

OPCIE AKO NÁSTROJ INVESTIČNÉHO ROZHODOVANIA

Danuše Guttenová¹, Mária Vojteková²

Abstrakt:

Obrovský nárast využívania opčného obchodovania daný globalizovaným prostredím kapitálových trhov bol umožnený vďaka matematickým modelom oceňovania finančných opcií. Článok načrtáva podstatu binomického a Black-Scholesovho modelu a myšlienku reálnych opcií ako aplikácie finančných opcií v oblasti hodnotenia strategických investícií.

1. Finančné opcie

1.1. Úvod

Obchodovanie bolo odjakživa spojené s neistotou a súčasnou snahou nájsť prostriedky, ako vylúčiť negatívne dopady vývoja situácie. Prvé zmienky o formách zaistenia, ktoré majú charakter opčného obchodovania nachádzame už v starovekom Grécku. Slovo opcia pochádza z latinského „*optio*“ a znamená možnosť voľby. V oblasti finančných trhov je dnes používaný pojem opcia pre jednu z foriem finančných derivátov, čo sú finančné kontrakty, ktorých cena je odvodená od aktuálnych cien podkladových aktív (akcie, dlhopisy, meny, komodity, ...) na promptnom trhu.

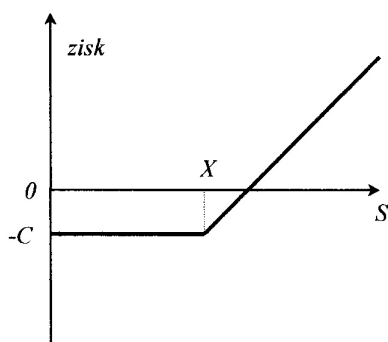
Opcia je obchodovateľný cenný papier. Zakúpením opcie získava jej majiteľ právo, ale nie povinnosť, kúpiť alebo predat' podkladové aktívum za vopred dohodnutú cenu vo vopred dohodnutom termíne. Kúpna opcia (call opcia) zaisťuje majiteľovi právo na nákup podkladového aktíva. Predajná opcia (put opcia) dáva vlastníkovi právo predat' predmetné aktívum. Majiteľ opciu uplatní len v prípade, ak je to preňho výhodné. Vypisovateľ opcie sa pasívne podrobuje rozhodnutiu majiteľa, je v tzv. krátkej pozícii. Majiteľ opcie je v tzv. dlhej pozícii, rozhoduje sa, či zakúpenú opciu uplatní v dohodnutom termíne T podľa toho, či je to preňho výhodné. V prípade call opcie majiteľ zakúpi podkladové aktívum za vopred dohodnutú cenu, tzv. realizačnú cenu X , len v prípade, že podkladové aktívum je dostupné v danom čase na trhu za cenu S_T ak $S_T > X$; v opačnom prípade, tj. ak $S_T \leq X$ opcia prepadá bez náhrady a majiteľ opcie kupuje priamo na trhu za výhodnejšiu cenu.

Právo dané vlastníctvom opcie realizovať len výhodný obchod má svoju hodnotu, ktorá je označovaná ako opčná prémia alebo cena opcie. Výška opčnej premie je vlastne trhovou hodnotou, za ktorú sa opcia predáva a vzniká ako súčet tzv. vnútornej a časovej hodnoty opcie. Vnúterná hodnota opcie predstavuje čiastku, ktorú by kupujúci získal uplatnením opčného práva. Časová hodnota opcie zohľadňuje riziko možnej zmeny hodnoty podkladového aktíva od doby uzatvorenia opčného kontraktu do dátumu expirácie, približovaním ktorého nelineárne klesá.

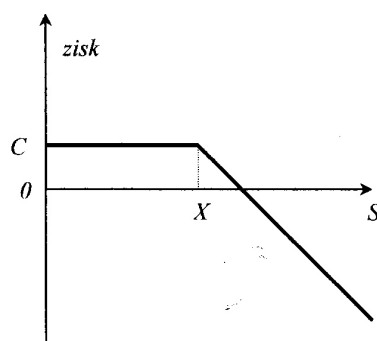
Najvyššou možnou stratou majiteľa je cena, ktorú zaplatil za opciu, zatiaľ čo jeho zisky môžu byť teoreticky neohraničené. Jedná sa o hru s nulovým súčtom, zisk majiteľa opcie je stratou vypisovateľa a naopak, ako vidno na obrázku:

¹ KKMaHI FPEDaS Žilinská univerzita, Univerzitná 1, 01026 Žilina, danuse.guttenova@fpedas.uniza.sk,

² KKMaHI FPEDaS Žilinská univerzita, Univerzitná 1, 01026 Žilina, maria.vojtekova@fpedas.uniza.sk,



Obr. 1: Long pozícia – call opcia



Obr. 2: Short pozícia – call opcia

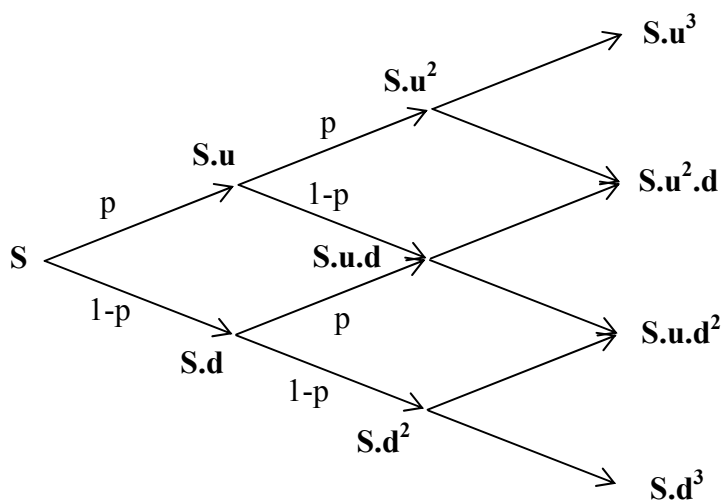
Využitie práva predat', či kúpiť podkladové aktívum za realizačnú cenu je možné v ktorýkoľvek deň do splatnosti, ak ide o tzv. americkú opciu. Ak je obchod uskutočniteľný len v deň expirácie, opciu označujeme ako európsku.

Podstatným faktorom, ktorý ovplyvňuje hodnotu opcie je tak možná nestálosť cien podkladového aktíva, ktorá je označovaná pojmom volatilita. Býva určovaná buď z cien daného aktíva za dostatočne dlhé minulé obdobie, alebo je implicitne daná cenami opcií pre danú akciu na trhu.

1.2. Matematické modely

Pre ocenenie finančných opcií sú v praxi používané dva základné modely, ktoré sa líšia spôsobom delenia uvažovaného obdobia životnosti opcie. Modely sú platné za dodržania určitých predpokladov, ktoré sú podrobnejšie vysvetlené v použitej literatúre.

Binomický model – vychádza z predstavy diskrétného rozdelenia doby do splatnosti na konečný počet n rovnako dlhých časových úsekov. V každom takto vzniknutom časovom období môže dôjsť s pravdepodobnosťou p buď k rastu vyjadrenom indexom u (up) alebo s pravdepodobnosťou $q = (1 - p)$ k poklesu d (down) hodnoty podkladového aktíva. Uvažujeme nemenné hodnoty indexov rastu u a poklesu d aj pravdepodobnosti p po celú dobu do vypršania opcie.



Obr. 3: Vývoj ceny S podkladového aktíva v priebehu troch období.

Vzorec pre výpočet hodnoty európskej opcie za n období, keď musíme uvažovať ďalšie možnosti, ktoré vzniknú opakovaným vetvením v každom časovom uzle, vedie na tvar:

$$V_C = \frac{1}{(1+r)^n} \cdot \sum_{i=0}^{i=n} \binom{n}{i} \cdot p^i \cdot (1-p)^{n-i} \cdot \max(Q, 0), \quad (1)$$

kde za Q dosadzujeme výraz $Q_C = (S \cdot u^i \cdot d^{n-i} - X)$ v prípade kúpnych opcií,

$$Q_P = (X - S \cdot u^i \cdot d^{n-i}) \text{ pre predajné opcie.}$$

V každom uzle je uvažovaná hodnota diskontovaná bezrizikovou úrokovou mierou r . Pre opcie amerického typu je nutné postupovať binomickým stromom rekurentne späť.

K nárastu opčných obchodov došlo po roku 1973, kedy bola publikovaná práca ekonóma Myrona Scholesa zo Standfordskej univerzity a teoretického fyzika Fishera Blacka z Chicagskej univerzity o oceňovaní európskych opcií na akcie neprinášajúce dividendy v dobe do splatnosti. Ich prístup je označovaný za revolučný. Priniesol metódu uplatnenia parciálnych diferenciálnych rovníc v oceňovaní finančných derivátov. Východiskom je modelovanie stochasticky sa vyvíjajúcich cien akcie. Základným nástrojom ako opísať takýto náhodný vývoj ceny aktíva sú Markovove náhodné procesy. Je využitý tzv. Wienerov proces, ktorý sa napr. vo fyzike používa pod označením Brownov pohyb na modelovanie pohybu častice vystavenej nárazom molekúl prostredia, v ktorom sa pohybuje. Ide v podstate o odvodenie riešenia parciálnej diferenciálnej rovnice opisujúcej vývoj ceny derivátu v závislosti od ceny akcie a od času ostávajúceho do expirácie so zadanou okrajovou podmienkou. V súčasnosti už existujú ďalšie modely pre iné typy podkladových aktív.

Hodnota európskej opcie na akciu neprinášajúcu dividendu v dobe do splatnosti T je daná vzorcom

pre kúpnu opciu

$$C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r \cdot T} \cdot N(d_2), \quad (2)$$

pre predajnú opciu

$$P = -S \cdot N(-d_1) + X \cdot e^{-r \cdot T} \cdot N(-d_2), \quad (3)$$

$$\text{kde } d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}, \quad d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}.$$

Hodnoty $N(d)$ sú hodnoty distribučnej funkcie normovaného normálneho rozdelenia

$$N(d) = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-\infty}^d e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

2. Reálne opcie

2.1. Základné pojmy

Rozvoj teoretických modelov ohodnocovania finančných opcií viedol k ich aplikácii v oblasti hodnotenia investícií a určovania hodnoty podniku. V roku 1977 profesor

Stewart Myers ako prvý vo svojom článku definoval pojem reálne opcie na rozšírenie, odloženie a opustenie projektu na základe nových informácií súvisiacich s investičným projektom. Doteraz najrozšírenejšou metódou na posudzovanie hodnoty projektu je metóda čistej súčasnej hodnoty označovaná *NPV*, ktorá predstavuje rozdiel súčasnej hodnoty všetkých budúcich príjmov plynúcich z projektu a súčasnej hodnoty výdavkov vynaložených na investičný projekt, čo je možné vyjadriť vzorcom:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

T..... doba životnosti projektu v rokoch,

r..... diskontná sadzba,

CF_t finančné toky v jednotlivých rokoch *t*, kde *t* = 1, 2, ..., *T*.

Nevýhodou tohto prístupu je, že nezahŕňa do hodnoty projektu možnosť aktívnych zásahov manažmentu do behu projektu počas doby jeho životnosti, riziko spojené s projektom sa premieta len do zvolenej diskontnej sadzby a teda rizikovejšie projekty bývajú spravidla zamietnuté, pretože ich čistá súčasná hodnota bude nulová alebo záporná. V reálnej opčnej metodológii je hodnota každej investície považovaná za derivát vstupných kapitálových výdavkov, plánovaných príjmov, času a rizika súvisiacich s projektom. Na výpočet hodnoty reálnej opcie zakotvenej v projekte sa za určitých podmienok používajú, podľa typu opcie, rovnaké postupy ako na výpočet finančných opcií. Hodnota projektu je potom daná vzťahom:

$$NPV^* = NPV + \text{opčná hodnota},$$

teda čistá súčasná hodnota zvýšená o hodnotu opcie, ktorá je ohodnotením flexibility.

Metodológia je rozvíjaná a umožňuje zahrnúť situácie rozšírenia, zúženia, či opustenia projektu, prerušenia, rozfázovania a zámeny projektov, prípadne kombinácie základných typov a definovanie tzv. zložených opcií.

Parametre určujúce hodnotu reálne opcie v uvedených modeloch:

Premenná	Finančné opcie	Reálna opcia – vstupujúca premenná
S	Cena akcie	PV(CF) – súčasná hodnota očakávaných CF projektu, bez počiatočných investícií
X	Realizačná cena	IN – súčasná hodnota investície potrebnej na realizáciu projektu
σ	Smerodajná odchýlka	σ - volatilita budúcich CF projektu
r	Bezrizikový výnos	
T	Čas do expirácie	t – obdobie, kedy je možné investíciu realizovať

Hlavnými oblasťami s vysokou volatilitou, kde sú reálne opcie vo svete využívané, sú: ťažba prírodných zdrojov (ropa, uhlie, zemný plyn, nerasty,...) a ich primárne spracovanie, na ne nadväzujúca energetika, doprava, telekomunikácie, biotechnológie,

farmaceutika ako i ďalšie oblasti výskumu a vývoja. Stanovenie volatility je osobitným problémom.

2.2. Zjednodušený príklad

Firma chce uviesť na trh nový typ elektronického prístroja, vývoj ktorého bude trvať tri roky s nákladmi 5 mil. ročne. Až potom sa rozhodne o výrobe, ktorá sa momentálne nejaví ako veľmi výhodná. Investície do zavedenia výroby by boli 100 mil. Sk. V nasledujúcich piatich rokoch je odhadovaný príjem 26 mil. ročne. Situácia na trhu je neistá, volatility je vzhľadom na odvetvie odhadovaná na 0,71; uvažovaná je konštantná bezriziková úroková miera vo výške 5% a podniková diskontná miera 10%.

Riešenie:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} = -5 - \frac{5}{1,1} - \frac{5}{1,1^2} - \frac{100}{1,1^3} + \frac{26}{1,1^4} + \frac{26}{1,1^5} + \frac{26}{1,1^6} + \frac{26}{1,1^7} + \frac{26}{1,1^8} = -14,76 \text{ mil.}$$

Na základe metódy NPV by bola investícia do výskumu zamietnutá.

Ak ale chápeme investíciu do výskumu ako opciu vyčkávania – jedná sa o call opciu európskeho typu, kedy za investíciu do výroby za 3 roky môžeme získať z predaja výrobku 26 mil. ročne po dobu 5 rokov, dostávame:

$$C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r \cdot T} \cdot N(d_2) = 74,05 \cdot 0,69 - 100 \cdot e^{-0,05 \cdot 3} \cdot 0,14 = 38,7 \text{ mil.},$$

$$\text{kde } d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} = 0,4926, \quad d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T} = -1,0663.$$

Hodnota projektu: $NPV^* = NPV + C = -13,7 + 38,7 = 25 \text{ mil.}$

Investíciou do výskumu v hodnote 13,7 mil. Sk môžeme získať právo na budúce využitie výsledkov výskumu, ktoré má hodnotu 38,8 mil. Sk. Zahrnutie možnosti odložiť rozhodnutie o výrobe podľa situácie na trhu zvyšuje hodnotu projektu.

3. Záver

Reálne opcie vznikli na pôde USA, pretože veľký trh umožňoval ich aplikáciu na projektoch závislých na svetovo obchodovateľných komoditách. Do Európy sa reálne opcie šíria pomaly, viac menej ostávajú na pôdach univerzít. V Českej a Slovenskej republike sa reálne opcie prakticky využívajú pri hodnotení investícií v energetike, málo v ostatných odvetviach vzhľadom na problémy so stanovením volatility dané malým trhom. Ako jeden z dôvodov malej rozšírenosti vôbec je uvádzaná aj obťažnosť pochopenia podstaty a matematické nástroje odstrašujúce užívateľov.

Uplatnenie reálnych opcií v praxi je pomerne náročné, pričom hlavným problémom je ich identifikácia a stanovenie jednotlivých parametrov. Výpočet hodnoty reálnych opcií v súčasnosti zjednodušujú už hotové komerčné systémy, ale vhodný je aj všeobecne rozšírený Excel. Podstatná je filozofia reálne opčného prístupu, ktorá je určitým

spôsobom uvažovania vidieť v riziku projektu príležitosť označovanú ako hodnotu flexibility projektu.

Metóda reálnych opcií sa stáva súčasťou výuky na ekonomických fakultách, ale v dobe rastúcej dynamiky a neistoty podnikateľského prostredia je vhodné s týmto spôsobom manažérského uvažovania oboznamovať v rámci výuky na vysokých školách všetkých absolventov.

Článok je súčasťou riešenia grantovej úlohy MŠ SR a SAV I/4609/07 Investičné rozhodovanie v dopravnej infraštruktúre ako súčasť integrovaného manažérského systému orientovaného na hodnotu podniku, zodpovedný riešiteľ: doc. Ing. Viera Bartošová, PhD.

Literatúra

- [1] AMBROŽ, A.: *Oceňování opcí*. Praha: C.H.Beck pro praxi, 2002. ISBN 80-7179-531-3.
- [2] CIPRA, T.: *Matematika cenných papírů*. Praha: HZ, 2000. ISBN 80-86009-39-1.
- [3] MELICHERČÍK, O.; OLŠAROVÁ, L.; ÚRADNÍČEK, V.: *Kapitoly z finanční matematiky*. Bratislava EPOS, 2005, ISBN 80-8057-651-3.
- [4] SCHOLLEOVÁ, H.: *Hodnota flexibility*. Praha: C.H.Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-717-9.
- [5] ŠEVČOVIČ, D.: *Analytické a numerické metody oceňování finančních derivátov*. Dostupné na: <http://www.iam.fmph.uniba.sk/institute/sevcovic/skripta>.