



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

**ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ**

DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

**AUTOMATICKÉ OBCHODNÍ SYSTÉMY PRO OBCHO-  
DOVÁNÍ OPCÍ**

AUTOMATIC SYSTEM FOR OPTIONS TRADING

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**ROMAN VINTOŇAK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. DAVID HŘÍBEK**

BRNO 2024

## Zadání bakalářské práce



157133

Ústav: Ústav počítačové grafiky a multimédií (UPGM)  
Student: **Vintoňak Roman**  
Program: Informační technologie  
Název: **Automatické obchodní systémy pro obchodování opcí**  
Kategorie: Umělá inteligence  
Akademický rok: 2023/24

### Zadání:

1. Nastudujte princip opcí a proved'te rešerši brokerů, kteří umožňují automatické obchodování opcí.
2. Navrhněte Automatický obchodní systém (AOS), který bude u vybraného brokera provádět automaticky obchody podle předem daného plánu nebo podle specifikací uživatele. Navrhněte různě komplexní AOS od jednoduchých, které jen provádějí předem dané obchody, až po komplexní, založené na historických burzovních datech.
3. Navržený AOS implementujte.
4. Implementovaný AOS otestujte a vyhodno'tte na historických datech.

### Literatura:

- John C. Bogle, The Little Book of Common Sense Investing: The Only Way to Guarantee Your Fair Share of Stock Market Returns, 2007, 1st edition's, ISBN 978-1-119-40450-7.
- Benjamin Graham, The Intelligent Investor, 2008 edition, 1949, ISBN0-06-055566-1.
- Benjamin Van Vliet, Building Automated Trading Systems, 2007, ISBN: 9780750682510.

Při obhajobě semestrální části projektu je požadováno:  
První dva body zadání.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování práce viz <https://www.fit.vut.cz/study/theses/>

Vedoucí práce: **Hříbek David, Ing.**  
Vedoucí ústavu: Černocký Jan, prof. Dr. Ing.  
Datum zadání: 1.11.2023  
Termín pro odevzdání: 9.5.2024  
Datum schválení: 9.11.2023

## Abstrakt

Opce se v nedávné době stávají populárním nástrojem pro obchodníky na burze. V této práci nejprve vysvětlím základní principy fungování trhů, opcí, akcií a dalších souvisejících témat. Následně provedu rešerši brokerů, kteří působí v rámci české republiky a umožňují obchodování s opcemi. Poté navrhnu strategie pro obchodování s opcemi, implementuji prostředí pro zpětné testování těchto strategií a provedu analýzu těchto strategií. Na konec implementuji aplikaci pro automatizované provádění obchodů na základě daných strategií.

## Abstract

Options are becoming very popular tool for traders. In this theses I will first explain basic principles of markets, options, stocks and other relevant topics. Then I will perform research of brokers, who are working within Czech Republic and allow options trading. After that I will come up with various trading strategies for trading options, implement an environment for backtesting said strategies and analyse them. Finally I will implement an application for automated trading based on those strategies.

## Klíčová slova

opce, trh, obchodování, automatizované obchodování, akcie, burza, etf, investice, investování, obchod, zpětné testování, interactive brokers

## Keywords

options, market, trading, automated trading, stock, exchange, etf, investing, trade, backtesting, interactive brokers

## Citace

VINTOŇAK, Roman. *Automatické obchodní systémy pro obchodování opcí*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce Ing. David Hříbek

## Rozšířený abstrakt

Opce se v nedávné době stávají populárním nástrojem pro obchodníky na burze. Chování opcí v různých tržních podmínkách je ovšem komplikované a někdy ne zcela intuitivní. Opce jsou založené na jiných aktivech, typicky na akciích, proto je nutné rozumět i chování akcií pro možnost efektivního obchodování s opcemi. Opce můžou v některých případech mít podobné chování jako akcie, nebo jiné aktiva, na kterých jsou založené, ale v jiných případech můžou mít i opačné, nebo zcela nesouvisející chování s jejich podkladovým aktivem. Opce jsou vysoce závislé na volatilitě trhu a jejich předpokládané chování je popsáno několika řeckými písmeny. V této práci vysvětlím chování opcí v souvislosti s volatilitou a jak konkrétně se popisuje jejich předpokládané chování. Nákup a prodej různých opcí lze také kombinovat pro dosažení specifických strategií, které můžou mít velice specifické podmínky ziskovosti a ztrátovosti. V této práci vysvětlím některé tyto základní strategie a jejich potenciální využití. Dále jsem navrhnul obchodní strategie, které jsou založené na výběru správných opcí na základě delty a doby do expirace. Pro vyzkoušení těchto strategií jsem implementoval prostředí pro zpětné testování obchodů s opcemi a s pomocí tohoto prostředí jsem dané strategie analyzoval. Také jsem implementoval aplikaci pro automatické provádění obchodů založených na navržených strategiích za pomoci brokera Interactive Brokers. Z výsledků analýzy jsem vyvodil, že některé navržené strategie jsou ziskové a má smysl s nimi pracovat dále při reálném nebo simulovaném obchodování.

# Automatické obchodní systémy pro obchodování opcí

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Davida Hříbka. Uvedl jsem všechny literární prameny, publikace a další zdroje, ze kterých jsem čerpal.

.....  
Roman Vintoňak  
9. května 2024

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Teorie</b>	<b>4</b>
2.1	Akcie . . . . .	4
2.2	Opce . . . . .	6
2.2.1	Volatilita . . . . .	7
2.2.2	Řecká písmena . . . . .	8
2.3	Základní strategie obchodování s opcemi . . . . .	9
2.4	Testování a analýza obchodních strategií . . . . .	16
2.4.1	Základní metriky . . . . .	16
2.4.2	Sharpe ratio . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Rešerše brokerů</b>	<b>18</b>
3.1	Interactive Brokers . . . . .	18
3.2	Degiro . . . . .	19
3.3	eToro . . . . .	19
3.4	TastyTrade . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Návrh automatického obchodovacího systému</b>	<b>21</b>
4.1	Zpětné testování . . . . .	22
4.1.1	Historická data . . . . .	22
4.1.2	Prostředí pro zpětné testování . . . . .	22
4.2	Automatizované obchodování . . . . .	23
<b>5</b>	<b>Návrh strategií pro automatizované obchodování s opcemi</b>	<b>25</b>
5.1	Pravidelný nákup call opcí . . . . .	25
5.2	Pravidelný prodej put opcí . . . . .	25
5.3	Pravidelný prodej straddle . . . . .	26
5.4	Pravidelný prodej strangle s intervencí . . . . .	26
5.5	Pravidelný prodej put opcí s nízkou deltou . . . . .	26
<b>6</b>	<b>Implementace</b>	<b>27</b>
6.1	Zpětné testování . . . . .	27
6.1.1	Použité technologie . . . . .	27
6.1.2	Struktura programu . . . . .	27
6.1.3	Vstupy programu . . . . .	28
6.1.4	Výstupy programu . . . . .	28
6.2	Automatizované obchodování . . . . .	29

6.2.1	Použité technologie . . . . .	29
6.2.2	Struktura programu . . . . .	29
6.2.3	Vstupy programu . . . . .	29
6.2.4	Výstupy programu . . . . .	29
<b>7</b>	<b>Výsledky zpětného testování obchodních strategií</b>	<b>30</b>
7.1	Pravidelný nákup call opcí . . . . .	30
7.2	Pravidelný prodej put opcí . . . . .	31
7.3	Pravidelný prodej straddle . . . . .	33
7.4	Pravidelný prodej strangle s intervencí . . . . .	33
7.5	Pravidelný prodej put opcí s nízkou deltou . . . . .	36
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>37</b>
	<b>Literatura</b>	<b>38</b>

# Kapitola 1

## Úvod

Opce jsou komplexní finanční nástroj, který dává kupujícímu právo koupit nebo prodat určité aktivum za předem stanovenou cenu v předem definovaném časovém rozmezí. Opce se objevují v několika finančních trzích a dají se využít pro velké množství různých účelů. Mezi časté způsoby využití opcí patří silnější vystavení ke změnám na trhu pomocí pákového efektu, omezení maximálních možných ztrát z držení akcií a jiných aktiv, sázení na přesný scénář chování trhu, nebo syntetické půjčky s potencionálně lepšími úroky než u tradičních bank.

V této práci se zaměřím na vysvětlení základních principů chování trhu, opcí a jejich podkladových aktiv. Dále navrhu strategie pro obchodování s opcemi, implementuji prostředí pro zpětné testování těchto strategií a program pro automatizované provádění daných strategií.



# Kapitola 2

## Teorie

Opce jsou finanční deriváty založené na jiných typech aktiv. Nejčastěji jsou založené na akcích, indexových fondech a futures kontraktech. V této práci se budu primárně věnovat opcím založených na indexových fondech a akcích. Pro pochopení chování opcí na těchto trzích je nutné znát základní principy chování akcií a indexových fondů.

### 2.1 Akcie

Akcie [25] jsou cenné papíry, které dokládají vlastnictví určité části veřejně obchodované společnosti. Vlastnictví akcií může přinést právo hlasovat o budoucích krocích a rozhodnutích dané společnosti, podíl ze zisků společnosti ve formě dividend, a případnou možnost zhodnocení daných akcií v případě, že se dané společnosti bude dařit. Akcie lze kategorizovat a identifikovat podle několika obecně uznávaných vlastností. Každá akcie má název, který je typicky reprezentuje celý název společnosti, pro kterou jsou tyto akcie vystaveny a třídu akcií. Dále má každá akcie svůj unikátní symbol, kterým se identifikuje na burzách a jiných finančních platformách.

#### Třída akcií

Společnosti mohou vydat více tříd akcií. Různé třídy akcií se typicky liší v hlasovacích právech a dividendách. Typicky jsou různé třídy využívány, aby si zakladatelé společnosti mohli uchovat kontrolu nad společností i při prodeji většiny svých akcií. Například společnost Alphabet Inc. (mateřská společnost Google) má 3 třídy akcií. Akcie třídy A dávají jejich vlastníkovu 1 hlas a jsou veřejně obchodovatelné se symbolem GOOGL. Akcie třídy B jsou vlastněny zakladateli společnosti a dávají jejich vlastníkovu 10 hlasů. Akcie třídy C jsou primárně rozdávány zaměstnancům, nenesou s sebou žádná hlasovací práva a jsou veřejně obchodovatelné se symbolem GOOG [42].

#### Symbol akcie

Symbol akcie [28], často označovaný jako "ticker" je kombinace znaků a čísel, která slouží pro jednoznačné identifikování akcií a jiných finančních produktů na dané burze. Symboly mají typicky 1 až 5 znaků, ale konvence pro vytváření symbolů se mohou lišit v závislosti na které burze je daná společnost registrovaná.

## Dividendy

Dividenda [24] je podíl na zisku společnosti, který je vyplácen akcionářům. Dividendy jsou typicky vypláceny v hotovosti, můžou ale být vypláceny ve formě dodatečných akcií nebo jiného majetku společnosti. Společnosti můžou vyplácet dividendy v pravidelných intervalech, nemusí je vyplácet vůbec, nebo je můžou vyplácet nepravidelně v závislosti na situaci na trhu. Společnosti, které vyplácí pravidelné dividendy, je typicky vyplácí na kvartální bázi, frekvence vyplácení dividend je ovšem v režii společnosti a můžeme se setkat i s jinými frekvencemi vyplácení dividend.

Primární výhoda dividend je pravidelný příjem bez nutnosti prodeje akcií a rozumně nastavené dividendy můžou sloužit jako indikátor kvality dané společnosti. Dividendy také v některých zemích podléhají jinému daňovému ohodnocení, než kapitálové zisky z prodeje akcií, což může být výhodné v rámci daňové optimalizace. V České republice dividendy spadají do stejné kategorie jako kapitálové výnosy, tudíž nepřináší žádné daňové výhody. Naopak kapitálové zisky z držení akcií jsou osvobozeny od daně pokud jsou drženy déle než 3 roky, což může dělat společnosti s vysokými dividendami méně atraktivní pro dlouhodobé investory.

## Burzy

Burzy [23] jsou finanční instituce, které slouží jako prostředník a zprostředkovatel pro obchodování s akciemi, dluhopisy a dalšími cennými papíry. Burzy zajišťují, aby společnosti a investoři obchodovali s aktivy v souladu s regulacemi a zároveň zajišťují transparentnost a spravedlivé podmínky pro obchodování. Pro zapsání společnosti na burzu musí tato společnost splňovat striktní podmínky a zápis na burzu dodává společností určitou kredibilitu. Různé burzy můžou mít různé podmínky pro zápis společnosti, konvence pro kategorizování společností, obchodovací dobu a další vlastnosti.

S akciemi společnosti, která není zapsaná na žádné burze lze stále obchodovat na OTC (over-the-counter) trzích. Tyto společnosti ale nemusí splňovat stejné regulace jako společnosti zapsané na burzách a obchodování s těmito akciemi může být více rizikové.

Mezi nejvýznamnější burzy patří NYSE (New York Stock Exchange)<sup>1</sup> a NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotations Stock Market)<sup>2</sup>. NYSE je největší burzou na světě podle tržní kapitalizace a je známá svou dlouholetou tradicí od roku 1792 a striktními regulacemi. NASDAQ je druhá největší burza. Byla založena v roce 1971 a vyniká především svým zaměřením na technologické společnosti a inovace. Má také nižší vstupní bariéru než NYSE a je tak atraktivnější pro menší a více spekulativní společnosti. Mezi další významné burzy patří SSE (Shanghai Stock Exchange)<sup>3</sup>, HKEX (Hong Kong Stock Exchange)<sup>4</sup>, nebo LSE (London Stock Exchange)<sup>5</sup>.

## ETF

ETF (Exchange Traded Fund) [15] je druh investičního fondu, který je obchodovatelný na burzách. ETF jsou založené na určitém indexu, komoditě, dluhopisech, akciích nebo jiných aktivech a jeho cena se odvíjí od hodnoty těchto aktiv. ETF mají velice podobné chování

---

<sup>1</sup><https://www.nyse.com/index>

<sup>2</sup><https://www.nasdaq.com/>

<sup>3</sup><http://english.sse.com.cn/>

<sup>4</sup>[https://www.hkex.com.hk/?sc\\_lang=en](https://www.hkex.com.hk/?sc_lang=en)

<sup>5</sup><https://www.londonstockexchange.com/>

jako obyčejné akcie a je s nimi možné obchodovat za podobných podmínek jako akcie. ETF jsou pro investory primárně atraktivní svou jednoduchostí, nízkými náklady a možností snadné diverzifikace portfolia. ETF můžou také sloužit jako nástroj pro spekulace na určitý index nebo sektor trhu. Na většinu ETF jsou také dostupné opce a fungují na stejných principech jako opce na akcie.

## 2.2 Opce

Opce [16] jsou typ finančního derivátu, který dává jejich držiteli právo (ale ne povinnost) koupit nebo prodat určité aktivum za předem stanovenou cenu v určitém časovém úseku. Opce jsou obchodovatelné na burzách a jsou založené na jiných typech aktiv, jako jsou akcie, indexy, ETF, nebo futures kontrakty. Opce se dělí na několik typů a stylů a jejich cena je ovlivňována mnoha různými faktory, jako je cena příslušného aktiva, doba do expirace opce, očekávaná volatilita, nebo úrokové sazby. Pro popis chování cen opcí v závislosti na různých faktorech se používají řecká písmena a nejvýznamnější z nich jsou delta, gamma, theta a vega. U opcí na akcie, indexy a ETF každá opce reprezentuje 100 kusů daného aktiva. U opcí na futures kontrakty, každá opce reprezentuje 1 futures kontrakt.

Jako obchodníci nemusíme opce pouze nakupovat, ale můžeme je i prodávat, neboli vypisovat. Při prodeji opcí se zavazujeme koupit nebo prodat dané aktivum za předem stanovenou cenu v případě, že protistrana uplatní svůj kontrakt. Zároveň je možné kombinovat nákup a prodej různých opcí a podložených aktiv pro vytvoření složitějších obchodů, které můžou být ziskové nebo ztrátové za přesně definovaných podmínek.

### Typy

Existují 2 typy opcí, které se nazývají put a call [16].

Put opce dává její vlastníkovvi právo prodat podložené aktivum za předem stanovenou cenu v předem stanoveném časovém horizontu. Put opce rostou na ceně v situaci, kdy cena akcií klesá. Je možné je použít pro snížení maximálních ztrát při držení akcií, sázení na pád ceny akcií, nebo pro komplexnější spekulace při kombinaci více opcí.

Call opce dává její vlastníkovvi právo koupit podložené aktivum za předem stanovenou cenu v předem stanoveném časovém horizontu. Call opce rostou na ceně v situaci, kdy cena akcií stoupá.

### Styl

Mezi dva hlavní styly patří americké a evropské opce. Rozdíl mezi těmito dvěma styly spočívá v možnosti uplatnění těchto opcí. U opcí amerického stylu lze opci uplatnit kdykoliv před její expirací nebo v moment expirace. U opcí evropského stylu lze opci uplatnit pouze v době expirace. Tento rozdíl může mít vliv na cenu a americké opce jsou obecně dražší. Toto značení nemá nic společného s geografii a opce jakékoliv společnosti na jakémkoliv trhu můžou být obou stylů [14].

Existují také jiné styly opcí, které jsou označovány jako "exotické" a můžou se lišit i v jiných principech fungování. Tyto opce ale nejsou veřejně obchodovatelné na burzách a jsou vytvářené přímo na míru pro velké instituční investory a společnosti [33].

## Vnitřní a vnější hodnota

Celková hodnota opce se skládá z vnitřní a vnější hodnoty [1]. Vnitřní hodnota reprezentuje hodnotu opce, pokud by tato opce byla uplatněna v daný okamžik. Vnitřní hodnotu pro put opce lze vypočítat

$$VH = \begin{cases} ACA - SP & \text{pro call opce} \\ SP - ACA & \text{pro put opce} \end{cases}$$

kde

VH = vnitřní hodnota

ACA = aktuální cena podloženého aktiva

SP = strike cena opce

Vnější hodnota opce je časová hodnota opce, která reprezentuje potenciál opce na získání vnitřní hodnoty do expirace opce. Vnější hodnota je závislá především na zbývajícím době do expirace opce a implikované volatilitě. Vnější hodnotu lze vypočítat jako rozdíl celkové hodnoty opce a vnitřní hodnoty.

## Peněžnost

Peněžnost označuje postavení strike ceny opce vzhledem k aktuální ceně příslušných akcií a opce se v tomto ohledu dělí na ITM, OTM a ATM [36].

- ITM (in the money) jsou opce v penězích. Tyto opce mají vnitřní hodnotu vyšší než 0.
- OTM (out of the money) jsou opce mimo peníze. Tyto opce mají nulovou vnitřní hodnotu.
- ATM (at the money) [8] jsou opce "na penězích". Tyto opce se vyznačují tím, že mají strike price shodnou s aktuální cenou příslušných akcií. Mají nejvyšší vnější hodnotu a měli by mít nulovou vnitřní hodnotu. Jejich cena je nejvíce citlivá k časovému úpadku, změnám v implikované volatilitě a změnám úrokových sazeb. Z praktického hlediska jsou ceny akcií spojitě a strike ceny opcí diskrétní, tudíž není obvyklé, aby se cena akcie rovnala strike ceně a za ATM opci se považuje ta, která je nejbližší k aktuální ceně akcie.

### 2.2.1 Volatilita

Volatilita [27] je klíčový koncept při obchodování s opcemi. Volatilita reprezentuje míru nestability ceny daného aktiva a je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících cenu opcí. Vysoká volatilita znamená, že cena aktiva se mění výrazně a opce na toto aktivum budou dražší. Nízká volatilita znamená, že cena aktiva je stabilní a opce na toto aktivum jsou levnější. V rámci obchodování s opcemi jsou důležité 2 kalkulace volatilit, implikovaná volatilita a historická volatilita.

## Implikovaná volatilita

Implikovaná volatilita [22], často označována zkratkou IV, je klíčový koncept při obchodování s opcemi a odráží názor trhu na očekávaný pohyb ceny daného aktiva. Implikovaná volatilita se vypočítává pomocí komplexních matematických modelů, v současné době primárně Black-Scholes modelem, za použití aktuálních cen opcí, aktuální ceny příslušných akcií, doby do expirace opce, úrokových sazeb a dalších faktorů. Implikovaná volatilita je důležitá pro obchodníky s opcemi, protože ovlivňuje cenu opcí a je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují ziskovost obchodů s opcemi.

Implikovaná volatilita se udává v procentech a vyjadřuje očekávaný pohyb ceny daného aktiva za rok s jistotou jedné standardní odchylky (68%). Například pokud má akcie nějaké společnosti aktuální hodnotu 100\$ a implikovaná volatilita je 30%, trh očekává, že cena těchto akcií se bude pohybovat v rozmezí 70\$ až 130\$ za 1 rok. Pokud potřebujeme vypočítat očekávanou cenu akcií v jiném časovém horizontu, můžeme použít následující vzorec

$$\text{Očekávaná cena} = \text{Aktuální cena} \times IV \times \sqrt{\frac{\text{Počet dní}}{365}}$$

. Implikovaná volatilita se počítá pro každou opci zvlášť, obvykle se ale používají agregované hodnoty podle doby expirace.

## Historická volatilita

Historická volatilita [10] označuje míru, jakou se cena daného aktiva měnila v minulosti. Typicky se vypočítává jako směrodatná odchylka logaritmu denních pohybů daného aktiva a přepočítává se na 1 rok. Tato míra poskytuje důležitý statistický pohled do minulého chování daného aktiva a může být použita pro určité odhady budoucího chování. Historická volatilita se často porovnává s historickou implikovanou volatilitou pro zjištění zda trh byl schopen správně odhadnout budoucí pohyby ceny daného aktiva. Typicky pokud historická volatilita převýšila historickou implikovanou volatilitu, znamená to, že dlouhé pozice na opcích byly ziskové a pokud historická volatilita byla nižší než historická implikovaná volatilita, znamená to, že krátké pozice na opcích byly ziskové. Historickou volatilitu lze také porovnávat s aktuální implikovanou volatilitou pro zjištění zda jsou opce na dané aktivum dražší nebo levnější než obvykle.

### 2.2.2 Řecká písmena

Cena opcí je založená na mnoha různých metrikách a je ovlivňovaná mnoha různými faktory. Mezi tyto faktory patří cena příslušných akcií, doba do expirace opce, volatilita, úrokové sazby a další. Pro popis chování ceny opcí v závislosti na vybraných faktorech se používají řecká písmena [39]. Mezi nejvýznamnější řecké písmena patří delta, gamma, theta a vega. Mezi další, méně významné a používané řecké písmena, patří rho, lambda a epsilon. V některých případech se používají i určité kombinace těchto písmen, které popisují vliv jednoho písmene na jiné. Mezi tyto kombinovaná řecká písmena patří Vanna, charm, vomma, veta,

#### Delta

Delta [40] je senzitivita opce k pohybům ceny její příslušné akcie. Delta je vyjadřovaná číslem na intervalu  $< -1; 1 >$ . Pro call opce se delta pohybuje v rozmezí  $< 0; 1 >$  a pro put

opce se delta pohybuje v rozmezí  $< -1; 0 >$ . Delta vyjadřuje o kolik se změní cena opce v případě, že se cena akcie změní o 1\$. V případě, že má opce hodnotu delta 0.3 a cena akcie vzroste o 1\$, cena opce vzroste o 0.3\$.

Delta se také často používá jako odhad pravděpodobnosti, že opce bude při expiraci ITM [29]. To znamená, že opce s hodnotou delta 0.3 má přibližně 30% šanci na to, že bude při expiraci ITM. Jedná se ale pouze o aproximaci, která by byla přesná pouze za ideálních tržních podmínek.

## Gamma

Gamma [13] vyjadřuje senzitivitu delty k pohybům ceny příslušné akcie. Gamma je vyjadřovaná hodnotou na intervalu  $< 0; 1 >$  a vyjadřuje o kolik se změní delta v případě, že se cena akcie změní o 1\$. V případě, že má opce hodnotu delta 0.3 a gamma 0.1 a cena akcie vzroste o 1\$, delta stoupne na hodnotu 0.4. Vysoká gamma se vyskytuje primárně u opcí s blízkou expirací, které jsou blízko ATM a značí, že cena opce je vysoce citlivá k pohybům ceny akcie.

## Theta

Theta [11] vyjadřuje úpadek ceny opce v závislosti na čase. Theta je vyjadřovaná hodnotou na intervalu  $(-\infty; 0 >$  a vyjadřuje o kolik klesne cena opce každý uplynulý den v případě, že všechny ostatní proměnné zůstanou konstantní. Theta je největší u opcí s blízkou expirací a klesá s prodlužující se dobou do expirace. Theta je také největší u ATM opcí a klesá s vzdáleností od ATM. Vysoká theta znamená, že cena opcí je vysoce citlivá k časovému úpadku a může být výhodná pro prodej opcí.

Vysoká theta je často spojená s vysokou gammou, což znamená, že pokud zůstane cena akcií konstantní, bude mít největší vliv na její cenu theta a pokud se cena akcií bude rapidně měnit, bude mít největší vliv gamma. Tento vztah mezi thetou a gammou se využívá u některých obchodovacích strategií, například gamma scalping [20].

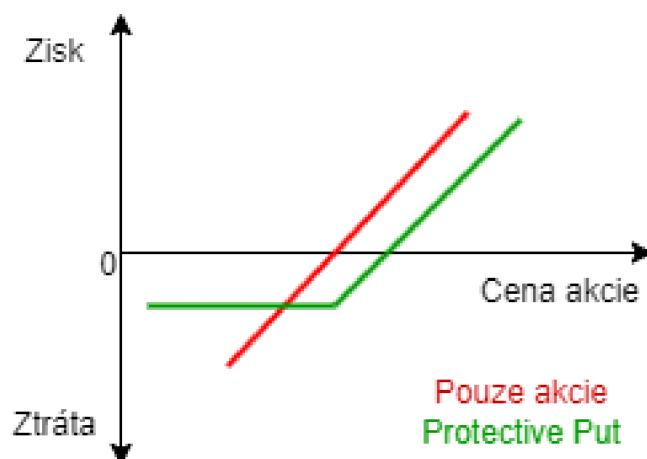
Poměr thety a ceny opce také roste s blížící se expirací a okolo 30-45 dní do expirace opce začíná opce ztrácet na hodnotě vlivem thety mnohem rychleji. Na tento jev se často zaměřují prodejci opcí a prodávají opce s kratší dobou do expirace [17].

## Vega

Vega [7] vyjadřuje pohyb ceny opce v závislosti na změnách implikované volatility. Vega je vyjadřovaná hodnotou na intervalu  $< 0; \infty >$  a reprezentuje o kolik se změní hodnota opce v případě, že se implikovaná volatilita změní o 1%. Vega je často používaná pro spekulativní obchody a hedgeování proti prudkým změnám v implikované volatilitě. Obchody založené na veze a volatilitě mají často neutrální deltu a nezaobýrají se směrem pohybu ceny akcií, ale pouze volatilitou. Vega je největší u ATM opcí s dlouhou dobou do expirace a klesá s vzdáleností od ATM a přibližující se dobou do expirace.

## 2.3 Základní strategie obchodování s opcemi

Kromě obyčejného nakupování nebo prodávání jednotlivých opcí, je možné i kombinovat nákup a prodej několika opcí a akcií pro vytvoření více specifických obchodů. Při kombinaci několika opcí a akcií, se každé z nich říká "noha". Například pokud se strategie skládá ze dvou různých opcí a jednoho typu akcií, říká se, že tato strategie má 3 nohy. Různé strategie



Obrázek 2.1: Graf ziskovosti Protective Put v závislosti na ceně akcií

slouží pro různé účely a jsou výtěžné nebo ztrátové za jiných podmínek. Některé strategie mohou sloužit ke snížení rizika pomocí hedgeování, generování zisku, nebo i velmi specifické spekulace na specifický průběh budoucích událostí. Názvy těchto strategie jsou ustálené výrazy a nemá význam je překládat do českého jazyka.

### Protective Put

Protective put [5] je kombinace 100 jednotek akcií a dlouhé OTM put opce. Tato strategie je často považována za určitou formu pojištění a slouží pro limitování maximálních ztrát z držení samotných akcií. Tato strategie je často používána institucionálními investory a investičními fondy za účelem zvýšení stability portfolia a vyhnutí se velkým pádům.

Základním principem této strategie je, že investor vlastní akcie nějaké společnosti a obává se náhleho pádu těchto akcií v závislosti na nějaké potenciální události. Tento investor koupí dlouhou OTM put opci a tato opce mu dá právo prodat své akcie za strike cenu této opce i v případě, že cena akcií klesne výrazně pod strike cenu opce.

Například pokud bych držel 100 akcií společnosti XYZ s cenou akcie 100\$ a koupil put opci se strike cenou 90\$ za 5\$, mohl bych prodat své akcie za 90\$ i v případě, že by cena těchto akcií klesla na 50\$. Při započtení ceny opce by byla v této pozici maximální ztráta do expirace opce 15% a maximální zisk by zůstal neomezený.

### Cash Secured Put

Cash secured put [2] představuje prodej put opce a držení dostatku financí na případný nákup akcií v případě, že by byla tato opce uplatněna.

Jedním účelem této strategie může být generování zisku. Vzhledem k nutnosti držení dostatku financí pro případný nákup akcií tato strategie neumožňuje získat žádný pákový efekt a je považována za poměrně konzervativní. Dalším možným využitím této strategie je snaha koupit dané akcie za předem stanovenou cenu v případě, že by cena těchto akcií klesla s bonusem za prodané opce. Například pokud by akcie společnosti XYZ stála 100\$ a já byl ochotný vlastnit tyto akcie za cenu 90\$, mohl bych místo podání limitní objednávky s cenou 90\$ prodat put opci se strike cenou 90\$.

Největším rizikem prodeje cash secured put je hrozba prudkého pádu cen akcií pod strike cenu opce. V této situaci by byl prodejce opce nucen koupit dané akcie za výrazně vyšší cenu, než je aktuální tržní cena. Dalším možným, ale méně významným rizikem prodeje Cash Secured Put za účelem nákupu akcií je možnost minutí významného zisku z nárůstu cen samotných akcií.

### Covered Call

Covered call [6] představuje prodej call opce při vlastnictví 100 kusů akcií.

Účelem této strategie je generování zisku navíc na úkor limitování maximálního možného růstu. Pokud cena akcií při expiraci bude vyšší, než strike cena call opce, je obchodník nucen prodat své akcie za strike cenu, která může být výrazně nižší, než aktuální cena akcií. Tato strategie má smysl při neutrálním nebo mírně pozitivním výhledu na dané akcie a přináší podobná rizika jako samotné vlastnictví akcií. Nejvyšším rizikem je výrazný propad ceny akcií, který může způsobit několikanásobně vyšší ztráty, než je reálné získat z prodeje opcí.

### Wheel

Wheel [37] je kombinace Cash Secured Put a Covered Call. Stejně jako Cash Secured Put a Covered Call má tato strategie význam při neutrálním, nebo pozitivním výhledu na dané akcie. Účelem této strategie je generování zisku na úkor většiny růstu.

Tato strategie začíná opakovaným prodejem Cash Secured Puts do uplatnění kontraktu a nutnosti koupě 100 akcií dané společnosti za strike cenu. Následně probíhá opakovaný prodej Covered Calls opět do uplatnění kontraktu a nutnosti prodat své akcie za strike cenu a poté se zase vrací k prodeji Cash Secured Puts.

Největším rizikem této strategie je stejně jako u Cash Secured Put a Covered Call výrazný pád ceny daných akcií, který může způsobit několikanásobně vyšší ztráty, než je reálné získat z prodeje opcí.

### Collar

Collar [41] je kombinace Protective Put a Covered Call. Collar limituje maximální zisk a ztrátu z držení akcií a je primárně používán pro snižování rizika portfolia. Základním principem Collaru je, že finance obdržené za prodej Covered Call opce slouží pro nákup Protective Put, a typicky nestojí žádné další finance. Stejně jako protective put, je collar používán především institucionálními investory a investičními fondy, které mají zájem o zvýšení stability portfolia a vyhnout se velkým pádům. Collar není vhodný pro spekulativní obchodování a je považován za konzervativní strategii.

### Credit Spread

Credit Spread [32] [21] se zakládá na prodeji put nebo call opce a nákupu stejného druhu opce, která je dále OTM a je levnější. Tato pozice je směrová a dále se dělí na Put Credit Spread (také nazývaný Bull Put Spread) a Call Credit Spread (také nazývaný Bear Call Spread). Účelem této pozice je generování zisku z prodeje krátké opce a limitování maximálních ztrát pomocí dlouhé opce.

Put Credit Spread [38] je složen z prodeje put opce a nákupu put opce s nižší strike cenou. Z krátkodobého hlediska je tato strategie zisková v případě, že klesne implikovaná volatilita a cena příslušných akcií neklesne. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku



dosáhnout v případě, že při expiraci bude cena příslušných akcií vyšší, než strike cena krátké opce. Maximální ztráta nastane v situaci, ve které bude cena příslušných akcií nižší, než strike cena dlouhé opce a je ve výši rozdílu strike cen krátké opce, dlouhé opce a financí obdržených za otevření pozice.

Call Credit Spread [9] je složen z prodeje call opce a nákupu call opce s vyšší strike cenou. Z krátkodobého hlediska je tato strategie zisková v případě, že klesne implikovaná volatilita a cena příslušných akcií nevzroste. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku dosáhnout v případě, že při expiraci bude cena příslušných akcií nižší, než strike cena krátké opce. Maximální ztráta nastane v situaci, ve které bude cena příslušných akcií vyšší, než strike dlouhé opce a je ve výši rozdílu strike cen dlouhé opce, krátké opce a financí obdržených za otevření pozice.

## Debit Spread

Debit Spread [18] se zakládá na nákupu put nebo call opce a prodeji stejného druhu opce, která je dále OTM a je levnější. Tato pozice je direkcionalní a dělí se dále na Put Debit Spread (také nazývaný Bear Put Spread) a Call Debit Spread (také nazývaný Bull Call Spread). Účelem této pozice je snaha o zhodnocení dlouhé opce a snížení vstupních nákladů do pozice pomocí prodeje krátké opce. Krátká opce také omezuje maximální zisk.

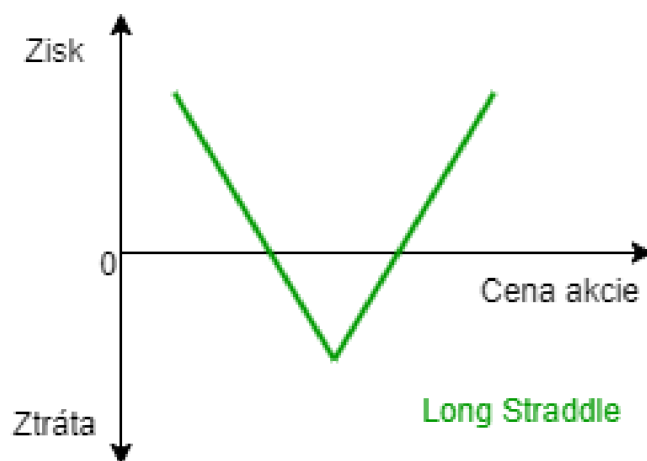
**Put Debit Spread** [31] je složen z nákupu put opce a prodeje put opce s nižší strike cenou. Z krátkodobého hlediska je tato strategie zisková v případě, že vzroste implikovaná volatilita a cena příslušných akcií klesne. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku dosáhnout v případě, že při expiraci bude cena příslušných akcií nižší, než strike cena krátké opce. Maximální ztráta nastane v situaci, ve které bude cena příslušných akcií vyšší, než strike cena dlouhé put opce a je ve výši vstupních nákladů do této pozice.

**Call Debit Spread** [30] je složen z nákupu call opce a prodeje call opce s vyšší strike cenou. Z krátkodobého hlediska je tato strategie zisková v případě, že vzroste implikovaná volatilita a cena příslušných akcií vzroste. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku dosáhnout v případě, že při expiraci bude cena příslušných akcií vyšší, než strike cena krátké opce. Maximální ztráta nastane v situaci, ve které bude cena příslušných akcií nižší, než strike cena dlouhé call opce a je ve výši vstupních nákladů do této pozice.

## Straddle

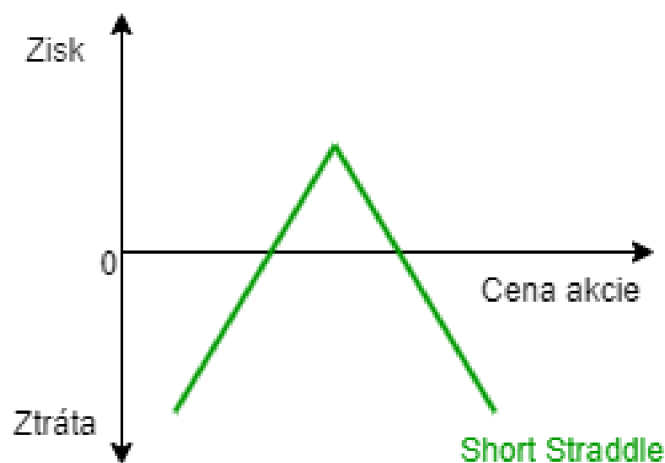
Straddle [12] se zakládá na prodeji nebo nákupu put a call opce se stejnou strike cenou a stejnou dobou expirace. Ve velké většině případů se jedná o ATM put opci a ATM call opci, ale u dlouhotrvajících pozic má smysl zvolit strike cenu, která blíže odpovídá očekávané ceně akcií v době expirace. Straddle lze otevřít jak v dlouhé, tak krátké variantě a tyto pozice mají opačný efekt.

**Long Straddle** tvoří nákup call opce a put opce. Z krátkodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že implikovaná volatilita stoupne nebo cena akcií nárazově vzroste, nebo klesne. Z dlouhodobého hlediska je maximální zisk neomezený a je ve výši rozdílu aktuální cena akcií, strike ceny pozice a financí využitých pro otevření této pozice. Maximální ztráta je ve výši financí využitých pro otevření této pozice.



Obrázek 2.2: Graf ziskovosti long Straddle v závislosti na ceně akcií

**Short Straddle** tvoří prodej call opce a put opce. Z krátkodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že implikovaná volatilita klesne nebo cena akcií zůstane stabilní. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku dosáhnout v případě, že cena příslušných akcií bude v době expirace rovna strike ceně prodaných opcí. Vzhledem ke spojitosti cen akcií je tato situace vysoce nepravděpodobná a maximálního zisku lze dosáhnout velice vyjíměčně. Reálně je tato pozice zisková v případě, že cena příslušných akcií se nezměnila o více než byly finance obdrženy za otevření této pozice a zisk je ve výši rozdílu vstupních financí do této pozice a rozdílu aktuální ceny akcií a strike ceny. Maximální ztráta této pozice je neomezená.



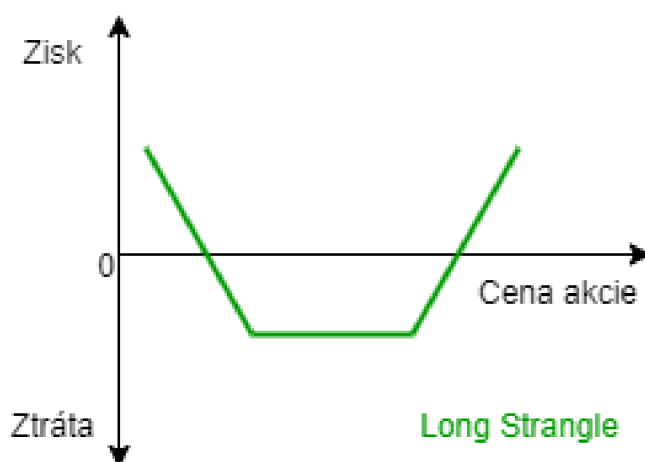
Obrázek 2.3: Graf ziskovosti short Straddle v závislosti na ceně akcií

### Strangle

Strangle [26] se zakládá na prodeji nebo nákupu put a call opce s rozdílnou strike cenou a stejnou dobou expirace. Ve většině případů se jedná o OTM put opci a OTM call opci. Na

rozdíl od straddle je tato strategie levnější a dává obchodujícím větší prostor pro přizpůsobení své pozice pro vlastní potřeby. Stejně jako straddle je lze tuto strategii použít jak v dlouhé, tak krátké variantě.

**Long Strangle** tvoří nákup put opce a nákup call opce se stejnou dobou expirace a jinou strike cenou. Z krátkodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že implikovaná volatilita vzroste, nebo se cena akcií nárazově změní. Z dlouhodobého hlediska je maximální zisk neomezený. V případě, že cena akcií vzrostla, je zisk ve výši rozdílu strike ceny call opce, aktuální ceny akcií a vstupní ceny do této pozice. V případě, že cena akcií klesla, je zisk ve výši rozdílu strike ceny put opce, aktuální ceny akcií a vstupní ceny do této pozice. K maximální ztrátě dojde v případě, že při expiraci je cena akcií v rozmezí strike cen put opce a call opce a je ve výši vstupní ceny pozice.

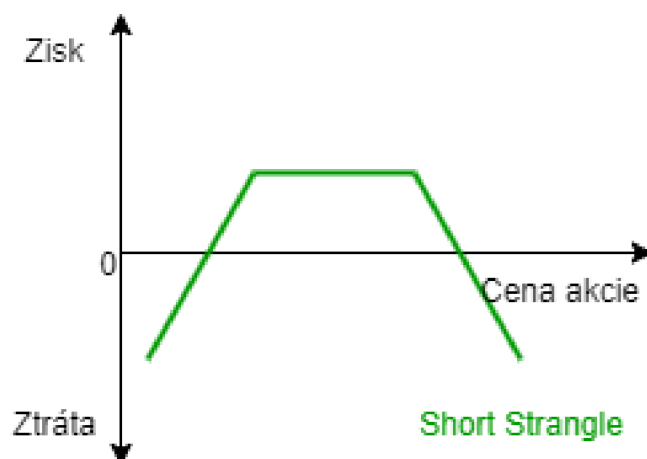


Obrázek 2.4: Graf ziskovosti long Strangle v závislosti na ceně akcií

**Short Strangle** tvoří prodej put opce a prodej call opce se stejnou dobou expirace a jinou strike cenou. Z krátkodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že implikovaná volatilita klesne a cena akcií zůstane zůstane stabilní. Z dlouhodobého hlediska je maximální zisk ve výši financí obdržných za otevření této pozice a lze ho dosáhnout v případě, že je cena akcií při expiraci mezi strike cenou put opce a strike cenou call opce. Maximální ztráta této pozice je neomezená. V případě, že cena akcií vzrostla, je ztráta ve výši rozdílu strike ceny call opce, aktuální ceny akcií a vstupních financí obdržných za otevření této pozice. V případě, že cena akcií klesla, je ztráta ve výši rozdílu strike ceny put opce, aktuální ceny akcií a vstupních financí obdržných za otevření této pozice.

### Iron Butterfly

Iron Butterfly [35] je pozice podobná Straddle nebo dvěma credit/debit spreadům. Zakládá se na nákupu nebo prodeji put a call opce se stejnou dobou expirace a stejnou strike cenou a opačnou operací s OTM call opcí a OTM put opcí. Stejně jako u straddle je ve velké většině případů středem této strategie ATM opce, je ale možné zvolit i jiný střed. Iron Butterfly lze aplikovat jak v dlouhé, tak v krátké formě.



Obrázek 2.5: Graf ziskovosti short Strangle v závislosti na ceně akcií

**Long Iron Butterfly** [3] se zakládá na nákupu put opce a nákupu call opce se stejnou strike cenou a stejnou dobou expirace a prodeji OTM call opce a OTM put opce. Z krátkodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že implikovaná volalita vzroste, nebo se cena akcií nárazově změní. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku dosáhnout v případě, že cena akcií bude při expiraci vyšší, než krátká call opce, nebo nižší, než krátká put opce. Zisk je ve výši rozdílu ceny akcií při expiraci, strike ceny dlouhých opcí a počáteční ceny této pozice.

**Short Iron Butterfly** [4] se zakládá na prodeji put opce a prodeji call opce se stejnou strike cenou a stejnou dobou expirace a nákupu OTM call opce a OTM put opce. Tato pozice má definovaný maximální zisk i ztrátu. Z krátkodobého hlediska je tato strategie zisková v případě, že implikovaná volatilita klesne a cena akcií zůstane stabilní. Z dlouhodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že

### Iron Condor

Iron Condor [34] je pozice podobná Strangle nebo dvěma credit/debit spreadům. Zakládá se na nákupu nebo prodeji put a call opce s rozdílnou strike cenou a stejnou dobou expirace a opačnou operací s OTM call opcí a OTM put opcí. Stejně jako u strangle je tato strategie levnější a dává obchodujícím větší prostor pro přizpůsobení své pozice pro vlastní potřeby. Stejně jako u strangle je lze tuto strategie použít jak v dlouhé, tak krátké variantě.

**Long Iron Condor** se zakládá na nákupu put opce a nákupu call opce se stejnou dobou expirace a jinou strike cenou a prodeji OTM call opce a OTM put opce. Z krátkodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že implikovaná volalita vzroste, nebo se cena akcií nárazově změní. Z dlouhodobého hlediska lze maximálního zisku dosáhnout v případě, že cena akcií bude při expiraci vyšší, než krátká call opce, nebo nižší, než krátká put opce. Zisk je ve výši rozdílu ceny akcií při expiraci, strike ceny dlouhých opcí a počáteční ceny této pozice.

**Short Iron Condor** se zakládá na prodeji put opce a prodeji call opce se stejnou dobou expirace a jinou strike cenou a nákupu OTM call opce a OTM put opce. Tato pozice má definovaný maximální zisk i ztrátu. Z krátkodobého hlediska je tato strategie zisková v případě, že implikovaná volatilita klesne a cena akcií zůstane stabilní. Z dlouhodobého hlediska je tato pozice zisková v případě, že cena akcií bude při expiraci vyšší, než krátká call opce, nebo nižší, než krátká put opce. Zisk je ve výši rozdílu ceny akcií při expiraci, strike ceny krátkých opcí a počáteční ceny této pozice.

## 2.4 Testování a analýza obchodních strategií

Abychom mohli porovnat různé obchodní strategie a zjistit, které mají smysl provádět se skutečnými penězi, je nutné tyto strategie nejprve otestovat na historických datech. Tento proces se nazývá zpětné testování (anglicky backtesting) a je základním kamenem vývoje a testování obchodních strategií. Při zpětném testování se provádí stejné obchody jako by se prováděli při reálném obchodování. Primární výhodou zpětného testování je, že je možné strategie otestovat na dlouhých časových horizontech velice rychle a také je možné otestovat různé strategie na stejném časovém úseku a tím získat lepší srovnání jednotlivých strategií. Nevýhodou zpětného testování je, že minulé pohyby trhu nemusí predikovat budoucí vývoj trhu a strategie, které byly ziskové v minulosti nemusí být ziskové v budoucnosti. Mezi další nevýhody zpětného testování patří obtížnost zahrnutí některých faktorů, jako je likvidata trhu, poplatky a slippage. U zpětného testování obchodů s opcemi je zároveň významnou překážkou dostupnost historických dat. Historická data opcí jsou velice rozsáhlá a každý záznam může obsahovat stovky až tisíce řádků informací. Kvůli tomu je náročné tato data schraňovat, což znamená, že jsou tato data často nedostupná nebo velice drahá.

Po provedení zpětného testování je dále potřeba provést analýzu provedených obchodů. Tato analýza může zahrnovat klasické výpočty sum, průměrů, maxim a minim a dalších statistických ukazatelů. Dále je možné provést analýzu pomocí komplexnějších obecně zavedených metrik, jako je například Sharpe ratio.

### 2.4.1 Základní metriky

Mezi základní metriky může patřit celkový zisk nebo ztráta, počet provedených obchodů, kadence provedených obchodů, průměrná délka obchodu, průměrný výše ziskových a ztrátových obchodů, maximální a minimální zisk a ztráta, počet úspěšných a neúspěšných obchodů a další. Ačkoliv jsou tyto metriky velice jednoduché, mohou poskytovat užitečné informace o obchodních strategiích. Například vysoký počet provedených obchodů může značit, že daná strategie je příliš aktivní a může vést k vysokým poplatkům a ztrátám založeným na bid-ask spready. Naopak příliš nízký počet obchodů může značit, že tato strategie nevyužívá dostatek příležitostí. Příliš vysoká maximální ztráta může značit, že je daná strategie nevhodná pro skutečné obchodování, kvůli hrozbě příliš vysokých ztrát, které by znemožnili budoucí obchodování bez dalšího vkladu kapitálu.

### 2.4.2 Sharpe ratio

Sharpe ratio [19] je široce používaná metrika ve světě investic a obchodování pro měření výkonu portfolia v porovnání s rizikem. Tato metrika byla vytvořena Williamem Sharpeem v roce 1966 a je definována jako poměr mezi přebytkovým výnosem portfolia a standardní odchylkou přebytkového výnosu. Sharpe ratio lze vypočítat pomocí následujícího vzorce:

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

kde

$R_p$  = Očekávaná návratnost

$R_f$  = Možná bezriziková návratnost, typicky krátkodobé americké dluhopisy

$\sigma_p$  = Směrodatná odchylka

V určitých případech, kdy je Sharpe ratio počítáno na základě výnosů jednotlivých obchodů a ne výnosu celého portfolia, lze použít následující vzorec: [43]

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{\text{Průměrný výnos}}{\text{Směrodatná odchylka výnosů}}$$

Sharpe ratio je číselná hodnota a čím vyšší je, tím lepší je výkon portfolia vzhledem k přijatému riziku. Pro klasické obchodování se typicky Sharpe ratio pohybuje na nižších jednotkách a lze ho diskretizovat do několika skupin.

- $< 0$  = Prodělečná strategie
- $0 - 1$  = Slabá strategie, která typicky bude mít horší výkon než běžně dostupné indexy (například S&P 500)
- $1 - 2$  = Přijatelná strategie
- $2 - 3$  = Dobrá strategie
- $3+$  = Vynikající strategie

U vysokofrekvenčního obchodování (HFT) a Tvoření trhu (Market Making) se Sharpe ratio může pohybovat i v desítkách, ale u těchto druhů obchodování se vyskytují jiné překážky a používají se jiné metriky.

## Kapitola 3

# Rešerše brokerů

Brokeři představují klíčové subjekty v současném finančním světě. Jejich hlavní funkcí je zprostředkování nákupu a prodeje různých aktiv pro individuální i instituční investory. Jejich hlavním úkolem je propojovat jednotlivé investory s finančními trhy, provádět objednávky a pomáhat jednotlivým investorům se správou jejich investic. Rozdíly mezi jednotlivými brokery jsou často podstatné a můžou zahrnovat strukturu a výši poplatků, rozsah podporovaných trhů a finančních nástrojů, dostupnost a kvalitu technického zázemí, jako jsou obchodní platformy, webové a mobilní aplikace a dostupné API pro možnost automatizovaného obchodování.

Na finančních trzích operuje vysoké množství brokerů, které se zaměřují na různé segmenty trhu. V rámci této práce je podstatné se zaměřit na brokery, kteří poskytují své služby v rámci České republiky a umožňují obchodování s opcemi. Po provedení rešerše jsem našel 4 relevantní brokery, kteří splňují výše zmíněná kritéria. Jsou jimi Interactive Brokers, Tastytrade, Degiro a eToro.

### 3.1 Interactive Brokers

Interactive Brokers<sup>1</sup> je americká brokerská společnost, která působí v zemích po celém světě a je především známá svými vysoce pokročilými obchodními platformami a širokou nabídkou dostupných nástrojů a aktiv. Tato společnost byla založena v roce 1978 a původně se zaměřovala primárně na instituční investory, ale později začala nabízet své služby i individuálním investorům. Interactive Brokers zprostředkovává obchody s akciemi, indexovými fondy, opcemi, futures kontrakty, opcemi na futures kontrakty, CFD, forex, dluhopisy, podílovými fondy a vybranými kryptoměnami.

Interactive brokers poskytuje velice detailní API a specializované knihovny pro jazyky Python, Java, C#, C++ a Visual Basic. Implementace demo účtu na této platformě je považována za vysoce kvalitní a dobře imitující skutečné obchodovací podmínky. Nevýhodou tohoto brokera je zastaralé a komplikované grafické uživatelské prostředí, což ale nemá velký vliv na automatizované obchodování.

<sup>1</sup><https://www.interactivebrokers.com/en/home.php>

Tabulka 3.1: Interactive Brokers poplatky

Typ aktiva	Poplatek
Akcie	\$0.005 za akcii
Opce	\$0.65 za kontrakt
Futures	\$0.85 za kontrakt
Forex	0.0008-0.002% z celkové hodnoty transakce
Korporátní dluhopisy	0.025-0.1% z nominální hodnoty
Municipální dluhopisy	0.0125-0.05% z nominální hodnoty
Státní dluhopisy	0.0001-0.002% z nominální hodnoty
Podílové fondy	3% z celkové hodnoty transakce až do výše \$14.95

## 3.2 Degiro

Degiro<sup>2</sup> je evropský broker, který byl založen v roce 2008 a sídlí v Amsterdamu. Tento broker umožňuje obchodování akcií, indexových fondů, opcí, futures kontraktů a podílových fondů. Poplatky za obchodování opcí tvoří 0.75€ za každý kontrakt. Degiro nemá oficiální API a nepodporuje automatizované obchodování. Existují ale neoficiální knihovny třetích stran, které umožňují automatizované obchodování u brokera degiro.

Tabulka 3.2: Degiro poplatky

Typ aktiva	Poplatek
Akcie	2€ za transakci
Indexové fondy	1€ za transakci
Opce	0.75€ za kontrakt
Futures	0.75€ za kontrakt

## 3.3 eToro

eToro<sup>3</sup> je izraelský broker, který byl založen v roce 2008 a působí v zemích po celém světě. Tento broker umožňuje obchodování akcií, indexových fondů, opcí, kryptoměn a forexu. Hlavním zaměřením eToro je snadné obchodování i pro lidi bez zkušeností. eToro má nulové poplatky na obchodování opcí, bere si ale poměrně netransparentní provize z každého provedeného obchodu pomocí horších bid-ask spreadů. Tento broker poskytuje oficiální API pouze pro informační účely a neumožňuje automatizované obchodování. Existují ale neoficiální knihovny třetích stran, které umožňují automatizované obchodování u brokera eToro.

## 3.4 TastyTrade

TastyTrade<sup>4</sup> je americký broker, který byl založen v roce 2017 a působí v zemích po celém světě. Tento broker umožňuje obchodování akcií a opcí a jeho hlavním zaměřením je

<sup>2</sup><https://www.degiro.cz/>

<sup>3</sup><https://www.etoro.com/>

<sup>4</sup><https://tastytrade.com/>



Tabulka 3.3: eToro poplatky

Typ aktiva	Poplatek
Akcie	0
Indexové fondy	0
Opce	0
Kryptoměny	1% z celkové hodnoty transakce

prodávání opcí a edukace o prodávání opcí. Poplatky tvoří 1\$ za otevření pozice a zavření pozice je bez poplatků. Tastytrade oficiálně neposkytuje žádné API, ale plánují jej přidat v blízké budoucnosti. Prozatím existují neoficiální nástroje třetích stran, které umožňují automatizované obchodování u tohoto brokera.

Tabulka 3.4: TastyTrade poplatky

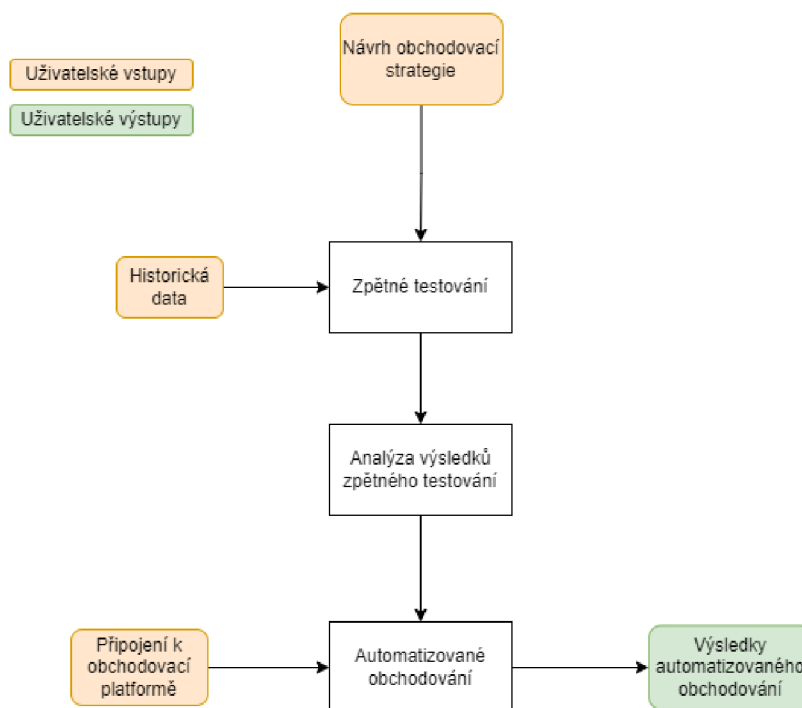
Typ aktiva	Poplatek
Akcie	0
Indexové fondy	0
Opce	\$1 za otevření obchodu do maxima \$10 za transakci
Futures	\$1.25 za kontrakt
Opce na Futures	\$2.5 za kontrakt
Kryptoměny	1% z celkové hodnoty transakce

Na základě všech dostupných informací jsem se rozhodl použít brokera Interactive Brokers pro implementaci automatického obchodovacího systému. Tento broker má dlouholetou reputaci, poskytuje velké množství kvalitních nástrojů pro obchodování opcí a jako jediný oficiálně podporuje automatizované obchodování.

## Kapitola 4

# Návrh automatického obchodovacího systému

Tento automatický obchodovací systém bude pracovat v několika krocích. Nejprve bude nutné navrhnout obchodní strategie, které budou implementovány v tomto systému. Některé z těchto strategií budou velice jednoduché a založené na prosté úvaze a některé budou komplexní založené na analýze historických dat. Dále bude potřeba získat historická data pro zpětné testování těchto strategií. Po provedení zpětného testování bude potřeba provést analýzu provedených obchodů a vybrat nejlepší strategie pro reálné obchodování. Dále bude potřeba implementovat systém na automatizované obchodování, který bude schopen aplikovat dané strategie v reálných podmínkách.



Obrázek 4.1: Návrh celého procesu automatizovaného obchodování

## 4.1 Zpětné testování

### 4.1.1 Historická data

Vzhledem k rozsáhlosti historických dat opcí, nejsou tato historická data tak jednoduše dostupná, jako historická data akcií, kryptoměn nebo forexu. U jiných aktiv je často možné historická data dynamicky načítat z veřejných API, což umožňuje jednoduché testování strategií na různých časových horizontech a symbolech. U opcí je ale tento přístup nepraktický, drahý a velice omezený. Vhodnějším přístupem je stažení nebo zakoupení historických dat a jejich lokální ukládání a zpracování. Zakoupení kompletních historických dat je také velice drahé, ale někteří poskytovatelé těchto dat umožňují i stažení určitých úryvků dat zdarma. Tyto úryvky dat by nebyly dostatečné pro vysokofrekvenční obchodování, samoupravující se systémy nebo strojové učení, ale pro zpětné testování vícedenních obchodů by měli být dostatečné. Provedl jsem rešerši různých poskytovatelů dat a zjistil jsem, že poskytovatel optionsDX<sup>1</sup> nabízí nejvyšší kvalitu dat zdarma a proto budu při vývoji prostředí pro zpětné testování pracovat s formátem dat od tohoto poskytovatele. Historická data jsou ovšem velice podobná od všech poskytovatelů a nemělo by být příliš problematické upravit data od jiného poskytovatele pro použití v tomto prostředí, nebo upravit program pro podporu dat od jiného poskytovatele. Mezi další poskytovatele historických dat opcí patří CBOE<sup>2</sup>, historicaloptionsdata<sup>3</sup>, ORATS<sup>4</sup>, ThetaData<sup>5</sup> a další.

Historická data od poskytovatele optionsDX jsou v textovém souboru ve formátu CSV a obsahují data v podobném formátu v jakém se data vyskutují při skutečném obchodování na burzách. Před každou hodnotou je mezera navíc a názvy jednotlivých sloupců jsou obaleny hranatými závorkami. Některé sloupce jsou redundantní, nebo nepodstatné v rámci této práce, to by ale nemělo působit žádné problémy.

Zde je ukázka záhlaví a jednoho řádku dat:

```
[QUOTE_UNIXTIME], [QUOTE_READTIME], [QUOTE_DATE], [QUOTE_TIME_HOURS],  
↪ [UNDERLYING_LAST], [EXPIRE_DATE], [EXPIRE_UNIX], [DTE], [C_DELTA], [C_GAMMA],  
↪ [C_VEGA], [C_THETA], [C_RHO], [C_IV], [C_VOLUME], [C_LAST], [C_SIZE], [C_BID],  
↪ [C_ASK], [STRIKE], [P_BID], [P_ASK], [P_SIZE], [P_LAST], [P_DELTA], [P_GAMMA],  
↪ [P_VEGA], [P_THETA], [P_RHO], [P_IV], [P_VOLUME], [STRIKE_DISTANCE],  
↪ [STRIKE_DISTANCE_PCT]  
1677704400, 2023-03-01 16:00, 2023-03-01, 16.000000, 145.330000, 2023-03-03,  
↪ 1677877200, 2.000000, 0.552700, 0.127050, 0.050020, -0.261330, 0.005750,  
↪ 0.247320, 8368.000000, 1.440000, 43 x 24, 1.430000, 1.450000, 145.000000,  
↪ 1.060000, 1.070000, 6 x 1, 1.080000, -0.447590, 0.126790, 0.049760, -0.243990,  
↪ -0.004630, 0.249200, 13997.000000, 0.300000, 0.002000
```

### 4.1.2 Prostředí pro zpětné testování

Nejprve bude potřeba implementovat prostředí pro zpětné testování. Toto prostředí by mělo být schopno načíst historická data, požadovanou obchodovací strategii a případně další nastavení, provést simulaci obchodování podle dané strategie na daných datech a analyzovat výsledky obchodování. Vstupem do tohoto prostředí tedy bude alespoň 1 soubor s historickými daty, 1 soubor popisující obchodní strategii a další nastavení jako parametry spuštění

---

<sup>1</sup><https://www.optionsdx.com/>

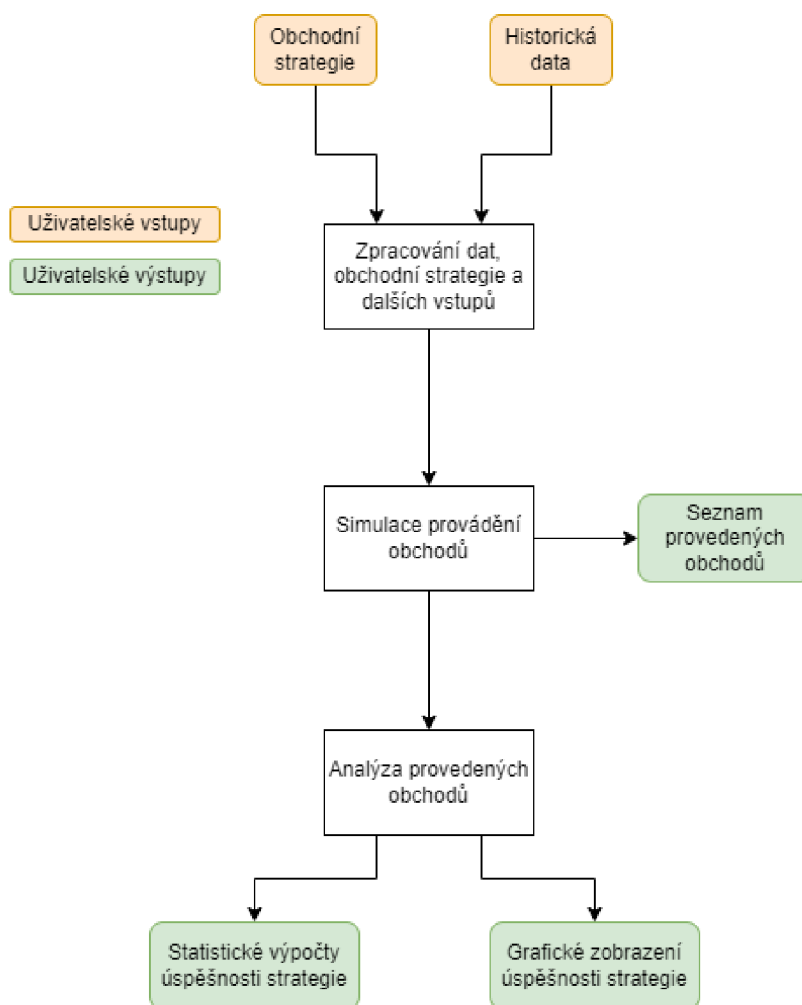
<sup>2</sup><https://datashop.cboe.com/>

<sup>3</sup><https://www.historicaloptiondata.com/>

<sup>4</sup><https://www.orats.com/>

<sup>5</sup><https://www.thetadata.com/>

programu. V souboru popisujícím obchodní strategii by měli být specifikace jednotlivých strategií a podmínky zavření pozice. Výstupem tohoto prostředí by měl být seznam provedených obchodů, různé statistiky o provedených obchodech a grafické vyobrazení vývoje kapitálu v čase. Prostor pro zpětné testování by také mělo být snadno rozšiřitelné pro možnost přidání podpory pro další specifikace obchodních strategií a podmínek otevření a uzavření pozic. Vzhledem k rozsáhlosti historických dat opcí a jejich náročnosti na zpracování je také potřeba vhodně optimalizovat toto prostředí, aby bylo praktické ho používat.

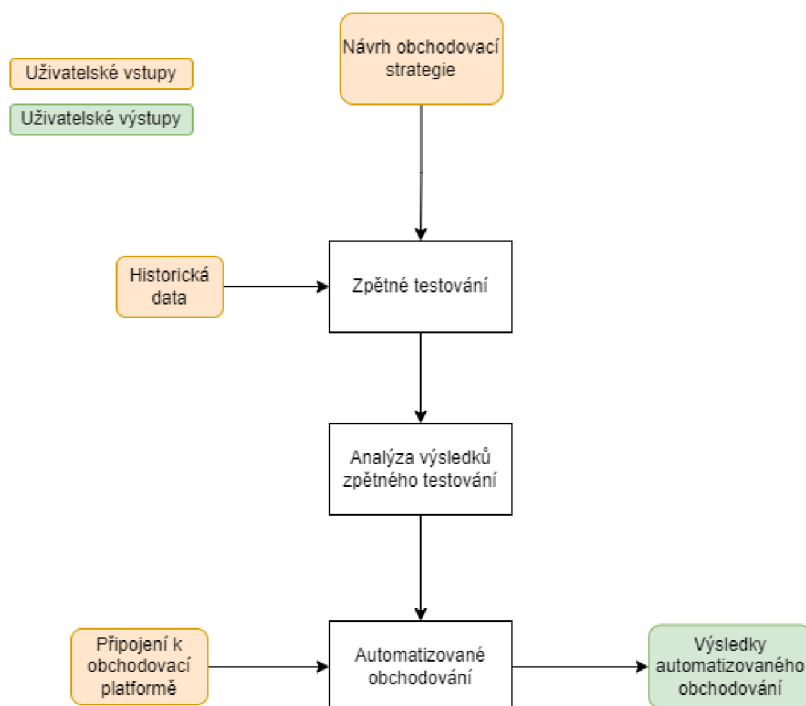


Obrázek 4.2: Návrh procesu zpětného testování

## 4.2 Automatizované obchodování

Dále bude potřeba implementovat program pro automatizované provádění obchodů podle dané strategie. Tento program by měl být schopen načíst jednu nebo více obchodních strategií a bez dalších vnějších zásahů na základě těchto strategií obchodovat. Měli by být minimálně podporované stejné parametry obchodovacích strategií, jako jsou podporované v prostředí pro zpětné testování, ovšem nemělo by být příliš problematické přidání podpory pro další parametry.

Rozhodl jsem se pro využití brokera *Interactive Brokers* a tudíž tento program bude pracovat s API tohoto brokera. Interactive Brokers API funguje na specifickém principu založeném na připojení k jejich obchodovací platformě *Trader Workstation* nebo *IB Gateway* pomocí socketů založených na TCP protokolu. Jejich API je tedy pouze protokol pro komunikaci našeho programu s jejich platformou a poté samotná platforma provádí požadované akce stejně jako kdyby byly tyto akce manuálně naklikané na dané platformě. Tento přístup umožňuje uživateli API provádět totožné akce, jako by mohl provádět manuálně na samotné platformě. Pro automatizované obchodování je tedy potřeba mít spuštěnou jednu z těchto aplikací a následně se k ní připojit na předem definovaném portu. Tento přístup má výhodu v tom, že není potřeba řešit žádnou dodatečnou autentizaci. Hlavní nevýhodou ovšem je, že je nutné mít neustále zaplout danou aplikaci a není možné program pro automatizované obchodování používat jako samostatnou konzolovou aplikaci.



Obrázek 4.3: Návrh procesu automatizovaného obchodování

## Kapitola 5

# Návrh strategií pro automatizované obchodování s opcemi

Opce jsou sami o sobě komplexní finanční nástroje a efektivní obchodování s nimi je ještě složitější. Vzhledem k vysokým poplatkům pro individuální investory většinou není vhodné s nimi obchodovat na krátkodobých časových horizontech, protože i vynikající obchodovací strategie by mohla být znehodnocena poplatky. Kvůli tomu dává větší smysl pro individuální investory obchodovat s opcemi na delších časových horizontech. Na základě principů fungování opcí je také mnohem důležitější výběr vhodných opcí, než snaha o načasování jejich nákupu a prodeje. Proto při návrhu obchodních strategií se zaměřím na výběr vhodných opcí a jejich kombinací a ne na samotné načasování obchodů.

### 5.1 Pravidelný nákup call opcí

Tato strategie se zakládá na pravidelném nákupu call opcí na vybrané akcie nebo indexy. Tato strategie je velice jednoduchá a je založená na předpokladu, že cena akcií a indexů v průměru roste. Tato strategie by měla být zisková v případě, že cena daných akcií nebo indexu stoupá. Je ovšem také důležité, zda bude tato strategie schopna překonat růst samotného podkladového aktiva a pokrýt náklady na nákup opcí a poplatky.

Vhodnou dobou do expirace pro tutu strategii by mělo být 30-60 dní, protože v této době je cena opce dostatečně citlivá na změny cen podkladového aktiva a zároveň má opce přiměřitelný časový úpadek. Při kratších dobách do expirace by byl časový úpadek příliš vysoký a výnosnost této strategie by více záležela na krátkodobých pohybech, než dlouhodobém trendu. Při delších dobách do expirace by se tato pozice dala spíše považovat za investici s učitou mírou pákového efektu, než za obchod.

Typicky se také u jednoduchých obchodů používají opce s hodnotou delta okolo 0.3, protože tyto opce mají dostatečnou citlivost na pohyby ceny podkladového aktiva a přijatelnou šanci, že při expiraci budou ITM a zároveň nejsou příliš drahé.

### 5.2 Pravidelný prodej put opcí

Tato strategie se zakládá na pravidelném prodeji put opcí. Tato strategie je také velice jednoduchá a je založena na předpokladu, že cena put opcí je často mírně nadhodnocená kvůli

jejich použití institučními investory pro pojištění proti náhlému poklesu ceny podkladového aktiva. I u této strategie aplikujeme dobu do expirace okolo 45 dní a hodnotu delta blízkou 0.3.

### 5.3 Pravidelný prodej straddle

Tato strategie se zakládá na pravidelném prodeji straddle. Tato strategie je také poměrně jednoduchá a je založená na předpokladu, že realizovaná volatilita bývá ze statistického hlediska nižší, než implikovaná volatilita. Straddle se téměř výlučně provádí na ATM opcích, tudíž není potřeba řešit hodnotu delta. U této strategie vyzkouším i více různých expirací na škále od 1 do 45 dní. U 45 zbývajících dní do expirace začíná cena opcí v závislosti na čase klesat rychleji, než před tím a čím blíže je expirace, tím rychleji cena klesá. U 1 dne do expirace klesá cena extrémně rychle a pokud nenastane nějaká neočekávaná událost, je možné extrahovat časovou hodnotu z těchto opcí velice rychle.

### 5.4 Pravidelný prodej strangle s intervencí

Tato strategie se zakládá na pravidelném prodeji strangle s předčasným zavřením pozice. Tato strategie je inspirovaná sociálními sítěmi a je často doporučovaná pro začínající obchodníky s opcemi. Zakládá se na prodeji OTM call a put opcí se 45 dny do expirace, hodnotou delta 0.3 a několika podmínkami pro předčasné zavření pozice. Těmito podmínkami je dosažení 21 dnů do expirace, dosažení 75% maximálního zisku, nebo dosažení 300% ztráty. Tato strategie by měla být schopna generování stabilních zisků s přiměřenými ztrátami.

### 5.5 Pravidelný prodej put opcí s nízkou deltou

Po provedení analýzy historických dat jsem došel k závěru, že největší rozdíl v implikované a realizované volatilitě mají typicky put opce s nízkými hodnotami delta. To znamená, že jsou tyto opce velice často nadhodnocované a jejich prodej by měl být schopen generovat stabilní zisk. Čím nižší je ovšem hodnota delta, tím nižší je potentionální zisk, tudíž opce s vysoce malou deltou by mohli generovat zanedbatelný zisk. V rámci této strategie vyzkouším prodej put opcí s jedním dnem do expirace a s hodnotami delta 0.01-0.1.

# Kapitola 6

## Implementace

### 6.1 Zpětné testování

#### 6.1.1 Použité technologie

Pro implementaci prostředí pro zpětné testování jsem použil programovací jazyk Python. Python má široký výběr knihoven pro zpracování a analýzu dat a je populární pro vědecké a finanční analýzy. Během vývoje a testování jsem používal python verzi 3.8, ovšem nepoužíval jsem žádné specifické funkcionality této verze a skript by měl fungovat i na jiných verzích Pythonu 3. Pro zpracování dat jsem použil knihovnu Pandas<sup>1</sup>, která umožňuje vysoce efektivní a optimalizované zpracování dat. Pro vizualizaci výsledků obchodních strategií jsem použil knihovnu Matplotlib<sup>2</sup>, která umožňuje jednoduchou vizualizaci dat. Pro některé datové typy a matematické výpočty jsem použil knihovnu NumPy<sup>3</sup>. Dále jsem použil části standardní knihovny Pythonu jako je `datetime`, `os`, `sys`, `argparse` a další.

#### 6.1.2 Struktura programu

Program je částečně implementován pomocí objektově orientovaného přístupu a částečně pomocí procedurálního přístupu. Objektově orientovaným přístupem jsou definované třídy pro jednotlivé části zpracování obchodních strategií, ale hlavní řízení toku programu je implementováno procedurálně. Mezi definované třídy patří `strategy`, `trades`, `trade`, `option`, `leg` a `potCloseOptions`.

Třída `strategy` je hlavní třídou, která obsahuje všechny informace o obchodní strategii a zpracovává jednotlivé obchody. Tato třída při inicializaci přijímá definici a parametry obchodní strategie a dále pracuje s globální proměnnou obsahující historická data. Tato třída obsahuje dvě důležité funkce `trading` a `analysis`, které jsou zodpovědné za provádění obchodů a analýzu výsledků obchodů. Dále obsahuje další funkce pro vyhledávání opcí v historických datech a jednotlivé výpočty. Třída `trades` primárně obsahuje seznam všech provedených obchodů a poskytuje funkce správu tohoto seznamu a výpočty související s tímto seznamem. Třída `trade` reprezentuje jednotlivé provedené obchody. Obsahuje informace o stavu a cenách opcí při otevření pozice a při zavření pozice. Dále poskytuje funkce pro výpočet cen otevření a zavření pozice a výpočet zisku nebo ztráty z obchodu. Třída `option` reprezentuje jednotlivé opce. Při inicializaci přijímá jeden řádek z historických dat, typ opce

---

<sup>1</sup><https://pandas.pydata.org/>

<sup>2</sup><https://matplotlib.org/>

<sup>3</sup><https://numpy.org/>



a akci provedenou na této opci. Primárním účelem této třídy je převedení dat o této opci do jednotlivých proměnných za účelem jednodušší a efektivnější práce s touto opcí. Třída *leg* reprezentuje jednu nohu obchodní strategie. Tato třída slouží pouze k strukturovanému uchování informací o této noze. Třída *potCloseOptions* obsahuje a zpracovává možné způsoby zavření pozice. Tato třída také umožňuje iterování jednotlivými možnostmi zavření pozice pro možnost jednoduššího výběru nejlepší možnosti zavření pozice.

V procedurální části programu probíhá zpracování argumentů spuštění programu, načtení historických dat, načtení souboru s popisem obchodní strategie, vytvoření základních objektů a další volání funkcí nad těmito objekty. Nejprve program načte parametry spuštění s pomocí knihovny *argparse*. Pokud načtení parametrů selže, program vypíše chybovou hlášku a správné použití programu. Po úspěšném načtení a zpracování parametrů se program pokusí načíst historická data z CSV souborů a poté je spojit do jednoho *Data Frame* pomocí knihovny *Pandas*. Po načtení historických dat se program pokusí o načtení souboru s popisem obchodní strategie, pokud tento soubor není dodán, tak se program dotáže uživatele na popis strategie.

### 6.1.3 Vstupy programu

Program má několik vstupů, které je potřeba dodat při spuštění programu. Jedním ze vstupů je jeden nebo více souborů s historickými daty. Tyto soubory by měli být ve formátu CSV a měli by obsahovat data ve formátu popsaném v sekci 4.1.1. Dalším vstupem je soubor s popisem obchodní strategie. Tento soubor by měl obsahovat informace o jednotlivých nohách dané strategie a stop loss a take profit hodnoty. Přesný formát tohoto souboru lze nalézt při zobrazení nápovědy spuštění programu pomocí parametru *-h* nebo *-help*. Posledním možným vstupem je název výstupního adresáře pro uložení výsledků obchodování. Pokud tento parametr není dodán, tak jsou výsledky uloženy do adresáře *output*.

### 6.1.4 Výstupy programu

Program má také několik výstupů, které jsou uloženy do výstupního adresáře zmíněného výše. Prvním výstupním souborem je *trades.txt*, ve kterém jsou vypsané všechny provedené obchody a jejich ziskovost. Tento soubor slouží primárně pro kontrolu provedených obchodů a případné odhalování chyb a nesrovnalostí. Dalším výstupním souborem je *statistics.txt*, ve kterém jsou výsledky různých výpočtů nad provedenými obchody. Mezi tyto výpočty patří celkový zisk/ztráta, počet ziskových a ztrátových obchodů, průměrná ziskovost a ztrátovost obchodů, průměrný zisk, směrodatná odchylka zisků z provedených obchodů a sharpe ratio. Posledním výstupním souborem je *graph.png*, ve kterém je vykreslený graf vývoje kapitálu v čase a porovnání s prostým držením příslušené akcie nebo indexu. Při obchodování s opcemi, primárně při prodávání opcí, je složité odhadnout vliv pozice na kupní sílu portfolia, protože je to příliš závislé na výpočtech daného brokera a dalších pozicích v daném portfoliu. Proto jsem se rozhodnul nepokoušet se o simulaci vývoje kapitálu portfolia v čase, ale pouze o zobrazení kumulativního zisku z obchodování. Pro srovnání úspěšnosti strategie jsem se rozhodl porovnat tento kumulativní zisk se ziskem z prostého držení 100 kusů podkladových akcií nebo indexu.

## 6.2 Automatizované obchodování

### 6.2.1 Použité technologie

Pro implementaci tohoto programu jsem také použil jazyk Python. Pro komunikaci s API brokera Interactive Brokers jsem použil knihovnu *ibapi*<sup>4</sup>. Tato knihovna umožňuje komunikaci s API brokera Interactive Brokers pomocí socketů založených na TCP protokolu. Tato knihovna je oficiální knihovnou od brokera Interactive Brokers a je velice dobře dokumentovaná. Dále jsem použil části standardní knihovny Pythonu jako je *argparse*, *datetime*, *threading* a další.

### 6.2.2 Struktura programu

Práce s knihovnou *abapi* je založená na vytvoření hlavní třídy, která dědí z tříd *EWrapper* a *EClient*. Tato třída obsahuje všechny funkce pro komunikaci s API brokera Interactive Brokers. Dále se s touto třídou pracuje tak, že se reimplementují předem definované funkce pro požadované funkcionality. Při práci s touto knihovnou je také nutné pracovat s vlákny, protože všechny funkce pro komunikaci s API jsou blokující a je nutné je spouštět v samostatných vláknech. Typicky se vytváří jedno vlákno pro komunikaci s API a jedno vlákno pro hlavní řízení programu.

Nejprve program načte konfigurační soubor s požadovanými strategiemi a zpracuje tyto strategie do strukturované podoby. Poté proběhne vytvoření instance třídy pro komunikaci s API a připojení k jejich API. Po úspěšném připojení se program pokusí o načtení informací o účtu a otevřených pozicích. Pokud už je otevřená pozice, která odpovídá některé z požadovaných strategií, tak se bude tato pozice pouze dále monitorovat a čekat na splnění podmínek pro zavření této pozice. Pro ostatní strategie se provede načtení všech dostupných opcí a provede se výběr těch, které odpovídají požadovaným strategiím. Po výběru vhodných opcí se provede otevření pozice a následné monitorování této pozice. Pokud pozice dosáhne některé z podmínek pro zavření, tak se tato pozice zavře proběhne vyhledání nových vhodných opcí a otevření nové pozice.

### 6.2.3 Vstupy programu

Program má jediný vstup a tím je soubor s požadovanými obchodovacími strategiemi. Tento soubor má podobnou strukturu jako soubor pro zpětné testování, ale umožňuje zadat více strategií odedělených prázdným řádkem. Přesný formát tohoto souboru lze nalézt při zobrazení nápovědy spuštění programu pomocí parametru *-h* nebo *-help*.

### 6.2.4 Výstupy programu

Program má také jediný výstup a tím je výpis provedených obchodů do souboru *log.txt*. Tento výpis slouží především pro kontrolu provedených obchodů a případné odhalování chyb a nesrovnalostí. Další informace není nutné ukládat, protože všechny informace o otevřených a zavřených pozicích jsou dostupné na samotné platformě Trader Workstation.

---

<sup>4</sup><https://ibkr-campus.com/ibkr-api-page/twsapi-doc/>

## Kapitola 7

# Výsledky zpětného testování obchodních strategií

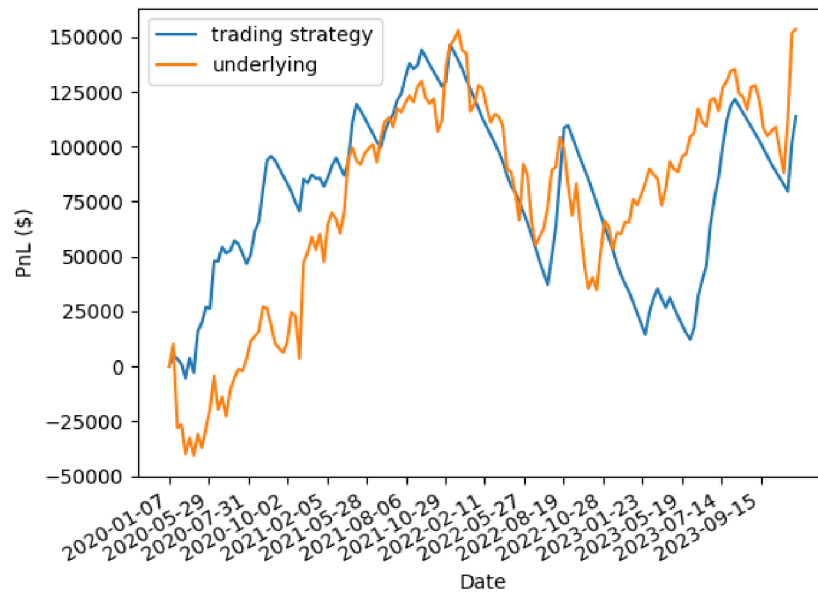
Provedl jsem zpětné testování navržených strategií na historických datech akcií TSLA, NVDA, AAPL a indexu SPX. Pro každou z těchto strategií jsem provedl zpětné testování na dostupných datech. Pro SPX to bylo na datech od 1.1.2020 do 31.12.2023, pro AAPL od 1.1.2021 do 31.12.2023, na NVDA od 1.1.2022 do 31.12.2023 a na TSLA od 1.1.2023 do 31.12.2023. Výsledky zpětného testování jsou zobrazeny v tabulkách a grafech níže.

### 7.1 Pravidelný nákup call opcí

Tabulka 7.1: Výsledky zpětného testování strategie 5.1

	SPX	AAPL	NVDA	TSLA
Celkový počet obchodů	154	65	41	21
Počet ziskových obchodů	57	21	13	8
Počet ztrátových obchodů	96	44	28	13
Průměrný zisk	739\$	103\$	930\$	1366\$
Celkový zisk	113816\$	6734\$	38161\$	28686\$
Sharpe ratio	1.27	1.34	1.71	1.9

Tato strategie byla velice úspěšná na všech testovaných symbolech. Z grafu je ovšem patrné, že tato strategie silně zrcadlí samotné podkladové aktivum. Tudíž za podmínek, že podkladové aktivum stabilně roste, by tato strategie mohla být velice výdělečná při použití dodatečného pákového efektu, ale zároveň by mohla velice rychle smazat všechny předchozí zisky.

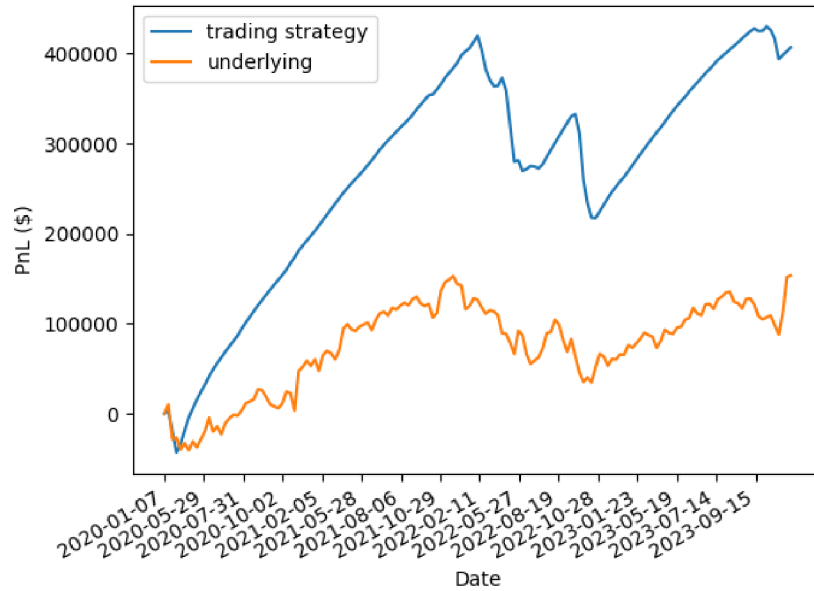


Obrázek 7.1: Graf ziskovosti strategie 5.1 na symbolu SPX

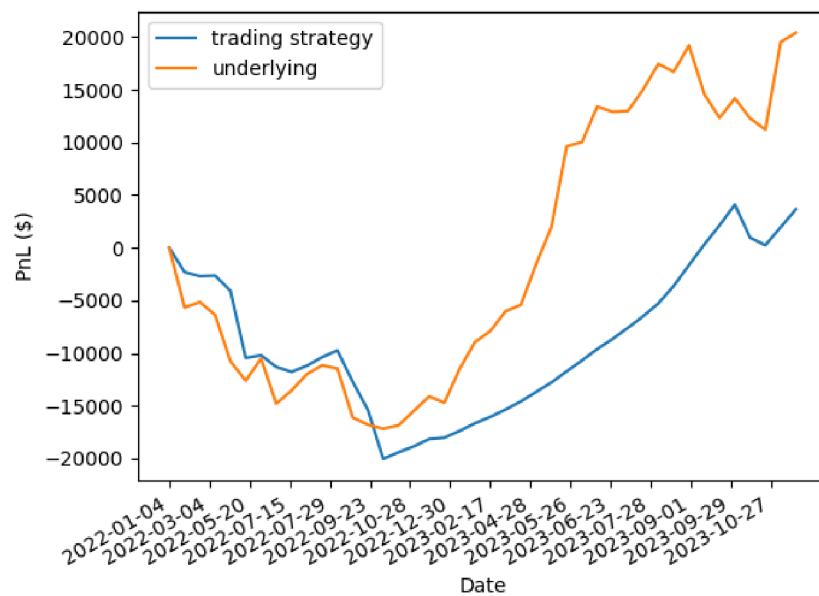
## 7.2 Pravidelný prodej put opcí

Tabulka 7.2: Výsledky zpětného testování strategie 5.2

	SPX	AAPL	NVDA	TSLA
Celkový počet obchodů	154	65	41	21
Počet ziskových obchodů	133	57	30	17
Počet ztrátových obchodů	21	8	11	4
Průměrný zisk	2641\$	120\$	89\$	787\$
Celkový zisk	406715\$	7860\$	3663\$	16415\$
Sharpe ratio	3.43	1.77	0.31	1.51



Obrázek 7.2: Graf ziskovosti strategie 5.2 na symbolu SPX



Obrázek 7.3: Graf ziskovosti strategie 5.2 na symbolu NVDA

### 7.3 Pravidelný prodej straddle

Tabulka 7.3: Výsledky zpětného testování strategie 5.3 se 45 dny do expirace

	SPX	AAPL	NVDA	TSLA
Celkový počet obchodů	154	65	41	21
Počet ziskových obchodů	91	38	21	12
Počet ztrátových obchodů	63	27	20	9
Průměrný zisk	1285\$	27\$	-906\$	-684\$
Celkový zisk	197830\$	1755.5\$	-37152\$	-14363\$
Sharpe ratio	1.24	0.24	-1.39	-0.92

Tabulka 7.4: Výsledky zpětného testování strategie 5.3 se 7 dny do expirace

	SPX	AAPL	NVDA	TSLA
Celkový počet obchodů	712	141	93	48
Počet ziskových obchodů	409	88	59	30
Počet ztrátových obchodů	303	53	34	18
Průměrný zisk	77\$	36\$	113\$	2.4\$
Celkový zisk	54334\$	5115\$	10567\$	115\$
Sharpe ratio	0.34	1.29	0.94	0.016

Tabulka 7.5: Výsledky zpětného testování strategie 5.3 se 1 dnem do expirace

	SPX	AAPL	NVDA	TSLA
Celkový počet obchodů	571	151	100	51
Počet ziskových obchodů	323	91	53	32
Počet ztrátových obchodů	248	60	47	19
Průměrný zisk	-51.5\$	16.4\$	-39\$	25.8\$
Celkový zisk	-29445\$	2472\$	-3900\$	1314\$
Sharpe ratio	-0.46	1.28	-0.94	0.48

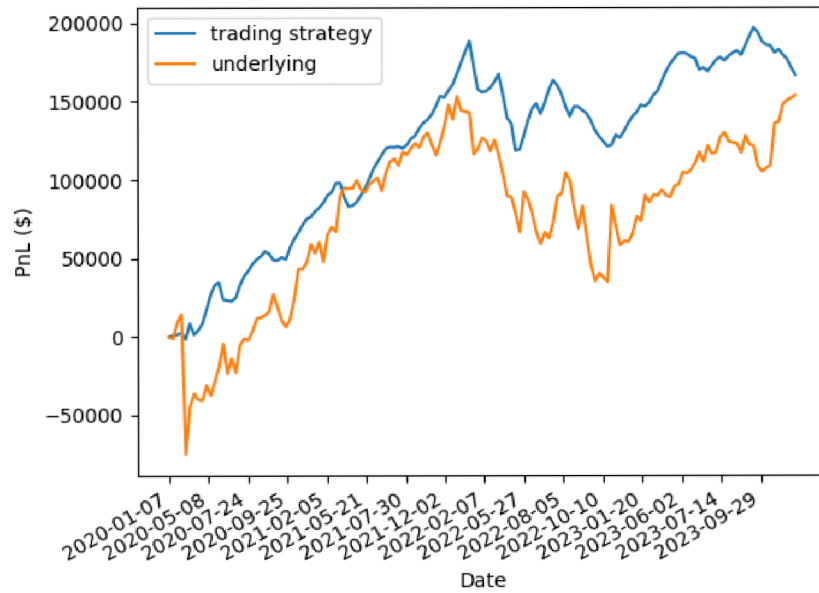
Z těchto výsledků je patrné, že jednoduchý prodej straddle není definitivně výnosná strategie nezávisle na době do expirace. Jediná doba expirace při které nedošlo k ztrátám bylo 7 dní, ale i v tomto případě byly zisky nijak pozoruhodné a poměrně nízké Sharpe ratio ukazuje, že je tato strategie velice volatilní a riskantní.

### 7.4 Pravidelný prodej strangle s intervencí

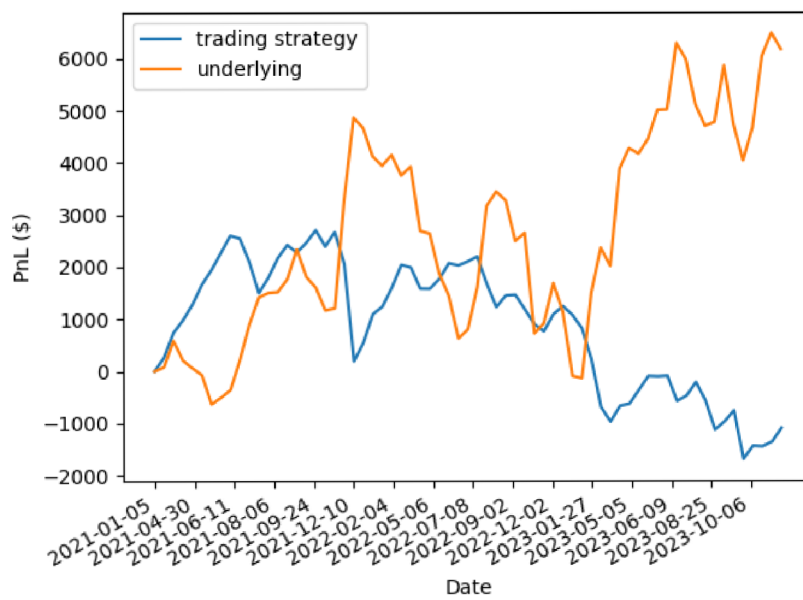
U této strategie je zřejmé, že není příliš spolehlivá. I přes to, že byla schopna generovat vynikající zisk na symbolu SPX, byla ztrátová na všech ostatních symbolech. Je možné, že právě kvůli jejímu častému zmiňování na sociálních mediích se stala až moc rozšířenou a již není tak lukrativní.

Tabulka 7.6: Výsledky zpětného testování strategie 5.4

	SPX	AAPL	NVDA	TSLA
Celkový počet obchodů	150	66	42	21
Počet ziskových obchodů	99	39	24	14
Počet ztrátových obchodů	51	27	18	7
Průměrný zisk	1109\$	-16.7\$	-269\$	-226\$
Celkový zisk	166403\$	-1102\$	-11312\$	-4748\$
Sharpe ratio	2.62	-0.33	-0.81	-0.56



Obrázek 7.4: Graf ziskovosti strategie 5.4 na symbolu SPX



Obrázek 7.5: Graf ziskovosti strategie 5.4 na symbolu AAPL

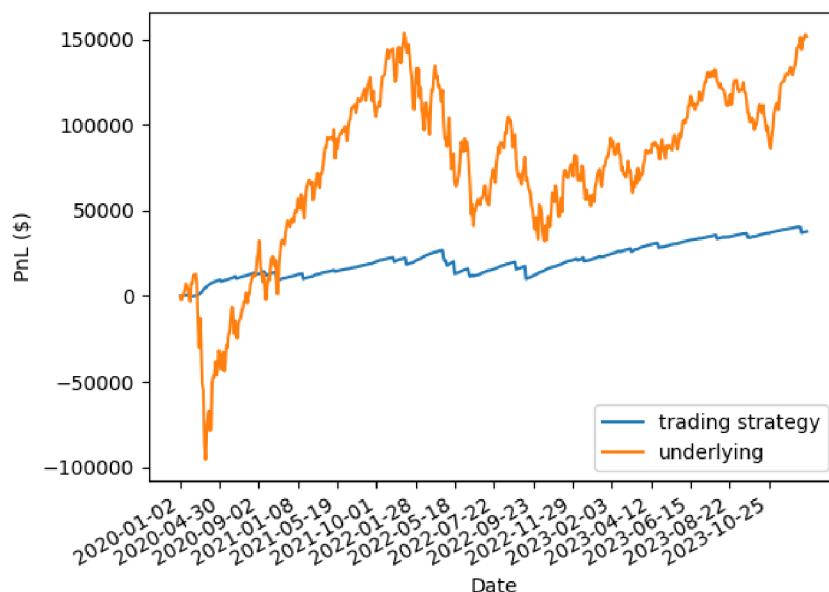


## 7.5 Pravidelný prodej put opcí s nízkou deltou

V rámci přehlednosti zde zobrazím pouze výsledky obchodování opcí na indexu SPX, ovšem výsledky zpětného testování na ostatních symbolech byly podobné.

Tabulka 7.7: Výsledky zpětného testování strategie 5.5

delta	0.01	0.03	0.05	0.07	0.1
Celkový počet obchodů	571	571	571	571	571
Počet ziskových obchodů	553	544	536	527	514
Počet ztrátových obchodů	17	26	34	44	55
Průměrný zisk	19.1\$	38.3\$	47.6\$	55.9\$	65.9\$
Celkový zisk	10928.5\$	21871.5\$	27201\$	31935.5\$	37613.5\$
Sharpe ratio	13.9	4.83	3.03	2.52	2.15



Obrázek 7.6: Graf ziskovosti strategie 5.5 s hodnotou delta 0.1

Z těchto výsledků je patrné, že předpoklad této strategie je správný a prodej put opcí s nízkou deltou je schopen generovat stabilní zisk. Také je patrné, že při zvolení nižší delty, je zisk menší a stabilnější. Z grafu ovšem vyplývá, že celkový zisk by byl menší, než ze samotného držení indexu, to ovšem nemusí být vypovídající, protože typicky prodej opcí má menší vliv na kupní sílu, než držení samotného aktiva a bylo by potenciálně možné dosáhnout většího zisku pomocí pákového efektu.

## Kapitola 8

### Závěr

Provedl jsem zpětné testování a analýzu několika obchodních strategií s opcemi a některé z nich se zdají být výdělečné. Tyto strategie jsou založené především na výběru opcí podle doby expirace a delty a je možné, že by šly dále optimalizovat při přihlednutí k aktuální implikované volatilitě, nebo dalším faktorům. Je také nutné brát v potaz, že výsledky zpětného testování se nemusí promítnout do budoucího vývoje trhu a před nasazením daných strategií se skutečnými penězi je vhodné vyzkoušet tyto strategie při simulovaném obchodování a urovnat si naši osobní hladinu akceptovatelných rizik.

# Literatura

- [1] AMERICA CORPORATION, B. of. *Options Pricing* [online]. 2024 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.merrilledge.com/investment-products/options/options-pricing-valuation>.
- [2] BENZINGA. *Cash-covered puts in focus* [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.fidelity.com/learning-center/investment-products/options/known-about-cash-covered-puts>.
- [3] BUTLER, C. *Long Iron Butterfly Explained – The Ultimate Guide* [online]. 2022 [cit. 2022-12-31]. Dostupné z: <https://www.projectfinance.com/long-iron-butterfly/>.
- [4] BUTLER, C. *Short Iron Butterfly Explained – Examples with Visuals* [online]. 2022 [cit. 2022-12-31]. Dostupné z: <https://www.projectfinance.com/short-iron-butterfly/>.
- [5] CBOE®, T. O. I. at. *Protective put (long stock + long put)* [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.fidelity.com/learning-center/investment-products/options/options-strategy-guide/protective-put>.
- [6] CBOE®, T. O. I. at. *Why use a covered call?* [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.fidelity.com/learning-center/investment-products/options/why-use-a-covered-call>.
- [7] CHEN, J. *Vega Definition* [online]. 2020 [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/v/vega.asp>.
- [8] CHEN, J. *At the Money (ATM): Definition & How It Works in Options Trading* [online]. 2021 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/a/atthemoney.asp>.
- [9] CHEN, J. *Bear Call Spread* [online]. 2021 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/b/bearcallspread.asp>.
- [10] CHEN, J. *Historical Volatility (HV): Definition, Calculation Methods, Uses* [online]. 2022 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/h/historicalvolatility.asp>.
- [11] CHEN, J. *Theta: What It Means in Options Trading, With Examples* [online]. 2022 [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/t/theta.asp>.
- [12] CHEN, J. *What Is a Straddle Options Strategy and How to Create It* [online]. 2022 [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/straddle.asp>.

- [13] CHEN, J. *What Is Gamma in Investing and How Is It Used?* [online]. 2022 [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/g/gamma.asp>.
- [14] CHEN, J. *American vs. European Options (and Why They Are Called That)* [online]. 2024 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.macroption.com/american-vs-european-options/>.
- [15] CHEN, J. *Exchange-traded fund (ETF): Pros and Cons* [online]. 2024 [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/e/etf.asp>.
- [16] CHEN, J. *What are Options? Types, Spreads, Example, and Risk Metrics* [online]. 2024 [cit. 2024-04-20]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/o/option.asp>.
- [17] CHEN, J. *What Is Time Decay? How It Works, Impact, and Example* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/t/timedecay.asp>.
- [18] DOWNEY, L. *Debt Spread: Definition, Example, Vs. Credit Spread* [online]. 2021 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/d/debitspread.asp>.
- [19] FERNANDO, J. *Sharpe Ratio: Definition, Formula, and Examples* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/sharperatio.asp>.
- [20] FINANCIAL RESEARCH, S. C. for. *Gamma Scalping: A Primer* [online]. 2023 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: <https://www.schwab.com/learn/story/gamma-scalping-primer>.
- [21] FREDERICK, R. *Reducing Risk with a Credit Spread Options Strategy* [online]. 2022 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <https://www.schwab.com/learn/story/reducing-risk-with-credit-spread-options-strategy>.
- [22] GANTI, A. *How Implied Volatility (IV) Works With Options and Examples* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/i/iv.asp>.
- [23] HARPER, D. R. *Types of Stock Exchanges* [online]. 2024 [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/articles/basics/04/092404.asp>.
- [24] HAYES, A. *Dividends: Definition in Stocks and How Payments Work* [online]. 2023 [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/d/dividend.asp>.
- [25] HAYES, A. *What Is a Stock Ticker? Definition, How It Works, and Origins* [online]. 2023 [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/stock.asp>.
- [26] HAYES, A. *Strangle: How This Options Strategy Works, With Example* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/strangle.asp>.
- [27] HAYES, A. *Volatility: Meaning In Finance and How it Works with Stocks* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/v/volatility.asp>.
- [28] HAYES, A. *What Is a Stock Ticker? Definition, How It Works, and Origins* [online]. 2024 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/ask/answers/12/what-is-a-stock-ticker.asp>.

- [29] HOUSTECKY, P. *Delta of Calls vs. Puts and Probability of Expiring In the Money* [online]. [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <https://www.macroption.com/delta-calls-puts-probability-expiring-itm/>.
- [30] INC.COM kschaefter@sir. *How to Trade Vertical Spreads: Call Debit Spreads* [online]. 2022 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <https://www.nasdaq.com/articles/how-to-trade-vertical-spreads:-call-debit-spreads>.
- [31] INC.COM kschaefter@sir. *How to Trade Vertical Spreads: Put Debit Spreads* [online]. 2022 [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: <https://www.nasdaq.com/articles/how-to-trade-vertical-spreads:-put-debit-spreads>.
- [32] KENTON, W. *Credit Spread Option: Definition, How They Work, and Types* [online]. 2021 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/c/credit-spread-option.asp>.
- [33] MACROPTION. *Exotic Option: Definition and Comparison to Traditional Options* [online]. 2022 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/e/exoticoption.asp>.
- [34] MITCHELL, C. *Iron Condor: How This Options Strategy Works, With Examples* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/i/ironcondor.asp>.
- [35] SCOTT, G. *Iron Butterfly Explained, How It Works, Trading Example* [online]. 2021 [cit. 2022-12-31]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/i/ironbutterfly.asp>.
- [36] SIMON, H. *Option Moneyness: Overview, Options, and Values* [online]. 2022 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/08/option-moneyness.asp>.
- [37] STEVE HENRY, K. D. P. *Options Wheel Strategy* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://optionalpha.com/blog/wheel-strategy>.
- [38] SUMMA, J. *How to Manage Bull Put Option Spreads* [online]. 2021 [cit. 2022-12-27]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/05/051005.asp>.
- [39] SUMMA, J. *Option Greeks: 4 Factors for Measuring Risk* [online]. 2021 [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/trading/getting-to-know-the-greeks/>.
- [40] SUMMA, J. *Options Trading Strategies: Understanding Position Delta* [online]. 2022 [cit. 2022-12-26]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/03/021403.asp>.
- [41] TEAM, C. *Collar Option Strategy* [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/derivatives/collar-option-strategy/>.
- [42] TEAM, T. I. *Alphabet's GOOG vs. GOOGL: What's the Difference?* [online]. 2024 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/ask/answers/052615/whats-difference-between-googles-goog-and-googl-stock-tickers.asp>.

- [43] THAKAR, C. *Sharpe Ratio: Calculation, Interpretation and Analysis* [online]. 2024 [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://blog.quantinsti.com/sharpe-ratio-applications-algorithmic-trading/>.