzi 0 a 1. ϕ , ako zlatý rez, predstavuje určitý prírodný proces a dáva GBM do širšej súvislosti. Botanik Robert Brown ako prvý dokumentoval proces červeného šumu, čo je typ šumu v elektronike, založený na istej náhodnosti.

V rámci tejto diplomovej práce sa bude využívať tento proces na simuláciu 10 000 rôznych dráh indexu NASDAQ. Rovnaký počet simulácií použil aj Annaert et al. (2008). Simulácia bude na 252 dní, čo je približný počet obchodných dní v roku, kde na rovnakom intervale testovali viaceré štúdie. V *Grafe č.1* je možné vidieť ukážku takejto simulácie pri istých parametroch.



Graf 1. Monte Carlo simulácia indexu NASDAQ od 15.11.2022. Očakávaný výnos je odvodený z údajov od 14.11.2002-14.11.2022, stanovený ako priemerný ročný výnos na úrovni 12.75%. Volatilita 20%. Počet simulácií 100, ktoré sú odhadnuté na 252 dní. Zdroj: Vlastné spracovanie

Na lepší prehľad a zhodnotenie úspešnosti jednotlivých stratégií je dôležité sa zamerať aj na ich výkonnosť na rôznych typoch trhov. Podobne ako Dichtl (2010), aj v tejto práci sa budú skúmať rôzne scenáre volatility. Jedná sa o tieto tri:

Volatilita			
Scenáre	1. Nízka volatilita	2. Stredná volatilita	3. Vysoká volatilita
σ	$\sigma = 10\%$	$\sigma = 20\%$	$\sigma = 30\%$

Tabuľka 1 Scenáre volatility

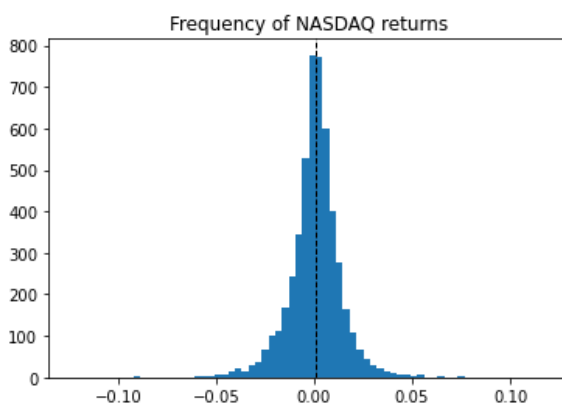
Pre každý scenár bude simulovaných 10 000 dráh a následne prebehne zhodnotenie výkonnosti stratégie pre každý scenár osobitne. To isté platí aj pri hodnotení užitočnosti, ktorá bude taktiež porovnávaná pre každý scenár osobitne.

3.2 Dáta

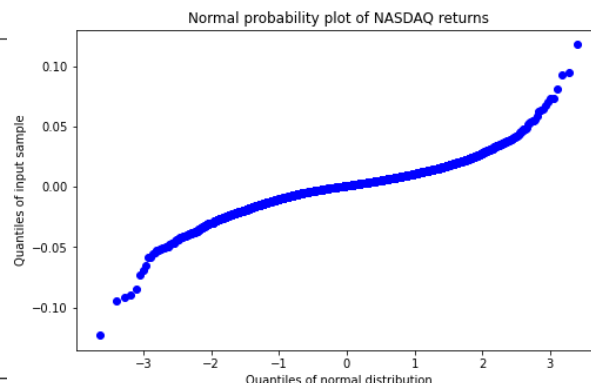
Pre účely tejto diplomovej práce bolo vybraté ako rizikové aktívum americký index NASDAQ Composite, ktorý združuje akcie všetkých firiem zapísaných na burze NASDAQ, je ich viac ako 3000. Zamerané sú zväčša na technológie, ktoré mnohokrát ponúkajú zaujímavý a vysoký výnos, samozrejme za vyššie riziko. Dáta za index sú stiahnuté z terminálu Bloomberg, čo zaručuje ich presnosť a kvalitu. Použité sú dáta z obdobia 14.11.2002-14.11.2022. Podstatným údajom pre GBM simuláciu výnosov je priemerný denný výnos, ktorý za dané obdobie činil 0,00050577, v prepočte na ročný výnos sa jedná o 0.127454, čo je ~ 12.75%. Tento údaj je dôležitý, pretože v našej rovnici GBM sa jedná o očakávaný ročný výnos, podľa ktorého sa bude riadiť simulácia. Opisnú štatistiku je možné vidieť v *Tabuľke č.1*. V *Grafe č.2* je možné vidieť vývoj indexu NASDAQ. *Grafy č.3* a *č.4* slúžia na potvrdenie, či sú výnosy tohto indexu normálne distribuované. Pre simuláciu GBM to nie je predpokladom ani podmienkou, je však dôležité sa zamerať na to, z akých údajov bude vychádzať, pretože rozdelenie výnosov, ktoré naša simulácia vygeneruje, budú sledovať normálnu distribúciu. Šikmosť je teda na úrovni -0.22, čo je relatívne blízko k nule. *Graf č.3* potvrdzuje, že výnosy majú zvonovitú krivku a sú zoskupené okolo priemeru. *Graf č.4*, kde je graf normálnej pravdepodobnosti, by mala byť lineárna čiara. Shapiro-Wilk test, ktorý slúži na kontrolu, či sú dáta normálne rozdelené, mal výsledok s p-value nižšou ako 0.05, čím sa zamietá nulová hypotéza a teda výnosy nesledujú normálnu distribúciu. Keďže sa v tejto práci bude využívať iba priemer, nie je tento výsledok podstatný. Zároveň je možné podľa centrálnej limitnej teóremy predpokladať, že pri vzorke o veľkosti 5034 pozorovaní je priemerný výnos približne normálne distribuovaný. Faktom je, že volatilita (stdv) nebude odvodená od indexu NASDAQ, pretože cieľom je testovať stratégie v rôznych časoch volatility.



Graf 2 Vývoj indexu NASDAQ za obdobie 14.11.2002-14.11.2022. Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov terminálu Bloomberg.



Graf 4 Histogram výnosov indexu NASDAQ za obdobie 14.11.2002-14.11.2022. Počet intervalov = 70 Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov terminálu Bloomberg.



Graf 3 Graf normálnej pravdepodobnosti indexu NASDAQ za obdobie 14.11.2002-14.11.2022. Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov terminálu Bloomberg.

Deskriptívna štatistika dát

Data	Obs.	Mean	Median	Max	Min	Stdv	Skewness	95% percentile
NASDAQ returns	5034	0,00050577	0,00097737	0,11806	-0,12321	0,013718	-0,21764	0,020495

Tabuľka 2 Deskriptívna štatistika použitých údajov. Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov terminálu Bloomberg.

Ako bezriziková investícia budú figurovať výnosy amerických 3-mesačných štátnych pokladničných poukážok. Celkovo sú dlhopisy USA považované za najbezpečnejšiu investíciu a ponúkajú aj relatívne vysokú výnosnosť. Dáta pochádzajú od FRED za obdobie Apríl 2023. Pre našu prácu je podstatný údaj priemer za mesiac Apríl 2023, ktorý je 4.92%. Tento údaj bude slúžiť ako aktuálna bezriziková sadzba a dlhopis

s nulovým kupónom. Celkovo teda dôjde v rámci stratégie k zhodnoteniu bezrizikového aktíva 4-krát každé 3 mesiace o ~1.21%, ako výnos za uplynulé 3 mesiace. Vybraná sadzba síce nekorešponduje s obdobím, za ktoré bol určený očakávaný výnos rizikového aktíva, zároveň však umožňuje PI stratégiám rozvinúť svoj potenciál, keďže takto vyššie sadzby budú pravdepodobne realitou ešte nejakú dobu. Podobne vysokú sadzbu používali napr. Costa a Gaspar (2011), kde bola vo výške 5%, Dichtl (2010) 4.45%, Dichtl (2015) 4.70%.

3.3 Zdrojový kód

Kód k diplomovej práci je písaný v populárnom programovacom jazyku Python 3.9 s využitím viacerých knižníc. Podmienkou je, aby kód zbehol pod dobu 14 sekúnd a teda aby bol maximálne optimalizovaný. Všetky výpočty a tvorby grafov súvisiace s touto prácou, budú vytvorené týmto programom. Z praktických dôvodov je kód resp. jeho komentáre v anglickom jazyku. Celkový zdrojový kód bude v prílohe. Môžeme sa však

```
def GBM(mu, sigma, S0, dt, T, num_paths):
    """
    Simulated stock price paths using the Geometric Brownian Motion model
    Parameters:
    mu: expected return
    sigma: volatility
    S0: initial index value
    dt: time step
    T: total number of trading days
    num_paths: number of index value paths to generate
    """
    np.random.seed(0)
    wiener = np.random.normal(size=(T, num_paths))
    S = np.zeros((T+1, num_paths))
    S[0] = S0
    for t in range(1, T+1):
        S[t] = S[t-1] * np.exp((mu - 0.5*sigma**2)*dt + sigma*np.sqrt(dt)*wiener[t-1])
    return S
```

pozrieť na krátky úryvok z neho, ktorý sa zaoberá GBM. Jedná sa o naprogramovanú funkciu, ktorá nám po zadaní parametrov vráti *array* (tabuľku) so všetkými simuláciami, s ktorými je možné ďalej pracovať. V predposlednom riadku sa napr. nachádza rovnica č.15.

3.4 Meranie výkonnosti

Pre meranie výkonnosti budú využité viaceré ukazovatele. PI nie je iba o výnose ale aj riziku, ktoré so sebou jednotlivé stratégie nesú a preto je potrebné zohľadniť tento fakt aj správnym výberom ukazovateľov. Okrem tých pravidelne využívaných, ktorými sú priemerný výnos, štandardná odchýlka, šikmost' a VaR 95%, je potrebné aplikovať aj iné ukazovatele. Tie budú predstavené v nasledujúcej časti.

3.4.1 Sharpe ratio

Jedná sa o finančný ukazovateľ, ktorý počíta výnos investície na jednotku rizika v porovnaní s bezrizikovým aktívom. Tvorcom je Sharpe (1994). Sharpe ratio je dané ako:

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (18)$$

kde r_p je výnos na portfóliu, r_f je sadzba bezrizikového aktíva a σ_p je volatilita daného portfólia. σ_p je väčšinou vyjadrené ako výnosnosť štátnych dlhopisov alebo iná bezriziková investícia. Čím vyššia je hodnota pomeru, tým vyšší zisk generuje investícia. Nižšia sharpe ratio zase indikuje, že dosiahnutý zisk je veľmi nízky v pomere k riziku. Tento ukazovateľ je skvelým spôsobom, ako vyhodnotiť účinnosť stratégie aj v pomere k riziku, čo je dôležité pri PI. Nemusí byť však najdokonalejším a to z toho dôvodu, že distribúcia výnosov z našich simulácií je pri PI asymetrická a teda pre zhodnotenie rizika nestačí využiť štandardnú odchýlku Bertrand (2011). Na tieto účely existuje omega ratio.

3.4.2 Omega ratio

Omega ratio je riziko upravená metrika výkonnosti, ktorá hodnotí výkonnosť investičných portfólií/stratégií. Navrhli ju Keatin a Shadwick (2002) ako vylepšenie a odstránenie nedostatkov dovtedy využívaných ukazovateľov ako sharpe a sortino ratio. Na rozdiel od sharpe a sortino, omega dokáže zachytiť celkovú distribúciu výnosov, vrátane rizika poklesu. Je definovaná ako pomer pravdepodobnostne váženého výnosu k pravdepodobnostne váženej strate. Tým sa dokáže zachytiť celé rozdelenie výnosov a jej extrémny. Omega je daná ako:

$$\Omega = \frac{UPM_1(R, \tau)}{LPM_1(R, \tau)} \quad (19)$$

kde UPM_1 je *upper partial moment*, daný ako:

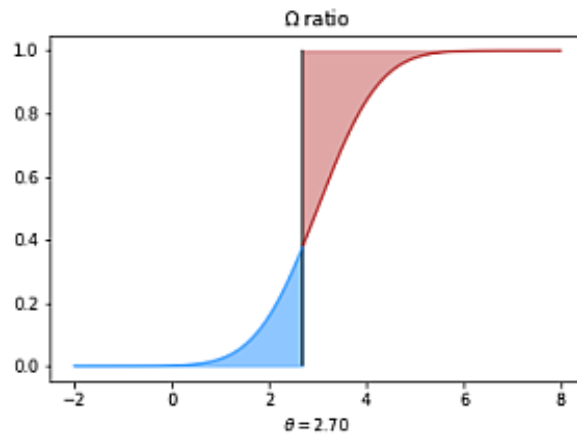
$$UPM_g(R, \tau) = \int_{\tau}^{\infty} (s - \tau)^g dF_R(s) \quad (20)$$

kde $F_R(s)$ je kumulatívna distribučná funkcia výnosov R , ďalej τ je cieľ výnosnosti, ktorý chceme dosiahnuť. *Lower partial moment* teda vieme vyjadriť ako:

$$LPM_g(R, \tau) = \int_{-\infty}^{\tau} (\tau - s)^g dF_R(s) \quad (21)$$

Východiskovým bodom je samotná kvantifikácia potenciálu návratnosti pod τ a zároveň aj nad túto hranicu. Potom Ω väčšia ako 1 indikuje vyššiu pravdepodobnosť výnosov nad

stanovenú hranicu. Menšia ako 1 naopak. Keďže v portfolio insurance je cieľom zachovať kapitál a vyhnúť sa stratám, τ bude v tejto práci rovná výnosu z bezrizikovej investície za celé obchodovacie obdobie. V ukázkovom *Grafe č.5* je možné vidieť $\Omega=2.70$, kde červená plocha predstavuje výnosy nad stanoveným cieľom, ktorých je očividne väčšie množstvo ako tých pod ňou.



Graf 5 Grafické zobrazenie distribúcie výnosov nad resp. pod omega ratio. Zdroj: Benhamou (2019)

V posledných rokoch bolo publikovaných aj niekoľko štúdií, ktoré potvrdzujú, že omega ratio môže byť lepším ukazovateľom výnosnosti/rizika v portfóliu, ako sharpe ratio Benhamou (2019).

3.4.3 Stochastická dominancia

Ako posledný ukazovateľ výkonnosti portfólia sa bude využívať stochastická dominancia (SD). Jedná sa o teóriu rozhodovania na základe kumulatívnej distribučnej funkcie resp., či je takáto funkcia výnosov na danej stratégii dominantná a nadradená inej. Ako prvý tento koncept predstavil Quirk a Saposnik (1962), neskôr bol využitý, hoc v sofistikovanejšej forme, u Annaert et al.(2008) alebo Costa a Gaspar(2011). SD má tri typy:

1. First order SD (FSD) - Najsilnejšia, implikuje zároveň SSD a TSD. Znamená, že distribúcia F_A portfólia A dominuje distribúcii F_B portfólia B vtedy a len vtedy, ak F_A portfólia A je vždy pod F_B portfólia B.
2. Second order SD (SSD) – Ak súčet F_A je vždy pod súčtom F_B , potom F_A dominuje F_B . Pre rizikovo averzného investora to znamená, že preferuje dominantnú stratégiu.

3. Third order SD (TSD) – V prípade, že súčet súčtu F_A je vždy pod súčtom súčtu F_B , F_A dominuje. Investor, ktorého averzia k riziku klesá, bude vždy preferovať stratégiu, ktorá dominuje.

Kumulatívna distribučná funkcia normálneho rozdelenia, napr. portfólia A, je daná ako:

$$F_A = \frac{\phi(r-\mu)}{\sigma} \quad (22)$$

kde ϕ je štandardná normálna kumulatívna distribučná funkcia, μ je priemer výnosov a σ je ich štandardná odchýlka resp. volatilita. Tento indikátor berie do úvahy celkovú distribúciu a jej tvar. Je dôležitým článkom hodnotenia úspešnosti PI stratégií.

3.5 Nastavenia stratégií

Pre získanie lepších výsledkov, ktoré budú brať ohľad na rôzne scenáre trhov a rôzne nastavenia stratégií, je vhodné ich otestovať za viacerých okolností. Stratégie budú, ako už bolo spomenuté vyššie, testované v rôznych scenároch volatility (Tabuľka č.1). Zároveň bude každá stratégia testovaná pre tri rôzne úrovne podlahy, čo nám umožní lepšie poukázať na rozdiely v prípade, keď je nastavenie danej stratégie konzervatívne resp. s vysokou averziou k riziku. Vzhľadom na tieto náležitosti, bude existovať deväť rôznych simulácií resp. testovanie troch typov podláh pre každý scenár volatility na trhu. V *Tabuľke č.1* je prehľad scenárov. Tzv. benchmarkom pre tieto stratégie budú klasické BH a CM v konfigurácii 70% rizikové aktívum a 30% bezrizikové. V prípade SD, kde sa hodnotí nadradenosť distribúcie výnosov, bude benchmarkom BH (70/30). Prah τ pre omega ratio je stanovený ako výnos bezrizikového aktíva na úrovni 4,92%.

Podobne ako Ho a Caddle (2010), úrovne testovaných podláh sú stanovené na hodnote 80%, 90% a 100%. Stratégie CPPI a TIPP si zároveň vyžadujú pre svoju mechaniku istú úroveň multiplikátoru. Zieling et al. (2012) využíval multiplikátory na úrovni 1, 4 a 6. Keďže ale v našej simulácii existuje scenár, kde je podlaha na extrémne nízkej úrovni, 80%, je vhodnejšie využiť nižšie multiplikátory, aby stratégia nesledovala iba rizikové aktívum. Preto použité multiplikátory sú hodnotou na úrovni 1, 3 a 5. Implementovaný je iba denný rebalancing, podobne ako Annaert et al. (2008) alebo Costa a Gaspar (2011). Počiatočná investícia činí 100 peňažných jednotiek.

4 Výsledky práce a diskusia

Táto časť diplomovej práce vyhodnocuje výsledky a zistenia, zároveň ich na konci porovnáva s hlavnými štúdiami, z ktorých táto práca vychádzala. Pre každý typ volatility na trhu aj podlahu existuje osobitná tabuľka a zhodnotenie jej výsledkov, aj v kontexte EUT.

4.1 Výsledky podľa ukazovateľov výkonnosti

V prvej simulácii v *Tabuľke č.3* s nízkou volatilitou na úrovni 10% a podlahou 80% vyšli výsledky podľa očakávaní. Nízka volatilita v spojení s nízkou podlahou nútila väčšinu PI stratégií presúvať zdroje do rizikového aktíva, čo spôsobilo veľmi malé rozdiely resp. vykázalo nízke výhody oproti klasickým BH a CM. Hľadiac na výnos, jasne dominujú stratégie s rizikovejším nastavením. Nižší výnos priniesli iba CPPI a TIPP s nízkym multiplikátorom. Zároveň však majú veľmi nízku stdv a vysoký VaR 95%. Ten je v podstate bez straty, čo v spojení so šikmost'ou naznačuje vyrovnanú distribúciu bez veľkých extrémov v dolnom kvartile. Sharpe ratio je najvyššie pre TIPP 1 na úrovni 3,14, čo naznačuje najlepší výnos v pomere k riziku. Svojím zabezpečením sa približuje iba CPPI 1. Omega ratio ponúka najlepší pomer nad prah znova pri stratégii TIPP 1 vo výške 3.7. Ostatné stratégie oscilujú v okolí 3,4 až 3,5, čo sú hodnoty veľmi blízke TIPP 1. Prekvapením je konfigurácia CPPI 1, kde je omega ratio najnižšie. To môže byť vysvetlené aj šikmost'ou na úrovni 0,33, ktorá je podobná ostatným rizikovým stratégiám.

Floor 80% ; σ 10%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,63	11,02	9,20	13,68	6,78	10,88	13,40	6,62	10,11	13,63	13,59
štandardná odchýlka	11,26	7,88	5,40	11,32	2,41	8,52	11,23	2,11	6,58	11,26	11,24
šikmost'	0,33	0,33	0,18	0,34	0,33	0,85	0,41	0,09	0,21	0,33	0,33
VaR 95%	96,21	98,82	98,82	96,22	103,06	99,23	96,11	103,21	99,70	96,21	96,28
sharpe	1,21	1,40	1,71	1,21	2,81	1,28	1,19	3,14	1,54	1,21	1,21
omega	3,44	3,44	3,61	3,42	3,42	2,89	3,19	3,70	3,57	3,44	3,46
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	SSD	TSD

Tabuľka 3 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 80%. Volatilita trhu je 10%. Práh omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Rozdelenie má teda tendenciu mať vyššiu kumuláciu v oblasti výnosov vo výške bezrizikového aktíva. TSD platí pri všetkých stratégiách okrem TIPP 5, ktorá sa prakticky chovala ako BH (100). Celkovo tieto nastavenia s nízkou podlahou a volatilitou dávajú výhodu klasickým stratégiám. Stdv okolo 10 je stále považovaná za veľmi nízku a preto neexistuje veľký dôvod pre investora zvoliť si PI stratégie v konzervatívnom nastavení, ktoré síce ponúkajú extrémne dobré zabezpečenie, avšak s veľmi nízkym výnosom a bez väčších výhod v oblasti omega a sharpe ratio resp. výnosu v pomere k riziku.

Floor 90% ; σ 10%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,63	11,02	9,20	13,43	5,93	8,14	10,52	5,77	7,49	9,26	13,59
štandardná odchýlka	11,26	7,88	5,40	11,53	1,31	4,64	8,53	1,05	3,21	5,48	11,24
šikmosť	0,33	0,33	0,18	0,34	0,32	0,92	1,02	0,06	0,12	0,19	0,33
VaR 95%	96,21	98,82	100,60	94,27	103,90	101,81	99,77	104,07	102,32	100,55	96,32
sharpe	1,21	1,40	1,71	1,16	4,53	1,75	1,23	5,50	2,33	1,69	1,21
omega	3,44	3,44	3,61	3,22	3,41	2,88	2,46	3,76	3,69	3,60	3,45
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD

Tabuľka 4 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 90%. Volatilita trhu je 10%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka č.4 s vyššou podlahou už vykazuje lepšie vlastnosti PI stratégií. Ich výnosy dosahujú úroveň o približne 1 až 2 percentuálne body nižšie ako v Tabuľke č.3. Výnimkou sú iba SL a SP, ktorých vlastnosti sa so stúpajúcou podlahou veľmi nezmenili. CPPI 1 a TIPP 1 ostávajú s veľmi nízkou stdv najviac konzervatívnymi resp. najbezpečnejšími modifikáciami týchto stratégií. Ponúkajú však ešte nižší výnos, čím sa stávajú menej zaujímavými. Agresívnejšie nastavenia týchto mechaník zabezpečovania začínajú viac konkurovať benchmarkovým stratégiám. Špeciálne TIPP 5, ktorý ponúka vysoký výnos na úrovni 9,26% s nízkou stdv. CM však vykazuje veľmi podobné vlastnosti. Šikmosť pri CPPI je neobvykle vysoká nad úrovňou 1, čo naznačuje značné zošikmenie doprava a teda tendenciu nižších výnosov. VaR je okrem SL, SP, ktoré vykazujú podobné správanie ako BH, v strate. CPPI 5 je v tomto prípade dokonca porazená CM. Sharpe ratio už poukazuje na lepšie výhody CPPI 1 a TIPP 1, kde sa pohybuje okolo 5, čo je už v pomere k ostatným stratégiám vyššia hodnota. V rámci omega metriky neexistuje výrazná výhoda ani jednej

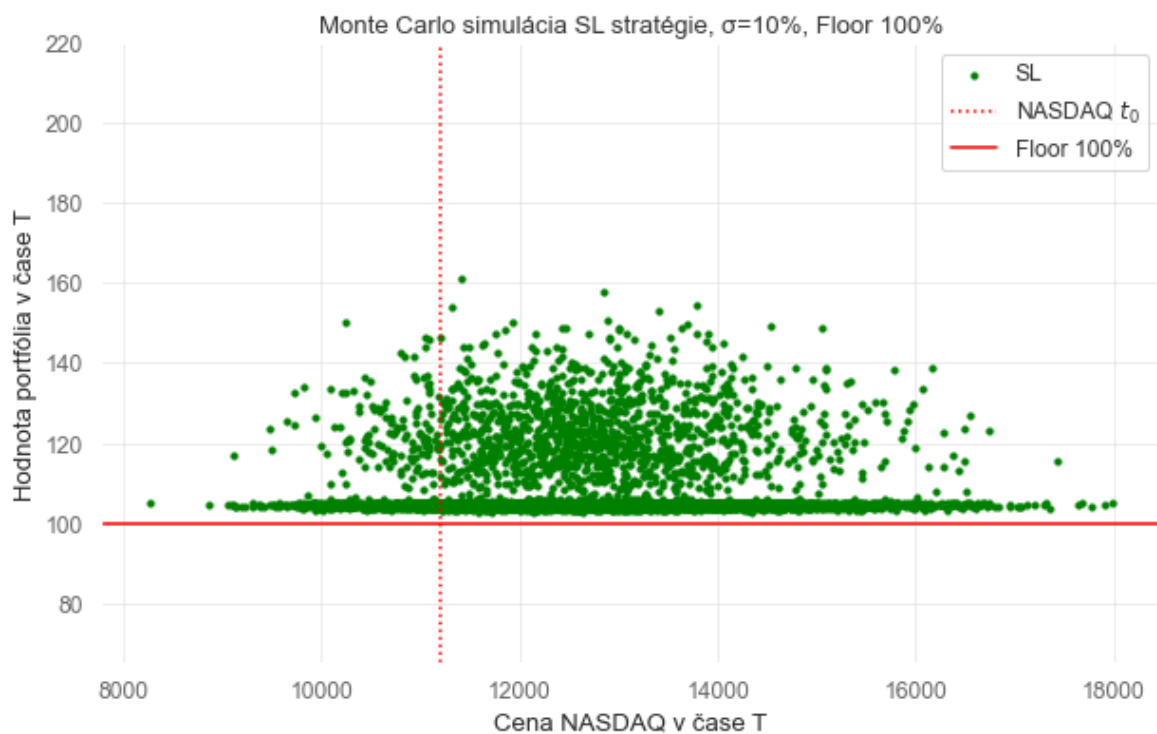
stratégie. Početnosť výnosov pri PI teda stále naznačuje podobné množstvo ako pri BH a CM. Dôležitým ukazovateľom je už SD, kde s vyššou podlahou 90% už dominuje každá jedna PI stratégia. Aj napriek vyššej podlahe a teda zaisteniu, PI stratégie stále neponúkajú signifikantné výhody oproti BH a CM. Vyššie sharpe a nižšia stdv už naznačujú nižšiu rizikovosť CPPI a TIPP, stále však nie dostatočne. Ako pri prvej simulácii v *Tabuľke č.3*, výnosy PI sú nízke a ani ich zabezpečenie nie je pre drvivú väčšinu investorov stále rozhodujúcou vlastnosťou.

Floor 100% ; σ 10%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,63	11,02	9,20	6,97	5,07	5,39	5,73	4,92	4,93	4,93	13,59
štandardná odchýlka	11,26	7,88	5,40	7,17	0,24	0,80	1,49	0,01	0,04	0,07	11,23
šikmosť	0,33	0,33	0,18	3,15	0,23	0,66	1,17	0,04	0,04	0,04	0,33
VaR 95%	96,21	98,82	100,60	103,81	104,69	104,23	103,79	104,90	104,86	104,82	96,33
sharpe	1,21	1,40	1,71	0,97	20,91	6,71	3,84	359,05	119,69	71,81	1,21
omega	3,44	3,44	3,61	0,17	2,57	2,29	2,05	1,22	1,21	1,21	3,45
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD

Tabuľka 5 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 100%. Volatilita trhu je 10%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktiva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

V poslednej *Tabuľke č.5* s nízkou volatilitou a maximálnou podlahou dochádza k výraznejšie extrémnym hodnotám PI stratégií. Okrem SP, takmer všetky ponúkajú veľmi nízky výnos oscilujúci okolo 5%. SP sa naďalej správa ako BH a neponúka dostatočné zabezpečenie. Stdv CPPI a TIPP je na extrémne nízkych hodnotách. Zaujímavosťou je šikmosť 3,15 pri SL. Tá naznačuje veľmi silné zošikmenie doprava a teda poukazuje na to, že veľké množstvo simulovaných výnosov skončilo situovaných okolo bezrizikového aktiva resp. podlahy. VaR je výrazne vysoké pre všetkých PI okrem SP. Zároveň však veľmi blízko úrovne výnosov, čo potvrdzuje aj šikmosť CPPI a TIPP, kde sa simulované výnosy kumulujú v oblasti výnosu bezrizikového aktiva. Extrémne vysoké sharpe ratio pri TIPP poukazuje na veľmi nízku rizikovosť. Je však negované omegou, ktorá je oproti *Tabuľke č.4* nižšia. Tým sa znova potvrdzuje fakt, že drvivá väčšina výnosov osciluje v oblasti okolo výnosnosti dlhopisov. Svojím vysokým zabezpečením ale stále PI stratégie ponúkajú TSD. Tieto výsledky naznačujú zbytočnosť využitia PI stratégií so 100% podlahou a pri nízkej volatilitě.

Omega a veľmi nízke výnosy pôsobia oproti predchádzajúcim tabuľkám neúspešne. Aj napriek tomu, že výška zabezpečenia je významná, výnosy a ich celková distribúcia stavajú PI do nevýhody. Konkurovať dokáže iba SL, hoci jej stdv je vyššia ako výnosy. V *Grafe č.6* je možné vidieť, ako sa v prípade SL stratégie väčšina výnosov situuje tesne nad podlahou, čo graficky potvrdzuje vysokú mieru pozitívnej šikmosti a zároveň nízke omega ratio.



Graf 6 Diagram rozptylu výnosov stratégie SL s podlahou 100%, volatilita na úrovni 10%.

Tieto výsledky potvrdzujú hypotézu, že využiteľnosť PI stratégii v časoch nízkej volatility na trhu nemá veľký význam. Očakávané výnosy sú aj napriek nižšej stdv nízke. BH a CM ponúkajú vysoký výnos za cenu mierne vyššej stdv, ktorá je však stále v akceptovateľnom rozmedzí. VaR, sharpe a SD sú jediné metriky, ktoré dokážu PI vyzdvihnúť nad benchmarkové stratégie. Omega, ktorú považujeme za mierne lepší ukazovateľ ako sharpe, ukazuje slabú výkonnosť PI. Tie však boli konštruované pre scenáre vyššej volatility na trhu, preto je dôležité preskúmať aj ďalšie výsledky. V nasledujúcich tabuľkách sa bude hodnotiť účinnosť v časoch strednej volatility, kde sa už očakáva väčší prínos PI.

Floor 80% ; σ 20%

stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,64	11,02	9,21	13,36	6,78	10,70	12,73	6,63	10,16	13,64	13,62
volatilita	22,72	15,90	10,82	22,86	4,86	17,07	21,74	4,23	13,30	22,72	22,68
šikmosť	0,64	0,64	0,33	0,74	0,63	1,42	0,98	0,15	0,41	0,64	0,65
VaR 95%	80,68	87,95	92,45	83,24	99,72	91,38	86,41	99,86	89,87	80,68	80,84
sharpe	0,60	0,69	0,85	0,58	1,40	0,63	0,59	1,57	0,76	0,60	0,60
omega	1,63	1,63	1,78	1,58	1,62	1,19	1,32	1,87	1,74	1,63	1,63
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	SSD	TSD

Tabuľka 6 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 80%. Volatilita trhu je 20%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka č. 6 prináša výsledky scenáru strednej volatility s nízkou podlahou na úrovni 80%. Rizikové nastavenia PI stratégií ponúkajú rovnaký výnos a vlastnosti ako BH. V kontexte stdv sú CPPI 1, TIPP 1 a TIPP 3 značne konkurujúce BH. Špeciálne TIPP 3, ktorý dokáže vygenerovať výnos o 3.5 percentuálneho bodu nižší ako BH, s polovičnou stdv. Avšak BH (70/30) a CM dokážu poskytnúť podobné výsledky. VaR poukazuje na omnoho lepšie zabezpečenie istých PI, ktoré aj v prípade strednej volatility dokážu s výnosom nad 6% zachovať VaR tesne pod hranicou straty. Sharpe, ktoré v prípade nízkej volatility nevykázalo výhody PI, už pri strednej volatilitate a nízkej podlahe prináša výhody CPPI 1 a TIPP 1, kde táto metrika naznačuje lepší manažment rizika. Omega ratio je na tom podobne, ale odpútala sa iba stratégia TIPP 1. Všetky PI dominujú v kontexte SD, okrem TIPP 5, ktorá sa prakticky chová ako BH. Podobné správanie vykazuje aj SP a SL, kde SL dokonca prináša nižší výnos pri vyššej stdv. Na jednej strane začínajú PI konkurovať benchmarkovým stratégiám, na strane druhej však kombinácia výnosu a ostatných parametrov nie je jasným ukazovateľom toho, že PI sú použiteľné. Aj keď pre malé množstvo investorov by už mohli byť zaujímavou voľbou.

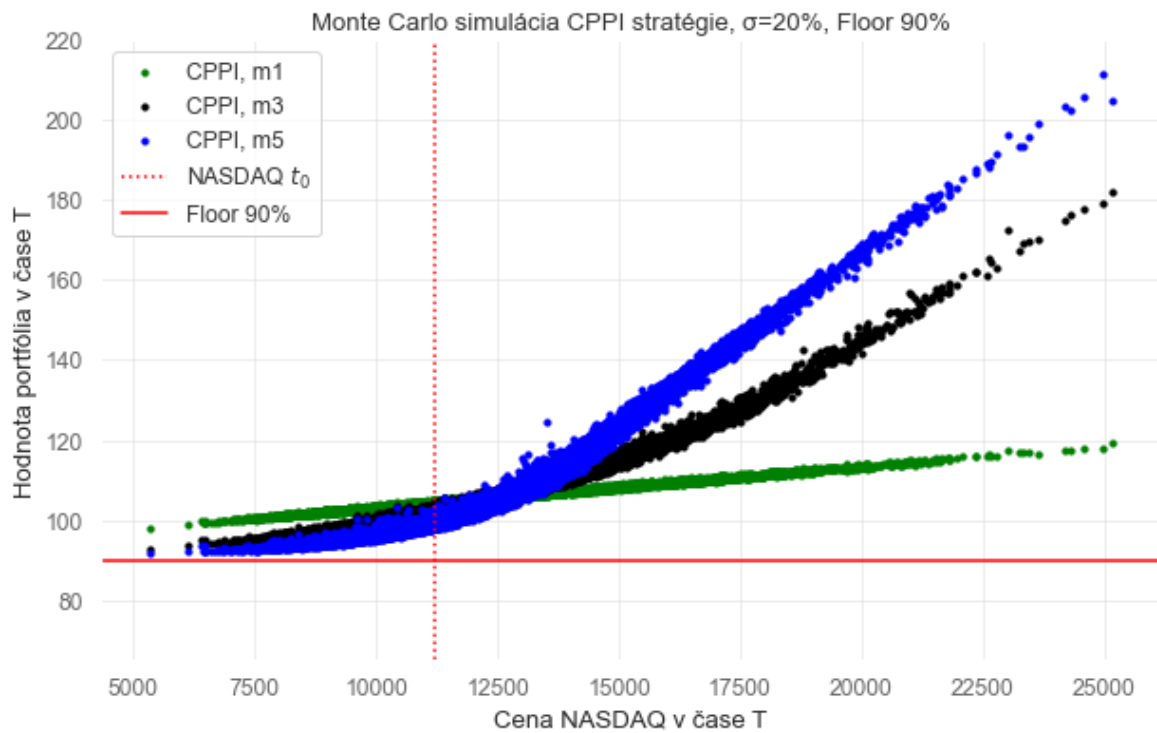
Floor 90% ; σ 20%

stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,64	11,02	9,21	11,67	5,93	8,12	10,04	5,78	7,52	9,32	13,61
volatilita	22,72	15,90	10,82	21,83	2,64	9,86	16,36	2,10	6,48	11,12	22,68
šikmosť	0,64	0,64	0,33	1,22	0,61	1,93	1,70	0,09	0,22	0,35	0,65
VaR 95%	80,68	87,95	92,45	92,97	102,08	97,45	94,46	102,38	97,27	92,24	80,91
sharpe	0,60	0,69	0,85	0,53	2,25	0,82	0,61	2,75	1,16	0,84	0,60
omega	1,63	1,63	1,78	0,95	1,63	1,20	0,92	1,90	1,83	1,76	1,63
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD

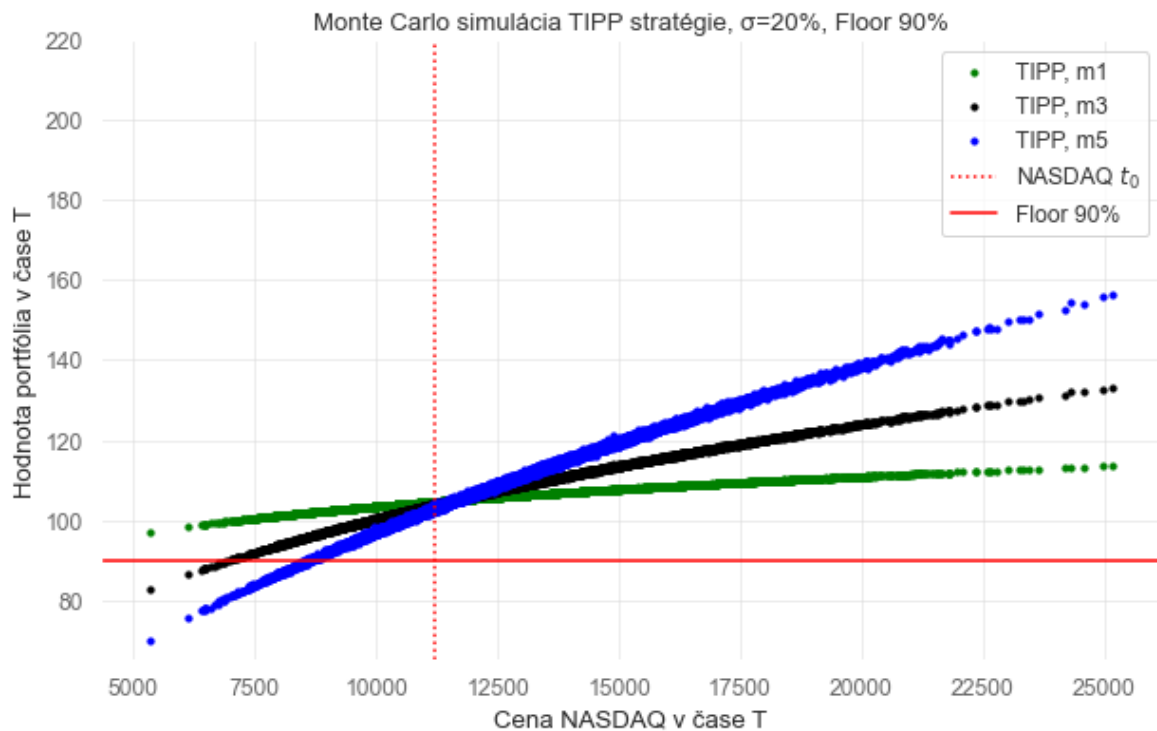
Tabuľka 7 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 90%. Volatilita trhu je 20%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Zvýšená podlaha na úrovni 90% už lepšie poukazuje na výhody PI oproti BH a CM. Očakávané výnosy, špeciálne pri CPPI 3 a TIPP 3 už ponúkajú konkurencieschopné výsledky. Ak sa vezme do úvahy aj stdv, ktorú majú spomínané PI o viac ako polovicu nižšiu, je zjavné, že PI postupne naplňujú svoj potenciál. Výnos 8% už je totiž považovaný za značný. Šikmosť TIPP je blízko nule, čo značí normálne rozdelenie. CPPI oproti tomu vykazuje silnejšie zošikmenie doprava, čo indikuje vyššiu pravdepodobnosť nižších výnosov. VaR už pri každej PI, okrem SP, prevyšuje benchmarkové stratégie, čo značí lepšie zaistenie. Rovnaký výsledok platí aj pre sharpe, kde najlepší pomer výnosu a rizika ponúkajú CPPI 1, TIPP 1 a 3. Omega však stále poukazuje na medzery vo výkonnosti CPPI. To súvisí aj so šikmosťou, kde sa potvrdzuje že väčšina očakávaných výnosov sa kumuluje v oblasti nad podlahou. TSD je uplatnená pri všetkých PI. SL stratégia vykazuje vysoký výnos pri vysokej stdv. Jej VaR však poukazuje na účinnosť stop loss order, ktorá dokáže portfólio výraznejšie ochrániť od extrémnych strát. SP sa aj naďalej správa ako BH a neposkytuje v podstate žiadnu dodatočnú ochranu. Celkovo dokázali CPPI a TIPP konkurovať BH a CM. Aj napriek mierne nižšiemu výnosu dokázali omnoho lepšie ochrániť portfólio, čím už môžu byť zaujímavou voľbou pre niektorých investorov. V grafe č. 7 je možné vidieť očividne odlišné správanie CPPI podľa úrovne rizikovosti ich nastavenia. V ľavej časti grafu je možné pozorovať, že VaR je pri vyšších multiplikátoroch nižší. Naopak je to s odchýlkou, ktorá je napr. pri CPPI 5 väčšia ako pri CPPI 1 a teda aj modrá časť grafu vykazuje väčší rozptyl ako

zelená. Zároveň však vyššie m indikuje lepší výnos pri rovnakej hodnote podkladového aktíva.



Graf 7 Diagram rozptylu výnosov stratégie CPPI s podlahou 90%, volatilita na úrovni 20%. Zdroj: Vlastné spracovanie



Graf 8 Diagram rozptylu výnosov stratégie TIPP s podlahou 90%, volatilita na úrovni 20%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Výsledky TIPP a rozptyl očakávaných nasimulovaných výnosov je oproti CPPI značne nižší. Zároveň je zakrivenie kriviek smerom nadol, zatiaľ čo pri CPPI dochádza v okolí ceny NASDAQ 12 500 k zlomu a prudkému nárastu výnosov. TIPP ako bezpečnejšia stratégia však paradoxne prináša aj výnosy pod podlahou, čo potvrdzuje aj nižšie VaR ako pri CPPI.

Floor 100% ; σ 20%												
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP	
výnos	13,64	11,02	9,21	6,83	5,07	5,38	5,72	4,92	4,93	4,93	13,61	
volatilita	22,72	15,90	10,82	10,91	0,49	1,66	3,31	0,03	0,08	0,14	22,68	
šikmosť	0,64	0,64	0,33	4,57	0,44	1,46	3,10	0,05	0,05	0,06	0,65	
VaR 95%	80,68	87,95	92,45	102,63	104,34	103,33	102,57	104,88	104,79	104,71	80,93	
sharpe	0,60	0,69	0,85	0,63	10,41	3,23	1,73	179,50	59,82	35,87	0,60	
omega	1,63	1,63	1,78	0,09	1,48	1,19	0,96	1,09	1,09	1,09	1,63	
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	

Tabuľka 8 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 100%. Volatilita trhu je 20%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Vysoká podlaha, podobne ako v časoch nízkej volatility, prináša nízke výnosy PI stratégií oscilujúcich okolo 5%. Ich stdv je však extrémne nízka, takmer blízka 0, čo v kontexte stdv vo výške 10-22 v prípade BH a CM ukazuje vysoké zabezpečenie. Na podobný fakt poukazuje aj VaR, kde sa takmer každá PI stratégia blíži výnosu z bezrizikového aktíva. Vysoká podlaha prináša vysoké sharpe, ktoré tak isto potvrdzuje výborné zabezpečenie. Omega však podobne ako v *Tabuľke č.5* s nízkou volatilitou poukazuje na výnosnosť pod prah. Dochádza teda k rovnakému problému, kde PI prinášajú výborné zabezpečenie ale s nízkym výnosom. V kontexte BH a CM už pôsobia úspešnejšie, keď výnos 5,72% pri CPPI 5 s mnohonásobne nižšou stdv resp. vyššou VaR ako BH a CM dokáže lepšie vyťažiť z rastu rizikového aktíva. Vysoká šikmosť taktiež potvrdzuje vyššiu pravdepodobnosť očakávaného výnosu. Celkovo prináša podlaha na úrovni 100% v podstate dokonalé zabezpečenie s pridanou hodnotou vyššieho výnosu oproti dlhopisom. Avšak v porovnaní s CM stále neprináša úplný želaný efekt.

Floor 80% ; σ 30%

stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,63	11,01	9,22	12,40	6,78	10,42	12,00	6,64	10,20	13,63	13,62
volatilita	34,56	24,19	16,30	33,67	7,39	25,63	31,54	6,37	20,20	34,56	34,50
šikmost'	0,97	0,97	0,49	1,33	0,95	1,95	1,55	0,22	0,60	0,97	0,98
VaR 95%	66,98	78,36	84,77	82,11	96,75	86,54	82,78	96,58	80,70	66,98	67,19
sharpe	0,39	0,46	0,57	0,37	0,92	0,41	0,38	1,04	0,50	0,39	0,39
omega	1,21	1,21	1,38	0,95	1,22	0,78	0,85	1,47	1,33	1,21	1,21
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	SSD	TSD

Tabuľka 9 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 80%. Volatilita trhu je 30%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Jedným z hlavných cieľov diplomovej práce je potvrdiť, že PI stratégie majú svoje miesto hlavne v časoch vysokej volatility. Preto prebehla posledná simulácia pri volatilita na úrovni 30%, ktorá je považovaná za značne vysokú stdv. V *Tabuľke č. 9* je možné vidieť výsledky pri podlahe na úrovni 80% resp. najviac rizikové nastavenie PI stratégie. Výnosnosť je vysoká takmer pri všetkých PI okrem CPPI 1 a TIPP 1, ktoré majú najviac konzervatívne nastavenie. Zároveň však ponúkajú veľmi nízku stdv na úrovni okolo 7% v porovnaní s BH a CM. Rizikovo nastavené PI sa pri nízkej podlahe stále chovajú približne rovnako ako benchmarkové stratégie. SL, CPPI 1 a 3 a taktiež TIPP 1 a 3 ale ponúkajú vyššie VaR, čo predstavuje lepšie spodné zabezpečenie portfólia. Sharpe stále mierne favorizuje benchmarkové stratégie. To isté platí pre omega ratio, kde lepší pomer rizika a výnosnosti ponúkajú iba TIPP 1 a 3, mierne aj CPPI 1. TIPP 5 sa tak isto ako aj pri nižších volatilitách správa ako BH a neponúka dodatočnú ochranu. SL s vyššou stdv však ponúka výborný výnos pri vyššej VaR, hoc sharpe a omega hovoria o tendencii výnosov pod úroveň BH. SD potvrdzuje to isté ako v predchádzajúcich výsledkoch, kde PI dominujú ako TSD BH a CM. Iba TIPP 5, ktorá vykazuje správanie BH má iba SSD voči BH. Podlaha 80% stále dáva do popredia BH a CM. Veľmi nízka podlaha neprináša ani v časoch vysokej volatility úspešnosť PI stratégie, čo je determinované ich veľkým vystavením rizikovému aktívu. Vyššie podlahy by ale mali priniesť lepšie zabezpečenie a dôkaz, že PI stratégie dokážu v časoch vysokej volatility priniesť takú vysokú ochranu, ktorá dokáže presvedčiť investora.

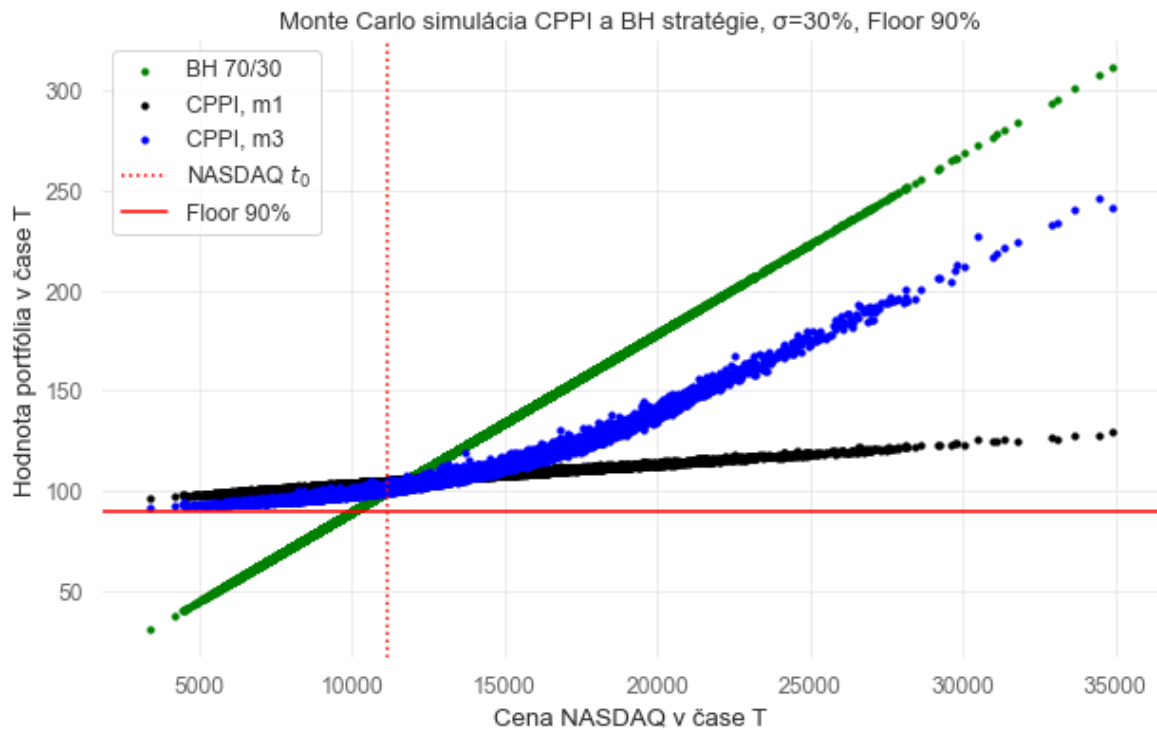
Floor 90% ; σ 30%

stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,63	11,01	9,22	10,33	5,92	8,06	9,50	5,78	7,55	9,38	13,61
volatilita	34,56	24,19	16,30	29,65	4,01	15,72	23,77	3,16	9,81	16,98	34,50
šikmosť	0,97	0,97	0,49	2,06	0,92	2,76	2,35	0,12	0,32	0,53	0,98
VaR 95%	66,98	78,36	84,77	92,01	100,45	94,74	92,37	100,71	92,37	84,17	67,28
sharpe	0,39	0,46	0,57	0,35	1,48	0,51	0,40	1,83	0,77	0,55	0,39
omega	1,21	1,21	1,38	0,48	1,22	0,77	0,56	1,51	1,43	1,35	1,21
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD

Tabuľka 10 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 90%. Volatilita trhu je 30%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Podlahu na úrovni 90% prináša vyššie zabezpečenie PI stratégií. V časoch vysokej volatility dokážu priniesť zaujímavý výnos pri lepšom zabezpečení. Celkovo je výnosnosť TIPP a CPPI nižšia ako BH. TIPP 5 vykazuje podobné hodnoty ako CM. Stdv jasne prináša výhody PI. Tie dokážu priniesť výnos v rozmedzí 7,5 až 8% za polovičnú resp. minimálnu stdv. Veľmi dôležitým ukazovateľom je VaR, ktoré dokazuje pri multiplikátore 1 a 3 výbornú ochranu portfólia. Oproti rizikovému aktívu až o 50%. CM síce dokáže priniesť vyšší výnos ale ochrana je oproti TIPP 3 nižšia o približne 10%. CPPI 1 a TIPP 1 prinášajú VaR prakticky bez straty s výnosom tesne pod 6%, čo je v čase vysokej volatility výborný výsledok. Sharpe dáva do popredia PI pri ich menej rizikovitom nastavení, kde niektoré PI dokážu vyprodukovať 4-násobne vyšší pomer výnosu k stdv. Omega iba mierne potvrdzuje prínos niektorých PI. SD jasne dokazuje stochastickú nadradenosť všetkých PI stratégií. Celkovo sa kombinácia podlahy 90% a nižších multiplikátorov javí ako zatiaľ najúspešnejšia v kontexte rizika a výnosu. Mnoho investorov by v scenári vysokej volatility preferovali nižší výnos ale s vysokým zabezpečením. Hlavne CPPI a TIPP s m 1 a 3 ponúkajú túto možnosť. Multiplikátor 5 sa javí ako príliš vysoký a v podstate vykazuje rovnaké správanie ako CM. SP aj naďalej prináša iba minimálnu ochranu. SL je tak ako v predchádzajúcich simuláciách s vysokým výnosom ale aj stdv. Oproti BH a CM má však vysoké VaR. V grafe č. 9 je najlepšie vidieť, ako CPPI ponúka lepšiu ochranu prostredníctvom svojej vysokej podlahy. Jednou z nevýhod PI je ale ich malá participácia pri raste trhu. V takomto prípade

nedokážu vyťažiť z potenciálu, ktorý aktuálne prináša býčí trh. Ich cieľom je ale v prvom rade ochrana portfólia za cenu nižšieho výnosu. Pre mnohých investorov je práve tento fakt prioritou a TIPP s CPPI im ponúka prostriedky na jeho realizáciu.



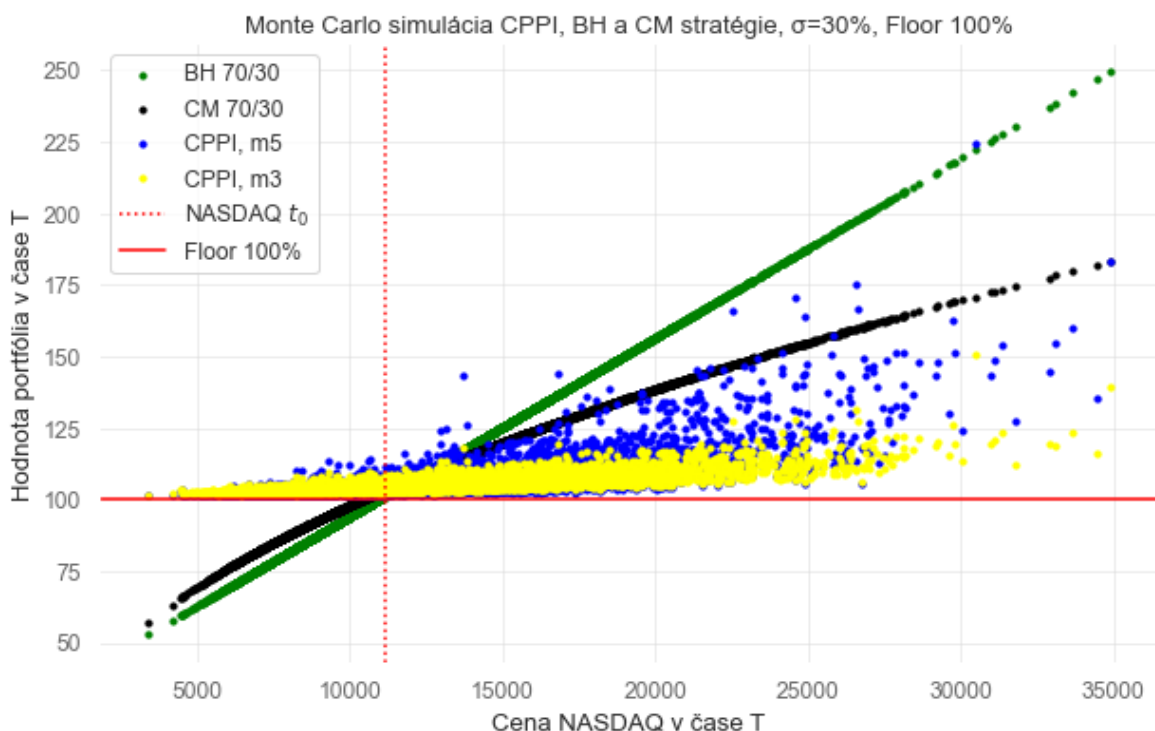
Graf 9 Diagram rozptylu výnosov stratégie CPPI s podlahou 90% a BH 70/30, volatilita na úrovni 30%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Floor 100% ; σ 30%

stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
výnos	13,63	11,01	9,22	6,93	5,07	5,38	5,71	4,92	4,93	4,93	13,61
volatilita	34,56	24,19	16,30	15,19	0,74	2,67	5,70	0,04	0,12	0,21	34,51
šikmost'	0,97	0,97	0,49	5,56	0,66	2,77	5,05	0,06	0,07	0,08	0,98
VaR 95%	66,98	78,36	84,77	101,49	104,01	102,66	101,87	104,86	104,73	104,59	67,31
sharpe	0,39	0,46	0,57	0,46	6,89	2,02	1,00	119,65	39,85	23,87	0,39
omega	1,21	1,21	1,38	0,07	1,18	0,86	0,63	1,05	1,05	1,04	1,21
SD	-	-	-	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD	TSD

Tabuľka 11 Monte Carlo simulácia všetkých stratégií. Výsledky sú pre fixnú podlahu 100%. Volatilita trhu je 30%. Prah omega ratio 4,92%. SD meraná voči BH (70/30). Simulované na 10 000 trás s priemerným výnosom rizikového aktíva 12,75% a bezrizikového 4,92%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Posledným výsledkom je výkonnosť PI pri maximálnej podlahe na úrovni 100%. Tá by mala priniesť najvyššiu ochranu portfólia. *Tabuľka č. 11* prináša omnoho nižšie výnosy PI stratégií. CPPI však dokáže vygenerovať zisk tesne pod 6%. TIPP je prakticky bezvýznamná, keďže iba sleduje bezrizikové aktívum a nedokáže priniesť pridanú hodnotu v podobe výnosov. V tomto prípade sú užitočné iba stratégie CPPI a SL. Špeciálne CPPI s vyšším m prináša už spomínaný takmer 6% výnos pri veľmi nízkej stdv. Šikmosť naznačuje kumuláciu výnosov nad bezrizikovým aktívom. Sharpe ratio jasne ukazuje lepší pomer rizika a výnosu pre PI, okrem SL a SP. Omega však ukazuje, že veľké množstvo očakávaných výnosov sa sústreďuje okolo bezrizikového aktíva. Problémom je aj fakt, že nastavený prah pri omega je vysoký. Viaceré štúdie využívajú prah 0. V prípade, že by bola táto hodnota na úrovni inflácie 2%, bolo by omega ratio CPPI omnoho vyššie, čo by poukazovalo na výborné zabezpečenie. SD ako v predchádzajúcich scenároch potvrdzuje dominanciu PI nad BH. *Graf č. 10* graficky potvrdzuje vyššiu šikmosť CPPI a tendenciu výnosov koncentrovať sa v oblasti nad podlahou. Taktiež prináša dôkaz o ochrane portfólia prostredníctvom CPPI. SL dokáže významne fungovať iba pri vysokej podlahe, čo sa potvrdilo vo všetkých scenároch volatility.



Graf 10 Diagram rozptylu výnosov stratégie CPPI s podlahou 100% , BH 70/30 a CM 70/30, volatilita na úrovni 30%. Zdroj: Vlastné spracovanie

Podlaha vo výške 100% teda dáva vyniknúť stratégii CPPI a jej rizikovejším nastaveniam. Celkovo ale všetky PI stratégie ponúkajú výborné zabezpečenie, čo môže byť znova pre veľa

investorov hlavným dôvodom, prečo si ich osvojiť. Keďže rozhodovanie investora je špecifické pre každého jedného, je vhodné implementovať behaviorálne financie a zhodnotiť úspešnosť stratégií aj v kontexte užitočnosti.

4.2 Výsledky podľa očakávanej užitočnosti

Ako už bolo spomenuté v podkapitole č. 1.4 o EUT, v našej práci sa bude hodnotiť EUT pre dva typy investorov. Jednou sú tí, ktorých tolerancia k riziku pri priemerných očakávaniach stúpa s rastom majetku, druhou takí, ktorí majú konštantnú toleranciu k riziku, ale očakávania ziskov sú vyššie. EUT pre prvý typ investora hodnotí exponenciálna funkcia užitočnosti (EFU), kde vyššia α znamená vyššiu averziu k riziku. V prípade druhého investora sa EUT hodnotí prostredníctvom kvadratickej funkcie užitočnosti (KFU), kde vyššie A indikuje vyššiu averziu k riziku. EUT bude hodnotená pre všetky tri scenáre volatility osobitne.

Floor 80% ; σ 10%												
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP	
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$									
$\alpha = 0,025$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,87	0,93	0,90	0,87	0,94	0,90	0,87	0,87	
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,50	0,71	0,58	0,51	0,72	0,60	0,51	0,51	
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$									
$A = 0,025$	-1,45	-0,67	-0,27	-1,47	0,00	-0,80	-1,44	0,01	-0,44	-1,45	-1,44	
$A = 1$	-63,22	-30,93	-14,47	-63,94	-2,84	-36,16	-62,91	-2,16	-21,55	-63,22	-62,98	
$A = 5$	316,64	155,11	72,70	320,23	14,46	181,21	315,10	11,08	108,16	316,64	315,46	
Floor 90% ; σ 10%												
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP	
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$									
$\alpha = 0,025$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,87	0,94	0,92	0,90	0,94	0,93	0,91	0,87	
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,51	0,74	0,67	0,59	0,75	0,69	0,63	0,51	
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$									
$A = 0,025$	-1,45	-0,67	-0,27	-1,47	0,00	-0,80	-1,44	0,01	-0,44	-1,45	-1,44	
$A = 1$	-63,22	-30,93	-14,47	-63,94	-2,84	-36,16	-62,91	-2,16	-21,55	-63,22	-62,98	
$A = 5$	316,64	155,11	72,70	320,23	14,46	181,21	315,10	11,08	108,16	316,64	315,46	

Floor 100% ; σ 10%												
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP	
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$									
$\alpha = 0,025$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,93	0,95	0,95	0,94	0,95	0,95	0,95	0,87	
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,71	0,78	0,76	0,75	0,78	0,78	0,78	0,51	
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$									
$A = 0,025$	-1,45	-0,67	-0,27	-0,57	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	-1,44	
$A = 1$	-63,22	-30,93	-14,47	-25,61	0,02	-0,27	-1,05	0,05	0,05	0,05	-62,98	
$A = 5$	316,64	155,11	72,70	128,34	0,10	1,56	5,50	0,05	0,05	0,04	315,42	

Tabuľka 12 Výsledky EUT pre podlahy na úrovni 80%, 90% a 100%. Volatilita je 10%. Zdroj: Vlastné spracovanie

V čase nízkej volatility na trhu a podlahe 80% investor s nízkou averziou k riziku nemá preferenciu voči žiadnej zo stratégií. S rastúcou averziou má ale investor tendenciu preferovať CPPI 1 a TIPP 1. To platí pre EFU. V prípade KFU investor preferuje CPPI 1 a TIPP 1 pri akejkoľvek úrovni averzie k riziku. To značí, že každý takýto investor hľadá najlepšie zabezpečenie.

Vyššia podlaha neprináša v prípade EFU žiadne zmeny oproti podlahe na úrovni 80%. S rastúcou averziou k riziku bude investor stále preferovať menej riskantnejšie stratégie. KFU je taktiež bez zmeny, kde investor preferuje za každých okolností CPPI 1 a TIPP 1.

Najvyššia podlaha na úrovni 100% prináša prostredníctvom EFU iné výsledky. PI stratégie sú validnou možnosťou pre investora v takmer akejkoľvek forme. Všetky modifikácie CPPI a TIPP sú pre investora užitočné. Podľa KFU si investor s nízkou averziou k riziku zvolí výlučne CPPI a TIPP. S rastúcou averziou však bude dávať postupne prednosť menej rizikovým stratégiám. V prípade A na úrovni 1 to budú všetky modifikácie TIPP a CPPI 1. Avšak pri najvyššej averzii si investor zvolí iba stratégiu TIPP, s miernou preferenciou voči jej menej rizikovým nastaveniam.

Celkovo sa so zvyšujúcou podlahou začne investor podľa EFU so stúpajúcou averziou prikláňať k menej rizikovým stratégiám a v prípade KFU má tendenciu zvyšovať svoje zabezpečenie, ak mu to stratégia umožní.

Floor 80% ; σ 20%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$								
$\alpha =$											
0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,87	0,93	0,90	0,88	0,94	0,90	0,87	0,87
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,51	0,71	0,59	0,53	0,72	0,60	0,51	0,51
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$								
A =											
0,025	-6,32	-3,05	-1,37	-6,40	-0,23	-3,54	-5,78	-0,16	-2,11	-6,32	-6,29
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 1	257,94	126,35	58,46	261,05	11,75	145,66	236,15	8,90	88,34	257,94	257,06
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 5	1290	632	292,67	1305	59,05	728,72	1181	44,77	442,11	1290	1285
Floor 90% ; σ 20%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$								
$\alpha =$											
0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,89	0,94	0,92	0,90	0,94	0,93	0,91	0,87
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,56	0,74	0,67	0,61	0,75	0,69	0,63	0,51
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$								
A =											
0,025	-6,32	-3,05	-1,37	-5,84	-0,03	-1,13	-3,24	0,00	-0,45	-1,45	-6,29
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 1	257,94	126,35	58,46	238,06	3,42	48,51	133,69	2,15	20,94	61,79	257,04
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 5	1290	632,18	292,67	1190	17,33	242,87	668,83	10,99	104,99	309,32	1285
Floor 100% ; σ 20%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$								
$\alpha =$											
0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,93	0,95	0,95	0,94	0,95	0,95	0,95	0,87
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,71	0,78	0,76	0,75	0,78	0,78	0,78	0,51
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$								
A =											
0,025	-6,32	-3,05	-1,37	-1,42	0,05	0,02	-0,08	0,05	0,05	0,05	-6,29
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 1	257,94	-126,35	-58,46	-59,43	-0,07	-1,33	-5,42	0,05	0,05	0,04	-257,0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 5	-129	-632,18	-292,6	297,40	-0,54	-6,86	-27,35	0,05	0,03	0,00	-1285

Tabuľka 13 Výsledky EUT pre podlahy na úrovni 80%, 90% a 100%. Volatilita je 20%. Zdroj: Vlastné spracovanie

V časoch strednej volatility na trhu sa rozdiely značne prehlbujú. Pri nízkej podlahe je investor s menšou averziou k riziku indiferentný voči stratégiám, až pri vysokej averzii začne výraznejšie preferovať CPPI 1 a TIPP 1. Podľa KFU by pri nízkej averzii ešte bral do úvahy BH (70/30) a CM, ale so zvyšujúcou sa averziou začne s veľkým rozdielom preferovať CPPI 1 a TIPP 1.

S podlahou na úrovni 90% sa tieto rozdiely ešte zväčšujú, kedy podľa KFU začne viac rizikovo averzný investor preferovať TIPP a CPPI. Pri podlahe 100% berie do úvahy aj SL a CM. Následne však už bude mať tendenciu prikláňať sa k PI a to najmä TIPP so všetkými variantami a CPPI 1.

Floor 80% ; σ 30%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$								
$\alpha =$											
0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,88	0,93	0,90	0,89	0,94	0,90	0,87	0,87
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,54	0,71	0,59	0,55	0,72	0,60	0,51	0,51
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$								
$A =$											
0,025	-14,79	-7,20	-3,23	-14,05	-0,62	-8,11	-12,31	-0,44	-5,00	-14,79	-14,75
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A = 1$	597,00	292,49	132,7	566,86	27,25	328,47	497,18	20,23	203,98	597,00	595,16
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A = 5$	2985,5	1462,8	663,9	2834,7	136,5	1642,7	2486,3	101,4	1020,3	2985,5	2976,3

Floor 90% ; σ 30%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
exponenciálna užitočnosť:			$U(w) = e^{-\alpha w}$								
$\alpha =$											
0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,90	0,94	0,92	0,91	0,94	0,93	0,91	0,87
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,60	0,74	0,67	0,62	0,75	0,69	0,63	0,51
kvadratická užitočnosť:			$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$								
$A =$											
0,025	-14,79	-7,20	-3,23	-10,89	-0,14	-3,01	-6,97	-0,07	-1,13	-3,51	-14,75
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A = 1$	597,00	292,49	132,7	439,49	7,97	123,44	282,46	4,94	48,09	144,11	595,15
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A = 5$	2985,5	1462,8	663,9	2197,8	40,07	617,51	1412,6	24,93	240,73	720,95	2976,2

Floor 100% ; σ 30%											
stratégia	BH 100	BH 70/30	CM 70/30	SL	CPPI 1	CPPI 3	CPPI 5	TIPP 1	TIPP 3	TIPP 5	SP
exponenciálna užitočnosť:				$U(w) = e^{-\alpha w}$							
$\alpha =$											
0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\alpha = 1$	0,87	0,90	0,91	0,93	0,95	0,95	0,94	0,95	0,95	0,95	0,87
$\alpha = 5$	0,51	0,58	0,63	0,71	0,78	0,76	0,75	0,78	0,78	0,78	0,51
kvadratická užitočnosť:				$U(w) = w - \frac{1}{2}A\sigma^2$							
A =											
0,025	-14,79	-7,20	-3,23	-2,82	0,04	-0,04	-0,35	0,05	0,05	0,05	-14,75
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 1	597,0	292,49	132,7	115,35	0,22	3,50	16,19	0,05	0,04	0,03	595,19
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A = 5	2985,5	1462,8	663,9	577,03	1,30	17,71	81,20	0,05	0,01	0,06	2976,2

Tabuľka 14 Výsledky EUT pre podlahy na úrovni 80%, 90% a 100%. Volatilita je 30%. Zdroj: Vlastné spracovanie

V scenári najvyššej volatility na úrovni 30% a s podlahou 80% bude podľa EFU investor vykazovať rovnaké správanie ako pri iných volatilitách, keďže podľa našej rovnice hľadá hlavne na výnos a nie na jeho distribúciu. Bude teda indiferentný až pokiaľ jeho averzia k riziku nebude vysoká, potom začne preferovať CPPI 1 a TIPP 1. S narastajúcou podlahou sa však táto preferencia bude zosilňovať a investor má tendenciu využiť akúkoľvek stratégiu TIPP resp. CPPI.

Podľa KFU bude pri podlahe 80% a 90% investor s nízkou averziou ešte preferovať CM a SL. So zvyšujúcou sa podlahou a aj averziou k riziku začne veľmi silne preferovať CPPI a TIPP oproti scenárom s nižšou volatilitou. Pri najvyššej podlahe bude, ako v predchádzajúcich scenároch, preferovať najmä TIPP.

Celkovo sa potvrdila hypotéza, že investor s narastajúcou averziou k riziku začne postupne preferovať zabezpečenie. To platí pre EFU aj KFU resp. oba typy našich investorov. Táto preferencia a jej sila sa zvyšuje pri zdvihnutí podlahy. Taktiež tendencia využívať PI rapídne narastá v časoch vysokej volatility, kde môže rozdiel v užitočnosti činiť až 2985 jednotiek, zatiaľ čo v čase nízkej volatility to je iba 316 jednotiek.

V porovnaní s hlavnými štúdiami, s ktorými táto práca pracovala, existuje viacero prelínání a podobných výsledkov. Zároveň aj niekoľko odlišností. V prípade Benninga (1990) sa potvrdili takmer všetky zistenia. Stratégia SL prináša najlepší výnos spomedzi všetkých PI, nasledovaná stratégiou CPPI a jej modifikáciami. Výsledok o najnižšom

výnose zo stratégie SP sa nepotvrdil ani v jednom z našich scenárov, pretože stratégia neponúkla dodatočné zabezpečenie a prakticky priniesla rovnaký výnos a riziko ako BH. Stratégia TIPP má za cieľ ponúknuť vyššie zabezpečenie, čo sa potvrdilo v každom zo scenárov volatility, kde táto PI stratégia vykazovala najlepšie zabezpečenie, podobne ako uviedli Estep a Kritzman (1988). Annaert (2008) zistil, že vyššia podlaha znamená aj lepšie zabezpečenie. Táto hypotéza bola potvrdená v každom scenári, kde postupne so stúpajúcou podlahou rástla aj ochrana pred stratou. Zároveň sa tento pozitívny rozdiel medzi PI a BH a CM zvyšoval pri scenároch so strednou a vysokou volatilitou. SP v štúdiu od Ho et al. (2010) prinášal najlepší výkon podľa distribúcie. Táto hypotéza nemôže byť potvrdená, keďže podľa našich výsledkov v každom scenári volatility dominovala v kontexte distribúcie stratégia TIPP. Poslednou významnou štúdiou je Dichtl et al. (2015), ktorý zistil, že CPPI a SP ponúkajú oproti SL lepšie zabezpečenie. Výsledky ale potvrdzujú iba polovicu, keďže v rámci simulácii malo lepšiu ochranu ako SL, ale SP nevykazoval dostatočné zaistenie. Taktiež poukázal na to, že TIPP neponúka výrazne lepšie zabezpečenie ako CPPI. Záleží na individuálnom posúdení, ale TIPP, hlavne pri vysokých podlahách, vykazoval výrazne vyššie zabezpečenie ako CPPI.

Záver

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce je potvrdiť, či majú dynamické stratégie zabezpečovania portfólia schopnosť zaujať investora do takej miery, že je ochotný si ich vybrať aj napriek nižším výnosom. Testovaním rôznych scenárov volatility vieme presnejšie zhodnotiť, či sú PI stratégie úspešné. Prostredníctvom Monte Carlo simulácie boli teda hodnotené všetky stratégie rôznymi metrikami a v rôznych scenároch volatility, kde sa okrem výnosu prihliadalo aj na iné faktory, ako je štandardná odchýlka, šikmosť, VaR, stochastická dominancia, omega a sharpe ratio.

V scenári najnižšej volatility na úrovni 10% nedochádza k zisteniu o zásadných výhodách PI. Pri nízkej podlahe ponúkajú porovnateľné výnosy, ale neprinášajú lepšie zabezpečenie. S rastúcou podlahou však začínajú stratégie TIPP a CPPI vo všetkých modifikáciách vykazovať lepšiu ochranu. Tá je však v pomere k BH a CM nízka a teda nie je možné klarifikovať, či by mohli PI zaujať nejakých investorov. VaR, sharpe a SD naznačujú, že PI majú lepšie zabezpečenie. Omega ratio to však vyvracia a dáva do výhody BH a CM. Využitie stratégie SL nemá z hľadiska ochrany význam, pokiaľ sa nevyužíva podlaha na úrovni 100%. CPPI a TIPP s nižším m ponúkajú lepšie zabezpečenie, ale nízky výnos. V kontexte EUT podľa EFU investor nemá pri nízkej podlahe preferenciu. S rastúcou podlahou a averziou k riziku však začne preferovať všetky PI stratégie okrem SP. Podľa KFU, investor v každom scenári podlahy a averzie k riziku bude preferovať CPPI a TIPP. Pri vyššej averzii má tendenciu preferovať menej rizikové modifikácie TIPP a CPPI.

Stredná volatility vykazuje pre PI lepšie výsledky. Pri nízkej podlahe sú relevantnými v kontexte zabezpečenia iba TIPP a CPPI. Tie spolu s m na úrovni 3 dokážu generovať vysoký výnos pri dobrom zabezpečení. S rastúcou podlahou začnú práve tieto stratégie ešte viac dominovať, kde ponúkajú lepšie zabezpečenie. Potvrdené je to vysokým VaR, SD, sharpe a v prípade stratégie TIPP aj omegou. V rámci výnosu je najlepšia SL, ktorá až pri podlahe 100% ponúka lepšie zaistenie. CPPI a TIPP prinášajú pri vysokej podlahe signifikantnejšie výhody oproti BH a CM v kontexte ochrany pred rizikom, kde vyššie m prináša väčší výnos, ale pri väčšom riziku. Pri EFU nedošlo k iným výsledkom. Podľa KFU bude investor pri nízkej podlahe preferovať okrem CPPI a TIPP aj SL a CM. So zvyšujúcou sa podlahou však má tendenciu preferovať CPPI a TIPP. Tentoraz však s väčším rozdielom v užitočnosti oproti BH a CM.

V časoch najvyššej volatility na trhu na úrovni 30% prinášajú stratégie CPPI a TIPP s nižším m zabezpečenie už pri nízkej podlahe. So zvyšujúcou sa podlahou oproti BH a CM prakticky neprodujú žiadnu stratu a prinášajú dokonalé zabezpečenie. Tieto výhody sú potvrdené aj VaR vyšším až o takmer 50%, stdv, sharpe a SD. Ochrana pred stratou je v porovnaní s BH a CM omnoho vyššia ako v scenároch s nižšou volatilitou. V prípade výnosu sú najlepšie SL, SP, CPPI 5 a TIPP 5. V kontexte zabezpečenia stúpa ochrana s rastúcou podlahou, kde najviac dominujú TIPP 1 a CPPI 1. SL ako aj v predchádzajúcich prípadoch funguje v kontexte ochrany až s podlahou 100%. Volatilita ich očakávaných výnosov môže byť až o 30% nižšia. V prípade vysokej volatility sa rozdiely medzi PI a BH,CM ešte viac prehĺbujú, a PI stratégie prinášajú výrazne lepšie zabezpečenie. V rámci EFU nedošlo k zmene preferencií. Podľa KFU bude investor pri rastúcej podlahe a averzii k riziku preferovať najmä stratégiu TIPP, ktorá mu prináša najvyššiu užitočnosť. Rozdiely vo výške užitočnosti sú niekoľkonásobne vyššie ako pri trhoch s nižšou volatilitou, čo jasne poukazuje na lepšie zabezpečenie PI a jej vyššej užitočnosti pre investorov.

Problémom hodnotenia stratégie podľa omega ratio je fakt, že prah bol stanovený na vysokej úrovni. V prípade, že by bol nastavený vo výške 2% prípadne 0, vykazovali by PI stratégie lepšie výsledky.

Celkovo je možné konštatovať, že PI prinášajú lepšie zabezpečenie s rastúcou podlahou aj volatilitou na trhu. Negatívom sú ale možné nízke výnosy, ak je stratégia nastavená príliš konzervatívne. V rámci zabezpečenia ponúka najlepšiu výkonnosť stratégia TIPP. Najlepšou rovnováhou medzi zabezpečením a výnosom ponúka najmä podlaha na úrovni 90% a tie modifikácie TIPP a CPPI, kde $m=3$. Najlepší výnos ponúka stratégia SL. Pre naše dva typy investorov, kde prvému rastie averzia k riziku s výnosom, je najužitočnejšia podľa EFU každá stratégia PI, okrem SP, s vysokou podlahou. Pre druhý typ investora, ktorý má averziu k riziku konštantnú, je významná preferencia najmä voči TIPP s vysokou podlahou.

Do budúcnosti je možné stratégie testovať aj pri rôznych spôsoboch rebalancingu, kde by sa aplikovali aj transakčné náklady a bolo by možné porovnať ich potenciálny vplyv na výsledky, keďže častejší rebalancing sa spája s vyššími nákladmi. Taktiež by bolo vhodné implementovať rizikové aktívum, ktoré by bolo zložené z viacerých akcií, čím by sa dalo lepšie diverzifikovať portfólio. Ak by sa využívala simulácia pomocou metódy block-bootstrap, bolo by možné využiť tzv. rolovacie bezrizikové aktívum, kde by bola výnosnosť

variabilná pre rôzne typy nasimulovaných ciest, čím by sa výsledky stali bližšími realite. Zaujímavým dodatkom by bol aj test výkonnosti PI pri rôznych výnosoch rizikového aktíva. Zároveň je možné robustne definovať podlahu a multiplikátory pre stratégie. Tie by mohli byť dynamické a prispôsobovať sa aktuálnemu stavu trhu. Napr. v čase vysokej výnosnosti by sa podlaha znížila a multiplikátor zvýšil, zatiaľ čo v časoch medvedích trhov by to bolo naopak.

Dynamické stratégie zabezpečovania portfólia teda jasne ukazujú, že vedľa byť zaujímavou alternatívou pre tých investorov, ktorí sa usilujú o ochranu svojho investičného portfólia. Zároveň môžu byť veľmi jednoducho automatizované. Preto môžu byť v dnešnej dobe užitočné pre všetkých investorov, ktorí majú vyššiu averziu k riziku a vyžadujú jednoduchosť v spojení s automatickým obchodovaním.

Zoznam použitej literatúry

Knižné zdroje

BODIE, Zvi – KANE, Alex – MARCUS, Alan. *Investments*. 11. vyd., New York: McGraw Hill, 2017, 1040 s., ISBN 9781259277177

ELTON, Edwin – GRUBER, Martin – BROWN, Stephen – GOETZMANN, William. *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. 9. vyd., Hoboken: Wiley, 2014, 752 s., ISBN 978-1-118-46994-1

HARRIS, Larry. *Trading and exchanges: Market microstructure for practitioners*. 1. vyd., Oxford: Oxford University Press, 2002, 656 s., ISBN 0195144708

HO, Lan-chih – CADLE, John – THEOBALD, Michael. *Portfolio Insurance Strategies*. 2. vyd., Springer, 2013, s. 727-743. ISBN 978-1461453598

LEE, Cheng-Few – LEE, C. Alice – Lee, John. *Handbook of Quantitative Finance and Risk Management*. 1. vyd., Springer, 2010, 1700 s., ISBN 978-0-387-77116-8

NEUMANN, von John – MORGENSTERN, Oskar. *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton: Princeton University Press, 1947, 776 s.

Vedecké časopisy a články

ADCOCK, Christopher et al. *New Tests of Correlation and the Choice of Measures of Portfolio Performance*, Sheffield: Sheffield University Management School, 2014.

ANNAERT, Jan – CEUSTER, J.K. Marc – VANDENBROUCKE, Jurgen. *Mind the Floor: Enhance Portfolio Insurance without Borrowing*. In *The Journal of Investing*, 2019, č. 28, s. 39-50.

ANNAERT, Jan et al. *Performance evaluation of portfolio insurance strategies using stochastic dominance criteria*. In *Journal of Banking & Finance*, 2008, roč. 33, č. 2, s. 270-280.

BENNINGA, Simon. *Comparing Portfolio Insurance Strategies*. In *Finanzmarkt und Portfoliomanagement*, 1990, roč. 4, č. 1, s. 20-30.

BERNOULLI, Daniel. *Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk*. In *Econometrica*, 1954, roč. 22, č. 1, s. 23-46.

- BERTRAND, Philippe – PRIGENT, Jean-Luc. *Omega Performance Measure and Portfolio Insurance*. In *Journal of Banking and Finance*, 2011, roč. 35, č. 7, s. 60.
- BLACK, Fischer – PEROLD, André. *Theory of constant proportion portfolio insurance*. In *Journal of Economics Dynamics & Control*, 1992, roč. 16, s. 403-660.
- BLACK, Fischer – SCHOLES, Myron. *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*. In *Journal of Political Economy*, 1973, roč. 81, č. 3, s. 637-654.
- BOYLE, P. Phelim – VORST, Ton. *Option Replication in Discrete Time with Transaction Costs*. In *The Journal of Finance*, 1992, roč. 47, č. 1, s. 271-293.
- CESARI, Riccardo – CREMONINI, David. *Benchmarking, portfolio insurance and technical analysis: a Monte Carlo comparison of dynamic strategies of asset allocation*. In *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2003, č. 27, s. 987-1011.
- COSTA, Jorge – GASPAR, M. Raquel. *Portfolio Insurance a comparison of alternative strategies*. In *Advance Working Paper Series*, 2011, č. 2, s. 43.
- DICHTL, Huber – DROBETZ, Wolfgang. *On the Popularity of the CPPI Strategy: A Behavioral-FinanceBased Explanation and Design Recommendations*. In *The Journal of Wealth Management*, 2010, roč. 13, č. 2, 41-54.
- DICHTL, Hubert – DROBETZ, Wolfgang – WAMBACH, Martin. *A bootstrap-based comparison of portfolio insurance strategies*. In *The European Journal of Finance*, 2015, roč. 23, č. 1, s. 31-59.
- ESTEP, Tony – KRITZMAN, Mark. *TIPP: Insurance without complexity*. In *Journal of Portfolio Management*, 1988, roč. 14, č. 4, s. 38-42.
- HO, Lan-chih – CADLE, John – THEOBALD, Michael. *An analysis of risk-based asset allocation and portfolio insurance strategies*. In *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2011, roč. 36, č. 2, s. 247-267.
- KACHATKOU, Matsvei – SCHLEMM, Florian – BORZA, Michal – THURNER, Lorenz. *Portfolio insurance strategies: Performance on a German market*. [Prezentácia] *Asset management Seminar*, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Jún 2022.
- KEATING, Con – SHADWICK, F. William. *A Universal Performance Measure*. In *Journal of Performance Measurement*, 2002, č. 6, s. 59-84.

- LEE- Huai-I et al. *Portfolio insurance with a dynamic floor*. In *Journal of Derivatives and Hedge Funds*, 2010, č. 10, s. 219-230.
- LELAND, E. Hayne – RUBENSTIEN, Mark. *The Evolution of Portfolio Insurance*. In LUSKIN, D. L. (ed.): *Portfolio Insurance: A Guide to Dynamic Hedging*. 1. vyd., Hoboken: Wiley, 1976.
- LELAND, E. Hayne. *Option pricing and replication with transaction costs*. In *The Journal of Finance*, 1985, roč. 40, č. 5, s. 1283-1301.
- LELAND, E. Hayne. *Who should buy portfolio insurance?*. In *The Journal of Finance*, 1980, roč. 35, č. 2, s. 551-594.
- MEUCCI, Attilio. *Review of Dynamic Allocation Strategies Utility Maximization, Option Replication, Insurance, Drawdown Control, Convex/Concave Management*. ARPM - Advanced Risk and Portfolio Management, 2010, 24 s.
- PAIN, Darren – RAND, Jonathan. *Recent developments in portfolio insurance*. In *Bank of England Quarterly Bulletin*, 2008, roč. 48, č. 1, s. 37-46.
- PEROLD, André. *Constant Proportion Portfolio Insurance*. Boston: Harvard Business School, 1986.
- PÉZIER, Jacques – SCHELLER, Johanna. *A Comprehensive Evaluation of Portfolio Insurance Strategies*. ICMA Centre Discussion Papers in Finance, 2011, 30 s.
- QUIRK, James – SAPOSNIK, Patrick. *Admissibility and Measurable Utility Functions*. In *The Review of Economic Studies*, 1962, roč. 29, s. 140-146.
- SHARPE, W. William. *The sharpe ratio*. In *The Journal of portfolio management*, 1994, roč. 21, č. 1, s. 49-58.
- TOKAT, Yesim – WICAS, Nelson. *Portfolio Rebalancing in Theory and Practice*. In *The Journal of Investing*, 2007, roč. 16, č. 2, s. 52-59.
- VRECKO, Dennis – BRANGER, Nicole. *Why is portfolio insurance attractive to investors?*. University of Münster - Finance Center Muenster, 2009, 28 s.
- ZAKAMULIN, Valeriy. *The Choice of Performance Measure Does Influence the Evaluation of Hedge Funds*. In *The Journal of Portfolio Management*, 2011, roč. 37, s. 92-104.

ZIELING, Daniel et al. *Performance Evaluation of Optimized Portfolio Insurance Strategies*. In *The Journal of Banking and Finance*, 2012, roč. 43, č. 1, 30 s.

Internetové zdroje

BENHAMOU, Eric et al. *Omega and Sharpe ratio*. AI Square Connect, 2019, 10 s. [citované: 28.3.2023], Dostupné na internete: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3469888

BOLVIN, Jean et al. *The core role of private markets in modern portfolios*. BlackRock, 2019, 14 s., [citované: 9.3.2023], Dostupné na internete: <https://www.blackrock.com/corporate/literature/whitepaper/bii-portfolio-construction-private-markets-march-2019.pdf>

Bond ladders, Charles Schwab Corporation [citované: 3.4.2023], Dostupné na internete: <https://www.schwab.com/fixed-income/bond-ladders>

KINNIRY, Francis Jr. et al. *Putting a value on your value: Quantifying Vanguard Advisor's Alpha*. Vanguard. 2022, 30 s. [citované: 3.4.2023], Dostupné na internete: <https://advisors.vanguard.com/iwe/pdf/IARCQAA.pdf>

ZHANG. Yu et al. *Rational rebalancing: An analytical approach to multiasset portfolio rebalancing decisions and insights*. Vanguard. 2022, 18 s. [citované: 10.3.2023], Dostupné na internete: https://corporate.vanguard.com/content/dam/corp/research/pdf/rational_rebalancing_analytical_approach_to_multiasset_portfolio_rebalancing.pdf