

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta aplikovaných věd

Katedra matematiky

Diplomová práce

Kombinované opční strategie

Oficiální zadání práce

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci na téma „Kombinované opční strategie“ zpracoval samostatně a výhradně za použití citovaných pramenů.

V Plzni dne 13. 5. 2016

.....

Bc. Vladimír Puhlovský

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce RNDr. Blance Šedivé, PhD. za cenné rady a připomínky při zpracování diplomové práce a své rodině za podporu během dosavadního studia.

Abstrakt

Kombinované opční strategie

Diplomová práce se zabývá problematikou finančních derivátů se zaměřením na opce, resp. na kombinované opční strategie. Obsahem teoretické části práce je popis finančních derivátů s důrazem na opční terminologii. Blíže jsou rozebrány charakteristiky opcí a je jejich klasifikace. Podrobně jsou pak popsány základní opční pozice a kombinované opční strategie z nich tvořené. V praktické části práce byly vytvořeny programy pro volbu kombinované opční strategie z omezeného počtu opcí. Pro tyto účely bylo navrženo kritérium pro nalezení optimální kombinované opční strategie, která bude korespondovat s očekávaným vývojem. Součástí diplomové práce je praktická ukázka navrženého postupu a kódy provedené v programu Matlab.

Klíčová slova: finanční deriváty, opce, kombinované opční strategie, neparametrické jádrové odhady.

Combined option strategies

This thesis deals with financial derivatives, with main focus on options, respectively for, as the name suggests, the combined option strategies. The theoretical part contains a description of derivative financial instruments with an emphasis on the option terminology. Closer, characteristics options and their classification are discussed. Then the basic option positions and combined option strategy derived therefrom are described in detail. In the practical part of the thesis programs to select the combined option strategy on a limited number of options were created. For this purpose, the criterion for finding the optimal combination of option strategy that will correspond with the expected development was devised. This thesis represents a practical demonstration of the designed procedure and codes made in Matlab.

Keywords: financial derivatives, options, combined option strategies, non-parametric kernel estimation.

Obsah

| | |
|---|---------------|
| <i>Prohlášení</i> | <i>iii</i> |
| <i>Poděkování</i> | <i>iv</i> |
| <i>Abstrakt</i> | <i>v</i> |
| <i>Obsah</i> | <i>vi</i> |
| <i>Seznam obrázků</i> | <i>viii</i> |
| <i>Seznam tabulek</i> | <i>x</i> |
| <i>Úvod</i> | <i>- 1 -</i> |
| 1 <i>Finanční deriváty</i> | <i>- 2 -</i> |
| 1.1 <i>Nepodmíněné kontrakty</i> | <i>- 2 -</i> |
| 1.1.1 <i>Forwards, futures</i> | <i>- 3 -</i> |
| 1.1.2 <i>Swapy</i> | <i>- 4 -</i> |
| 1.2 <i>Podmíněné finanční deriváty</i> | <i>- 4 -</i> |
| 1.2.1 <i>Jiné opční kontrakty</i> | <i>- 4 -</i> |
| 1.2.2 <i>Warranty</i> | <i>- 6 -</i> |
| 2 <i>Opce</i> | <i>- 7 -</i> |
| 2.1 <i>Historie opcí</i> | <i>- 7 -</i> |
| 2.2 <i>Úvod do opční terminologie</i> | <i>- 8 -</i> |
| 2.1.1 <i>Dělení opcí</i> | <i>- 8 -</i> |
| 2.1.2 <i>Cena opce (Opční prémie)</i> | <i>- 10 -</i> |
| 2.1.3 <i>Základní opční pozice</i> | <i>- 14 -</i> |
| 3 <i>Kombinované opční strategie</i> | <i>- 17 -</i> |
| 3.1 <i>Kombinace opce a pokladového aktiva</i> | <i>- 17 -</i> |
| 3.1.1 <i>Vypsání zajištěné opce call (writing a covered call)</i> | <i>- 17 -</i> |
| 3.1.2 <i>Ochranná strategie s put opcí (protective put strategy)</i> | <i>- 19 -</i> |

| | | |
|-------|---|--------|
| 3.1.3 | Zajištěná krátká pozice v akcii opcí call (short position hedged by long call)... | - 21 - |
| 3.1.4 | Opačná strategie s ochrannou opcí put (reverse of a protective put)..... | - 22 - |
| 3.2 | Kombinace opcí různého typu | - 24 - |
| 3.2.1 | Syntetický nákup akcie (synthetic long stock)..... | - 24 - |
| 3.2.2 | Syntetický prodej akcie (synthetic short stock)..... | - 25 - |
| 3.2.3 | Long/Short Straddle | - 26 - |
| 3.2.4 | Strip | - 28 - |
| 3.2.5 | Strap..... | - 29 - |
| 3.2.6 | Long/Short Strangle | - 31 - |
| 3.3 | Kombinace opcí stejného typu (Spread)..... | - 32 - |
| 3.3.1 | Býčí rozpětí (vertical bull spread)..... | - 32 - |
| 3.3.2 | Medvědí rozpětí (vertical bear spread)..... | - 34 - |
| 3.3.3 | Motýlkové rozpětí (butterfly spread) | - 36 - |
| 3.3.4 | Kondor (Condor)..... | - 37 - |
| 4 | Data podkladového aktiva a data opcí..... | - 39 - |
| 4.1 | Historická data podkladového aktiva..... | - 39 - |
| 4.2 | Data opcí | - 40 - |
| 5 | Analýza dat podkladového aktiva | - 42 - |
| 5.1 | Základní statistické zpracování | - 42 - |
| 5.2 | Předpokládaný vývoj ceny podkladového aktiva | - 43 - |
| 5.2.1 | Odhad trendu cen podkladového aktiva..... | - 43 - |
| 5.2.2 | Neparametrické jádrové odhady | - 46 - |
| 6 | Modelování kombinovaných opčních strategií..... | - 52 - |
| 6.1 | Výpočetní složitost | - 52 - |
| 6.2 | Optimalizační kritérium..... | - 55 - |

| | | |
|-------|---|--------|
| 6.3 | <i>Modelování základních opčních pozic</i> | - 58 - |
| 6.3.1 | <i>Zpracování dat opcí</i> | - 58 - |
| 6.3.2 | <i>Vektor cen podkladového aktiva</i> | - 58 - |
| 6.3.3 | <i>Základní opční pozice</i> | - 59 - |
| 6.4 | <i>Kombinování základních opčních pozic</i> | - 60 - |
| 6.5 | <i>Příklad použití programu</i> | - 62 - |
| 6.5.1 | <i>Kombinace dvou opčních pozic</i> | - 63 - |
| 6.5.2 | <i>Kombinace tří opčních pozic</i> | - 64 - |
| 6.5.3 | <i>Kombinace čtyř opčních pozic</i> | - 65 - |
| | <i>Závěr</i> | - 67 - |
| | <i>Použitá literatura a zdroje</i> | - 68 - |
| | <i>Seznam příloh CD</i> | - 70 - |

Seznam obrázků

| | |
|--|--------|
| Obrázek 1: Grafická interpretace Collar kontraktu | - 6 - |
| Obrázek 2: Koupě kupní opce - Long call (RC = 30\$, C = -3\$), Prodej kupní opce - Short Call (RC = 30\$, C = 3\$)..... | - 15 - |
| Obrázek 3: Koupě prodejní opce - Long Put (RC = 30\$, P = -3\$), Prodej prodejní opce - Short put (RC = 30\$, P = 3\$)..... | - 16 - |
| Obrázek 4: Grafická interpretace strategie: Vypsání zajištěné opce call, Long stock 40,6\$, SC (RC = 41\$, C = 0,78\$) | - 18 - |
| Obrázek 5: Grafická interpretace strategie: Ochranná strategie s put opcí, Long stock 14,29\$, LP (RC = 15\$, P = -0,96\$) | - 20 - |
| Obrázek 6: Grafická interpretace strategie: Zajištěná krátká pozice v akcii opcí call, Short stock 40,6\$, LC (RC = 41\$, C = -0,85\$) | - 22 - |
| Obrázek 7: Grafická interpretace strategie: Opačná strategie s ochrannou opcí put, Short stock 14,28\$, SP (RC = 15\$, P = 0,93\$) | - 23 - |
| Obrázek 8: Grafická interpretace strategie: Syntetický nákup akcie, LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), SP (RC = 40\$, P = 0,63\$) | - 25 - |
| Obrázek 9: Grafická interpretace strategie: Syntetický prodej akcie, SC (RC = 40\$, C = 1,32\$), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$) | - 26 - |
| Obrázek 10: Grafická interpretace strategie: Long Straddle, LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$) | - 27 - |
| Obrázek 11: Grafická interpretace strategie: Strip, LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), 2*LP (RC = 40\$, P = -0,7\$) | - 29 - |
| Obrázek 12: Grafická interpretace strategie: Strap, 2*LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$) | - 30 - |
| Obrázek 13: Grafická interpretace strategie: Long strangle, LC (RC = 41\$, C = -0,85\$), LP (RC = 39\$, P = -0,38\$) | - 32 - |
| Obrázek 14: Grafická interpretace strategie: Býčí rozpětí (call opce), LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), SC (RC = 41\$, C = 0,78\$) | - 34 - |
| Obrázek 15: Grafická interpretace strategie: Medvědí rozpětí (put opce), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$), SP (RC = 39\$, P = 0,36\$) | - 35 - |

| | |
|--|--------|
| Obrázek 16: Grafická interpretace strategie: Dlouhé motýlkové rozpětí, LC (RC = 41\$, C = -2,15\$, 2*SC (RC = 40\$, C = 1,32\$), LC (RC = 39\$, C = -0,85\$)..... | - 37 - |
| Obrázek 17: Grafická interpretace strategie: Long condor, LC (RC = 39\$, C = -2,15\$), SC (RC = 40\$, C = 1,32\$), SC (RC = 41\$, C = 0,78\$), LC (RC = 42\$, C = -0,35\$)..... | - 38 - |
| Obrázek 18: Příklad použití funkce StockQuoteQuery..... | - 39 - |
| Obrázek 19: Příklad použití funkce GetYahooOptionChain | - 40 - |
| Obrázek 20: Základní charakteristiky akcie Ford, za období od 1. 10. 2015 do 18. 4. 2016 | - 43 - |
| Obrázek 21: Trendová předpověď na základě exponenciálního trendu, Ford 1. 1. 2015 – 18. 4. 2016, datum expirace opcí 13. 5. 2016..... | - 45 - |
| Obrázek 22: Relativní histogram | - 47 - |
| Obrázek 23: Typy jádrových funkcí, (Zdroj: [11])..... | - 50 - |
| Obrázek 24: Neparametrický jádrový odhad funkce hustoty pro odchylky historických cen aktiva Ford od trendové složky, od 1. 1. 2015 do 18. 4. 2016, za použití Gaussovy jádrové funkce..... | - 51 - |
| Obrázek 25: Grafická interpretace vývoje počtu kombinací bez opakování v závislosti na počtu opčních pozic..... | - 53 - |
| Obrázek 26: Odhad očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva v čase $n + D$ a odhad ceny podkladového aktiva v čase $n + D$ jako vektoru cen s příslušnými pravděpodobnostmi..... | - 55 - |
| Obrázek 27: Grafická interpretace výpočtu optimalizačního kritéria | - 57 - |
| Obrázek 28: Příprava dat opcí pro další zpracování..... | - 58 - |
| Obrázek 29: Tvorba vektoru upravených cen podkladového aktiva | - 59 - |
| Obrázek 30: Tvorba základní opční pozice - Long call | - 59 - |
| Obrázek 31: Kombinování dvou základních opčních pozic | - 60 - |
| Obrázek 32: Výpočet kritéria a výpis optimální opční strategie..... | - 61 - |
| Obrázek 33: Výpočet bodů zlomu..... | - 61 - |

Seznam tabulek

| | |
|---|--------|
| Tabulka 1: Vývoj Cap kontraktu | - 5 - |
| Tabulka 2: Vývoj collar kontraktu..... | - 5 - |
| Tabulka 3: Vnitřní hodnota opce | - 10 - |
| Tabulka 4: Faktory ovlivňující cenu opce, (Zdroj: [1, Kap. 3, str. 56])..... | - 13 - |
| Tabulka 5: Vývoj strategie: Vypsání zajištěné opce call | - 18 - |
| Tabulka 6: Vývoj strategie: Ochranná strategie s put opcí | - 19 - |
| Tabulka 7: Vývoj strategie: Zajištěná krátká pozice v akcií opcí call..... | - 21 - |
| Tabulka 8: Vývoj strategie: Opačná strategie s ochrannou opcí put | - 23 - |
| Tabulka 9: Vývoj strategie: Syntetický nákup opce | - 24 - |
| Tabulka 10: Vývoj strategie: Syntetický prodej akcie | - 26 - |
| Tabulka 11: Vývoj strategie: Long straddle | - 27 - |
| Tabulka 12: Vývoj strategie: Strip | - 28 - |
| Tabulka 13: Vývoj strategie: Strap | - 30 - |
| Tabulka 14: Vývoj strategie: Long strangle | - 31 - |
| Tabulka 15: Vývoj strategie: Býčí rozpětí (call opce)..... | - 33 - |
| Tabulka 16: Vývoj strategie: Medvědí rozpětí (put opce) | - 35 - |
| Tabulka 17: Vývoj strategie: Dlouhé motýlkové rozpětí..... | - 36 - |
| Tabulka 18: Vývoj strategie: Long condor | - 38 - |
| Tabulka 19: Kód opce | - 40 - |
| Tabulka 20: Informativní testy pro volbu trendu (Zdroj: [12, Kap. 4, str. 131]) | - 44 - |
| Tabulka 21: Počet kombinací opčních pozic bez opakování..... | - 53 - |
| Tabulka 22: Počet kombinací opčních pozic s opakováním..... | - 54 - |
| Tabulka 23: Odhad ceny podkladového aktiva v čase $n + D$ jako vektor cen s příslušnými pravděpodobnostmi..... | - 56 - |
| Tabulka 24: Hodnoty pro výpočet optimalizačního kritéria opční strategie..... | - 56 - |

Tabulka 25: Optimální kombinace dvou opčních pozic - 63 -

Tabulka 26: Optimální kombinace tří opčních pozic - 65 -

Tabulka 27: Optimální kombinace čtyř opčních pozic..... - 66 -

Úvod

Hlavním cílem diplomové práce je navržení postupu pro nalezení optimální kombinované opční strategie vzhledem k očekávanému charakteru ceny podkladového aktiva v budoucím okamžiku. Pro vyhodnocování kombinovaných opčních strategií je nutné navrhnout kritérium, podle kterého je optimální kombinovaná strategie vybrána. Dílčím cílem práce pak je navrhnout postup pro odhad očekávaného vývoje ceny podkladového aktiva na základě jeho historických hodnot. Posledním, neméně důležitým, cílem diplomové práce je programové řešení navržených postupů a jejich ověření na získaných reálných datech.

Teoretické části diplomové práce jsou věnovány kapitoly 1, 2 a 3. V první a druhé kapitole nalezneme shrnutí teorie finančních derivátů se zaměřením na opce, popis jejich hlavních charakteristik, dělení a základních opčních pozic. Ve třetí kapitole jsou detailněji popsány kombinované opční strategie, používané v opčním obchodě, s rozbohem možného vývoje. Pro tyto účely jsou vytvořeny ilustrační příklady, ve kterých jsou tyto strategie rozebrány.

Praktická část diplomové práce je popsána v kapitolách 4, 5 a 6. Ve čtvrté kapitole je uvedeno, jakým způsobem a v jakém formátu byla data získávána. V páté kapitole jsou definovány navržené postupy pro odhad předpokládaného charakteru ceny podkladového aktiva v budoucím okamžiku. Tyto postupy jsou následně využity kapitole 6 při návrhu kritéria pro volbu optimální kombinované opční strategie. V této kapitole se také věnujeme výpočetní složitosti navrženého postupu a je popsáno jeho programové řešení.

Součástí šesté kapitoly je praktická ukázka použití programového řešení navrženého postupu volby kombinované opční strategie na získaných reálných datech.

1 Finanční deriváty

Z ekonomického pohledu se jedná o finanční instrumenty, jejichž hodnota se odvozuje od ceny aktiva, se kterým jsou svázány. Tímto podkladovým aktivem mohou být akcie, komodity, měny, úrokové sazby, indexy, dluhopisy a mnohé další. Od těchto aktiv jsou deriváty odvozeny tak, že představují závazek nakoupit, prodat, nebo vyměnit toto podkladové aktivum k určitému datu, za určitých předem stanovených podmínek. Z toho vyplývá, že hlavní vlastností finančních derivátů je termínovaný obchod. To znamená, že v době uzavření derivátového kontraktu dochází k dohodnutí ceny podkladového aktiva, za kterou ho budeme k dohodnutému datu obchodovat. Uplatnění takového závazku znamená, že vystavitel dodá podkladové aktivum a kupující ho, za předem stanovených podmínek, převezme. V mnoha případech dochází pouze k finančnímu vyrovnání mezi oběma stranami.

Jsou rozlišovány dva druhy derivátových obchodů. První jsou tzv. podmíněné kontrakty. Tyto obchody zavazují pouze jednu stranu k plnění derivátového obchodu. Druhá strana má právo tento kontrakt využít nebo nevyužít. Do této skupiny derivátových kontraktů se řadí opce, opční listy (warranty) a další opční kontrakty jako caps, floors nebo collar. Druhou skupinu jsou nepodmíněné kontrakty, kde se obě strany zavazují k plnění derivátového obchodu. Sem patří obchody jako futures, forwards nebo swap. Tyto dvě skupiny lze vzájemně kombinovat, a tak se derivát sám může stát podkladovým aktivem. Pak tedy vznikají opce na futures, opce na opce, futures na opce, forwardové swapy a další. Pro popis finančních derivátů bylo použito zdrojů [1], [2] a [5].

1.1 Nepodmíněné kontrakty

Jak už jsme dříve poznamenali, hlavní vlastností nepodmíněných kontraktů je, že se obě obchodující strany zavazují k dohodnutému datu dostat svým závazkům, které byly dohodnuty v okamžiku sjednání kontraktu. Prvním typem nepodmíněných kontraktů jsou forwardy a futures, které nyní stručně popíšeme.

1.1.1 Forwards, futures

Forwardy jsou nestarším typem finančních derivátů. Jedná se o oboustranný termínovaný kontrakt. Obchodující strany se předem dohodnou na podmínkách obchodu, to znamená, kdy se uskuteční výměna, jaké množství a za jakou cenu. Tento finanční derivát se používá například v případech, kdy se odběratel určité komodity obává růstu její tržní hodnoty a chce se proti této skutečnosti zajistit. Uzavře tedy forwardový kontrakt s dodavatelem této komodity, aby dosáhl toho, že v době uskutečnění nakoupí komoditu za předem dohodnutou cenu. Někdy může být složité najít protistranu ochotnou forwardový kontrakt uzavřít. Forwardy jsou totiž založeny na opačných očekáváních obou stran. Pokud si to přiblížíme na našem příkladu dodavatele s odběratelem, musí dodavatel předpokládat z nějakého důvodu pokles ceny komodity, například z důvodu vstoupení konkurenční firmy na trh. V tomto případě uzavření forwardového kontraktu nic nebrání. K výhodám forwardového kontraktu bezesporu patří skutečnost, že nejsou standardizovány. Jsou obchodovány mimo burzovní trh a obchodující strany mohou kontrakt libovolně nastavovat a dohadovat se na jeho podmínkách. V případě forwardů ovšem existuje riziko nesplnění závazků. Může nastat situace, že se obchodující protistrana dostane do finančních obtíží před termínem splatnosti kontraktu, poté je nutné vymáhat závazky na vlastní náklady, a to z toho důvodu, že mezi obchodujícími stranami nestojí žádná instituce, která by na likviditu závazků dohlížela.

Tím se dostáváme k druhému základnímu typu nepodmíněných finančních derivátů, k futures. Futures kontrakty jsou již standardizovány a k jejich obchodování dochází na burzovních trzích za pomoci tzv. clearingových středisek. Na rozdíl od forwardů tedy protistrany neobchodují přímo mezi sebou, ale odděleně prostřednictvím těchto středisek. To zajistí výrazně vyšší jistotu, že obchodující strany dostojí svým závazkům a zároveň usnadňuje hledání vhodné protistrany s opačným očekáváním. Dalším rozdílem mezi forwardovým a futures kontraktem je způsob plnění plateb.

1.1.2 Swapy

Swap znamená v angličtině "prohození / výměna". A proto ho můžeme chápat jako určitou výměnu rolí. Tento typ finančního derivátu lze dělit na aktivní nebo pasivní, v případě, že se jedná o výměnu pohledávek nebo závazků. Aktivní i pasivní swap lze dále dělit dle aktiva, které je předmětem výměny. Mezi nejznámější patří swapy úrokové, komoditní a měnové. Více informací o nepodmíněných finančních derivátech je možné nalézt v [1] a [5].

1.2 Podmíněné finanční deriváty

Jak již bylo uvedeno, tyto obchody zavazují pouze jednu stranu k plnění derivátového obchodu. Druhá strana má právo tento kontrakt využít nebo nevyužít. Budeme se věnovat opčním kontraktům, které můžeme dělit na opce a jiné opční kontrakty jako caps, floors nebo collar a opčním listům (warranty). Stručně popíšeme jiné opční kontrakty a warranty a dále se budeme podrobněji věnovat opcím, které jsou hlavním předmětem této práce.

1.2.1 Jiné opční kontrakty

Mezi jiné opční kontrakty patří zejména cap, floor, a collar. Jedná se o instrumenty, které používají kupující především k zajištění rizika pohybu úrokových sazeb. Ty nám umožňují uplatnit právo na úhradu úrokového rozdílu ze sjednané nominální částky, a to rozdílu mezi referenční úrokovou sazbou a mezi sjednanou horní (cap sazba), či dolní hranicí (floor sazba), pokud referenční úroková sazba tyto hranice přesáhne. Opční kontrakt cap využijeme, pokud se chceme zajistit před růstem úrokových sazeb, například v případě, že máme hradit variabilní úrokové platby ze svých závazků. Prodávající cap nám bude vyplácet úrokové rozdíly, pokud referenční úroková míra (např.: PRIBOR, LIBOR) přesáhne k rozhodnému dni sjednanou horní hranici. Přesným opakem je kontrakt floor. Ten využijeme v případě, že se chceme zajistit proti poklesu úrokových sazeb. Například v případě, že máme získat variabilní úrokové platby z našich pohledávek. Na následujícím příkladu ukážeme průběh cap kontraktu. Tvorba příkladů byla inspirována zdrojem [5].

Uzavíráme cap kontrakt, kde horní hranice (cap sazba), při které dochází k plnění, je stanovena na 2%. Jako referenční sazba slouží PRIBOR. Nominální hodnota kontraktu je 1 milión Kč a k plnění dochází ve čtvrtletních intervalech.

| Datum | 1. 1. 2014 | 1. 4. 2014 | 1. 7. 2014 | 1. 10. 2014 | 1. 1. 2015 | 1. 4. 2015 |
|-----------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Cap sazba | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% |
| PRIBOR | 1,95% | 2,20% | 1,90% | 1,70% | 2,40% | 1,80% |
| Plnění | --- | 0 Kč | 2 000 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 4 000 Kč |

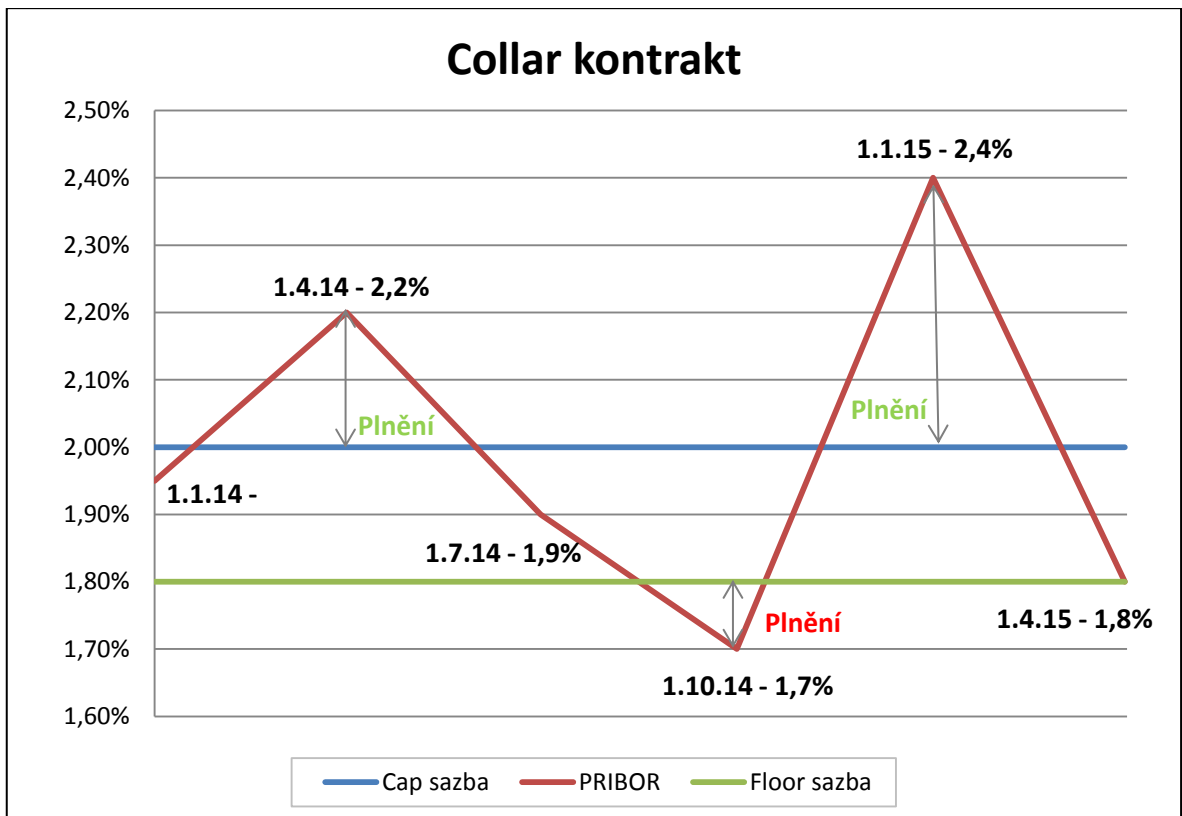
Tabulka 1: Vývoj Cap kontraktu

Kontrakty collar jsou poté kombinací obojího, kde získáme tzv. úrokové pásmo mezi horní hranicí cap a dolní hranicí floor, kde dohodnutá cap sazba je vyšší než sazba floor. Collar je vhodné využít v případě, že očekáváme růst referenční úrokové sazby a zároveň chceme snížit náklady na zajištění proti tomuto růstu. Zaplacenou cap prémii kompenzujeme inkasovanou premií z kontraktu floor. V tomto případě však podstupujeme riziko, že budeme nuceni vyplatit floor prémii v případě, že referenční sazba klesne pod sazbu floor. Což můžeme vidět na následujícím příkladu.

Uzavíráme collar kontrakt, kde horní hranice (cap sazba), při které dochází k plnění, je stanovena na 2% a dolní hranice (floor sazba) za kterou inkasujeme premií na 1,8%. Jako referenční sazba slouží PRIBOR. Nominální hodnota kontraktu je 1 milión Kč a k plnění dochází ve čtvrtletních intervalech.

| Datum | 1. 1. 2014 | 1. 4. 2014 | 1. 7. 2014 | 1. 10. 2014 | 1. 1. 2015 | 1. 4. 2015 |
|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Cap sazba | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% | 2% |
| Floor sazba | 1,8% | 1,8% | 1,8% | 1,8% | 1,8% | 1,8% |
| PRIBOR | 1,95% | 2,20% | 1,90% | 1,70% | 2,40% | 1,80% |
| Plnění | --- | 0 Kč | 2 000 Kč | 0 Kč | -1 000 Kč | 4 000 Kč |

Tabulka 2: Vývoj collar kontraktu



Obrázek 1: Grafická interpretace Collar kontraktu

1.2.2 Warranty

Warranty, neboli opční listy, jsou vypisovány firmou na její vlastní kmenové akcie. Warrant nás opravňuje ke koupi podkladového aktiva v jakémkoliv okamžiku od zakoupení warrantu až do jeho vypršení. Platnost warrantů, tj. doba do vypršení, je obvykle několik let. Množství podkladového aktiva, které máme právo zakoupit při uplatnění warrantu je dáno opčním poměrem. Například opční poměr 1:3 znamená, že jeden warrant nám dává právo k zakoupení 3 kusů kmenových akcií za předem dohodnutou cenu. Warranty jsou ve své podstatě velice podobné americkým call opcím, které budou popsány později.

2 Opce

2.1 Historie opcí

První zmínku o něčem, co připomíná opčním obchodování, lze zaznamenat již před více než 2 500 lety. Řecký matematik a obchodník Thales z Miletu (žil v letech cca 624-587 BC), koupil opci na lisované olivy.

Další zmínka o opčním obchodování je z doby tulipománie v Holandsku na počátku 16. století. V té době používali dealeri tulipánových cibulí call opce k pojištění zisku a pěstitelé používali put opce. V té době však neexistovala žádná regulace trhu a systémy zúčtování obchodů. Proto když cena tulipánových cibulí šla stále nahoru, spekulanti nebyli schopni plnit své závazky z opcí. Situace přestala být udržitelná, ceny tulipánů se hluboko propadly a holandské zemědělství se ocitlo téměř před zánikem. (Zdroj: <<http://www.penize.cz/akcie/42688-obliba-opci-roste-opce-od-historie-po-soucasnost>> ,[cit. 2015-11-15])

Opce jako moderní finanční nástroj vznikly ve 20. století po hospodářské krizi v roce 1929. Pravidla pro obchodování s nimi zakotvil v roce 1934 americký zákon o investicích. Moderní opční burza byla otevřena 26. dubna 1973 v Chicagu, kdy CBOT (Chicago Board of Trade) založil CBOE Chicago Board Option Exchange. Zpočátku se obchodovaly pouze nákupní call opce. Obchodovaly se opce pouze na 16 akcií a první den otevření burzy se zobchodovalo 911 kontraktů. Pro porovnání se v Chicagu v roce 2007 zobchodovalo 944,5 milionu kontraktů.

V roce 1983 začala CBOE nabízet opční obchodování akciových indexů , prvními byli index OEX (S&P 100 Index) a S&P 500 (SPX). O rok později se počet zobchodovaných opčních kontraktů vyšplhal na 100 milionů. Mezi nejvýznamnější burzy, kde se v současnosti obchoduje s opcemi, patří

- AMEX – The American Stock Exchange
- BOX – Boston Options Exchange
- CBOE – Chicago Board of Options Exchange
- ISE – International Securities Exchange

- PCE - Pacifik Exchange
- PHLX - Philadelphia Stock Exchange

O historii opcí bylo čerpáno ze zdroje [3].

2.2 Úvod do opční terminologie

Opce je finanční instrument, jehož základní vlastností je skutečnost, že dává držiteli právo (nikoliv však povinnost) prodat nebo koupit podkladové aktivum v dohodnutém čase za dohodnutou realizační cenu. Tím se opce liší od forwardů a futures, kde mají obě obchodující strany na konci termínu splatnosti povinnost dostát svým závazkům. Z tohoto hlediska je držitel opce oproti prodávajícímu ve výhodě, to je však kompenzováno tím, že kupující musí při uzavření kontraktu zaplatit opční prémii. Pro bližší popis opční terminologie bylo použito zdrojů [1], [2] a [5].

2.1.1 Dělení opcí

U opcí je možné sledovat některé vlastnosti, podle kterých opce můžeme dělit. Základní dělení opcí rozlišuje mezi tím, jestli je s opcí spojeno právo prodat či koupit podkladové aktivum.

- **Dle kupního práva**
 - **Kupní opce (Call opce)** – dává držiteli právo koupit dané podkladové aktivum za dohodnutou realizační cenu. Strana, která opci prodala, obdrží opční prémii a je povinna na požádání protistrany prodat podkladové aktivum. Takto se lze zajistit proti růstu ceny podkladového aktiva.
 - **Prodejní opce (Put opce)** – dává držiteli právo prodat za dohodnutou realizační cenu dané podkladové aktivum vypisovateli opce. Prodejce opce je na požádání povinen toto aktivum odkoupit. Tímto se dá naopak zajistit proti poklesu cen podkladového aktiva.

U obou těchto typů opcí můžeme dále rozlišovat dle způsobu realizace, a to na americkou a evropskou opci.

- **Dle možnosti realizace**

- **Americká opce** – umožňuje prodej nebo koupi po celý interval, tj. od vypsání opce až do jejího konce (času expirace, což je předem stanovené datum, kdy práva a povinnosti vyplývající pro obě strany vyprší).
- **Evropská opce** – umožňuje prodej nebo koupi podkladového aktiva pouze v době expirace opce.

Dále lze rozlišovat opce dle způsobu obchodovatelnosti.

- **Dle způsobu obchodovatelnosti**

- **Burzovní opce** – tyto opce jsou již standardizovány, datum expirace opce je vždy třetí sobota v daném měsíci pro opce amerického typu a pátek před třetí sobotou v daném měsíci pro opce evropského typu. Standardizované je také množství podkladových aktiv. Opční kontrakt je většinou stanoven na sto kusů podkladového aktiva. U burzovních opcí je velmi malá pravděpodobnost nedodržení závazků.
- **OTC (over the counter)** – opce jsou vytvářeny dle potřeb zákazníka. Z tohoto důvodu je obtížné najít další obchodující protistranu, která by měla o takto nastavený kontrakt zájem. V případě nepříznivého pohybu ceny podkladového aktiva je tedy obtížné se takto, dle potřeb zákazníka, vytvořené opce zbavit, a tudíž je zde vyšší pravděpodobnost nedodržení závazků.

V neposlední řadě dělíme opce podle pozice, kterou investor v daném kontraktu zaujímá.

- **Dle pozice investora**

- **Pozice kupujícího (long)** – kupující má právo využít opce.
- **Pozice prodávajícího (short)** – prodávající má povinnost na žádost kupujícího prodat nebo koupit podkladové aktivum za předem stanovenou cenu.

Samozřejmě můžeme opce rozlišovat dle podkladového aktiva, na které jsou opce vypsána. Existují opce na akcie, úrokové míry, směnné kurzy, cenné kovy, plodiny a další.

2.1.2 Cena opce (Opční prémie)

Jako cenu opce chápeme opční prémii, která je placena při nákupu, resp. kterou obdržíme při prodeji opce. U akciových opcí jsou opční prémie uváděny v ceně na jednu akcii. Opční prémie se skládá ze dvou hlavních částí, a to vnitřní hodnoty (VH_i) a časové hodnoty.

- **Vnitřní hodnota opce**

Hodnota závisí na rozdílu mezi promptním kurzem (X_i) a realizační cenou (RC).

| Typ opce | Vztah mezi X_i a RC | Vnitřní hodnota | Označení pozice |
|----------|-------------------------|-----------------|------------------|
| Call | $X_i > RC$ | $X_i - RC$ | In the money |
| | $X_i = RC$ | 0 | At the money |
| | $X_i < RC$ | 0 | Out of the money |
| Put | $X_i < RC$ | $RC - X_i$ | In the money |
| | $X_i = RC$ | 0 | At the money |
| | $X_i > RC$ | 0 | Out of the money |

Tabulka 3: Vnitřní hodnota opce

Jak lze pozorovat v tabulce, opce je tzv. In the money, pokud v případě call opce je její realizační cena níže než aktuální cena podkladového aktiva této opce. Při uplatnění opce tedy dosahujeme zisku, protože realizujeme nákup za nižší než aktuální tržní hodnotu podkladového aktiva. U put opce naopak dosahujeme zisku, pokud realizační cena put opce je výše než aktuální cena podkladového aktiva této opce, protože máme nárok prodat podkladové aktivum za realizační cenu, i když je jeho aktuální tržní hodnota na nižší úrovni.

Tzv. At the money jsou takové opce, jejichž realizační cena a aktuální cena podkladového aktiva k opcím vztaženého se rovnají. To platí pro oba typy opcí, tedy jak call, tak i put.

Pokud je realizační cena call opce výše než aktuální cena podkladového aktiva, pak o takové opci říkáme, že je tzv. Out of the money. Uplatnit opci se v tomto případě nevyplatí a je výhodnější pořídit podkladové aktivum přímo na trhu, raději než s využitím

držené call opce. Put opce je Out of the money naopak v případě, pokud realizační cena opce je níže než aktuální cena podkladového aktiva a je opět výhodnější prodat aktivum na trhu než za pomoci opčního kontraktu. Z tabulky (3) tedy vyplývá následující

$$\text{Call opce: } VH_i = \max(0; X_i - RC), \quad (2.1)$$

$$\text{Put opce: } VH_i = \max(0; RC - X_i). \quad (2.2)$$

- **Časová hodnota opce**

Je dána rozdílem mezi opční prémie a vnitřní hodnotou opce. Odráží se v ní vliv nabídky a poptávky po dané opci. Čím více je opce mimo peníze, tím vyšší je pravděpodobnost neuplatnění opce a časová hodnota tedy klesá. Čím více je opce v penězích, tím vyšší je vnitřní hodnota opce, pravděpodobnost uplatnění opce roste, ale růstem vnitřní hodnoty opce se stává opce dražší a ne už tak výhodnou, pak se tedy snižuje časová hodnota opce.

Hodnota opční prémie se pro danou opci, na rozdíl od realizační hodnoty opce, neustále mění. Na hodnotu opční prémie mají největší vliv následující faktory.

- **Aktuální tržní cena podkladového aktiva**

Jedná se o hlavní faktor, který ovlivňuje cenu opce. Call opce nám, jak už bylo zmíněno, dává právo na nákup podkladového aktiva za danou realizační cenu. Jestliže se cena podkladového aktiva zvýší, musí se zároveň zvýšit cena call opce, pokud se naopak cena podkladového aktiva sníží, musí se také cena call opce snížit. Pro put opci platí opačné tvrzení. Jedná se o právo prodat, je tedy pro nás zajímavá v případě poklesu ceny podkladového aktiva. Pak při poklesu ceny akcie musí vzrůst cena put opce, při vzrůstu ceny podkladového aktiva musí naopak její cena poklesnout.

- **Realizační cena opce**

Tato hodnota je dohodnuta dopředu. Pokud se jedná o call opci, tak platí, že čím nižší je dohodnutá realizační cena, tím dražší musí call opce být. U put opce je tomu obráceně. Z práva prodat podkladové aktivum vyplývá, že put opce s vysokou realizační cenou musí být dražší než put opce s nízkou realizační cenou.

- ***Datum expirace opce***

Na cenu opce má vliv také čas do realizace (datum expirace). Čím delší je čas do realizace opce, tím větší je prostor pro spekulace a očekávání na pohyb ceny podkladového aktiva. Naopak pokud se nacházíme těsně před vypršením opce, nemůžeme s největší pravděpodobností nic zásadního očekávat. Obecně platí, že čím delší čas je do vypršení opce, tím jsou opce dražší.

- ***Dividendy***

Pokud je však vypsána opce na podkladové aktivum, které vyplácí dividendy, nemusí to pokaždé platit. Podkladovému aktivu vyplácejícímu dividendy klesne cena, a jestliže jsme držiteli call opce, může se tato opce stát méně výhodnou, a tedy levnější. To platí pro opce evropského typu, které lze uplatnit až k datu expirace. Podkladové aktivum vyplácí dividendy před termínem splatnosti opce, snižuje se jeho hodnota před datem expirace (možnost uplatnění opce evropského typu). Tento pokles je tedy nevýhodný, pokud jsme držitelem call opce, a její cena tedy klesá. V případě, že jsme držitelem put opce, na výplatě dividend vyděláme, a proto cena opce roste.

- ***Volatilita tržní ceny podkladového aktiva***

U podkladového aktiva, jehož ceny mají na burze prudké výkyvy, musí být držitelé opcí připraveni na jakékoliv možnosti. Můžeme předpokládat vysoké zisky, ztráta je limitována prémie, kterou jsme za opci zaplatili, a kterou v případě nepříznivého vývoje neuplatníme. To platí jak pro opce typu call, tak pro put opce. V případě call opce roste zisk s růstem ceny podkladového aktiva, pokud jsme držitelem put opce, zaznamenáme výnos při poklesu ceny podkladového aktiva. Čím vyšší je volatilita podkladového aktiva, tím vyšší musí být cena opce.

- **Bezriziková úroková sazba**

Bezriziková úroková sazba představuje srovnání s jinými investičními příležitostmi. Pokud úroková sazba vzroste, budou ostatní investiční příležitosti atraktivnějšími. Jestliže vlastníme call opci, budeme možná v budoucnu kupovat podkladové aktivum za realizační cenu. Čím vyšší sazby budou, tím snáze lze našetřit budoucí částku, stačí totiž složit částku menší a cena call opce bude růst. Cena put opce bude naopak klesat. Protože s růstem úrokových sazeb klesá současná hodnota budoucích příjmů, a tedy i cena put opce, která tuto hodnotu představuje.

V následující tabulce (4) je shrnut vliv růstu jednotlivých faktorů. Situace u opcí evropského typu, týkající se faktoru datum expirace, kdy podkladové aktivum vyplácí dividendy, je označena otazníky.

| Faktor, ovlivňující cenu opce | Evropská Call | Evropská Put | Americká Call | Americká Put |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Aktuální cena podkladového aktiva | + | - | + | - |
| Realizační cena opce | - | + | - | + |
| Datum expirace | ? | ? | + | + |
| Dividenda | - | + | - | + |
| Volatilita aktiva | + | + | + | + |
| Bezriziková úroková sazba | + | - | + | - |

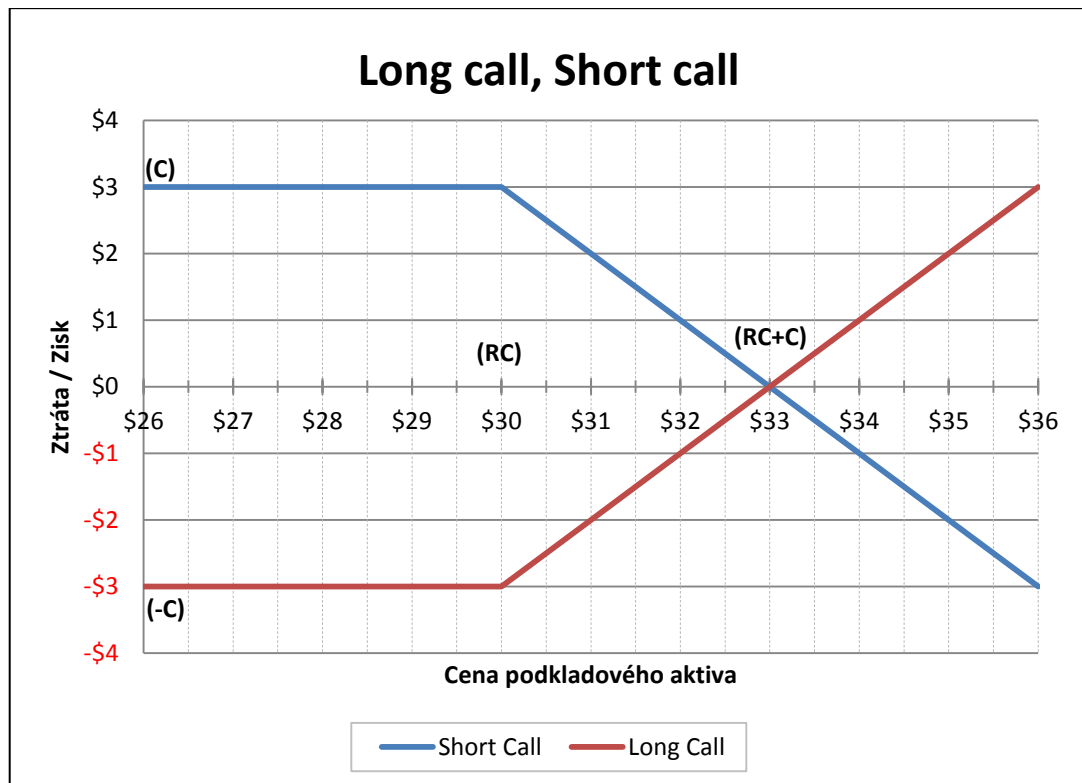
Tabulka 4: Faktory ovlivňující cenu opce, (Zdroj: [1, Kap. 3, str. 56])

2.1.3 Základní opční pozice

V předchozí podkapitole jsme nadefinovali call a put opci a zároveň pozici kterou může investor zaujmout. Investoři, kteří předpokládají nárůst hodnoty podkladového aktiva, se nazývají býci (bulls), naopak ti, kteří předpokládají pokles, se nazývají medvědi (bears). Nyní ukážeme základní pozice, které lze v opčních kontraktech zaujímat.

- ***Koupě kupní opce - Long call (LC)***

Jedná se o spekulaci na vzrůst hodnoty podkladového aktiva. V této pozici máme právo koupit za danou cenu podkladové aktivum. Za zakoupení pozice musíme zaplatit opční prémii. Tu zaplatíme v okamžiku sjednání kontraktu. Červená čára na obrázku (2) zobrazuje závislost zisku na ceně podkladového aktiva v okamžiku realizace opce a je z ní patrné, že ztráta je v tomto případě omezena zaplacenou opční premií. V případě poklesu ceny podkladového aktiva i na nulu, je tato zaplacená opční prémie naší potencionální maximální ztrátou. Naopak, při růstu ceny podkladového aktiva o velikost prémie, kterou jsme zaplatili, naše ztráta mizí. Pokud je tržní hodnota aktiva v době splatnosti opce vyšší než realizační cena opce, navýšená o zaplacenou opční prémii, dosahujeme zisku. Jako držitelé opce call ji tedy můžeme uplatnit, nakoupit podkladové aktivum za realizační cenu a zároveň ho na kapitálovém trhu prodat za aktuální tržní hodnotu, která je vyšší než realizační cena.



**Obrázek 2: Koupě kupní opce - Long call ($RC = 30\$$, $C = -3\$$),
Prodej kupní opce - Short Call ($RC = 30\$$, $C = 3\$$)**

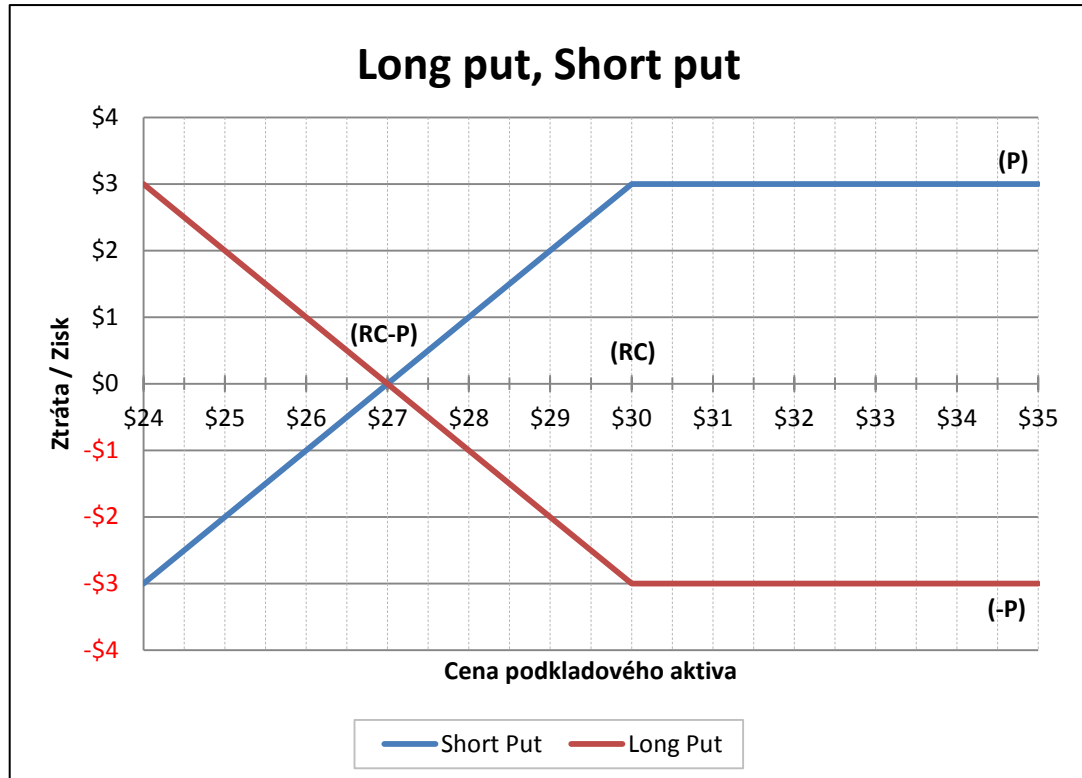
- **Prodej kupní opce - Short call (SC)**

Jedná se o zrcadlovou pozici. V této pozici tedy nepředpokládáme růst ceny podkladového aktiva a máme povinnost na požádání držitele opce prodat za realizační cenu příslušné podkladové aktivum. Nyní jsme prodali opci a inkasovali opční prémii. Tato prémie je náš maximální zisk, jak je z obrázku (2) patrné. Za předpokladu nárůstu ceny podkladového aktiva zaznamenáváme ztrátu. Naše potenciální ztráta není teoreticky ohraničena, ale je snížena o inkasovanou opční prémii.

- **Koupě prodejní opce - Long put (LP)**

V pozici long put máme právo prodat za dohodnutou realizační cenu podkladové aktivum. Za zakoupení pozice musíme zaplatit opční prémii. Pokud zaujmeme tuto pozici, předpokládáme pokles ceny podkladového aktiva. V případě poklesu ceny aktiva pod realizační cenu, poníženou o zaplacenou opční prémii, je naše pozice zisková. Maximálního zisku dosahujeme v případě, že cena aktiva klesne na nulu. Práva prodat podkladové aktivum využijeme, pokud jeho tržní hodnota bude nižší než realizační cena.

Nakoupíme dané množství podkladového aktiva a prodáme ho vypisovateli opce za dohodnutou realizační cenu. Maximální ztrátou je pro nás zaplacená opční prémie.



**Obrázek 3: Koupě prodejní opce - Long Put ($RC = 30\$, P = -3\$\$),
Prodej prodejní opce - Short put ($RC = 30\$, P = 3\$\$)**

- **Prodej prodejní opce - Short put (SP)**

Opět, stejně jako v případě call opcí, se jedná se o zrcadlovou pozici k pozici long put. Jsme vypisovateli opce, a tudíž inkasujeme opční prémii a máme povinnost na požádání majitele od něj odkoupit za realizační cenu příslušné podkladové aktivum. Tato prémie je náš maximální zisk, který je ohraničen výší prémie a je znázorněn na obrázku (3). Za předpokladu, že cena aktiva nebude v době vypršení vyšší než realizační cena opce, nebude put opce uplatněna a naše short pozice je automaticky rozvázána tím, že opce put kterou jsme vystavili, vyprchává. Ztrátou je pro nás pokles ceny aktiva pod realizační cenu. Pokles ceny aktiva na nulu je pak maximální ztrátou. Jedná se tedy o spekulaci na nárůst hodnoty podkladového aktiva.

3 Kombinované opční strategie

V této kapitole navážeme na předchozí kapitolu, v níž jsme uvedli čtyři základní opční strategie. Čtyři základní pozice se v praxi vzájemně kombinují, a tudíž je možné vytvářet mnoho různých strategií podle očekávání budoucího vývoje trhu, přístupu investora atd. Tyto strategie tedy kombinujeme, pokud zaujmeme současně více pozic jedné nebo několika opcích vztahujících se ke shodnému podkladovému aktivu. Cílem je, jak už bylo řečeno, nastavit takovou strategii, která bude korespondovat s očekávaným vývojem ceny podkladového aktiva a zároveň bude odpovídat našemu postoji k riziku. Tuto kapitolu věnujeme přehledu nejznámějších a zároveň nejpoužívanějších kombinovaných opčních strategií. Na příkladech znázorníme jejich ziskové profily (závislost zisku na ceně podkladového aktiva v okamžiku realizace opce). V této kapitole bylo využito zdrojů [1] a [5], kdy zdroj [5] posloužil zároveň jako inspirace pro tvorbu ilustračních příkladů.

3.1 Kombinace opce a pokladového aktiva

V první části této kapitoly se budeme věnovat strategiím, u kterých se kromě opcí objevuje také nákup nebo prodej podkladového aktiva. U každé strategie uvedeme příklad, na němž bude její průběh znázorněn.

3.1.1 Vypsání zajištěné opce call (writing a covered call)

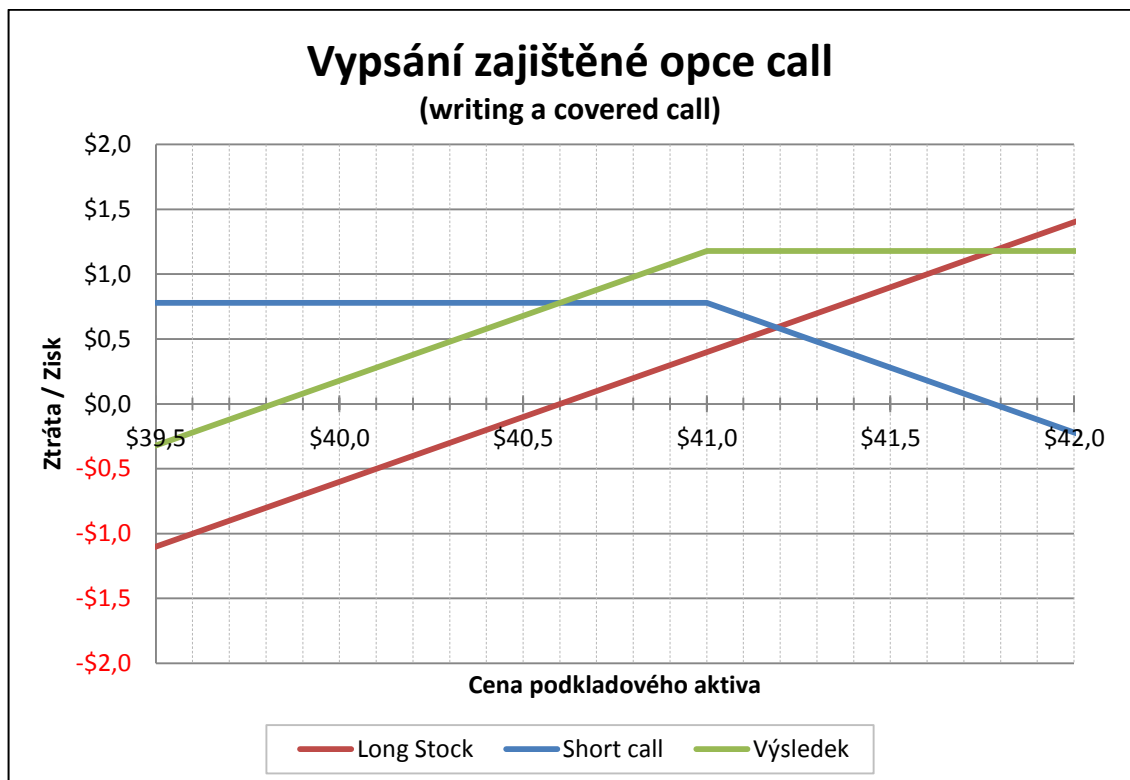
Vypsání zajištěné opce call je jednoduchá a zajímavá strategie. Dosáhneme jí tím, že zaujmeme dlouhou pozici v předmětné akci (long stock), to znamená, zakoupíme ji a zároveň vystavíme (prodáme, tj. zaujmeme krátkou, short pozici v opci call znějící na tuto předmětnou akcii, která call podkládá. Graficky toto znázorňuje obrázek (4). Dlouhá pozice v akci, kterou jsme pořídili za cenu X_i , je znázorněna modrou čarou, krátká pozice v opci call červeně a výsledný ziskový profil zelenou čarou. Tato pozice se nazývá „zajištěná“, neboť v případě prudkého nárůstu ceny předmětné akcie znamenající ztrátu v naší krátké pozici v opci call, je tato ztráta vyvážena ziskem, který nám plyne z růstu ceny této akcie. Zisk v tomto případě tedy generujeme, pokud tržní hodnota akcie vzroste nad hodnotu X_i .

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zakoupíme akcii a zároveň vystavíme call opci s vyšší realizační cenou, než za kterou jsme akcii zakoupili. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00041000 Call \$41 | \$0,78 (+C) | \$0,85 |

| Možný vývoj ceny akcie | Long Stock | Short call | Výsledek |
|------------------------|------------|------------|----------|
| \$39,40 | -\$1,20 | \$0,78 | -\$0,42 |
| \$39,80 | -\$0,80 | \$0,78 | -\$0,02 |
| \$40,20 | -\$0,40 | \$0,78 | \$0,38 |
| \$40,60 | \$0,00 | \$0,78 | \$0,78 |
| \$41,00 | \$0,40 | \$0,78 | \$1,18 |
| \$41,40 | \$0,80 | \$0,38 | \$1,18 |
| \$41,80 | \$1,20 | -\$0,02 | \$1,18 |
| \$42,20 | \$1,60 | -\$0,42 | \$1,18 |

Tabulka 5: Vývoj strategie: Vypsání zajištěné opce call



Obrázek 4: Grafická interpretace strategie: Vypsání zajištěné opce call, Long stock 40,6\$, SC (RC = 41\$, C = 0,78\$)

Maximálního zisku dosáhneme v případě, že cena akcie se rovná realizační ceně opce. Zde získáváme celou opční prémii a rozdíl mezi realizační cenou a cenou, za kterou jsme akcii svázanou s opcí call zakoupili. Při nárůstu ceny akcie nad realizační cenu opce zůstane zisk stejný jako v bodě realizační ceny opce. Zisk z dlouhé pozice v akcii je totiž kompenzován ztrátou z krátké pozice v opci call. To je znázorněno také na obrázku (4), ziskový profil této strategie je od realizační ceny konstantní.

3.1.2 Ochranná strategie s put opcí (protective put strategy)

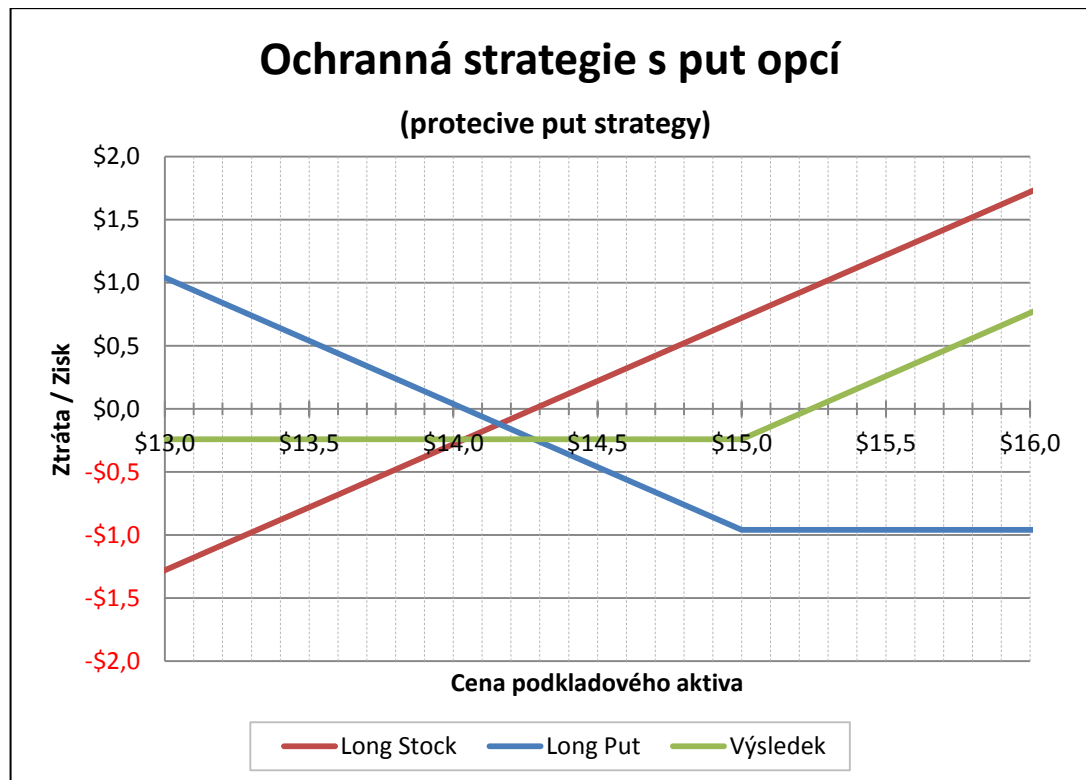
Další jednoduchou strategií představuje dlouhá pozice v opci put, kombinovaná s dlouhou pozicí v předmětné akcii, která opci put podkládá. Tato kombinace se nazývá „Ochranná strategie s put opcí“ a je graficky znázorněna na obrázku (5). Profil koupě akcie je zakreslen červeně, koupě put opce modře a výsledný profil zeleně. Strategie se nazývá „ochranná“, neboť v případě poklesu ceny předmětné akcie znamenající naší ztrátu v dlouhé pozici v akcii je tato ztráta kompenzována ziskem plynoucím z dlouhé pozice v opci put. Zisk, kterého lze dosáhnout v případě růstu tržní hodnoty akcie, je teoreticky neomezený.

Cena akcie společnosti Ford byla dne 15. 12. 2014 \$14,28. Zakoupíme akcii a zároveň zakoupíme put opci s vyšší realizační cenou než, za kterou jsme akcii zakoupili. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|---------------------------|---------------|----------------|
| F150117P00015000 Put \$15 | \$0,93 | \$0,96 (-P) |

| Možný vývoj ceny akcie | Long Stock | Long Put | Výsledek |
|------------------------|------------|----------|----------|
| \$12,76 | -\$1,52 | \$1,28 | -\$0,24 |
| \$13,16 | -\$1,12 | \$0,88 | -\$0,24 |
| \$13,56 | -\$0,72 | \$0,48 | -\$0,24 |
| \$14,28 | \$0,00 | -\$0,24 | -\$0,24 |
| \$15,00 | \$0,72 | -\$0,96 | -\$0,24 |
| \$15,72 | \$1,44 | -\$0,96 | \$0,48 |
| \$16,12 | \$1,84 | -\$0,96 | \$0,88 |
| \$16,52 | \$2,24 | -\$0,96 | \$1,28 |

Tabulka 6: Vývoj strategie: Ochranná strategie s put opcí



**Obrázek 5: Grafická interpretace strategie: Ochranná strategie s put opcí,
Long stock 14,29\$, LP (RC = 15\$, P = -0,96\$)**

Následující dvě strategie kombinují opce s krátkou pozicí v akci. Nejprve ukážeme princip krátkého prodeje akcie. V případě krátkého prodeje z nějakého důvodu předpokládáme pokles ceny předmětné akcie. Sice nejsme majitelem akcie, ale chtěli bychom na poklesu ceny akcie vydělat. Protože akcii nevlastníme, dočasně si ji vypůjčíme od svého makléře. Akcii si lze rovněž vypůjčit od jiného investora na trhu. Poté musíme svou krátkou pozici v akci pokrýt, to znamená koupit zpět předtím prodanou akcii a vrátit ji subjektu, od kterého jsme si ji vypůjčili. Na krátkém prodeji akcie získáme v případě skutečného poklesu ceny akcie a zakoupíme ji v pozdější době levněji, než jsme ji na začátku prodali. Postup v krátkém prodeji akcie je tedy přesně opačný než klasické zakoupení akcie s následným prodejem. Po uhrazení všech transakčních poplatků a částky za vypůjčení akcie dostáváme čistý zisk z krátkého prodeje akcie.

3.1.3 Zajištěná krátká pozice v akcií opcí call (short position hedged by long call)

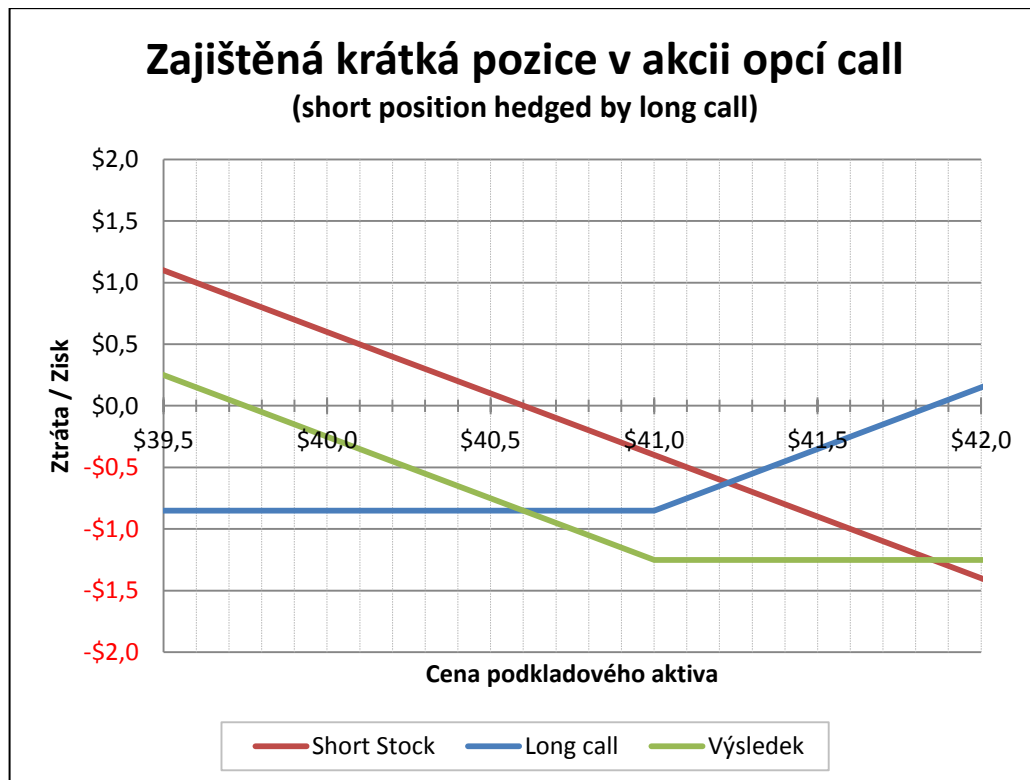
V této opční strategii předpokládáme pokles ceny podkladového aktiva. Zaujmeme krátkou pozici v akcií. Protože se však obáváme reálné situace, že místo předpokládaného poklesu, přijde nárůst ceny podkladového aktiva, zajistíme naši krátkou pozici v akcií zaujetím dlouhé pozice v opci call. Na obrázku (6) je znázorněn ziskový profil strategie zelenou čarou. Můžeme pozorovat, že v případě růstu ceny podkladového aktiva je naše potencionální ztráta omezena. Ztráta zapříčiněna růstem ceny aktiva je zde totiž kompenzována ziskem z dlouhé pozice v opci call. V případě předpokládaného poklesu je zisk redukován o výši zaplacené opční prémie za opci call.

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Vypůjčíme si akcii a zároveň zakoupíme call opci s vyšší realizační cenou než je aktuální cena akcie. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00041000 Call \$41 | \$0,78 | \$0,85 (-C) |

| Možný vývoj ceny akcie | Short Stock | Long call | Výsledek |
|------------------------|-------------|-----------|----------|
| \$39,40 | \$1,20 | -\$0,85 | \$0,35 |
| \$39,80 | \$0,80 | -\$0,85 | -\$0,05 |
| \$40,20 | \$0,40 | -\$0,85 | -\$0,45 |
| \$40,60 | \$0,00 | -\$0,85 | -\$0,85 |
| \$41,00 | -\$0,40 | -\$0,85 | -\$1,25 |
| \$41,40 | -\$0,80 | -\$0,45 | -\$1,25 |
| \$41,80 | -\$1,20 | -\$0,05 | -\$1,25 |
| \$42,20 | -\$1,60 | \$0,35 | -\$1,25 |

Tabulka 7: Vývoj strategie: Zajištěná krátká pozice v akcií opcí call



Obrázek 6: Grafická interpretace strategie: Zajištěná krátká pozice v akcii opcí call, Short stock 40,6\$, LC (RC = 41\$, C = -0,85\$)

3.1.4 Opačná strategie s ochrannou opcí put (reverse of a protective put)

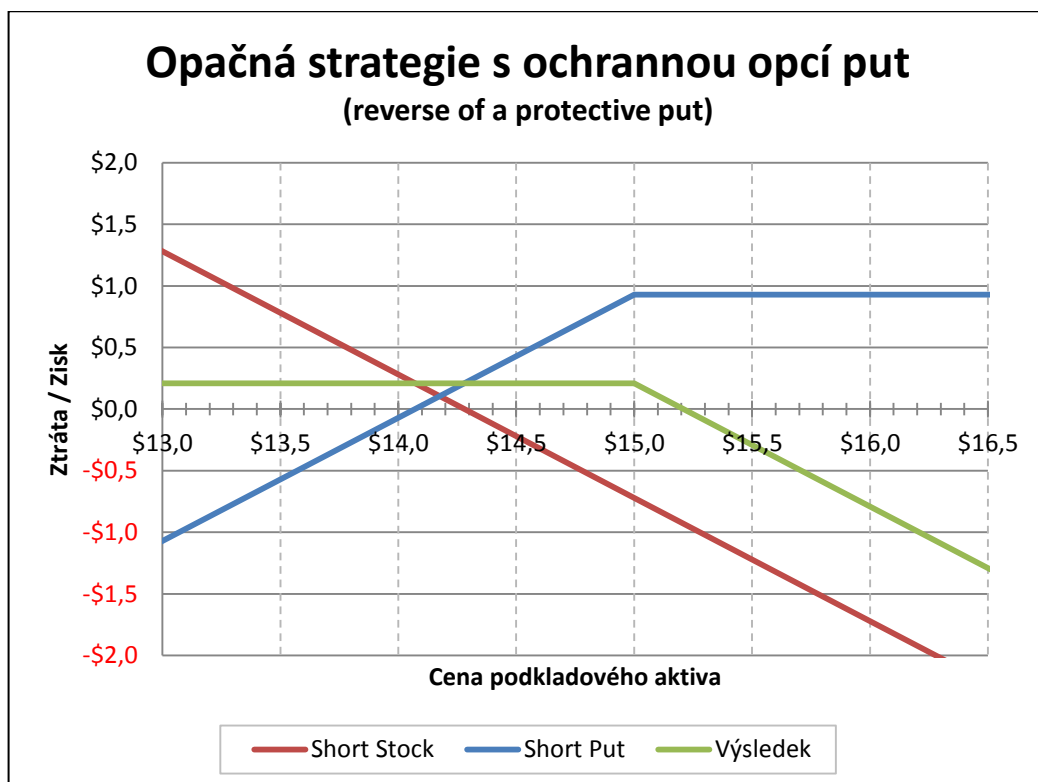
Poslední ze strategií, jež kombinuje podkladové aktivum a opci, je vhodná v případě, že předpokládáme nízkou volatilitu aktiva v budoucím čase a zároveň se však chceme zajistit proti případu, že tomu tak nebude. Zaujímáme krátkou pozici v akcii a zároveň vystavením put opce získáváme prémii, kterou budeme částečně kompenzovat ztrátu v případě růstu ceny akcie, na kterou put opci vypisujeme. Naopak zisk při poklesu ceny akcie je téměř vynulován ztrátou z krátké pozice v opci put. To vidíme na obrázku (7), kde je zelenou barvou znázorněn ziskový profil strategie.

Cena akcie společnosti Ford byla dne 15. 12. 2014 \$14,28. Vypůjčíme si akcii a zároveň vypíšeme put opci s vyšší realizační cenou než je aktuální cena akcie. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|---------------------------|---------------|----------------|
| F150117P00015000 Put \$15 | \$0,93 (P) | \$0,96 |

| Možný vývoj ceny akcie | Short Stock | Short Put | Výsledek |
|------------------------|-------------|-----------|----------|
| \$12,76 | \$1,52 | -\$1,31 | \$0,21 |
| \$13,16 | \$1,12 | -\$0,91 | \$0,21 |
| \$13,56 | \$0,72 | -\$0,51 | \$0,21 |
| \$14,28 | \$0,00 | \$0,21 | \$0,21 |
| \$15,00 | -\$0,72 | \$0,93 | \$0,21 |
| \$15,72 | -\$1,44 | \$0,93 | -\$0,51 |
| \$16,12 | -\$1,84 | \$0,93 | -\$0,91 |
| \$16,52 | -\$2,24 | \$0,93 | -\$1,31 |

Tabulka 8: Vývoj strategie: Opačná strategie s ochrannou opcí put



Obrázek 7: Grafická interpretace strategie: Opačná strategie s ochrannou opcí put, Short stock 14,28\$, SP (RC = 15\$, P = 0,93\$)

3.2 Kombinace opcí různého typu

Nyní se budeme zabývat strategiemi, jež zahrnují pozice ve více než v jedné třídě opcí (call i put), které znějí na stejnou předmětnou akcii. Nejprve to budou strategie, které kombinují opce se stejnou realizační cenou: Syntetický nákup akcie, Syntetický prodej akcie a Long/Short Straddle. Tyto strategie si ukážeme na následujícím příkladu týkajícího se akcií společnosti Coca – Cola.

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zvolíme opce s realizační cenou nejbližší aktuální hodnotě akcií. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

3.2.1 Syntetický nákup akcie (synthetic long stock)

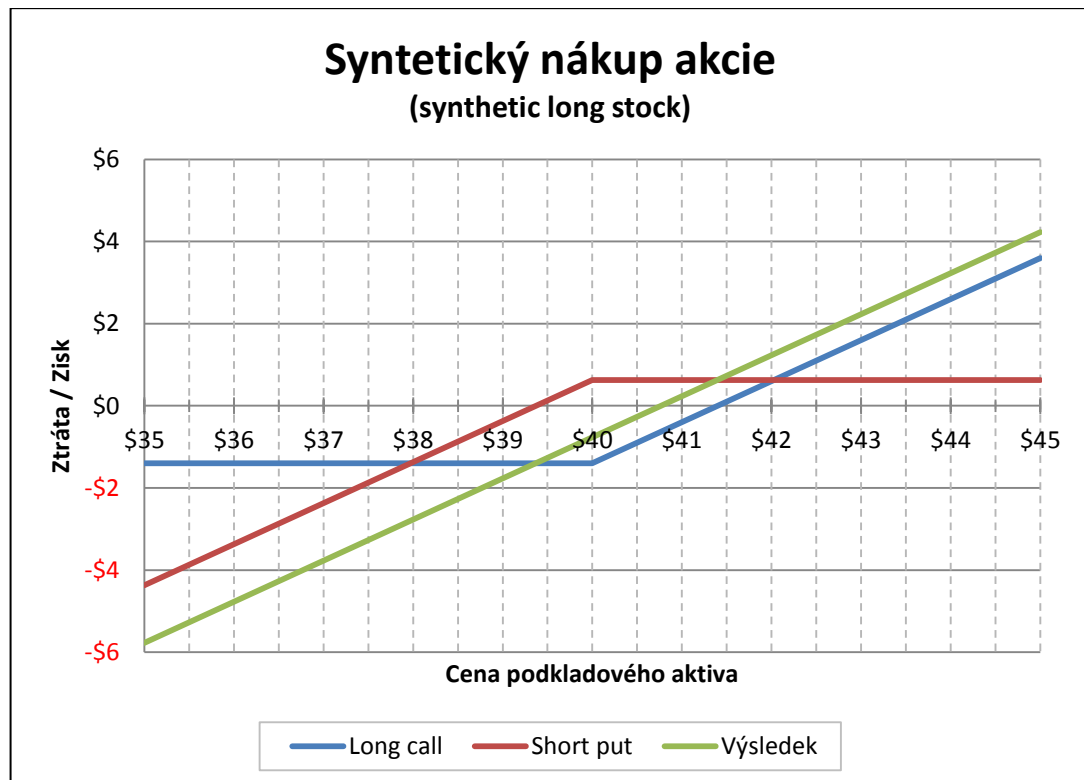
První z těchto kombinací je syntetický nákup akcie, což je kombinace dlouhé pozice v opci call a krátké pozice v opci put se stejnou realizační cenou a stejným datem splatnosti. Oproti nákupu akcie je náklad této kombinace velice malý. Zisku zde dosahujeme, pokud cena podkladové akcie bude v době splatnosti opce vyšší než realizační cena opcí navýšená o vyplacenou opční prémii v opci call. Maximální zisk je v tomto případě neomezen, stejně tak je však neomezena maximální ztráta strategie.

V následující tabulce (9) jsou uvedeny hodnoty opcí a průběh strategie. Ten je poté zobrazen na obrázku (8).

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 | \$1,40 (-C) |
| KO150117P00040000 Put \$40 | \$0,63 (+P) | \$0,70 |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call | Short put | Výsledek |
|------------------------|-----------|-----------|----------|
| \$35,00 | -\$1,40 | -\$4,37 | -\$5,77 |
| \$40,00 | -\$1,40 | \$0,63 | -\$0,77 |
| \$40,77 | -\$0,63 | \$0,63 | \$0,00 |
| \$45,00 | \$3,60 | \$0,63 | \$4,23 |

Tabulka 9: Vývoj strategie: Syntetický nákup opce



Obrázek 8: Grafická interpretace strategie: Syntetický nákup akcie,
LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), SP (RC = 40\$, P = 0,63\$)

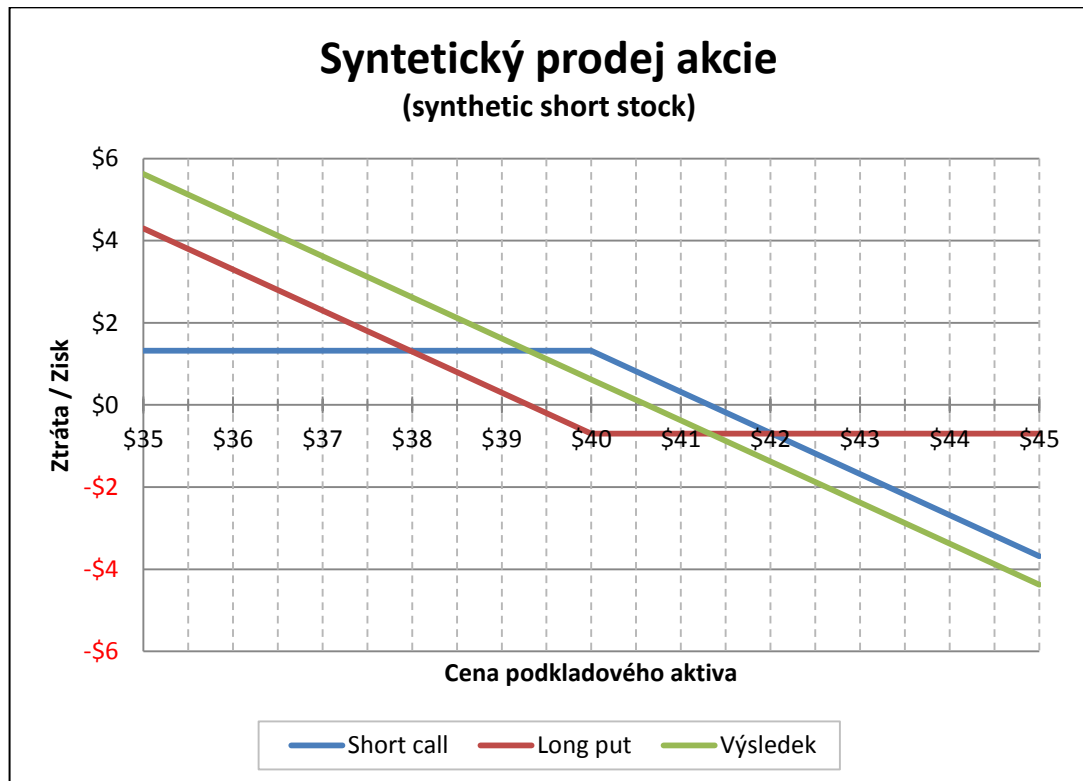
3.2.2 Syntetický prodej akcie (synthetic short stock)

Tentokrát se jedná o kombinaci krátké pozice v opci call a dlouhé pozice v opci put, opět se stejnou realizační cenou a dobou splatnosti. Zisku zde dosahujeme při poklesu aktiva pod realizační cenu obou opcí navýšenou o obdrženou opční prémii z krátké pozice v opci call. Stejně jako v předchozím případě jsou potenciální ztráta a zisk neomezeny. Jak již bylo řečeno, jsou zde opět nízké počáteční náklady, a proto obě tyto strategie nabízí vysoký pákový efekt.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 (+C) | \$1,40 |
| KO150117P00040000 Put \$40 | \$0,63 | \$0,70 (-P) |

| Možný vývoj ceny akcie | Short call | Long put | Výsledek |
|------------------------|------------|----------|----------|
| \$35,00 | \$1,32 | \$4,30 | \$5,62 |
| \$40,00 | \$1,32 | -\$0,70 | \$0,62 |
| \$40,62 | \$0,70 | -\$0,70 | \$0,00 |
| \$45,00 | -\$3,68 | -\$0,70 | -\$4,38 |

Tabulka 10: Vývoj strategie: Syntetický prodej akcie



Obrázek 9: Grafická interpretace strategie: Syntetický prodej akcie, SC (RC = 40\$, C = 1,32\$), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$)

3.2.3 Long/Short Straddle

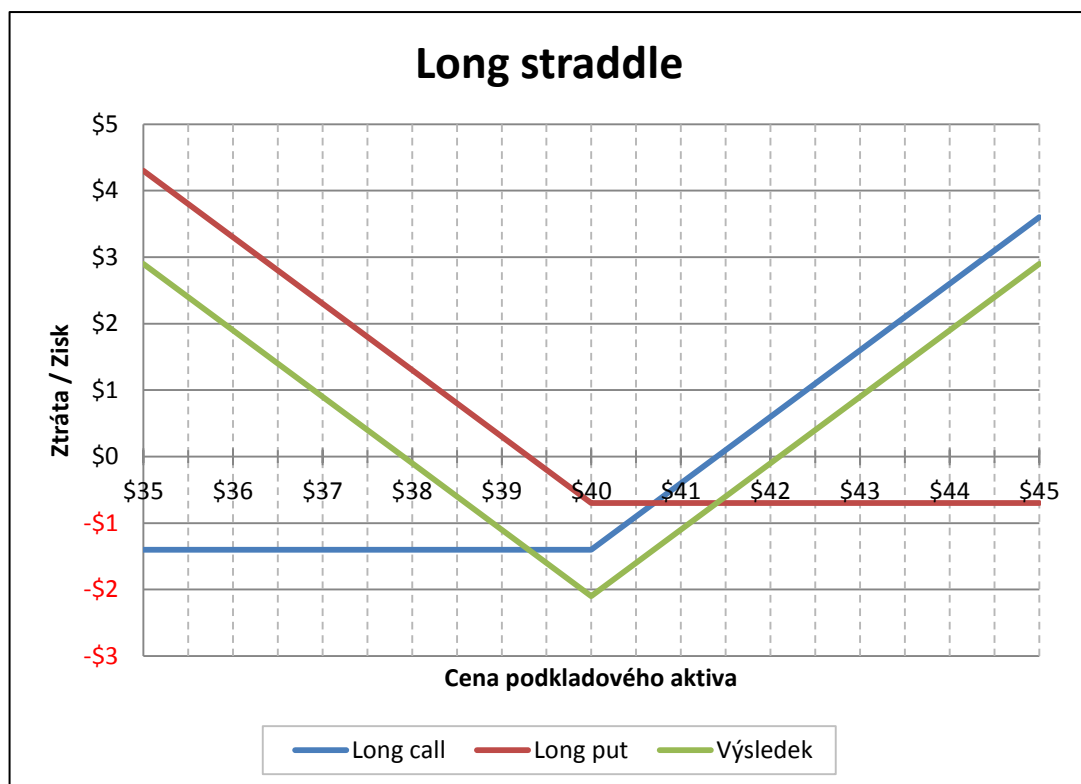
Kombinace straddle vytvoříme, tak že zaujmeme dlouhou pozici jak v opci call, tak v opci put. Obě opce mají stejnou realizační cenu a stejnou dobu splatnosti. Ziskový profil této strategie je znázorněn zelenou čarou na obrázku (10) a připomíná otevřenou vidlici, odtud název strategie. My jsme na obrázku ukázali takzvaný long straddle (bottom nebo purchase). Tuto kombinaci budeme iniciovat v případě, že očekáváme výrazný pohyb tržní hodnoty akcie, cena akcie se bude v době splatnosti obou opcí výrazně lišit od aktuálního kurzu. Z obrázku je patrné, že pohyb ceny aktiva je v tomto případě lhostejný. Maximální ztráta je v tomto případě ohraničena a je rovna součtu obou

vyplacených opčních prémie. Teoretický zisk je při velké volatilitě předmětné akcie prakticky neomezený, pouze při poklesu ceny aktiva na nulu je limitován realizační cenou opce poníženou o náklady na pořízení této opce.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 | \$1,40 (-C) |
| KO150117P00040000 Put \$40 | \$0,63 | \$0,70 (-P) |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call | Long put | Výsledek |
|------------------------|-----------|----------|----------|
| \$35,00 | -\$1,40 | \$4,30 | \$2,90 |
| \$37,90 | -\$1,40 | \$1,40 | \$0,00 |
| \$40,00 | -\$1,40 | -\$0,70 | -\$2,10 |
| \$42,10 | \$0,70 | -\$0,70 | \$0,00 |
| \$45,00 | \$3,60 | -\$0,70 | \$2,90 |

Tabulka 11: Vývoj strategie: Long straddle



Obrázek 10: Grafická interpretace strategie: Long Straddle, LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$)

V případě, že zaujmeme inverzní pozici, se strategie straddle sestává z krátkých (short) pozic v opci call i v opci put za stejných podmínek. Tato strategie se nazývá short

straddle nebo často top straddle. Jedná se o prodej opcí, nikoliv o koupi jak tomu bylo v předchozím případě. Nyní naopak nepředpokládáme výrazný pohyb ceny akcie. Zisk je generován při malém pohybu ceny předmětné akcie, a to maximálně do výše součtu obou opčních premií. Maximální ztráta je zde teoreticky neomezena.

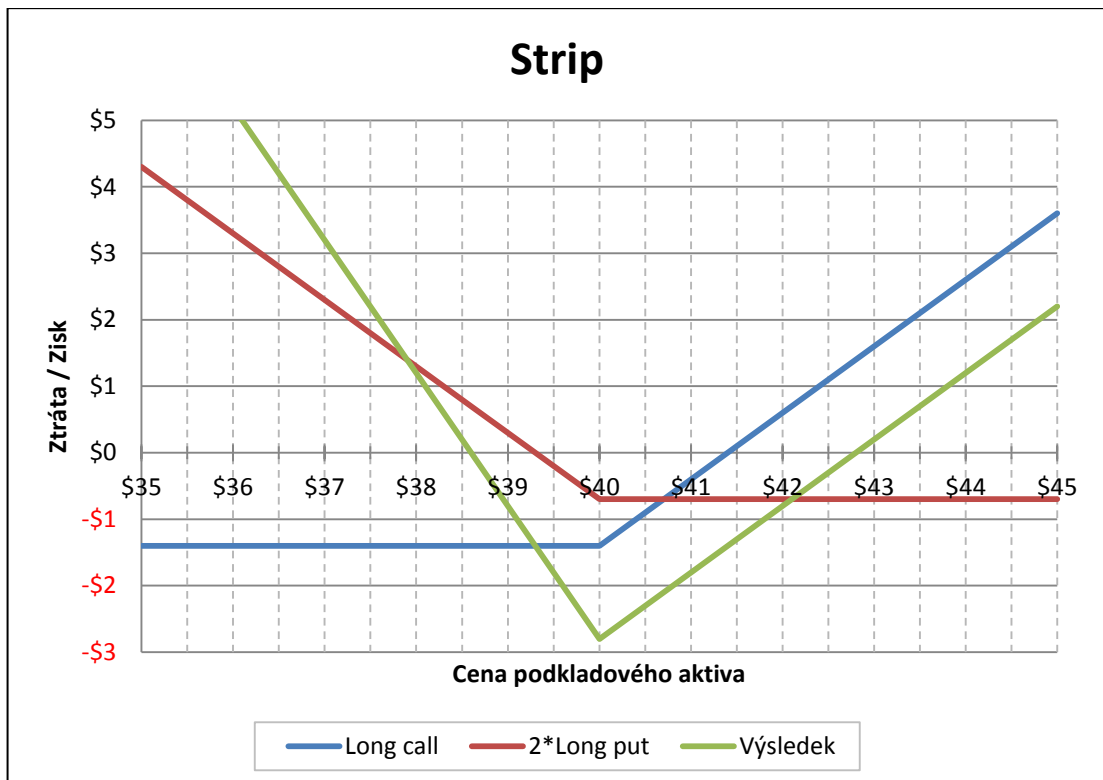
3.2.4 Strip

Strategie strip se velice podobá strategii straddle. Na rozdíl od strategie straddle zaujmeme dlouhou pozici v jedné opci call, ale ve dvou opcích put. Tuto strategii, podobně jako straddle využijeme v případě, že očekáváme výrazný pohyb ceny předmětné akcie. To znamená, že cena předmětné akcie bude v době splatnosti obou tříd opcí výrazně odlišná od kurzu, při kterém je strip uzavírán. Na rozdíl od strategie straddle není pohyb ceny úplně lhostejný. Jak je vidět ze ziskového profilu na obrázku (11), při poklesu ceny předmětné akcie v době splatnosti je míra zisku vyšší, než když konečná cena akcie vzroste. Můžeme stejně jako u straddle pozorovat, že maximální ztráta je ohraničena. V tomto případě vzrostou oproti straddle počáteční náklady o opční premii vynaloženou na druhou put opci.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 | \$1,40 (-C) |
| KO150117P00040000 Put \$40 | \$0,63 | \$0,70 (-P) |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call | 2*Long put | Výsledek |
|------------------------|-----------|------------|----------|
| \$35,00 | -\$1,40 | \$4,30 | \$7,20 |
| \$38,60 | -\$1,40 | \$0,70 | \$0,00 |
| \$40,00 | -\$1,40 | -\$0,70 | -\$2,80 |
| \$42,80 | \$1,40 | -\$0,70 | \$0,00 |
| \$45,00 | \$3,60 | -\$0,70 | \$2,20 |

Tabulka 12: Vývoj strategie: Strip



**Obrázek 11: Grafická interpretace strategie: Strip,
LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), 2*LP (RC = 40\$, P = -0,7\$)**

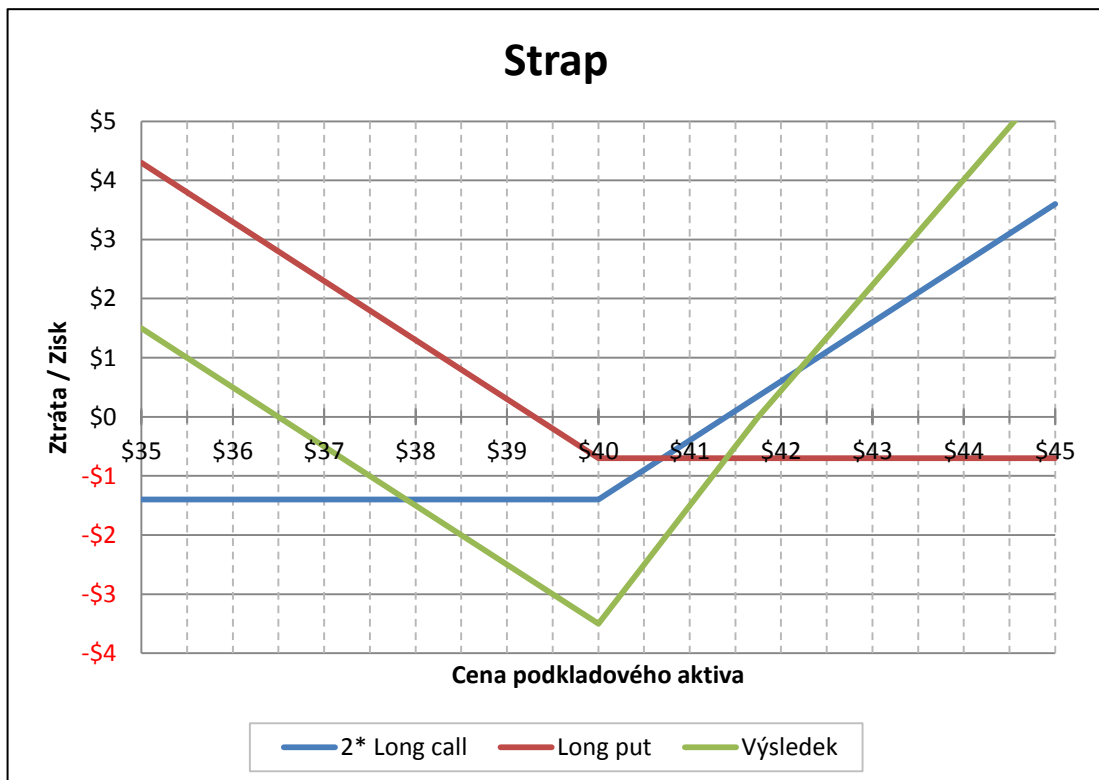
3.2.5 Strap

U této strategie, stejně jako u stripu, předpokládáme výrazný pohyb kurzu předmětné akcie. Tentokrát však zaujmeme long pozici ve dvou opcích call a v jedné opci put. Zakoupení dvou opcí call si nyní zajistíme větší ziskovost v případě růstu ceny předmětné akcie. Maximální ztráta je ohraničena a počáteční náklady oproti kombinaci straddle vzrostou.

| Strap | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 | \$1,40 (-C) |
| KO150117P00040000 Put \$40 | \$0,63 | \$0,70 (-P) |

| Možný vývoj ceny akcie | 2* Long call | Long put | Výsledek |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| \$35,00 | -\$1,40 | \$4,30 | \$1,50 |
| \$36,50 | -\$1,40 | \$2,80 | \$0,00 |
| \$40,00 | -\$1,40 | -\$0,70 | -\$3,50 |
| \$41,75 | \$0,35 | -\$0,70 | \$0,00 |
| \$45,00 | \$3,60 | -\$0,70 | \$5,80 |

Tabulka 13: Vývoj strategie: Strap



Obrázek 12: Grafická interpretace strategie: Strap, 2*LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$)

Následující strategie kombinuje opce s rozdílnou realizační cenou. Průběh strategie bude znázorněn na následujícím příkladu.

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zvolíme call opci s vyšší realizační cenou (\$41) a put s nižší realizační cenou (\$39) než je aktuální cena akcie. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

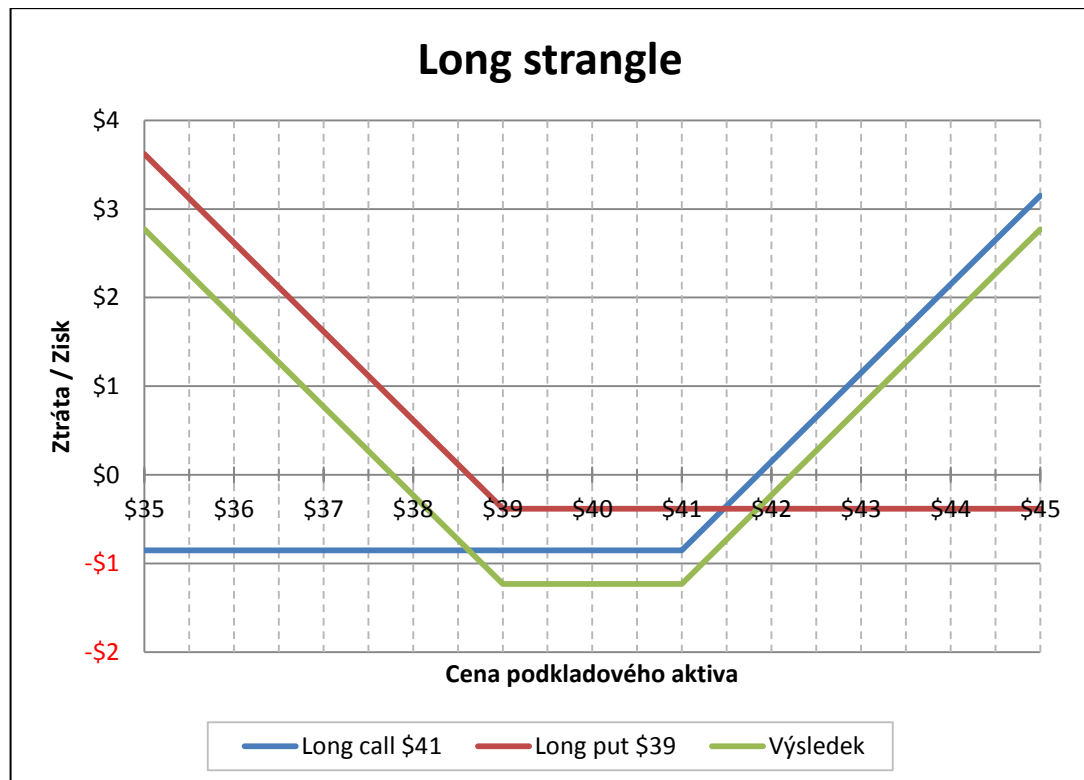
3.2.6 Long/Short Strangle

Tato strategie je velice podobná předchozí strategii straddle, s tím rozdílem, že nyní se opce liší ve své realizační ceně. Konkrétně je realizační cena opce call vyšší než aktuální kurz akcie, naopak realizační cena držené opce put je nižší než aktuální kurz akcie. Na obrázku (13) je ukázána strategie long strangle, zelenou čarou je znázorněn její ziskový profil. Stejně jako u předchozí strategie, očekáváme výrazný pohyb aktiva. Z hlediska nákladnosti je tato strategie oproti straddle výhodnější, neboť v době pořízení jsou obě opce mimo peníze (v případě straddle je alespoň jedna opce v penězích). Jak je vidět z obrázku, je potřeba ke generování zisku větší volatilita předmětné akcie než u strategie straddle. Oproti straddle zde hrozí menší ztráta. Stejně jako u straddle lze zaujmout inverzní strategii v short pozicích.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00041000 Call \$41 | \$0,78 | \$0,85 (-C) |
| KO150117P00039000 Put \$39 | \$0,36 | \$0,38 (-P) |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call \$41 | Long put \$39 | Výsledek |
|------------------------|----------------|---------------|----------|
| \$35,00 | -\$0,85 | \$3,62 | \$2,77 |
| \$37,77 | -\$0,85 | \$0,85 | \$0,00 |
| \$39,00 | -\$0,85 | -\$0,38 | -\$1,23 |
| \$41,00 | -\$0,85 | -\$0,38 | -\$1,23 |
| \$42,23 | \$0,38 | -\$0,38 | \$0,00 |
| \$45,00 | \$3,15 | -\$0,38 | \$2,77 |

Tabulka 14: Vývoj strategie: Long strangle



Obrázek 13: Grafická interpretace strategie: Long strangle, LC (RC = 41\$, C = -0,85\$), LP (RC = 39\$, P = -0,38\$)

3.3 Kombinace opcí stejného typu (Spread)

Strategie typu spread značí kombinování dlouhých a krátkých pozic držených v opcích stejného typu. Rozlišuje se mezi třemi základními variantami

- Vertikální (vertical) spread – opce mají různé realizační ceny
- Kalendářní (horizontal) spread – opce mají různá data splatnosti
- Diagonální (diagonal) spread – opce mají různé realizační ceny i doby splatnosti

My v práci uvedeme několik strategií vertikálního typu.

3.3.1 Býčí rozpětí (verticall bull spread)

Tzv. bull spread se skládá z dlouhé pozice v opci call a krátké pozice v opci call, přičemž v krátké pozici je realizační cena opce vyšší než realizační ceny opce v dlouhé pozici. V této strategii zaujímáme pozici „býka“ (optimistický pohled na pohyb ceny aktiva), to znamená, že očekávám růst ceny podkladového aktiva. Ziskový profil strategie je na obrázku (14) znázorněn zelenou čarou. Opční prémie zaplacená za dlouhou pozici

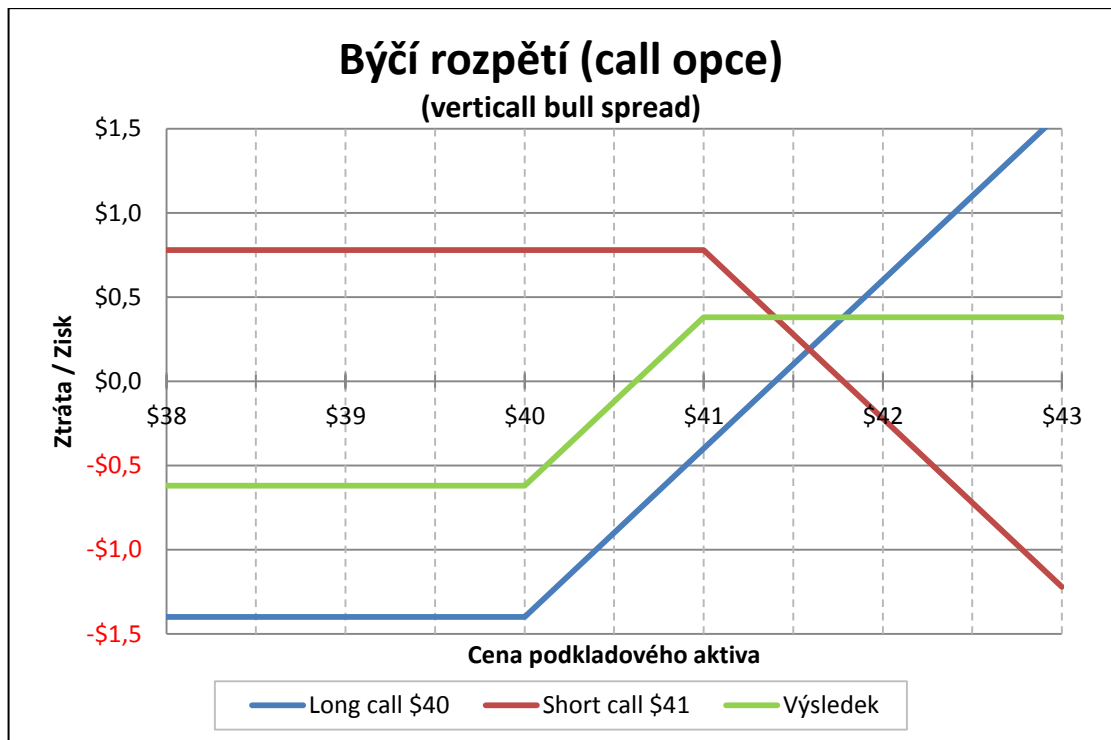
v opci call je vyšší než obdržená prémie za krátkou pozici v call opci. Maximální ztráta i zisk jsou v tomto případě omezeny. Maximální ztráta je rovna počáteční investici, která je rozdílem mezi inkasovanou opční premií za vypsanou call opci a opční premií za zakoupenou call opci. Maximální zisk nastává v bodě realizační ceny call opce v krátké pozici, protože zde jsme povinni dodat příslušné množství podkladového aktiva, což redukuje náš zisk dlouhé pozice v opci call.

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zaujmete dlouhou pozici v call opci s nižší realizační cenou \$40 a krátkou pozici v call opci s vyšší realizační cenou \$41 než je aktuální cena aktiva. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 | \$1,40 (-C) |
| KO150117C00041000 Call \$41 | \$0,78 (+C) | \$0,85 |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call \$40 | Short call \$41 | Výsledek |
|------------------------|----------------|-----------------|----------|
| \$38,00 | -\$1,40 | \$0,78 | -\$0,62 |
| \$40,00 | -\$1,40 | \$0,78 | -\$0,62 |
| \$41,00 | -\$0,40 | \$0,78 | \$0,38 |
| \$43,00 | \$1,60 | -\$1,22 | \$0,38 |

Tabulka 15: Vývoj strategie: Byčí rozpětí (call opce)



**Obrázek 14: Grafická interpretace strategie: Býčí rozpětí (call opce),
LC (RC = 40\$, C = -1,4\$), SC (RC = 41\$, C = 0,78\$)**

Tuto strategii lze také konstruovat pomocí put opcí, kde je realizační cena opce v krátké pozici opět vyšší. Inkasovaná opční prémie bude vyšší než opční prémie vynaložená při nákupu put opce. Už na počátku je naše investice kladná. Použití opcí put je nákladově méně náročné, avšak maximální zisk je nižší než v případě použití call opcí.

3.3.2 Medvědí rozpětí (vertical bear spread)

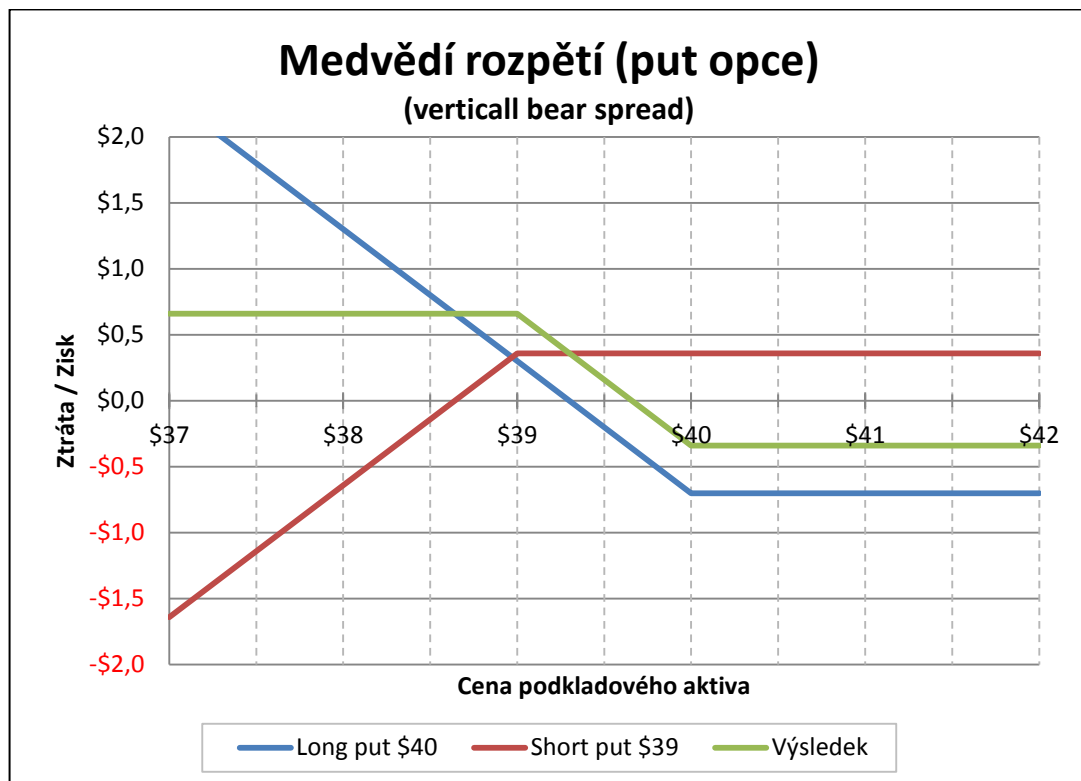
Na rozdíl od předchozí strategie očekáváme pokles ceny podkladového aktiva a jsme v pozici tzv. „medvěda“ (pesimistický pohled na pohyb ceny aktiva). Odtud název strategie. Nyní budeme strategii konstruovat pomocí opcí put. Medvědí rozpětí s opcemi put vytvoříme zaujetím jak krátké, tak dlouhé pozice. Zisk i ztráta jsou opět limitovány a maximální možný zisk je vyšší než maximální možná ztráta. U opcí typu call by tomu bylo naopak. Maximální ztráta je omezena počáteční investicí. Obrázek (15) koresponduje s medvědími očekáváním a maximálního zisku dosahujeme v případě poklesu ceny podkladového aktiva na realizační cenu put opce v krátké pozici.

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zaujmemo dlouhou pozici v put opci s vyšší realizační cenou \$40 a krátkou pozici v put opci s nižší realizační cenou \$39 než je aktuální cena aktiva. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117P00040000 Put \$40 | \$0,63 | \$0,70 (-P) |
| KO150117P00039000 Put \$39 | \$0,36 (+P) | \$0,38 |

| Možný vývoj ceny akcie | Long put \$40 | Short put \$39 | Výsledek |
|------------------------|---------------|----------------|----------|
| \$37,00 | \$2,30 | -\$1,64 | \$0,66 |
| \$39,00 | \$0,30 | \$0,36 | \$0,66 |
| \$40,00 | -\$0,70 | \$0,36 | -\$0,34 |
| \$42,00 | -\$0,70 | \$0,36 | -\$0,34 |

Tabulka 16: Vývoj strategie: Medvědí rozpětí (put opce)



Obrázek 15: Grafická interpretace strategie: Medvědí rozpětí (put opce), LP (RC = 40\$, P = -0,7\$), SP (RC = 39\$, P = 0,36\$)

3.3.3 Motýlkové rozpětí (butterfly spread)

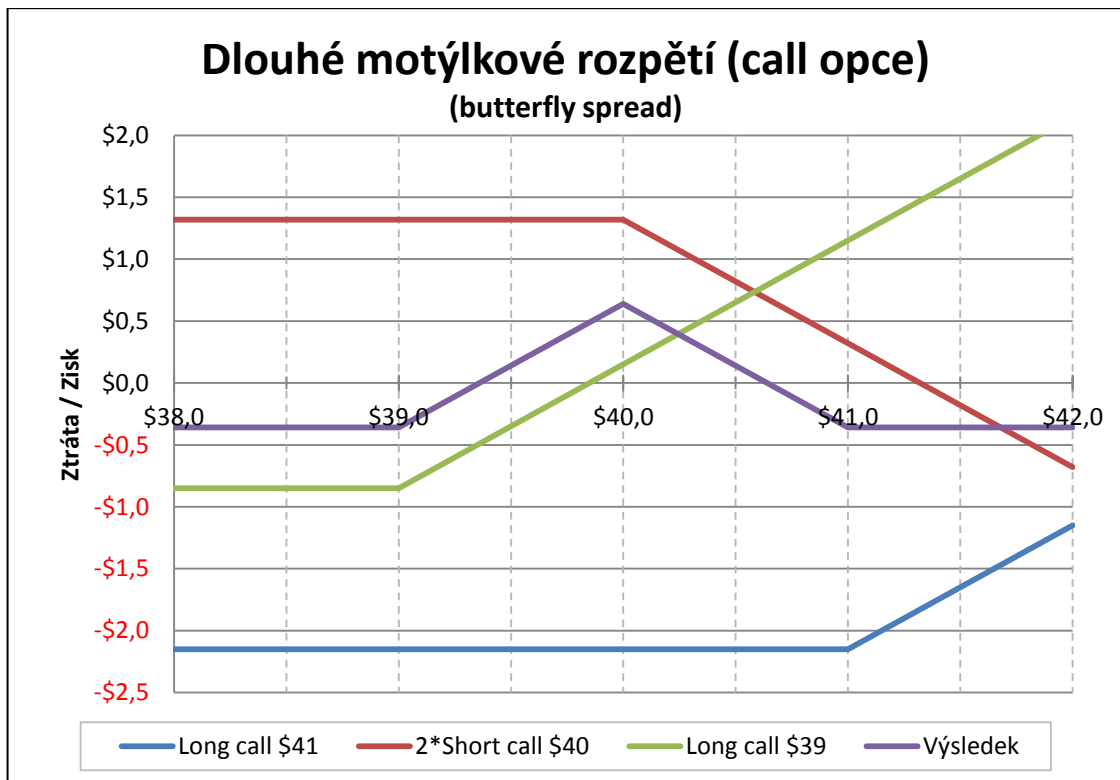
Strategie motýlkové rozpětí je kombinací tří opcí stejného typu. Tato strategie je vhodná, pokud předpokládáme nízkou volatilitu předmětného aktiva. Motýlkové rozpětí lze sestavit jak opcemi typu call, tak opcemi typu put. My ukážeme konstrukci strategie pomocí call opcí v pozici long. To znamená koupí opce call s nižší realizační cenou než je aktuální cena aktiva, opcí call s vyšší realizační cenou a prodej dvou opcí call mezi těmito dvěma cenami. Na obrázku (16) je fialovou čarou zobrazen ziskový profil strategie. Můžeme si všimnout, že maximální ztráta strategie je omezena počáteční investicí strategie. Její hodnota je rovna rozdílu inkasované opční prémie obdržené prodejem dvou call opcí a vyplacenými cenami za koupí dvou call opcí. Maximální zisk nastává, pokud se k datu expirace opcí aktuální cena aktiva rovná realizační ceně prodaných call opcí.

Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zaujmete dlouhou pozici v call opcích s nižší realizační cenou \$39 a vyšší realizační cenou \$41. Dále zaujmete krátkou pozici ve dvou opcích se stejnou realizační cenou \$40. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00039000 Call \$39 | \$1,94 | \$2,15 (-C) |
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 (C) | \$1,40 |
| KO150117C00041000 Call \$41 | \$0,78 | \$0,85 (-C) |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call \$41 | 2*Short call \$40 | Long call \$39 | Výsledek |
|------------------------|----------------|-------------------|----------------|----------|
| \$39,00 | -\$2,15 | \$1,32 | -\$0,85 | -\$0,36 |
| \$41,00 | -\$2,15 | \$1,32 | -\$0,85 | -\$0,36 |
| \$42,50 | -\$2,15 | \$1,32 | \$0,65 | \$1,14 |
| \$44,00 | -\$2,15 | -\$0,18 | \$2,15 | -\$0,36 |
| \$46,00 | -\$0,15 | -\$2,18 | \$4,15 | -\$0,36 |

Tabulka 17: Vývoj strategie: Dlouhé motýlkové rozpětí



Obrázek 16: Grafická interpretace strategie: Dlouhé motýlkové rozpětí, LC (RC = 41\$, C = -2,15\$, 2*SC (RC = 40\$, C = 1,32\$), LC (RC = 39\$, C = -0,85\$)

Pokud bychom očekávali výrazný pohyb ceny podkladového aktiva, lze využít krátké motýlkové rozpětí. Tento případ motýlkového rozpětí zkonstruujeme tak, že zaujmeme krátkou pozici u dvou call opcí s různými realizačními cenami a nákupem dvou call opcí se stejnou realizační cenou. Ziskový profil by byl inverzní podle horizontální osy a zisku by bylo dosaženo při výrazném pohybu ceny aktiva.

3.3.4 Kondor (Condor)

Podobnou strategií je kondor, ovšem s tím rozdílem, že očekáváme nízkou volatilitu aktiva. V praxi to znamená, že prostřední opce nemají stejnou realizační cenu. V důsledku pak maximální zisk není tvořen jedním bodem, ale intervalem mezi realizačními cenami prostředních opcí. Na příkladu si ukážeme konstrukci tzv. dlouhého kondora pomocí opcí call. Ziskový profil je vyznačen světle modře na obrázku (17).

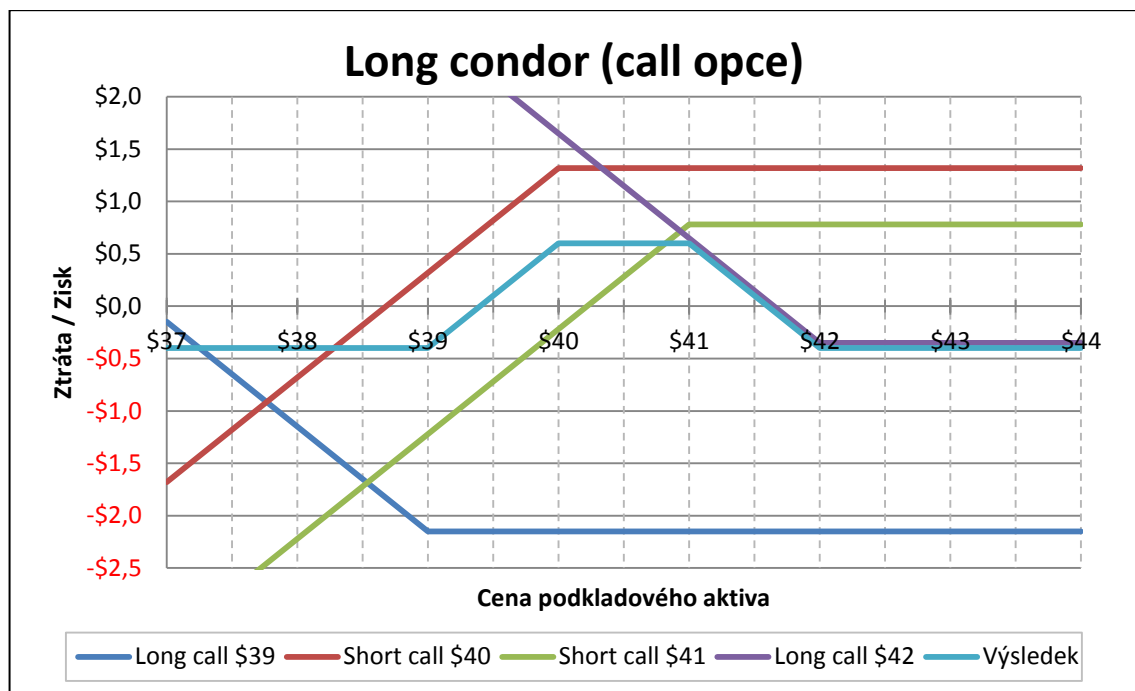
Cena akcie společnosti Coca-Cola byla dne 15. 12. 2014 \$40,6. Zaujmeme dlouhou pozici v call opcích s nižší realizační cenou \$39 a vyšší realizační cenou \$42. Dále zaujmeme krátkou pozici ve dvou opcích opět s nižší realizační cenou \$40 a vyšší realizační cenou

\$41. Realizační ceny call opcí v pozici short budou mezi realizačními cenami opcí v pozici long. Splatnost opce je v lednu, tj. 17. 1. 2015.

| Opční kontrakt | Nabídka (Bid) | Poptávka (Ask) |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| KO150117C00039000 Call \$39 | \$1,94 | \$2,15 (-C) |
| KO150117C00040000 Call \$40 | \$1,32 (C) | \$1,40 |
| KO150117C00041000 Call \$41 | \$0,78 (C) | \$0,85 |
| KO150117C00042000 Call \$42 | \$0,32 | \$0,35 (-C) |

| Možný vývoj ceny akcie | Long call \$39 | Short call \$40 | Short call \$41 | Long call \$42 | Výsledek |
|------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------|
| \$37,00 | -\$0,15 | -\$1,68 | -\$3,22 | \$4,65 | -\$0,40 |
| \$39,00 | -\$2,15 | \$0,32 | -\$1,22 | \$2,65 | -\$0,40 |
| \$40,00 | -\$2,15 | \$1,32 | -\$0,22 | \$1,65 | \$0,60 |
| \$41,00 | -\$2,15 | \$1,32 | \$0,78 | \$0,65 | \$0,60 |
| \$42,00 | -\$2,15 | \$1,32 | \$0,78 | -\$0,35 | -\$0,40 |
| \$44,00 | -\$2,15 | \$1,32 | \$0,78 | -\$0,35 | -\$0,40 |

Tabulka 18: Vývoj strategie: Long condor



Obrázek 17: Grafická interpretace strategie: Long condor, LC (RC = 39\$, C = -2,15\$), SC (RC = 40\$, C = 1,32\$), SC (RC = 41\$, C = 0,78\$), LC (RC = 42\$, C = -0,35\$)

4 Data podkladového aktiva a data opcí

V této kapitole popíšeme zdroj používaných dat a způsob jejich získávání pro další zpracovávání. Oba potřebné datové soubory byly získávány přímo ze serveru yahoo.finance.com. Pro budoucí chod uživatelského programu bude nutné připojení k internetu pro přístup na tento webový server. Pro veškeré výpočty a práci s daty byl v práci použit software Matlab, Ver. 7.9.0 (R2009b), [2009-08-12].

4.1 Historická data podkladového aktiva

Historická data podkladových aktiv byla získána pomocí funkce *StockQuoteQuery*. Tato funkce přistupuje na webový server Yahoo pomocí rozhraní Matlab Java URL. Vstupem této funkce je symbol akcie, o které chceme historické informace získat, dále časové rozmezí a frekvence sběru dat. Na následujícím obrázku (18) je uveden příklad použití této funkce pro podkladové aktivum Ford. (Zdroj: [8])

```
smbl = 'F';           % Symbol aktiva, které chceme analyzovat
d1   = '1-Jan-2015'; % Volba počátečního data
d2   = today;        % Volba konečného data
freq = 'd';          % Frekvence dat; d=denní, w=týdenní, m=měsíční

[date, close, open, low, high, volume, closeadj] ...
    = StockQuoteQuery(smbl,d1,d2,freq) ; % Spuštění funkce
```

Obrázek 18: Příklad použití funkce *StockQuoteQuery*

Výstupem této funkce jsou data popisující vývoj ceny podkladového aktiva:

- **Date** – datum příslušné ceny podkladového aktiva
- **Close** – uzavírací cena aktiva daného data
- **Open** – otevírací cena aktiva daného data
- **Low** – nejnižší cena aktiva daného data
- **High** – nejvyšší cena aktiva daného data
- **Closeadj** – upravená uzavírací cena aktiva

4.2 Data opcí

Data opcí byla opět získávána z finančního serveru Yahoo, na kterém jsou volně přístupná. Neplacená data bývají obvykle zobrazována s 20minutovým zpožděním. Bylo použito funkce *GetYahooOptionChain*. (Zdroj: [9]) Vstupem funkce je symbol podkladového aktiva, od něhož jsou opce odvozeny, dále pak datum expirace opcí a možnost výběru typu opce (call, put). Na obrázku (19) můžeme vidět příklad použití pro opce vztahující se k podkladovému aktivu Ford s datem expirace 13. 5. 2016.

```
Ticker = 'F';           % Symbol podkladového aktiva
ExpDate = '2016-05-13'; % Datum expirace

[ dataOut ] = GetYahooOptionChain( Ticker, ExpDate); % Spuštění funkce
```

Obrázek 19: Příklad použití funkce *GetYahooOptionChain*

Výstupem funkce jsou informace o opčních kontraktech vztahujících se ke zvolenému podkladovému aktivu. Hlavním výstupem funkce jsou data, která byla dále využita v praktické části:

- **Strike** – Realizační cena opce
- **ContractName** – Název opčního kontraktu v následujícím formátu

| F160513C00014000 | | | | | |
|------------------|---------------------|-------|-----|-------------------|-------------------------|
| Symbol aktiva | Datum expirace opce | | | Typ opce (C/P) | Realizační cena opce |
| | Rok | Měsíc | Den | | |
| F - Ford | 2016 | 05 | 13 | C - Call | 14.00 |

Tabulka 19: Kód opce

- **LastPrice** – Poslední obchodovaná cena opce
- **Bid** – Nabídková cena opce. Nejvyšší cena, kterou je někdo ochoten zaplatit za danou opci, aby ji koupil. Pokud budeme chtít opci prodat, toto je cena, za kterou budeme přibližně prodávat.
- **Ask** – Poptávková cena opce. Nejnižší cena, za kterou je někdo ochoten opci prodat. Pokud budeme chtít opci koupit, je toto cena, za kterou budeme přibližně nakupovat.
- **Volume** - Ukazuje současný objem pro daný kontrakt. Volume udává informaci o tom, jak je daný opční kontrakt likvidní. Pokud je nízké, bude obtížné získat

plnění. Pokud je naopak vysoké, bude to znamenat, že opční kontrakt se čile obchoduje a neměl by být tak velký problém nalézt na trhu protistranu, která s námi uzavře obchod.

Data byla dále upravena do matic pro tvorbu ziskových profilů daných opcí. Postup tvorby těchto ziskových profilů bude popsán později.

5 Analýza dat podkladového aktiva

Získaná data byla použita k bližší analýze podkladového aktiva. Pro analýzu byly použity upravené uzavírací ceny aktiva. V případě, že společnost vyplácí dividendy svým akcionářům, jsou tato data upravena právě ve dny, kdy k výplatě dividend dochází.

5.1 Základní statistické zpracování

Pro získaná historická data byla v Matlabu vytvořena funkce *zakladni_charakteristiky.m*. Funkce umožní získat popisné statistiky podkladového aktiva a jeho grafické zpracování. Na základě historických cen podkladového aktiva byly vypočítány denní změny cen podkladového aktiva pomocí vzorce

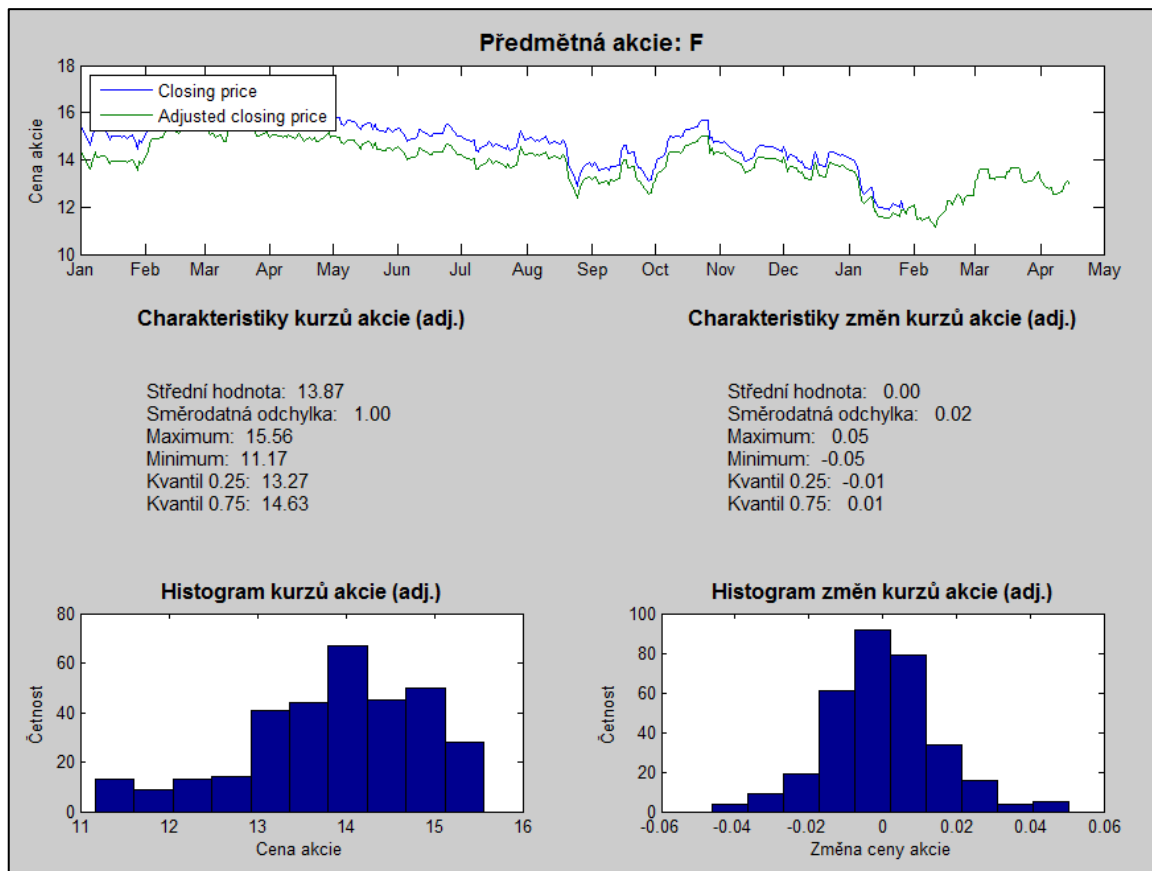
$$\frac{X_i - X_{i+1}}{X_i}, \quad (5.1)$$

kde X_i cena podkladového aktiva v čase i a X_{i+1} je cena podkladového aktiva v čase $i + 1$.

Nejprve byla data o cenách vykreslena (`close`, `closeadj`) a pomocí matlabovských funkcí pro historické ceny a změny cen podkladového aktiva vypočteny základní popisné statistiky. Dále byly, jak pro historické ceny, tak pro změny cen aktiva, vykresleny histogramy. Byly použity následující funkce.

- **Mean** – Výběrový aritmetický průměr
- **Var** – Rozptyl
- **Std** – Směrodatná odchylka
- **Quantile** – 25% a 75% kvantil
- **Min, Max** – Minimum, Maximum
- **Hist** – Vykreslení histogramů
- **Plot** – Vykreslení dat

Toto základní zpracování je následně pomocí funkce *subplot* uspořádáno do jednoho okna. Příklad výstupu základního statistického zpracování je uveden na následujícím obrázku (20). Jsou zpracována historická denní data společnosti Ford v časovém rozmezí od 1. 1. 2015 do 18. 4. 2016.



Obrázek 20: Základní charakteristiky akcie Ford, za období od 1. 10. 2015 do 18. 4. 2016

5.2 Předpokládaný vývoj ceny podkladového aktiva

Pro odhad ceny podkladového aktiva v budoucím čase neexistuje žádný univerzální model. Budoucí hodnotu ceny podkladového aktiva lze předpovídat na základě odhadu trendu. Tyto odhady jsou vhodné pro dlouhodobé předpovědi. V krátkém období nejsou schopny postihnout výkyvy cen podkladového aktiva. Přesný odhad budoucí ceny však není příliš reálný, a proto budou pro odhad budoucí ceny použity právě odhady na základě odhadu trendu a budeme předpokládat, že rozložení cen bude odhadnuté pomocí historických hodnot. Pro tyto účely bylo použito zdrojů [6] a [7].

5.2.1 Odhad trendu cen podkladového aktiva

Předpokládejme, že historické ceny aktiv obsahují trend, který se budeme snažit odhadnout na základě regresní analýzy. Označme T nezávisle proměnnou (doba) a X závisle proměnnou (upravená cena podkladového aktiva). Regresní funkcí pak rozumíme

$$\mu(t) = E(X|T = t). \quad (5.2)$$

To znamená, že regresní funkce udává, jaká je střední hodnota náhodné veličiny X při dané hodnotě t . Budeme tedy uvažovat následující model pro vyrovnání trendu cen podkladového aktiva:

$$X_i = T_i(t) + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim iid(0, \sigma^2), \quad i = 1, \dots, n, \quad (5.3)$$

kde

X_i je upravená cena podkladového aktiva,

$T_i(t)$ je trendová složka modelu,

ε_i náhodná složka modelu,

n počet upravených cen podkladového aktiva.

My budeme uvažovat následující nejpoužívanější typy trendů, a to trend lineární, kvadratický, exponenciální, modifikovaný exponenciální, logistický a Gompertzovu křivku.

Pro výběr trendové funkce bude využito informativních testů na základě jednoduchých charakteristik historických cen aktiva. Ty jsou shrnuty v následující tabulce. Bude volen ten typ trendu, pro který jsou uvedené hodnoty přibližně konstantní.

| Trend | Informativní test |
|---|---|
| Lineární trend | První diference $X_i - X_{i-1}$ jsou přibližně konstantní. |
| Kvadratický trend | Druhé diference $X_i - 2X_{i-1} + X_{i-2}$ jsou přibližně konstantní. |
| Exponenciální trend | Podíly sousedních X_i/X_{i-1} hodnot jsou přibližně konstantní. |
| Modifikovaný exponenciální trend | Podíly $\frac{X_i - X_{i-1}}{X_{i-1} - X_{i-2}}$ jsou přibližně konstantní. |
| Logistický trend | Podíly $\frac{1/X_i - 1/X_{i-1}}{1/X_{i-1} - 1/X_{i-2}}$ jsou přibližně konstantní. |
| Gompertzova křivka | Podíly $\frac{\ln(X_i) - \ln(X_{i-1})}{\ln(X_{i-1}) - \ln(X_{i-2})}$ jsou přibližně konstantní. |

Tabulka 20: Informativní testy pro volbu trendu (Zdroj: [12, Kap. 4, str. 131])

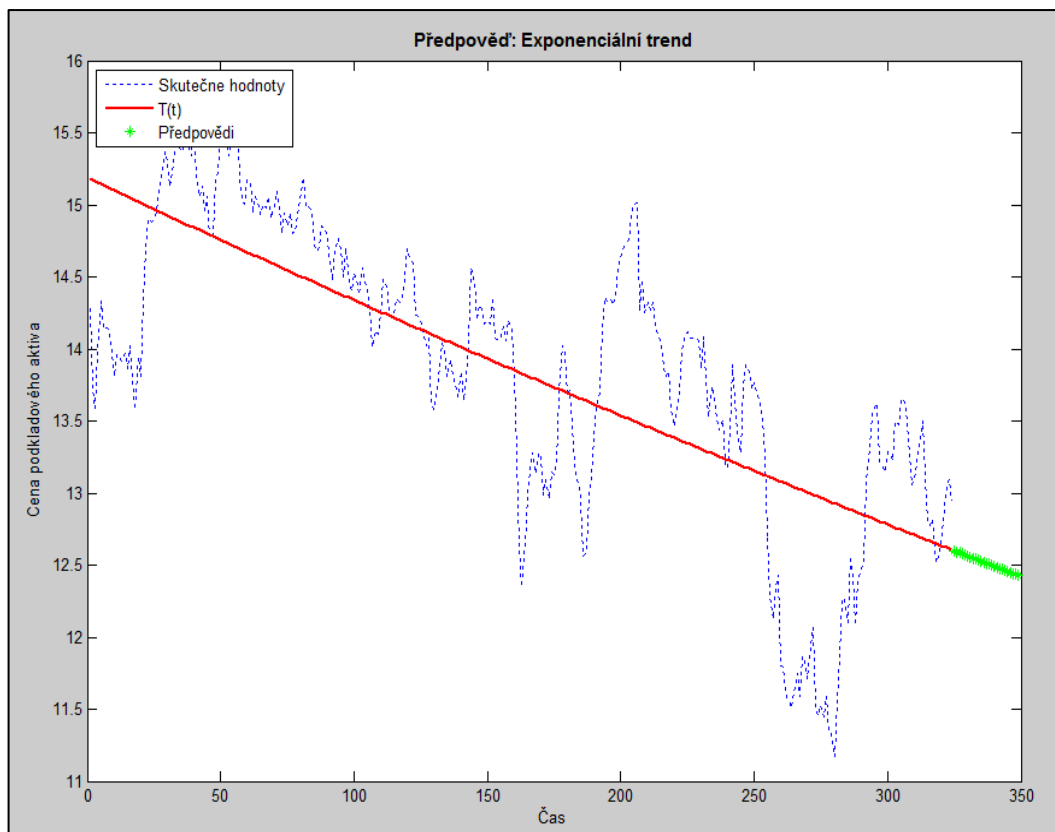
Pro uvažované podkladové aktivum budou tyto hodnoty vypočítány a dále zvolen trend, pro který mají tyto hodnoty nejmenší směrodatnou odchylku.

Vybraný trend bude použit pro vyrovnání cen podkladového aktiva, bodovou předpověď očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva k datu expirace opce. Bodová předpověď bude ve tvaru

$$\widehat{E}(X_{n+D}) = \hat{T}_{n+D}, \quad (5.4)$$

kde D je počet dnů do expirace opce.

Pro tento postup byla realizována funkce *trend_predpoved.m*, ve které bylo využito naprogramovaných funkcí pro odhady všech uvažovaných trendových křivek. Příklad použití je uveden opět na denních historických cenách společnosti Ford v časovém rozmezí 1. 1. 2015 až 18. 4. 2016. Na základě informativního testu byl pro popis historických cen akcií vybrán exponenciální trend, který byl následně použit pro předpověď očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva k datu expirace opce.



Obrázek 21: Trendová předpověď na základě exponenciálního trendu, Ford 1. 1. 2015 – 18. 4. 2016, datum expirace opcí 13. 5. 2016

Získáváme odhad očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva k datu expirace 12,43\$ a předpokládáme, že pravděpodobnostní rozložení cen bude odhadnuté na základě odchylek historických cen podkladového aktiva od trendové složky. Odhadu tvaru pravděpodobnostního rozdělení cen podkladového aktiva se budeme věnovat v následující kapitole.

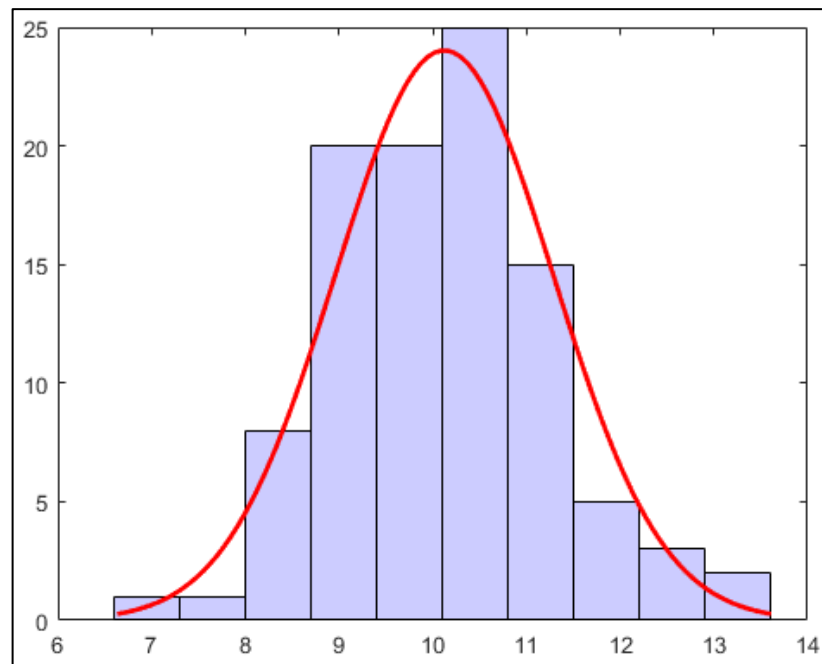
5.2.2 Neparametrické jádrové odhady

Pro popis pravděpodobnostního rozdělení upravených historických cen podkladového aktiva bylo použito neparametrických jádrových odhadů na základě odchylek historických cen podkladového aktiva od trendové složky. Cílem je aproximovat neznámé funkce hustoty označované jako $f(\Delta x)$.

Obecně lze říci, že neparametrické jádrové odhady hustot zobecňují odhady pomocí histogramů, které patří mezi jednodušší a často používané metody k prvotní představě o tvaru pravděpodobnostního rozdělení, použitím jádrových funkcí. Tento model dokládá následující model tvorby histogramu, který má pro spojitou náhodnou veličinu ΔX odchylek od trendové složky v historickém období tvar

$$\hat{f}(\Delta x; h) = \frac{n(\Delta x)}{nh}, \quad h > 0, \quad n \in \mathbb{N}_+, \quad \Delta x \in \mathbb{R}, \quad (5.5)$$

kde parametr h je prozatím zvolená šířka dělicího intervalu, n je počet pozorování a $n(x\Delta)$ je počet pozorování, které padnou do zvoleného intervalu obsahující bod Δx .



Obrázek 22: Relativní histogram

Tento model pro tvorbu histogramu lze dále upravit s použitím jádrových funkcí, které nyní popíšeme.

Definice 5.1 Mějme k dispozici náhodný výběr $\Delta X = \{\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_n\}$ pevného rozsahu n , jehož pozorování jsou nezávislá a stejně rozdělená. Hledáme odhad neznámé hustoty $\hat{f}(\Delta x; h)$ ve tvaru

$$\hat{f}(\Delta x; h) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{\Delta x - \Delta x_i}{h}\right), \quad h > 0, \quad n \in \mathbb{N}_+, \quad (5.6)$$

kde

h je parametr měřítka, neboli vyhlazovací parametr, často nazýván jako „bandwidth parametr“. Pokud je tento parametr na něčem závislý, pak pouze nanejvýš na rozsahu výběru změn cen podkladového aktiva n nebo někdy i na pozorovaných hodnotách Δx_i .

$k(\Delta x)$ je funkce, která představuje jádrovou funkci hustoty v oboru reálných čísel.

Právě z důvodu požadavku nezávislosti pozorování byl pro odhad tvaru rozdělení použit náhodný výběr ΔX odchylek od trendové složky v historickém období.

Použitá jádrová funkce pak splňuje následující podmínky.

1. Podmínka toho, že za jádro budeme považovat jen funkce hustoty.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} k(\Delta x) dx = 1. \quad (5.7)$$

2. Jádro je centrované, jádrová funkce hustoty má nulovou střední hodnotu.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Delta x k(\Delta x) dx = 0. \quad (5.8)$$

3. Jádro je normované, jádrová funkce hustoty má jednotkový rozptyl za platnosti podmínky 2.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Delta x^2 k(\Delta x) dx = 1. \quad (5.9)$$

Za jádrovou funkci lze tedy obecně považovat funkci centrovanou kolem nuly a s hodnotou integrálu rovnou jedné.

Nyní uvedeme některé používané jádrové funkce, u kterých jsou uvedené konstanty $a, b \in \mathbb{R}$ volené tak, aby byly splněny uvedené podmínky. Mezi používané jádrové funkce mohou patřit:

- **Parenzova (obdélníková) jádrová funkce $k(\Delta x)$**

$$k(\Delta x) = \frac{1}{2a} \Leftrightarrow -a \leq \Delta x \leq a, \quad a > 0, \quad (5.10)$$

$$= 0, \quad \text{jinde.}$$

Splnění první podmínky je zřejmé, druhá podmínka je taktéž zřejmá, a to z důvodu symetričnosti. Ze třetí podmínky lze odvodit hodnotu neznámého parametru a :

$$\int_{-a}^{+a} \frac{1}{2a} \Delta x^2 d\Delta x = \frac{1}{2a} \int_{-a}^{+a} \Delta x^2 d\Delta x = \frac{1}{2a} \left[\frac{\Delta x^3}{3} \right]_{-a}^{+a} = \frac{a^2}{3} = 1 \Rightarrow a = \sqrt{3}. \quad (5.11)$$

- **Trojúhelníková jádrová funkce $k(\Delta x)$**

$$k(\Delta x) = b \left(1 - \left| \frac{\Delta x}{a} \right| \right) \Leftrightarrow -a \leq \Delta x \leq a, \quad a, b > 0, \quad (5.12)$$

$$= 0, \quad \text{jinde.}$$

Hodnotu parametru b lze z první podmínky odvodit následovně:

$$2 \int_0^{+a} b \left(1 - \left(\frac{\Delta x}{a} \right) \right) d\Delta x = 2b \left[\Delta x - \frac{\Delta x^2}{2a} \right]_0^{+a} = ab = 1 \Rightarrow b = \frac{1}{a}. \quad (5.13)$$

Druhá podmínka je z důvodu symetričnosti opět zřejmá. Ze třetí podmínky lze vyjádřit vztah pro parametry a, b a spolu s první podmínkou pak určit jejich hodnoty:

$$2 \int_0^{+a} b \Delta x^2 \left(1 - \left(\frac{\Delta x}{a} \right) \right) d\Delta x = 2b \left[\frac{\Delta x^3}{3} - \frac{\Delta x^4}{4a} \right]_0^{+a} = \frac{a^3 b}{6} = 1. \quad (5.14)$$

Řešením první a třetí podmínky dostáváme $a = \sqrt{6}, b = \frac{1}{\sqrt{6}}$.

- **Epanechnikova jádrová funkce $k(\Delta x)$**

$$k(\Delta x) = b \left(1 - \left(\frac{\Delta x}{a} \right)^2 \right) \Leftrightarrow -a \leq \Delta x \leq a, \quad a, b > 0, \quad (5.15)$$

$$= 0, \quad \text{jinde.}$$

Z první podmínky lze odvodit hodnotu parametru b :

$$b \int_{-a}^{+a} \left(1 - \left(\frac{\Delta x}{a} \right)^2 \right) d\Delta x = b \left[\Delta x - \frac{\Delta x^3}{3a^2} \right]_{-a}^{+a} = \frac{4}{3} ab = 1 \Rightarrow b = \frac{3}{4a}. \quad (5.16)$$

Z důvodu symetričnosti je druhá podmínka zřejmá a ze třetí podmínky lze, jako v předchozím případě, určit hodnoty parametrů a, b :

$$b \int_{-a}^{+a} \Delta x^2 \left(1 - \left(\frac{\Delta x}{a}\right)^2\right) dx = b \left[\frac{\Delta x^3}{3} - \frac{\Delta x^5}{5a^2} \right]_{-a}^{+a} = \frac{4a^3 b}{15} = 1. \quad (5.17)$$

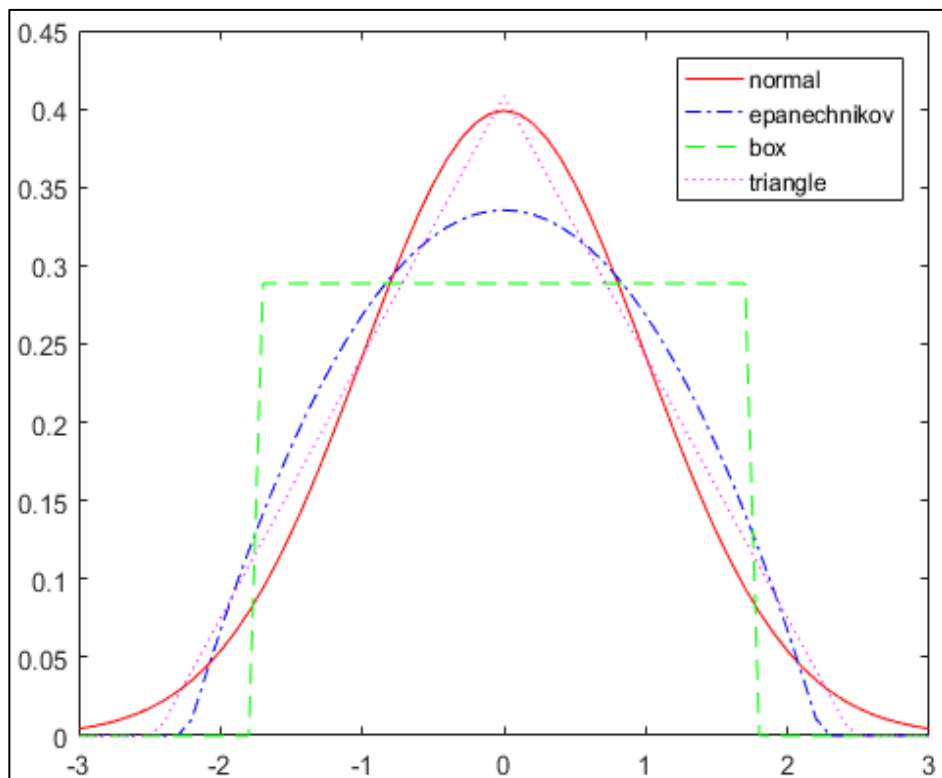
Spolu s první podmínkou dostáváme $a = \sqrt{5}$, $b = \frac{3}{4\sqrt{5}}$.

- **Gaussova jádrová funkce $k(\Delta x)$**

$$k(\Delta x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta x^2}{2}}. \quad (5.18)$$

První podmínka je zřejmá, jde totiž o normální, centrovanou a normovanou hustotu. Druhá podmínka rovněž zřejmá, hustota je symetrická kolem nuly. Třetí podmínka je také splněna, hustota je totiž normovaná.

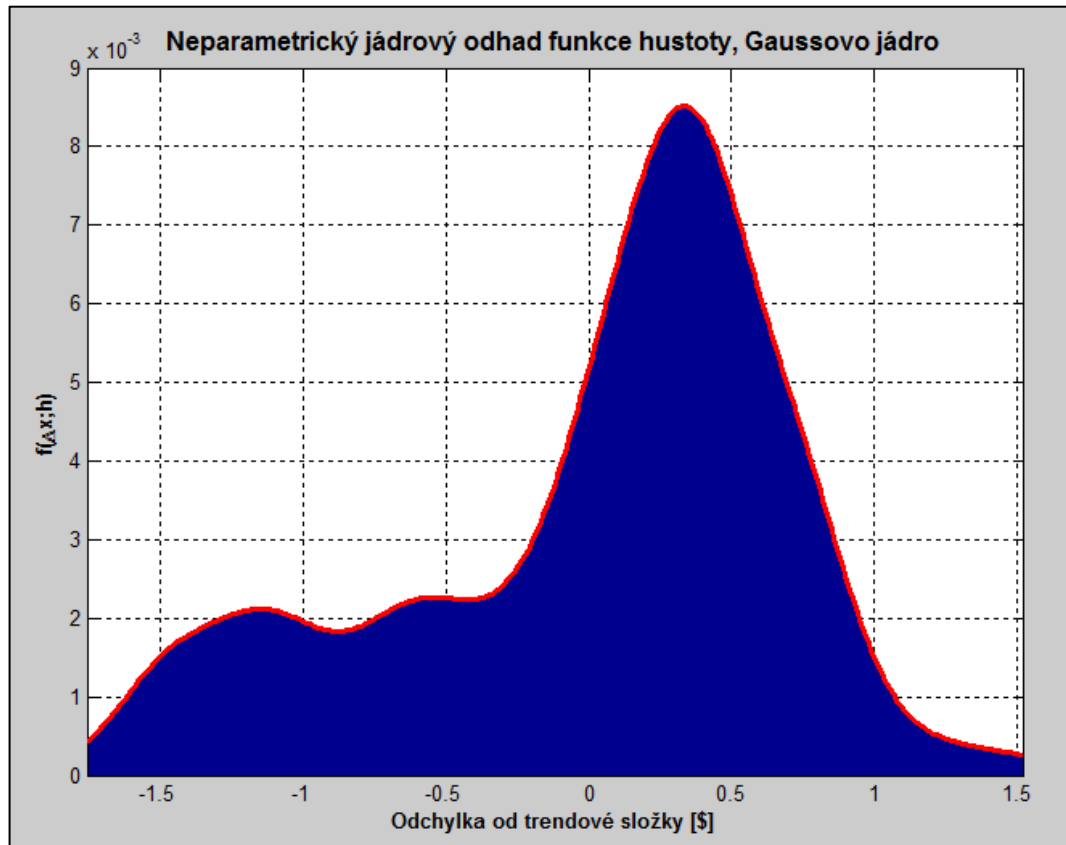
Na následujícím grafu můžeme vidět grafickou interpretaci popsaných jádrových funkcí. Vidíme, že tvar funkcí koresponduje s jejich názvy.



Obrázek 23: Typy jádrových funkcí, (Zdroj: [11])

Uvedené jádrové funkce jsou jen malým vzorkem všech možných jádrových funkcí. Díky „jednoduchosti“ jsou uváděny jako vhodné a „běžně“ používané jádrové funkce.

Pro neparametrický odhad jádrový odhad funkce hustoty bylo použito funkce *fitdist*, která dává možnost použití uvedených jádrových funkcí. Příklad použití a výstup lze vidět na následujícím obrázku.



```
fitdist(odchylky, 'kernel', 'kernel', 'normal')
```

Obrázek 24: Neparametrický jádrový odhad funkce hustoty pro odchylky historických cen aktiva Ford od trendové složky, od 1. 1. 2015 do 18. 4. 2016, za použití Gaussovy jádrové funkce.

6 Modelování kombinovaných opčních strategií

Hlavním cílem práce bylo nalézt kombinovanou opční strategii, která bude nejlépe korespondovat s předpokládaným vývojem ceny podkladového aktiva. V této kapitole jsme se zabývali modelováním kombinovaných opčních strategií a nalezením optimální strategie z hlediska zvoleného kritéria. Byly kombinovány opce vybrané ke shodnému podkladovému aktivu se stejným datem expirace.

6.1 Výpočetní složitost

V práci byl zvolen přístup prozkoumání všech možných kombinací opčních pozic, což znamená výpočet optimalizačního kritéria pro všechny uvažované kombinace opčních pozic. Na základě v praxi používaných opčních strategií jsme uvažovali strategie složené ze dvou, tří a čtyř opčních pozic. Počet kombinací se odvíjí od toho, zda uvažujeme kombinace bez opakování nebo kombinace s opakováním. Počet kombinací bez opakování získáme na základě následujícího vzorce

$$\binom{o}{l} = \frac{o!}{(o-l)!l!}, \quad (6.1)$$

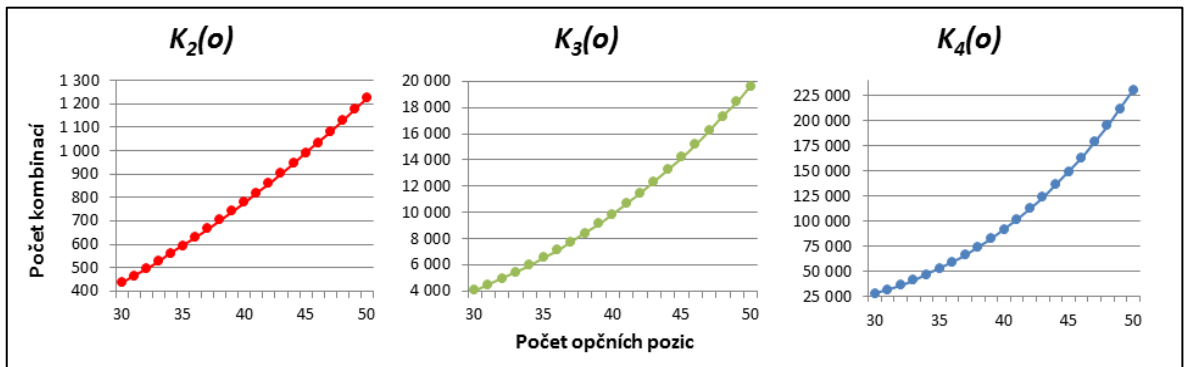
kde o je celkový počet uvažovaných opčních pozic a l počet prvků (opčních pozic) kombinace. Celkový počet kombinací při daném o získáme následovně

$$K(o) = \binom{o}{2} + \binom{o}{3} + \binom{o}{4}. \quad (6.2)$$

V tabulce (21) jsme uvedli vývoj počtu kombinací bez opakování v závislosti na počtu opčních pozic a počtu prvků. Na obrázku (25) lze pozorovat, že celkový počet kombinací roste exponenciálně. Pro modelování kombinovaných opčních strategií byl v Matlabu vytvořen program *kombinovani_bez_o.m*.

| Počet prvků (l) | Počet opčních pozic (o) | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 2 | 435 | 595 | 780 | 990 | 1 225 |
| 3 | 4 060 | 6 545 | 9 880 | 14 190 | 19 600 |
| 4 | 27 405 | 52 360 | 91 390 | 148 995 | 230 300 |
| Celkem $K(o)$ | 31 900 | 59 500 | 102 050 | 164 175 | 251 125 |

Tabulka 21: Počet kombinací opčních pozic bez opakování



Obrázek 25: Grafická interpretace vývoje počtu kombinací bez opakování v závislosti na počtu opčních pozic

V praxi se používají strategie, kde se některé opční pozice mohou opakovat. V kapitole (3) jsme některé z nich uvedli. Jsou jimi strategie Strip, Strap, nebo Motýlkové rozpětí. Počet opcí při kombinování s opakováním získáváme následujícím vzorcem

$$\binom{o+l-1}{l} = \frac{(o+l-1)!}{(o-1)!l!}, \quad (6.3)$$

celkový počet kombinací s opakováním je pak

$$K'(o) = \binom{o+2-1}{2} + \binom{o+3-1}{3} + \binom{o+4-1}{4}, \quad (6.4)$$

Tabulka (22) obsahuje počty kombinací s opakováním v závislosti na celkovém počtu opčních pozic a počtu prvků.

| Počet prvků (l) | Počet opčních pozic (o) | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 2 | 465 | 630 | 820 | 1 035 | 1 275 |
| 3 | 4 960 | 7 770 | 11 480 | 16 215 | 22 100 |
| 4 | 46 345 | 73 815 | 123 410 | 194 580 | 292 825 |
| Celkem $K'(o)$ | 31 900 | 82 215 | 135 710 | 211 830 | 316 200 |

Tabulka 22: Počet kombinací opčních pozic s opakováním

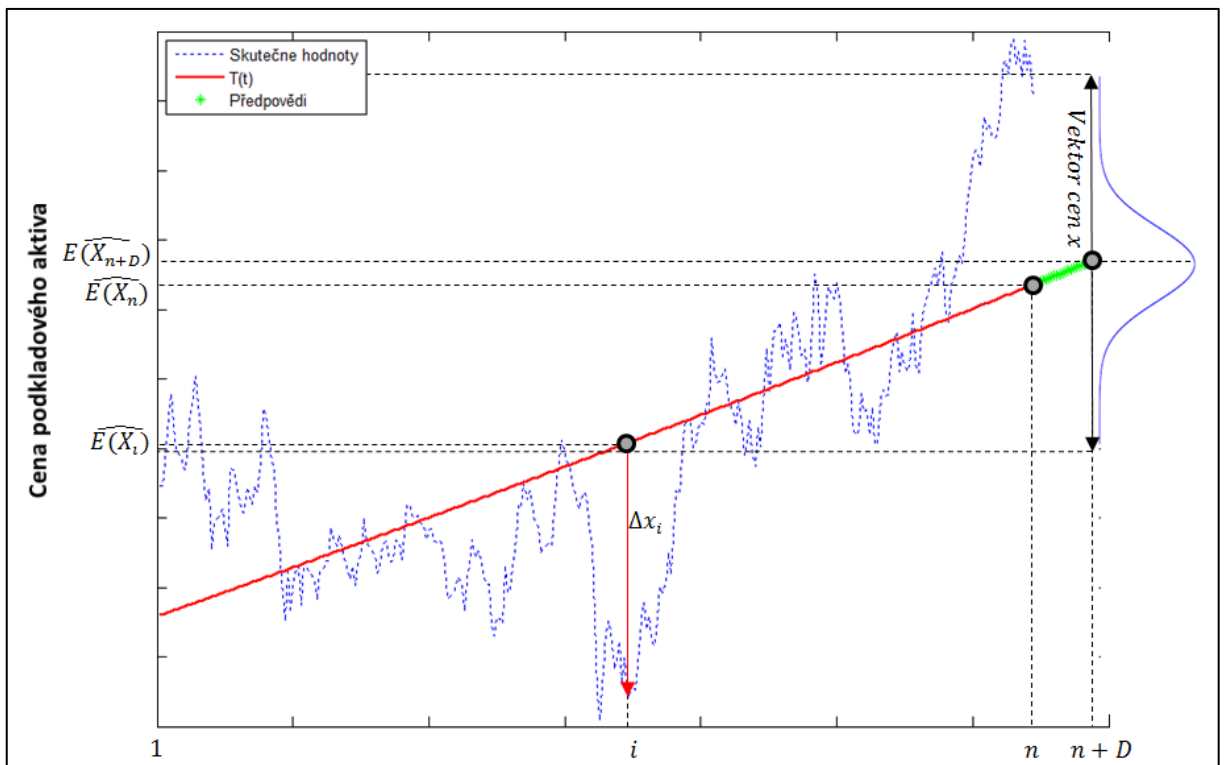
Pro účely kombinování s opakováním byly vytvořeny programy *kombinovani_dvojice_o.m*, *kombinovani_trojice_o.m*, *kombinovani_ctverice_o.m*.

Z obou tabulek je patrné, že počet kombinací, a tím pádem časová náročnost, silně závisí na počtu uvažovaných opčních pozic. Z tohoto důvodu jsme byli nuceni přistoupit k určitým omezením při výběru uvažovaných opcí. Byly uvažovány pouze opce s celočíselnou realizační cenou a využito charakteristiky opce Volume, kterou jsme popsali v kapitole (4.2). Byly vybrány opce s nejvyššími hodnotami Volume, což znamená výběr nejobchodovanějších, tj. nejlíkvidnějších, opcí. Počet požadovaných opcí lze v programu měnit, my jsme ho nastavili na hodnotu 10, čímž dosáhneme maximálního počtu 40 opčních pozic.

6.2 Optimalizační kritérium

Pro hledání optimální kombinované opční strategie bylo navrženo kritérium, které zahrnuje odhad cen podkladového aktiva v čase $n + D$ na základě rozdělení odchylek od trendové složky v historickém období a předpokládaný vývoj ceny podkladového aktiva v okamžiku realizace opce. Bylo použito postupů popsanych v kapitole (5.2) a navrženo kritérium vypočtené v následujících krocích.

- **Odhad očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva $\widehat{E}(X_{n+D})$ v čase $n + D$.** (viz Kap. 5.2.1).



Obrázek 26: Odhad očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva v čase $n + D$ a odhad ceny podkladového aktiva v čase $n + D$ jako vektoru cen s příslušnými pravděpodobnostmi

- **Na základě odhadu rozdělení odchylek od trendové složky v historickém období** (viz Kap. 5.2.2) byl získán odhad rozdělení cen podkladového aktiva v čase $n + D$, jako vektor cen x s příslušnými pravděpodobnostmi, že daná cena podkladového aktiva nastane.

| | |
|--|--|
| Vektor cen x | $x(1), x(2), \dots, x(j), \dots, x(k-1), x(k)$ |
| Pravděpodobnost ceny p | $p(1), p(2), \dots, p(j), \dots, p(k-1), p(k)$ |

Tabulka 23: Odhad ceny podkladového aktiva v čase $n + D$ jako vektor cen s příslušnými pravděpodobnostmi

$x(j)$ je j -tá složka vektoru cen, $p(j)$ pravděpodobnost, že cena $x(j)$ nastane a k velikost vektoru cen. Vektor cen byl konstruován s krokem 1\$.

- **Optimalizační kritérium**

Na získaném vektoru cen byly modelovány jednotlivé opční pozice, to znamená, byla vypočtena hodnota opční pozice při dané ceně podkladového aktiva.

| | |
|------------------------------------|---|
| Vektor cen | $x(1), x(2), \dots, x(j), \dots, x(k-1), x(k)$ |
| Pravděpodobnost ceny | $p(1), p(2), \dots, p(j), \dots, p(k-1), p(k)$ |
| Opční pozice 1 | $op_1(1), op_1(2), \dots, op_1(j), \dots, op_1(k-1), op_1(k)$ |
| Opční pozice 2 | $op_2(1), op_2(2), \dots, op_2(j), \dots, op_2(k-1), op_2(k)$ |
| ... | ... |
| Opční pozice l | $op_l(1), op_l(2), \dots, op_l(j), \dots, op_l(k-1), op_l(k)$ |
| Ziskový profil strategie | $z(1), z(2), \dots, z(j), \dots, z(k-1), z(k)$ |

Tabulka 24: Hodnoty pro výpočet optimalizačního kritéria opční strategie

Jejich součtem jsme získali hodnoty ziskového profilu kombinované opční strategie s příslušnými pravděpodobnostmi, že daný zisk nebo ztráta nastane. Vynásobením těchto hodnot a jejich následným součtem jsme získali kritérium pro hodnocení opční strategie vyjádřené následujícími rovnostmi

$$Z = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{m=1}^l op_m(j) \right) \cdot p(j), \quad (6.5)$$

$$Z = \sum_{j=1}^k z(j) \cdot p(j),$$

kde

Z je hodnota kritéria kombinované opční strategie,

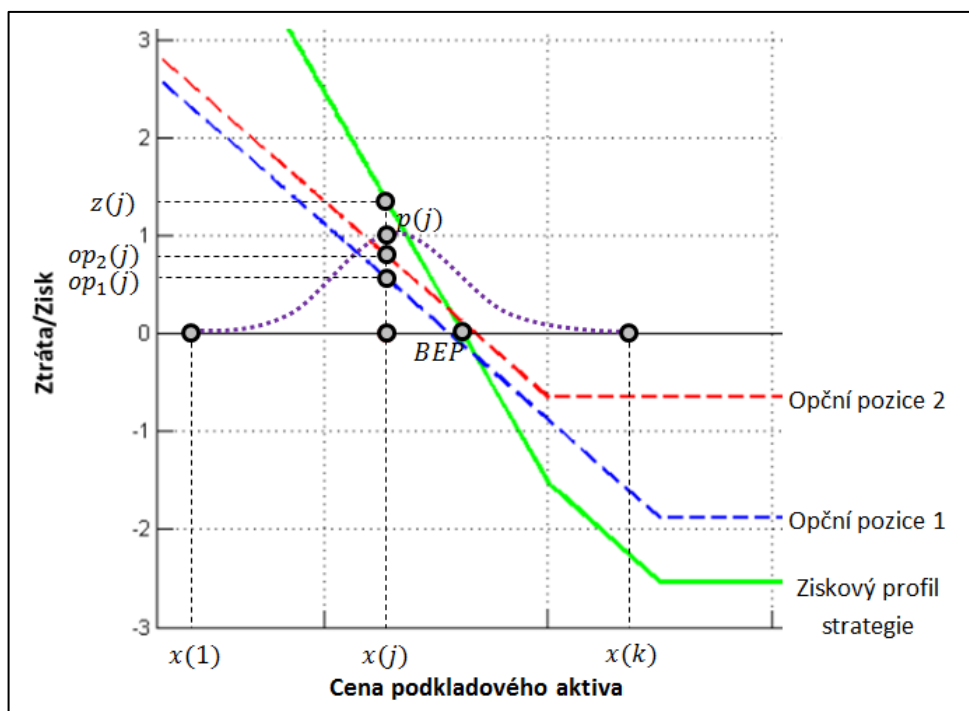
l je počet opčních pozic, ze kterých je opční strategie složena,

$op_m(j)$ je j -tá hodnota m -té opční pozice, která je součástí opční strategie,

$z(j)$ j -tá hodnota ziskového profilu opční strategie,

$p(j)$ pravděpodobnost j -té hodnoty ziskového profilu opční strategie.

Optimalizační kritérium lze interpretovat jako očekávanou střední hodnotu zisku opční strategie a můžeme ho vyjádřit v jednotkách použité měny. Toto kritérium bylo vypočteno pro každou z vytvořených opčních strategií. Optimální opční strategií byla opční strategie s nejvyšší hodnotou tohoto kritéria. Hledali jsme tedy opční strategii s nejvyšší očekávanou střední hodnotou zisku. Na obrázku (27) byla na příkladu kombinace dvou dlouhých pozic v opcích put provedena grafická interpretace výpočtu optimalizačního kritéria.



Obrázek 27: Grafická interpretace výpočtu optimalizačního kritéria

6.3 Modelování základních opčních pozic

Na základě získaných dat byly modelovány čtyři základní, již dříve popsané, opční pozice, a to Long Call, Short Call, Long Put, Short Put.

6.3.1 Zpracování dat opcí

Jak již bylo uvedeno, data opcí byla získávána pomocí funkce *GetYahooOptionChain*. Data bylo nutné pro další práci rozdělit do matic, které jsme definovali v části kódu, který můžeme vidět na obrázku (26).

```
% data opcí
[dataOut] = GetYahooOptionChain(symbol,datum_expirace);

% zpracování dat opcí do matic
DataOpce = [dataOut.Strike, dataOut.lastPrice, dataOut.Bid, dataOut.Ask,
dataOut.Volume];

i=1;
while DataOpce(i,1) < DataOpce(i+1,1)
    i=i+1;
end

DataOpceCall = [dataOut.Strike(1:i), dataOut.lastPrice(1:i),
dataOut.Bid(1:i), dataOut.Ask(1:i), dataOut.Volume(1:i)];
DataOpcePut = [dataOut.Strike(i+1:end), dataOut.lastPrice(i+1:end),
dataOut.Bid(i+1:end), dataOut.Ask(i+1:end), dataOut.Volume(i+1:end)];
```

Obrázek 28: Příprava dat opcí pro další zpracování

Nejprve byly z celého výstupu funkce vybrány charakteristiky, které byly dále použity. Poté bylo nutné rozdělit matici *DataOpce* na matice pro opce typu call a put. Pro tento účel bylo využito prvního sloupce matice *DataOpce*, který obsahoval realizační ceny opcí seřazené vzestupně. Dokud byla následující realizační cena opce vyšší než realizační cena opce předchozí, jednalo se o opci typu call. Poté následovali opce typu put.

6.3.2 Vektor cen podkladového aktiva

Nejprve bylo nutné vytvořit vektor cen podkladového aktiva, na kterém byly uvedené opční pozice modelovány. Vektor cen podkladového aktiva byl vytvořen na základě minima a maxima X_i upravených historických cen podkladového aktiva za období, které bylo použito pro analýzu cen podkladového aktiva. Dále do vektoru cen byly přidány realizační ceny uvažovaných opcí, nutné pro modelování opční pozice.

To je ukázáno v následující části kódu, kde byly do vektoru cen přidány realizační ceny opcí call. Stejným způsobem byly přidány realizační ceny opcí put.

```
vektor_cen = (min(closeadj):1:max(closeadj));

% přidání RC do vektoru cen
Strike_Call = DataOpceCall(:,1);
for k=1:length(Strike_Call)
    if Strike_Call(k) < vektor_cen(1)
        vektor_cen = [Strike_Call(k),vektor_cen];
    elseif Strike_Call(k) > vektor_cen(length(vektor_cen));
        vektor_cen = [vektor_cen,Strike_Call(k)];
    else
        l=1;
        while Strike_Call(k) > vektor_cen(l)
            l=l+1;
        end
        if Strike_Call(k) ~= vektor_cen(l)
            vektor_cen = [vektor_cen(1:l-1),Strike_Call(k),vektor_cen(l:end)];
        end
    end
end
end
```

Obrázek 29: Tvorba vektoru upravených cen podkladového aktiva

Pro výpočet optimalizačního kritéria bylo nutné vložit vektor cen x , který byl přidán stejným způsobem jako realizační ceny opcí.

6.3.3 Základní opční pozice

Vytvořený vektor cen jsme použily pro tvorbu základních opčních pozic. Na tomto vektoru jsme pomocí realizačních cen opcí a jejich cen modelovali ziskové profily základních opčních pozic. To je ukázáno na následující části kódu, kde jsou tvořeny opční pozice typu Long call.

```
% Long Call
LongCall = zeros(size(DataLongCall),length(vektor_cen));
for t=1:size(DataLongCall)
    for u=1:length(vektor_cen)
        if vektor_cen(u) <= DataLongCall(t,1)
            y(u) = - DataLongCall(t,2);
        else y(u) = vektor_cen(u)-DataLongCall(t,1)-DataLongCall(t,2);
        end
    end
    LongCall(t,:) = y;
end
```

Obrázek 30: Tvorba základní opční pozice - Long call

Za pozici long call (koupě kupní opce) jsme na začátku zaplatili opční prémii a ziskový profil byl roven hodnotě $-C$. Jestliže by byla cena podkladového aktiva v okamžiku realizace opce nižší než realizační cena opce, tak bychom opci neuplatnili a zaplacená opční prémie by byla naší maximální ztrátou. Pokud by byla hodnota akcie v okamžiku realizace opce vyšší než realizační cena opce, hodnotu ziskového profilu bychom získali odečtením realizační ceny a ceny opce od příslušné hodnoty vektoru cen podkladového aktiva. Obdobným způsobem byly tvořeny i ostatní základní opční pozice. Vytvořené matice ziskových profilů, byly doplněny o informaci, o kterou opční pozici se jedná a jaká je její realizační cena.

6.4 Kombinování základních opčních pozic

Vytvořené ziskové profily základních opčních pozic byly seskupeny do jedné matice `Opcni_pozice`, která byla dále použita tvorbu ziskových profilů dvou, tří a čtyř kombinovaných opčních strategií. Vytvořené ziskové profily byly dále ukládány do matic spolu s informací, ze kterých základních opčních pozic byla kombinace tvořena. To lze vidět na obrázku (29), kde byla zobrazena část programu kombinující dvě základní opční pozice.

```
% Vytváření kombinací dvou opčních pozic
Dvojice = [];
Pozice_2= [];
for i=1:size(Opcni_pozice,1)
    for j=i+1:size(Opcni_pozice,1)
        Kombinace_2 = Opcni_pozice(i,3:end)+Opcni_pozice(j,3:end);
        Dvojice      = [Dvojice;Kombinace_2];
        Pozice_2     = [Pozice_2;Opcni_pozice(i,1:2),
                       Opcni_pozice(j,1:2),i,j];
    end
end
```

Obrázek 31: Kombinování dvou základních opčních pozic

Pro každou kombinační opční strategii bylo vypočítáno optimalizační kritérium nadefinované v kapitole (6.2). Opční strategie byly dále dle tohoto kritéria seřazeny a opční strategie s nejvyšší hodnotou tohoto kritéria byla vypsána.


```

Vysledky_2 = [];
for a=1:size(Dvojice)
Kriterium_2 = sum(Dvojice(a, :).*vahy);
Vysledky_2 = [Vysledky_2;Kriterium_2,a];
end

Pozice_2 = [Pozice_2,Vysledky_2];
Pozice_2 = sortrows(Pozice_2,7);

nejDvojice = Pozice_2(end,end);

```

Obrázek 32: Výpočet kritéria a výpis optimální opční strategie

Pro tuto strategii byly vypočítány body zlomu. To znamená hodnoty cen podkladového aktiva, od kterého se stává opční strategie ziskovou nebo naopak ztrátovou. Výpočet těchto bodů byl ukázán v následující části kódu, kde byl procházen ziskový profil opční strategie a byla zjišťována kladnost či zápornost součinu dvou po sobě jdoucích hodnot. Záporný součin hodnot znamená, že bod zlomu leží mezi nimi. Pomocí těchto bodů byla vytvořena přímka a bod zlomu vypočítán.

```

% Bod zlomu
nejDvojiceKrivka = Dvojice(Pozice_2(end,end),:);
BEP_2 = [];
for i=1:(length(nejDvojiceKrivka)-1)
    if nejDvojiceKrivka(1,i)*nejDvojiceKrivka(1,i+1)<0
        y1 = nejDvojiceKrivka(1,i);
        y2 = nejDvojiceKrivka(1,i+1);
        x1 = vektor_cen(1,i);
        x2 = vektor_cen(1,i+1);
        k = (y1-y2)/(x1-x2);
        q = y1-((y1-y2)/(x1-x2))*x1;
        bod_zlomu = -q/k;
        BEP_2 = [BEP_2;bod_zlomu];
    elseif nejDvojiceKrivka(1,i) == 0
        bod_zlomu = vektor_cen(1,i);
        BEP_2 = [BEP_2;bod_zlomu];
    end
end
end

```

Obrázek 33: Výpočet bodů zlomu

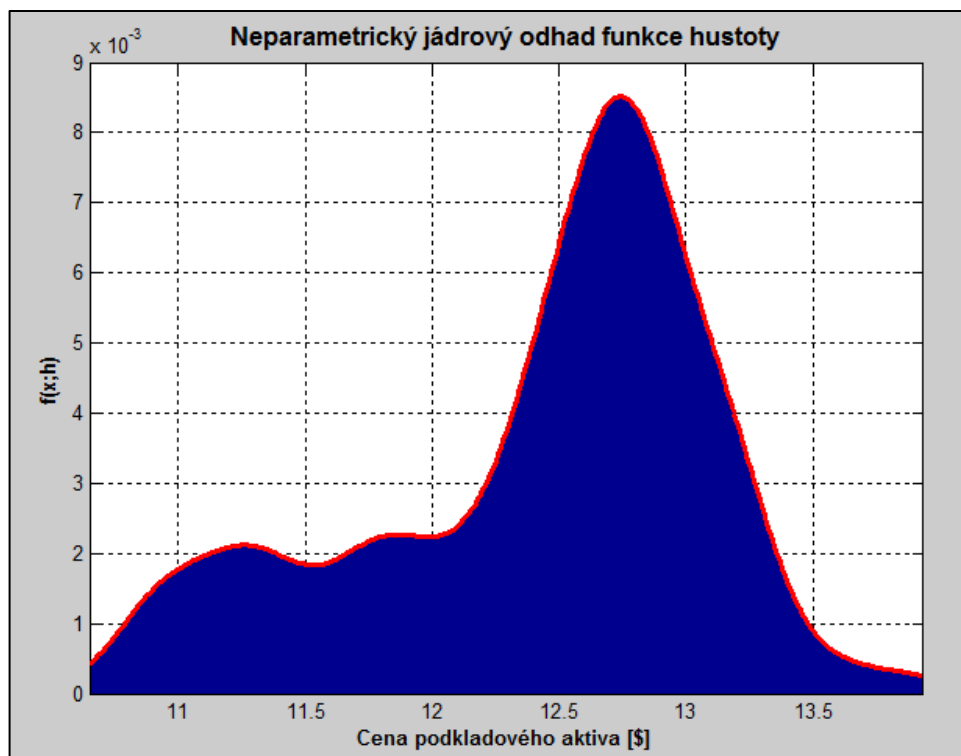
Body zlomu byly dále znázorněny na grafech, které jsou hlavním výstupem programu.

6.5 Příklad použití programu

Použití programu si ukážeme na akciích firmy Ford, a k nim se vztahujícím opcím. Navazujeme na předchozí kapitoly, po načtení dat akcií a opcí byla provedena základní statistická analýza podkladového aktiva (viz Kapitola 5.1, Obrázek 20) a trendová předpověď očekávané střední hodnoty akcie v době realizace opce (viz Kapitola 5.2.1, Obrázek 21).

Základní statistické zpracování podkladového aktiva Ford bylo provedeno na základě historických cen v období od 1. 1. 2015 do 18. 4. 2016. Aktuální cena podkladového aktiva Ford dne 18. 4. 2016 byla 12,94\$. Datum realizace opcí byl 13. 5. 2016.

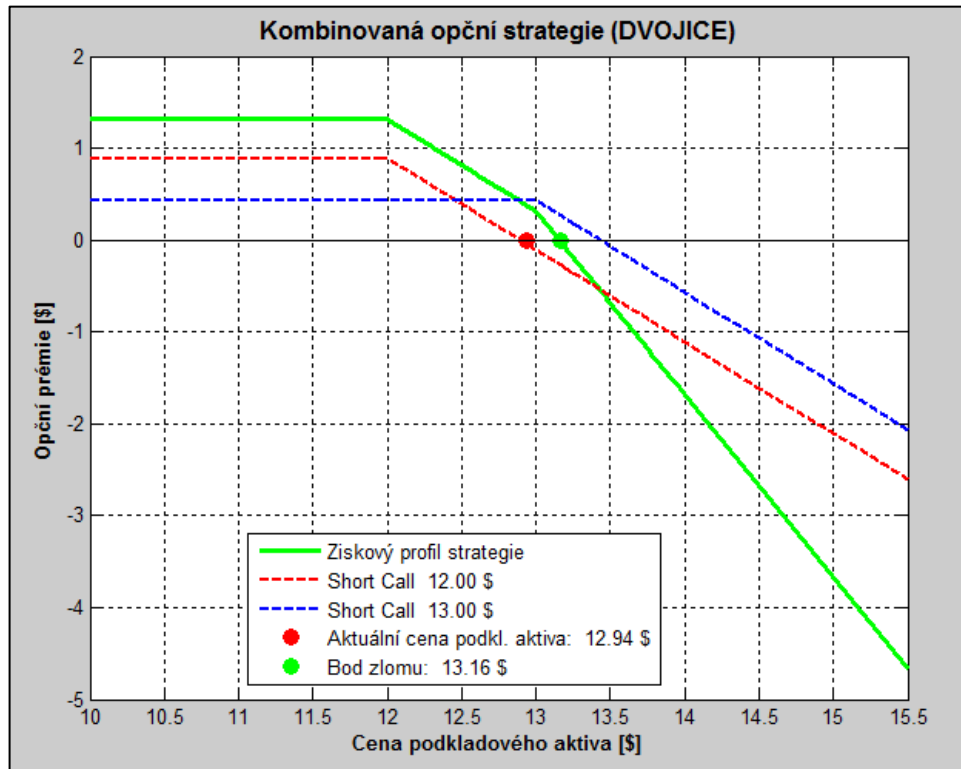
Odhad očekávané střední hodnoty ceny podkladového aktiva $\widehat{E}(X_{n+D})$ byl 12,43\$. Očekávali jsme tedy mírný pokles ceny podkladového aktiva. Poté byl odhadnut vektor cen, na základě rozdělení odchylek historických cen podkladového aktiva (viz Kapitola 5.2.2, Obrázek 24) v okamžiku realizace opce.



Obrázek 34: Neparametrický jádrový odhad funkce hustoty

6.5.1 Kombinace dvou opčních pozic

Na základě optimalizačního kritéria byla vybrána následující kombinace dvou opčních pozic.



Obrázek 35: Optimální kombinace dvou opčních pozic

Jedná se o kombinaci dvou krátkých pozic v opcích call. Na obrázku (34) je vidět, že strategie bude zisková, pokud cena akcie v době realizace opce nevzroste nad 13,16\$. Maximální zisk strategie je omezen součtem inkasovaných opčních premií za vypsání dvou pozic Short Call. Vyhodnocení strategie je shrnuto v následující tabulce.

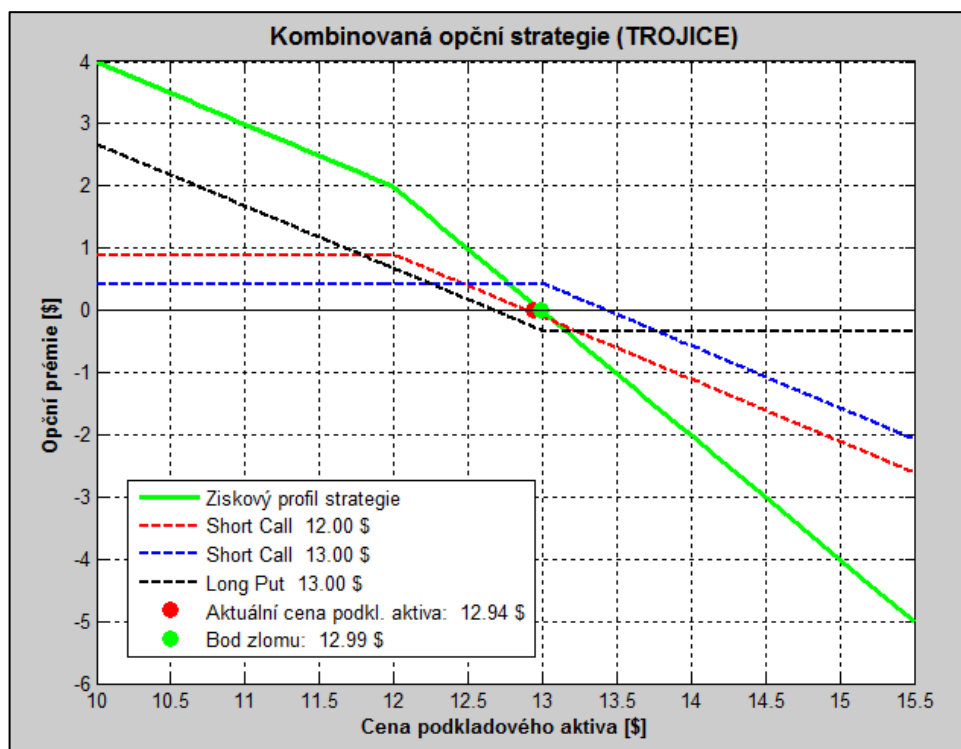
| Opční pozice | Realizační cena RC [\\$] | Opční prémie [\\$] |
|--|--------------------------|--------------------|
| Short call | 12\$ | 0,89\$ |
| Short call | 13\$ | 0,43\$ |
| Odhad očekávané ceny střední hodnoty ceny podkladového aktiva $E(\widehat{X}_{n+D})$ | | 12,43\$ |
| Bod zlomu | | 13,16\$ |
| Hodnota kritéria Z | | 0,7\$ |

Tabulka 25: Optimální kombinace dvou opčních pozic

Náklady opční strategie byly kladné, 1,32\$ na jeden kus podkladového aktiva. Hodnota kritéria Z očekávané střední hodnoty zisku je 0,7\$ na jeden kus podkladového aktiva.

6.5.2 Kombinace tří opčních pozic

Kombinováním tří základních opčních pozic jsme získali opční strategii skládající se opět s dvou krátkých pozic v opci call a jedné dlouhé pozice v opci put. Bod zlomu je nyní blíže aktuální ceně podkladového aktiva, na hranici 12,99\$.



Obrázek 36: Optimální opční strategie tří opčních pozic

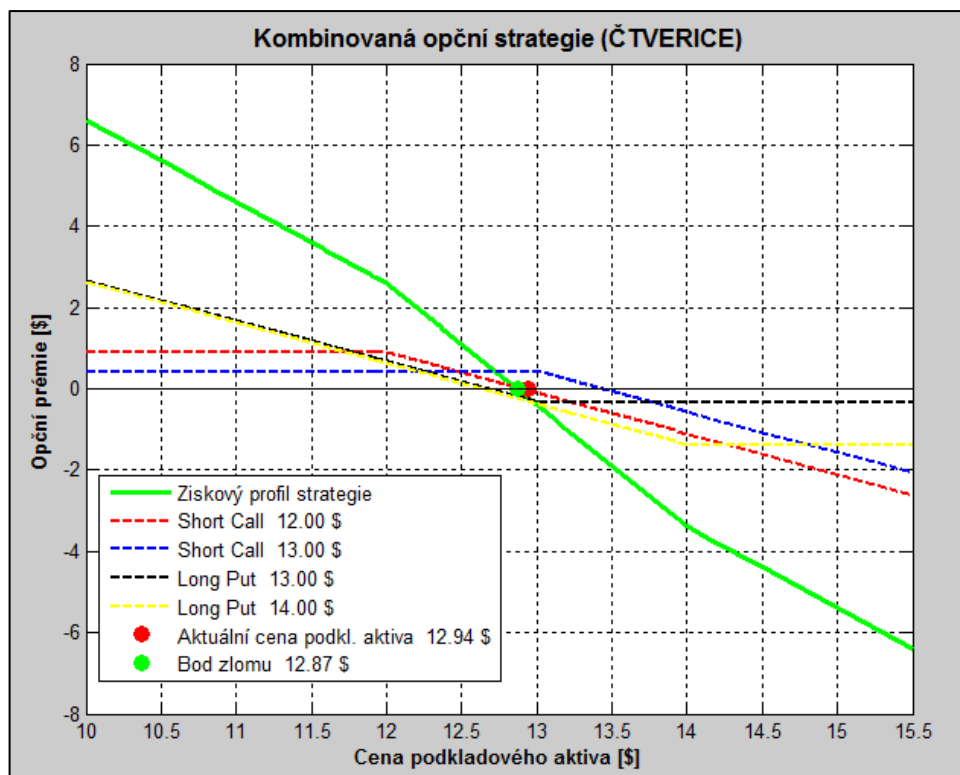
Počáteční náklady strategie se skládají, stejně jako v předchozím případě, z inkasovaných opčních premií za pozice short call. Nyní však zaplatíme opční prémii za zakoupení opce put. Celkové počáteční náklady strategie jsou nyní 0,99\$ na jednu akcii. Očekávaná střední hodnota zisku je 0,98\$ na jednu akcii. Oproti kombinaci dvou opčních pozic je očekávaná střední hodnota zisku vyšší, takže se na první pohled jeví jako výhodnější, a to i z toho hlediska, že maximální zisk je nyní teoreticky neomezen. Na obrázku (36) je ziskový profil strategie znázorněn zelenou barvou a můžeme vidět, že i ztráta v případě růstu ceny podkladového aktiva je teoreticky neomezena. Bod zlomu, od kterého se strategie stává ztrátovou, je nyní blíže aktuální ceně podkladového aktiva.

Volba mezi těmito dvěma strategiemi bude tedy závislá také na investorově postoji k riziku.

| Opční pozice | Realizační cena RC [\$] | Opční prémie [\$] |
|--|-------------------------|-------------------|
| Short call | 12\$ | 0,89\$ |
| Short call | 13\$ | 0,43\$ |
| Long put | 13\$ | -0,33\$ |
| Odhad očekávané ceny střední hodnoty ceny podkladového aktiva $E(\widehat{X}_{n+D})$ | | 12,43\$ |
| Bod zlomu | | 12,99\$ |
| Hodnota kritéria Z | | 0,98\$ |

Tabulka 26: Optimální kombinace tří opčních pozic

6.5.3 Kombinace čtyř opčních pozic



Obrázek 37: Optimální kombinace čtyř opčních pozic

Do předchozí opční strategie jsme přidali zaujetí ještě jedné dlouhé pozice v opci put s realizační cenou 14\$, získali jsme optimální opční strategii složenou ze čtyř základních opčních pozic z hlediska definovaného kritéria. Počáteční náklady vzrostli o zaplacenou opční prémii na -0,39\$ na jednu akcii. Očekávaná střední hodnota zisku Z

vzrostla na 1,18\$ na jednu akcii. Bod zlomu je nyní níže aktuální ceně podkladového aktiva. Aby se strategie stala ziskovou, je nutné, aby cena podkladového aktiva poklesla k datu realizace opce pod hodnotu 12,87\$. Maximální ztráta je teoreticky neomezena, stejně jako maximální zisk strategie.

| Opční pozice | Realizační cena RC [\$] | Opční prémie [\$] |
|--|-------------------------|-------------------|
| Short call | 12\$ | 0,89\$ |
| Short call | 13\$ | 0,43\$ |
| Long put | 13\$ | -0,33\$ |
| Long put | 14\$ | -1,33\$ |
| Odhad očekávané ceny střední hodnoty ceny podkladového aktiva $E(\widehat{X}_{n+D})$ | | 12,43\$ |
| Bod zlomu | | 12,87\$ |
| Hodnota kritéria Z | | 1,18\$ |

Tabulka 27: Optimální kombinace čtyř opčních pozic

Závěr

První část diplomové práce byla věnována přehledu finančních derivátů, přičemž podrobněji byly rozebrány opce se zaměřením na kombinované opční strategie. Byl proveden přehled kombinovaných opčních strategií používaných v opčním obchodě a bylo popsáno, při jakém očekávání pohybu ceny podkladového aktiva jsou dané strategie vhodné. Dále byly vytvořeny ilustrativní příklady, na kterých byly znázorněny ziskové profily opčních strategií.

Druhá část diplomové práce byla zaměřena na problematiku získávání historických hodnot podkladového aktiva a dat opcí. Bylo využito rozhraní Matlab Java URL a data byla načítána přímo z internetu při spuštění programu. Pomocí získávaných historických hodnot byla provedena analýza podkladových aktiv, a poté byl navržen postup pro odhad charakteru ceny podkladového aktiva v budoucím okamžiku. Budoucím okamžikem byla myšlena doba expirace opcí použitých v opční strategii. Na základě trendu cen podkladového aktiva byla odhadnuta očekávaná střední hodnota cen podkladového aktiva v době expirace opcí. Poté byl pomocí neparametrických jádrových odhadů, na základě odhadu rozdělení odchylek od trendové složky v historickém období, získán odhad rozdělení cen podkladového aktiva v době expirací opcí jako vektor cen s příslušnými pravděpodobnostmi, že daná cena podkladového aktiva nastane. Odhadnuté pravděpodobnosti byly následně využity při návrhu kritéria pro vyhodnocování jednotlivých kombinovaných strategií. Hodnotícím kritériem byla nejvyšší očekávaná střední hodnota zisku opční strategie v době expirace opcí.

Hlavním přínosem diplomové práce bylo navržení postupů pro nalezení vhodné kombinované opční strategie, která bude nejlépe vyhovovat očekáváním ceny podkladového aktiva, a následná implementace jejich programového řešení.

Použitelnost programového řešení navržených postupů byla otestována na reálných datech. Jako možný problém programového řešení shledáváme jeho výpočetní složitost, která závisí na počtu opčních pozic použitých pro tvorbu kombinovaných opčních strategií. Za možné rozšíření práce lze tedy považovat nalezení méně náročných postupů z hlediska výpočetní složitosti.

Použitá literatura a zdroje

- [1] BLAHA, Z. S. a I. JINDŘICHOVSKÁ. *Opce, swapy, futures: deriváty finančního trhu*. 2. rozš. vyd. Praha: Management Press, 1997. ISBN 80-85943-29- 8.
- [2] AMBROŽ, L. *Oceňování opcí*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2002. C. H. Beck pro praxi. ISBN 80-7179-531-3.
- [3] KOŠTÁL, J. a L. TUREK. *Opce: jak na obchodování s opcemi a výběr správné strategie*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2223-5.
- [4] MÁLEK, J. *Opce a futures*. Vyd. 2. Praha: Oeconomica, 2003. ISBN 80-245-0488-X.
- [5] MAREK, P., *Přednášky z předmětu Finanční matematika*, [online], [cit. 2016-04-28], Dostupné z:
<<https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/kma/fm/prednasky.html>>
- [6] ŠEDIVÁ, B., *Přednášky z předmětu Statistická analýza 2*, [online], [cit. 2016-04-28], Dostupné z: <<http://home.zcu.cz/~sediva/sa2/>>
- [7] ŤOUPAL, T., *Neparametrický odhad spolehlivosti a odhad trendové složky*, Disertační práce, Západočeská univerzita, Plzeň, 2013.
- [8] BOLDIN, M., *File Exchange*, [online], [cit. 2016-04-28], Dostupné z:
<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/4069-stock-quote-query?s_tid=srchtitle>
- [9] RADAKOV, P., *File Exchange*, [online], [cit. 2016-04-28], Dostupné z:
<<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/50455-get-yahoo-option-chain>>
- [10] *Yahoo Finance*, [online], [cit. 2016-04-28], Dostupné z:
<<https://finance.yahoo.com/>>
- [11] *The MathWorks, Inc., Kernel Distribution*, [online], [cit. 2016-04-28], Dostupné z:
<http://www.mathworks.com/help/stats/kernel-distribution.html?s_tid=srchtitle>

- [12] KROPÁČ, J. *Aplikovaná statistika: studijní text pro kombinovanou formu studia*.
Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3263-2.

Seznam příloh CD

- **Matlabovské programy**

- [1] *kombinace_bez_o.m* – tvorba kombinací opčních pozic bez opakování
- [2] *kombinace_dvojice_o.m* – tvorba kombinací dvou opčních pozic s opakováním
- [3] *kombinace_trojice_o.m* – tvorba kombinací tří opčních pozic s opakováním
- [4] *kombinace_ctverice_o.m* – tvorba kombinací čtyř opčních pozic s opakováním

- **Matlabovské funkce**

- [1] *StockQuoteQuery.m* – získávání dat podkladového aktiva
- [2] *GetYahooOptionChain.m* – získávání dat opcí
- [3] *zakladni_charakteristiky.m* – výpočet základních charakteristiky podkladového aktiva
- [4] *trend_predpoved.m* – předpověď budoucí hodnoty podkladového aktiva
- [5] *Linearni_trend.m*
- [6] *Kvadraticky_trend.m*
- [7] *Exponencialni_trend.m*
- [8] *Mod_Exponencialni_trend.m*
- [9] *Logisticky_trend.m*
- [10] *Gompertzova_krivka.m*

- **Excelovské soubory**

- [1] *Kombinace_opcnich_strategii.xlsx* – ilustrační příklady opčních strategií
- [2] *Pocet_kombinaci.xlsx* – výpočty počtů opčních strategií, při daném počtu opčních pozic
- [3] *Cap_Collar.xlsx* – ilustrační příklady cap a collar kontraktu

- **Textové soubory**

- [1] *Puhlovsky_diplomova_prace.doc*
- [2] *Puhlovsky_diplomova_prace.pdf*