

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) 253 018 nebo: (02) 24 21 00 25, I. 6141

Fax: (02) 253 728

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

Jiří JONÁŠ: Měnový kurz a platební bilance — 2. část . . . . . 157

Josef JÍLEK: Měnové opce jako nástroj zajištění proti kurzovému riziku . . . . . 165

Miroslav SOUČEK: Makroekonomická predikce české ekonomiky z pohledu Investiční a poštovní banky . . . . . 177

Jaroslav JÍLEK: Kroky ke kvalitním výsledkům české státní statistické služby — 1. část . . . . . 186

Lubomír MLČOCH: Privatizace jako problém institucionálního evolucionizmu . . . . . 198

Jan ZEMAN: Ke kvantifikaci ekologických škod v Československu . . . . . 208

## CONTENTS

Jiří JONÁŠ: Foreign Exchange Rate and Balance of Payments — 2nd Part . . . . . 157

Josef JÍLEK: Currency Options as a Tool for Hedging Foreign Exchange Positions . . . . . 165

Miroslav SOUČEK: The Czech Macroeconomic Outlook 1995—1997 from the View of Investment and Postal Banks . . . . . 177

Jaroslav JÍLEK: Steps to Good Results of the Czech Statistical Service—1st Part . . . . . 186

Lubomír MLČOCH: Privatization Seen as a Problem of Institutional Evolution . . . . . 198

Jan ZEMAN: Quantifying Environmental Damage in Czechoslovakia . . . . . 208

*Opakovaně upozorňuje všechny naše čtenáře na změnu v distribuci našeho časopisu: od 1. 1. 1995 převzala distribuci časopisu a. s. *Economia*. Prosíme Vás proto, abyste se se svými požadavky týkajícími se odběru časopisu obraceli buď na obchodní úsek a. s. *Economia* (tel. 02/282 22 23), nebo úsek předplatného (tel. 02/282 37 54, 282 22 16, 282 23 16; fax pro oba úseky: 02/24 21 49 27). Na Slovensku zajišťuje distribuci a. s. *Ecopress*, Pribinova 25, 810 11 Bratislava, tel.: 07/321 688, fax: 07/210 36 08.*

Redakce

*Zároveň čtenáře prosíme, aby omluvili (tiskárnou zaviněné) chybné umístění (otočení o 180°) tabulky na stranách 132 a 133 čísla 3/95.*

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 Rudolčák, CSc., Ing. Pavel Štěpánek, CSc., Ph.D. Jan Švejnar, Doc. Dr. František Vencovský, Ing. Jan Vít, Prof. Ing. Karol Vlachynský, CSc.

# Měnové opce jako nástroj zajištění proti kurzovému riziku

Josef JÍLEK\*

Firmy, které provádějí transakce s devizovými hodnotami, jsou vystaveny riziku ztráty v důsledku pohybu měnových kurzů (kurzové riziko). Kurzové riziko závisí na devizové pozici a na míře pohybu kurzů měn, ve kterých má firma devizové pozice. Existuje mnoho způsobů, jak se proti kurzovému riziku zajistit. Můžeme využít forwardů, futurit (futures), swapů, opcí apod.

V poslední době se v českém bankovníctví zvyšuje atraktivita používání měnových opcí. Měnové opce představují v zajištění firem, a zejména bank proti kurzovému riziku účinný nástroj. Má-li například banka závazek dodat k určitému datu v budoucnosti určitou cizí měnu, potom může koupit kupní opci na dodávku dané měny nebo prodat prodejní opci na prodej dané měny. Na první pohled se může zdát, že zajištění závazku na 1 mil. DM je možné vyřešit jednoduše opcí (ať koupí kupní opce, nebo prodejem prodejní opce) na 1 mil. DM. Zevrubnější pohled na problematiku opcí tuto jednoduchou představu vyvrátí.

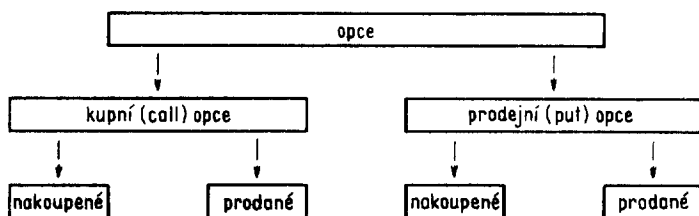
Nechť například vlastníme kupní opci na nákup 1 mil. DM, která je hluboko mimo peníze (*out of the money*)<sup>1</sup>. Podle zjednodušeného pohledu se může zdát, že náš závazek zaplatit 1 mil. DM je touto opcí plně zajištěn. Ve skutečnosti opak je pravdou, neboť opce hluboko mimo peníze téměř jistě nebude realizována. Taková opce tedy náš závazek dodat 1 mil. DM vůbec nezajišťuje. Naopak, nechť například vlastníme kupní opci na nákup 1 mil. DM, která je hluboko v penězích (*in the money*)<sup>1</sup>. V tomto případě náš zjednodušený pohled poskytuje reálný pohled na situaci, neboť opce hluboko v penězích téměř určitě realizována bude. Taková opce tedy náš závazek dodat 1 mil. DM zcela zajišťuje. Skutečné opce leží mezi těmito dvěma krajnostmi. Je samotnou podstatou opce, že nelze předem s jistotou předpovědět, zda bude, či nebude realizována. Obecně pravděpodobnost vykonání opce leží mezi 0 až 1. Tomu potom odpovídá i objem cizí měny, který je opcí v daném okamžiku zajištěn. Tento objem cizí měny se rovná součinu pravděpodobnosti, že opce vykonána bude (zajišťovací poměr), a objemu opcí podléhajícího aktiva (v daném příkladu 1 mil. DM). Dospíváme tak k důležitému závěru, že opce obecně zajišťují menší objem našich závazků nebo pohledávek, než činí objem opcí podléhajícího aktiva. Intuitivně lze říci, že zajišťovací poměr závisí na době do vypršení opce. S tím, jak se opce blíží době vypršení, stává se

\* Doc. Ing. Josef Jílek, CSc., pracovník odboru bankovního dohledu ČNB

Redakce příspěvek obdržela 30. 1. 1995.

<sup>1</sup> Význam termínů „v penězích“ a „mimo peníze“ je uveden dále v části „Vnitřní hodnota a časová hodnota“.

## SCHÉMA č. 1 Základní rozdělení opcí



stále zřejmějším, zda bude daná opce vykonána, či nikoli. Jinými slovy: zajišťovací poměr se v případě kupní opce postupně blíží buď 1, nebo 0. Tyto představy dále rozvedeme.

### Pojem opce

**Opce** poskytuje vlastníkově opce právo k nákupu nebo prodeji určitého aktiva k určitému dni (evropská opce) nebo po určitou dobu v budoucnosti (americká opce) za stanovenou cenu (bázičká cena, *exercise price*, *strike price*) a závazek prodávajícího opce prodat nebo koupit dané aktivum za týchž podmínek. Podmínky kontraktu jsou podrobně popsány ve smlouvě. S opcemi se obchoduje na trzích OTC (*over-the-counter*, mimoburzovní trhy) a na organizovaných burzách. Mezi těmito dvěma trhy je určitý rozdíl. Na rozdíl od trhů OTC se na organizovaných burzách obchoduje pouze s určitými standardními opcemi, pokud jde o podléhající aktivum, data vypršení nebo bázičké ceny. Naopak opce na trzích OTC obecně vycházejí z požadavků smluvních stran. Důsledkem toho je skutečnost, že nákup a prodej téže opce na organizovaných burzách dává nulovou výslednou pozici. Naopak nákup a prodej téže opce na trzích OTC (uskutečněný pokaždé s jiným subjektem) obecně neznamená nulovou výslednou pozici, ale máme dvě opční pozice a jsme vystaveni určitému úvěrovému riziku, když jeden partner závazkům, jež vyplývají z opční smlouvy, nedostojí.

Základní rozdělení opcí je na kupní (*call*) opce a prodejní (*put*) opce — viz schéma č. 1. Kupní opce dává vlastníkově opce právo na nákup podléhajícího aktiva. Prodejní opce dává vlastníkově opce právo na prodej podléhajícího aktiva. Vzhledem k tomu, že opční kontrakt představuje kontrakt mezi dvěma stranami, jedna strana vystupuje jako prodávající opce (vystavitel opce) a druhá strana jako kupující opce. Protože rozhodnutí o vykonání opce je zcela v rukou vlastníka opce, vlastník opce platí za nákup takového práva, tj. za nákup opce, tzv. prémii (*premium*). Prémie představuje **tržní hodnotu opce**. Hodnotu opce stanovenou na základě určitého modelu nazýváme **adekvátní hodnotou opce** (*fair value*). Současné modely oceňování opcí jsou velice přesné, a proto adekvátní hodnota opcí se velice blíží tržní hodnotě opcí. V tomto článku budeme obě hodnoty považovat za totožné. Podle druhu podléhajícího aktiva je možné opce rozdělit na opce na promptní aktivum (vlastník opce má přímo právo na nákup nebo prodej daného aktiva) a opce na futurity (vlastník opce má právo na nákup nebo prodej daného aktiva prostřednictvím futurit).

Opce se používají k spekulaci nebo k zajištění. Spekulanti se obvykle snaží profitovat z pohybu cen podléhajícího aktiva. Na druhé straně zajišťovatelé se snaží imunizovat své portfolio vůči nežádoucímu pohybu cen tohoto podléhajícího aktiva.

## Adekvátní (*fair*) hodnota evropské opce podle Blackova-Scholesova modelu

Adekvátní hodnota (*fair value*) opce závisí na rozdělení pravděpodobnosti ceny podléhajícího aktiva ke dni vypršení opce (v tomto článku se omezíme pouze na příklad evropských opcí, které je možné vykonat pouze k určitému datu v budoucnosti). Za určitých předpokladů je rozdělení pravděpodobnosti možné charakterizovat střední očekávanou hodnotou a standardní odchylkou. Běžně se používá logaritmicko-normální rozdělení. Na základě tohoto rozdělení odvodili Black a Scholes model k oceňování opcí, který obchodníci s opcemi nejvíce používají. Tento model dále stručně popíšeme.

I když diskuze o teoretickém odvození Blackova-Scholesova vztahu jde nad rámec tohoto článku, je vcelku snadné uvést intuitivní ideu vztahu. Představme si portfolio složené z nakoupených kupních (*call*) opcí (dlouhá pozice v opcích) a ze závazku v budoucnosti prodat podléhající aktivum, v našem případě DM (krátká pozice v DM). Jestliže investor zvolí správný poměr mezi opcemi a podléhajícím aktivem, může zkonstruovat bezrizikové portfolio, tj. takové portfolio, u něhož při malé změně ceny podléhajícího aktiva (v našem případě při změně měnového kurzu Kč/DM) jakékoliv zisky nebo ztráty na hodnotě opce budou přesně vykompenzovány zisky nebo ztrátami na podléhajícím aktivu. Protože takové portfolio je bezrizikové, investor očekává, že portfolio mu v budoucnosti až do času vypršení opce bude vynášet bezrizikovou úrokovou míru. Tato konstrukce zajištěného portfolio z opcí a podléhajícího aktiva, kdy portfolio vynáší bezrizikovou úrokovou míru, je podstatou Blackova-Scholesova modelu. Tudíž jestliže je známa bezriziková úroková míra a cena podléhajícího aktiva, je možné vyjádřit cenu opce jakožto funkci těchto proměnných. Řešením je Blackův-Scholesův vztah.

Základní Blackův-Scholesův model lze napsat ve tvaru:

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

kde

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

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

s označením:

$C$  — cena kupní (*call*) evropské opce

$S$  — současná cena podléhajícího aktiva

$X$  — bážická cena

$T$  — doba do vypršení v letech

$\sigma$  — poměr standardní odchylky ceny podléhajícího aktiva a střední hodnoty ceny podléhajícího aktiva

$r$  — bezriziková úroková míra

$N$  — distribuční funkce normálního rozdělení (integrál hustoty pravděpodobnosti normálního rozdělení)

I když vzorec vypadá komplikovaně, v praxi jej lze snadno použít. Jedinou hodnotou, kterou je nutné před použitím vztahu určit, je volatilita (pružnost)  $\sigma$  podléhajícího aktiva. Tu lze odhadnout z historických údajů. Dále stanovíme adekvátní hodnotu konkrétní opce.

## Příklad 1

Měnový kurz je v současné době 17,80 Kč/DM a standardní odchylka je 10 %. Bezriziková úroková míra na období jednoho roku podle výnosové křivky činí 10 %. Jaká je adekvátní hodnota roční evropské kupní (*call*) opce na nákup 1 mil. DM s bázičným kurzem 18,00 Kč/DM?

Nejprve spočteme  $d_1$  a  $d_2$ :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{17,80 \text{ mil. Kč}}{18,00 \text{ mil. Kč}}\right) + \left(0,1 + \frac{0,1^2}{2}\right) 1}{0,1 \sqrt{1}} = 0,9389$$

$$d_2 = 0,9389 - 0,1 \sqrt{1} = 0,8389$$

Dalším krokem je stanovení hodnoty distribuční funkce normálního rozdělení (integrál hustoty pravděpodobnosti normálního rozdělení) odpovídající  $d_1 = 0,9389$  a  $d_2 = 0,8389$ , tj. jaká je pravděpodobnost dosažení u normálního rozdělení hodnoty 0,9389 (0,8389) a nižší. Podle tabulek normálního rozdělení obdržíme:

$$N(0,9389) = 0,8259$$

$$N(0,8389) = 0,7990$$

Nyní je možné stanovit adekvátní (*fair*) hodnotu dané opce na nákup 1 mil. DM s bázičným kurzem 18,00 Kč/DM:

$$C = 17,80 \text{ mil. Kč} \cdot 0,8259 - 18,00 \text{ mil. Kč} \cdot e^{-0,1 \cdot 1} \cdot 0,7990 \\ = 1,6875 \text{ mil. Kč}$$

## Adekvátní (*fair*) hodnota prodejní (*put*) evropské opce

Pro evropskou opci platí tzv. parita *put-call*. Cena evropské prodejní opce  $P$  se rovná hodnotě evropské nákupní opce se stejnou bázičnou cenou a stejnou dobou do vypršení plus diskontovaná hodnota bázičké ceny (při bezrizikovém investování) minus cena podléhajícího aktiva, tj.:

$$P = C + X \cdot e^{-rT} - S$$

## Příklad 2

Měnový kurz je v současné době 17,80 Kč/DM a standardní odchylka kurzu je 10 %. Bezriziková úroková míra na období jednoho roku podle výnosové křivky je 10 %. Jaká je adekvátní (*fair*) hodnota roční evropské prodejní (*put*) opce na prodej 1 mil. DM s bázičným kurzem 18,00 Kč/DM?

Dosažením do výše uvedeného vztahu dostaneme:

$$P = 1,6875 \text{ mil. Kč} + 18 \text{ mil. Kč} \cdot e^{-0,1 \cdot 1} - 17,8 \text{ mil. Kč} \\ = 0,1746 \text{ mil. Kč}$$

## Zajišťovací poměr (delta)

**Zajišťovací poměr (delta)** pro stanovení bezrizikového portfolia při malých změnách ceny podléhajícího aktiva je obecně definován jako:

$$\text{zajišťovací poměr} = \frac{\partial C}{\partial S}$$

Z výše uvedeného Blackova-Scholesova vztahu pro kupní (*call*) opci platí:

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

Delta kupních opcí je kladná, čímž je vyjádřen přírůstek hodnoty opce s rostoucí cenou podléhajícího aktiva. Pro prodejní (*put*) opci platí:

$$\text{delta} = \frac{\partial C}{\partial S} = N(d_1) - 1$$

Delta prodejních opcí je záporná, čímž je vyjádřen úbytek hodnoty opce s rostoucí cenou podléhajícího aktiva.

Delta kupních opcí je větší než 0 a menší než 1, tj. změna hodnoty opce odpovídající změně hodnoty podléhajícího aktiva je vždy menší nebo rovna změně hodnoty podléhajícího aktiva. Tato skutečnost odráží pravděpodobnost změny ceny hodnoty podléhajícího aktiva před dobou vypršení. Jestliže cena podléhajícího aktiva se zvýší o 1 Kč, cena kupní opce se zvýší o méně než 1 Kč. Delta prodejní opce je vždy mezi -1 a 0.

Uvedený zajišťovací poměr platí pro velice malé změny hodnoty podléhajícího aktiva. Při větších změnách dochází k určitým odchýlkám. Dále definujeme delta ekvivalent opce jakožto součin delty opce a hodnoty podléhajícího aktiva.

### Příklad 3

Uvažujme v příkladech 1 a 2 uvedené evropské kupní a prodejní opce nákup a prodej 1 mil. DM s základním kurzem 18,00 Kč/DM. Měnový kurz je v současné době 17,80 Kč/DM a standardní odchylka tohoto kurzu je 10 %. Bezriziková úroková míra na období jednoho roku podle výnosové křivky je 10 %. Jaká je delta (zajišťovací poměr) daných opcí?

Dosažením do vztahu dostaneme pro delta kupní opce:

$$\text{delta} = 0,8259$$

a pro delta prodejní opce:

$$\text{delta} = 0,8259 - 1 = -0,1741$$

Bezrizikové portofolio se bude skládat například z:

- jedné koupené kupní opce na nákup 1 mil. DM a závazku dodat za rok 0,8259 mil. DM,
- jedné prodané kupní opce na nákup 1 mil. DM a pohledávky na 0,8259 mil. DM s termínem dodání za 1 rok,
- jedné koupené prodejní opce na prodej 1 mil. DM a pohledávky na 0,1741 mil. DM s termínem dodání za 1 rok,
- jedné prodané prodejní opce na prodej 1 mil. DM a závazku dodat za rok 0,1741 mil. DM.

### Vnitřní hodnota a časová hodnota

**Vnitřní hodnota** (*intrinsic value*) kupních a prodejních opcí je definována takto:

$$\text{vnitřní hodnota kupní opce} = \max(0; S - X)$$

$$\text{vnitřní hodnota prodejní opce} = \max(0; X - S)$$

Opce s kladnou vnitřní hodnotou se nazývá opce v penězích (*in the money*), kupní opce se zápornou hodnotou  $S - X$  a prodejní opce se zápornou hodnotou  $X - S$  se nazývají mimo peníze (*out of the money*). Pro opce s bázičnou cenou  $X$  rovnou přibližně současné ceně podléhajícího aktiva  $S$  se používá pojmu opce na penězích (*at the money*).

Rozdíl mezi hodnotou opce a vnitřní hodnotou opce se označuje jako **časová hodnota** (*time value*).

#### Příklad 4

Znáznorněte průběh hodnoty kupní a prodejní opce v závislosti na současném kurzu pro opce uvedené v příkladech 1 a 2 včetně průběhu vnitřní hodnoty a parametru delta. Dále znázorněte uvedené parametry opce pro dobu za 6 měsíců, tj. s dobou do vypršení 6 měsíců, a pro dobu za 11 měsíců, tj. s dobou do vypršení 1 měsíc.

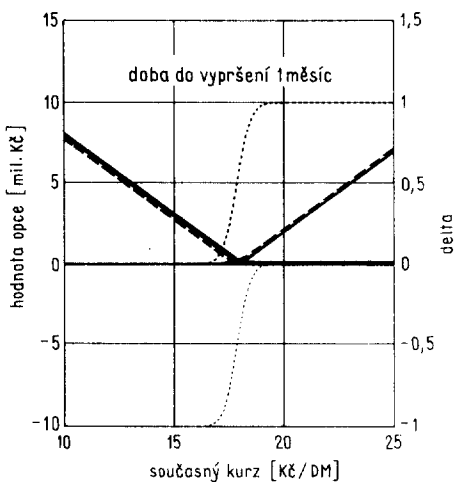
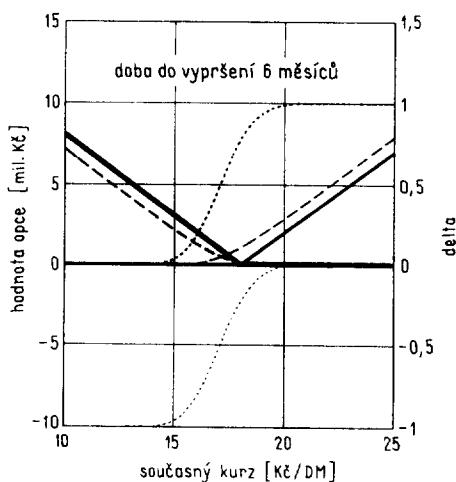
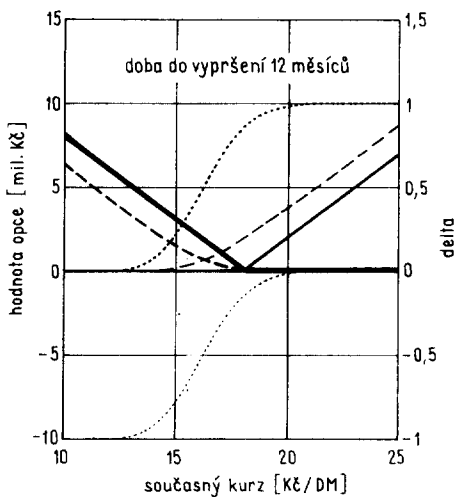
Grafické znázornění průběhu je uvedeno na *grafu č. 1, 2 a 3*. *Tabulka č. 1* uvádí hodnoty kupních a prodejních opcí s dobou vypršení 1 rok a parametr delta pro několik vybraných měnových kurzů.

TABULKA č. 1 Hodnoty kupních a prodejních opcí a parametr delta opcí na nákup a prodej 1 mil. DM s bázičným kurzem 18,00 Kč/DM a s dobou vypršení 1 rok podle příkladů 1 a 2

měnový kurz	kupní ( <i>call</i> ) opce		prodejní ( <i>put</i> ) opce	
	adekvátní hodnota	delta	adekvátní hodnota	delta
16,80	0,9476	0,6406	0,4347	-0,3594
17,80	1,6875	0,8259	0,1746	-0,1741
17,85	1,7290	0,8331	0,1661	-0,1669
18,20	2,0285	0,8771	0,1156	-0,1229
18,80	2,5723	0,9312	0,0593	-0,0666

Z grafů č. 1, 2 a 3 jsou patrné skutečnosti, které jsme intuitivně předpokládali v úvodu tohoto článku. Předpokládejme, že máme závazek dodat za rok 1 mil. DM. Nákup evropské kupní opce na nákup 1 mil. DM, která je hluboko mimo peníze (*out of the money*), náš závazek dodat 1 mil. DM vůbec nezajišťuje, neboť tato opce téměř jistě nebude vykonána. Zajišťovací poměr podle grafů je nulový. Naopak nákup kupní opce na nákup 1 mil. DM, která je hluboko v penězích (*in the money*), náš závazek dodat 1 mil. DM plně zajišťuje, neboť tato opce téměř jistě vykonána bude. Zajišťovací poměr podle grafů je roven jedné. Z podstaty opcí vyplývá, že skutečné opce se musejí nacházet mezi těmito dvěma krajnostmi, tzn. že nelze předem s jistotou předpovědět, zda opce bude, nebo nebude vykonána. Míra pravděpodobnosti, že opce bude vykonána (zajišťovací poměr), leží v intervalu 0 až 1. Objem cizí měny, který je opcí v daném okamžiku zajištěn, se rovná součinu zajišťovacího poměru a objemu podléhajícího aktiva (v daném příkladu 1 mil. DM). Dospíváme tak k důležitému závěru, že opce obecně zajišťují menší objem našich závazků nebo pohledávek, než činí objem podléhajícího aktiva. Zajišťovací poměr závisí v podstatné míře na době do vypršení opce. S tím, jak se opce blíží době vypršení (porovnejme delta na grafech 1, 2 a 3), se stává zřejmějším, zda bude daná opce vykonána, či nikoli. Jinými slovy: zajišťovací poměr se postupně blíží buď 1 (ev. -1), nebo 0 a závislost zajišťovacího poměru na ceně podléhajícího aktiva se stává s postupujícím časem strmější. V krajním případě těsně před vypršením nabývá delta kupních opcí dvou hodnot: 0 pro cenu podléhajícího aktiva nižší, než je bázičká cena, a 1 pro cenu podléhajícího aktiva

**GRAF č. 1, 2, 3** Hodnota kupních a prodejních opcí na nákup a prodej 1 mil. DM s dobou vypršení 12 měsíců, 6 měsíců a 1 měsíc v závislosti na současném kurzu



- hodnota kupní opce
- hodnota prodejní opce
- ..... delta kupní opce
- ..... delta prodejní opce
- vnitřní hodnota kupní opce
- vnitřní hodnota prodejní opce

vyšší, než je základní cena. Delta prodejních opcí nabývá v době těsně před vypršením hodnoty buď  $-1$ , nebo  $0$ .

Dokažme dále, že při malých odchylkách kurzu od hodnoty 17,80 Kč/DM je portfolio složené z jedné nakoupené kupní opce na nákup 1 mil. DM (za rok) a ze závazku dodat za rok 0,8259 mil. DM (při malých změnách měnového kurzu) skutečně bezrizikové. Jedná se o portfolio a) z příkladu 3. Situaci znázorníme na schématu aktiv a pasiv. Aktivity pro naše účely rozumíme rozvahová aktiva a podrozvahové položky, které vedou k přírůstku rozvahových aktiv. Pasivy pro naše účely rozumíme rozvahová pasiva a podrozvahové položky, které vedou k přírůstku rozvahových pasiv.



### kurz 17,80 Kč/DM

aktiva	pasiva
jedna opce na nákup 1 mil. DM s dobou vypršení jeden rok o hodnotě 1,6875 mil. Kč	závazek dodat za rok 0,8259 mil. DM
<i>hodnota opce</i>	<i>hodnota závazku</i>
cena opce 1,6875 mil. Kč nebo	
<i>delta ekvivalent opce pro účely stanovení kurzového rizika</i>	0,8259 mil. DM, tj.
delta . hodnota podléhajícího aktiva, tj.	0,8259 . 17,80 Kč/DM =
0,8259 . 1 mil. DM =	14,7010 mil. Kč
0,8259 mil. DM, tj.	
0,8259 . 17,80 Kč/DM =	
14,7010 mil. Kč	

Delta ekvivalent opce a hodnota závazku se rovnají 14,7010 mil. Kč. Necht' se kurz změni z 17,80 Kč/DM na 17,85 Kč/DM. Podle tabulky č. 1 činí nová hodnota kupní opce 1,7290 mil. Kč. Při výpočtu hodnoty aktiv a pasiv použijeme původní deltu. Delta odpovídající novému kurzu 17,85 Kč/DM činí 0,8663 a příliš se neliší od původní delty 0,8259. Navíc v praktickém zajišťování většinou používáme deltu odpovídající momentální ceně aktiva (v našem případě kurzu 17,80 Kč/DM), neboť většinou netušíme předpokládaný vývoj ceny aktiva. Pokud máme představu o vývoji ceny aktiva, potom můžeme vzít v úvahu i zajišťovací poměr odpovídající předpokládanému vývoji ceny aktiva. Hodnota aktiv i pasiv pro účely stanovení kurzového rizika se rovná 14,7423 mil. Kč.

### kurz 17,85 Kč/DM

aktiva	pasiva
jedna opce na nákup 1 mil. DM s dobou vypršení jeden rok o hodnotě 1,7290 mil. Kč	závazek dodat za rok 0,8259 mil. DM
<i>hodnota opce</i>	<i>hodnota závazku</i>
cena opce 1,7290 mil. Kč nebo	
<i>delta ekvivalent opce pro účely stanovení kurzového rizika</i>	0,8259 mil. DM, tj.
delta . hodnota podléhajícího aktiva, tj.	0,8259 . 17,85 Kč/DM =
0,8259 . 1 mil. DM =	14,7423 mil. Kč
0,8259 mil. DM, tj.	
0,8259 . 17,85 Kč/DM =	
14,7423 mil. Kč	zisk 0,0002 Kč

Z porovnání obou schémat je zřejmé, že zvýšení hodnoty opce o 0,0415 (1,7290–1,6875) mil. Kč je téměř shodné se zvýšením hodnoty závazku dodat 0,8258 mil. DM o 0,0413 (14,7423–14,7010) mil. Kč. Přitom je opce vyjádřena cenou, pro jejíž změnu platí (podle výše uvedených vztahů);

$$dC = \text{delta} \cdot dS$$

tj. změna ceny opce se zhruba rovná součinu změny hodnoty podléhajícího aktiva a poměru delta. V našem případě platí:

$$dC = 0,8259 \cdot 0,05 \text{ mil. Kč} = 0,0413 \text{ mil. Kč}$$

Malý rozdíl mezi aktivy a pasivy ve výši 0,0002 mil. Kč je ziskem způsobeným pohybem kurzu.

Při větších změnách kurzu dochází k určitým odchylkám. Zajišťovací poměr se totiž mění s tím, jak se mění proměnné ve vztahu pro zajišťovací poměr. Předpokládejme například, že se kurz náhle zvýší ze 17,80 Kč/DM na 18,80 Kč/DM. Zajišťovací poměr se změní z 0,8259 na 0,9312. Potom platí následující schéma:

#### kurz 18,80 Kč/DM

aktiva	pasiva
jedna opce na nákup 1 mil. DM s dobou vypršení jeden rok o hodnotě 2,5723 mil. Kč	závazek dodat za rok 0,8259 mil. DM
<i>hodnota opce</i>	<i>hodnota závazku</i>
cena opce 2,5723 mil. Kč nebo	
<i>delta ekvivalent opce pro účely stanovení kurzového rizika</i>	0,8259 mil. DM, tj.
delta . hodnota podléhajícího aktiva, tj.	0,8259 . 18,80 Kč/DM =
0,8259 . 1 mil. DM =	15,5269 mil. Kč
0,8259 . 18,80 Kč/DM =	
15,5269 mil. Kč	zisk 0,0589 mil. Kč

Z porovnání tohoto schématu a schématu pro kurz 17,80 Kč/DM je zřejmé, že zvýšení hodnoty aktiv o 0,8848 (2,5723–1,6875) mil. Kč je podstatně vyšší než zvýšení hodnoty pasiv o 0,8259 (15,5269–14,7010) mil. Kč. Vztah pro změnu ceny opce:

$$dC = \text{delta} \cdot dS$$

tj.

$$dC = 0,8259 \cdot 0,10 \text{ mil. Kč} = 0,8259 \text{ mil. Kč}$$

již zcela přesně neplatí. Rozdíl mezi aktivy a pasivy ve výši 0,0589 mil. Kč je ziskem způsobeným pohybem kurzu.

Jaká bude situace, jestliže naopak dojde k náhlému poklesu kurzu z 17,80 Kč/DM na 16,80 Kč/DM? Zajišťovací poměr se změnil z 0,8259 na 0,6406. Potom platí následující schéma:

**kurz 16,80 Kč/DM**

aktiva	pasiva
jedna opce na nákup 1 mil. DM s dobou vypršení jeden rok o hodnotě 0,9476 mil. Kč	závazek dodat za rok 0,8259 mil. DM
<i>hodnota opce</i>	<i>hodnota závazku</i>
cena opce 0,9476 mil. Kč nebo	
<i>delta ekvivalent opce pro účely stanovení kurzového rizika</i>	0,8259 mil. DM, tj.
delta . hodnota podléhajícího aktiva, tj.	0,8259 . 16,80 Kč/DM =
0,8259 . 1 mil. DM =	13,8751 mil. Kč
0,8259 mil. DM, tj.	
0,8259 . 16,80 Kč/DM =	
13,8751 mil. Kč	zisk 0,0860 mil. Kč

Z porovnání tohoto schématu a schématu pro kurz 17,80 Kč/DM je zřejmé, že snížení hodnoty aktiv o 0,7399 (0,9476 – 1,6875) mil. Kč je podstatně nižší než snížení hodnoty pasiv o 0,8259 (13,8751 – 14,7010) mil. Kč. Vztah pro změnu ceny opce:

$$dC = \text{delta} \cdot dS$$

tj.

$$dC = 0,8259 \cdot (-0,10) \text{ mil. Kč} = -0,8259 \text{ mil. Kč}$$

také zcela přesně neplatí. Rozdíl mezi aktivy a pasivy ve výši 0,0860 mil. Kč je ziskem způsobeným pohybem kurzu.

Obecně tudíž platí, že vlastnictví kupní opce nám zajišťuje pokrytí závazku na dodávku určitého podléhajícího aktiva, v našem případě pokrytí dodávky DM. Přitom není zajištěna celá hodnota podléhajícího aktiva opce, ale pouze hodnota rovnající se součinu delty a hodnoty podléhajícího aktiva. V našem případě tak jedna kupní opce na 1 mil. DM pokrývá kurzové riziko na dodávku 0,8259 mil. DM. Uvedený výpočet zajišťování, tj. tvorby bezrizikového portfolia, platí přesně pro velice malé změny kurzu. Při větších skocích kurzu má investor zisk (a to při vzestupu kurzu i při poklesu kurzu).

V případě obráceného portfolia složeného z prodané kupní opce na kupní opce na nákup 1 mil. DM s bázičným kurzem 18,00 Kč/DM a závazku na přijetí 0,8259 mil. DM je výsledek opačný. Obecně tudíž platí, že prodej kupní opce nám zajišťuje pokrytí závazku na přijetí určitého podléhajícího aktiva, v našem případě pokrytí přijetí DM. Přitom není zajištěna celá hodnota podléhajícího aktiva opce, ale pouze hodnota rovnající se součinu delty a hodnoty podléhajícího aktiva. V našem případě tak jedna kupní opce na 1 mil. DM pokrývá kurzové riziko na přijetí 0,8259 mil. DM. Uvedený výpočet zajišťování, tj. tvorby bezrizikového port-

folia, platí přesně pro velice malé změny kurzu. Při větších skocích kurzu má investor ztrátu (a to při vzestupu kurzu i při poklesu kurzu).

Stejným způsobem je možné analyzovat prodejní opce.

## Závěr

Měnové opce jsou nástrojem zajištění firem proti kurzovému riziku. Má-li například banka závazek dodat k určitému datu v budoucnosti určitou cizí měnu, potom může koupit kupní opci na dodávku dané měny nebo prodat opci na prodej dané měny. Jestliže vlastnime kupní opci na nákup 1 mil. DM, která je hluboko mimo peníze (*out of the money*), potom taková opce vůbec nezajišťuje jakýkoli náš závazek na dodání měny, neboť téměř určitě nebude vykonána. Naopak jestliže vlastnime kupní opci na nákup 1 mil. DM, která je hluboko v penězích (*in the money*), potom taková opce zajišťuje náš závazek na dodání měny ve výši podléhajícího aktiva, tj. 1 mil. DM, neboť téměř určitě vykonána bude. Opce, u kterých není zcela zřejmé, zda budou, či nebudou vykonány, zajišťují objem na dodávku určité měny nebo na pohledávku za určitou měnou v rozsahu zajišťovacího poměr (*hedge ratio*, delta) násobeného hodnotou podléhajícího aktiva. Zajišťovací poměr nabývá u kupních (*call*) opcí hodnot 0 až 1 a u prodejních (*put*) opcí hodnot  $-1$  až 0.

Opce obecně zajišťují menší objem našich závazků nebo pohledávek, než činí objem podléhajícího aktiva. S tím, jak se opce blíží době vypršení, stává se zřejmějším, zda bude daná opce vykonána, či nikoli. Jinými slovy: zajišťovací poměr se postupně blíží buď 1 (ev.  $-1$ ), nebo 0 a závislost zajišťovacího poměru na ceně podléhajícího aktiva se stává s postupujícím časem strmější. V krajím případě těsně před vypršením je delta kupních opcí nulová (pro cenu podléhajícího aktiva nižší, než je bázičká cena) nebo rovna jedné (pro cenu podléhajícího aktiva vyšší, než je bázičká cena). Delta prodejních opcí v době těsně před vypršením nabývá hodnot 0 nebo  $-1$ .

Zahrnutí opcí a jiných nástrojů, které nesou znaky opcí, do portfolia firmy je nejsložitější záležitostí ze všech základních druhů derivátů, tj. forwardů, futurit, swapů a opcí. Důvodem je mimo jiné nelineární tržní riziko při změně hodnoty podléhajícího aktiva. Tím, že pozici násobíme zajišťovacím poměrem, můžeme opci relativně jednoduchým způsobem transformovat na měrnou veličinu, kterou je možné přičíst k okamžitě platným pozicím.

Je však nutné podotknout, že zajišťovací poměr je vhodný k podchycení zejména kurzového rizika opcí. Nepodchycuje všechna rizika spojená s opcemi. Proto se doporučuje, aby tento postup byl doplněn korekcemi, i když dosud není přesně stanoven postup výpočtu takových korekcí. Přes všechny tyto korekce zůstává zajišťovací poměr hlavním opčním parametrem.

I když měnové opce jsou hlavními opcemi bankovního systému, uvedený delta ekvivalent lze zřejmě použít i v případě jiných než měnových opcí, tj. u komoditních opcí, opcí na akcie nebo akciový index, opcí na úrokovou míru atd. Tyto neměnové opce mohou také znamenat vznik závazku nebo pohledávky na cizí měnu a s odpovídajícím delta ekvivalentem je třeba uvažovat při stanovení kurzového rizika.

## LITERATURA

BERGER, M.: Hedging: effiziente Kursabsicherung festverzinslicher Wertpapiere mit Finanzterminkontrakten. Gabler, Wiesbaden 1990.

- DOLL, G. F. — NEUROTH H. P.: Internationale Optionsscheine. DNI Verlag, Köln 1991.
- DUBOFSKY, D. A.: Options and financial futures: valuation and uses. McGraw-Hill, New York 1992.
- EDWARDS, F. R. — MA, C. W.: Futures and options. McGraw-Hill, New York 1992.
- FITZGERALD, M. D.: Financial options. Euromoney publications.
- HULL, J.: Options, futures, and other derivative securities. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs 1993.
- KOHLER, H. P.: Grundlagen der Bewertung von Optionen und Optionsscheine. Gabler, Wiesbaden 1992.
- KOLB, R. W.: Understanding futures markets. Kolb publishing Cp., Miami 1991.
- LINGNER, U.: Optionen: Anlagestrategien und Märkte. Gabler, Wiesbaden 1987.
- LOIST, O. — LINGEMANN, C.: Software für futures and options. R. Oldenbourg Verlag, München 1993.
- Prudential supervision of bank's derivatives activities. Basle, BIS 1994.
- RITCHKIN, P.: Options: theory, strategy, and applications. HarperCollins Publishers, Cleveland 1987.
- WEGER, G.: Optionsscheine als Anlagealternative. Gabler, Wiesbaden 1985.

## SUMMARY

# Currency Options as a Tool for Hedging Foreign Exchange Positions

Josef JÍLEK, Department of Banking Supervision CNB

Currency options represent powerful and attractive tool for hedging foreign exchange positions and thus eliminating FX risk. Proper options handling in portfolio is very important. Currency options are getting more and more popular in Czech banks.

If a bank has obligation to deliver some foreign currency, the bank can buy call option for currency to be acquired or sell put option for currency to be acquired. If the bank has bought call option in order to receive 1 mil. DM and the option is deep out of the money, then such an option does not hedge the future obligation of currency delivery at all. Such an option will not be exercised. Vice versa, if the bank has bought call option in order to receive 1 mil. DM and the option is deep in the money, then such an option fully hedge the bank's obligation to deliver 1 mil. DM. There is no doubt that the option will be exercised. For the rest of options (they represent the vast majority of options), there is not obvious if they will be exercised. They hedge volume of currency which is smaller than the volume of underlying currency. The ratio is called hedge ratio or delta. The value of hedge ratio of call options lies between 0 and 1. The value of hedge ratio of put options lies between -1 and 0. Maturity is the key factor influencing hedge ratio. As option matures, the hedge ratio converges to either -1 or 0 or 1 because it is more and more obvious if the option will be exercised. There is a need for dynamic hedging.

The paper examines hedging when the value of underlying asset fluctuates. Hedge ratio can also be used for non-currency options, e.g. commodity options, interest rate options or equity options.