

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Pilecký** Vít

Studijní program: Softwarové technologie a management  
Obor: Manažerská informatika

Název tématu:

### Hodnocení investic do využití cloudů

*Pokyny pro vypracování:*

1. Specifikace pojmu cloud, typy cloudů a jejich vlastnosti
2. Obecné možnosti hodnocení investice do cloudů
3. Používané metody hodnocení cloudů
4. Případová studie využití reálných opcí

*Seznam odborné literatury:*

1. Starý O.: Reálné opce. A plus, 2003.
2. Scholleová H.: Hodnota flexibility reálné opce. C.H. Beck, 2007.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Náplava

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015

Doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2014

bakalářská práce

# Hodnocení investic do využití cloudu

*Pilecký Vít*



23. května 2014

Ing. Pavel Náplava

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická, Katedra ekonomiky, manažerství a  
humanitních věd



## **Poděkování**

Rád bych na tomto místě poděkoval Ing. Pavlu Náplavovi za konzultace, připomínky a množství času, které mi věnoval při zpracovávání této práce. . .

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V praze dne 23. května 2014

Podpis: .....

## **Abstrakt**

Cílem práce je popsat cloud, zhodnotit nejpoužívanější metody pro hodnocení investic do něj a předvést jednoduchý návod, jak ohodnotit projekt běžící na cloudu pomocí metody reálných opcí. Za tímto účelem je v první kapitole popsán cloud, jeho základní prvky, vlastnosti, cena a výhody spolu s nevýhodami. V druhé kapitole jsou popsány nejpoužívanější metody pro hodnocení investic do IT včetně jejich popisu, vzorce pro výpočet a ohodnocení vhodnosti pro cloud. Pozornost je věnována především metodě reálných opcí, která se moc nepoužívá, ale vlastnosti cloudu ji k použití ve vybraných příkladech přímo vybízejí. V poslední kapitole práce je představen projekt běžící v cloudu, u kterého se na několika příkladech demonstruje způsob zhodnocení investic pomocí metody reálných opcí.

## **Klíčová slova**

Hodnocení investic; Metoda reálných opcí; Finanční metody; Volatilita; Flexibilita; Cloud

## **Abstrakt**

The aim of this thesis is to describe the cloud computing, analyse its most frequently used valuation methods and give the simple outline of how evaluate the project functioning on the cloud computing by using real option analysis. The first chapter shows what the cloud computing is, what fundamental patterns and features it has and how much it cost. It also deals with its advantages and disadvantages. In the second chapter, the most frequently used valuation methods, their definitions, formulas and how it is usable for the cloud computing are discussed. The main focus of this thesis is, however, on real option analysis. This method is not so much used, but the cloud computing has any condition to use it as it is shown in the examples. Last chapter introduces the project running on the cloud computing in different ways. It illustrates how does the assesment of investment in cloud environment work when using real option analysis.

## **Keywords**

Assesment of investment; Real options analysis; Financial method; Volatility; Flexibility; Cloud computing

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1. Cloud computing</b>	<b>2</b>
1.1. Definice cloudu . . . . .	3
1.2. Pět základních vlastností cloudu . . . . .	4
1.2.1. Samo-obslužnost . . . . .	4
1.2.2. Přístup v síti . . . . .	4
1.2.3. Slučování zdrojů . . . . .	4
1.2.4. Škálovatelnost . . . . .	5
1.2.5. Měřitelná služba . . . . .	5
1.3. Modely nasazení . . . . .	5
1.3.1. Privátní cloud . . . . .	5
1.3.2. Komunitní cloud . . . . .	6
1.3.3. Veřejný cloud . . . . .	6
1.3.4. Hybridní cloud . . . . .	6
1.4. Distribuční modely . . . . .	6
1.4.1. IaaS – Infrastruktura jako služba . . . . .	7
1.4.2. PaaS – Platforma jako služba . . . . .	7
1.4.3. SaaS – Software jako služba . . . . .	8
1.5. Výhody a nevýhody cloudu . . . . .	8
1.6. Cena cloudu . . . . .	9
<b>2. Používané metody hodnocení investic</b>	<b>10</b>
2.1. Návratnost investice . . . . .	11
2.1.1. Výpočet metody . . . . .	11
2.1.2. Zhodnocení metody . . . . .	12
2.2. Celkové náklady na vlastnictví . . . . .	12
2.2.1. Výpočet metody . . . . .	12
2.2.2. Zhodnocení metody . . . . .	13
2.3. Celková hodnota vlastnictví . . . . .	13
2.3.1. Výpočet metody . . . . .	13
2.3.2. Zhodnocení metody . . . . .	14

2.4.	Čistá současná hodnota . . . . .	14
2.4.1.	Výpočet metody . . . . .	15
2.4.2.	Určení diskontu a životnosti projektu . . . . .	15
2.4.3.	Zhodnocení metody . . . . .	16
2.5.	Vnitřní výnosové procento . . . . .	16
2.5.1.	Výpočet metody . . . . .	16
2.5.2.	Zhodnocení metody . . . . .	17
2.6.	Diskontovaná doba splacení . . . . .	17
2.6.1.	Výpočet metody . . . . .	17
2.6.2.	Zhodnocení metody . . . . .	18
2.7.	Metoda reálných opcí . . . . .	18
2.7.1.	Stanovení nejistoty projektu . . . . .	19
2.7.2.	Výpočet metody . . . . .	20
2.7.3.	Zhodnocení metody . . . . .	21
2.8.	Shrnutí metod . . . . .	22
<b>3.</b>	<b>Spojení cloudu s byznysem</b>	<b>23</b>
3.1.	Příklad použití reálných opcí: fotoaplikace . . . . .	24
3.1.1.	Stanovení volatility projektu . . . . .	25
3.1.2.	Vývoj a testování . . . . .	27
3.1.3.	Rozšíření výkonu . . . . .	29
3.1.4.	Snížení výkonu . . . . .	34
3.1.5.	Vyhodnocení příkladů . . . . .	36
	<b>Závěr</b>	<b>38</b>
	<b>Přílohy</b>	
	<b>A. Obsah příloženého CD</b>	<b>40</b>
	<b>Literatura</b>	<b>41</b>



## Zkratky

ROA	Real Option Analysis
ICT	Zkratka pro informační a telekomunikační technologie, která vychází z anglického Information and Communication Tenchnologies
ID	Dodatečné investiční výdaje
IU	Uspořené investiční výdaje
NIST	National Institute of Standards and Technology – instituce fungující pod ministerstvem obchodu USA, která se stará o standardizaci a podporu inovací v průmyslu.
IDE	Integrated Development Environment je vývojové prostředí obsahující kompilátor, editor zdrojového kódu, případně interpret a většinou také debugger.
API	Application Programming Interface je sbírka funkcí, procedur, tříd či protokolů nějaké knihovny
Cashflow	Peněžní tok, rozdíl mezi příjmy a výdaji peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů v podniku.
ROE	Return of equity ukazuje, do jaké míry se daří společnosti z dostupných aktiv generovat zisk, případně jinou alternativní veličinu poměřující firemní výkonnost.

# Úvod

Cílem této práce je shrnout a zhodnotit nejoblíbenější finanční metody, které se používají pro hodnocení investic do cloudového řešení, se zaměřením na metodu reálných opcí. Za tímto účelem definuji cloud a jeho základní vlastnosti, dále pak popisuji nejpoužívanější metody hodnocení investic a v závěru porovnávám reálné opce s vlastnostmi cloudu na několika příkladech.

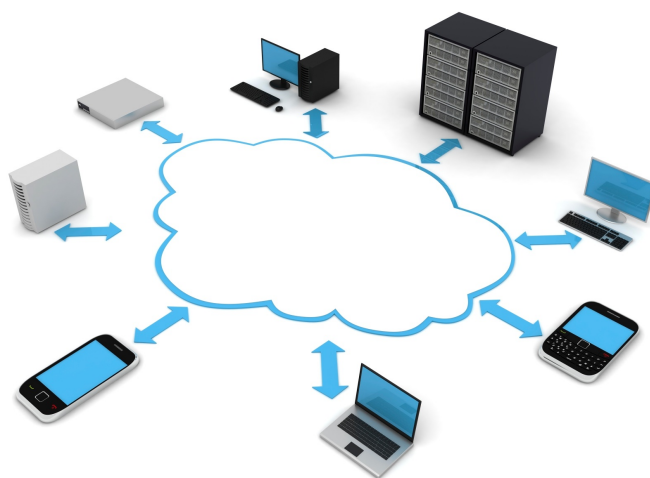
První kapitola této práce je věnovaná cloud computingu. Na začátku se věnuji několika definicím cloudu. Z těchto definic jsem si zvolil jednu a to konkrétně od institutu NIST, které se posléze držím ve zbytku práce. Poté jsem vypsals základní vlastnosti cloudu, jeho modely nasazení a distribuční modely. Také popisuji klienty, pomocí kterých se k němu dá připojit, načež navazují jeho nejvýraznější výhody a nevýhody. Závěr kapitoly jsem věnoval ceně cloudu.

Druhá kapitola práce se zabývá nejpoužívanějšími finančními metodami hodnocení investic do IT. V jejím úvodu popisuji rozdíl mezi statickými a dynamickými metodami. Posléze definuji několik kritérií, které používám pro zhodnocení každé popisované metody. Zbytek kapitoly tvoří jednotlivé metody. U Každé je na začátku dán její popis, následován vzorcem pro její výpočet a ukončen jejím hodnocením dle na začátku stanovených kritérií. Celou tuto kapitolu zakončuji jednoduchou tabulkou, ve které zobrazuji vzorce pro výpočty hodnot popisovaných metod, jejich vypovídací hodnotu a vhodnost pro cloud.

Třetí poslední kapitola představuje spojení byznysu s technologií, přesněji řečeno aplikaci metody reálných opcí na cloud. V jejím úvodu se snažím poukázat na to, že v dnešní době již není infrastruktura pouhou další položkou v nákladech firmy, ale jejím podpůrným sloupem. Osvětluji zde výhody cloudu oproti vlastní infrastruktuře, následovně pak přirovnávám cloud k reálné opci, což se snažím podpořit třemi příklady. U každého příkladu podrobně popisuji postup, jaký jsem použil, a vysvětluji, k čemu jsem jeho prostřednictvím došel.

# 1. Cloud computing

Cloud, jehož klasické zobrazení můžeme vidět na Obr. 1, je v dnešní době velice skloňovaným tématem. Cloud computing není webhosting; na rozdíl od něj nemá výkonnostní limity, nevyžaduje vysoké zřizovací poplatky a všechny náklady jsou účtovány dle skutečné spotřeby. Ve většině případů není potřeba volit žádný cenový program, úroveň služby či maximální použitelnou kapacitu. Zákazníka cloudu nezajímá, jak velký objem dat je potřeba uložit, kolik a jak velkých e-mailových schránek bude využito nebo s kolika databázemi se bude pracovat.



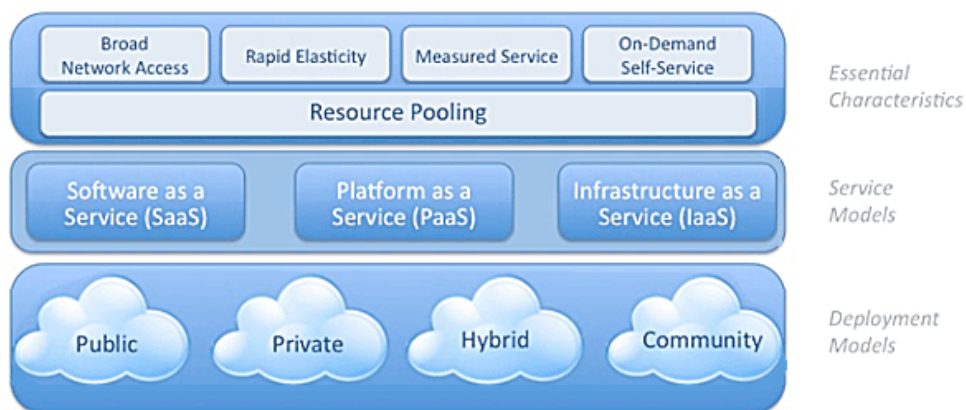
**Obrázek 1.** Klasické zobrazení cloudu.

Nejedná se ani o pouhou serverovou virtualizaci. Cloud je především účelově stavěná architektura, a ačkoliv je virtualizace serverů její důležitou složkou, není vždy nutnou součástí. Některé přední internetové firmy, jako je například Google, nasadily cloudovou architekturu bez využití virtualizace serverů. Namísto toho využívají infrastrukturu minimalistických serverů[1]. Cloud je tedy cestou, jak poskytovat a organizovat infrastrukturu napříč data centrem.

## 1.1. Definice cloudu

První zmínky o cloudu jsou již ze 60.ých let minulého století. S první oficiální definicí přišla až analytická firma Gartner, která cloud computing definuje jako „způsob práce s počítačem, který je škálovatelný a přizpůsobitelný možnostem IT a je externím zákazníkům zprostředkován jako služba pomocí internetových technologií.“[2] Tato definice není přímo ta původní, ale její druhá verze, ve které je místo výrazu „masivně škálovatelný“ použit výraz „škálovatelný a přizpůsobitelný“. Tuto změnu provedla společnost Gartner, aby bylo vidět, že nejde pouze o maximální rozšiřitelnost, ale i o možnost jednoduchého přizpůsobení daným potřebám.

Definice od společnosti Gartner se snaží cloud computing shrnout do několika mála slov, což je pěkné pro zběžné pochopení problému, ale pro jeho správné vysvětlení je potřeba definice většího měřítka, jako je například ta od americké instituce NIST. Tato instituce popsala cloud computing jako „model poskytování ICT služeb, který umožňuje všudypřítomný, pohodlný přístup na požádání prostřednictvím sítě ke sdílené skupině konfigurovatelných výpočetních zdrojů (jako sítě, serverů, uložišť a aplikací), které mohou být rychle poskytnuty a spuštěny s minimálním úsilím či interakcí poskytovatele služeb.“[3] Na níže uvedeném Obr. 2 je model cloudu definovaný organizací NIST.



**Obrázek 2.** Model cloud computingu dle organizace NIST[4].

Další definici cloudu nám přináší například český webový portál cloud.cz, který vnímá cloud computing jako „nový způsob využívání zdrojů (zejména hardware, software) v IT, vycházející z možnosti jejich sdílení mezi aplikacemi a odstranění přímé vazby aplikační logiky na fyzické komponenty (virtualizace).“[5] Jak je zřejmé, definic cloudu je nepřehledné množství, přičemž každá říká trochu něco jiného. Já jsem se v této práci

## 1. Cloud computing

rozhodl držet již zmíněné definice vytvořené institucí NIST a to z toho důvodu, že mi přijde ze všech nejúplnější.

### 1.2. Pět základních vlastností cloudu

V této části práce popisují jakých pět základních vlastností by měl mít každý nabízený cloud. Mezi tyto základní vlastnosti patří samo-obslužnost, přístup v síti, slučování zdrojů, škálovatelnost a měřitelnost. Více o jednotlivých vlastnostech je uvedeno v následujících sekcích.

#### 1.2.1. Samo-obslužnost

Tato vlastnost cloudu umožňuje zákazníkovi samostatně pomocí jednoduchých nástrojů měnit výpočetní zdroje nebo úložný prostor cloudu bez nutnosti přímého kontaktu s poskytovatelem. Díky tomu cloud přináší oproti klasickému řešení jednodušší správu a větší flexibilitu.

#### 1.2.2. Přístup v síti

Cloudové služby jsou dostupné pomocí sítě, přičemž k nim lze přistupovat přes veškeré klasické protokoly a rozšířené platformy či klienty. Díky této vlastnosti může například daný uživatel provádět potřebné úkony nebo práci z domova a nemusí tak cestovat na pracoviště, také propojování s jinými systémy je výrazně jednodušší.

#### 1.2.3. Slučování zdrojů

Cloud obsluhuje více zákazníků najednou dynamickým přiřazováním a realokováním virtuálních a fyzických prostředků dle potřeby. Jednotlivé zdroje nemusí být umístěny ve stejné lokaci. Například při pronájmu několika virtuálních strojů mohou být umístěny jak na jednom reálném stroji, tak i na několika různých v jiných patrech budovy. Zákazník tedy obvykle nemá vliv na jejich přesné umístění, dostává pouze informace na vyšší úrovni, jako například ve kterém státě či datovém centru se pronajímané zdroje nacházejí.

#### 1.2.4. Škálovatelnost

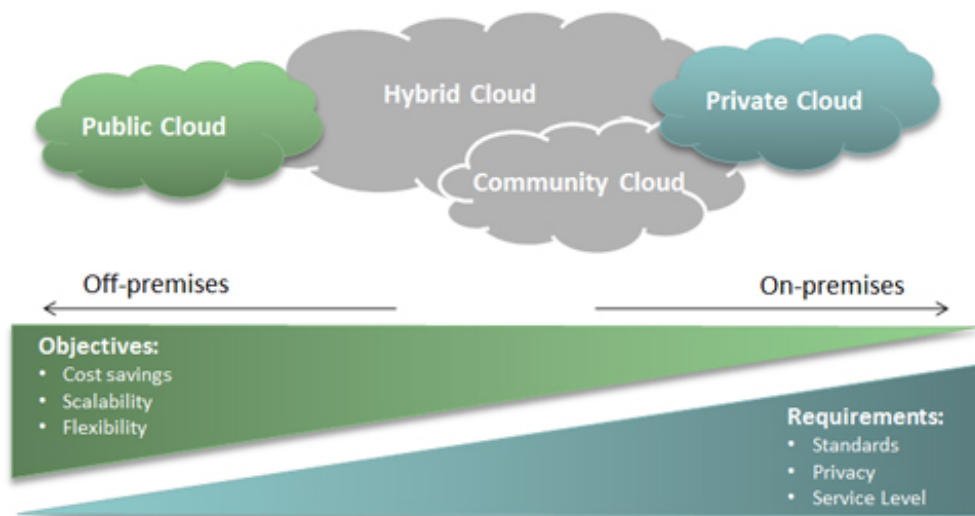
V případě potřeby mohou být zdroje velice rychle a pružně poskytnuty či automaticky přidány. Nepotřebné zdroje naopak zase rychle uvolněny. Díky tomu se zákazníkovi použitelné zdroje jeví jako neomezené a může si je kdykoliv dokoupit.

#### 1.2.5. Měřitelná služba

Tato vlastnost garantuje uživatelům jistotu, že ví, za co přesně a kdy platí. Poskytuje jim tak cenný přehled skutečné spotřeby pronajímaných zdrojů. Dále pak zajišťuje neustálý monitoring a kontrolu výpočetních zdrojů, což může sloužit zákazníkovi jako velice zajímavý a důležitý podklad pro další rozvoj podnikání.

### 1.3. Modely nasazení

Definice cloudu dle organizace NIST zavádí 4 modely nasazení a to cloud privátní, komunitní, hybridní a veřejný. Co jaký model nasazení přináší a kde jsou využívány jsem popsal v následujících podkapitolách. Znázornění těchto modelů je zobrazeno na Obr. 3.



Obrázek 3. Modely nasazení cloudu[6].

#### 1.3.1. Privátní cloud

U tohoto modelu je infrastruktura zpravidla dodávána pouze pro výhradní užívání jedné firmy. To znamená, že si firma musí nakoupit veškerý potřebný hardware pro nasazení

## 1. Cloud computing

cloudu. Díky tomu má ona společnost jasný přehled o tom, jak sdílí svojí infrastrukturu, kde přesně se nachází a kdo všechno má k jejím datům přístup. Díky tomuto modelu se tak může společnost vyvarovat různým legislativním a bezpečnostním problémům, které sebou cloud přináší.

### 1.3.2. Komunitní cloud

Komunitní cloud je v podstatě cloud privátní, který je sdílen mezi více zákazníky, kteří mají stejné požadavky na poskytované služby, jejich bezpečnost, umístění dat či jejich správu. Tento model je velice často nasazován například ve státní správě.

### 1.3.3. Veřejný cloud

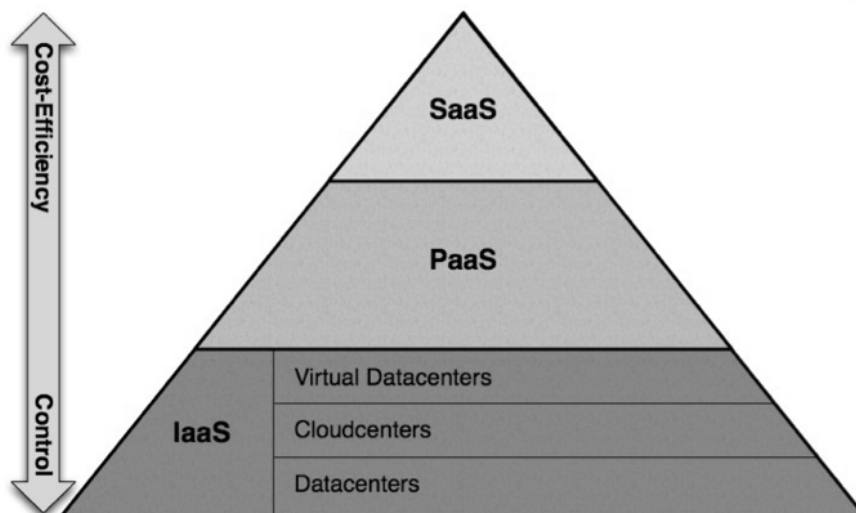
Služby poskytované prostřednictvím tohoto modelu jsou dostupné širokému množství zákazníků, kteří se na ně připojují pomocí internetu prostřednictvím uživatelského rozhraní. Tento model je většinou vybudován a provozován externím subjektem. Primárně je určen pro uspokojení společných požadavků a díky své nízké cenové relaci je dostupný všem. Nevýhodou tohoto modelu je však velice malá přizpůsobivost specifickým požadavkům zákazníků a zpravidla omezenou funkcionalitou.

### 1.3.4. Hybridní cloud

Tento model je spojením veřejného a privátní cloudu. Firmy si můžou rozdělit data na dvě skupiny a to dle kritérií technických (propustnost sítě, odezva), právních (různé zákony omezující nakládání z daty) a interních (lokalita dat, uchování firemních tajemství). Hybridní cloud nabízí bezpečnost a flexibilitu stejně jako cloud privátní a zároveň přináší výhody veřejného cloudu, tj. nižší cena a vyšší dostupnost.

## 1.4. Distribuční modely

Distribuční modely představují specifikace, v jakých se cloud nabízí. Dělí se podle toho, jestli se jedná o poskytování výpočetního výkonu, platformy, softwaru nebo jejich kombinace. Na Obr. 4 jsou znázorněny všechny vrstvy distribučního modelu seřazené dle cenové náročnosti.



Obrázek 4. Vrstvy distribučního modelu cloud computingu[7].

#### 1.4.1. IaaS – Infrastruktura jako služba

Pod pojmem infrastruktura jako služba si lze představit nabízený hardware. Pronajímáme si tedy od poskytovatele procesorový čas, datová úložiště a síťové prvky, jinak řečeno veškerý hardware, který je potřeba pro provoz libovolného softwaru. Díky tomuto modelu se lze vyhnout velkým investicím do vlastního hardwaru a tím pádem je nám umožněno soustředit se pouze na aplikace. V případě nutnosti se pak dá jednoduše pomocí pár kliků navýšit například disková kapacita nebo počet virtuálních zařízení. To všechno ve výsledku vede k větší flexibilitě bez nutnosti vysokých investičních nákladů. Mezi největší světové poskytovatele těchto služeb patří například windows Azure Virtual Machines od Microsoftu nebo Amazon Web Service.

#### 1.4.2. PaaS – Platforma jako služba

V tomto případě poskytovatel svým zákazníkům nabízí platformu. Poskytuje tedy veškerý hardware a software, který je potřeba pro běh dané platformy. Pod slovem platforma si lze představit hardwarovou architekturu spolu se softwarovými knihovnamí. “Spadá sem například IDE, což je vývojové prostředí pro vývoj softwaru, nebo API, což je rozhraní pro programování aplikací.”[8] Toto všechno nám ve výsledku dává podhoubí pro vývoj vlastních aplikací a jejich následný provoz. Mezi nejznámější patří například Google App Engine.



### 1.4.3. SaaS – Software jako služba

U tohoto distribučního modelu se jako služba nabízí software. Poskytovatel vám tedy nabízí nějaké již vytvořené aplikace, ve kterých je možno pracovat. Tento model je tím pádem vhodný pro každého, kdo hledá nějaké jednodušší aplikace jako například “účetní software, CRM, správa webového obsahu či analytické aplikace.”[8] Jedinou nevýhodou tohoto řešení je to, že software je dodáván jako již hotová aplikace, která většinou bývá stavěna tak, aby byla co nejvíce univerzální, a tudíž se dají pouze minimálně nebo vůbec dále upravovat její vlastnosti.

## 1.5. Výhody a nevýhody cloudu

Jednou z nejdůležitějších výhod cloudu je přístup z jakékoli platformy a místa. To poskytuje uživateli velké spektrum možností, jako je práce z domova bez jakékoliv námahy a příležitost operativně rozšiřovat uživatele systému s minimálními zřizovacími náklady. Není potřeba pořizovat vlastní serverovou infrastrukturu, a tudíž ani IT oddělení, stačí pár konzolí a zaměstnanec, který bude schopný vyměnit poškozený uživatelský hardware za nový. Odpadá tak i povinnost řešit různá povolení, umístění serveru a jeho chlazení, což poměrně sníží výdaje za energie a licence a zároveň ušetří na finančních výdajích (tj. na mzdách), které se dají investovat jinač, nebo lidských zdrojích (tj. na zaměstnancích), které je pak možno přesunout do jiného oddělení. Už z vlastností cloudu máme jasný přehled o využitém výkonu, službách a jejich financování. Cloud přináší jednoduchou rozšiřitelnost, což je jasnou výhodou například pro sezónní práce, kdy není potřeba kupovat navíc na jeden měsíc sto licencí potřebného softwaru, který potom schováme do skříně, ale postačí pouhé dočasné zvýšení počtu uživatelů v cloudu. Ve výsledku to znamená, že firma platí pouze za to, co opravdu využije v danou dobu.

Mezi asi největší a nejvíce omílanou nevýhodou vyjma privátního cloudu patří neúplná kontrola dat. Pro firmu je velice bolestivé a dost často i legislativně nemožné pouhé pomyšlení o umístění citlivých firemních informací na cizí místo. Dalším bezpochyby velkým problémem je nedostupnost služeb, vysoká odezva či jakýkoliv jiný problém spojený se sítí, který se může vyskytnout jak na straně poskytovatele, tak na straně klienta. V neposlední řadě změna poskytovatele cloudu nemusí být vždy procházkou růžovým sadem a dost často narazíte na nějaký ten problém, pro jehož vyřešení je potřeba investovat nemalé množství času a peněz.

## 1.6. Cena cloudu

Cloud má ve většině případů menší vstupní náklady než v této době ještě pořád klasické privátní řešení. To ovšem neznamená, že je cloud levnější. Pro představu na Obr. 5 lze vidět část z ceníku české společnosti VSCloud, která se zabývá prodejem výpočetního výkonu neboli distribučním modelem IaaS, který jsem blíže popsal výše. V případě pronájmu výkonu od tohoto poskytovatele bychom za 2CPU, 2GB RAM a 500GB diskového prostoru zaplatili  $2000 \cdot 0,014$  (cena za ram) +  $2 \cdot 2$  (cena za CPU) +  $500 \cdot 0,0825$  (cena za diskový prostor) = 73,25 korun českých za jeden den.

Parametr	provoz za 1 den	provoz za 30 dnů
RAM / 1 MB	0,014 Kč	0,42 Kč
CPU / 1 CPU	2 Kč	60 Kč
HDD / 1 GB	0,0825 Kč	2,475 Kč

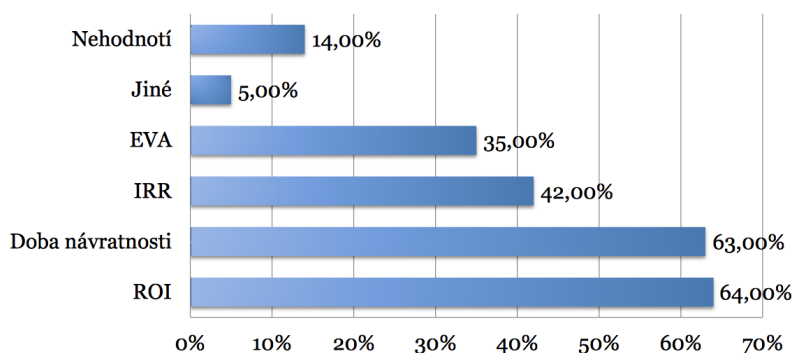
**Obrázek 5.** Ukázkový ceník poskytovatele cloudu VSCloud[9].

Investice do IT dnes dosahují poměrně vysokých částek, a proto je potřeba je vždy dobře zhodnotit a nenechat se nalákat momentálně dost oblíbeným slůvkem cloud. Cloud je založen na poplatcích za vymezené období; platí se zde většinou za pronajaté CPU, RAM a diskovou kapacitu po dnech či hodinách. K tomu je však nutné ještě započítat náklady za pronájem licencí, které se vždy účtují po kalendářních měsících. Tyto poplatky se dají označit jako OPEX neboli operativní náklady za služby. U vlastního řešení se pak jedná o CAPEX, což jsou náklady vynaložené na nákup nových statků, které je potřebné spravovat a následně odpisovat. U cloudu se tedy jedná o náklady za spotřebované služby a výkon. I když se ceny cloudu zdají být nízké, v kontextu času se mohou vyšplhat řádově výše než investice do vlastního on-premise řešení, což je důvodem, proč je nutné dané investice řádně ohodnotit. Této problematice se budu více věnovat v další kapitole této práce.

## 2. Používané metody hodnocení investic

Finanční metody hodnocení investic lze rozdělit na dva druhy. Prvním druhem jsou metody, které ignorují časovou hodnotu peněz. Těmito metodám se říká metody statické a dle mého názoru jsou v IT vhodné pouze k rychlým orientačním výpočtům. Druhou skupinou jsou pak metody, které s časovou hodnotou peněz počítají, neboli dynamické. Sem se řadí například NPV, IRR nebo Reálné opce. V následujících částech práce popíši ty nejpoužívanější metody z obou druhů, přičemž kladu větší důraz na metodu reálných opcí, kterou v další kapitole této práce aplikuji na několika příkladech.

U cloudu jako u jakékoliv jiné investice je nutné si položit otázku, co nám vlastně přinese. Je třeba si uvědomit, že ne vždy jsou tyto přínosy finanční, a proto je velice důležité, podle jaké metody budeme danou investici hodnotit. Je potřeba brát v potaz i jiné aspekty jako je například spokojenost zákazníků, dopad na životní prostředí, z kvalitnění pracovních podmínek zaměstnanců a dobrá pověst firmy. Podle autora článku „Does ROI matter? Insight into the true Business Value o IT“, A. J. G. Silviuse, firmy využívají pro hodnocení investic do IT metody uvedené na Obr. 6.



**Obrázek 6.** Graf využití metod hodnocení investic v IT[10].

Z předchozího obrázku je patrné, že drtivá většina firem při hodnocení investic používá metodu ROI nebo dobu návratnosti a úplně pomíjí časovou hodnotu peněz a parametr flexibility, který je hlavně u byznysu využívající cloud klíčový. Jediná me-

toda, která se tímto parametrem zabývá a která se díky své složitosti nejméně používá, je metoda reálných opcí.

Pro jednodušší určení vhodnosti metod pro hodnocení investic v cloudu jsem si zvolil několik kritérií, podle kterých jsem vždy každou metodu ohodnotil. Tato kritéria by posléze měla sloužit jako základ pro výběr potřebné metody k hodnocení investic. Použitá kritéria jsem zvolil následovně:

- Vypovídací schopnost metody - toto je klíčové kritérium všech metod, které nám říká, jak je výstup dané metody použitelný a jestli jsou vůbec informace získané pomocí metody užitečné.
- Náročnost metody na přesnost vstupů - v některých případech může být časová náročnost potřebná pro získání potřebných vstupů vyšší a to vede ke zbytečnému odkládání projektu. Což může mít na celkovou situaci neblahý vliv.
- Vhodnost metody pro cloud - protože se cloud řadí mezi investice se specifickými vlastnostmi, vybral jsem toto kritérium, abych na konci každé metody zdůraznil, jak moc je její použití v cloudu smysluplné.

## 2.1. Návratnost investice

Velice oblíbenou a používanou metodou hodnocení investic je ROI neboli návratnost investice. ROI představuje poměr vydělaných peněz vůči penězům investovaným. Mezi nevýhody této metody patří to, že nebere v potaz všechny peněžní příjmy a především nerespektuje časovou hodnotu peněz.

### 2.1.1. Výpočet metody

Ukazatel ROI můžeme spočítat například pomocí tohoto jednoduchého vzorce:

$$ROI = \frac{\sum_{t=0}^T CF_t}{|CF_0|} \quad (1)$$

Použité značení:

- $ROI$  - návratnost projektu,
- $CF_t$  - hotovostní tok v roce  $t$ ,
- $CF_0$  - investiční výdaje nutné k realizaci projektu,
- $T$  - doba hodnocení projektu.

## 2. Používané metody hodnocení investic

Mezi hodnocenými projekty je zvolen pak ten, který má ROI největší a zároveň větší než 1, jelikož je to hranice, ve které se nám investice již vrátila.

### 2.1.2. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je střední, jelikož nezahrnuje nefinanční přínosy projektu a ignoruje časovou hodnotu peněz. Náročnost metody na přesnost vstupů je nízká, stačí určit nebo odhadnout předpokládané hotovostní toky z projektu a počáteční investici. Srovnatelnost výstupů metody je vysoká, protože ROI představuje poměr. Lze mezi sebou tedy porovnávat různé projekty jak do náročnosti, tak do velikosti. Vhodnost metody pro cloud je velice nízká, nebere v potaz jakékoliv změny v průběhu projektu, časovou hodnotu peněz ani jakékoliv nefinanční přínosy. Jinými slovy, potírá většinu přínosů cloudu.

## 2.2. Celkové náklady na vlastnictví

TCO, neboli celkové náklady na vlastnictví a držení, patří k dalším hojně využívaným metodám hodnocení investice. Jak již název napovídá, tato metoda nám řekne, na kolik nás vyjde pořízení a celý provoz daného projektu. Právě tato metoda je při hodnocení investic do cloud computingu v posledních letech ta nejpoužívanější. Ve většině menších a středních firmách investici do IT nehodnotí management, ale například vedoucí IT oddělení, kteří zpravidla nemají potřebné znalosti a informace pro použití jiných metod.

### 2.2.1. Výpočet metody

Pro správné spočítání TCO je důležité si pro začátek určit z čeho všeho se vůbec bude skládat. Je potřeba určit všechny položky, které se nákladově daného projektu týkají nebo budou týkat v budoucnu. Tyto položky je pak možné rozdělit na tři skupiny a to na provozní náklady, náklady na údržbu a náklady na počítačový software a hardware. Patří sem tedy všechno od pořízení hardwaru a softwaru, přes potřebnou kabeláž, prostory a energie, až po testování, školení, opravy a podporu. Celkové TCO pak můžeme spočítat pomocí jednoduchého sečtení daných položek. To můžeme pro zjednodušení napsat například pomocí následující sumy:

$$TCO = \sum_{n=1}^N X_n \quad (2)$$

Použité značení:

- $TCO$  - celkové náklady na vlastnictví,
- $X_n$  - hodnota nákladu  $n$ ,
- $N$  - celkový počet nákladů.

Pomocí tohoto ukazatele lze zvolit mezi hodnocenými projekty ten, který bude mít hodnotu TCO nejmenší neboli projekt s nejmenšími pořizovacími a provozními náklady.

### 2.2.2. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je nízká, naprosto totiž zanedbává jakékoliv přínosy investice a to jak finanční, tak i nefinanční. Náročnost metody na přesnost vstupů je střední, stačí pouze sečíst veškeré náklady na pořízení infrastruktury, nesmí se však opomenout na náklady vedlejší, jako například za elektřinu, prostory a jiné. Srovnatelnost výstupů metody je nízká. Pomocí této metody se dají porovnávat pouze investice stejné povahy a jelikož zanedbává přínosy investice, mělo by se jednat i o projekty, které mají naplnit stejný cíl. Vhodnost metody pro cloud je nízká. V případě porovnávání cloudu a vlastního řešení většinou zvítězí cloud, jelikož má menší prvotní investice. Z dlouhodobého hlediska to pak může být opačně, protože zde důležitou roli hraje čas. Vhodná není ani v případě, že porovnáváme dvě různé investice do cloudu, a to z toho důvodu, že je neschopná brát v potaz flexibilitu služby, například minimální období, ve kterém je možno změnit konfiguraci cloudu.

## 2.3. Celková hodnota vlastnictví

Metoda TVO, neboli celková hodnota vlastnictví, rozšiřuje metodu TCO o možné přínosy investice, což je hlavně v odvětví cloudu užitečná vlastnost. Pomocí této metody lze zhodnotit například zvýšenou efektivitu, flexibilitu, míru odolnosti či schopnost reagovat na změny.

### 2.3.1. Výpočet metody

V TVO počítáme stejně jako v TCO se všemi náklady vázajícími se k projektu po celou jeho životnost, které odčítáme od možných přínosů. Dané přínosy není jednoduché vyčíslit a každá společnost si je musí určit dle svého uvážení.

## 2. Používané metody hodnocení investic

Vzorec pro výpočet vypadá takto:

$$TVO = \sum_{n=1}^N P_n - X_n \quad (3)$$

Použité značení:

- $TVO$  - celková hodnota vlastnictví,
- $X_n$  - náklad  $n$ ,
- $P_n$  - přínos  $n$ ,
- $N$  - celkový počet nákladů.

Ve výsledném rozhodování je pak zvolen z projektů ten, který má hodnotu TVO největší. V porovnání s TCO je pak možno uskutečnit investici, která má ve výsledku sice vyšší TCO, ale zároveň také vyšší možné přínosy z investice.

### 2.3.2. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je vysoká, závisí však na správném ohodnocení přínosů, které může být v některých situacích velice složité určit, popřípadě nepřecenit či podcenit. Náročnost metody na přesnost vstupů je vysoká. Jak už jsem zmínil, určit veškeré náklady a k tomu ještě správně daný přínos nemusí být vždy jednoduché. Je na to potřeba člověka s velkým přehledem ohledně funkčnosti společnosti. Srovnatelnost výstupů metody je vysoká. Při správném ohodnocení přínosů se dají porovnávat i diametrálně různé projekty. Vhodnost metody pro cloud je vysoká za předpokladu, že manažer nezapomene ohodnotit flexibilitu, kterou cloudu přináší.

## 2.4. Čistá současná hodnota

NPV, neboli čistá současná hodnota, je jedna z nejpoužívanějších metod pro hodnocení investic, která počítá s budoucími cashflow sníženými o diskont. Říká nám tedy, kolik peněz nám daný projekt za celou svojí předpokládanou životnost přinese. Tento ukazatel se dá velice rychle spočítat pomocí jednoduchého vzorečku, který trošku komplikuje správné stanovení cashflow a diskontu.

### 2.4.1. Výpočet metody

Čistá současná hodnota se dá spočítat pomocí této jednoduché sumy:

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

Použité značení:

- $NPV$  - čistá současná hodnota,
- $CF_t$  - hotovostní tok v roce  $t$ ,
- $T$  - doba předpokládané životnosti projektu,
- $IN$  - investiční výdaje,
- $r$  - diskont.

Podle NPV se vyplatí uskutečnit investice, které mají NPV větší než 0 a z nich je nejlepší ta, která má hodnotu NPV největší.

### 2.4.2. Určení diskontu a životnosti projektu

Jedním z klíčových parametrů NPV je životnost projektu. Její nesprávné zvolení může ve velké míře ovlivnit výslednou hodnotu investice. Životnost projektu se určuje dle skutečné životnosti zařízení určené na základě zkušenosti, záruky či nějakého výzkumu. Například pokud je na počítač záruka dva roky, můžeme počítat s tím, že nám ty dva roky vydrží, nebo se můžeme podívat na životnost předchozího vybavení a určit životnost podle toho. Problém může nastat například při příchodu na trh s nějakým novým typem výroby. Pro tyto investice se životnost většinou určuje jako doba, na kterou je jasně daný plán vztahující se k dané činnosti.

Druhým parametrem, který ovlivňuje NPV, je diskont. Jelikož tato metoda počítá s budoucími cashflow, je potřeba také správně určit jejich hodnotu v čase. Je totiž jasné, že například kvůli inflaci si společnost za milion korun koupí teď pravděpodobně mnohem víc věcí než za pět let. Právě z tohoto důvodu se budoucí peněžní toky diskontují. Diskont je možno brát jako jakousi úslou příležitost a měl by být vždy vyšší jak úroková sazba ve spořicímu účtu, který je bezrizikový. Velikost diskontu lze určit jako součet bezrizikové úrokové sazby a prémie za riziko, průměrné  $ROE$  za posledních  $n$  let nebo na základě úrokové sazby, kterou platíme u dlouhodobého cizího kapitálu, popřípadě jako vážený průměr nákladů na kapitál.



### 2.4.3. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je střední. Pomocí ní dokážeme získat, při dobře zvolených vstupech, jasný přehled o finančním přínosu investice, ale jako finanční metoda zanedbává veškeré nefinanční přínosy, což bývá v IT to nejdůležitější. Náročnost metody na přesnost vstupů je vysoká stejně jako u TVO. Určit přesně přínosy investic v IT je vždy složité a u této metody je to potřebné stejně tak jako si správně stanovit diskontní sazbu. Srovnatelnost výstupů metody je na střední úrovni a hodí se spíše pouze pro porovnávání investic stejné povahy. Vhodnost metody pro cloud je střední, dává nám sice přesný přehled o finančních přínosech investice, ignoruje však stránku nefinanční, ve které cloud vyniká.

## 2.5. Vnitřní výnosové procento

Ukazatel IRR, česky vnitřní výnosové procento, je vedle NPV jedna z nejpoužívanějších metod pro hodnocení investic. Tato metoda stejně jako NPV počítá s diskontovaným cashflow, přičemž velikost IRR je takový diskont, pro který vyjde hodnota NPV rovna nule. Pomocí této metody můžeme tedy nalézt projekt s největší procentuální výnosností, může se však i stát, že někdy má více nebo žádné řešení.

### 2.5.1. Výpočet metody

Jelikož IRR vychází z NPV, vzorec pro jeho výpočet je dost podobný:

$$\sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} - IN = 0 \quad (5)$$

Použité značení:

- $IRR$  - vnitřní výnosové procento,
- $CF_t$  - hotovostní tok v roce  $t$ ,
- $IN$  - investiční výdaje,
- $T$  - předpokládaná životnost projektu.

Podle této metody lze realizovat projekty, které mají IRR kladné a větší než námi předpokládaný diskont. Nejlepší z hodnocených projektů je ten s největší hodnotou IRR.

### 2.5.2. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je střední a stejně jako metoda NPV nám přináší dobré informace o finančních přínosech, nefinanční však naprosto ignoruje. Náročnost metody na přesnost vstupů je vysoká, oproti NPV však není potřeba stanovovat diskontní sazbu. Srovnatelnost výstupů metody je vysoká, jelikož IRR představuje relativní hodnotu a díky tomu se dají srovnávat i projekty různých typů. Vhodnost metody pro cloud je po vzoru NPV střední, tato metoda tak jako předchozí ignoruje jakékoliv nefinanční přínosy, ve kterých cloud vyniká.

## 2.6. Diskontovaná doba splacení

Diskontovaná lhůta splacení nebo také diskontovaná doba návratnosti je nejjednodušší a jednou z nejpoužívanějších metod hodnocení investic, která se ale u cloudů míjí účinkem. Tento ukazatel nám říká, kdy se příjmy z dané investice začnou rovnat nákladům, jinými slovy nám ukazuje dobu, od které začne investice vydělávat, přičemž bere v potaz časovou hodnotu peněz.

### 2.6.1. Výpočet metody

Diskontovaná doba návratnosti se dá jednoduše spočítat pomocí vzorečku zobrazeného vlevo, který rozšiřuje klasický vzorec doby splacení, jenž můžeme vidět napravo.

$$\sum_{t=1}^{dds} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq 0 \qquad \sum_{t=0}^{ds} CF_t \geq 0 \qquad (6)$$

Použité značení:

- $dds$  - diskontovaná doba splacení,
- $ds$  - doba splacení,
- $CF_t$  - hotovostní tok v roce  $t$ ,
- $r$  - diskont.

Pomocí této metody je z daných projektů vybrán ten, jehož diskontovaná doba návratnosti je ze všech nejmenší.

### 2.6.2. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je střední, jelikož nám podává pouze přehled o finančních přínosech investice. Náročnost metody na přesnost vstupů je střední, u nediskontované verze potom nízká. Problém může nastat pouze při určování diskontní sazby. Srovnatelnost výstupů metody je střední u projektů stejného typu a rozsahu. Vhodnost metody pro cloud je nízká, protože samotný výsledek této metody je pro potřeby cloudu v podstatě nic neříkající.

## 2.7. Metoda reálných opcí

Metoda reálných opcí je, oproti ostatním metodám, metodou poměrně mladou. Používá se k hodnocení projektů, ve kterých se jedná o výzkum, rozvoj nových technologií, popřípadě u projektů, jejichž hodnota závisí na volatilitě ceny aktiv, nebo když jde o projekty v podniku, který se pohybuje na trhu s vysokou hodnotou volatility. Tato metoda nám přináší a počítá s možnostmi reakce na budoucí události. Můžeme tedy díky ní ohodnotit právo na budoucí rozhodnutí ohledně reálných aktiv, z čehož také vychází její název. Přidanou hodnotou, oproti všem ostatním metodám, je tedy ona flexibilita, se kterou se počítá. Velice pěkně popsal analýzu založenou na reálných opcích ve své knize *Reálné Opce* prof. Oldřich Starý, který zde napsal[11]:

V rámci ROA se na každou investici do reálného aktiva nahlíží jednoduše jako na opci. Majitel této opce má právo, nikoliv povinnost, tuto opci využít stejně, jako je tomu u finančních prodejních či kupních opcí. Tím má subjekt rozhodování větší flexibilitu pro svá rozhodnutí a zejména pro jejich vyhodnocení. Právě v podmínkách nejistoty a turbulentního ekonomického okolí je flexibilita cenným zbožím. Neuzavřené opce dávají firmě možnost kdykoli využít měnící se podmínky ve svůj prospěch.

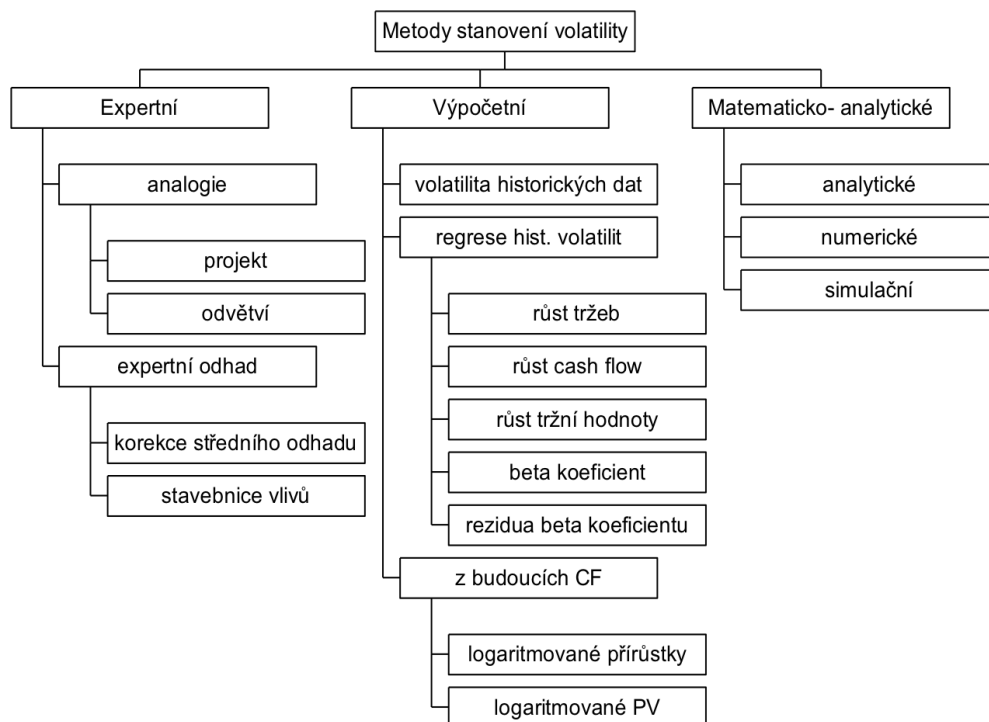
Opce se řadí mezi finanční deriváty a rozdělují se na opce kupní a opce prodejní. Jak je z předchozí citace jasné, dostáváme díky nim právo, nikoli povinnost, se v daném časovém úseku rozhodnout. Za toto právo na budoucí rozhodnutí kupující zaplatí tzv. opční prémii, což je jinak řečeno cena za danou opci.

Pro potřeby práce jsem vytvořil seznam, který vysvětluje různé pojmy a termíny používané v této metodě.

- Opční prémie - cena, kterou kupující zaplatí za sjednání opce neboli za právo na budoucí rozhodnutí.
- Doba vypršení opce - doba, ve které lze danou opci dle typu využít.
- Kupní opce - opce, jejíž "majitel má v daném termínu právo nakoupit podkladové aktivum o skutečné hodnotě  $S$  za smluvenou cenu  $X$ ." [12]
- Prodejní opce - opce, jejíž "držitel má v daném termínu právo prodat podkladové aktivum o skutečné hodnotě  $S$  za předem smluvenou cenu  $X$ ." [12]
- Evropská opce - opce, která může být uplatněna pouze ve stanovený den.
- Americká opce - opce, která může být uplatněna kdykoliv do doby vypršení opce.

### 2.7.1. Stanovení nejistoty projektu

Nejistota představuje něco, u čeho si nejsme jisti výsledkem. Buď proto, že neznáme důsledky současného vývoje, nebo prostě proto, že se to ještě neudálo (a dojde k tomu v budoucnosti). Pro kvantifikované vyjádření nejistoty se používá termín volatilita z latinského volare, což znamená létat. Volatilitu lze určit pomocí metod, které můžete vidět na Obr. 7.



**Obrázek 7.** Přehled možností stanovení volatility projektu [12].

## 2. Používané metody hodnocení investic

Podle Scholleové[12] se volatilita vyjadřuje pomocí běžných statistických veličin jako směrodatná odchylka nebo rozptyl, ale je potřeba si dávat pozor na dva zásadní problémy:

- vždy jde o relativní vyjádření, tedy o směrodatnou odchylku nebo rozptyl změn,
- pro vyjádření budoucí nejistoty je třeba odhadnout budoucí směrodatnou odchylku nebo rozptyl, proto je při výpočtu ze současných hodnot možné udělat určitou expertní korekci pro predikci do budoucnosti.

### 2.7.2. Výpočet metody

Pro zjištění hodnoty reálných obcí je možné použít binomický model nebo model spojitý, který využívá Black-Scholesova vzorce. Black-Scholesův vzorec lze však použít pouze omezeně, jelikož prodejní opce amerického typu, což jsou opce, které lze uplatnit kdykoliv během jejich trvání, podhodnocuje. Opce evropského typu se dají uplatnit pouze v dané době. Lze spočítat pomocí tohoto vzorce:

$$C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2) \quad (7)$$

Kde hodnoty  $d_1$  a  $d_2$  spočítáme takto:

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T} \quad (8)$$

Použité značení:

- $C$  - Hodnota kupní opce,
- $S$  - současná hodnota očekávaných hotovostních toků z projektu,
- $X$  - současná hodnota potřebné investice pro realizaci projektu,
- $r$  - bezriziková úroková míra,
- $T$  - doba do vypršení opce,
- $\sigma$  - volatilita budoucích hotovostních toků projektu,
- $e$  - základ přirozeného logaritmu,
- $N(d_1)$ ,  $N(d_2)$  - hodnoty distribuční funkce normálního rozdělení pro  $d_1, d_2$ .

Výpočet hodnoty opce pomocí binomického modelu můžeme provést pomocí následujícího vzorce:

$$C = \frac{1}{(1+r)^n} \cdot \sum_{i=0}^n \frac{n!}{i! \cdot (n-i)!} \cdot p^i \cdot q^{n-i} \cdot \max(S \cdot u^i \cdot d^{n-i} - X, 0) \quad (9)$$

Kde hodnoty  $u$ ,  $d$ ,  $p$  a  $q$  spočteme takto:

$$u = e^{\sigma \cdot \sqrt{T/n}} \quad d = e^{-\sigma \cdot \sqrt{T/n}} \quad (10)$$

$$p = \frac{(1+r)^{T/n} - d}{u - d} \quad q = 1 - p \quad (11)$$

Použité značení:

- $C$  - Hodnota kupní opce,
- $S$  - současná hodnota očekávaných hotovostních toků z projektu,
- $X$  - současná hodnota potřebné investice pro realizaci projektu,
- $r$  - bezriziková úroková míra,
- $T$  - doba do vypršení opce,
- $\sigma$  - volatilita budoucích hotovostních toků projektu ,
- $e$  - základ přirozeného logaritmu,
- $u, d$  - index růstu, index poklesu,
- $p, q$  - pravděpodobnost růstu, pravděpodobnost poklesu,
- $n$  - počet sledovaných období.

Z námi ohodnocených investic posléze vybereme tu, která má hodnotu opce největší.

### 2.7.3. Zhodnocení metody

Vypovídací schopnost metody je vysoká, jelikož bere v potaz volatilitu trhu a za výsledek nám dává hodnotu projektu, za kterou můžeme danou myšlenku prodat, nebo o jakou se nám díky tomu zvedne hodnota společnosti na trhu. Náročnost metody na přesnost vstupů je vysoká. Největší problém většinou nastává při určování volatility trhu, která se velkým dílem podílí na výsledné hodnotě opce, což je ukázáno v následující kapitole na několika příkladech. Srovnatelnost výstupů metody je vysoká v závislosti na trhu, z jehož volatilitou počítáme. Pokud se bude jednat o projekty, které se nacházejí v jiných odvětvích, postrádá zde jejich srovnávání pomocí této metody smysl. Vhodnost metody pro cloud je vysoká a to z toho důvodu, že reálná opce se ve

## 2. Používané metody hodnocení investic

většinou svých vlastnostech přímo překrývá s cloudem. Jediným problémem je možná složitost metody, na kterou mohou narazit nepřipravené společnosti vyžadující rychlé rozhodnutí.

### 2.8. Shrnutí metod

Pro rychlejší orientaci mezi jednotlivými metodami, jsem shrnul v této sekci všechny popisované metody do Tab. 1, kde můžete vidět jejich výpočet, vypovídající hodnotu, použitelnost pro cloud a hledanou hodnotu.

Název	Výpočet	Vypovídající hodnota	Vhodnost pro cloud	Hledaná hodnota
ROI	$ROI = \frac{\sum_{t=0}^T CF_t}{ CF_0 }$	střední	nízká	MAX
TVO	$TCO = \sum_{n=1}^N X_n$	nízká	nízká	MIN
TCO	$TVO = \sum_{n=1}^N P_n - X_n$	vysoká	vysoká	MAX
NPV	$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN$	střední	střední	MAX
IRR	$\sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - IN = 0$	střední	střední	MAX
Diskontovaná doba splacení	$\sum_{t=0}^{ds} CF_t \geq 0$	střední	nízká	MIN
Reálná opce	$C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2)$	vysoká	vysoká	MAX

**Tabulka 1.** Shrnutí popisovaných metod.

### 3. Spojení cloudu s byznysem

V této kapitole se věnuji metodě reálných opcí a její aplikaci na několika příkladech, které jsou postaveny na cloudu. Snažím se zde poukázat na zajímavé možnosti této metody ve spojení s cloudem, které by mohly velice usnadnit rozhodování investorům a to především u větších projektů s vysokou nejistotou a potřebnou flexibilitou.

Na začátku této práce jsem definoval cloud, jeho vlastnosti a funkce, přičemž teď je potřeba zamyslet se nad tím, co cloud představuje pro firmu, jak jí může podpořit a co jí přinese. Tuto otázku si položí každý schopný manažer a pokaždé se snaží získat naprosté maximum pro svou společnost. Velké množství společností, ať už úmyslně nebo ne, tráví nekonečné debaty nad tím, jakou si pořídit infrastrukturu. Koupit si vlastní stroje nebo si je pouze pronajmout? Kolik bude stát přechod na nové verze softwaru, obnova hardwaru nebo zřízení vlastního IT oddělení? Všechny tyto otázky se týkají peněz a to nejen přímých nákladů, ale především těch nepřímých, které dokážou nejednoho manažera pořádně překvapit. Jedná se tedy o nekonečný boj mezi vlastním řešením a cloudem, který se bohužel odehrává na úkor hlavního byznysu společnosti.

K vyřešení tohoto dlouhotrvajícího problému je nutné naprosto změnit způsob myšlení. Je potřeba si uvědomit, že infrastrukturu nesmíme brát pouze jako jednu z dalších položek nákladů, kterou si stačí spočítat pomocí TCO a popřípadě ověřit pomocí ukazatelů NPV a IRR nebo ROI. Všechny tyto metody totiž naprosto ignorují základní parametr jak infrastruktury, tak i cloudu, a to flexibilitu.

"Flexibilita není cílem, ale spíš předpokladem dlouhodobé prosperity"[12]. Z čehož plyne, že flexibilita je něco, o co by měla usilovat každá firma a je tedy velká škoda ji opomenout při výběru infrastruktury, na které je dnes většina firem doslova závislá. Přitom cloud jako takový nám flexibilitu nabízí ve velikém rozsahu. Z jistého úhlu pohledu se dá i označit za reálnou opci, jelikož vše, co je k tomu potřeba, splňuje. Dává nám totiž právo, nikoli však povinnost, na budoucí realizaci rozhodnutí, které se týká reálných aktiv podniku.



### 3. Spojení cloudu s byznysem

Pro podpoření této myšlenky jsem si vybral tři typy reálných opcí, na kterých ji demonstruji. Jedná se o tyto typy s popisem dle Scholleové[12]:

Opce vyčkávání - Tato reálná opce dává managementu možnost (právo) odložit zahájení projektu o  $T$  let a získávat 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 zahájí projekt (uplatí opci), jestliže se tržní podmínky vyvíjejí pro projekt příznivě.

Opce na rozšíření projektu - 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.

Opce na zúžení projektu - Tato reálná opce umožňuje managementu zmenšit původní velikost projektu zrušením (rozprodáním) části plánovaných kapacit o  $y\%$  původní velikosti projektu a tím ušetřit část investičních výdajů  $IU$ ; a to tehdy, pokud se tržní podmínky vyvíjejí méně příznivě, než se původně očekávalo.

#### 3.1. Příklad použití reálných opcí: fotoaplikace

Následující příklady vystihují situaci, kdy se čtyři spolužáci rozhodli vytvořit projekt, který bude zaměřen na fotografování lokací. Hlavní myšlenkou projektu je spojovat fotky všech uživatelů, kteří budou přidávat fotografie do jednoho krátkého videa v závislosti na lokalitě, ve které byla fotografie pořízena. V případě velkého množství dat by se do videí vybíraly pouze fotografie s vysokým hodnocením, které by dané fotce udělovala komunita, popřípadě dle osobního výběru uživatele. Videá by tak mohla zachycovat změnu prostředí v dané lokalitě, např. roční období či pouhý přechod z noci na den, popřípadě průběh života v rodinném domě.

U toho projektu se počítá hlavně s příjmy z reklam, popřípadě poplatků za takzvané prémiové účty. Předpokládaná životnost projektu jsou čtyři roky, přičemž zakladatelé doufají, že se jim po té době povede projekt prodat. Každý ze studentů je ochotný do projektu vložit dvacet pět tisíc korun českých a maximálně jeden rok své práce

bez nároku na jakýkoliv honorář. Diskontní sazba v tomto případě dle kvalifikovaného odhadu dosahuje 3%.

### 3.1.1. Stanovení volatility projektu

Jak můžete vidět v Tab. 2, pohybujeme se v odvětví s vysokou volatilitou, ve kterém dochází k nemalým výkyvům. Způsobů, jak určit volatilitu, je hned několik. Oblíbeným a pravděpodobně i nejjednodušším je vycházet z historických hodnot volatility, ze kterých posléze spočítáme aritmetický průměr. Tato metoda je v našem případě ale velice nevhodná a to právě díky již zmiňovaným odchylkám a vysoké volatilitě. Spočítaný ukazatel tímto způsobem by tak mohl být zavádějící, a proto se doporučuje aplikovat tuto metodu jen u odvětví se stálou volatilitou.

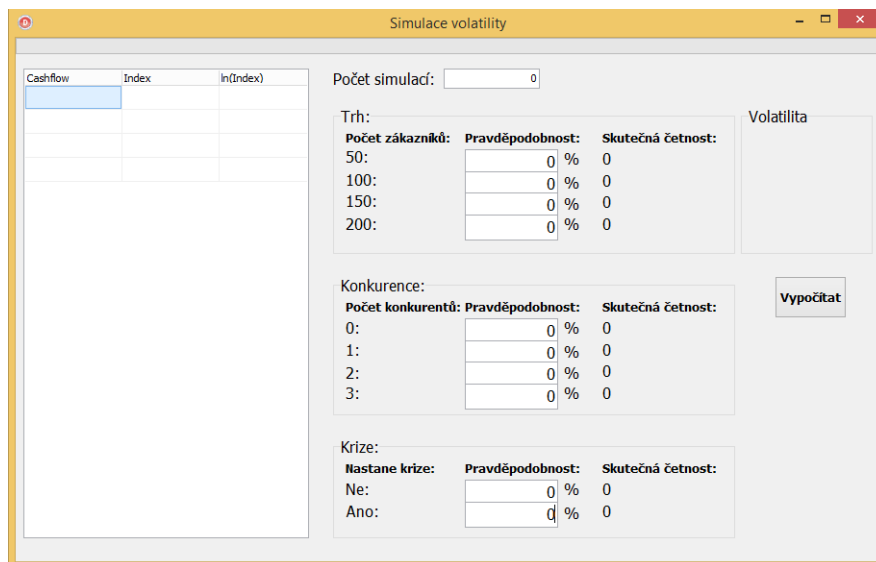
Odvětví	2013	2012	2011	2010
Zábavní	52,86%	56,96%	83,88%	79,25%

**Tabulka 2.** Volatilita v zábavním odvětví za poslední 4 roky[13][14].

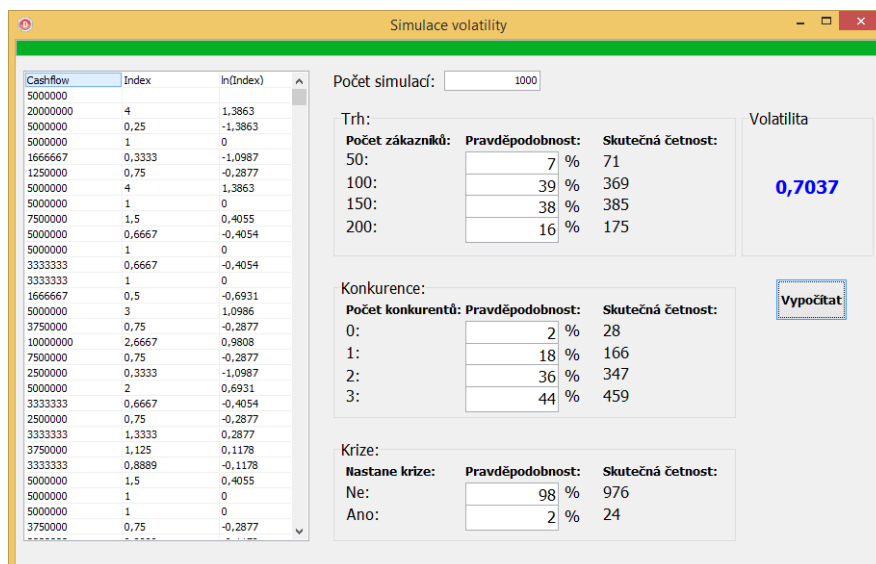
Pro potřeby následujících příkladů jsem se rozhodl určit volatilitu pomocí simulace nazvané Monte Carlo. Simulační metody jsou založené na mnohonásobném generování vstupních veličin a dopočtu výstupního cashflow. Tyto simulace v závislosti na relevanci vstupních dat bývají velice přesné a v dnešní době skoro neomezeného výkonu i oblíbené.

Pro výpočet volatility tímto způsobem jsem použil software, který vyvinul Petr Koška pro potřebu své diplomové práce[13], jehož základní uživatelské rozhraní můžeme vidět na Obr. 8. Tento software počítá s tím, že jeden uživatel přinese deset tisíc korun českých, což pro následující příklady není úplně vhodné. Tuto skutečnost ovšem vyvažuje fakt počtu zákazníků. Kalkuluje se v něm s 50 - 200 zákazníky, v mém případě je to však desetkrát více. Díky tomu uvažovat, že jeden tisíc korun českých připadá na jednoho uživatele, což už je velice reálná hodnota. Potřebné parametry pro výpočet záleží na manažerově odhadu. Mnou zvolené parametry pro potřeby tohoto projektu jsou zobrazeny na Obr. 9, na kterém je již vidět i odsimulovanou volatilitu.

### 3. Spojení cloudu s byznysem



Obrázek 8. Software pro simulaci po spuštění.



Obrázek 9. Simulace po dokončení.

K samotnému vypočtení volatility autor softwaru zvolil metodu logaritmovaných relativních přírůstků cashflow, kde se nejprve spočítají indexy růstu  $I_k$  z odhadů budoucích cashflow, ze kterých se posléze získají logaritmované hodnoty  $L_{I_k}$ , z nich se nakonec určí směrodatná odchylka. K výpočtu těchto hodnot byly použity následující vzorce:

$$I_k = \frac{|CF_{k+1}|}{|CF_k|} \qquad L_{I_k} = \ln(I_k) \qquad (12)$$

Výsledná volatilita projektu, se kterou budu v příkladech počítat, mi vyšla 0,70. Pro ukázkou jsem počítal volatilitu i pomocí aritmetického průměru z historických hodnot, která mi vyšla přibližně 0,50 pro poslední dva roky. Dále jsem pak učinil vlastní odhad a to ve výši 0,90 z důvodu vysoké riskantnosti projektu. U projektů s vyšší volatilitou se jedná o riskantnější investice, které na druhou stranu můžou přinést větší zisky. Pomocí těchto hodnot v závěru kapitoly ukazuji, jak moc, a jestli vůbec, odchylka mezi hodnotami dokáže ovlivnit výsledek.

#### 3.1.2. Vývoj a testování

První rok projektu bude probíhat vývoj a zároveň testování v otevřené betě. Zakladatelé nechtějí omezovat počet testerů. Z tohoto důvodu je na tuto fázi potřeba zatím neurčitě množství výkonu, které se bude odvíjet od počtu uživatelů. Jelikož jsou společníci finančně omezeni, rozhodli se první rok fungovat na cloudu a posléze se rozhodnout, v závislosti na rozšíření projektu, jestli přejdou na vlastní řešení, zůstanou u cloudu nebo projekt ukončí. V této testovací fázi se vůbec neuvažuje nad nákupem vlastního řešení a to z jednoduchých důvodů jako například: neurčitý zájem o službu, vysoké náklady na konektivitu a zálohování dat nebo náklady na školení správy serverů. Tato fáze se dá analogicky představit jako evropská opce vyčkávací. Dává zainteresovaným právo odložit zahájení projektu o  $T$  let, v tomto případě o jeden rok, a během této doby získat dodatečné informace potřebné pro rozhodnutí. Pokud se dle získaných informací bude situace vyvíjet dobře, můžou studenti projekt zahájit neboli uplatnit danou opci, v opačném případě projekt ukončit. Při ukončení projektu společníci přijdou pouze o opční prémii, jinak řečeno o poplatky za cloud, které vyjdou v přepočtu přibližně na 80 tisíc korun českých. Tato částka vychází z konfigurátoru společnosti Bitnami[15], u které zakladatelé plánují cloud pronajmout.

V případě vysokého zájmu o službu bude potřeba buď investovat do vlastního řešení nebo přejít na dražší verzi cloudu. Částka potřebná pro nákup vlastního řešení byla na základě zkušenosti z podobného projektu stanovena na 600 tisíc korun českých. Za tuto částku pořízené řešení by mělo bez problému obsloužit dva tisíce lidí. Společníci si jako hlavní parametr pro rozhodování určili příjem ze služby za testovací období, který by měl dosáhnout minimálně 800 tisíc korun českých. Tato částka by pokryla potřebnou investici do vlastního řešení a přinesla i další peníze na budoucí rozvoj služby. Předpokládá se zde, že všichni uživatelé generující zisk v testovacím období budou tuto

### 3. Spojení cloudu s byznysem

službu používat i po nasazení.

Jelikož projekt nelze v žádném případě realizovat před otestováním a vyvinutím, jedná se o opci evropského typu. Díky tomu na ní můžeme aplikovat Black-Scholesův model(7), který jsem blíže popisoval v používaných metodách pro hodnocení investic. Základní parametry potřebné pro výpočet této opce jsou:

- Diskontovaná hodnota očekávaných příjmů k datu rozhodování  $S = 800000$  Kč.
- Potřebný investiční výdaj  $X = 600000$  Kč.
- Bezriziková úroková míra  $r = 3,0\% = 0,03$ .
- Doba do vypršení opce  $T = 1$  rok.
- Volatilita budoucích hotovostních toků  $\sigma = 0,70$  (směrodatná odchylka).

Ze všeho nejdříve je potřeba spočítat si parametry  $d_1$  a  $d_2$ . To uděláme dosazením do následujících vzorců:

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

Po dosazení požadovaných parametrů do vzorečků a následném vypočítání  $N(d_2)$ ,  $N(d_1)$ , což lze provést například v Microsoft Excelu pomocí funkce *NORMSDIST*, získáme hodnoty uvedené níže.

opční parametr	vypočtená hodnota
$d_1$	0,804
$N(d_1)$	0,789
$d_2$	0,104
$N(d_2)$	0,541

**Tabulka 3.** Spočtené parametry pro potřeby příkladu.

Nakonec je potřeba získané hodnoty dosadit do Black-Scholesova vzorce, čímž získáme hledanou hodnotu opce.

$$C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2) = 316193$$

V tomto případě je hodnota opce, neboli práva na budoucí rozhodnutí,  $C = 316193$ . Když vezmeme v potaz maximální plánované náklady na provoz cloudu ve výši 80 tisíc korun, dostaneme se na přibližný potencionální zisk 235 tisíc korun českých v situaci,

kdy se vše bude vyvíjet tak, jak jsme předpokládali. Námi spočtená opce se však dá taky brát jako hodnota nápadu, za kterou ji, v případě zájmu, můžeme teoreticky prodat. V každém případě se vyplatí projekt realizovat, jelikož bude pravděpodobně ziskový. Pokud ne, naše ztráta bude ve výši opční premie, tedy maximálně oněch 80 tisíc korun. S největší pravděpodobností bude ale mnohem nižší a to právě díky vlastnostem cloudu a faktu, že všichni pracují zdarma. V případě opravdu malého zájmu o službu se dají náklady na provoz cloudu snížit jednoduchým přechodem na méně výkonnou konfiguraci.

Může zde také nastat situace, kdy služba nesplní požadovaná očekávání, ale přesto bude generovat zajímavé zisky, které budou stačit na provoz nynějšího cloudu. V takovéto situaci můžou poskytovatelé službu nechat běžet dál a prodloužit tak testovací období a v případě opadajícího zájmu pouze pomalu snižovat pronajímané zdroje, což je díky vlastnostem cloudu možné. Cloud nám tedy přináší velké spektrum možností, jak s daným projektem nakládat, a povoluje nám v krátkém čase reagovat na jakoukoliv změnu na trhu.

#### 3.1.3. Rozšíření výkonu

V této situaci předpokládám, že se projekt stal úspěšným, a při rozhodování, jakým směrem se bude naše infrastruktura dál vyvíjet, jsme zvolili dražší verzi cloudu. Problémy zde mohou nastat při neočekávaně rychlém přírůstku uživatelů. Pronajímaný cloud je konfigurován s rezervou pro 150 uživatelů. V případě vysokého odlivu uživatelů je pak potřeba pronajímaný výkon snížit tak, aby tato rezerva byla dodržena, v opačném případě zase navýšit. Jelikož příjmy a potřebný výkon jsou ovlivněny dodatečnou poptávkou na trhu, nabízí se zde možnost aplikovat na tuto situaci opce na rozšíření a zúžení projektu. Management má v tomto případě možnost na základě dodatečných informací získaných během chodu projektu uplatnit opci a rozšířit či zúžit celou infrastrukturu bez jakýchkoliv negativních vlivů na funkčnost projektu, což povede k větším ziskům či menším ztrátám.

Předpokládané příjmy ze 150 uživatelů se pohybují ve výši 150 tisíc korun za rok. Potřebná investice do rozšíření cloudu za stejné období vyjde přibližně na 30 tisíc korun. Jelikož spolužáci chtějí projekt do čtyř let prodat, stanovíme si životnost projektu na toto období. Pro zjednodušení budeme počítat jeden rok jako jedno období, kdy předpokládáme nárůst. Volatilitu projektu v zábavním odvětví jsme si spočítali na 0,7.

### 3. Spojení cloudu s byznysem

Celkový investiční výdaj na čtyři roky pro 150 uživatelů posléze vyjde na 120 tisíc korun a měl by nám v nejlepším případě přinést 600 tisíc korun českých. Protože se v tomto případě jedná o americkou kupní opci, tj. výkon lze rozšířit kdykoliv v průběhu projektu, budeme její hodnotu počítat pomocí binomického modelu(9). Veškeré parametry potřebné pro výpočet jsou definovány takto:

- Dodatečné příjmy z rozšířeného výpočetního výkonu  $S = 600000$  Kč.
- Potřebný investiční výdaj  $X = 120000$  Kč.
- Doba životnosti projektu  $T = 4$  roky.
- Směrodatná odchylka projektu  $\sigma = 0,7$ .
- Bezriziková úroková míra  $r = 3,0\% = 0,03$ .
- Počet počítaných období  $n = 4$ .

Pro výpočet hodnoty opce binomickým modelem musíme určit index růstu  $u$  a poklesu  $d$ , který nám říká, jakým způsobem se námi předpokládané toky z projektu budou pravděpodobně vyvíjet, přesněji řečeno růst či klesat. Dosadíme tedy zadané parametry do následujících vzorců:

$$u = e^{\sigma \cdot \sqrt{T/n}} \qquad d = e^{-\sigma \cdot \sqrt{T/n}}$$

Index růstu nám v tomto případě vyšel  $u = 2,014$  a index poklesu je roven  $d = 0,497$ . Pomocí těchto hodnot si vypočteme pravděpodobnost  $p$  a  $q$ , s jakou k daným změnám může dojít. Pro výpočet této pravděpodobnosti se používají tyto vzorce:

$$p = \frac{(1+r)^{T/n} - d}{u - d} \qquad q = 1 - p$$

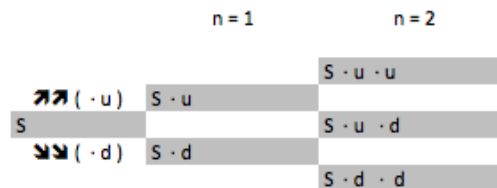
Námi hledaná pravděpodobnost je tedy  $p = 0,352$  a  $q = 0,648$ . Všechny potřebné parametry jsou již známé, Tab. 4, můžeme se tedy pustit do výpočtu hodnoty opce.

<b>opční parametr</b>	<b>vypočtená hodnota</b>
$u$	2,014
$d$	0,497
$p$	0,352
$q$	0,648

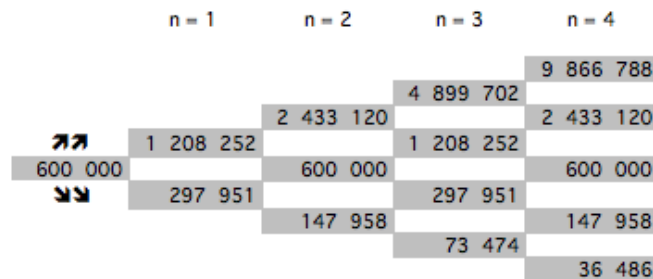
**Tabulka 4.** Spočtené parametry pro potřeby příkladu.

### 3.1. Příklad použití reálných opcí: fotoaplikace

Jako první je potřeba určit možný vývoj současných hodnot dodatečných příjmů s ohledem na volatilitu trhu. Dozvíme se tak, jaké hotovostní toky nám pravděpodobně tato investice přinese v případě dobře se vyvíjející situace, ale také i v situacích méně příznivých. Tento rozvoj, za předpokladu, že v každém období může nastat růst  $u$  s pravděpodobností  $p$ , nebo pokles  $d$  s pravděpodobností  $q$ , lze spočítat pomocí způsobu, který můžete vidět na Obr. 10. Hotový rozvoj v našem případě je posléze zobrazen na Obr. 11.



**Obrázek 10.** Výpočet vývoje současných hodnot dodatečných příjmů pro 2 období.



**Obrázek 11.** Možný vývoj současných hodnot dodatečných příjmů.

Pro finální výpočet hodnoty opce potřebujeme znát její vnitřní hodnotu. To z toho důvodu, že uplatnění opce se vyplatí pouze v případě, když je její hodnota kladná, jinými slovy v případě, když je rozdíl příjmů a nákladů kladný. Vnitřní hodnotu spočteme dle Obr. 12. V našem případě je to trošku jednodušší, jelikož my už známe hodnoty dodatečných příjmů, které jsme si vypočítali na Obr. 11. Stačí nám tedy od každé buňky odečíst potřebný investiční výdaj  $X$  a pokud nám obsah buňky vyjde záporný, dosadíme nulu, protože se nám v tomto případě opci nevyplatí uplatnit. Námi spočtenou vnitřní hodnotu opce můžete vidět níže na Obr. 13.



### 3. Spojení cloudu s byznysem

	n = 1	n = 2
↑↑ (·u)	MAX (S · u - X, 0)	MAX (S · u · u - X, 0)
MAX (S - X, 0)	MAX (S · u - X, 0)	MAX (S · u · d - X, 0)
↓↓ (·d)	MAX (S · d - X, 0)	MAX (S · d · d - X, 0)

**Obrázek 12.** Výpočet vývoje vnitřních hodnot kupní opce.

	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4
			4 779 702	9 746 788
		2 313 120		2 313 120
↑↑	1 088 252		1 088 252	
480 000		480 000		480 000
↓↓	177 951		177 951	
		27 958		27 958
			0	0

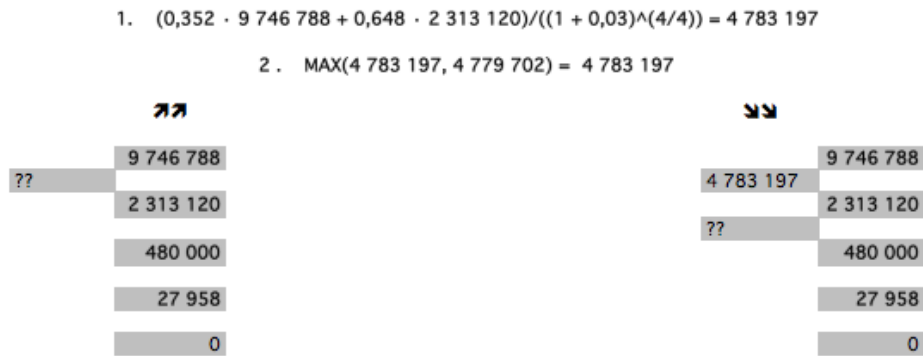
**Obrázek 13.** Vývoj vnitřních hodnot kupní opce v našem příkladě.

V této fázi známe již všechny potřebné parametry pro samotný výpočet hodnoty této reálné opce a můžeme tedy přejít přímo k jejímu výpočtu. Výpočet provedeme dle vzorce:

$$(C_i)_{n-1} = \max\left[\frac{1}{(1+r)} \cdot (p \cdot (C_i)_n + (1-p) \cdot (C_{i+1})_n), \max((S_i)_{n-1} - X, 0)\right] \quad (13)$$

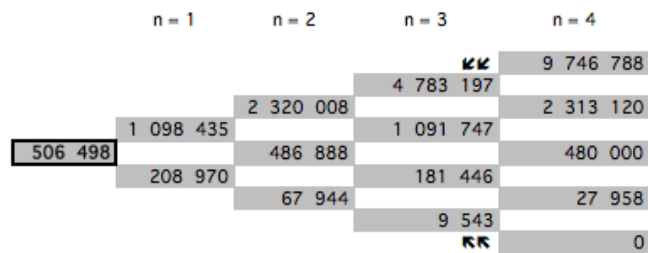
Ten se sice může na první pohled zdát složitý, ale není tomu tak. Začneme tím, že si opíšeme poslední sloupec z vnitřní hodnoty opce a posléze postupuje zprava doleva. Z prvních dvou hodnot vpravo vezmeme tu větší a vynásobíme ji pravděpodobností růstu  $p$ . Tu menší pak zase pravděpodobností poklesu  $q$ . Tyto dvě hodnoty posléze sečteme a zdiskontujeme. Následně se podíváme znovu do tabulky vnitřní hodnoty opce a to nalevo - mezi naše dvě hodnoty, se kterými jsme počítali. Pokud tato hodnota bude vyšší než námi vypočtená hodnota, přepíšeme ji do nové tabulky, kde zatím máme pouze opsaný poslední sloupec. Pokud je větší námi vypočtená hodnota, vložíme na tuto pozici ji. Tento výpočet je pro lepší pochopení znázorněn na Obr. 14. Zobrazené hodnoty na obrázku jsou pro přehlednost zaokrouhleny na tři desetinná místa.

### 3.1. Příklad použití reálných opcí: fotoaplikace



**Obrázek 14.** Výpočet  $(C_i)_{n-1}$  hodnoty opce.

Všechny ostatní hodnoty v této tabulce spočítáme stejným způsobem jako tu první. Postupem zprava doleva, dokud se nevytvoří vrchol. Hodnota v tomto takzvaném vrcholu představuje finální hodnotu této opce na rozšíření. V našem případě je tato hodnota  $C$  rovna 506498, jinak řečeno hodnota pouhého práva na rozšíření výpočetní kapacity pro dalších 150 lidí má pro nás hodnotu 506498 korun českých. Přes jaké hodnoty jsme se k této částce dobrali můžete vidět na Obr. 15.



**Obrázek 15.** Zpětný přepočítání výsledné hodnoty opce.

V případě námi voleného projektu fotoaplikace se volba cloudu, jako výpočetní infrastruktury, jeví velice výhodně. Oproti vlastní infrastruktuře můžeme reagovat na změny trhu flexibilněji. Pro představu, kdybychom si zvolili vlastní infrastrukturu, museli bychom nakoupit nadimenzovaný hardware, který by se posléze možná někdy využil, a nebo bychom hardware museli vybírat a celou architekturu navrhnout tak, aby šla v budoucnu bez problémů rozšířit, což s sebou nese další nemalé náklady. Samozřejmě i využití cloudu má svoje hranice, ve kterých se již vyplatí přijít s vlastní rozšiřitelnou architekturou. To vše se ale odvíjí od prvotní investice, která bude v případě cloudu vždy mnohonásobně nižší.

Cílem tohoto příkladu bylo poukázat na to, že cloud nám poskytuje práva na budoucí

### 3. Spojení cloudu s byznysem

rozhodnutí, která v tomto případě představují rozšíření projektu a která jsme si pomocí binomického modelu dokázali i vyčíslit. V tomto případě se tedy dá o cloudu říci, že představuje reálnou opci.

#### 3.1.4. Snížení výkonu

V každém podnikání zákazníci nejen přibývají, ale také ubývají. Proto si na tomto příkladu ukážeme a spočítáme, jakou hodnotu pro nás bude mít nasazení služby v cloudu v případě snižování výpočetních kapacit. Výkon budeme vždy po vzoru minulého příkladu zužovat o výkon potřebný na obsluhu 150 lidí. Neuvažuji zde situaci, kdy danou kapacitu nikdo nevyužívá, jelikož v tom případě by se  $S$  rovnalo nule a z principu binomického modelu by pro hodnotu opce platilo  $C = X$ . Uspořili bychom tedy v nejlepším případě 120 tisíc korun na nákladech za cloud, reálná částka bude pravděpodobně nižší a to z důvodů zachování uživatelských dat. V tomto příkladu se jedná o opci, kterou uplatníme, když se dostaneme nebo budeme předvídat nějaké problémy, které budou mít vliv na podnikání. Zbavíme se tedy části výpočetních zdrojů, které by nám po dobu životnosti projektu v případě zájmu mohly přinést 600 tisíc korun. Přičemž díky tomu uspoříme 120 tisíc korun na poplatcích za cloud. Volatilitu a bezrizikovou úrokovou míru máme stejnou jako v předchozích příkladech, tedy  $\sigma = 0,7$  a  $r = 3,0\%$ . Veškeré potřebné parametry pro výpočet hodnoty této opce můžeme shrnout následovně:

- Současná hodnota příjmů z opuštěné části projektu  $S = 600000$  Kč.
- Uspořené výdaje na provoz cloudu  $X = 120000$  Kč.
- Doba životnosti projektu, po kterou opci můžeme uplatnit  $T = 4$  roky.
- Směrodatná odchylka projektu  $\sigma = 0,7$ .
- Bezriziková úroková míra  $r = 3,0\% = 0,03$ .
- Počet počítaných období  $n = 4$ .

V tomto příkladě se jedná, obdobně jako v tom předchozím, o opci amerického typu. S tím rozdílem, že tentokrát jde o opci prodejní. Pro výpočet její hodnoty použijeme znovu binomický model(9).

Nejdříve si po vzoru minulého příkladu určíme index růstu  $u$  a poklesu  $d$ , které spočteme pomocí vzorce (10). Posléze si také spočítáme pravděpodobnosti růstu  $p$  a poklesu  $q$  (11). Hodnoty, které mi v tomto případě vyšly, jsou zobrazeny v Tab. 5.

opční parametr	vypočtená hodnota
$u$	2,014
$d$	0,497
$p$	0,352
$q$	0,648

**Tabulka 5.** Spočtené parametry pro potřeby příkladu.

Nejprve si určíme možný vývoj příjmů z opuštěné části projektu, který provedeme stejně jako je zobrazeno na Obr. 10. V tomto případě nám vyjde rozvoj, který můžete vidět na Obr. 16.

	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4
				9 866 788
		2 433 120	4 899 702	2 433 120
↗↗	1 208 252		1 208 252	
600 000		600 000		600 000
↘↘	297 951		297 951	
		147 958		147 958
			73 474	
				36 486

**Obrázek 16.** Možný vývoj příjmů z opuštěné části projektu.

Pro výpočet vnitřní hodnoty opce musíme postup z minulého příkladu trochu poupravit. Změna se týká prohození sčítanců uvnitř buněk. Výsledný postup je posléze znázorněn na Obr. 17. V případě, kdy máme spočítaný předpokládaný vývoj příjmů z opuštěné části projektu, stačí vzít parametr  $X$ , od kterého odečteme hodnotu z tabulky předpokládaného vývoje. Tuto hodnotu posléze umístíme do tabulky nové na stejné místo, v případě záporné hodnoty vložíme nulu.

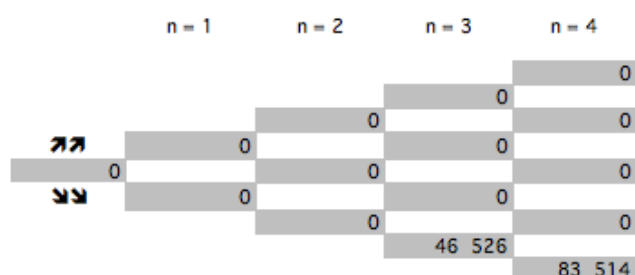
	n = 1	n = 2
		$\text{MAX}(X - S \cdot u \cdot u, 0)$
↗↗ (· u)	$\text{MAX}(X - S \cdot u, 0)$	
$\text{MAX}(X - S, 0)$		$\text{MAX}(X - S \cdot u \cdot d, 0)$
↘↘ (· d)	$\text{MAX}(X - S \cdot d, 0)$	
		$\text{MAX}(X - S \cdot d \cdot d, 0)$

**Obrázek 17.** Výpočet vývoje vnitřních hodnot prodejní opce.

Vnitřní hodnota opce v tomto příkladě je zobrazena na Obr. 18, kde si můžete všimnout velkého množství nul. To je způsobeno tím, že předpokládané příjmy z obětované

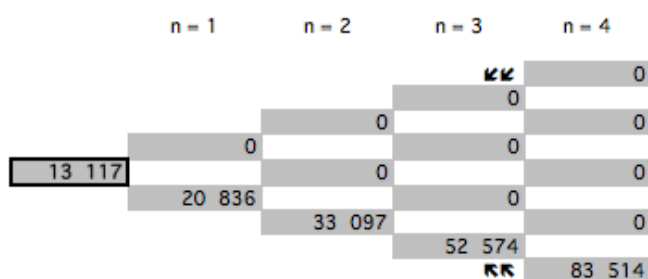
### 3. Spojení cloudu s byznysem

části projektu několikanásobně převyšují úsporu, která vznikne jejím prodejem.



**Obrázek 18.** Vývoj vnitřních hodnot prodejní opce v našem příkladě.

Výslednou hodnotu opce můžete vidět na Obr. 19. K této hodnotě jsme dospěli stejně jako v předchozím příkladě, tedy podle Obr. 14, popřípadě vzorce (13).



**Obrázek 19.** Zpětný přepočítání výsledné hodnoty opce.

Jak je vidět na předchozím obrázku, hodnota opce, neboli práva na zúžení projektu, za těchto podmínek má pro nás hodnotu 13 117 korun českých. V případě prodeje nevyužitého výpočetního výkonu se rovná hodnota opce hodnotě uspořené nákladů, přesněji 120 tisícům korun. Prostřednictvím tohoto posledního příkladu jsme si ukázali, že nám cloud nenabízí pouze možnosti rozšíření, ale poskytuje nám i právo rozhodnout se snížit pronajímaný výkon a to kdykoliv v průběhu projektu. V případě prodeje projektu nám tato opce stejně tak jako ty předchozí zvyšuje jeho celkovou hodnotu.

#### 3.1.5. Vyhodnocení příkladů

V popsáních příkladech jsem se pokusil ukázat, jakým způsobem lze uvažovat o investicích v raných fázích projektů. Pomocí metody reálných opcí jsem demonstroval, jak ohodnotit svůj nápad, a nenechat se zastrašit myšlenkou vysokých nákladů, které jsou velmi často spojeny s investicí do vlastní infrastruktury. Pro snížení těchto nákladů jsem s výhodou využil cloudu, který umožňuje investici minimalizovat a zahrnout do ní

parametr flexibility, který je klíčovým parametrem pro výpočet hodnoty reálné opce.

Flexibilita se vyjadřuje pomocí volatility. V příkladech jsem pro jednoduchost počítal pouze s hodnotou 0,7. Proto jsem v této části vytvořil doplňující Tab. 6, ve které lze vidět spočtené hodnoty opcí i pro zbylé volatility určené v kapitole Stanovení volatility. Při bližším prozkoumání hodnot v tabulce je vidět, že volatilita má zásadní vliv na výslednou hodnotu opce. S rostoucí volatilitou, roste i hodnota opce a to ve všech třech příkladech.

$\sigma$	Vývoj a testování	Rozšíření výkonu	Snížení výkonu
0,50	274920	497664	4282
0,70	316193	506498	13117
0,90	365259	522611	30309

**Tabulka 6.** Vliv volatility na hodnotu opce.

Dalo by se tedy říci, že v případě špatně zvolené volatility můžeme projekt podhodnotit, nebo v opačném případě nadhodnotit. Když je volatilita vysoká, tj. trh je riskantnější, tak je možný zisk vyšší. To znamená, že když přijdu včas s dobrým nápadem a dobře jej realizuji, k čemuž mně může pomoci i cloud, tak pravděpodobnost, že uspěji, je vysoká. Pro relevantní údaje se tedy vždy vyplatí věnovat trochu času pro správný odhad této veličiny.

## Závěr

Cílem práce bylo popsat a zhodnotit nejpoužívanější finanční metody používané pro hodnocení investic v souvislosti s cloudem. Dále pak aplikovat metodu reálných opcí na cloud a najít mezi nimi podobnosti, které by podpořily myšlenku, že cloud sám osobě je reálnou opcí. Těchto cílů se mi v průběhu práce podařilo dosáhnout.

Ukázalo se, že nám cloud přináší flexibilitu, možnost pružně reagovat na dění na trhu či ve firmě. Zbavuje nás velkých prvotních nákladů a na oplátku po nás vyžaduje závazek ve formě týdenních nebo měsíčních poplatků. Přináší nám možnosti budoucího rozhodnutí, kdykoliv totiž můžeme naše kapacity snížit či zvýšit dle potřeby. Když je krize a firma nemá peníze, stačí snížit náklady na cloud, což jí může pomoci ze špatné finanční situace. Finance, které by nás stálo vybudování našeho vlastního IT, můžeme použít jinde. To všechno jsou aspekty, které je možné při hodnocení investice do cloudu řešit a které poukazují na to, že se cloud dá opravdu nazvat reálnou opcí.

Momentálně nejvyužívanější metody v IT jsou ty statické, přesněji metody TCO a ROI, které jsou občas doplněny dynamickými, především IRR a NPV. V případě cloudu jsou tyto metody však nevhodné, jelikož naprosto opomíjejí volatilitu trhu a neberou v potaz hlavní výhodu cloudu, kterou je již zmiňovaná flexibilita.

Poslední kapitolu jsem psal tedy jako návod, který srovnává cloud s reálnými opcemi a má čtenáři odhalit, jak ohodnotit největší přínosy cloudu a jak je efektivně využít pro plánování podnikání. V prvním příkladě jsem ukázal, že nám cloud dává právo odložit rozhodnutí o vysoké investici do projektu o potřebnou dobu na získání důležitých informací. V druhém a třetím pak jak nám umožňuje kdykoliv v průběhu životnosti projektu měnit výpočetní zdroje a uspořít tak na nákladech. Ve všech třech případech se mi tedy povedlo podpořit tvrzení, že cloud je reálnou opcí, jelikož nám dává právo na budoucí rozhodnutí.

Nesnažím se tu však tvrdit ani naznačovat, že veškeré investice týkající se cloudu je nutné řešit metodou reálných opcí. Jak jsem již zmínil, pro společnosti, které se pohybují

### 3.1. Příklad použití reálných opcí: fotoaplikace

na stabilním trhu, je to pouhé vyhazování prostředků za poměrně složitou metodu. Vždy je nutné si uvědomit a zamyslet se nad tím, jak moc je pro nás ona flexibilita důležitá. Další věc, kterou je důležité mít na paměti, je ta, že cloud, potažmo IT, má ulehčovat chod firmy, tvořit její podhoubí a podporovat ji ve všech jejích činnostech.



# Příloha A.

## Obsah přiloženého CD

Zde je uveden seznam příloh, vložených na přiloženém CD.

- Simulační aplikace: /simulace volatility/
- Exelové tabulky s výpočty příkladů: /příklady/
- Bakalářská práce v latexu: /bakalářská práce/
- Definice cloudu dle organizace NIST: /NIST/

## Literatura

- [1] Vladimír Špička. *5 skutečností, co cloud doopravdy je a co není*. 2013. URL: <http://computerworld.cz/technologie/5-skutecnosti-co-cloud-doopravdy-je-a-co-neni-50306> (cit. 19.05.2014).
- [2] Gartner Inc. *Cloud Computing*. 2014. URL: <http://www.gartner.com/it-glossary/cloud-computing/> (cit. 25.04.2014).
- [3] Tomáš Bruckner, Jiří Voříšek a Alena Buchalceková. *Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury*. 1. vydání. Praha: Grada, 2012. ISBN: 978-80-247-4153-6.
- [4] Newton Consulting. *Bezpečnostní pravidla pro veřejný cloud computing*. 2006. URL: [https://www.newton-consulting.co.jp/itilnavi/guideline/security\\_and\\_privacy\\_in\\_public\\_cloud\\_computing.htm](https://www.newton-consulting.co.jp/itilnavi/guideline/security_and_privacy_in_public_cloud_computing.htm) (cit. 11.05.2014).
- [5] Cloud.cz. *Co je cloud computing*. 2014. URL: <http://www.cloud.cz> (cit. 25.04.2014).
- [6] Ubiri.com. *UBIRY Cloud Computing Consulting*. 2010-2013. URL: <http://www.ubiri.com/index.php?id=cloud-consulting&L=1> (cit. 20.05.2014).
- [7] Emil Budín. “Cloud computing se zaměřením na dostupnost a bezpečnost dat”. Bakalářská práce. Fakulta filozofická - Ústav české literatury a knihovnictví Kabinet informačních studií a knihovnictví, MU v Brně, 2012.
- [8] Jan Meloun. “Přínosy a omezení Cloud Computingu”. Bakalářská práce. Fakulta informatiky a statistiky - Katedra informačních technologií, VŠE v Praze, 2012. URL: <http://isis.vse.cz/zp/105691> (cit. 06.05.2014).
- [9] Vscloud.cz. *Ceny serverových prostředků*. 2008 – 2011. URL: <http://www.vscloud.cz/ceny/> (cit. 06.05.2014).
- [10] Pavel Náplava. *IT productivity paradox*. 2012. URL: [https://cw.felk.cvut.cz/wiki/\\_media/courses/a0m33pis/finance.pdf](https://cw.felk.cvut.cz/wiki/_media/courses/a0m33pis/finance.pdf) (cit. 07.05.2014).
- [11] Oldřich Starý. *Reálné opce*. 1. vydání. Praha: A plus, 2003. ISBN: 80-902-5146-3.

- [12] Hana Scholleová. *Hodnota flexibility. Reálné opce*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN: 978-80-7179-735-7.
- [13] Petr Koška. “Možnosti hodnocení investic do cloudového prostředí”. Diplomová práce. Fakulta elektrotechnická - Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd, ČVUT v Praze, 2013.
- [14] Aswath Damodaran. *Damodaran Online*. 2014. URL: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/home.htm](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/home.htm) (cit. 25.04.2014).
- [15] Bitnami.com. *Cost Estimator*. 2014. URL: <https://bitnami.com/cloud-cost-calculator> (cit. 30.04.2014).
- [16] Marek Nekvasil. “Možnosti hodnocení efektivity investic do IT”. Katedra informačního a znalostního inženýrství, VŠE v Praze, 2008. URL: <http://nekvasil.eu/files/papers/0809%20-%20CSSI%20-%20Moznosti%20hodnoceni%20efektivit%20investic%20do%20IT.pdf> (cit. 22.04.2014).
- [17] Hana Scholleová. *Ekonomické a finanční řízení pro neekonomy*. 1. vydání. Praha: Grada, 2008. ISBN: 978-80-247-2424-9.
- [18] Blanka Kučerková. “Kritéria efektivity investic”. BI - EKP. Fakulta elektrotechnická - Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd, ČVUT v Praze, 2011.
- [19] Jana Nováčková. “Volatilita reálných aktiv”. Diplomová práce. Fakulta podnikohospodářská, VŠE v Praze, 2006. URL: <http://isis.vse.cz/zp/42963> (cit. 20.05.2014).
- [20] Peter Mell a Timothy Grance. *The NIST Definition of Cloud Computing*. 2011. URL: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (cit. 20.05.2014).