

Company Valuation Models Comparison Under Risk and Flexibility

Komparace modelů oceňování firmy za rizika a flexibility

Miroslav Čulík¹

Abstract

Paper concentrates on the valuation models comparison of a company equity under risk and flexibility. First, general model for company equity valuation under risk and flexibility (as a real call option) is described. Next, study case is solved where discrete models (binomial and trinomial) are compared when applied for company equity valuation. Moreover, results are compared with the situation, when the assumption of flexibility is relaxed. At the end sensitivity analysis is made, where impact of changes in selected inputs on company equity value is analysed.

Key words

Valuation, discrete model, binomial model, trinomial model, call option, equity value, sensitivity analysis,

JEL Classification: G12, G13

1. Úvod

Oceňování firmy patří k obsahově a časově náročným procesům, jehož cílem je primárně určit tržní hodnotu firmy. Přitom je nutno brát v úvahu nejen současnou, ale zejména budoucí ekonomickou situaci firmy a detailně analyzovat zejména faktory, které tuto situaci ovlivňují. Je nutno zdůraznit, že tržní hodnotu nelze určit exaktně, ale vždy je nutno takto získanou hodnotu dále analyzovat, porovnávat s jinými metodami ocenění, atd.

Použitá metoda, rozsah a způsob ocenění je vždy ovlivněn účelem, pro který je ocenění prováděno. Tím bývá zpravidla vklad firmy do nově zakládané společnosti, prodej nebo koupě firmy, uvedení firmy na finanční trh, sloučení, splynutí nebo její přeměna, atd.

Metody pro oceňování firem mohou být členěny několika způsoby. Dle Dluhošová (2008) lze metody oceňování firem členit jednak dle konceptu ocenění (výnosové, majetkové, kombinované, komparativní) a dále za rizika (aktivní, pasivní), kdy s vychází z toho, že budoucí peněžní toky, ze kterých je určována hodnota firmy, jsou rizikové a tedy nejisté.

Jednou z aktivních metod oceňování firmy za rizika je metoda ocenění vlastního kapitálu jako reálné opce. Jedná se o metodu, kdy je brána v úvahu jednak nejistota budoucích peněžních toků (riziko) a taktéž možnosti činit určitá rozhodnutí (flexibilita). Tento přístup předpokládá, že vlastníci firmy (akcionáři) mohou zlikvidovat firmu kdykoli v průběhu její

¹ Ing. Miroslav Čulík, Ph.D. VŠB – Technická Univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, katedra Financí. Sokolská třída 33, 701 21 Ostrava. Tel: +420 597 322 471. email. miroslav.culik@vsb.cz

životnosti, pokud je hodnota dluhů vyšší, než je hodnota aktiv firmy. Akcionáři tak formálně vlastní kupní opci na vlastní kapitál firmy.

Cílem tohoto příspěvku je komparace diskrétních modelů oceňování opcí při ocenění vlastního kapitálu firmy jako reálné kupní opce. Přitom pro každý model se předpokládají dvě varianty a to ocenění za rizika bez flexibility a tedy pasivní přístup a dále pak za rizika s flexibilitou a tedy aktivní přístup. Výsledky pasivního a aktivního přístupu budou porovnány v rámci daného modelu i mezi modely, na závěr bude provedena jednofaktorová citlivostní analýza.

Příspěvek je strukturován následujícím způsobem. V kapitole druhé je nejprve vysvětlena základní myšlenka možnosti ocenění firmy jako reálné opce včetně předpokladů a podmínek pro její aplikaci. V následující kapitole je na ilustračním příkladě provedeno ocenění pro výše popsané varianty a to na bázi binomického a trinomického modelu. Nakonec je zkoumán vliv vybraných proměnných (volatilita $FCFF$ firmy, volatilita dluhu, hodnota nákladu kapitálu) na výslednou hodnotu vlastního kapitálu.

2. Ocenění vlastního kapitálu firmy jako reálné opce

Při odhadu hodnoty vlastního kapitálu firmy jako opce se vychází z myšlenky, že vlastní kapitál firmy, E , formálně představuje kupní opci vlastněnou akcionáři na aktiva firmy, A , s realizační cenou odpovídající nominální hodnotě dluhu, D , v době jeho splatnosti, T . Přitom platí, že pro každé t platí

$$A_t = E_t + D_t. \quad (1)$$

Pokud je v době splatnosti dluhu T tržní hodnota aktiv firmy vyšší než hodnota dluhu, akcionáři uplatní svou opci a vyplatí věřitelům dluh (tj. realizační cenu); rozdíl mezi tržní hodnotou aktiv a hodnotou dluhu pak představuje hodnotu vlastního kapitálu (tj. vnitřní hodnotu opce, VH). Výplatní funkci akcionářů v době splatnosti dluhu (vnitřní hodnotu opce a tedy hodnotu vlastního kapitálu) lze zapsat jako,

$$E_T = VH_T = \max(A_T - D_T; 0). \quad (2)$$

Je-li naopak v době splatnosti hodnota aktiv firmy menší než hodnota dluhu, akcionáři využijí svého práva omezeného ručení a opci neuplatní, její vnitřní hodnota je nulová a tedy i hodnota vlastního kapitálu. V tomto případě se vlastníky firmy stávají věřitelé. Pro výplatní funkci věřitelů v době splatnosti dluhu lze pak zapsat takto,

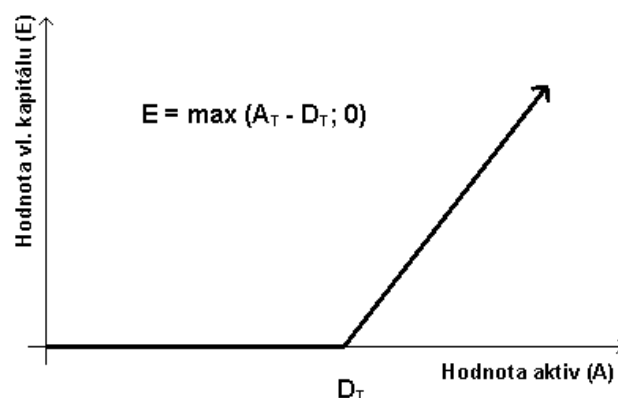
$$D_T = \max(A_T - E_T; 0) = \min(A_T; D_T). \quad (3)$$

Následující Tab. 1, Obr. 1 a Obr. 2 zachycují výplatní funkce pro vlastníky a věřitele v době splatnosti dluhu.

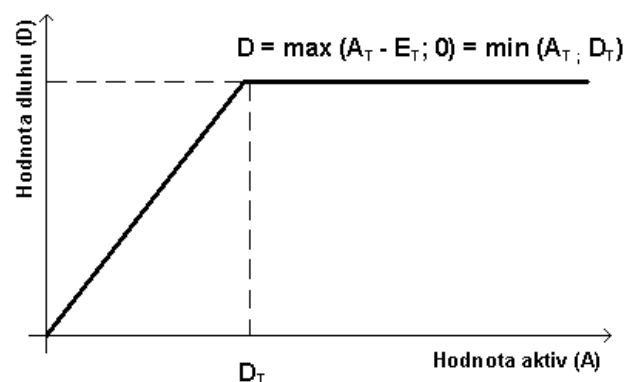
Tab. 1: Hodnoty pozic vlastníků a věřitelů v době splatnosti dluhu

	Hodnota aktiv A a dluhu D v době splatnosti T	
	$A_T > D_T$	$A_T \leq D_T$
Hodnota pozice vlastníků (akcionářů)	$(A_T - D_T)$	0
Hodnota pozice věřitelů	D_T	A_T
Součet pozic	$(A_T - D_T) + D_T = A_T$	$0 + A_T = A_T$

Obr. 1: Výplatní funkce vlastníků v době splatnosti dluhu



Obr. 2: Výplatní funkce věřitelů v době splatnosti dluhu



2.1 Předpoklady modelu

Model ocenění vlastního kapitálu jako americké opce vychází z následujících předpokladů:

- Existují pouze dvě skupiny, mezi něž je rozdělena hodnota firmy – vlastníci (akcionáři) a věřitelé. Firma je tedy financována pouze ze dvou zdrojů a to vlastním kapitálem a rizikovým dluhem. Platí tedy, že $A_t = E_t + D_t$.
- Dluh firmy je tvořen bezkupónovými obligacemi (zero bondy) s dobou splatnosti T a nominální hodnotou D .
- Dluh je zajištěn aktivy firmy, věřitelé nemají možnost uplatnit svůj nárok (splatit dluh) před termínem jeho splatnosti.
- Lze určit tržní hodnotu a rozptyl hodnoty aktiv (majetku) firmy.
- Firma nevyplácí žádné dividendy.

Každý z výše uvedených předpokladů má při aplikaci tohoto přístupu své opodstatnění.

Omezení počtu zájmových skupin ve firmě na dvě tak umožňuje aplikovat metodologii oceňování opcí na firmu, čímž je zachován vztah mezi dvěma zúčastněnými stranami (u finančních opcí kupující a prodávající opce, u firmy vlastníci a věřitelé).

Předpoklad, že dluh firmy má podobu zero bondu s jedním termínem splatnosti v čase T má tak vlastnost realizační ceny standardní finanční opce. Pokud by byl dluh představován např. kupónovou obligací nebo zero bondy s různými daty splatnosti, mohli by být vlastníci přinuceni zlikvidovat firmu kdykoli, pokud nejsou schopni splnit své závazky vyplývající z výplaty kupónů nebo nominálních hodnot obligací.

A konečně, pokud lze určit tržní hodnotu aktiv firmy a je-li dluh veřejně obchodovatelný, pak dle tohoto modelu může být ověřeno, zda je vlastní kapitál a dluh správně oceněn. Pokud není dluh firmy veřejně obchodovatelný, pak tento přístup umožňuje určit tržní hodnotu vlastního kapitálu i dluhu.

2.2 Odhad vstupních parametrů pro aplikaci modelu

Protože většina firem nesplňuje zjednodušující předpoklady uvedené v kap. 2.1, je nutno pro zjištění vstupních údajů modelu aplikovat různé přístupy, které umožňují použít daný model na reálnou firmu a to tak, aby jeho logika a použitelnost zůstala zachována. Jedná se o problém odhadu následujících údajů.

Určení tržní hodnoty aktiv (majetku) firmy

Pro určení tržní hodnoty aktiv majetku lze využít některou z následujících možností:

- určit tržní hodnotu jednotlivých složek majetku firmy (pokud jsou veřejně obchodovatelné); hodnota firmy je pak rovna součtu tržních hodnot jednotlivých složek majetku,
- určit tržní hodnotu majetku jako součet tržních hodnot akcií firmy,
- aplikovat některou z metod pro určení tržní hodnoty firmy (např. DFC-Entity, EVA-Entity, atd.).

Rozptyl tržní hodnoty firmy

Odhad hodnoty tohoto parametru opět závisí na tom, zda je vlastní kapitál i dluh firmy veřejně obchodovatelný.

Je-li vlastní kapitál i dluh veřejně obchodovatelný, lze rozptyl hodnoty aktiv, $var(A)$, určit ze vztahu,

$$var(A) = w_E^2 \cdot var(E) + w_D^2 \cdot var(D) + 2 \cdot w_E \cdot w_D \cdot \sigma_E \cdot \sigma_D \cdot \rho_{ED}, \quad (3)$$

kde w_E (w_D) vyjadřuje podíl vlastního kapitálu (dluhu) na celkovém kapitálu firmy, $var(E)$ vyjadřuje rozptyl hodnoty vlastního kapitálu, $var(D)$ je rozptyl hodnoty dluhu, ρ_{ED} vyjadřuje korelaci vlastního kapitálu a dluhu. Přitom platí, že $w_E = 1 - w_D$

Pro odhad hodnoty rozptylu vlastního kapitálu lze použít aproximaci pomocí vývoje cen akcií firmy. Výpočet pak obnáší tyto kroky.

- (A) Výpočet denního výnosu akcií ze vztahu,

$$r_{t+dt} = \ln \frac{S_{t+dt}}{S_t}, \quad (4)$$

kde S_t je uzavírací cena akcií firmy na konci daného dne obchodování.

- (B) Výpočet střední hodnoty výnosu akcií ve sledovaném období dle vztahu,

$$\bar{r}_{0,T} = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n r_{t+dt}. \quad (5)$$

- (C) Výpočet odhadu denního rozptylu ceny akcií podle vztahu,

$$var(r)_{t+dt} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_i (r_{t+dt} - \bar{r}_{0,T})^2 \quad (6)$$

- (D) Výpočet ročního rozptylu jako,

$$var(r)_{0,T} = var(r)_{t+dt} \cdot n, \quad (7)$$

kde n vyjadřuje počet dní obchodování za rok.

Doba splatnosti dluhu

Většina firem nemá svůj dluh pouze ve formě zero bondu, ale mají dluh strukturovaný, tzn kromě již uvedených zero bondů to mohou být kupónové dluhopisy, různé formy úvěrů s různými dobami splatnosti apod. Protože uvedený model vyžaduje pouze jednu položku dluhu (realizační cenu), je nutno celkový dluh transformovat na jeden finanční produkt, který by odpovídal době splatnosti opce. Jedním z možných řešení, které bere v úvahu jak kupónové platby, tak i splatnosti jistin, je určit průměrnou duraci dluhového portfolia firmy.

Macaulayho durace představuje míru citlivosti ceny finančního produktu na výnos do doby splatnosti. Obecně je durace finančního produktu určena následovně,

$$DUR = \frac{\sum_t t \cdot PV(CF_t)}{\sum_t PV(CF_t)} = \frac{\sum_t t \cdot CF_t \cdot (1+y)^{-t}}{P}, \quad (8)$$

kde $PV(CF_t)$ je současná hodnota peněžních toků k časovému okamžiku t , y je roční výnos do splatnosti a P je tržní hodnota daného dluhového instrumentu; přitom pro P platí, že

$$P = \sum_t PV(CF_t) = \sum_t CF_t \cdot (1+y)^{-t}. \quad (9)$$

Pro celkovou duraci dluhového portfolia DUR_D firmy lze psát,

$$DUR_D = \sum_j w_j \cdot DUR_j, \quad (10)$$

kde w_j vyjadřuje tržní podíl daného dluhového instrumentu na celkovém dluhu firmy a DUR_j jeho duraci.

Nominální hodnota dluhu

Je-li dluh firmy strukturovaný s různými termíny splatnosti, je nutno i v tomto případě převést všechny peněžní toky (kupónové platby, úroky, splátky jistin) na jeden ekvivalentní finanční produkt s pevnou nominální hodnotou tak, aby tato vyjadřovala tak celkový dluh firmy a tedy realizační cenu opce. Lze postupovat tak, že se nominální hodnota všech pravidelných plateb (kupónové platby, úroky) připočtou k nominální hodnotě dluhu a k okamžiku, kdy má být dluh uhrazen.

3. Aplikace

Cílem aplikační části příspěvku je ocenění vlastního kapitálu firmy jako reálné kupní opce s využitím diskrétních modelů (binomický, trinomický), komparace výsledků a následné provedení jednofaktorové citlivostní analýzy u obou modelů. Jedná se tedy o ocenění za rizika a flexibility. Kromě porovnání výsledků mezi příslušnými modely budou výsledky taktéž porovnány se situací, kdy s flexibilitou není uvažováno.

3.1 Vstupní data

Předpokládá se, že firma generuje v roce t celkové volné finanční toky $FCFF$ ve výši 15 p.j., přitom se předpokládá jejich budoucí náhodný vývoj dle geometrického Brownova procesu. Na základě jejich historického vývoje byla odhadnuta jejich volatilita (roční) na úrovni 35%. K okamžiku ocenění je hodnota dluhu firmy D ve výši 200 p.j., firma předpokládá jejich vývoj dle geometrického Brownova procesu s volatilitou ve výši 15% ročně. Dále bylo propočteno, že náklady kapitálu firmy $WACC$ jsou ve výši 7%, bezriziková sazba r_f je 3%. Předpokládá se nekonečné trvání firmy.

3.2 Ocenění vlastního kapitálu firmy

V následujících podkapitolách 3.2.1 a 3.2.2 je popsán postup a provedeno ocenění vlastního kapitálu firmy na bázi diskrétního binomického a trinomického modelu. Přitom pro obě varianty se uvažuje jak s pasivním přístupem (tj. ocenění za rizika bez flexibility) tak i aktivním (ocenění za rizika a flexibility a tedy jako reálné opce). V podkapitole 3.2.3 je nakonec provedena jednofaktorová citlivostní analýza.

3.2.1 Ocenění vlastního kapitálu firmy na bázi diskrétního binomického modelu

Proces ocenění vlastního kapitálu firmy pasivním a aktivním přístupem na bázi binomického modelu lze shrnout do následujících kroků.

1. Odhad vývoje budoucích volných peněžních toků pro jednotlivé roky a scénáře, přitom platí, že $FCFF_{t+dt}^u = FCFF_t \cdot u$ (v případě růstu), a $FCFF_{t+dt}^d = FCFF_t \cdot d$ (v případě poklesu). Koeficienty u (d) jsou určeny ze vztahu $u = e^{\sigma\sqrt{dt}}$ a $d = e^{-\sigma\sqrt{dt}}$.
2. Výpočet hodnoty aktiv firmy pro jednotlivé roky a scénáře. Za předpokladu konstantních peněžních toků a při nekonečném trvání firmy lze využít perpetuity, tj.

$$A_t = \frac{FCFF_t}{WACC}. \quad (11)$$

3. Výpočet hodnoty dluhu pro jednotlivé roky a scénáře. Výpočet je proveden obdobně jako v kroku (1), a tedy $D_{t+dt}^u = D_t \cdot u$, resp. $D_{t+dt}^d = D_t \cdot d$.
4. Výpočet vnitřní hodnoty opce pro jednotlivé roky a scénáře. V situaci za rizika bez flexibility je určena dle vztahu,

$$VH_t^{pas.} = A_t - D_t, \quad (12)$$

pro situaci za rizika a flexibility pak následujícím způsobem,

$$VH_t^{akt.} = \max(A_t - D_t; 0). \quad (13)$$

5. Ocenění vlastního kapitálu jako americkou kupní opci. Přitom se postupuje zpětným způsobem od koncových uzlů binomického stromu směrem k počátečnímu uzlu. Pro koncové uzly binomického stromu je hodnota vlastního kapitálu firmy rovna vnitřní hodnotě, a tedy $V_T = VH_T$, pro ostatní uzly je v situaci za rizika bez flexibility určena dle vztahu,

$$V_t = [p^u \cdot V_{t+dt}^u + p^d \cdot V_{t+dt}^d] \cdot (1 + r_f)^{-dt}, \quad (14)$$

a pro situaci za rizika a flexibility takto,

$$V_t = \max[p^u \cdot V_{t+dt}^u + p^d \cdot V_{t+dt}^d] \cdot (1 + r_f)^{-dt}; VH_t. \quad (15)$$

Rizikově neutrální pravděpodobnost růstu je určena dle vztahu

$$p^u = \frac{e^{r_f \cdot dt} - d}{u - d}, \quad (16)$$

pro pokles pak platí

$$p^d = 1 - p^u. \quad (17)$$

Výsledky propočtů jsou graficky prezentovány na Obr. 3. Z výsledků plyne, že hodnota vlastního kapitálu firmy v situaci za rizika bez flexibility je rovna 32,4 p.j., při ocenění jako reálné opce (za rizika a flexibility) pak 48,0 p.j.. Hodnota flexibility je tedy 15,6 p.j..

Ocenění VK firmy pasivní přístup					Ocenění VK firmy aktivní přístup (reálná opce)				
t	0	1	2	3	0	1	2	3	
F CFF	15,0	21,3	30,2	42,9	15,0	21,3	30,2	42,9	
		10,6	7,4	5,2		10,6	7,4	5,2	

3.3 Ocenění vlastního kapitálu firmy na bázi diskrétního trinomického modelu

V případě ocenění vlastního kapitálu firmy pasivním a aktivním přístupem na bázi trinomického modelu se postupuje analogicky jako u binomického modelu; proces ocenění lze shrnout do následujících kroků:

1. Odhad vývoje budoucích volných peněžních toků pro jednotlivé roky a scénáře, přitom platí, že $FCFF_{t+dt}^u = FCFF_t \cdot u$ (v případě růstu), $FCFF_{t+dt}^m = FCFF_t \cdot m$ (v situaci beze změny) a $FCFF_{t+dt}^d = FCFF_t \cdot d$ (v případě poklesu). Koeficienty u , m a d jsou určeny ze vztahu $u = e^{\sigma\sqrt{2dt}}$, $m = 1$ a $d = e^{-\sigma\sqrt{2dt}}$.
2. Výpočet hodnoty aktiv firmy pro jednotlivé roky a scénáře podle (11).
3. Výpočet hodnoty dluhu pro jednotlivé roky a scénáře analogicky jako v kroku (1).
4. Výpočet vnitřní hodnoty opce pro jednotlivé roky a scénáře. V situaci za rizika bez flexibility je určena dle vztahu (12), pro situaci za rizika a flexibility dle (13).
5. Ocenění vlastního kapitálu jako americkou kupní opci. Přitom se opět postupuje zpětným způsobem od koncových uzlů binomického stromu směrem k počátečnímu uzlu. Pro koncové uzly binomického stromu je hodnota vlastního kapitálu firmy rovna vnitřní hodnotě a tedy $V_T = VH_T$, pro ostatní uzly je v situaci za rizika bez flexibility určena dle vztahu,

$$V_t = [p^u \cdot V_{t+dt}^u + p^m \cdot V_{t+dt}^m + p^d \cdot V_{t+dt}^d] \cdot (1 + r_f)^{-dt}, \quad (18)$$

a pro situaci za rizika a flexibility takto,

$$V_t = \max\left\{[p^u \cdot V_{t+dt}^u + p^m \cdot V_{t+dt}^m + p^d \cdot V_{t+dt}^d] \cdot (1 + r_f)^{-dt}; VH_t\right\}. \quad (19)$$

Rizikově neutrální pravděpodobnosti jsou určeny dle následujících vztahů:

$$\text{pro růst: } p^u = \frac{\left(e^{\frac{R_f \cdot dt}{2}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{dt}{2}}}\right)^2}{\left(e^{\sigma\sqrt{\frac{dt}{2}}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{dt}{2}}}\right)}, \quad (20)$$

$$\text{pro pokles: } p^d = \frac{\left(e^{\sigma\sqrt{\frac{dt}{2}}} - e^{\frac{R_f \cdot dt}{2}}\right)^2}{\left(e^{\sigma\sqrt{\frac{dt}{2}}} - e^{-\sigma\sqrt{\frac{dt}{2}}}\right)}, \quad (21)$$

$$\text{a pro situaci beze změny: } p^m = 1 - (p^u + p^d). \quad (22)$$

Výsledky propočtů jsou opět graficky prezentovány na Obr. 4. Hodnota vlastního kapitálu firmy v situaci za rizika bez flexibility je rovna 72,2 p.j., při ocenění jako reálné opce (za rizika a flexibility) pak 73,9 p.j.. Hodnota flexibility je tedy 1,7 p.j..

3.4 Jednofaktorová citlivostní analýza

V rámci citlivostní analýzy je zkoumán vliv změny dílčího faktoru na změnu hodnoty vlastního kapitálu v závislosti na použitém modelu. Konkrétně je předmětem zkoumání vliv změny volatility *FCFF* firmy, volatility dluhu a nákladu kapitálu na změnu hodnoty vlastního kapitálu. Analyzovány a porovnány jsou pro dané modely ocenění pouze situace za rizika a flexibility. Uvažuje se vždy se změnami v rozsahu od -15% až do +15% vzhledem k výchozí hodnotě při velikosti kroku 5%. Výsledky jsou shrnuty v Tab. 2 – 4 a graficky prezentovány na Obr. 5 – 6.

Tab. 2. Citlivost hodnoty VK firmy na změnu volatility *FCFF*

Změna (%)	Volatilita <i>FCFF</i> (%)	Hodnota VK		Absolutní změna		Relativní změna	
		Binom.	Trinom.	Binom.	Trinom.	Binom.	Trinom.
+15	40,3	56,9	89,0	8,9	15,1	18,5%	20,4%
+10	38,5	53,9	83,9	5,9	10	12,3%	13,5%
+5	36,8	51,1	79,0	3,1	5,1	6,7%	6,9%
0	35,0	48,0	73,9	0,0	0,0	0,0%	0,0%
-5	33,3	45,1	69,1	-2,9	-4,8	-6,0%	-6,0%
-10	31,5	42,0	64,0	-6,0	-9,9	-13,0%	-13,0%
-15	29,8	39,0	59,1	-9,0	-14,8	-18,8%	-20,0%

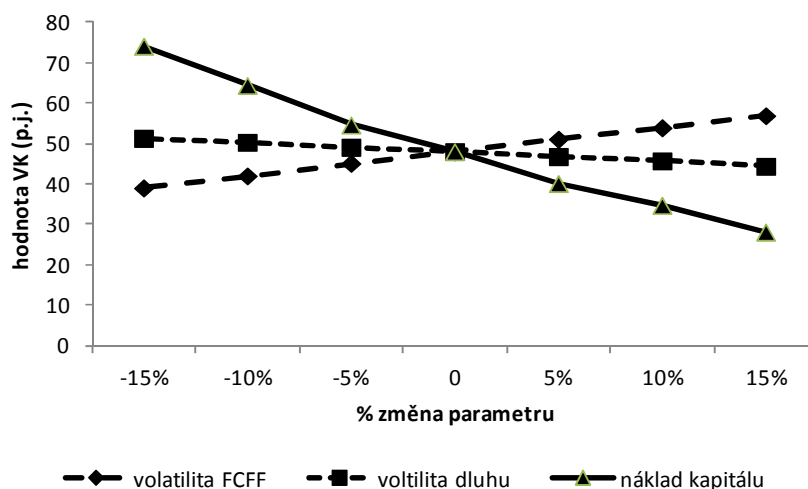
Tab. 3. Citlivost hodnoty VK firmy na změnu volatility dluhu

Změna (%)	Volatilita dluhu (%)	Hodnota VK		Absolutní změna		Relativní změna	
		Binom.	Trinom.	Binom.	Trinom.	Binom.	Trinom.
+15	17,3	44,4	68,7	-3,6	-5,2	-7,5%	-7,1%
+10	16,5	45,7	70,5	-2,3	-3,4	-4,8%	-4,6%
+5	15,8	46,8	72,1	-1,2	-1,8	-2,5%	-2,4%
0	15,0	48	73,9	0,0	0,0	0,0%	0,0%
-5	14,3	49,1	75,4	1,1	1,5	2,3%	2,0%
-10	13,5	50,3	77,2	2,3	3,3	4,8%	4,5%
-15	12,8	51,3	78,6	3,3	4,7	6,9%	6,4%

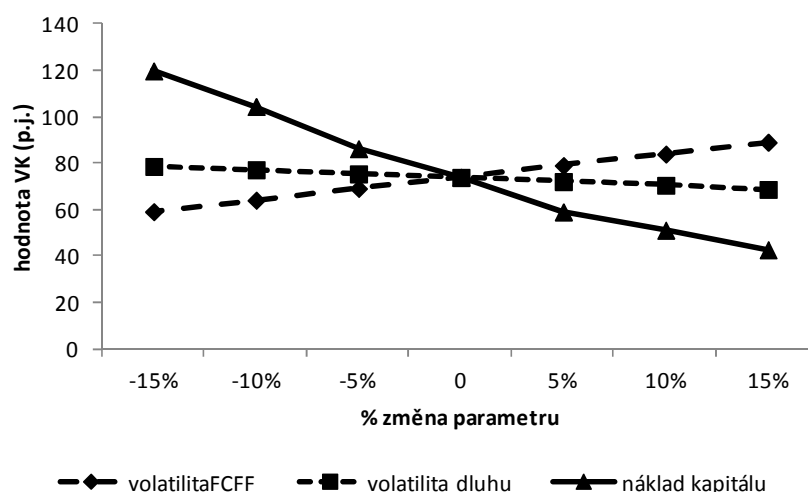
Tab. 4. Citlivost hodnoty VK firmy na změnu nákladu kapitálu WACC

Změna (%)	WACC (%)	Hodnota VK		Absolutní změna		Relativní změna	
		Binom.	Trinom.	Binom.	Trinom.	Binom.	Trinom.
+15	8,1	28,1	42,7	-19,9	-31,2	-41,5%	-42,2%
+10	7,7	34,7	51,1	-13,3	-22,8	-27,7%	-30,9%
+5	7,4	40,1	59	-7,9	-14,9	-16,5%	-20,2%
0	7,0	48,0	73,9	0,0	0,0	0,0%	0,0%
-5	6,7	54,6	86,2	6,6	12,3	13,8%	16,6%
-10	6,3	64,4	104,4	16,4	30,5	34,2%	41,3%
-15	6,0	74,1	119,7	26,1	45,8	54,4%	62,0%

Obr. 5: Citlivost hodnoty VK firmy na změnu vybraných parametrů (binomický model)



Obr. 5: Citlivost hodnoty VK firmy na změnu vybraných parametrů (trinomický model)



Z výsledků je zřejmé, že s růstem (poklesem) volatility *FCFF* firmy se hodnota vlastního kapitálu zvyšuje (snižuje), v případě volatility dluhu a nákladu kapitálu je tato závislost opačná. Výsledky tak potvrzují všeobecně známé vlivy vybraných faktorů (volatilita podkladového aktiva, realizační cena opce, hodnota podkladového aktiva) na hodnotu kupní opce. Z výsledků také plyne, že např. v případě změny volatility *FCFF* firmy a nákladu kapitálu reaguje hodnota vlastního kapitálu citlivěji v případě aplikace trinomického modelu než u modelu binomického, zatímco v případě změny volatility dluhu je to naopak. Rovněž je zřejmé, že relativní změny hodnoty vlastního kapitálu na změnu vybraného parametru nejsou totožné při jeho nárůstu nebo poklesu. Bez ohledu na použitý model reaguje nejcitlivěji hodnota vlastního kapitálu na změny nákladu kapitálu, naopak nejmenší vliv na její hodnotu má změna parametru volatility dluhu.

4. Závěr

Cílem příspěvku byla komparace vybraných diskrétních modelů při oceňování vlastního kapitálu firmy jako reálné kupní opce. V první části příspěvku byla obecně popsána hlavní

idea možnosti ocenění vlastního kapitálu za rizika a flexibility a tedy jako reálné opce. Následující část byla věnována ilustračnímu příkladu. Pro ocenění byly aplikovány binomický a trinomický model, přitom pro každý model se uvažovalo s dvěma možnostmi při ocenění: pasivní přístup a tedy ocenění za rizika bez flexibility a aktivní tj. ocenění za rizika a flexibility. Výsledky potvrzují obecně známé závěry při aplikaci reálných opcí na ocenění aktiv: je-li brána v úvahu flexibilita v rozhodování, je výsledek ocenění (hodnota aktiva) vždy vyšší než v situaci bez flexibility. Z výsledků je taktéž zřejmé, že při aplikaci trinomického modelu je výsledná hodnota vlastního kapitálu vyšší než v případě binomického modelu. V závěrečné části aplikace byla provedena jednofaktorová citlivostní analýza. Přitom byl zkoumán vliv změn vybraných faktorů (volatilita $FCFF$ firmy, volatilita dluhu, velikost nákladu kapitálu) na výsledek ocenění. Bylo zjištěno, že nejcitlivěji reaguje hodnota vlastního kapitálu na změny nákladu kapitálu, naopak nejméně na změnu parametru volatilita dluhu. Navíc jak je zřejmé z výsledků, nejsou změny v hodnotách vlastního kapitálu lineární, ale závisí na tom, zda u daného parametru došlo k nárůstu nebo poklesu a také jaký model byl při ocenění použit.

Seznam literatury

- [1] BENNINGA, S. (2008). *Financial Modeling*. 3rd Ed. The MIT Press.
- [2] BLACK, F., SCHOLES, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81, pp. 637-646.
- [3] BRACH, M.A. (2002). *Real Options in Practice*. 1st Ed. Wiley.
- [4] COX, J.C., ROSS, S.A., RUBINSTEIN, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*. 7(3), pp. 229-263.
- [5] ČULÍK, M. (2008). Investment project valuation as a portfolio of real options. *European Journal of Management*. 8(1), pp. 23-31.
- [6] DAMODARAN, A. (2010). *Applied Corporate Finance*. 3rd Ed. Wiley.
- [7] DLUHOŠOVÁ, D. a kol. (2004). *Nové přístupy a finanční nástroje ve finančním rozhodování*. 1 vyd. Ostrava: VŠB-TU.
- [8] DLUHOŠOVÁ, D. a kol. (2011). *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. upravené vyd. Praha: Ekopress.
- [9] LUENBERGER, D. (1998). *Investment Science*. Oxford University Press.
- [10] MERTON, R. (1973). The Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, pp. 141-183.
- [11] MUN, J. (2008). *Advanced Analytical Models*. 1st Ed. Wiley.
- [12] NEWTON, D., PAXON, D., HOWELL, S., CAVUS, M. (2001). *Real Options: Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World*. 1st Ed. Prentice Hall.
- [13] OTTOO, R.E. (2000). *Valuation of Corporate Growth Opportunities: A Real Options Approach*. 1st Ed. Routledge.
- [14] PINDYCK, R.S. (1988). Irreversibility, uncertainty and investment. *Journal of Economic Literature*, 29(3), pp. 1110-1148.

- [15] PROKOP, L., MEDVEC, Z., ZMEŠKAL, Z. (2009). *Problematika oceňování nedodané energie v průmyslu*. Series on Advanced Economic Issues. Ostrava: VŠB-TU.
- [16] RAZGAITIS, R. (2003). *Dealmaking Using Real Options and Monte Carlo Analysis*. 1st Ed. Wiley.
- [17] REES, M. (2008). *Financial Modelling in Practice: A Concise Guide for Intermediate and Advanced Level*. Wiley.
- [18] REUER, J.J., TONG, T.W. (2007). *Real Options Theory (Advances in Strategic Management)*. JAI Press.
- [19] SHOCKLEY, R.L. (2006). *An Applied Course in Real Options Valuation*, 1st Ed. New York: South-Western College Pub.
- [20] SCHNABEL, J.A. (1992). *Uncertainty and the abandonment option*. The Engineering Economist, 37(2), pp. 172-177.
- [21] TRIGEORGIS, L., MASON, S.P. (1987). *Valuing managerial flexibility*. Midland Corporate Financial Journal, 5(1), pp. 14-21.
- [22] TRIGEORGIS, L. (1999). *Real Options and Business Strategy: Applications to Decision Making*. 1st Ed. Riskbooks.
- [23] TRIGEORGIS, L., SMITH, H.T.J. (2004). *Strategic Investment: Real Options and Games*. New York: Princeton University Press.
- [24] TRIGEORGIS, L. (2000). *Real Options in Capital Investments: Models, Strategies and Applications*. London: Praeger Westport.
- [25] TRIGEORGIS, L., SCHWARTZ, E.S. (2001). *Real Options and Investments under Uncertainty*. Cambridge: The MIT Press.
- [26] VOLLERT, A. (2003). *A Stochastic Control Framework for Real Options in Strategic Valuation*. 1st Ed. Birkhäuser.
- [27] XIE, F. (2009). *Managerial flexibility, uncertainty, and corporate investment: The real options effect*. International Review of Economics and Finance, 18 (4), pp. 643-655.
- [28] ZAMBUJAL-OLIVEIRA, J., DUQUE, J. (2011). *Operational asset replacement strategy: A real options approach*. European Journal of Operational Research, 210(2), pp. 318-325.
- [29] ZMEŠKAL, Z. (2001). *Application of the fuzzy-stochastic methodology to appraising the firm value as European call option*. European Journal of Operational Research, 135 (2), pp. 303-310.
- [30] ZMEŠKAL, Z. et al. (2004). *Financial Models*. 2. vyd. Ostrava: VŠB-TU.
- [31] ZMEŠKAL, Z., ČULÍK, M., TICHÝ, T. (2005). *Finanční rozhodování za rizika: sbírka řešených příkladů*. 2. doplněné vyd. Ostrava: VŠB-TU.
- [32] ZMEŠKAL, Z. (2006). *Real option applications based on the generalised multinomial flexible switch options methodology*. Mathematical Methods in Economics, pp. 545-553.
- [33] ZMEŠKAL, Z. (2008). *Application of the American real flexible switch options methodology: a generalized approach*. Finance a úvěr, 58 (5-6), pp. 261-275.

- [34] ZMEŠKAL, Z., DLUHOŠOVÁ, D., VALECKÝ, J. (2010). *Finanční rozhodování a oceňování za rizika a flexibility - reálné opce*. Řízení a modelování finančních rizik, pp. 463-474.
- [35] ZMEŠKAL, Z. (2010). *Generalised soft binomial American real option pricing model (fuzzy-stochastic approach)*. European Journal of Operational Research, 207(2), pp. 1096-1103.