

ANALÝZA VYBRANEJ HEDGINGOVEJ MOŽNOSTI PROTI POKLESU CENY

Martina RUSNÁKOVÁ

Technická univerzita v Košiciach, Ekonomická fakulta

martina.rusnakova@tuke.sk

Abstrakt

Cieľom tohto príspevku je analyzovať vybranú hedgingovú možnosť proti poklesu ceny podkladového aktíva prostredníctvom Long Combo stratégie pomocou bariérových opcií. Hlavným teoretickým prínosom je odvodenie funkcií zisku zo zaistej pozície pre danú hedgingovú možnosť a ich analýza. Praktickým prínosom je výpočet cien vybraných bariérových opcií, ich využitie v rámci aplikácie na hedging akcií SPDR Gold Shares a porovnanie navrhnutých hedgingových alternatív.

Kľúčové slová: hedging, Long Combo, bariérové opcie

JEL: G11

1 ÚVOD

V posledných desaťročiach dochádza k zvyšovaniu nárokov na optimálne a efektívne riadenie trhového rizika¹, často označovaného aj ako rizika z pohybu ceny. Jednou z možností ako možno toto riziko účinne riadiť je hedging.

Hedging spočíva v tom, že sa snažíme doplniť jedno rizikové aktívum alebo portfólio aktív o novú skupinu aktív (sú to deriváty), čím vytvárame nové tzv. hedgingové portfólio, ktoré je zaistené proti pohybu cien, kurzov a úrokov. Hedgingové obchody majú ochranný charakter a ich cieľom je minimalizovať riziko, t.j. potenciálnu stratu z nepriaznivého vývoja ceny pomocou zaistenia akceptovateľnej ceny. Keďže medzi rizikom a ziskom je vzťah pozitívnej korelácie, tak pri znižovaní potenciálnej straty v dôsledku ochranných opatrení spravidla dochádza aj k znižovaniu potenciálneho zisku pri zachovaní predpokladu Ceteris Paribus.

¹ K trhovému riziku spravidla patrí akciové, dlhopisové, komoditné, kurzové riziko a riziko zmeny úrokovej miery.

Výborným hedgingovým nástrojom sú opcie, ktoré umožňujú vytvárať mnohé hedgingové stratégie vhodné pre investorov s rôznymi očakávaniami. V posledných rokoch sa ale aj na opčnom trhu objavil nový trend vytvárať alebo meniť finančné produkty tak, aby sa vo väčšej miere dali prispôsobiť špecifickým požiadavkám investorov. Tieto inovatívne inštrumenty sa označujú prívlastkom exotické. Trh s exotickými opciami predstavuje jeden z najzaujímavejších fenoménov finančného sektora posledných rokov.

Teoretickým cieľom predkladaného príspevku je analyzovať hedging proti poklesu cenu prostredníctvom Long Combo stratégie pomocou bariérových opcií (skupina exotické opcie/podskupina path-dependent opcie²). Pod analýzou rozumieme odvodenie funkcií zisku zo zaistenej pozície. Vychádzame z hlavných záverov analýzy danej stratégie pomocou vanilla opcií, ktoré môžeme zhrnúť do nasledovných bodov:

- pomocou stratégie Long Combo vytvorenej pomocou vanilla opcií si zaistujeme konštantnú cenu podkladového aktíva v prípade poklesu ceny,
- je možné ju skonštruovať s nulovými počiatočnými nákladmi,
- jej nevýhodou ale je, že v prípade nárastu ceny investor nemôže participovať na raste ceny, čo je poplatok za zaistenie.

Praktickým cieľom je vykonať aplikáciu navrhnutej hedgingovej možnosti na akcie SPDR Gold Shares a porovnať získané výsledky.

2 ANALÝZA VYBRANEJ HEDGINGOVEJ MOŽNOSTI POMOCOU BARIÉROVÝCH OPCÍ

Uvažujme s jednoduchým portfóliom, ktoré je zložené z n jednotiek jedného rizikového podkladového aktíva (akcie, dlhopisy, menové kurzy, úrokové miery, komodity). Predpokladajme, že v budúcnosti v čase T chceme predáť n jednotiek príslušného aktíva.

Funkcia zisku z nezaistenej pozície v portfóliu v čase T je

$$P(S_T) = n S_T, \quad (2.1)$$

kde S_T je spotová cena podkladového aktíva v čase T . Čím bude S_T nižšia, tým menší zisk dosiahneme z predaja daného podkladového aktíva.

Rozhodneme sa zaistiť proti poklesu ceny podkladového aktíva k určitému budúcemu dátumu prostredníctvom známej stratégie Long Combo pomocou bariérových opcií európskeho typu s časom expirácie k rovnakému dátumu.

Stratégia Long Combo vzniká pomocou nákupu n put opcií s nižšou realizačnou cenou a zároveň predaja n call opcií s vyššou realizačnou cenou. Výhodou danej

² Väčšina autorov zaraďuje k path-dependent opciám ázijské, bariérové, lookback a forward-start opcie.

stratégie je, že ju môžeme skonštruovať s nulovými počiatočnými nákladmi, ak prémia z predaja call opcie je väčšia alebo rovná prémii z nákupu put opcie.

Bariérová opcia sa od vanilla opcie odlišuje tým, že má stanovenú bariérovú hranicu vo forme hraničnej ceny podkladového aktíva, ktorá vplyva na jej aktiváciu alebo deaktiváciu. Ak dôjde k jej aktivovaniu, resp. nedôjde k deaktivovaniu, správa sa ako klasická opcia. Bariérová opcia môže byť knock-in alebo knock-out, down alebo up. Na základe toho členíme bariérové opcie do štyroch základných skupín:

- up and knock-in (UI) call/put opcia – aktivuje sa, ak cena podkladového aktíva počas životnosti opcie vzrastie nad hornú bariéru U alebo sa jej dotkne;
- down and knock-in (DI) call/put opcia – aktivuje sa, ak cena podkladového aktíva počas životnosti opcie klesne pod dolnú bariéru D alebo sa jej dotkne;
- up and knock-out (UO) call/put opcia – deaktivuje sa, ak cena podkladového aktíva počas životnosti opcie vzrastie nad hornú bariéru;
- down and knock-out (DO) call/put opcia – deaktivuje sa, ak cena podkladového aktíva počas životnosti opcie klesne pod dolnú bariéru.

Logicky teda vyplýva, že existuje 16 spôsobov vytvorenia Long Combo stratégie pomocou bariérových opcií. My sa budeme zaoberať analýzou spôsobu vytvoreného pomocou:

- kúpy n DI put opcií a zároveň predaja n DI call opcií,
a jeho využitím na hedging proti poklesu ceny podkladového aktíva.

2.1 Hedging pomocou kúpy DI put opcie a predaja DI call opcie

Vytvoríme stratégiu Long Combo pomocou kúpy n down and knock-in put opcií s nižšou realizačnou cenou X_1 , premiou p_{1BDI}^0 za opciu³, bariérou D a súčasne predaja n down and knock-in call opcií s vyššou realizačnou cenou X_2 , premiou c_{2SDI}^0 za opciu, rovnakou bariérou D , pričom platí ($D < X_1 < X_2$).

Kúpou down and knock-in put opcie sme získali právo predať dané podkladové aktívum za realizačnú cenu X_1 v čase T , ak dôjde k aktivácii opcie, to znamená, že cena podkladového aktíva počas životnosti opcie presiahne zhora vopred stanovenú dolnú bariéru D , čo vyjadruje nasledovná podmienka

³ Dolný index B (Buy) znamená, že danú opciu kupujeme. Označenie S (Sell) využijeme, ak uvažujeme s uzatvorením pozície na predaj. Výšku opčnej prémie v čase splatnosti počítame podľa známych vzťahov pre jednoduché a zložené úročenie, t.j. $p_{1BDI} = p_{1BDI}^0(1+rt)$ a $p_{1BDI} = p_{1BDI}^0(1+r)^t$, kde r je nominálna úroková sadzba. Vo všetkých funkciách zisku tejto práce uvádzame opčnú premiu upravenú o časovú hodnotu peňazí podľa uvedeného vzoru.

$$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq D. \quad (2.1.1)$$

Funkcia zisku pri kúpe n down and knock-in put opcií je

$$P(S_T) = \begin{cases} -n(S_T - X_1 + p_{BDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq D \wedge S_T < X_1, \\ -np_{BDI} & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) > D \wedge S_T < X_1, \\ -np_{BDI} & \text{ak } S_T \geq X_1. \end{cases} \quad (2.1.2)$$

Predajom down and knock-in call opcie sme sa zaviazali predat dané podkladové aktívum za realizačnú cenu X_2 v čase T , ak dôjde k aktivácii opcie, čo je vyjadrené vyššie uvedenou podmienkou (2.1.1).

Funkcia zisku pri predaji n down and knock-in call opcií má nasledovný tvar

$$P(S_T) = \begin{cases} nc_{2SDI} & \text{ak } S_T < X_2, \\ -n(S_T - X_2 - c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq D \wedge S_T \geq X_2, \\ nc_{2SDI} & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) > D \wedge S_T \geq X_2. \end{cases} \quad (2.1.3)$$

Funkciu zisku zo zaistenej pozície pomocou Long Combo stratégie dostaneme súčtom funkcií (2.1.1), (2.1.2) a funkcie zisku z nezaistenej pozície (2.1).

$$ZP_1(S_T) = \begin{cases} n(X_1 - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq D \wedge S_T < X_1, \\ n(S_T - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) > D \wedge S_T < X_1, \\ n(S_T - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } X_1 \leq S_T < X_2, \\ n(X_2 - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq D \wedge S_T \geq X_2, \\ n(S_T - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T} (S_t) > D \wedge S_T \geq X_2. \end{cases} \quad (2.1.4)$$

Analýzou funkcie zisku zo zaistenej pozície máme tvrdenia:

- Ak cena podkladového aktíva klesne počas doby životnosti opcií pod dolnú bariéru, tak je hedging podobný hedgingu prostredníctvom stratégie Long Combo pomocou vanilla opcií s rovnakými vstupnými parametrami, t.j. podkladovým aktívom, časom expirácie a realizačnými cenami. V tomto prípade máme zaistenú nákupnú cenu z intervalu (X_1, X_2) . Nevýhodou je, že nemôžeme participovať na náraste ceny väčšom ako X_2 .
- Ak bariéra nie je dosiahnutá a zároveň je v čase expirácie opcií pod X_1 , potom sme si zaistili minimálnu cenu vo výške dolnej bariéry. Je to vyvážené tým, že kúpa DI put opcie je lacnejšia ako kúpa klasickej put opcie s rovnakými vstupmi.⁴
- Ak bariéra nie je dosiahnutá a zároveň je v čase expirácie opcií nad X_2 , potom sa podieľame na náraste ceny v plnom rozsahu. Menšia je ale

⁴ DI(UI) call (put) bariérová opcia + DO (UO) call (put) bariérová opcia = call (put) vanilla opcia.

opčná prémie získaná za predaj DI call opcie v porovnaní s opčnou premiou získanou pri predaji klasickej call opcie.

Teraz uvažujeme s vytvorením danej stratégie pomocou kúpy n down and knock-in put opcií s nižšou realizačnou cenou X_1 , dolnou bariérou D_1 , pričom platí ($D_1 < X_1$) a zároveň predaja n down and knock-in call opcií s vyššou realizačnou cenou X_2 , dolnou bariérou D_2 , pričom ($D_2 \leq X_2$) alebo ($D_2 \geq X_2$). Máme teda dve rôzne dolné bariéry, t.j. D_1 a D_2 . V tomto prípade môžeme danú stratégiu vytvoriť tak, že bude medzi bariérami a realizačnými cenami platiť jeden z nasledovných vzťahov

$$D_2 < D_1 < X_1 < X_2, \quad (2.1.5)$$

$$D_1 < D_2 \leq X_1 < X_2, \quad (2.1.6)$$

$$D_1 < X_1 \leq D_2 \leq X_2, \quad (2.1.7)$$

$$D_1 < X_1 < X_2 \leq D_2. \quad (2.1.8)$$

Funkcia zisku zo zaistenej pozície je v tomto prípade

$$ZP_{II}(S_T) = \begin{cases} n(X_1 - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq D_1 \wedge S_T < X_1, \\ n(S_T - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > D_1 \wedge S_T < X_1, \\ n(S_T - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } X_1 \leq S_T < X_2, \\ n(X_2 - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq D_2 \wedge S_T \geq X_2, \\ n(S_T - p_{1BDI} + c_{2SDI}) & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > D_2 \wedge S_T \geq X_2. \end{cases} \quad (2.1.9)$$

3 APLIKÁCIA NA SPDR GOLD SHARES

Predpokladajme, že už teraz, t.j. 9. augusta 2011 vieme, že budeme v januári 2013 predávať 100 akcií SPDR Gold Shares. Rozhodneme sa zaistiť proti poklesu ceny pomocou hedgingovej možnosti analyzovanej v Kapitole 2.

V Tabuľke 3.1 sú uvedené ceny vanilla call a put opcií európskeho typu na akcie SPDR Gold Shares, ktoré boli v ponuke 9. augusta 2011 s dátumom expirácie 18. január 2011. Akcie SPDR Gold Shares sa 9. augusta 2011 obchodovali na NYSE Arc, Inc. za cenu 172,64 USD za akciu.

S bariérovými opciami sa obchoduje na OTC trhu, kde nie sú verejne sprístupňované údaje o reálne obchodovaných bariérových opciách. Z toho dôvodu sme na výpočet ceny bariérových opcií sme použili Black-Scholesov model bez výplaty dividend modifikovaný pre bariérové opcie s nasledovnými parametrami: druh opcie (DI/DO/UI/UO CALL/PUT), aktuálna spotová cena podkladového aktíva, realizačná cena, bariéra, čas do splatnosti, odškodné = 0, bezriziková úroková miera = cost of carry miera, implikovaná volatilita podkladového aktíva. Pri výpočte času do expirácie sme vychádzali z európskeho štandardu 30E/360. Za bezrizikovú úrokovú mieru sme zvolili U.S. Treasury rate, ktorá bola pre daný čas do expirácie vo výške 0,24 % (zdroj: Bloomberg). Všetky výpočty sme realizovali v štatistickom programe R.

Vypočítané ceny jednotlivých bariérových opcií sú uvedené v Tabuľkách 3.2 a 3.3.

Tabuľka 3.1 Call a put opcie na SPDR Gold Shares s termínom expirácie 18/01/2013

CALL			X	PUT		
BID	MID	ASK		BID	MID	ASK
39,50	40,48	41,45	140	7,10	7,30	7,50
36,10	37,05	38,00	145	8,40	8,75	9,10
32,90	33,50	34,10	150	10,25	10,70	11,15
30,20	30,70	31,20	155	12,20	12,60	13,00
27,20	28,05	28,90	160	14,35	14,75	15,15
24,75	25,55	26,35	165	16,80	17,15	17,50
23,45	23,73	24,00	170	19,50	19,88	20,25

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa <http://finance.yahoo.com>

Tabuľka 3.2 Ceny DI put opcií pri rôznych realizačných cenách a bariérach s termínom expirácie 18/01/2013

X/DI	135	145	155	160	165
140	7,29	-	-	-	-
145	8,71	-	-	-	-
150	10,56	10,69	-	-	-
155	12,28	12,57	-	-	-
160	14,15	14,65	14,74	-	-
165	16,17	16,93	17,13	17,15	-
170	18,41	19,47	19,82	19,87	19,87

Zdroj: Vlastné výpočty v R

Tabuľka 3.3 Ceny DI put opcií pri rôznych realizačných cenách a bariérach s termínom expirácie 18/01/2013

X/DI	135	145	155	160	165	170
140	4,97	10,62	19,11	24,38	30,31	36,82
145	4,08	9,04	16,82	21,76	27,35	33,55
150	3,14	7,39	14,39	18,97	24,24	30,14
155	2,68	6,43	12,78	17,02	21,95	27,52
160	2,25	5,55	11,30	15,20	19,79	25,03
165	1,88	4,77	9,93	13,51	17,77	22,70
170	1,74	4,38	9,13	12,45	16,42	21,04

Zdroj: Vlastné výpočty v R

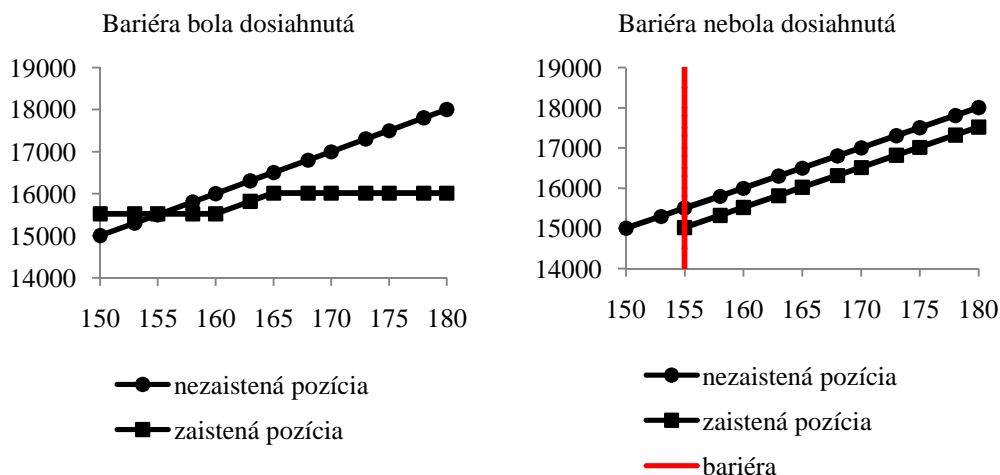
Je zrejmé, že pri down and knock-in opciách je v čase uzatvorenia opcie bariéra pod aktuálnou spotovou cenou podkladového aktíva S_0 , t.j. pod 172,64. Pri DI put opciách sa realizačná cena musí nachádzať nad bariérou. Ak sa nachádza pod alebo na

bariére ide o klasickú put opciu. Pri DI call opciách môže byť realizačná cena nad aj pod dolnou bariérou.

Rozhodneme sa zaistiť proti viac ako 10 % poklesu ceny daných akcií, t.j. pod 155. Pri jednotlivých alternatívach budeme porovnávať funkciu zisku zo zaistej pozície v portfóliu s funkciou zisku z nezaistej pozície. Daný interval funkcie zisku budeme hodnotiť ako ziskový, ak zisk zo zaistej pozície pomocou LC stratégie bude väčší ako zisk z nezaistej pozície. Naopak ak zisk zo zaistej pozície bude menší ako z nezaistej pozície, daný interval funkcie zisku príslušnej hedgingovej možnosti budeme hodnotiť ako stratový.

1. Najprv predpokladajme, že kúpime DI put opciu s nižšou realizačnou cenou vo výške 160, bariérou 155, prémiiu 14,74 a zároveň predáme DI call opciu s rovnakou dolnou bariérou, realizačnou cenou vo výške 165 a prémiiu 9,93. V tomto prípade je funkcia zisku zo zaistej pozície daná vzťahom (3.1) a graf danej funkcie zisku je na Obrázku 3.1.

$$ZP_1(S_T) = \begin{cases} 15\,517 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T - 483 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T - 483 & \text{ak } 160 \leq S_T < 165, \\ 16\,017 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155 \wedge S_T \geq 165, \\ 100S_T - 483 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 155 \wedge S_T \geq 165. \end{cases} \quad (3.1)$$



Obrázok 3.1 Grafické zobrazenie funkcie zisku zo zaistej pozície v portfóliu

Ak $S_T \leq 155$, potom produkuje táto alternatíva zisk z intervalu $\langle 17; 15\,517 \rangle$, ktorý rastie s poklesom spotovej ceny.

Ak je spotová cena z intervalu (155; 155,17), potom dosahujeme zisk rastúci s poklesom ceny z intervalu (0; 17) alebo stratu v konštantnej výške 483.

Ak je spotová cena z intervalu (155,17; 160), potom dosahujeme konštantnú stratu vo výške 483 alebo stratu rastúcu s rastom ceny z intervalu (0; 483).

Ak je spotová cena z intervalu (160; 165), potom dosahujeme konštantnú stratu vo výške 483.

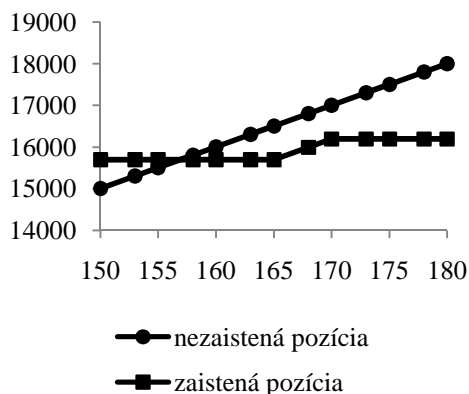
Ak $S_T \geq 165$, potom dosahujeme konštantnú stratu vo výške 483 alebo stratu rastúcu s rastom spotovej ceny v minimálnej výške 483 a v neohraničenej maximálnej výške.

2. Teraz predpokladajme, že kúpime DI put opciu s nižšou realizačnou cenou vo výške 165, bariérou 160, prémieu 17,15 a zároveň predáme DI call opciu s realizačnou cenou vo výške 170, dolnou bariérou 155 a prémieu 9,13. Funkcia zisku zo zaistej pozície je

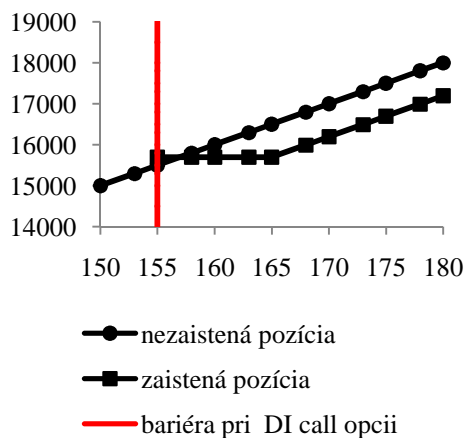
$$ZP_2(S_T) = \begin{cases} 15\ 695 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 160 \wedge S_T < 165, \\ 100S_T - 805 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 160 \wedge S_T < 165, \\ 100S_T - 805 & \text{ak } 165 \leq S_T < 170, \\ 16\ 195 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155 \wedge S_T \geq 170, \\ 100S_T - 805 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 155 \wedge S_T \geq 170. \end{cases} \quad (3.2)$$

Graf funkcie zisku je na Obrázku 3.2.

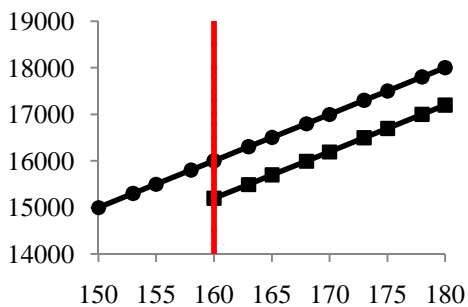
DI put opcia je aktivovaná, DI call opcia je aktivovaná



DI put opcia je aktivovaná, DI call opcia nie je aktivovaná



DI put opcia nie je aktivovaná, DI call opcia nie je aktivovaná



Obr. 3.2 Grafické zobrazenie funkcie zisku zo zaistenej pozície v portfóliu

Ak $S_T \leq 156,95$, potom dosiahneme zisk z intervalu $\langle 0; 15\ 695 \rangle$, ktorý rastie s poklesom spotovej ceny.

Ak je spotová cena z intervalu $\langle 156,95; 160 \rangle$, potom dosahujeme stratu rastúcu s rastom ceny z intervalu $\langle 0; 305 \rangle$.

Ak je spotová cena z intervalu $\langle 160; 165 \rangle$, potom dosahujeme konštantnú stratu vo výške 805 alebo stratu rastúcu s rastom ceny z intervalu $\langle 305; 805 \rangle$.

Ak je spotová cena z intervalu $\langle 165; 170 \rangle$, potom dosahujeme konštantnú stratu vo výške 805.

Ak $S_T \geq 170$, potom dosahujeme konštantnú stratu vo výške 805 alebo stratu rastúcu s rastom spotovej ceny v minimálnej výške 805 a v neohraničenej maximálnej výške.

3. Predpokladajme, že kúpime DI put opciu s nižšou realizačnou cenou vo výške 160, bariérou 155, prémieu 14,74 a zároveň predáme DI call opciu s realizačnou cenou vo výške 165, dolnou bariérou 160 a prémieu 13,51. V tomto prípade je funkcia zisku zo zaistenej pozície

$$ZP_3(S_T) = \begin{cases} 15\ 876 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T - 124 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T - 124 & \text{ak } 160 \leq S_T < 165, \\ 16\ 376 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 160 \wedge S_T \geq 165, \\ 100S_T - 124 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 160 \wedge S_T \geq 165, \end{cases} \quad (3.3)$$

4. Uvažujme s kúpou DI put opciu s nižšou realizačnou cenou vo výške 160, bariérou 155, prémieu 14,74 a zároveň predajom DI call opcie s realizačnou cenou vo výške 165, dolnou bariérou 165, prémieu 17,77. Funkcia zisku zo zaistenej pozície je

$$ZP_4(S_T) = \begin{cases} 16\ 304 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T + 304 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T + 304 & \text{ak } 160 \leq S_T < 165, \\ 16\ 804 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 165 \wedge S_T \geq 165, \\ 100S_T + 304 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 165 \wedge S_T \geq 165. \end{cases} \quad (3.4)$$

5. A nakoniec uvažujme s kúpou DI put opciu s nižšou realizačnou cenou vo výške 160, bariérou 155, prémieu 14,74 a zároveň predajom DI call opcie s realizačnou cenou vo výške 165, dolnou bariérou 170 a prémieu 22,70. Funkcia zisku zo zaistenej pozície daná vzťahom (3.5).

$$ZP_5(S_T) = \begin{cases} 16\,799 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T + 799 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 155 \wedge S_T < 160, \\ 100S_T + 799 & \text{ak } 160 \leq S_T < 165, \\ 17\,299 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 170 \wedge S_T \geq 165, \\ 100S_T + 799 & \text{ak } \min_{0 \leq t \leq T}(S_t) > 170 \wedge S_T \geq 165. \end{cases} \quad (3.5)$$

Porovnanie zisku/straty navrhnutých hedgingových alternatív pri jednotlivých intervaloch a bariérových podmienkach je v Tabuľke 3.4 (pozri Prílohu 1).

Zhrnutie:

Pomocou 1. hedgingovej alternatívy si zaistíme minimálnu cenu za predaj akcie SPDR Gold Shares vo výške 155. Počiatočné náklady sú v prípade tejto alternatívy vo výške 4,83 za nákup jednej DI put a predaj jednej DI call opcie. Ak nedôjde k poklesu ceny danej akcie počas životností opcií pod 155, potom sa môžeme podieľať na raste ceny v plnom rozsahu.

Pri 2. hedgingovej alternatíve máme v porovnaní s 1. hedgingovou alternatívou zaistenú vyššiu minimálnu cenu za predaj a to vo výške 160, musíme ale uhradiť vyššiu prémii za nákup DI put opcie (čím je realizačná cena pri nákupe DI put opcie vyššia, tým je aj prémia vyššia; na rast prémie vplyva aj rast bariéry, ale v oveľa menšej miere). Vyššia realizačná cena X_2 spôsobila väčší rozdiel medzi bariérou D_2 a realizačnou cenou X_2 , čo znížilo pravdepodobnosť, že nastane pre nás nepriaznivý scenár, kedy sa nemôžeme podieľať na raste ceny, lebo máme zaistenú maximálnu cenu, a teda malo priaznivý vplyv na rast získanej premie za predaj DI call opcie.

3., 4. a 5. hedgingová alternatíva sa líši od 1. alternatívy len vo výške dolnej bariéry D_2 pri predaji DI call opcie. Rast bariéry vplyva na rast premie z dôvodu vyššej pravdepodobnosti nastania scenára, kedy nemôžeme participovať na raste ceny. Pri 4. a 5. alternatíve máme počiatočné výnosy vo výške 3,04 a 7,99 za opciu.

Pomocou zaistenia prostredníctvom 5. hedgingovej alternatívy dosiahneme spomedzi navrhnutých alternatív, pri všetkých možných scenároch vývoja spotovej ceny akcií SPDR Gold Shares v čase expirácie, najvyšší zisk, resp. najnižšiu stratu v porovnaní s nezaistenou pozíciou. Ak by ale cena klesla počas doby životností opcií pod 170 (pozn. aktuálna cena je 172,64) a zároveň by bola v čase expirácie nad 165, potom by sme nemohli participovať na raste ceny. Pravdepodobnosť nastania daného nepriaznivého scenára je teda veľmi vysoká.

4 ZÁVER

V predkladanej práci sme vychádzali z faktu, že opčná stratégia Long Combo pomocou vanilla opcií je vhodná na hedging proti poklesu ceny podkladového aktíva.

Jej výhodou je, že je možné ju skonštruovať s nulovými počiatočnými nákladmi a nevýhodou, že investor nemôže participovať na raste ceny.

V súčasnosti sa finančné trhy špecializujú, a preto sa do popredia dostávajú určitým spôsobom modifikované opcie, ktoré sa lepšie prispôbujú individuálnym požiadavkám investorov. Do tejto skupiny inovatívnych inštrumentov zaraďujeme aj bariérové opcie, ktoré majú jednu základnú odlišnosť v porovnaní s klasickými opciami a tou je bariérová hranica ovplyvňujúca ich aktiváciu, resp. deaktiváciu.

Cieľom tejto práce bolo analyzovať vybranú hedgingovú možnosť prostredníctvom Long Combo stratégie pomocou bariérových opcií a vykonať jej aplikáciu na hedging SPDR Gold Shares.

Hedging prostredníctvom Long Combo stratégie pomocou bariérových opcií sa vyznačuje väčšou flexibilitou, čo umožňuje investorom vytvoriť hedgingovú stratégiu zameranú na konkrétny účel. Okrem zaistenia sa proti poklesu ceny ponúka možnosť participácie na raste ceny a aj prípade bariérových opcií je možné skonštruovať danú stratégiu s nulovými počiatočnými nákladmi.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] BLACK, F.; SCHOLES, M. 1973. Pricing of Options and The Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*. 1973, Vol. 81, No. 3, pp. 637-654. ISSN 0022-3808.
- [2] CAROL, A. 2008. *Market Risk Analysis: Pricing, Hedging and Trading Financial Instruments*. John Wiley & Sons, Ltd, 2008. 422 p. ISBN 9780470772812.
- [3] COHEN, G. 2005. *The bible of options strategies: the definitive guide for practical trading strategies*. Financial Times Prentice Hall, 2005, 356 p. ISBN 978-0-131-71066-5.
- [4] COX, J.C.; RUBINSTEIN, M. 1985. *Options Markets*. New York: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985. 498 p. ISBN 0136382053.
- [5] FREDERICK, R. 2007. *The trader's guide to equity spreads: how to increase returns and lowers risk with option strategies*. McGraw-Hill Professional, 2007, 470 p. ISBN 978-0-07-147811-3.
- [6] FONTANILLS, G. A. 2005. *Options Course: High Profit and Low Stress Trading Methods*. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., 2005. 594 p. ISBN 9780471713647.
- [7] HAUG, E. 1998. *The Complete Guide to Option Pricing Formulas*. McGraw-Hill, 1998. 232 p. ISBN 0-7863-1240-8.
- [8] CHORAFAS, D. N. 2008. *Introduction to Derivative Financial Instruments: Options, Futures, Forwards, Swaps, and Hedging*. New York, USA: McGraw-Hill Professional Publishing, 2008. 384 p. ISBN 9780071546645.
- [9] KOLB, R. W. 1999. *Futures, Options, & Swaps*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Publishers, 1999. ISBN 0-63121-499-2.
- [10] KUNDRÍKOVÁ, Z. 2008. Bariérové opcie. *National and Regional Economics 7: 1th-3th October 2008*, Herľany: EkF TU, 2008, pp. 474-479. ISBN 978-80-553-0084-9.

- [11] MERTON, R.C. 1973. Theory of rational option pricing. *Journal of Economics and Management Science*. 1973, Vol. 4, No 1, pp. 141-183. ISSN 0005-8556.
- [12] RUBINSTEIN, M.; REINER, E. 1991. Breaking Down the Barriers. *Journal of Risk*. 1991, Vol. 4, No. 8, pp. 28-35.
- [13] SMITH, C. 2008. *Option Strategies: Profit-Making Techniques for Stock, Stock Index, and Commodity Option*. John Wiley and Sons, Inc., 2008. 321 p. ISBN 9780470370476.
- [14] ŠOLTÉS, V.; ŠOLTÉSOVÁ, M. 2003. Analýza opčních strategií Long a Short Combo. *Finance a účetnictví ve vědě, výuce a praxi: sborník mezinárodní konference: Zlín, 22.-23. května 2003*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. s. 1-5. ISBN 80-7318-130-4, 2003.
- [15] ŠOLTÉS, V.; ŠOLTÉS, M. 2005. Hedging pomocou opčních strategií Long Combo a Long Strangle. *AIESA Bratislava*. 2005, s. 1-5. ISBN 80-225-2010-1.
- [16] TALEB, N.N. 1997. *Dynamic Hedging: Managing Vanilla and Exotic Options*. Hardcover: Wiley & Sons, 1997. 528 p. ISBN 978-0-471-15280-4.
- [17] TICHÝ, T. 2004. Replication Methods in the Pricing and Hedging of Barrier Options. *Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver)*. 2004, Vol. 54, No. 7-8, pp. 305-324. ISSN 0015-1920.
- [18] WEERT, D. F. 2008. *Exotic Options Trading*. John Wiley & Sons, Ltd, 2008. 204 p. ISBN 9780470756317.
- [19] ZMEŠKAL, Z. 2004. Přístupy k eliminaci finančních rizik na bázi finančních hedgingových strategií. *Finance a úvěr – Czech Journal of Economics and Finance*. 2004, Vol. 54, No. 1-2, pp. 50-63. ISSN 0015-1920.

PRÍLOHA 1

Tab. 3.4 Zisk/strata a minimálny/maximálny/konštantný zisk/strata pri jednotlivých hedgingových alternatívach

Interval spotovej ceny v čase expirácie T	1. hedgingová alternatíva				2. hedgingová alternatíva			
	Bariérové podmienky	Z/S	min	max	Bariérové podmienky	Z/S	min	max
$S_T \leq 155$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	Z	17	15517	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 160$	Z	195	15695
$155 \leq S_T \leq 155,17$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	Z	0	17	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 160$	Z	178	195
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483				
$155,17 \leq S_T \leq 156,95$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	0	178	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 160$	Z	0	178
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483				
$156,95 \leq S_T \leq 158,76$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	178	359	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 160$	S	0	181
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483				
$158,76 \leq S_T \leq 160$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	359	483	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 160$	S	181	305
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483				
$160 \leq S_T \leq 165$		KS	483	483	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 160$	S	305	805
					$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 160$	KS	805	805
$165 \leq S_T \leq 168,04$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	483	787		KS	805	805
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483				
$168,04 \leq S_T \leq 170$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	787	983		KS	805	805
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483				
$170 \leq S_T \leq 172,99$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	983	1282	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	805	1104
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	805	805
$S_T \geq 172,99$	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	1282	N	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \leq 155$	S	1104	N
	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	483	483	$\min_{0 \leq t \leq T} (S_t) \geq 155$	KS	805	805

Vysvetlivky:

* Z = zisk, S = strata, KZ = konštantný zisk, KS = konštantná strata, N = neohraničený/á zisk/strata.

** Pri zisku min znamená minimálny zisk a max = maximálny zisk, pri strate min = minimálna strata a max = maximálna strata.

*** Zisk klesá s rastom spotovej ceny v čase expirácie, strata rastie s rastom ceny.

Interval spotovej ceny v čase expirácie T	3. hedgingová alternatíva				4. hedgingová alternatíva			
	Bariérové podmienky	Z/S	min	max	Bariérové podmienky	Z/S	min	max
$S_T \leq 155$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	376	15876	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	804	16304
$155 \leq S_T \leq 155,17$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	359	376	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	787	804
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	304	304
$155,17 \leq S_T \leq 156,95$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	181	359	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	609	787
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	304	304
$156,95 \leq S_T \leq 158,76$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	0	181	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	428	609
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	304	304
$158,76 \leq S_T \leq 160$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	S	0	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	304	428
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	304	304
$160 \leq S_T \leq 165$		KS	124	124		KZ	304	304
$165 \leq S_T \leq 168,04$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 160$	S	124	428	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 165$	Z	0	304
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 160$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 165$	KZ	304	304
$168,04 \leq S_T \leq 170$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 160$	S	428	624	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 165$	S	0	196
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 160$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 165$	KZ	304	304
$170 \leq S_T \leq 172,99$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 160$	S	624	923	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 165$	S	196	495
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 160$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 165$	KZ	304	304
$S_T \geq 172,99$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 160$	S	923	N	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 165$	S	495	N
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 160$	KS	124	124	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 165$	KZ	304	304

Analýza vybranej hedgingovej možnosti proti poklesu ceny

Interval spotovej ceny v čase expirácie T	5. hedgingová alternatíva			
	Bariérové podmienky	Z/S	min	max
$S_T \leq 155$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	1299	16799
$155 \leq S_T \leq 155,17$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	1282	1299
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	799	799
$155,17 \leq S_T \leq 156,95$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	1104	1282
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	799	799
$156,95 \leq S_T \leq 158,76$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	923	1104
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	799	799
$158,76 \leq S_T \leq 160$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 155$	Z	799	923
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 155$	KZ	799	799
$160 \leq S_T \leq 165$		KZ	799	799
$165 \leq S_T \leq 168,04$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 170$	Z	495	799
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 170$	KZ	799	799
$168,04 \leq S_T \leq 170$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 170$	Z	299	495
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 170$	KZ	799	799
$170 \leq S_T \leq 172,99$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 170$	Z	0	299
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 170$	KZ	799	799
$S_T \geq 172,99$	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \leq 170$	S	0	N
	$\min_{0 \leq t \leq T}(S_t) \geq 170$	KZ	799	799