

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Bakalářská práce**

**Algoritmické obchodování**

**Mikuláš Zapletal**

© 2023 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Mikuláš Zapletal

Ekonomika a management

Název práce

**Algoritmické obchodování**

Název anglicky

**Algorithmic trading**

---

### Cíle práce

Primárním cílem této práce je zjistit výkonnost algoritmického obchodování a porovnat tuto strategii s tradiční metodou buy and hold. Dílčím cílem je analýza vývoje nové strategie, deskripce nástrojů pro vývoj, kontrolu a provoz strategií a zhodnocení rizika a nákladů spjatých s algoritmickým obchodováním. V teoretické části bude popis algoritmického obchodování, stavby, optimalizace retestování strategie a nasazení strategie na trh. Dále deskripce metody buy and hold, trhů, platforem a technické základny pro automatizované obchodování, rizikovost, kapitál a emoční aspekt spjatý s automatizovanou metodou obchodování.

Na závěr této komparace zhodnotím výkonnost, náklady, riziko, flexibilitu, emoční aspekt, vliv událostí, dobu a kapitál nutný k obchodování.

### Metodika

V teoretické části bude deskripce algoritmického obchodování, metody buy and hold, stavby strategie, backtestu, metody retestování, optimalizace strategie, charakteristika trhů, nástrojů a platforem pro vývoj, provoz a kontrolu strategie, popis risk managementu, nákladů a emočního aspektu.

Praktická část bude obsahovat backtest algoritmické strategie v příslušné platformě na německém akciovém indexu DAX a následně, v horizontu pěti let, komparací s metodou buy and hold zhodnotím výkonnost obou strategií.

## Doporučený rozsah práce

40-60

## Klíčová slova

Algoritmy, Technická analýza, Statistické modelování, High-frequency trading, Backtesting, Likvidita, Volatilita, Market data, Risk management, Portfolio management

---

## Doporučené zdroje informací

GRAHAM, Benjamin; ZWEIG, Jason. *Inteligentní investor*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1792-0.

KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-5064-4.

NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ. Jak se stát intradenním finančníkem. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2008. Finančník. ISBN 978-80-903874-4-7.

ROHM, Robert A. Pozitivní povahové profily: objevte chápání lidské povahy, abyste porozuměli sobě – a druhým!. [Praha]: InterNET Services Corporation, 2002.

SYROVÝ, Petr. *Investování pro začátečníky*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0092-7.

---

## Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Karel Malec, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 4. 9. 2023

**prof. Ing. Lukáš Čechura, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2023

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 17. 02. 2024

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Algoritmické obchodování" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2024

---

### **Poděkování**

Chtěl bych vyjádřit své hluboké poděkování panu doktorovi Karlu Malcovi za jeho cenné vedení a podporu během práce na této bakalářské práci. Jeho odborné znalosti, motivace a trpělivost byly pro mě nejen inspirací, ale i klíčem k úspěchu. Děkuji Vám, pane doktore, za Vaši neocenitelnou pomoc a za to, že jste byl pro mě mentor a průvodce. Vaše podpora je pro mě nesmírně důležitá.

# Algoritmické obchodování

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vyhodnocením dvou odlišných investičních strategií: algoritmického obchodování a tradiční metody Buy and Hold. Cílem práce je analyzovat a porovnat výkonnost těchto dvou přístupů na německém indexu DAX v pětiletém období od 26. srpna 2018 do 13. září 2023. V rámci studie byla algoritmická strategie, která realizovala 257 obchodů, schopna vygenerovat zisk ve výši 164 457 dolarů, zatímco metoda Buy and Hold dosáhla zisku 41 485 dolarů z jediného dlouhodobého obchodu. Tento výsledek ukazuje, že algoritmické obchodování může nabídnout téměř čtyřnásobně vyšší ziskovost ve srovnání s pasivní strategií Buy and Hold, což naznačuje jeho potenciální přednosti v maximalizaci výnosů a adaptabilitě na měnící se tržní podmínky.

Práce dále zdůrazňuje, že algoritmické obchodování využívá sofistikovanější analýzu a různé obchodní algoritmy pro identifikaci krátkodobých příležitostí, zatímco Buy and Hold se spoléhá na dlouhodobý růst hodnoty aktiv. Výsledky této studie naznačují, že pro investory, kteří preferují aktivnější přístup a usilují o rychlejší nárůst kapitálu, může být algoritmické obchodování vhodnější volbou. Nicméně, je důležité vzít v úvahu, že vyšší zisky z algoritmického obchodování mohou být spojeny s vyšším rizikem a volatilitou. Proto je nezbytné provést důkladnou analýzu rizikového profilu obou strategií a zvážit stabilitu zisků, frekvenci obchodů a potenciální dopady tržních událostí na jejich výkonnost pro plně informované srovnání.

**Klíčová slova:** Algoritmy, Technická analýza, Statistické modelování, High-frequency trading, Backtesting, Likvidita, Volatilita, Market data, Risk management, Portfolio management

# Algorithmic trading

## Abstract

This bachelor thesis examines the comparison between two distinct investment strategies: algorithmic trading and the traditional Buy and Hold method. The aim of the study is to analyze and compare the performance of these two approaches on the German DAX index over a five-year period from August 26, 2018, to September 13, 2023. Within the scope of the study, an algorithmic strategy that executed 257 trades was able to generate a profit of \$164,457, whereas the Buy and Hold method achieved a profit of \$41,485 from a single long-term trade. This outcome demonstrates that algorithmic trading can offer nearly four times higher profitability compared to the passive Buy and Hold strategy, suggesting its potential advantages in maximizing returns and adaptability to changing market conditions.

The thesis further emphasizes that algorithmic trading utilizes more sophisticated analysis and various trading algorithms to identify short-term market opportunities, while Buy and Hold relies on the long-term growth of asset values. The findings of this study suggest that for investors who prefer a more active approach and are aiming for quicker capital growth, algorithmic trading might be a more suitable option. However, it is important to consider that higher profits from algorithmic trading may be associated with higher risk and volatility. Therefore, a thorough analysis of the risk profiles of both strategies is essential, along with considering the stability of profits, frequency of trades, and potential impacts of market events on their performance for a fully informed comparison.

**Keywords:** Algorithms, Technical analysis, Statistical modelling, High-frequency trading, Backtesting, Liquidity, Volatility, Market data, Risk management, Portfolio management

# Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Cíl práce a metodika .....</b>	<b>10</b>
2.1 Metodika .....	10
2.2 Funkcionalita vybrané strategie .....	11
<b>3. Teoretická východiska .....</b>	<b>13</b>
3.1 Finanční trhy .....	13
3.1.1 Rozdělení trhů.....	14
3.1.2 Výběr strategie podle trhu.....	15
3.2 Technická analýza.....	15
3.2.1 Indikátory.....	16
3.3 Metoda Buy and Hold .....	18
3.4 Rizikový a portfoliový management.....	19
3.5 Algoritmické obchodování (ATM) .....	20
3.5.1 Hlavní výhody a nevýhody algoritmického obchodování .....	21
3.6 Emoční aspekt .....	21
3.7 Vývoj algoritmické strategie .....	22
3.8 Metody retestování.....	23
3.9 Optimalizace strategie .....	24
3.10 Nástroje pro vývoj.....	24
<b>4. Vlastní práce .....</b>	<b>25</b>
4.1 Trh GDAXI.....	25
4.2 Vybraná strategie pro GDAXI .....	25
4.2.1 Ověření robustnosti strategie .....	26
4.2.2 Nasazení strategie na trh .....	27
4.2.3 Výsledek vybrané strategie .....	28
4.3 Výsledek metody Buy & Hold .....	30
4.4 Srovnání výkonnosti obou metod.....	32
<b>5. Výsledky a diskuse .....</b>	<b>34</b>
5.1 Jiné studie.....	35
5.2 Limity studie .....	36
<b>6. Závěr.....</b>	<b>38</b>
<b>7. Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>41</b>
<b>8. Seznam obrázků a tabulek .....</b>	<b>43</b>



# 1. Úvod

Obchodování na finančních trzích se od prvního vzniku burzovního obchodování mnohokrát změnilo. Jedna z těchto změn je algoritmické obchodování, které se v poslední době stále více rozšiřuje. Je to metoda obchodování, při které se využívají matematické modely a programování za účelem vytvoření automatizovaného systému, který používá obchodní signály k provádění obchodů na finančních trzích.

Tato bakalářská práce se věnuje aktuálnímu a dynamickému tématu vyhodnocení dvou značně odlišných investičních strategií: algoritmického obchodování a tradiční metody Buy and Hold. V době rostoucího zájmu o finanční trhy a inovace v oblasti investičních přístupů je důležité pochopit, jak tyto strategie performují v reálném tržním prostředí. Současný stav bádání v této oblasti naznačuje, že algoritmické obchodování nabývá na popularitě díky své schopnosti rychle reagovat na tržní změny a identifikovat krátkodobé investiční příležitosti, zatímco metoda Buy and Hold je tradičně vnímána jako strategie s nižším rizikem, založená na dlouhodobém růstu hodnoty aktiv.

Motivace pro výběr tohoto tématu pramení nejen z mého zájmu o finanční trhy a technologický pokrok v oblasti investičních strategií, ale také z mé dvouleté praxe ve vývoji algoritmických strategií. Tato osobní zkušenost mi poskytla jedinečný vhled do potenciálu a výzev, které algoritmické obchodování přináší, a umožnila mi hlubší pochopení dynamiky finančních trhů. Vzhledem k rychlému vývoji a inovacím v oblasti finančních technologií je nyní více než kdy jindy důležité pochopit, jak moderní algoritmické přístupy mohou transformovat tradiční metody investování a jaké příležitosti to přináší pro investory. Tato práce si klade za cíl přispět k lepšímu porozumění těmto dynamik a nabídnout ucelený pohled na výkonnost a rizika spojená s algoritmickým obchodováním, což je klíčové pro informované rozhodování v oblasti investic.

## 2. Cíl práce a metodika

Primárním cílem této bakalářské práce je vyhodnotit výkonnost algoritmického obchodování s tradiční metodou Buy and Hold a zhodnotit rizika a náklady spojené s algoritmickým obchodováním. Teoretická část se bude věnovat popisu algoritmického obchodování, metodě Buy and Hold, nástrojům pro vývoj a provoz strategií, rizikům a emočnímu aspektu spojenému s algoritmickým obchodováním. Dále se bude zabývat backtestem, retestováním a optimalizací strategie a popisem charakteristik trhů a platformem pro automatizované obchodování.

V praktické části této práce bude proveden backtest algoritmické strategie na německém akciovém indexu DAX a srovnání výkonnosti této strategie s metodou Buy and Hold v horizontu pěti let. Dále také výkonnost, náklady, rizika, flexibilitu, emoční aspekt, vliv událostí, dobu a kapitál potřebný k obchodování.

Cílem této práce je poskytnout čtenáři ucelený pohled na algoritmické obchodování, jeho výkonnost a možnosti využití v praxi. Tato práce může sloužit jako zdroj informací pro investory a obchodníky, kteří se zajímají o algoritmické obchodování nebo pro ty, kteří chtějí porovnat tuto metodu s tradiční metodou obchodování.

### 2.1 Metodika

Data byla získána backtestem algoritmické obchodní strategie, konkrétně jedné pojmenované "DE\_H4\_800421151\_S\_HH\_CF\_SQX", vyvinuté s využitím pokročilé platformy StrategyQuantX. Tato platforma byla vybrána kvůli své intuitivní použitelnosti a širokému přijetí v obchodní komunitě. Strategie byla vybrána na základě jejího vysokého potenciálu pro úspěšnou aplikaci v reálných tržních podmínkách, hodnoceného kritérii jako poměr výnosu k maximálnímu poklesu (Ret/DD ratio), Sharpeho poměr a profit faktor. Srovnání bylo provedeno vůči pasivní investiční strategii typu Buy-and-Hold, přičemž data pro obě strategie byla poskytnuta britskou společností Darwinex.

Metoda sběru dat zahrnovala retrospektivní analýzu výkonnosti obchodního systému v určitém období. Tento přístup byl zvolen kvůli jeho schopnosti poskytnout komplexní přehled o efektivitě strategie v reálných obchodních prostředích. Platforma StrategyQuantX umožnila backtestování algoritmické strategie proti historickým tržním datům, což umožnilo detailní hodnocení její ziskovosti a schopnosti řízení rizik. Analýza

získaných dat byla provedena kvantitativními metodami, zaměřujícími se na ukazatele výkonnosti jako čistý zisk, poměr Ret/DD, Sharpeho poměr a profit faktor. Výkonnost algoritmické strategie byla porovnána s výkonností strategie Buy and Hold tím, že byl zkoumán čistý zisk generovaný během studijního období, od 28. června 2018 v 12:00 do 13. září 2023 v 00:00. Analýza měla za cíl kvantifikovat rozdíl v ziskovosti mezi oběma strategiemi, s přihlédnutím ke komplexitě a riziku spojenému s algoritmickým obchodním systémem.

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

$R_p$  = Návratnost portfolia

$R_f$  = Bezriziková sazba

$\sigma_p$  = Směrodatná odchylka nadměrného výnosu portfolia

$$\text{Profit factor} = \frac{\text{Hrubý zisk}}{\text{Hrubá ztráta}}$$

## 2.2 Funkcionalita vybrané strategie

Funkčnost algoritmické strategie byla charakterizována jejím spoléháním na dva technické indikátory: lineární regresi a "Highest and Lowest in range". Tyto indikátory byly použity k identifikaci tržních trendů a cenových úrovní pro uskutečnění obchodů. Proces rozhodování strategie pro vstup do dlouhých nebo krátkých pozic byl založen na specifických podmínkách souvisejících s těmito indikátory, s předem definovanými úrovněmi stop loss a profit target pro řízení rizika.

Pro otevření dlouhé pozice (long) strategie vyhledává situaci, kdy se tržní cena uzavře pod úroveň lineární regrese. Po tomto signálu strategie vloží nákupní objednávku na nejvyšší cenovou hladinu, která byla dosažena v posledních čtyřech hodinách. Pokud je tato hladina proražena, pozice je otevřena s předem nastaveným zastavením ztráty (stop loss) 150 pipů a cílovým ziskem (profit target) 125 pipů. Pozice je uzavřena, pokud je

dosaženo buď stop lossu, profit targetu, nebo při pátečním uzavření trhu. V případě nutnosti okamžitého zásahu lze trh opustit i ručním provedením příkazu.

Pro otevření krátké pozice (short) strategie čeká, až lineární regrese klesne pod cenovou hladinu týdenního maxima. Poté je umístěna čekající prodejní objednávka na nejnižší cenovou hladinu dosaženou v posledních 44 hodinách. Stejně jako u dlouhých pozic, i zde je stop loss nastaven na 150 pipů a profit target na 125 pipů.

### **3. Teoretická východiska**

V této kapitole se zaměříme na teoretická východiska, která jsou nezbytná pro pochopení a správnou interpretaci výzkumu prezentovaného v této bakalářské práci. Cílem je poskytnout čtenářům dostatečný teoretický základ, aby mohli plně porozumět metodologii a výsledkům výzkumu.

#### **3.1 Finanční trhy**

V každé ekonomice se běžně stává, že se ekonomické subjekty ocitají v situacích, kde mají přebytek nebo nedostatek finančních prostředků k realizaci jimi zamýšlených činností. Kupříkladu vynálezce vyvine technologii, která by pro společnost měla značný přínos, ale na realizaci nemá dostatek financí, naopak jiný ekonomický subjekt může disponovat momentálním přebytkem peněz. Pokud by se podařilo tyto dva subjekty spojit, dojde k realizaci této technologie do praxe a vynálezce, poskytovatel prostředků i ekonomika si polepší. (Rejnuš, 2014)

Stejně jako jedinec může peněžní prostředky potřebovat i kterákoliv firma nebo stát. Tyto prostředky mohou být použité na cokoliv jako například výstavba, modernizace, expanze a podobné. (Rejnuš, 2014)

Peněžní prostředky tedy mohou potřebovat všechny druhy ekonomických subjektů, a to jak domácnosti, firmy tak i stát. Právě funkci přemístění peněz od přebytkových subjektů k subjektům deficitním má na starosti finanční trh, a to zejména těm, kteří mají využití poskytnutých prostředků nejefektivnější. (Rejnuš, 2014)

### 3.1.1 Rozdělení trhů

Akciové trhy představují podíl na majetku určité společnosti. Společnost může (ale nemusí) vyplácet dividendy. Dividenda lze chápat jako peněžité plnění akciové společnosti, které vyplácí akcionářům ze zisku a je určena podle výše podílu vlastněných akcií. Hodnota akcií je dána tím, jak kapitálový trh odhaduje výši vyplácených dividend v budoucnu. (Kohout, 2013)

Forexové (devizové) trhy jsou trhy s bezhotovostními formami cizích měn, kde dochází ke vzájemnému směňování různých konvertibilních měn. Zároveň tímto dochází k tvorbě a změnám kurzů jednotlivých měn. Nejvýznamnějšími subjekty na tomto trhu jsou banky, investiční společnosti a brokeři neboli zprostředkovatelé devizových operací.

Komoditní trh je druh finančního trhu, na kterém se obchodují komodity, jako například zlato, stříbro, ropa, bavlna apod. Komodity jsou fyzické „zboží“ nebo základní suroviny, které jsou považovány za stejnorodé neboli zaměnitelné. Komodity lze obchodovat pomocí futures kontraktů, opčních kontraktů, nebo také spotových obchodů. (Rejnuš, 2014)

Dluhopisy lze charakterizovat jako dlužní úpisy, které jsou obvykle veřejně obchodovatelné. Představují závazek emitenta (vlády, korporací, finančních institucí atd.) splatit držitelům dluhopisu částku peněz i s předem stanoveným úrokem po dobu stanovenou v dluhopise. Emitent tyto prostředky používá na různé financování projektů, investic nebo provozu. Dluhopisy jsou často považovány za bezpečnější formu investic ve srovnání s akciemi, jelikož nabízejí nižší riziko a pevně stanovený příjem. (Kohout, 2013)

Futures je jeden z klíčových trhů. Futures kontrakt je smlouva o oboustranném závazku k nákupu nebo prodeji daného aktiva (komodit, akcií, měn, dluhopisů nebo indexů) za stanovenou cenu a na určité datum v budoucnu. Tyto kontrakty se pak obchodují na burzách. (Rejnuš, 2014)

Na opčních burzách se obchoduje se standardizovanými opčními kontrakty, jejichž vlastník má právo v předem dohodnutém termínu zakoupenou opci uplatnit a tím požadovat plnění kontraktu druhou stranou (Rejnuš, 2014). Opce lze obchodovat širokou škálou finančních trhů jako jsou akcie, komodity, devizové trhy a podobné.

### 3.1.2 Výběr strategie podle trhu

Algoritmické strategie se od sebe liší v závislosti na jejich logice, podle těchto parametrů se také určuje trh, na který tento algoritmus je nasazen.

Forexový trh je velmi likvidní a funguje nepřetržitě. Algoritmické strategie zde často využívají techniku high-frequency-trading, což znamená, že provede velké množství obchodů v krátkém časovém horizontu. Používají se zde převážně strategie intraweek a intraday. Dále se na forexových trzích využívá strategie statistické arbitráže, která vyhledává cenové nesrovnalosti mezi měnovými páry.

Na akciovém trhu se strategie snaží identifikovat trend, dále pak obchoduje pomocí trend following strategie nebo break out strategie. Trend following se snaží obchodovat jistý trend, kterým se samotný trh ubírá a většinou se jedná o kratší obchody. Break out strategie se naopak snaží identifikovat obrat trendu a zobchodovat co nejdelší pohyb trhu. Dále se můžeme setkat se strategií mean reversion, která se snaží využít odchylek trhu od jejich průměrných hodnot.

Na komoditních trzích se nejčastěji používají sezonní strategie. Tyto strategie využívají sezonních růstů a poklesů. Snaží se identifikovat takzvaný sezonní trend.

Kryptoměnový trh je velmi volatilní a stejně jako u forexu funguje 24 hodin denně. Algoritmické strategie zde využívají vysoké volatility k uskutečnění krátkých obchodů s malým ziskem. Tato strategie se nazývá scalping.

## 3.2 Technická analýza

Technická analýza je způsob hodnocení investic, která se provádí za účelem predikce dalšího vývoje trhu. Touto metodou se analyzují historická data, objemy zrealizovaných obchodů, odchylky od průměrných hodnot a další veřejně přístupná data. (Rejnuš, 2014)

Většina intradenních obchodníků, které známe, preferuje obchodování založené na technické analýze, což znamená, že se spíše než na aktuální zprávy a reporty (fundamentální obchodování) spoléhají na informace získané z grafů. (Nesnidal a Podhajský, 2008)

Techničtí analytici vycházejí z předpokladu, že vzorce lidského chování zůstávají stejné a prokazují, že i u investorů se chování opakuje. Cílem technické analýzy je analyzovat dosavadní vývoj trhu a následně predikce budoucího vývoje, ale také určuje nejvhodnější

okamžik uskutečnění obchodu. Vzhledem těmto okolnostem lze technickou analýzu chápat jako „analýzu krátkodobou“. (Rejnuš, 2014)

Chování lidí lze sledovat a je možné jej reprodukovat, což ukazuje na jeho empirickou povahu. Díky možnosti objektivního zkoumání můžeme získávat konkrétní data. Studie o chování člověka ukázaly, že reakce a jednání většiny lidí lze s určitou mírou přesnosti předvídat. (Rohm, 2002)

### 3.2.1 Indikátory

Indikátory jsou základním stavebním kamenem pro technickou analýzu, jsou to ukazatele, které požívají různé matematické formule, z kterých čerpají informace k indikaci obchodní příležitosti.

Mezi nejpopulárnější indikátory patří například klouzavé průměry (Moving average nebo MA), které vyhlazují prudké odchylky trhu a lze podle nich identifikovat trend, případně tyto průměry bereme jako významnou cenovou hladinu. (Rejnuš, 2014)

Obrázek 1 Moving Average



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com



Relative strength index (RSI), je oscilátor indikující překoupenost a přeprodanost trhu, v praxi se používá jak k identifikaci trendu, ale také k indikaci signálů doporučujících vstup na trh, resp. jeho opuštění. (Rejnuš, 2014)

Obrázek 2 RSI



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

Moving average Convergence Divergence (MACD), je oscilátor, který je považován za nejspolehlivější ukazatel technické analýzy. Je tvořen odečtením hodnoty exponenciálního průměru s delší periodou (obvykle 25 nebo 26 dnů) a hodnoty obdobného průměru, ale krátkodobého (zpravidla 12denního). Za vstupní signál se zde považuje průnik dvou křivek, který MACD zobrazuje, čím dále je tento průsečík od nulové hodnoty, tím se považuje za silnější. (Rejnuš, 2014)

Obrázek 3 MACD



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

Bollinger Bands (BB) neboli Bollingerova pásma je pásmový indikátor, jehož rozptýlení pásma indikuje volatilitu trhu. (Rejnuš, 2014) Tento indikátor využívá standardní odchylku k vytvoření pásma kolem klouzavého průměru. Obchodním signálem je zúžení pásma a následně vystoupení cenové hladiny z Bollingerových pasem. (Rejnuš, 2014)

Obrázek 4 Bollinger bands



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

### 3.3 Metoda Buy and Hold

Obchodní metoda Buy and Hold neboli „koupit a držet“ je investiční strategie, která spočívá v dlouhodobém držení investic (několik let nebo desetiletí) bez ohledu na krátkodobé vlivy vnějšího prostředí. Tato metoda je aplikovatelná pouze na dlouhodobě růstové trhy, jako například indexy nebo akcie, nejčastěji na „čisté“ trhy, což znamená, že neobchodujeme s pákou. (Rejnuš, 2014)

V praxi je tato metoda velice oblíbená u investorů, kteří se obchodování nechtějí věnovat na denní bázi a zkrátka věří dlouhodobému růstu ekonomiky. Dále tato metoda minimalizuje transakční poplatky brokerů a investor se vyhne chybám v pokusu o přesně načasovaný vstup. Metoda Buy and Hold má samozřejmě svoje úskalí a nevýhody, jedna z nich je promeškání mnoha obchodních příležitostí, s možným vyšším výnosem než jen držení dané investice. Dalším může být velice nekomfortní situace pro psychiku investora v době velkých poklesů a korekcí trhu. (Rejnuš, 2014)

Obrázek 5GDAXI TRH



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

V přiloženém obrázku lze vidět vývoj německého akciového indexu DAX, na kterém by metoda Buy and Hold fungovala ideálně. Je zde zřetelné, že jeden kontrakt měl v srpnu roku 2012 hodnotu okolo 6.900 bodů, a i přes spoustu propadů má dnes hodnotu přibližně 15.400, podle těchto dat by se nám při nákupu v srpnu 2012 a prodeji dnes, hodnota naší investice více než zdvojnásobila.

### 3.4 Rizikový a portfoliový management

Podle Benjamina Grahama by investor neměl mít méně než 25% a více než 75% svých prostředků v jednom instrumentu. Je to z důvodu diverzifikace portfolia. (Graham, 2007) Diverzifikace se dá popsat jako „nesázet vše na jednu kartu“, držba více aktiv snižuje totiž jejich rizikovost. (Graham, 2007)

Rizikovost portfolia se dá jednoduše diverzifikovat mezi instrumenty s odlišnou poptávkou, tímto se zajistí, že ve všech fázích hospodářského cyklu by portfolio mělo generovat zisk nebo jít do strany. (Rejnuš, 2014)

U algoritmického obchodování diverzifikace funguje podobně, cílem je rozložit investice mezi co nejvíce odlišných instrumentů. To znamená rozložit své portfolio do různých tříd jako jsou akcie, komodity, dluhopisy a měny. Algoritmické strategie mají však zásadní výhodu, lze u nich měřit korelace mezi jednotlivými strategiemi a trhy podle statistických modelů, které pracují s daty z backtestu. Tím lze eliminovat riziko propadu dvou stejných strategií ve stejný moment. (Jark, 2022)

Ideální úroveň rizika však záleží na toleranci investora. Obecně se však riziko počítá drawdown portfolio (maximální propad, který portfolio udělalo v backtestu) / kapitál, konzervativní fondy riskují do 5 % kapitálu, rizikovější fondy riskují okolo 15 - 25 %, samozřejmě větší riziko přináší i potenciál většího zisku. V ideálním případě by každá strategie měla riskovat stejnou sumu, říká se tomu navázení strategie, investor „naváží“ velikost kupované pozice každé strategie podle velikosti drawdownu, aby drawdown strategií v portfolio byl shodný nehledě na výkonnost strategie samotné. Vhodné je samozřejmě portfolio přiřadit takový objem, aby investor neměl problém s marží, v případě, že by všechny strategie vstoupily na trh současně. Počet strategií v portfolio se udává v rozmezí 10–20, s tím že diverzifikace by zde měla být napříč trhy, ale i samotná logika a typ strategií by se měl lišit. (Graham, 2007)

### **3.5 Algoritmické obchodování (ATM)**

Algoritmické obchodování je proces provádění příkazů s využitím plně automatických a předem naprogramovaných pokynů pro uskutečnění obchodu. Tyto pokyny zohledňují faktory jako například cena, čas, objem a hodnoty různých indikátorů. Algoritmickí obchodníci často využívají metodu high-frequency-trading, která umožňuje uskutečnit i několik desítek tisíc obchodů za sekundu. Tyto strategie pak lze využít v široké škále situací, včetně provádění příkazů, vyhledávání arbitráže a obchodování podle trendů. (investopedia.com, 2022)

Využití algoritmického obchodování se rozšířilo poté, co v 70. letech na Amerických finančních trzích implementovali počítačové obchodní systémy. V následujících letech se tato technologie stále posouvala a v roce 2009 bylo až 60 % všech obchodů v USA realizováno pomocí počítačů.

V posledních letech se algoritmické obchodování stále více rozšiřuje mezi širokou veřejnost a takovou strategii dnes dokáže postavit i amatérský programátor. Příčinou tohoto je rozšíření vysokorychlostního internetu, vývoj stále lepších počítačů, a hlavně dostupnost informací, platforem a možnosti snadno obchodovat. (investopedia.com, 2022)

### 3.5.1 Hlavní výhody a nevýhody algoritmického obchodování

Rychlost a přesnost je klíčovou vlastností ATM, algoritmické obchodování využívá pokročilých softwarů, které vyhodnocují tržové situace mnohem rychleji, než by bylo možné manuálně.

Omezení emocí je jednou z největších výhod algoritmického obchodování, emoce často bývají příčinou, proč je obchodník ochoten riskovat více než by chtěl a také strach odůvodňuje přehlížení obchodních příležitostí. ATM emoční aspekt eliminuje, což může vést ke stabilnějším výsledkům. (investopedia.com, 2022)

Obchodník si daný algoritmus může otestovat na historických datech, to by mělo velice rychle eliminovat strategie, které by v reálném tržním prostředí nefungovaly a můžeme více času věnovat těm, které fungují. (investopedia.com, 2022)

Diverzifikace je výhodou, kterou algoritmické obchodování nabízí, díky své rychlosti a automatizaci je takový systém schopen pozorovat i tisíce trhů v jeden okamžik, což je pro manuální investování téměř nemožné. (Martin Malý, 2023)

O nevýhodách algoritmického obchodování se hovoří spíše jako morální a neetické využívání převahy nad slabšími oponenty na trhu. Spekuluje se o vině na bleskovém krachu v roce 2010. (Martin Malý, 2023)

Další možnou nevýhodou je možnost rychlé ztráty likvidity díky vysokému počtu obchodů, nad kterými nemá obchodník vždy plnou kontrolu v daném okamžiku. Údajně bylo odhaleno, že algoritmické obchodování bylo hlavním faktorem, který způsobil ztrátu likvidity na měnových trzích poté, co v roce 2015 švýcarský frank přestal být vázán na euro. (investopedia.com, 2022)

### 3.6 Emoční aspekt

*„Největším nepřítelem investora jsou emoce.“* (Syrový, 2016). Emoce, které ovládají investora jsou především dvě, je to strach a chamtivost.

Strach se projevuje v dobách, kdy se trhům nedaří, když trhy klesají o desítky procent a investoři vidí jen sestupný trend a ztráty jejich investic. Samozřejmě chtějí zabránit dalším možným ztrátám, a proto své investice prodávají předčasně místo toho, aby měli trpělivost a počkali na uklidnění tržní situace. (Syrový, 2016)

Chamtivost nastává, když se trhům daří a vykazují zisky. Investor vidí, kolik mohl vydělat, kdyby investoval. Investorům se tato představa investice líbí, ale je zaslepen chamtivostí a ignoruje rizika. (Srovnej, 2016)

Eliminaci těchto dvou emocí mohou vyřešit algoritmické strategie, které běží neustále bez nutnosti denního lidského faktoru. Investor se psychicky může opřít o backtest a podle historických dat lze také určit, zda strategie je stále v mezích přípustného rizika. Samozřejmě správnou diverzifikací by se křivka portfolia měla vyhladit, aby se případné ztráty kryly se zisky na jiných trzích, a to opět eliminuje pravidelné se koukání na „červená“ čísla.

### **3.7 Vývoj algoritmické strategie**

Vývoj algoritmické strategie je dlouhý a náročný proces, který začíná myšlenkou a končí nasazením strategie do reálného tržního prostředí. V této kapitole bude tento proces nastíněn v několika krocích.

Prvním krokem je zamyšlení se nad základními rysy, které by daná strategie měla mít a na jakém trhu by měla obchodovat. Strategie by měla být tržně obezřetná, což znamená zdravá z tržního a ekonomického hlediska. Dále je zásadní použít spolehlivé indikátory a logiku strategie. (Admirals, 16.12.2022)

Poté je strategii definován časový rámec a pravidla obchodování. Toto zahrnuje vstupní a výstupní podmínky, definuje pravidla řízení rizik, velikosti pozic a typ vstupu do trhu. (Admirals, 16.12.2022)

Následně se tato obchodní strategie musí převést do programovacího jazyka dané obchodovací platformy, často používaný jazyk pro algoritmické strategie je například MQL4, MQL5, Java nebo také python. Tento proces může usnadnit platforma StrategyQuantX, která nevyžaduje programovací znalosti a strategii převede z uživatelsky dostupného prostředí do programovacího jazyk automaticky. (Admirals, 2022)

V dalším kroku je nutné provést ověření funkcionality strategie pomocí backtestování. Ověření robustnosti strategie pomocí Monte carlo retestu, retestu na odlišných trzích nebo timeframeu. Tyto údaje by měly pomoci odhalit skryté hrozby jako například přeoptymalizování nebo dlouhou stagnaci strategie v různých fázích trhu. (Admirals, 2022)

Vyhodnocení rizik a výkonnosti algoritmu je nutné k rozhodnutí o velikosti pozic vzhledem k dostupnému kapitálu a ochotě nést riziko. K tomuto hodnocení je potřeba rozbor backtestu a následné výsledky z obchodování na demo účtu nebo s velice malým objemem reálných peněz. Strategie by se měla sledovat alespoň prvních deset obchodů, než se rozhodne o nasazení v plném objemu s reálnými penězi. (Admirals, 2022)

Posledním krokem je nasazení strategie na živý trh s požadovanou velikostí pozic, výše uvedená opatření minimalizují katastrofální dopady strategie a obchodník se o tyto data opírá i nadále při spravování a provozu strategie. (Admirals, 2022)

Samozřejmě žádná strategie nefunguje věčně a obchodník by měl strategii sledovat v reálném čase a řídit ji. Doba funkcionality není pevně stanovena, ale rozpětí se obecně udává mezi půl rokem a pěti lety, nicméně by si obchodník měl podle backtestu stanovit fixní podmínky pro vyřazení strategie jako například 1,5násobek drawdownu z backtestu, příliš dlouhá stagnace nebo také výrazně horší poměr zisků a ztrát než v backtestu. (Linkedin.com, 2023)

### **3.8 Metody retestování**

Retestování strategie je základním kamenem při ověřování funkčnosti strategie a následném vyhodnocování algoritmu. Existuje spousta metod, které nám o strategii napoví, zda má šanci být zisková v reálném prostředí.

První metoda je „what if simulation“, je to jednoduchý a efektivní test, který simuluje, jak by byla ovlivněna výkonnost strategie, kdyby se na původní konfiguraci aplikovaly některé změny. Tato metoda ukazuje robustnost strategie a náchylnost na drobné změny v parametrech. (smartrtradingsoftware.com, 2020)

Backtest na odlišných datech nebo timeframu poukazuje na citlivost strategie vůči tržnímu prostředí, tato metoda opět ověřuje robustnost strategie.

Simulace Monte Carlo je metoda používaná k náhodnému výběru historických cen a náhodných změn vlastností strategie. Tato metoda manipuluje s obchody a na základě citlivosti strategie na tyto změny měří robustnost. Simuluje to například výpadek internetu a následné neuskutečnění obchodu a podobné nepředvídatelné události. (strategyquant.com, 2019)

### 3.9 Optimalizace strategie

Optimalizace algoritmické strategie je proces, při kterém se hledají nejlepší možné parametry pro strategii, aby se maximalizovala výkonnost algoritmu. Samozřejmě optimalizace nemusí být pro strategii vždy přínosná, a proto je nutné optimalizaci provést správně a vyvarovat se takzvané přeoptimalizaci, což je název pro situaci, kde je strategie uzpůsobena pouze na historická data, ale v praxi již nebude tak výkonná. Další aspekty, které je dobré mít na paměti ve fázi optimalizace jsou určení cílové funkce, výběr parametrů k optimalizování, rozsah parametrů, jakou metodu chceme pro optimalizaci zvolit a správnost dat pro optimalizaci. (Fxstreet.cz, 2019)

### 3.10 Nástroje pro vývoj

Pro vývoj algoritmických strategií existuje dnes mnoho softwarů, které uživatelům usnadní práci a lze je spravovat i bez nutnosti umět programovat. Zde bude popsáno pár základních a uživateli ověřených programů. Tato metoda se dnes používá z důvodu časového ulehčení procesu a jednoduchosti vývoje strategií.

TradeStation je velmi oblíbený software pro stavbu a provoz strategií. Platforma podporuje vývoj, retestování strategií, optimalizaci a automatizování všech aspektů obchodování. Tato platforma používá programovací jazyk Java. (tradestation.com, 2023)

Interactive Brokers je známá společnost, která poskytuje software na vývoj a provoz algoritmických strategií. Vyznačuje se nízkými poplatky a spolehlivostí platformy. Interactive Brokers používají populární programovací jazyk python. (ultraalgo.com, 2022)

StrategyQuant je platforma určená pouze pro vývoj, retest, optimalizaci a kontroling strategií. Poskytuje uživatelsky velmi pohodlné prostředí a samozřejmě specializací pouze na algoritmické strategie se vymezuje přesností backtestu a kvalitou dat. Tato obchodní platforma dokáže převést algoritmickou strategii do více programovacích jazyků jako například Java, python, MQL4 a podobné. S tímto jedním softwarem lze pak budovat strategie k různým brokerům, což je do jisté míry další forma diverzifikace portfolia. (strategyquant.com, 2019)



## 4. Vlastní práce

### 4.1 Trh GDAXI

GDAXI je zkratka neboli ticker německého akciového indexu DAX, který zahrnuje 30 největších a nejlikvidnějších společností na německé burze. Každý broker má vlastní název pro instrument, tento konkrétní ticker nabízí broker Darwinex, od kterého také budou čerpána data pro backtest.

Na trhu DAX Darwinex nabízí takzvanou finanční páku, která umožňuje obchodovat s větším objemem finančních instrumentů, než by bylo možné na čistém trhu. Finanční páka ale zvyšuje riziko ztráty a metoda Buy and Hold je zde nepoužitelná. GDAXI má finanční páku 30:1 (Darwinex.com, 2023).

Dále jsou zde poplatky, které se platí brokerovi za zprostředkování obchodu mezi burzou a klientem, tento poplatek je na tickeru GDAXI účtován za každý provedený obchod, částka je 2,93 dolarů za 1 lot, který je zakoupen.

### 4.2 Vybraná strategie pro GDAXI

Vybraná strategie pro porovnání výkonnosti s metodou Buy and Hold se jmenuje „DE\_H4\_800421151\_S\_HH\_CF\_SQX“, jméno této strategie bylo vygenerováno při stavbě strategie a zahrnuje v sobě název instrumentu, časový rámec, na který je strategie postavená, identifikační číslo neboli magic number, na základě jakých indikátorů pracuje a „SQX“ je název zdrojové platformy, ve které byla postavena, tedy StrategyQuantX. Dále má tato strategie nastaveno uzavření pozic v pátek, aby nedržela pozice přes víkend, kdy se neobchoduje a trh krátce po otevření v pondělí je volatilnější než obvykle.

Tato strategie pracuje na bázi dvou indikátorů. První z nich je lineární regrese, je to oscilátor, který se snaží identifikovat trend trhu a podle toho se strategie rozhoduje, zda pozici koupí nebo prodá. Druhý ukazatel, který strategie využívá je Highest a Lowest in range, který identifikuje nejvyšší a nejnižší cenové úrovně v určitém časovém intervalu. Vstupní signál pro otevření long pozice je, když se svíčka uzavře pod lineární regresí a následně se vloží objednávka na nejvyšší cenovou hladinu v časovém intervalu 4 hodin, při protnutí této cenové úrovně se otevře pozice se stop lossem 150 pipů a profit target je

nastaven na 125 pipů. Výstup z pozice je možný pouze protnutím SL, PT nebo při pátečním uzavření trhu.

Vstupní podmínka pro short pozici je, když lineární regrese klesne pod cenovou hladinu týdenního maxima. Následně otevře čekající pozici na minimální cenovou hladinu za posledních 44 hodin. Stop loss a profit target je nastaven stejně jako u long pozice.

#### 4.2.1 Ověření robustnosti strategie

V rámci této bakalářské práce byla podrobena zkoumání specifická obchodní strategie, jejíž efektivita byla ověřena prostřednictvím řady testů, s cílem určit, zda výsledky historické simulace (backtesting) korelují s potenciálním výkonem na reálném trhu. V první fázi byla strategie testována na odlišném časovém rámci, což je zásadní pro ověření její adaptability a robustnosti. Přestože došlo k určitému zhoršení výsledků, základním kritériem pro úspěšnost tohoto testu byla profitabilita, která byla dosažena.

Následně byl proveden další retest, tentokrát s daty, která již zahrnovala transakční poplatky. Tento krok je klíčový, neboť zohlednění poplatků poskytuje realističtější pohled na výkonnost strategie. Svíčkové grafy použité v tomto backtestu byly charakterizovány vysokou přesností, což znamená, že zachycují tržní pohyby v jejich chronologickém sledu a umožňují tak provádět obchody s maximální možnou informovaností. I v tomto případě strategie prokázala vysokou míru úspěšnosti, výsledky byly téměř identické s předchozími testy.

Poslední a zároveň nejnáročnější test, který byl aplikován, byl Monte Carlo simulace, jejíž podrobný popis je uveden v sekci 3.8 této práce. Tento test se zaměřuje na odolnost strategie proti náhodným vstupům a fluktuacím trhu. Kritériem pro úspěch v tomto testu bylo, aby poměr zisku a maximálního poklesu hodnoty portfolia (Zisk/Drawdown) při randomizaci vstupů strategie dosáhl alespoň 50% hodnoty získané bez manipulace se vstupy. Výsledky byly pozoruhodné, s hodnotou Zisk/Drawdown na úrovni spolehlivosti 95 % dosahující 6,89, zatímco hodnota získaná z originálních dat byla 12,53, což svědčí o vysoké účinnosti a spolehlivosti testované strategie.

Tato analýza poskytuje důležitý přehled o výkonnosti a odolnosti zvolené obchodní strategie v různých tržních podmínkách a při různých úrovních testování. Výsledky naznačují, že strategie má potenciál být zisková i v reálném tržním prostředí, což je pro investory a obchodníky klíčové.

Dalším kritickým krokem v procesu ověřování strategie je její aplikace v testovacím prostředí, které simuluje reálné obchodování. Tento krok zahrnuje realizaci minimálně deseti transakcí na demo účtu nebo s minimálním objemem v reálném tržním prostředí. Tento postup je důležitý pro ověření, zda je strategie schopna efektivně a přesně umisťovat objednávky na specifikované cenové úrovni. Dále je třeba ověřit, zda strategie adekvátně implementuje mechanismy řízení rizik, jako jsou příkazy stop loss a profit target, které jsou nezbytné pro ochranu kapitálu a zajištění zisků.

#### **4.2.2 Nasazení strategie na trh**

V současné fázi vývoje obchodní strategie, která je předmětem této bakalářské práce, byla strategie podrobena komplexnímu souboru testů, avšak dosud nebyla implementována v prostředí reálného trhu. Před nasazením strategie do aktivního obchodního prostředí je třeba provést její integraci do obchodní platformy, která je kompatibilní s použitým programovacím jazykem, v tomto případě MQL4. Tento jazyk je specifický pro platformu Meta Trader 4, což je standardní nástroj používaný mnoha obchodníky na finančních trzích.

Proces integrace strategie začíná jejím přenesením z vývojového prostředí do obchodní platformy. Tento krok vyžaduje kopírování souborů strategie do složky Experts, která se nachází v adresáři, kam byla platforma původně nainstalována. Po úspěšném překopírování souborů je nezbytné provést restart obchodní platformy, aby došlo k aktualizaci obsahu složky Experts a umožnilo se tak rozpoznání a zobrazení nově přidané strategie uvnitř platformy.

Následuje začlenění strategie do konkrétního grafu, který musí odpovídat specifikacím strategie, v tomto případě je to index GDAXI a časový rámec H4. Po vložení strategie do grafu je nutné povolit automatické obchodování jak na úrovni platformy, tak i pro samotnou strategii. Tento krok je zásadní, neboť bez něj by strategie nemohla provádět obchodní operace autonomně.

Po dokončení všech těchto kroků by měl obchodník v pravém horním rohu grafu vidět název strategie spolu se „smajlíkem“, což signalizuje, že strategie je aktivní a připravena k obchodování. V případě, že se objeví mračící se obličej, indikuje to přítomnost chyby, která vyžaduje další diagnostiku a řešení.

Tato fáze implementace je kritická, protože představuje přechod od teoretického modelování k praktické aplikaci strategie. Je to první krok k ověření, zda strategie, která byla úspěšná v testovacím prostředí, bude schopna obstát i v proměnlivých podmínkách reálného trhu.

Obrázek 6 MT4 chart



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

#### 4.2.3 Výsledek vybrané strategie

V rámci této bakalářské práce byla analyzována obchodní strategie, která prošla důkladným procesem backtestingu na vysoce přesných tickových datech v období od 28. června 2018 do 13. září 2023. Data pro backtesting byla získána prostřednictvím platformy StrategyQuantX, která čerpá obchodní informace od brokera Darwinex.

Pro reálné obchodování je nutné použít stejného brokera jako je poskytovatel dat pro backtest, neboť jiní brokeri mohou poskytovat odlišná data, což by mohlo negativně ovlivnit výkonnost strategie.

Strategie byla testována s obchodním objemem jednoho lotu a celkové náklady spojené s poplatky za 257 provedených obchodů dosáhly sumy 753,01 dolarů. Pro efektivní a bezpečné provozování strategie je klíčové mít na obchodním účtu dostatečné finanční prostředky. Vycházejí z maximálního poklesu hodnoty účtu (drawdownu), který činil

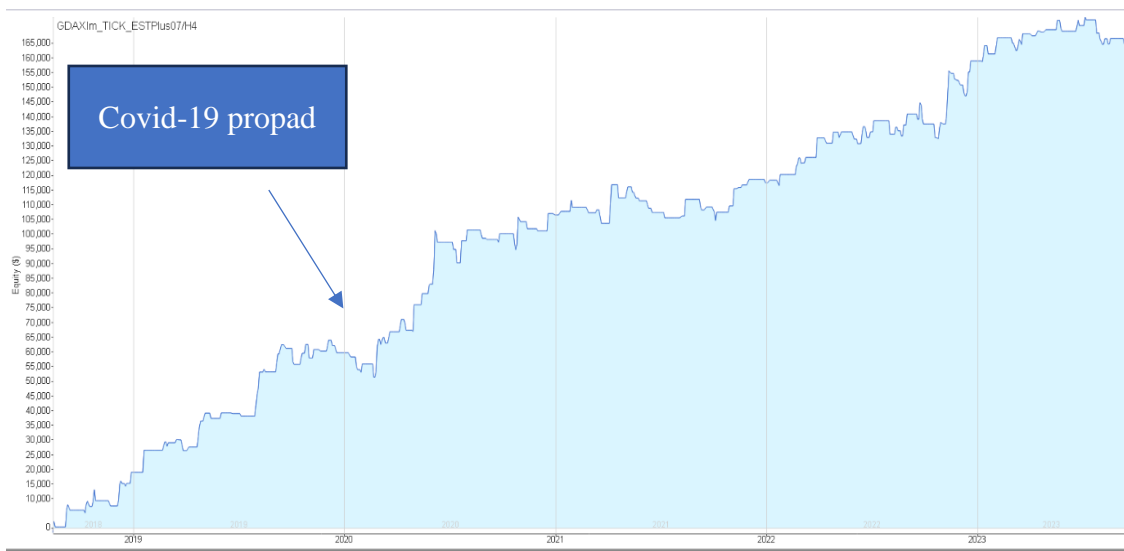
13 131 dolarů, je doporučeno mít na účtu alespoň desetinásobek této částky, tedy přibližně 130 000 dolarů. Tato částka by měla pokrýt jak samotný drawdown, tak i poskytnout dostatečnou marži pro realizaci obchodů. Je nezbytné, aby byly tyto prostředky vloženy na účet před zahájením obchodování s danou strategií.

Během testovaného období strategie vygenerovala čistý zisk ve výši 164 547 dolarů. Poměr návratnosti k maximálnímu poklesu (return/DD) je významným ukazatelem, který hodnotí vztah mezi ziskem a rizikem. V tomto případě hodnota 12,53 ukazuje, že strategie je schopna generovat 12,53 dolaru za každý riskovaný dolar, což je indikace vysoké efektivity strategie.

*Tabulka 1 Výsledky strategie*

<b>Výsledky algoritmické strategie</b>	
<b>DE_H4_800421151_S_HH_CF_SQX</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Počet obchodů</b>	257
<b>Čistý zisk</b>	164 547\$
<b>Drawdown</b>	13 131\$
<b>Průměrný obchod</b>	+ 640\$
<b>Sharpeho poměr</b>	1.39
<b>Profit faktor</b>	1.61
<b>Zisk / Drawdown</b>	12.53

Obrázek 7 Equity chart strategie



Zdroj: Platforma StrategyQuantX

Grafické znázornění vývoje strategie v čase, známé jako ekvity křivka, poskytuje vizuální reprezentaci výkonnosti strategie. Na horizontální ose (osa x) je čas, zatímco vertikální osa (osa y) reprezentuje hodnoty v dolarech. Každý bod na této křivce představuje buď nárůst nebo pokles hodnoty účtu v závislosti na tom, zda byl obchod ziskový či ztrátový. Z analýzy ekvity křivky je patrné, že strategie byla schopna generovat zisky kontinuálně, a to i přes významné tržní události, jako byl například propad trhů způsobený pandemií covid-19 na jaře 2020. Tento propad měl značný dopad na trh jako celek, avšak na výkonnost strategie to mělo minimální vliv, což svědčí o její vysoké robustnosti a odolnosti vůči vnějším ekonomickým šokům.

### 4.3 Výsledek metody Buy & Hold

Pro srovnání efektivity metody Buy and Hold s algoritmičným obchodováním byl zvolen kapitál ve výši 130 000 dolarů, což odpovídá počáteční investici pro algoritmičké strategie. Při aplikaci této metody na index DAX, jehož otevírací hodnota dne 28. června 2018 ve 12 hodin byla 12 156 bodů, bylo možné zakoupit přibližně 10,69 lotu indexu.

Obrázek 8 Vstupní informace



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

Po zaznamenání vstupních informací je možné vypočítat potenciální zisk, který se určuje na základě aktuální ceny indexu k datu 13. září 2023, kdy hodnota indexu DAX dosáhla hodnoty 15 700 bodů. Po vynásobení této ceny objemem 10,69 lotů dosáhneme hodnoty 167 833 EUR. Čistý zisk je následně vypočítán jako rozdíl mezi počáteční investicí a konečnou hodnotou pozice, což v tomto případě představuje zisk 37 833 EUR, což po přepočtu na americké dolary činí přibližně 41 485 dolarů.

Obrázek 9 Výstupní informace



Zdroj: MT4 data od Darwinex.com

Dalším důležitým aspektem hodnocení investiční strategie je výpočet maximálního poklesu hodnoty investice, známého jako drawdown. V případě metody Buy and Hold dosáhl tento drawdown svého maxima během tržního propadu způsobeného pandemií covid-19, kdy cena indexu DAX klesla až na 7 961 bodů. V tomto okamžiku měla pozice hodnotu pouze 85 103 dolarů z původních 130 000 dolarů. Z těchto údajů lze vypočítat ukazatel Zisk / Drawdown, který v tomto případě dosahuje hodnoty 1,37. Tento výsledek je možné kontrastovat s hodnotou stejného ukazatele pro algoritmickou strategii, kde byl tento poměr vyčíslen na 12,53, což naznačuje výrazně vyšší efektivitu algoritmického přístupu ve srovnání s tradiční metodou Buy and Hold.

#### **4.4 Srovnání výkonnosti obou metod**

V této bakalářské práci je prováděno srovnání dvou odlišných investičních metod, algoritmického obchodování a tradiční strategie Buy and Hold s využitím kvantitativního přístupu založeného na analýze čistého zisku. V pětiletém období od 26. srpna 2018 do 13. září 2023 byla zkoumána výkonnost algoritmické strategie, která realizovala 257 obchodů a dosáhla zisku ve výši 164 457 dolarů. Naproti tomu metoda Buy and Hold, aplikovaná na stejný finanční instrument a ve stejném sledovaném období, vykázala zisk 41 485 dolarů z jediného dlouhodobého obchodu.

Z těchto údajů vyplývá, že algoritmická strategie byla schopna vygenerovat téměř čtyřnásobně vyšší zisk ve srovnání s metodou Buy and Hold. Tento rozdíl v ziskovosti je významný a poukazuje na potenciální přednosti algoritmického obchodování v kontextu maximalizace výnosů. Algoritmické strategie mohou poskytovat vyšší flexibilitu a lepší přizpůsobení se měnícím tržním podmínkám, což může vést k efektivnějšímu využití kapitálu a zvýšení potenciálu pro jeho rozmnožení.

Je důležité poznamenat, že algoritmické obchodování může zahrnovat sofistikovanější analýzu a využití různých obchodních algoritmů, které mohou identifikovat a využít krátkodobé příležitosti na trhu, zatímco metoda Buy and Hold se spoléhá na dlouhodobý růst hodnoty aktiv. Tato práce tedy naznačuje, že pro investory, kteří hledají aktivnější přístup k obchodování a mají zájem o rychlejší nárůst kapitálu, může být algoritmické obchodování vhodnější volbou.

Výsledky této studie však také vyžadují další kontextualizaci, neboť vysoké zisky algoritmického obchodování mohou být spojeny s vyšším rizikem a volatilitou. Je tedy



nezbytné provést důkladnou analýzu rizikového profilu obou strategií, aby bylo možné provést plně informované srovnání.

## 5. Výsledky a diskuse

V rámci této bakalářské práce je představeno srovnání dvou značně odlišných investičních přístupů: algoritmického obchodování a tradiční strategie nákupu a držení (Buy and Hold). Cílem této kapitoly je zrekapitulovat a diskutovat, která z těchto metod přináší vyšší ziskovost a proč, s využitím kvantitativního přístupu založeného na analýze čistého zisku během pětiletého období.

Algoritmická strategie, která byla v tomto období aplikována, provedla 257 obchodů a dosáhla zisku ve výši 164 457 dolarů. Naproti tomu, strategie nákupu a držení, aplikovaná na stejný finanční instrument ve stejném období, vykázala zisk 41 485 dolarů z jediného dlouhodobého obchodu. Z těchto dat je zřejmé, že algoritmická strategie byla schopna vygenerovat téměř čtyřnásobně vyšší zisk ve srovnání s metodou Buy and Hold.

Tento významný rozdíl v ziskovosti může být připsán několika faktorům. Algoritmické obchodování umožňuje využití sofistikovaných algoritmů pro identifikaci a využití krátkodobých tržních příležitostí, což může vést k efektivnějšímu využití kapitálu a zvýšení potenciálu pro jeho rozmnožení. Na druhou stranu, strategie nákupu a držení se spoléhá na dlouhodobý růst hodnoty aktiv, což může být méně efektivní v dynamickém tržním prostředí.

Výsledky této studie naznačují, že pro investory, kteří preferují aktivnější přístup k obchodování a mají zájem o rychlejší nárůst kapitálu, může být algoritmické obchodování vhodnější volbou. Tento přístup však může být spojen s vyšším rizikem a volatilitou, což vyžaduje důkladnou analýzu rizikového profilu a potenciálních dopadů tržních událostí na výkonnost strategie.

Je důležité zdůraznit, že ačkoli algoritmické obchodování může nabízet vyšší ziskovost, je nezbytné provést komplexní hodnocení stability zisků, frekvence obchodů a celkového rizika spojeného s touto metodou. Tato bakalářská práce mimo jiné přináší důležitý příspěvek k porozumění výhod a nevýhod obou investičních strategií a poskytuje základ pro další výzkum v této oblasti.

## 5.1 Jiné studie

Autor výzkumu a článku z webu [kjtradingsystems.com](http://kjtradingsystems.com) Kevin Davey provedl výzkum podobného konceptu, porovnával algoritmičtí strategie s metodou Buy and Hold, tento výzkum dosáhl podobného závěru, jako se podařilo dosáhnout v této práci.

Kevin Davey konstatoval, že algoritmičtí obchodování nabízí možnost překonat výkonnost strategie Buy and Hold tím, že umožňuje zisk jak v rostoucích, tak v klesajících trzích, což je něco, co Buy and Hold nedokáže. Navíc, algoritmičtí strategie mohou snížit riziko spojené s dlouhodobým držetím pozic, které jsou zranitelné vůči medvědíím trhům, jako byl finanční krach v letech 2008-2009.

Výzkum ukazuje, že s pečlivě konstruovaným a správně vyvinutým obchodním systémem je možné dosáhnout lepšího výkonu než při strategii Buy and Hold, a to i přes potenciální rizika a výzvy spojené s vývojem a testováním obchodních algoritmů. Kromě finančního zisku a snížení rizika je dalším důvodem pro vývoj obchodních algoritmů možnost věnovat se obchodování, pokud má investor dostatek času a zájmu se věnovat investicím a obchodování.

Výzkum dále porovnávat strategii Buy and Hold s několika vzorovými algoritmičtími obchodními strategiemi, přičemž používá Monte Carlo simulaci pro hodnocení rizikově upraveného výnosu investičních nebo obchodních strategií. Výsledky ukazují, že algoritmičtí strategie mohou nabídnout lepší poměr návratnosti k riziku ve srovnání s Buy and Hold, což naznačuje, že algoritmičtí obchodování může být preferovatelnou volbou pro ty, kteří mají potřebné dovednosti, čas a zájem o vývoj a testování vlastních obchodních systémů.

Závěrem, studie naznačuje, že ačkoliv strategie Buy and Hold může být pro mnoho investorů vhodná, algoritmičtí obchodování nabízí alternativní přístup, který může přinést vyšší zisky a nižší riziko, za předpokladu, že je správně implementován. Otázkou tedy zůstává, zda má jednotlivec potřebné zdroje a ochotu věnovat se vývoji úspěšné obchodní strategie, která překoná tradiční přístupy. (Davey, 2023)

## 5.2 Limity studie

Jednou z hlavních limitací je spoléhání na historická data, což přináší riziko "overfitting" (preoptimalizace). Výsledky získané z historických dat nemusí nutně předpovídat budoucí výkonnost, jelikož tržní podmínky se neustále mění. To znamená, že algoritmické strategie, které byly úspěšné v minulosti, nemusí být úspěšné v budoucnosti.

Další významnou limitací je komplexnost a přístupnost algoritmického obchodování. Vyžaduje specifické znalosti a dovednosti v oblasti programování a finanční analýzy, což může být pro mnoho investorů bariérou. Na rozdíl od metody Buy and Hold, která je přístupnější širší veřejnosti, algoritmické obchodování může být mimo dosah těch, kteří nemají potřebné technické dovednosti nebo zdroje na najmutí odborníků či zakoupení sofistikovaných softwarů.

Riziko a volatilita jsou také důležitými faktory, které je třeba zvážit. Ačkoliv algoritmické strategie mohou nabídnout možnost snížení rizika a ochrany kapitálu během medvědích trhů, také přinášejí specifická rizika, jako je riziko technického selhání, riziko preoptimalizace a riziko tržních anomálií, které mohou negativně ovlivnit výkonnost. Tyto faktory mohou způsobit, že algoritmické obchodování bude volatilnější a riskantnější, než se na první pohled zdá.

Nakonec, emocionální faktory a disciplína hrají významnou roli v úspěchu jakékoliv investiční strategie. Algoritmické obchodování může pomoci eliminovat emocionální rozhodování, které často vede k chybným rozhodnutím.

Vzhledem k těmto limitacím je důležité, aby byly výsledky studie interpretovány s opatrností a v kontextu specifických investičních cílů a omezení jednotlivých investorů. Tyto limity poukazují na potřebu dalšího výzkumu a testování, aby se lépe pochopily potenciální výhody a omezení algoritmického obchodování ve srovnání s metodou Buy and Hold. Je zřejmé, že zatímco algoritmické obchodování nabízí slibné možnosti pro zvýšení výnosů a snížení rizik, je také spojeno s řadou výzev a potenciálních pastí, které je třeba pečlivě zvážit.

Investoři by měli být obzvláště opatrní při interpretaci výsledků jakékoliv studie, která porovnává různé investiční strategie, a měli by se ujistit, že rozumí metodologii, na které jsou závěry založeny, a kontextu, ve kterém byly výsledky získány. Kromě toho je důležité, aby investoři brali v úvahu svůj vlastní investiční horizont, toleranci k riziku a

investiční cíle při rozhodování o tom, zda je pro ně algoritmické obchodování vhodnou strategií.

## 5. Závěr

V rámci této bakalářské práce bylo provedeno vyhodnocení dvou investičních metod: algoritmického obchodování a tradiční strategie Buy and Hold. Cílem bylo zhodnotit výkonnost, rizika, flexibilitu a emoční aspekty obou přístupů. Na základě kvantitativní analýzy čistého zisku v pětiletém období bylo zjištěno, že algoritmická strategie dosáhla téměř čtyřnásobně vyššího zisku ve srovnání s metodou Buy and Hold. Tento výsledek naznačuje, že algoritmické obchodování může nabídnout významné přednosti v maximalizaci výnosů díky své vyšší flexibilitě a schopnosti přizpůsobit se měnícím se tržním podmínkám.

Výzkumu zahrnoval retrospektivní analýzu výkonnosti obou obchodních systémů v určitém období, což umožnilo poskytnout komplexní přehled o efektivitě strategií v reálných obchodních prostředích. Platforma StrategyQuantX umožnila detailní backtestování algoritmické strategie proti historickým tržním datům, což vedlo k důkladnému hodnocení její ziskovosti a schopnosti řízení rizik. Analýza získaných dat byla provedena pomocí kvantitativních metod, zaměřujících se na statistické ukazatele výkonnosti, jako jsou čistý zisk, poměr Ret/DD, Sharpeho poměr a profit faktor. Výkonnost algoritmické strategie byla porovnána s výkonností strategie Buy and Hold, přičemž byl zkoumán čistý zisk generovaný během studijního období, což umožnilo kvantifikovat rozdíl v ziskovosti mezi oběma strategiemi s přihlédnutím ke komplexitě a riziku spojenému s algoritmickým obchodním systémem.

Podobný výzkum provedený Kevinem Daveym z webu [kjtradingsystems.com](http://kjtradingsystems.com) se zabývá porovnáním algoritmického obchodování a strategie Buy and Hold, přičemž dospěl k podobným závěrům jako tato bakalářská práce. Davey zdůrazňuje, že algoritmické obchodování má potenciál překonat výkonnost strategie Buy and Hold díky schopnosti generovat zisk jak v rostoucích, tak v klesajících trzích a snížit riziko spojené s dlouhodobým držením pozic. Jeho výzkum ukazuje, že s pečlivě navrženým a správně vyvinutým obchodním systémem je možné dosáhnout lepšího výkonu než při použití strategie Buy and Hold, přičemž algoritmické strategie mohou nabídnout lepší poměr návratnosti k riziku. Tato studie také naznačuje, že algoritmické obchodování může být preferovatelnou volbou pro ty, kteří mají potřebné dovednosti, čas a zájem o vývoj a testování vlastních obchodních systémů, a poskytuje alternativní přístup, který může přinést vyšší zisky a nižší riziko, za předpokladu správné implementace.

Nicméně, s vyššími zisky algoritmického obchodování jsou spojena také vyšší rizika a volatilita. To vyžaduje důkladnou analýzu rizikového profilu a stability zisků obou strategií. Algoritmické obchodování, přestože může nabízet rychlejší nárůst kapitálu, vyžaduje sofistikovanější analýzu a využívá různé obchodní algoritmy, což může zvýšit komplexitu a potenciální riziko strategie.

Na druhé straně, metoda Buy and Hold, i když vykázala nižší zisk, může být vnímána jako stabilnější a méně riziková, jelikož se spoléhá na dlouhodobý růst hodnoty aktiv. Tento přístup může být vhodnější pro investory, kteří preferují konzervativnější strategii s nižší volatilitou a jsou méně ochotni čelit vysokému riziku.

Pro vyhodnocení rizikovosti dvou investičních metod, metody Buy and Hold a algoritmické strategie, používáme jako klíčový ukazatel poměr Return/Drawdown (Ret/DD). Metoda Buy and Hold dosáhla hodnoty Ret/DD 1,37, což odráží její nižší rizikovost a je v souladu s její pasivní investiční filozofií zaměřenou na dlouhodobý růst. V období, které bylo předmětem měření v této bakalářské práci, došlo k významnému tržnímu propadu způsobenému ekonomickou krizí a pandemií covid-19. Tato událost měla značný dopad na výsledky strategie Buy and Hold, což je důležité zohlednit při interpretaci výsledků. Je třeba si uvědomit, že tržní turbulence, jako je tato, jsou součástí normálních tržních cyklů a měly by být považovány za jeden z faktorů, které mohou ovlivnit výkonnost investičních strategií. Naopak, algoritmická strategie s hodnotou Ret/DD 12,53 ukazuje na výrazně vyšší efektivitu a potenciální ziskovost, avšak s vyšším rizikem a potřebou sofistikovanějšího přístupu k řízení. Zatímco metoda Buy and Hold představuje stabilnější a předvídatelnější výsledky, algoritmická strategie nabízí možnost vyšších výnosů, což vyžaduje důkladné testování a optimalizaci.

Z hlediska emočního aspektu může algoritmické obchodování snížit emoční zatížení spojené s rozhodovacím procesem tím, že eliminuje nutnost subjektivního rozhodování investora v krátkodobém horizontu. Naopak, strategie Buy and Hold může být emočně náročnější v obdobích tržních poklesů, kdy je vyžadována disciplína držet investici a nevydávat se do panického prodeje.

Podrobnější výzkum by mohl zkoumat rizikovost a výnosnost portfolia složeného z více algoritmických strategií ve srovnání s portfoliem řízeným jednou univerzální strategií, aby se zjistilo, zda diverzifikace strategií přináší lepší poměr rizika a výnosu. Cílem by bylo poskytnout hlubší vhled do výhod a nevýhod diverzifikace v rámci algoritmického

obchodování a nabídnout praktické doporučení pro investory a správce fondů ohledně optimálního řízení rizika a zvyšování výnosnosti investičních portfolií.

V závěru lze říci, že obě strategie mají své přednosti a nedostatky, a volba mezi nimi by měla být učiněna s ohledem na individuální investiční cíle, toleranci k riziku a osobní preference. Tento výzkum poskytuje cenné informace pro investory, kteří hledají porozumění rozdílům mezi výkoností algoritmického obchodování a metodou Buy and Hold, avšak zdůrazňuje také potřebu dalšího výzkumu a analýzy pro hlubší pochopení rizik a potenciálu obou investičních strategií.



## 6. Seznam použitých zdrojů

1. GRAHAM, Benjamin; ZWEIG, Jason. *Inteligentní investor*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1792-0.
2. KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-5064-4.
3. NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ. Jak se stát intradenním finančníkem. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2008. Finančník. ISBN 978-80-903874-4-7.
4. ROHM, Robert A. Pozitivní povahové profily: objevte chápání lidské povahy, abyste porozuměli sobě-- a druhým! [Praha]: InterNET Services Corporation, 2002.
5. SYROVÝ, Petr. *Investování pro začátečníky*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0092-7.
6. CHEN, James. *Algorithmic Trading: Definition, How It Works, Pros & Cons*. Online. 2022, 31.1.2022. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/a/algorithmictrading.asp>. [cit. 2024-01-07].
7. MALÝ, Martin. *Jaké výhody má algoritmické obchodování?* [online]. 2023, 22.4.2023 [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://www.fxstreet.cz/pequeno-jake-vyhody-ma-algoritmicke-obchodovani.html>
8. ADMIRALS. *Automatické Obchodování – kompletní průvodce 2023* [online]. 2022, 16.12.2022 [cit. 2024-01-13]. Dostupné z: <https://admiralmarkets.com/cz/education/articles/automated-trading/automaticke-obchodovani-metatrader>
9. DESAI, Kishan. LINKEDIN. *STEPS FOR ALGORITHMIC TRADING* [online]. 2023, 18.9.2023 [cit. 2024-01-13]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/steps-algorithmic-trading-kishan-desai>
10. SMARTTRADINGSOFTWARE. *RETESTING PROCESS* [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://smarttradingsoftware.com/en/back-test/ai-strategy-builder-retest-process/#whatifsimulations>
11. TRADESTATION. *Welcome to a trading experience crafted for* [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://www.tradestation.com/>

12. ULTRAALGO. *Interactive Brokers Algorithmic Trading* [online]. [cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.ultraalgo.com/interactive-brokers-algorithmic-trading/>
13. STRATEGYQUANT. *Create your own algo-strategies without programming* [online]. [cit. 2024-02-15].
14. MAZUR, Kornel. STRATEGYQUANT. *Monte Carlo retest methods* [online]. 2019, 1.3.2019 [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/monte-carlo-retest-methods/>
15. DARWINEX. *Attract Capital with Competitive Conditions* [online]. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.darwinex.com/eu/forex-cfds/indices>
16. JARK, Daniel. INVESTOPEDIA. *Attract Capital with Competitive Conditions* [online]. 2022, 20.9.2022 [cit. 2024-02-19]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/articles/investing/030116/portfolio-diversification-done-right.asp>
17. DAVEY, Kevin. KJTRADINGSYSTEMS. *Should I Algo Trade, Or Just Buy and Hold?* [online]. 2023 [cit. 2024-03-07]. Dostupné z: <https://kjtradingsystems.com/algo-trade-or-buy-and-hold.html>

## 7. Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1 Moving Average.....	16
Obrázek 2RSI.....	17
Obrázek 3 MACD.....	17
Obrázek 4 Bollinger bands .....	18
Obrázek 5GDAXI TRH .....	19
Obrázek 6MT4 chart.....	28
Obrázek 7Equity chart strategie.....	30
Obrázek 8Vstupní informace .....	31
Obrázek 9Výstupní informace .....	31
Tabulka 1Výsledky strategie .....	29