

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA EKONOMICKÁ**

Diplomová práce

**Hodnocení efektivity projektu metodou  
reálných opcí**

**Project evaluation using real options**

Bc. Radim Špicar

Plzeň 2013

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**Fakulta ekonomická**

**Akademický rok: 2012/2013**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)**

Jméno a příjmení: **Bc. Radim ŠPICAR**  
Osobní číslo: **K11N0182P**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**  
Název tématu: **Hodnocení efektivity projektu metodou reálných opcí**  
Zadávající katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

### **Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :**

1. Popište standardní metody hodnocení efektivity projektů a metodu reálných opcí.
2. Popište vybraný projekt a proveďte jeho zhodnocení standardními metodami.
3. Proveďte zhodnocení projektu metodou reálných opcí.
4. Porovnejte výsledky standardních metod a metody reálných opcí a vyvoďte závěr.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **60 - 80 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- **COPELAND, Tom E. a ANTIKAROV, Vladimír.** *Real Options: A Practitioner's Guide.* New York, NY, USA: Texere, 2001. ISBN 1587990288.
- **KISLINGEROVÁ, Eva.** *Oceňování podniku.* Praha: C. H. Beck, 2001. ISBN 8071795291.
- **KODUKULA, Prasad a PAPUDESU, Chandra.** *Project Valuation Using Real Options: A Practitioner's Guide.* Plantation, FL, USA: J. Ross Publishing, 2006. ISBN 1932159436.
- **SCHOLLEOVÁ, Hana.** *Hodnota flexibility. Reálné opce.* Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 9788071797357.

Vedoucí diplomové práce:

**Doc. Ing. Jiří Vacek, Ph.D.**

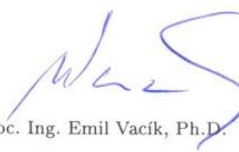
Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. dubna 2013**

  
Doc. Dr. Ing. Miroslav Plevný  
děkan



  
Doc. Ing. Emil Vacík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 31. října 2012

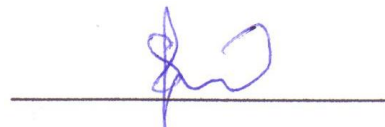
## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

„Hodnocení efektivnosti projektu metodou reálných opcí“

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni, dne 24.4.2013



podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce, panu doc. Ing. Jiřímu Vackovi, Ph.D., za odborné konzultace, cenné rady a vstřícný přístup při vypracování práce. Zároveň bych chtěl poděkovat paní doc. RNDr. Ing. Haně Scholleové, Ph.D., za odborné připomínky a návrhy.

## Obsah

Úvod	7
1 Standardní metody hodnocení investic	9
1.1 Rozdělení metod z různých hledisek	9
1.2 Vybrané metody hodnocení investic	10
1.2.1 Metoda průměrných ročních nákladů	10
1.2.2 Metoda diskontovaných nákladů	10
1.2.3 Doba návratnosti	11
1.2.4 Čistá současná hodnota	12
1.2.5 Index ziskovosti	12
1.2.6 Vnitřní výnosové procento	13
1.3 Určení diskontní míry	13
1.4 Omezení standardních metod	14
2 Teorie reálných opcí	16
2.1 Finanční opce	16
2.2 Přejchod k reálným opcím	18
2.3 Metody hodnocení reálných opcí	20
2.3.1 Binomický model	20
2.3.2 Black-Scholesův model	24
2.3.3 Monte Carlo simulace	26
2.4 Stanovení volatility	27
2.5 Stanovení bezrizikové úrokové míry	28
2.6 Oblasti využití reálných opcí	28
2.7 Základní typy reálných opcí	30
2.7.1 Opce na opuštění (option to abandon)	30
2.7.2 Opce na rozšíření (option to expand)	31
2.7.3 Opce na zúžení (option to contract)	33
2.7.4 Opce výběru (option to choose)	34
2.7.5 Opce vyčkávání (option to wait)	34
2.7.6 Bariérové opce (barrier options)	35
2.8 Složené opce (compound options)	36
3 Popis a zhodnocení projektu standardními metodami	37
3.1 Rámec aplikace	37

3.2 Kvantifikace parametrů	38
3.2.1 Investiční náklady	38
3.2.2 Čisté peněžní toky a životnost projektu	39
3.2.3 Diskontní míra	40
3.3 Výpočet standardních ukazatelů hodnocení efektivnosti investice	41
3.3.1 Varianta 1 – dostavba rozestavěné sekce	41
3.3.2 Varianta 2 – dostavba rozestavěné sekce a výstavba sekce 2	42
3.3.3 Varianta 3 – kompletní výstavba	42
4 Zhodnocení projektu metodou reálných opcí	44
4.1 Stanovení typu reálné opce	44
4.1.1 Vyčkání a rozprodej	44
4.1.2 Postupná expanze	45
4.1.3 Komplexní složená opce	45
4.2 Kvantifikace parametrů pro výpočet opcí	45
4.2.1 Volatilita kladných peněžních toků	46
4.2.2 Bezriziková úroková míra	46
4.2.3 Parametry pro opci 1	47
4.2.4 Parametry pro opci 2	47
4.2.5 Parametry pro opci 3	48
4.3 Výpočet hodnoty opce 2	49
4.4 Výpočet hodnoty opce 3	53
4.5 Výpočet hodnoty opce 1	54
4.6 Diskuze dopadů zjednodušení na hodnoty opcí	57
4.6.1 Korekce pro opci 1	58
4.6.2 Korekce pro opce 2 a 3	59
4.7 Komplexní složená opce	62
5 Analýza citlivosti	66
6 Závěr	68
Seznam tabulek	69
Seznam obrázků	70
Seznam použitých zkratk	71
Seznam použité literatury	72
Seznam příloh	74

## Úvod

V současnosti je čistá současná hodnota považována za standard ekonomického hodnocení investičních záměrů. Přesto dělají top manažeři dlouhodobě úspěšných firem rozhodnutí, která jednoduchým pravidlům NPV odporují. Nepovažují totiž investici za neměnnou, probíhající dle předem daného scénáře, ale uvažují také alternativní možnosti, které jsou v projektu zabudovány.

Jakou hodnotu má flexibilita? Může-li společnost odložit projekt, ovlivní to přijatelnost projektu z ekonomického hlediska? Co když je možné projekt rozšířit, zúžit nebo zcela opustit? A co když lze vybírat ze všech těchto možností, případně jedno rozhodnutí podmiňuje jiné? Předložená diplomová práce hledá odpovědi na tyto otázky v kontextu konkrétního investičního projektu, který spočívá v developerské činnosti na území samozvané Severokyperské turecké republiky. Jejím cílem je zhodnotit ekonomickou efektivnost tohoto projektu nejen standardními metodami v čele s NPV, ale také pomocí metody reálných opcí, a na základě této analýzy doporučit realizaci nebo odmítnutí investičního záměru.

První kapitola se zabývá standardními metodami hodnocení projektů, jejich dělením a způsobem výpočtu. Dále je diskutován způsob stanovení požadované míry výnosnosti ztělesněné v diskontní míře. Závěr kapitoly tvoří přehled omezení těchto metod.

Druhá kapitola se věnuje teorii reálných opcí. V první části kapitoly jsou přiblíženy opce finanční, které s reálnými opcemi velmi blízce souvisejí. Následuje popis reálných opcí a metod stanovení jejich hodnoty; uvedeny jsou metody výpočtu přes binomický model, Black-Scholesův model a Monte Carlo simulace. Stanovení parametrů nutných pro výpočet hodnoty reálných opcí je diskutováno v navazujících dvou podkapitolách. Dále se druhá kapitola zabývá oblastí využití reálných opcí a popisem jednotlivých typů reálných opcí od základních po složené.

Ve třetí kapitole je podrobně představen analyzovaný investiční projekt a vyčísleny všechny parametry potřebné pro zhodnocení jeho ekonomické efektivnosti klasickými dynamickými metodami čisté současné hodnoty, indexu ziskovosti a vnitřního výnosového procenta. Tyto ukazatele jsou vypočteny pro tři různé varianty projektu, které odpovídají jeho rozdělení na několik fází.



Čtvrtá kapitola je jádrem práce a obsahuje zhodnocení investičního záměru z pohledu reálných opcí. Nejprve jsou stanoveny jednoduché reálné opce, které dobře popisují dílčí flexibility projektu, a jsou provedena určitá zjednodušení. Následuje výpočet potřebných parametrů a navazující kvantifikace hodnoty jednotlivých opcí. Další část kapitoly se věnuje upuštění od provedených zjednodušení pro lepší popis reality. Závěr čtvrté kapitoly spočívá ve vytvoření jedné komplexní složené opce, která se snaží co nejlépe vystihnout flexibilitu zabudovanou v projektu. Hodnota této opce je následně vyčíslena a je provedeno doporučení o přijatelnosti či nepřijatelnosti projektu.

V páté kapitole je komplexní složená opce podrobena citlivostní analýze, která vede na určení faktorů, jejichž změna nejvíce ovlivní hodnotu projektu. Analyzovány jsou také situace, které by vedly na krajní přijatelnost projektu. Speciální pozornost je věnována diskontní míře, kde je hodnota projektu vyčíslena pro široký interval jejích hodnot. V závěru kapitoly je popsáno, jak mohou být výsledky citlivostní analýzy využity při rozhodování o realizaci projektu.

## 1 Standardní metody hodnocení investic

Cílem úvodní kapitoly je popsat v současnosti nejčastěji používané metody hodnocení ekonomické efektivity investic. Nejprve jsou metody rozčleněny podle několika kritérií, následně jsou blíže popsány a uvedeny způsoby jejich výpočtu. Závěr kapitoly se věnuje omezením standardních metod při hodnocení projektů.

### 1.1 Rozdělení metod z různých hledisek

[13] nabízí dvojí členění ekonomických metod hodnocení efektivity investičních projektů. První rozdělení je založené na tom, zda metody respektují faktor času, druhé na pojetí efektů plynoucích z projektů.

Z pohledu respektování času lze rozlišit metody statické, které neberou ohled na čas, a metody dynamické, které naopak čas ve výpočtech zohledňují. [10]

*„Statické metody lze přirozeně použít jen tehdy, když faktor času nemá podstatný vliv na rozhodování o investicích. ... Důležitou úlohu zde má i výše diskontní sazby (požadované míry výnosnosti). Čím je nižší, tím je vliv faktoru času méně významný. Případy projektů s velmi krátkou dobou životnosti a velmi nízkou diskontní sazbou se v praxi objevují jen sporadicky, a proto možnost používání statických metod vyhodnocování investičních projektů je dosti omezena.“* [13]

Jako dynamické jsou označovány ty metody, které „... přihlížejí k působení faktoru času a jejichž základem je aktualizace (diskontování) všech vstupních parametrů použitých pro výpočet. Zároveň je v diskontním faktoru zohledněno nejen působení času, ale i rizika.“ [10]

Dle pojetí efektů rozlišuje [13] metody, u nichž je kritériem očekávaná úspora nákladů, dále metody, u nichž je kritériem očekávaný účetní zisk, a konečně metody, u nichž je kritériem očekávaný peněžní tok.

*„U metod opírajících se o nákladová kritéria hodnocení efektivity investičních projektů vystupuje jako efekt investování úspora nákladů, a to jak nákladů investičních, tak nákladů spojených s fungováním projektu, tj. nákladů provozních.“* [13]

*„Nákladová kritéria byla dosti používána v období centrálně řízené ekonomiky, která vycházela z netržních (neziskových) kritérií podnikání, a tím i investování.“* [3]

Často se lze s použitím nákladových kritérií setkat při výběru z několika variant, které se liší pouze investičními a provozními náklady. [13]

Pro zisková kritéria je sledovaným efektem účetní zisk snížený o daň, což je dokonalejší pojetí než jen úspora nákladů. V tomto případě se ale stále nebere v úvahu např. zvolená metoda odpisování, která může mít na výši zisku podstatný vliv. To vede k přechodu k poslednímu typu metod, které uvažují čisté peněžní toky, tedy všechny peněžní příjmy a výdaje plynoucí z projektu. [13]

## **1.2 Vybrané metody hodnocení investic**

V této podkapitole budou blíže přiblíženy ukazatele efektivnosti investičních projektů uvedené ve [3] a [13].

### 1.2.1 Metoda průměrných ročních nákladů

Tato metoda porovnává průměrné roční náklady srovnatelných variant projektu. Je ale nutné vycházet z předpokladu, že ostatní parametry jsou pro varianty shodné, tudíž např. neexistují rozdíly v množství vyrobené produkce, prodejní ceně nebo kvalitě. Z dostupných variant je vybrána ta, pro niž vychází nejnižší hodnota ukazatele průměrných ročních nákladů vypočtených dle [13] vzorcem:

$$R = O + i \cdot J + V \quad (1.1)$$

kde:  $R$  ... průměrné roční náklady varianty

$O$  ... roční odpisy

$i$  ... požadovaná výnosnost v %

$J$  ... investiční náklad

$V$  ... ostatní roční provozní náklady

### 1.2.2 Metoda diskontovaných nákladů

„Tato metoda je založena na stejném principu jako metoda ročních průměrných nákladů. Místo průměrných ročních nákladů jednotlivých variant investičních projektů však porovnává souhrn investičních a diskontovaných provozních nákladů jednotlivých variant projektu za celou dobu životnosti. Nejvýhodnější je opět ta varianta, která má nižší diskontované náklady.“ [3]

Diskontované náklady lze vyjádřit dle [3] následovně:

$$D = J + V_d \quad (1.2)$$

kde:  $D$  ... *diskontované náklady investičního projektu*  
 $J$  ... *investiční náklad*  
 $V_d$  ... *diskontované ostatní roční provozní náklady*

### 1.2.3 Doba návratnosti

[10] definuje dobu návratnosti jako „*takové období (počet let), za které tok výnosů (cash flow) přinese hodnotu rovnající se počátečním kapitálovým výdajům na investici. Jinak lze říci, že za dobu návratnosti (splacení) se považuje počet let, kterých je zapotřebí k tomu, aby se kumulované prognózované hotovostní toky vyrovnaly počátečním kapitálovým výdajům.*“

Velkou nevýhodou doby návratnosti je dle [13] ignorování příjmů vznikajících po době návratnosti až do konce životnosti.

[3] nabízí následující předpis pro výpočet doby návratnosti, přičemž preferována je varianta s nejnižší dobou návratnosti:

$$I = \sum_{n=1}^a (Z_n + O_n) \quad (1.3)$$

kde:  $I$  ... *pořizovací cena*  
 $Z_n$  ... *roční zisk z investic po zdanění v jednotlivých letech životnosti*  
 $O_n$  ... *roční odpisy z investice v jednotlivých letech životnosti*  
 $n$  ... *jednotlivá léta životnosti*  
 $a$  ... *doba návratnosti*

Diskontovaná doba návratnosti vkládá do výpočtů faktor času, neboť všechny peněžní toky diskontuje do současnosti. Ideální je tuto metodu použít dle [13] v případech, kdy „*likvidita projektu má podstatnější vliv na likviditu celé firmy, u projektů s velmi nejistými výnosy, ... v dobách vysokých nákladů externího kapitálu, ... v podnicích, jejichž produkty v důsledku technického pokroku či změn spotřebitelských preferencí rychle zastarávají a které proto musí dbát na rychlou obnovu svého majetku, u projektů, které mají vzájemně blízkou dobu životnosti a přibližně stejný průběh očekávaných peněžních toků.*“

#### 1.2.4 Čistá současná hodnota

„Čistá současná hodnota (Net Present Value – NPV) je základem všech dynamických metod a zároveň je metodou nejpoužívanější a nejvhodnější, neboť dává srozumitelný výsledek, a tím i jasná rozhodovací kritéria. NPV je nejsprávnější způsob hodnocení efektivnosti investic, a to především proto, že bere v úvahu časovou hodnotu peněz a závisí pouze na prognózovaných hotovostních tocích a alternativních nákladech kapitálu.“ [10]

[13] tuto metodu definuje jako „rozdíl mezi diskontovanými peněžními příjmy z investičního projektu a kapitálovým výdajem. Jestliže se kapitálový výdaj uskutečňuje delší dobu, pak je čistá současná hodnota rozdíl mezi diskontovanými peněžními příjmy z projektu a diskontovanými kapitálovými výdaji v jednotlivých letech.“

Výpočet dle [13] vychází z následujícího vzorce:

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{P_n}{(1+i)^n} - K \quad (1.4)$$

kde: NPV ... čistá současná hodnota

$P_n$  ... peněžní příjem z investice v jednotlivých letech její životnosti

$i$  ... požadovaná výnosnost

$n$  ... jednotlivá léta životnosti

$N$  ... doba životnosti

$K$  ... kapitálový výdaj

Čistá současná hodnota udává, o kolik vzroste realizací projektu hodnota podniku. Je-li cílem firmy maximalizace tržní hodnoty, potom bude realizovat pouze ty projekty, jejichž čistá současná hodnota je vyšší než nula.

#### 1.2.5 Index ziskovosti

„Index ziskovosti představuje poměr přínosů vyjádřených v současné hodnotě prognózovaných budoucích toků hotovosti a počátečních kapitálových výdajů. Projekt může být přijat k realizaci, jestliže index ziskovosti je větší než 1, což je v přímé souvislosti s požadavkem kladné NPV. Čím více index rentability projektu přesahuje jednotku, tím je projekt ekonomicky výhodnější.“ [10]

Výhodou indexu ziskovosti (profitability index – PI) je snadné porovnávání projektů z relativního pohledu. Doporučeno je tuto metodu používat tehdy, když je potřeba vybrat z většího množství projektů a kapitálové prostředky jsou omezeny. V případě výběru projektů dle čisté současné hodnoty nemusí dojít k maximalizaci růstu hodnoty firmy při daném omezení kapitálem, naopak využití indexu ziskovosti k této maximalizaci vede [13].

Dle [13] je index ziskovosti vyjádřen vzorcem:

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^N \frac{P_n}{(1+i)^n}}{K} \quad (1.5)$$

kde:  $PI$  ... index ziskovosti

### 1.2.6 Vnitřní výnosové procento

„Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return – IRR) lze chápat jako relativní výnos (rentabilitu), kterou projekt poskytuje během svého života. Číselně pak představuje diskontní sazbu, která vede k  $NPV = 0$ .“ [10]

Posuzovaný projekt bude přijat tehdy, jestliže je jeho IRR vyšší než diskontní míra podniku. Při srovnávání variant bude vybrána ta, která vykazuje větší IRR. Použití IRR vede zpravidla ke stejným závěrům jako použití NPV. Vnitřní výnosové procento lze použít pouze pro konvenční peněžní toky (nejprve výdaje, poté příjmy), v opačném případě může výpočet vést k nesprávným závěrům. [3]

Dle [13] lze vnitřní výnosové procento vypočítat z rovnice:

$$\sum_{n=1}^N \frac{P_n}{(1+IRR)^n} - K = 0 \quad (1.6)$$

kde:  $IRR$  ... vnitřní výnosové procento

### **1.3 Určení diskontní míry**

Všechny dynamické metody vyžadují stanovení diskontní míry (ať už pro samotný výpočet, nebo pro následné porovnání). Dle [10] „použitá diskontní míra významně ovlivňuje hodnotu projektu, odráží se v ní zejména faktor rizika, ale i faktor času, a proto je třeba jejímu stanovení věnovat zvláštní pozornost.“

Pokud je investiční projekt součástí činnosti podniku, pak lze považovat riziko projektu za totožné s rizikem celé firmy a diskontní míru vyjádřit dle [10] pomocí vážených nákladů kapitálu celého podniku:

$$WACC = \frac{D}{C} \cdot r_i \cdot (1 - t) + \frac{E}{C} \cdot r_e \quad (1.7)$$

kde:  $WACC$  ... vážené náklady kapitálu

$D/C$  ... podíl dluhu na celkovém zpoplatněném podnikovém kapitálu

$r_i$  ... náklady na cizí kapitál

$t$  ... sazba daně z příjmu

$E/C$  ... podíl vlastního kapitálu na celkovém zpoplatněném kapitálu

$r_e$  ... náklady na vlastní kapitál

Náklady na cizí kapitál jsou tvořeny váženým průměrem nákladů na dluhopisy, běžné bankovní úvěry, dlouhodobé bankovní úvěry a finanční výpomoci, přičemž je nutné zohlednit také mimobilanční položky (např. leasing). [1]

Pro stanovení nákladů na vlastní kapitál existuje množství metod, [1] uvádí např. model CAPM, Gordonův růstový model, model APT nebo komplexní stavebnicovou metodu. Ty nebudou na tomto místě dále rozváděny, neboť v práci nejsou využity.

[12] stanovuje náklady vlastního kapitálu obecně:

$$r_e = r_f + RP \quad (1.8)$$

kde:  $r_f$  ... bezriziková úroková míra

$RP$  ... riziková přirážka

V případě, že projekt není součástí činnosti podniku, je možné zvolit diskontní míru pomocí srovnání s analogickými projekty nebo výnosnosti požadované firmami, které srovnatelné projekty realizují v rámci své činnosti. [6]

Dle [8] by měl projekt poskytovat přinejmenším stejný výnos, který je obvyklý v daném odvětví.

#### 1.4 Omezení standardních metod

[2] uvádí trefný příklad vystihující problém výše uvedených metod hodnocení investic. Potřebuje-li se člověk dostat autem z bodu A do bodu B, pak si naplánuje trasu dle určitého kritéria (např. délky) a vydá se na cestu. V průběhu jízdy ale může narazit na

dopravní zácpy, na uzavřené silnice nebo naopak na nově otevřené cesty, mosty či tunely, které mohou potenciálně zrychlit i zpomalit jeho jízdu. Jeho úvodní propočty vzdálenosti mezi A a B počítal s tím, že neexistuje nejistota, což v praxi samozřejmě neplatí.

[10] doplňuje, že se „na základě empirického průzkumu prováděného v 80. letech v USA ukázalo, že se řada manažerů rozhodne pro realizaci investic se zápornou hodnotou NPV, a to ne proto, že by neuměli metodu NPV správně použít. Dalo by se říci, že přijímali nelogická rozhodnutí, nicméně se neprokázalo, že by šlo o zmatené, pomýlené či špatné manažery, ba právě naopak.“

Využití výše uvedených metod předpokládá pevně stanovený průběh projektu, který management nemůže měnit. Nelze projekt v případě špatného vývoje zúžit nebo zcela opustit, podobně ho nelze v případě příznivého vývoje rozšířit. Flexibilita, která je do jisté míry zahrnuta prakticky ve všech projektech, není brána v potaz. [10]

Např. při zakládání nového řetězce restaurací lze pomocí NPV zjistit ekonomickou efektivnost otevření 2, 5 nebo 10 restaurací. Nelze už ale ohodnotit situaci, kdy je nejprve otevřeno 5 restaurací, a poté, v závislosti na tržním přijetí, dostavěno dalších 5 restaurací, nebo naopak 3 (nebo všechny) uzavřeny. Právě tento nedostatek standardních metod vedl ke vzniku metody reálných opcí, které je práce z větší části věnována.



## 2 Teorie reálných opcí

Tato kapitola se zabývá teoretickou stránkou hodnocení investice metodou reálných opcí. Nejprve jsou popsány finanční opce a jejich souvislost s opcemi reálnými. Dále je diskutována oblast využití a výhody reálných opcí, jejich metody hodnocení (včetně způsobu stanovení potřebných parametrů) a základní i složitější typy. Cílem kapitoly je poskytnout podklady pro hodnocení konkrétního projektu metodou reálných opcí, které následuje v kapitole 4.

### 2.1 Finanční opce

[1] definuje finanční opce jako „*termínové kontrakty, v nichž držitel opce (kupující opce) v dlouhé pozici má právo (ale nikoli povinnost) uskutečnit ve sjednaném termínu příslušný obchod, zatímco upisovatel opce (prodávající opce) v krátké pozici se pasivně podřizuje rozhodnutí držitele opce. Vstup do dlouhé pozice proto není bezplatný jako u pevných derivátů, ale uskuteční se koupí opce za opční prémii (cenu opce, option premium). Podobně vstup do krátké pozice se uskuteční prodejem opce za zmíněnou opční prémii.*“

Zásadním rozdílem opcí od ostatních finančních derivátů je tedy nerovnost pozic obou stran, kdy jedna aktivně dělá rozhodnutí a druhá toto rozhodnutí musí pasivně přijmout. Za možnost učinit rozhodnutí je ale nutné nejprve zaplatit opční prémii.

Opce se může týkat jak prodeje, tak i koupě určitého podkladového aktiva. Protistrana se pak zavazuje odkoupit, resp. prodat, dané aktivum, bude-li to držitel opce vyžadovat. Z tohoto pohledu můžeme dle [1] rozlišit

- call opce (možnost koupě), „*jejíž držitel má právo koupit a upisovatel povinnost prodat podkladové aktivum (např. akcii) za předem sjednaných podmínek*“ a
- put opce (možnost prodeje), „*jejíž držitel má právo prodat a upisovatel povinnost koupit podkladové aktivum (např. akcii) za předem sjednaných podmínek*“.

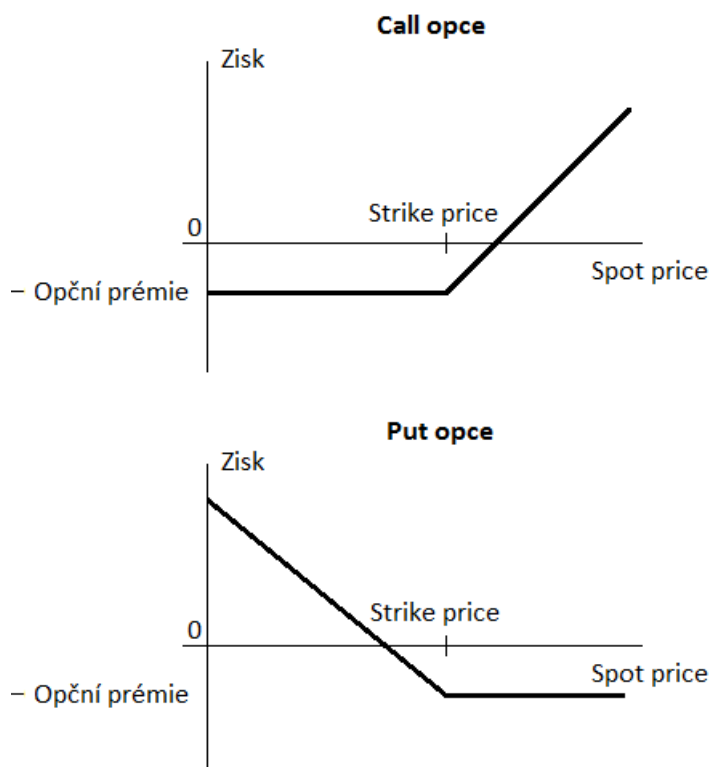
Sjednané podmínky obsahují dle [1] množství podkladového aktiva, na které je opce sjednána, realizační cenu (strike price), za kterou má držitel opce právo prodat, resp. koupit, dané aktivum, a datum uplatnění opce. Toto datum může být dáno pevně, potom se jedná o evropskou opci, nebo může být stanoveno, že lze opci uplatnit kdykoliv před určeným datem, potom se jedná o americkou opci.

V rozhodování držitele opce hrají roli dva klíčové faktory – sjednaná realizační cena a současná cena podkladového aktiva na trhu (spot price). Na základě porovnání těchto dvou cen může dojít k tomu, že

- realizační cena je rovna spotové, pak se o opci tvrdí, že je „na penězích“ (at-the-money),
- realizační cena je výhodnější než spotová, pak se o opci tvrdí, že je „v penězích“ (in-the-money),
- realizační cena je méně výhodná než spotová, pak se o opci tvrdí, že je „mimo peníze“ (out-of-the-money). [1]

Je zřejmé, že držitel opce z ní realizuje zisk pouze tehdy, bude-li v penězích. Navíc je nutné uvážit cenu, kterou držitel za získání opce zaplatil. Držitel opce tak realizuje zisk pouze tehdy, bude-li rozdíl realizační a spotové ceny dostatečně vysoký na to, aby pokryl i opční prémii. Závislost výše zisku na spotové ceně popisuje obrázek 1.

**Obr. 1: Závislost zisku držitele opce na spotové ceně**



*Zdroj: Upraveno dle [1]*

Vzhledem k tomu, že (stejně jako u všech derivátů) se jedná o hru s nulovým součtem, musí zisk pro jednu stranu znamenat odpovídající ztrátu pro druhou stranu. Konkrétně je tento zisk, resp. ztrátu, dle [1] možné pro call opci vyjádřit jako:

$$Z_{call} = \max(0, S - X) - c \quad (2.1)$$

kde:  $Z_{call}$  ... zisk držitele call opce (a odpovídající ztráta upisovatele call opce)

$S$  ... spotová cena

$X$  ... realizační cena

$c$  ... opční prémie

Předpis zisku pro put opci má tvar:

$$Z_{put} = \max(0, X - S) - c \quad (2.2)$$

kde:  $Z_{put}$  ... zisk držitele put opce (a odpovídající ztráta upisovatele put opce)

## 2.2 Přejchod k reálným opcím

Základním rozdílem finančních a reálných opcí je charakter podkladového aktiva. [6] definuje finanční opce jako právo, ale nikoliv povinnost, držitele opce koupit nebo prodat podkladové finanční aktivum za předem sjednanou cenu v předem sjednaný den nebo dříve. Naproti tomu reálné opce definuje jako právo, ale nikoliv povinnost, uskutečnit určitou akci (například odložit, rozšířit, zúžit nebo opustit) na podkladovém nefinančním aktivu za předem sjednanou cenu v předem sjednaný den nebo dříve.

[10] poukazuje na první zmínku o reálných opcích již ve starověku, kde Aristoteles ve svém díle Politika popsal následující příběh: „*Thales z Milétu, sofist, předpokládal, že za 6 měsíců bude výborná sklizeň oliv. Maje málo peněz, kontaktoval ještě před sezonou sklizně vlastníky olivových lisů a koupil si za pakatel práva na zapůjčení jejich lisů za obvyklou sazbu. Když rekordní sklizeň skutečně přišla a pěstitelé se dožadovali lisovací kapacity, pronajal jim lisy nad tržní cenu, plativ vlastníkům cenu obvyklou a ponechal si rozdíl – čímž dokázal navždy, že sofismus není pouze vznešená profese, ale myslit může být i výnosné.*“

Tabulka 1 obsahuje porovnání finančních a reálných opcí v základních aspektech podle [6] a doplňuje jejich některé další rozdíly podle [10].

**Tab. 1: Porovnání finančních a reálných opcí**

Parametr	Finanční opce	Reálné opce
opční prémie	cena zaplacená za získání opce; dána pevně finančními trhy	cena zaplacená za zisk nebo vytvoření opce, její udržení a rozkrytí nejistoty (např. cena za získání a udržení patentu a provedení výzkumu trhu pro zjištění jeho potenciálu); není pevně dána
realizační cena	cena zaplacená za koupi nebo prodej podkladového aktiva; dána pevně v opční smlouvě	náklady na koupi nebo prodej podkladového reálného aktiva (například náklady komercializace nové technologie jsou realizační cenou call opce, kde podkladové aktivum tvoří zisky komercializace)
čas vypršení	definován v opční smlouvě a předem znám	v některých případech jasně dán (například v případě pronájmu na pevnou dobu), někdy ale jasně dán není (například technologické projekty závislé na tržních podmínkách a konkurenci)
načasování výplaty	ihned po realizaci opce, zpravidla okamžitě	výplata často probíhá po dlouhé období, například po přijetí kladného rozhodnutí o komercializaci trvá samotná komercializace měsíce a následné zisky jsou rozprostřeny do období několika let
vliv držitele opce na její hodnotu	žádný	správné činnosti managementu mohou zvýšit hodnotu opce a limitovat její ztrátu, například držitel nové technologie může investovat do vývoje komplementárních technologií a zvýšit hodnotu původní opce
hodnota opce jako funkce času	vyšší hodnota pro vyšší životnost	vyšší hodnota pro vyšší životnost obzvláště pro patenty a exkluzivní práva, u některých opcí ale může klesat hodnota podkladového aktiva (například v důsledku vstupu konkurence) a s ní i hodnota opce
rozkrýví nejistoty	automaticky, držitel opce aktivně nezasahuje	někdy automaticky s postupem času, někdy musí držitel opce aktivně nejistotu rozkrýt například pomocí výzkumu trhu
racionální rozhodnutí	racionální, dána číselnými rozdíly	rozhodnutí může mít politické a emoční důsledky (například opuštění dlouhodobého projektu s velkým týmem)
obchodovatelnost podkladového aktiva	Zatímco u finančních opcí je podkladové aktivum neustále obchodováno, u reálných opcí tomu tak být nemusí. Hodnota reálného aktiva není zpravidla nikde objektivně stanovena a musí být odhadnuta, mnohdy na základě obecných představ o budoucím vývoji. Problém subjektivity existuje také při odhadu volatility.	
složitost	Reálné opce mají potenciál vyústit v mnohem složitější struktury než finanční opce. Nejenom, že existuje množství základních typů opcí, tyto se mohou navzájem kombinovat, navazovat na sebe či běžet paralelně, což komplikuje jejich hodnocení.	

*Zdroj: Upraveno dle [6] a [10]*

## 2.3 Metody hodnocení reálných opcí

[6] a [10] uvádí tři odlišné přístupy k výpočtu hodnoty opcí (finančních i reálných), a to binomický model, Black-Scholesův model a Monte Carlo simulaci. Tato podkapitola se postupně zabývá každou z nich. Diskutován je také vliv hodnoty reálné opce na hodnotu projektu.

### 2.3.1 Binomický model

Dle [10] vychází binomický model z předpokladů neexistence arbitráže (nemožnosti dosáhnout bezrizikového zisku), platnosti zákona jedné ceny, existence dokonalých trhů (především zanedbání transakčních nákladů, daní, obchodních omezení a možné nedělitelnosti aktiva) a rovnosti výnosu jakéhokoliv aktiva bezrizikové sazbě.

*„Jde o stochastický (nespojité) model, který vychází z předpokladu, že celý vývoj během životnosti opce je možno rozdělit do konečného množství dílčích období, během nichž dochází buď k růstu (s indexem růstu  $u$ ), a to s určitou pravděpodobností  $p$ , nebo k poklesu (s indexem růstu  $d$ ) s doplňkovou pravděpodobností  $1 - p$ .“ [10]*

Pro parametry  $p$ ,  $u$  a  $d$  uvádí [6] následující vzorce:

$$u = e^{\sigma \cdot \sqrt{\delta t}} \quad (2.3)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (2.4)$$

$$p = \frac{e^{r \cdot \delta t} - d}{u - d} \quad (2.5)$$

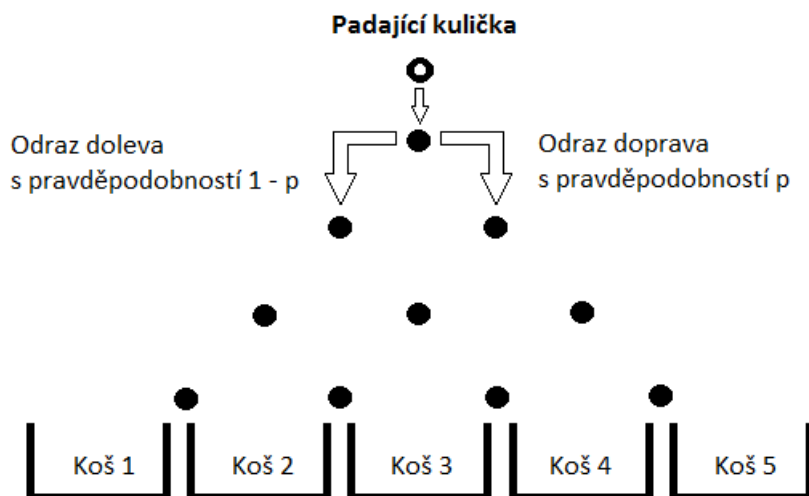
kde:  $\sigma$  ... volatilita (blíže viz podkap. 2.4)

$r$  ... bezriziková úroková míra při spojitém úročení (blíže viz podkap. 2.5)

$\delta t$  ... velikost časového kroku v binomickém modelu

[9] přirovnává princip binomického modelu k oblíbené japonské hazardní hře pačinko. V té si člověk koupí určité množství kovových kuliček, které následně vloží do automatu a vystřeluje nahoru podobně jako ve hře pinball. Kulička během následné cesty dolů narazí do první zarážky a odrazí se od ní buď doleva, nebo doprava se stejnou pravděpodobností. Takto kulička pokračuje až do chvíle, kdy skončí v jednom z košů. Obrázek 2 blíže ilustruje tento princip.

Obr. 2: Princip hry pačinko



Zdroj: Upraveno dle [9]

Při stejné pravděpodobnosti odrazu doleva i doprava je zřejmé, že kulička nejspíše skončí v koši 3, neboť tam vede nejvíce různých cest. Rozdělení kuliček do košů se řídí binomickým rozdělením s pravděpodobností rovnou pravděpodobnosti odrazu doprava a počtem opakování rovným počtu řad zářezů. Pokud by počet opakování limitně rostl k nekonečnu, přibližovalo by se rozdělení kuliček v koších normálnímu rozdělení. Tento závěr je důležitý při přechodu k Black-Scholesovu modelu [9].

Způsob výpočtu hodnoty reálné opce pomocí binomického modelu bude pro názornost ukázán na příkladu uvedeném v [6]. Ten uvažuje farmaceutickou společnost, která si nechala patentovat nový nápad na výrobek. Náklady na vývoj a uvedení na trh byly odhadnuty na 95 milionů \$, přičemž očekávané diskontované čisté peněžní toky činí 100 milionů \$. Strategický partner společnosti, který může technologii využít ve svých současných výrobcích, nabídl farmaceutickému podniku, že od něj kdykoliv v průběhu příštích pěti let odkoupí tento intelektuální majetek za 65 milionů \$. Roční volatilita (blíže popsána v podkapitole 2.4) byla vypočtena na 35% a bezriziková úroková míra při spojitém úročení (blíže popsána v podkapitole 2.5) byla stanovena na 5%. Velikost časového kroku byla stanovena na 1 rok.

Binomický model předpokládá, že hodnota podkladového aktiva v roce 0 (tvořena zde diskontovanými čistými peněžními toky; představuje spotovou cenu  $S$ ) buď vzroste na  $Su$ , nebo klesne na  $Sd$ . V dalším roce může opět dojít k růstu či poklesu, v úvahu tak připadají hodnoty  $Su^2$ ,  $Sud$ ,  $Sdu$  a  $Sd^2$ . Je ovšem zřejmé, že hodnoty  $Sud$  a  $Sdu$  jsou si rovny, tudíž může v roce 2 hodnota podkladového aktiva nabývat pouze tři hodnot.

Tímto způsobem se pokračuje tak dlouho, dokud není dosaženo doby životnosti opce, čímž je získána hodnota podkladového aktiva ve všech uvažovaných letech.

Pro daný příklad je nutné dle vzorců (2.3), (2.4) a (2.5) vyčíslit parametry  $p$ ,  $u$  a  $d$ :

$$u = e^{0,35 \cdot 1} = 1,419$$

$$d = 1/1,419 = 0,705$$

$$p = (e^{0,05 \cdot 1} - 0,705) / (1,419 - 0,705) = 0,485$$

Nyní lze postupným násobením podkladové hodnoty aktiva parametry  $u$ , respektive  $d$ , získat hodnotu podkladového aktiva ve všech letech životnosti opce (viz tabulka 2).

**Tab. 2: Výchozí binomický model (v milionech \$)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						575
					406	
				286		286
			201		201	
	100	142		142		142
		70	100		100	
			70		70	
			50		50	
				35		35
					25	
						17

*Zdroj: Upraveno dle [6]*

Pro získání hodnoty opce je nutné využít zpětnou indukci. V posledním roce životnosti opce má společnost dvě možnosti – pokračovat v projektu nebo projekt opustit a prodat patent strategickému partnerovi. Při extrémně pozitivním vývoji trhu odpovídajícímu buňce  $Su^5$  je v prvním případě očekávaný přínos roven 575 milionů \$, ve druhém pouze 65 milionů \$. Zde by se tedy společnost rozhodla pokračovat v projektu. Naopak při extrémně negativním vývoji trhu odpovídajícímu buňce  $Sd^5$  je v případě pokračování očekávaný přínos roven 17 milionů \$ a v případě rozprodání znovu 65 milionů \$. Zde by se tedy společnost rozhodla projekt opustit a prodat patent partnerovi. Stejný princip je aplikován na všechny buňky v roce 5 a výsledná rozhodnutí jsou shrnuta v tabulce 3.

Rozhodování v buňkách pro předcházející roky je mírně odlišné. Společnost má v roce 4 opět dvě možnosti – pokračovat ve vývoji nebo projekt opustit. V prvním případě je podle [6] očekávaná hodnota dána dle vzorce

$$Su^x d^y = [p \cdot Su^{x+1} d^y + (1 - p) \cdot Su^x d^{y+1}] \cdot e^{-r \cdot \delta t} \quad (2.6)$$

Tento vzorec představuje fakticky vážený průměr obou hodnot, které mohou nastat v dalším období (kde váhy tvoří pravděpodobnost nastání  $p$ ) diskontovaný bezrizikovou mírou o jedno období zpátky. V případě opuštění je očekávaná hodnota opět rovna 65 milionům \$.

**Tab. 3: Binomický model s hodnotami v roce 5 dle rozhodnutí o opuštění (v mil. \$)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						575
						286
						142
						70
						65
						65

*Zdroj: Upraveno dle [6]*

Ve všech buňkách mezi lety 0 a 4 je tedy porovnávána očekávaná hodnota, pokud by se v projektu pokračovalo, a očekávaná hodnota, pokud by byl projekt opuštěn. Např. pro buňku  $Su^4$  by byl výpočet pro pokračování v projektu dle vzorce (2.6) následující:

$$Su^4 = (575 \cdot 0,485 + 286 \cdot 0,515) \cdot e^{-0,05} = 406 \text{ mil. \$}$$

Tato hodnota je vyšší než alternativa tvořená opuštěním projektu, tudíž by při tomto vývoji společnost pokračovala v projektu. Naopak pro buňku  $Sd^4$  je závěr opačný, neboť očekávaná hodnota v případě pokračování tvoří dle vzorce (2.6) pouze:

$$Sd^4 = (65 \cdot 0,485 + 65 \cdot 0,515) \cdot e^{-0,05} = 62 \text{ mil. \$}$$

Společnost by se tedy v případě takového vývoje rozhodla projekt opustit již v roce 4. Tento závěr vyplývá také z toho, že pokračování za této situace může vyústit pouze v takový vývoj v roce 5, kdy je vždy ideální opuštění projektu. Nemá tedy smysl čekat další rok (protože nominální zisk z opuštění je pevný a nemění se s časem). V několika dalších buňkách bude projekt opuštěn proto, že negativní vývoj by vedl v dalším roce k opuštění a pozitivní vývoj k hodnotě pouze mírně přesahující zisk z opuštění. Po diskontování bezrizikovou úrokovou mírou se tak vyplatí projekt opustit okamžitě. Výsledky zpětné indukce provedené až do roku 0 obsahuje tabulka 4.



**Tab. 4: Finální binomický model dle rozhodnutí o opuštění (v milionech \$)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						575
					406	
				286		286
			201		201	
		144		142		142
	106		104		100	
		81		78		70
			68		65	
				65		65
					65	
						65

*Zdroj: Upraveno dle [6]*

Samotnou hodnotu opce pomocí binomického modelu získáme (dle formulace modelu) buď přímo jako hodnotu v roce 0 ve finálním modelu, nebo tak, že porovnáme hodnoty v roce 0 ve výchozím a finálním modelu. Hodnota opce je pak dána jejich rozdílem:

$$\text{Hodnota opce} = S_0^{\text{finální model}} - S_0^{\text{původní model}} \quad (2.7)$$

Hodnota opce opuštění projektu je dle (2.7) pro tento příklad  $106 - 100 = 6$  milionů \$. Celková hodnota projektu je dle [10] dána vzorcem:

$$NPV^* = \text{Hodnota opce} + NPV \quad (2.8)$$

Čistá současná hodnota analyzovaného projektu je  $100 - 95 = 5$  milionů \$. Celková hodnota projektu potom dle (2.8) pro uvedený příklad  $5 + 6 = 11$  milionů \$. Růst hodnoty projektu v důsledku započítání hodnoty flexibility může projektu pomoci v boji s jinými projekty, které může společnost realizovat.

Za největší výhody binomického modelu je považována možnost využití pro evropské i americké typy opcí, jeho přehlednost a jednoduchost pochopení pro top management. Navíc je v něm možné dělat změny pouze pro dané období, například uvažovat odlišnou bezrizikovou úrokovou míru v každém období či měnit se volatilitu. Nevýhodou je jistá abstrakce v podobě rozdělení spojitého času na konečný počet kroků a nutnost přesně stanovit všechny parametry, která je ale spíše problémem obecným. [6], [10]

### 2.3.2 Black-Scholesův model

„Často používaný postup pro stanovení opční prémie spočívá v aplikaci tzv. Black-Scholesova vzorce. Teoretické výsledky vypočtené z modelů tohoto typu se

dobře osvědčují v praxi a jsou jako podpůrné informace přístupné makléřům na většině burz.“ [1]

„Black a Scholes (a Merton) nahradili nespojitý proces spojitým za předpokladu, že časový úsek je rozdělen na nekonečně mnoho nekonečně malých podúseků, a vytvořili model pro spojitě oceňování opcí. Základním předpokladem je tedy spojitá změna ceny.“ [10]

Tento model lze ovšem použít pouze pro evropské opce. Jeho předpoklady jsou dle [10] existence dokonalých trhů, stálost střední hodnoty výnosu podkladového aktiva, její směrodatné odchylky a bezrizikové úrokové míry v čase, neexistence arbitráže, nevyplácení dividend, neomezené vypůjčování a zapůjčování peněz a fakt, že cena podkladového aktiva se řídí náhodným Brownovým pohybem založeným na Markovových řetězcích a podléhá Itoově procesu.

[6] udává Black-Scholesův vzorec pro call opce ve tvaru:

$$C = N(d_1) \cdot S - N(d_2) \cdot X \cdot e^{-rT} \quad (2.9)$$

kde:  $C$  ... hodnota call opce  
 $S$  ... spotová cena  
 $X$  ... realizační cena  
 $T$  ... doba do vypršení opce  
 $r$  ... bezriziková úroková míra při spojitém úročení  
 $d_1 = [\ln(S/X) + (r + 0,5 \cdot \sigma^2) \cdot T] / (\sigma \cdot T^{1/2})$   
 $d_2 = d_1 - \sigma \cdot T^{1/2}$   
 $N(.)$  ... distribuční funkce normálního normovaného rozdělení  $N(0; 1)$

Pro put opci platí dle [1] Black-Scholesův vzorec ve tvaru:

$$P = N(-d_2) \cdot X \cdot e^{-rT} - N(-d_1) \cdot S \quad (2.10)$$

kde:  $P$  ... hodnota put opce

Pomocí těchto vzorců lze stanovit hodnotu opce přímo, není tedy nutné odečítat od sebe hodnoty s opcí a bez opce jako tomu je v některých binomických modelech. Příklady využití jsou uvedeny při rozebírání jednotlivých typů reálných opcí v podkapitole 2.7.

Hlavní výhodou Black-Scholesova modelu je přesné stanovení hodnoty evropské opce, nevýhodou je ale nemožnost využití modelu pro americké opce. [10]

### 2.3.3 Monte Carlo simulace

Třetí možností stanovení hodnoty reálné opce je využití Monte Carlo simulace. [11] na základě [4] a [14] shrnuje princip Monte Carlo simulací následovně:

*„Název Monte Carlo byl poprvé použit vědci pracujícími na vývoji nukleárních zbraní v Los Alamos ve čtyřicátých letech 19. století. Popisovali jím soubor metod založených na hazardních hrách, jejichž chování a výsledky mohou být použity pro studium určitých zajímavých jevů. Přestože v principu není nutné používat počítač, efektivnost takovýchto metod je enormně zvýšena dostupností výkonné výpočetní techniky. Princip a užitečnost Monte Carlo simulací shrnul snadno pochopitelným příkladem S. M. Ulam ve své autobiografii. Zabýval se problémem, jak spočítat pravděpodobnost výhry ve hře pasiáns. Za předpokladu dokonale zamíchaných karet a zvolení určité strategie lze úkol vyřešit pomocí základní pravděpodobnostní teorie – toto řešení je ale velice zdlouhavé. Na druhé straně není složité naprogramovat počítač, aby randomizoval seznam reprezentující 52 karet, vytvořil z něj seznamy reprezentující jednotlivé hromádky a simuloval hraní hry až do konce. Sledování mnoha opakování následně poskytne Monte Carlo odhad pravděpodobnosti úspěchu.“ [11]*

V případě hodnocení reálných opcí jde dle [6] o simulaci tisíců cest, kterými se může hodnota podkladového aktiva v čase vydat při omezením daném jeho volatilitou. Během simulace je životnost opce rozdělena na určitý počet časových úseků a zjištěna hodnota podkladového aktiva v každém úseku pro každý průběh simulace dle předpisu:

$$S_t = S_{t-1} + S_{t-1} \cdot (r \cdot \delta t + \sigma \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\delta t}) \quad (2.11)$$

kde:  $S_t$  ... spotová cena v čase  $t$

$S_{t-1}$  ... spotová cena v čase  $t - 1$

$\varepsilon$  ... náhodně vygenerovaná hodnota z normálního rozdělení  $N(0; 1)$

Na konci životnosti opce je porovnána konečná spotová cena s realizační cenou a rozhodnuto o realizaci nebo nerealizaci opce. Např. pro call opci by byla hodnota opce nulová, pokud by realizační cena byla vyšší než spotová. V opačném případě by byla opce realizována a její hodnota by byla rovna rozdílu spotové a realizační ceny. Takto získaná hodnota opce ale musí být ještě diskontována bezrizikovou úrokovou mírou zpět do současnosti. Až poté je získána hodnota opce pro daný projekt pro daný průběh simulace. Na závěr jsou výsledky ze všech průběhů simulace zaneseny do jednoho grafu a analyzovány. [6]

Pro názorný příklad bude využito zadání z podkapitoly 2.3.1, které se zabývá put opcí na opuštění projektu farmaceutické společnosti. Pro simulaci bude použit software Oracle Crystal Ball a Microsoft Excel 2010. Časový krok bude opět 1 rok a životnost opce 5 let. Pro každý průběh simulace je vypočtena hodnota v jednotlivých letech a na konci životnosti dle (2.11). Konečná hodnota je porovnána s realizační cenou, a pokud je nižší, pak je jejich rozdíl brán jako hodnota opce. V opačném případě je hodnota opce nulová. Takto získaná hodnota je diskontována zpět do roku 0.

Celkem bylo provedeno 5 000 000 průběhů. Střední hodnota sledované hodnoty opce v roce 0 byla vypočtena na 7,05 milionu \$. Je tedy zřejmé, že odlišné metody poskytují mírně odlišné výsledky. Průběh jedné ze simulací je shrnut v tabulce 5.

**Tab. 5: Jeden průběh Monte Carlo simulace**

	Rok				
	1	2	3	4	5
$\varepsilon$	1,894	0,271	-1,794	0,320	-1,312
$S_t$ (v mil. \$)	171,291	196,113	82,811	96,216	56,832
Diskontovaná hodnota opce v roce 0				Hodnota opce v roce 5	
6,361 mil. \$				8,168 mil \$	

*Zdroj: Vlastní zpracování*

## 2.4 Stanovení volatility

Jedním z velkých úskalí metody reálných opcí je správné stanovení volatility budoucích peněžních toků. Volatilitou je dle [10] myšlena „... *nestálost, kolísání, jindy je volatilita definována jako kolísavost, resp. výše a frekvence změn ceny/hodnoty. Přesněji pak volatilitu udává míra průměrné intenzity kolísání kurzů cenných papírů a deviz i úrokových sazeb (ale i reálných aktiv) během určitého časového období, obvykle udávaná jako směrodatná odchylka. Obecněji lze říci, že volatilita je vyjádřením kvantifikace míry nejistoty.*“

[6] nabízí pro stanovení volatility explicitní postup (při znalosti cen podkladového aktiva v minulých obdobích), Monte Carlo simulaci (při znalosti stochastického průběhu peněžních toků v budoucnosti), analogii s jiným projektem (existuje-li projekt, který již proběhl a měl srovnatelné parametry), analogii s trhem (existuje-li společnost se srovnatelnými peněžními toky a riziky jako uvažovaný projekt) a manažerský odhad (pomocí odhadu pesimistické a optimistické varianty hodnoty podkladového aktiva a za

předpokladu jejího lognormálního rozdělení). Podrobněji zde bude popsán pouze první přístup ke stanovení volatility, který bude využit také v kapitole 4.

Explicitní postup popsáný v [6] a [10] vychází ze známých cen podkladového aktiva  $x_1, x_2 \dots x_k$  v minulém období. Z těchto hodnot se stanoví hodnoty  $y_n$  dle vzorce:

$$y_n = \ln x_{n+1} - \ln x_n = \ln \left( \frac{x_{n+1}}{x_n} \right) \quad (2.12)$$

Volatilita pro období odpovídající období pokrytému jednou hodnotou  $x$  (tedy pokud známe ceny za každý měsíc, potom měsíční apod.) je stanovena standardním způsobem jako směrodatná odchylka dle vzorce:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{k-1} (y_j - \bar{y})^2}{k-1}} \quad (2.13)$$

Je nutné srovnat časová období uvažovaná při hodnocení opcí (zpravidla 1 rok) a při výpočtu volatility (závisí na konkrétních datech). [10] poskytuje vzorec pro přepočítání volatility za kratší časové úseky na roční volatilitu:

$$\sigma_r = \sigma_n \cdot \sqrt{n} \quad (2.14)$$

kde:  $n$  ... počet období v roce, ze kterých byla vyčíslena směrodatná odchylka

## 2.5 Stanovení bezrizikové úrokové míry

*„Bezriziková úroková míra se odvozuje od cenných papírů upsaných státem, tj. od státních obligací či pokladničních poukázek. Je třeba dbát na časovou závislost příslušných cenných papírů – v zásadě by se měla shodovat doba splatnosti zvolených cenných papírů s délkou trvání opce.“ [10]*

Dle [6] se v modelech reálných opcí využívá převážně výnosů státních dluhopisů USA s dobou splatnosti odpovídající životnosti opce. Důležité je také převést zpravidla roční úrokovou sazbu na sazbu použitelnou pro spojitě úročení dle vzorce:

$$r_f = \ln(1 + r_d) \quad (2.15)$$

kde:  $r_f$  ... bezriziková úroková míra při spojitěm úročení

$r_d$  ... roční bezriziková úroková míra

## 2.6 Oblasti využití reálných opcí

Je zřejmé, že nebude-li v projektu zabudována žádná flexibilita, potom ani nebudou existovat žádné reálné opce a popisovaná metoda nemá smysl. Podobně nemá metoda

smysl tehdy, jestliže je nejistota spojená s budoucností nulová. Pokud jsou všechna data pro budoucí vývoj k dispozici okamžitě s jistotou, potom je možné ihned zvolit ideální plán projektu. Čím vyšší je nejistota vývoje a flexibilita v manažerských rozhodnutích, tím vyšší je hodnota reálných opcí a tím důležitějším nástrojem se stávají. Tento fakt shrnuje tabulka 2.

**Tab. 6: Hodnota reálných opcí v závislosti na flexibilitě a nejistotě**

		Nejistota	
		nízká	vysoká
Flexibilita	vysoká	střední hodnota opce	vysoká hodnota opce
	nízká	nulová hodnota opce	nízká hodnota opce

*Zdroj: Upraveno dle [6]*

[10] nabízí rozdělení metod hodnocení efektivnosti investic dle toho, nakolik berou v úvahu nejistotu, flexibilitu, nevratnost a orientaci na tržní hodnotu. Tabulka 3 obsahuje toto rozdělení, přičemž počet hvězdiček označuje stupeň, ve kterém příslušná metoda vyhovuje kritériím.

**Tab. 7: Metody podle stupně plnění kritérií**

Kritéria	Metody				
	NPV	Analýza citlivosti (s NPV)	Simulace Monte Carlo	Analýza rozhodovacího stromu (s NPV)	Opční modely
Nejistota	*	**	**	***	****
Flexibilita		*	**	***	****
Nevratnost (investice do opce)			*	**	****
Orientace na tržní hodnotu (volatilita)				**	****

*Zdroj: [10]*

[6] také zajímavě shrnuje závislost přínosu metody reálných opcí na čisté současné hodnotě projektu (bez započítání flexibility). Jestliže je hodnota NPV velmi výrazně kladná, potom bude projekt přijat k realizaci i bez hodnoty flexibility. Naopak pokud bude NPV velmi výrazně záporná, těžko negativní rozhodnutí pouze flexibilita zvrátí. Největší přínos diskutované metody je pro projekty, jejichž NPV se blíží nule. Popsaná závislost je zakreslena na obrázku 2.

**Obr. 3: Přínosy reálných opcí podle velikosti NPV**



*Zdroj: Upraveno dle [6]*

### **2.7 Základní typy reálných opcí**

U reálných opcí je možné rozlišit velké množství variant dle charakteru akce, kterou opce popisuje. Dle dělení v [6] budou na tomto místě rozebrány opce na opuštění (option to abandon), opce na rozšíření (option to expand), opce na zúžení (option to contract), opce výběru (option to choose), opce vyčkávání (option to wait) a bariérové opce (barrier options). Pro každý z těchto typů kromě bariérových opcí bude uveden vlastní příklad.

#### 2.7.1 Opce na opuštění (option to abandon)

*„V případě dodatečně přicházejících nepříznivých informací umožňuje managementu projekt ukončit před koncem předpokládané doby životnosti a aktiva rozprodat za zůstatkovou cenu ZC. Používá se tam, kde je projekt jako celek neúspěšný a podmínky jsou dlouhodobě nepříznivé.“ [10]*

Tento typ opce lze uvažovat pro prakticky jakýkoliv projekt. Obzvláště je pak důležitý v případě, že existuje možnost vysokých ztrát. Jakmile se nejistota alespoň částečně rozkryje a další výhled z hlediska potenciálních zisků není příznivý, je možné opustit projekt, zamezit tak budoucím ztrátám a případně inkasovat příjmy z rozprodání aktiv projektu ve výši ZC. Jakmile cena podkladového aktiva (vyjádřená např. jako suma očekávaných čistých diskontovaných peněžních toků), klesne pod určitou hodnotu (danou příjmy z rozprodání aktiv), projekt bude opuštěn. Z hlediska základní kategorizace se tedy jedná o put opci. [6]

Např. firma ABC vyvinula novou patentovanou technologii. Převod této technologie do praktického využití si ale vyžádá další 3 roky. Až poté může začít výroba a prodej nových výrobků. Firma odhaduje, že si převod technologie dále vyžádá investici ve výši 10 milionů korun a následné čisté peněžní toky z výroby a prodeje výrobků diskontované k okamžiku rozhodování příslušnou úrokovou mírou budou činit 9,8 milionů korun. Dále má ale firma ABC strategického partnera XYZ, který je ochoten intelektuální výsledky převodu technologie po 3 letech a příslušný patent odkoupit za 5 milionů korun. NPV projektu je  $9,8 - 10 = -0,2$  milionu korun, což znamená nepříjemný projekt. Lze ale vzít v úvahu opci na opuštění, konkrétně se jedná o evropskou put opci. Za předpokladu roční volatility vypočtené na úrovni 35% a bezrizikové úrokové míry na úrovni 2% bude mít opce následující parametry:

$S = 10$  milionů korun

$X = 5$  milionů korun

$T = 3$  roky

$\sigma = 35\%$

$r = 2\%$

Pro výpočet lze použít Black-Scholesův model a dle vzorce (2.10) pro put opce vyjádřit hodnotu opce jako:

$$\text{Hodnota opce} = 0,173798 \cdot 5 \cdot e^{-0,02 \cdot 3} - 0,061115 \cdot 10 = 0,207233 \text{ mil. korun}$$

Celková hodnota projektu je potom dle vzorce (2.8):

$$\text{Hodnota projektu} = -0,2 + 0,207233 = 0,007233 \text{ mil. korun}$$

Po započítání flexibility se hodnota projektu dostala do kladných čísel a projekt by tak mohl být doporučen ke schválení.

### 2.7.2 Opce na rozšíření (option to expand)

*„Tato reálná opce dává managementu možnost (právo) rozšířit původní projekt budováním dodatečných kapacit o  $x$  % z původní velikosti s investičními výdaji na rozšíření ve výši  $ID$ , a to až na základě dodatečných informací. Management pak rozšíří projekt (uplatní opci), pokud se tržní podmínky pro projekt vyvíjejí příznivěji, než se původně očekávalo.“ [10]*

Možnost rozšíření projektu je typická pro rychle rostoucí společnosti obzvláště v čase ekonomické konjunktury. Podnik se rozhodne akceptovat i negativní čistou současnou



hodnotu v krátkém období, pokud v dlouhém období existuje výrazný růstový potenciál. V případě příznivého vývoje existuje možnost využít úspěchu a významně rozšířit operace. Míru tohoto rozšíření udává faktor expanze  $EF$ . Ten vyjadřuje, kolikrát budou diskontované čisté peněžní toky po rozšíření vyšší než před rozšířením (faktor expanze roven 1 by tedy znamenal zachování současného rozsahu a nulové rozšíření). Realizační cena je tvořena náklady expanze ve výši  $ID$ , spotová cena součinem ceny podkladového aktiva a faktoru expanze sníženého o jedničku. Rozšíření projektu bude realizováno pouze tehdy, pokud bude spotová cena vyšší než realizační cena, tudíž se jedná o call opci. [6]

Např. firma ABC se rozhoduje o vybudování sítě 5 unikátních restaurací, které by si vyžádaly počáteční investici celkem 5 milionů korun. Současná hodnota očekávaných peněžních toků činí pouze 4,5 milionu korun, což znamená zápornou NPV. V případě tržního úspěchu lze ovšem operace po roce rozšířit o dalších 10 restaurací (tedy trojnásobně) s investičními výdaji 10 milionů korun. Roční volatilita peněžních toků byla vypočtena na 35% a bezriziková úroková míra při spojitém úročení stanovena na 2%. Parametry zabudované call opce jsou tedy následující:

$$S_0 = 4,5 \text{ milionu korun}$$

$$EF = 3$$

$$S = 4,5 * (3 - 1) = 9 \text{ milionů korun}$$

$$X = ID = 10 \text{ milionů korun}$$

$$T = 1 \text{ rok}$$

$$\sigma = 35\%$$

$$r = 2\%$$

Výpočet dle Black-Scholesova modelu a vzorce (2.9) pro call opci poskytuje hodnotu:

$$\text{Hodnota opce} = 9 \cdot 0,47254 - 0,337649 \cdot 10 \cdot e^{-0,02 \cdot 1} = 0,943224 \text{ mil. korun}$$

Celková hodnota projektu je potom dle vzorce (2.8):

$$\text{Hodnota projektu} = -0,5 + 0,943224 = 0,443224 \text{ mil. korun}$$

Po započítání flexibility se hodnota projektu opět dostala do kladných čísel a projekt by tak mohl být doporučen ke schválení.

### 2.7.3 Opce na zúžení (option to contract)

*„Opce zúžení je analogií k opci rozšíření projektu. Umožňuje managementu zmenšit původní velikost projektu zrušením (rozprodáním) části plánovaných výrobních kapacit o  $y$  % původní velikosti projektu a tím ušetřit část investičních výdajů  $IU$ , a to tehdy, pokud se tržní podmínky vyvíjí méně příznivě, než se původně očekávalo.“*

Schopnost zúžit operace v případě potřeby je obzvláště důležitá v době nepříznivého ekonomického vývoje. Firmy mohou uzavřít některé pobočky a ušetřit tak výdaje na jejich provoz, přijdou ale samozřejmě o výnosy z těchto poboček. Faktor zúžení  $FC$  vyjadřuje, na kolikanásobek se aktivity firmy zmenší (např. faktor zúžení 0,8 znamená zúžení na 80% původní velikosti). Místo nákladů expanze přinese zúžení určité ušetřené náklady. Velikost tohoto ušetření  $IU$  představuje realizační cenu pro tuto opci, spotová cena je dána velikostí zúžení (vynásobením ceny podkladového aktiva hodnotou získanou odečtením faktoru zúžení od jedničky). Zúžení projektu bude výhodné tehdy, jestliže ušetřené náklady přesáhnou ztracené výnosy, tedy když bude realizační cena větší než spotová cena – opce na zúžení je put opcí. [6]

Pro příklad z předcházející podkapitoly bude uvažována místo expanze po jednom roce provozu možnost zúžení projektu pouze na 2 restaurace (tedy na 40%). To povede k ušetření nákladů ve výši 2,5 milionu korun. Ostatní parametry zůstávají stejné, mění se ale typ opce z call na put:

$$S_o = 4,5 \text{ milionu korun}$$

$$FC = 0,4$$

$$S = 4,5 * (1 - 0,4) = 2,7 \text{ miliony korun}$$

$$X = IU = 2,5 \text{ milionu korun}$$

$$T = 1 \text{ rok}$$

$$\sigma = 35\%$$

$$r = 2\%$$

Výpočet dle Black-Scholesova modelu a vzorce (2.10) pro put opci poskytuje hodnotu:

$$\text{Hodnota opce} = 2,5 \cdot 0,459366 \cdot e^{-0,02 \cdot 1} - 0,325623 \cdot 2,7 = 0,246492 \text{ mil. korun}$$

Celková hodnota projektu je potom dle vzorce (2.8):

$$\text{Hodnota projektu} = -0,5 + 0,246492 = -0,253508 \text{ mil. korun}$$

Ani po započítání flexibility se hodnota projektu nedostala nad nulu, tudíž nelze tento projekt doporučit k realizaci ani v případě, že by v něm existovala možnost zúžit síť restaurací pouze na 2.

#### 2.7.4 Opce výběru (option to choose)

Podniky samozřejmě nejsou limitovány pouze jedním typem flexibility. Pro daný projekt může připadat v úvahu rozšíření při výborném tržním přijetí, zúžení při vlažném přijetí a opuštění projektu při nepříznivém přijetí. Hlavní výhodou takovéto opce je možnost volit nejvhodnější variantu. V závislosti na rozhodnutí, které je v daném okamžiku zvažováno, se může jednat jak o put, tak i call opci. [6]

Pro výše uvedenou síť restaurací bude dosud neprobraná možnost opuštění projektu představovat předem domluvený potenciální odprodej 5 restaurací po prvním roce za 3 miliony korun. Tato opce má dle vzorce (2.10) hodnotu

$$\text{Hodnota opce} = 0,089856 \cdot 3 \cdot e^{-0,02 \cdot 1} - 0,045357 \cdot 5 = 0,037445 \text{ mil. korun}$$

Hodnotu opce výběru ovšem nelze vypočítat takto jednoduše, protože se pracuje se dvěma put opcemi a jednou call opcí s odlišnými spotovými a realizačními cenami. Nebude se jednat ani o prostý součet hodnot všech tří opcí, neboť jednotlivá rozhodnutí nejsou nezávislá – provedení jednoho vylučuje ostatní. Hodnota opce výběru se tak bude pohybovat někde mezi 0,943 milionu korun (nejhodnotnější opce) a 1,227 milionu korun (součet hodnot všech tří opcí).

#### 2.7.5 Opce vyčkávání (option to wait)

*„Tato reálná opce dává managementu možnost (právo) odložit zahájení projektu o T let a získávat a využívat po tuto dobu odkladu dodatečné informace o vývoji budoucích základních proměnných (ceny vstupů i výstupů, objemy produkce, trhy). Jejich hodnota je sice k okamžiku rozhodování známá, ale nestabilní, což znamená, že hodnoty, kterých mohou nabývat, lze zachytit určitým pravděpodobnostním vyjádřením. Management pak zahájí projekt (uplatní opci), jestliže se tržní podmínky vyvíjejí pro projekt příznivě.“*  
[10]

Podobně jako opuštění projektu, také vyčkávání se startem projektu připadá v úvahu pro velké množství projektů. Obzvláště zajímavá je tato možnost v případě vysokých bariér vstupu na trh, příp. pro vlastníky patentů, kdy nepřipadá v úvahu vstup konkurence. Důležité je také, aby životnost provozní části projektu byla stejně dlouhá nezávisle na

tom, jak dlouho bude projekt odkládán. Společnost během vyčkávání sleduje hodnotu podkladového aktiva (tvořenou např. diskontovanými čistými peněžními toky) a bude projekt realizovat jen tehdy, pokud tato hodnota přesáhne investiční náklady. Ty zde tvoří realizační cenu a hodnota podkladového aktiva tvoří spotovou cenu. Podnik opci využije v případě, že spotová cena přesáhne realizační, tudíž jde o call opci. [6]

V tomto případě neinvestuje výše popisovaná společnost ABC do sítě restaurací ihned, ale bude rok vyčkávat a sledovat vývoj prostředí. Po roce se bude opět rozhodovat, zda síť vybudovat či nikoliv. Tato call opce má následující parametry:

$$S_0 = 4,5 \text{ milionu korun}$$

$$X = 5 \text{ milionu korun}$$

$$T = 1 \text{ rok}$$

$$\sigma = 35\%$$

$$r = 2\%$$

Výpočet dle Black-Scholesova modelu a vzorce (2.9) pro call opci vede k hodnotě:

$$\text{Hodnota opce} = 4,5 \cdot 0,47254 - 0,337649 \cdot 2,5 \cdot e^{-0,02 \cdot 1} = 0,471612 \text{ mil. korun}$$

Celková hodnota projektu je potom dle vzorce (2.8):

$$\text{Hodnota projektu} = -0,5 + 0,471612 = -0,028488 \text{ mil. korun}$$

Ani po započítání flexibility nevychází hodnota projektu kladná. To znamená, že možnost rok vyčkat s rozhodnutím o investici společnost nijak neovlivní. V opačném případě, pokud by hodnota opce vytáhla hodnotu projektu nad nulu, by sice společnost také neinvestovala ihned, ale držela by projekt naživu (interně) a v závislosti na vývoji trhu by ho potenciálně realizovala za rok.

#### 2.7.6 Bariérové opce (barrier options)

V tomto případě se jedná o call nebo put opce, které ignorují stanovenou realizační cenu a porovnávají spotovou cenu s předem danou bariérovou cenou. Ta je u put opcí nižší než realizační cena a u call opcí vyšší než realizační cena. Stakeholders mohou být např. zdrženliví při opouštění projektu, neboť si k němu vybudovali psychologický vztah. Realizační cena je u opce opuštění kalkulována zcela racionálně a nepočítá s vedlejšími vlivy, které mohou ovlivňovat rozhodnutí. Tyto faktory se promítnou do

bariérové ceny a projekt tak bude opuštěn až tehdy, když jeho spotová cena klesne pod bariérovou cenu. [6]

## **2.8 Složené opce (compound options)**

Složené opce představují situaci, kdy realizací jedné opce vzniká opce jiná. Takovéto opce získávají svou hodnotu z hodnoty jiné opce, nikoliv z hodnoty původního podkladového aktiva. Složené opce lze rozdělit na paralelní a sekvenční podle toho, zda jsou dílčí opce dostupné ve stejnou dobu. Sekvenční opci reprezentuje vývoj produktu. Nejprve je nutné vytvořit design, poté otestovat prototyp a až posléze zahájit sériovou výrobu. Bez designu není možné vytvářet prototyp, tudíž realizace první opce (na vytvoření designu) generuje novou opci (na výrobu a testování prototypu). V případě paralelních opcí jsou dílčí opce dostupné zároveň a životnost nezávislé opce je větší nebo rovna životnosti závislé opce. [6]

Způsob výpočtu složených opcí je v zásadě stejný jako v případě základních typů opcí, pouze přibývá několik kroků. [6] doporučuje hodnocení pomocí binomického modelu, kde jsou nejprve vypočteny hodnoty pomocí zpětné indukce pro nejdéle trvající opci. Tyto hodnoty se poté stávají podkladovým aktivem pro kratší opce a proces zpětné indukce se opakuje na kratším časovém intervalu. Tímto způsobem se postupuje až k nejkratší opci, jejíž hodnota je rovna hodnotě celé složené opce.

### **3 Popis a zhodnocení projektu standardními metodami**

Cílem této kapitoly je popis společnosti a jejího investičního záměru a prostředí, dále kvantifikace potřebných parametrů a konečně výpočet standardních ukazatelů efektivnosti projektu.

#### **3.1 Rámec aplikace**

Společnost Camfield Inc. (dále jen Camfield) se zabývá především nákupem a prodejem elektronického zboží ve velkých objemech po celé Evropské unii i mimo ni. V důsledku vysoce úspěšných výsledků roku 2012 má v současnosti společnost velké množství volných finančních prostředků. Je tedy logické, že hledá investiční příležitosti, kde by tyto volné prostředky mohla zhodnotit. Firma je řízena jejím jediným vlastníkem, který také rozhoduje o realizaci navržených investičních záměrů.

Díky svým dobrým obchodním kontaktům se společnost dozvěděla o příležitosti investovat do developerského projektu na severu Kypru. Tato část ostrova je oficiálně okupována tureckými vojsky. V roce 1983 vyhlásila nezávislost pod novým názvem Severokyperská turecká republika, kterou ovšem uznalo pouze Turecko. I přesto se ale Severní Kypr těší popularitě turistů a bohatých investorů převážně z Anglie a Ruska. To proto, že vojenská přítomnost Turecka není pro běžného turistu na první pohled patrná. Do Severokyperské turecké republiky se lze dostat lodí či letadlem z Turecka nebo také pěšky či autem z jižní části ostrova. V druhém případě je nutné přejít či projet přes zelenou linii oddělující obě části Kypru, kolem níž se rozléhá nárazníková zóna OSN. Jedinou zvláštností je ale dvojí kontrola pasů (na jižní i severní části linie), vojenská přítomnost není patrná. Pokud se turista následně vydá přímo do některého z letovisek, nemusí si „okupace“ vůbec všimnout. Ta je v praxi ztělesněna tzv. červenými zónami ve městech i mimo ně, které obsahují vojenské základny. Vojenské příslušníky lze mimo tyto zóny spatřit jen velmi zřídka, zpravidla při vojenských přehlídkách.

Investiční příležitost spočívá v koupi pozemku s nedostavěnými byty, jejichž stavba byla opuštěna poté, co zastřešující společnosti došly peníze, jejich následná dostavba a prodej. Původní plán počítal se třemi oddělenými bloky, z nichž je v současnosti rozestavěn pouze první. Aby se předešlo dalšímu chátrání, je zřejmé, že v případě realizace dostavby by bylo nutné začít právě s tímto blokem. Komplex se nachází ve vysoce atraktivní lokalitě v bezprostřední blízkosti pláže a nedaleko centra města Kyrenia.

### 3.2 Kvantifikace parametrů

Před samotným výpočtem ekonomické efektivnosti projektu standardními metodami je nutné kvantifikovat všechny parametry, které v těchto metodách vystupují. Konkrétně se jedná o investiční náklady, čisté peněžní toky v jednotlivých letech a diskontní míru. V praxi to znamená v čase vyjádřit náklady na nákup pozemku, náklady na dostavbu jednotlivých sekcí, očekávané výnosy z prodeje bytů a diskontní míru.

Před samotnou kvantifikací je nutné uvést, že veškeré náklady a výnosy budou brány jako příjmy a výdaje ve stejném období. Na rozdíl od většiny vyspělých zemí je zvykem v Severokyperské turecké republice platit veškeré transakce okamžitě (zpravidla dokonce v hotovosti), a to včetně nákupu nemovitostí. Maximálně je možné vyjednat jednorozhodčí splátkový kalendář, ale realitní kanceláře upozorňují, že musí mít kupující velmi silnou vyjednávací pozici. Tento vývoj je dán problémy v minulosti, kdy velmi často docházelo k nastěhování kupujícího do nemovitosti, kterou následně přestal splácet. Takového dlužníka bylo velmi obtížné vystěhovat, což vedlo k přechodu na vyžadování jednorázového zaplacení. Někteří prodávající poskytují možnost splátek, ale nedovolují nastěhování do nemovitosti dříve, než po zaplacení poslední splátky.

#### 3.2.1 Investiční náklady

Pro zkoumaný projekt jsou investiční náklady dány veškerými náklady, které je nutné vynaložit před začátkem výstavby, tedy prakticky v roce 0. Jedná se o náklady na koupi pozemků od realitní kanceláře (včetně provize a daně), převedení těchto pozemků na zahraničního vlastníka (více dále) a služby právního zástupce.

Po rozdělení Kypru na severní a jižní část došlo k částečnému majetkovému vyrovnání. Turečtí Kypřané, kteří měli nemovitosti na jihu ostrova, získali odpovídající pozemky v severní části. Naopak řeckým Kypřanům s nemovitostmi v severní části byly přiděleny pozemky na jihu. Ne všechny pohledávky ale byly uspokojeny. V důsledku toho tedy existují pozemky, které byly odebrány svým vlastníkům bez náhrady. Takové pozemky, ať už jsou momentálně ve vlastnictví kohokoliv, představují významné riziko, protože nikdo neví, co by se stalo v případě (nepravděpodobného) sjednocení ostrova. Přestože realitní kancelář tvrdí, že se o takovýto pozemek v případě posuzovaného investičního záměru nejedná, je nutné využít služby specializovaných právníků pro kontrolu tohoto tvrzení.

Dále jsou právní služby potřeba pro převedení pozemků do zahraničního vlastnictví. Vzhledem k tomu, že Camfield nemá sídlo na Severním Kypru, musí při koupi pozemků platit administrativní poplatek za převod. Tento poplatek není obsažen v ceně nabízené realitní kanceláří, stejně jako není nijak zajištěn celý převodní proces.

Cena pozemků byla realitní kanceláří stanovena na 1 000 000 € včetně provize a daně. Tato cena je pevná a garantovaná. Externí právní zástupce, jehož společnost pravidelně využívá, odhadl náklady na právní zajištění celého procesu včetně administrativního poplatku na 100 000 €. Celkové investiční náklady jsou tedy ve výši 1 100 000 €.

### 3.2.2 Čisté peněžní toky a životnost projektu

Čisté peněžní toky v jednotlivých letech životnosti projektu jsou dány rozdílem mezi plánovanými příjmy a výdaji. Dále v této kapitole budou uvažovány tři různé varianty projektu lišící se počtem postavených sekcí komplexu (není totiž nutné postavit všechny tři sekce; záměr může skončit výstavbou pouze jedné sekce, pokud by se další sekce nevyplatila). První varianta předpokládá pouze dostavbu rozestavěné části, druhá varianta navíc také výstavbu vedlejšího sektoru a třetí varianta výstavbu všech sektorů.

Příjmy pro každou sekci jsou dány součinem počtu bytů v sekci a očekávané prodejní ceny jednoho bytu. Ta je stanovena pomocí srovnání s byty se srovnatelnou obytnou plochou ve srovnatelných lokacích. Dále se předpokládá, že k jejich prodeji bude využito služeb realitní kanceláře, která najde kupce již během výstavby. Jak již bylo zmíněno, jedná se o velmi atraktivní lokalitu poblíž moře a centra města Kyrenia, které je oblíbené mezi bohatými turisty. Příjmy z prodeje tak bude firma realizovat na konci toho roku, kdy skončí výstavba bytů. Očekávané příjmy z prodeje bytů po odečtení provize realitní kanceláře a daně jsou shrnuty v tabulce 8.

**Tab. 8: Očekávané příjmy z prodeje bytů**

Sekce	Obytná plocha (m <sup>2</sup> )	Počet	Příjem za byt (€)	Příjem celkem (€)
1	55	23	70 000	1 610 000
2	60	23	78 000	1 794 000
3	65	24	89 000	2 136 000

*Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů realitních kanceláří*

Výdaje jsou pro tento projekt dány dostavbou jednotlivých sekcí. Pro výstavbu byla kontaktována externí stavební firma, která po analýze plánů a lokality poskytla přibližné



odhady ceny a doby trvání dostavby pro jednotlivé sekce. Ty jsou shrnuty v tabulce 9. Výdaje je nutné uhradit vždy na začátku výstavby v plné výši.

**Tab. 9: Očekávané výdaje na výstavbu bytů a doba výstavby**

Sekce	Výdaje na dostavbu (€)	Doba trvání výstavby
1	800 000	1 rok
2	1 200 000	2 roky
3	1 500 000	2 roky

*Zdroj: Vlastní zpracování podle odhadů stavební firmy*

Životnost projektu se bude odvíjet od zvolené varianty. Jestliže společnost zvolí pouze dostavbu první sekce, pak by byl projekt ukončen po prvním roce. V případě dostavby druhé, respektive třetí, sekce by se životnost protáhla na tři, respektive pět, let. Tabulka 10 shrnuje čisté peněžní toky pro variantu výstavby všech sekcí včetně investičních nákladů popsaných v kapitole 3.2.1.

**Tab. 10: Čisté peněžní toky pro nejdelší variantu projektu (v tis. €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
Inv. náklady	1 100	0	0	0	0	0
Výdaje	800	1 200	0	1 500	0	0
Příjmy	0	1 610	0	1 794	0	2 136
ČPT	-1 900	410	0	294	0	2 136

*Zdroj: Vlastní zpracování*

### 3.2.3 Diskontní míra

Pro využití dynamických metod hodnocení efektivnosti investic, které pracují s časem jako faktorem, je nutné stanovit míru, kterou se budou čisté peněžní toky diskontovat. Projekt bude financován zcela vlastním kapitálem.

V tomto případě bude diskontní míra chápána jako minimální požadovaná výnosnost, kterou firma stanoví dle výnosnosti srovnatelných projektů v odvětví. Data výnosnosti severokyperských stavebních projektů bohužel nejsou k dispozici, je tedy nutné sledovat stavební projekty obecně.

Dle [15] vyžadují developerské firmy minimálně 10% výnosnost, stejné závěry nabízí také [7]. [17] uvádí výnosnost stavebních projektů od 12% do 15%. [19] nabízí hodnoty rentability vlastního kapitálu pro české stavebnické firmy také kolem 10%. Dále je potřeba uvážit dva faktory. Za prvé dochází k poklesu výnosnosti bezpečných státních dluhopisů po celém světě, čímž klesá bezriziková úroková míra a nutně se snižují

požadavky investorů na zhodnocení jejich investice. Za druhé se v tomto případě jedná o projekt realizovaný v nepříliš stabilní, a tudíž rizikové, oblasti světa.

S uvážením těchto faktorů a závěrů uvedených v kapitole 1.3 byla odhadnuta diskontní míra na úrovni 15%.

### 3.3 Výpočet standardních ukazatelů hodnocení efektivnosti investice

V této části budou pro analyzovaný projekt vyčísleny některé dynamické ukazatele popsané v podkapitole 1.2, konkrétně čistá současná hodnota, index ziskovosti a vnitřní výnosové procento. Výpočty a hodnoty budou uvedeny pro všechny varianty projektu.

#### 3.3.1 Varianta 1 – dostavba rozestavěné sekce

Tato varianta počítá pouze s dostavbou již rozestavených budov a nepokračování v další výstavbě zbývajících sekcí. Je zřejmé, že v tomto případě jsou čisté peněžní toky tvořeny investičními náklady, výdaji na dostavbu první sekce a příjmy z prodeje bytů v první sekci. Čisté peněžní toky pro tuto variantu shrnuje tabulka 11.

Tab. 11: Čisté peněžní toky pro variantu 1 (v tis. €)

Rok	0	1				
Inv. náklady	1 100	0				
Výdaje	800	0				
Příjmy	0	1 610				
ČPT	-1 900	1 610				

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Z této tabulky je na první pohled zřejmé, že projekt v této variantě nebude přijatelný. Pro úplnost jsou ale výpočty všech ukazatelů dle vzorců (1.4), (1.5) a (1.6) uvedeny níže.

$$NPV_{V1} = -1\,900 + \frac{1\,610}{(1 + 0,15)^1} = -500 \text{ tis. €}$$

$$PI_{V1} = \frac{1\,610 / (1 + 0,15)^1}{1\,900} = 0,737$$

$$IRR_{V1} = -0,153\%$$

Čistá současná hodnota je výrazně menší než nula, index ziskovosti je výrazně menší než jedna. Oba tyto faktory ukazují na nepřijatelnost investice v této variantě. Záporné vnitřní výnosové procento tento závěr potvrzuje.

### 3.3.2 Varianta 2 – dostavba rozestavěné sekce a výstavba sekce 2

Tato varianta počítá s dostavbou již rozestavených budov a navazující výstavbou bytů v sekci 2. Oproti variantě 1 jsou čisté peněžní toky navíc tvořeny výdaji na výstavbu druhé sekce a příjmy z prodeje bytů ve druhé sekci. Čisté peněžní toky pro tuto variantu shrnuje tabulka 12.

**Tab. 12: Čisté peněžní toky pro variantu 2 (v tis. €)**

Rok	0	1	2	3		
Inv. náklady	1 100	0	0	0		
Výdaje	800	1 200	0	0		
Příjmy	0	1 610	0	1 794		
ČPT	-1 900	410	0	1 794		

*Zdroj: Vlastní zpracování*

V tomto případě již výsledek na první pohled zřejmý není, ačkoliv lze odhadnout, že by diskontní míra musela být velmi nízká, aby mohl být projekt přijatelný. To potvrzují také následující výpočty dle vzorců (1.4), (1.5) a (1.6), obzvláště hodnota IRR.

$$NPV_{V2} = -1\,900 + \frac{410}{(1 + 0,15)^1} + \frac{1\,794}{(1 + 0,15)^3} = -363,894 \text{ tis. €}$$

$$PI_{V2} = \frac{410/(1 + 0,15)^1 + 1\,794/(1 + 0,15)^3}{1\,900} = 0,808$$

$$IRR_{V2} = 5,851\%$$

Čistá současná hodnota je i pro tuto variantu výrazně záporná, stejně tak je index ziskovosti výrazně pod jedničkou a vnitřní výnosové procento nižší než diskontní míra. Ani tuto variantu projektu tedy nelze doporučit k realizaci.

### 3.3.3 Varianta 3 – kompletní výstavba

Tato varianta počítá s dostavbou první sekce a výstavbou obou zbylých sekcí. Čisté peněžní toky pro tento případ již byly uvedeny v tabulce 10. Ukazatele efektivnosti investice dle vzorců (1.4), (1.5) a (1.6) vypadají pro tuto variantu následovně.

$$NPV_{V3} = -1\,900 + \frac{410}{(1 + 0,15)^1} + \frac{294}{(1 + 0,15)^3} + \frac{2\,136}{(1 + 0,15)^5} = -288,199 \text{ tis. €}$$

$$PI_{V3} = \frac{410/(1 + 0,15)^1 + 294/(1 + 0,15)^3 + 2\,136/(1 + 0,15)^5}{1\,900} = 0,848$$

$$IRR_{V3} = 10,288\%$$

Ani v tomto případě nelze doporučit projekt k realizaci, neboť je opět čistá současná hodnota výrazně pod nulou, index ziskovosti výrazně pod jedničkou a vnitřní výnosové procento pod diskontní mírou.

Závěrem této kapitoly lze tedy říci, že navrhovaný investiční záměr nelze při hodnocení standardními metodami doporučit k realizaci v žádné z variant.

## 4 Zhodnocení projektu metodou reálných opcí

Cílem této kapitoly je zhodnotit projekt popsany v předcházející kapitole za pomoci metody reálných opcí. Nejprve je nutné rozhodnout o typu opce. Dále je potřeba vyčíslit faktory speciální pro daný typ opce a stanovit další parametry potřebné pro výpočet v čele s volatilitou kladných peněžních toků. Další část tvoří podrobný výpočet pomocí binomického modelu a stručné srovnání s výsledky Black-Scholesova modelu a Monte Carlo simulace. Závěr kapitoly je věnován přechodu od základních opcí ke složitějším a pokusu popsat projekt jedinou složenou opcí.

### 4.1 Stanovení typu reálné opce

Nejprve je nutné analyzovat flexibilitu inherentně zabudovanou v projektu. Právě dle její podstaty je posléze zvolen vhodný typ opce. V případě investičního záměru firmy Camfield lze na problém nahlížet z několika úhlů. Prozatím budou uvažovány jen základní typy opcí.

#### 4.1.1 Vyčkání a rozprodej

Jednou z možností je využít flexibilitu zabudovaných prakticky ve všech projektech, tedy možnost vyčkání se startem projektu, respektive možnost předčasného ukončení a poté rozprodeje aktiv.

Společnost musí pozemek koupit v nejbližší době, jinak riskuje, že ji o tuto možnost připraví konkurenční firma. Nemusí ale stavět okamžitě a stejně tak nemusí byty okamžitě prodat, protože peněžní prostředky z jejich prodeje nepotřebuje nutně získat co nejdříve. Bylo by ovšem nutné počítat s tím, že neobydlené byty postupně chátrají a ztrácejí na hodnotě. Kromě vyčkávání se může společnost také kdykoliv před výstavbou pokusit pozemek znovu odprodat. Z tohoto pohledu bude v dalším textu uvažována následující opce:

#### **Opce 1**

**Typ opce:** Opce výběru (mezi realizací, vyčkáním a odprodejem pozemku)

**Popis opce:** Společnost koupí pozemek okamžitě, ale vyčká s výstavbou bytů. Během následujících 5 let se může společnost rozhodnout realizovat všechny tři fáze projektu nebo pozemek odprodat za výrazně nižší cenu. Pro zjednodušení je abstrahováno od růstu nákladů na výstavbu první fáze v čase.

#### 4.1.2 Postupná expanze

Další flexibilitu zabudovanou v projektu vyjadřují dříve analyzované varianty záměru. Společnost může realizovat pouze první sekci bytů a ukončit projekt. Může ale také expandovat výstavbou druhé sekce a stejně tak může expandovat výstavbou třetí sekce. Pro zjednodušení bude tato opce rozdělena na následující dvě opce:

##### **Opce 2**

**Typ opce:** Opce na rozšíření

**Popis opce:** Společnost koupí pozemek okamžitě, dostaví a prodá byty v sekci 1. Během dalších 5 let může firma expandovat, vystavět a prodat byty v sekci 2.

##### **Opce 3**

**Typ opce:** Opce na rozšíření

**Popis opce:** Společnost koupí pozemek okamžitě, dostaví a prodá byty v sekci 1. Během dalších 5 let může firma expandovat, vystavět a prodat byty v sekci 2 a 3.

Toto zjednodušení zanedbává možnost společnosti expandovat nejprve do druhé fáze a následně se rozhodnout, zda expanduje do třetí fáze či nikoliv. Dochází tak k mírnému podhodnocení skutečné flexibility.

#### 4.1.3 Komplexní složená opce

Je zřejmé, že společnosti jsou k dispozici všechny výše zmíněné opce zároveň. Je tedy možné vyčkat s výstavbou (s možností pozemek odprodat a projekt opustit) první fáze, vyčkat s prodejem bytů v první fázi (s postupným chátráním), vyčkat s rozhodnutím o expanzi do druhé fáze, vyčkat s prodejem bytů ve druhé fázi, vyčkat s rozhodnutím o expanzi do třetí fáze a konečně vyčkat s prodejem bytů ve třetí fázi. Stejně tak lze nepochybně dojít k množství dalších opcí, které připadají v úvahu. Vzhledem k vzájemné závislosti naprosté většiny zmíněných opcí (např. pokud se pozemek odprodá, nemůže se projekt rozšířit) je ale spíše než analýza všech možných variant důležitější určit ty nejhodnotnější opce a na ně se zaměřit.

## **4.2 Kvantifikace parametrů pro výpočet opcí**

Každý typ opce vyžaduje jiné parametry pro svůj výpočet (viz podkapitola 2.7), je tedy nutné tyto faktory vyčíslit. Společnými hodnotami pro všechny opce ale jsou volatilita a úroková míra považována za bezrizikovou, jejichž kvantifikací je podkapitola zahájena.

#### 4.2.1 Volatilita kladných peněžních toků

Volatilita je jedním z nejdůležitějších faktorů při výpočtu hodnoty reálných opcí, neboť ukazuje stupeň možného zlepšení (ale i zhoršení) očekávaných výsledků.

Pro analyzovaný projekt byl zvolen výpočet volatility explicitní metodou (viz podkapitola 2.4) na základě dat zveřejňovaných kyperskou centrální bankou. Konkrétně byly zvoleny hodnoty „Residential Property Price Index“ pro rezidence ve Famagustě. Data pro rezidence v Kyrenii centrální banka nezveřejňuje, nicméně Famagusta jako srovnatelné turistické centrum Severokyperské turecké republiky poskytuje nejlepší analog. Tabulka 13 uvedená níže obsahuje vývoj cen pomocí bazických indexů od prvního čtvrtletí 2006 do třetího čtvrtletí 2012.

**Tab. 13: Vývoj cen rezidencí ve Famagustě od 1. čtvrtletí 2006 do 3. čtvrtletí 2012.**

Období	Q1 06	Q2 06	Q3 06	Q4 06	Q1 07	Q2 07	Q3 07	Q4 07
Bazický index (báze Q1 2010)	60,3	67,6	71,7	73,8	82,9	89,2	90,6	98,7
Období	Q1 08	Q2 08	Q3 08	Q4 08	Q1 09	Q2 09	Q3 09	Q4 09
Bazický index (báze Q1 2010)	102,9	100,6	113,4	108,9	108,3	106,0	101,1	102,3
Období	Q1 10	Q2 10	Q3 10	Q4 10	Q1 11	Q2 11	Q3 11	Q4 11
Bazický index (báze Q1 2010)	100,0	98,5	98,2	98,4	92,5	94,3	91,8	90,1
Období	Q1 12	Q2 12	Q3 12					
Bazický index (báze Q1 2010)	87,9	83,9	85,0					

*Zdroj: [21]*

Další postup je podrobně popsán v podkapitole 2.4. Nejprve je potřeba převést bazické indexy na řetězové, následně vypočítat logaritmy těchto indexů a sumu čtverců jejich odchylek od průměru. Čtvrtletní volatilita je pak dopočtena jako odmocnina z podílu sumy čtverců odchylek a počtu období sníženého o jedničku. Roční volatilita pak jako součin čtvrtletní volatility a odmocniny ze čtyř. Podrobný postup je uveden v příloze A. Roční volatilita dle tohoto postupu vychází 10,330%.

#### 4.2.2 Bezriziková úroková míra

Hodnota úrokové míry pro bezrizikovou investici se zpravidla odvozuje od výnosů střednědobých státních dluhopisů. Vzhledem k mezinárodnímu působení společnosti a 5 leté životnosti opcí je možné uvažovat 5 leté státní dluhopisy USA (US Treasury 5 Year Yield), jejichž výnosy uvádí [23]. Za období od května 2012 do března 2013

fluktovala bezriziková míra kolem 0,8%, což dle vzorce (2.15) představuje při spojitém úročení míru 0,7968%. Při uvážení zaokrouhlovacích chyb v ostatních parametrech lze bezrizikovou úrokovou míru při spojitém úročení zaokrouhlit také na 0,8%.

#### 4.2.3 Parametry pro opci 1

Opce 1 uvažuje zakoupení pozemku okamžitě, ale následné vyčkání s výstavbou po určitou dobu a v případě nastání vhodných podmínek realizaci celého projektu. Hodnota podkladového aktiva vypočtená na základě diskontovaných peněžních toků je rovna současné hodnotě očekávaných příjmů. Za investiční výdaje jsou v tomto případě považovány výdaje na výstavbu všech tří fází. Náklady nákupu pozemku v samotném hodnocení nevystupují (neboť musí proběhnout vždy v roce 0), objevují se až v závěru výpočtu. Časový horizont pro realizaci rozhodnutí bude uvažován na 5 let.

V případě, že hodnota podkladového aktiva klesne pod hodnotu, kterou by společnost získala odprodejem pozemku, bude chtít projekt opustit a inkasovat alespoň sníženou částku. Na základě konzultace s realitní kanceláří bylo zjištěno, že pro okamžitý a garantovaný odkup je nutné snížit cenu zhruba o 40%. Pro analyzovaný projekt to znamená odprodej pozemku za 60% jeho kupní ceny, tedy za 600 000 €. Zde by samozřejmě mohlo dojít k analýze další flexibility, která spočívá s vyčkáním na odprodej za lepší cenu, ta ale nebude dále uvažována. Jedná se o kombinaci put a call amerických opcí s následujícími parametry:

$$S = 3\,641\,554 \text{ € (součet diskontovaných příjmů všech tří fází)}$$

$$X_{call} = 2\,829\,752 \text{ € (součet diskontovaných výdajů všech tří fází)}$$

$$X_{put} = 600\,000 \text{ €}$$

$$T = 5 \text{ let}$$

$$\sigma = 10,330\%$$

$$r = 0,8\%$$

#### 4.2.4 Parametry pro opci 2

Opce 2 počítá s potenciální expanzí do druhé fáze. První sekce bytů bude vystavěna zcela určitě, druhá sekce už se bude stavět na základě tržní situace. Třetí sekce je v tomto případě zanedbána. Hodnotu podkladového aktiva lze určit buď přímo jako diskontované příjmy z druhé fáze, nebo pomocí faktoru expanze vyjadřujícího velikost



rozšíření a diskontovaných příjmů z první fáze. Výsledek je v obou případech stejný. Zde bude použita první možnost, neboť jsou peněžní toky po rozšíření již vyjádřeny.

Náklady expanze tvoří realizační cenu. Investiční náklady (které do výpočtu vstupují až zcela na konci) jsou dány jak počáteční investicí do nákupu pozemku, tak i výdaji na výstavbu první fáze, která v tomto případě proběhne s jistotou. Životnost opce bude opět uvažována na 5 let. Jedná se o americkou call opci s následujícími parametry:

$$S = 1\,179\,584 \text{ € (diskontované příjmy druhé fáze)}$$

$$X = 1\,043\,478 \text{ €}$$

$$T = 5 \text{ let}$$

$$\sigma = 10,330\%$$

$$r = 0,8\%$$

Pro potřeby ukázání alternativního výpočtu binomického modelu bude pro tuto opci dopočten zpětně faktor expanze a nová výchozí hodnota:

$$EF = (1\,400\,000 + 1\,179\,584) / (1\,400\,000) = 1,84256$$

$$S_o = S / (EF - 1) = 1\,400\,000 \text{ €}$$

#### 4.2.5 Parametry pro opci 3

Opce 3 počítá s potenciální expanzí do druhé i třetí fáze. První sekce bytů bude vystavěna zcela určitě. V průběhu následujících 5 let může dojít k rozhodnutí o výstavbě druhé a třetí fáze (jedno rozhodnutí). Hodnota podkladového aktiva bude rovna celkovým diskontovaným příjmům z druhé a třetí fáze. Realizační cena je tvořena celkovými náklady expanze do druhé i třetí fáze

Investiční náklady (které do výpočtu vstupují až zcela na konci) jsou stejně jako pro opci 2 dány jak počáteční investicí do nákupu pozemku, tak i výdaji na výstavbu první fáze, která v tomto případě proběhne s jistotou. Životnost opce bude uvažována na 5 let. Jedná se o americkou call opci s následujícími parametry:

$$S = 2\,241\,554 \text{ € (součet diskontovaných příjmů druhé a třetí fáze)}$$

$$X = 2\,029\,752 \text{ € (součet diskontovaných výdajů druhé a třetí fáze)}$$

$$T = 5 \text{ let}$$

$$\sigma = 10,330\%$$

$$r = 0,8\%$$

### 4.3 Výpočet hodnoty opce 2

V této části bude vypočtena hodnota analyzované opce pomocí binomického modelu a diskutováno možné využití dalších metod. Opce 2 byla zvolena jako první vzhledem k její souvislosti s variantním řešením projektu v kapitole 3.

Nejprve je potřeba určit parametry  $u$ ,  $d$  a  $p$  dle vzorců (2.3), (2.4) a (2.5).

$$u = e^{0,10330*1} = 1,108824$$

$$d = 1/1,108824 = 0,901856$$

$$p = (e^{0,008*1} - 0,901856) / (1,108824 - 0,901856) = 0,513006$$

Dále je nutné vytvořit binomický model pro hodnotu podkladového aktiva dle postupu popsaného v podkapitole 2.3.1. V roce 1 může původní hodnota  $S$  vzrůst dle faktoru  $u$  nebo klesnout dle faktoru  $d$ . Analogicky je vypočtena hodnota ve všech letech životnosti opce, která je shrnuta v tabulce 14.

Tab. 14: Výchozí binomický model pro opci 2 (v €)

Rok	0	1	2	3	4	5
						1 977 161
					1 783 115	
				1 608 114		1 608 114
			1 450 288		1 450 288	
		1 307 951		1 307 951		1 307 951
	1 179 584		1 179 584		1 179 584	
		1 063 815		1 063 815		1 063 815
			959 409		959 409	
				865 249		865 249
					780 330	
						703 746

Zdroj: Vlastní zpracování

Dále se postupuje zpětnou indukcí. V buňkách pro rok 5 jsou možná dvě rozhodnutí. Buď realizovat expanzi do druhé fáze, nebo nerealizovat a nechat opci vypršet. Zvolená možnost závisí na tom, co přináší větší očekávaný výnos. Jestliže firma nechá opci vypršet, pak z ní logicky bude inkasovat nulový výnos. Pokud naopak opci využije a expanduje do druhé fáze, potom bude její čistý výnos dán rozdílem spotové a realizační ceny. Např. pro buňku  $Su^5$  by expanze přinesla  $1\,977\,161 - 1\,043\,478 = 933\,683$  €, což značí rozhodnutí projekt rozšířit. Např. pro buňku  $Sd^5$  by ovšem výsledná hodnota byla  $703\,746 - 1\,043\,478 = -339\,732$  €, což značí nevýhodnou expanzi. Provedením tohoto výpočtu v každé buňce roku 5 je vytvořena tabulka 15.

**Tab. 15: Binomický model pro opci 2 s hodnotami v roce 5, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						933 683
						564 636
						264 473
						20 337
						0
						0

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Z tabulky 15 je patrné, že expanze bude provedena pouze pro čtyři různé vývoje trhu, pro zbylé dva nechá společnost opci vypršet.

Ve všech ostatních buňkách má firma mírně odlišné možnosti. Může se opět rozhodnout investovat (výpočet hodnoty shodný s výpočtem v pátém roce) nebo může rok počkat a sledovat vývoj trhu. V tom případě je hodnota v dané buňce dána vzorcem (2.6). Např. pro buňku  $Su^4$  by okamžitá expanze přinesla  $1\,783\,115 - 1\,043\,478 = 739\,637$  €. Oproti tomu odložení rozhodnutí o rok by vedlo k hodnotě:

$$(933\,683 * 0,513006 + 564\,636 * 0,486994) * e^{-0,008*1} = 747\,952 \text{ €}$$

Vzhledem k tomu, že očekávaná hodnota při odložení rozhodnutí je vyšší, než když by se expanze realizovala okamžitě, bude společnost sledovat vývoj trhu a o realizaci opce se rozhodne až v dalším roce. Stejným způsobem a se stejnými závěry je proveden výpočet ve zbývajících buňkách; výsledky shrnuje tabulka 16.

Hodnota analyzované opce figuruje v tabulce 16 v poslední buňce při zpětné indukci, tedy v buňce pro rok 0. Na základě těchto výpočtů lze říci, že hodnota flexibility dávající firmě právo expandovat do druhé fáze je 210 668 €. Hodnota celého projektu je dle vzorce (2.8) dána součtem čisté současné hodnoty projektu bez opce (tu popisuje varianta 1 v kapitole 3) a hodnoty opce, tedy  $-500\,000 + 210\,668 = -289\,332$  €. Takto vypočtená hodnota je stále záporná, tudíž by při existenci pouze této flexibility nebyl projekt přijatelný.

**Tab. 16: Binomický model pro opci 2, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						933 683
					747 952	
				581 198		564 636
			431 555		415 124	
		307 045		281 036		264 473
	210 668		180 948		144 421	
		112 617		78 499		20 337
			42 494		10 350	
				5 267		0
					0	
						0

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Ke stejnému výsledku lze dospět binomickým modelem preferovaným v [6]. Ten vychází z hodnoty podkladového aktiva bez rozšíření  $S_o$  a je zobrazen v tabulce 17.

**Tab. 17: Alternativní výchozí binomický model pro opci 2 (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						2 346 611
					2 116 306	
				1 908 604		1 908 604
			1 721 287		1 721 287	
		1 552 354		1 552 354		1 552 354
	1 400 000		1 400 000		1 400 000	
		1 262 599		1 262 599		1 262 599
			1 138 683		1 138 683	
				1 026 928		1 026 928
					926 142	
						835 247

*Zdroj: Vlastní zpracování*

V případě expanze v roce 5 se hodnota podkladového aktiva zvýší dle faktoru expanze, tedy 1,843 krát. Zároveň je ale potřeba uhradit náklady expanze ve výši 1 043 478 €. V případě, že je takto vypočtená hodnota vyšší než hodnota podkladového aktiva bez expanze, bude expanze provedena, jinak se opce nechá vypršet. Pro uvedený příklad toto opět platí ve všech buňkách pro rok 5 kromě spodních dvou. Například pro hodnotu  $Su^5$  bude výpočet hodnoty po expanzi  $2 346 611 * 1,843 - 1 043 478 = 3 280 294$  €, což je více než hodnota 2 346 611 € bez rozšíření. Hodnoty pro rok 5 shrnuje tabulka 18.

**Tab. 18: Alt. binom. model pro opci 2 s hodnotami v roce 5, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						3 280 294
						2 473 240
						1 816 827
						1 282 936
						1 026 928
						835 247

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Další postup je pro zbývající buňky shodný. V roce 4 se bude společnost rozhodovat, zda realizovat expanzi do druhé fáze okamžitě nebo rok počkat. V případě vyčkání bude očekávaná hodnota dána dle vzorce (2.6) a v případě okamžité expanze vynásobením původní hodnoty faktorem expanze a odečtením nákladů expanze. Podobně jako pro zpětnou indukci v prvním binomickém model v této podkapitole, také zde bude ve všech případech výhodnější vyčkat s rozhodnutím až do roku 5. Výsledný binomický model je zobrazen v tabulce 19.

**Tab. 19: Alternativní binomický model pro opci 2, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						3 280 294
					2 864 258	2 473 240
				2 489 803	2 136 411	1 816 827
		1 859 398	2 152 842	1 833 390	1 544 421	1 282 936
	1 610 668	1 375 216	1 580 948	1 341 098	1 149 033	1 026 928
			1 181 177	1 032 196	926 142	835 247

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Zde je hodnota opce získána dle vzorce (2.7) a činí  $1\,610\,668 - 1\,400\,000 = 210\,668$  €, tedy stejně jako v případě předchozího binomického modelu. První model je přehlednější, neboť sleduje pouze rozšířenou část projektu, druhý model ale může být srozumitelnější, neboť v něm figuruje celý projekt.

Zajímavý je také fakt, že rozhodnutí o expanzi bude odloženo vždy až do posledního roku. Přechod k evropskému typu opce se tedy zdá být bezproblémový, neboť k využití opčního práva před koncem životnosti nikdy nedojde. Tento přechod umožňuje využití Black-Scholesova modelu pro přesnější vyčíslení hodnoty opce – k této hodnotě by se binomický model blížil, pokud by rostl počet časových kroků při pevně dané životnosti. Hodnota uvažované call opce je dle vzorce (2.9):

$$\text{Hodn. opce} = 1\,179\,584 \cdot 0,793733 - 0,721887 \cdot 1\,043\,478 \cdot e^{-0,008} = 212\,538 \text{ €}$$

Tento výsledek je velmi blízký výsledku binomického modelu. To potvrzuje, že ač dává Black-Scholesův model přesnější výsledky, binomický model je zpravidla dobrou aproximací.

Poslední metodou popsanou v podkapitole 2.3 byla metoda Monte Carlo simulace. Ta pro analyzovanou opci poskytuje (na základě 1 000 000 průběhů) střední hodnotu opce 213 020 €. I výsledky této metody se blíží Black-Scholesovu modelu.

#### 4.4 Výpočet hodnoty opce 3

Opce 3 je v principu shodná s opcí 2, liší se hodnotou pokladového aktiva a realizační cenou. Z tohoto důvodu nebude znovu odvozován celý postup sestavení binomického modelu, ale pouze uveden výchozí model a model získaný zpětnou indukcí v tabulkách 20 a 21 s následným komentářem.

Tab. 20: Výchozí binomický model pro opci 3 (v €)

Rok	0	1	2	3	4	5
						3 757 183
					3 388 439	3 055 885
			2 755 970	3 055 885	2 755 970	3 055 885
		2 485 489	2 755 970	2 485 489	2 485 489	2 485 489
	2 241 554	2 241 554	2 241 554	2 241 554	2 241 554	2 241 554
		2 021 560	2 021 560	2 021 560	2 021 560	2 021 560
			1 823 157	1 823 157	1 823 157	1 823 157
				1 644 225	1 644 225	1 644 225
					1 482 855	1 482 855
						1 337 322

Zdroj: Vlastní zpracování

**Tab. 21: Binomický model pro opci 3, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						1 727 431
					1 374 860	
				1 058 351		1 026 133
			775 276		742 391	
		542 543		489 867		455 737
	365 445		306 327		231 933	
		184 916		118 035		0
			60 070		0	
				0		0
					0	
						0

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Hodnota opce je v tomto případě 365 445 € a hodnota celého projektu dle vzorce (2.8) je rovna  $-500\,000 + 365\,445 = -134\,555$  €, tedy stále záporná. Investiční záměr nemůže být doporučen k přijetí ani v případě, že management disponuje flexibilitou při rozhodování o expanzi do druhé a následně třetí fáze (jako jedno rozhodnutí).

Pro úplnost bude uvedena ještě hodnota opce vypočtená ostatními metodami, opět lze totiž abstrahovat od amerického charakteru opce (rozšíření se realizuje buď v posledním roce, nebo vůbec). Black-Scholesův model vede dle vzorce (2.9) k hodnotě opce:

$$\text{Hodn. opce} = 2\,241\,554 \cdot 0,763735 - 0,687006 \cdot 2\,029\,752 \cdot e^{-0,008} = 372\,178 \text{ €}$$

V tomto případě je odchylka od binomického modelu výraznější (ale přesto těžko ovlivňující finální rozhodnutí), přičemž binomický model hodnotu opce podceňuje.

Monte Carlo simulace poskytuje (na základě 1 000 000 průběhů) hodnotu 373 370 €. Podobně jako u opce 2, také zde dochází k mírnému nadcenění hodnoty opce touto metodou. Za pozornost také stojí fakt, že Monte Carlo simulace poskytuje výsledky bližší Black-Scholesovu modelu než binomický model.

#### 4.5 Výpočet hodnoty opce 1

Opce 1 předpokládá okamžitý nákup pozemku, ale možnost odložení veškeré výstavby (tedy i první fáze) a zároveň také možnost odprodání pozemku, pokud se na něm ještě nezačalo stavět. Prozatím se zde abstrahuje od faktu, že rozestavěné domy v první sekci budou s časem dále chátrat, což v praxi povede k růstu nákladů na první fázi.

Parametry  $u$ ,  $d$  a  $p$  zůstávají stejné jako pro předchozí opce, neboť se nemění volatilita ani bezriziková úroková míra. Výchozí binomický model založený na diskontovaných peněžních příjmech ze všech fází investice je uveden v tabulce 22.

**Tab. 22: Výchozí binomický model pro opci 1 (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						6 103 794
					5 504 745	
				4 964 490		4 964 490
			4 477 257		4 477 257	
		4 037 842		4 037 842		4 037 842
	3 641 554		3 641 554		3 641 554	
		3 284 159		3 284 159		3 284 159
			2 961 839		2 961 839	
				2 671 154		2 671 154
					2 408 997	
						2 172 569

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Pro názornost bude nejprve vypočtena jen hodnota opce na vyčkání a ignorována opce na opuštění projektu, která do výpočtu vstoupí později.

Vzhledem k tomu, že se opět jedná o call opci, bude metodika zpětné indukce shodná jako v předcházejících podkapitolách, pouze s jinými čísly. Jestliže je v roce 5 hodnota podkladového aktiva vyšší než realizační cena, bude novou hodnotou právě tento rozdíl, v opačném případě bude hodnota nulová. Binomický model vytvořený zpětnou indukcí je vyobrazen v tabulce 23.

**Tab. 23: Binomický model pro zjednodušenou opci 1, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						3 274 042
					2 697 541	
				2 179 653		2 134 738
			1 714 610		1 670 052	
		1 305 849		1 253 006		1 208 090
	962 038		896 791		834 350	
		615 730		536 339		454 407
			329 811		231 256	
				117 691		0
					0	
						0

*Zdroj: Vlastní zpracování*



Hodnota opce je v tomto případě 962 038 €. Je ovšem nutné připomenout, že opce vychází z jiné základní varianty projektu než v předchozích podkapitolách. Tentokrát je čistá současná hodnota bez existence opce rovna  $-1\,100\,000$  €, tj. hodnota nákladů pro nákup pozemku. Celková hodnota projektu včetně flexibility dané možností vyčkat s realizací celého projektu je dle vzorce (2.8) rovna  $-1\,100\,000 + 962\,038 = -137\,962$  €. Black-Scholesův model vede dle vzorce (2.9) k hodnotě 958 218 € a simulace Monte Carlo (na základě 1 000 000 průběhů) ke střední hodnotě 960 842 €.

Nyní bude do řešení vrácena možnost odprodeje pozemku za předem stanovenou cenu. V tabulce 23 dojde k významné změně v roce 5. Jestliže bude předchozí optimální rozhodnutí vést k hodnotě nižší než 600 000 €, vyplatí se pozemek prodat. Např. pro buňku  $Su^2d^3$  bylo v tabulce 23 optimálním rozhodnutím realizovat projekt, který by přinesl hodnotu 454 407 €. Racionálně jednající společnost dá v takové situaci přednost odprodeji pozemku za 600 000 €. Hodnoty buněk  $Su^2d^3$ ,  $Su^1d^4$  a  $Sd^5$  vzrostou v tabulce 23 na 600 000 €.

Další postup zpětné indukce je analogický jako v předchozích podkapitolách s tím rozdílem, že je vždy dostupná hodnota 600 000 € při odprodeji pozemku. Finální binomický model při respektování této možnosti je uveden v tabulce 24.

**Tab. 24: Binomický model pro opci 1, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						3 274 042
					2 697 541	
				2 179 653		2 134 738
			1 731 027		1 670 052	
		1 372 492		1 286 987		1 208 090
	1 105 414		1 017 442		904 688	
		842 302		750 280		600 000
			671 700		600 000	
				600 000		600 000
					600 000	
						600 000

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Z tabulky 24 je patrné, že rozhodnutí o opuštění projektu bylo provedeno také dříve než v posledním roce. Z tohoto důvodu nelze snadno přejít k evropskému typu opce a využít Black-Scholesův model. Hodnota opce 1 vychází 1 105 414 € a hodnota projektu, která obsahuje flexibilitu odložení stavby a možnost odprodání pozemku, je dle vzorce (2.8)

rovna  $-1\ 100\ 000 + 1\ 105\ 414 = 5\ 414$  €. Poprvé je celkovým výsledkem kladná hodnota a projekt by tak bylo teoreticky možné doporučit ke schválení. Během výpočtu ale došlo k zanedbání určitých fakt, která by mohla přijatelnost projektu ohrozit. Těm je věnována další podkapitola.

#### 4.6 Diskuze dopadů zjednodušení na hodnoty opcí

Během analýzy v předcházejících podkapitolách byla provedena celkem tři významná zjednodušení.

Za prvé byla opce rozšíření rozdělena do dvou opcí, kde jedna uvažovala pouze expanzi do druhé fáze a druhá expanzi do druhé i třetí fáze jako jedno rozhodnutí. Od možnosti nejprve na základě jednoho rozhodnutí expandovat do druhé fáze a poté na základě dalšího rozhodnutí expandovat do třetí fáze bylo abstrahováno.

Za druhé bylo u opce vyčkávání uvažováno, že rozestavěné domy v první sekci v čase nechátrají, což samozřejmě není v praxi reálné. V současnosti ovšem není dostavěna ani hrubá stavba, tudíž nebude mít chátrání plný dopad. Navíc jsou podmínky na Kypru rozestavěným stavbám nakloněné, neboť (kromě horských oblastí) nemrzne po celý rok vůbec a ostrov patří mezi nejsušší oblasti v Evropě. Z těchto důvodů bude i nadále růst nákladů první fáze v důsledku jejího odložení zanedbán.

Za třetí byly u všech opcí stavební náklady brány jako v čase stabilní. To znamená, že stavební firma je např. ochotna druhou sekci postavit za 1 200 000 € v roce 1 i v roce 5. Nakolik je takové zjednodušení reálné, silně závisí na ekonomickém vývoji země obecně a souvisejícím vývoji cenových hladin. Aktuální oficiální data o inflaci na Severním Kypru jsou velmi obtížně dostupná. Nicméně dle [22] zpravidla odpovídá míra inflace Severokyperské turecké republiky míře inflace Turecka, a to z velké části díky sdílení společné měny. Roční míry inflace v Turecku za posledních 5 let vyjádřené pomocí indexu cen výrobců (neboť ten lépe popisuje analyzovaný problém) obsahuje tabulka 25.

**Tab. 25: Roční míra inflace v Turecku za období 2008 – 2012 dle PPI (v %)**

Rok	2008	2009	2010	2011	2012
Roční míra inflace	8,107	5,931	8,873	13,326	2,453

*Zdroj: [20]*

Z tabulky je patrné, že míra růstu cen výrobců je v čase silně nestabilní. Za posledních 5 let celkem ceny vzrostly o 44,76%. Stejně důležitý jako inflace je vývoj měnového kurzu mezi tureckou lirou a eurem. Ten dle [10] vzrostl za posledních 5 let z 1,819 až na 2,285, tedy o 25,62%. Tato depreciace bude částečně tlumit růst cen stavebních prací na Severním Kypru v budoucnu. I tak je ale nutné počítat s alespoň 3% růstem cen vyjádřených v eurech. V dalších výpočtech bude pro opatrnost zahrnut růst 4%. Právě tento růst nákladů se při hodnocení opcí v předcházejících podkapitolách zanedbává.

#### 4.6.1 Korekce pro opci 1

V této části bude stručně proveden výpočet hodnoty této opce pomocí binomického modelu za předpokladu, že stavební výdaje rostou v každém roce o 4%. Výchozí model se nezmění a bude dán tabulkou 22. V roce 5 bude ale nutné porovnávat spotovou cenu podkladového aktiva s novou realizační cenou:

$$X_{call,5} = 2\,829\,752 * 1,04^5 = 3\,442\,826 \text{ €}$$

To povede k rozhodnutí investovat do projektu pouze v buňkách  $Su^5$  a  $Su^4d$ . V ostatních případech bude pozemek odprodán za 600 000 €. V roce 4 se ovšem realizační cena mění, neboť výdaje nebudou tak vysoké, jako v roce 5:

$$X_{call,4} = 2\,829\,752 * 1,04^4 = 3\,310\,410 \text{ €}$$

Při rozhodování v buňkách roku 4 o tom, zda projekt realizovat, opustit nebo vyčkat je tedy nutné počítat s novou realizační cenou. Důsledkem je, že v roce 4 dojde v buňkách  $Su^4$  a  $Su^3d$  k rozhodnutí o okamžité realizaci, zatímco v ostatních buňkách dojde k opuštění projektu.

V roce 3 způsobí nižší realizační cena okamžitou realizaci projektu v buňce  $Su^3$ , ale vyčkávání v buňce  $Su^2d$  a opuštění ve zbylých buňkách. V roce 2 bude projekt při příznivém vývoji trhu realizován okamžitě, při neutrálním vývoji bude firma vyčkávat a při nepříznivém vývoji trhu projekt opustí. V roce 1 znamená příznivý vývoj okamžitou realizaci a nepříznivý vývoj vyčkávání.

Finální binomický model je znázorněn v tabulce 26. Červeně jsou odlišeny buňky, kde dojde k opuštění projektu. Zeleně jsou odlišeny buňky, kde dojde k realizaci projektu. Modře jsou odlišeny buňky, kde bude společnost vyčkávat na další vývoj. Buňky bez barevného označení nepřipadají v úvahu, neboť se společnost rozhodne dříve, než by se k nim teoreticky mohla dostat.

Tab. 26: Binomický model pro opci 1, zpětná indukce, růst nákladů (v €)

Rok	0	1	2	3	4	5
						2 660 968
					2 194 335	
				1 781 404		1 521 664
			1 416 597		1 166 847	
		1 094 900		883 698		600 000
	879 096		739 598		600 000	
		666 263		600 000		600 000
			600 000		600 000	
				600 000		600 000
					600 000	
						600 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Takto formulovaná opce výběru bude realizovaná nejpozději v roce 4. Existuje mírně větší pravděpodobnost, že výsledkem celého procesu bude realizace projektu, než že jím bude opuštění projektu. Hodnota opce v roce 0 je 879 096 € a hodnota celého projektu při započtení této opce dle vzorce (2.8) bude  $-1\,100\,000 + 879\,096 = -220\,904$  €.

Při uvážení rostoucích nákladů výstavbu v čase není projekt s možností vyčkávání nebo opuštění projektu přijatelný.

#### 4.6.2 Korekce pro opce 2 a 3

Hodnota projektů je při uvážení těchto opcí v obou případech výrazně záporná. Odklad expanzí až do roku 5 (jak předpokládá výsledný binomický model) povede k nárůstu nákladů expanze (a tedy i realizační ceny) o 21,665%. To bude mít nejspíše podobný efekt jako v předcházející podkapitole – realizaci rozšíření dříve než v posledním roce a pokles hodnoty opce. Barevně odlišený alternativní binomický model pro opci 3 obsahuje tabulka 27. Zelenou barvou jsou označeny buňky, v nichž dojde k rozšíření, modrou buňky, kde společnost rozhodnutí odloží, a červenou buňky, kde firma nechá opci vypršet.

Větší pravděpodobnost připadá na rozhodnutí podniku o využití opce, než že ji nechá vypršet, přesto došlo k razantnímu poklesu hodnoty opce dle vzorce (2.7) na 216 909 €. Hodnota projektu pak dle vzorce (2.8) vychází  $-500\,000 + 216\,909 = -283\,091$  €.

Nyní bude abstrahováno od zjednodušení na jedno rozhodnutí. Opce 3 umožňovala expanzi do druhé a třetí fáze (s celkovou dobou trvání projektu 4 roky) až do roku 5. Projekt by tak mohl být ukončen až v roce 9. Při přechodu na jednu složenou opci je

toto nutné brát v úvahu. Pokud bude společnost činit dvě rozhodnutí, jedno o expanzi do druhé fáze a druhé o expanzi do třetí fáze, potom bude životnost první opce 5 let a životnost druhé opce 7 let. Společnost musí o výstavbě druhé fáze rozhodnout nejdéle v roce 5 a o výstavbě třetí fáze nejdéle v roce 7, aby mohl být projekt ukončen v roce 9.

**Tab. 27: Alternativní binomický model pro opci 3, zpětná indukce, růst nákladů (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						3 634 290
					3 130 223	
				2 681 294		2 494 986
			2 281 876		2 102 734	
		1 926 900		1 754 647		1 568 339
	1 616 909		1 504 951		1 408 135	
		1 317 028		1 266 739		1 262 599
			1 140 790		1 138 683	
				1 026 928		1 026 928
					926 142	
						835 247

*Zdroj: Vlastní zpracování*

V tomto případě se jedná o call opci na call opci. U složených opcí je nutné postupovat od opce s nejdelší dobou životnosti, proto bude nejprve řešena expanze do třetí fáze.

Parametry  $u$ ,  $d$  a  $p$  zůstávají stejné jako v předchozích výpočtech. V binomickém modelu bude hodnota podkladového aktiva tvořena příjmy z obou rozšíření, realizační cena ovšem jen náklady na expanzi do třetí fáze. Výchozí model je uveden (vzhledem k velikosti) v příloze B, tentokrát v tisících eur pro větší přehlednost.

V roce 7 má společnost možnost expandovat za náklady 986 274 € (zatím se neuvažuje růst nákladů v čase), které využije ve všech buňkách. V buňkách předcházejících let bude vždy učiněno rozhodnutí o vyčkání s rozhodnutím. Tento závěr je důležitý pro potenciální využití Black-Scholesova modelu. Binomický model upravený dle zpětné indukce je zobrazen v příloze B.

Expanze do třetí fáze je podmíněna výstavbou druhé fáze. Ta musí proběhnout do roku 7, tudíž rozhodnutí o jejím provedení musí padnout nejpozději v roce 5. Jedná se tedy o call opci s dobou životnosti 5 let. Hodnoty aktiva jsou převzaty z binomického modelu pro delší opci upraveného dle zpětné indukce, ovšem pouze pro prvních 5 let.

V roce 5 se firma musí rozhodnout, zda expandovat do druhé fáze nebo nechat opci vypršet (a tím přijít také o možnost expandovat do třetí fáze). Rozhodnutí provádí na

základě porovnání spotové a realizační ceny, která je v tomto případě dána náklady expanze do druhé fáze, tedy 1 043 478 €. Pokud bude rozdíl obou cen kladný, bude rozšíření realizováno (a tím vytvořena opce dalšího rozšíření), v opačném případě se nechá opce vypršet. Pro uvažovaný případ dojde k expanzi do druhé fáze ve všech buňkách, kromě  $Sud^4$  a  $Sd^5$ .

V roce 4 a dříve má společnost možnost realizovat expanzi dříve nebo s rozhodnutím vyčkat. Pro všechny buňky vychází, že firma bude chtít rozhodnutí odložit. Finální binomický model pro kratší opci je uveden v tabulce 28.

**Tab. 28: Binomický model pro složenou opci na rozšíření, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						1 743 085
					1 390 390	1 041 788
			789 635	1 073 757	757 921	471 391
		554 971	503 360	503 360	243 505	471 391
	375 512	316 925	316 925	243 505	243 505	7 462
		192 660	125 759	125 759	125 759	7 462
			64 935	64 935	3 798	0
				1 933	1 933	0
					0	0
						0

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Hodnota složené opce vychází dle binomického modelu na 375 512 €, což dle (2.8) vede k hodnotě celého projektu  $-500\,000 + 375\,512 = -124\,488$  €. Obě rozšíření jsou ale realizována až v závěru své životnosti – expanze do druhé fáze v čase 5 a expanze do třetí fáze v čase 7. Lze tedy abstrahovat od americké povahy složené opce a použít Black-Scholesův model.

Nejprve je potřeba vypočítat hodnotu opce na rozšíření do třetí fáze, což je klasická call opce se spotovou cenou 1 061 970 € a realizační cenou 986 274 €. Hodnota této opce dle vzorce (2.9) vychází 185 033 €. Nyní bude o tuto hodnotu navýšena spotová cena opce na rozšíření do druhé fáze, která bude činit  $1\,179\,584 + 185\,033 = 1\,364\,617$  €. Realizační cena bude rovna nákladům expanze do druhé fáze, tedy 1 043 478 €. Jedná se znovu o call opci a její hodnota dle vzorce (2.9) vychází 373 420 €. Opět lze říci, že binomický model poskytuje dobrou aproximaci výsledků Black-Scholesova modelu.

Pro úplnost bude uveden výpočet pomocí Monte Carlo simulace (na základě 1 000 000 průběhů). Ta poskytuje pro opci s delší životností hodnotu 185 390 € a celkem pro složenou opci na rozšíření hodnotu 374 848 €. Výsledky všech metod jsou opět blízké.

Přestože přináší flexibilita dvojího rozhodování vyšší hodnotu než jedno rozhodnutí pro obě rozšíření dohromady, není tento rozdíl tak velký, aby ovlivnil přijatelnost projektu. Podobné výsledky lze očekávat i při měnící se realizační ceně.

#### **4.7 Komplexní složená opce**

Poslední podkapitola se věnuje tvorbě a hodnocení takové složené reálné opce, která by co nejlépe popsala flexibilitu projektu. Pro srovnatelnost bude zachován horizont 9 let pro dokončení projektu – to znamená provedení rozhodnutí o zahájení třetí fáze nejdéle v roce 7, druhé fáze nejdéle v roce 5 a první fáze nejdéle v roce 4. Na rozdíl od příkladu v podkapitole 4.6.2 bude tedy tentokrát uvažována i možnost odložení první fáze až o 4 roky. Zahrnuta bude i možnost odprodeje pozemku. Ten ovšem může proběhnout jen před výstavbou prvního sektoru bytů. Na Severním Kypru získává majitel při koupi bytu i podíl na pozemku, na němž bytový dům stojí (tzv. „shared title deed“). Jakmile bude tedy prodán první byt, zaniká možnost snadného odprodeje pozemku. Hodnocení opce proběhne jak ve variantě pevné ceny výstavby, tak pro měnící se realizační ceny.

První část výpočtu hodnoty této složené opce při pevných cenách je analogická s postupem v podkapitole 4.6.2, pouze s odlišnou hodnotou podkladového aktiva. Ta bude pro analyzovanou opci tvořena diskontovanými příjmy ze všech fází projektu, tedy 3 641 554 €. Realizační cena pro expanzi do třetí fáze bude 986 274 € a do druhé fáze potom 1 043 478 €. Výše popsaným postupem lze získat výchozí binomický model, binomický model pro opci expanze do třetí fáze dle zpětné indukce (oba tyto modely jsou uvedeny v příloze C) a binomický model pro opci expanze do druhé fáze dle zpětné indukce, který je uveden v tabulce 29.

Aby vůbec mohla expanze do druhé fáze proběhnout, musí být nejprve vystavěna první sada bytů. Rozhodnutí o zahájení první fáze tak musí padnout nejpozději v roce 4. Proto je právě tímto rokem zahájena poslední část výpočtu. V roce 4 se společnost rozhoduje, zda vystavět první sektor bytů (a tím získat opci na výstavbu druhého sektoru) nebo nechat opci vypršet a pozemek odprodat. V prvním případě je očekávaný přínos dán rozdílem příslušné hodnoty podkladového aktiva a realizační ceny (dané zde náklady na výstavbu první fáze, tedy 800 000 €). Ve druhém případě je přínos 600 000 €.

**Tab. 29: Binomický model pro složenou opci na rozšíření, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5
						4 089 696
					3 506 696	
				2 982 361		2 950 392
			2 510 922		2 479 208	
		2 087 176		2 055 714		2 023 745
	1 706 430		1 675 219		1 643 505	
		1 333 492		1 302 030		1 270 061
			995 505		963 790	
				689 025		657 056
					410 948	
						158 472

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Vyšší očekávanou hodnotu společnosti přináší realizace první fáze pro příznivý a neutrální vývoj trhu, naopak pro nepříznivý vývoj trhu je výhodnější odprodej. V roce 3 a dříve má firma dokonce tři možnosti – dostavět byty první fáze, odprodat pozemek nebo rozhodnutí odložit. Jak dokládá tabulka 30, společnost se v tomto případě vždy rozhodne pro odklad, kromě buňky  $Sd^3$ , kde pozemek odprodá. Toto rozhodnutí ovšem znemožňuje přechod k evropské opci.

**Tab. 30: Binomický model pro komplexní složenou opci, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4
					2 706 696
				2 188 736	
			1 723 620		1 679 208
		1 355 333		1 262 088	
	1 086 169		989 728		843 505
		820 543		719 143	
			655 853		600 000
				600 000	
					600 000

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Hodnota opce dle tohoto přístupu je 1 086 169 €, což dle vzorce (2.8) vede na celkovou hodnotu projektu  $-1\,000\,000 + 1\,086\,169 = -13\,831$  €. Ani při započítání veškeré flexibility uvnitř projektu se rozhodnutí o přijatelnosti nezmění.



Porovnání s výsledky kapitoly 4.5 přináší na první pohled zajímavý, nicméně snadno vysvětlitelný, fakt. Hodnota komplexní složené opce zahrnující veškerou flexibilitu projektu je nižší než hodnota opce na vyčkávání a případné opuštění projektu zkoumaná v kapitole 4.5. Je nutné si ale uvědomit, že v případě opce na vyčkávání a opuštění byl uvažován 5 letý horizont pro rozhodnutí. Pokud by rozhodnutí padlo až v posledním roce, byl by projekt dokončen až v roce 10, tedy o rok později, než předpokládá opce rozebraná v této kapitole. Právě tento rok navíc způsobuje nižší hodnotu komplexní složené opce. Při uvážení pouze 4 leté doby životnosti by opce v kapitole 4.5 měla jen hodnotu 1 064 469 €.

Posledním hodnoceným modelem bude stejná opce jako v předchozí části podkapitoly, tentokrát však s rostoucí cenou výstavby jednotlivých fází v čase, konkrétně o 4% každý rok. Navíc bude uvažován růst cen pro první fázi na úrovni celkem 6%, kde 2% navíc symbolizují nutné opravy chátrajícího rozestavěného sektoru. Takový model se nejvíce blíží realitě popsané v kapitole 3.

Postup výpočtu se bude lišit pouze tím, že místo jedné pevně dané realizační ceny pro každou fázi bude rozhodnutí každý rok založeno na jiné ceně. Konkrétní postup je popsán v podkapitole 4.6.1, na tomto místě budou uvedeny pouze výsledky.

Díky rostoucí ceně nebude výhodné odkládat rozšíření. Z toho důvodu je výsledkem fakticky stejný model jako v případě podkapitoly 4.6.1 (pouze s tím rozdílem, že zde se náklady první fáze zvyšují meziročně o 6% místo původních 4%; ignorování nákladů chátrání by vedlo ke zcela shodným číselným výsledkům jako v podkapitole 4.6.1). Jakmile se společnost rozhodne dostavět byty v první sekci, nebude pro ni výhodné dále čekat s expanzí a bude chtít dostavět zbývající sekce co nejdříve.

Tabulka 31 obsahuje relevantní část finálního binomického modelu. Barevné odlišení je stejné jako v podkapitole 4.6.1, kde zelená barva značí start projektu (a vzhledem k výše uvedeným skutečnostem také realizaci rozšíření co nejdříve), modrá barva vyčkávání a červená barva odprodej. Je zřejmé, že např. prostřední buňka ve druhém roce bude relevantní pouze tehdy, pokud cena podkladového aktiva v prvním roce klesne a firma bude dál vyčkávat. Pokud v prvním roce cena vzroste, pak firma začne stavět první sektor bytů. Po jeho dokončení, bez ohledu na další tržní vývoj (neboť se vždy takový postup vyplatí díky ztrátě možnosti pozemek prodat), dostaví postupně i zbylé dvě

sekcí. Při určitém vývoji trhu bude firma vyčkávat až do roku 4, kdy nejpozději musí o realizaci první fáze rozhodnout.

**Tab. 31: Binomický model pro komplexní složenou opci, zpětná indukce, růst nákladů (v €)**

Rok	0	1	2	3	4
					2 120 240
			1 382 996	1 728 481	1 092 752
		1 078 900		845 990	
	866 235		720 408		600 000
		656 497		600 000	
			600 000		600 000
				600 000	
					600 000

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Hodnota analyzované opce pro měnící se náklady výstavby v čase je 866 235 €, což vede dle vzorce (2.8) k hodnotě projektu  $-1\,100\,000 + 866\,235 = -233\,765$  €. Hodnota je nižší v porovnání s výsledky podkapitoly 4.6.1 jenom díky v čase rychleji rostoucím nákladům první fáze (kvůli chátrání).

Závěrem kapitoly 4 lze říci, že hodnota flexibility v projektu není natolik vysoká, aby dokázala změnit rozhodnutí učiněné na základě standardních metod hodnocení investic. Celková hodnota projektu se blíží nule a přijatelnosti pouze v případě zanedbání růstu nákladů výstavby v čase.

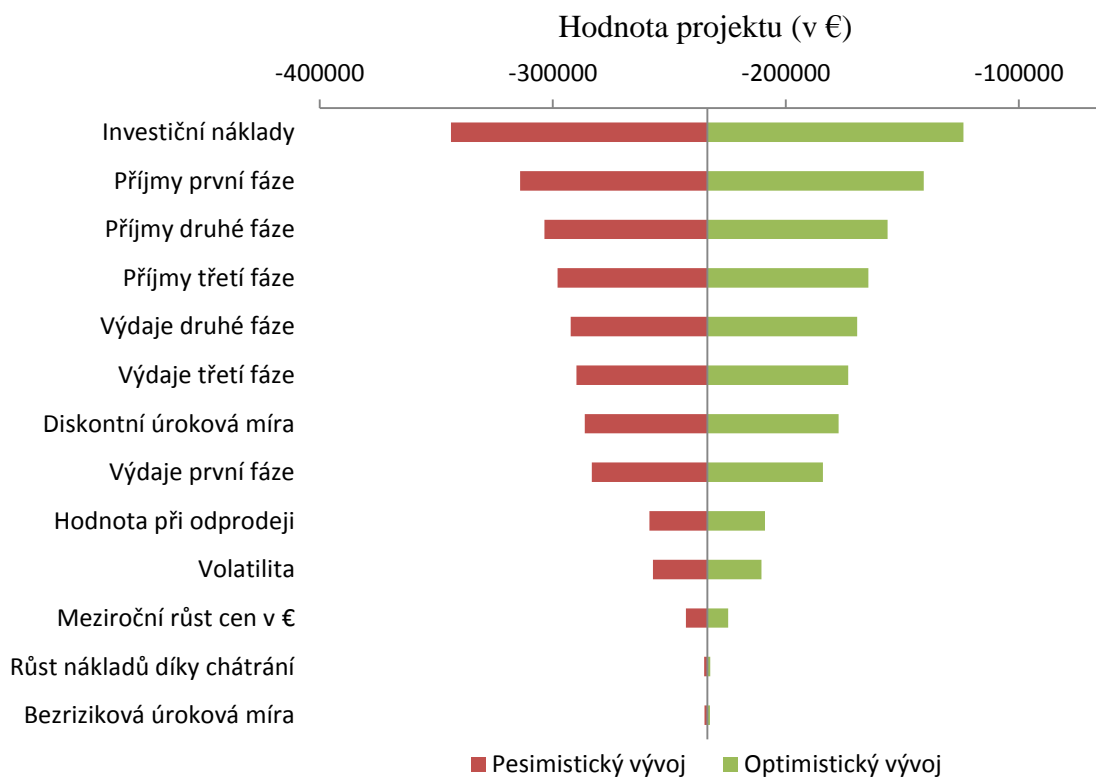
## 5 Analýza citlivosti

S cílem stanovit parametry nejvíce ovlivňující hodnotu projektu bude v této kapitole provedena citlivostní analýza tak, že dojde k postupným změnám každého parametru figurujícího ve výpočtu o 10% příznivým i nepříznivým směrem a bude sledován vliv této změny na hodnotu projektu.

[13] definuje postup citlivostní analýzy ve čtyřech krocích. Nejprve je definována závislost sledované hodnoty na faktorech, které ji ovlivňují (tu zde vyjadřuje binomický model hodnocení opce). Dále se určí nejpravděpodobnější hodnoty faktorů a stanoví se očekávaná sledovaná hodnota (provedeno v předcházejících částech práce). Jako třetí krok se určí změněné hodnoty faktorů a vypočte se jejich vliv na sledovanou hodnotu. Na závěr se stanoví nejvýznamnější a nejméně významné faktory.

Tabulka v příloze D shrnuje výsledky provedené citlivostní analýzy pomocí absolutních a relativních změn hodnoty projektu. Absolutní změny hodnoty projektu vyjadřuje také tornádo graf na obrázku 4.

**Obr. 4: Tornádo graf**



*Zdroj: Vlastní zpracování*

Z výpočtů je patrné, že nejvíce ovlivňují hodnotu projektu investiční náklady a očekávané příjmy jednotlivých fází, naopak nejmenší vliv má bezriziková úroková míra a růst nákladů díky chátrání (mění-li se parametry o 10%; v praxi je vyšší procentuální změna některých parametrů pravděpodobnější, než stejná změna jiných parametrů). Společnost by tedy měla koncentrovat svou snahu na ovlivnění investičních nákladů (ceny pozemku a příslušných služeb) spíše než nákladů stavebních.

Zajímavá je také analýza zcela pesimistického a zcela optimistického vývoje (tedy pokud se změní všechny parametry příslušným směrem zároveň, nikoliv postupně). První případ vede na hodnotu projektu -655 253 €, druhý na 572 599 €. Ekonomická přijatelnost projektu tedy není zcela nereálná. Využitím nástroje Řešitel v Microsoft Excel 2010 lze zjistit, že by se projekt stal přijatelným při příznivé změně všech parametrů o 3,407% nebo např. při poklesu investičních i stavebních nákladů o 7,334% či růstu příjmů ve všech fázích o 7,914% (při ostatních parametrech nezměněných). Podobně bude projekt přijatelný při diskontní míře nižší než 10,288%, což odpovídá vnitřnímu výnosovému procentu z podkapitoly 3.3.3 (protože pro takto nízkou diskontní míru nebude vyčkáváno s žádnou fází projektu vzhledem k rostoucím stavebním výdajům v čase).

Právě diskontní míra bude v praxi hodnotu projektu nejvíce ovlivňovat. Na obrázku 4 je sice až sedmým parametrem v pořadí, je ovšem nutné si uvědomit, že uvedený tornádo graf neříká nic o pravděpodobnosti nastání daných změn. Diskontní míra byla zvolena v podkapitole 3.2.3 odhadem na základě několika zdrojů, kdežto příjmy a výdaje byly odhadnuty firmami pohybujícími se v příslušném oboru desítky let. Z tohoto důvodu je užitečná podrobnější analýza hodnoty projektu v závislosti na velikosti diskontní míry. Potřebná data (získaná z binomického modelu) shrnuje graf v příloze E. S rostoucí diskontní mírou klesá hodnota projektu až limitně k -500 000 €, což by představovalo extrémní situaci, kdy je pozemek okamžitě po koupi opět odprodán. Překročením výše uvedené míry 10,288% přechází projekt z ekonomicky přijatelného na nepřijatelný.

Pro srovnání, pokud by byly stavební výdaje stabilní a neměnné v čase (jak předpokládá první část podkapitoly 4.7), stává se kritickou pro přijatelnost projektu diskontní míra na úrovni 14,701%. Závěrem kapitoly lze říci, že výnosnost projektu při započtení flexibility bude 14,701%, budou-li stavební výdaje konstantní v čase, a 10,288% pro meziroční růst nákladů první fáze o 6% a nákladů druhé a třetí fáze o 4%.

## 6 Závěr

Předložená práce se zabývá hodnocením investičního záměru společnosti Camfield, který se týká developerského projektu na území Severokyperské turecké republiky, pomocí reálných opcí.

V prvních dvou kapitolách práce je stručně shrnuta literatura zabývající se hodnocením investic a především metodou reálných opcí. Tyto kapitoly dávají teoretický podklad pro navazující prakticky zaměřený text. Třetí kapitola obsahuje popis projektu a jeho rámce spolu se zhodnocením různých variant projektu standardními metodami čisté současné hodnoty, vnitřního výnosového procenta a indexu ziskovosti. Dle těchto metod není žádná varianta projektu ekonomicky přijatelná a investiční záměr dle nich není pro společnost atraktivní.

Čtvrtá kapitola zahrnuje do výpočtu hodnoty investice také flexibilitu zabudovanou inherentně v projektu. Nejprve jsou analyzovány zjednodušené základní typy reálných opcí, následně je od zjednodušení upuštěno a v závěru kapitoly je vytvořen model pro komplexní složenou opci. Pro výpočet hodnoty opcí je využit primárně binomický model, doplněný v určitých případech Black-Scholesovým modelem a simulací Monte Carlo. Přestože hodnota flexibility ve všech uvažovaných případech zvyšuje celkovou hodnotu projektu, nelze investiční záměr při uvážení všech ovlivňujících faktorů doporučit k realizaci.

Pátá kapitola se zabývá analýzou citlivosti hodnoty projektu včetně hodnoty flexibility na změnu parametrů použitých k jejímu výpočtu. Mění-li se postupně všechny faktory o 10 procent, potom má největší dopad na hodnotu projektu velikost investičních nákladů spojených s pořízením pozemku. Následují příjmy a výdaje jednotlivých fází společně s diskontní mírou. Naopak nejmenší vliv má změna růstu nákladů spojeného s chátráním a změna bezrizikové úrokové míry.

Rozhodnutí, zda projekt realizovat či nikoliv, v konečném důsledku závisí na velikosti požadované výnosnosti společnosti. Výpočty napříč prací dochází k závěru, že lze počítat s výnosností projektu 10 až 15 procent v závislosti na ekonomickém vývoji Severokyperské turecké republiky a vývoji měnového kurzu mezi eurem a tureckou lirou; přijatelnost takových hodnot pro společnost se bude z velké části odvíjet od alternativních projektů, které může firma realizovat, a od velikosti investičních prostředků, které má k dispozici.

## Seznam tabulek

Tab. 1: Porovnání finančních a reálných opcí .....	19
Tab. 2: Výchozí binomický model (v milionech \$).....	22
Tab. 3: Binomický model s hodnotami v roce 5 dle rozhodnutí o opuštění (v mil. \$) ...	23
Tab. 4: Finální binomický model dle rozhodnutí o opuštění (v milionech \$) .....	24
Tab. 5: Jeden průběh Monte Carlo simulace .....	27
Tab. 6: Hodnota reálných opcí v závislosti na flexibilitě a nejistotě .....	29
Tab. 7: Metody podle stupně plnění kritérií .....	29
Tab. 8: Očekávané příjmy z prodeje bytů.....	39
Tab. 9: Očekávané výdaje na výstavbu bytů a doba výstavby .....	40
Tab. 10: Čisté peněžní toky pro nejdelší variantu projektu (v tis. €).....	40
Tab. 11: Čisté peněžní toky pro variantu 1 (v tis. €) .....	41
Tab. 12: Čisté peněžní toky pro variantu 2 (v tis. €) .....	42
Tab. 13: Vývoj cen rezidencí ve Famagustě od 1. čtvrtletí 2006 do 3. čtvrtletí 2012. ...	46
Tab. 14: Výchozí binomický model pro opci 2 (v €).....	49
Tab. 15: Binomický model pro opci 2 s hodnotami v roce 5, zpětná indukce (v €).....	50
Tab. 16: Binomický model pro opci 2, zpětná indukce (v €) .....	51
Tab. 17: Alternativní výchozí binomický model pro opci 2 (v €) .....	51
Tab. 18: Alt. binom. model pro opci 2 s hodnotami v roce 5, zpětná indukce (v €) .....	52
Tab. 19: Alternativní binomický model pro opci 2, zpětná indukce (v €).....	52
Tab. 20: Výchozí binomický model pro opci 3 (v €).....	53
Tab. 21: Binomický model pro opci 3, zpětná indukce (v €) .....	54
Tab. 22: Výchozí binomický model pro opci 1 (v €).....	55
Tab. 23: Binomický model pro zjednodušenou opci 1, zpětná indukce (v €) .....	55
Tab. 24: Binomický model pro opci 1, zpětná indukce (v €) .....	56
Tab. 25: Roční míra inflace v Turecku za období 2008 – 2012 dle PPI (v %).....	57
Tab. 26: Binomický model pro opci 1, zpětná indukce, růst nákladů (v €).....	59
Tab. 27: Alter. binomický model pro opci 3, zpětná indukce, růst nákladů (v €) .....	60
Tab. 28: Binomický model pro složenou opci na rozšíření, zpětná indukce (v €) .....	61
Tab. 29: Binomický model pro složenou opci na rozšíření, zpětná indukce (v €) .....	63
Tab. 30: Binomický model pro komplexní složenou opci, zpětná indukce (v €).....	63
Tab. 31: Binom. model pro komplexní složenou opci, zpětná ind., růst nákladů (v €)..	65

## **Seznam obrázků**

Obr. 1: Závislost zisku držitele opce na spotové ceně .....	17
Obr. 2: Princip hry Pačinko .....	21
Obr. 3: Přínosy reálných opcí podle velikosti NPV .....	30
Obr. 4: Tornádo graf .....	66

## **Seznam použitých zkratk**

APT ... arbitrage pricing theory

CAPM... capital asset pricing model

IRR ... internal rate of return, vnitřní výnosové procento

NPV ... net present value, čistá současná hodnota

OSN ... Organizace spojených národů

PI ... profitability index, index ziskovosti



## Seznam použité literatury

### Tištěné zdroje

- [1] CIPRA, T. *Praktický průvodce finanční a pojistnou matematikou*. Praha: Ekopress, 2005, ISBN 8086119912
- [2] COPELAND, T., ANTIKAROV, V. *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York, NY, USA: Texere, 2001, ISBN 1587990288
- [3] HRDÝ, M. *Strategické finanční řízení a investiční rozhodování*. Praha: Bilance, 2008, ISBN 8086371506
- [4] KALOS, M., WHITLOCK, P. *Monte Carlo Methods*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008. ISBN 9783527407606
- [5] KISLINGEROVÁ, E., *Oceňování podniku*. Praha: C. H. Beck, 2001, ISBN 8071795291
- [6] KODUKULA, P., PAPUDESU, C. *Project Valuation Using Real Options: A Practitioner's Guide*. Plantation, FL, USA: J. Ross Publishing, 2006, ISBN 1932159436
- [7] RATCLIFFE, J., STUBBS, M., SHEPHERD, M. *Urban Planning and Real Estate Development*. New York, NY, USA: Spon Press, 2004, ISBN 0415272610
- [8] ROUŠAR, I. *Projektové řízení technologických staveb*. Praha: Grada Publishing, 2008, ISBN 9788024726021
- [9] SHOCKLEY, R. *An Applied Course in Real Options Valuation*. Mason, OH, USA: Thomson South-Western, 2007, ISBN 0324259638
- [10] SCHOLLEOVÁ, H. *Hodnota flexibility, Reálné opce*. Praha: C. H. Beck, 2007, ISBN 9788071797357
- [11] ŠPICAR, R. Monte Carlo simulace v optimalizaci procesů. In IRCINGOVÁ, J., TLUČHOŘ, J. (editoři) *Trendy v podnikání 2012*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2012, ISBN 9788026101000
- [12] ŠULÁK, M., ZAHRADNÍČKOVÁ, L. *Rozbor výkonnosti firem*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2012, ISBN 9788026101468
- [13] VALACH, J., *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. Praha: Ekopress, 2006, ISBN 8086929019
- [14] ULAM, S. *Adventures of a Mathematician*. Berkeley, CA, USA: University of California Press, 1991. ISBN 9780520071544

## Elektronické zdroje

- [15] 6 Rules of Thumb for Every Real Estate Investor. *Realdata* [online]. 2009 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: [http://www.realdata.com/ls/rules\\_of\\_thumb\\_a.shtml](http://www.realdata.com/ls/rules_of_thumb_a.shtml)
- [16] Daily Treasury Yield Curve Rates. *U.S. Department of the Treasury* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldAll>
- [17] Ekonomie staveb a sídel. *SPA - Spolek posluchačů architektury* [online]. 2011 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://goo.gl/coCb6>
- [18] EUR/TRY Currency Conversion Chart. *Yahoo! Finance - Business Finance, Stock Market, Quotes, News* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://goo.gl/TxKo6>
- [19] Finanční analýza podnikové sféry za rok 2011. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2012 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument105732.html>
- [20] Producer price index (PPI). *Turkish Statistical Institute (TurkStat)* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/ufedagitimapp/?dil=2>
- [21] Residential Property Price Indices. *Central Bank of Cyprus* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: [http://www.centralbank.gov.cy/nqcontent.cfm?a\\_id=11836&lang=en](http://www.centralbank.gov.cy/nqcontent.cfm?a_id=11836&lang=en)
- [22] SAFAKLI, O., ALTUNER, T. Comparative outlook of the pre and post crisis periods for the banking sector of Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC). In: *Journal of Yasar University* [online]. 2009 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://goo.gl/kyu3I>
- [23] US Generic Govt 5 Year Yield Chart. *Bloomberg - Business, Financial & Economic News, Stock Quotes* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.bloomberg.com/quote/USGG5YR:IND/chart>

## **Seznam příloh**

Příloha A: Podrobný výpočet volatility

Příloha B: Binomické modely pro složenou opci na rozšíření

Příloha C: Binomické modely pro komplexní složenou opci

Příloha D: Citlivostní analýza

Příloha E: Závislost hodnoty projektu na diskontní míře

## Příloha A: Podrobný výpočet volatility

Celkem jsou k dispozici data za 27 období, tedy dle (2.12) bude  $k = 27$ .

Vývoj cen rezidencí ve Famagustě od 1. čtvrtletí 2006 do 3. čtvrtletí 2012 v řetězových indexech  $y_n$

Období	Q1 06	Q2 06	Q3 06	Q4 06	Q1 07	Q2 07	Q3 07	Q4 07
Řetězový index $y_n = x_{n+1} / x_n$	x	1,121	1,061	1,029	1,123	1,076	1,016	1,089
Období	Q1 08	Q2 08	Q3 08	Q4 08	Q1 09	Q2 09	Q3 09	Q4 09
Řetězový index $y_n = x_{n+1} / x_n$	1,043	0,978	1,127	0,960	0,994	0,979	0,954	1,012
Období	Q1 10	Q2 10	Q3 10	Q4 10	Q1 11	Q2 11	Q3 11	Q4 11
Řetězový index $y_n = x_{n+1} / x_n$	0,978	0,985	0,997	1,002	0,940	1,019	0,973	0,981
Období	Q1 12	Q2 12	Q3 12					
Řetězový index $y_n = x_{n+1} / x_n$	0,976	0,954	1,013					

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Přirozené logaritmy řetězových indexů  $y_n$

Období	Q1 06	Q2 06	Q3 06	Q4 06	Q1 07	Q2 07	Q3 07	Q4 07
$\ln y_n$	x	0,114	0,059	0,029	0,116	0,073	0,016	0,086
Období	Q1 08	Q2 08	Q3 08	Q4 08	Q1 09	Q2 09	Q3 09	Q4 09
$\ln y_n$	0,042	-0,023	0,120	-0,040	-0,006	-0,021	-0,047	0,012
Období	Q1 10	Q2 10	Q3 10	Q4 10	Q1 11	Q2 11	Q3 11	Q4 11
$\ln y_n$	-0,023	-0,015	-0,003	0,002	-0,062	0,019	-0,027	-0,019
Období	Q1 12	Q2 12	Q3 12					
$\ln y_n$	-0,025	-0,047	0,013					

*Zdroj: Vlastní zpracování*

Průměr  $\ln y_n = (0,114 + \dots + 0,013) / 26 = 0,013$

Suma čtverců odchylek od průměru =  $[(0,114 - 0,013)^2 + \dots + (0,013 - 0,013)^2] = 0,069$

Čtvrtletní volatilita =  $(0,069 / 26)^{1/2} = 5,165\%$

Roční volatilita = čtvrtletní volatilita \* odmocnina (4 / 1) = 10,330%

## Příloha B: Binomické modely pro složenou opci na rozšíření

Výchozí binomický model pro složenou opci na rozšíření (v €)

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7
							4 166 054	4 619 420
					3 388 439	3 757 182	3 388 439	3 757 182
				3 055 885	2 755 969	3 055 885	2 755 969	3 055 885
		2 485 488	2 755 969	2 485 488	2 241 554	2 485 488	2 241 554	2 485 488
	2 241 554	2 021 559	2 241 554	2 021 559	1 823 156	2 021 559	1 823 156	2 021 559
			1 823 156	1 644 225	1 823 156	1 644 225	1 823 156	1 644 225
					1 482 855	1 644 225	1 482 855	1 644 225
						1 337 322	1 482 855	1 337 322
							1 206 072	1 087 704

Zdroj: Vlastní zpracování

**Binomický model pro delší opci ve složené opci na rozšíření, zpětná indukce (v €)**

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7
							3 187 638	3 633 146
					2 425 553	2 786 563	2 410 023	2 770 908
				2 100 672	2 085 266	1 777 554		2 069 611
			1 808 368	1 793 084	1 514 869			1 499 214
		1 545 437	1 293 952	1 530 276	1 278 668			
	1 308 993	1 081 508	875 555	1 066 347	860 271	1 050 940	1 263 138	1 035 285
						673 606	844 741	
				689 012	519 970	366 703	504 440	657 951
							227 657	351 048
								101 430

*Zdroj: Vlastní zpracování*

## Příloha C: Binomické modely pro komplexní složenou opci

Výchozí binomický model pro komplexní složenou opci (v €)

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7
							6 768 032	7 504 557
					5 504 745	6 103 793	5 504 745	6 103 793
			4 964 489	4 964 489	4 477 256	4 964 489	4 477 256	4 964 489
		4 037 842	4 477 256	4 037 842	4 477 256	4 037 842	4 477 256	4 037 842
	3 641 554	4 037 842	3 641 554	4 037 842	3 641 554	4 037 842	3 641 554	4 037 842
		3 284 158	3 641 554	3 284 158	3 641 554	3 284 158	3 641 554	3 284 158
			2 961 839	3 284 158	2 961 839	3 284 158	2 961 839	3 284 158
				2 671 154	2 961 839	2 671 154	2 961 839	2 671 154
					2 408 997	2 671 154	2 408 997	2 671 154
						2 172 569	2 408 997	2 172 569
							1 959 345	2 172 569
								1 767 048

Zdroj: Vlastní zpracování

Binomický model pro opci expanze do třetí fáze v komplexní složené opci, zpětná indukce (v €)

Rok	0	1	2	3	4	5	6	7
							5 789 617	6 518 283
					4 541 860	5 133 174	4 526 330	5 117 519
			4 009 276		3 514 371	3 993 870	3 498 841	3 978 215
		3 097 791	3 529 655	3 082 629	2 678 668	3 067 223	2 663 138	3 051 568
	2 708 993	2 344 107	2 693 952	2 328 945	1 998 954	2 313 539	1 983 424	2 297 884
			2 014 238	1 715 941	1 446 112	1 700 534	1 430 582	1 684 880
						1 201 950	980 930	1 186 295
								780 774

Zdroj: Vlastní zpracování



## Příloha D: Citlivostní analýza

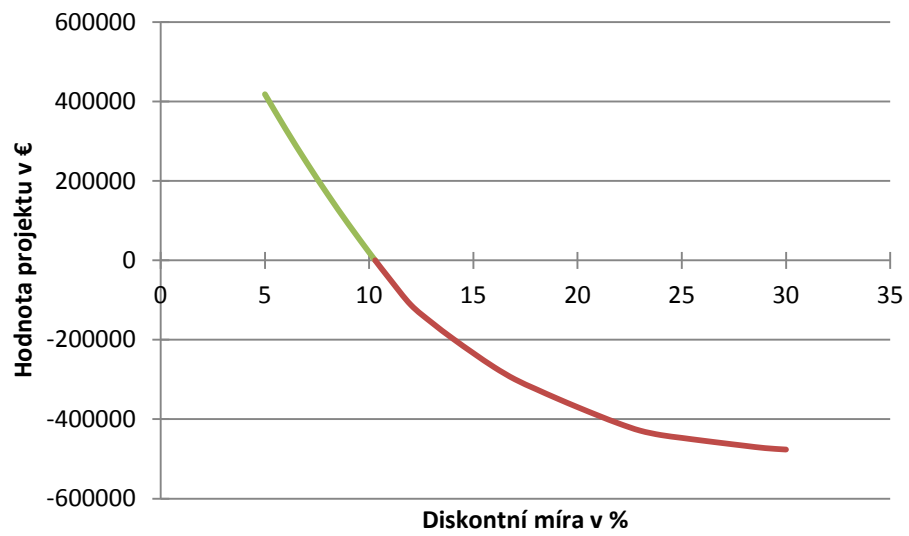
Citlivostní analýza hodnoty projektu při započítání hodnoty komplexní složené opce

Relativní změna, negativní vývoj	Absolutní změna, negativní vývoj	Parametr	Absolutní změna, pozitivní vývoj	Relativní změna, pozitivní vývoj
-27,464%	-64 201 €	Příjmy třetí fáze	69 136 €	29,575%
-29,854%	-69 788 €	Příjmy druhé fáze	77 405 €	33,112%
-34,333%	-80 258 €	Příjmy první fáze	92 901 €	39,741%
-23,990%	-56 079 €	Výdaje třetí fáze	60 558 €	25,905%
-25,040%	-58 533 €	Výdaje druhé fáze	64 391 €	27,545%
-21,213%	-49 588 €	Výdaje první fáze	49 588 €	21,213%
-47,056%	-110 000 €	Investiční náklady	110 000 €	47,056%
-22,452%	-52 484 €	Diskontní míra	56 393 €	24,124%
-9,949%	-23 258 €	Volatilita příjmů	23 239 €	9,941%
-0,495%	-1 156 €	Bezriziková úroková míra	1 157 €	0,495%
-3,883%	-9 076 €	Meziroční růst cen v €	9 039 €	3,867%
-0,557%	-1 301 €	Růst nákladů díky chátrání	1 299 €	0,556%
-10,591%	-24 758 €	Hodnota při odprodeji	24 758 €	10,591%

*Zdroj: Vlastní zpracování*

## Příloha E: Závislost hodnoty projektu na diskontní míře

Hodnota projektu (v €) jako funkce diskontní míry (v %)



*Zdroj: Vlastní zpracování*

## **Abstrakt**

ŠPICAR, R. *Hodnocení efektivnosti projektu metodou reálných opcí*. Diplomová práce. Plzeň: Fakulta ekonomická ZČU v Plzni, 74s., 2013

**Klíčová slova:** investiční rozhodování, hodnocení projektů, čistá současná hodnota, reálné opce

Předkládaná diplomová práce se zabývá hodnocením investičních projektů standardními metodami v čele s čistou současnou hodnotou a metodou reálných opcí. Na základě dostupných literárních zdrojů popisuje v současnosti nejpoužívanější metody hodnocení efektivnosti projektů a způsob jejich výpočtu. Dále se zaměřuje na popis problematiky reálných opcí a jejich souvislosti s finančními opcemi. Shrnuje různé metody výpočtu reálných opcí, možnosti stanovení potřebných parametrů, typy reálných opcí a jejich výhody v porovnání se standardními metodami hodnocení projektů. V praktické části práce popisuje developerský projekt na území Severokyperské turecké republiky a tento projekt hodnotí metodami čisté současné hodnoty, vnitřního výnosového procenta a indexu ziskovosti. Hlavní přínos práce spočívá v identifikaci flexibility uvnitř projektu a vyčíslení její hodnoty metodou reálných opcí. Závěr práce se věnuje citlivostní analýze hodnoty projektu na jednotlivé parametry výpočtu.

## **Abstract**

ŠPICAR, R. *Project evaluation using real options*. Diploma thesis. Pilsen: Faculty of Economics UWB in Pilsen, 74s., 2013

**Keywords:** investment valuation, project valuation, net present value, real options

The presented diploma thesis focuses on traditional methods of project valuation as well as real options analysis. Theory behind the currently most widely used project valuation methods is described in accordance with available literature. This thesis also deals with theoretical and practical approach to real options and their connection to financial options. Various methods of valuating real options are analyzed as well as types of real options and their benefits compared to traditional project valuation methods. Main part of the thesis focuses on practical application of the theory by analyzing and valuating an investment project in the Turkish Republic of Northern Cyprus. The project is first evaluated using traditional methods and then its flexibility is identified and evaluated using real options. Finally, a sensitivity analysis is performed to determine how various parameters determine the value of the analyzed project.