

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

Tomáš Vlček

Univerzita Pardubice

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Analýza ziskovosti technických indikátorů

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tomáš Vlček**
Osobní číslo: **I22143**
Studijní program: **B0688A140009 Informační technologie**
Téma práce: **Analýza ziskovosti technických indikátorů**
Zadávající katedra: **Katedra informačních technologií**

Zásady pro vypracování

Práce bude zaměřena na prostudování vybraných metod technické analýzy, která se používá k predikci chování akcií na burze. Softwarové řešení bude kromě práce s nástroji technické analýzy počítat zvolené metriky pro měření ziskovosti indikátorů. Tato ziskovost závisí nejen na konkrétním indikátoru ale také na volbě jeho parametrů a parametrů zvolené obchodní strategie. Cílem bude vytvořit softwarovou aplikaci, která bude zahrnovat několik indikátorů, např. klouzavé průměry, MACD, ROC, VPT a Bollingerova pásma. Indikátory budou konstruovány pro data získaná z finance.yahoo.com. Aplikace také umožní získat hodnoty ziskovosti indikátorů z historických dat. Součástí práce bude prezentace statistického vyhodnocení technických indikátorů.

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**
Rozsah grafických prací: **1-10**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

MISHKIN, Frederic S. a Stanley G. EAKINS. *Financial Markets and Institutions*. Seventh edition. Prentice Hall, 2011. ISBN 978-0-13-213683-9. MURPHY, John J. *Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading methods and applications*. New York: New York Institute of Finance, 1999. ISBN 0-7352-0066-1
MURPHY, John J. *Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading methods and applications*. New York: New York Institute of Finance, 1999. ISBN 0-7352-0066-1

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Jaroslav Marek, Ph.D.**
Katedra automatizace a matematiky

Datum zadání bakalářské práce: **15. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2026**

prof. Ing. Petr Doležel, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. Jan Panuš, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem Analýza ziskovosti technických indikátorů jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12. 5. 2025

Tomáš Vlček v. r.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Mgr. Jaroslavu Markovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a trpělivost, kterou mi věnoval při zpracování této práce.

Poděkování patří také mé rodině za podporu a zázemí během celého studia a přátelům za jejich podporu a povzbuzení.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá analýzou ziskovosti vybraných technických indikátorů používaných pro predikci akciových trhů. Pro tyto účely byl vyvinut software pro výpočet a vizualizaci indikátorů jako klouzavé průměry, MACD, Bollingerova pásma, ROC a VPT. Aplikace umožňuje definovat obchodní strategie a měřit jejich potenciální úspěšnost pomocí zpětného testování na historických datech. Práce popisuje návrh a implementaci této aplikace a metodiku použitou pro analýzu indikátorů.

KLÍČOVÁ SLOVA

technická analýza, technické indikátory, ziskovost, akcie, akciový trh, klouzavé průměry, MACD, Bollingerova pásma, ROC, VPT, backtesting, obchodní strategie, Python

TITLE

Analysis of the profitability of technical indicators

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with the analysis of profitability of selected technical indicators used for stock market forecasting. For this purpose, software was developed to calculate and visualize indicators such as moving averages, MACD, Bollinger bands, ROC and VPT. The application is used to define trading strategies and measure their potential success by backtesting on historical data. This paper describes the design and implementation of this application, and the methodology used to analyze the indicators.

KEYWORDS

technical analysis, technical indicators, profitability, stocks, stock market, moving averages, MACD, Bollinger bands, ROC, VPT, backtesting, trading strategies, Python

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	11
ÚVOD.....	13
1 Principy obchodování na burze	14
1.1 Základní pojmy	14
1.2 Typy finančních trhů.....	16
1.2.1 Dělení podle splatnosti instrumentů	16
1.2.2 Dělení podle fáze emise instrumentů.....	17
1.2.3 Dělení podle typu instrumentu.....	17
1.2.4 Dělení podle organizace trhu	18
1.3 Základní principy burzovního obchodování	18
2 Data	21
2.1 Charakteristika dat	21
2.1.1 OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume).....	21
2.1.2 Časové rámce	22
2.2 Struktura dat.....	22
2.2.1 Načítaná data.....	23
2.2.2 Preprocessing dat	23
2.2.3 Výstupní data	24
2.2.4 Data sledování úspěšnosti	24
2.3 Zdroje dat.....	24
2.3.1 Automaticky načítaná data.....	24
2.3.2 Ručně načítaná data	25

3	Metody	26
3.1	Technické indikátory	26
3.1.1	Klouzavé průměry.....	26
3.1.2	MACD (Moving Average Convergence Divergence)	32
3.1.3	Bollinger Bands	34
3.1.4	ROC (Rate of Change).....	36
3.1.5	VPT (Volume Price Trend).....	37
3.2	Měření úspěšnosti	38
3.2.1	Obchodní strategie	39
3.2.2	Win/Loss Ratio	42
3.2.3	Profit/Loss Ratio	43
3.2.4	Anualizovaný výnos	43
4	Použité technologie	44
4.1	Python	44
4.2	Použité externí knihovny	44
4.2.1	PyQt6	45
4.2.2	Pandas	45
4.2.3	Matplotlib a Mplfinance	46
4.2.4	Yfinance.....	47
4.2.5	PyInstaller	47
4.2.6	Vývojové prostředí a správa verzí	48
5	Aplikace	49
5.1	Požadavky aplikace.....	49
5.1.1	Funkční požadavky	49
5.1.2	Nefunkční požadavky	50
5.2	Architektura aplikace	50
5.2.1	MVC (Model-View-Presenter).....	50

5.2.2	Diagram tříd a komponent/Vývojový diagram.....	51
5.3	Implementace.....	52
5.3.1	Implementace technických indikátorů.....	52
5.3.2	Implementace generování signálů.....	54
5.3.3	Implementace Backtestingového Enginu.....	55
5.3.4	Vizualizace dat.....	56
5.3.5	Využití multithreadingu.....	56
5.3.6	Uživatelské rozhraní.....	56
6	Výsledky.....	59
6.1	Metodika testování.....	59
6.1.1	Výběr testovacích dat.....	60
6.1.2	Časové období testování.....	61
6.2	Analýza výkonnosti jednotlivých indikátorů.....	63
6.2.1	Výkonnost klouzavého průměru.....	63
6.2.2	Výkonnost MACD.....	65
6.2.3	Výkonnost Bollingerových pásem.....	68
6.2.4	Výkonnost ROC.....	70
6.2.5	Výkonnost VPT.....	73
6.3	Porovnání metod a diskuse.....	75
6.3.1	Srovnání výkonnosti indikátorů.....	75
6.3.2	Diskuse a omezení.....	78
7	Instalace s provoz.....	80
8	ZÁVĚR.....	81
	POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE.....	83
	SEZNAM PŘÍLOH.....	88

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Ukázka grafu vytvořeného pomocí knihovny Matplotlib, Zdroj: [vlastní].....	46
Obrázek 2: Ukázka grafu vytvořeného pomocí knihovny Mplfinance, Zdroj: [vlastní]	47
Obrázek 3: Diagram softwarové architektury, Zdroj: [vlastní]	52
Obrázek 4: Ukázka hlavní obrazovky, Zdroj: [vlastní]	57
Obrázek 5: Ukázka backtestingu, Zdroj: [vlastní]	57
Obrázek 6: Ukázka vykreslení indikátorů, Zdroj: [vlastní]	58
Obrázek 7: Graf procentuální úspěšnost klouzavých průměrů, Zdroj: [vlastní].....	63
Obrázek 8: Graf Win/Loss ratio klouzavých průměrů, Zdroj: [vlastní]	64
Obrázek 9: Graf Profit/Loss ratio klouzavých průměrů, Zdroj: [vlastní]	64
Obrázek 10: Graf procentuální úspěšnost MACD, Zdroj: [vlastní]	66
Obrázek 11: Graf Win/Loss ratio MACD, Zdroj: [vlastní]	66
Obrázek 12: Graf Profit/Loss ratio MACD, Zdroj: [vlastní]	66
Obrázek 13: Graf procentuální úspěšnost Bollingerových pásem, Zdroj: [vlastní]	68
Obrázek 14: Graf Win/Loss ratio Bollingerových pásem, Zdroj: [vlastní]	68
Obrázek 15: Graf Profit/Loss ratio Bollingerových pásem, Zdroj: [vlastní]	69
Obrázek 16: Graf procentuální úspěšnost ROC, Zdroj: [vlastní]	70
Obrázek 17: Graf Win/Loss ratio ROC, Zdroj: [vlastní]	71
Obrázek 18: Graf Profit/Loss ratio ROC, Zdroj: [vlastní]	71
Obrázek 19: Graf procentuální úspěšnost VPT, Zdroj: [vlastní]	73
Obrázek 20: Graf Win/Loss ratio VPT, Zdroj: [vlastní].....	73
Obrázek 21: Graf Profit/Loss ratio VPT, Zdroj: [vlastní]	74

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Celkový počet realizovaných obchodů napříč strategiemi, Zdroj: [vlastní].....	76
Tabulka 2: Průměrný celkový zisk strategie, Zdroj: [vlastní]	77
Tabulka 3: Průměrný anualizovaný zisk strategie, Zdroj: [vlastní]	77

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AMA	Adaptive Moving Average
API	Application Programming Interface
BCPP	Burza cenných papírů Praha
CSV	Comma-Separated Values
DMA	Double Moving Average
EMA	Exponential Moving Average
GUI	Graphical User Interface
HMA	Hull Moving Average
IPO	Initial Public Offering
IT	Informační technologie
LWMA	Linear Weighted Moving Average
MA	Moving Average
MACD	Moving Average Convergence Divergence
MVC	Model-View-Controller
MVP	Model-View-Presenter
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NYSE	New York Stock Exchange
OHLC	Open-High-Low-Close
OHLCV	Open-High-Low-Close-Volume
OTC	Over-the-Counter
p.a.	Per annum
PyPI	Python Package Index

ROC	Rate of Change
SMA	Simple Moving Average
SMMA	Smoothed Moving Average
TMA	Triangular Moving Average
USA	United States of America
VIDYA	Variable Index Dynamic Average
VS Code	Visual Studio Code
VPT	Volume Price Trend
VWMA	Volume Weighted Moving Aver

ÚVOD

Investování na finančních trzích, zejména na akciových burzách, se v posledních letech těší rostoucí popularitě nejen mezi institucionálními investory, ale i širokou veřejností. S rozvojem online obchodních platforem a snadnější dostupností informací se stále více jednotlivců snaží aktivně spravovat své finance a hledat příležitosti k zhodnocení kapitálu. V tomto kontextu hraje významnou roli technická analýza, která se na rozdíl od fundamentální analýzy zaměřuje na studium historických cenových pohybů a objemů obchodů a má cíl předpovídat budoucí vývoj trhu. Klíčovým nástrojem technické analýzy jsou technické indikátory aplikované na cenová a objemová data. Jejich úkolem je pomoci traderům a investorům identifikovat trendy, body obratu a vhodné okamžiky pro vstup či výstup z pozice.

Navzdory širokému používání a popularitě mnoha technických indikátorů panuje v odborné i investorské komunitě neustálá debata o jejich skutečné predikční schopnosti a profitabilitě. Mnoho obchodních strategií je založeno právě na signálech generovaných těmito indikátory, avšak často chybí objektivní a systematické zhodnocení jejich dlouhodobé úspěšnosti v reálných tržních podmínkách. Rozhodnutí založená pouze na vizuální interpretaci grafů nebo na obecně přijímaných pravidlech mohou být zavádějící a vést ke ztrátám. Proto je důležité přistupovat k technickým indikátorům kriticky a ověřovat jejich výkonnost pomocí kvantitativních metod.

Cílem této bakalářské práce je provést systematickou analýzu ziskovosti vybraných běžně používaných technických indikátorů. Konkrétně se práce zaměřuje na klouzavé průměry (SMA, EMA, LWMA), MACD, Bollingerova pásma, ROC a VPT. Pro účely této analýzy byla vyvinuta softwarová aplikace v jazyce Python, která umožňuje načítání historických dat, výpočet indikátorů, generování obchodních signálů, a především provádění zpětného testování definovaných obchodních strategií na historických datech.

1 Principy obchodování na burze

V této kapitole budou vysvětleny základní principy fungování burzovního obchodování. Dále budou objasněny klíčové pojmy spojené s finančními trhy, popsány jednotlivé typy těchto trhů a přiblíženy základní mechanismy, které ovlivňují procesy nákupu a prodeje na burze.

1.1 Základní pojmy

Burza (Stock Exchange)

Burza je organizovaný trh, na kterém se střetává nabídka a poptávka po finančních instrumentech, jako jsou akcie, dluhopisy, komodity nebo jejich deriváty, za účelem jejich nákupu a prodeje. Nejde však jen o místo samotného obchodování – burza zároveň stanovuje pravidla¹ tohoto obchodování, zajišťuje transparentnost cen (tzv. cenotvorbu), poskytuje infrastrukturu pro vypořádání obchodů a vykonává dohled nad činností svých členů, tedy obchodníků a zprostředkovatelů [1].

Mezi nejvýznamnější světové burzy patří New York Stock Exchange (NYSE), která je největší z hlediska tržní kapitalizace², a technologicky zaměřená NASDAQ, známá kotací³ firem jako Apple, Microsoft či Amazon. V Evropě hrají významnou roli britská London Stock Exchange (LSE) a německá Deutsche Börse ve Frankfurtu. V Asii poté za významné lze považovat burzy v Tokiu, Šanghaji a Hongkongu.

V České republice tuto roli zastává Burza cenných papírů Praha (BCPP), která funguje jako hlavní organizovaný trh s cennými papíry a umožňuje obchodování s akciemi nejvýznamnějších tuzemských společností.

Cenný papír (Security)

Cenný papír je finanční instrument, který představuje určitý nárok vlastníka (investora) vůči emitentovi (vydavateli) [1]. Může mít podobu listinnou (fyzický dokument) nebo zaknihovanou (elektronický záznam). S cenným papírem je spojeno právo, které nelze bez tohoto nosiče uplatnit nebo převést⁴. Mezi hlavní typy cenných papírů patří akcie, dluhopisy, směnky,

¹ V ČR je činnost Burzy cenných papírů Praha regulována Českou národní bankou (ČNB) v souladu se zákonem o podnikání na kapitálovém trhu. V USA na burzy dohlíží Securities and Exchange Commission (SEC).

² Tržní kapitalizace představuje celkovou tržní hodnotu společnosti, vypočítanou jako součin počtu vydaných akcií a jejich aktuální tržní ceny.

³ Kotace označuje proces zařazení cenného papíru na burzu, kde je veřejně obchodován. Zahrnuje stanovení ceny a pravidel pro obchodování daného cenného papíru.

⁴ Znamená, že vlastník může vykonávat své právo (například nárok na dividendu či úrok) pouze prostřednictvím existence cenného papíru jako nosiče. Tato vlastnost vyplývá z § 514 zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku.

podílové listy a investiční certifikáty. Cenné papíry jsou klíčovým nástrojem pro přesun kapitálu mezi emitenty a investory, přičemž umožňují emitentům získat financování a investorům podíl na výnosech nebo majetku.

Akcie (Stock, či Share)

Akcie je cenný papír, který představuje podíl na vlastnictví akciové společnosti. Držitel akcie (akcionář) má právo podílet se na zisku společnosti formou dividendy a obvykle také hlasovací právo na valné hromadě. Akcie mohou být kmenové (běžné) nebo prioritní, přičemž kmenové akcie poskytují hlasovací práva, zatímco prioritní akcie upřednostňují výplatu dividend [1].

Dluhopis (Bond)

Cenný papír představující závazek emitenta (dlužníka) splatit držiteli (věřiteli) v určeném termínu jistinu (nominální hodnotu) a obvykle také vyplácet pravidelný úrok (kupón). Dluhopisy mohou být státní, korporátní, bankovní nebo municipální¹. Úroková sazba dluhopisu může být pevná, pohyblivá či nulová [2].

Komodita (Commodity)

Surovina nebo základní zemědělský produkt, který je obchodovatelný ve velkých objemech a má standardizovanou kvalitu (např. ropa, zlato, pšenice). Obchodování obvykle probíhá na specializovaných komoditních burzách [3].

Makléř (Broker)

Fyzická nebo právnická osoba, která zprostředkovává obchody s cennými papíry na účet svých klientů za úplatu (provizi). Přímý přístup na burzu mají obvykle pouze licencovaní brokeři (obchodníci s cennými papíry) [1]. V České republice jsou makléři regulováni Českou národní bankou podle zákona č. 256/2004 Sb., o podnikání na kapitálovém trhu.

Dividenda (Dividend)

Část zisku akciové společnosti vyplácená akcionářům. Obvykle bývá vyplácena v pravidelných intervalech [1].

¹ Eminentem (dlužníkem) municipálních dluhopisů je menší správní jednotka než stát, např. kraj či obec [2].

Příkaz k nákupu/prodeji (Order)

Instrukce klienta makléři k uskutečnění obchodu. Základní typy jsou tržní příkaz (market order) provedený za nejlepší dostupnou cenu na trhu a limitní příkaz (limit order) realizovaný pouze za stanovenou nebo lepší cenu.

Nabídka (Ask/Offer) a Poptávka (Bid)

Cena, za kterou jsou obchodníci ochotni prodat (Ask), a cena, za kterou jsou ochotni koupit (Bid) konkrétní cenný papír. Rozdíl mezi nabídkovou a poptávkovou cenou se nazývá spread [1].

1.2 Typy finančních trhů

Finanční trhy představují systém institucí a mechanismů, které umožňují přesun finančních prostředků od subjektů s přebytkem kapitálu (věřitelů, investorů) k subjektům s jeho nedostatkem (dlužníkům, emitentům). Lze je členit podle různých kritérií [4].

1.2.1 Dělení podle splatnosti instrumentů

Peněžní trh (Money Market)

Trh s krátkodobými dluhovými instrumenty se splatností do jednoho roku (např. státní pokladniční poukázky¹, depozitní certifikáty). Charakterizuje ho vysoká likvidita a nízké riziko [4].

Kapitálový trh (Capital Market)

Trh s dlouhodobými dluhovými a majetkovými instrumenty (akcie, dluhopisy se splatností nad jeden rok). Slouží k financování dlouhodobých investic a je spojen s vyšším rizikem a potenciálně vyšším výnosem [4]. Burzy jsou typickou součástí kapitálového trhu.

¹ Krátkodobé státní dluhopisy emitované českým Ministerstvem financí za účelem financování krátkodobých potřeb státního rozpočtu, s maximální splatností 1 rok, sloužící jako nástroj obsluhy státního dluhu [34].

1.2.2 Dělení podle fáze emise instrumentů

Primární trh (Primary Market)

Jedná se o trh, na kterém dochází k prvnímu prodeji nově emitovaných cenných papírů investory. Emitent zde získává kapitál [4]. Tento proces se nazývá primární veřejná nabídka (IPO – Initial Public Offering¹) v případě prvního uvedení akcií společnosti na burzu.

Sekundární trh (Secondary Market)

Sekundární trh je trh, na kterém se obchoduje s již existujícími cennými papíry mezi investory. Burzy jsou především sekundárními trhy. Tyto trhy nezajišťují emitentům nový kapitál, ale poskytují likviditu pro investory, kteří mohou své cenné papíry kdykoli prodat [4].

1.2.3 Dělení podle typu instrumentu

Dluhový trh (Debt Market)

Jde o trh s dluhovými nástroji, jako jsou dluhopisy, státní pokladniční poukázky² či úvěry. Dluhopisy představují závazek emitenta splatit dlužnou částku s pevným úrokem v předem stanovených lhůtách [4].

Akciový trh (Equity Market)

Akciový trh je trhem s akciemi, které představují vlastnický podíl ve společnosti.

Derivátový trh (Derivatives Market)

Trh s finančními deriváty, jejichž hodnota je odvozena od podkladových aktiv (akcie, komodity, úrokové sazby). Mezi hlavní nástroje patří futures³, opce⁴ a swapy⁵. Deriváty často slouží ke spekulacím. [4].

Komoditní trh (Commodity Market)

Jedná se o trh s komoditami. Obchoduje se na burzách (např. Chicago Mercantile Exchange) prostřednictvím spotových (okamžitých) nebo termínovaných kontraktů [4]. Ceny komodit

¹ IPO je proces, při kterém společnost poprvé nabízí své akcie veřejnosti na primárním trhu. Tento krok umožňuje společnosti získat kapitál od investorů na financování expanze, splácení dluhů či plnění jiných cílů [4].

² Krátkodobé státní dluhopisy emitované českým Ministerstvem financí za účelem financování krátkodobých potřeb státního rozpočtu, s maximální splatností 1 rok, sloužící jako nástroj obsluhy státního dluhu [34].

³ Standardizované kontrakty, které zavazují kupujícího a prodávajícího k nákupu nebo prodeji podkladového aktiva (např. komodity nebo finančního nástroje) za předem stanovenou cenu k budoucímu datu [4].

⁴ Finanční nástroje, které dávají držiteli právo (nikoli povinnost) koupit nebo prodat podkladové aktivum za předem stanovenou cenu k určitému datu nebo před ním [4].

⁵ Smlouvy mezi dvěma stranami o výměně finančních toků, například úrokových plateb nebo měn, na základě předem dohodnutých podmínek [4].

na komoditních trzích ovlivňují inflaci a náklady firem tím, že se promítají do cen vstupů používaných ve výrobě¹.

Měnový trh (Forex, či také Foreign Exchange Market)

Měnový trh je nejlikvidnější globálním trhem pro směnu měn (např. EUR/USD). Kurzy jsou zde ovlivňovány měnovou politikou, inflací a geopolitickými událostmi [4]. Tyto trhy fungují 24 hodin denně. Centrální banky na těchto trzích někdy intervnují, aby stabilizovaly domácí měnu.

1.2.4 Dělení podle organizace trhu

Burzovní trh (Exchange Market)

Burzovní trh je centralizovaný, regulovaný trh s jasně definovanými pravidly [4]. Jako příklad burzovního trhu lze uvést například největší burzu New York Stock Exchange (NYSE) či českou Burzu cenných papírů Praha (BCPP), která je hlavním organizovaným trhem s cennými papíry v České republice.

Mimoburzovní trh (Over-the-Counter, či také OTC Market)

Decentralizovaný trh, je trhem, kde obchody probíhají přímo mezi dvěma stranami. Tento typ trhu je méně regulovaný a transparentní než burzovní trh [4].

1.3 Základní principy burzovního obchodování

Obchodování na burze se řídí několika základními principy, které zajišťují jeho fungování a efektivitu.

Mechanismus určení ceny akcie

Cena akcie na burze je určována procesem price discovery (cenová tvorba), který probíhá elektronicky prostřednictvím knihy objednávek (order book). Tento systém shromažďuje všechny nákupní (bid) a prodejní (ask) příkazy, které jsou organizovány podle cenových úrovní. Obchod se uskuteční, když se nejvyšší nákupní cena shoduje nebo překročí nejnižší prodejní cenu, přičemž prioritu mají příkazy s lepší cenou a dřívějším časem zadání [1; 4].

¹ Například růst cen ropy zvyšuje náklady na dopravu, výrobu a energetiku, což následně vede k vyšším cenám zboží a služeb. Tento efekt může přispět k růstu spotřebitelských cen a snížit ziskovost firem, které nejsou schopny zvýšené náklady přenést na konečné spotřebitele.

Burzy fungují jako organizované trhy, kde interakce nabídky a poptávky vytváří rovnovážnou cenu odrážející fundamentální hodnotu společnosti. Tento proces zajišťuje, že ceny akcií v dlouhém horizontu směřují k ekonomické realitě emitentů [1; 4].

Při zahájení obchodního dne burzy často využívají aukční mechanismus. Ten stanoví otevírací cenu na základě maximálního objemu obchodovatelných příkazů, což zajišťuje rovnováhu mezi nabídkou a poptávkou v okamžiku otevření trhu. Během dne dochází ke kontinuálnímu párování příkazů, které reflektuje dynamiku tržních účastníků – od retailových investorů po institucionální fondy.

Výsledná cena akcie (kurz) je vždy cenou posledního realizovaného obchodu. Tato hodnota odráží tržní konsenzus o fundamentální a psychologické hodnotě společnosti, zohledňující faktory jako finanční výkony, makroekonomické podmínky či očekávání investorů [1].

Online nákup akcií a historický vývoj

V současnosti je nákup akcií dostupný online prostřednictvím elektronických obchodních platform. Tyto platformy investorům umožňují přístup na globální trhy prakticky odkudkoliv – například i z chytrého telefonu. Tento způsob obchodování je rychlý, efektivní a dostupný široké veřejnosti.

V minulosti probíhalo obchodování na burze manuálně. Obchodníci zadávali příkazy buď hlasem, nebo pomocí gest. Dnes je vše plně elektronizované. Elektronické systémy přinesly několik zásadních výhod. Transakce jsou realizovány během milisekund, což zvyšuje celkovou efektivitu obchodování. Odstranění manuálního procesu zároveň vedlo ke snížení provozních nákladů. Důležitou změnou je také demokratizace přístupu – zatímco dříve měli možnost obchodovat pouze institucionální investoři nebo profesionální makléři, dnes může díky online platformám obchodovat prakticky každý.

Mezi populární poskytovatele online obchodování v České republice patří například Interactive Brokers, XTB, DEGIRO a eToro.

Tyto a další obchodní platformy se mezi sebou liší zejména v rozsahu přístupu na trhy, výši poplatků, nabídce aktiv a dostupných funkcích. Některé umožňují obchodování na globálních burzách, jiné se zaměřují spíše na vybrané regiony. Také se mohou lišit poplatky za transakce.

Některé platformy navíc umožňují nákup zlomkových akcií¹, což je výhodné zejména pro drobné investory, protože cena některých akcií může být velmi vysoká.

Transparentnost

Burzy se snaží zajistit co nejvyšší míru transparentnosti tím, že zveřejňují informace o obchodovaných instrumentech, aktuálních cenách (kurzech), objemech obchodů a zadaných pokynech [1]. To umožňuje investorům činit informovaná rozhodnutí.

Likvidita

Burzy jako sekundární trhy poskytují likviditu, což znamená možnost rychle a s minimálními náklady přeměnit cenné papíry na hotovost (prodat je) nebo je nakoupit. Vysoká likvidita je klíčová pro atraktivitu trhu. [1]

Regulace a dohled

Burzovní obchodování podléhá přísné regulaci a dohledu ze strany burzy samotné a státních orgánů (např. Česká národní banka v ČR, Securities and Exchange Commission v USA). Cílem je zajistit férovost obchodování, ochranu investorů a stabilitu finančního systému [1; 4].

Role zprostředkovatelů

Investoři obvykle nemohou obchodovat na burze přímo, ale prostřednictvím licencovaných makléřů (obchodníků s cennými papíry). Makléř přijímá nákupní či prodejní pokyny od klientů a realizuje je na burze.

Mechanismus párování příkazů

Burzy používají elektronické obchodní systémy, které automaticky párují kompatibilní nákupní a prodejní pokyny podle stanovených pravidel (priorita ceny a času) [1].

Vypořádání obchodů (Settlement)

Po spárování příkazů a uskutečnění obchodu dochází k procesu vypořádání, kdy kupující zaplatí za cenné papíry a prodávající je převede na kupujícího [1].

¹ Zlomkové akcie umožňují investorům nakupovat pouze část akcie namísto celé jednotky. Tento přístup je výhodný zejména pro drobné investory, kteří chtějí investovat do drahých akcií, jejichž cena může být velmi vysoká (například pokud akcie stojí 800 \$, investor si může koupit pouze část za 100 \$).

2 Data

V první části této kapitoly bude představena charakteristika a struktura analyzovaných dat, včetně vysvětlení formátu OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume) a použitých časových rámců. Data budou pocházet z amerických burz NASDAQ a NYSE a pokrývat historické cenové údaje za vybraná časová období.

Druhá část této kapitoly se bude věnovat zdroji dat, zejména Python knihovně Yfinance, která poskytuje přístup k historickým cenovým údajům z Yahoo Finance. Dále bude popsán také formát ručně načtených dat z CSV souborů, což umožní práci i s vlastními datovými sadami.

2.1 Charakteristika dat

Při technické analýze finančních trhů pracujeme převážně s historickými cenami a objemovými daty. Nejčastěji používaným formátem pro reprezentaci těchto dat je OHLC (Open-High-Low-Close) doplněný o údaje o objemu obchodů, tedy OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume).

2.1.1 OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume)

OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume) je formát pro reprezentaci finančních dat v časových řadách. Tento formát obsahuje pět klíčových údajů, které poskytují komplexní přehled o tržní aktivitě během určitého časového období:

- Open (O): Otevírací cena – první cena, za kterou se obchodovalo na začátku daného období.
- High (H): Nejvyšší cena – nejvyšší dosažená cena během obchodního období.
- Low (L): Nejnižší cena – nejnižší dosažená cena během obchodního období.
- Close (C): Uzavírací cena – poslední cena, za kterou se obchodovalo na konci daného období.
- Volume (V): Objem obchodů – celkový počet obchodovaných jednotek (akcií, kontraktů apod.) během daného období.

Tato data poskytují ucelený obraz o cenovém vývoji a aktivitě trhu v daném časovém rámci. Otevírací a uzavírací ceny ukazují stav na začátku a konci období, zatímco nejvyšší a nejnižší ceny indikují rozsah cenových pohybů. Objem obchodů doplňuje informaci o intenzitě obchodní aktivity, což je důležité pro určení síly cenového pohybu.

OHLCV data jsou základem pro většinu technických indikátorů a grafických analýz. Díky své univerzálnosti jsou využívána nejen v akciových trzích, ale také v kryptoměnových trzích, forexu a dalších oblastech.

OHLCV data jsou nejčastěji vizualizována prostřednictvím svíčkových grafů (candlestick charts) nebo sloupcových grafů (bar charts), které umožňují rychlou interpretaci cenových pohybů a jejich síly.

2.1.2 Časové rámce

OHLCV data jsou zaznamenávána v různých časových rámcích, které se liší podle potřeb analýzy a obchodní strategie:

- Intraday data: Zahrnují 1minutové, 5minutové, 15minutové, hodinové intervaly apod.
- Denní data: Zachycují aktivitu za jeden obchodní den.
- Týdenní data: Sumarizují obchodní aktivitu za týden.
- Měsíční data: Poskytují přehled o dlouhodobějších trendech.

Volba časového rámce závisí na typu analýzy a obchodní strategie. Krátkodobí obchodníci mohou preferovat intraday data, zatímco dlouhodobí investoři se mohou zaměřit na denní nebo týdenní údaje.

2.2 Struktura dat

V této podkapitole budou vysvětleny jednotlivé fáze práce s daty, které procházejí aplikací od jejich načtení až po vyhodnocení úspěšnosti obchodních strategií. Data jsou rozdělena do čtyř hlavních kategorií podle jejich role v procesu analýzy:

- Načítaná data: Historická cenová data získaná z různých zdrojů, jako je API knihovny Yfinance nebo ručně načtené soubory ve formátu CSV.
- Preprocessing: Předzpracování dat zahrnující čištění, transformaci a přípravu pro výpočty technických indikátorů.
- Výstupní data: Hodnoty technických indikátorů a generované obchodní signály, které slouží jako podklad pro rozhodování.
- Data sledování úspěšnosti: Informace o efektivitě strategií, jako jsou výsledky jednotlivých obchodů a souhrnné statistiky.

2.2.1 Načítaná data

Načítaná data představují vstupní informace pro aplikaci, které slouží jako základ pro další zpracování a analýzu. Jsou získávána z různých zdrojů a mají jednotnou strukturu ve formátu OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume).

Typy načítaných dat:

1. Automaticky stahovaná data: Historická cenová data z Yahoo Finance prostřednictvím knihovny Yfinance. Tato data zahrnují historické ceny (v OHLC formátu) a objem obchodů (Volume) za zvolené časové období.
2. Ručně načítaná data: Vlastní datové sady ve formátu CSV, které mohou být připraveny uživatelem nebo exportovány z jiných zdrojů. Tyto soubory musí být strukturovány podle standardu OHLCV.

Načítaná data tvoří základní vstupní vrstvu aplikace a jsou následně transformována do jednotné datové struktury DataFrame¹.

2.2.2 Preprocessing dat

Před samotným zpracováním dat je klíčové ověřit jejich platnost a integritu, především u ručně načítaných dat z CSV souborů. Tato fáze zahrnuje:

- Validaci formátu: Kontrola, zda data obsahují všechny povinné sloupce (Date, Open, High, Low, Close, Volume) a zda jsou hodnoty ve správném formátu.
- Kontrolu integrity dat: Ověření, že neobsahují chybějící nebo neplatné hodnoty. V případě zjištění chyb se provede jejich odstranění, oprava či vystavení chyby.
- Přípravu pro další zpracování: Pokud data splňují kritéria, jsou načtena do jednotné datové struktury – DataFrame a připravena pro výpočty technických indikátorů.

Vzhledem k tomu, že data pouze načítáme a validujeme, nejsou potřebné žádné další úkony.

¹ DataFrame je datová struktura Python knihovny Pandas, viz kapitola 4.2.2.

2.2.3 Výstupní data

Výstupní data představují výsledky zpracování vstupních dat a slouží jako podklad pro obchodní rozhodování. Obsahují:

- Hodnoty technických indikátorů: Výpočty jako SMA, EMA, MACD, Bollingerova pásma, Rate of Change (ROC) a Volume Price Trend (VPT), které jsou odvozeny z načtených a validovaných dat.
- Generované obchodní signály: Na základě definovaných pravidel (např. průsečíky klouzavých průměrů nebo specifické hodnoty indikátorů) jsou vytvářeny nákupní a prodejní signály.
- Data pro vizualizaci: Připravené formáty dat (struktury vhodné pro python knihovny mplfinance či matplotlib), které umožní grafické zobrazení výsledků pomocí grafů.

2.2.4 Data sledování úspěšnosti

Poslední kategorie zahrnuje data pro hodnocení efektivity a úspěšnosti obchodních strategií.

Tato kategorie zahrnuje:

- Výsledky jednotlivých obchodů: Každý obchod je zaznamenán s informací o zisku či případné ztrátě.
- Souhrnné statistiky: Výpočet metrik Win/Loss ratio, Profit/Loss ratio a celková výkonnost obchodní strategie.

2.3 Zdroje dat

V této podkapitole budou popsány zdroje dat, které budou využívány pro výpočty technických indikátorů. Aplikace umožní načítat data z různých zdrojů, přičemž primárním zdrojem je Python knihovna Yfinance. Dále bude podporováno načítání vlastních datových sad ve formátu CSV.

2.3.1 Automaticky načítaná data

Yfinance

Python knihovna Yfinance poskytuje přístup k historickým tržním datům z Yahoo Finance¹. Tato data zahrnují cenové informace ve formátu OHLCV (Open-High-Low-Close-Volume), což představuje základní strukturu pro technickou analýzu. Knihovna umožňuje stahovat data

¹ Yahoo Finance je finanční zpravodajský a datový portál provozovaný společností Yahoo, který poskytuje aktuální i historická tržní data, zprávy, analýzy a informace o akcích, komoditách, měnách a dalších finančních aktivech. [35]

v různých časových intervalech (např. denní, týdenní, minutové) a za libovolné historické období [5]. Všechna získaná data jsou následně validována a ukládána do datové struktury DataFrame.

Knihovna Yfinance poskytuje data z různých finančních trhů, včetně amerických, evropských a asijských akciových burz, komodit, měnových párů a kryptoměn¹.

2.3.2 Ručně načítaná data

Pro větší flexibilitu aplikace, či možný výpadek služby Yahoo Finance, je umožněno načítat i vlastní datové sady ve formátu CSV². Tato možnost je vhodná například pro uživatele, kteří chtějí analyzovat data z jiných zdrojů nebo vlastní historické záznamy.

Formát CSV souboru

Aby aplikace správně zpracovala ručně načtená data, musí být CSV soubor strukturován následujícím způsobem. Povinné sloupce:

- Date – datum ve formátu (YYYY-MM-DD),
- Open – otevírací cena,
- High – nejvyšší cena,
- Low – nejnižší cena,
- Close – uzavírací cena,
- Volume – objem obchodů,

tedy ve formátu OHLCV. Načtená data jsou poté obdobně jako při načítání z Yfinance validována a ukládána do datové struktury DataFrame.

¹ V této práci se však zaměříme výhradně na analýzu amerických akcií obchodovaných na amerických akciových burzách NASDAQ a NYSE.

² CSV (Comma-Separated Values) je jednoduchý textový formát používaný k ukládání tabulkových dat, kde jsou jednotlivé hodnoty oddělené čárkami a každý řádek představuje jeden datový záznam [36].

3 Metody

Tato kapitola se zabývá technickými indikátory v kontextu technické analýzy. Nejprve bude vysvětlen pojem technický indikátor a jeho využití při analýze finančních trhů. Následně budou představeny vybrané indikátory, jako jsou klouzavé průměry, MACD, Bollingerova pásma, ROC a VPT. Tyto nástroje budou využity k identifikaci trendů a signálů změn na trhu.

V dalších částech kapitoly bude popsána obchodní strategie postavená na signálech generovaných technickými indikátory. Dále budou popsány metody měření úspěšnosti této obchodní strategií. Hodnocení bude založeno na ukazatelích Win/Loss ratio a Win/Profit ratio, které umožňují posoudit efektivitu strategií na základě poměru výher, zisku a ztrát.

3.1 Technické indikátory

Technické indikátory jsou základem technické analýzy, která představuje přístup k hodnocení investičních nástrojů, zejména cenných papírů. Tento přístup využívá statistických trendů získaných z obchodní aktivity, jako je cena a objem. Na rozdíl od fundamentální analýzy¹, která zkoumá vnitřní hodnotu daného finančního instrumentu, technická analýza se zaměřuje na grafy cenového vývoje a využívá různé analytické nástroje [6; 7].

Technické indikátory jsou nástroje analyzující historická tržní data (cenu, objem, volatilitu²), které odrážejí psychologii účastníků trhu. Jejich cílem je identifikovat trendy, momentum, kritické body obrátů a potenciální body vstupu či výstupu z obchodů. Pro zvýšení spolehlivosti se kombinuje více indikátorů, neboť žádný sám o sobě nenabízí univerzální řešení [8].

3.1.1 Klouzavé průměry

Klouzavé průměry představují jeden z nejvíce všestranných a nejpoužívanějších technických indikátorů v oblasti finanční analýzy. Díky své jednoduchosti při konstrukci a výpočtu se staly oblíbeným nástrojem mezi investory a často se integrují jako základní součást dalších technických indikátorů, například MACD nebo Bollingerových pásem [9].

Princip klouzavého průměru spočívá ve výpočtu průměru hodnot za předem určené časové období. Například desetidenní klouzavý průměr se získá jako aritmetický průměr uzavíracích

¹ Fundamentální analýza je metoda hodnocení cenných papírů, která se zaměřuje na stanovení jejich skutečné (vnitřní) hodnoty. Tento přístup zahrnuje analýzu ekonomických a finančních faktorů, jako jsou finanční výkazy společnosti, ekonomické ukazatele atd. Cílem je zjistit, zda je aktuální tržní cena cenného papíru nadhodnocená, podhodnocená nebo odpovídá její vnitřní hodnotě [12].

² Volatilita vyjadřuje míru fluktuace ceny akcie v čase [12].

cen za posledních deset dní – tj. součet hodnot za 10 dní děleno deseti. Tento způsob vážení nekoresponduje s vahami používanými při statistickém zpracování časových řad, kde se váhy stanovují s využitím kritéria nejmenších čtverců. Termín „*klouzavý*“ odkazuje na skutečnost, že se vždy využívá aktuální sada posledních hodnot, což zajišťuje průběžnou aktualizaci indikátoru s každým novým obchodním dnem. Ve většině případů se při výpočtu pracuje s uzavírací cenou, která má nejvyšší výpovědní hodnotu, avšak někdy se také používá tzv. midpoint hodnota, tedy polovina denního rozsahu. [9]

Klouzavé průměry se používají k určování trendu, jejich hlavním úkolem je identifikovat signály, tzn. identifikace nového trendu, identifikace ukončení dřívějšího trendu, identifikace zvratu trendu. Klouzavý průměr nepředpovídá chování na trhu, ale pouze na něj reaguje. Díky této vyhlazovací technice, která eliminuje krátkodobé cenové fluktuace, je snazší identifikovat dlouhodobé trendy a změny v tržním vývoji. I když samy o sobě nepředpovídají budoucí chování trhu, poskytují relativně objektivní a přesný indikátor. [9]

V literatuře se rozlišuje několik druhů klouzavých průměrů. Nejčastěji se setkáváme s jednoduchým klouzavým průměrem (SMA), který představuje základní aritmetický průměr, s lineárně váženým klouzavým průměrem (LWMA), kde novějším hodnotám je přisuzována vyšší váha, a s exponenciálně váženým klouzavým průměrem (EMA), který díky svému exponenciálnímu vážení ještě více zdůrazňuje aktuálnost dat. Každý z těchto typů má své specifické výhody, zejména pokud jde o rychlost reakce na změny cenového vývoje. Tyto nejčastější druhy jsou dále v této kapitole podrobně rozebrány.

Důležité je také poznamenat, že klouzavý průměr sleduje trh a signalizuje, že trend již započal, ovšem až po jeho vzniku. Přesto se široce využívá, neboť jednoduchý klouzavý průměr – tedy aritmetický průměr – je typ, který používá většina technických analytiků. Tato metoda tak nejenže poskytuje objektivní pohled na tržní vývoj, ale také tvoří základ pro složitější indikátory a obchodní strategie. [9]

Jednoduchý klouzavý průměr

Jednoduchý klouzavý průměr (též Simple moving Average – SMA) je nejzákladnější a nejjednodušší typ klouzavého průměru používaného v technické analýze.

Jednoduchý klouzavý průměr lze definovat jako aritmetický průměr hodnot určité časové řady za pevně určené období n . Formálně lze zapsat jako:

$$SMA_t(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i},$$

kde:

n – délka časového období (počet období použitých pro výpočet průměru),

P_{t-i} – cena v čase $t - i$, (např. uzavírací cena daného dne),

t – aktuální čas (index posledního dostupného data),

i – index sumy (0 až $n - 1$).

Jednou z klíčových vlastností SMA je tzv. fixní váhové okno, což znamená, že všechny ceny v daném období mají stejný vliv na výslednou hodnotu indikátoru [9]. Například u 20denního SMA má aktuální cena stejnou váhu jako cena před 20 dny, což zaručuje rovnoměrné započítávání všech dat.

Díky rovnoměrnému započítávání však SMA reaguje na prudké cenové změny pomaleji než jiné typy klouzavých průměrů, jako jsou exponenciální (EMA) nebo vážené (WMA) průměry [9]. Při náhlém poklesu trhu, například o 10 % během jediného dne, se tato změna projeví v hodnotě 50denního SMA až postupně, jak se nové ceny dostávají do výpočtu. Typické délky období, ve kterých se SMA používá, se liší podle obchodní strategie – krátkodobé SMA (10–20 dní) se využívají pro swingové obchody, střednědobé SMA (50–100 dní) slouží k identifikaci střednědobých trendů a dlouhodobé SMA (např. 200denní) fungují jako hlavní trendové filtry, často označované jako tzv. zlomové indikátory [9].

Lineárně vážený klouzavý průměr

Lineárně vážený klouzavý průměr (též Linear Weighted Moving Average – LWMA) je složitější typ klouzavého průměru, který přiřazuje větší váhu novějším cenám. Tento přístup umožňuje LWMA rychleji reagovat na cenové změny než jednoduchý klouzavý průměr (SMA).

LWMA lze definovat jako vážený průměr hodnot časové řady za určité období n , kde váhy lineárně klesají od nejnovějšího k nejstaršímu údaji. Formálně lze LWMA zapsat jako:

$$LWMA_t(n) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (n-i) \times P_i}{\sum_{i=1}^n i}$$

Jmenovatel poté lze upravit podle vzorce pro součet prvních n členů aritmetické posloupnosti:

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2}$$

Po dosazení dostáváme následující podobu vzorce:

$$LWMA_t(n) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (n-i) \times P_i}{\frac{n(n+1)}{2}}$$

Vzorec ještě můžeme zjednodušit odstraněním složeného zlomku a roznásobením závorky ve jmenovateli:

$$LWMA_t(n) = \frac{2 \times \sum_{i=0}^{n-1} (n-i) \times P_i}{n^2 + n}$$

kde:

P_i – představuje cenu za období i , nejnovější cena má $i = 0$, zatímco nejstarší cena má $i = n - 1$.

$(n - i)$ – je váha přiřazená každé ceně P_i , nejnovější cena má váhu n , zatímco nejstarší cena má váhu 1. Váhy tedy klesají lineárně.

n – je počet období zahrnutých do výpočtu.

Klíčovou vlastností LWMA je lineární vážení, které přiřazuje nejvyšší váhu nejnovějším datům a postupně snižuje váhu starších dat. Například v 20denním LWMA má dnešní cena váhu 20, včerejší cena váhu 19, a tak dále až po nejstarší cenu s váhou 1. [9]

Díky tomuto vážení LWMA reaguje na cenové změny rychleji než SMA, což může být výhodou při identifikaci nových trendů nebo bodů zvratu. Při náhlé změně trhu se tato změna projeví v hodnotě LWMA výrazněji a rychleji než u SMA. LWMA se často používá v kombinaci s jinými indikátory, například s jednoduchým klouzavým průměrem, pro generování obchodních signálů [9].

Exponenciální klouzavý průměr

Exponenciální klouzavý průměr (též Exponential Moving Average, EMA) je typ klouzavého průměru, který klade větší váhu novějším cenovým údajům. Tento přístup umožňuje EMA reagovat rychleji na aktuální cenové změny a lépe zachytit trend než jednoduchý klouzavý průměr (SMA)¹.

EMA se vypočítává pomocí vyhlazovací konstanty, která určuje váhu aktuálních dat, a využívá rekurzivního vzorce²:

$$EMA_t(n) = \alpha \times P_t + (1 - \alpha) \times EMA_{t-1}(n),$$

kde:

P_t – je aktuální cena v čase i ,

EMA_{t-1} – je hodnota EMA pro předchozí časový bod,

α – je vyhlazovací konstanta, kterou lze vypočítat podle vzorce:

$$\alpha = \frac{2}{n + 1},$$

přičemž n je počet období zahrnutých do výpočtu.

Díky své schopnosti rychle reagovat na aktuální cenové změny je EMA oblíbená zejména u obchodníků, kteří sledují krátkodobé trendy a vyžadují včasné signály pro obchodní rozhodování.

Další typy klouzavých průměrů

Kromě jednoduchého (SMA), lineárně váženého (LWMA) a exponenciálního (EMA) klouzavého průměru existují i další varianty:

- Vyhlazený klouzavý průměr (Smoothed Moving Average, SMMA): Tento průměr přiřazuje rovnoměrnou váhu všem cenám v daném období, čímž poskytuje hladší křivku a eliminuje krátkodobé výkyvy. [10]
- Adaptivní klouzavý průměr (Adaptive Moving Average, AMA): Přizpůsobuje svou citlivost na základě volatility trhu; v obdobích vysoké volatility reaguje rychleji, zatímco v klidnějších obdobích je stabilnější. [11]

¹ V literatuře se pro tento indikátor někdy používá také označení exponenciálně vyhlazený klouzavý průměr (Exponential Smoothing Moving Average, ESMA), přičemž oba termíny odkazují na tentýž koncept.

² Rekurzivní vzorec je matematický výraz, který definuje posloupnost hodnot, kde každý člen posloupnosti je definován pomocí předchozích členů

- Triangulární klouzavý průměr (Triangular Moving Average, TMA): Klade větší důraz na střední hodnoty v daném období, směrem do minulosti i současnosti váhy stejnou měrou klesají [12].
- Dvojitý klouzavý průměr (Double Moving Average, DMA): Využívá dvou klouzavých průměrů s různými periodami k identifikaci změn trendů, překřížení těchto průměrů často signalizuje potenciální obrat trhu. [10]
- Hullův klouzavý průměr (Hull-Moving Average, HMA): Vyvinutý Alanem Hullem. Snaží se snížit zpoždění běžné u tradičních klouzavých průměrů při zachování hladkosti. Je zvláště účinný při identifikaci trendů a potenciálních bodů obratu. [10]
- Proměnný index dynamického průměru (Variable Index Dynamic Average, VIDYA): Tento indikátor upravuje citlivost klouzavého průměru na základě volatility trhu, podobně jako AMA, ale používá odlišný výpočet. [11]
- Volume Weighted Moving Average (VWMA): Tento průměr bere v úvahu nejen cenu, ale i objem obchodů, čímž poskytuje komplexnější pohled na tržní aktivitu. [11]

Toto je jen stručný přehled několika dalších existujících typů klouzavých průměrů. Avšak tyto další typy jsou již složitější na výpočet a implementaci, a proto se v této práci pracuje pouze s SMA, EMA a LWMA.

Generování signálů

Mezi běžné metody generování obchodních signálů pomocí klouzavých průměrů patří:

- Průsečíky ceny a klouzavého průměru: Nákupní signál vzniká, když cena protne klouzavý průměr zespodu nahoru. Prodejní signál vzniká při průniku shora dolů. [9]
- Průsečíky dvou klouzavých průměrů: Používají se dva průměry s různými periodami (např. 10 a 50denní). Nákupní signál vzniká, když kratší průměr protne delší zespodu nahoru. Prodejní signál je generován při opačném průniku. [9]
- Změna směru klouzavého průměru: Nákupní signál vzniká, když se posloupnost klesajících průměrů obrátí směrem nahoru. Prodejní signál je generován při obratu klesajícího průměru. [9]

3.1.2 MACD (Moving Average Convergence Divergence)

Moving Average Convergence Divergence (též MACD) patří mezi nejrozšířenější technické indikátor. Jeho základní myšlenkou je sledování vztahu mezi dvěma exponenciálními klouzavými průměry (EMA). Skládá se ze 3 hlavních elementů: MACD linie, signální linie, histogram.

MACD linie

MACD linie se počítá, jak rozdíl mezi dvěma exponenciálními klouzavými průměry (EMA) s odlišnými periodami. Nejčastěji jsou použity periody kratší 12denní a delší 26denní [13]. Formálně pak lze MACD linii zapsat jako:

$$\text{MACD}_t(12, 26) = \text{EMA}_t(12) - \text{EMA}_t(26),$$

obecně poté:

$$\text{MACD}_t(n_1, n_2) = \text{EMA}_t(n_1) - \text{EMA}_t(n_2),$$

kde:

$\text{EMA}(n_1)$ – je exponenciální klouzavý průměr za období n_1 (např. kratší období, typicky 12 dní) v čase t . Reaguje citlivěji na aktuální cenové změny a reflektuje krátkodobé trendy,

$\text{EMA}(n_2)$ – je exponenciální klouzavý průměr za období n_2 (např. delší období, typicky 26 dní) v čase t . Je méně náchylný k výkyvům a lépe vystihuje střednědobé až dlouhodobé trendy.

Kladné hodnoty MACD linie naznačují převahu krátkodobého růstového trendu, zatímco záporné hodnoty signalizují pokles.

Signální linie

Signální linie slouží k vyhlazení pohybů MACD linie a pomáhá identifikovat změny trendu. Její průsečíky s MACD linií často slouží jako obchodní signály. Signální linie je počítána nejčastěji jako exponenciální klouzavý průměr (EMA) s délkou období $n = 9$ a to z již vypočítané MACD linie. Formálně lze zapsat jako:

$$\text{Signální linie}_t = \text{EMA}_t(9, \text{MACD}_t(n_1, n_2)).$$

Histogram

Histogram v kontextu MACD představuje grafickou reprezentaci rozdílu mezi MACD a signální linií. Toto lze definovat vztahem:

$$\text{Histogram}_t = \text{MACD}_t(n_1, n_2) - \text{Signální linie}_t$$

Kladné hodnoty histogramu (tj. sloupce nad nulou) znamenají, že MACD linie je nad signální, což indikuje rostoucí momentum, zatímco záporné hodnoty (sloupce pod nulou) naznačují klesající momentum¹. Výška sloupců pak odráží sílu tohoto rozdílu².

Generování signálů

MACD generuje signály primárně třemi způsoby: křížením MACD a signální linie, divergencemi mezi MACD a cenou a chováním histogramu [9].

1. Křížení MACD a signální linie:

- Bullish signál (signál k nákupu) nastává, pokud MACD linie protne signální linii zdola nahoru. Tato situace odráží zrychlení růstového momenta, kdy krátkodobý trend začíná převažovat nad střednědobým [9].
- Bearish signál (signál k prodeji) vzniká, když MACD linie protne signální linii shora dolů, což signalizuje oslabení uptrendu a potenciální obrat k poklesu [9].

2. Divergence mezi MACD a cenou:

- Bullish divergence: Dochází, když cena vytváří nižší minima, zatímco MACD vykazuje vyšší minima. Tento jev může naznačovat, že medvědí tlak slábne, což předznamenává možný obrat směrem k růstu [9].
- Bearish divergence: Vzniká, když cena dosahuje vyšších maxim, ale MACD tvoří nižší maxima. Tato situace signalizuje, že býčí tlak ustupuje a trend by mohl směřovat k poklesu [9].

¹ Rostoucí momentum naznačuje, že se rychlost růstu cen zvyšuje a může signalizovat pokračující uptrend, zatímco klesající momentum indikuje oslabení růstu či zrychlení poklesu.

² Přestože histogram poskytuje jasný přehled o síle rozdílu mezi MACD a signální linií, v praxi se jako primární obchodní signál využívá spíše křížení MACD linie se signální linií. Histogram slouží spíše jako podpůrný nástroj.[14]

3. Histogram jako indikátor hybnosti:

- Zvětšující se sloupce histogramu (nad nulou u uptrendu, pod nulou u downtrendu) signalizují zesilující momentum, což potvrzuje směr aktuálního trendu [9].
- Zmenšující se sloupce histogramu ukazují na slábnoucí hybnost, což může předcházet korekci nebo obratu trendu [9].

Je však třeba poznamenat, že histogram sám o sobě není samostatným generátorem obchodních signálů, ale slouží spíše jako podpůrný nástroj pro vizuální potvrzení signálů generovaných křížením MACD a signální linie [14].

3.1.3 Bollinger Bands

Bollinger Bands (v češtině též Bollingerova pásma), byla vytvořena Johnem Bollingerem 80. letech minulého století. Jsou technickým indikátorem kombinujícím klouzavý průměr se výběrovou směrodatnou odchylkou. Slouží k měření volatility a identifikaci potenciálních obrátů či pokračování trendu [9]. Skládají se ze tří linií:

- Střední pásmo: n-denní jednoduchý klouzavý průměr (SMA), obvykle 20denní.
- Horní pásmo: $SMA + (2 \times \text{výběrová směrodatná odchylka cen v oknu})$.
- Dolní pásmo: $SMA - (2 \times \text{výběrová směrodatná odchylka cen v oknu})$.

Formálně lze pásma vyjádřit takto:

$$\text{Horní pásmo} = SMA(n) + 2\hat{\sigma}_n,$$

$$\text{Dolní Pásmo} = SMA(n) - 2\hat{\sigma}_n,$$

$$\text{Střední pásmo} = SMA(n),$$

kde:

$SMA(n)$ – je n-denní jednoduchý klouzavý průměr,

$\hat{\sigma}_n$ – je výběrová směrodatná odchylka cen v oknu.

Klíčovou vlastností Bollingerových pásem je jejich dynamická šířka odrážející volatilitu trhu. Zúžení pásem (tzv. "squeeze") signalizuje nízkou volatilitu, která často předchází výraznému cenovému pohybu (průrazu). Naopak rozšíření pásem často signalizuje vysokou volatilitu, obvykle spojenou s pokračováním trendu [9].

Parametry

Standardní nastavení používá 20denní jednoduchý klouzavý průměr (SMA) a dvojnásobek směrodatné odchytky ($2\hat{\sigma}$). Což by mělo poskytovat optimální rovnováhu mezi citlivostí a stabilizací. Pro delší trendy lze zvýšit periodu klouzavého průměru (např. na 50 dní) a upravit násobek odchytky ($1,5-2,5\hat{\sigma}$). Pro intraday¹ obchodování se někdy volí kratší periody (10–14 dní) [15].

Generování signálů

Bollingerova pásma generují signály několika způsoby:

1. Odrážení od pásma (Bounces)
 - Signál k nákupu: Pokud se cena dostane až k dolnímu pásmu a následně se odrazí směrem nahoru, může to signalizovat přeprodanost a potenciální obrat směrem k růstu.
 - Signál k prodeji: Pokud se cena dotkne horního pásma a poté začne klesat, může to indikovat překoupenost a možný obrat směrem k poklesu.
2. Proražení pásma (Breakouts)
 - Trendový signál: Průraz horního pásma naznačuje rostoucí trend, zatímco průraz dolního pásma klesající trend.
 - Falešná proražení: Je důležité sledovat objem a další indikátory, protože ne každé proražení vede k dlouhodobému trendu.
3. Squeeze a expanze
 - Squeeze: Zúžení pásem signalizuje nízkou volatilitu, která předchází prudkému pohybu.
 - Expanze: Průraz mimo pásma po squeeze je signálem k vstupu do obchodu.

¹ Intraday obchodování označuje otevírání a uzavírání pozic v rámci jednoho obchodního dne, typicky s využitím kratších časových rámců (např. minutové nebo hodinové grafy) pro analýzu [37].

3.1.4 ROC (Rate of Change)

Rate of Change (ROC), je technický indikátor měřící procentuální změnu ceny za určité období. Podle [9] slouží k identifikaci rychlosti cenového pohybu a signalizaci potenciálních obrátů trendu prostřednictvím divergencí nebo extrémních hodnot. Vzorec pro výpočet ROC je definován jako:

$$ROC_i(n) = \left(\frac{P_t}{P_{t-n}} - 1 \right) \times 100,$$

kde:

P_i – je aktuální cena v čase i ,

P_{i-n} – je cena před n obdobími,

n – je délka období (například 10 či 14 dní).

Klíčovou vlastností ROC je jeho schopnost detekovat momentum trhu. Kladné hodnoty signalizují rostoucí trend, záporné klesající. Autor [9] zdůrazňuje využití nulové linie jako rozhodující hranice: pohyb ROC nad tuto úroveň potvrzuje sílu uptrendu, pod ní dominuje downtrend¹. Extrémy ROC (např. +20 % či -20 %) mohou indikovat překoupenost² nebo přeprodanost³, avšak bez kontextu trendu jsou tyto signály méně spolehlivé.

Pro výpočet indikátoru ROC obecně doporučují následující časová období [8]:

- Dlouhodobé trendy: 12měsíční nebo 52týdenní období, užitečné mohou být i 24měsíční nebo 18měsíční intervaly.
- Střednědobé trendy: 9měsíční, 26týdenní (6měsíční) nebo 13týdenní (3měsíční) období.
- Krátkodobé trendy: 10denní, 20denní, 25denní nebo 30denní období.
Pro krátko-až střednědobé trendy jsou vhodná i 45denní (9týdenní) nebo 65denní (13týdenní) období.

¹ Uptrend je situace, kdy ceny rostou, zatímco downtrend označuje klesající ceny.

² Překoupenost nastává, když cena aktiva stoupla příliš rychle a může být považována za "drahou" nebo "přehodnocenou", což často signalizuje možný nadcházející pokles [38].

³ Přeprodanost znamená, že cena aktiva klesla příliš rychle a může být považována za "levnou" nebo "podhodnocenou", což může signalizovat možný nadcházející růst [38].

ROC je náchylné ke generování falešných signálů během silných trendů a zpoždění u kratších časových období¹. Pro snížení těchto rizik [8] navrhuje používat delší periody (20–50 dní) a potvrzení průrazem klíčových cenových hladin. Autor [9] upozorňuje, že ROC funguje nejlépe jako doplňkový nástroj, nikoli jako samostatný systém.

Generování signálů

ROC poskytuje signály třemi hlavními způsoby:

- Prvním je průsečík nulové linie: překročení ROC nad nulou signalizuje potenciální nákupní příležitost, zatímco pokles pod nulu varuje před možným prodejním tlakem [9].
- Druhým jsou extrémní hodnoty: při překročení +20 % (překoupenost) nebo -20 % (přeprodánost) lze očekávat korekci, avšak pouze v kontextu hlavního trendu.
- Třetím jsou divergence²: pokud cena dosáhne nového maxima, ale hodnota ROC nikoliv (medvědí divergence³), nebo naopak nového minima s vyšším minimem ROC (býčí divergence⁴), jde o varování před změnou trendu [9]. Autor [9] doporučuje kombinovat tyto signály s průrazem klíčových cenových hladin pro potvrzení, zatímco Autor [8] zdůrazňuje využití delších period (20-50 dní) pro redukci šumu.

3.1.5 VPT (Volume Price Trend)

Volume Price Trend (VPT) je technický indikátor, který se zaměřuje na vztah mezi cenou a objemem⁵. Jeho hlavní myšlenkou je, že při silném trendu by měl růst i objem obchodů. Pokud cena roste a zároveň roste i objem, trend je považován za silný. Naopak pokles objemu při růstu ceny může signalizovat oslabení trendu [16].

VPT se poté počítá pomocí následujícího vzorce:

$$VPT_t = VPT_{t-1} + Volume_t \times \frac{Close_t - Close_{t-1}}{Close_{t-1}},$$

¹ Kratšími časovými obdobími rozumějme 10-30 dní.

² Divergence nastává, když se cena a technický indikátor pohybují v opačných směrech.

³ Medvědí divergence znamená, že cena vytváří nová maxima, ale indikátor ne, signalizuje možný pokles.

⁴ Býčí divergence znamená, že cena vytváří nová minima, ale indikátor ne, signalizuje možný růst.

⁵ Objem představuje celkové množství obchodovaných akcií (či jiných finančních instrumentů) během daného časového období. Tento objem se poté vykresluje svislými sloupci ve spodní části grafu pod cenovou akcií [9].

kde:

VPT_t – je hodnota indikátoru v aktuálním období,

VPT_{t-1} – je hodnota indikátoru v předchozím období,

$Volume_t$ – je objem obchodů v aktuálním období,

$Close_t$ a $Close_{t-1}$ – jsou uzavírací ceny aktuálního a předchozího období.

VPT je užitečný pro identifikaci trendů, protože pomáhá rozpoznat silné trendy doprovázené rostoucím objemem. Dále může být použit pro detekci obrátů, protože pokles VPT při rostoucí ceně může signalizovat potenciální obrat a oslabení trendu [16].

Generování signálů

Volume Price Trend (VPT) generuje signály na základě vztahu mezi cenou a objemem:

- Nákupní signál: Pokud VPT roste společně s cenou a objemem, což signalizuje silný uptrend a potenciální nákupní příležitost [16].
- Prodejní signál: Pokud VPT klesá při klesající ceně a objemu, což indikuje silný downtrend a potenciální prodejní signál [16].

Pro lepší filtrování signálů lze VPT kombinovat s dalšími indikátory, jako jsou Bollingerovy pásmy nebo RSI [16].

3.2 Měření úspěšnosti

V této podkapitole bude představena obchodní strategie a metodika hodnocení její úspěšnosti na základě historických dat. Aplikace bude využívat kombinaci technických indikátorů ke generování a potvrzování obchodních signálů. Dále budou definovány klíčové pojmy, jako jsou Profit Target, Stop-loss, úspěšný obchod a neúspěšný obchod, které umožní jednoznačně určit výsledek každého realizovaného obchodu v rámci strategie.

Úspěšnost metody bude následně měřena a vyhodnocena pomocí ukazatelů Win/Loss ratio, Profit/Loss ratio a anualizovaný výnos, které poskytnou přehled o efektivitě strategie z hlediska poměru výher, proher, zisků a ztrát.

3.2.1 Obchodní strategie

Obchody budou otevírány na základě generovaných signálů z následujících technických indikátorů:

- SMA
- MACD
- Bollingerova pásma
- ROC
- VPT

Na základě délky držení pozice budou obchody rozděleny na krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé.

Profit Target

Profit Target je předem stanovená cenová úroveň, při které investor plánuje uzavřít obchodní pozici se ziskem. Stanovení Profit Target je klíčovou součástí mnoha obchodních strategií, které slouží k řízení rizika a dosažení zisku. Profit Target umožňuje investorovi objektivně plánovat výstup z obchodu a omezit vliv emocí na rozhodování [17].

Stop-loss

Stop-loss je příkaz k prodeji aktiva, když jeho cena klesne na určitou úroveň. Slouží k omezení potenciálních ztrát z obchodu. Například obchodník může nastavit stop-loss 5 % pod nákupní cenou, čímž omezí maximální ztrátu na 5 %. Stop-loss příkazy jsou klíčovým nástrojem pro řízení rizika při obchodování na burze [18].

Krátkodobá strategie

Krátkodobé obchody budou drženy maximálně 10 dní. Cílem je zachytit krátkodobé cenové pohyby v rámci stávajícího trendu. Klíčové parametry této strategie jsou následující:

- Profit Target: 5 %,
- Stop-loss: 2 % (pro zachování příznivého poměru rizika a zisku),
- Uzavření obchodu: Po 10 dnech nebo při dosažení Profit Target či Stop-loss.

Střednědobá strategie

Střednědobé obchody budou drženy po dobu 30 dní. Tento přístup se snaží využít větší cenové pohyby v rámci delšího období.

Klíčové parametry této strategie jsou následující:

- Profit Target: 10 %,
- Stop-loss: 4 %,
- Uzavření obchodu: Po 30 dnech nebo při dosažení Profit Target či Stop-loss.

Dlouhodobá strategie

Dlouhodobé obchody budou drženy 180 dní. Tento přístup je zaměřen na využití dlouhodobých trendů a větších pohybů trhu. Klíčové parametry této strategie jsou následující:

- Profit Target: 15 %,
- Stop-loss: 6 %,
- Uzavření obchodu: Po 180 dnech nebo při dosažení Profit Target či Stop-loss.

Strategie bez časového omezení

Tato strategie je obdobná jako krátkodobá strategie, avšak délka držení pozice nebude nijak časově omezena. Cílem je zachytit krátkodobé cenové pohyby stejně jako u krátkodobé strategie, ale bez nutnosti uzavírat pozici po již 10 dnech. Klíčové parametry této strategie jsou následující:

- Profit Target: 5 %,
- Stop-loss: 2 %.

Hodnocení úspěšnosti strategie

K vyhodnocení úspěšnosti obchodní strategie budou použity dvě klíčové metriky:

- Win/Loss ratio – poměr úspěšných a neúspěšných obchodů¹,
- Profit/Loss ratio – poměr průměrného zisku na obchod k průměrné ztrátě².

¹ Viz kapitola 3.2.2 Win/Loss Ratio

² Viz kapitola 3.2.3 Profit/Loss Ratio

Úspěšný a neúspěšný obchod

Obchod je považován za úspěšný, pokud byl uzavřen se ziskem, což nastává v následujících případech:

- Dosažení profit target – cena akcie se pohne v předpokládaném směru a dosáhne předem stanoveného cíle (např. 3 % u krátkodobé strategie, 8 % u střednědobé strategie, 15 % u dlouhodobé strategie).
- Uzavření obchodu na konci stanoveného období se ziskem – pokud obchod nebyl uzavřen aktivací stop-loss ani dosažením profit target, ale po uplynutí stanovené doby (10, 30 nebo 180 dní) je v zisku.

Naopak obchod je považován za neúspěšný, pokud byl uzavřen se ztrátou:

- Aktivací stop loss – cena akcie se pohne opačným směrem, než bylo očekáváno, a dosáhne stanovené hranice ztráty (např. 2 % u krátkodobé strategie, 4 % u střednědobé strategie, 7 % u dlouhodobé strategie).
- Uzavřením obchodu na konci stanoveného období se ztrátou – pokud obchod nebyl uzavřen dosažením profit target ani aktivací stop-loss, ale po uplynutí stanovené doby končí ve ztrátě.

Testovací data

Pro ověření efektivity strategie bude provedeno testování na historických datech za posledních 5 let. Aby byla strategie dostatečně univerzální, budou testovány dvě akcie z každého hlavního sektoru akciového trhu. Tímto způsobem zajistíme, že strategie nebude fungovat pouze na specifickém typu akcií, ale bude možné ji aplikovat napříč různými odvětvími trhu.

Hlavní sektory akciového trhu dělíme na [19]:

- Informační technologie (např. Apple, Microsoft, Google) – zahrnují firmy zaměřené na vývoj softwaru, hardware a technologie.
- Zdravotnictví (např. Pfizer, Johnson & Johnson, Merck) – zahrnují farmaceutické firmy, biotechnologie a poskytovatele zdravotní péče.
- Finance (např. JPMorgan Chase, Goldman Sachs, American Express) – zahrnují banky, pojišťovny, investiční firmy a finanční služby.
- Průmysl (např. Boeing, General Electric, Caterpillar) – zahrnují výrobní a stavební firmy, výrobce strojů a zařízení.

- Energetika (např. ExxonMobil, Chevron, NextEra Energy) – zahrnují ropné a plynárenské společnosti, obnovitelné i tradiční energetické firmy.
- Spotřební volitelné zboží (např. Tesla, Amazon, McDonald's) – zahrnují firmy, jejichž produkty nejsou považovány za nezbytné, jako je automobilový průmysl, maloobchod a zábava.
- Spotřební nezbytné zboží (např. Walmart, Procter & Gamble, Coca-Cola) – zahrnují firmy vyrábějící produkty denní potřeby, jako jsou potraviny, nápoje či hygienické výrobky.
- Komunikační služby (např. Meta, Verizon, Netflix) – zahrnují telekomunikace, média, zábavní a online služby.
- Utility (např. Duke Energy, Exelon, Southern Company) – zahrnují dodavatele energií, vody a odpadového hospodářství.

3.2.2 Win/Loss Ratio

Win/Loss ratio představuje poměr mezi počtem úspěšných a neúspěšných obchodů za určité období [20]. Matematicky lze vyjádřit Win/Loss ratio jako:

$$\text{Win/Loss Ratio} = \frac{\text{Počet úspěšných obchodů}}{\text{Počet neúspěšných obchodů}}$$

Například uvažujme strategii, kde jsme za určité období dosáhly 40 úspěšných a 20 neúspěšných obchodů. Poměr výher ku prohrám je 2:1, což znamená že na každou prohru připadají 2 výhry [20].

Je však důležité si uvědomit, že Win/Loss ratio nezohledňuje velikost jednotlivých zisků či ztrát. I když je poměr výher k prohrám vysoký, celková profitabilita strategie může být negativní, pokud jsou ztráty výrazně převyšují zisky [20].

3.2.3 Profit/Loss Ratio

Profit/Loss Ratio představuje poměr průměrného zisku úspěšných obchodů ku průměrné ztrátě neúspěšných obchodů [21]. Matematicky lze vyjádřit jako:

$$\text{Profit/Loss Ratio} = \frac{\text{Průměrný zisk}}{\text{Průměrná ztráta}}$$

Například uvažujme průměrný zisk \$400 a průměrnou ztrátu \$200, čímž dosáhneme poměru 2:1. To znamená že každý úspěšný obchod kompenzuje dva neúspěšné obchody [21].

Na rozdíl od Win/Loss ratio, které vyjadřuje poměr úspěšných a neúspěšných obchodů, Profit/Loss ratio se zaměřuje na skutečný finanční dopad jednotlivých obchodů. Poměr může ukazovat, jak střední hodnota několika málo úspěšných obchodů kompenzuje velký počet neúspěšných obchodů. Celková profitabilita závisí také na četnosti a konzistenci obchodů [21].

3.2.4 Anualizovaný výnos

Kromě výše zmíněných dvou poměrů bude pro komplexnější porovnání strategií s různou délkou držení pozic vypočítán také průměrný roční anualizovaný zisk (annualized rate of return). Tato metrika převádí celkový zisk dosažený strategií za celé testovací období na průměrný roční ekvivalent, což umožňuje lépe posoudit efektivitu využití kapitálu v čase [22]. Matematicky lze vyjádřit jako:

$$\text{Anualizovaný výnos} = (1 + \text{Celkový výnos})^{\left(\frac{1}{\text{Počet let}}\right)},$$

kde:

Celkový výnos – je celkové procentuální zhodnocení kapitálu na konci testovacího období,

Počet let – je délka testovacího období v letech.

4 Použité technologie

V této kapitole jsou představeny technologie a nástroje, které byly použity při vývoji aplikace pro hledání signálů k nákupům na burze. Nejprve je popsán použitý programovací jazyk Python. Následně se kapitola zaměřuje na použité externích Python knihoven, které byly použity pro zejména pro práci s daty, jejich vizualizací a tvorbou GUI. V závěrečné části kapitoly jsou stručně představeny použité vývojové nástroje, Visual Studio Code, Git a Github.

4.1 Python

Python je interpretovaný a objektově orientovaný vyšší programovací jazyk, který byl poprvé představen v roce 1991 Guidem Van Rossumem jako nástupce jazyka ABC. S postupem času se díky své čitelné a jednoduché syntaxi stal jedním z nejpobulárnějších programovacích jazyků na světě¹ [23].

Python je univerzální jazyk podporující více programovacích paradigmat, včetně objektově orientovaného, procedurálního a funkcionálního programování. Tato flexibilita společně s rozsáhlým ekosystémem knihoven umožňuje využití ve většině oblastí IT, od datové analýzy a strojového učení až po vývoj webových aplikací². Další významnou vlastností Pythonu je jeho přenositelnost, je schopný běžet na většině operačních systémů, včetně Windows, macOS, GNU/Linux a některých verzí Unixu [23].

4.2 Použité externí knihovny

Python disponuje rozsáhlým ekosystémem externích knihoven, které pokrývají prakticky všechny oblasti softwarového vývoje. Tyto knihovny jsou uživatelům dostupné prostřednictvím balíčkovacích systémů (např. pip³) a jsou dostupné v repozitáři PyPI⁴. Výhody používání externích knihoven spočívají především ve zvýšení kvality kódu díky komunitnímu testování knihoven a zkrácení času vývoje, není potřeba implementovat již existující, funkční a otestované řešení.

¹ Podle průzkumu Stack Overflow Developer Survey 2024 se Python dlouhodobě řadí mezi tři nejpoužívanější jazyky [39].

² Pro konkrétní příklady užití viz [40].

³ V této práci byl pro správu balíčků použit pip, který je standardně integrován v novějších verzích Pythonu a je zároveň nejpobulárnější balíčkovací nástroj pro Python [41].

⁴ PyPI (Python Package Index) je primární veřejný repozitář pro Python balíčky třetích stran. Umožňující vývojářům publikovat a sdílet své projekty.

V kontextu této bakalářské práce byly využity knihovny zaměřené na analýzu finančních dat, tvorbu a vizualizaci grafů a GUI.

4.2.1 PyQt6

PyQT6 je Python knihovna pro tvorbu GUI, která slouží jako rozhraní mezi Pythonem a multiplatformním frameworkem¹ Qt. PyQt6 implementuje více než 1000 tříd z Qt jako sadu modulů pro Python umožňující tak využívat mnohé funkce tohoto frameworku [24].

Qt je rozsáhlá sada knihoven a vývojových nástrojů původně napsaná v jazyce C++, která poskytuje platformově nezávislé abstrakce pro tvorbu GUI aplikací. Nabízí nástroje nejen pro tvorbu klasických GUI prvků jako jsou okna, tlačítka a menu, ale také pro práci se sítěmi, vlákny, databázemi, grafikou (včetně 3D) a multimédií atd. [24].

4.2.2 Pandas

Pandas je jedna z nejpobulárnějších knihoven pro datovou analýzu v Pythonu. Pandas je jedna z nejpobulárnějších knihoven pro datovou analýzu v Pythonu. Tato moderní knihovna, postavená na základech NumPy, nabízí flexibilní a efektivní datové struktury, zejména DataFrame² (datové rámce) a Series, které umožňují rychlou a účinnou práci se strukturovanými daty [25; 26].

DataFrame je dvourozměrná datová struktura v knihovně Pandas, která umožňuje efektivní práci se strukturovanými daty. DataFrame obsahuje integrovaný systém indexování, který usnadňuje přístup k datům a jejich manipulaci. Series je jednodimenzionální struktura, často používaná pro sekvenční data, jako jsou časové řady [27].

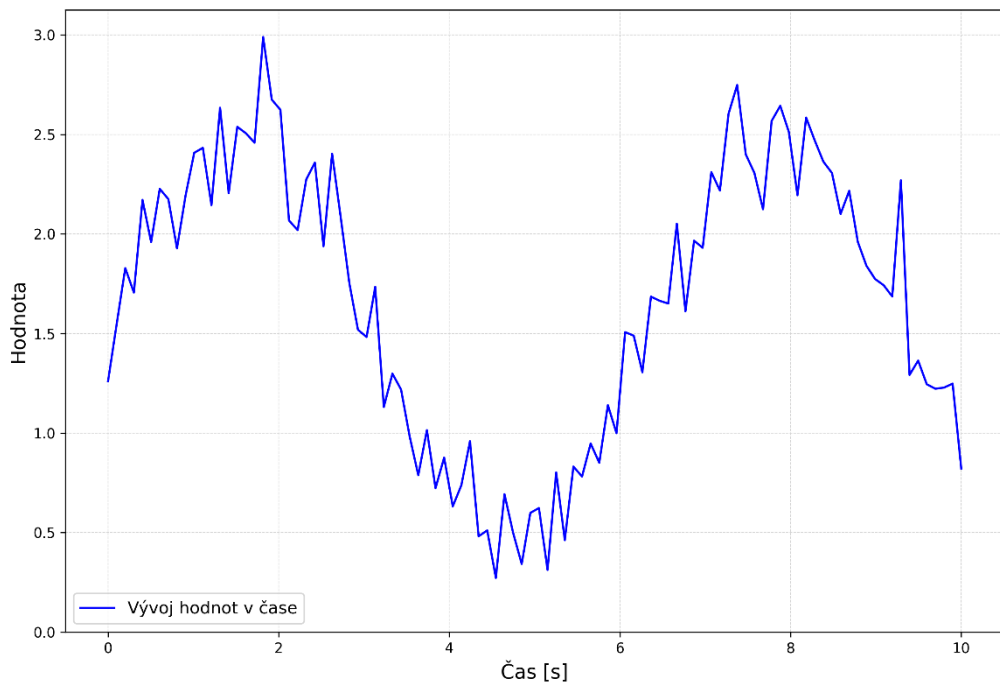
Pandas je široce využíván v oblasti datové vědy a strojového učení díky své schopnosti rychle zpracovávat velké objemy dat. Knihovna vyniká v čištění dat, práci s chybějícími hodnotami a poskytuje nástroje pro transformaci a analýzu dat, včetně podpory časových řad. Díky své flexibilitě umožňuje také Pandas snadné načítání a ukládání dat z různých formátů, jako jsou CSV, Excel nebo SQL databáze [25; 26].

¹ PyQt6 je podporováno pro operační systémy Windows, macOS a GNU/Linux.

² V kontextu praktické části jsou datové rámce použity pro uložení a manipulaci s finančními daty. Po načtení z API nebo CSV souborů obsahují strukturované informace, jako je datum a čas, cena akcie a objem obchodů.

4.2.3 Matplotlib a Mplfinance

Matplotlib je jedna z nejpoužívanějších knihoven pro vizualizaci dat v Pythonu [25]. Nabízí širokou škálu grafů, za zmínku stojí například čárové, sloupcové a koláčové grafy. Knihovna umožňuje velice detailní přizpůsobení vzhledu grafů, včetně stylů čar, popisků os a barev [28]. Často je využívána ve spojení s knihovnami Pandas a NumPy.

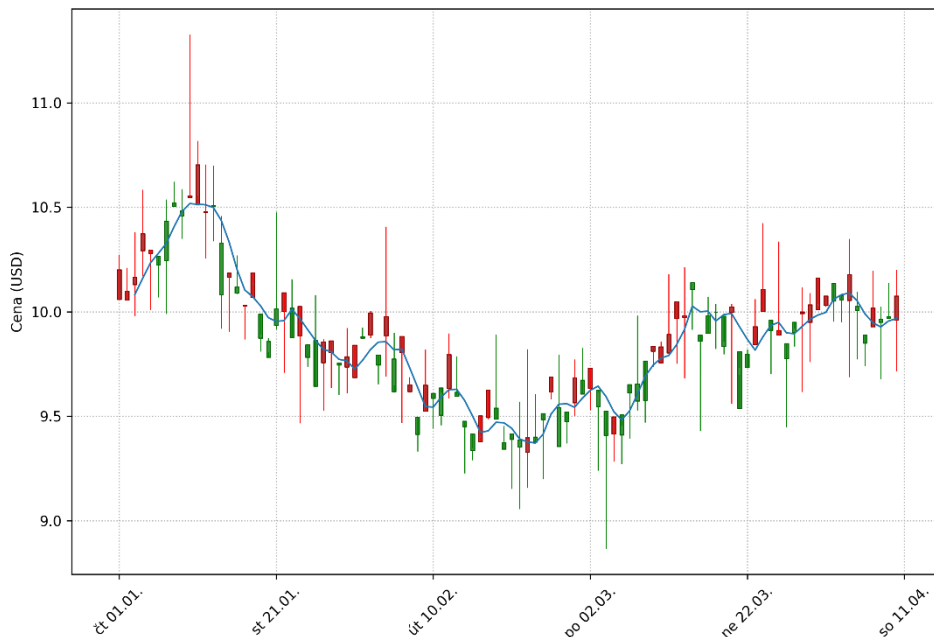


Obrázek 1: Ukázka grafu vytvořeného pomocí knihovny Matplotlib, Zdroj: [vlastní]

Knihovna Mplfinance, je postavena na knihovně Matplotlib a je zaměřena na vizualizaci finančních dat¹. Umožňuje snadnější vytváření grafů finančních dat, jako jsou svíčkové grafy (candlestick charts), Renko grafy nebo OHCL (Open-High-Low-Close)² [29].

¹ Finančními daty jsou, vztaženo na tuto práci, myšleny historické ceny akcií a objemy obchodů.

² Zatímco Matplotlib slouží spíše pro obecnou vizualizaci dat v různých oborech, Mplfinance se specializuje na finanční trhy a cenové pohyby akcií.



Obrázek 2: Ukázka grafu vytvořeného pomocí knihovny Mplfinance, Zdroj: [vlastní]

4.2.4 Yfinance

Yfinance je Python knihovna, která umožňuje stahovat historická tržní data z webu Yahoo! Finance¹. Knihovna nabízí možnost stahovat data v různých časových intervalech a pro libovolné historické období.

Nutno zmínit, že Yfinance je open-source projekt pod licencí Apache 2.0, který není oficiálně nijak spojen s Yahoo! Finance.²

4.2.5 PyInstaller

PyInstaller je Python knihovna, která umožňuje snadnou distribuci řešení uživatelům. Knihovna analyzuje zdrojový kód aplikace a všechny její závislosti, včetně použitého Python interpretu, a vytvoří samostatný spustitelný soubor [30].

Hlavní výhodou je, že pro spuštění balíčku není potřeba žádných dodatečných instalací příslušné verze Pythonu či externích knihoven. Uživatelé tak stačí aplikaci jen spustit [31].

¹ Yfinance oproti ostatním podobným knihovnám poskytuje data zdarma a bez potřeby založení účtu.

² Ačkoliv Yfinance se jedná „neoficiální“ projekt, je pravidelně udržován početnou komunitou.

PyInstaller podporuje širokou škálu operačních systémů, včetně Windows, macOS a GNU/Linux. Úspěšně byl také použit na platformách jako AIX, Solaris, FreeBSD a OpenBSD, i když tyto systémy nejsou součástí oficiálního testování¹.

4.2.6 Vývojové prostředí a správa verzí

VS Code

Visual Studio Code (zkráceně také VS code) je open-source editor zdrojového kódu od firmy Microsoft, dostupný pro Windows, macOS a GNU/Linux. Nabízí širokou škálu funkcí, jako je integrovaný terminál, ladění, podpora pro Git a možnost instalace rozšíření, která přidávají podporu pro různé jazyky, frameworky a nástroje. Díky své lehkosti, vysoké přizpůsobitelnosti a rozsáhlé knihovně rozšíření patří mezi nejpoblárnější editory mezi vývojáři [32].

Git a Github

Git je distribuovaný systém správy verzí vyvinutý Linusem Torvaldsem. Umožňuje efektivně sledovat změny v kódu, pracovat s oddělenými větvemi a usnadňuje týmovou spolupráci i experimentování s novými funkcemi bez ohrožení hlavní verze projektu [33].

GitHub je cloudová platforma pro hostování Git repozitářů, vlastněná a provozovaná společností Microsoft. Nabízí webové rozhraní pro Git, které usnadňuje správu verzí kódu a spolupráci mezi vývojáři. Kromě základních funkcí Gitu poskytuje GitHub další nástroje pro vývoj softwaru, jako jsou sledování problémů (issue tracking), požadavky na začlenění změn (pull requests) a možnosti pro revizi kódu (code review) [33].

¹ Je však důležité poznamenat, že PyInstaller není cross-compiler, to znamená, že pro vytvoření aplikace pro konkrétní operační systém je nutné spustit PyInstaller na daném systému [31].

5 Aplikace

5.1 Požadavky aplikace

Následující podkapitola definuje funkční a nefunkční požadavky pro vyvíjenou aplikaci na hledání signálů k nákupu na burze pomocí technických indikátorů. Tyto požadavky slouží jako základ pro návrh a implementaci aplikace. Zároveň poskytují jasný rámec pro hodnocení úspěšnosti projektu.

5.1.1 Funkční požadavky

Funkční požadavky definují konkrétní funkce a chování, které by aplikace měla poskytovat:

1. Systém bude získávat historická burzovní data z Yahoo Finance prostřednictvím knihovny Yfinance.
2. Systém bude umožňovat ruční načítání dat ve formátu CSV pro situace, kdy online zdroj není dostupný, nebo chce uživatel zpracovat svá data.
3. Systém bude implementovat následující technické indikátory: SMA, EMA, LWMA, MACD, Bollingerova pásma, ROC a VPT.
4. Systém bude umožňovat konfiguraci parametrů pro každý technický indikátor (např. perioda pro klouzavé průměry) a uložení této konfigurace.
5. Systém bude schopen identifikovat nákupní a prodejní signály na základě zvolených technických indikátorů.
6. Systém bude vyhodnocovat úspěšnost obchodních strategií a generované signály pomocí metrik Win/Loss ratio a Profit/Loss ratio.
7. Systém bude vizualizovat cenové grafy a technické indikátory.
8. Systém bude provádět časově náročné operace (např. výpočet indikátorů na velkých datových sadách) na separátním vlákně, aby nedocházelo k "zamrznutí" uživatelského rozhraní.

5.1.2 Nefunkční požadavky

Nefunkční požadavky definují kvalitativní vlastnosti a omezení systému:

1. Systém bude implementován v jazyce Python s využitím knihoven PyQt6, Pandas, Matplotlib, Mplfinance a Yfinance.
2. Uživatelské rozhraní bude intuitivní a přehledné, navržené podle principů MVP (Model-View-Presenter).
3. Systém bude schopen zpracovat historická data o délce minimálně 5 let bez významného zhoršení výkonu.
4. Aplikace bude distribuována jako samostatný spustitelný soubor pomocí nástroje PyInstaller, nevyžadující instalaci Python interpretu ani externích knihoven.
5. Systém bude navržen s ohledem na budoucí rozšiřitelnost, především možnost přidávání dalších a pokročilejších technických indikátorů, a obchodních strategií.
6. Pro plnou funkčnost online získávání dat bude systém vyžadovat připojení k internetu.

5.2 Architektura aplikace

V této kapitole bude popsána architektura aplikace je navržena se zaměřením na modularitu a budoucí rozšiřitelnost, zejména s ohledem na přidávání dalších technických indikátorů. Jako základní architektonický vzor byl zvolen Model-View-Presenter (MVP), který jasně odděluje datovou logiku (Model), prezentační logiku (Presenter) a uživatelské rozhraní (View).

5.2.1 MVC (Model-View-Presenter)

Model-View-Presenter (MVP) je architektonický vzor určený pro aplikace s grafickým uživatelským rozhraním. Vychází z principů vzoru Model-View-Controller (MVC), ale klade větší důraz na oddělení zodpovědností (Separation of Concerns). Hlavní myšlenkou MVP je izolovat datovou a obchodní logiku (Model) i implementaci uživatelského rozhraní (View) od logiky, která řídí interakce a prezentaci dat (Presenter).

Architektura MVP se skládá ze tří klíčových, spolupracujících komponent:

Model

Zapouzdřuje data aplikace a veškerou obchodní logiku (validace, transformace, ukládání). Zodpovídá za reprezentaci stavu aplikace a operace, které tento stav mění.

View

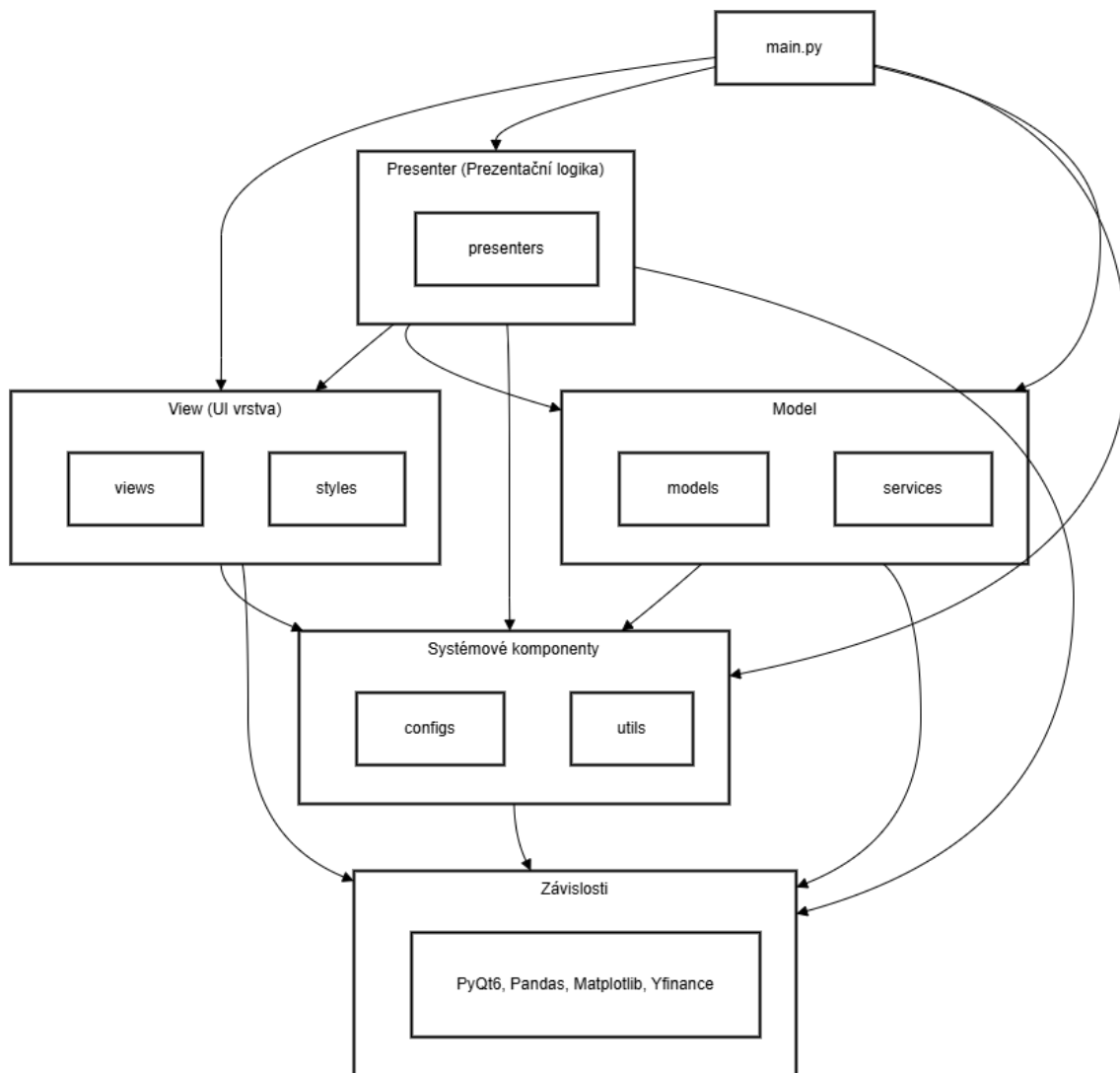
Zobrazuje data poskytnutá Presenterem a zachycuje uživatelské akce (např. kliknutí, zadání textu), které předává Presenteru.

Presenter

Funguje jako prostředník mezi Modelem a View. Obsahuje prezentační logiku – formátuje data pro zobrazení, reaguje na události z View a volá operace Modelu. Udržuje vazbu na rozhraní View i Modelu.

5.2.2 Diagram tříd a komponent/Vývojový diagram

Diagram na obrázku (Obrázek 3) ilustruje celkovou softwarovou architekturu vyvíjené aplikace. Aplikace je strukturována podle architektonického vzoru Model-View-Presenter (MVP), který odděluje zodpovědnosti jednotlivých částí systému a zvyšuje tak jeho modularitu, a udržitelnost. Vstupním bodem celé aplikace je skript `main.py`, který inicializuje jednotlivé komponenty a spouští hlavní smyčku aplikace.



Obrázek 3: Diagram softwarové architektury, Zdroj: [vlastní]

5.3 Implementace

Následující podkapitola popisuje konkrétní implementační detaily klíčových částí aplikace, včetně způsobu implementace technických indikátorů, vizualizace dat a struktury uživatelského rozhraní.

5.3.1 Implementace technických indikátorů

Modularita a rozšiřitelnost byly klíčovými cíli při návrhu systému pro technické indikátory. Proto je základem abstraktní třída `BaseIndicator`, která definuje společné rozhraní a základní funkcionalitu pro všechny indikátory.

Každý konkrétní indikátor poté dědí od BaseIndicator a implementuje jeho metody, především metodu calculate(), která obsahuje logiku výpočtu daného indikátoru. Dále implementuje metody jako get_default_settings() pro definici svých parametrů (např. délka časového okna) a get_lines() pro informování systému, které datové sloupce (linie) má indikátor vykreslit.

Jako ukázkou implementace konkrétního indikátoru si uveďme zjednodušený výpočet MACD (Moving Average Convergence Divergence). Třída MACD dědí od BaseIndicator a v metodě calculate() provádí výpočet MACD linie, signální linie a histogramu.

```
import pandas as pd
from models.indicators.base_indicator import BaseIndicator

class MACD(BaseIndicator):
    """
    Třída pro výpočet Moving Average Convergence Divergence (MACD).
    """
    def __init__(self, data: pd.DataFrame, short_window=12, long_window=26,
signal_window=9):
        super().__init__(data)
        self.short_window = short_window
        self.long_window = long_window
        self.signal_window = signal_window

    def calculate(self) -> pd.DataFrame:
        if not self.validate_data():
            return self.data

# Výpočet EMA linií
        fast_ema = self.data['Close'].ewm(span=self.short_window,
adjust=False).mean()
        slow_ema = self.data['Close'].ewm(span=self.long_window,
adjust=False).mean()
        # Výpočet MACD linky
        self.data['MACD'] = fast_ema - slow_ema
        # Výpočet signální linky
        self.data['Signal'] = self.data['MACD'].ewm(span=self.signal_window,
adjust=False).mean()
        # Výpočet histogramu
        self.data['MACD_Histogram'] = self.data['MACD'] - self.data['Signal']
        return self.data
```

V této ukázce metoda calculate() nejprve vypočítá dva exponenciální klouzavé průměry (EMA) uzavíracích cen – rychlý (fast_ema) a pomalý (slow_ema). MACD linie je poté rozdílem těchto

dvou průměrů. Signální linie je EMA samotné MACD linie a histogram je rozdílem mezi MACD linií a signální linií. Tento přístup zajišťuje, že každý indikátor je zapouzdřen ve vlastní třídě a jeho logika je oddělena od zbytku aplikace.

5.3.2 Implementace generování signálů

Analogicky k návrhu systému technických indikátorů, i systém pro generování obchodních signálů byl vyvinut s cílem dosáhnout vysoké modularity a snadné rozšiřitelnosti. Základem je abstraktní třída `BaseSignalGenerator`. Tato třída definuje jednotné rozhraní a zapouzdřuje základní funkcionalitu společnou pro všechny generátory signálů.

Klíčovými prvky tohoto rozhraní jsou metoda pro aktualizaci parametrů `update_config()` a především abstraktní metoda `generate_signals()`, jejíž implementace je vyžadována od každé odvozené třídy. `BaseSignalGenerator` rovněž poskytuje interní pomocnou metodu `_set_signal()`, která zajišťuje konzistentní způsob zaznamenávání identifikovaných signálů (nákupních buy nebo prodejních sell) a jejich původu do datové struktury `DataFrame`.

Konkrétní generátory signálů, jako například `MACDSignalGenerator` pro strategii založenou na indikátoru MACD nebo `BollingerSignalGenerator` využívající Bollingerova pásma, jsou implementovány jako třídy dědicí od `BaseSignalGenerator`. Stěžejní logika každé obchodní strategie, tedy vyhodnocení specifických podmínek pro vstup či výstup z trhu na základě vstupních dat a vypočtených indikátorů, je zapouzdřena v implementaci metody `generate_signals()`.

Chování těchto generátorů je parametrizováno pomocí konfiguračních objektů, které jsou předány při jejich inicializaci a mohou být dynamicky modifikovány prostřednictvím metody `update_config()`.

Centralizovanou správu konfiguračních parametrů pro všechny dostupné signální strategie zajišťuje třída `SignalConfig`. Tato třída uchovává jak výchozí, tak uživatelsky upravená nastavení pro jednotlivé strategie, například definice period pro výpočet MACD, prahové úrovně pro ROC indikátor nebo specifikaci povolených typů signálů v rámci strategie klouzavých průměrů.

Jako příklad implementace konkrétního generátoru signálů si uveďme část metody `_process_macd_crossover_signals` ze třídy `MACDSignalGenerator`, která zpracovává signály vznikající překřížením MACD linie a signální linie:

```

def _process_macd_crossover_signals(self, df: pd.DataFrame) -> None:
    """
    Zpracuje signály křížení MACD a signální linie.

    Args:
        df: DataFrame s daty
    """
    for i in range(1, len(df)):
        # Přeskočit řádky s NaN hodnotami
        if pd.isna(df['MACD'].iloc[i-1]) or pd.isna(df['MACD'].iloc[i]) or \
            pd.isna(df['Signal'].iloc[i-1]) or pd.isna(df['Signal'].iloc[i]):
            continue

        # Nákupní signál - MACD překříží signální linku zespodu nahoru
        (bullish)
        if df['MACD'].iloc[i-1] < df['Signal'].iloc[i-1] and
df['MACD'].iloc[i] > df['Signal'].iloc[i]:
            self._set_signal(df, i, 'buy', "MACD Crossover")

        # Prodejní signál - MACD překříží signální linku shora dolů (bearish)
        elif df['MACD'].iloc[i-1] > df['Signal'].iloc[i-1] and
df['MACD'].iloc[i] < df['Signal'].iloc[i]:
            self._set_signal(df, i, 'sell', "MACD Crossover")

```

V této metodě se iteruje přes historická data. Pro každý časový bod se porovnává hodnota MACD linie a signální linie s jejich hodnotami v předchozím časovém bodě. Pokud MACD linie překříží signální linii zespodu nahoru (tj. v předchozím bodě byla MACD pod signální linií a v aktuálním bodě je nad ní), je generován nákupní signál (buy). Naopak, pokud MACD linie překříží signální linii shora dolů, je generován prodejní signál (sell). Metoda `_set_signal` pak zaznamená tento signál do DataFrame. Tento modulární přístup umožňuje snadno přidávat nové typy signálů nebo modifikovat stávající, aniž by bylo nutné zasahovat do jádra aplikace.

5.3.3 Implementace Backtestingového Enginu

Komponenta pro zpětné testování obchodních strategií (backtesting) je umístěna v balíčku `models/backtesting/`. Jejím účelem je umožnit uživateli ověřit obchodní strategii na historických datech a vyhodnotit její výkonnost a potenciální ziskovost.

Klíčovou třídou je `BacktestEngine`, která řídí celý proces. Využívá třídy `BacktestDataManager` pro přípravu a validaci vstupních historických dat a obchodních signálů. Samotnou simulaci obchodů, včetně správy kapitálu, výpočtu vstupních a výstupních hodnot (na základě definovaných pravidel jako stop-loss, take-profit, doba maximální doba držení a časový rozsah)

a započítání potenciálních poplatků (komise), provádí TradeSimulator. Výsledky simulace, jako je úspěšnost obchodů, profit/loss ratio, win/loss ratio a další statistiky, jsou shromažďovány a zpracovávány třídou BacktestResults pro následnou prezentaci uživateli.

5.3.4 Vizualizace dat

Pro vizualizaci cenových grafů a technických indikátorů jsou využívány knihovny Matplotlib a Mplfinance¹. Grafy jsou generovány dynamicky na základě uživatelem zvolené akcie, časového období a indikátorů. V aplikaci jsou tyto grafy integrovány přímo do uživatelského rozhraní vytvořeného pomocí PyQt6. To je realizováno pomocí widgetu FigureCanvasQTAgg, které umožňují vložit graf jako standardní prvek GUI. Třída ChartRenderer poté zapouzdřuje logiku pro vykreslení grafu s daty a indikátory.

Vzhled všech komponent grafu (barvy, tloušťky čar, styly) je centrálně definován v konfiguračních souborech, což umožňuje konzistentní vizuální styl napříč aplikací a snadnou modifikaci.

5.3.5 Využití multithreadingu

Některé operace v aplikaci, jako je stahování historických dat z internetu², výpočet technických indikátorů na rozsáhlých datech nebo provádění backtestingu, mohou být časově náročné. Aby tyto operace neblokovaly hlavní vlákno aplikace a nezpůsobovaly „zamrznutí“ uživatelského rozhraní, je využíván multithreading.

Konkrétně jsou použity pracovní vlákna (workers), implementované pomocí třídy QThread z PyQt6. Časově náročná úloha je delegována na samostatné vlákno. Po dokončení úlohy vyše toto vlákno signál s výsledky zpět do hlavního vlákna, které následně aktualizuje uživatelské rozhraní. Tím je zajištěna plynulost a responzivita aplikace i při provádění dlouhotrvajících operací.

5.3.6 Uživatelské rozhraní

Tato podkapitola představuje praktickou implementaci vyvinuté softwarové aplikace určené pro analýzu akciových trhů a testování obchodních strategií. Aplikace poskytuje uživatelsky

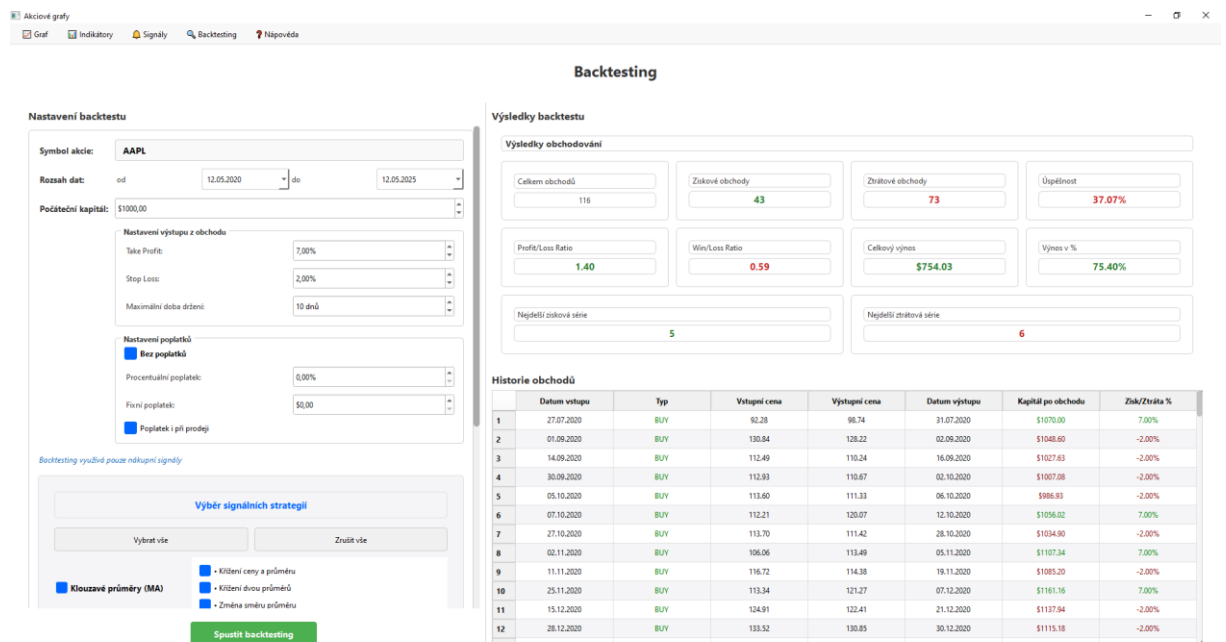
¹ Viz 4.2.3

² Data jsou stahována pomocí knihovny Yfinance viz 4.2.4

přívětivé rozhraní pro vizualizaci cenových grafů, aplikaci technických indikátorů a vyhodnocování potenciální výkonnosti strategií pomocí backtestingu.



Obrázek 4: Ukázka hlavní obrazovky, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 5: Ukázka backtestingu, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 6: Ukázka vykreslení indikátorů, Zdroj: [vlastní]

Hlavní pohled aplikace (Obrázek 4) umožňuje uživatelům vyhledávat akciové tituly, spravovat seznam oblíbených akcií a zobrazovat historické cenové grafy pro zvolené časové období. Interaktivní graf podporuje různé typy zobrazení.

Pro ověření efektivity obchodních přístupů aplikace implementuje modul pro backtesting (Obrázek 5). Uživatel zde může nastavit parametry testu, jako je testovaná akcie, časové období, počáteční kapitál a specifika obchodní strategie (např. pravidla pro vstup a výstup z pozice, stop-loss, take-profit). Následně jsou prezentovány podrobné statistiky simulovaných obchodů, včetně celkového zisku/ztráty, úspěšnosti, maximálního propadu kapitálu a seznamu jednotlivých obchodů. Tento modul tak poskytuje zpětnou vazbu o potenciální historické výkonnosti zvolených strategií.

Klíčovou součástí je také modul technických indikátorů (Obrázek 6), kde si uživatel může na graf zobrazit a konfigurovat širokou škálu indikátorů, jako jsou klouzavé průměry (SMA, EMA, LWMA), Bollingerova pásma, MACD, ROC či VPT. Tyto indikátory slouží jako základ pro identifikaci potenciálních obchodních signálů.

6 Výsledky

V této kapitole bude detailně popsán postup testování účinnosti jednotlivých technických indikátorů a obchodních strategií. Dále budou popsány konkrétní vstupní testovací data. V závěru kapitoly budou prezentovány výsledky měření úspěšnosti jednotlivých technických indikátorů z hlediska jejich ziskovosti a budou diskutovány doporučení pro jejich praktické využití v obchodních strategiích.

6.1 Metodika testování

Pro vyhodnocení efektivity obchodních strategií budou testovány následující typy signálů se základními parametry¹:

1. MACD Signály

- Křížení MACD a signální linie – MACD překříží signální linku zesponu nahoru.
- Signály založené na histogramu – zesilující býčí momentum, histogram je nad nulou, roste a má rostoucí tendenci.
- Divergence mezi cenou a MACD – cena klesá, ale MACD roste.
- Medvědí divergence: Cena roste, ale MACD klesá

2. Klouzavý průměr²

- Křížení ceny a klouzavého průměru – cena překříží průměr zesponu nahoru.
- Křížení dvou klouzavých průměrů – rychlejší průměr překříží pomalejší průměr zesponu nahoru.
- Změna směru klouzavého průměru – klesající průměr se obrací nahoru.

3. Bollingerova pásma

- Proražení pásma (Breakouts) - cena prorazí horní pásmo.
- Odražení od pásma (Bounce) - cena se vrací nad dolní pásmo (odražení od podpory).
- Squeeze a expanze – konec squeeze (zúžení) a cena začíná růst.

4. Rate of Change (ROC)

- Překročení nulové linie – ROC překročí nulovou linii zesponu nahoru.
- Extrémní hodnoty – ROC stoupá nad dolní hranici (přeprodáný trh).

¹ Pro nastavení parametrů jednotlivých technických indikátorů viz. 3.1. Technické indikátory.

² Pro testování klouzavého průměry byl využit pouze jednoduchý klouzavý průměr (SMA).

- Divergence mezi cenou a ROC – cena klesá, ale ROC roste.

5. Volume Price Trend (VPT)

- Křížení VPT a jeho klouzavého průměru – VPT překříží svůj klouzavý průměr zesponu nahoru.
- Signály založené na trendu ceny, objemu a VPT – silný býčí trend (cena roste, objem roste, VPT roste).

6.1.1 Výběr testovacích dat

Pro zajištění reprezentativnosti výsledků bude provedeno testování na akcích ze všech 11 hlavních sektorů akciového trhu. Z každého sektoru budou vybrány dvě akcie, což umožní porovnat chování indikátorů u rozdílných společností v rámci stejného odvětví. Konkrétně se jedná o následující sektory a vybrané akcie:

1. Energetika (Energy):

- Chevron Corporation (CVX)
- NextEra Energy, Inc. (NEE)

2. Materiály (Materials):

- Dow Inc. (DOW)
- LyondellBasell Industries N.V. (LYB)

3. Průmysl (Industrials)

- General Electric Company (GE)
- Caterpillar Inc. (CAT)

4. Spotřební volitelné zboží (Consumer Discretionary)

- Amazon.com, Inc. (AMZN)
- McDonald's Corporation (MCD)

5. Spotřební nezbytné zboží (Consumer Staples)

- Walmart Inc. (WMT)
- Procter & Gamble Co. (PG)

6. Zdravotnictví (Health Care)

- Merck & Co., Inc. (MRK)

- Pfizer Inc. (PFE)

7. Finance (Financials)

- JPMorgan Chase & Co. (JPM)
- Bank of America Corporation (BAC)

8. Informační technologie (Information Technology)

- Apple Inc. (AAPL)
- Microsoft Corporation (MSFT)

9. Komunikační služby (Communication Services)

- Meta Platforms, Inc. (META)
- Netflix, Inc. (NFLX)

10. Utility (Utilities)

- Duke Energy Corporation (DUK)
- Southern Company (SO)

11. Nemovitosti (Real Estate)

- American Tower Corporation (AMT)
- Prologis Inc. (PLD)

6.1.2 Časové období testování

Pro každou vybranou akcii budou analyzována historická data za posledních 6 let (2020–2025). Toto období bylo zvoleno záměrně, protože zahrnuje různé významné tržní události, které ovlivnily globální ekonomiku a chování finančních trhů.

Mezi klíčové události patří:

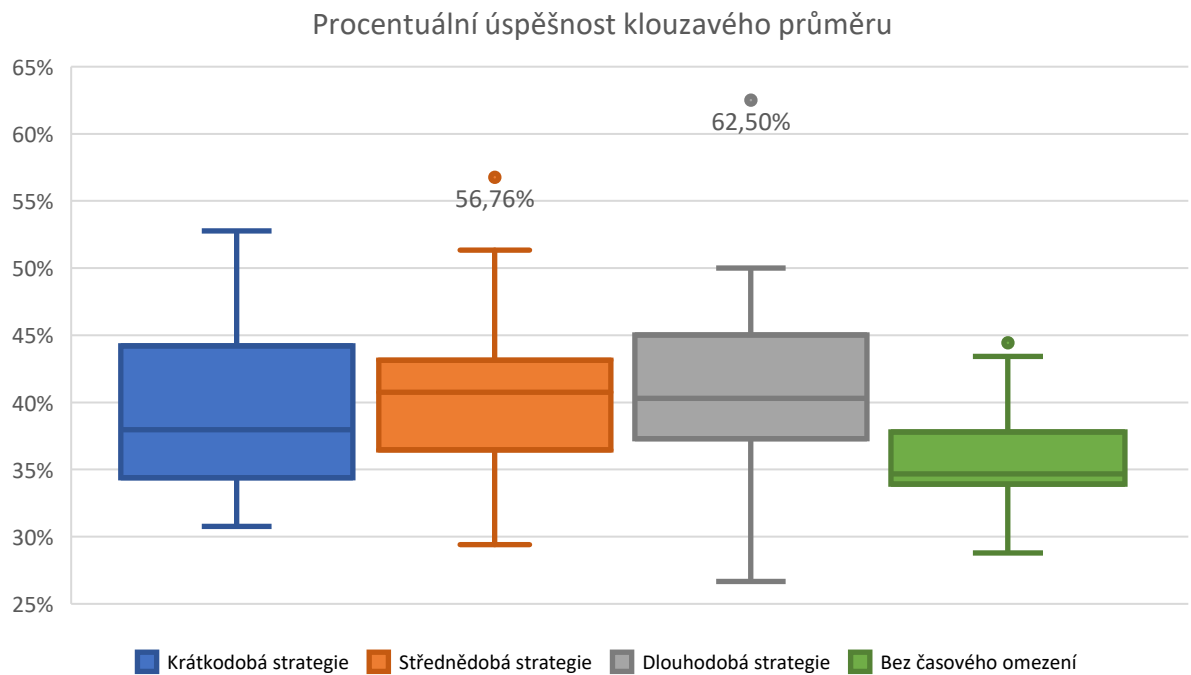
- Vysoká volatilita během pandemie COVID-19 (2020) – Trhy zažily dramatické propady, následované rychlým zotavením díky masivní podpoře ze strany vlád a centrálních bank. Součástí této podpory byly i stimulační balíčky, tzv. stimulus checks, které vedly ke zvýšení a retailového obchodování v USA.

- Silné tržní oživení (2021) – Po pandemii došlo k výraznému růstu akciových trhů, podporovanému rychlým vývojem vakcín a pokračující fiskální stimulací. Toto období umožňuje analýzu indikátorů v prostředí růstového trendu.
- Období zvýšených úrokových sazeb (2022–2025) – Centrální banky zavedly restriktivní měnovou politiku v reakci na rostoucí inflaci, což vedlo ke změnám v chování investorů a ovlivnilo dynamiku trhu.
- Začátek války na Ukrajině (2022) – Geopolitické události způsobily zvýšenou nejistotu na trzích, což je ideální pro testování robustnosti indikátorů v krizových situacích.
- Americké prezidentské volby (2024–2025) – Výsledkem voleb byla zásadní změna obchodní politiky USA, kdy nově zvolený prezident Donald Trump zavedl rozsáhlé celní tarify. Tyto kroky vyvolaly globální obchodní konflikty a ovlivnily globální dodavatelské řetězce, což poskytuje příležitost k analýze indikátorů v prostředí zvýšené volatility.

6.2 Analýza výkonnosti jednotlivých indikátorů

V této kapitole budou analyzovány výsledky získané z testování jednotlivých technických indikátorů pomocí metodiky popsané v předchozí části. Pro každý indikátor budou prezentovány klíčové metriky výkonnosti: procentuální úspěšnost, Win/Loss ratio a Profit/Loss ratio, a bude zhodnocena jejich efektivita v rámci definovaných obchodních strategií.

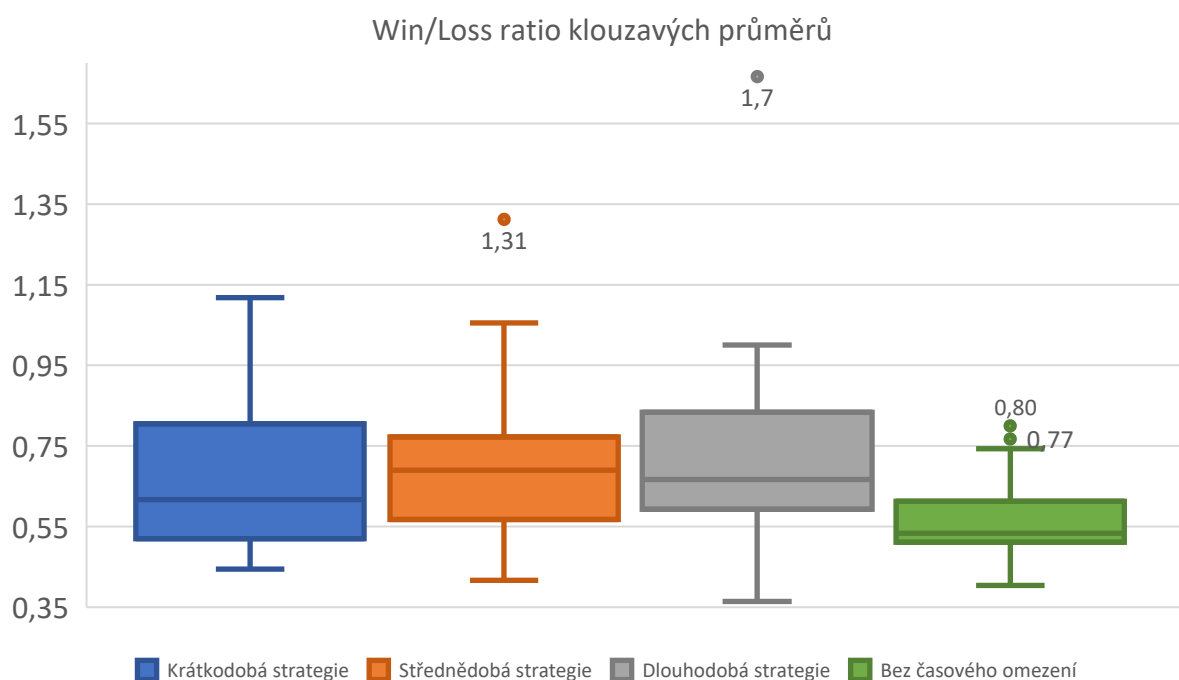
6.2.1 Výkonnost klouzavého průměru



Obrázek 7: Graf procentuální úspěšnost klouzavých průměrů, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 8: Graf Win/Loss ratio klouzavých průměrů, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 9: Graf Profit/Loss ratio klouzavých průměrů, Zdroj: [vlastní]

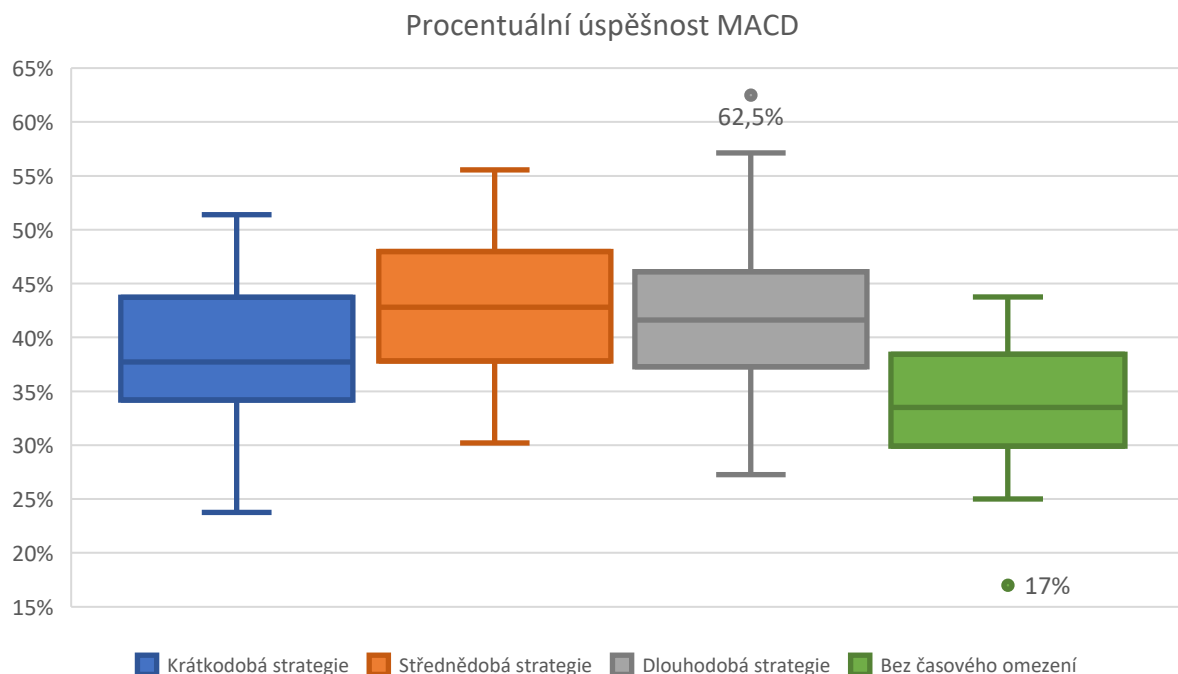
Procentuální úspěšnost (Obrázek 7) ukazuje, jak často strategie generovala signál vedoucí k ziskovému obchodu. Napříč různými strategiemi se celková úspěšnost pohybuje převážně

v rozmezí 35 % až 45 %. Tento poměrně nízký údaj zdůrazňuje, že více než polovina signálů nevedla k zisku.

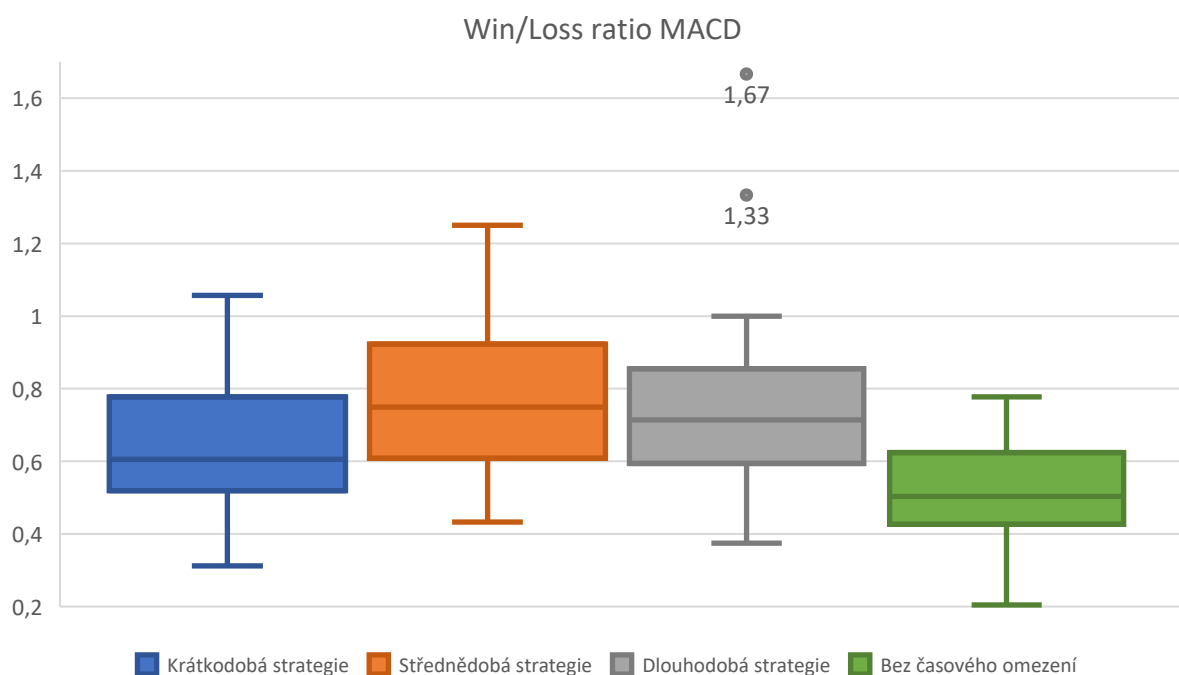
Win/Loss ratio (Obrázek 8), které udává poměr počtu ziskových obchodů k počtu ztrátových, značí, že hodnoty se typicky pohybují mezi 0,55 a 0,75, což znamená, že na každých 10 ztrátových obchodů připadá pouze 5,5 až 7,5 ziskových. Tento výsledek naznačuje, že ztrátové obchody byly častější než ziskové. Je zajímavé poznamenat, že strategie, které se spoléhají primárně na dosažení Profit Targetu nebo Stop-lossu (tedy bez explicitního časového omezení držení pozice), mohou vykazovat mírně odlišné, často i nižší, Win/Loss ratio, což souvisí s charakterem těchto výstupních podmínek.

Profit/Loss ratio (Obrázek 9) porovnává průměrnou velikost zisku ziskového obchodu s průměrnou velikostí ztráty ztrátového obchodu. Hodnoty se u krátkodobých a střednědobých strategií pohybují nejčastěji mezi 1,2 a 1,4. To znamená, že průměrný zisk byl 1,2krát až 1,4krát vyšší než průměrná ztráta. U dlouhodobé strategie dosahuje Profit/Loss ratio hodnot až okolo 1,7. Právě tato skutečnost, že průměrný zisk převyšuje průměrnou ztrátu umožňuje strategii být potenciálně ziskovou i přes nižší počet úspěšných obchod.

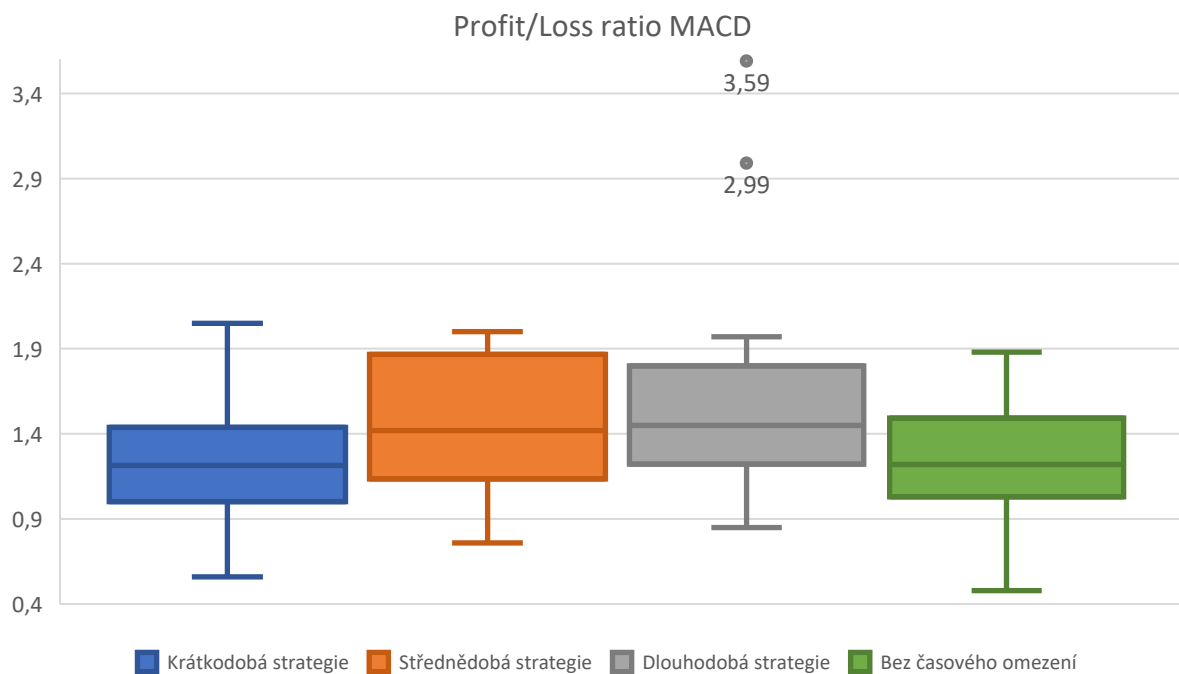
6.2.2 Výkonnost MACD



Obrázek 10: Graf procentuální úspěšnost MACD, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 11: Graf Win/Loss ratio MACD, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 12: Graf Profit/Loss ratio MACD, Zdroj: [vlastní]

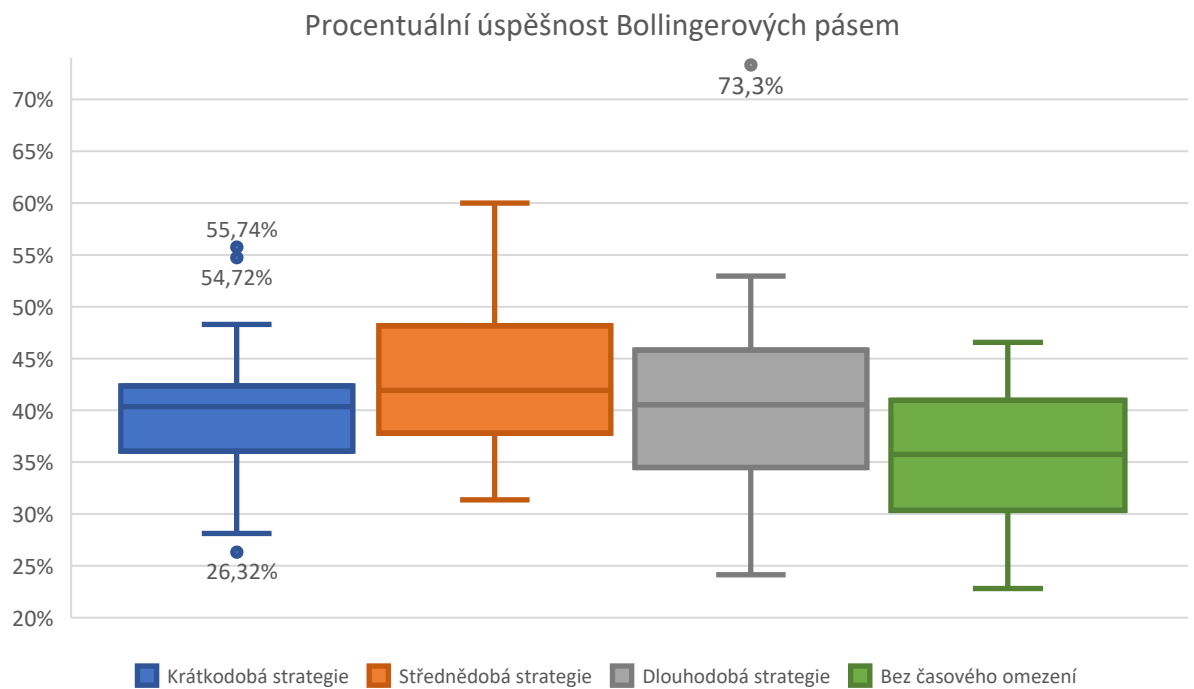
Procentuální úspěšnost signálů generovaných pomocí MACD (Obrázek 10) se liší v závislosti na délce obchodní strategie. U krátkodobé strategie se pohybuje mezi 35–45 %, což je srovnatelné s klouzavými průměry. Střednědobá strategie vykazuje mírně vyšší úspěšnost, často v rozmezí přibližně 38 % až téměř 50 %. U dlouhodobé strategie je úspěšnost opět o něco nižší, typicky mezi 37 až 46 %. Strategie bez pevného časového omezení (spoléhající na Profit Target/Stop-loss) dosahuje nejnižší úspěšnosti, často jen mezi 30–40 %. I zde platí, že méně, než polovina signálů vedla k ziskovému obchodu.

Win/Loss ratio (Obrázek 11), se u MACD strategií pohybuje většinou pod hodnotou 1. U krátkodobé strategie je to zhruba 0,5–0,8, u střednědobé 0,6 až téměř 1,0 v některých případech a u dlouhodobé opět klesá na 0,6–0,8. Strategie bez časového omezení má nejnižší Win/Loss ratio, často jen 0,4–0,6. Hodnota 0,6 například znamená, že na každých 10 ztrátových obchodů připadlo pouze 6 ziskových.

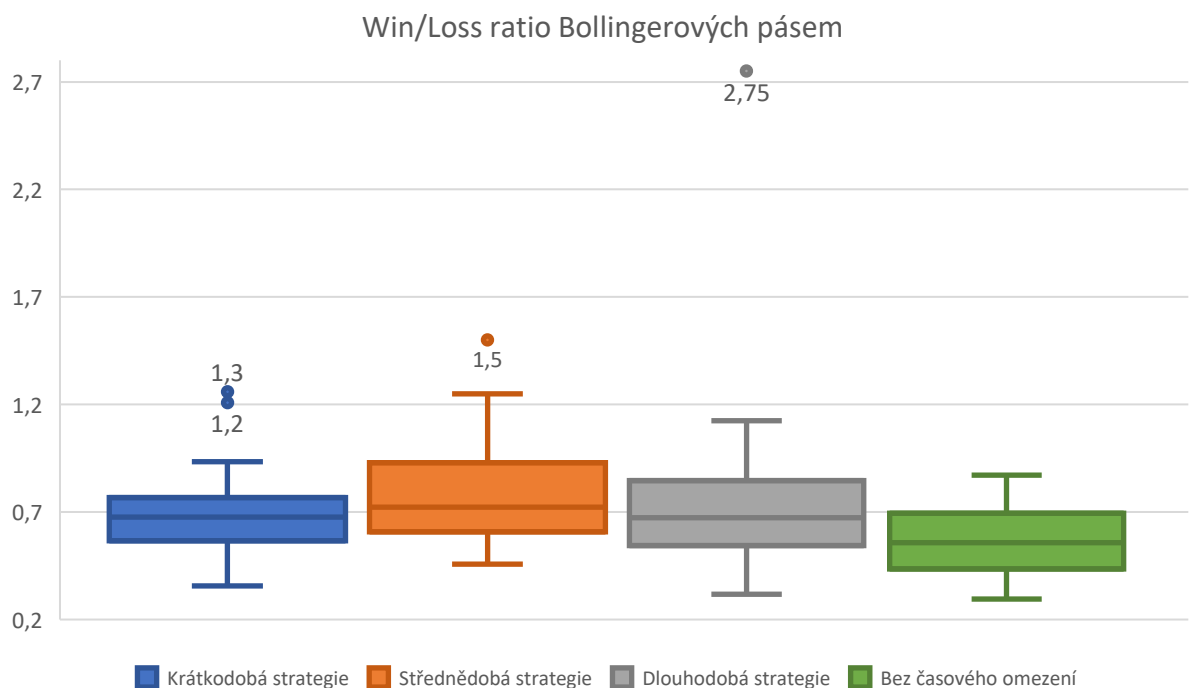
Profit/Loss ratio (Obrázek 12) se u krátkodobé strategie se pohybuje mezi 1,0 a 1,4, což naznačuje jen mírně vyšší průměrný zisk než ztrátu, a v některých případech může být i blízko 1,0. Střednědobá a dlouhodobá strategie vykazují výrazně lepší Profit/Loss ratio, často v rozmezí 1,1 až 1,9. To znamená, že průměrný zisk byl až téměř dvojnásobný oproti průměrné ztrátě. Strategie bez časového omezení dosahuje průměrného Profit/Loss ratio kolem 1,1–1,5, avšak s většími výkyvy.

Celkově lze konstatovat, že MACD strategie v testovaném období generovaly ziskové obchody méně často než ztrátové. Jejich potenciální profitabilita, podobně jako u klouzavých průměrů, spočívá ve schopnosti dosahovat výrazně větších průměrných zisků než ztrát, což je patrné zejména u střednědobých a dlouhodobých strategií. Výkonnost je však citlivá na zvolené parametry a tržní podmínky.

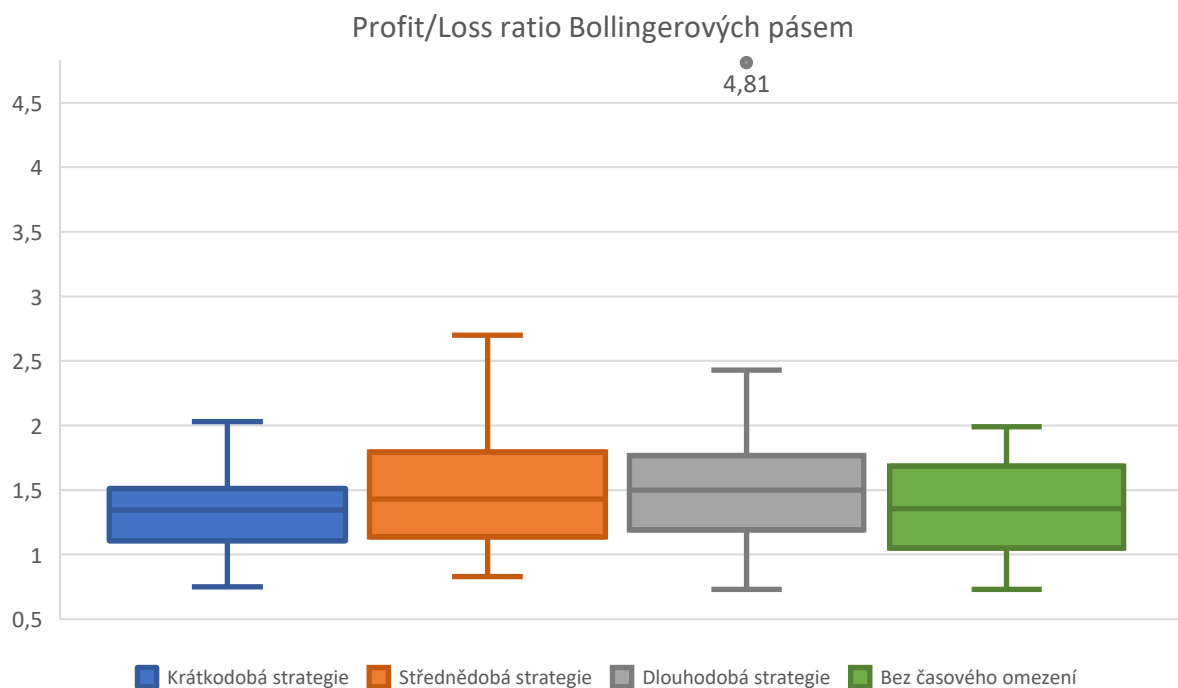
6.2.3 Výkonnost Bollingerových pásem



Obrázek 13: Graf procentuální úspěšnost Bollingerových pásem, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 14: Graf Win/Loss ratio Bollingerových pásem, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 15: Graf Profit/Loss ratio Bollingerových pásem, Zdroj: [vlastní]

Procentuální úspěšnost (Obrázek 13) se u Bollingerových pásem pohybuje v relativně nízkých hodnotách. Typické rozmezí úspěšnosti se pro krátkodobou strategii nachází přibližně mezi 35 % a 43 %, pro střednědobou mezi 38 % a 48 %, pro dlouhodobou mezi 34 % a 46 % a pro strategii bez časového omezení mezi 30 % a 41 %. Tyto rozsahy potvrzují, že ve většině případů méně, než polovina signálů vedla k ziskovému obchodu. Grafy také ukazují značnou variabilitu což naznačuje, že úspěšnost může výrazně kolísat v závislosti na konkrétní akci a období.

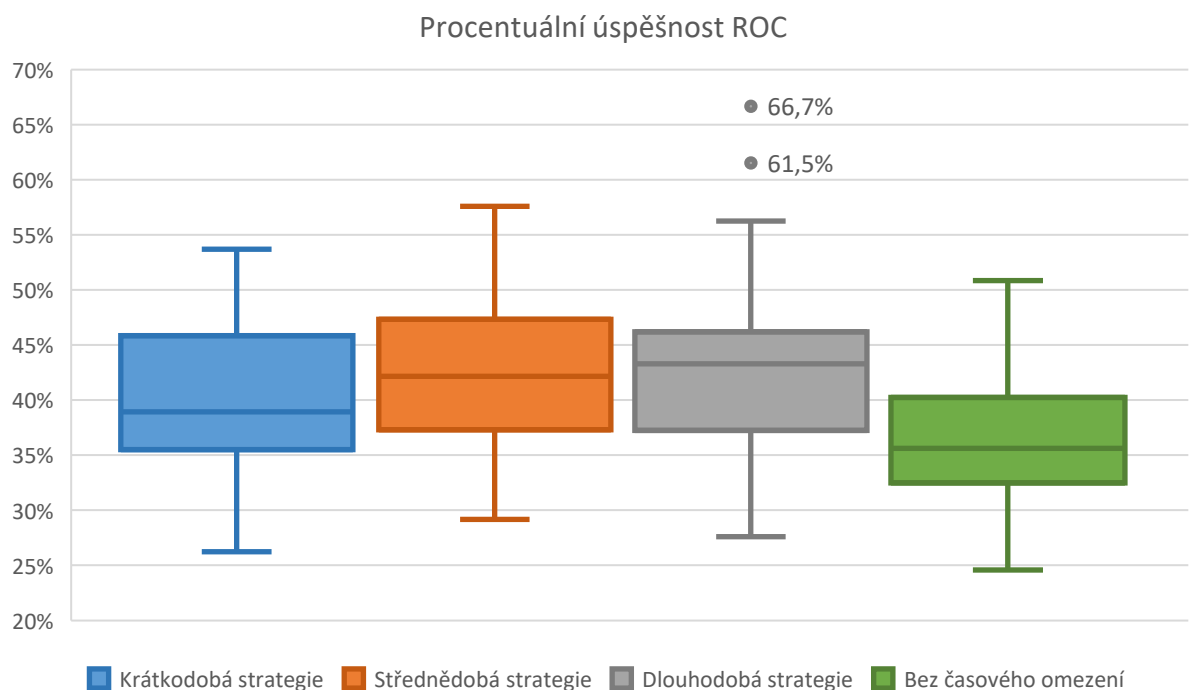
Win/Loss ratio (Obrázek 14), je u strategií s využívající Bollingerova pásma převážně pod hodnotou 1. Střední polovina výsledků se pro krátkodobou strategii pohybuje zhruba mezi 0,6 a 0,8, pro střednědobou mezi 0,65 a 1,0, pro dlouhodobou mezi 0,6 a 0,85 a pro strategii bez časového omezení mezi 0,4 a 0,7. Skutečnost, že většina hodnot je menší 1, znamená, že ztrátové obchody byly obecně častější než ziskové. Výskyt odlehlých hodnot ukazuje, že v ojedinělých případech bylo dosaženo i výrazně lepšího poměru, ale spíše o výjimku způsobenou specifickým chováním jedné či několika málo akcií.

Pro Profit/Loss ratio (Obrázek 15) se typické hodnoty pro všechny strategie pohybují převážně nad hodnotou 1. Konkrétně pro krátkodobou strategii je to rozmezí cca 1,1–1,5,

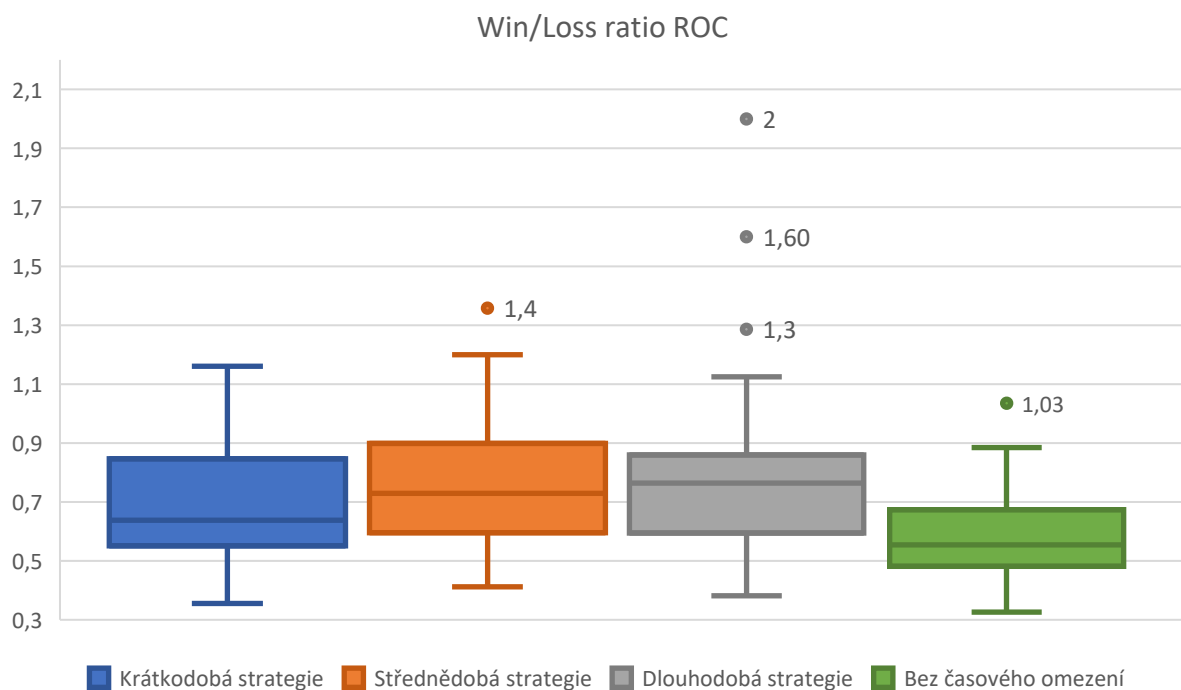
pro střednědobou 1,2–1,8, pro dlouhodobou také 1,2–1,8 a pro strategii bez časového omezení přibližně 1–1,7. Medián všech strategií se pohybují kolem 1,3 až 1,4. A v této metrice došlo k extrémní hodnotě, ale stále se jedná o pouze o ojedinělý případ konkrétní akcie.

Celkově lze shrnout, že strategie využívající Bollingerova pásma v testovaném období vykazovaly podobné charakteristiky napříč všemi strategiemi. Bez ohledu na zvolenou strategii nebo časové období se opakovaně potvrdilo, že méně, než polovina obchodních signálů vedla k ziskovým obchodům a že ztrátových obchodů bylo obecně více než ziskových. Přesto však platí, že průměrná velikost zisku na obchod byla větší než průměrná ztráta, což vedlo k Profit/Loss poměru převyšujícímu hodnotu 1. Výskyt odlehlých hodnot v jednotlivých metrikách byl zpravidla spojen s výjimečnými případy specifických akcií, nikoli s konzistentním výkonem dané strategie.

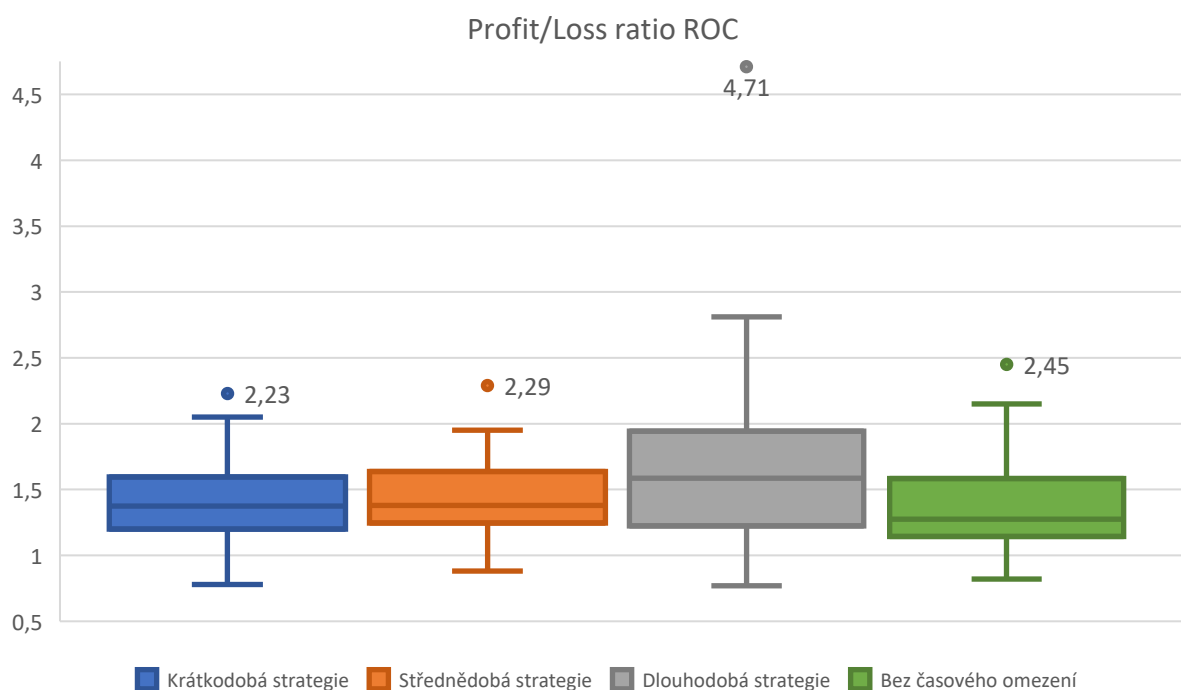
6.2.4 Výkonnost ROC



Obrázek 16: Graf procentuální úspěšnost ROC, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 17: Graf Win/Loss ratio ROC, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 18: Graf Profit/Loss ratio ROC, Zdroj: [vlastní]

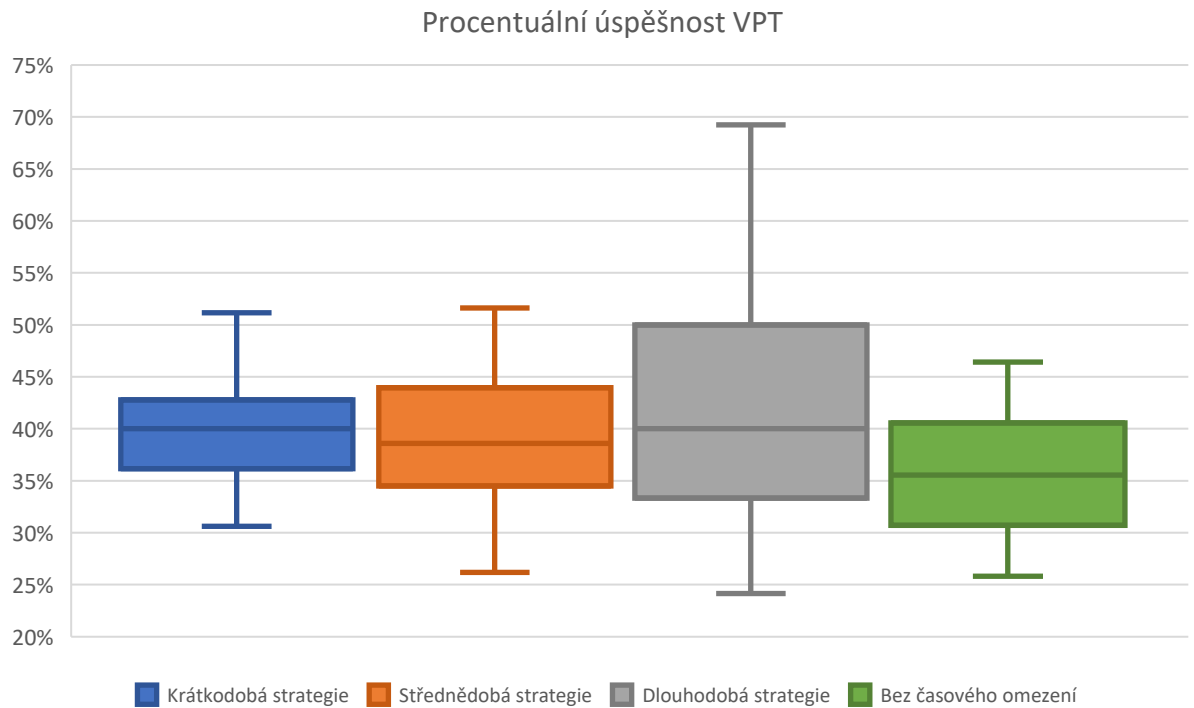
Při pohledu na procentuální úspěšnost signálů indikátoru ROC (Obrázek 16) je patrné, že většina výsledků napříč strategiemi se koncentruje v rozmezí přibližně 30 % až 50 %. Krátkodobá a dlouhodobá strategie vykazují typickou úspěšnost mezi 35 % a 46 %, zatímco střednědobá strategie dosahuje mírně širšího rozpětí, často mezi 38 % a 48 %. Strategie bez časového omezení má tendenci k nižší úspěšnosti, typicky mezi 30 % a 41 %. Přestože se mediány pohybují kolem 40 %, značná délka boxů a vousů ukazuje na vysokou variabilitu úspěšnosti v závislosti na konkrétní akci a tržních podmínkách. Některé odlehlé hodnoty, zejména u dlouhodobé strategie naznačují, že za specifických okolností a u vybraných akcií může ROC dosáhnout i výrazně vyšší úspěšnosti, nejedná se však o konzistentní výsledek.

Win/Loss ratio (Obrázek 17) při použití ROC ukazuje, že počet ztrátových obchodů často převyšoval počet ziskových. Většina hodnot se pohybuje v rozsahu 0,5 až 0,9, což znamená, že na 10 ztrátových obchodů připadalo 5 až 9 ziskových. Střednědobá strategie vykazuje mírně lepší výsledky s horní hranicí boxu blízkou hodnotě 1. Strategie bez časového omezení opět ukazuje nejnižší poměr, často jen mezi 0,4 a 0,7. Výskyt odlehlých hodnot opět signalizuje možnost výrazně lepších výsledků u specifických akcií, ale medián zůstává pod 0,8 pro všechny strategie.

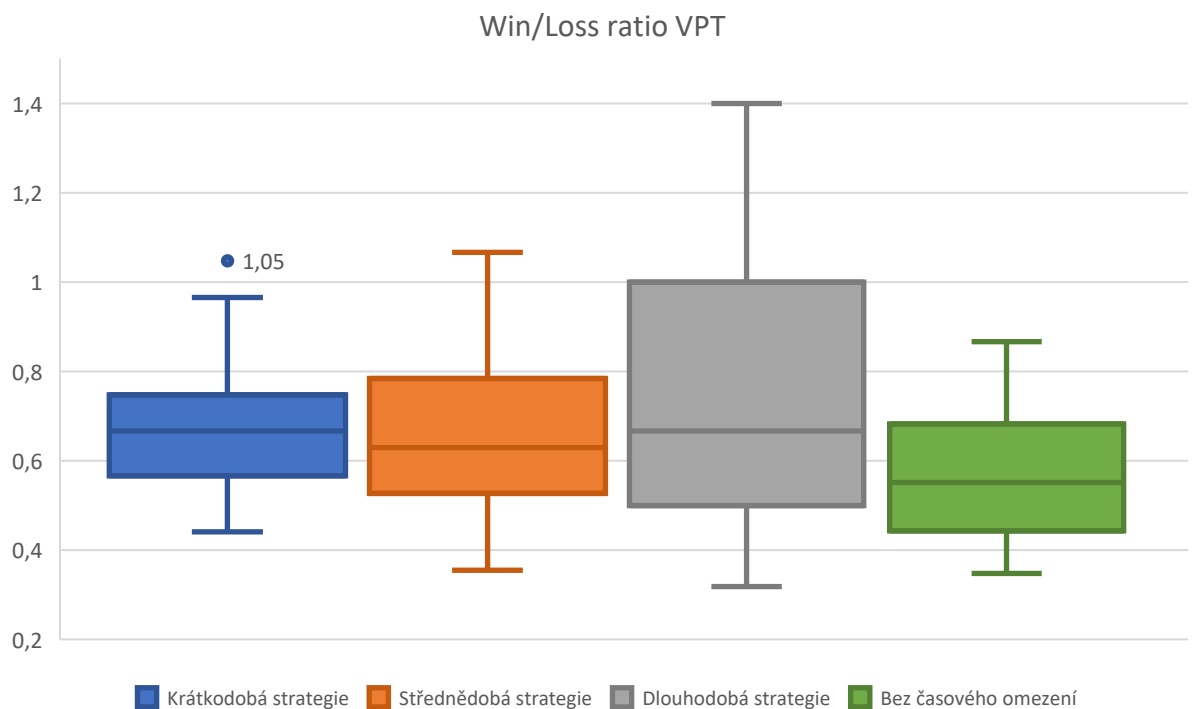
Klíčovým aspektem výkonnosti ROC je Profit/Loss ratio (Obrázek 18). Zde je zřejmé, že i přes nižší úspěšnost a Win/Loss ratio dokázaly strategie generovat zisky, které v průměru převyšovaly ztráty. Typické hodnoty se pohybují v rozmezí 1,2 až 1,8. Krátkodobá a střednědobá strategie mají medián kolem 1,4, zatímco dlouhodobá strategie dosahuje mediánu až 1,6, což naznačuje, že delší držení pozice umožnilo realizovat v průměru o 60 % větší zisky než ztráty. Strategie bez časového omezení má medián kolem 1,3. Extrémní odlehlá hodnota u dlouhodobé strategie ukazuje na potenciál i velmi vysokých zisků v ojedinělých případech.

Klíčovým zjištěním pro indikátor ROC je, že jeho potenciální ziskovost pramení především ze schopnosti dosahovat v průměru výrazně větších zisků než ztrát, jak ukazuje Profit/Loss ratio konzistentně nad hodnotou 1. Pro maximalizaci tohoto poměru se jeví jako vhodnější dlouhodobější strategie, i když to může znamenat nižší frekvenci obchodů. Výsledky však vykazují značnou variabilitu a jsou silně závislé na konkrétní akci a tržním prostředí. To podtrhuje důležitost kombinace ROC s dalšími analytickými nástroji a uplatňování pečlivého řízení rizika při jeho praktickém využití.

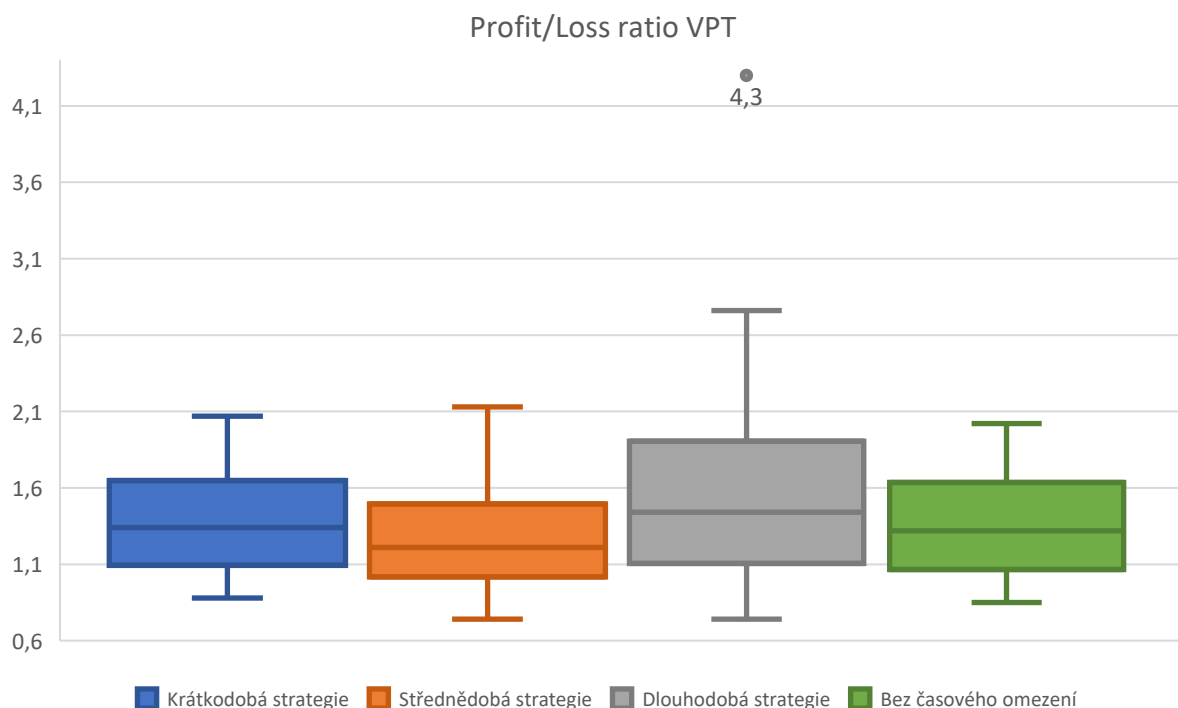
6.2.5 Výkonnost VPT



Obrázek 19: Graf procentuální úspěšnost VPT, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 20: Graf Win/Loss ratio VPT, Zdroj: [vlastní]



Obrázek 21: Graf Profit/Loss ratio VPT, Zdroj: [vlastní]

Analýza procentuální úspěšnosti indikátoru VPT (Obrázek 19) ukazuje podobné tendence jako u předchozích indikátorů. Úspěšnost se u krátkodobé strategie pohybuje typicky mezi 36 % a 43 %, u střednědobé mezi 34 % a 44 % a u strategie bez časového omezení mezi 30 % a 41 %. Dlouhodobá strategie vykazuje nejširší rozptyl a také nejvyšší horní hranici úspěšnosti, s hodnotami často mezi 33 % a 50 %, přičemž některé akcie dosáhly úspěšnosti až téměř 70 %. Přesto i zde platí, že pro většinu strategií a akcií byla úspěšnost pod 50 %.

Win/Loss ratio (Obrázek 20) pro VPT je konzistentně pod hodnotou 1 napříč většinou strategií, což potvrzuje převahu ztrátových obchodů. Krátkodobá strategie má typický poměr mezi 0,55 a 0,75, střednědobá mezi 0,5 a 0,8 a strategie bez časového omezení mezi 0,4 a 0,7. Dlouhodobá strategie opět vykazuje největší variabilitu s poměrem často mezi 0,5 a 1,0, s maximem dosahujícím až 1,4. To naznačuje, že při dlouhodobém držení mohl VPT u některých akcií generovat více ziskových než ztrátových obchodů, ale nejedná se o pravidlo.

Profit/Loss ratio (Obrázek 21) je u VPT strategií obecně příznivé, s hodnotami převážně větší než 1. Krátkodobá strategie dosahuje poměru typicky mezi 1,1 a 1,7, střednědobá mezi 1,0 a 1,6 a strategie bez časového omezení mezi 1,1 a 1,6. Dlouhodobá strategie opět vykazuje nejlepší výsledky a největší rozptyl, s poměrem často mezi 1,1 a 2,0, a s odlehlou hodnotou

dosahující až 4,3. To ukazuje na významný potenciál VPT generovat velké zisky v poměru ke ztrátám, zejména při delším investičním horizontu.

Indikátor VPT, podobně jako ostatní testované nástroje, negeneruje většinou úspěšné signály (úspěšnost pod 50 %, Win/Loss ratio < 1). Jeho síla spočívá v identifikaci obchodů s příznivým poměrem potenciálního zisku k riziku, což se projevuje v Profit/Loss ratio > 1. Tento efekt je nejvýraznější u dlouhodobé strategie, kde průměrný zisk mohl výrazně převyšovat průměrnou ztrátu. Vysoká variabilita výsledků napříč akciami a strategiemi však zdůrazňuje, že VPT by měl být používán v kombinaci s dalšími potvrzujícími signály a s důrazem na řízení rizika.

6.3 Porovnání metod a diskuse

Po detailní analýze výkonnosti jednotlivých technických indikátorů (klouzavé průměry, MACD, Bollingerova pásma, ROC, VPT) v rámci definovaných obchodních strategií lze formulovat několik klíčových závěrů, diskutovat omezení studie a nabídnout doporučení pro praktické využití.

6.3.1 Srovnání výkonnosti indikátorů

Ačkoliv žádný indikátor nedominoval ve všech zkoumaných metrikách, lze pozorovat určité tendence. Z hlediska Profit/Loss ratio, které je klíčové pro dlouhodobou ziskovost, vykazovaly dlouhodobé strategie založené na ROC a VPT nejvyšší mediány a také nejvyšší potenciál pro extrémně ziskové obchody (nejvyšší odlehle hodnoty). Klouzavé průměry a MACD dosahovaly solidních, i když mírně nižších hodnot Profit/Loss ratio, zatímco Bollingerova pásma byla v tomto ohledu srovnatelná s průměrem.

Pokud jde o procentuální úspěšnost a Win/Loss ratio, výsledky byly obecně nízké pro všechny indikátory (většinou pod 50 % a pod 1,0). Mírně lepší výsledky v mediánu Win/Loss ratio (blíže k 1,0) vykazovala střednědobá strategie u MACD a dlouhodobá strategie u VPT a ROC, ale i zde byla značná variabilita. Nejnižší úspěšnost a Win/Loss ratio často vykazovala strategie bez časového omezení.

Celkově se zdá, že ROC a VPT v dlouhodobé strategii nabízely nejlepší kompromis mezi frekvencí signálů a potenciální velikostí zisku vůči ztrátě, i když za cenu vysoké variability. Naopak Bollingerova pásma se jevila jako nejméně konzistentní napříč metrikami

Frekvence obchodů

Pro doplnění obrazu o chování jednotlivých strategií je užitečné podívat se také na celkový počet realizovaných obchodů napříč všemi testovanými akciemi za celé období.

Indikátor	Krátkodobá strategie	Střednědobá strategie	Dlouhodobá strategie	Bez časového omezení
Klouzavý průměr	1762	1037	564	1658
MACD	1844	1112	622	1776
Bollingerova pásma	1338	966	563	1283
ROC	1330	908	539	1273
VPT	1224	865	509	1165

Tabulka 1: Celkový počet realizovaných obchodů napříč strategiemi, Zdroj: [vlastní]

Z tabulky (Tabulka 1) je patrné několik trendů. Indikátory MACD a klouzavé průměry generovaly celkově nejvíce obchodních signálů, zejména v krátkodobé strategii a strategii bez časového omezení. Naopak VPT generoval signálů nejméně. Strategie bez časového omezení generovala velmi vysoký počet obchodů, srovnatelný s krátkodobou strategií. To je pravděpodobně způsobeno častějším dosahováním předdefinovaných nižších úrovní Profit Target nebo Stop-loss, které vedly k uzavření pozice dříve, než by uplynul časový limit u ostatních strategií. Nižší počet obchodů u dlouhodobé strategie koresponduje s dříve pozorovaným potenciálem pro vyšší Profit/Loss ratio – méně časté, ale potenciálně výnosnější obchody.

Průměrný zisk strategií

Nejdůležitějším ukazatelem pro celkové srovnání je průměrné procentuální zhodnocení počátečního kapitálu na konci testovacího období napříč všemi akciemi.

Indikátor	Krátkodobá strategie	Střednědobá strategie	Dlouhodobá strategie	Bez časového omezení
Klouzavý průměr	36,61%	44,96%	53,91%	41,13%
MACD	25,36%	58,72%	65,85%	26,66%
Bollingerova pásma	27,85%	62,34%	54,99%	30,75%
ROC	33,99%	50,44%	68,16%	35,31%
VPT	26,76%	28,53%	47,35%	26,87%

Tabulka 2: Průměrný celkový zisk strategie, Zdroj: [vlastní]

Indikátor	Krátkodobá strategie	Střednědobá strategie	Dlouhodobá strategie	Bez časového omezení
Klouzavý průměr	5,34%	6,38%	7,45%	5,91%
MACD	3,84%	8,00%	8,80%	4,02%
Bollingerova pásma	4,18%	8,41%	7,58%	4,57%
ROC	5,00%	7,04%	9,05%	5,17%
VPT	4,03%	4,27%	6,67%	4,05%

Tabulka 3: Průměrný anualizovaný zisk strategie, Zdroj: [vlastní]

Z hlediska průměrného celkového zhodnocení (Tabulka 2) jasně dominují střednědobé a zejména dlouhodobé strategie, které ve většině případů dosáhly výrazně vyššího průměrného zhodnocení než strategie krátkodobé nebo bez časového omezení. Nejvyšší průměrný zisk (68,16 %) vykazala dlouhodobá strategie s indikátorem ROC, těsně následovaná dlouhodobou strategií s MACD (65,85 %). Za zmínku také stojí vysoký výnos střednědobé strategie s Bollingerovými pásmy (62,34 %) a MACD (58,72 %). Naopak nejméně výnosné byly obecně krátkodobé strategie a strategie bez časového omezení, MACD a VPT, v těchto strategiích dosáhlo průměrného zhodnocení jen kolem 25-27 %.

Pro komplexnější zhodnocení efektivity jednotlivých strategií byl kromě celkového zisku za celé testovací období vypočítán také průměrný anualizovaný zisk (Tabulka 3). Tato metrika umožňuje spravedlivější srovnání, neboť zohledňuje délku držení pozic a efektivitu využití kapitálu v čase. Výsledky anualizovaného zisku potvrzují a v některých případech i zvyrazňují závěry plynoucí z celkového zhodnocení. Dlouhodobé strategie s indikátory ROC (9,05 % p.a.¹) a MACD (8,80 % p.a.) vykazují nejvyšší průměrné roční zhodnocení, což naznačuje, že jejich schopnost generovat vyšší zisky na obchod (jak bylo vidět u Profit/Loss ratio) se efektivně promítá i do roční výkonnosti navzdory delšímu držení pozic. Zajímavý je výsledek střednědobé strategie s Bollingerovými pásmy (8,41 % p.a.), která dosáhla třetího nejvyššího anualizovaného zisku, přestože její celkový zisk byl nižší než u dlouhodobé strategie s MACD. To ukazuje na její relativně vysokou efektivitu v kratším časovém horizontu. Naopak strategie s nejnižšími anualizovanými výnosy (často pod 5 % p.a.) byly krátkodobé a strategie bez časového omezení, což naznačuje, že jejich častější obchodování a nižší Profit/Loss ratio nevedly k efektivnímu zhodnocování kapitálu v čase ve srovnání s déle drženy pozicemi u střednědobých a dlouhodobých strategií v testovaném období. Anualizovaný výnos tak poskytuje cenný doplňující pohled k celkovému zisku a pomáhá lépe posoudit časovou efektivitu jednotlivých přístupů.

6.3.2 Diskuse a omezení

Je zásadní zdůraznit, že technické indikátory nejsou „křišťálovou koulí“. Výsledky studie jasně ukazují, že slepé následování signálů jediného indikátoru není spolehlivou cestou k zisku. Nízká úspěšnost a převaha ztrátových obchodů jsou toho důkazem. Indikátory pouze analyzují historická data o ceně a objemu a neodrážejí fundamentální faktory, jako jsou hospodářské výsledky firem, makroekonomické ukazatele (inflace, úrokové sazby) nebo nepředvídatelné

¹ Zkratka p.a. znamená per annum, což je latinský výraz pro „ročně“ nebo „za rok“.

geopolitické události, které mohou dramaticky ovlivnit trhy. Signál indikátoru může být technicky správný, ale externí událost může způsobit pohyb ceny opačným směrem.

Dalším omezením této studie je velikost vzorku. Testování bylo provedeno na 22 akcích z 11 sektorů za období 6 let. Ačkoliv snahou bylo pokrýt různé tržní podmínky a sektory, jedná se stále o velmi malý vzorek ve srovnání s tisíci obchodovatelnými instrumenty na globálních trzích. Výsledky tedy nelze automaticky generalizovat na všechny akcie nebo jiná časová období. Výkonnost indikátorů se může výrazně lišit na jiných trzích (např. komodity, forex) nebo v jiných ekonomických cyklech.

Závěr

Technické indikátory mohou poskytnout cenné informace o tržních trendech a potenciálních bodech obratu, ale jejich efektivita je podmíněna správným použitím, kombinací s dalšími nástroji, a především disciplinovaným přístupem k řízení rizika. Žádný indikátor není dokonalý a úspěch v obchodování vyžaduje komplexní přístup, neustálé vzdělávání a adaptaci na měnící se tržní podmínky. Výsledky této studie naznačují, že pro maximalizaci celkového zhodnocení v testovaném období byly nejvhodnější dlouhodobé strategie využívající indikátory ROC a MACD, avšak i zde je nutné počítat s variabilitou výsledků a důsledně řídit riziko.

7 Instalace s provoz

Instalace aplikace je navržena tak, aby byla co nejjednodušší pro koncového uživatele. K tomuto účelu je využit nástroj PyInstaller, který umožňuje zabalit celou Python aplikaci včetně všech jejích závislostí do jediného spustitelného souboru (např. .exe pro Windows). Uživatel tak nemusí mít na svém počítači nainstalovaný Python ani žádné specifické knihovny.

Proces instalace tedy spočívá pouze ve stažení tohoto spustitelného souboru a jeho umístění do libovolné složky v počítači. Po spuštění souboru se aplikace přímo spustí bez nutnosti dalších instalačních kroků.

Nápověda k ovládání aplikace jsou integrovány přímo v uživatelském rozhraní aplikace, aby byly uživateli snadno dostupné během jejího používání.

8 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala analýzou ziskovosti vybraných technických indikátorů používaných při obchodování na akciových trzích. Hlavním cílem práce bylo systematicky vyhodnotit výkonnost pěti běžně používaných technických indikátorů – klouzavých průměrů, MACD, Bollingerových pásem, ROC a VPT – v rámci čtyř různých obchodních strategií (krátkodobé, střednědobé, dlouhodobé a bez časového omezení) na historických datech za období 2020–2025.

Pro dosažení tohoto cíle byla nejprve provedena teoretická rešerše zaměřená na principy fungování finančních trhů, technickou analýzu a matematické definice zvolených indikátorů. Následně byla navržena a implementována softwarová aplikace v jazyce Python s využitím knihoven jako PyQt6, Pandas a Matplotlib/Mplfinance. Tato aplikace umožnila automatizované stahování a zpracování tržních dat, výpočet hodnot indikátorů, konfiguraci obchodních strategií, a především provedení zpětného testování na historických datech akcií reprezentujících všech 11 hlavních tržních sektorů.

Výsledky provedené analýzy ukázaly, že žádný z testovaných indikátorů negarantuje konzistentní úspěch. Procentuální úspěšnost generovaných signálů byla ve většině případů nižší než 50 % a počet ztrátových obchodů často převyšoval počet ziskových. Klíčovým faktorem pro potenciální profitabilitu strategií se ukázal být poměr průměrného zisku k průměrné ztrátě (Profit/Loss ratio), který byl u většiny kombinací indikátorů a strategií vyšší než 1. Analýza průměrného celkového zhodnocení simulovaného kapitálu odhalila, že nejlepších výsledků v testovaném období dosahovaly dlouhodobé strategie, s indikátory ROC a MACD. Zároveň byla potvrzena značná variabilita výsledků v závislosti na konkrétní akci a zvolené strategii.

Lze konstatovat, že cíle práce byly naplněny. Byla provedena systematická analýza ziskovosti vybraných indikátorů, byly identifikovány klíčové metriky a faktory ovlivňující jejich výkonnost a byla diskutována omezení tohoto přístupu. Výsledky zdůraznily, že technické indikátory by neměly být používány izolovaně, ale v kombinaci s dalšími nástroji, a především s důsledným řízením rizika. Rovněž byla úspěšně vytvořena aplikace, která sloužila jako nástroj pro provedení analýzy a může být dále využívána.

Práce zároveň otevírá prostor pro budoucí rozšíření. Bylo by přínosné rozšířit analýzu o další technické indikátory, komplexnější obchodní strategie (např. kombinující více signálů) a pokročilejší metody řízení rizika a velikosti pozic. Testování by mohlo být provedeno

na širším vzorku akcií, delším časovém horizontu a také na jiných typech trhů (např. komodity, kryptoměny, forex). Samotná aplikace by mohla být rozšířena o funkce pro optimalizaci parametrů indikátorů, pokročilejší vizualizace nebo integraci s reálnými obchodními platformami.

Celkově tato práce poskytla empirický pohled na výkonnost běžných technických indikátorů a potvrdila, že i když mohou být užitečným nástrojem, jejich úspěšné využití v praxi vyžaduje kritický přístup, důkladné testování a komplexní obchodní plán zahrnující robustní řízení rizika.

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- [1] REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 4., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada, 2014. Partners. ISBN 978-80-247-3671-6.
- [2] MONETA MONEY BANK. *Dluhopisy* [online]. [cit. 2025-04-09]. Dostupné z: <https://www.moneta.cz/sporeni-a-investice/dluhopisy>
- [3] JANDA, Josef. *Spořit nebo investovat?* Praha: Grada, 2011. Finance pro každého. ISBN 978-80-247-3670-9.
- [4] MISHKIN, Frederic S. a Stanley G. EAKINS. *Financial Markets and Institutions*. Seventh edition. Prentice Hall, 2011. ISBN 978-0-13-213683-9.
- [5] *Yfinance* [online]. [cit. 2025-03-22]. Dostupné z: <https://yfinance-python.org/>
- [6] FINEX. *Technická analýza* [online]. [cit. 2025-03-03]. Dostupné z: <https://finex.cz/rubrika/serial-technicke-analyzy/>
- [7] POZDÍLKOVÁ, A., ZAHŘÁDKA, J. a MAREK, J. Forecasting of agrarian commodity prices by time series methods. In: *Proceedings of the 39th International Conference on MME2021*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2021, 399 - 404 s. ISBN 978-80-213-3126-6.
- [8] PRING, Martin J. *Technical Analysis Explained: The Successful Investor's Guide to Spotting Investment Trends and Turning Points*. Fourth Edition. McGraw-Hill, 2002. ISBN 978-0071381932.
- [9] MURPHY, John J. *Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading methods and applications*. New York: New York Institute of Finance, [1999]. ISBN 0-7352-0066-1.
- [10] ALPHAHEIM. *What are Moving Averages? Guide for EMA, TMA & More* [online]. March 8 2021 [cit. 2025-03-03]. Dostupné z: <https://www.alphaheim.com/trading-guides/technical-analysis/what-are-moving-averages-guide-for-ema-tma-and-more/>

- [11] OMID, Ahmad. LIGHTNINGCHART. *Moving averages explained with LightningChart JS Trader*. [online]. Sep 18 2024 [cit. 2025-03-03]. Dostupné z: <https://lightningchart.com/blog/moving-averages>
- [12] VÍŠKOVÁ, Hana. *Technická analýza akcií*. Praha: Nakladatelství HZ, 1997. ISBN 80-86009-13-0.
- [13] MAREK, J., POZDÍLKOVÁ A. a OBOLECKÝ J. Profitability analysis of artificial intelligence methods and technical indicators in the forex exchange. In: *19th Conference on Applied Mathematics, APLIMAT 2020 Proceedings*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2020, 897–906 s. ISBN 978-80-227-4983-1.
- [14] THE INVESTOPEDIA TEAM. INVESTOPEDIA. *MACD Histogram Helps Determine Trend Changes* [online]. May 22, 2022 [cit. 2025-03-09]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/articles/technical/091001.asp>
- [15] FIDELITY INVESTMENTS. *Bollinger Bands* [online]. [cit. 2025-03-10]. Dostupné z: <https://www.fidelity.com/learning-center/trading-investing/technical-analysis/technical-indicator-guide/bollinger-bands>
- [16] STRIKE. *Volume Price Trend: Definition, Calculation, Interpretation, and Trading* [online]. [cit. 2025-03-10]. Dostupné z: <https://www.strike.money/technical-analysis/volume-price-trend>
- [17] DOWNEY, Lucas. INVESTOPEDIA. *Profit Target: What it Means, How it Works* [online]. 8 October, 2022 [cit. 2025-03-17]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/p/profit-target.asp>
- [18] NORRIS, Emily. INVESTOPEDIA. *How Do I Place a Stop-loss Order?* [online]. 15 August, 2022 [cit. 2025-03-17]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/ask/answers/021815/how-do-i-place-stop-loss-order.asp>

- [19] FRANKEL, Matthew. THE MOTLEY FOOL. *What Are the 11 Stock Market Sectors?* [online]. 11 Jan, 2025 [cit. 2025-03-17]. Dostupné z: <https://www.fool.com/investing/stock-market/market-sectors/>
- [20] KENTON, Will. INVESTOPEDIA. *Win/Loss Ratio: Definition, Formula, and Examples in Trading* [online]. May 7, 2021 [cit. 2025-03-10]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/w/win-loss-ratio.asp>
- [21] KENTON, Will. INVESTOPEDIA. *Profit/Loss Ratio Definition, Formula, How It Works* [online]. June 25, 2021 [cit. 2025-03-10]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/p/profit_loss_ratio.asp
- [22] POZDÍLKOVÁ, A. a MAREK, J. INVESTMENT FUNDS - ESTIMATION OF APPRECIATION. In: *Aplimat 2016 : 15th Conference on Applied Mathematics : proceedings*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2016, 938-946 s. ISBN 978-80-227-4531-4.
- [23] VAN ROSSUM, Guido a PYTHON DEVELOPMENT TEAM. *Python Frequently Asked Questions* [online]. Python Software Foundation, 2023 [cit. 2025-02-23]. Dostupné z: <https://scicomp.ethz.ch/public/manual/Python/3.11.2/faq.pdf>
- [24] RIVERBANK COMPUTING. *What is PyQt?* [online]. [cit. 2025-02-28]. Dostupné z: <https://www.riverbankcomputing.com/software/pyqt>
- [25] SAABITH, S, V THANGARAJAH a M FAREEZ. Review on Python Libraries and IDEs for Data Science. *International Journal of Research in Engineering and Science* [online]. 2021 [cit. 2025-02-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/357898994_A_Review_on_Python_Libraries_and_IDEs_for_Data_Science
- [26] PANDAS. About pandas. *Pandas* [online]. [cit. 2025-02-28]. Dostupné z: <https://pandas.pydata.org/about>

- [27] ILLIYAS, Muhammed. *Pandas - The Python Data Analysis Library for Data Science* [online]. In: TECHNAUREUS. 2024 [cit. 2025-02-28]. Dostupné z: <https://www.technaureus.com/blog-detail/pandas-the-python-data-analysis-library-for-data-s>
- [28] HUNT, John. *Advanced Guide to Python 3 Programming*. Second edition. Springer, 2023. ISBN 978-3-031-40335-4.
- [29] Create beautiful stock price charts (in 1 line of code). In: *PyQuant News* [online]. 2024, 4. května 2024 [cit. 2025-02-24]. Dostupné z: <https://www.pyquantnews.com/the-pyquant-newsletter/create-beautiful-stock-price-charts-1-line-of-code>
- [30] LEE, Luke. Using PyInstaller to Easily Distribute Python Applications. In: *Real Python* [online]. 6 March 2019 [cit. 2025-02-25]. Dostupné z: <https://realpython.com/pyinstaller-python>
- [31] *PyInstaller Manual* [online]. [cit. 2025-02-25]. Dostupné z: <https://pyinstaller.org>
- [32] MICROSOFT. *Visual Studio Code documentation* [online]. [cit. 2025-02-28]. Dostupné z: <https://code.visualstudio.com/docs>
- [33] CHACON, Scott a Ben STRAUB. *Pro Git*. Second edition. New York: Apress, 2014. The expert's voice. ISBN 978-1-4842-0077-3.
- [34] MINISTERSTVO FINANČÍ ČR. *Finanční nástroje* [online]. [cit. 2025-04-09]. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/rozpocetova-politika/rizeni-statniho-dluhu/zakladni-informace/financni-nastroje>
- [35] YAHOO!. *Yahoo Finance* [online]. [cit. 2025-03-23]. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/>
- [36] SHAFRANOVICH, Yakov. *Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files* [online]. Internet Engineering Task Force, 2005 [cit. 2025-05-05]. Dostupné z: <https://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt>

- [37] SEGAL, Troy. INVESTOPEDIA. *Intraday: Definition, Intraday Trading, and Intraday Strategies* [online]. 28.4. 2024 [cit. 2025-03-10]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/i/intraday.asp>
- [38] PURPLE TRADING. *Pochopení přeprodanosti a překoupenosti trhu* [online]. 24.10. 2023 [cit. 2025-03-03]. Dostupné z: <https://www.purple-trading.com/cs/pochopeni-preprodanosti-a-prekoupenosti-trhu/>
- [39] STACK OVERFLOW. Stack Overflow Developer Survey 2024. STACK OVERFLOW. *Developer Survey* [online]. 2024 [cit. 2025-02-24]. Dostupné z: <https://survey.stackoverflow.co/2024/technology>
- [40] BLAŽKOVÁ, Tereza. K čemu se používá Python? In: *ITnetwork.cz* [online]. 21.11.2022 18:13 [cit. 2025-02-24]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/blog/k-cemu-se-pouziva-python>
- [41] PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. Key Python Projects. *Python Packaging User Guide* [online]. [cit. 2025-02-24]. Dostupné z: https://packaging.python.org/en/latest/key_projects/

SEZNAM PŘÍLOH

Zip soubor se zdrojovým kódem aplikace

Ukázkový csv soubor pro ukázkou načtení dat z csv

Spustitelný soubor aplikace