

Vydává Ministerstvo financí České republiky ve spolupráci s Českou národní bankou ve vydavatelství Economia, a. s., Praha

© Ministerstvo financí ČR

Adresa redakce: Vinohradská 49
120 74 Praha 2
Tel.: (02) 24 25 00 36 nebo (02) 215 93 171
Fax: (02) 215 93 203

Šéfredaktor: Ing. Ivan Kočárník, CSc.

Publishers: Ministry of Finance of the Czech Republic in Cooperation with Czech National Bank in Publishing House Economia, Prague

© Ministry of Finance of the Czech Republic

Editor's Office: Vinohradská 49
120 74 Prague 2
Czech Republic

Editor in Chief: Ivan Kočárník

OBSAH

Ivan KOČÁRNÍK: Exposé místopředsedy vlády a ministra financí k návrhu státního rozpočtu ČR na rok 1997 1

Vladimír KREIDL: Česká platební bilance: rostoucí nejistota 10

Mojmír SIMERSKÝ: Efektivní srážková daň českých dluhopisů 24

Josef JÍLEK: Měření tržního rizika obcí 37

Jiří MÁLEK: Informace a efektivnost finančních trhů 52

Informace

Miroslav HÁJEK: Mezinárodní konference o integraci politik a strategií k ochraně životního prostředí v rámci ekonomické reformy 60

Daňové judikáty

Výběr ze soudních rozhodnutí ve věcech daní č. 1/97 63

CONTENTS

Ivan KOČÁRNÍK: Exposé of the Deputy Prime Minister and Minister of Finance of the CR to the Proposal of the State Budget for 1997 1

Vladimír KREIDL: Czech Balance of Payments More Uncertainty Ahead 10

Mojmír SIMERSKÝ: Effective Withholding Tax on Czech Corporate Bonds 24

Josef JÍLEK: Measuring the Market Risk for Options 37

Jiří MÁLEK: Information and Financial Markets' Efficiency 52

Information

Miroslav HÁJEK: The International Conference on the Integration of Environmental Policies and Strategies for Economic Reform 60

Tax Judicial Decisions

Abstract from Court Decisions Concerning Taxation No 1/97 63

*Autorská práva vykonává vydavatel (viz § 4 zák. č. 35/1996 Sb. ve znění změn a doplňků). Užití části nebo celku publikovaných textů – vč. publikovaných zpracovaných znění judikátů –, rozmnožování a šíření jakýmkoli způsobem (zejména mechanickým nebo elektronickým) bez výslovného svolení vydavatele je **zakázáno**.*

Redakční rada: Dr. Ivan Angelis, CSc., Doc. Ing. Aleš Bulíř, MSc., CSc., Ing. Petr Dvořák, Ing. Miroslav Hrnčíř, DrSc., Doc. Ing. Kamil Janáček, CSc., Ing. Miroslav Kerouš, Ing. Ivan Kočárník, CSc., Ing. Václav Kupka, CSc., Ing. Tomáš Ježek, CSc., Ing. Jiří Pospíšil, CSc., Vladimír Rudlovčák, CSc., Ing. Pavel Štěpánek, CSc., Prof. Jan Švejnar, PhD., Prof. Dr. František Vencovský, Ing. Jan Vít, Prof. Ing. Karol Vlachynský, CSc.

Měření tržního rizika opcí

Josef JÍLEK*

Požadavek tvorby kapitálu na úvěrové riziko stanovil pro banky zemí G-10 *Capital Accord* o kapitálové přiměřenosti z roku 1988, který vypracoval Basilejský výbor pro bankovní dohled (Basle Committee on Banking Supervision). Úvěrovým rizikem se rozumí riziko ztrát v případě, že partner nedostojí svým závazkům podle podmínek smlouvy. Podle tohoto dokumentu poměr kapitálu a rizikově vážených úvěrů a dalších aktiv má u bank činit minimálně 8 %. Tímto způsobem se znemožnilo, aby banky zvyšovaly svou bilanční sumu nabíráním vkladů a poskytováním úvěrů, aniž by úvěrové riziko spojené s poskytováním úvěrů pokryly kapitálem. Od té doby probíhaly práce na doplnění *Capital Accord* tak, aby bylo zahrnuto tržní riziko, neboť banky se stále více kromě tradičních bankovních činností věnují obchodování. Takový dodatek vydal Basilejský výbor v lednu 1996 s tím, že v jednotlivých zemích G-10 má být rozpracován a zaveden do konce roku 1997.

Capital Accord se neomezil pouze na země G-10, ale stal se skutečně celosvětovým standardem. Již nyní je zřejmé, že také dodatek bude přijat širokou světovou bankovní veřejností a bude zapracován do národních bankovních standardů. Pokud jde o Českou republiku, *Capital Accord* se stal základem Opatření ČNB o kapitálové přiměřenosti, které je závazné pro všechny banky v ČR od roku 1991. Vzhledem k tehdy značně podkapitalizovaným českým bankám bylo stanoveno, že poměru 8 % mohou banky dosáhnout až ke konci roku 1996. Banky zemí G-10 však musejí dále zvýšit kapitál s ohledem na tržní riziko, a to do konce roku 1997. Bankovní dohled České národní banky postupuje obdobně s tím, že požadavek kapitálu k pokrytí tržního rizika v českých bankách bude zřejmě jako závazný zaveden později. Tím vznikne potřeba dalšího přísunu kapitálu do bankovníctví.

Definice tržního rizika

Tržním rizikem se rozumí riziko těch ztrát u rozvahových a podrozvahových položek, jejichž příčinou je změna tržních cen včetně úrokových sazeb. Jeho součástí je kurzové, úrokové, akciové a komoditní riziko. Dodatek ke *Capital Accord* rozděluje portfolio na tradiční bankovní portfolio a obchodní (dealerské) portfolio. Kapitálový polštář je třeba vytvořit ke všem tržním rizikům s výjimkou úrokového a akciového rizika v bankovním portfolio – *schéma 1*.

* Doc. Ing. Josef Jílek, CSc. – oddělení bankovního dohledu ČNB
Autorská korektura provedena v listopadu 1996.

bankovní portfolio (<i>banking book</i>)	kurzové riziko
	úrokové riziko
	akciové riziko
obchodní portfolio (<i>trading book</i>)	komoditní riziko
	kurzové riziko
	úrokové riziko
	akciové riziko
	komoditní riziko

Obchodním portfoliem se rozumějí krátkodobé pozice, které banka drží záměrně za účelem dalšího prodeje a profitování na rozdílů mezi prodejní a kupní ceny nebo na rozdílů úrokových sazeb, a pozice držené za účelem zajištění makléřských operací a zajišťování obchodního portfolia. V mnoha bankách se obchodní aktivity realizují v jednotkách (dealerská pracoviště), které jsou odděleny od normálních bankovních aktivit; je tedy možné tyto aktivity snadno identifikovat. V jiných případech je možné takové aktivity identifikovat podle záměru. Při stanovení tržního rizika se však bankám povoluje určitá volnost (která však bude podléhat bankovnímu dohledu), aby bylo možné zahrnout do tržního rizika určité neobchodní aktivity, které se záměrně používají k zajištění obchodních pozic. U všech položek obchodního portfolia se předpokládá stálé přeceňování (*marking to market*). V mnoha zemích je dokonce stálé přeceňování synonymem pro obchodní portfolio. V některých zemích však přijaté účetní zásady nutí stále přeceňovat i některé nástroje, které nejsou součástí obchodního portfolia. V případě kurzového rizika je možné vyjmout určité strukturální pozice. Podobně jako u úvěrového rizika se dodatek vztahuje na konsolidované banky.

Měření tržního rizika

Existují dvě základní metody měření tržního rizika. Při **standardní metodě** se používá přesně stanovený postup výpočtu kapitálového polštáře pro všechny kategorie tržního rizika (blokový přístup). Celkový kapitálový polštář se stanoví jako aritmetický součet kapitálových polštářů u jednotlivých rizikových kategorií a opcí. V případě opcí se uplatňuje speciální přístup; opční pozice se zahrnují do jednotlivých rizikových kategorií a navíc se počítá zvláštní požadavek na kapitál pouze pro použití opcí.

U kategorie úrokového a akciového rizika se počítají dva kapitálové polštáře, na všeobecné tržní riziko a na specifické riziko (*schéma 2*). Specifickým rizikem je riziko, že cena individuálního nástroje (určitého dluhopisu, cenného papíru atd.) nesleduje denně trh (například průměrnou výnosovou křivku dluhopisů, určitý akciový index atd.). Příčiny odchylky ceny jednotlivého nástroje od všeobecného trhu mohou být různé (fúze, akvizice apod.). U všeobecného tržního rizika je možné dlouhé a krátké pozice v rámci rizikové skupiny vzájemně kompenzovat s tím, že riziko je úměrné výsledné otevřené pozici, která je buď krátká (*schéma 3*), nebo dlouhá (*schéma 4*).

SCHÉMA 2 Obecné tržní riziko a specifické riziko u jednotlivých rizikových kategorií



SCHÉMA 3 Kompenzace dlouhých a krátkých pozic v jedné skupině (DEM) určité rizikové kategorie (kurzové riziko) a stanovení krátké otevřené pozice

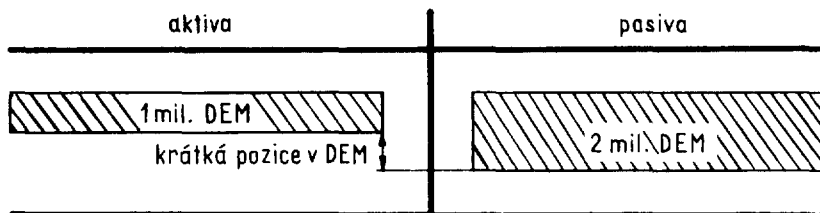
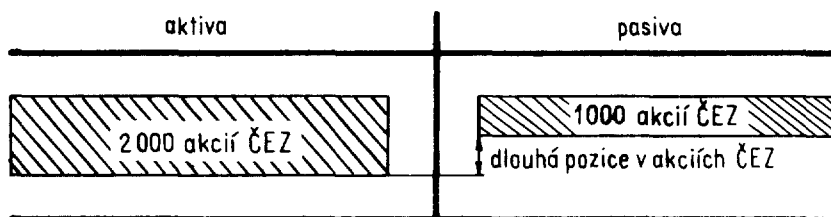


SCHÉMA 4 Kompenzace dlouhých a krátkých pozic v jedné skupině (akcie ČEZ) určité rizikové kategorie (akciové riziko) a stanovení dlouhé otevřené pozice



Například závazek na nákup 1 mil. DEM je možné kompenzovat pohledávkou na 1 mil. DEM vůči jinému partnerovi. Kompenzace je u specifického rizika omezena na identické nástroje s tímž partnerem.

Rizikové skupiny představují detailnější členění rizikových kategorií s tím, že v rámci rizikové skupiny je možné pro účely stanovení všeobecného tržního rizika kompenzovat dlouhé a krátké pozice. U jednotlivých rizikových kategorií se jedná o tyto rizikové skupiny:

- kurzové riziko – jednotlivé měny a zlato,
- úrokové riziko – jednotlivá časová nebo durační pásma,
- akciové riziko – akcie jednotlivých společností a akciové indexy,
- komoditní riziko – jednotlivé komodity.

V případě derivátů se do rizikových skupin zařazuje podléhající nástroj; v případě pevných termínových kontraktů (forwardy, futures/futurity/ a swapy) v plné výši a v případě opčních termínových kontraktů jako delta ekvivalent.

Druhou metodou je měření tržního rizika na základě **vnitřních modelů bank**. Tato varianta, kterou si vyžádaly banky, představuje zásadní průlom do jinak přesně stanovených postupů bankovního dohledu. Aby však byla zajištěna minimální míra obezřetnosti, transparentnosti a souladu mezi bankami, byl vypracován seznam omezujících kvalitativních a kvantitativních kritérií. Je nutné, aby se hodnota v riziku (*value-at-risk*) počítala denně na základě 99% intervalu spolehlivosti, 10denního období držení a alespoň ročního historického období. Kapitálový polštář je větší hodnotou z rizikové hodnoty z předchozího dne a trojnásobku (**multiplikační faktor**) průměrné rizikové hodnoty za uplynulých šedesát pracovních dní. Jinak mají banky značnou flexibilitu, ať se jedná o parametry modelu, nebo o korelace uvnitř i mezi rizikovými kategoriemi.

Multiplikační faktor poskytuje polštář pro kumulované ztráty při nepříznivých tržních podmínkách během dlouhého časového období a bere v úvahu potenciální nedostatky modelování, kterými jsou:

- skutečný pohyb cen může probíhat jinak než podle zjednodušení v modelu;
- minulost není vždy dobrým vodítkem pro budoucnost (může například dojít k náhlé změně volatilit nebo korelací);
- hodnota v riziku se vztahuje ke konci dne a nebere v úvahu pozice během dne;
- modely nezachycují výjimečné tržní okolnosti;
- modely obsahují zjednodušující předpoklady o některých nástrojích.

Dále se požaduje, aby banky k multiplikačnímu faktoru o hodnotě 3 dodaly faktor „plus“, který se vztahuje k hodnocení modelu *ex post* (*backtesting*), čímž se zavádí kladný stimul k dosažení vysoké předvídací kvality modelu. Faktor „plus“ je v hodnotách od 0 do 1. Jestliže výsledky testování *ex post* jsou vyhovující a banka plní všechny kvalitativní požadavky, potom faktor „plus“ je nulový.

Tržní riziko opcí

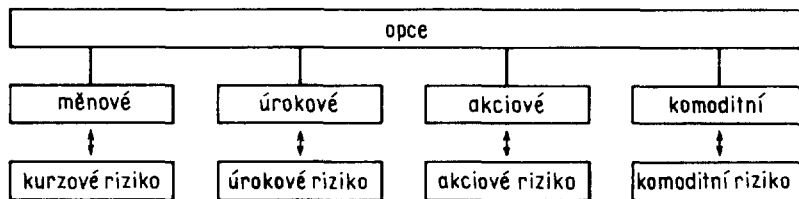
Měření tržního rizika opcí je snad nejvíce problematickou oblastí dodatku. Proto je cílem tohoto článku objasnit a porovnat různé metody měření tržního rizika opcí. Opce můžeme rozdělit podle rizikových kategorií na opce měnové, úrokové, akciové a komoditní (*schéma 5*). Kromě těchto základních opcí se často setkáváme s opcemi, které pokrývají dvě a více rizikových kategorií. Například opce na nákup akcie denominované v cizí měně (Compaq apod.) spadá současně do kategorie akciové i měnové opce. Těmito složitějšími případy se zde nezabýváme.

Cena opce C je obecně funkcí pěti parametrů

$$C = C(S, B, t, r, \sigma) \quad (1)$$

kde: S – cena podléhajícího nástroje
 B – realizační cena
 t – doba splatnosti
 r – bezriziková úroková sazba
 σ – volatilita podléhajícího nástroje

SCHÉMA 5 Rozdělení opcí podle rizikových kategorií



Pro změnu ceny opce ΔC platí (realizační cena B je u konkrétní opce konstantní)

$$\Delta C \approx \frac{\partial C}{\partial S} \Delta S + \frac{\partial C}{\partial t} \Delta t + \frac{\partial C}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial C}{\partial \sigma} \Delta \sigma \quad (2)$$

Označíme-li:

$$\begin{aligned} \text{delta} &= \frac{\partial C}{\partial S} \\ \text{theta} &= \frac{\partial C}{\partial t} \\ \text{rho} &= \frac{\partial C}{\partial r} \\ \text{vega} &= \frac{\partial C}{\partial \sigma} \end{aligned} \quad (3)$$

potom rovnice (2) přechází na tvar:

$$\Delta C \approx \text{delta} \cdot \Delta S + \text{theta} \cdot \Delta t + \text{rho} \cdot \Delta r + \text{vega} \cdot \Delta \sigma \quad (4)$$

Vezmeme-li v úvahu pouze změnu ceny podléhajícího nástroje ΔS , potom podle Taylorova rozvoje platí (omezíme-li se na první dva členy):

$$\Delta C \approx \frac{\partial C}{\partial S} \Delta S + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \Delta S^2 + \dots \quad (5)$$

Označíme-li:

$$\begin{aligned} \text{delta} &= \frac{\partial C}{\partial S} \\ \text{gamma} &= \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} \end{aligned} \quad (6)$$

dostaneme:

$$\Delta C \approx \text{delta} \cdot \Delta S + \frac{1}{2} \text{gamma} \cdot \Delta S^2 + \dots \quad (7)$$

Vzhledem k široké rozmanitosti bankovních aktivit s opcemi a obtížnosti měření tržního rizika u opcí je možné použít několik metod, jejichž schválení podléhá národnímu bankovnímu dohledu:

– banky, které zásadně používají nakoupených opcí (nebo pokud jsou všechny prodané opční pozice zajištěny dokonale sladěnými opačnými po-

zicemi přesně stejných opcí, kdy se nevyžaduje žádný kapitál vzhledem k tržnímu riziku), mohou použít zjednodušenou metodu popsanou dále;

- u bank, které také prodávají (vypisují) opce, se očekává, že použijí jednu mezistupňovou metodu (metoda delta plus nebo analýza situací) nebo model komplexního řízení rizika; čím větší objem má banka v obchodování s opcemi, tím více se od ní očekává, že použije metodu založenou na komplexním modelu.

Tyto zásady vycházejí z toho, že nákup opcí je obecně méně rizikový než prodej opcí. Ztráta u koupených opcí je limitována premií (cenou opce v době jejího prodeje). Maximální potenciální ztráta u prodaných opcí je podstatně vyšší, u některých opcí je neomezená.

U zjednodušené metody nepodléhají opční pozice a odpovídající podléhající pozice (spotové nebo forwardové, pokud existují) standardní metodologii a jsou vyňaty (*carved out*) s tím, že opční pozice podléhají zvlášť stanoveným požadavkům na kapitál, které zahrnují specifické a obecné tržní riziko. Požadavky na kapitál se potom přičítají k požadavkům na kapitál u odpovídající rizikové kategorie (měnové, úrokové, akciové nebo komoditní).

Metoda delta plus používá parametry citlivosti podle vztahů (4) a (7). U této metody se pozice vyjádřená delta ekvivalentem u každé opce stává součástí standardní metodologie s tím, že se na tuto pozici vztahuje odpovídající požadavek na kapitál vzhledem k obecnému tržnímu riziku. Potom se počítají zvláštní požadavky na kapitál vzhledem k riziku gamma a vega. Metoda analýzy situací (*scenario analysis*) používá simulace na výpočet změny opčního portfolia při změně cen a volatilit odpovídajících podléhajících nástrojů. Obecně tržní riziko se počítá z maximální ztráty u „sítě“ (jde o kombinaci změn hodnot a volatilit podléhajících nástrojů). U metody delta plus a u analýzy situací se požadavek na kapitál vzhledem ke specifickému riziku stanovuje odděleně vynásobením delta ekvivalentu každé opce faktorem specifického rizika podle standardní metody (avšak pouze u pozic na dluhopisy korporací, akcie a akciové indexy).

Zjednodušená metoda

Zjednodušenou metodu pro jednotlivé opce podle *tabulky 1* mohou použít instituce, které mají **nakoupené opce** více druhů. Pro příklad výpočtu předpokládejme, že vlastník 100 akcií o současné hodnotě 1 000 Kč/akcie drží odpovídající prodejní (*put*) opci s realizační cenou 1 100 Kč. Potom požadavek na kapitál činí $100\,000\text{ Kč} \cdot 16\% (8\% \text{ specifické riziko} + 8\% \text{ obecné tržní riziko}) = 16\,000\text{ Kč}$ minus hodnota opcí v penězích (*in the money*) $(1\,100\text{ Kč} - 1\,000\text{ Kč}) \cdot 100\text{ akcií} = 10\,000\text{ Kč}$. Požadavek na kapitál tedy činí 6 000 Kč. Podobná metodologie se použije pro opce, jejichž podléhajícími nástroji jsou měny, úrokové nástroje včetně dluhopisů nebo komodity.

Metoda „delta-plus“

Instituce, které **prodávají (vystavují) opce**, mohou zahrnout opční pozice do standardní metodologie podle jednotlivých kategorií a skupin tržního rizika prostřednictvím delta ekvivalentu. Takové opce se budou vykazovat jako pozice rovné tržní hodnotě podléhajícího nástroje násobené

TABULKA 1 Stanovení požadavku na kapitál zjednodušenou metodou

pozice	požadavek na kapitál
dlouhá pozice v podléhajícím nástroji (<i>long cash</i>) a dlouhá pozice v prodejní (<i>long put</i>) opci nebo krátká pozice v podléhajícím nástroji (<i>short cash</i>) a dlouhá pozice v kupní (<i>long call</i>) opci	tržní hodnota podléhajícího nástroje ¹ násobeno součtem požadavků na kapitál vzhledem ke specifickému a obecnému tržnímu riziku ² u podléhajícího nástroje minus (kladná) hodnota opcí v penězích (<i>in the money</i>) ³
<i>long call</i> nebo <i>long put</i>	menší z hodnot: a) tržní hodnota podléhajícího nástroje násobeno součtem požadavků na kapitál vzhledem ke specifickému a obecnému tržnímu riziku ² u podléhajícího nástroje b) tržní hodnota opce ⁴

¹ V některých případech, např. u měnových opcí, není zřejmé, která strana je podléhajícím nástrojem. Za podléhající nástroj je třeba považovat aktivum, které obdržíme v případě realizace opce. V případech, kdy tržní hodnota podléhajícího nástroje je nulová (např. caps a floors, swaptions), je třeba použít nominální hodnotu.

² Požadavky na kapitál vzhledem ke specifickému a tržnímu riziku u daného podléhajícího nástroje obsahuje standardní metoda měření tržního rizika uvedená v dodatku ke Capital Accord. Některé opce (např. kde podléhajícím nástrojem je úroková sazba, měna nebo komodita) nejsou spojeny se specifickým rizikem. Se specifickým rizikem je nutné uvažovat u některých úrokových opcí (např. u opcí na dluhopisy korporací nebo na dluhopisový index korporací a u opcí na akcie a akciové indexy). Potom požadavek na kapitál u měnových opcí bude 8 % a u komoditních opcí 15 %.

³ U opcí se zbytkovou splatností více než 6 měsíců je nutné realizační cenu srovnávat s forwardovou cenou (nikoli s momentální cenou). Banka, která to není schopná učinit, musí položit částku v penězích rovnou nule.

⁴ Jestliže opční pozice není součástí obchodního portfolia (např. opce na určité měny nebo komodity, které nejsou zařazeny v obchodním portfoliu), je možné použít účetní hodnotu.

parametrem delta (delta ekvivalent). Protože však delta ekvivalent kryje rizika spojená s opčními pozicemi jen nedostatečně, na bankách se také vyžaduje, aby za účelem stanovení požadavku na kapitál určily také citlivosti gamma (tj. rychlost změny delta) a vega (tj. změnu hodnoty opce se změnou volatility podléhajícího nástroje). Parametry gamma a vega je třeba počítat podle schválených burzovních modelů nebo podle vnitřních oceňovacích modelů finančních institucí, které schválí národní bankovní dohled. Ten může na bankách, které mají aktivity v určitých druzích exotických opcí (např. bariérové nebo digitální opce), nebo v případě opcí na penězích (*at-the-money*), které jsou blízko doby splatnosti, požadovat, aby použily analýzu situací nebo vnitřní modely, které mohou vzít v úvahu podstatně detailnější přeceňování.

Riziko delta

Pozice v delta ekvivalentech v kategorii dluhopisů a úrokových sazeb (**úrokové opce**) je třeba zařadit do časových pásem. Podobně jako u jiných derivátů je třeba použít přístup založený na dvou zápisech (*two-legged approach*). Jeden zápis se provede v časovém pásmu, kdy podléhající nástroj

TABULKA 2 Dubnové zachycení případů v časových pásmech: a) nákup *call* na futures na červnovou tříměsíční úrokovou míru, b) prodej *call* na futurity na červnovou tříměsíční úrokovou míru, c) nákup dvouměsíční kupní opce na dluhopisové futures s dodávkou dluhopisu v září (doba splatnosti dluhopisu je šest měsíců od jeho dodávky)

časové pásmo	zóna 1				zóna 2			zóna 3					
	0-1	1-3	3-6	6-12	1-2	2-3	3-4	4-5	5-7	7-10	10-15	15-20	nad 20
	měsíce				roky			roky					
a)		-delta	+delta										
b)		+delta	-delta										
c)			-delta	+delta									

vstoupí v platnost, a druhý zápis se provede v časovém pásmu doby splatnosti podléhajícího nástroje. Například nakoupená kupní (*call*) opce na futures (futurity) na červnovou tříměsíční úrokovou sazbu bude v dubnu vykazována pomocí delta ekvivalentu jako dlouhá pozice s dobou splatnosti pět měsíců a krátká pozice s dobou splatnosti dva měsíce (*tabulka 2*). Prodaná opce bude podobně zařazena jako dlouhá pozice s dobou splatnosti dva měsíce a krátká pozice s dobou splatnosti pět měsíců. Podobně nákup dvouměsíční kupní opce na dluhopisové futures s dodávkou dluhopisu v září bude v dubnu považován za dlouhou pozici v daném dluhopisu (5 měsíců + doba splatnosti dluhopisu 6 měsíců od jeho dodávky) a za krátkou pozici u pětiměsíčního depozita s tím, že obě pozice jsou vyjádřeny delta ekvivalentem.

Nástroje založené na proměnlivé úrokové sazbě spolu s caps nebo floors je třeba posuzovat jako kombinaci cenných papírů s proměnlivou úrokovou sazbou a řadu opcí evropského stylu. Například vlastník tříletého dluhopisu s proměnlivou úrokovou sazbou odvozenou každých šest měsíců od LIBOR spolu s cap na 15 % vykáže:

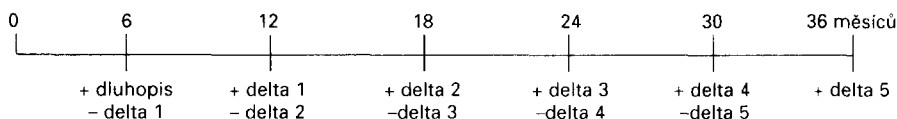
- dluhopis, který se přeceňuje každých šest měsíců, a
- řadu pěti prodaných kupních opcí na FRA s realizační úrokovou sazbou 15 %, přičemž každá z nich má záporné znaménko v době, kdy FRA vstupuje v platnost, a kladné znaménko v době splatnosti FRA – *schéma 6*.

Požadavek na kapitál u **akciových opcí** je také založen na pozicích delta ekvivalentu, které se zahrnou do akciových pozic. Pro účely tohoto výpočtu je třeba považovat každý národní trh za zvláštní rizikovou skupinu. Požadavek na kapitál u **měnových pozic** a pozic ve zlatě se odvozuje podobně. Čisté delta ekvivalenty v různých měnách a ve zlatě se zahrnují do měnových pozic a pozic ve zlatě, odkud se stanoví celkové čisté pozice. Podobně se do komoditních pozic zahrnuje delta ekvivalent **komoditních opcí**.

Jestliže banka používá standardní přístup a žádné další pozice v dané skupině odpovídající rizikové kategorii neexistují, je třeba stanovit požadavek na kapitál vzhledem k riziku delta s tím, že se uvažuje změna tržní ceny podléhajícího nástroje ΔS podle standardní metodologie (viz dále riziko gamma). Podle zjednodušeného vztahu (4) platí:

$$\text{požadavek na kapitál vzhledem k riziku delta} = |\text{delta}| \cdot |\Delta S| \quad (8)$$

SCHÉMA 6 Zachycení vlastnictví tříletého dluhopisu s proměnlivou úrokovou sazbou odvozenou od LIBOR spolu s cap na 15 %



Riziko gamma

Navíc k výše uvedeným kapitálovým požadavkům vzniklým z rizika delta existuje další požadavek na kapitál z rizika **gamma** a **vega**. Na bankách, které používají tuto metodu, se požaduje, aby zvláště počítaly gamma a vega pro každou opční pozici (včetně zajišťovacích pozic). Požadavek na kapitál vzhledem k riziku gamma se u každé individuální opce počítá podle druhého členu na pravé straně vztahu (7):

$$\text{požadavek na kapitál vzhledem k riziku gamma} = \frac{1}{2} | \text{gamma} | \cdot \Delta S^2 \quad (9)$$

kde ΔS je změna ceny podléhajícího nástroje, která se stanoví takto:

- u úrokových opcí, kde podléhajícím nástrojem je dluhopis, je třeba tržní hodnotu opce násobit rizikovými váhami podle *tabulky 3*; podobný výpočet se provede v případě úrokových sazeb s tím, že se vezme v úvahu předpokládaná změna výnosu podle *tabulky 3*;
- u akciových opcí včetně opcí na akciové indexy se tržní hodnota podléhajícího nástroje násobí 8 %; platí zde pravidlo, že při výpočtu požadavků na kapitál vzhledem k riziku gamma se u úrokových a akciových opcí nezachycuje specifické riziko (národní bankovní dohled to však může požadovat);

TABULKA 3 Rizikové váhy a předpokládané změny výnosu podle časových pásem

kuponová míra 3 % a více	kuponová míra nižší než 3 %	riziková váha %	předpokládaná změna výnosu
0 až 1 měsíc	0 až 1 měsíc	0,00	1,00
1 až 3 měsíce	1 až 3 měsíce	0,20	1,00
3 až 6 měsíců	3 až 6 měsíců	0,40	1,00
6 až 12 měsíců	6 až 12 měsíců	0,70	1,00
1 až 2 roky	1 až 1,9 roku	1,25	0,90
1 až 3 roky	1,9 až 2,8 roku	1,75	0,80
3 až 4 roky	2,8 až 3,6 roku	2,25	0,75
4 až 5 let	3,6 až 4,3 roku	2,75	0,75
5 až 7 let	4,3 až 5,7 roku	3,25	0,70
7 až 10 let	5,7 až 7,3 roku	3,75	0,65
10 až 15 let	7,3 až 9,3 roku	4,50	0,60
15 až 20 let	9,3 až 10,6 roku	5,25	0,60
nad 20 let	10,6 až 12 let	6,00	0,60
	12 až 20 let	8,00	0,60
	nad 20 let	12,50	0,60

- u měnových opcí se tržní hodnota podléhajícího nástroje násobí 8 %;
 - u komoditních opcí se tržní hodnota podléhajícího nástroje násobí 15 %.
- Pro účely tohoto výpočtu se následující pozice považují za stejný podléhající nástroj:
- u úrokových sazeb každé časové pásmo podle tabulky 3 (oddělená časová pásma podle měn);
 - u akcií a akciových indexů – každý národní trh;
 - u měn a zlata – každá měna a zlato;
 - u komodit – každá individuální komodita; národní bankovní dohled však má pravomoc umožnit kompenzaci mezi různými skupinami komodit v případě, že komodity mezi těmito skupinami jsou zaměnitelné; za minimální míru korelace cenových pohybů mezi takovými komoditami se přitom považuje hodnota 0,9 během alespoň jednoho roku.
- Každá opce na stejný podléhající nástroj má kladný nebo záporný gamma dopad. Jednotlivé gamma dopady se sčítají. Do stanovení požadavku na kapitál se započítají pouze čisté záporné gamma dopady. Celkový požadavek na kapitál vzhledem ke gamma se rovná součtu absolutních hodnot jednotlivých čistých gamma dopadů.

Riziko vega

Pokud se jedná o riziko vega, na bankách se požaduje, aby počítaly požadavky na kapitál vynásobením součtu parametrů vega u všech opcí na stejný podléhající nástroj změnou volatility $\Delta\sigma$ s tím, že se bere v úvahu volatilita $\pm 25\%$. Požadavek na kapitál vzhledem k riziku vega se počítá podle zjednodušeného vztahu (4):

$$\text{požadavek na kapitál vzhledem k riziku vega} = |\text{vega}| \cdot |\Delta\sigma| \quad (10)$$

Celkový požadavek na kapitál vzhledem k riziku vega se rovná součtu absolutních hodnot jednotlivých čistých vega dopadů.

Příklad použití metody „delta plus“

Předpokládejme, že banka prodala kupní opci evropského stylu (*European short call option*) na komoditu s realizační cenou $B = 490$ Kč a tržní hodnota podléhající komodity 12 měsíců před vypršením opce činí $S = 500$ Kč. Bezriziková úroková sazba činí 8 % ($r = 0,08$) a volatilita je 20 % ($\sigma = 0,2$).

Základní Blackův-Scholesův model lze napsat ve tvaru:

$$C = S \cdot N(d_1) - B \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2) \quad (11)$$

kde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{B}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

kde N – distribuční funkce normovaného normálního rozdělení (integrál hustoty pravděpodobnosti normálního rozdělení)

Nejprve spočteme d_1 a d_2 :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{500 \text{ Kč}}{490 \text{ Kč}}\right) + (0,08 + \frac{0,2^2}{2})1}{0,2\sqrt{1}} = 0,601$$

$$d_2 = 0,601 - 0,2\sqrt{1} = 0,401$$

Dalším krokem je stanovení hodnoty distribuční funkce normálního rozdělení odpovídající $d_1 = 0,601$ a $d_2 = 0,401$. Tím určíme, jaká je pravděpodobnost, že normovaná proměnná dosáhne u normálního rozdělení hodnoty 0,601 nebo 0,401 a hodnoty nižších. Podle tabulek normálního rozdělení obdržíme:

$$N(0,601) = 0,7261$$

$$N(0,401) = 0,6558$$

Nyní je možné stanovit adekvátní (*fair*) hodnotu (momentální hodnotu) dané opce podle vztahu (11):

$$C = 500 \text{ Kč} \cdot 0,7261 - 490 \text{ Kč} \cdot e^{-0,08 \cdot 1} \cdot 0,6558 = 66,41 \text{ Kč}$$

Hodnotu delta spočteme podle vztahu (3) a (6):

$$\text{delta} = \frac{\partial C}{\partial S} = N(d_1) = 0,7261$$

Vzhledem k tomu, že se jedná o prodanou kupní opci, deltu je možné považovat za zápornou (což odpovídá záporné ceně opce, kterou dostaneme tak, že ve vztahu (11) změním kladnou hodnotu opce na zápornou), tj. $\text{delta} = -0,7261$. Vychází se přitom z toho, že v případě realizace opce musíme dodat komoditu, což znamená úbytek dané komodity v našich aktivech. *Gamma* a *vega* zjistíme podle definičních vztahů (3) a (6) numerickými parciálními derivacemi:

$$\text{gamma} = \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} = \frac{\partial \text{delta}}{\partial S} = 0,00333$$

$$\text{vega} = \frac{\partial C}{\partial \sigma} = 167$$

Ze stejného důvodu, jako jsme změnil znaménko u *delta*, změním znaménko u *gamma* a *vega*, tj. $\text{gamma} = -0,00333$ a $\text{vega} = -167$.

V dalším kroku stanovíme delta ekvivalent (tržní hodnota komodity násobená absolutní hodnotou delta):

$$\text{delta ekvivalent} = S \cdot |\text{delta}| = 500 \text{ Kč} \cdot 0,7261 = 363,05 \text{ Kč}$$

Delta ekvivalent je třeba zařadit do příslušné komoditní rizikové skupiny.

Jestliže banka používá standardní přístup (tj. schéma podle doby splatnosti) a žádné další pozice v dané komoditě neexistují, je třeba podle vztahu (8) stanovit požadavek na kapitál vzhledem k riziku delta s tím, že se uvažuje změna tržní ceny podléhající komodity rovná 15 %:

$$\begin{aligned} \text{požadavek na kapitál vzhledem k riziku delta} &= |\text{delta}| \cdot |\Delta S| = \\ &= 0,7261 \cdot (500 \text{ Kč} \cdot 0,15) = 54,46 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Požadavek na kapitál vzhledem k riziku gamma se počítá podle vztahu (9):

$$\begin{aligned} \text{požadavek na kapitál vzhledem k riziku gamma} &= 1/2 |-0,00333| \cdot \\ &\cdot (500 \cdot 0,15)^2 = 9,37 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Dále je třeba stanovit požadavek na kapitál vzhledem k riziku vega. Momentální (ev. implicitní) volatilita činí 20 %. Protože u prodané kupní opce pouze zvýšení volatility představuje riziko ztráty, volatilitu je třeba zvýšit o hodnotu 25 %. To znamená, že požadavek na kapitál vzhledem k vega je třeba počítat na základě zvýšení volatility o 5 % z 20 % na 25 %:

$$\begin{aligned} \text{požadavek na kapitál vzhledem k riziku vega} &= |\text{vega}| \cdot |\Delta\sigma| = \\ &= 167 \cdot 0,05 = 8,4 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Jestliže banka jiné pozice v dané komoditě kromě dané opce nemá, potom požadavek na kapitál vzhledem ke změně ceny komodity S podle vztahu (7) je rovný součtu požadavku na kapitál vzhledem k riziku $delta$ a požadavku na kapitál vzhledem k riziku $gamma$ 54,46 + 9,37 Kč, tj. 63,83 Kč. Podobně požadavek na kapitál vzhledem ke změně volatility ceny podléhající komodity σ je rovný riziku $vega$, tj. 8,35 Kč. **Celkový požadavek na kapitál tedy činí 72,18 Kč.**

Výše uvedené požadavky na kapitál vzhledem ke změně podléhající komodity lze spočítat přímo, jestliže do vztahu (11) dosadíme cenu komodity $S = 500 \text{ Kč} (1 + 0,15) = 575 \text{ Kč}$. Potom dostaneme cenu opce $C = 128,38 \text{ Kč}$, což je přibližně hodnota rovná součtu původní ceny opce 66,41 Kč, požadavku na kapitál vzhledem k riziku $delta$ 54,46 Kč a požadavku na kapitál vzhledem k riziku $gamma$ 9,37 Kč, tj. celkem 130,24 Kč. Odchylka od přesné hodnoty 128,38 Kč je dána dvěma skutečnostmi:

a) vztah (7) platí pouze pro infinitezimální (nekonečně malou) změnu ΔS ;
b) ve vztahu (7) jsme uvažovali pouze dva členy Taylorova rozvoje (7).

Podobně dosazením volatility $\sigma = 0,2 (1 + 0,25) = 0,25$ do vztahu (11) dostaneme přesnou hodnotu ceny opce při této nové volatilitě rovnou $C = 74,93 \text{ Kč}$. Přičteme-li k původní ceně opce 66,41 Kč požadavek na kapitál vzhledem k $vega$ 8,35 Kč, dostaneme 74,76, což je hodnota, která se mírně odlišuje od přesné hodnoty 74,93 Kč.

Výše uvedený výpočet však nevzal v úvahu současnou změnu ceny komodity a její volatilitu. V jednom případě jsme zvýšili cenu komodity a v druhém jsme zvýšili volatilitu ceny komodity, nikoli však obojí najednou. Uvážíme-li současné zvýšení obou veličin, potom přesný požadavek na kapitál vzhledem k simultánnímu zvýšení volatility o 25 % a současnému zvýšení ceny podléhající komodity o 15 % lze stanovit jako rozdíl hodnoty opce při těchto nových podmínkách podle vztahu (11) a původní ceny opce 66,41 Kč. Rozdíl činí 134,08 Kč – 66,41 Kč = 67,67 Kč. **Přesný požadavek na kapitál tak činí 67,67 Kč.**

Analýza situací (scenario analysis)

Banky mají také možnost stanovit požadavek na kapitál vzhledem k trž-

nímu riziku u opčního portfolia a přidružených zajišťovaných pozic na základě analýzy situací. To je možné provést určením pevného rozsahu změn faktorů ovlivňujících riziko opčního portfolia a spočtením změn hodnoty opčního portfolia v různých bodech dané sítě. Pro výpočet požadavku na kapitál banky přecenění opčního portfolia pro simultánní změny podléhající úrokové sazby nebo cen podléhajících nástrojů a změny volatility podléhající úrokové sazby nebo cen podléhajících nástrojů (viz předchozí odstavec). Pro různé podléhající nástroje (rizikové skupiny) se stanoví odlišné matice. Pro tyto účely se povoluje u úrokových opcí sdružit sousední časová pásma s tím, že musí zůstat alespoň 6 časových pásem a do jednoho časového pásma je možné sdružit maximálně tři časová pásma.

Opce a přidružené zajišťované pozice je třeba oceňovat v daném rozsahu nad a pod momentální hodnotou podléhajícího nástroje. Rozsah pro úrokové sazby se určí podle předpokládané změny výnosu podle tabulky 2. Pokud se instituce rozhodne pro sdružení časových pásem podle předchozího odstavce, potom pro toto nové časové pásmo použije nejvyšší předpokládanou úrokovou sazbu z původních časových pásem. Například při sdružení časových pásem 3 až 4 roky, 4 až 5 let a 5 až 7 let se použije předpokládaná změna výnosu 0,75 %. Ostatní rozsahy činí $\pm 8\%$ pro měnový kurz a zlato, $\pm 8\%$ pro akcie a $\pm 15\%$ pro komodity. U všech rizikových kategorií je třeba rozsah rozdělit na nejméně sedm rovnoměrných intervalů kolem momentální hodnoty.

Druhou dimenzí u matice je změna volatility podléhající úrokové sazby nebo ceny podléhajícího nástroje. U mnoha opcí v mnoha případech bude stačit ocenit portfolio pro jednoduché zvýšení volatility podléhající úrokové sazby nebo ceny podléhajícího nástroje o $+25\%$. Za určitých nepříznivých okolností může bankovní dohled požadovat, aby se výpočet provedl pro jiné zvýšení volatility nebo také pro střední body sítě.

Poté se v každém bodě sítě spočte čistý zisk nebo ztráta opce spolu s podléhajícím nástrojem. Kapitálový požadavek pro každý podléhající nástroj se potom rovná největší ztrátě.

Použití analýzy situací bude podléhat souhlasu národního bankovního dohledu, zejména pokud jde o přesný způsob, jak je tato metoda konstruována. Použití metody podléhá také kvalitativním a kvantitativním požadavkům na modely, neboť analýza situací je specifickým modelem.

Specifické riziko je zohledněno pouze u delta ekvivalentu tím, že tento ekvivalent je zahrnut do podléhajících nástrojů. Pokud by mělo být zahrnuto i u gamma a vega ekvivalentu, bylo by nutné zavést podstatně složitější systém. Na druhé straně mají zjednodušující předpoklady za následek relativně konzervativní zacházení s opcemi. Kromě výše uvedených rizik spojených s opcemi je třeba mít na vědomí ještě další rizika jako riziko rho (změna ceny opce vzhledem k bezrizikové úrokové sazbě) a riziko theta (změna ceny opce vzhledem k času). Zatím není navržen systém k zachycení těchto rizik. To však neznamená, že banky nemohou s těmito riziky ve svých systémech počítat. Mohou například zahrnout riziko rho do výpočtu požadavku na kapitál vzhledem k úrokovému riziku.

Závěr

Opce jako práva volby stran, které si opci koupily, představují z hlediska měření rizik jeden z nejsložitějších problémů řízení bankovních rizik. Kromě

jednoduchých opcí (ať klasických, nebo exotických) existují nástroje s implicitními opcemi (*imbedded options*), jejichž realizace se váže na různé situace v budoucnosti. Při řízení rizik je nutné kromě samotného nástroje uvažovat i opční části takových složených nástrojů.

Bankovní dohled musí umožnit uplatnění pokrokových metod. Na druhé straně je třeba zabránit v tomto směru zneužití. Zavedení dodatku ke Capital Accord bude vyžadovat přechodné období, během něhož banky přejdou na standardní způsob měření tržního rizika nebo na modely. Přípustná je také kombinace obou metod s tím, že jakýkoli částečný model musí plně pokrývat určitou rizikovou kategorii (např. úrokové riziko). Znamená to, že kombinace obou metod v jedné rizikové kategorii není přípustná.

Stanovení kapitálových polštářů na tržní riziko je určitou alternativou pozičních limitů. Poziční limity mohou být vhodné například ke stanovení absolutního stropu na expozice banky. V současné době například Česká národní banka stanoví limity na devizové pozice bank. Je možné, že takové poziční limity zůstanou v platnosti i po zavedení dodatku. Potom se od otevřené devizové pozice může odvodit požadavek na kapitál.

LITERATURA

Amendment to the capital accord to incorporate market risk. Basel, Basel committee on banking supervision 1996.

DAIGLER, R. T.: Financial futures markets. Harper Collins college publishers, New York 1993.

DAS, S.: Swap & derivative financing. Probus publishing company, Chicago 1994.

EDWARDS, F. R. – MA C. W.: Futures and options. McGraw-Hill, New York 1992.

GUP, E. G. – BROOKS, R.: Interest rate risk management. Bankers publishing company, Chicago 1993.

HOWCROFT, B. – STOREY, C.: Management and control of currency and interest rate risk. Woodhead-Faulkner, New York 1989.

KOLB, R.: Understanding options. John Wiley & Sons, New York 1995.

WATSHAM, T. J.: Options and futures in international portfolio management. Capman & Hall, London 1992.

WILMOTT, P. – DEWYNNE, J. – HOWISON, S.: Options pricing. Mathematical models and computation. Oxford financial press, Oxford 1993.

Measuring the Market Risk for Options

Josef JÍLEK – Czech National Bank, Banking Supervision

As from the end of 1997 banks will be required to measure and apply capital charges in respect to their market risks in addition to their credit risks. Market risk is defined as the risk of losses in on and off-balance-sheet positions arising from movements in market prices. The risks subject to this requirements are the risks pertaining to interest rate related instruments and equities in the trading book and foreign exchange risk and commodities risk throughout the bank.

In recognition of the wide diversity of banks' activities in options and the difficulties of measuring price risk for options, several alternative approaches are permissible. Those banks which solely use purchased options will be free to use the simplified approach. Those banks which also write options will be expected to use one of the intermediate approaches (delta-plus method or scenario analysis) or a comprehensive risk management model. The more significant its trading, the more the bank will be expected to use a sophisticated approach.

In the simplified approach, the positions for the options and the associated underlying, cash or forward, are not subject to the standardized methodology but rather are „carved-out“ and subject to separately calculated capital charges that incorporate both general market risk and specific risk. The risk numbers thus generated are then added to the capital charges for the relevant category, i.e. interest rate related instruments, equities, foreign exchange and commodities.

The delta-plus method uses the sensitivity parameters associated with options to measure market risk and capital requirements. Under this method, the delta-equivalent position of each option becomes part of the standardized methodology with the delta-equivalent amount subject to the applicable general market risk charges. Separate capital charges are then applied to the gamma and vega risks of the option positions.

The scenario approach uses simulation techniques to calculate changes in the value of an options portfolio for changes in the level and volatility of its associated underlyings. Under this approach, the general market risk charge is determined by the scenario „grid“ (i.e. specified combination of underlying and volatility changes) that produces the largest loss. For the delta-plus method and the scenario approach the specific risk capital charges are determined separately by multiplying the delta-equivalent of each option by the specific risk weights.