

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ**

**Katedra inženýrské pedagogiky**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Praha 2015**

**Pavel Herceg**





**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Masarykův ústav vyšších studií**

**Katedra inženýrské pedagogiky**

**Cloud computing v korporátním prostředí**

**Cloud computing in the corporate environment**

Bakalářská práce

Studijní program:   Ekonomika a management

Studijní obor:       Řízení a ekonomika průmyslového podniku

Vedoucí práce:     Ing. Vladimír Brdek, Ph.D.

**Pavel Herceg**

---

**Praha 2015**



## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**studijní program:** Ekonomika a management

**studijní obor:** Řízení a ekonomika průmyslového podniku

**akademický rok:** 2014/2015

**Jméno a příjmení studenta:** Pavel Herceg

**Zadávací katedra:** Katedra inženýrské pedagogiky

**Téma bakalářské práce:** Cloud Computing v korporátním prostředí

**Téma bakalářské práce  
v anglickém jazyce:** Cloud Computing in the corporate environment

### **Zásady pro vypracování:**

- Teoreticky zpracujte současný vývojový stav dané problematiky Cloud Computingu
- Popište základní možnosti využití Cloud Computingu v korporátním prostředí
- Proved'te analýzu několika nabídek vybraných služeb jednoho typu v rámci Cloud Computingu
- Popište základní funkcionality a možnosti praktického využití konkrétní služby určené pro korporátní prostředí
- Navrhněte konkrétní doporučení, jak využít konkrétní řešení v rámci Cloud computingu ve vybrané firmě



**Rozsah grafických prací:** Dle potřeby a pokynů vedoucího bakalářské práce

**Rozsah práce bez příloh:** Dle předpokladu cca 30-50 stran

**Základní odborná literatura:**

VELTE, Anthony T., Toby J. VELTE a Robert ELSENPETER. *Cloud computing: praktický průvodce*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 344 s. ISBN 978-80-251-3333-0.

REESE, George. *Cloud application architectures: [building applications and infrastructure in the Cloud]*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., c2009, xii, 189 p. ISBN 05-961-5636-7.

RITTINGHOUSE, John W a James F RANSOME. *Cloud computing: implementation, management, and security*. Boca Raton: CRC Press, c2010, xxxviii, 301 p. ISBN 14-398-0680-2.

MULHOLLAND, Andy; PYKE, Jon; FINGAR, Peter. *Enterprise Cloud Computing : A Strategy Guide for Business and Technology Leaders*. United States : MeghanKiffer Press, 2010. 260 s. ISBN 978-0929652290.

MALACKA, Tomáš. *Cloud computing v malém a středním podniku*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.

KOZÁK, Jaroslav. *Cloud computing a jeho uplatnění v praxi*. Praha, 2010. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze.


**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Vladimír Brdek, Ph.D.

**Podpis vedoucího  
bakalářské práce:**


.....

**Termín zadání práce:** 5. prosince 2014

**Termín odevzdání práce:** 5. května 2015

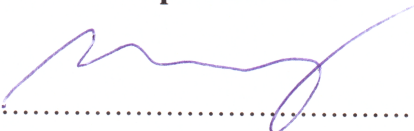
.....  
**Ing. Bc. Pavel Andres, Ph.D.**  
vedoucí katedry inženýrské pedagogiky

L.S.

.....  
**Prof. Ing. Vladimír Kučera, DrSc., Dr.h.c.**  
ředitel ústavu

**V Praze dne 5. prosince 2014**

**Podpis studenta stvrzující  
přijetí zadání práce:**

.....

## Vzor citačního záznamu

*HERCEG, Pavel. Cloud computing v korporátním prostředí. Praha: ČVUT 2015. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií, Katedra inženýrské pedagogiky.*

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v přiloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne 4. května 2015

Podpis: .....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladimíru Brdkovi, Ph.D. a Bc. Tomáši Hercegovi, jednateři společnosti RIGANTI s.r.o., za odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Herceg P. Cloud computing v korporátním prostředí. Bakalářská práce.

Praha: ČVUT v Praze, 2015

Tato bakalářská práce pojednává o problematice cloud v korporátním prostředí. Cílem této práce je definovat pojmy týkající se cloud computingu, rozlišit jeho obvyklé podoby a poskytnout komplexní náhled do této problematiky zejména z pohledu IT manažera jako uživatele. Praktická část této práce si bere za cíl pomoci s rozhodnutím, jakým způsobem řešit požadavek firmy na pořízení určitého počtu virtuálních strojů pro účely testování, a porovnává nabízená cloudová řešení.

## **Klíčová slova**

Cloud, Cloud computing, Virtualizace, IaaS, PaaS, SaaS, On premise, Korporace

## **Abstract**

Herceg P. Cloud computing in the corporate environment. Bachelor thesis.

Praha: ČVUT v Praze, 2015

This thesis focuses on the usage of cloud computing in the corporate environment. The goal of this paper is to define cloud computing and related terms, distinguish its common use cases and provide complex insight into this problem, especially from the IT manager's point of view. The practical part of this thesis helps with the decision how to secure several virtual machines for testing purposes in small IT company and compares most common cloud solutions that are used today.

## **Key words**

Cloud, Cloud computing, Virtualization, IaaS, PaaS, SaaS, On premise, Corporation

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Teorie cloud computingu .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Definice .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Historie cloudu .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. Základní charakteristiky cloudu .....</b>	<b>14</b>
2.3.1. Služba na vyžádání.....	14
2.3.2. Neomezený síťový přístup .....	14
2.3.3. Sdílení zdrojů .....	15
2.3.4. Rychlá flexibilita.....	15
2.3.5. Měřitelnost .....	15
<b>2.4. Rozdělení cloudu .....</b>	<b>16</b>
2.4.1. Veřejný cloud.....	16
2.4.2. Privátní cloud .....	17
2.4.3. Hybridní cloud .....	17
<b>2.5. Modely služeb .....</b>	<b>17</b>
2.5.1. SaaS (Software as a Service) .....	18
2.5.2. PaaS (Platform as a Service) .....	19
2.5.3. IaaS (Infrastructure as a Service) .....	20
2.5.4. CaaS (Communication as a Service) .....	21
2.5.5. MaaS (Monitoring as a Service) .....	21
<b>2.6. Příklady nejběžnějších cloudových aplikací .....</b>	<b>22</b>
2.6.1. E-mailový klient .....	23
2.6.2. Úložiště .....	23
<b>2.7. Rizika spojená s cloudem.....</b>	<b>24</b>
2.7.1. Fyzické zabezpečení datových center .....	25
2.7.2. Zabezpečení dat .....	26
2.7.3. Příklad komplexní ochrany cloudové služby .....	27
<b>2.8. Vlastnosti cloudu .....</b>	<b>27</b>
2.8.1. Kapacita .....	27
2.8.2. Škálovatelnost.....	28
2.8.3. Dostupnost a spolehlivost .....	28
<b>2.9. Data v cloudu.....</b>	<b>29</b>
2.9.1. Vlastnictví.....	29

2.9.2.	Uchovávání.....	29
2.9.3.	Přenositelnost.....	30
<b>3.</b>	<b>Analýza řešení pořízení virtuálních počítačů .....</b>	<b>30</b>
3.1.	Představení společnosti .....	30
3.2.	Scénář a požadavky společnosti .....	31
3.3.	Varianty řešení .....	31
3.3.1.	Varianta 1 – Windows Azure .....	32
3.3.2.	Varianta 2 – Amazon Web Services – EC2 .....	34
3.3.3.	Varianta 3 – Google Cloud Platform .....	35
3.3.4.	Zhodnocení variant formou IaaS cloudu .....	37
3.3.5.	Varianta 4 – pořízení vlastního hardwaru.....	37
3.3.6.	Srovnání možných variant.....	40
3.4.	Distribuce softwaru formou SaaS cloudu .....	42
3.4.1.	Adobe Creative Cloud .....	42
3.4.2.	Office 365 .....	43
3.4.3.	Trend v distribuci.....	45
<b>4.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>5.</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>47</b>

## 1. Úvod

Cloud computing se stal téměř všudypřítomným pojmem ve světě informačních technologií. Můžeme se s ním setkat nejen v odborných textech, ale i v rámci různých IT konferencí či běžných tematicky zaměřených webových médiích. Nejde o technologii, jak by se na první pohled mohlo zdát, ale o určitý princip vývoje a následně i distribuce produktů a služeb. Ten má samozřejmě své výhody i nevýhody.

Primárním úkolem cloudu je vzdálené poskytování produktů nebo služeb, obvykle prostřednictvím sítě Internet. Na straně zákazníka zaniká nutnost vysokých investic do nákupu vlastní hardwarové infrastruktury. Cloud je často spojován s pronájmem, což může být pro neinformovaného zákazníka matoucí. Místo obvyklého pronájmu hardwaru se v případě cloudu pronajímá pouze jeho výpočetní výkon nebo například prostor na datovém úložišti. Zákazníkovi cloudu tedy stačí vlastnit pouze koncové zařízení s možností připojení k Internetu.

Takto zprostředkované služby jsou typicky zpoplatněny formou periodických plateb, a to buď tarifně stanovenou částkou, nebo výpočtem přesně podle spotřeby. Díky tomuto principu je cloud computing velmi flexibilním modelem zejména mezi firemními zákazníky. Na jejich straně odpadají starosti s investicemi do pořízení hardwaru nebo naopak s nedostatečným využitím hardwaru stávajícího. Dalším neméně důležitým aspektem je také snižující se potřeba lidských zdrojů v IT odděleních.

Není to tak dávno, kdy se software distribuoval výhradně prostřednictvím fyzických datových nosičů (např. CD, DVD). Dovoluji si tvrdit, že tato média jsou dnes již spíše raritou. Tento model v posledních letech vystřídala vzdálená distribuce dat prostřednictvím sítě Internet nebo právě zmiňovaný cloud computing.

Cílem této práce je jednoznačně definovat pojem cloud computing, rozlišit jeho obvyklé podoby a poskytnout komplexní náhled do této problematiky zejména z pohledu IT manažera jako uživatele. Na základě této práce by měl čtenář získat

poznatky o pozitivěch a negativěch cloudu a být schopen rozhodnout, ve kterém případě tento model v praxi využít.

Praktická část této práce si bere za cíl rozhodnout, jakým způsobem řešit požadavek firmy, zabývající se vývojem softwaru, na pořízení určitého počtu virtuálních strojů pro účely testování. Z hlediska nejviditelnější části cloudu, kterou je distribuce softwaru jako služby, se práce věnuje také popisu některých konkrétních cloudových řešení.

## 2. Teorie cloud computingu

### 2.1. Definice

Cloud computing je v poslední době velmi populárním pojmem na poli IT. Ať už jde o různé konference, odborné články ale i tematicky zaměřené webové portály, téměř ve sto procentech případů se s tímto pojmem setkáte. Lze najít celou řadu definic cloud computingu. Žádná z nich však není standardizovaná.

„Cloud computing je na Internetu založený model vývoje používání počítačových technologií.“ (Crosman, 2009)

„Cloud computing je koncepce, která umožňuje přistupovat k aplikacím, které jsou ve skutečnosti umístěny jinde než v místním počítači nebo jiném zařízení připojeném k Internetu.“ (Velte, a další, 2011)

Zřejmě nejrozšířenějším výkladem cloud computingu je definice Národního institutu pro normalizaci a standardy (zkráceně NIST) Spojených států amerických. (Rittinghouse, a další, 2009) „Cloud computing je model umožňující síťový přístup podle potřeby ke sdílenému sdružení konfigurovatelných operačních zdrojů (např. sítí, serverů, úložišť, aplikací a služeb), který lze rychle realizovat s vynaložením minimálního úsilí nebo minimální interakcí poskytovatele služby.“ (Mell, a další, 2011)

Dále NIST definuje pět základních charakteristik, čtyři modely nasazení a tři modely služeb, kterým se budu věnovat v následujících částech této práce. (Mell, a další, 2011)



Každá z definic je poplatná určitému vývojovému stádiu cloud computingu, který se stále vyvíjí. Nejde totiž o technologii, ale o určitý přístup. Z mého pohledu by se tak dal popsat následujícím způsobem.

Cloud computing je přístup k vývoji a distribuci informačních technologií. Jde o poskytování prostředků, programů či služeb prostřednictvím sítě Internet, díky čemuž k nim mohou uživatelé přistupovat z libovolného místa v libovolném čase prostřednictvím webového prohlížeče, nebo klienta dané aplikace. V případě komerčních služeb a programů uživatel neplatí za licenci, ale cena se stanovuje mírou užití.

## 2.2. Historie cloudu

Ačkoliv by se mohlo zdát, že pojem cloud computing je výstřelkem posledních pár let, prvotní myšlenka pochází z roku 1961. Profesor John McCarthy z americké univerzity MIT tehdy zveřejnil myšlenku o využívání výpočetního výkonu širokou veřejností běžně dostupnou službou, podobně jako elektřina nebo voda. Elektrickou energii totiž potřebuje většina domácností i firem, které vlastní různé elektrické přístroje. Málokterá domácnost či firma má ale vlastní elektrárnu. V praxi jednu elektrárnu využívají tisíce odběratelů, kteří jsou k ní připojeni elektrorozvodnou sítí na dálku. Touto analogií McCarthy popsal nejen budoucí cloud computing, ale rovnou i hardwarovou virtualizaci – elektrárny jsou totiž vzájemně propojeny a vzájemně se podporují v závislosti na vytíženosti elektrické sítě. (Tuhý, 2010)

Ve světě počítačů můžeme elektrárnu označit jako datové centrum poskytovatele cloud computingu, elektrickou síť jako Internet a elektrický spotřebič jako počítač. (Zikmund, 2010)

Cloud computing se v komerční sféře objevuje později, konkrétně od 90. let 20. století. Za průkopníky můžeme všeobecně považovat přední telekomunikační společnosti. Ty jako první začaly místo běžných dedikovaných datových okruhů poskytovat virtuální privátní sítě (tzv. Virtual Public Network, zkráceně VPN), díky kterým zákazník získal stejné možnosti, ale za podstatně nižší cenu. Pomocí VPN bylo možné operativně přerozdělovat dříve staticky alokované prostředky s různou

vytížeností, čímž docházelo k zefektivnění v rámci využívání vlastních kapacit. (EzeCastle Integration, 2013)

Právě od 90. let začaly společnosti spatřovat potenciál v této technologii. Prvním větším hráčem na poli cloud computingu v komerční sféře byla americká společnost Salesforce.com, která vytvořila prostředí pro firemní aplikace s využitím právě alokace v konkrétním čase podle konkrétních výkonnostních požadavků. (EzeCastle Integration, 2013)

Na nástup tohoto úspěšného řešení následně zareagovala společnost Amazon.com. Sama totiž disponovala rozsáhlou datovou sítí, ale při běžném provozu využívala pouze zhruba 10 % těchto zdrojů. Zbytek zdrojů držela jen kvůli extrémním situacím, což bylo po většinu času zbytečně nákladné. Díky tomu v roce 2002 vznikla služba Amazon Web Services, která je považována za první využití cloudu v dnešním slova smyslu. V roce 2006 na to zareagovala společnost Google, která se už tehdy začínala řadit mezi největší hráče na poli IT. Vytvořila dnes dobře známou službu Google Docs, čímž zpřístupnila cloud computing širší veřejnosti. (EzeCastle Integration, 2013)

Dá se říci, že tímto vývojem postupně vznikl nový obchodní model. Některé firmy začaly místo nakupování vlastní infrastruktury využívat služeb třetích stran a platit paušálně za použité prostředky a spotřebovaný výpočetní výkon.

## **2.3. Základní charakteristiky cloudu**

Jak již bylo zmíněno, NIST kromě samotné definice cloudu uvádí i pět základních charakteristik, které by měl cloud splňovat. (Mell, a další, 2011)

### **2.3.1. Služba na vyžádání**

Službou na vyžádání je myšlena možnost uživatele v případě potřeby v reálném čase využít výpočetní prostředky (např. CPU, paměť RAM nebo kapacitu úložiště) bez jakékoliv lidské interakce s poskytovatelem služby.

### **2.3.2. Neomezený síťový přístup**

Služba poskytovaná v cloudu musí být dostupná prostřednictvím síťového připojení nebo přímo skrze standardní internetové protokoly. Uživatel se pak

obvykle připojuje prostřednictvím tenkých (ve webovém prohlížeči), tlustých (nainstalovaná aplikace v lokálním počítači) nebo mobilních klientů (nainstalovaná aplikace v mobilním zařízení).

### 2.3.3. Sdílení zdrojů

Výpočetní prostředky jsou poskytovány několika uživatelům najednou a zdroje jsou v reálném čase dynamicky přerozdělovány v závislosti na potřebách klientů. Ti obvykle nemají možnost zjistit, kde se fyzicky výpočetní zdroje nachází, ale měli by mít alespoň možnost určit si zemi nebo konkrétní datové centrum (závisí na jednotlivých poskytovatelích služby). Výpočetními zdroji se rozumí výkon procesorů, paměť RAM, datové úložiště, šířka pásma síťového připojení a virtuální stroje.

### 2.3.4. Rychlá flexibilita

Cloudová služba by měla alokovat či uvolňovat nové výpočetní prostředky co možná nejrychleji podle potřeb klientů, v ideálním případě plně automaticky. Odběratel může kdykoliv v případě nutnosti nakupovat jakékoliv množství prostředků a stejně tak mohou být v období menší spotřeby uvolněny.

### 2.3.5. Měřitelnost

V neposlední řadě patří mezi základní charakteristiky a principy cloudu i měřitelnost. Jak již bylo uvedeno, v případě cloudových služeb zákazníci platí za míru využití. K tomu slouží řídicí systémy, které kromě kontroly funkčnosti služby automaticky optimalizují a reportují využívané výpočetní prostředky. Těmito daty se pak řídí platební systém, na základě kterého zákazník může vidět, kolik a za co přesně má zaplatit.

Podle NIST (Mell, a další, 2011) musí být splněny všechny tyto požadavky, abychom o takové službě mohli mluvit jako o cloud computingu. V praxi však není výjimkou, že plně automatický a samoobslužný provoz funguje pouze u největších poskytovatelů, kteří mají dostatečné prostředky k tomu, aby byl jejich systém patřičně propracován. Obvykle se tedy za cloud computing považují služby, které splňují základní podmínky flexibility, sdílení výpočetních zdrojů, síťové dostupnosti a funguje u nich nepostradatelné měření zdrojů.

## 2.4. Rozdělení cloudu

Cloud computing je komplexní pojem, pod nímž se schovává obrovské množství služeb různého charakteru, které mohou být na první pohled naprosto odlišné. Tyto služby však mívají společné některé zásadní vlastnosti.

V průběhu vývoje cloudu se ustálily dva základní typy dělení cloud computingu. Prvním typem je dělení podle toho, komu je cloud nabízen. Zde rozlišujeme tři modely – veřejný, privátní a hybridní cloud. (Techtarget, 2013)

Druhým typem je dělení podle toho, co je v rámci cloudu nabízeno. Můžeme se setkat se třemi základními modely: (Mell, a další, 2011)

- SaaS (Software as a Service)
- PaaS (Platform as a Service)
- IaaS (Infrastructure as a Service)

Některé zdroje ještě uvádí dva méně obvyklé samostatné modely CaaS (Communication as a Service) a MaaS (Monitoring as a Service). (Rittinghouse, a další, 2009)

Je však potřeba upozornit, že mnoho služeb leží na pomezí těchto běžných modelů.

### 2.4.1. Veřejný cloud

Veřejný cloud je nejběžnější scénář. Jedná se o klasický model, který v sobě zahrnuje služby zejména běžným uživatelům (fyzickým osobám). Softwarová řešení v rámci veřejného cloudu bývají vysoce standardizovaná (vyhovující širokému vzorku uživatelů pro jejich nejširší možné využití). Za nejběžnější příklady služeb ve veřejném cloudu můžeme považovat různé e-mailové klienty, vzdálená úložiště nebo např. kancelářské balíky. Obvykle bývají veřejně přístupné a zpoplatněny dle četnosti využívání, případně dle využitého úložného prostoru.

Veřejné cloudové služby se liší v mnoha parametrech a mnoho z nich je uživatelům poskytováno zdarma (např. e-mail). V takovém případě ovšem tyto

služby nemusí splňovat požadavky větších firem a rozhodně nejsou vhodné pro uchovávání kritických dat. (Velte, a další, 2011)

#### **2.4.2. Privátní cloud**

Cloud v privátní formě je veřejně nepřístupný a obvykle je tvořen sloučením výpočetní kapacity v rámci jedné konkrétní společnosti. Může být vytvořen samotnou společností, která jej bude využívat, nebo externím partnerem za úplatu. Privátní cloud se zaměřuje na plnění specifických požadavků trhu firemních zákazníků. Společnosti zabývající se poskytováním cloudových služeb korporátním zákazníkům obvykle nabízejí jak infrastrukturu, tak vývojové platformy, nebo rovnou hotová ICT řešení s různou mírou individualizace. Zákazníci od těchto profesionálních řešení očekávají maximální bezpečnost a vysokou dostupnost. (Velte, a další, 2011)

#### **2.4.3. Hybridní cloud**

Poslední dobou se častou formou cloud computingu v korporátní sféře stává odběr ICT zdrojů z kombinace veřejného a privátního cloudu. Mluvíme tedy o tzv. hybridním cloudu.

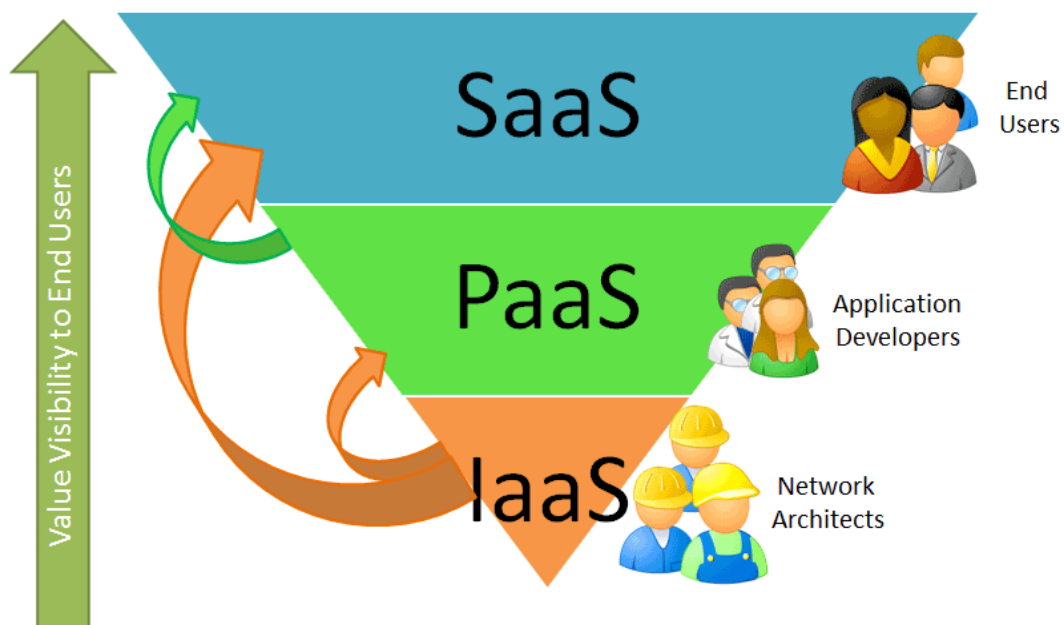
Často je v korporátním prostředí potřebné propojit existující software, který nebyl určen pro provozování v cloudu, s jinými službami, které naopak ve veřejném cloudovém prostředí fungují a nelze je provozovat na privátní infrastruktuře, anebo je ekonomicky výhodnější je provozovat v cloudu.

Poskytovatelé někdy do podnikových privátních systémů integrují určité veřejně dostupné služby i z důvodu snížení nákladů nebo zvýšení bezpečnosti. Službou veřejného cloudu je možné propojit zajištěné privátní cloudy a přitom například využívat již integrované bezpečnostní technologie.

### **2.5. Modely služeb**

Termín služba v cloud computingu označuje možnost práce s opakovaně použitelnými a strukturovanými komponentami v rámci sítě dodavatele. Takovéto nabídky se vyznačují následujícími vlastnostmi:

- Téměř žádné bariéry na vstupu a minimální vstupní náklady, díky čemuž jsou tyto služby dostupné i pro malé firmy
- Velká škálovatelnost, díky které je možné kdykoliv změnit výkon, podporovaný počet uživatelů, počet licencí, což umožňuje platit jen za skutečně využité prostředky.
- Dostupnost pro více uživatelů, která dovoluje sdílení dat mezi různými subjekty.
- Nezávislost zařízení, díky níž mohou uživatelé přistupovat k systémům z různého hardwaru, například z tabletu nebo mobilního telefonu bez ohledu na platformu a verzi operačního systému na daném zařízení. (Velte, a další, 2011)



Obrázek 1: Modely služeb podle formy. Zdroj: (QArea, 2015)

### 2.5.1. SaaS (Software as a Service)

Nejjednodušší formou cloud computingu je model Software as a Service, zkráceně SaaS. V překladu to doslova znamená „software jako služba”. Jde o model, kde je aplikace hostována a nabízena jako služba zákazníkům, kteří k ní přistupují prostřednictvím internetu. Software je hostován externě, zákazník tedy nemusí zajišťovat správu ani podporu.

Tento model je využíván zejména z důvodů snižování nákladů na provoz aplikací. Nasazením SaaS řešení firmám odpadají investice do softwarových balíčků, které se jinak účetně odepisují několik let. Platby za využívání těchto služeb tak jdou přímo do provozních nákladů. SaaS aplikace bývají obvykle účtovány paušálně podle počtu aktivních uživatelů nebo objemu uložených dat. Velice častým platebním modelem bývá platba za určitý minimální počet uživatelů a k tomu se přidávají poplatky za přidané služby, navýšení počtu uživatelů, prostoru v databázi, kapacity úložiště a podobně.

Kromě úspory nákladů patří mezi výhody řešení formou SaaS zejména jednoduchost. Aplikace většinou fungují prostřednictvím běžného internetového prohlížeče, není tedy nutné instalovat další software a ani školit zaměstnance v jeho používání. SaaS aplikace se také daleko jednodušeji přizpůsobují aktuálním požadavkům a v neposlední řadě firmy nepotřebují tak rozsáhlá IT oddělení. Patrná je tedy i finanční úspora týkající se zaměstnávání IT pracovníků a nízké vstupní náklady, jelikož není třeba nakupovat licence a nákladné serverové vybavení.

SaaS řešení má i své překážky. Například organizace se specifickými výpočetními potřebami nemusí na trhu nalézt vhodné hotové řešení. Obecně se objevují zejména řešení pro širší spektrum potenciálních zákazníků.

Jak již bylo dříve řečeno, většina lidí se s cloudovou službou v životě setkává denně a ani o tom neví. Většina takových běžných cloudových služeb je právě distribuována formou SaaS. Příkladem mohou být různá úložiště (např. Dropbox, Google Drive, Microsoft OneDrive), aplikace ke sdílení poznámek (např. Microsoft OneNote, EverNote, Wunderlist), ale i e-mailoví klienti (Microsoft Outlook.com, Gmail, Yahoo Mail, Seznam.cz) a celá řada dalších více či méně sofistikovaných webových služeb.

#### **2.5.2. PaaS (Platform as a Service)**

PaaS, neboli Platform as a Service, představuje službu, kdy jsou zákazníkům poskytovány kompletní prostředky pro vývoj, nasazení, testování, monitoring provozu a údržbu vlastních aplikací prostřednictvím Internetu, mnohdy bez nutnosti instalace dalšího softwaru. Jak již název napovídá, zákazníci mají k dispozici platformu a k ní přidružené služby, které mohou využívat – například

webový server, relační nebo dokumentovou databázi, škálovatelné velkoobjemové úložiště, sběrnici pro mezikomponentovou komunikaci v distribuovaných systémech (Service Bus), fulltextové vyhledávání a mnoho dalších služeb.

Na rozdíl od modelu SaaS zde tedy nejsou poskytovány hotové aplikace – ty si musí zákazník vyvinout sám. Typickým zákazníkem PaaS je firma, která se zabývá vývojem aplikací a potřebuje prostředí pro testování či ostrý provoz dané aplikace, případně firma, která danou aplikaci provozuje pro své klienty.

Další výhodou je i přítomnost nástrojů nebo technologií, které umožňují automatickou správu souběžných přístupů (u aplikací, kde se očekává větší množství přihlášených uživatelů v jednom čase), automatická škálovatelnost, odolnost proti selhání a zabezpečení, které bývá již součástí PaaS řešení. Firmy se tak touto problematikou nemusejí dále zabývat a zvláště v případě šifrování a zabezpečení mají téměř jistotu, že je daná věc implementována správně.

Za nevýhodu PaaS koncepce se dá považovat nedostatečná (nebo spíše žádná) přenositelnost mezi poskytovateli. Pokud firmě stávající poskytovatel z nějakého důvodu přestane vyhovovat, obvykle není možné řešení jednoduše přesunout na jinou platformu – každá platforma používá svá vlastní řešení, technologie a služby. Přenést lze pouze jednoduché aplikace, které nevyužívají téměř žádné speciální funkce, které cloud poskytuje, a které by mohly být snadno provozovány i mimo cloudové prostředí. V krajním případě, kdy poskytovatel zanikne, může dojít i k úplné ztrátě dat.

Příkladem takové to platformy může být Google App Engine nebo Force.com od společnosti Salesforce.

### 2.5.3. IaaS (Infrastructure as a Service)

V případě modelu Infrastructure as a Service si zákazník pouze pronajímá škálovatelnou infrastrukturu, kde typicky platí za skutečně využitý zdroj a nikoliv za maximální počet zařízení v dané infrastruktuře, kterou může jeho aplikace v kritických časech potřebovat. Většinou bývají účtovány platby za množství uložených dat, datové přenosy, započaté hodiny provozu virtuálních strojů nebo například za využití paměti. Zákazník obvykle přesně neví, kde se konkrétní hardware, na kterém běží jeho aplikace, nachází – typicky je známo pouze, ve kterém



datovém centru se server nachází. Není ale možné zjistit, zdali dvě aplikace běží na stejném fyzickém serveru.

Největšími hráči na trhu IaaS cloudů jsou společnosti Amazon, Microsoft a Google.

#### **2.5.4. CaaS (Communication as a Service)**

V poslední době se objevuje i termín Communication as a Service, který v sobě zahrnuje zejména poskytování komunikačních služeb prostřednictvím cloudu. Jde o tzv. instant messaging (př. Facebook Messenger, WhatsApp), Voice over IP telefonování (zkráceně VoIP), nebo různé konferenční videohovory (například Skype, Lync).

#### **2.5.5. MaaS (Monitoring as a Service)**

MaaS neboli Monitoring as a Service se vyvinul společně s rozmachem internetového podnikání. Jde o služby poskytující komplexní ochranu dat uživatelů (nejen proti úniku, ale i ztrátě vlivem hardwaru), obranu před DDoS útokům (zahltění serveru velkým množstvím požadavků z mnoha různých míst po celém světě v krátkém časovém intervalu) či běžný provozní monitoring funkčnosti služeb.

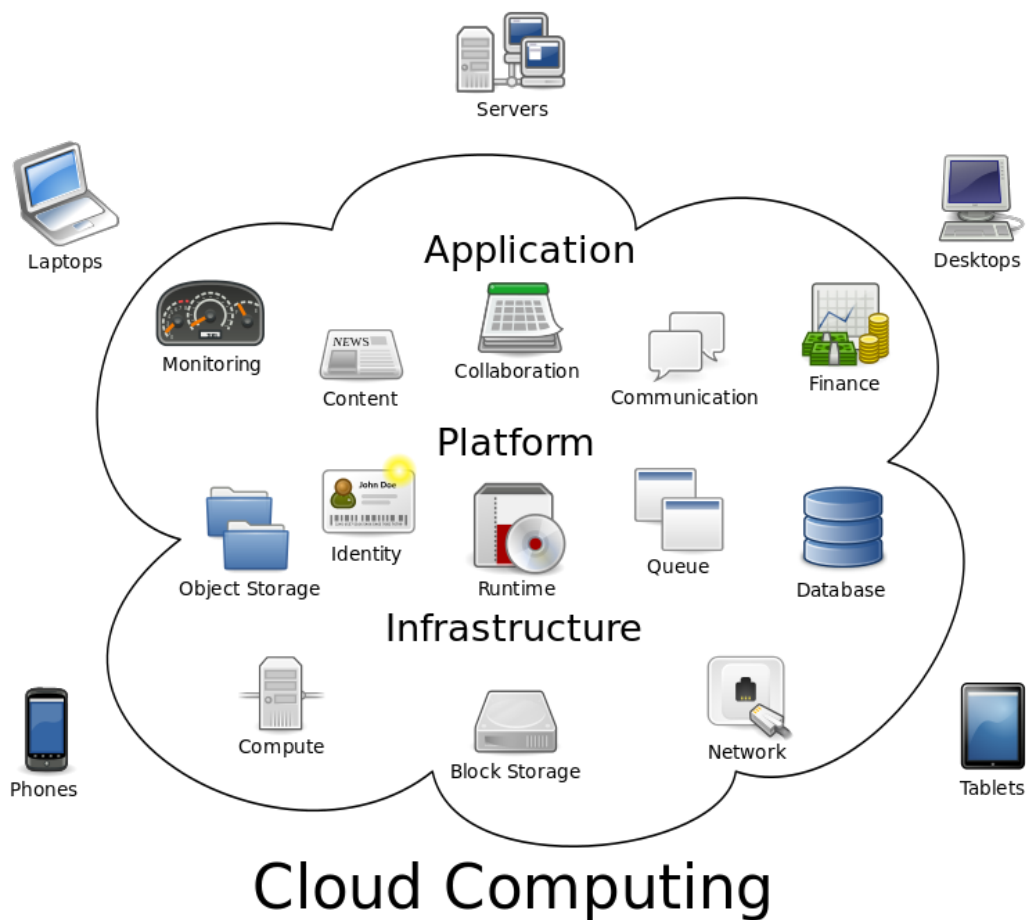


Obrázek 2: Příklady poskytovatelů jednotlivých typů Cloudu. Zdroj: vlastní infografika

## 2.6. Příklady nejběžnějších cloudových aplikací

Nejviditelnější částí cloudu z pohledu běžného uživatele, ať už fyzické nebo právnické osoby, je jednoznačně služba v rámci modelu SaaS. Většina uživatelů tyto služby využívá každý den, a nemusí si přímo uvědomovat, že jde v tom konkrétním případě o cloudovou službu.

Za příklad takové každodenní cloudové služby se dá považovat například webové rozhraní e-mailové schránky či některé z velmi populárních služeb datových úložišť.



Obrázek 3: Příklady forem Cloud Computingu. Zdroj: (Johnston, 2009)

## 2.6.1. E-mailový klient

Webová aplikace pro přístup k e-mailové schránce je jistě tím nejběžnějším příkladem cloudové služby. Většinou jde o bezplatnou službu a její funkcionalitu není třeba příliš popisovat. Jako příklad lze uvést populární službu Gmail od společnosti Google, Outlook.com od společnosti Microsoft či český portál Seznam.cz. Všechny tyto služby kromě funkce e-mailové schránky poskytují také provázanost s funkcemi kalendáře a adresáře kontaktů.

## 2.6.2. Úložiště

Na příkladu služeb datových úložišť lze ukázat i finanční stránku cloudu. Veškeré takové služby totiž kromě bezplatného režimu nabízí i možnost placených rozšíření prostoru pro uchovávání dat. Nejběžnějšími takovými službami jsou např. Dropbox, OneDrive, Google Drive, iCloud Drive.

Všechny tyto služby poskytují určitou kapacitu bezplatně a za rozšíření prostoru musí zákazník platit formou periodických plateb. Kvůli vysoké konkurenci vyplývající z množství těchto služeb jsou ceny příplatků podobné.



Obrázek 4: Ukázka cena tarifů úložiště Apple iCloud Drive. Zdroj: (Lee, 2014)

Kromě základní bezplatné kapacity a cen rozšiřujících tarifů se tato úložiště mohou lišit funkcionalitou. Největším rozdílem je provázanost na ostatní služby. Například úložiště OneDrive je provázané s portálem Outlook.com, Google Drive naopak s Gmailem, a podobně. Kromě toho některá úložiště kromě úschovy a zobrazení dokumentů poskytují i možnost editace přímo v okně webového prohlížeče. K tomu například slouží propojení se službou Google Docs či zjednodušená online verze kancelářského balíku Microsoft Office (OneDrive).

## 2.7. Rizika spojená s cloudem

Ačkoliv existuje nepřeberné množství odlišných cloudových služeb, všechny mají jednu společnou vlastnost. Jde o to, že data uložená na vzdáleném serveru se tamtéž i zpracovávají. Tato data je třeba k uživateli dostat v co nejkratším čase, tehdy kdy je potřebuje, a hlavně s důrazem na bezpečnost. To se samozřejmě děje prostřednictvím Internetu. Jak už se v historii mnohokrát ukázalo, nebývá většinou problém technicky data zabezpečit při přenosu na velké vzdálenosti, ale veškeré tyto snahy mohou fatálně selhat ve chvíli, kdy uživatel nedodržuje základní pravidla bezpečného chování na Internetu.

Z hlediska bezpečnosti a dostupnosti služeb je však prakticky jedinou možností, jak si mohou poskytovatelé cloudové služby získat důvěru potenciálních

uživatelů, smluvní závazek. V praxi se taková smlouva nazývá Service Level Agreement, zkráceně SLA. Tato smlouva většinou definuje použité bezpečnostní postupy a specifikuje maximální možnou délku výpadků za určité období včetně sankcí, které se uplatní v případě, že poskytovatel garantovanou dostupnost nedokázal dodržet.

### 2.7.1. Fyzické zabezpečení datových center

Mnoho firem bezpečnost dat podceňuje. Zejména malé a některé střední společnosti neinvestují do IT takové prostředky, jaké by byly potřeba. Většina menších firem pro své servery ani nevyhrazuje vlastní prostory. Kromě tohoto základního problému můžeme narazit i na nedostatečně dimenzované chladicí systémy, chybějící zařízení protipožární ochrany, záložních zdrojů napájení a mnohdy i neschopnost zamezit přístupu nepovolaných osob. Důležitá je ale i redundance všech komponent v podnikové IT infrastruktuře a hlavně pravidelné zálohování dat mimo prostory firmy, ideálně na několik geograficky vzdálených lokalit. Příčinou těchto selhání je buď nedostatek finančních prostředků, nebo nedostatečná odbornost administrátorů a IT pracovníků.

Tento zásadní problém firmám mohou pomoci vyřešit cloudové služby. Ty totiž bývají provozovány ve velkých datových centrech, rozmístěných různě po světě. Protože se v těchto prostorách nevyskytují citlivá data jedné firmy, ale hned několika stovek až tisíců firem, bezpečnostní opatření se zde staví na první místo. Tato centra byla vybudována přesně za tímto konkrétním účelem. Už provedení těchto staveb napomáhá k bezpečnosti dat.



**Obrázek 5: Moderní datové centrum. Zdroj: (IJssel, 2014)**

Kromě toho je dnes standardem využívání kamerových systémů, automatických požárních systémů, biometrických autentizací pro přístupy do budov nebo například čtyřadvacetihodinové ostrahy. Kromě tohoto fyzického zabezpečení je kladen důraz i na redundanci všech prvků podílejících se na fungování infrastruktury, ať už jde o napájení, chlazení, připojení k internetu, datová úložiště i jednotlivé servery. Jedině díky těmto opatřením mohou poskytovatelé garantovat vysoké dostupnosti v SLA smlouvách.

### **2.7.2. Zabezpečení dat**

Mnoho firem se cloudového prostředí obává a argumentuje tím, že chtějí mít svá data u sebe v bezpečí. Z bezpečnostního hlediska je ovšem větší pravděpodobnost, že data uniknou z privátního datového centra, kde existuje jedna konkrétní osoba, která má přístup ke všem důležitým přístupovým údajům a která je zároveň nejslabším článkem celého řetězu. Často je totiž mnohem levnější uplatit zaměstnance firmy, aby citlivé informace poskytnul, než objevit a zneužít bezpečnostní chybu v softwaru či nepozorovaně vniknout do datového centra.

V cloudovém prostředí existují pro přístup k citlivým datům poměrně složité bezpečnostní procesy a pravidla a neexistuje jedna osoba, která má přístup ke všemu.

### **2.7.3. Příklad komplexní ochrany cloudové služby**

K problematice rizik a bezpečnosti cloudových služeb se jistě hodí uvést praktický příklad. Vybral jsem dokument společnosti Microsoft vypovídající o komplexním řešení zabezpečení jejich produktu Windows Azure. (Microsoft, 2014a)

Z tohoto dokumentu vyplývá, že společnost Microsoft vynaložila nemalé úsilí na to, aby jejich služby byly pokud možno co nejbezpečnější a důvěryhodné pro své klienty. K tomu využívá veliké množství bezpečnostních opatření, kontrolních mechanismů a tvorbu postupů, které mohou dále využívat i ostatní subjekty.

Rád bych uvedl alespoň některé bezpečnostní prvky a procesy, které nemusí být u ostatních poskytovatelů samozřejmostí. Například systémy pro zjišťování a prevenci neoprávněných vniknutí, tzv. DDoS útoků, dvoufaktorová autentizace při přihlašování, nebo možnosti privátního připojení ExpressRoute, kdy datové přenosy nechodí přes Internet. (Microsoft, 2014a)

Kromě těchto a dalších bezpečnostních mechanismů je ze strany Microsoftu viditelná velmi silná stránka prevence. Jako příklad bych zde uvedl oddělení Microsoft Digital Crimes Unit a Microsoft Cybercrime Center, která se zabývají studiem nově vznikajících bezpečnostních hrozeb a možnou prevencí. Kromě toho při tvorbě veškerých produktů Microsoft uplatňuje princip „předpokládat chybu zabezpečení“, nebo provozuje tým s nepřetržitým provozem, který v okamžitém čase reaguje na incidenty a nestandardní situace, čímž zmírňuje hrozby vyplývající z útoků. (Microsoft, 2014a)

## **2.8. Vlastnosti cloudu**

### **2.8.1. Kapacita**

Cloudové služby většinou disponují velkými datovými úložišti, na jejichž limity se dá narazit jen těžko. Provozovatelé cloudových služeb většinou datová



úložiště účtují podle velikosti obsazeného prostoru a doby, po kterou je tento prostor využíván.

Pokud zákazník například potřebuje uložit velký objem dat, ale jen na krátkou dobu, vyplatí se mu spíše pronajmout si potřebné místo v cloudu, než kupovat vlastní úložiště, které za krátkou chvíli nebude potřebovat.

Typicky jsou v cloudu také data ukládána redundantně a na různých místech po světě, aby se minimalizovalo riziko jejich ztráty či poškození v případě havárie nebo fyzického útoku na datové centrum. Tento princip se někdy též označuje jako geografická redundance. (O2 Business Zoom, 2014)

### 2.8.2. Škálovatelnost

Škálovatelnost je možnost provozovat aplikaci na prakticky libovolném množství serverů najednou. To umožňuje zvládat odbavit více požadavků ze strany uživatelů. Většina cloudových řešení nabízí možnost tzv. automatického škálování, které je vhodné pro aplikace s proměnlivou zátěží.

Pokud bychom se například rozhodli v cloudu provozovat webovou aplikaci sloužící k objednávání vstupenek na koncerty, po většinu času pro její provoz bude stačit jeden nebo dva servery. Ve chvíli, kdy se však spustí prodej lístků na koncert populárního umělce, počet uživatelů se může několikrát znásobit. V takovém případě by nám jeden až dva servery již nestačily, a právě díky automatickému škálování infrastruktura cloudu na tuto zvýšenou zátěž zareaguje a upraví počet serverů. V souvislosti se škálováním se taktéž používá pojem load balancing, což znamená rozložení zátěže. Zařízení, které tuto činnost provádí, se pak nazývá load balancer. (Microsoft, 2014b)

### 2.8.3. Dostupnost a spolehlivost

O provoz infrastruktury cloudu se typicky starají specializované mnohočlenné týmy osob a využívají se pokročilé monitorovací nástroje. V případě potíží existují standardizované postupy, díky kterým je možné vzniklé problémy řešit rychle a bez zbytečných časových průtahů.

Cloudová infrastruktura navíc velmi často obsahuje i ochranu proti DDOS útokům, což jsou situace, kdy útočník pomocí velkého množství počítačů z různých



míst na světě generuje enormní zátěž, která může ochromit celou aplikaci. Cloudová řešení mají v sobě většinou vestavěny filtry, které pomocí komplikovaných algoritmů založených na statistické analýze dokáží zjistit, které požadavky jsou relevantní a které jsou vygenerovány útočníkem, a dokážou se navíc i učit, takže jsou schopny odvrátit i nové metody útoku, které ještě nikdy nebyly použity. Tato řešení však bývají velmi nákladná a u menších datacenter se téměř nepoužívají. Cloudové služby je naopak potřebují, jelikož jsou mnohem atraktivnější cíl pro potenciálního útočníka.

## **2.9. Data v cloudu**

Kromě charakteristik a rozdělení cloudu je vhodné zmínit i samotná data. Nejen z hlediska vlastnictví ale i uchování a přenášení.

### **2.9.1. Vlastnictví**

Vlastnictví dat v cloudu je poměrně rozporuplné. Plně závisí na smluvních podmínkách jednotlivých poskytovatelů cloudových služeb.

Většina provozovatelů v rámci svých podmínek vymezuje, že obsah je vlastnictvím klienta, který za něj také nese zodpovědnost. Tím se poskytovatelé distancují například od manipulace s nelegálně získanými daty. Poslední dobou je však moderním využívání tzv. data miningu. Jde o statistický sběr dat pro účely cílení reklamy. To by však mělo být uvedeno i v rámci smluvních podmínek.

V každém případě je tedy při výběru vhodného poskytovatele nutné tyto podmínky podrobně prostudovat.

### **2.9.2. Uchovávání**

Firmy zabývající se poskytováním cloudových služeb mívají obvykle velmi dobře implementovány různé mechanismy a procesy sloužící k ochraně dat svých klientů.

V praxi se jedná zejména o pravidelné zálohování dat, různé funkce pro obnovení systémů v případě neočekávaných problémů apod.

I v tomto případě závisí na konkrétních smluvních podmínkách, zdali má zálohování na starosti provozovatel, nebo si tyto zabezpečovací mechanismy zajišťuje klient. (Zach, 2013)

### **2.9.3. Přenositelnost**

V praxi mají poskytovatelé cloudu problém s nedůvěrou ze strany firem. Velmi často zde nejde o problematiku bezpečnosti, ale spíš o snahu nevytvořit si závislost na jednom poskytovateli, případně na jedné konkrétní technologii. Přenositelnost je tedy úzce spjatá s migrací dat. Ta může mít různé důvody, od potřeby změny technologie přes změnu obchodních podmínek či ceny až po ukončení provozu cloudové služby.

Často není možné tato rizika úplně předpokládat, ale je dobré jim předcházet například volbou silného a věrohodného poskytovatele cloudu. (Zach, 2013)

## **3. Analýza řešení pořízení virtuálních počítačů**

### **3.1. Představení společnosti**

Společnost RIGANTI s.r.o. působí na trhu od začátku roku 2011. Její hlavní činností je zakázkový vývoj softwaru, poskytování odborných školení a konzultací zabývajících se všemi fázemi vývoje softwaru a jeho následného testování.

Mezi oblasti, kterými se tato firma zabývá, patří tvorba webových, desktopových, mobilních a v neposlední řadě i cloudových aplikací na platformě Microsoft .NET.

Společnost RIGANTI s.r.o. působí zejména na B2B trhu, obvykle tedy dodává řešení „na míru“ středním a velkým firmám. Mezi taková řešení patří například různé informační systémy, projekty webového podnikání, e-learningové programy apod.

### 3.2. Scénář a požadavky společnosti

V blízké době má dojít ve společnosti RIGANTI k zahájení prací na vývoji nové aplikace, která má být velmi náročná na testování, a pro tyto účely bude třeba připravit 30 virtuálních strojů, na nichž se budou spouštět testovací scénáře.

Testeři se k těmto počítačům připojují pomocí vzdálené plochy prostřednictvím sítě Internet. Tento princip byl zvolen zejména kvůli rychlému vytvoření standardně nakonfigurovaných zařízení, snadné následné hromadné správě, možnosti rychlého kopírování dat a také pravidelné tvorbě záloh a možnosti okamžitého návratu (tzv. rollback) do předchozího funkčního stavu.

Vzhledem k charakteru projektu bylo požadováno, aby všechny virtuální počítače disponovaly pamětí RAM o minimální kapacitě 3 GB a úložištěm pro data o minimální kapacitě 500 GB. Kromě těchto technických parametrů bylo požadováno, aby byl na strojích nainstalován operační systém Windows Server 2012 R2, nebo Windows 8.1. Samozřejmostí pak byla nutnost vzdáleného připojení odkudkoliv a z libovolného zařízení na různých platformách.

### 3.3. Varianty řešení

Po analýze těchto požadavků a následném průzkumu trhu v této oblasti byly stanoveny čtyři reálné možnosti. Z nich pak bylo potřeba vybrat ekonomicky nejvýhodnější variantu.

Předběžný předpokládaný výsledek byl následující. Využití cloudu bude mít nízké pořizovací náklady, ale poměrně drahé paušální platby. V dlouhodobém horizontu pak bude výhodnější variantou nákup vlastního hardware (tzv. „On premise“ řešení), která se vyznačuje velmi vysokými vstupními náklady. Předpokladem tedy je, že v krátkodobém měřítku bude výhodnější cloudové řešení a v dlouhodobém se spíše vyplatí investice do vlastního hardwaru.

Tři z nich využívaly řešení formou IaaS cloudu, tedy pronájmu infrastruktury. Protože jde o řešení, které nabízí poměrně veliké množství firem, byly vybrány tři nejrenomovanější, tedy společnosti Microsoft, Amazon.com a Google.

Čtvrtou možností pak byl nákup vlastního serveru a následně i jeho správy.

	Řešení	Forma
<b>Varianta 1</b>	Windows Azure	IaaS cloud
<b>Varianta 2</b>	Amazon Web Services	IaaS cloud
<b>Varianta 3</b>	Google Cloud Platform	IaaS cloud
<b>Varianta 4</b>	Vlastní hardware	On premise

Tabulka 1: Varianty řešení

### 3.3.1. Varianta 1 – Windows Azure

Jako první variantu jsem zvolil řešení od společnosti Microsoft, tedy Windows Azure. Tato platforma nabízí velmi široké portfolio služeb ať už z modelu IaaS, PaaS, tak i SaaS.

Nejtypičtějším představitelem IaaS je služba Azure Virtual Machines, která umožňuje vytvořit libovolné množství virtuálních počítačů s operačními systémy Windows nebo Linux s mnoha dalšími předinstalovanými programy dle výběru.

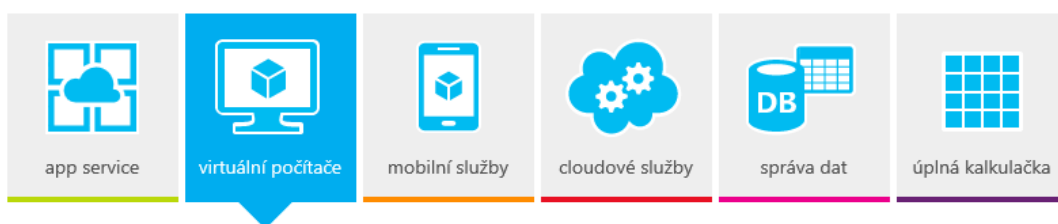
Mezi zástupce PaaS patří například služba Azure App Service, jež umožňuje provozovat webové aplikace, nebo služba Azure Mobile Service, která poskytuje funkce pro mobilní aplikace (například přihlašování pomocí sociálních sítí, push notifikace apod.)

V oblasti SaaS nabízí Azure například službu RemoteApp, díky níž lze nasadit libovolnou aplikaci a zpřístupnit ji vzdáleně do libovolného zařízení.

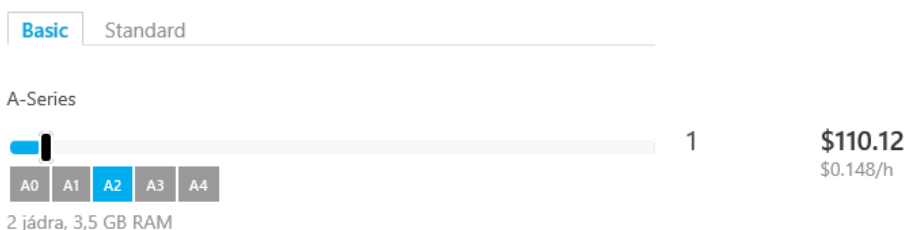
S přihlédnutím k požadavkům společnosti RIGANTI jsem z nabídky Windows Azure vybral virtuální počítače s označením A2 Basic Tier. Tyto stroje disponují pamětí RAM s kapacitou 3,5 GB a diskem s kapacitou 60 GB. Aby každý z těchto strojů splňoval požadavky, bylo potřeba zakoupit rozšíření diskové kapacity. K tomuto účelu jsem zvolil rozšiřující balíček s 500GB diskem. (Microsoft, 2015a)

Kromě samotného zařízení je třeba počítat i s licencemi operačního systému a určitými poplatky za datové přenosy vycházející z pravidelného používání virtuálních počítačů.

Žádné počáteční náklady. Zaplatíte jenom to, co používáte.



### Virtuální počítače s Windows



Obrázek 6: Kalkulátor cen Windows Azure. Zdroj: (Microsoft, 2015a)

Všechny virtuální stroje v rámci Windows Azure mají již v ceně zahrnutou licenci poslední verze operačního systému Windows Server.

Z předchozí zkušenosti jsme společně s vedením firmy zvolili k výpočtu balíček datových přenosů 20 GB/měsíc. Z praktického hlediska je tento balíček jen orientačním prvkem, protože v rámci Windows Azure se platí za skutečné množství přenesených dat, které je obvykle individuální pro každý virtuální počítač. (Microsoft, 2015a)

Seznam nutných součástí tohoto řešení se zjištěnými cenami obsahuje následující tabulka.

Řešení Windows Azure	Cena bez DPH za 1 stroj za měsíc
A2 Basic Tier (3,5 GB RAM, 60 GB SSD)	115 \$
500 GB disk	25 \$
Datové přenosy (20 GB/měsíc)	1,31 \$
Licence Windows Server	0 \$
<b>Celkem za 1 stroj za měsíc</b>	<b>141,31 \$</b>

Tabulka 2: Návrh ceny řešení Windows Azure. Zdroj: zpracováno dle (Microsoft, 2015a), Duben 2015

Z ceníku společnosti Microsoft vychází celková cena za pronájem jednoho virtuálního stroje za měsíc 141,31 \$. V případě třiceti virtuálních počítačů jde tedy o částku 4 239,3 \$ měsíčně. Při aktuálním kurzu amerického dolaru 1 USD = 25,278 CZK (údaj ze dne 7. 4. 2015, kurzovní lístek Citibank) jde o částku 107 161 Kč.

### 3.3.2. Varianta 2 – Amazon Web Services – EC2

Druhou možností je využití řešení od společnosti Amazon, konkrétně jednou ze služeb v rámci balíku Amazon Web Services. Zajištění výpočetního výkonu formou pronájmu virtuálních počítačů se zde nazývá EC2.

Z široké nabídky konfigurací jsem vybral sérii počítačů s obchodním názvem t2.medium s pamětí RAM o kapacitě 4 GB. V rámci předem stanovených požadavků nám tyto stroje stačí, nicméně Amazon zde nabízí různé varianty až do paměti RAM s kapacitou 244 GB. Samozřejmostí je zde členění do kategorií v závislosti na primární účely zařízení. Kromě námi vybrané standardní kategorie jsou zde i kategorie strojů optimalizované k využití paměti, datového úložiště, nebo výpočetního výkonu procesoru. (Amazon, 2015)

Společnost Amazon má v rámci produktů EC2 v základním výběru stroje bez disků pro ukládání dat. Ty, na rozdíl od Windows Azure, kde byla určitá kapacita již v základní verzi, je potřeba ve všech případech přidat formou příplatku. I v tomto případě jsem zvolil disk s kapacitou 500 GB pro ukládání firemních dat.

Stejně jako u produktu Windows Azure je i zde licence operačního serveru Windows Server součástí ceny základního stroje, není tedy třeba přikupovat.

Datové přenosy má Amazon ve svém orientačním ceníku stanovené pro námi odhadovaných 20 GB/ měsíc za 0,2 \$. Jde tedy o téměř zanedbatelnou částku. (Amazon, 2015)

Konkrétní ceny za řešení Amazon Web Services – EC2 obsahuje následující tabulka.

<b>Řešení Amazon Web Services – EC2</b>	<b>Cena bez DPH za 1 stroj za měsíc</b>
t2.medium (4GB RAM)	56,544 \$
500 GB disk	25 \$
Datové přenosy (20 GB/měsíc)	0,2 \$
Licence Windows Server	0 \$
<b>Celkem za 1 stroj za měsíc</b>	<b>81,754 \$</b>

**Tabulka 3: Návrh ceny řešení Amazon Web Services – EC2. Zdroj: zpracováno dle (Amazon, 2015), Duben 2015**

Z ceníku společnosti Amazon vychází celková cena za pronájem jednoho virtuálního stroje za měsíc 81,754 \$. V případě třiceti virtuálních počítačů jde tedy o částku 2452,62 \$ měsíčně. Při aktuálním kurzu amerického dolaru 1USD = 25,278 CZK (údaj ze dne 7. 4. 2015, kurzovní lístek Citibank) jde o částku 61 997 Kč.

### **3.3.3. Varianta 3 – Google Cloud Platform**

Stejně jako předchozí dva zástupci, i společnost Google provozuje svoje cloudové služby. Jejich Google Cloud Platform je poslední z našich kalkulovaných IaaS řešení.

Nabídka virtuálních počítačů je opět široká. Co se týká paměti RAM, začíná u základních strojů kapacitou 3,75 GB a končí u paměťové optimalizovaných zařízení na hodnotě 208 GB RAM. Pro námi zvolený účel stačí základní varianta, tedy stroj s názvem n1-standard-1.

Společnost Google má stejný přístup k variabilitě řešení, jako společnost Amazon. I zde je tedy v každém případě nutné zvolit úložný disk za příplatek. Tyto příplatky jsou však u všech tří společností obdobné. Pro náš účel jsem vybral opět disk s kapacitou 500 GB úložného prostoru pro data.

Licence operačního systému Windows Server je i v tomto případě již v ceně základního stroje. Datové přenosy jsme opět zvolili stejné, tedy 20 GB/ měsíc. (Google, 2015)

# Google Cloud Platform Pricing Calculator

Enter what you need to run in the cloud below, and we'll compute the cost.

Local SSD trial discount: 1 month 75% price reduction. [Click Here](#) to calculate!



## Google Compute Engine

### Servers

Number of servers \* ⓘ

What are these servers for? ⓘ

Operating System ⓘ Paid: Windows Server 2008r2, Windows Serv... ▼ ▴

Instance type ⓘ n1-standard-1 (vCPUs: 1, RAM: 3.75 GB) \* ▼ ▴

Or

CPU Cores \* ⓘ 1 ▼ ▴

Memory (RAM) \* ⓘ 3.75 GB ▼ ▴

Local SSD ⓘ 0 ▼ ▴

Datacenter location ⓘ United States ▼ ▴

Obrázek 7: Kalkulátor cen Google Cloud Platform. Zdroj: (Google, 2015)

Řešení Google Cloud Platform	Cena bez DPH za 1 stroj za měsíc
n1-standard-1 (3,5GB RAM)	61,04 \$
500 GB disk	20 \$
Datové přenosy (20 GB/měsíc)	2,4 \$
Licence Windows Server	0 \$
<b>Celkem za 1 stroj za měsíc</b>	<b>83,44 \$</b>

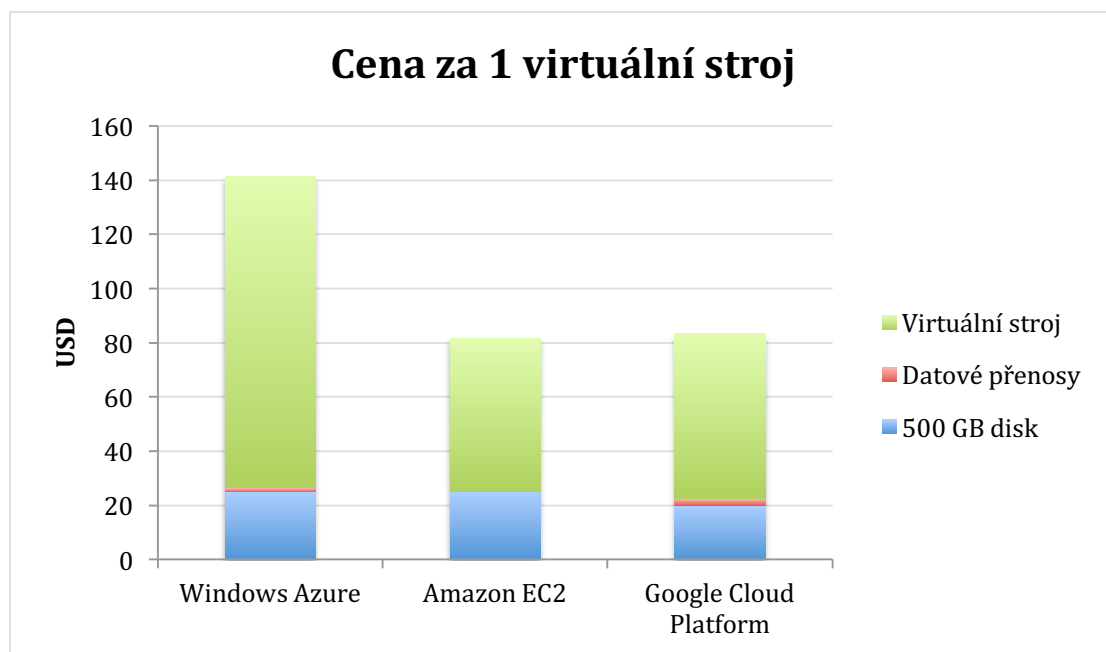
Tabulka 4: Návrh ceny řešení Google Cloud Platform. Zdroj: zpracováno dle (Google, 2015), Duben 2015

Z ceníku společnosti Amazon vychází celková cena za pronájem jednoho virtuálního stroje za měsíc 83,44 \$. V případě třiceti virtuálních počítačů jde tedy o částku 2503,32 \$ měsíčně. Při aktuálním kurzu amerického dolaru 1USD = 25,278 CZK (údaj ze dne 7. 4. 2015, kurzovní lístek Citibank) jde o částku 63 279 Kč.



### 3.3.4. Zhodnocení variant formou IaaS cloudu

Z analýzy vybraných nabídek vyplývá, že nabídky společností Amazon a Google jsou cenově téměř shodné. Společnost Microsoft nabízí stejnou službu za cenu o 70 % vyšší, než konkurence.



Graf 1: Cena za jeden virtuální stroj. Zdroj: vlastní zpracování

### 3.3.5. Varianta 4 – pořízení vlastního hardwaru

Proti trojici možných řešení počátečního požadavku formou IaaS cloudu jsem postavil variantu založenou na pořízení vlastního hardwaru (tzv. On Premise).

Z podstaty věci je evidentní, že se tato varianta bude vyznačovat vysokou počáteční investicí a náklady spojenými se správou tohoto zařízení. V předchozích variantách byly veškeré úkony správce serveru zahrnuty v paušální ceně.

Základem tohoto řešení je pořízení virtualizačního serveru. Aby jeden server mohl spolehlivě provozovat 30 virtuálních počítačů, spolu s vedením společnosti RIGANTI jsme upravili požadavky následujícím způsobem:

- Minimálně čtyři osmijádrové procesory vhodné pro virtualizaci (např. Intel Xeon)
- Paměť RAM s kapacitou 128 GB

- Datové úložiště s kapacitou 20 TB
- Licence OS Windows Server 2012 R2

Po upřesnění těchto požadavků jsem následně telefonicky kontaktoval několik předních společností zabývajících se výrobou a prodejem serverů.

Po sdělení našich požadavků na zařízení jsem od zástupce společnosti Dell dostal konkrétní tip na server Dell PowerEdge R920 Rack Server. V rámci komunikace jsme dospěli k závěru, že by tento server byl pro naše účely dostačující. Obvyklá maloobchodní cena této nebo podobné vyhovující konfigurace se pohybuje okolo částky 380 000 Kč bez DPH v závislosti na konkrétní konfiguraci a kurzu měny.

#### **Dell PowerEdge R920 Rack Server**

Procesor	4 x 8 jader
Paměť RAM	128 GB
Datové úložiště	20 TB
<b>Orientační cena</b>	<b>380 000 Kč bez DPH</b>

**Tabulka 5: Orientační konfigurace serveru Dell PowerEdge R920 Rack Server. Zdroj: orientační cenová nabídka**

Druhým osloveným byl zástupce společnosti Hewlett-Packard (HP). Po společném upřesnění požadavků a následnému ověření kompatibility byl jako příklad doporučen serverový model HP ProLiant DL560 Gen8.

Cena tohoto konkrétního modelu v této nebo podobné vyhovující konfiguraci se dostala taktéž přibližně na částku 380 000 Kč bez DPH v závislosti na konkrétní konfiguraci a kurzu měny.

#### **HP ProLiant DL560 Gen8**

Procesor	4 x 8 jader
Paměť RAM	128 GB
Datové úložiště	20 TB
<b>Orientační cena</b>	<b>380 000 Kč bez DPH</b>

**Tabulka 6: Orientační konfigurace serveru HP ProLiant DL560 Gen8. Zdroj: orientační cenová nabídka**

Na rozdíl od řešení formou IaaS Cloudu je potřeba počítat i s náklady spojenými s licencemi operačního systému, a to ve dvou rovinách.

Pro každý virtuální počítač potřebujeme samostatnou licenci, a ještě potřebujeme licenci pro samotný fyzický server, na němž tyto virtuální stanice budeme provozovat.

Licenci operačního systému Windows Server 2012 R2 pro fyzické zařízení jsem vybral ve verzi Datacenter. Tato licence má však omezení na dva fyzické procesory. Námi požadovaný server má procesory čtyři, a tak je potřeba tuto licenci pořídit dvakrát. (Microsoft, 2015b)

K provozování virtuálních počítačů potřebujeme 30 Client Access licencí. Ty jsou k prodeji po pěti kusech, musíme tedy pořídit 6 těchto balíčků. Licence operačního systému Windows Server 2012 R2 pro virtualizované stanice již v ceně licence pro fyzický server. (Microsoft, 2015c)

Vzhledem ke skutečnosti, že společnost RIGANTI nedisponuje prostorami vhodnými pro provoz serveru, další nutnou položkou v kalkulaci je služba serverhousingu, tedy umístění serveru v datovém centru. Jako příklad jsem našel společnost Superhosting.cz, která nabízí tuto službu v balíčku s 32 veřejnými IP adresami, duální sítíovou konektivitou, dvěma napájecími zdroji o výkonu 700 W za paušální cenu 6840 Kč bez DPH měsíčně. (SuperHosting, 2015)

V rámci orientační kalkulace nesmíme zapomenout na náklady spojené se správou a údržbou serveru. Odhadovaný rozsah těchto prací jsem stanovil na 10 hodin měsíčně s orientační hodinovou sazbou externího pracovníka 500 Kč bez DPH.

V následující tabulce je uvedena kalkulace počátečních jednorázových nákladů na pořízení požadovaného hardwaru a s ním souvisejících licencí.

**Počáteční jednorázové náklady**

Cena bez DPH

(1\$ = 25,28 Kč)

Virtualizační server	(380 000 Kč) 15 000 \$
Windows Server 2012 R2 Datacenter	2 x 6155 \$
Client Access Licence (5ks)	6 x 189 \$
Windows Server 2012 R2 licence pro virtuální stroje	0 \$
<b>Celkem</b>	<b>(720 000 Kč) 28 444 \$</b>

Tabulka 7: Kalkulace počátečních jednorázových nákladů na nákup vlastního serveru. Zdroj: vlastní zpracování

Z kalkulace vyplývá, že pořízení vlastního hardware k provozování třiceti virtuálních serverů předem určených parametrů jsou poměrně vysoké. Výše počáteční investice je přibližně 720 000 Kč.

Kromě těchto jednorázových nákladů musíme počítat i s pravidelnými měsíčními náklady na provoz a správu těchto zařízení.

**Měsíční náklady**

Cena bez DPH

Serverhousing	6 840 Kč
Správa a údržba	10 x 500 Kč
<b>Celkem</b>	<b>11 840 Kč</b>

Tabulka 8: Kalkulace pravidelných měsíčních nákladů na provozování vlastního serveru. Zdroj: vlastní zpracování

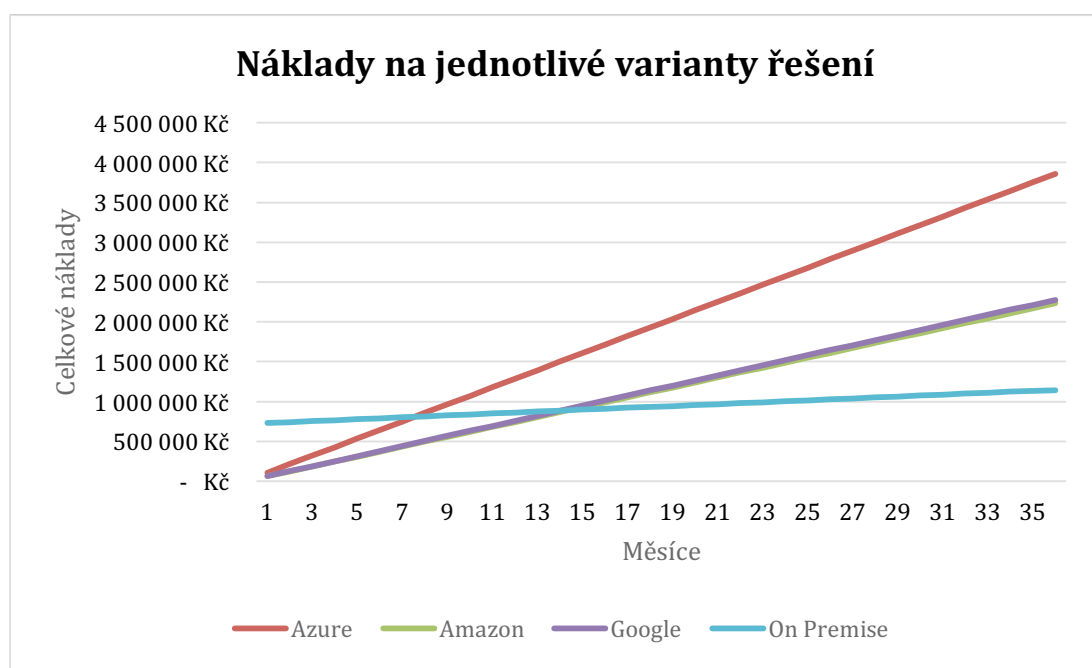
Z kalkulace nákladů na provoz a správu vlastního serveru vychází pravidelné měsíční náklady několikanásobně nižší, než měsíční náklady na virtualizované počítače pořízené formou IaaS cloudu.

**3.3.6. Srovnání možných variant**

Z analýzy jednotlivých variant lze usoudit, že původní předpoklad byl správný. V krátkodobém časovém horizontu je ekonomicky výhodnější variantou řešení formou IaaS cloudu, zejména kvůli nulovým počátečním nákladům. Varianta formou On premise řešení se vyznačuje vysokými vstupními náklady na pořízení hardware a s ním spojených licencí softwaru, ovšem pravidelné měsíční náklady na provoz jsou několikanásobně nižší, než u variant s využitím cloudu.

Pořízení vlastního hardwaru se v porovnání s variantou č. 1 (Windows Azure) vyplatí již po 8. měsíci. Varianty č. 2 (Amazon EC2) a č. 3 (Google Cloud Platform) jsou si cenově velmi podobné a zhruba o 70 % výhodnější než varianta č. 1. Za předpokládaného využití do 15 měsíců jsou ekonomicky výhodnější než On premise řešení.

Za předpokladu, že společnost RIGANTI bude využívat virtuálních počítačů v horizontu delším než 15 měsíců, se jí z ekonomického hlediska spíše vyplatí investice do vlastního hardwaru. V následujícím grafu jsou uvedeny celkové náklady jednotlivých variant v závislosti na čase.



Graf 2: Náklady na jednotlivé varianty řešení. Zdroj: vlastní zpracování

K uvedenému srovnání se hodí podotknout, že řešení postavené na Windows Azure může být i o desítky procent levnější v případě, že firma vlastní MSDN Subscription, je členem některého z partnerských programů (např. BizSpark) nebo má se společností Microsoft podepsanou smlouvu Enterprise Agreement. Většina firem neodebírá služby na Windows Azure za základní sazby, což je dlouhodobá cenová strategie společnosti Microsoft, která platí i pro nákup licencí softwaru.

Naproti tomu v případě vlastního serveru je nutné vzít v úvahu, že záruční doba na server je omezena a po 2–3 letech je vhodné server upgradovat nebo

vyměnit. Navíc ve chvíli, kdy bude třeba vytvořit např. dalších 5 virtuálních strojů, kapacita serveru již pravděpodobně nebude dostačovat a bude nutné koupit další server.

V případě, že by projekt skončil předčasně, se server může pro firmu stát zbytečným, a i v případě snížení počtu virtuálních stanic se náklady na server nesníží. V cloudovém prostředí lze služby kdykoliv ukončit, jelikož se platí měsíčně pouze za skutečně spotřebované zdroje.

Společnost RIGANTI se prozatím nerozhodla, kterou z navrhovaných možností zvolí. Vzala v úvahu výsledek této práce a v budoucnu jej využije jako podklad k výběru nejvhodnější varianty při jednání se zadavatelem projektu.

### **3.4. Distribuce softwaru formou SaaS cloudu**

Mezi předními výrobci softwarových aplikací se v posledních letech stává trendem distribuce produktů formou SaaS cloudu. Kromě klasického modelu, kdy si uživatel nakupuje licenci k určité verzi daného softwaru, se tedy začínají objevovat modely formou předplatného.

#### **3.4.1. Adobe Creative Cloud**

Jedním z průkopníků této formy distribuce u větších produktů byla společnost Adobe zabývající se vývojem profesionálního softwaru k tvorbě a úpravě grafiky. Místo prodeje jednotlivých licencí určitých verzí svých programů nabídla produkt s názvem Adobe Creative Cloud. V praxi se jedná o pronájem licencí jednotlivých aplikací nebo celých balíčků služeb.

Místo toho, aby si uživatel nakupoval licenci každé nové verze stejného programu za vysokou cenu, si pronajímá vždy nejnovější licenci za pravidelný měsíční poplatek. Výhodou je tedy samozřejmě aktuálnost verze daného řešení a absence platby vysoké částky za licenci. Ve chvíli, kdy vyjde nová verze, ji uživatel dostává (například formou aktualizace) a nemusí se dále o nic starat. Stejně tak, když nechce již dále software využívat, může zrušit předplatné. Licence mu v takovém případě nezůstane. Naproti tomu někomu nemusí periodické platby vyhovovat či nemusí mít potřebu vždy nejaktuálnější verze. Pak je pro něj obvykle

lepší varianta jednorázového nákupu. Záleží na pravidelnosti využívání a cenové politice tvůrce těchto aplikací.

Kromě společnosti Adobe tímto způsobem nabízí profesionální software například společnost Autodesk (tvůrce programů AutoCAD, 3ds Max) nebo společnost Microsoft (MSDN Subscription), která tak nabízí operační systémy a nástroje pro vývoj softwaru.

#### **3.4.2. Office 365**

Microsoft však jde ještě dál. Kromě profesionálního softwaru se snaží nabízet svoje produkty touto formou i běžným uživatelům. Konkrétně se jedná o produkt Office 365.

Jak již název napovídá, jedná se o populární balík kancelářských aplikací. Microsoftu jde však o komplexnější formu, a tak jej v tomto případě spojil s dalšími produkty.

Microsoft běžným uživatelům za pravidelný měsíční poplatek nabízí licenci k nejnovější verzi Office pro jedno PC (případně Mac), jeden tablet a jeden telefon. Kromě tohoto tarifu pro jednotlivce lze pořídit i variantu pro domácnosti, která poskytuje licenci pro pět zařízení každého typu. V obou těchto případech ke kancelářským programům (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher, Access) Microsoft přidává prostor na jeho cloudovém úložišti OneDrive o kapacitě 1TB a tarif na Skype s šedesáti volnými minutami měsíčně. Samozřejmostí je pak k těmto službám i 24hodinová podpora. (Microsoft, 2015d)

Vyberte si plán

S Office 365 budete svoji firmu snadněji řídit. Získáte všechno potřebné, abyste mohli pracovat pro firmu kdykoliv a kdekoliv.

Hledáte plány Enterprise?  
Podívejte se na další plány a ceny ➔

**Podívejte se na plány pro domácnosti**

Cena je bez DPH.

	Office 365 Business Essentials	Office 365 Business	Office 365 Business Premium
	<a href="#">Další informace ➔</a>	<a href="#">Další informace ➔</a>	<a href="#">Další informace ➔</a>
	3,80 € měsíčně za uživatele roční závazek	8,80 € měsíčně za uživatele roční závazek	9,60 € měsíčně za uživatele roční závazek
	1 rok 3,80 € měsíčně za uživatele ▼	1 rok 8,80 € měsíčně za uživatele ▼	1 rok 9,60 € měsíčně za uživatele ▼
	<b>Koupit</b>	<b>Koupit</b>	<b>Koupit</b>
<b>Nainstalované plné verze aplikací</b> Office Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Publisher a OneNote až na 5 počítačů PC nebo Mac ⓘ		✓	✓
<b>Office na tabletech a telefonech</b> pro plně nainstalované prostředí Office až na 5 tabletech a 5 telefonech ⓘ		✓	✓
<b>Online verze Office</b> včetně Wordu, Excelu a PowerPointu	✓	✓	✓
<b>Ukládání a sdílení souborů</b> s 1TB úložištěm na uživatele	✓	✓	✓
<b>E-mailové služby</b> (včetně kalendáře a kontaktů) podnikové třídy < 50GB	✓		✓

**Obrazek 8: Ukázka měsíčních plánů Office365. Zdroj: (Microsoft, 2015d)**

Firemní zákazníci mají výčet funkcí v rámci Office 365 daleko pestřejší. Balík aplikací Office je zde doplněn o e-mailový účet Exchange, uzavřené cloudové firemní úložiště OneDrive s kapacitou 1 TB pro každého uživatele, licenci Skype pro firmy s možností videokonferencí v HD kvalitě a možnost vytvořit si podnikovou sociální síť pro kooperaci činností. V rámci vyšších tarifů Office 365 pak mohou firmy využít i pokročilejší funkce, jako například podnikovou správu aplikací, intranetový portál pro práci v týmech, funkce Business Intelligence s analýzou dat v Excelu, podnikový videoportál nebo funkce pokročilé ochrany před úniky informací. (Microsoft, 2015d)

Pro firemní zákazníky existuje šest tarifů odstupňovaných podle zpřístupněných funkcí a samozřejmě i podle ceny za jednoho uživatele.

Jednou z výhod řešení Office 365 je možnost využívat kancelářské programy Office na všech běžných platformách včetně mobilních zařízení (Windows Phone, iOS, Android). Další příjemnou funkcionalitou je napojení těchto aplikací na online úložiště OneDrive s možností přístupu k souborům i jejich editace v online verzi



Office odkudkoliv přes Internet. Firemní zákazníci také ocení jednoduchou správu uživatelů, e-mailových adres, možnost jednoduché konfigurace celého řešení a také množství funkcí usnadňujících práci v týmu.

### **3.4.3. Trend v distribuci**

U služeb provozovaných velkými hráči na trhu je trend distribuce formou cloudu v poslední době velmi viditelný. Díky pravidelným platbám ze strany zákazníků, ať už běžných uživatelů či společností, mohou tyto služby poskytovat v určité kvalitě a neustále je také zlepšovat. Dá se předpokládat, že určitou skupinu zákazníků tato forma distribuce dokáže přimět k pořízení softwaru legální cestou namísto používání nelegálních kopií. Tomu jistě napomáhá relativně nízký pravidelný poplatek za stále aktuální verzi softwaru. Výsledná cena se však v dlouhodobém měřítku může stát vyšší, než u klasického nákupu softwaru. Vždy záleží na konkrétní cenové politice dodavatele řešení a také na délce životního cyklu produktu.

## 4. Závěr

Princip distribuce produktů a služeb formou cloud computingu v dnešní době nabízí firemním zákazníkům zajímavou možnost, jakým způsobem řešit jejich podnikové IT. Přináší jisté výhody z hlediska flexibility řešení, permanentního zvyšování kvality IT služeb, automatizace procesů či jednoduchého ekonomického modelu. Cloud computing má, jako každé řešení, samozřejmě i svoje nevýhody. Ty však většinou pramení z nepochopení základních principů cloudu nebo nedokonalé implementace řešení za strany poskytovatele.

Cloud jako takový není čistě substitutem klasického On premise řešení. Velmi totiž záleží na konkrétním řešení, jakým způsobem je vhodné určité požadavky řešit. V každém případě je nutné předem analyzovat situaci z hlediska rizik a také po ekonomické stránce. Ve většině případů bývá cloud v dlouhodobém časovém horizontu ekonomicky méně výhodný než řešení vlastními zdroji. Na jedné straně sice stojí absence investice do pořízení vlastní hardwarové infrastruktury (v případě SaaS cloudu do jednotlivých licencí softwaru), na straně druhé však nelze opomenout periodické platby. V případě On premise řešení se nesmí zapomínat na lidské zdroje spojené se správou IT. Bez analýzy konkrétního případu tedy nelze s jistotou stanovit, který model je výhodnější.

V rámci této bakalářské práce jsem definoval pojem cloud computing, popsal jeho možné varianty a charakteristiky, které by měl splňovat. Zabýval jsem se také možnými riziky, bezpečností a problematikou dat v cloudu. Na praktických příkladech jsem popsal rozdíly mezi klasickým modelem distribuce a distribucí formou cloudu a provedl analýzu řešení požadavku společnosti RIGANTI s.r.o. Na základě této analýzy jsem dospěl k závěru, že cloud nelze využít ve všech případech. To, jestli je vhodný, závisí na mnoha faktorech. Nejdůležitějším z nich pak je časový horizont, na základě kterého lze stanovit ekonomickou výhodnost daného řešení.

Společnost RIGANTI vzala v úvahu výsledek této práce a v budoucnu jej využije jako podklad k výběru nejvhodnější varianty při jednání se zadavatelem projektu.

## 5. Seznam použitých zdrojů

**Amazon. 2015.** Amazon EC2 Pricing. *Amazon Web Services*. [Online] 2015. [Citace: 29. 3 2015.] <http://aws.amazon.com/ec2/pricing/>.

**Crosman, Penny. 2009.** Cloud Computing Begins to Gain Traction on Wall Street. *WallStreet&Technology*. [Online] 2009. [Citace: 26. 11 2014.] <http://www.wallstreetandtech.com/infrastructure/cloud-computing-begins-to-gain-traction-on-wall-street/d/d-id/1261032>.

**EzeCastle Integration. 2013.** The History of Cloud Computing. *EzeCastle Integration*. [Online] ECI, 2013. <http://www.eci.com/cloudforum/cloud-computing-history.html>.

**Google. 2015.** Google Cloud Platform: Pricing Overview. *Google Cloud Platform*. [Online] 2015. [Citace: 29. 3 2015.] <https://cloud.google.com/pricing/#compute-engine>.

**IJssel, Gerard van den. 2014.** Photo: Bunker Van Ouwenlaan. *DenHaagFM*. [Online] 2014. [Citace: 4. 12 2014.] <http://denhaagfm.nl/2014/04/08/bunker-van-ouwenlaan-wordt-datacentrum/>.

**Johnston, Sam. 2009.** Diagram showing overview of cloud computing, with typical types of applications supported by that computing model. *Wikimedia Commons*. [Online] 2009. [Citace: 12. 12 2014.] [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloud\\_computing.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloud_computing.svg).

**Lee, Cody. 2014.** Apple's new iCloud storage plans. *iDownloadBlog*. [Online] 2014. [Citace: 13. 2 2015.] <http://www.idownloadblog.com/2014/09/10/new-icloud-storage-plans-live/>.

**Mell, Peter a Grance, Timothy. 2011.** *The NIST Definition of Cloud Computing*. Gaithersburg : US National Institute for Standards and Technology, 2011.

**Microsoft. 2014a.** Microsoft Azure Trust Center: Security. *Microsoft Azure*. [Online] 2014a. [Citace: 20. 3 2015.] <http://azure.microsoft.com/cs-cz/support/trust-center/security/>.

**Microsoft. 2015d.** Microsoft Office 365. [Online] Microsoft, 2015d. [Citace: 10. 4 2015.] <http://products.office.com/cs-cz/business/Office>.

**Microsoft. 2014b.** Škálovatelnost serveru. *Microsoft TechNet*. [Online] 2014b. [Citace: 12. 4 2015.] <https://technet.microsoft.com/cs-cz/library/cc757735%28v=ws.10%29.aspx>.

**Microsoft. 2015a.** Virtuální počítače - ceny. *Windows Azure*. [Online] 2015a. [Citace: 29. 4 2015.] <http://azure.microsoft.com/cs-cz/pricing/details/virtual-machines/>.

**Microsoft. 2015c.** Windows Server 2012 5-User Client Acces License. *Microsoft Store*. [Online] Microsoft Corp., 2015c. [Citace: 29. 3 2015.] [http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en\\_US/pdp/Windows-Server-2012-5-User-Client-Access-License/productID.279149900](http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en_US/pdp/Windows-Server-2012-5-User-Client-Access-License/productID.279149900).

**Microsoft. 2015b.** Windows Server 2012 R2 - pricing. *Microsoft Cloud Platform*. [Online] Microsoft Corp., 2015b. [Citace: 29. 3 2015.] <http://www.microsoft.com/cs-cz/server-cloud/products/windows-server-2012-r2/buy.aspx>.

**O2 Business Zoom. 2014.** Provozovat vlastní servery se už téměř nikomu nevyplatí. *O2 Business Zoom*. [Online] 2014. [Citace: 26. 3 2015.] <http://businesszoom.cz/zaostreno-na/provozovat-vlastni-servery-se-uz-temer-nikomu-nevyplati/archiv/60>.

**QArea. 2015.** Cloud Computing Outlook: IaaS, PaaS and SaaS. *Qarea*. [Online] 2015. <http://www.qarea.com/articles/cloud-computing-outlook-iaas-paas-and-saas>.

**Rittinghouse, John W. a Ransome, James F. 2009.** *Cloud Computing: Implementation, Management and Security*. Boca Raton, FL : CRC Press, 2009. 978-1-4398-0681-4.

**SuperHosting. 2015.** Server Housing. [Online] SuperHosting, 2015. [Citace: 29. 3 2015.] <https://www.superhosting.cz/server-hosting>.

**Techtarget. 2013.** Differences explained: Private vs. public vs. hybrid cloud computing. *TECHTARGET*. [Online] 2013. [Citace: 12. 12 2014.] [http://docs.media.bitpipe.com/io\\_10x/io\\_100433/item\\_419065/HPIntel\\_sCloudComputing\\_SO%23034437\\_E-Guide\\_052611.pdf](http://docs.media.bitpipe.com/io_10x/io_100433/item_419065/HPIntel_sCloudComputing_SO%23034437_E-Guide_052611.pdf).

**Tuhý, Radan. 2010.** Vše o Google Apps - 1. díl. *Svět Hardware*. [Online] 2010.  
<http://www.svethardware.cz/vse-o-google-apps-1-dil-uvod/30834>. 1213-0818.

**Velte, Antony T., Velte, Toby J. a Elsenpeter, Robert. 2011.** *Cloud Computing*.  
Brno : Computer Press, a.s., 2011. 978-80-251-3333-0.

**Zach, Tomáš. 2013.** *Bakalářská práce: Cloud computing, jeho využití a dopad na korporátní prostředí*. Praha : Unicorn College, 2013.

**Zikmund, Martin. 2010.** Co je to Cloud computing a proč se o něm mluví.  
*BusinessVize*. [Online] 2010. <http://www.businessvize.cz/software/co-je-to-cloud-computing-a-proc-se-o-nem-mluvi>. 1805-0263.

