



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH OPTIMALIZAČNÍCH TECHNIK PŘI VOLBĚ INVESTIČNÍHO PORTFOLIA ZAČÍNÁJÍCÍCH INVESTORŮ

DESIGN OF OPTIMIZATION TECHNIQUES FOR INVESTMENT PORTFOLIO SELECTION OF NOVICE
INVESTORS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Bañas

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Karel Doubravský, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Martin Bañas**
Vedoucí práce: **Ing. Karel Doubravský, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: Manažerská informatika

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh optimalizačních technik při volbě investičního portfolia začínajících investorů

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza problému
Vlastní návrhy řešení
Závěr

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je navrhnout pro začínající investory vhodné optimalizační techniky při volbě jejich investičního portfolia.

Základní literární prameny:

BELL, Steve, 2016. Quantitative Finance for Dummies. Chichester: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-76946-1.

DIXIT, Avinash K. a PINDYCK, Robert S, 1994. Investment Under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press. ISBN 978-0-691-03410-2.

GENG, Jian; NAVON, Ionel M. a CHEN, Xiao, 2013. Non-Parametric Calibration of the Local Volatility Surface for European Options Using a Second Order Tikhonov Regularization [online]. SSRN Scholarly Paper. 7. února 2013. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.2213490.

HILPISCH, Yves, 2018. Python for Finance: Mastering Data-Driven Finance. Sebastopol: O'Reilly Media. ISBN 978-1-492-02433-0.

JENSEN, Michael C., 2003. Capital Markets: Theory and Evidence [online]. SSRN Scholarly Paper. 24. březen 2003. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.350429.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně dne 4.2.2024

L. S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca skúma potenciál kvantitatívnych optimalizačných metód na vývoj inovatívnych portfóliových stratégií pre začínajúcich investorov. Spojením ekonomických konceptov s praktickými aplikáciami v oblasti štatistiky a programovania štúdia konštruje prístupnú platformu využívajúcu Python, najmä prostredníctvom rôznych knižníc, na podporu informovaných investičných rozhodnutí. V záveru sa dospelo k tomu, že tieto nástroje výrazne zlepšujú schopnosti neskúsených investorov vytvoriť, pochopiť a riadiť svoje portfóliá, čo poukazuje na potenciál rozšírenia ich využitia na vzdelávacie účely v rámci finančného vzdelávacieho prostredia.

ABSTRACT

This bachelor thesis explores the potential of quantitative optimization methods to develop innovative portfolio strategies for novice investors. By combining economic concepts with practical applications in statistics and programming, the study constructs an accessible platform using Python, particularly through various libraries, to support informed investment decisions. It concludes that these tools significantly improve the ability of inexperienced investors to construct, understand and manage their portfolios, highlighting the potential for expanding their use for educational purposes within a financial education environment.

KLÍČOVÁ SLOVA

kvantitatívna optimalizácia, riadenie portfólia, finančná analýza, programovanie v Pythone, investičné stratégie, riadenie rizík, investovanie, moderná teória portfólia (MPT)

KEYWORDS

quantitative optimization, portfolio management, financial analytics, Python programming, investment strategies, risk management, investing, modern portfolio theory (MPT)

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Citace tištěné práce – listinná verze:

BAŇAS, Martin. *Návrh optimalizačních technik při volbě investičního portfolia začínajících investorů*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/159383>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Karel Doubravský.

Citace elektronického zdroje – elektronická verze:

BAŇAS, Martin. *Návrh optimalizačních technik při volbě investičního portfolia začínajících investorů* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/159383>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Karel Doubravský.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 14. května 2024

POĎAKOVANIE

Chcel by som vyjadriť úprimnú vďaku pánovi Ing. Karlovi Doubravskému, Ph.D., ktorého vedenie a podpora boli počas písania tejto práce neoceniteľné. Jeho informatívny prínos a mentorstvo obohatili moje skúsenosti a prácu samotnú, za čo som mu hlboko vďačný.

OBSAH

ÚVOD	7
1 CIELE PRÁCE, METODY A POSTUPY SPRACOVANIA	8
1.1 Ciele práce	8
1.2 Metody a postupy spracovania	8
2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ	10
2.1 Investičná teória	10
2.1.1 Základné pojmy	10
2.1.2 Typy investícií	18
2.2 Finančná a ekonomická teória	24
2.2.1 Teória kapitálových trhov	24
2.2.2 Moderná teória portfólia	28
2.2.3 CAPM	31
2.2.4 Riadenie rizík	32
2.3 Ekonometrická a štatistická teória	34
2.3.1 Metriky hodnotenia výkonnosti	34
2.3.2 Analýza časových radov pre výnosy portfólia	37
2.3.3 Štatistické modely	39
2.4 Python pre investovanie	42
2.4.1 Prečo Python	42
2.4.2 Knižnice Pythonu	42
3 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	44
3.1 Predstavenie spoločnosti	44
3.2 Súčasný investičný proces a jeho obmedzenia	45
3.3 Využívanie údajov v investičných stratégiách	47
3.4 Záverečné hodnotenie požiadaviek na zlepšenie súčasného riešenia	48

4	VLASTNÉ NÁVRHY	50
4.1	Prehľad systému.....	50
4.1.1	Účel a rozsah pôsobnosti	50
4.1.2	Komponenty a technológie systému	50
4.2	Funkčnosť a prevádzka systému.....	51
4.2.1	Interakcia s používateľom.....	51
4.2.2	Správa údajov	52
4.2.3	Optimalizácia portfólia a prognózovanie.....	54
4.2.4	Vizualizácia	55
4.3	Prípadový scenár.....	57
4.4	Limitácie a budúcnosť	63
4.5	Záverečné zhodnotenie aktuálneho riešenia	64
4.5.1	Prehľad scenára pred skriptom	64
4.5.2	Vplyv skriptu na súčasné operácie.....	65
	ZÁVER	66
	POUŽITÁ LITERATÚRA	I
	PRÍLOHY	IV

ÚVOD

Vo svete, kde sa financie rýchlo vyvíjajú, trhom čoraz viac dominujú sofistikované a komplexné kvantitatívne modely, ktoré môžu byť pre nových investorov odstrašujúce. Keďže finančné trhy sa čoraz viac orientujú na údaje a dáta, priepasť medzi zložitými, profesionálne riadenými investičnými stratégiami a chápaním priemerného investora sa výrazne zväčšila.

Hlavnou myšlienkou tejto práce je vyvinúť nástroj, ktorý využíva techniky kvantitatívnej optimalizácie na pomoc začínajúcim investorom pri prijímaní informovanejších rozhodnutí ohľadom investovania. Finálny skript teda spája základné investičné princípy s modernými štatistickými metódami a poskytuje pevný rámec na optimalizáciu portfólií. Pomocou rozsiahlych knižníc jazyka Python, ako sú Pandas na manipuláciu s údajmi, NumPy na numerické výpočty a Matplotlib na vizualizácie, skript prekladá zložité finančné teórie do užívateľsky prívetivého chápania, ktoré zjednodušuje investičné rozhodnutia.

Skript sa vyvíja na základe reálnych problémov fintech firmy, zvanej z GDPR dôvodov ako Spoločnosti ABC. Python program teda rieši reálny problém firmy v praxi, kde po dokončení je hodný reálneho využitia a ďalšej nadstavby.

Okrem samotného skriptu ktorý reprezentuje techniky pre začínajúcich investorov, sa práca do hĺbky zaoberá teóriou investovania a možností aktív, teóriou ekonomickou a finančnou, kde sa vysvetlia základné ekonomické princípy na ktorých je dnešný svet investovania založený, a taktiež aj teóriou štatistiky, ktorá je potrebná na pochopenie základných vecí až po zložitejšie, ako napríklad regresívna analýza.

1 CIELE PRÁCE, METODY A POSTUPY SPRACOVANIA

1.1 Ciele práce

Cieľom tejto bakalárskej práce je zjednodušiť tvorbu a optimalizáciu portfólia pre začínajúcich investorov tým, že im poskytnem dostupné nástroje a poznatky vo forme python programu a teórie, ktoré im pomôžu pohodlne sa orientovať v zložitom svete investičných rozhodnutí. Základnou metódou ako sa dosiahne tohto cieľu je plynulá integrácia akademických princípov z ekonómie a investovanie s reálnym programovacím skriptom vytvorený pre orientáciu vo finančnej sfére.

Myšlienkou teda je zjednodušiť zložitý proces tvorby portfólia, aby bol nielen zrozumiteľný, ale aj použiteľný pre tých, ktorí s investovaním začínajú, to znamená poskytnúť neskúseným investorom solídny základ na prijímanie vzdelaných a obozretných investičných rozhodnutí spojením sily investičných stratégií so schopnosťami finančného výskumu v jazyku Python.

Okrem technickej zložitosti ide v tejto štúdie vybudovať dôveru u začínajúcich investorov tým, že im poskytne jasný plán na vytváranie a správu investičných portfólií podľa ich tolerancie k riziku a finančných cieľov.

1.2 Metody a postupy spracovania

Najprv sa v teoretickej časti budeme venovať všetkým akademickým a investične relevantným poznatkom, ktoré sú do hĺbky vysvetlené, aby účastník vedel všetky základné informácie pre prácu so skriptom. Potom sa v praktickej časti začína použitím nástrojov a knižníc jazyka Python, ako je modul yfinance, na získanie a úpravu historických finančných údajov. Ďalej sa venuje výpočtom výnosov, čím vytvára základy pre kritické hodnotenia a úsudky o kvalite portfólia.

Jadrom tohto postupu je výpočet štatistiky portfólia, ktorý odhaľuje predpokladané výnosy, anuálne volatility, výpočet efektívnej hranice či Sharpeho pomer. Modul PyPortfolioOpt sa potom používa na vytvorenie optimálneho rozdelenia portfólia pomocou uznávaných prístupov.

Vizualizácie Matplotlib názorne zobrazujú kompromisy medzi rizikom a výnosom, čo zjednodušuje komplikácie.

Tieto techniky v podstate redukujú zložité hodnotenia na praktické kroky, čím uľahčujú neskúseným investorom pochopiť a implementovať silu optimalizácie portfólia.

2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

2.1 Investičná teória

2.1.1 Základné pojmy

2.1.1.1 Investovanie

Investovanie, ako ho definovali Avinash Dixit a Robert Pindyck v knihe "Investment Under Uncertainty", sa vzťahuje na akt vynaloženia okamžitých nákladov v očakávaní budúcich výnosov. Môže zahŕňať širokú škálu činností vrátane výstavby závodov, inštalácie zariadení, skladovania tovaru na predaj a dokonca aj rozhodnutia o zatvorení stratového závodu. V podstate každé rozhodnutie, ktoré zahŕňa vynaloženie nákladov s očakávaním budúcich úžitkov, možno považovať za investíciu. (Dixit a Pindyck, 2019)

Investovanie je teda aj proces nákupu aktív, ktorých hodnota sa časom zvyšuje a ktoré prinášajú výnosy vo forme platieb príjmov alebo kapitálových ziskov. V širšom zmysle môže investovanie znamenať aj vynaloženie času alebo peňazí na zlepšenie vlastného života alebo života iných. Vo svete financií je však investovanie nákupom cenných papierov, nehnuteľností a iných hodnotných predmetov v snahe dosiahnuť kapitálové zisky alebo príjmy. (Napoletano a Curry, 2022)

2.1.1.2 Burza

Pojem burza cenných papierov označuje niekoľko búrz, na ktorých sa nakupujú a predávajú akcie verejne obchodovateľných spoločností, ktoré fungujú na základe vymedzeného súboru predpisov. (Chen, 2023c)

Pojmy "burza cenných papierov" aj "akciový trh" sa často používajú zameniteľne. Obchodníci na trhu s cennými papiermi nakupujú alebo predávajú akcie na jednej alebo viacerých burzách, ktoré sú súčasťou celkového trhu s cennými papiermi. (Chen, 2023c)

Burza umožňuje kupujúcim a predávajúcim stretávať sa, komunikovať a uzatvárať transakcie. Trhy umožňujú zisťovanie cien akcií spoločností a slúžia ako barometer celkovej ekonomiky. Kupujúci a predávajúci majú istotu spravodlivej ceny, vysokého stupňa likvidity a transparentnosti, keďže účastníci trhu si na otvorenom trhu konkurujú.

Akciové trhy poskytujú bezpečné a regulované prostredie, v ktorom môžu účastníci trhu s dôverou obchodovať s akciami a inými oprávnenými finančnými nástrojmi s nulovým alebo nízkym operačným rizikom. (Chen, 2023c)

Aby sa spoločnosť dostala na burzu, tak sa rozdelí na niekoľko akcií a časť z nich predá verejnosti za cenu za akciu. Na uľahčenie tohto procesu potrebuje spoločnosť trh, na ktorom sa tieto akcie môžu predávať, a to sa dosahuje prostredníctvom burzy. Spoločnosť kótovaná na burze môže ponúknuť nové, dodatočné akcie aj prostredníctvom iných ponúk v neskoršej fáze, napríklad prostredníctvom emisie práv alebo následnej ponuky. Môže dokonca odkúpiť alebo stiahnuť svoje akcie z burzy. (Chen, 2023c)

Investori budú vlastníť akcie spoločnosti v očakávaní, že hodnota akcií bude rásť alebo že budú dostávať dividendy, prípadne oboje. Burza pôsobí ako sprostredkovateľ tohto procesu získavania kapitálu a za svoje služby dostáva od spoločnosti a jej finančných partnerov poplatok. (Chen, 2023c)

Burzový trh zaručuje, že všetci zainteresovaní účastníci trhu majú prístup k údajom o všetkých príkazoch na nákup a predaj, čím pomáha pri spravodlivom a transparentnom oceňovaní cenných papierov. (Chen, 2023c)

2.1.1.3 Portfólio

Investičným portfóliom sa rozumie súbor aktív v držbe jednotlivca alebo inštitúcie. Tieto aktíva môžu zahŕňať akcie, dlhopisy, podielové fondy, fondy obchodované na burze (ETF), hotovosť, nehnuteľnosti a iné investičné nástroje. Účelom investičného portfólia je dosiahnuť špecifické finančné ciele, ako napríklad zhodnotenie kapitálu, generovanie príjmu alebo diverzifikácia rizika. (Dixit a Pindyck, 2019)

Z akademického hľadiska zahŕňa tvorba a riadenie investičného portfólia niekoľko kľúčových zásad a úvah:

1. Alokácia aktív: Ide o rozdelenie investícií do rôznych tried aktív, ako sú akcie, dlhopisy a hotovosť. Akademický výskum ukázal, že alokácia aktív je hlavným faktorom výkonnosti a rizika portfólia. Moderná teória portfólia, ktorú vypracoval Harry Markowitz, zdôrazňuje význam diverzifikácie na optimalizáciu výnosov upravených o riziko. (Dixit a Pindyck, 2019)
2. Riadenie rizika: Akademická literatúra o investičných portfóliách sa často zameriava na techniky riadenia rizík vrátane využívania diverzifikácie, zabezpečovacích stratégií a hodnotenia tolerancie voči riziku. Teória portfólia skúma aj kompromis medzi rizikom a výnosom, pričom sa snaží maximalizovať výnosy pri danej úrovni rizika alebo minimalizovať riziko pri danej úrovni výnosu. (Dixit a Pindyck, 2019)
3. Optimalizácia portfólia: Akademický výskum sa často zaoberá matematickými a štatistickými metódami používanými na optimalizáciu investičných portfólií. Patrí sem analýza strednej odchýlky, ktorej cieľom je nájsť najefektívnejšiu alokáciu aktív na dosiahnutie najvyššieho očakávaného výnosu pri danej úrovni rizika. (Dixit a Pindyck, 2019)
4. Investičné stratégie: V akademických štúdiách sa skúmajú rôzne investičné stratégie, ako napríklad hodnotové investovanie, rastové investovanie, investovanie podľa hybnosti a pasívne indexovanie. Tieto stratégie sa často analyzujú z hľadiska ich historickej výkonnosti, rizikových charakteristík a behaviorálnych tendencií. (Dixit a Pindyck, 2019)
5. Hodnotenie výkonnosti: Akademici často vyvíjajú modely a metriky na hodnotenie výkonnosti investičných portfólií. Patria sem miery ako Sharpov pomer, Treynorov pomer, Jensenova alfa a iné metriky výkonnosti upravené o riziko. (Dixit a Pindyck, 2019)

2.1.1.4 Diverzifikácia

Diverzifikácia je investičná stratégia, ktorá zahŕňa rozloženie investícií medzi rôzne aktíva s cieľom znížiť expozíciu voči jednému aktívu alebo riziku. Hlavným cieľom diverzifikácie je minimalizovať vplyv volatility a potenciálnych strát na celkové investičné portfólio. Držaním rôznych investícií môže investor potenciálne znížiť celkové

riziko portfólia a zároveň sa snaží dosiahnuť konzistentnejšie výnosy v priebehu času. (Dixit a Pindyck, 2019)

Dôvodom tejto techniky je, že portfólio zostavené z rôznych druhov aktív prinesie v priemere vyššie dlhodobé výnosy a zníži riziko každého jednotlivého podielu alebo cenného papiera. (Dixit a Pindyck, 2019)

Štúdie a matematické modely ukázali, že udržiavanie dobre diverzifikovaného portfólia pozostávajúceho z 20 až 30 akcií prináša najvýhodnejšiu úroveň zníženia rizika. Investovanie do väčšieho počtu cenných papierov prináša ďalšie výhody diverzifikácie, avšak pri podstatne klesajúcej miere efektívnosti. (Segal, 2023)

Diverzifikáciu možno realizovať viacerými spôsobmi:

1. Diverzifikácia podľa triedy aktív: Ide o investovanie do rôznych tried aktív, ako sú akcie, dlhopisy, nehnuteľnosti a komodity. Každá trieda aktív môže reagovať odlišne na trhové podmienky, hospodárske cykly a geopolitické udalosti, čím sa znižuje celkové riziko portfólia. (Dixit a Pindyck, 2019)
2. Geografická diverzifikácia: Investovanie do aktív v rôznych geografických regiónoch alebo krajinách môže pomôcť zmierniť vplyv lokálnych hospodárskych alebo politických udalostí na portfólio. Cieľom tohto prístupu je znížiť riziko spojené s konkrétnou krajinou alebo regiónom. (Dixit a Pindyck, 2019)
3. Sektorová diverzifikácia: V rámci konkrétnej triedy aktív môžu investori diverzifikovať investovaním do rôznych priemyselných odvetví. Napríklad v rámci akciového trhu je možné držať pozície v technologickom, zdravotníckom, spotrebnom tovare a ďalších sektoroch s cieľom rozložiť riziko. (Dixit a Pindyck, 2019)
4. Diverzifikácia jednotlivých investícií: Aj v rámci tej istej triedy aktív a sektora možno diverzifikáciu dosiahnuť držaním rôznych individuálnych investícií, napríklad akcií alebo dlhopisov. To môže pomôcť znížiť vplyv udalostí špecifických pre jednotlivé spoločnosti na portfólio. (Dixit a Pindyck, 2019)

Akademický výskum a investičná teória vo všeobecnosti podporujú koncepciu diverzifikácie ako prostriedku riadenia rizika. Moderná teória portfólia, ktorú vypracoval Harry Markowitz, zdôrazňuje výhody diverzifikácie pri dosahovaní optimálnych výnosov upravených o riziko. Je však dôležité poznamenať, že diverzifikácia neeliminuje riziko investičných strát, ale skôr sa snaží zmierniť vplyv nepriaznivých udalostí na celkové portfólio. (Dixit a Pindyck, 2019)

2.1.1.5 Riziko

Riziko je vo finančnom vyjadrení definované ako pravdepodobnosť, že sa skutočný výsledok alebo výnos investície bude líšiť od očakávaného výsledku alebo výnosu. Riziko zahŕňa možnosť straty časti alebo celej pôvodnej investície. (Chen, 2023a)

Celkovo je možné a rozumné riadiť investičné riziká pochopením základov rizika a spôsobu jeho merania. Poznanie rizík, ktoré sa môžu týkať rôznych scenárov, a niektorých spôsobov ich komplexného riadenia pomôže všetkým typom investorov a manažérov podnikov vyhnúť sa zbytočným a nákladným stratám. (Chen, 2023a)

Základnou myšlienkou vo financiách je vzťah medzi rizikom a výnosom. Čím väčšie riziko je investor ochotný podstúpiť, tým väčší je jeho potenciálny výnos. Riziká môžu mať rôznu podobu a investori musia byť za podstupovanie dodatočného rizika kompenzovaní. (Chen, 2023a)

Typy rizika:

1. Trhové riziko: Známe aj ako systematické riziko sa vzťahuje na riziko, že hodnota celého trhu alebo triedy aktív klesne v dôsledku faktorov, ako je napríklad hospodársky pokles, zmeny úrokových sadzieb alebo geopolitické udalosti. (Chen, 2023a)

2. Špecifické riziko: Nazýva sa aj nesystematické riziko a týka sa rizík, ktoré sú špecifické pre jednotlivú spoločnosť alebo odvetvie, ako sú napríklad problémy manažmentu, konkurenčné tlaky alebo regulačné zmeny. (Chen, 2023a)

3. Riziko inflácie: Riziko, že kúpna sila výnosov z investícií sa v priebehu času zníži vplyvom inflácie. (Chen, 2023a)

4. Riziko úrokových sadzieb: Riziko, že zmeny úrokových sadzieb ovplyvnia hodnotu investícií s pevným výnosom, ako sú napríklad dlhopisy. (Chen, 2023a)

5. Riziko likvidity: Riziko, že investor nebude môcť rýchlo kúpiť alebo predáť investíciu za primeranú cenu. (Chen, 2023a)

6. Menové riziko: Riziko, že zmeny výmenných kurzov ovplyvnia hodnotu investícií denominovaných v cudzích menách. (Chen, 2023a)

Meranie a kvantifikácia rizika často umožňujú investorom, obchodníkom a manažérom podnikov zabezpečiť sa proti niektorým rizikám pomocou rôznych stratégií vrátane diverzifikácie a derivátových pozícií. (Chen, 2023a)

2.1.1.6 CFD

Zmluva o rozdieloch (CFD - contract for differences) je zmluva medzi kupujúcim a predávajúcim, ktorá stanovuje, že kupujúci musí zaplatiť predávajúcemu rozdiel medzi aktuálnou hodnotou aktíva a jeho hodnotou v čase uzavretia zmluvy. (Mitchell, 2023)

CFD umožňujú obchodníkom a investorom profitovať z pohybu cien bez toho, aby vlastnili podkladové aktíva. Hodnota CFD nezohľadňuje hodnotu podkladového aktíva, iba zmenu ceny medzi vstupom do obchodu a výstupom z neho. (Mitchell, 2023)

Ide o pokročilú obchodnú stratégiu, ktorú využívajú len skúsení obchodníci. Pri CFD nedochádza k dodaniu fyzického tovaru alebo cenných papierov. Investor CFD nikdy v skutočnosti nevlastní podkladové aktívum, ale namiesto toho dostáva výnos na základe zmeny ceny tohto aktíva. Napríklad namiesto nákupu alebo predaja fyzického zlata môže obchodník jednoducho špekulovať na to, či cena zlata stúpne alebo klesne. (Mitchell, 2023)

V podstate môžu investori používať CFD na uzatváranie stávk na to, či cena podkladového aktíva alebo cenného papiera vzrastie alebo klesne. Obchodníci môžu stavať buď na pohyb smerom nahor, alebo nadol. Ak obchodník, ktorý kúpil CFD, vidí, že cena aktíva sa zvyšuje, ponúkne svoju držbu na predaj. Na druhej strane, ak sa

obchodník domnieva, že hodnota aktíva bude klesať, môže umiestniť otváraciu predajnú pozíciu. Na uzavretie pozície musí obchodník nakúpiť kompenzačný obchod. Potom sa čistý rozdiel straty vyrovná v hotovosti prostredníctvom jeho účtu. (Mitchell, 2023)

Obchodovanie s CFD je rýchle a vyžaduje si dôkladné monitorovanie. V dôsledku toho by si obchodníci mali byť vedomí značných rizík pri obchodovaní s CFD. Existujú riziká likvidity a marže, ktoré musíte dodržiavať; ak nedokážete pokryť zníženie hodnôt, potom môže poskytovateľ uzavrieť vašu pozíciu a vy budete musieť pokryť stratu bez ohľadu na to, čo sa následne stane s podkladovým aktívom. (Mitchell, 2023)

Riziká pákového efektu vás vystavujú väčším potenciálnym ziskom, ale aj väčším potenciálnym stratám. Hoci sú limity stop-loss k dispozícii u mnohých poskytovateľov CFD, nemôžu zaručiť, že neutrpíte straty, najmä ak dôjde k uzavretiu trhu alebo prudkému pohybu ceny. (Mitchell, 2023)

The image shows a trading interface for buying gold. At the top, it says "BUY GOLD" with a gold bar icon. The price is "2062.87" with a change of "-3.38 (-0.16%)". Below the price, it says "PRICES BY ETORO, IN USD | MARKET CLOSED". There is a "TRADE" button with a dropdown arrow. Below this, there are controls for "AMOUNT" with minus and plus buttons, and a "UNITS" button. The amount is set to "\$1,000.00". Below the amount, it shows "9.7 UNITS | 18.44% OF EQUITY | EXPOSURE \$20,000.00". There are three boxes: a red box for "STOP LOSS" at "-\$499.98", a white box for "LEVERAGE" at "X20", and a green box for "TAKE PROFIT" at "\$499.98". Below these is a row of buttons for leverage levels: "X1", "X2", "X5", "X10", "X20" (selected), "X30", "X50", and "X100". At the bottom, it says "CFD TRADE" and "HIGHER LEVERAGE MEANS HIGHER RISK".

Obrázok 1: CFD možnosť investovania na zlate (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Etoro, 2024))

2.1.1.7 Volatilita

Volatilita vo financiách znamená mieru kolísania ceny finančného nástroja v čase. Je to miera rozptylu výnosov daného cenného papiera alebo trhového indexu. Vysoká volatilita naznačuje, že cena cenného papiera sa môže v krátkom čase dramaticky zmeniť, zatiaľ čo nízka volatilita znamená, že cena zostáva relatívne stabilná. Volatilita je kľúčovým pojmom pri riadení rizika, oceňovaní opcí a riadení portfólia. (Geng et al., 2009)

Na trhoch s cennými papiermi sa volatilita často spája s veľkými výkyvmi v oboch smeroch. Napríklad, keď akciový trh stúpa a klesá o viac ako jedno percento počas dlhšieho časového obdobia, nazýva sa volatilný trh. Volatilita často označuje mieru neistoty alebo rizika spojenú s veľkosťou zmien hodnoty cenného papiera. Vyššia volatilita znamená, že hodnota cenného papiera môže byť potenciálne rozložená do väčšieho rozsahu hodnôt. To znamená, že cena cenného papiera sa môže v priebehu krátkeho časového obdobia dramaticky zmeniť oboma smermi. Nižšia volatilita znamená, že hodnota cenného papiera dramaticky nekolíše a má tendenciu byť stabilnejšia. (Hayes, 2023c)

2.1.1.8 Dividendy

Dividenda je odmena vyplácaná akcionárom za ich investíciu do vlastného imania spoločnosti a zvyčajne pochádza z čistého zisku spoločnosti. Pre investorov predstavujú dividendy aktívum, ale pre spoločnosť sa vykazujú ako pasívum. Hoci zisky môžu zostať v spoločnosti ako nerozdelený zisk, ktorý sa použije na prebiehajúce a budúce obchodné aktivity spoločnosti, zvyšok sa môže prideliť akcionárom ako dividenda. (Hayes, 2023a)

Dividendový výnos je dividenda na akciu a vyjadruje sa ako pomer dividendy a ceny v percentách z ceny akcie spoločnosti, napríklad 2,5 %. Predstavenstvo sa môže rozhodnúť, že bude dividendy vydávať v rôznych časových rámcoch a s rôznymi výplatnými

sadzbami. Spoločnosti môžu vyplácať dividendy aj vtedy, keď nedosahujú vhodné zisky, aby si zachovali zaužívanú históriu vyplácania dividend. (Hayes, 2023a)

Spoločnosť s dlhou históriou vyplácania dividend, ktorá vyhlási zníženie výšky dividend alebo ich zrušenie, môže investorom signalizovať, že spoločnosť má problémy. Zníženie výšky dividendy alebo rozhodnutie o nevyplatení dividendy však nemusí nevyhnutne znamenať zlú správu pre spoločnosť. Vedenie spoločnosti môže mať plán na investovanie peňazí, napríklad vysoko výnosný projekt, ktorý má potenciál z dlhodobého hľadiska znásobiť výnosy pre akcionárov. (Hayes, 2023a)

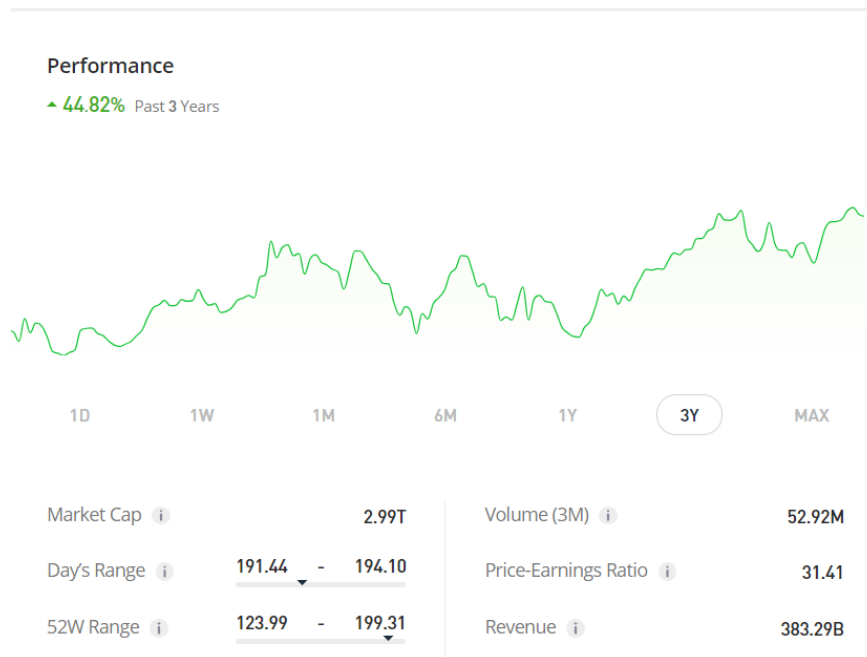
2.1.2 Typy investícií

2.1.2.1 Akcie

Akcia je cenný papier, ktorý predstavuje vlastníctvo časti emitujúcej spoločnosti, ktorá oprávňuje vlastníka na podiel na majetku a zisku korporácie. Spoločnosti teda vydávajú akcie na získanie finančných prostriedkov na prevádzku svojich podnikov a držiteľ akcií, akcionár, môže mať nárok na časť majetku a zisku spoločnosti. (Hayes, 2023b)

Akcionár sa považuje za vlastníka emitujúcej spoločnosti, čo sa určuje podľa počtu akcií, ktoré investor vlastní, v pomere k počtu akcií v obehu. Ak má spoločnosť 1 000 akcií v obehu a jedna osoba vlastní 100 akcií, táto osoba bude vlastniť a mať nárok na 10 % aktív a ziskov spoločnosti. (Hayes, 2023b)

Akcie sa kupujú a predávajú prevažne na burzách cenných papierov a sú základom portfólia mnohých individuálnych investorov. Obchody s akciami musia byť v súlade s vládnymi nariadeniami, ktorých cieľom je chrániť investorov pred podvodnými praktikami. (Hayes, 2023b)



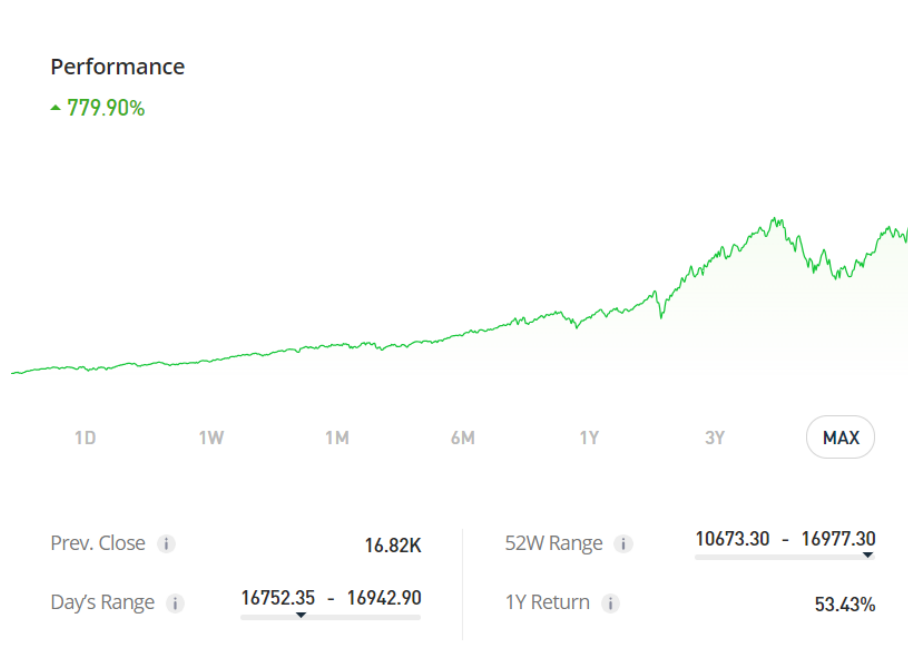
Obrázok 2: Akcia Apple za posledné 3 roky (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Etoro, 2024))

2.1.2.2 Index

Finančný index vytvára číselné skóre na základe vstupov, ako sú napríklad rôzne ceny aktív. Môže sa použiť na sledovanie výkonnosti skupiny aktív štandardizovaným spôsobom. Indexy zvyčajne merajú výkonnosť koša cenných papierov, ktorý má kopírovať určitú oblasť trhu. (Chen, 2023b)

Môžu byť zostavené ako široký index, ktorý zachytáva celý trh, ako napríklad index Standard & Poor's 500 alebo Dow Jones Industrial Average (DJIA), alebo špecializovanejšie, ako napríklad indexy, ktoré sledujú určité odvetvie alebo segment, ako napríklad index Russell 2000, ktorý sleduje len akcie malých spoločností. (Chen, 2023b)

Indexy sa vytvárajú aj na meranie iných finančných alebo ekonomických údajov, ako sú úrokové sadzby, inflácia alebo výrobná produkcia. Indexy často slúžia ako referenčné hodnoty, na základe ktorých sa hodnotí výkonnosť výnosov portfólia. Jednou z obľúbených investičných stratégií, známou ako indexovanie, je snaha o pasívne kopírovanie takéhoto indexu namiesto snahy o jeho prekonanie. (Chen, 2023b)



Obrázok 3: Graf indexu NASDAQ100 od roku 2010 po rok 2023 (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Etoro, 2024))

2.1.2.3 Komodity

Komodity sú surové vstupy používané pri výrobe tovarov. Môžu to byť aj základné suroviny, ako napríklad niektoré poľnohospodárske výrobky. Dôležitou vlastnosťou komodity je, že tento tovar sa veľmi málo odlišuje bez ohľadu na to, kto ho vyrába. Barel ropy je v podstate rovnaký výrobok bez ohľadu na výrobcu. To isté platí pre bušel pšenice alebo tonu rudy. Naopak, kvalita a vlastnosti daného spotrebného výrobku sa často značne líšia v závislosti od výrobcu (napr. Cola vs. Pepsi). (Fernando, 2023b)

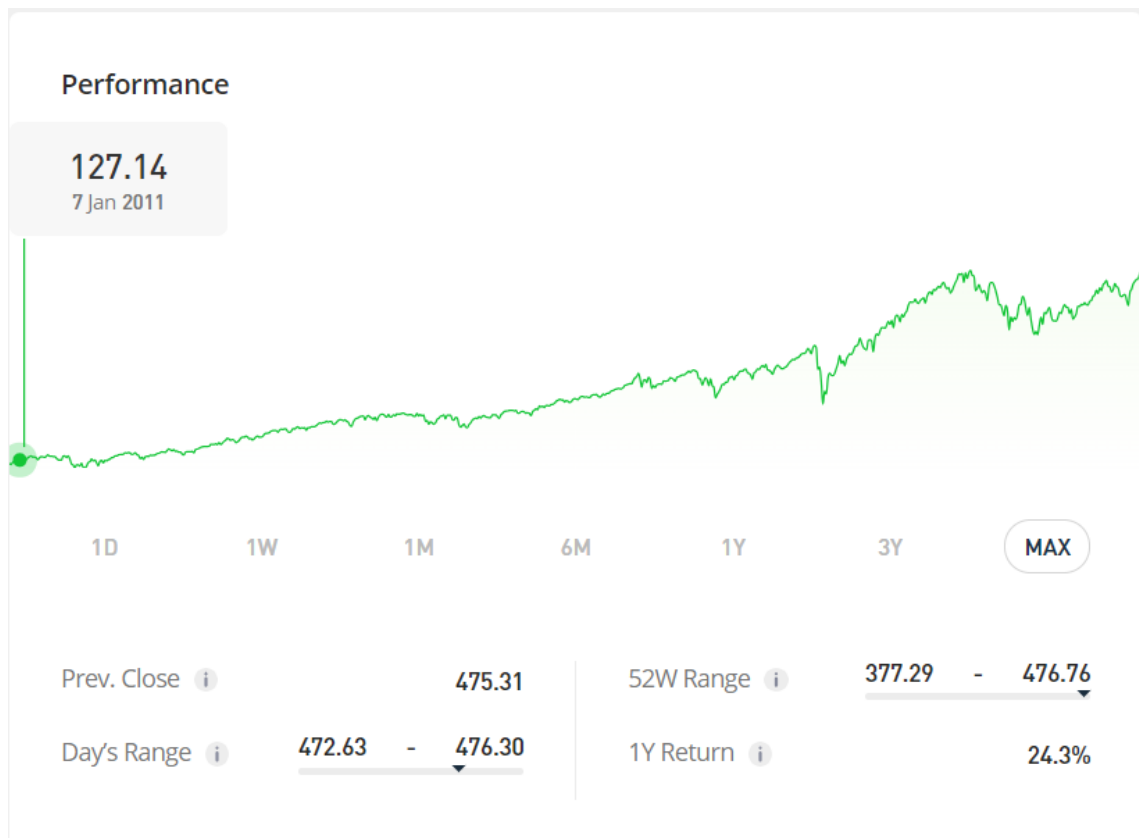
Medzi tradičné príklady komodít patria obilie, zlato, hovädzie mäso, ropa a zemný plyn. Niektorí odborníci sa domnievajú, že investori by mali držať aspoň určitú časť dobre diverzifikovaného portfólia v komoditách, pretože nie sú vysoko korelované s inými finančnými aktívami a môžu slúžiť ako poistka proti inflácii. (Fernando, 2023b)



Obrázok 4: Nárast ceny zlata za posledných 14 rokov predstavuje 135% (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Etoro, 2024))

2.1.2.4 ETF

ETF ("exchange-traded fund") je druh združeného investičného cenného papiera, ktorý funguje podobne ako podielový fond. Zvyčajne ETF sledujú určitý index, sektor, komoditu alebo iné aktíva, ale na rozdiel od podielových fondov sa ETF dajú kúpiť alebo predáť na burze cenných papierov rovnakým spôsobom ako bežné akcie. ETF môže byť štruktúrovaný tak, aby sledoval čokoľvek od ceny jednotlivých komodít až po veľký a rôznorodý súbor cenných papierov. ETF môžu byť dokonca štruktúrované tak, aby sledovali špecifické investičné stratégie. Okrem toho bývajú ETF v porovnaní s podielovými fondmi nákladovo efektívnejšie a likvidnejšie. ETF je typ fondu, ktorý drží viacero podkladových aktív, a nie iba jedno ako akcie. Keďže v rámci ETF je viacero aktív, môžu byť obľúbenou voľbou na diverzifikáciu. Fondy ETF tak môžu obsahovať mnoho druhov investícií vrátane akcií, komodít, dlhopisov alebo zmesi rôznych druhov investícií. ETF môže vlastniť stovky alebo tisíce akcií v rôznych odvetviach, alebo môže byť izolovaný na jedno konkrétne odvetvie alebo sektor. Niektoré fondy sa zameriavajú len na ponuky v USA, iné majú globálny pohľad. Napríklad ETF zamerané na bankovníctvo by obsahovali akcie rôznych bánk z celého odvetvia.(Chen, 2024)



Obrázok 5: Graf jedného z najznámejších ETF fondov, známy ako SPY (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Etoro, 2024))

2.1.2.5 Kryptomeny

Kryptomena je digitálna alebo virtuálna mena zabezpečená kryptografiou, ktorá takmer znemožňuje jej falšovanie alebo dvojité míňanie. Väčšina kryptomien existuje v decentralizovaných sieťach využívajúcich technológiu blockchain - distribuovanú účtovnú knihu, ktorú presadzuje rôznorodá sieť počítačov. Charakteristickým znakom kryptomien je, že ich vo všeobecnosti nevydáva žiadna centrálna autorita, čím sú teoreticky odolné voči vládnym zásahom alebo manipulácii, blockchain je v podstate súbor prepojených blokov informácií v online účtovnej knihe. Každý blok obsahuje súbor transakcií, ktoré boli nezávisle overené každým overovateľom v sieti. Každý nový vytvorený blok musí byť pred potvrdením overený, čo takmer znemožňuje falšovanie histórie transakcií. Obsah online účtovnej knihy musí byť odsúhlasený sieťou jednotlivých uzlov alebo počítačov, ktoré účtovnú knihu vedú. (Frankenfield, 2023)

Odborníci tvrdia, že technológia blockchain môže slúžiť viacerým priemyselným odvetviam, dodávateľským reťazcom a procesom, ako je napríklad online hlasovanie a crowdfunding. Finančné inštitúcie, ako napríklad JPMorgan Chase & Co (JPM), využívajú technológiu blockchain na zníženie transakčných nákladov zefektívnením spracovania platieb. (Frankenfield, 2023)

Treba mať na mysli, že kryptomeny majú povest' nestabilných investícií kvôli vysokým stratám investorov spôsobeným podvodmi, hackermi, chybami a volatilitou. Hoci sú základná kryptografia a blockchain vo všeobecnosti bezpečné, technická zložitosť používania a uchovávanía kryptoaktív môže byť pre nových používateľov značným rizikom. (Frankenfield, 2023)



Obrázok 6: Graf vývoju kryptomeny Solana (SOL), ktorá od svojho all-time-high stratila 50% na hodnote (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Etoro, 2024))

2.1.2.6 Dlhopisy

Dlhopis je nástroj s pevným výnosom, ktorý predstavuje pôžičku poskytnutú investorom dlžníkovi (zvyčajne podnikovému alebo štátnemu). Dlhopis si možno predstaviť ako vnútropodnikovú zmluvu medzi veriteľom a dlžníkom, ktorá obsahuje podrobnosti o pôžičke a jej splátkach. Dlhopisy používajú spoločnosti, obce, štáty a suverénne vlády na

financovanie projektov a operácií. Majitelia dlhopisov sú dlžníkmi alebo veriteľmi emitenta. (Fernando, 2023a)

Podrobnosti o dlhopisoch zahŕňajú konečný dátum, keď má byť istina úveru vyplatená vlastníčkovi dlhopisu, a zvyčajne obsahujú podmienky pre variabilné alebo fixné úrokové platby, ktoré vykonáva dlžník. (Fernando, 2023a)

Podobne aj korporácie si často požičiavajú na rozvoj svojho podnikania, na nákup nehnuteľností a zariadení, na realizáciu ziskových projektov, na výskum a vývoj alebo na prijímanie zamestnancov. Problém, na ktorý veľké organizácie narážajú, spočíva v tom, že zvyčajne potrebujú oveľa viac peňazí, ako im môže poskytnúť priemerná banka. Dlhopisy poskytujú riešenie tým, že umožňujú mnohým individuálnym investorom prevziať úlohu veriteľa. Verejné dlhové trhy totiž umožňujú tisícom investorov, aby každý z nich požičal časť potrebného kapitálu. Trhy navyše umožňujú veriteľom predávať svoje dlhopisy iným investorom alebo kupovať dlhopisy od iných jednotlivcov - dlho po tom, ako pôvodná emisná organizácia získala kapitál. (Fernando, 2023a)

2.2 Finančná a ekonomická teória

2.2.1 Teória kapitálových trhov

Teória kapitálového trhu sa zaoberá vysvetľovaním a predpovedaním vzťahu medzi očakávaným výnosom a rizikom investícií na kapitálových trhoch, vplyvom efektívne diverzifikovaných portfólií investorov na trhovú mechanizmus oceňovania a či je trh schopný zabezpečiť, aby ceny cenných papierov plne a správne odrážali všetky dostupné informácie. (Lo, 2004)

Okrem toho je teória kapitálových trhov (CMT) je dôležitým pilierom moderných financií, pretože poskytuje základné poznatky o funkčnosti a efektívnosti finančných trhov. Jej jadrom je hypotéza efektívneho trhu (Efficient Market Hypothesis - EMH), ktorá od svojho vzniku výrazne zmenila prostredie teórie investovania, a taktiež AMH (Adaptive Market Hypothesis), ktorá je nasledovateľom EMH. (Lo, 2004)

2.2.1.1 EMH

Hypotéza efektívnych trhov (EMH) je základným konceptom moderných financií, ktorý tvrdí, že na informačne efektívnom trhu ceny plne odrážajú všetky dostupné informácie. To znamená, že cenové zmeny musia byť nepredvídateľné, ak sú správne predvídané a zahŕňajú informácie a očakávania všetkých účastníkov trhu . EMH sa vyvinula s cieľom prispôbiť sa investorom, ktorí sa neboja riskovať, čo viedlo k neoklasickej verzii, podľa ktorej zmeny cien, riadne vážené agregátnymi hraničnými úžitkami, musia byť nepredvídateľné . EMH v podstate naznačuje, že v idealizovanom svete trhov bez trenia a beznákladového obchodovania musia ceny vždy plne odrážať všetky dostupné informácie a z obchodovania založeného na informáciách nemožno získať žiadne zisky, pretože tieto zisky už musia byť zachytené.(Lo, 2004)

Eugene Fama navrhol EMH v 60. rokoch 20. storočia a tvrdil, že finančné trhy absorbujú všetky dostupné informácie, čo znemožňuje investorom dosahovať neustále vyššie výnosy, ako je priemer trhu, prostredníctvom informovanej analýzy alebo postrehov. EMH existuje v troch variantoch. (Baldrige, 2022)

Typy EMH:

Silná forma EMH: Predpokladá, že všetky verejné a súkromné informácie vrátane dôverných informácií sú obsiahnuté v trhových cenách. Napriek historickým príkladom vysokých ziskov z obchodovania s dôvernými informáciami silná EMH spochybňuje pretrvávajúce využívanie dôverných informácií. (Baldrige, 2022)

Polo-silná forma EMH: Verí, že všetky verejné informácie sú zahrnuté v trhových cenách, pričom pripúšťa určitú predvídateľnosť z dôverných informácií, ale odmieta fundamentálny a technický výskum ako prevažne neúčinné pri ovplyvňovaní cien. (Baldrige, 2022)

Slabá forma EMH: Predpokladá, že trhové ceny odrážajú väčšinu verejných informácií. Umožňuje potenciálne predvídanie pohybov trhu na základe dôverných informácií a komplikovanej fundamentálnej analýzy, ale spochybňuje technickú analýzu. (Baldrige, 2022)

Dôsledky hypotézy efektívneho trhu (EMH) predstavujú významný posun v investičných metódach. Zástancovia EMH obhajujú pasívne investičné stratégie, ktoré uprednostňujú dynamiku širokého trhového sektora pred výberom jednotlivých aktív na základe výskumu. Tento príklon vyplýva z presvedčenia, že aktívne riadenie prináša väčšie nákladové pomery, ktoré sa údajne venujú "zbytočnému" výskumu a analýze. (Jensen, 2005)

Základným princípom, ktorý zdieľajú všetci zástancovia EMH bez ohľadu na formu, je, že budúce pohyby na trhu sú nepredvídateľné. To spochybňuje životaschopnosť používania trhových modelov na prijímanie investičných rozhodnutí. V dôsledku toho sa dôvera v EMH často zhoduje s prijatím pasívnych metód investovania zameraných na riadenie dynamiky trhu, zatiaľ čo skepsa podporuje účasť na aktívnych investičných prístupoch. Diskusia, ktorú podnietil EMH, zasahuje hlboko do podstaty finančných stratégií, spochybňuje tradičné prístupy a pripravuje pôdu pre diferencované chápanie dynamiky trhu, ktoré sa naďalej vyvíja. (Jensen, 2005)

EMH však nie je bez kritiky. Jeho dôsledky vrhajú široké svetlo na tradičné aktívne riadenie portfólia a naznačujú, že pasívne techniky, ako napríklad indexovanie, môžu ponúknuť praktickejšie alternatívy. V konfrontácii so špecifikami reálnych trhov, správaním investorov a opakujúcimi sa cyklami trhových bublín a kolapsov však odporcovia naďalej spochybňujú predpoklady teórie. (Jensen, 2005)

2.2.1.2 AMH

EMH bola hromozvodom pre svojich žiakov a zástancov behaviorálnej ekonómie a financií a bola predmetom mnohých polemík a kritiky . Napriek niekoľkým desaťročiam výskumu a tisíckam štúdií ekonómovia zatiaľ nedospeli ku konsenzu o tom, či sú trhy, najmä finančné, skutočne efektívne .Táto polemika viedla k návrhu novej perspektívy, hypotézy adaptívnych trhov (Adaptive Markets Hypothesis - AMH), ktorá je založená na evolučnom prístupe k ekonomickým interakciám a najnovšom výskume v oblasti kognitívnych neurovied. (Lo, 2004)

AMH predpokladá, že efektívnosť trhov a rozmach a úpadok finančných inštitúcií, investičných produktov a nakoniec aj inštitucionálneho a individuálneho bohatstva sú podmienené dynamikou evolúcie - konkurenciou, mutáciou, reprodukciou a prirodzeným výberom . AMH navrhuje, aby sa efektívnosť trhu cyklicky menila v čase, a uznáva zmeny trhových podmienok, ktoré tradičná EMH plne nezohľadňuje. (Lo, 2004)

Okrem toho z AMH vyplýva, že inovácia je kľúčom k prežitiu, keďže uznáva, že vzťah rizika a výnosov sa v čase mení a prispôbovanie sa meniacim sa trhovým podmienkam je lepším spôsobom, ako dosiahnuť konzistentnú úroveň očakávaných výnosov . Tento evolučný rámec dokáže zosúladiť mnohé zdanlivé rozpory medzi efektívnymi trhmi a výnimkami v správaní a naznačuje, že organizujúcim princípom pri určovaní vývoja trhov a finančných technológií je jednoducho prežitie. (Lo, 2004)

Napriek svojej kvalitatívnej povahe ponúka AMH hmatateľné dôsledky. Naznačuje nestabilný vzťah medzi rizikom a odmenou v čase, ktorý podlieha zmenám v trhovej ekológii, preferenciách obyvateľstva a regulačných rámcoch. Empirické pozorovania tiež dokazujú cyklickú efektívnosť trhu, čo spochybňuje predpoklad EMH o večnej rovnováhe. (Lo, 2004)

Hoci sa evolučné koncepcie ešte len musia plne integrovať do hlavného prúdu financií, prebiehajúce skúmanie teoretických, empirických a experimentálnych aspektov môže pripraviť pôdu pre ich širšie prijatie.(Lo, 2004)

2.2.2 Moderná teória portfólia

Moderná teória portfólia (MPT) alebo „analýza strednej hodnoty a variancie (mean-variance analysis)“ je matematický rámec na zostavenie portfólia aktív tak, aby sa maximalizoval očakávaný výnos pri danej úrovni rizika. Ide o formalizáciu a rozšírenie diverzifikácie v investovaní, teda myšlienky, že vlastniť rôzne druhy finančných aktív je menej rizikové ako vlastniť len jeden druh. Jej kľúčovým poznatkom je, že riziko a výnosnosť aktíva by sa nemali posudzovať podľa neho samotného, ale podľa toho, ako prispieva k celkovému riziku a výnosnosti portfólia. Ako miera rizika sa používa rozptyl výnosov (alebo jeho transformácia, štandardná odchýlka), pretože je sledovateľný pri kombinovaní aktív do portfólií. Často sa ako náhrada za výhľadové verzie týchto veličín používa historický rozptyl a kovariancia výnosov, ale k dispozícii sú aj iné, sofistikovanejšie metódy. (Baldrige, 2023)

Ekonom Harry Markowitz predstavil MPT v eseji z roku 1952, za ktorú neskôr získal Nobelovu cenu za ekonomické vedy. (Baldrige, 2023)

Riadenie rizika a MPT:

MPT kladie dôraz na diverzifikáciu s cieľom riešiť problém investora, ktorý sa usiluje o vysoké výnosy a zároveň obmedzuje riziko. Presadzuje strategické rozmiestnenie aktív medzi viaceré cenné papiere s cieľom znížiť riziko. Zmyslom diverzifikácie je vyvážiť volatilitu vysoko rizikových investícií perspektívnymi výnosmi zo stabilnejších aktív, a tak znížiť celkové riziko portfólia. (Investopedia, 2023)

Rozpoznanie korelácie:

Korelačné koeficienty, ktoré sa pohybujú v rozmedzí od -1 do +1, sa používajú na kvantifikáciu prepojenia medzi dvoma akciami alebo portfóliami. Korelácia +1 znamená dokonalý pozitívny pohyb, zatiaľ čo -1 znamená dokonalý negatívny pohyb. MPT zdôrazňuje význam korelácie pri tvorbe portfólia, pričom poukazuje na to, že aktíva so zápornou koreláciou sa správajú v opačnom smere ako zvyšok portfólia, čo môže kompenzovať straty počas poklesov. (Investopedia, 2023)

Moderná teória portfólia umožňuje investorom zostaviť efektívnejšie portfólia. Každú možnú kombináciu aktív možno znázorniť na grafe, pričom riziko portfólia je na osi X a očakávaný výnos na osi Y. Tento graf odhaľuje najžiadanejšie kombinácie portfólia. (Investopedia, 2023)

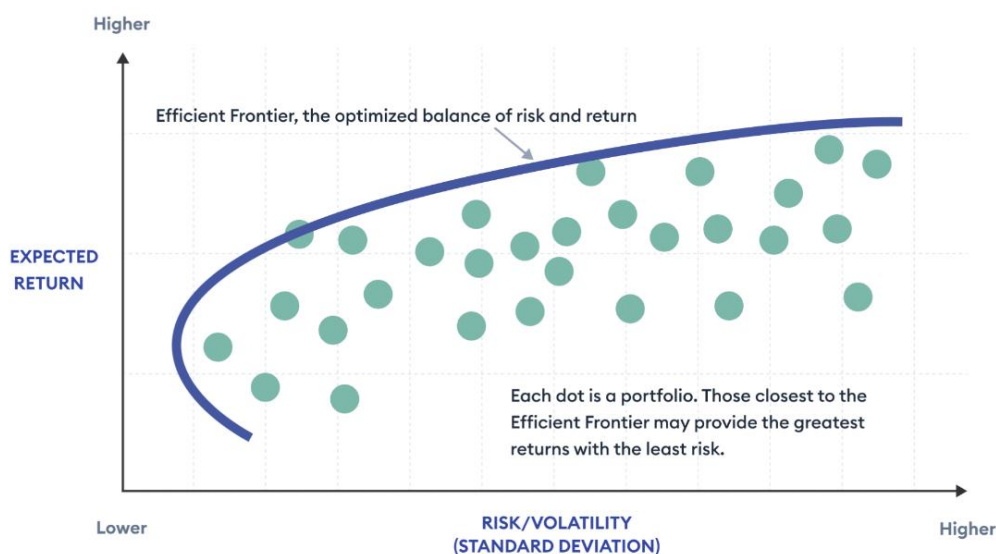
Alokácia aktív a strategický prístup:

MPT, podobne ako diverzifikácia, zdôrazňuje význam inteligentnej alokácie aktív. Táto stratégia sa zameriava na udržiavanie vyváženej a primeranej dlhodobej alokácie a zároveň sa vyhýba časovaniu trhu. Podporuje pravidelné obnovovanie rovnováhy s cieľom udržať požadovaný profil rizika/výnosu a zabezpečiť stabilitu portfólia v priebehu času. (Baldrige, 2023)

Efektívna hranica:

Efektívna hranica je graf, ktorý predstavuje najefektívnejšie alebo rizikovo optimalizované rozdelenie portfólia pre rôzne očakávané výnosy. Finanční experti vykresľujú efektívnu hranicu porovnávaním očakávaných výnosov z investičného portfólia pri rôznych alokáciách aktív. Os X predstavuje riziko a os Y výnosy. (Baldrige, 2023)

Na základe všetkých možných hypotetických portfólií vzhľadom na rozsah alokácií aktív by výsledný tvar mal byť parabola s priamkou, ktorá sa skláňa smerom nahor zľava doprava. Táto priamka je efektívna hranica a každé portfólio ležiace na tejto priamke alebo nad ňou predstavuje optimálne portfólio, ktoré ponúka najvyšší výnos pri určitej úrovni rizika. Portfóliá pod touto priamkou nie sú optimalizované. (Baldrige, 2023)



Obrázok 7: Efektívna hranica (Zdroj: (Baldrige, 2023))

Kľúčové piliere MPT, ako sú diverzifikácia, korelačná analýza a strategická alokácia aktív, poskytujú pevný rámec na vytváranie a riadenie efektívnych portfólií. MPT radí investorom smerom k bezpečným investičným stratégiám prostredníctvom vyváženia rizika a výnosu, pričom vytvára stabilné, dobre štruktúrované portfóliá, ktoré zodpovedajú ich tolerancii voči riziku a finančným cieľom. (Baldrige, 2023)

Kritika MPT:

Najzávažnejším nedostatkom MPT je, že analyzuje portfóliá predovšetkým na základe rozptylu, a nie rizika poklesu. To znamená, že podľa modernej teórie portfóliá sa dve portfóliá s rovnakou úrovňou variability a výnosov považujú za rovnako prijateľné. Táto volatilita môže v jednom portfóliu existovať v dôsledku častých menších strát. Ďalším dôvodom variability môžu byť nezvyčajné, ale veľkolepé straty. Väčšina investorov by uprednostnila pravidelné malé straty, ktoré sa ľahšie znášajú. (Baldrige, 2023)

Postmoderná teória portfóliá (PMPT) sa snaží vylepšiť modernú teóriu portfóliá tým, že sa zameriava skôr na riziko poklesu ako na variabilitu. (Baldrige, 2023)

V závere treba spomenúť, že podstatou MPT je, že trh je ťažké poraziť a že tí, ktorí trh porazia, podstupujú nadpriemerné riziko. Z toho tiež vyplýva, že títo ľudia, ktorí podstupujú riziko, zaplatia cenu, keď trhy klesnú. (McClure, 2023)

Na druhej strane investori ako Warren Buffett pripomínajú, že teória portfólia je len teória. V konečnom dôsledku o úspechu portfólia rozhodujú schopnosti investora a čas, ktorý mu venuje. Často je rozumnejšie vybrať si malý počet nevýhodných aktív a čakať, kým sa trh vychýli vo váš prospech, než sa spoliehať len na trhové priemery. (McClure, 2023)

2.2.3 CAPM

Model oceňovania kapitálových aktív (CAPM – Capital Asset Pricing Model) je kľúčovou súčasťou modernej teórie portfólia (MPT) a používa sa na určenie očakávaného výnosu aktíva na základe úrovne jeho systematického rizika. Model vytvorili William Sharpe, John Lintner a Jan Mossin v 60. rokoch 20. storočia a odvtedy sa stal široko používaným nástrojom vo financiách. (Perold, 2004)

Model CAPM vychádza z nasledujúcich predpokladov:

1. Investori sú racionálni a averzní voči riziku, čo znamená, že sa snažia maximalizovať očakávaný výnos pri danej úrovni rizika. (Perold, 2004)
2. Všetci investori majú prístup k rovnakým informáciám a môžu si voľne požičiavať a požičiavať za bezrizikovú sadzbu. (Perold, 2004)
3. Trh je efektívny, čo znamená, že všetky aktíva sú správne ocenené na základe ich rizikových a výnosových charakteristík. (Perold, 2004)
4. Investori majú diverzifikované portfóliá, čo znamená, že držia kombináciu aktív s cieľom znížiť riziko. (Perold, 2004)

Vzorec CAPM je nasledovný:

$$ER=RF+(\beta\times(MR-RF))$$

Očakávaný výnos = bezriziková sadzba + Beta x (trhový výnos - bezriziková sadzba)

Kde:

- Očakávaný výnos je výnos, ktorý investor očakáva z aktíva.
- Bezriziková sadzba je miera výnosu bezrizikového aktíva, napríklad štátneho dlhopisu.
- Beta je mierou systematického rizika aktíva, teda toho, do akej miery je výnos aktíva ovplyvnený zmenami na trhu.
- Trhový výnos je výnos z celkového trhu, napríklad indexu S&P 500. (Perold, 2004)

CAPM je pre investorov užitočný, pretože poskytuje spôsob, ako odhadnúť očakávaný výnos aktíva na základe úrovne jeho rizika. Porovnaním očakávanej návratnosti aktíva s jeho požadovanou mierou návratnosti (stanovenou podľa CAPM) môžu investori určiť, či je aktívum nadhodnotené alebo podhodnotené, a prijímať informované investičné rozhodnutia. Pre model bude stále pozitívnym znakom, ak väčšina investorov bude držať široko diverzifikované portfóliá. (Perold, 2004)

CAPM je však predmetom kritiky, najmä pokiaľ ide o jeho predpoklady a presnosť jeho predpovedí. Niektorí kritici tvrdia, že model je príliš zjednodušený a nezohľadňuje všetky faktory, ktoré ovplyvňujú ceny aktív. Napriek tejto kritike zostáva CAPM široko používaným nástrojom vo financiách a je dôležitou súčasťou MPT. (Perold, 2004)

2.2.4 Riadenie rizík

Riziko je neoddeliteľné od výnosu. Každá investícia zahŕňa určitý stupeň rizika. Môže sa blížiť k nule v prípade amerických pokladničných poukážok alebo byť veľmi vysoké v prípade akcií rozvíjajúcich sa trhov alebo nehnuteľností na trhoch s vysokou infláciou. Riziko sa kvantifikuje v absolútnom a relatívnom vyjadrení. Dôkladné pochopenie rizika v jeho rôznych podobách môže investorom pomôcť lepšie pochopiť príležitosti, kompromisy a náklady spojené s rôznymi investičnými prístupmi.

Riadenie rizika zahŕňa identifikáciu a analýzu oblastí, v ktorých riziko existuje, a rozhodovanie o tom, ako sa s ním vysporiadať. Vyskytuje sa všade vo sfére financií. (Kenton, 2023)

Techniky riadenia rizík:

Vyhýbanie sa riziku: Najzrejmejším spôsobom riadenia rizika je úplne sa mu vyhnúť. Niektorí investori robia svoje investičné rozhodnutia tak, že úplne vynechajú volatilitu a riziko. To znamená, že si vyberajú najbezpečnejšie aktíva s malým alebo žiadnym rizikom. (Kenton, 2023)

Zadržiavanie: Táto stratégia zahŕňa akceptovanie všetkých rizík, ktoré sa vám prihodia, a uznanie, že patria k tomuto územiu. (Kenton, 2023)

Zdieľanie: Táto technika spočíva v tom, že dve alebo viac strán prevezme dohodnutú časť rizika. Napríklad zaistovatelia kryjú riziká, ktoré poisťovne nedokážu zvládnuť samy. (Kenton, 2023)

Prevod: Riziká sa môžu prenášať z jednej strany na druhú. Napríklad zdravotné poistenie zahŕňa prenos rizika krytia z vás na poisťovňu, pokiaľ budete platiť poistné. (Kenton, 2023)

Predchádzanie stratám a ich znižovanie: Táto stratégia skôr znamená, že namiesto eliminácie potenciálnych rizík nájdete spôsoby, ako minimalizovať svoje straty tým, že im zabránite, aby sa rozšírili do iných oblastí. Diverzifikácia môže byť pre investorov spôsobom, ako znížiť svoje straty. (Kenton, 2023)

Typy rizík na úrovni portfólia

Externé obchodné riziká: Tieto riziká sa riadia nekontrolovateľnými externými faktormi a môžu zahŕňať narušenie odvetvia, zmeny v prostredí konkurentov, hospodársky pokles, úpravy politického alebo regulačného prostredia a nepredvídané katastrofy, ako napríklad pandémie. Na zosúladenie s vyvíjajúcimi sa podnikovými plánmi si takéto riziká často vyžadujú adaptívne riadenie portfólia. (Washington, 2022)

Interné podnikateľské riziká: Interné zmeny alebo problémy v rámci podniku, ako sú prevádzkové problémy, zmeny vo vedení, kvalita riadenia portfólia, finančné zdravie a iné prevádzkové obmedzenia, môžu mať priamy vplyv na realizáciu projektov. Aby sme zostali odolní voči týmto zmenám, sú potrebné komplexné postupy riadenia portfólia. (Washington, 2022)

Riziká súvisiace s realizáciou: Patria sem riziká súvisiace s kľúčovými prekážkami projektu, závislosťami projektu, obmedzeniami kapacity zdrojov a kvalitou riadenia projektu. Tieto riziká môžu prerušiť jednotlivé projekty alebo v extrémnych situáciách ovplyvniť celkovú výkonnosť portfólia. Na zmiernenie týchto nebezpečenstiev je potrebné proaktívne monitorovanie a spoľahlivé postupy riadenia rizík. (Washington, 2022)

Investori chcú často poznať straty, ktoré sú spojené s investíciou, ako aj to, ako veľmi sa aktívum odchyľuje od očakávaného výsledku. Hodnota v riziku (VAR) sa snaží kvantifikovať mieru straty spojenú s investíciou s danou úrovňou spoľahlivosti počas definovaného obdobia. Riadenie rizík je kľúčovou súčasťou investičného a finančného sveta. Vyžaduje si, aby investori a manažéri fondov identifikovali, analyzovali a prijímali dôležité rozhodnutia týkajúce sa neistoty, ktorá je spojená s dosahovaním ich cieľov. Riadenie rizík umožňuje jednotlivcom dosiahnuť svoje ciele a zároveň zmierniť alebo riešiť všetky súvisiace straty. (Kenton, 2023)

2.3 Ekonometrická a štatistická teória

2.3.1 Metriky hodnotenia výkonnosti

Priemer: je priemer súboru premenných. Vypočíta sa tak, že sa spočítajú všetky hodnoty v súbore údajov a celkový počet hodnôt sa vydolí celkovým počtom hodnôt. (DPhil, 2016)

Medián: Ak sú hodnoty v súbore údajov usporiadané vzostupne alebo zostupne, medián je stredná hodnota. Je to hodnota, ktorá rozlišuje hornú a dolnú polovicu údajov. (DPhil, 2016)

Modus: je hodnota, ktorá sa v súbore údajov vyskytuje najčastejšie. Na rozdiel od priemeru a mediánu, ktoré opisujú základné tendencie, mód zdôrazňuje najčastejšie sa vyskytujúcu hodnotu. (DPhil, 2016)

Rozsah: Rozdiel medzi najvyššou a najnižšou hodnotou v súbore údajov predstavuje rozsah. Vysvetľuje rozptyl alebo rozpätie premenných v systéme. (DPhil, 2016)

Alfa: je miera nadmerného výnosu investičného portfólia alebo cenného papiera oproti referenčnej hodnote alebo predpokladanému výnosu. Kladná alfa predstavuje prekonanie výkonnosti, zatiaľ čo záporná alfa predstavuje nedostatočnú výkonnosť. (DPhil, 2016)

Beta: Výkyvy alebo citlivosť výnosov investície vo vzťahu k trhu ako celku sa merajú pomocou beta. Ukazuje, ako veľmi sa cena aktíva pohybuje vo vzťahu k výkyvom trhu. (DPhil, 2016)

Sharpeho pomer: Sharpeho pomer hodnotí výnosnosť investičného portfólia upravenú o riziko. Určuje sa vydelením prebytku výnosu nad bezrizikovou sadzbou štandardnou odchýlkou výnosov portfólia. Táto štatistika pomáha určiť výnos dosiahnutý na jednotku podstupovaného rizika. (DPhil, 2016)

Sortinov pomer: Sortino pomer je variáciou Sharpeho pomeru, ktorá odlišuje škodlivú volatilitu od celkovej celkovej volatility použitím štandardnej odchýlky záporných výnosov portfólia - odchýlky na strane aktív - namiesto celkovej štandardnej odchýlky výnosov portfólia. Sortinov pomer berie výnos aktíva alebo portfólia, odpočíta od neho bezrizikovú sadzbu a potom túto sumu vydolí odchýlkou aktíva smerom nadol. Pomer bol pomenovaný podľa Franka A. Sortina. (DPhil, 2016)

Sortinov pomer je pre investorov, analytikov a portfólio manažérov užitočný spôsob, ako vyhodnotiť výnos investície pri danej úrovni zlého rizika. Keďže tento pomer používa ako mieru rizika len odchýlku smerom nadol, rieši problém používania celkového rizika alebo štandardnej odchýlky, čo je dôležité, pretože volatilita smerom nahor je pre investorov výhodná a nie je faktorom, ktorého sa väčšina investorov obáva. (DPhil, 2016)

Jensenova alfa: Jensenova miera alebo Jensenova alfa je miera výkonnosti upravená o riziko, ktorá predstavuje priemerný výnos portfólia alebo investície, vyšší alebo nižší ako výnos predpovedaný modelom oceňovania kapitálových aktív (CAPM), vzhľadom na

betu portfólia alebo investície a priemerný trhový výnos. Táto metrika sa bežne označuje aj ako jednoducho alfa.

Na presnú analýzu výkonnosti investičného manažéra sa investor musí pozrieť nielen na celkový výnos portfólia, ale aj na riziko tohto portfólia, aby zistil, či výnos investície kompenzuje riziko, ktoré podstupuje. Ak napríklad dva podielové fondy majú oba výnos 12 %, racionálny investor by mal uprednostniť menej rizikový fond. Jensenova miera je jedným zo spôsobov, ako určiť, či portfólio dosahuje primeraný výnos vzhľadom na úroveň rizika.

Ak je hodnota kladná, potom portfólio dosahuje nadmerný výnos. Inými slovami, kladná hodnota Jensenovho alfa znamená, že manažér fondu svojimi schopnosťami pri výbere akcií "porazil trh". (DPhil, 2016)

Treynorov pomer: Treynorov pomer, známy aj ako pomer výnosov k volatilitě, je ukazovateľ výkonnosti, ktorý určuje, aký nadbytočný výnos bol vygenerovaný na každú jednotku rizika, ktorú portfólio podstupuje.

Nadmerný výnos v tomto zmysle znamená výnos dosiahnutý nad výnos, ktorý by sa mohol dosiahnuť pri bezrizikovej investícii. Hoci skutočná bezriziková investícia neexistuje, na reprezentáciu bezrizikového výnosu v Treynorovom ukazovateli sa často používajú štátne pokladničné poukážky.

Treynorov pomer je miera rizika/výnosu, ktorá umožňuje investorom upraviť výnosy portfólia o systematické riziko. Vyšší výsledok Treynorovho pomeru znamená, že portfólio je vhodnejšou investíciou. (DPhil, 2016)

Brownov pohyb: Je to náhodný proces pomenovaný po Robertovi Brownovi, pri ktorom je zmena premennej nezávislá od jej existujúceho stavu. Je to stochastický proces v spojitom čase, ktorý sa používa vo financiách na opis cien aktív, najmä v Black-Scholesovom modeli oceňovania opcií. Brownov pohyb sa vyznačuje náhodnosťou a nepredvídateľnosťou. (DPhil, 2016)

Stochastické metódy : sú to matematické techniky používané na modelovanie systémov s nepredvídateľnosťou alebo neistotou. Stochastické prístupy, ako napríklad stochastický kalkulus alebo stochastické diferenciálne rovnice, sa vo financiách používajú na opis správania finančných nástrojov a trhov, pričom sa zohľadňujú neisté prvky, ktoré

ovplyvňujú ich pohyb a hodnoty. Pomáhajú pri vývoji modelov, ktoré integrujú náhodnosť, čo vedie k presnejšiemu zobrazeniu finančných trhov. (DPhil, 2016)

T-test: Táto štatistická technika určuje, či existuje alebo neexistuje významný rozdiel v priemerných hodnotách dvoch skupín. Jeho vzorec zahŕňa vydelenie rozdielu priemerov vzoriek štandardnou chybou rozdielu. (DPhil, 2016)

Línia kapitálového trhu (Capital Market Line - CML): tento koncept znázorňuje optimálny kompromis medzi rizikom a výnosom dostupný na trhu tým, že predstavuje dotyčnicu od bezrizikovej sadzby k bodu dotyku s efektívnou hranicou. (DPhil, 2016)

Efektívna hranica: Grafické znázornenie optimálnych portfólií s najvyšším očakávaným výnosom pri danej úrovni rizika alebo s najnižším rizikom pri danej úrovni očakávaného výnosu. Vypočítava sa matematicky pomocou prístupov optimalizácie portfólia, ktoré zohľadňujú kovarianciu aktív a predpokladané výnosy. (DPhil, 2016)

Hodnota v riziku (VaR): VaR je metrika hodnotenia rizika, ktorá hodnotí potenciálnu stratu investičného portfólia v stanovenom časovom horizonte pri určitej úrovni spoľahlivosti. Vypočítava najvyššiu možnú stratu za určité časové obdobie. (DPhil, 2016)

Simulácia Monte Carlo: Je to výpočtová technika, ktorá modeluje možné výsledky systému alebo procesu pomocou náhodného výberu vzoriek. Používa sa na analýzu vplyvu rizika a neistoty v prognostických modeloch spustením mnohých pokusov na vytvorenie rozsahu pravdepodobných výsledkov. (DPhil, 2016)

Bayesovská analýza: Štatistická metóda, ktorá aktualizuje pravdepodobnosť hypotézy, keď sú k dispozícii nové údaje alebo informácie, na základe Bayesovej vety. Posudzuje neistotu kombináciou predchádzajúcich znalostí a nových údajov s cieľom aktualizovať predpoklady o hypotéze alebo parametri. (DPhil, 2016)

2.3.2 Analýza časových radov pre výnosy portfólia

Časové rady sú postupnosť dátových bodov, ktoré sa vyskytujú v postupnom poradí počas určitého časového obdobia. To možno porovnať s prierezovými údajmi, ktoré zachytávajú jeden časový bod. V investovaní časové rady sledujú pohyb vybraných dátových bodov, napríklad ceny cenného papiera, za určité časové obdobie, pričom

dátové body sa zaznamenávajú v pravidelných intervaloch. Neexistuje žiadny minimálny alebo maximálny časový úsek, ktorý musí byť zahrnutý, čo umožňuje zhromažďovať údaje spôsobom, ktorý poskytuje informácie, ktoré hľadá investor alebo analytik skúmajúci danú činnosť. (Hayes, 2022)

Časové rady sa môžu snímať o akejkol'vek premennej, ktorá sa v čase mení. V investovaní sa časový rad bežne používa na sledovanie ceny cenného papiera v čase. Môže sa sledovať v krátkodobom horizonte, napríklad cena cenného papiera v priebehu jedného pracovného dňa v danú hodinu, alebo v dlhodobom horizonte, napríklad cena cenného papiera pri uzávierke v posledný deň každého mesiaca v priebehu piatich rokov. Analýza časových radov pomáha pri identifikácii zákonitostí, ako sú trendy, sezónnosť, cyklické výkyvy a nepravidelné pohyby vo finančných údajoch. Pochopenie týchto zákonitostí pomáha predpovedať budúce správanie trhu, čo investorom umožňuje predvídať perspektívne zmeny na trhu. (Hayes, 2022)

Nestacionarita vs. stacionarita

O časovom rade sa hovorí, že je stacionárny, keď sú jeho štatistické vlastnosti konštantné a v časovom rade nie je sezónnosť. (Santra, 2023)

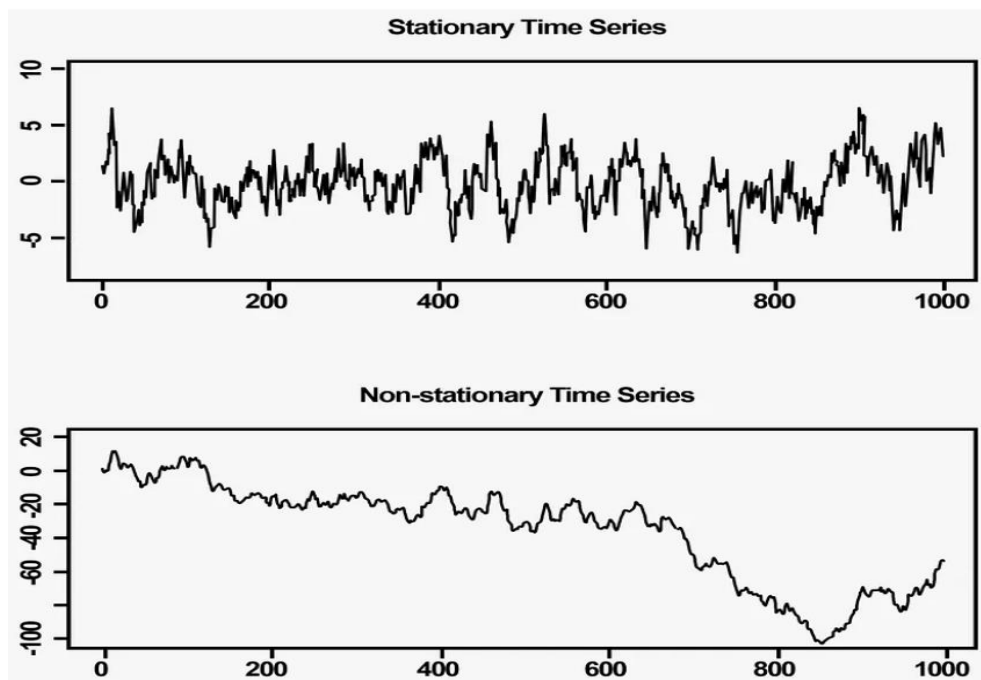
Aby bol časový rad stacionárny, Stredná hodnota časového radu je konštantná. Štandardná odchýlka časového radu je konštantná a v časovom rade nie je žiadny trend ani sezónnosť. (Santra, 2023)

V nestacionárnom časovom rade sa štatistické vlastnosti v čase menia a existuje v ňom zložka trendu a sezónnosti. (Santra, 2023)

V stacionárnom časovom rade sú štatistické vlastnosti dátových bodov konzistentné a nezávisia od času, v ktorom sú pozorované. To znamená, že vzťahy a zákonitosti pozorované v údajoch sú spoľahlivé a možno ich použiť na tvorbu presných prognóz. Naproti tomu nestacionárny časový rad má štatistické vlastnosti, ktoré sa v čase menia, čo môže sťažovať vyvodzovanie spoľahlivých záverov alebo vytváranie presných prognóz. Keďže štatistické vlastnosti údajov sa neustále menia, akýkoľvek model alebo

analýza založená na nestacionárnom časovom rade nemusí poskytnúť spoľahlivé výsledky. (Santra, 2023)

Preto je analýza stacionárnych údajov jednoduchšia a spoľahlivejšia ako analýza nestacionárnych údajov. Stacionárne údaje umožňujú používať jednoduchšie modely a štatistické techniky, ako aj presnejšie predpovede. Používanie nestacionárnych údajov môže viesť k nepresným a zavádzajúcim prognózam, pretože základné štatistické vlastnosti údajov sa s časom neustále menia. (Santra, 2023)



Obrázok 8: Porovnanie stacionárnych a nestacionárnych dát (Zdroj: (Santra, 2023))

2.3.3 Štatistické modely

2.3.3.1 VaR

Hodnota v riziku (VaR) sa nazýva "nová veda o riadení rizík" a je to štatistika, ktorá sa používa na predpovedanie najväčších možných strát v určitom časovom rámci. VaR, ktorú bežne používajú finančné firmy a komerčné banky pri investičných analýzach, dokáže určiť rozsah a pravdepodobnosť potenciálnych strát v portfóliách. Manažéri rizík používajú VaR na meranie a kontrolu úrovne rizikovej expozície. (Harper, 2023)

Tradičným meradlom rizika je volatilita a hlavným záujmom investora je pravdepodobnosť straty peňazí. Štatistika VaR má tri zložky: obdobie, úroveň spoľahlivosti a výšku straty alebo percento straty a môže tieto obavy riešiť:

1. Historická metóda

Historická metóda jednoducho reorganizuje skutočné historické výnosy a zoradí ich od najhorších po najlepšie. Potom predpokladá, že história sa bude z hľadiska rizika opakovať. (Harper, 2023)

2. Metóda rozptylu a odchýlky

Táto metóda predpokladá, že výnosy akcií sú normálne rozdelené a vyžaduje odhad len dvoch faktorov, očakávaného výnosu a štandardnej odchýlky, čo umožňuje normálnu krivku rozdelenia. Normálna krivka je vynesená oproti rovnakým skutočným údajom o výnosoch v grafe vyššie. (Harper, 2023)

3. Simulácia Monte Carlo

Simulácia Monte Carlo označuje akúkoľvek metódu, ktorá náhodne generuje pokusy, ale sama o sebe nám nič nehovorí o základnej metodike.

Pre väčšinu používateľov sa simulácia Monte Carlo rovná "čiernej skrinke" generátora náhodných, pravdepodobnostných výsledkov. Táto technika využíva výpočtové modely na simuláciu predpokladaných výnosov počas stoviek alebo tisícok možných iterácií. (Harper, 2023)

2.3.3.2 Regresia

Regresia je štatistická metóda používaná vo financiách, investovaní a iných odboroch, ktorá sa snaží určiť silu a charakter vzťahu medzi jednou závislou premennou (zvyčajne označenou Y) a radom iných premenných (známych ako nezávislé premenné). (Beers, 2023)

Lineárna regresia, nazývaná aj jednoduchá regresia alebo obyčajné najmenšie štvorce (OLS), je najbežnejšou formou tejto techniky. Lineárna regresia stanovuje lineárny vzťah medzi dvoma premennými na základe priamky najlepšej zhody. Lineárna regresia sa teda graficky znázorňuje pomocou priamky so sklonom, ktorý definuje, ako zmena jednej premennej ovplyvňuje zmenu druhej. Y-intercept lineárneho regresného vzťahu predstavuje hodnotu jednej premennej, keď je hodnota druhej premennej nulová. Existujú aj nelineárne regresné modely, ale sú oveľa zložitejšie. (Beers, 2023)

Pochopenie regresie

Regresia zachytáva koreláciu medzi premennými pozorovanými v súbore údajov a kvantifikuje, či sú tieto korelácie štatisticky významné alebo nie. (Beers, 2023)

Regresia môže pomôcť odborníkom v oblasti financií a investícií, ako aj odborníkom v iných oblastiach podnikania. Regresia môže tiež pomôcť predpovedať tržby spoločnosti na základe počasia, predchádzajúcich tržieb, rastu HDP alebo iných typov podmienok. Model oceňovania kapitálových aktív (CAPM) je často používaný regresný model vo financiách na oceňovanie aktív a zisťovanie nákladov na kapitál. (Beers, 2023)

Regresia a ekonometria

Ekonometria je súbor štatistických techník používaných na analýzu údajov vo financiách a ekonómii. Príkladom použitia ekonometrie je štúdium príjmového efektu pomocou pozorovateľných údajov. Ekonóm môže napríklad vysloviť hypotézu, že so zvyšovaním príjmu osoby sa budú zvyšovať aj jej výdavky. (Beers, 2023)

Ak údaje ukážu, že takýto vzťah existuje, môže sa potom vykonať regresná analýza, aby sa pochopila sila vzťahu medzi príjmom a spotrebou a či je tento vzťah štatisticky významný - to znamená, že sa zdá nepravdepodobné, že je spôsobený len náhodou. (Beers, 2023)

2.4 Python pre investovanie

2.4.1 Prečo Python

Python sa vďaka svojim mnohým vlastnostiam stal silným nástrojom finančnej analýzy. Vďaka svojej prístupnosti, prispôsobivosti a rozsiahlej knižnici je obľúbenou voľbou na prácu s komplexnými finančnými údajmi. Jednoduchosť používania jazyka Python umožňuje rýchlu manipuláciu s údajmi a ich analýzu, čím sa urýchľujú procesy, ktoré sú vo finančnej analýze kľúčové, ako napríklad čistenie, skúmanie a modelovanie údajov. (Hilpisch, 2019)

Python si obľúbili najmä kvantitatívne financie vďaka jeho všestrannosti a výkonným knižniciam určeným na komplexné finančné operácie. Dostupnosť špecializovaných knižníc, ako sú QuantLib, Pyfolio a PyQuant, ktoré sú určené špeciálne na kvantitatívnu analýzu, riadenie rizík a optimalizáciu portfólia, prispela k ich širokému rozšíreniu v tejto oblasti. Okrem toho interakcia jazyka Python so štatistickými balíkmi, ako je StatsModels, a knižnicami strojového učenia, ako je Scikit-learn, rozširuje jeho možnosti a umožňuje pokročilé prediktívne modelovanie a algoritmické obchodné metódy. (Hilpisch, 2019)

Okrem toho živá komunita používateľov jazyka Python podporuje neustály vývoj a podporu, čoho výsledkom je robustný ekosystém zdrojov, výukových programov a príspevkov s otvoreným zdrojovým kódom. Python je vynikajúcou alternatívou pre začínajúcich investorov, ktorí sa zaujímajú o optimalizáciu portfólia založenú na ekonometrii, pretože poskytuje komplexné a zároveň používateľsky prívetivé prostredie na finančnú analýzu a rozhodovanie. (Hilpisch, 2019)

2.4.2 Knižnice Pythonu

Pandas: Pandas je základná knižnica na manipuláciu a analýzu údajov. Poskytuje dátové štruktúry ako DataFrame, ktoré sú kľúčové pre efektívnu manipuláciu so súbormi finančných údajov. Jej funkcie zjednodušujú úlohy, ako je čistenie, manipulácia a analýza údajov. (Hilpisch, 2019)

NumPy: NumPy je kľúčová pre numerické výpočty v jazyku Python. Ponúka podporu polí a matic, čo umožňuje efektívne matematické operácie. Táto knižnica je základom mnohých ďalších numerických knižníc používaných vo financiách. (Hilpisch, 2019)

yfinance: yfinance je špeciálne navrhnutá na získavanie finančných údajov z Yahoo Finance a zjednodušuje proces získavania historických trhových údajov, cien akcií, dividend a ďalších relevantných finančných informácií. (Hilpisch, 2019)

Scikit-learn: Hoci nie je priamo zameraný na financie, poskytuje množstvo nástrojov na strojové učenie vrátane algoritmov na regresiu, klasifikáciu, zhlukovanie a ďalšie. Tieto nástroje možno použiť na finančné údaje na úlohy prediktívneho modelovania alebo klasifikácie. (Hilpisch, 2019)

PyPortfolioOpt: Táto knižnica sa špecializuje na optimalizáciu portfólia. Ponúka nástroje na vytváranie efektívnych portfólií implementáciou rôznych optimalizačných algoritmov, modelov rizika a odhadov výnosov. (Hilpisch, 2019)

Matplotlib a Seaborn: Tieto vizualizačné knižnice sú nepostrádateľné na vizuálnu prezentáciu finančných údajov. Ponúkajú rozmanité možnosti vykresľovania na vytváranie informatívnych grafov, diagramov a grafov na analýzu a prezentácie. (Hilpisch, 2019)

3 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

3.1 Predstavenie spoločnosti

Investičná firma ABC je špičkový fintech startup pôsobiaci niekoľko rokov primárne na slovenskom trhu s víziou demokratizovať investovanie pre začínajúcich investorov, čiže ľudí laikov v tomto odvetví, pomocou pokročilej kvantitatívnej analýzy. (ABC, 2024)

Poslanie

Poslaním firmy je poskytnúť začínajúcim investorom sofistikované techniky na investovanie, ktoré sú zároveň užívateľsky prívetivé. Odstránením zložitosti z trhovej rovnice zabezpečuje, aby klienti operovali s údajmi, ktoré im umožnia prijímať základné a jednoduché rozhodnutia. (ABC, 2024)

Vízia

Víziou spoločnosti je pokračovať v inováciách v oblasti investičných technológií, to znamená vyvíjať systémy a stratégie, ktoré moderným investorom ponúkajú najlepšie možnosti na trhu. Firma stanoví nové štandardy v oblasti investičnej analýzy a presúva pozornosť trhu na investície do svojich zariadení. (ABC, 2024)

História a príbeh založenia

Spoločnosť ABC, ktorá bola založená v roku 2016, založila skupina dátových vedcov a finančných analytikov. Skúsenosti spoluzakladateľov im poskytli pohľad na to, že v spoločnostiach poskytujúcich investičný softvér bežnému používateľovi existuje medzera. Platformy buď začínajú veľmi komplikovane s pokročilými algoritmi, alebo neponúkajú používateľovi žiadnu voľnosť či usmernenie. Keďže spoluzakladatelia videli potenciál pre pokročilú analýzu v používateľsky prívetivom rozhraní, začali vyvíjať vlastný algoritmus v jazyku Python. Algoritmus dokáže navrhnúť individuálne investičné portfóliá v závislosti od vstupov používateľa. Ide o to, aby platforma nielen navrhovala, ale vysvetľovala a reflektovala používateľovi možnosti, ktoré má. (ABC, 2024)

Základné hodnoty:

- Integrita a transparentnosť
- Inovácie orientované na zákazníka
- Posilnenie postavenia v oblasti vzdelávania (ABC, 2024)

Ponúkané služby:

- Osobná správa portfólia: Vlastný algoritmus a quant/broker, ktorý vytvára vysoko individuálne investičné portfólio v závislosti od rizikových faktorov, všeobecných cieľov a preferencií používateľa.
- Dynamické hodnotenie rizík
- Vzdelávacie nástroje a zdroje
- Vizualizačný panel: prehľadné grafy a diagramy alokácie aktív. (ABC, 2024)

3.2 Súčasný investičný proces a jeho obmedzenia

Opis súčasného procesu

Tradičný investičný proces v spoločnosti je až príliš typickým príkladom existujúceho priemyselného štandardu. Spočiatku spoločnosť, podobne ako mnohé iné spoločnosti v odvetví, využívala štandardné investičné stratégie a kategorizovala používateľov do širokých skupín na základe minimálnych vstupných premenných, ako je vek, výška príjmu a základná preferencia rizika. Tento prístup bol obzvlášť efektívny pri správe veľkého objemu klientov, pretože uspokojoval všeobecné finančné potreby väčšiny jednotlivcov s minimálnym prispôbením. (ABC, 2024)

Možné vedľajšie efekty zastarania a možného obmedzenia:

- **Obmedzená personalizácia:** Existujúci proces sa snaží dôkladne prispôbiť investičné výsledky jednotlivým používateľom. Napríklad dvaja používatelia rovnakého veku a príjmu môžu mať výrazne odlišné finančné ciele a schopnosť riskovať, ale systém medzi nimi takmer nerozlišuje. (ABC, 2024)
- **Neefektívne hodnotenie rizík:** Dotazník tolerancie voči riziku sa neprispôbuje dynamickým zmenám v živote používateľa alebo trhovým podmienkam. (ABC, 2024)
- **Prílišné spoliehanie sa na manuálne monitorovanie:** Súčasný proces si vyžaduje zásahy profesionálnych finančných analytikov, ktorí manuálne upravujú portfóliá na základe výkyvov na trhu alebo upravujú investičné stratégie na základe spätnej väzby od používateľa, čím sa tento proces stáva prácnym a časovo náročným. (ABC, 2024)
- **Obmedzená škálovateľnosť:** S rastúcou zákazníckou základňou sa udržiavanie individuálnej starostlivosti bez výrazného zvýšenia počtu analytikov stáva náročným kvôli manuálnym procesom. (ABC, 2024)
- **Nedostatočné zapojenie používateľov:** Nedostatok interaktívnych nástrojov a podrobných mechanizmov spätnej väzby sťažuje používateľom pochopenie odôvodnenia investičných rozhodnutí, čo vedie k nižšej angažovanosti a spokojnosti. (ABC, 2024)

Výhody skriptov Python

V reakcii na tieto problémy sa spoločnosť prikláňa k sofistikovanejším vývojom skriptov v jazyku Python. Od takéhoto skriptu by sa očakávalo, že splňa čo najviac z nasledovných bodov:

- **Vylepšená personalizácia:** Začlenením podrobnejšieho zberu údajov o investičných cieľoch, preferovaných typoch aktív a jemných aspektoch tolerancie rizika dokáže skript vytvoriť investičné stratégie dokonale prispôbené finančným potrebám a podmienkam jednotlivých používateľov. (ABC, 2024)

- **Automatizované profilovanie rizík:** Skript, ktorý obsahuje pokročilý algoritmus na výpočet rizikových profilov, a autonómne prispôsobuje investičné stratégie v reálnom čase na základe zmien v tolerancii používateľa k riziku a trhovým podmienok. (ABC, 2024)
- **Zvýšená efektívnosť a škálovateľnosť:** Automatizácia úprav portfólia by umožnila firme spravovať väčší počet portfólií efektívnejšie a s menšími zdrojmi. (ABC, 2024)
- **Lepšia interakcia a vzdelávanie používateľov:** Skript obsahuje interaktívne nástroje na vizualizáciu rozloženia aktív a predpokladanej výkonnosti pri rôznych trhových scenároch. (ABC, 2024)
- **Rozhodovanie na základe údajov:** Skript využíva analýzu historických údajov a umožňuje prijímať informovanejšie investičné rozhodnutia. (ABC, 2024)

3.3 Využívanie údajov v investičných stratégiách

Spoločnosť využíva na riadenie svojich investičných stratégií robustnú dátovú architektúru rozdelenú do niekoľkých kľúčových typov údajov:

Údaje poskytované používateľom:

Počas úvodného nastavenia používateľa poskytujú údaje, ako sú výška ich kapitálových investícií, investičné ciele (napr. odchod do dôchodku, kúpa domu), preferované aktíva (akcie, dlhopisy, ETF, kryptomeny), tolerancia voči riziku a dĺžka trvania investície. Tieto informácie sú kľúčové pre vytvorenie investičných portfólií na mieru. (ABC, 2024)

Údaje o finančných trhoch:

Spoločnosť využíva údaje v reálnom čase a historické údaje zo zavedených finančných databáz, ako je Yahoo Finance, ktoré zahŕňajú ceny aktív, dividendy, objemy obchodovania a ďalšie relevantné finančné ukazovatele. (ABC, 2024)

Ekonomické ukazovatele:

Makroekonomické údaje vrátane úrokových sadzieb, miery inflácie, údajov o zamestnanosti a miery rastu HDP sú zahrnuté do analýzy s cieľom posúdiť širšie trhové podmienky a predpovedať budúce pohyby na trhu. (ABC, 2024)

Analýza sentimentu:

Pokročilé techniky spracovania sa používajú na analýzu spravodajských článkov, sociálnych médií a finančných správ s cieľom posúdiť náladu na trhu, ktorá môže významne ovplyvniť ceny aktív a trhové trendy. Známe sú aj nálady investorov zobrazené napríklad vo Fear&Greed Index. (ABC, 2024)

3.4 Záverečné hodnotenie požiadaviek na zlepšenie súčasného riešenia

V tejto kapitole sa hodnotí, ako implementácia môjho Python skriptu v spoločnosti dokáže zlepšiť ponuku služieb firmy, rieši existujúce problémy a prispôsobuje sa vyvíjajúcim sa potrebám začínajúcich investorov. Samotný skript, a jemu skripty podobné, ktoré vlastnia optimalizačné techniky, dokážu byť silnou stránkou firiem ktoré to dokážu implementovať. Od skript ktoré reprezentujú základné demo simulácie investovania až po sofistikované algoritmy ktoré berú aj makroekonomické faktory do obrazu, fintech využíva obe, a skôr či neskôr sa bez toho nezaobíde, ak chce firma ostať na trhu.

Kľúčové zlepšenia a riešenia

- Zvýšená personalizácia a presnosť: Skript v jazyku Python s prístupom ku vstupným údajom a pokročilým algoritmom ponúka bezprecedentnú personalizáciu pri správe portfólia. Presne zosúladzuje portfólio každého klienta s jeho špecifickými finančnými cieľmi, podrobnými rizikovými preferenciami a

požadovanou toleranciou risku, čím zabezpečuje, že každé portfólio je jedinečne prispôsobené každému investorovi. (ABC, 2024)

- Dynamické a citlivé riadenie rizík: Automatický adaptívny model rizika v skripte upravuje investičné stratégie v reálnom čase na základe výkyvov na finančnom trhu a zmien v živote používateľa, čím zabezpečuje proaktívny a ochranný investičný prístup. (ABC, 2024)
- Prevádzková efektívnosť: Automatizácia zložitých výpočtov a rozhodovacích procesov výrazne znižuje potrebu manuálnych zásahov, čím znižuje prevádzkové náklady a zvyšuje škálovateľnosť spoločnosti. (ABC, 2024)

Požiadavky na implementáciu

- Modernizácia technickej infraštruktúry: Na prispôsobenie nového skriptu musí spoločnosť zlepšiť svoju technickú infraštruktúru, aby zabezpečil robustné spracovanie údajov a vysokú spoľahlivosť systému. (ABC, 2024)
- Školenie a rozvoj zamestnancov: Zamestnanci budú potrebovať školenia nielen o technických aspektoch nového systému, ale aj o tom, ako efektívne interpretovať a komunikovať poznatky, ktoré generuje. To sa však skôr vzťahuje na sofistikovanejšie algoritmy. Základné python skripty na vývin portfólia by zamestnanci vo fintech sektore mali ovládať. (ABC, 2024)
- Dodržiavanie právnych predpisov: Pozornosť venovaná dodržiavaniu právnych predpisov je kľúčová, najmä vzhľadom na komplexné možnosti spracovania údajov v skripte. (ABC, 2024)
- Priebežné overovanie údajov: Pravidelné overovanie zdrojov údajov je nevyhnutné na zachovanie presnosti a integrity údajov. To platí aj pre správnosť údajov akciového trhu, ako aj ochranu údajov investorov. (ABC, 2024)
- Mechanizmy spätnej väzby: Štruktúrované mechanizmy spätnej väzby s klientmi sú potrebné na neustále zdokonaľovanie a prispôbovanie skriptu vyvíjajúcim sa potrebám klientov a reálnym výzvam. (ABC, 2024)

4 VLASTNÉ NÁVRHY

V tejto časti bakalárskej práce budem rozvíjať a vysvetľovať tvorbu a implementáciu mnou vytvoreného python skriptu. V konkrétnych podkapitolách vysvetľujem dôvod vzniku a funkcionality jednotlivých funkcií, kde podotýkam na spoluprácu a chronologické fungovanie funkcií. Okrem vysvetlenia funkcií je aj podkapitola venovaná pre „case scenario“ kde si celý kód prakticky ukážeme. V závere tejto kapitoly podotýkam na to, ako veľmi a v čom dokáže takýto skript pomôcť bankám či fintech firmám. V samotnej Spoločnosti ABC je skript vhodný a implementovateľný na demo simuláciu pre nových zákazníkov, a s trochou podpory, vývinu a kolaborácie iných techník (ako aj machine learning) by bol skript vhodný pre implementáciu do bežiacich a serióznych algoritmov. Link na skript sa nachádza v prílohách.

4.1 Prehľad systému

4.1.1 Účel a rozsah pôsobnosti

System investičného profilovania je vytvorený s cieľom pomôcť začínajúcim investorom pri využívaní ich potenciálu prostredníctvom robustnej platformy založenej na údajoch, ktorá usmerňuje ich investičné rozhodnutia. Tento systém zjednodušuje proces investovania a personalizuje ho tým, že zohľadňuje ochotu každého jednotlivca podstupovať riziko, jeho finančné ciele a dostupný kapitál. Jeho hlavným cieľom je zjednodušiť správu portfólia, aby bola zrozumiteľná a zvládnuteľná aj pre tých, ktorí nemajú hlboké finančné znalosti, a umožniť tak investorom s istotou sledovať a realizovať svoje investičné stratégie.

4.1.2 Komponenty a technológie systému

System je poháňaný jazykom Python, ktorý je známy svojou komplexnou podporou manipulácie s údajmi a analýzy pomocou knižníc, ako sú Pandas a NumPy, ktoré precízne zvládajú komplexné úlohy orientované na údaje. Je vybavený vizualizačnými nástrojmi, ako sú Matplotlib a Seaborn, ktoré prezentujú poznatky o údajoch prostredníctvom

intuitívnych grafov, čím zvyšujú zrozumiteľnosť analýz pre používateľov. Trhové údaje v reálnom čase a historické údaje sa získavajú prostredníctvom rozhrania Yahoo Finance API, ktoré je kľúčové na poskytovanie včasných a presných finančných analýz. Optimalizácia portfólia zahŕňa PyPortfolioOpt na integráciu princípov modernej teórie portfólia, čím sa zabezpečuje optimalizácia investičných stratégií.

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import yfinance as yf
from scipy.optimize import minimize
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.model_selection import train_test_split
import statsmodels.api as sm
import tkinter as tk
from tkinter import simpledialog
from pypfopt.efficient_frontier import EfficientFrontier
from pypfopt.expected_returns import mean_historical_return
from pypfopt.risk_models import CovarianceShrinkage
from pypfopt import objective_functions
import requests
from io import StringIO
import time
from requests.exceptions import HTTPError
from datetime import datetime
from time import sleep
import warnings
import plotly.express as px
import plotly.graph_objects as go
```

Obrázok 9: Knižnice, ktoré som nakoniec používal (Zdroj: Vlastné spracovanie)

4.2 Funkčnosť a prevádzka systému

4.2.1 Interakcia s používateľom

Pri spustení systému sú používatelia vyzvaní, aby zadali svoj kapitál, investičné ciele, preferencie aktív, toleranciu voči riziku a dobu, počas ktorej plánujú investovať. Systém vykonáva dôkladné overovanie každého vstupu, aby sa zabezpečilo, že všetky údaje sú presné a relevantné. Napríklad kontroluje, či je zadaný kapitál kladné číslo a či úroveň rizika zodpovedá jednej z preddefinovaných kategórií: nízka, stredná alebo vysoká. Tento dôkladný proces zberu údajov je kľúčový pre prispôsobenie odporúčaní systému tak, aby zodpovedali konkrétnej finančnej situácii používateľa.

```

def collect_user_data():
    print("Welcome to the Investment Profiling System")
    print("Please answer the following questions to help us understand your investment preferences.")

    while True:
        try:
            capital = float(input("How much capital (in USD) do you wish to invest? "))
            if capital <= 0:
                raise ValueError("Capital must be greater than zero.")
            break
        except ValueError as e:
            print("Invalid input. Please enter a valid number for capital.")

```

Obrázok 10: Úryvok funkcie vytvorenej na zbieranie dát používateľa, Dokážeme vidieť robustnosť „inputu“, aby sa nezadalo nič iné ako číslo reprezentujúce kapitál (Zdroj: Vlastné spracovanie)

4.2.2 Správa údajov

Správa údajov v systéme zahŕňa niekoľko kľúčových krokov:

- Zhromažďovanie údajov: Používatelia poskytujú podrobné informácie prostredníctvom štruktúrovaných vstupov.
- Získavanie údajov: Systém využíva rozhranie Yahoo Finance API na získavanie najnovších trhových údajov pre vybrané aktíva, čím sa zabezpečí, že analýza odráža aktuálne trhové podmienky.
- Čistenie údajov: Systém spracúva a spresňuje údaje, opravuje všetky anomálie alebo nezrovnalosti, napríklad odstraňuje alebo upravuje nulové alebo záporné hodnoty, aby sa zabránilo skresleným analýzám.

```

def fetch_historical_data6(selected_assets, start_date="2020-01-01", end_date="2024-01-01", retries=3):
    data = {}
    errors = {}

    # Loop through each category and its assets
    for category, assets in selected_assets.items():
        for asset in assets:
            attempt = 0
            success = False
            while attempt < retries and not success:
                try:
                    print(f"Attempting to download data for {asset}... (Attempt {attempt + 1})")
                    df = yf.download(asset, start=start_date, end=end_date, progress=False)
                    if not df.empty:
                        cleaned_data = df['Adj Close'].replace(0, pd.NA).dropna()
                        if cleaned_data.empty:
                            raise ValueError("Data after cleaning is empty")
                        data[asset] = cleaned_data
                        success = True
                    else:
                        raise ValueError("Downloaded data frame is empty")
                except Exception as e:
                    print(f"Failed to fetch data for {asset} on attempt {attempt + 1}: {e}")
                    time.sleep(2) # Sleep before the next retry
                    attempt += 1
            if attempt == retries:
                errors[asset] = str(e)

```

Obrázok 11: Funkcia na stiahnutie historických dát z Yahoo Finance. Táto funkcia predstavovala najviac problémov, kvôli API limitáciám (Zdroj: Vlastné spracovanie)

```

#additional data cleaning before I use it in main
def clean_data(data):
    return data.replace([np.inf, -np.inf], np.nan).dropna()

```

Obrázok 12: Jedna z funkcií, ktorá zabezpečuje pracovanie s čistými dátami. Konkrétne táto sa zbavuje NaN Values (Zdroj: Vlastné spracovanie)

4.2.3 Optimalizácia portfólia a prognózovanie

System využíva modernú teóriu portfólia na určenie najefektívnejšej alokácie aktív, ktorá maximalizuje výnosy pri používateľom zadanej úrovni rizika. Na výpočet očakávaných výnosov a kovariančnej matice pre rôzne aktíva používa historické trhové údaje získané z Yahoo Finance. Optimalizácia portfólia sa vykonáva pomocou programu PyPortfolioOpt, ktorý pomáha určiť najvýhodnejšie rozdelenie aktív. Okrem toho systém využíva lineárne regresné modely na predpovedanie budúcich cien aktív, čo pomáha používateľom pri plánovaní investičných stratégií na zvolenú dobu trvania investície.

```
def portfolio_optimization(asset_data_dict):
    with warnings.catch_warnings():
        warnings.simplefilter("ignore", UserWarning)
        all_prices = pd.concat([data for data in asset_data_dict.values() if data is not None], axis=1)
        mu = mean_historical_return(all_prices)
        S = CovarianceShrinkage(all_prices).ledoit_wolf().astype(float)
        S = (S + S.T) / 2

        ef = EfficientFrontier(mu, S)
        ef.add_objective(objective_functions.L2_reg, gamma=0.1)
        weights = ef.max_sharpe()
        cleaned_weights = ef.clean_weights()

        performance = ef.portfolio_performance(verbose=True)

    return {'weights': cleaned_weights, 'performance': performance}
```

Obrázok 13: Funkcia, ktorá (okrem iného) rieši Sharpeho pomer a Efficient Frontier (Zdroj: Vlastné spracovanie)

```
def forecast_future_prices(asset_data_dict, forecast_horizon=3):
    forecasted_prices_dict = {}

    for asset, data in asset_data_dict.items():
        if data is not None and not data.empty:
            X = np.arange(len(data)).reshape(-1, 1)
            y = data.values
            model = LinearRegressor()
            model.fit(X, y)

            future_indices = np.arange(len(data), len(data) + forecast_horizon * 252).reshape(-1, 1)
            forecasted_data = pd.DataFrame(
                model.predict(future_indices),
                index=pd.date_range(start=data.index[-1], periods=forecast_horizon * 252, freq='B'),
                columns=[asset]
            )

            forecasted_prices_dict[asset] = forecasted_data

    return forecasted_prices_dict
```

Obrázok 14: Funkcia, ktorá predvída cenu aktíva v budúcnosti skrz lineárnu regresiu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

4.2.4 Vizualizácia

Na zlepšenie pochopenia a interakcie používateľa systém obsahuje viacero metód vizualizácie:

- Grafy alokácie aktív: Tieto grafy zobrazujú rozloženie kapitálu používateľa v rôznych triedach aktív, čím poskytujú jasné vizuálne znázornenie diverzifikácie investícií.
- Tabuľky ukazovateľov výkonnosti: Tabuľky zobrazujú kľúčové metriky, ako sú očakávané výnosy a volatilita, a ponúkajú stručný prehľad finančnej výkonnosti.
- Korelačné mapy: Tieto tepelné mapy odhaľujú vzťahy medzi rôznymi investíciami v portfóliu a pomáhajú používateľom pochopiť, ako ich aktíva navzájom pôsobia.
- Grafy prognóza vs. skutočnosť: Tieto grafy porovnávajú predpovede systému so skutočnou výkonnosťou aktív a ponúkajú prehľad o presnosti a správnosti predpovedí systému.

```
def plot_detailed_allocation(detailed_allocation):
    labels = []
    sizes = []

    for category, assets in detailed_allocation.items():
        for asset, amount in assets.items():
            labels.append(f"{asset} ({category})")
            sizes.append(amount)

    if not sizes:
        print("No allocation data to plot.")
        return

    total = sum(sizes)
    sizes = [s / total * 100 for s in sizes]

    plt.figure(figsize=(10, 8))
    plt.pie(sizes, labels=labels, autopct='%1.1f%%', startangle=90)
    plt.title('Detailed Asset Allocation')
    plt.show()
```

Obrázok 15: Funkcia grafu detailnej alokácie aktív (Zdroj: Vlastné spracovanie)

```

def plot_detailed_allocation_table(detailed_allocation, total_capital):
    assets = []
    percentages = []
    amounts = []

    for category, assets_info in detailed_allocation.items():
        for asset, amount in assets_info.items():
            assets.append(asset)
            percentage = (amount / total_capital) * 100
            percentages.append(f"{percentage:.2f}%")
            amounts.append(f"${amount:,.2f}")

    # Create figure and axis
    fig, ax = plt.subplots()
    ax.axis('tight')
    ax.axis('off')
    ax.set_title('Detailed Capital Allocation')

    # Table data
    table_data = list(zip(assets, percentages, amounts))

    # Create table
    table = ax.table(cellText=table_data, colLabels=['Asset', 'Percentage of Total Capital', 'Amount Allocated'], cellLoc='center', loc='center')
    table.auto_set_font_size(False)
    table.set_fontsize(10)
    table.scale(1.2, 1.2)

    plt.show()

```

Obrázok 16: Funkcia tabuľky detailnej alokácie aktív (Zdroj: Vlastné spracovanie)

```

def plot_correlation_heatmap(historical_data):
    combined_data = pd.DataFrame()

    for asset, data in historical_data.items():
        if isinstance(data, pd.Series):
            combined_data[asset] = data.pct_change()

    combined_data.dropna(inplace=True)

    correlations = combined_data.corr()
    plt.figure(figsize=(10, 8))
    sns.heatmap(correlations, annot=True, cmap='coolwarm', vmin=-1, vmax=1)
    plt.title('Correlation Matrix Heatmap')
    plt.show()

def plot_forecast_vs_actual(historical_data, forecasted_data):
    plt.figure(figsize=(14, 7))
    for asset, hist_data in historical_data.items():
        plt.plot(hist_data.index, hist_data, label=f'Actual - {asset}')
        if asset in forecasted_data:
            plt.plot(forecasted_data[asset].index, forecasted_data[asset], linestyle='--', label=f'Forecast - {asset}')
    plt.title('Forecast vs. Actual Performance')
    plt.xlabel('Date')
    plt.ylabel('Price')
    plt.legend()
    plt.grid(True)
    plt.show()

```

Obrázok 17: Funkcie grafov pre vizualizáciu korelačnej maticy a vizualizáciu minulých a budúcich cien aktív (Zdroj: Vlastné spracovanie)

4.3 Prípadový scenár

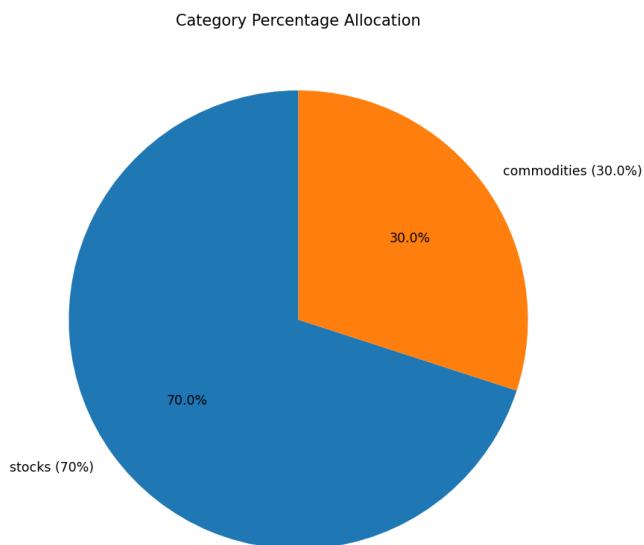
V tejto podkapitole si prejdeme celým scenárom od začiatku po koniec. To znamená, že ako investor najprv zodpovieme na otázky požadované od skriptu, a na základe našich odpovedí si prejdeme aj odporúčania a vizualizácie, kde sa budeme snažiť kriticky hodnotiť návrhy a hľadať „patterny“ v našich rozhodnutiach.

```
Welcome to the Investment Profiling System
Please answer the following questions to help us understand your investment preferences.
How much capital (in USD) do you wish to invest? 1500000
What are your investment goals? Choose one of the following:
1: Just experimenting (e.g., learning about investing)
2: Specific purchase (e.g., buying a car, down payment for a home)
3: Long-term savings (e.g., retirement)
Enter the number corresponding to your goal: 2
Select the types of assets you are interested in by entering the numbers separated by commas:
1: Stocks
2: Bonds
3: Cryptocurrencies
4: Commodities
5: Indices
6: ETFs
Enter your choices (e.g., 1, 3, 5): 1,4
What is your risk tolerance? (low, medium, high): low
Preferred investment duration (in years): 10
{'capital': 1500000.0, 'goals': 'specific_purchase', 'risk_tolerance': 'low', 'duration': 10, 'asset_preferences': {'stocks': ['AAPL', 'MSFT', 'AMZN', 'GOOGL', 'META', 'TSLA', 'BRK-B', 'V', 'JNJ', 'WMT'], 'commodities': ['GC=F', 'SI=F', 'CL=F', 'NG=F', 'HG=F', 'ALI=F', 'ZN=F']}}
```

Obrázok 18: Interakcia medzi používateľom (investorom) a skriptom. Po zodpovedaní týchto otázok pracuje program s vami zadanými dátami. Posledné 2 riadky sú príklad, ako sú tieto dáta zozbierané (Zdroj: Vlastné spracovanie)

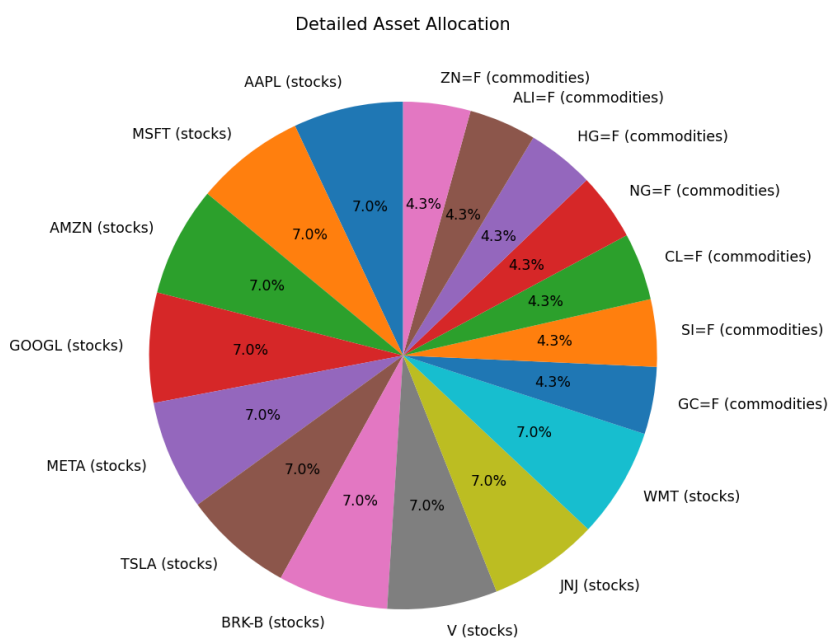
```
Attempting to download data for AAPL... (Attempt 1)
Attempting to download data for MSFT... (Attempt 1)
Attempting to download data for AMZN... (Attempt 1)
Attempting to download data for GOOGL... (Attempt 1)
Attempting to download data for META... (Attempt 1)
Attempting to download data for TSLA... (Attempt 1)
Attempting to download data for BRK-B... (Attempt 1)
Attempting to download data for V... (Attempt 1)
Attempting to download data for JNJ... (Attempt 1)
Attempting to download data for WMT... (Attempt 1)
Attempting to download data for GC=F... (Attempt 1)
Attempting to download data for SI=F... (Attempt 1)
Attempting to download data for CL=F... (Attempt 1)
Attempting to download data for NG=F... (Attempt 1)
Attempting to download data for HG=F... (Attempt 1)
Attempting to download data for ALI=F... (Attempt 1)
Attempting to download data for ZN=F... (Attempt 1)
Expected annual return: 40.4%
Annual volatility: 30.5%
Sharpe Ratio: 1.26
```

Obrázok 19: Sťahovanie dát konkrétnych aktív z yahoo finance, a percentuálne znázornenie ročného výnosu a ročnej volatility. Keďže je výnos lepší ako volatility, Sharpeho pomer má dobrú hodnotu (Zdroj: Vlastné spracovanie)



Obrázok 20: Pie Chart percentuálnej alokácie do typu investícií (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Posledný graf a jeho rozloženie bolo závislé na „inputu“ risk profilu investora (low) a preferovaných typov investícií (1,4 = stocks & bonds)



Obrázok 21: Pie Chart detailnej percentuálnej alokácie do typov aktív (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Detailed Capital Allocation

Asset	Percentage of Total Capital	Amount Allocated
AAPL	7.00%	\$105,000.00
MSFT	7.00%	\$105,000.00
AMZN	7.00%	\$105,000.00
GOOGL	7.00%	\$105,000.00
META	7.00%	\$105,000.00
TSLA	7.00%	\$105,000.00
BRK-B	7.00%	\$105,000.00
V	7.00%	\$105,000.00
JNJ	7.00%	\$105,000.00
WMT	7.00%	\$105,000.00
GC=F	4.29%	\$64,285.71
SI=F	4.29%	\$64,285.71
CL=F	4.29%	\$64,285.71
NG=F	4.29%	\$64,285.71
HG=F	4.29%	\$64,285.71
ALI=F	4.29%	\$64,285.71
ZN=F	4.29%	\$64,285.71

Obrázok 22: Tabuľka s hodnotami percentuálneho rozloženia a alokácie kapitálu v amerických dolároch (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Asset Performance Metrics

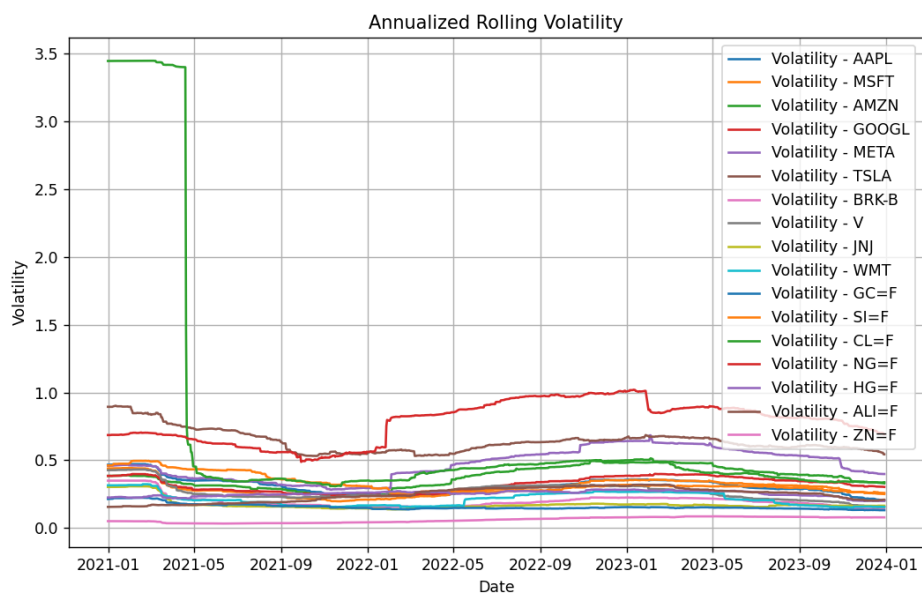
Asset	Annual Returns (%)	Annual Volatility (%)
AAPL	29.901492237718045	33.56810656451202
MSFT	27.584608022603756	32.61545897280393
AMZN	18.895320629098755	37.68798397189004
GOOGL	23.52482931892771	33.53342883340923
META	24.26596780480162	46.78015770535844
TSLA	77.35753616199466	68.10435541792954
BRK-B	13.867345948535045	23.198820980613885
V	12.93947211933639	30.0232078096751
JNJ	6.604220639032772	20.6424394831459
WMT	11.438396754086787	23.614267552164474
GC=F	8.943386725195326	16.567211343765116
SI=F	13.093605336560026	34.5395470135027
CL=F	-72.43737138856322	175.83050044881412
NG=F	32.255317646582974	75.46190602742841
HG=F	10.872168866956972	24.460144549254277
ALI=F	9.070394675948066	23.453849948798354
ZN=F	-3.05576664289681	6.526063287232415

Obrázok 23: Tabuľka s percentuálnymi hodnotami volatility a ročných výnosov jednotlivých aktív (Zdroj: Vlastné spracovanie)



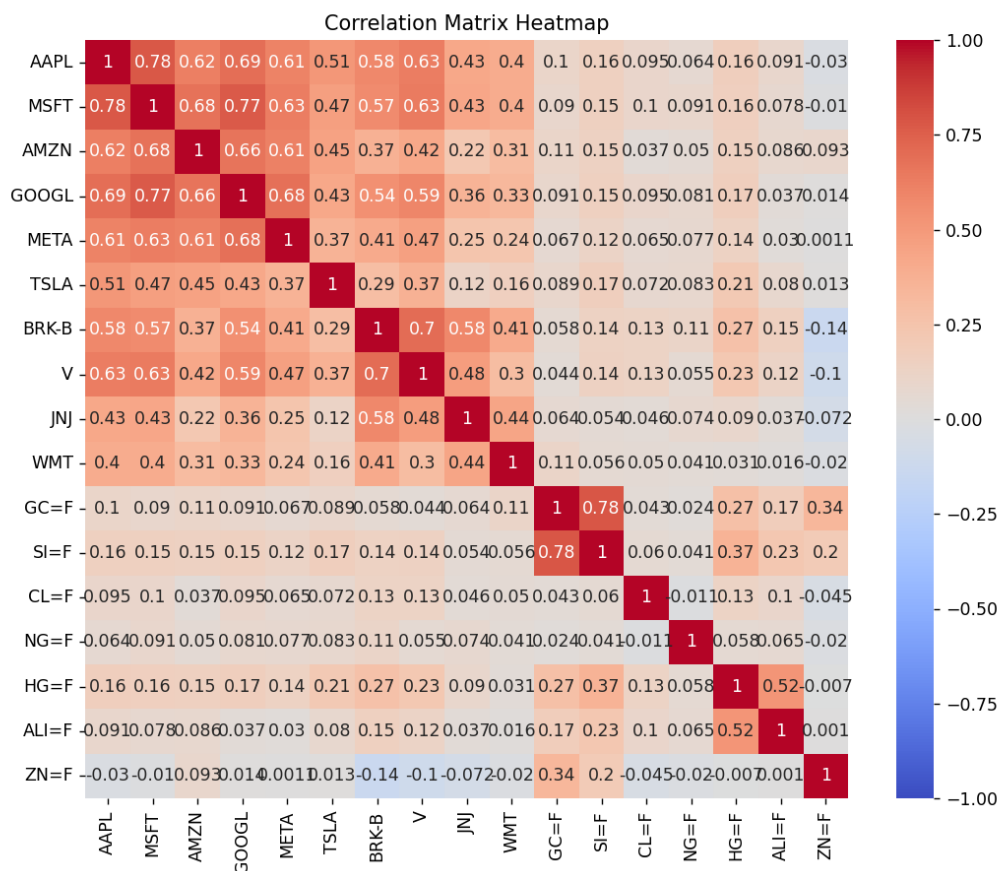
Obrázok 24: Graf výnosov konkrétneho aktíva (AAPL = Apple) (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Tento typ grafu vyskočí pre každé zvolené aktívum. Číže v našom prípade pre všetkých 17 aktív.



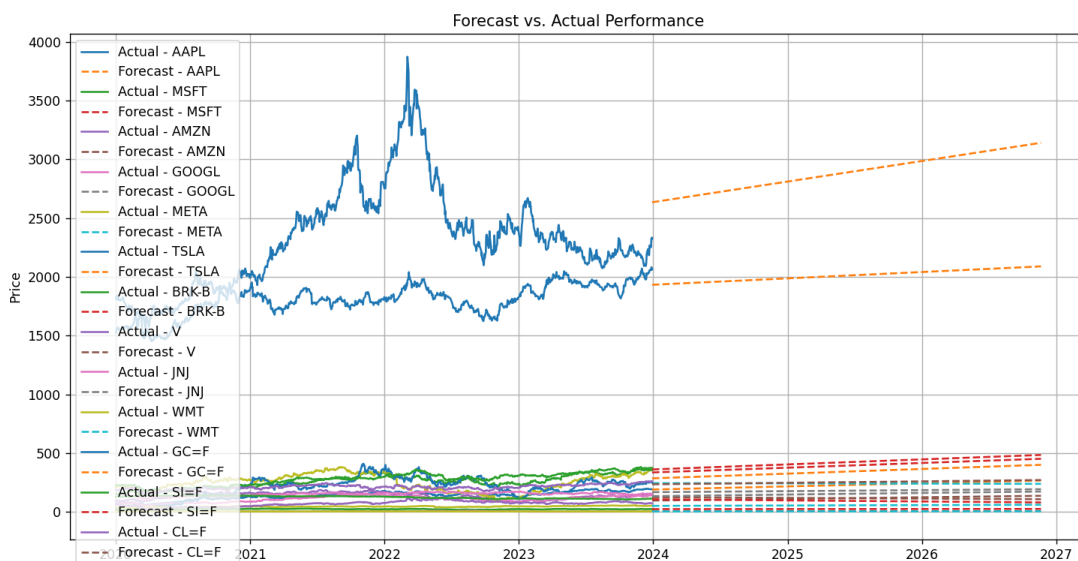
Obrázok 25: Graf ročnej volatility (Zdroj: Vlastné spracovanie)

V poslednom grafe ročnej volatility si dokážeme všimnúť pattern zvýšenej volatility „tech stocks“ v roku 2022, kde veľa akcií zažívalo volatilné obdobie ako (okrem iného) oneskorený vedľajší efekt COVID-19. Na rozdiel volatilita zinku (ZN=F) sa nezmenila.



Obrázok 26: Graf korelačnej matice vybraných aktív (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na grafe korelačnej matice si dokážeme všimnúť patterny a spojenia medzi jednotlivými aktívami. Napríklad „tech giants“ sú priemyselne úzko spojení, preto pohyb jednej akcie bude rovný z veľkej časti aj pohybu druhej akcie. Na rozdiel korelačný vzťah BRK-B s ZN=F je skoro neexistujúci. Dokážeme si všimnúť aj podskupinu korelácie medzi zlatom a striebrom, keďže sú to obe komodity na uschovanie hodnoty, a obe majú silný korelačný vzťah na to druhé aktívum.



Obrázok 27: Graf predikcie budúcej hodnoty aktíva skrz lineárnu regresiu (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Nevýhodou tohto grafu je, že ak má nejaké aktívum (Zlato či Bitcoin) príliš veľkú cenu (BTC napríklad 44 000 dolárov), tak iné aktíva (napríklad akcie, ktoré sú bežne v cene okolo 200 dolárov) sú posunuté nižšie na svoju rešpektujúcu pozíciu, a graf sa číta ťažšie.

4.4 Limitácie a budúcnosť

Aj tento skript má však z pohľadu autora nejaké limitácie a zaujímavú budúcnosť v implementácií.

Limity:

- Nie je zatiaľ urobené prívetivejšie prostredie (ako napríklad v knižnici Django či tkinter) kde by sa laik dokázal naturálnejšie pohybovať v práci so skriptom. Zatiaľ sa skript vyvoláva v termináli.
- Kvôli náročnosti a rýchlosti skriptu sa dokážu stiahnuť „iba“ dáta 4 roky dozadu, a konkrétne aktíva (ako napríklad akcie), ktoré boli zvolené, nemusia byť

relevantné o pár rokov. Preto existuje miesto pre vytvorenie funkcie, ktorá toto dokáže vyriešiť.

Budúcnosť:

- Skript má priestor pre vylepšenie, najviac v oblasti grafov. Už teraz je tam dostatok informácií na implementáciu iných grafov.
- Skript je funkčný a dokáže z neho byť minimálne skúšajúci demo účet investovania na stránke, alebo s trochou pomoci rovno implementovaný do fungujúcich algoritmov.
- Funkčnosť a komplexnosť skriptu je na solídnej úrovni pre vytvorenie skutočného algoritmu, ktorý dokáže fungovať aj v bankách či iných investičných spoločnostiach. To by bolo možné s pomocou silnejšieho počítača/servera a aj strojového učenia (machine learning)

4.5 Záverečné zhodnotenie aktuálneho riešenia

4.5.1 Prehľad scenára pred skriptom

Pred implementáciou systému investičného profilovania čelila Spoločnosť ABC rôznym problémom, ktoré bránili jej efektívnosti pri obsluhu začínajúcich investorov. Procesy boli prevažne manuálne, využívali tradičné metódy, ktoré boli časovo náročné a často viedli k menej individuálnej podpore investorov. Prístup k údajom v reálnom čase a pokročilým analytickým nástrojom bol obmedzený, čo obmedzovalo schopnosť investorov prijímať včasné a informované rozhodnutia. Tento prístup spôsoboval, že služba bola menej škálovateľná a náchylnejšia na chyby v dôsledku závislosti od manuálnych operácií.

4.5.2 Vplyv skriptu na súčasné operácie

Zavedenie systému investičného profilovania výrazne zmenilo prevádzku v spoločnosti prostredníctvom automatizácie niekoľkých kľúčových procesov:

- Vylepšená personalizácia: Systém teraz dokáže dôkladne analyzovať profil investora a poskytovať personalizované stratégie. Predtým boli poskytované rady všeobecné a nemuseli byť prispôsobené individuálnym potrebám. Teraz systém umožňuje zhromažďovať základné údaje, ako je tolerancia voči riziku, investičné ciele a finančná čiastka, ktorá sa má investovať, a prispôbovať odporúčania špeciálne pre každého používateľa.
- Zlepšené využitie údajov: Skript umožňuje prístup k aktuálnym trhovým údajom a využíva pokročilé knižnice jazyka Python na analýzu a predpovedanie budúcich trhových trendov. Táto schopnosť umožňuje systému poskytnúť investorom proaktívny prístup k riadeniu ich portfólií predvídaním budúcich pohybov na trhu.
- Zvýšená efektívnosť a škálovateľnosť: Automatizácia zberu údajov, analýzy a optimalizácie portfólia výrazne skrátila čas potrebný na tieto procesy. Zároveň sa minimalizovalo riziko ľudských chýb, čo viedlo k presnejším výsledkom. Toto vylepšenie nielenže urýchlilo proces plánovania investícií, ale tiež znížilo prevádzkové náklady, čo umožnilo spoločnosti škálovať svoje služby bez zodpovedajúceho nárastu zdrojov.
- Vylepšená podpora rozhodovania: Systém teraz ponúka podrobné vizualizácie a ukazovatele výkonnosti, ktoré pomáhajú demystifikovať zložité investičné koncepty. Tieto nástroje poskytujú používateľom údaje a poznatky potrebné na pochopenie a dôveryhodnosť investičných odporúčaní, ktoré systém poskytuje.

ZÁVER

Táto práca obhaja integráciu techník kvantitatívnej optimalizácie s cieľom vytvoriť praktické nástroje pre začínajúcich investorov, ktoré sú založené na prísnych akademických teóriách a finančných princípoch. V práci sa v teoretickej úrovni vysvetlili 3 hlavné piliere, a to investičné, ekonomicko-finančné a štatistické hľadisko. V každom z nich aj ich podkapitoly potrebné na pochopenie základného pozadia.

Na praktickej úrovni skript v jazyku Python vytvorený v rámci tejto práce umožňuje používateľom jednoducho zadať svoje investičné parametre a získať návrhy portfólia, ktoré vyvažujú riziko a výnos. Vďaka schopnosti začleniť údaje v reálnom čase a vykonávať prediktívnu analýzu sa aplikácia vyvinula skôr na interaktívny nástroj než na statickú službu.

Mix teoretických poznatkov a praktického využitia v tejto práci poukazuje významný objav: so správnymi nástrojmi možno výrazne znížiť bariéry pre sofistikované investičné stratégie, pretože skript v jazyku Python nielenže ponúka prístup k pokročilým finančným analýzám, ale zároveň vzdeláva používateľov, čím zlepšuje ich chápanie základov investovania a zvyšuje ich sebadôveru pri správe osobných portfólií. To ponúka širšie chápanie aj bežným ľuďom, alebo aj zaujatým laikom, ktorý sa od tohto projektu ľahšie dostanú k jadrú veci, a môžu začať svoju kariéru či zväčšiť záujem.

Celkovo táto práca pre mňa predstavuje významný pokrok v oblasti finančného vzdelávania a technológií a ilustruje silu spojenia akademických poznatkov s praktickými aplikáciami s cieľom vytvoriť účinné nástroje pre verejnosť. Navrhuje škálovateľný prístup, ktorý by sa mohol prispôbiť na vzdelávacie účely alebo ďalej zdokonaľiť na účely pokročilého finančného riadenia, čím vytvára sľubný základ pre budúce inovácie v oblasti finančných technológií. Práca teda nielenže vyplní zásadnú medzeru v súčasných investičných zdrojoch, ale tiež pripravuje pôdu pre širšie aplikácie, ktoré by mohli zmeniť finančné vzdelávanie a zapojenie investorov.

POUŽITÁ LITERATÚRA

ABC, Spoločnosť, 2024. *Interné materiály a informácie Spoločnosti ABC*.

BALDRIDGE, Rebecca, 2022. *What Is the Efficient Market Hypothesis? – Forbes Advisor* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.forbes.com/advisor/investing/efficient-market-hypothesis/>

BALDRIDGE, Rebecca, 2023. *What Is Modern Portfolio Theory? – Forbes Advisor* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.forbes.com/advisor/investing/modern-portfolio-theory/>

BEERS, Brian, 2023. *What is Regression? Definition, Calculation, and Example* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/r/regression.asp>

CHEN, James, 2023a. *Risk: What It Means in Investing, How to Measure and Manage It* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/r/risk.asp>

CHEN, James, 2023b. *What Is an Index? Examples, How It's Used, and How to Invest* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/i/index.asp>

CHEN, James, 2023c. *What Is the Stock Market, What Does It Do, and How Does It Work?* [online] [cit. 6.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/s/stockmarket.asp>

CHEN, James, 2024. *Exchange-Traded Fund (ETF) Explanation With Pros and Cons* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/e/etf.asp>

DIXIT, Avinash K.; PINDYCK, Robert S., 2019. A New View of Investment. *Investment under Uncertainty* [online]. 2019, s. 3–25. Dostupné na: doi:10.2307/j.ctt7snv.4

DPHIL, Steve Bell, 2016. *Quantitative Finance for Dummies*.

ETORO, 2024. *Invest in Top Traded Financial Markets on eToro* [online] [cit. 8.5.2024]. Dostupné na: <https://www.etoro.com/discover>

FERNANDO, Jason, 2023a. *Bond: Financial Meaning With Examples and How They Are Priced* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/b/bond.asp>

FERNANDO, Jason, 2023b. *What Is a Commodity and Understanding Its Role in the Stock Market* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/c/commodity.asp>

FRANKENFIELD, Jake, 2023. *Cryptocurrency Explained With Pros and Cons for Investment* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/c/cryptocurrency.asp>

GENG, Jian; NAVON, Ionel et al., 2009. Non parametric calibration of the local volatility surface for European options using a second order Tikhonov regularization [online].

- 2009, roč. 21, s. 5881–5910. Dostupné na: doi:10.1080/1469768YYxxxxxxxx
- HARPER, David R., 2023. *What Is Value at Risk (VaR) and How to Calculate It?* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/articles/04/092904.asp>
- HAYES, Adam, 2022. *What Is a Time Series and How Is It Used to Analyze Data?* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/t/timeseries.asp>
- HAYES, Adam, 2023a. *Dividends: Definition in Stocks and How Payments Work* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/d/dividend.asp>
- HAYES, Adam, 2023b. *Stocks: What They Are, Main Types, How They Differ From Bonds* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/s/stock.asp>
- HAYES, Adam, 2023c. *Volatility: Meaning In Finance and How it Works with Stocks* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/v/volatility.asp>
- HILPISCH, Yves J., 2019. *Python for Finance: Mastering Data-Driven Finance*.
- INVESTOPEDIA, 2023. *Modern Portfolio Theory: What MPT Is and How Investors Use It* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/m/modernportfoliotheory.asp>
- JENSEN, Michael C., 2005. Capital Markets: Theory and Evidence. *SSRN Electronic Journal* [online]. 2005, roč. 3, č. 2, s. 357–398. Dostupné na: doi:10.2139/ssrn.350429
- KENTON, Will, 2023. *What Is Risk Management in Finance, and Why Is It Important?* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/r/riskmanagement.asp>
- LO, Andrew W., 2004. The Adaptive Markets Hypothesis. 2004, roč. 58, č. 10, s. 743–744.
- MCCLURE, Ben, 2023. *Modern Portfolio Theory: Why It's Still Hip* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/managing-wealth/modern-portfolio-theory-why-its-still-hip/>
- MITCHELL, Cory, 2023. *Contract for Differences (CFDs) Overview and Examples* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/articles/stocks/09/trade-a-cfd.asp>
- NAPOLETANO, E.; CURRY, Benjamin, 2022. *What Is Investing? How Can You Start Investing? – Forbes Advisor* [online] [cit. 6.1.2024]. Dostupné na: <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-investing/>
- PEROLD, André F., 2004. The Capital Asset Pricing Model. *Economic Ideas You Should Forget* [online]. 2004, roč. 18, č. 3, s. 47–49. Dostupné na: doi:10.1007/978-3-319-47458-8_19

SANTRA, Ritu, 2023. *Stationarity in Time Series. Stationary vs non-Stationary Time...* | by Ritu Santra / Medium [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://medium.com/@ritusantra/stationarity-in-time-series-887eb42f62a9>

SEGAL, Troy, 2023. *What Is Diversification? Definition as Investing Strategy* [online] [cit. 9.1.2024]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/d/diversification.asp>

WASHINGTON, Tim, 2022. *PPM 101 - Portfolio Risk Management | Acuity PPM* [online] [cit. 10.1.2024]. Dostupné na: <https://acuityppm.com/ppm-101-portfolio-risk-management/>

PRÍLOHY

Príloha č. 1: Link na mojom github repository kde si môže čítateľ stiahnuť môj python skript: <https://github.com/matobanas/bakalarka/blob/main/finalbc.py>