

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

Virtualizace a cloud computing

Bc. Michal Davídek

© 2013 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra informačních technologií

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Davídek Michal

Informatika

Název práce

Virtualizace a cloud computing

Anglický název

Virtualisation and Cloud Computing

Cíle práce

Diplomová práce je zaměřena na aktuální technologie, které se označují jako Cloud computing. Hlavním cílem je porovnat stávající technologie, které používají firmy nabízející cloudové služby. Dílčím cílem práce je potvrdit či vyvrátit hypotézu, že nasazením cloudových technologií lze ušetřit finanční prostředky díky optimalizaci správy dat, efektivnějším zálohováním, správou licencí a přiřazováním optimálního výpočetního výkonu pro jednotlivé aplikace. V závěru práce budou formulovány obecná i specifická doporučení jak pro poskytovatele cloudových služeb, tak i pro zákazníky, kteří tyto služby chtějí využívat.

Metodika

Metodika řešení problematiky diplomové práce je založena především na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Na základě získaných teoretických poznatků a z praktických příkladů nasazení cloudových technologií budou formulovány syntetické závěry diplomové práce.

Harmonogram zpracování

1. Příprava a studium odborných informačních zdrojů, upřesnění dílčích cílů práce - 6/2012.
2. Zpracování přehledu řešené problematiky dle informačních zdrojů - 9/2012.
3. Vypracování analytické části práce a zhodnocení získaných výsledků - 12/2012.
4. Tvorba finálního dokumentu diplomové práce - 2/2013.
5. Odevzdání diplomové práce - 3/2013.

Rozsah textové části

60 - 80 stran

Klíčová slova

Cloud, PColP, SaaS, Virtualizace, Datová Centra, Bezpečnost, VPC (Vrtual Private Cloud), Cloud Storage

Doporučené zdroje informací

CHORAFFAS, Dimitris N. Cloud Computing Strategies. New York, CRC Press 2010, 350s., ISBN 978-1439834534.

VELTE, Anthony T. Cloud Computing : A Practical Approach. New York, Mc Graw Hill 2010, 350s. ISBN 978-0-07-162695-8.

RITTINGHOUSE, John W. Cloud Computing : Implementation, Management and Security. New York: CRC Press 2010, 340s. ISBN 978-1-4398-0680-7.

Broberg, James. Cloud Computing : Principles and Paradigms, New Jersey: Wiley 2011, 664 s., ISBN 978-0470887998

Vedoucí práce

Havlíček Zdeněk, doc. Ing., CSc.

Termín odevzdání

březen 2013



doc. Ing. Zdeněk Havlíček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr.h.c.

Děkan fakulty

V Praze dne 15.1.2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Virtualizace a cloud computing" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.3.2013

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Zdeňku Havlíčkovi, CSc. za možnost volby vlastního tématu, inspiraci, odborné vedení a pomoci uchopit toto téma za správný konec.

Virtualizace a cloud computing

Virtualisation and Cloud Computing

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena na aktuální technologie, které se označují jako Cloud computing. Hlavním cílem práce je porovnat stávající technologie, které používají firmy nabízející cloudové služby. Dílčím cílem práce je potvrdit či vyvrátit hypotézu, že nasazením cloudových technologií lze ušetřit finanční prostředky díky optimalizaci správy dat, efektivnějším zálohováním, správou licencí a přiřazováním optimálního výpočetního výkonu pro jednotlivé aplikace. V závěru práce budou formulována obecná i specifická doporučení jak pro poskytovatele cloudových služeb, tak i pro zákazníky, kteří tyto služby chtějí využívat.

Summary

The aim of this diploma thesis are current computing technologies known as Cloud computing. Main goal is to compare technologies and Cloud services provided by companies nowadays. During this thesis will be proven or not, that usage of Cloud technologies can save company finance due to optimized data management, effective backups, license administration or management of computing resources for single applications/users. Final part will present recommendations for Cloud Service providers or end users.

Klíčová slova: Cloud, PCoIP, SaaS, virtualizace, datová centra, bezpečnost, VPC (Virtual Private Cloud), cloudové úložiště.

Keywords: Cloud, PCoIP, SaaS, Virtualization, Datacentre, Security, VPC (Virtual Private Cloud), Cloud Storage

Obsah

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Úvod | 4 |
| 2 | Cíl práce a metodika | 5 |
| 2.1 | Cíl Práce | 5 |
| 2.2 | Metodika Práce..... | 5 |
| 3 | Budování cloudu..... | 6 |
| 3.1 | Virtualizace | 6 |
| 3.1.1 | Síťová virtualizace | 9 |
| 3.1.2 | Virtualizace úložišť | 10 |
| 3.1.3 | Serverová virtualizace / virtualizace aplikací..... | 13 |
| 3.2 | Cloud computing | 15 |
| 3.2.1 | Typy Cloudu..... | 17 |
| 3.2.1.1 | <i>Public Cloud</i> | 17 |
| 3.2.1.2 | <i>Private Cloud</i> | 18 |
| 3.2.1.3 | <i>Hybrid Cloud</i> | 19 |
| 3.2.1.4 | <i>Virtual Cloud / Virtual Private Cloud</i> | 20 |
| 3.3 | XaaS | 21 |
| 3.3.1 | IaaS – Infrastruktura jako služba..... | 22 |
| 3.3.2 | Paas – Platforma jako služba..... | 24 |
| 3.3.3 | SaaS - Software jako služba | 27 |
| 3.4 | Ekonomický aspekt cloudu | 31 |
| 3.4.1 | Poskytované obchodní modely služeb | 31 |
| 3.4.2 | Ekonomické ukazatele..... | 33 |
| 3.4.3 | ROI - Return On Investments..... | 36 |
| 3.4.4 | TCO – Total Cost of Ownership | 39 |
| 3.5 | Bezpečnost a uživatelský přístup | 40 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.6 | Existující komerční cloud | 47 |
| 3.6.1 | Amazon | 47 |
| 3.6.2 | Google | 52 |
| 3.6.3 | Microsoft | 54 |
| 3.6.4 | Salesforce | 57 |
| 3.6.5 | VMware..... | 58 |
| 4. | Případová studie..... | 61 |
| 4.1 | Motivace..... | 61 |
| 4.2 | Porovnání funkcionality | 62 |
| 4.3 | Varianta 1 - On-Premise..... | 64 |
| 4.4 | Varianta 2 - Office365 | 67 |
| 4.5 | Varianta 3 - Office365 + Microsoft Office | 67 |
| 4.6 | Varianta 4 – Google Apps..... | 68 |
| 4.7 | Zhodnocení..... | 68 |
| 5. | Závěr | 71 |
| | Citovaná literatura..... | 72 |
| | Seznam obrázků, tabulek a grafů | 76 |

1 Úvod

Přesto, že je výraz Cloud computing často skloňován a jeho popularita je poslední dobou nepopíratelná, má tento koncept mnohem delší historii a jeho využití je nyní tak trochu samozřejmým vyústěním vývoje v ICT. V roce 2011 je generován už jeden EB (ExaByte) každý den. (How much information? Peter Lyman and Hal Varian UC Berkeley 2011) Na správu takového objemu dat jsou kladeny nároky jako okamžitá dostupnost, deduplikace, zabezpečení, rychlé zálohování a v éře post-pc, kdy většina registrovaných online zařízení jsou již spíše chytré telefony a tablety, aby se k nim dalo přistupovat i z nich.

Zvyšováním výpočetního výkonu, propustnosti síťových prvků a různých konceptů správy uživatelských dat vede k virtualizaci výpočetních zdrojů a touto optimalizací na míru se daří omezit využívání dostupných výpočetních prostředků, ať už na úrovni přidělování procesorových jader nebo velikosti uživatelského prostoru. Správa je nyní na principu politik, které dovolují masové nasazování aplikací a jejich změny. Cloudové technologie využívají virtualizaci jako svůj stavební kámen pro poskytování svých služeb koncovému uživateli, tak jako jeho poskytovateli ke snadné údržbě. Podle statistik udávaných na EMC fóru 2012, je již 60% veškerých serverů zvirtualizováno.

Tato diplomová práce by měla shrnout nyní používané technologie a služby v rámci cloud computingu, jejich využití a poskytování v komerční sféře, ukázat jejich výhody i nevýhody a problémy, které nejsou jen na technické úrovni a na praktickém případu předvést, zda a proč má smysl cloud nasazovat.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl Práce

Cílem této práce je vymezit pojmy virtualizace a cloud computing, zhodnotit výhody a nevýhody při použití těchto technologií. Také poukazuje na základní charakteristiky cloudových služeb, a to zefektivnění správy a pružné alokace výpočetních zdrojů, přechod z licenčních modelů na modely předplatného služby, širokou bezpečnost a výkonovou měřitelnost.

Teoretická část popisuje virtualizaci, typy cloudů, jejich specifika a využití, důvody pro jejich zavedení v podniku i rizika spjatá s přechodem na cloudová řešení. Zabývá se také technologiemi, které se vyskytují v jednotlivých cloudových typech, bezpečností, uživatelským přístupem a příklady největších cloudových poskytovatelů.

Praktická část vychází ze shrnutí z první části a jako případová studie porovnává SaaS oproti on-premise řešení pro nasazení do firemního prostředí.

2.2 Metodika Práce

Analýzou odborné literatury a publikací je následně zpracovávána teoretická část práce, která se zabývá tématy virtualizace a cloud computingu. Případová studie v praktické části představuje možnosti implementací SaaS a porovnává je s on-premise řešením, ty jsou následně porovnávány podle TCO a podle zadaných kritérií na výslednou funkcionalitu.

K realizaci praktické části byly podle referencí a zkušeností autora zvoleny produkty firmy Microsoft (Microsoft Exchange, Microsoft Sharepoint, Microsoft Office, Microsoft Windows Server a cloudové Office365), Google Apps od společnosti Google a serverový hardware firmy HP.

3 Budování cloudu

3.1 Virtualizace

I když zmínky o virtualizaci sahají až do 60. let 20. století, bude se tato kapitola věnovat spíše posledním trendům a technologiím nezbytným pro cloud computing. Virtualizace je přístupem, jak snížit náklady, usnadnit správu IT zdrojů a přitom zachovat či zvýšit stabilitu a bezpečnost systému, a je jedním ze základních stavebních kamenů cloud computingu. Měla by zachovávat:

- Věrohodnost – software ve virtualizovaném prostředí vykazuje stejné chování, jako kdyby byl hostován na fyzickém stroji.
- Bezpečnost – virtualizovaná prostředí se nemohou vzájemně ovlivňovat ani přímo přistupovat k fyzickému hardware.
- Výkonnost – většina instrukcí virtualizovaného stroje je prováděna přímo v hardware.

Tím, že virtualizovaný stroj běží na vrstvě nad samotným hardware, usnadňuje tak jakoukoli správu a výměnu hardwaru. Fyzický server se v případě poruchy hardware nebo upgrade komponent musel vypnout¹, u virtuálního serveru již z definice porucha virtualizovaného hardware odpadá a při údržbě fyzického HW lze virtuální s nynějšími technologiemi migrovat za běhu z jedné instance na druhou.

Samotný upgrade serverů je nyní také mnohem rychlejší, místo instalace operačního systému, doinstalování všech aplikací, nastavení a následného otestování funkcionality je možné nasazení provést na základě politik a pravidel či klonováním, a tím zajistit nejen úsporu času, ale i kompatibilitu a homogenost prostředí.

Přestože se dá tato činnost na fyzických serverech z části urychlit instalací obrazů systému a existují i serverové služby na deployment², výhoda nezávislosti na fyzickém hardware a zachování homogenity prostředí se projeví při nutnosti vytvoření stejného testovacího a produkčního prostředí. Naklonování testovacího prostředí je mnohem méně časově náročné oproti vytváření identických fyzických prostředí a výhoda oddělení počtu virtuálních serverů od fyzických je zde výrazně patrná. Nové prostředí je tedy autonomní

¹ Neplatí u technologií hot swap, například přidávání serverových disků.

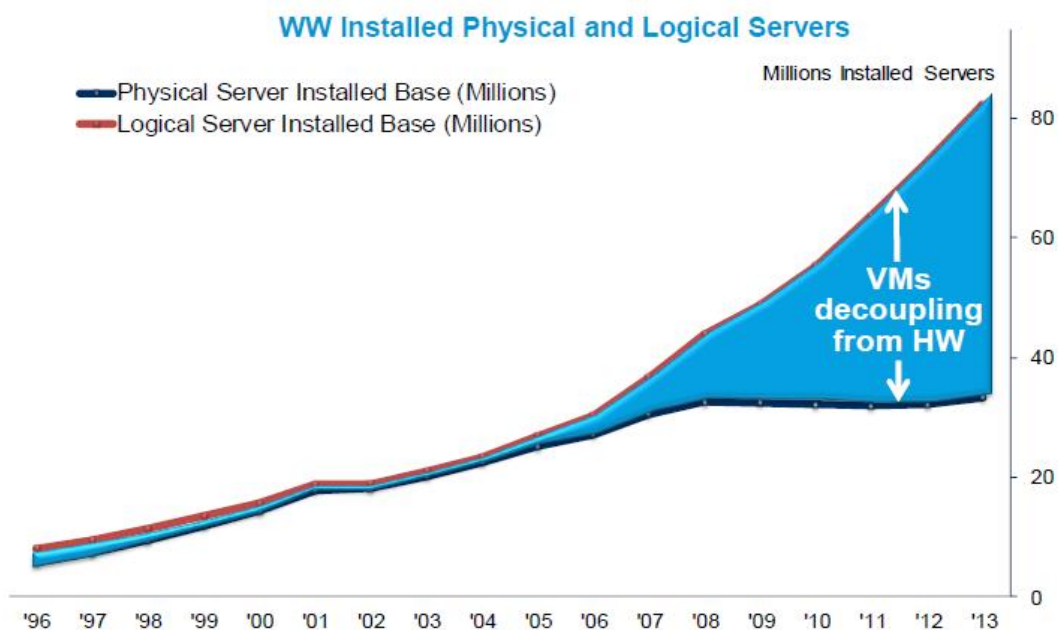
² Například WDS – Windows Deployment services.

ale plně funkční a je možné na něm provádět jakékoli operace jako nad produkčním prostředím, aniž by se ohrozil běh systému a produkční data. Funkcionalita produkčního prostředí je však zachována v plné míře a je tedy možné otestovat jakékoli změny a ty následně zreplikovat v ostrém provozu.

Virtuální stroje si lze jistou mírou abstrakce představit jako soubory, které umožňují snadnější přístup k zálohování a obnově. Obnova serveru ze zálohy je tedy méně časově náročná, a proto je celý proces obnovy pružnější a rychlejší. Takto lze i mnohem snadněji ověřovat plány zotavení po výpadech³. Už jen možnost vytváření snapshotů, snímek stavu virtuálního stroje v daný okamžik a dovoluje se vracet k libovolnému stádiu v průběhu procesu aplikování změn. Tím například odpadají činnosti jako odinstalace, čištění registrů nebo proces čisté instalace v momentu, kdy už není možný návrat k původnímu stavu tzv. rollback.

S vývojem v ICT a rostoucím výkonem podle Moorova zákona je zřejmé, že není potřeba na takovém výkonu hostovat pouze jeden server. Pomocí virtualizace lze lépe optimalizovat přiřazení zdrojů a na základě reportů a statistik dynamicky měnit nastavení s požadovanou přesností v průběhu času, což by nad fyzickým hardware nebylo možné dosáhnout. Hostováním více virtuálních strojů na jednom fyzickém serveru je dnes častou praxí. Tento trend lze jednoduše ilustrovat následujícím grafem, kdy se rozvírá počet virtuálních serverů od těch fyzických. [1]

³ Disaster recovery plan.



Obrázek 1 - Oddělení počtu fyzických a logických serverů [zdroj: IDC]

Přes nesporné výhody virtualizace je třeba vzít v úvahu jistý pokles výkonu, který odpovídá systémové režii. Vzhledem k tomu, že každý virtualizovaný stroj je izolovaný, je jasné, že paměť i procesor je zde využita ve větší míře. Při širokém nasazení virtualizace již dnešní procesory podporují virtualizaci instrukčního setu a mohou proto zpracovávat instrukce přímo bez potřeby emulační vrstvy. [2] Také zefektivněním využití virtualizační technologie a podpory virtualizovaných aplikací tyto nevýhody poklesu výkonu kompenzují, nehledě na ušetřený čas za nasazení, výpadek služeb a plynulost provozu. [3] Mezi další nástroje patří tzv. hypervizor, vrstva nad jedním HW⁴, která spravuje více OS nebo několik instancí toho samého OS. Mezi nejznámější výrobce hypervizorů patří Citrix se svým XenServerem, VMWare s vSphere a Microsoft Hyper-V. Virtualizovaný výkon není jen úměrný velikosti paměti nebo výkonu procesoru, odvíjí se také od ostatních komponent, jako jsou síťové karty, propustnost úložiště/diskového pole.

Vzhledem k nárůstu počtu virtuálních strojů je potřeba zefektivnit a zjednodušit jejich správu a údržbu. Dnes existují dostatečně robustní nástroje, které dohromady se zavedením

⁴ V tomto případě se jedná o nativní hypervizor.

automatizace činností a účinných politik zjednodušují úkony s managementem virtuálních prostředí.

3.1.1 Síťová virtualizace

Síťová virtualizace je dalším logickým krokem virtualizace. Přináší abstraktní vrstvu, která odděluje fyzické síťové prvky od provozu na dané síti a tím vytváří pružnější, bezpečnější a účinnější infrastrukturu. Umožňuje tak vytvořit několik virtuálních sítí běžících paralelně na jedné síti tak, aby provoz každé zvláště vyhovoval daným pravidlům a nárokům. To pomáhá optimalizovat a zvyšovat možnosti správy sítě a toku dat. Rozdělení šířky pásma do jednotlivých oddělených virtuálních kanálů dovoluje jednotlivá pásma libovolně dynamicky agregovat či dělit. Rozděluje se na:

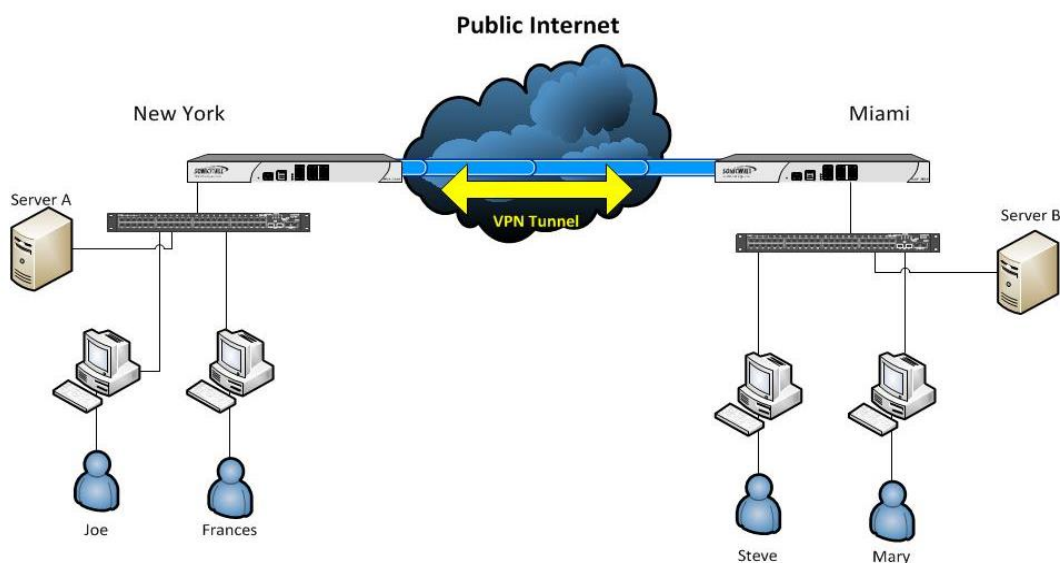
- internal network virtualization (vnitřní síťová virtualizace): virtualizovaná síť na jednom stroji,
- external network virtualization (vnější síťová virtualizace): virtualizování reálných síťových prvků jako switche, routery, atd.,
- hybrid network virtualization (hybridní síťová virtualizace): propojení několika INV pomocí virtualizovaných síťových prvků.

Segmentace síťovými prvky je realizována pomocí přiřazování jednotlivých portů do příčinných Virtuálních LAN. VLAN dokáže sjednotit síťové klienty podle nějakého logického uzpůsobení, než aby byl limitován subnety fyzických switchů. K tomu se využívá tzv. VLAN tagging, kdy se jednotlivým paketům přiřadí jediné VLAN id a síťový prvek poté směřuje paket na příslušný port připadající na konkrétní VLAN. Nyní lze spravovat celou síť jedním nástrojem, kdy lze monitorovat stav všech síťových prvků, připojených zařízení, dynamicky přeměňovat toky a zařízení odpojovat či blokovat. To třeba pokud zařízení vykazuje nestandardní chování nebo je detekováno bezpečnostní riziko (infikováno virem, trojským koněm, atd.). [4]

Je třeba ještě zmínit VPN (Virtual Private Network) pomocí které je provozována privátní síť nad veřejnou infrastrukturou, jakou třeba je Internet. Bezpečnost je zaručena pomocí protokolu tunelování a dalších technologií zabezpečení. Díky VPN je možné přistupovat do firemní sítě a přitom zachovat vysokou úroveň zabezpečení. Tato technologie je využívána třemi způsoby:

1. Umožňuje vzdálený přístup do intranetu.
2. Umožňuje přístup mezi mnoha intranety v rámci jedné společnosti.
3. Propojuje dvě sítě v rámci společnosti, vytváří extranet.

Hlavní výhodou VPN jsou malé provozní náklady. Využívané protokoly pro bezpečné tunelování jsou například PPTP, L2TP, TLS, IPsec a nebo SOCKS. [5]



Obrázek 2 - VPN Tunel [zdroj: <http://blog.valiant-nv.com>]

3.1.2 Virtualizace úložišť

Virtualizaci úložišť (Storage Virtualization) lze chápat jako sjednocení mnoha fyzických síťových úložišť tak, že se chovají a dají spravovat jako jedno fyzické zařízení. Bez virtuálního úložiště nelze využít plný potenciál, jaký virtualizace nabízí. Ať už je to online migrace virtuálních stanic za běhu, vytváření úložišť podle požadavků nebo zálohování.

Je třeba si uvědomit, že pro různá podniková data je optimální užití různých technologií jejich ukládání. Proto je důležité rozlišovat dvě metriky, podle kterých rozhodovat a navrhovat jednotlivá úložiště:

1. Nejlepší cena za operaci (price/operation).
2. Nejlepší cena za GigaByte (price/GB).

Což se odráží i ve výkonu I/O⁵ a nebo kapacity. Zálohování na pásky už je v dnešní době poněkud zastaralé, protože u plotnových disků je cena za GB už natolik nízká, aby dokázala vyvážit potřebný výkon.



Obrázek 3 - rozložení médií podle I/O [zdroj: EMC]

Praxe ukazuje, že přes 50% I/O operací se děje nad 5% procenty všech firemních dat. Největším problémem ale není místo jako takové, ale optimalizace dat, aby se při růstu dat stihlo zálohování. Proto se využívá fragmentace podle využití dat u hybridních úložišť, kde se využívá jak plotnových tak i SSD disků. Takto rozmístěná data, se pomocí deduplikace daří zálohovat i využívat tak, že se vhodným rozvržením sníží spotřeba energie, zrychlí přístup k datům nebo při přebudování diskových polí i zvýší kapacita. To by ale nešlo bez přidané logiky řadičů úložiště.

3.1.2.1 Sjednocení disků pomocí RAID⁶

Samotný logický disk má svá omezení daná výrobní technologií, ať už je to rychlost zápisu, kapacita nebo jeho životnost. Pomocí RAID lze spojovat disky do takových celků, které zvyšují jednotlivé parametry podle potřeby a zároveň lze s nimi pracovat jako s jedním celkem a distribuovat data rovnoměrně a tím redukovat zátěž na jednotlivá zařízení. [6]

⁵ Operace čtení a zápisu.

⁶ Redundant Array of Independent Disks

RAID 0 – zde je použité tzv. stripování, kdy se data distribuují rovnoměrně při zápisu na disky. Tím se docílí vysoké rychlosti I/O operací, nicméně tato výhoda je vyvážena absencí redundance, která způsobí ztrátu všech dat při poruše byť jen jednoho disku.

RAID 1 – využívá zrcadlení tzv. mirroring, tedy úplnou redundanci, kdy každý disk je přesnou kopií. Při zápisu se data ukládají zároveň na všechny disky, čímž se omezuje rychlost diskového pole na rychlost jeho nejpomalejšího prvku.

RAID 5 – na rozdíl od RAID 0 přidává RAID 5 ke stripování také cyklickou paritu, ze které se dopočítává informace pro obnovení v případě selhání diskového pole. Nejmenší počet disků jsou tři, ale obvykle se používá disků pět. Kontrola dat je jednoduchou XOR operací nad zapsanými daty korespondujících sektorů.

RAID 6 - parita RAID 5 je u této technologie rozšířena o další paritní disk, který druhou paritu a vypočítává jiným způsobem. Tato implementace je vysoce odolná vůči selhání, nicméně je tato odolnost vyvážena pomalejším zápisem, protože se zde vypočítávají dvě sady paritních informací.

RAID 10

- 1+0 je diskovým polem vytvořeným způsobem, kdy se nejprve zrcadlí a následně se spojí pro stripování.
- 0+1 je naopak kombinací zrcadlení a stripování, vytvořeným ze dvou polí RAID 0, která se následně zrcadlí do RAID 1. Dosažený výkon je kompenzován dvojnásobným místem, než je výsledná kapacita.

RAID 50 – využívá výhod RAID 0 a RAID 5, nejlépe lze implementovat na dvě skupiny RAID 5 a posléze stripovat data do obou skupin. Toto řešení poskytuje redundanci dat, vysoký výkon a rychlou dostupnost dat.

RAID 60 – analogicky podobný RAID 50, akorát s využitím RAID 6 tedy dvojitou paritou. Takto lze získat rychlé čtení, redundanci dat a uspokojivý výkon téměř pro všechna použití.

3.1.2.2 NAS, SAN a DAS

Pokud se připojí disk nebo jiná forma úložiště přímo ke stanici, nazývá se toto spojení DAS (Direct-attached Storage). Od ostatních technologií není přístupné ostatním uživatelům a v rámci firmy je lepší využívat raději SAN a NAS, které svým sdílením umožní lepší uživatelské využití a správu.

NAS (Network Attached Storage) – úložiště připojené k síti, typicky ethernetem, s přiřazenou IP adresou, jehož účelem je redukovat náklady spojené s provozem File Serveru. Každé zařízení má svůj vlastní OS, který spravuje konfiguraci, komunikaci, autentizaci a ukládání dat. Je navržený pouze pro síťové ukládání dat a podporuje technologii RAID popsanou výše.

SAN (Storage Area Network) – zatímco NAS je jen jedna entita, SAN sdružuje více těchto entit dohromady. Architektura SANu umožňuje, aby všechna síťová úložiště byla dostupná odkudkoli v síti. Přenáší pouze bloky dat a ne soubory, díky tomu dosahuje velkých rychlostí přenosu a spolehlivosti u přenosu velkého objemu dat. Připojení bývá realizováno mnohdy pomocí Fibre Channel technologie. Hodí se k zrcadlení disků, zálohám, obnově a migraci dat.

3.1.3 Serverová virtualizace / virtualizace aplikací

V serverové virtualizaci se rozdělí jeden fyzický celek na několik oddělených virtualizovaných strojů, jejichž účelem je využít efektivněji prostředky poskytované fyzickým serverem. To je pravým opakem dedikovaného serveru, kdy jediný server slouží pro jeden účel nebo hostuje jedinou aplikaci. Častým příkladem využití je například Web server, kdy poskytování virtuálních serverů dovoluje levný hosting a místo jednoho serveru může daný prostor sdílet několik virtuálních strojů najednou. Virtualizované stroje redukují náklady na hardware⁷, spoří energii a při údržbě mohou být jednotky běžící na stejném hardware nezávisle na sobě restartovány.

Server lze virtualizovat pomocí paravirtualizace (PVM), virtualizace na úrovni operačního systému a virtuálního stroje⁸.

⁷ Úspory z rozsahu.

⁸ Například Java se svým JVM.

Problémem klasických firemních aplikací je zaručit, aby všichni uživatelé měli přístup ke stejným verzím pracujícím s pevně definovaným nastavením. Virtualizování aplikací toto dokáže zaručit poměrně snadno a jakákoli aktualizace je po náležitém otestování přístupná všem uživatelům. Aplikace jsou přístupné buď spuštěním do nezávislého sandboxu, oddělené od ostatních aplikací a jejich dat, streamovány skrz síť a nebo se k nim dá připojit přes webový prohlížeč. Takto jsou aplikace téměř nezávislé na platformě – dovolují určitou úroveň kompatibility, nemusí se instalovat a po ukončení práce s aplikací na klientském počítači nezanechávají žádné stopy.

Distribucí z jednoho místa je jejich aktualizace mnohem méně administrativně i časově náročná a stačí spravovat jen centrální úložiště. Naopak je možné mít několik verzí daného software vedle sebe, aniž by kolidovaly mezi sebou či ostatními aplikacemi. V neposlední řadě snižuje náklady na potřebné licence, protože místo aby byla aplikace nainstalována na všech stanicích, je spouštěna ze serveru, a tak je možné podle zátěže a využívání spočítat optimální počet potřebných licencí, kterých bude takto vždy méně. [7]

3.2 Cloud computing

Cloud computing je definován podle NIST (National Institute of Standards and Technology) jako “výpočetní model, který umožňuje pohodlný a okamžitý přístup ke sdíleným a nastavitelným zdrojům (sítě, servery, úložiště, aplikace a služby), které mohou být poskytovány či spouštěny s minimálními nároky na obsluhu nebo interakci ze strany poskytovatele služby.“ [8]

“Cloud computing is a model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.”

Základní charakteristiky cloud computingu, tak jak byly navrženy NIST, a které se překrývají s pohledem od Gartner group, je však podle Cloud Council of 7 (CCO7⁹) potřeba rozšířit či upravit, protože definice NIST je spíše akademického rázu, ale pro obchod je třeba jiného pohledu na věc. Tím, že se cloud stále vyvíjí, by definice a charakteristiky cloudu měly být popisovány spíše ve vhodném kontextu jejich užití, než hledat jeden univerzální popis. NIST s rozšířením od COO7 popsal následující kritéria.

1. **Na požádání** (On-demand self-service). Uživatel si sám určí objem výpočetní kapacity, jako *server time*, čas po který bude server využíván nebo velikosti síťového úložiště, bez jakékoli nutnosti interakce s podporou od poskytovatele. CCO7 - Služby se musí umět přizpůsobit různým implementacím a nabídkám dodavatelů, zajišťující interoperabilitu mezi cloudovým řešením, kde buď uživatel slučuje řešení více dodavatelů, nebo střídá jednotlivá řešení za jiná. Služba by měla automaticky a bez prodlení splnit firemní požadavky aniž by se musel kdo zajímat o užití technologie nebo infrastrukturu.
2. **Dostupný odkudkoli ze sítě** (Broad network access). Cloud je dostupný přes síť a je možné se k němu připojit skrze standartní mechanismy, které podporují užívání tlustých či tenkých klientů (například mobilními telefony, tablety, laptopy a pracovními stanicemi). CCO7 – Dostupnost zajišťuje, aby se mohl zákazník věnovat jeho core businessu nezávisle na tom, jak, anebo jestli vůbec je připojen k internetu (nebo

⁹ <http://cco7.com>

kteří zařízení používá k připojení na internet). Pokud je připojení ztraceno, služba bude dál pracovat, periferní zařízení se automaticky zrestartují, zajišťující podporu pro plynulost provozu¹⁰ a postupy pro zotavení po havárii¹¹.

3. **Sdružování zdrojů** (Resource pooling). Výpočetní zdroje poskytovatele jsou sdružovány pro využívání více konzumenty najednou tzv. víceuživatelským modelem¹² s různými fyzickými či virtuálními zdroji, které jsou dynamicky přidělovány nebo přerazovány podle uživatelských potřeb. Je zde jistá nezávislost na lokalitě, kdy uživatel neví, kde přesně poskytované zdroje jsou, ale mohl by být schopen toto na vyšší úrovni abstrakce požadovat (např. v jakém státu či v jakém datacentru). Příklady zdrojů zahrnují úložiště, výpočetní čas¹³, paměť nebo šířku pásma sítě¹⁴.

CCO7 – Víceuživatelský model optimalizuje využívání hardware a umožňuje vyhnout se nadalokování při sdílení výpočetních zdrojů. Finanční efektivita je zajištěna skrze využití služby odpovídajícího množství zdrojů.

4. **Pružnost** (Rapid elasticity). Výpočetní kapacity mohou být pružně přiřazeny nebo naopak uvolněny, v některých případech automaticky, rychle se přizpůsobující odpovídající poptávce. Konzumentu pak často mohou dostupné výpočetní zdroje připadat neomezené a může je spotřebovávat v libovolném množství i čase.

CCO7 – Dynamická škálovatelnost zajišťuje pružnost, přiřazování či odebrání zdrojů dle potřeby, tedy dovoluje proměnný model cen, který zaručí finanční efektivitu. To nabízí dynamické poskytování zdrojů v reálném čase přizpůsobující se špičkám zátěže aplikací, výpočetní síly, využití sítě či úložiště.

5. **Měřitelnost služby** (Measured service). Cloud automaticky kontroluje a optimalizuje zdroje pomocí metrik (klasicky pay-per-user nebo charge-per-use) podle typu použitých služeb (např. úložiště, výpočetní čas, šířka pásma sítě a počet aktivních uživatelských účtů). Používanost zdrojů by mělo být možné monitorovat, kontrolovat a zpracovávat do reportů, poskytovat úroveň

¹⁰ Business Continuity

¹¹ Disaster Recovery

¹² Multi-tenant model

¹³ Processing

¹⁴ Bandwidth

transparentnosti služby jak pro poskytovatele, tak pro konzumenta využívané služby.

CCO7 – Finanční efektivita umožňuje spotřebiteli využít investiční nebo provozní výdaje jako variabilní náklady spíše než jako náklady fixní. Zlepšuje se využití zdrojů, náklady stoupají nebo klesají úměrně užítku. Spotřebitel si tedy zaplatí jen to, co opravdu využil a spotřeboval.

6. **CCO7 Celostní zabezpečení a správa** (Holistic Security & Management).

Holistický přístup k bezpečnosti a správě snižuje složitost a riziko ochrany pro data a aplikace v cloudu. Standartní bezpečnostní politiky a osvědčené metody (best practices) zajišťují, že informace je chráněna v rámci SLA a technických standardů. Komplexní přístup dává důraz na celý systém spíše než, aby se zaměřoval na analýzu individuálních podčástí systému.

7. **CCO7 Udržitelnost** (Sustainability). Umožňuje uživatelům hodnotit a restrukturalizovat prostředí IT, řídit core IT aktivity a zlepšovat procesy pomocí cloudu. Cloudové nástroje pomáhají snížit uhlíkovou stopu a e-odpad z provozu IT. Udržitelnost minimalizuje škody na životním prostředí tím, že recykluje komponenty skrze vyvíjející se architekturu.

Konečná definice ale bude pravděpodobně ta, která jednoznačně určí charakteristiku a vlastnosti vyžadované skutečnými uživateli cloudu pro jejich vlastní implementaci cloudové technologie. [9] [10]

3.2.1 Typy Cloudu

Vzhledem k vývoji cloudových služeb, bylo zapotřebí se vypořádat s některými otázkami jako bezpečnost uložených a využívaných dat. Únikem těchto podnikových dat by mohla firma přijít o konkurenční výhody, není proto v jejím zájmu uchovávat tato data mimo infrastrukturu společnosti. To platí též pro otázku užití outsourcovaného výkonu, kdy má firma k dispozici svá vlastní datová centra, do kterých již investovala hodně prostředků. Proto se dále cloud rozděluje podle jednotlivých způsobů implementací se zachováním původní filozofie a funkcionality cloudu. [8]

3.2.1.1 *Public Cloud*

Veřejný cloud splňuje veškeré požadavky, které byly zmíněny v kritériích výše. Jedná se tedy o služby poskytované přes Internet, kde pronajímané zdroje jsou škálovatelné a

elastické. Použití veřejného cloudu je motivováno úsporami jak za kupované služby, tak i za využitou infrastrukturu a zvyšuje výběr dostupných technologií. Z povahy tohoto cloudu není možné určit, kde se data nacházejí a kde jsou uložena.

3.2.1.2 Private Cloud

Privátní cloud na druhou stranu představuje model, který je nasazený povětšinou ve velkých firmách/korporacích, které nemají sídlo jen na jednom místě a nabízejí cloudové služby přes korporátní síť (může být i VPN¹⁵) vlastním uživatelům ve firewalem chráněném prostředí. S vývojem virtualizace a konsolidace datových center je umožněno efektivně poskytovat služby všem uživatelům uvnitř firmy nezávisle na jiných společnostech a být od nich dokonale izolovaný. Privátní cloud umožňuje velkým firmám užívat výhod spojených se sdílením prostředků, ale zároveň brát v úvahu problémy spojené se zabezpečením dat, výkonu, správy a řízení firmy, vládními regulacemi a spolehlivostí jako u veřejného cloudu. [11]

Celá koncepce privátního cloudu není zaměřena jen na úspory, i když dokáže ušetřit tím, jak efektivněji realokuje zdroje a virtualizací snižuje nároky na objem hardware, je však důležité vzít v úvahu, že je potřeba nakoupit nástroje pro automatizaci a správu a tedy s těmito náklady počítat. Snižování provozních nákladů není hlavní výhodou cloud computingu, tou je například agilita, rychlost nasazení služeb na trh, škálovatelnost a rychlé reakce na obchodní příležitosti. [12]

¹⁵ Virtual Private Network

Porovnání obou typů implementace lze rámcově shrnout do následující tabulky:

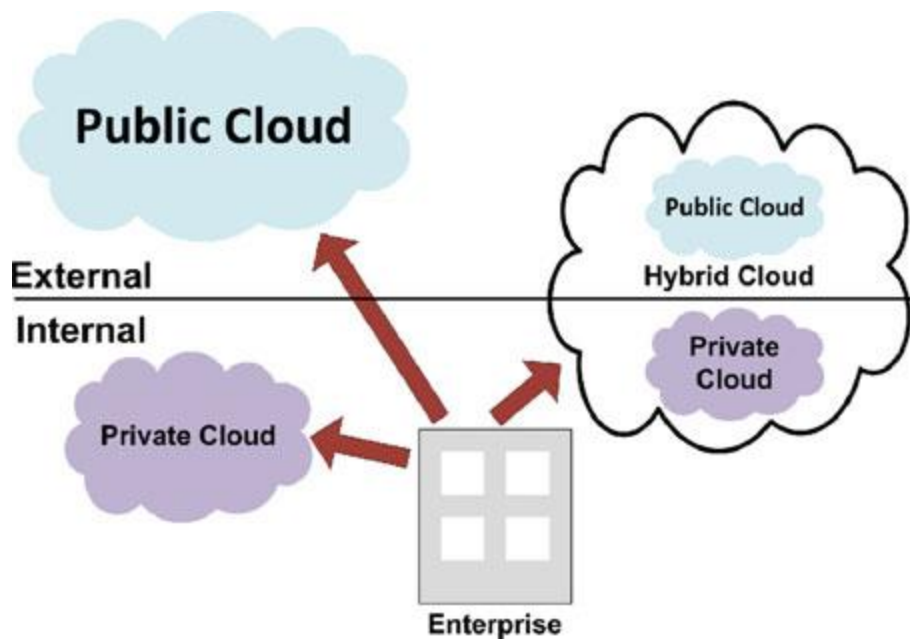
| | Public Cloud | Private Cloud |
|-------------------------|--|---|
| Vlastník infrastruktury | Poskytovatel cloudu | Podnik/firma |
| Škálovatelnost | Neomezená a on-demand | omezená k dostupné infrastruktuře |
| Kontrola a správa | Omezené na manipulaci s virtuálními stroji snižujícími nároky na správu | Vysoká úroveň kontroly všech zdrojů, klade však důraz na zkušenosti s jejich správou |
| Náklady | Nízké | Vysoké. Je třeba vzít v úvahu náklady za místo, chlazení, spotřebu energie a hardware |
| Výkon | Nepředvídatelné prostředí více nájemníků stěžuje dosažení garantovaného výkonu | Garantovaný výkon |
| Zabezpečení | Možné ohrožení důvěrnosti dat | Vysoká úroveň zabezpečení |

Tabulka 1- Porovnání private vs. public cloud

3.2.1.3 Hybrid Cloud

Hybridní cloud je výpočetní model, který kombinuje cloudové řešení různých architektur. Zatímco veřejný a privátní cloud reprezentují dva konce cloud computingového spektra z pohledu vlastnictví a efektivity sdílených služeb, tento model je jejich průnikem a rozšíření jeho užití stále stoupá.

U hybridního cloudu jsou některé služby, které si firma spravuje sama a zbytek si nechává spravovat externě. Tím si zachovává škálovatelnost, kdy se při výpadcích hardware vyrovnají požadavky na výpočetní zdroje, přitom mohou veškerá kritická data a aplikace zůstat za firewallem a ta méně kritická hostovat ve veřejném cloudu. Je tedy považován za jakési rozšíření lokálních zdrojů, i když je patrné, že z definice privátního cloudu by mělo být slovo lokální bráno trochu s nadhledem.



Obrázek 4 - Vztah mezi jednotlivými typy cloudu

3.2.1.4 *Virtual Cloud / Virtual Private Cloud*

Virtuální cloud je takový cloud, který využívá všech charakteristik cloudu, ale je poskytován jako samostatný cloud oddělený od ostatních uživatelů a cloudů, a tím se zvyšuje bezpečnost uživatelských dat. Tento cloud je poskytován jako samostatná instance a je úplně datově nezávislý. VPC přetváří architekturu více nájemců (multi-tenant) na jednu jednotku (single-tenant).

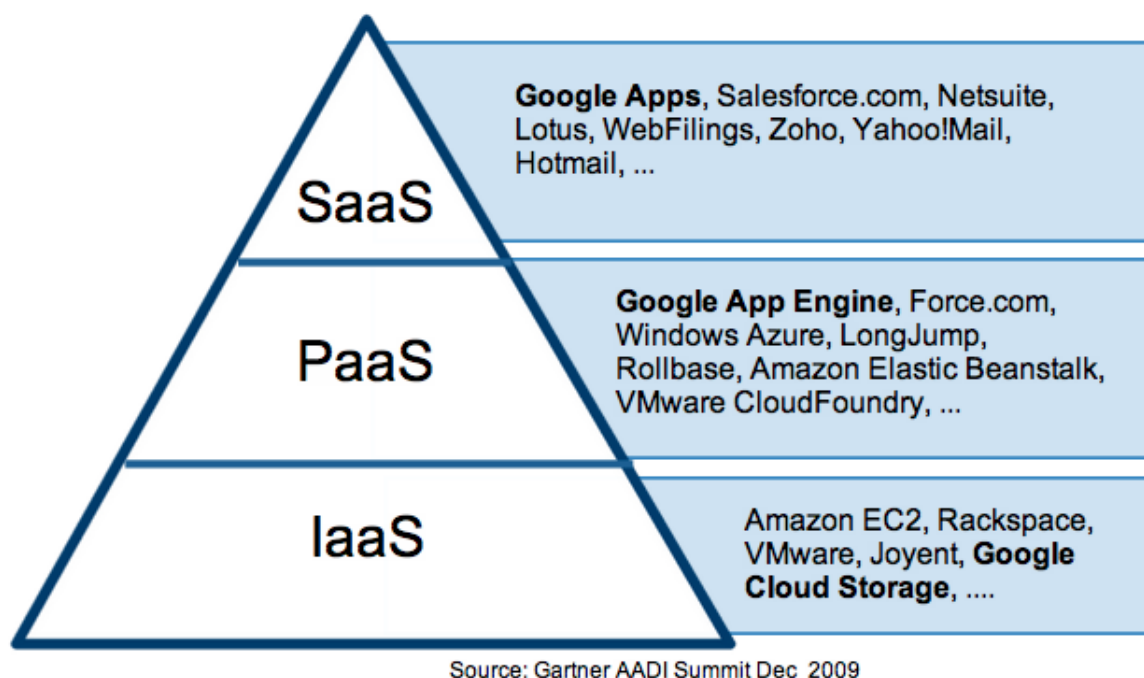
3.3 XaaS

XaaS je označováno též jako „anything-as-a-Service“ tedy „cokoli jako služba“. Obecně lze XaaS charakterizovat jako službu dostupnou přes síť eliminující náklady a zajišťující komplexitu nákupu a správy fyzické entity, kterou služba nahrazuje. Tato množina cloudových služeb zahrnuje

- Infrastruktura jako služba (IaaS -Infrastructure as a service)
- Platforma jako služba (PaaS - Platform as a service)
- Software jako služba (SaaS - Software as a service)
- Síť jako služba (NaaS - Network as a service)
- Úložiště jako služba (STaaS - Storage as a service)
- Bezpečnost jako služba (SECaaS - Security as a service)
- Data jako služba (DaaS - Data as a service)
- Desktop jako služba (DaaS - Desktop as a service)
- Databáze jako služba (DBaaS - Database as a service)

Tato práce je zaměřena především na tři z nejvíce viditelných modelů, těmi jsou IaaS, PaaS, SaaS.

Cloud Computing as Gartner Sees It



Obrázek 5 - Pyramida typu cloudových služeb [zdroj: Gartner]

3.3.1 IaaS – Infrastruktura jako služba

S využitím virtualizace se IaaS stává plnohodnotnou službou, která dokáže poskytnout hardware, síťové prvky, úložiště nebo servery. To umožňuje vytvořit infrastrukturu podle vlastních požadavků v relativně krátké době, nastavit její parametry tak, aby byla co nejvíce využívána, přitom tyto parametry kdykoli podle potřeby měnit a v neposlední řadě zpřesňuje měření využití infrastruktury, aby se daly vyčíslit náklady a optimalizovat je v rámci modelu.

3.3.1.1 IaaS v Public cloudu

Samozřejmě, že se jinak pohlíží na infrastrukturu z perspektivy veřejného a privátního cloudu. Ve veřejném cloudu je veškerá infrastruktura outsourcována a její využití záleží pouze na daném spotřebním modelu, ať už je to pay-as-you-go nebo on-demand. V tento moment si klient přes jednoduchý portál navolí z katalogu, co přesně potřebuje a nemusí se dále o nic starat. Veškeré úkony a správa jsou na straně dodavatele služby, uživatel tedy platí jen za to, co používá. Avšak ani pro poskytovatele deployment neznamena velké úsilí,

jelikož v dnešní době je již vše plně automatizované. Podle Gartner Group, lze rozdělit uživatele IaaS ve veřejném cloudu do tří kategorií [13]:

1. **Samospráva** (Self-Managed) IaaS. Zde zákazník hledá infrastrukturu, kterou si chce sám spravovat a má být úspornou alternativou k pořízení si vlastního vybavení k užití ve vlastních datacentrech. Toto prostředí pak může sloužit jako vývojové nebo testovací prostředí nebo naopak k hostování komplexních aplikací, které si chce zákazník sám spravovat. V tomto případě mu IaaS poskytuje úsporu v nákladech, flexibilní kapacitu, zjednodušenou konfiguraci, správu a jednoduchost automatizace.
2. **Lehce spravovatelné** (Lightly managed) IaaS. V tomto případě žádá zákazník prostředí, které si bude moci spravovat sám, ale nechce se zatěžovat všemi otázkami správy jako patch management nebo služby zabezpečení. Mnoho těchto služeb bude v budoucnosti automatizováno, ale v současném stadiu stále potřebují zásah ze strany poskytovatele. O tuto kategorii je asi největší zájem.
3. **Komplexně spravovaný hosting** (Complex managed hosting) – odráží tradiční potřeby Web hostingu, ať už se jedná o firemní stránky, e-CRM, hostování aplikací jako SaaS pro menší zákazníky až po komplexní stránky a portály využívající škálovatelnost a flexibilitu objemu.

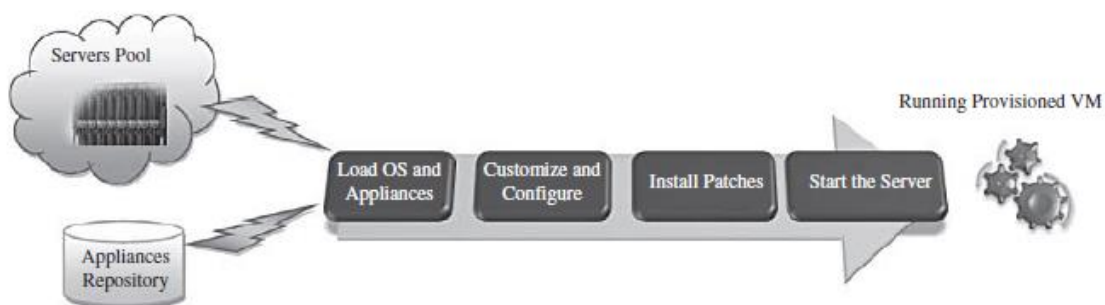
3.3.1.2 *IaaS v Private/Hybrid cloudu*

V privátním cloudu je snaha poskytnout funkcionalitu veřejného cloudu, ale s užitím vlastních zdrojů, zároveň udržovat kontrolu nad korporátními daty a zdroji a splnit přitom firemní požadavky na správu a zabezpečení. Privátní cloud je tvořen virtualizovaným datacentrem schovaným za firemním firewallem nebo na vyhrazeném místě u dodavatele, který pomáhá při nadměrném vytěživání vlastních zdrojů.

- Privátní cloud poskytuje pro uživatele možnost zřízení si vlastní výpočetní kapacity samoobslužným definováním.
- Poskytuje a automatizuje spravovaná virtualizovaná prostředí.
- Optimalizuje výpočetní zdroje a využití serverů.
- Podpora při specifické zátěži.

Tímto samoobslužným procesem ať už na žádost uživatele nebo uživatelem samotným lze vytvořit například virtuální stroj v několika krocích, kdy se [14]:

1. Vybere druh OS z katalogu pro virtuální stanici.
2. Z příslušných politik a pravidel ze šablon se podle skupiny nainstaluje software.
3. Dojde ke konfiguraci stanice.
4. Virtuální stroj je připraven k použití.



Obrázek 6 - Automatizované vytváření VM [14]

3.3.2 Paas – Platforma jako služba

Primárním účelem PaaS je schopnost umožnit spotřebiteli vytvářet a spouštět vlastní webové aplikace. Mimoto mají vývojáři přístup ke konkrétním nástrojům a knihovnám a zároveň mají pod kontrolou nasazení softwaru a jeho konfiguraci. Společnosti, které provozují PaaS, k tomu také poskytují sítě, servery a síťová úložiště, tedy IaaS. To dovoluje dodavateli software využít tuto kombinaci k hostování aplikací offsite [15].

Typy Paas :

- Stand Alone Business Application Platforms - Vývojářské nástroje pro návrh a nasazení software. Tento model má nespočet výhod těžících z pokročilého zabezpečení, škálovatelnosti, žádných dodatečných nákladů na hardware nebo poplatky za softwarové licence.
- Social Application Development Platforms - Tento typ platformy je využit k vývoji aplikací pro sociální sítě jako Google+ nebo Facebook. Toho je dosaženo integrací Application Programming Interface (API) s platformou sociální sítě. Nejpopulárnějším poskytovatelem je nyní asi společnost Heroku.

- **Web-Based Application Add-On Platforms** - Tato platforma dovoluje uživateli modifikovat a přidávat funkcionality k existujícímu software jako službě (SaaS).
- **Open-Computing Platforms** - tato platforma podporuje aplikace, které jsou napsány v různých jazycích a používají jakýkoli typ databázového systému, OS nebo serveru.

Výhoda PaaS je nesporně v tom, že tato služba dovoluje vývoj a testování aplikací v kontextu téhož prostředí, ve kterém bude ve výsledku provozována a podporována. Ostatně testování aplikací provázané s IaaS v dynamickém prostředí snižuje nároky na vybudování potřebné infrastruktury a snižuje náklady na testovací prostředí, kdy v případě inhouse řešení by se musel veškerý hardware udržovat po celou dobu vývoje. Nehledě na to, že podporuje agilní metody vývoje a vývoj aplikací pro týmy nezávislé geograficky a zaručuje jim konzistenci vývojového prostředí.

3.3.2.1 *Vybrané technologie v rámci PaaS*

- **MySQL** - open source relační databáze od společnosti Oracle pod licením GNU/GPL. Jako jedna z nejoblíbenějších databází je de facto standardem databází pro web s podporou velkého objemu dat i uživatelů. Spadá do balíku open source software webových aplikací LAMP (Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP/Python).
- **MongoDB** - open source databáze a jednou z nejpopulárnějších NoSQL databází vůbec. Je dokumentově orientovaná, každý záznam je chápán jako dokument, který má své ID, dokumentový typ a operace nad dokumentem jsou atomické. Využívá JSON (JavaScript Object Notation) datový model s dynamickými schémata. MongoDB má vlastní dotazovací jazyk podobný SQL a komunikuje se s ním přes JavaScript, umožňující spustit javascriptovou metodu na straně serveru.
- **PostgreSQL** - robustní objektově-relační databázový systém (ORDBMS) primárně vyvíjený pro unixové systémy. Umožňuje spouštět procedury psané v jazycích Perl, Python a dalších. I když je oproti MySQL někdy pomalejší, vynahrazuje to svou pověstí spolehlivosti a bezpečností
- **PHP** - server-side skriptovací jazyk navržený pro potřeby webových stránek. Umožňuje procedurální nebo objektově orientované programování. Jedna z nejsilnějších a nejvýznamnějších vlastností PHP je jeho podpora pro širokou škálu databází. Skript je uložený na straně serveru a klient, který ho volá, dostane jako

odpověď (X)HTML stránku. To na rozdíl třeba od JavaScriptu, který se zpracovává na straně klienta.

- **Python** - dynamický objektově orientovaný skriptovací programovací jazyk. Nabízí významnou podporu pro integraci s ostatními jazyky a nástroji, přichází s mnoha standardními knihovny. Python je jednoduchý jazyk z hlediska učení a rychlosti psaní programů. Snadno se vkládá do jiných aplikací tzv. embedding. Je implementován například v C/C++, Javě nebo .NET/Mono.
- **.NET framework** - softwarový framework vyvíjený společností Microsoft a běží primárně na Microsoft Windows operačním systému. .NET obsahuje mnoho nástrojů a knihoven, které slouží k jednoduššímu a rychlejšímu vývoji Windows aplikací, web aplikací a webových služeb. Je jazykově nezávislý a lze v něm použít jazyky jako C#, VB.NET nebo COBOL a Python. Výhodou .NET frameworku je, že se vývojář nemusí starat o paměťový management, tuto funkci zastává garbage collector. .NET závisí na čtyřech standardech internetových technologií
 - HTTP
 - XML
 - SOAP
 - UDDI
- **Ruby on Rails** - zkráceně Ruby je framework pro pohodlné a rychlé vytváření moderních webových aplikací. Obsahuje abstraktní vrstvu pro práci s databází, přehlednou implementaci model-view-controller architektury, zabudovanou podporu pro automatizované testování všech vrstev aplikace, generátory kódu,HTML, práci s Ajaxem, formátování dat nebo konzoli pro interaktivní práci s aplikací. Je postaven na principech jako Model-View-Controller, který automaticky mapuje URL na vnitřní řídicí prvky aplikace, abstrahuje přístup k datům v databázi pomocí Object-relational mapping („řádky“ v databázi jsou převedeny na instance objektů, „sloupce“ na jejich atributy).
- **Java** - objektově orientovaný programovací jazyk, který vyvinula firma Sun Microsystems, nyní spadající pod Oracle. Java je jednoduchá, objektově orientovaná, distribuovaná, interpretovaná, robustní platforma s automatickou správou paměti pomocí garbage collectoru, je nezávislá na platformě (pomocí Java

Virtual Machine) a přenosná. Java je nyní téměř všude, běží na 1.1 miliardě desktopů.

- **Scala** - programovací jazyk navržený tak, aby integroval rysy objektově orientovaného a funkcionálního programování. Jméno Scala vzniklo z anglického „scalable language“ – škálovatelný jazyk, protože je navržen tak, aby rostl s nároky jeho uživatelů. Scala je zpětně kompatibilní s Javou.

3.3.3 SaaS - Software jako služba

Podle společnosti Gartner je SaaS definován jako software, který je vlastněn, distribuován a spravován vzdáleně jedním nebo více poskytovateli. Poskytovatel distribuuje software na základě jednoho společného kódu a definice dat, který je využíván v modelu one-to-many všemi zákazníky, a to kdykoli na bázi pay-for-use nebo předplatném založeném na metrice spotřebované služby. [16]

SaaS využívá veškerých charakteristik cloudu, tedy že software:

- Je poskytován jako služba přes síť, nejčastěji Internet.
- Spotřebitel se nemusí zajímat o infrastrukturu, patchování či verze, jednotná verze je poskytována dodavatelem. K aplikaci přistupuje pomocí tenkého klienta, nejčastěji webovým prohlížečem.
- Poskytovatel je často také autorem (vendorem) dané aplikace.
- I když je jednotný software distribuován více spotřebitelům, vždy se jedná o oddělenou instanci absolutně nezávislou na ostatních instancích
- Spotřebitel platí za software podle užití, aplikaci si pronajímá. Ta mu nepatří a ani si nekupuje licenci.

3.3.3.1 ASP – Application Service Provider

Předchůdcem SaaS byl takzvaný ASP, Application Service Provider. Jeho posláním bylo jako u SAAS, poskytovat software jako službu přes síť/VPN a ušetřit firemní náklady. ASP pracuje na principu klient server, a tím, že je služba outsourcována, koncovému uživateli odpadá povinnost jako správa a údržba hardwaru. Problémy ASP spočívaly v tom, že v době jeho vzniku nebyla internetová infrastruktura natolik rozvinuta, aby mohla poskytovat služby v takové míře jako je tomu dnes a spoustě potenciálních zákazníků byla tato služba nedostupná. Zdá se, že nasazení ASP bylo v 90. letech

uspěchané, jelikož například nebyly ještě plně vyřešeny bezpečnostní protokoly, optimalizace výkonu a problémy s integrací. Tedy ještě před tím, než byly firmy vůbec připraveny adaptovat ASP model. I když se definice ASP může překrývat se SaaS, jsou tyto pojmy často slučovány, i když se jedná o něco jiného. [17]

Základní vlastnosti ASP:

- Software je poskytován přes síť, poskytovatel vlastní licenci a aplikaci pronajímá.
- Software je dodáván různým spotřebitelům v různých verzích/úpravách.
- Provozovatel služby ji hostuje v rámci vlastního data centra.
- Ne vždy platí, že provozovatel/vlastník služby je zároveň autorem software.
- Aplikace je poskytována na základě předplatného.
- Provozovatel poskytuje určitou úroveň podpory na základě SLA.

Od tohoto způsobu distribuce a poskytování softwaru se ale nakonec upustilo a byl vystřídán efektivnějším SaaS. Také proto, že ASP model postrádá škálovatelnost a tím, že byl jen poskytovatelem nevlastního softwaru, bylo těžké pružně reagovat na případné problémy či podněty ke změně potřebné aplikační funkcionality. Ostatně i velikost platby za službu byla úměrná pronájmu celého serveru, což se nakonec nemusí jevit jako natolik výhodné pro pořízení služeb od ASP. [18]

3.3.3.2 *SaaS vs ASP*

I když je SaaS a ASP mnohdy a nesprávně spojováno dohromady, je třeba si ukázat rozdíly v jednotlivých modelech.

| | Application Service Provider (ASP) | Software-as-a-Service (SaaS) |
|--|---|---|
| Způsob nasazení aplikace | Pronajímáný. ASP poskytuje komerční aplikace třetích stran, finanční stránka není až tak výhodná a možnosti přizpůsobení aplikace jsou omezené. | Vytvořený. Software byl kompletně vyvinutý poskytovatelem SaaS. |
| Implementace - čas | Dlouhá. Zdlouhavý proces instalace a nastavení komerční aplikace vytvořené třetí stranou. | Okamžitá. Dostupnost pro všechny zákazníky v rámci krátkého časového úseku. |
| Použitelnost | Složitá. Přizpůsobená verze komplexní aplikace vyžaduje trénink a zkušenosti s aplikací. | Jednoduchá. SaaS distribuovaný přes Internet těží ze svého intuitivního používání a toho, že uživatel může začít pracovat s aplikací téměř okamžitě. |
| Design aplikace | Monolitický klient-server program. Aplikace provozované ASP byly těžkopádné s jednoduchým webovým rozhraním nebo tenkým klientem. | Jednoduše použitelné. Moderní SaaS řešení těží z toho, že jsou navržena pro prostředí Webu, který zlepšuje použitelnost a ovladatelnost (UX) |
| Aktualizace, úpravy a přechod na vyšší verzi | Zřídka. Tím, že většinou ASP záviseli na výrobcích programů třetích stran, jejich schopnost aktualizování software byla omezená. Aktualizace byly nasazovány kdykoli je výrobce softwaru poskytl, což bylo ale třeba v rozmezí roku i více. Další nevýhodou bylo, že se daná změna musela aplikovat na všechny instance odděleně. | Často. Osvědčené postupy (best practices) jsou začleňovány jako úpravy hned. Tím, že žádný software není zaváděn na straně spotřebitele, úpravy mohou být implementovány v datacentru SaaS poskytovatele a zpřístupněny celé uživatelské komunitě. Konfigurace v nastavení umožňuje uživatelům tuto změnu přijmout a/ nebo odmítnout. |
| Integrace | Drahá a náročná na čas. | Levná. |

| | | |
|------------------------------|---|---|
| IT podpora | Exkluzivní. Monitoring, který záleží na velikosti úprav a integrace aplikace. Přidané požadavky k údržbě. | Již zahrnutá jako součást služby. |
| Více nájemců, škálovatelnost | Není. Každá aplikace je spravována v prostředí ASP, nelze škálovat mezi jednotlivými síly. | Ano. Aplikace jsou od počátku navrženy k použití v prostředí více nájemců. |
| Přijetí trhem | Malé. ASP uspěli nástup na trh před tím, než se podařilo více vyřešit optimalizaci výkonu, bezpečnost, úpravy a integraci a dříve, než mnoho IT společností bylo připraveno přijmout ASP model. | Velké. Dnes, kdy je IT a business lépe připraven využít výhod SaaS |
| Načasování trhu | Model ASP trochu předběhl svou dobu v momentu, kdy Internet byl ještě relativně pomalý. | V dnešní době a s dnešní technologií a rychlostí přenosu je možné přesouvat velké objemy dat přes Internet. |

Tabulka 2 - ASP vs. SaaS

3.4 Ekonomický aspekt cloudu

Na rozdíl od poskytování krabicového softwaru je třeba přistupovat k poskytování cloudových služeb docela odlišně. Tím, že odpadá problém se správou licencí, je třeba definovat nějaký použitelný model jak zajistit zisk z poskytovaných služeb. Cloudová elasticita dovoluje uživateli přizpůsobit platbu své potřebě, to také znamená, že vzhledem k nastavitelnosti výdajů je služba dostupná širší skupině zákazníků. Pro poskytovatele z toho plynou pravidelné příjmy a větší rozšíření dodávané služby. Při plné správě svého produktu může nejen často implementovat nové funkcionality a úpravy v mnohem kratším časovém intervalu, nezávisle na životním cyklu a zajistit tím určitou konkurenční výhodu, ale také zabránit nelegálnímu šíření softwaru, jak je tomu možné v případě krabicového software. Vytvářením instancí software také ušetří za servis a podporu koncového uživatele. [19]

3.4.1 Poskytované obchodní modely služeb

3.4.1.1 *Pay-as-you-go*

Je formou předplatného, kdy se cena účtovaná koncovému uživateli odvíjí jen podle spotřeby dané služby. V cloud computingu to může být podle velikosti datového úložiště, průtoku dat či pronájmu určitého výpočetního výkonu. To vše se dá měřit s velkou přesností, ale kumulováním pronajímaných zdrojů lze dosáhnout i určitého stupně nepřehlednosti a zmatení spotřebitele. Dochází tedy ke zjednodušení zavedením balíčků/kvant, po kterých je možné služby účtovat.

3.4.1.2 *Free/Freemium*

Při využívání aplikací bez poplatků je jejich běh dotován z jiných aktivit poskytovatele nebo výrobce či motivován například zvýšením povědomí o značce a zvýšením uživatelské základny. Tyto služby jsou určeny pro soukromé účely a v případě komerčního využití jsou zpoplatněny, ale zase je zpoplatnění kompenzováno nějakou přidanou hodnotou. Příkladem je třeba Google Apps. Časté je také zobrazování reklamního obsahu v rámci aplikací, to těží právě z velkého rozšíření služby mezi spotřebitele.

Freemium je obchodní model, kdy je produkt nebo služba nabízena bez poplatku, ale její rozšíření, pokročilé funkce nebo speciální obsah je poskytován za příplatek jako prémiová služba. Freemium je spojením free a premium. Nezřídka je freemium přestupní stanicí

k placeným službám, které si spotřebitel objedná, jakmile se blíže seznámí s neplacenou verzí. Neplacená verze přitom slouží jako nástroj k rychlejší penetraci mezi uživatele, jejíž provoz pokrývá poskytovatel nevyužitými výpočetními zdroji. [20] Neplacená verze může být:

- Obsahově omezená – pokročilé funkcionality jsou až v prémiové verzi, kdy v případě LogMeIn může jít třeba o přidání zabezpečeného přístupu k datům nebo jejich přenos.
- Časově omezená – říká uživatelům, po jakou dobu mohou službu využívat.
- Omezená kapacitou – omezení se může týkat jak velikosti úložiště nebo emailové schránky, tak třeba velikosti použité databáze.
- Omezená na místo – tedy podle počtu stanic, tedy místo pro síťové použití ve firmě je redukována funkcionality na jeden počítač.
- Omezená podle třídy – ať už podle věku, nebo jen pro studijní účely, tento způsob si od poskytování freemium verze slibuje, že jakmile si uživatel bude moci dovolit placenou verzi a bude se rozhodovat, který produkt si zakoupí, zůstane pravděpodobně věrný značce.
- Omezená podporou – to může znamenat podporu emailem nebo telefonicky, která pro neplacenou verzi není dostupná.
- Omezená aktivitou – pokud je některá funkcionality dostupná až po vykonání určitých aktivit, bývá zpřístupněný placený obsah jako zkrácení cesty k rozšířeným službám. Tyto aktivity často slouží i k získání informací o uživateli k pozdějším marketingovým účelům.

Mezi tyto služby lze také zařadit poskytování služeb a produktů, kdy jsou následné uživatelské analýzy a spotřebitelské preference prodávány třetím stranám. To je odlišné od poskytování kontextových reklam, které se zakládají také nad informacemi posbíranými o uživateli, ale nejsou prodávány dál. Skenování obsahu poskytovatelem budí jistou kontroverzi a je používána v rámci konkurenčního boje. Například kampaň „You have been Scroogled“¹⁶ očerňující Google Mail společností Microsoft a zároveň propagací jejich vlastního produktu Outlook. [21]

¹⁶ Kombinace slov screw – podvést a Google

3.4.1.3 *Pay-what-you-like*

Veškeré funkcionality služby jsou k dispozici a je na uživateli, zda se rozhodne a v jaké výši za služby platit. Jedná se většinou o open-source projekty, které nejsou závislé na reklamním obsahu¹⁷.

3.4.1.4 *Předplatné - Subscription*

Tento model je vlastně klasickou formou platby za službu v pravidelném intervalu. Je to přímočará možnost jak získat přehled o pronajímané službě a jednoduchým ukazatelem jak pro zákazníka, tak i pro poskytovatele, který může snadněji predikovat budoucí vytížení zdrojů. Pokud se služby kombinují do balíčků, zdají se koncové ceny spotřebiteli výhodnější a to znamená potenciální vyšší útratu za kumulované služby, které většinou zákazník zcela nevyčerpá.

3.4.2 Ekonomické ukazatele

Výhodami použití cloudových technologií jsou následující technické parametry, které na druhou stranou nemusí být nutným přínosem, pokud by se nezavedla některá kritéria zhodnocující využití a poskytování služeb. Pro spotřebitele je to právě:

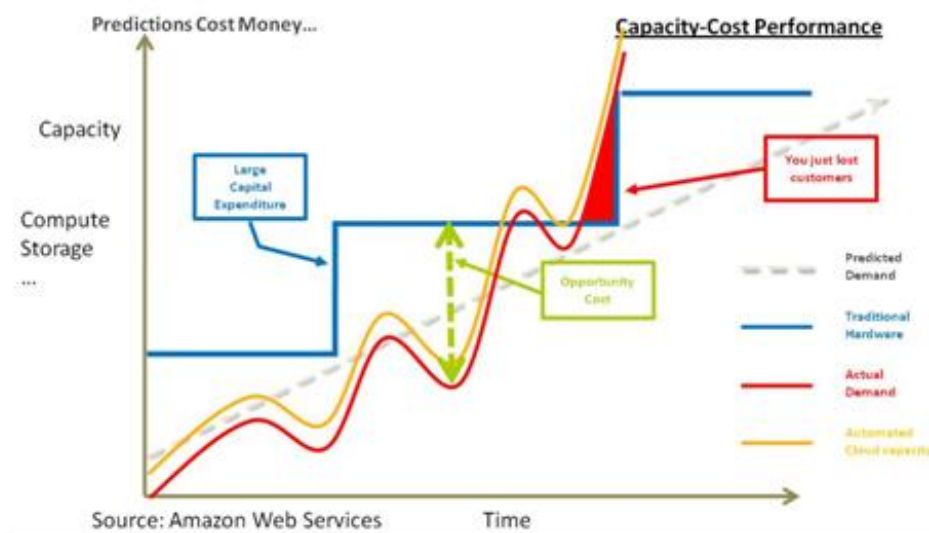
- Iluze nekonečné kapacity, kdy úroveň poskytované služby zůstává stabilní nezávisle na výkyvech objemu spotřebovávaných zdrojů.
- Úroveň abstrakce infrastruktury, kdy aplikace není závislá na konkrétním zařízení nebo lokalitě.
- Pay-as-you-go model použití IT služeb, kdy se platí jen za konkrétní spotřebu a není potřeba dalších investic k přístupu a provozování služby. Obvykle je vyžadováno jen připojení a koncové zařízení.
- Služba on-demand (na vyžádání) je schopná se přizpůsobit aktuálním požadavkům na spotřebu, tedy ať už navýšit či snížit její objem. Většinou odpadá potřeba nějakého plánování spotřeby dopředu.
- Přístup k aplikaci nebo datům odkudkoli.

Z pohledu poskytovatele je však potřeba brát v úvahu nadužívání nebo naddimenzování zdrojů, které vedou buď k neefektivnímu využití investic vložených do vybudování infrastruktury nebo spojenými s náklady na provoz, či ztráty zákazníka v případě

¹⁷ Například Wikipedia

neschopnosti dodat požadovaný objem služeb. Pokud se jedná o vybudovaný privátní cloud, lze přijít i o jistou konkurenční výhodu, pokud požadovaná infrastruktura nebude stačit nárokům ze strany firemních zákazníků.

Následující graf objemu versus křivka využití znázorňuje úskalí predikce spotřeby oproti opravdové spotřebě vzhledem k pořizování/rozšiřování firemní infrastruktury ať už z pohledu výkonu, kapacity nebo úložiště. Je jasné, že prognostika spotřeby není jednoduchým úkonem, jelikož ta se liší jak podle trendů, tak podle časového kvanta použitého při plánování a jeho rozlišení. Nelze ani ignorovat Moorův zákon, jako empirické pravidlo, které zavádí koncept exponenciálního růstu výpočetního výkonu. Kapacita a zužitkování jsou klíčovými ukazateli výkonnosti KPIs¹⁸. [22]



Obrázek 7 – Rizika spotřeby výkonu/kapacity v čase [zdroj: AWS]

Pro poskytovatele/prodejce cloudových služeb je kapacita a zužitkování, tedy KPI, hlavním úhlem pohledu.

- IT kapacita, měřena podle velikosti úložiště, CPU cyklů, šířky pásma sítě nebo kapacity paměti a je brána jako indikátor výkonu.
- IT zužitkování, měřena podle uptime a objemu využití je indikátorem aktivity a použitelnosti.

¹⁸ Key Performance Indicators

Avšak efektivní náklady/poměr výkonu a úrovně využití automaticky neznamenají proporcionální obchodní výhody, jsou to stále jen ukazatele. Jsou zde ovšem obchodní metriky, které dokážou tyto metriky převést na přímé či nepřímé obchodní výhody. Ty budou popsány v následujících sekcích.

3.4.2.1 Rychlost snížení nákladů – náklady na přijetí/zbavení se

Rychlost a míra změny snižování nákladů může být mnohem efektivnější s využitím cloud computingu než u klasického investování do IT aktiv nebo jejich zbavování se. Konzument může tedy přejít z CAPEX¹⁹ na OPEX²⁰, tedy na model neinvestičních nákladů, kdy si pronajímá jen službu a nemusí ji vlastnit, tím pádem ani nemusí spravovat zařízení spjatá s touto službou. Tato povinnost přechází na poskytovatele služby. Klíčovým faktorem je tedy zvyšovat objem služby nebo se ho zbavovat nebo ve správný moment přejít k jinému poskytovateli. Migrace mezi cloudy je stále velkou výzvou. Jsou zde otázky přenositelnosti a interoperability. Ukládání korporátních a osobních dat nebo znalostí v cloudu může vyvolat jistou závislost na poskytovateli služby.

Lze však zde pozorovat určitý kompromis mezi výhodami rychlosti, nákladů a kvality poskytované služby (QoS) oproti pružnosti přechodu a možnosti volby alternativních služeb a cloudových řešení.

3.4.2.2 Optimalizace vlastnictví

Investice do dat, znalostí, infrastruktury a software jsou jedním ze stěžejních bodů provozu firmy. Avšak mnoho faktorů spjatých s náklady na vlastnictví²¹ bývá ignorováno během výběru informačních technologií, kdy není brán v potaz jejich dlouhodobý provoz a používání. Přitom náklady na údržbu a jednotlivé úpravy často představují výraznou část nákladů na životní cyklus daného řešení/projektu.

Klíčovým aspektem přesunu do cloudu je možnost využití hardware, software a služeb nabízených poskytovatelem a přitom se nemuset zabývat záplatami nebo přechodem na novější verze. Právě možnost spojitého přechodu v počtu pronajímaných zdrojů umožňuje firmě efektivněji využívat životního cyklu produktu, kdy se v jednotlivých fázích liší nároky na daný projekt.

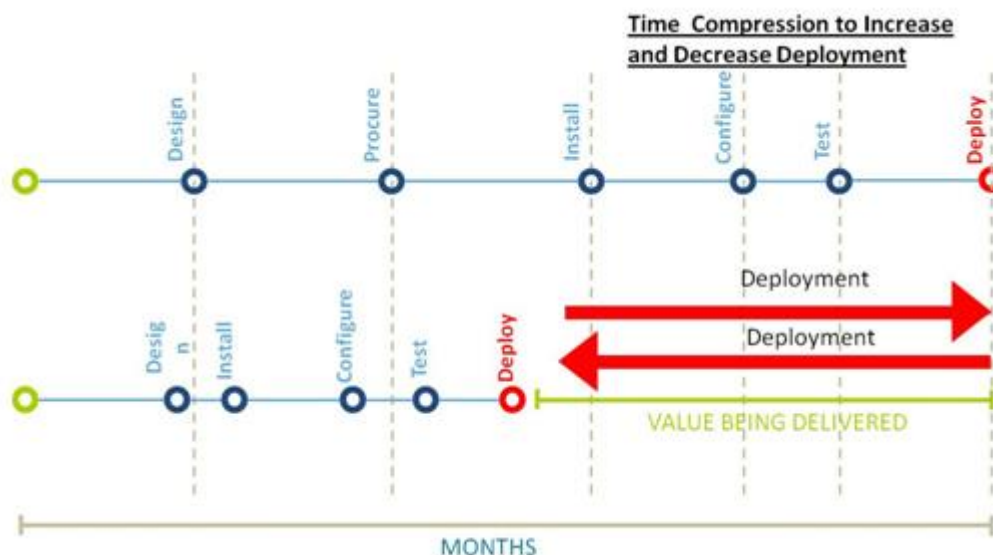
¹⁹ Capital expenditures – kapitálové náklady

²⁰ Operating expences – operační náklady

²¹ Cost of Ownership

3.4.2.3 Rychlé poskytování služeb

Pružné poskytování služeb přizpůsobující se nabídce dovoluje firmě škálovat své IT a rychleji růst v podnikání. Výhoda spočívá nejen v časové úspoře, kterou lze vidět v kratším nasazení jednotlivých řešení, ale také mění pohled na způsob poskytování jednotlivých služeb a usnadňuje uvádění nových technologií a inovací.



Obrázek 8 - Časová úspora pro urychlení nasazení

3.4.2.4 Zvýšení zisku

Jedním z hlavních pravidel cloud computingu je vyhnout se nadužívání nebo podužívání zdrojů a služeb. Vlastností dynamicky reagovat na poptávku výkonu umožňuje firmám rapidní vstup na trh či naopak stažení produktů a služeb. Dovoluje firmám expandovat na trhu a přitom poskytovat kapacitu infrastruktury a služeb, které rostou s objemem obchodu. Dopadem na velikost zisku jsou snížené náklady a úspory z rozsahu pomocí znovuvyužití těch samých zdrojů.

3.4.3 ROI - Return On Investments

Return On Investments je metodika pro odhad návratnosti investic a je vypočítána jako poměr zisku z investice a investičních nákladů, vyjádřeno buď poměrem, nebo v procentech. Pro výpočet odhadu, kdy se firmě investice vyplatí, je však potřeba znát náklady na stávající provoz. [23]

$$ROI = \frac{\text{příjmy z investice} - \text{náklady na investici}}{\text{náklady na investici}}$$

Pokud je ROI záporná nebo mají alternativní řešení vyšší ROI, mělo by se navrhované řešení zamítnout. Zjištění zisku není jednoduchým úkonem, protože je důležité identifikovat všechny oblasti, kterých se investice týká, vyhodnotit změnu a finančně ji vyčíslit. Podle výzkumu společnosti Opengroup z roku 2012 si jen 40% respondentů myslelo, že lze snadno vyhodnotit a ověřit návrat investic, ale jen 20% k tomu mělo správné nástroje. [24]

Firmy většinou využívají tři přístupů k nasazení cloudového řešení a zde jim výpočet ROI usnadňuje rozhodování přijetí daného řešení. [25]

1. Nahrazením - firma úplně nahrazuje dosavadní řešení cloudovým, to nastává například, když je nefunkční a náprava by byla nákladná, pokud už bylo dosaženo hranice dostupných prostředků a nemůže dál růst, pokud software dosáhl bodu, kdy už nemůže být více rozšiřován a splňovat požadavky na něj kladené, a nebo, pokud firma může přechodem získat výrazné finanční výhody.
2. Nově – v případě, že firma přechází na nový obchodní model, vstupuje na nové trhy, získává nové zákazníky a nový typ zákazníků. V tomto případě původní řešení nemusí vyhovovat nárokům nového byznysu.
3. Hybridně – pokud firma má vyhovující řešení pro část jejího podnikání, avšak s novými technologiemi si může dovolit rozšířit pole působnosti, zde bude cloudové řešení fungovat jako rozšíření stávajícího podnikání.

V cloud computingu lze ROI modely rozlišit podle následujících kritérií.

Náklady

- Zátěž – předvídatelné náklady: CAPEX - kapitálové (investiční) náklady za on-premise řešení oproti cloudu.
- Zátěž – variabilní náklady: OPEX - operační náklady za on-premise vlastnictví řešení oproti cloudu.
- CAPEX vs. OPEX : TCO on-premise fyzických aktiv oproti TCO cloudu.
- Zátěž vs. využití v %: rentabilita procentuálního využití cloudu.

- Zátěž podle typu: velikost zátěže oproti distribuci paměti/CPU. Počet procent IT aktiv využitých cloudem.
- Instance na fyzický stroj: poměr a náklady na konsolidaci IT aktiv.
- Volitelnost v rámci ekosystému: počet dostupných aktiv, katalogových položek.

Čas

- Včasnost – úroveň schopnosti reakce služby na požadavek.
- Propustnost – latence transakcí, propustnost měřeného objemu za časové kvantum, efektivita zátěže.
- Perioda – frekvence poptávky a uvolnění zdrojů, velikost poptávky a uvolněných zdrojů.

Kvalita

- Zkušenost – kvalita pozorované uživatelské zkušenosti. Kvalita návrhu UI a uživatelské interakce, jednoduchost používání.
- Chybovost reakcí v rámci SLA – frekvence špatných odpovědí na události v rámci SLA.
- Chytrá automatizace – úroveň automatických reakcí na požadavky a události.

Zisk

- Efektivita příjmů – velikost ročního zisku.
- Míra růstu příjmu.

Úspora

- Rychlost změny snižování TCO při přechodu na cloudové řešení.
- Optimalizace času potřebného k nasazení či provedení aktivity spjaté s cloudovým řešením. Urychlení poskytování jednotlivých výpočetních zdrojů.
- Stlačení snižování nákladů přechodem na cloudové řešení.
- Snižování nákladů pomocí elasticity a škálování.
- Nižší TCO pomocí redukce počtu licencí.
- Částečný přechod na Open Source.
- Ekologickým přístupem ke správě datacenter, snížení nákladů na provoz datacenter.

- Omezení nákladů redukcí řetězce dodavatele/dodavatelů.

Pokud by se na cloud computing nahlíželo jen z pohledu technologického řešení a infrastruktury, omezilo by se tímto přístupem přesnější vyjádření ROI, skryté faktory spjaté s provozem cloudu a dopadem na obchod. Přechodem z kapitálových nákladů na náklady operační bez nutnosti velkých investic v začátcích nasazení a přechodu na cloudové řešení, efektivnější využití zdrojů a přizpůsobení jejich spotřebovávaného množství na míru spotřeb více spojitě, nasazení cloudu by se nemělo vnímat jen z pohledu peněz, ale snažit se o získání uceleného obrazu této problematiky. Je doporučeno přistupovat k výpočtu ROI radši než jen výpočtem úspor, ale pohledem na celou hodnotu cloudového řešení.

3.4.4 TCO – Total Cost of Ownership

TCO je často využívaná finanční metodika vyčíslení přímých a nepřímých nákladů v IT a umožňuje přehledně identifikovat jednotlivé náklady na IT aktiva, poplatky či úkony v rámci IT. Bývá vyjádřena jako náklady na uživatele, náklady na výpočetní jednotku etc. Pokud vyjde firmě, že TCO za in-house řešení je větší než cloudové řešení, nemusí to nutně znamenat, že by se mělo přejít na cloud, ale může to sloužit i jako benchmark pro cenu jednotlivých firemních operací. Tím lze identifikovat neefektivní procesy a využívání prostředků oproti jiným řešením na trhu.

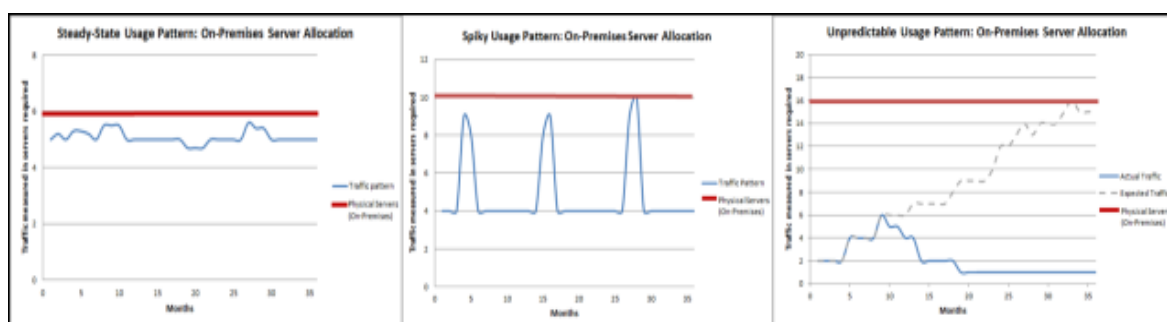
Existuje mnoho TCO kalkulaček a mnoho poskytovatelů má navržené své vlastní postupy pro modelování ceny daného řešení, avšak z pohledu firmy je důležité nedůvěřovat jenom těmto výpočtům, protože jen firma zná své prostředí nejlépe. Na druhou stranu není potřeba se přehnaně detailně zabývat analýzou pro TCO, pokud firma správně zvolí jen ty důležité faktory pro výpočet TCO. Pravděpodobně se ke správnému výsledku dojde až po několika iteracích, zvláště když se nebude přehlížet význam nepřímých nákladů. [26]

K výpočtu TCO je potřeba vzít všechny náklady, tedy:

- Náklady na pořízení/pronájem řešení/aplikace.
- Aktualizace aplikace a úpravy.
- Správa platformy a patch management.
- Konfigurace a/nebo implementace služby.
- Náklady na hardware.

- Náklady za lidskou práci.
- Náklady za zabezpečení.
- Náklady na migraci a přechod na nové řešení.
- Podpora a údržba.
- Školení lidských zdrojů.
- Náklady v případě výpadku služby.

Mezi dalšími faktory, které mají vliv na výsledné TCO je také zátěž. Zda jsou aplikace využívány vyrovnaně, nárazově, nebo nelze určit vzor chování provozu. [27]



Obrázek 9 - Vzory chování provozované služby [zdroj: AWS]

3.5 Bezpečnost a uživatelský přístup

Přechodem do cloudu si musí firma uvědomit, že přístup k zabezpečení, jaký měla do teď, již nelze plně aplikovat. Výhody škálovatelnosti a elasticity výkonu by se ovšem měly týkat i otázky zabezpečení fungování cloudu. Nelze si myslet, že při rapidním nárůstu uložených dat, nárůstu virtuálních strojů cloudové infrastruktury bude vyhovovat statický přístup ke správě. Nástupem cloudu mizí fyzické a logické síťové bariéry, aplikace a stroje, ke kterým firma a uživatelé přistupují, mohou být prakticky kdekoli. To také přenechává jistou odpovědnost poskytovatelům, kteří by v kombinaci se svými best practices měli pomoci vytvořit bezpečné prostředí k provozování cloudových služeb. Virtualizace zdrojů napomáhá efektivnějšímu způsobu zabezpečení, avšak komplexnější řešení by mělo být automatizované a to jak správa a nasazení aktualizací, tak monitorování bezpečnostních politik i jejich vynucení. Hloubka kontroly a správy by měla sahát až na úroveň hypervizorů. [28]

3.5.1.1 Fyzická ochrana

Přenesením odpovědnosti na poskytovatele však otázka zabezpečení datacenter zůstává. Jakýkoli výpadek služeb je nežádoucí a může znamenat ztrátu zákazníka. Jedním ze základů budování datacenter je výběr lokality, která není náchylná na projevy přírodních vlivů, jako jsou záplavy, zemětřesení nebo častý výskyt požárů. Samozřejmostí by také měla být kontrola fyzického přístupu, nutná autentizace a monitoring všech osob uvnitř datacentra. Dalšími faktory prevence a zabezpečení jsou:

- Požární ochrana – v prostředí plném elektroniky je zásadní zvolit vhodnou strategii hašení či potlačení požáru, kdy sice vodní rozprašovače jsou jednoduché a levné řešení, ale následky na serverech bývají devastující. Časná detekce bývá doplněna hašením na bázi plynu a také vytvořením vlhké mlhy, která brání poškození kouřem. [29]
- Napájení – veškeré elektrické přívody by měly být redundantní, aby v případě údržby nebyl ohrožen chod datacentra. Častými prvky pro zachování kontinuity provozu jsou UPS (Uninterruptible Power Supply) a generátory elektrické energie.
- Kontrola klimatu – jeden z dalších faktorů ideálního fungování datacentra je regulace teploty a vlhkosti. Nejen, že slouží jako prevence před požárem, ale také správné podmínky nezkracují životnost jednotlivých serverových komponent, což vede k úspoře financí.
- Vyřazování datových médií – v případě, že datové úložiště dospěje do konce své životnosti, veškerá media budou zničena v souladu s vyhláškami, například Amazon postupuje podle DoD 5220.22-M (National Industrial Security Program Operating Manual) nebo NIST 800-88 (Guidelines for Media Sanitization). [30]

3.5.1.2 Síť a uživatelský přístup

Ať už je automatizovaná bezpečnost sebedokonalejší, nelze podceňovat lidský faktor. Pro zachování úrovně zabezpečení je důležité jak pravidelné školení uživatel, tak i vynucená změna hesel za časovou periodu. Ze strany administrátorů je potřeba vědět, komu a jaká přístupová práva jsou přidělena. Přístupem ke cloudovým službám by se měl jasně

specifikovat zabezpečený přístup, ať už pomocí protokolu HTTPS nebo pro komunikaci mezi aplikacemi prostřednictvím SOAP²² rozšířeným o WS-Security standart.

Samotná síť by měla poskytovat ochranu proti standartním typům útoků jako:

- Distributed Denial Of Service (DDoS),
- Man in the Middle (MitM),
- IP spoofing,
- skenování portů,
- Packet Sniffing.

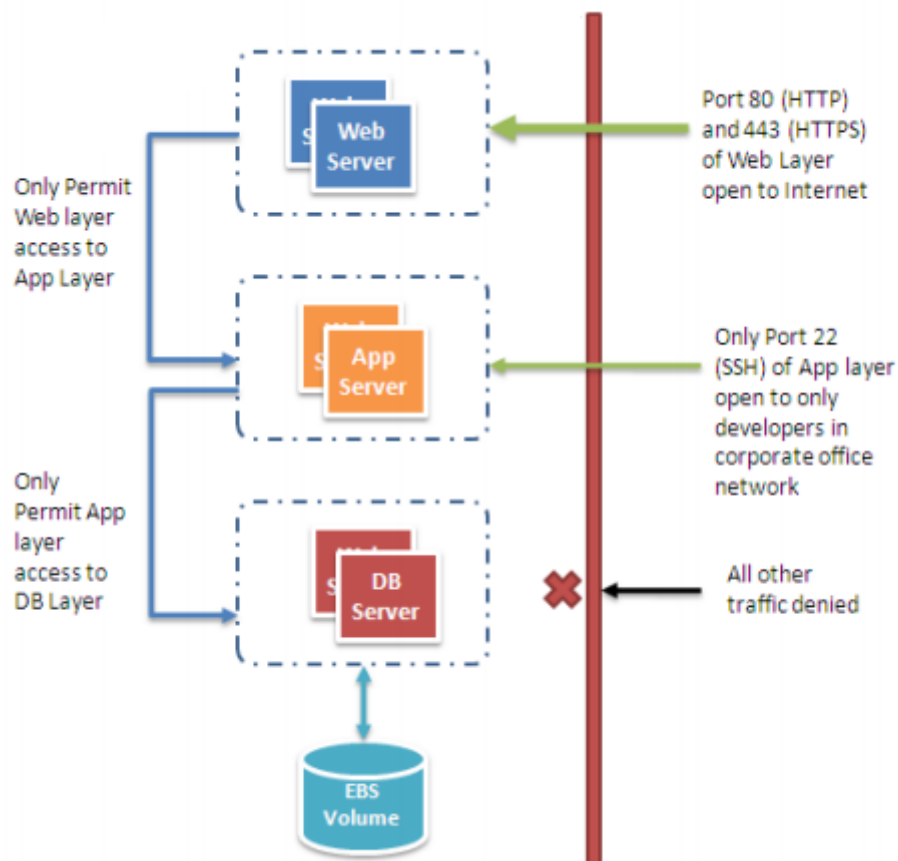
Některým těmto aktivitám zabraňuje již z definice užití virtuálních a virtualizovaných sítí. Při provozování VPC (virtuální privátní cloud) je jakýkoli vnitřní síťový provoz oddělen od ostatních instancí VPC, tato implementace od základu poskytuje vyšší úroveň bezpečnosti. Pro uživatele je však výhodné přistupovat ke službě pomocí SSO²³, tedy autentizace k více zdrojům pomocí jednoho uživatelského jména a hesla, pro zvýšení pohodlí při práci s aplikacemi, což může zvýšit časovou efektivitu práce i zabránit zmatení při používání více hesel a případných požadavků na uživatelskou podporu na změnu hesel nebo odemknutí účtu. Toto řešení by ale nemělo být použito pro správu systému, kdy administrátorský účet by měl být oddělený od běžného účtu.

Dalším přístupem je nastavení pravidel pro komunikaci mezi jednotlivými vrstvami aplikací, kdy například pro komunikaci s nižšími vrstvami jako je databázový server, by měla být vyhrazena jen možnost přes vyšší/aplikační vrstvu, nikoli přístupem vně cloudu.

[31]

²² Simple Object Access Protocol

²³ Single Sign On



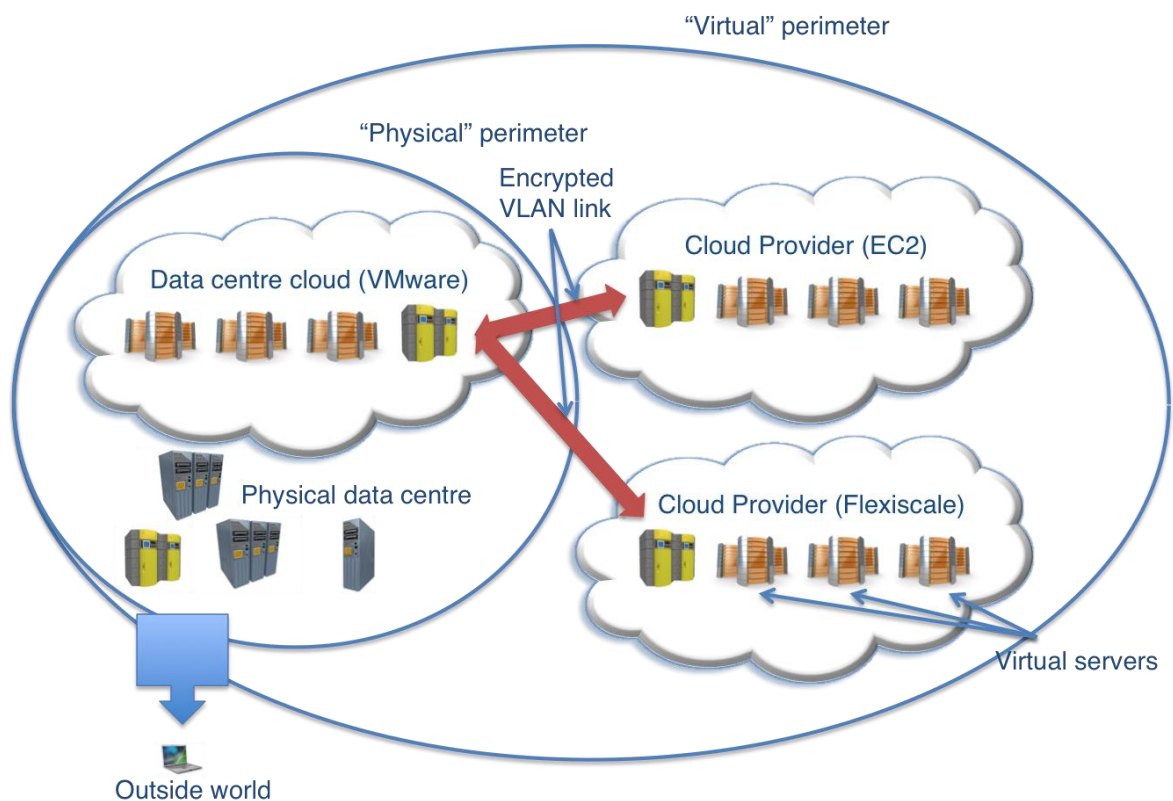
Obrázek 10 - Ukázka restrikcí úrovněového přístupu u Amazon EC2 [zdroj: AWS]

Konfigurace a správa sítě by nikdy neměla být statická a vytvářena manuálně. S nárůstem objemu cloudových služeb je poptávka po cloudově orientované síťové službě, kdy nejenže infrastruktura je převedena na cloud, ale i síťové prvky už jsou navrženy pro provoz v cloudu a s tím související podpora správy a monitoringu. Pro narůstající objem zařízení tedy pak nemusí platit, že úměrně s ním vzrůstá i potřeba lidských sil na obsluhu sítě. Cloudový networking, jako představuje například firma Meraki, dokáže intuitivně pracovat s jakýmkoli zařízením na síti, identifikovat anomálie, detekovat vadné prvky, filtrovat (i připojená) zařízení podle lokality, typu či operačního systému, nastavit propustnost sítě pro specifické požadavky (QoS) a tvorbu statistik.

Dalším řešením pro zachování integrity a chod cloudových služeb při jakémkoli výpadku v rámci datacenter je redundance v rámci jednoho nebo více regionů, anebo další přístup k poskytování cloudových služeb, a tím je ROIC (Redundant Arrays of Inexpensive Clouds), který je odpovědí na hlavní otázky

- Co se ztracenými či poškozenými daty?
- Co zajistí přístup k datům, pokud bude služba mimo provoz (chyba, zásah vlády)?

Jako analogii lze zvolit redundanci diskových polí RAID, ale v cloudovém prostředí. Kdy je podle potřeby zajištěna úroveň výkonnosti a odolnosti cloudu proti selhání. To sice zvyšuje požadavky na objem přenesených dat, ale v rámci kritických aplikací a služeb je nutné zvážit, zda při velkých nárocích na spolehlivost řešení je firma ochotna zaplatit za duplicitu prostředí.



Obrázek 11 - Možná implementace ROIC [Zdroj: jroller.com]

3.5.1.3 Bezpečnostní politiky

Vytvoření silných bezpečnostních politik pro existenci v cloudu je otázkou přehodnocení stávajících politik, ale nikoliv slepou adaptací od poskytovatele cloudového řešení. Nikdy by se však tyto politiky neměly ohýbat při nasazování dalších úprav a realizací uživatelských požadavků. V případě in-house řešení by se mohlo stát, že by v rámci nároků na rychlé řešení byly povoleny jisté ústupky, které obvykle politiky nedovolovaly. Avšak s přechodem na cloudové služby se tyto ústupky vyžadují od poskytovatelů. V jednom

případě je zamítne a bude trvat na striktní dodržení pravidel, nebo v rámci obchodního modelu ustoupí, ale pak se všechna odpovědnost za změnu převádí na firmu. [32]

Jedním z dalších jevů porušujícím firemní bezpečnostní politiky je tzv. Shadow IT²⁴, IT řešení, která nejsou implementována v souladu s firemními nařízeními, o kterých většinou firma neví a mnohdy je toto řešení striktně zakazováno. Nejen, že takto využívané služby brání v zavedení efektivnějších pracovních procesů, jsou nekonzistentní, nedokumentované, nemonitorované, ale také často slouží k ukládání citlivých firemních dokumentů mimo zabezpečenou infrastrukturu. To dohromady s rozvojem cloudových služeb dostupných přes mobilní zařízení může vést závažným bezpečnostním rizikům, protože člověk, který si synchronizuje data například službou Dropbox (online úložiště), tak s největší pravděpodobností má i nějaká důležitá firemní data, která jsou vystavena možnosti úniku dat pomocí sofistikovaných útoků na službu nebo ztrátou zařízení. Podle výzkumu společnosti Natsuni synchronizuje svá firemní data obyčejným uživatelským účtem službou Dropbox 20% respondentů a 58% jich používá svá mobilní zařízení k přístupu k firemním datům, protože prý nemají adekvátní alternativu poskytovanou zaměstnavatelem. [33]

Bezpečnostní politiky v cloudu jsou vytvářeny podle [34]:

- Typu cloudové služby: SaaS, Paas, Iaas.
- Podle toho, jestli je cloud veřejný, privátní nebo hybridní.
- Podle úrovně kontroly, jakou má mít uživatel nad hardware, software nebo operačním systémem.
- Jak jsou aplikovány politiky na jednotlivé cloudové služby podle uživatelských požadavků, požadavků na data a zdroje.

3.5.1.4 Právní otázky

Cloud computing stírá geografické hranice a s tím vyvstávají některé právní otázky a úskalí s tím spojené. S prudkým vývojem technologií ještě nejsou veškerá témata vyjasněná, ale s rozšířením cloudových služeb bude potřeba, aby si i soudy vyjasnily danou tematiku. V EU lze na tuto problematiku aplikovat například direktivu 95/46/EC. [35] [36] Smlouva s poskytovatelem by měla řešit:

²⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Shadow_IT

- Vlastníka dat. V případě bankrotu poskytovatele by měl být zaručen přístup k vlastním datům.
- Reakci poskytovatele v případě obdržení soudní obsílky týkající se dat spotřebitele služby?
- Odpovědnost za výpadek služby.
- Podmínky auditu a jaké zákony jsou při něm uplatňovány?
- Odpovědnost poskytovatele za uložená ilegální data²⁵?

Asi jednou z nejznámějších kauz týkající se nelegálního obsahu je žaloba MPAA (Motion Picture Association of America) proti Megaupload.com, poskytovateli služby cloudového úložiště. Komplexnost tohoto případu lze popsat také tím, že odstavením účtů firmy byla firma Carpathia poskytující částečný hosting vystavena nákladům 9000\$ denně za uchování 25 PB uživatelských dat. Vláda USA si vynutila, aby Carpathia Hosting udržovala data na vlastní náklady, avšak jejich vlastníkům k nim byl odepřen přístup.

²⁵ V EU direktiva 2000/31/EC.

3.6 Existující komerční cloud

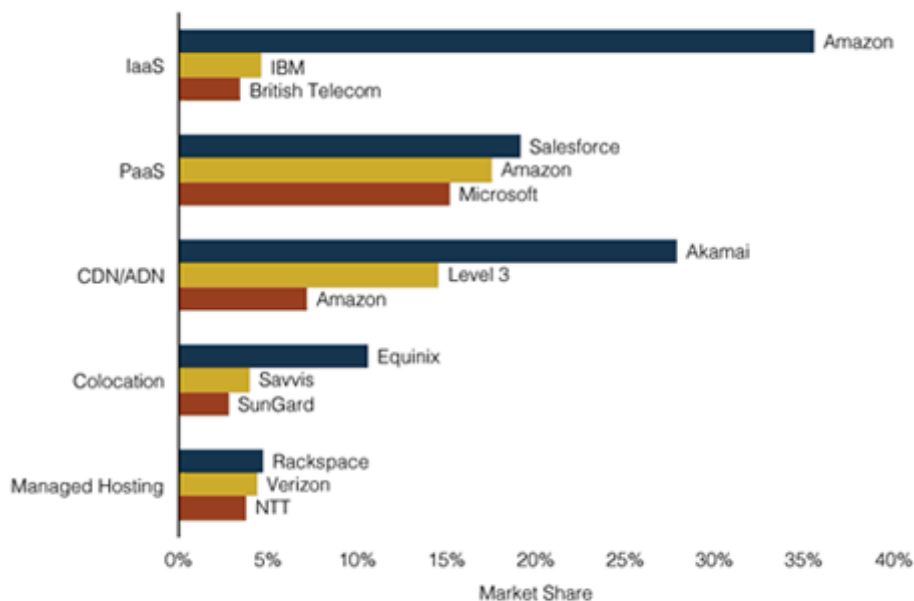
V této kapitole je věnována pozornost nejvýznamnějším poskytovatelům cloudových služeb a jejich produktům. Není příliš s podivem, že velkých hráčů na trhu není tolik a cloudové startupy by raději než soutěžit s IaaS giganty v zaběhnutých službách, se měly raději soustředit na diferencování se od velkých poskytovatelů a snažit se přilákat jiný typ zákazníků. Tím, jak se trh s cloudy vyvíjí, i zákazníci technologicky zrají a lze očekávat, že se postupem času budou jejich nároky více lišit. [37] [38]

3.6.1 Amazon

Amazon má velké zkušenosti s používáním decentralizované IT infrastruktury. Do roku 2005 vynaložil miliony dolarů na vytvoření a správu jedné z největších světových online maloobchodních platforem – Amazon.com. V roce 2006 byly představeny AWS (Amazon Web Services), využívající zkušenosti a investic do běhu rozsáhlé distribuované infrastruktury, kterou nyní celosvětově využívá stovky tisíc zákazníků. Tento krok dává smysl, protože s tím, jak velkou infrastrukturu Amazon vlastnil, jak byla dimenzována na zátěž při sezónních nákupech, by po zbytek roku její výkon zahálel. Poskytovat tento výkon s využitím cloudových charakteristik je jen logickým vyústěním. Z toho se odvíjí i způsob pronájmu AWS a druhy plateb za služby. Predikce zisků za jednotlivé následující roky potvrzují růst Amazonu na poli cloudových služeb.

Podle posledních dat TeleGeography partner Synergy Research Group vzrostly zisky z cloudové infrastruktury o 15% mezi Q3 2011 a Q4 2012 na 12.5 miliard \$, na čemž má Amazon velký podíl. [39]

Cloud Infrastructure Service Market Leaders by Segment, Q4 2012

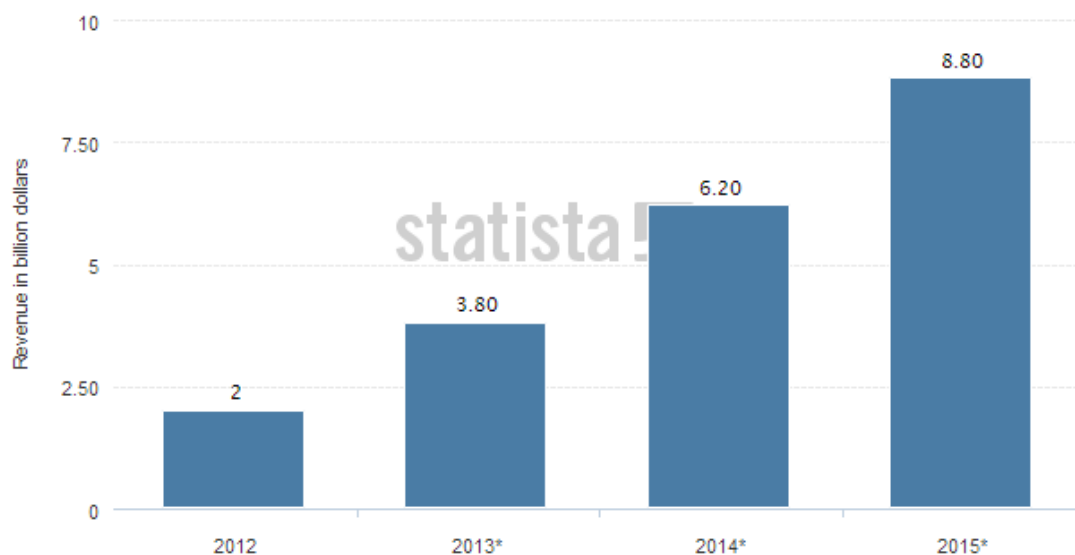


Source: Synergy Research Group/TeleGeography

Obrázek 12 - Podíl vedoucích společností na trhu cloudových služeb Q4 2012 [39]

AMAZON WEB SERVICES: ESTIMATED REVENUE 2012-2015

Estimated revenue of Amazon Web Services from 2012 to 2015 (in billion U.S. dollars)



Worldwide; Macquarie Capital; 2006 to 2010

Source: Amazon; Macquarie Capital; ZDNet.com

Obrázek 13 - Odhadované zisky Amazon Web Services [zdroj: statista.com]

3.6.1.1 Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

EC2 je jedním z hlavních produktů cloud computingu od Amazonu. Tato platforma dovoluje uživateli vytvořit nebo importovat jeho vlastní virtuální stroj s celkem širokou možností operačních systémů a provozovat na něm jakýkoli software, který umožní běh libovolné aplikace uživatele.

Platba a pronájem závisí na jednotlivých balíčcích:

- On-Demand – platba za výpočetní kapacitu v hodinové sazbě. Výše sazby se odvíjí od pronajímaného výkonu jednotlivých instancí.
- Reserved Instances (vyhrazené instance) - pronájem instancí je v rozmezí jednoho až tří let, kdy se za RI platí ve třech kategoriích Lights Utilization, Medium Utilization a Heavy Utilization podle využití RI - % času, kdy daná instance běží. Existuje také Reserved Instance Marketplace, místo, kde je možné prodat RI, pokud pronajímané prostředky nevyhovují aktuálním potřebám.
- Spot Instances – v tomto případě uživatel nabízí cenu, jakou je ochoten platit za hodinu běhu dané instance. Pokud je nabízená cena větší než aktuální Sport Price, poběží uživatelova instance, dokud Spot Price nepřevyší cenu nabízenou. Sám Amazon poskytuje návod, jak správně zvolit strategii volby ceny. Uvádí, že oproti On-Demand je úspora až 66%.

V rámci SLA Amazon nabízí 99,95% dostupnosti služby. V rámci bezpečnosti EC2 je nejen k dispozici plnohodnotný firewall, lze také nastavit i rozsah IP adres, které mají k instanci přístup, anebo je možné vytvořit dedikovanou instanci VPC, která poběží na odděleném hardware, i přes to, že virtualizované instance z definice zaručují nezávislost na ostatních instancích.

EC2 lze provozovat v jednotlivých zónách závislých na geografické lokalitě, a tím zkrátit odezvu a zvýšit dostupnost jak pro jednotlivé zákazníky, tak rozložením do více regionů předcházet selhání celé aplikace. Elastické IP adresování je závislé na uživatelském účtu, nikoli na jednotlivé instanci, tím pádem kontrola a remapování IP umožňuje rychlejší zpřístupnění jednotlivých služeb/aplikací.

3.6.1.2 *Amazon Relational Database Service (RDS)*

RDS je služba distribuovaných relačních databází provozovaných nad platformami Oracle, MySQL a MS SQL. Amazon RDS automaticky patchuje a vytváří zálohy databází, které skladuje na uživatelem určenou dobu a tím dovoluje obnovu k určitému bodu. Databázové instance mohou být poskytovány buď se standardním typem úložiště, nebo poskytovány jako Amazon Provisioned IOPS (I/O per second), který je orientován na dodávání jako výkonné řešení při vysokých I/O, velkém počtu transakcí při vysoké zátěži na databázi. Amazon také poskytuje výkonnou replikaci při nasazení aplikace v různých regionech.

3.6.1.3 *Amazon Simple Storage Service (S3)*

S3 slouží jako online úložiště pro AWS využívající rozhraní jako REST, SOAP nebo BitTorrent, které dovoluje pracovat s neomezeným počtem objektů o velikosti od jednoho bytu po 5 TB. Správa i autentizace dat je v tomto případě samozřejmostí. Lze nastavit, zda jsou data veřejná nebo privátní, nastavit jednotlivá uživatelská práva, podle toho, kdo má mít k datům přístup a jak k nim přistupovat. To buď pomocí Identity and Access Management (IAM) politik, Access Control Lists (ACLs) nebo bucket politik, což jsou politiky k jednotlivým uloženým objektům. Platby za ukládaná data se liší podle typu uložení dat.

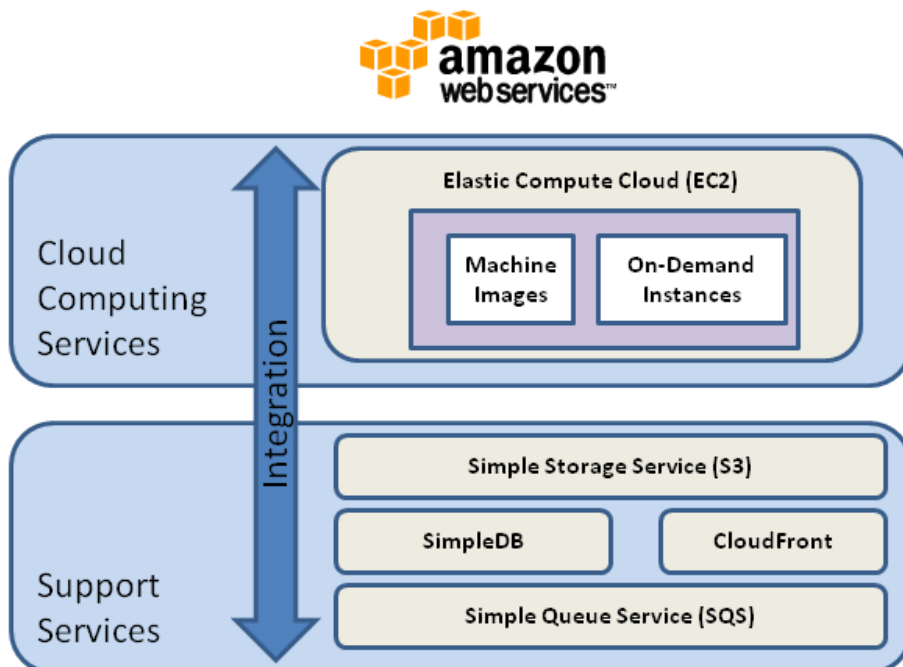
- Standart storage – klasické datové úložiště.
- Reduced Redundancy Storage(RRS) – zde je úspora nabízena Amazonem tak, že data jsou ukládána na nižších stupních redundance, než standardní datové úložiště. To se hodí pro méně kritická data, které lze snadno reprodukovat, jako jsou třeba náhledy nebo vygenerovaná data.
- Amazon Glacier (Ledovec) – tato služba je optimalizována pro data, která nejsou často používána, hodí se typicky pro dlouhodobé zálohy. K datům se přistupuje přes S3 API nebo konzoli, kdy je vytvořen požadavek pro obnovu určitých dat, která jsou následně dostupná v rozmezí 3-5 hodin.

Samozřejmě, že poplatky nejsou jen za úložiště, ale jsou samostatné i za I/O, přesuny do EC2 jak v rámci regionu, tak i mimo a poplatky za přesun dat z S3 do prostředí Internetu.

3.6.1.4 Amazon Virtual Private Cloud (VPC)

Privátní cloud, který umožňuje provozování AWS cloudových služeb v izolovaném prostředí. Zde je možné vybudovat libovolnou virtuální síťovou infrastrukturu. Při propojení k firemní síti přes VPN slouží jako rozšíření služeb za účelem úspory financí za zdroje, hardware či správu, a přitom na něj lze aplikovat existující firemní bezpečnostní politiky. Lze například nastavit, že S3 úložiště smí být přístupné jen z VPC.

Mezi další produkty poskytované v rámci AWS patří například Amazon CloudFront pro rychlé zpřístupnění cloudového obsahu kdekoli na Internetu, SimpleDB – noSQL databáze, Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS) – synchronizace akcí mezi servery.



Obrázek 14 - Provázanost Amazon Web Services [zdroj: AWS]

3.6.2 Google

S cloudovými službami přišel Google v roce 2008, kdy jako průkopník v PaaS spustil Google App Engine. Pod službami typickými pro Google si hlavně většinou člověk představí vyhledávač, email a reklamy, avšak produktové portfolio dále roste, ať už to jsou Google Docs, Drive (úložiště), Google+ (sociální síť), Google Play a to vše s možností konsolidace pod jediným uživatelským účtem. U Google je tedy možnost si buď koupit aplikaci i třetích stran pomocí Google Marketplace, od Google díky Google Apps nebo s pomocí Google App Engine si aplikaci vytvořit.

3.6.2.1 Google App Engine

Jak už bylo zmíněno v úvodu, GAE je PaaS, platforma pro vývoj a hostování webových aplikací s podporou jazyků Java, Python a Go. Do určité míry využívání aplikací, je hostování v rámci GAE zdarma, v případě, že se spotřeba zdrojů zvedne, potřebné limity se navýší. Je ale třeba mít na mysli škálovatelnost cloudových služeb, kdy s přizpůsobujícím se výkonem se přizpůsobuje i velikost platby za dané služby. Veškeré aplikace jsou spouštěny v sandboxu, tedy izolovaném prostředí, které je nezávislé na hardware, OS nebo fyzickém umístění webového serveru.

Data jsou ukádána do:

- App Engine Datastore – NoSQL bezschematické objektové datové úložiště.
- Google Cloud SQL – poskytuje relační SQL databázi pro App Engine aplikace.
- Google Cloud Storage – úložiště pro objekty a soubory o maximální velikost jednoho TB.

Mezi další výhody GAE patří například plnohodnotné vývojové prostředí pro lokální vývoj a simulující GAE, plánování úloh, load balancing, API pro autentizaci uživatele.

3.6.2.2 Google Cloud SQL

MySQL databáze hostovaná v Google cloudu pro Google App Engine aplikace. Velikost jednotlivých instancí může být až 16GB RAM a 100GB dat na úložišti. Samozřejmě je kompatibilita s aplikacemi psanými v Javě nebo Pythonu a není potřeba žádné instalace ani údržby ze strany uživatele. Zde se platí buď per-use za hodinu podle velikosti paměti jednotlivých instancí, úložného prostoru a počtu I/O a nebo jako balík po jednotlivých vrstvách, kdy se účtují služby po dnech.

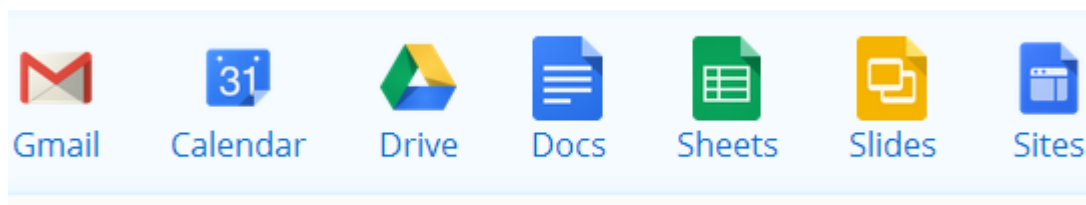
3.6.2.3 Google Cloud Storage

Úložiště běžící na architektuře REST (Representational state transfer) lze srovnávat se službou Amazon S3. GCS ukládá objekty až do velikosti 5TB a organizuje je do bucketů, právě tak, jak je tomu u S3. Využívá redundanci na více vrstvách a data jsou replikována mezi mnoha data centry. Zkušenosti ve správě úložišť si Google vybudoval v rámci obsluhy svých aplikací, kdy například Gmail používá 425 milionů aktivních uživatelů, každou minutu se nahraje na YouTube 72 hodin videa a odezva na dotaz vyhledávání je v průměru 250 milisekund. Měsíční platby jsou jak za úložiště, tak i za datový přenos a operace.

3.6.2.4 Google Apps

Google Apps je sada aplikací které nahrazují kancelářské balíky. Jednoduchost nasazení podporuje i cenová politika, kdy za 25GB emailovou schránku a 5GB úložiště dokumentů stojí balíček Google Apps for Business 5\$ měsíčně za uživatele nebo je možné službu objednat na rok. Zde náklady na uživatele rostou lineárně.

Do tohoto balíčku patří:



- Docs – textový editor s podporou formátování, vkládání obrázků, který dokáže pracovat s formáty jako html, doc, rtf.
- Sheets – tabulkový procesor s podporou vzorců, kontingenčních tabulek či grafů.
- Slides – nástroj určený pro tvorbu prezentací .
- Sites – nástroj pro tvorbu jednoduchých webových stránek nebo wiki s mnoha šablonami.
- Vault – doplňková služba, která umožňuje archivaci, správu, sdílení a export veškerých emailových dat v rámci organizace.

Mezi další služby se řadí i propracovaný Google Mail a Google Calendar, Drive, Google+, Translate, Maps, Analytics a nebo Google Reader.

Všechna data lze mezi aplikacemi sdílet ať už na úrovni firmy, v rámci skupin, anebo je kdykoli veřejně publikovat. Jejich provázanost zlepšuje a zjednodušuje jejich využití uživatelem. Tyto služby jsou dostupné uživatelům kdekoli přes Internet i jako freemium, ale firemní balíček navíc zaručuje:

- 99.95% dostupnost podle SLA,
- podporu 24/7,
- vypnutí AdSense v Gmailu,
- větší velikost základního úložiště,
- API pro integraci s již existující firemní infrastrukturou,
- nástroje pro migraci emailu.

3.6.3 Microsoft

Z pohledu cloudu to vypadá, že Microsoft vždy pouze něco dohání, ať už ve virtualizaci nebo cloudových službách. Jeho platformou je Windows Azure, ale ačkoliv Microsoft odmítá poskytnout přehled o ziscích z Azure, tak se v roce 2011 pohybovaly kolem 80 milionů dolarů, což v miliardovém businessu cloudových technologií není mnoho. I přesto však Microsoft nepolevuje a stále investuje do rozvoje infrastruktury, budování data center či školení personálu.

3.6.3.1 Windows Azure

Windows Azure je cloud computingová platforma používaná k vytváření, nasazení a pro správu aplikací přes Internet využívající data centra spravovaná Microsoftem. Aplikace pro Windows Azure mohou být vytvořené pomocí mnoha programovacích jazyků, nástrojů a frameworků jako .Net, Java, php, Python nebo Node.js. Umožňuje vývojářům integrovat aplikace veřejného cloudu s existujícím IT prostředím. Windows Azure poskytuje jak PaaS tak IaaS.

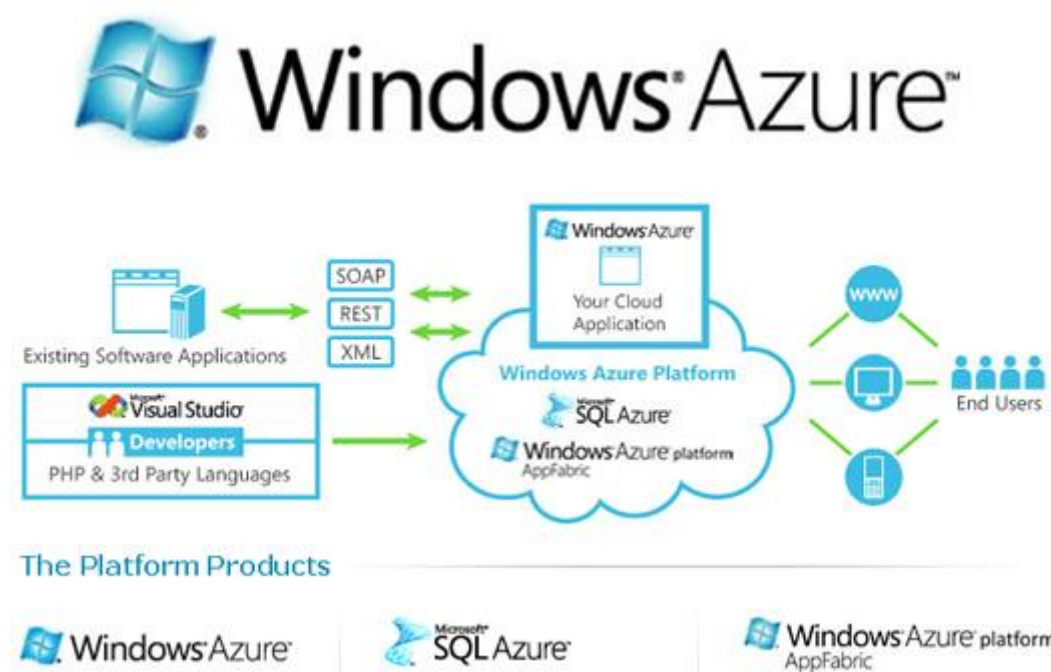
3.6.3.2 Microsoft SQL Azure Database

Pod Windows Azure patří též Microsoft SQL Azure Database, relační databázová služba, která je vhodná k provozování a nasazení velkého počtu databází, kdy vývojář nemusí nastavovat, instalovat ani spravovat žádný software. Podporuje jazyk Transact-SQL a svou funkcionalitou se překrývá s MS SQL. Azure SQL podporuje též No-SQL a dokáže ukládat velká data pomocí Blobů (Binary Large Object) až do velikosti 100 TB, které pak

zpřístupňuje pomocí REST, anebo příslušných API. Nepřekvapí ani škálovatelnost a jednoduchost správy databází. Každá databáze má své tři repliky pro zachování plynulosti služby a dostupnost podle SLA je 99,9%.

3.6.3.3 AppFabric

Dalšími komponentami Windows Azure je AppFabric, ať už Service Bus, která umožňuje propojení aplikací se stávajícími aplikacemi a zajistí tak bezpečný průchod aplikací firewally nebo NAT branami, nebo Access Control, který umožňuje federaci uživatelských účtů buď z Active Directory nebo s integrovanou podporou ověřování internetových mechanismů jako Live ID, Google ID či Yahoo ID s uživatelskými aplikacemi.



Obrázek 15 - Windows Azure, Přehled

Asi nejpřehlednější kalkulačka cen pro cloudové služby existuje u Microsoft Azure²⁶, kdy je možné si hodnoty využitých služeb, oproti ostatním poskytovatelům, navolit víceméně spojitě, jediné omezení je, že nejmenší objednávka může být minimálně 500\$ pro půl a roční předplatné. To se nevztahuje na pay-as-you-go model.

²⁶ <http://www.windowsazure.com/en-us/pricing/calculator/>

3.6.3.4 *Microsoft Office 365*

Office365 je sice plnohodnotná cloudová SaaS služba, ale sám Microsoft tvrdí, že nejlépe funguje v hybridním modu spojeném s desktopovou instalací MS Office a nejvíce těží z toho, že prostředí je uživatelům známé.

- Web Apps – podobně jako u Google Appse se zde setkáváme se známými aplikacemi pro kancelářskou práci, ať už se jedná o pokročilý textový editor Microsoft Word, s podporou formátování, šablon, formátů a s možností vkládání obrázků nebo tabulkový editor Microsoft Excel, s pokročilou prací se vzorci, uživatelskými makry, kontingenčními tabulkami, grafy. Dále sem patří i nástroj pro tvorbu prezentací Microsoft Powerpoint i aplikace One Note.
- Microsoft Office Professional Plus – některé modely předplatného (nyní E3 a E4) zahrnují i aktuální plnohodnotnou desktopovou instalaci Microsoft Office, která vytváří hybridní řešení preferované ze strany Microsoftu a vytváří přidanou hodnotu oproti ostatním poskytovatelům cloudových kancelářských aplikací s možností nainstalovat Office až na pět zařízení jednoho uživatele.
- Exchange Online – tato služba poskytuje email, kalendář či správu kontaktů, kdy uživatel získá 25GB mailboxu s podporou Microsoft Forefront Online Protection for Exchange, který chrání příchozí i odchozí elektronickou poštu firmy před spamem, viry a phishingem. Aplikace opět spolupracuje s desktopovou verzí Outlooku.
- Sharepoint Online – nástroj pro spolupráci v rámci firmy. Umožňuje vytvářet stránky pro sdílení dokumentů či hromadné spolupráce, intranetový nebo Internetový portál, použitelný pro Business Intelligence(BI) a enterprise content management.

Náklady na jednotlivé předplatné se liší podle úrovně služeb, které Microsoft poskytuje. Ten rozlišuje čtyři skupiny E1 až E4 podle velikosti firmy a poskytované služby a servisu.

3.6.3.5 *Dynamics CRM Online*

Tento Customer Relationship Portal se snaží být odpovědí na CRM od Salesforce.com. Využívá veškerých výhod cloudového řešení a propojuje funkcionalitu krabicové verze s mnoha moduly a dostupností odkudkoli přes Internet. Microsoft pro tuto cloudovou službu zajišťuje dostupnost 99.9% podle SLA, denní zálohy a udržení záloh po dobu 90

dní, sadu nástrojů správy, analýzy a zabezpečení, umístění v data centrech v místě firmy pro urychlení odezvy.

3.6.3.6 *Windows Intune*

Cloudové řešení pro správu Microsoft Windows zařízení. Umožňuje kontrolu nainstalovaných aktualizací, Endpoint Protection pro ochranu proti malware a viry, správu politik, detekuje nainstalovaný software a podporuje instalaci aktualizací pro software třetích stran. Správa je realizována na základě skupin. Windows Intune vyžaduje Microsoft Silverlight pro svůj běh a kromě vzdálené správy zařízení a vynucení některých činností správy, dovoluje i připojení ke koncovému uživateli pro vzdálenou asistenci. Samozřejmostí je i vytváření a export jednotlivých reportů podle různých kritérií.

3.6.4 *Salesforce*

Firma Salesforce byla založena v roce 1999 a během několika let se dostala do vedoucího postavení v poskytování CRM jako SaaS. Strategie firmy spočívá v poskytování Sales Force Automation (SFA) a CRM, ale také rozšiřuje své portfolio služeb pomocí akvizic jako nástroje sociálního CRM (Chatter, Radian6 a BuddyMedia), vývojové nástroje pro platformy (Force.com, Heroku, Database.com) a online ekosystém integrovaných řešení výrobců třetích stran (AppExchange).

3.6.4.1 *Sales Cloud*

Tato služba je jedním z hlavních produktů Salesforce. Obsahuje SFA modul a její hlavní devizou je jednoduchost, intuitivnost a možnost využití na přenosných zařízeních jako chytré telefony nebo tablety s operačními systémy Android, iOS a Blackberry. Sales Cloud je nejrozšířenější online CRM aplikace obsahující správu:

- účtů,
- kontaktů,
- příležitostí,
- a marketingových kampaní

s nástroji pro vyhodnocování, predikce nebo komunikace v rámci firmy nebo se zákazníky s integrací emailu a kalendáře. Obsahuje také základní Partner Relationship Management (PRM), která synchronizuje komunikaci mezi značkou a nepřímým způsobem komunikace. Jeho součástí je také služba Chatter, nástroj pro spolupráci, který v reálném

časem rozesílá informace skrz datové streamy, to dovoluje sledovat stav projektu či informace o zákaznících a distribuovat užitečná data.

3.6.4.2 Service Cloud

Service Cloud poskytuje firmám interakci s uživateli z pohledu service center. Tato služba umožňuje sledovat a reagovat na jakékoli požadavky²⁷ ať už vznesené přes tradiční komunikační kanály nebo moderní jako třeba facebook nebo twitter a svým propojením reagovat přímo zpět. Svou cloudovou architekturou odpadá správa a údržba firemního data centra, je zde velká propojenost dat a podporuje vyhodnocování a tvorby reportů všech prováděných akcí v rámci Service Cloud. Přes Chatter je možné sdílet problémy a informace, aby mohl být požadavek vyřešen co nejdříve kompetentní osobou.

3.6.4.3 Salesforce Platform – Force.com

Jedním z hlavních vývojových frameworků PaaS. Aplikace vyvinuté nad Force.com jsou vyvíjeny pomocí jazyka Apex (proprietární programovací jazyk postavený na jazyce Java) a Visualforce (syntaxe podobná XML pro uživatelské rozhraní v HTML nebo Flex).

3.6.5 VMware

Firma VMware začala své působení na poli virtualizace a poté ho rozšířila i na cloudové technologie. Ať už akvizicemi nebo vlastním vývojem má VMware rozsáhlé zkušenosti s vytvářením softwarově definovaných datacenter, virtualizací infrastruktury nebo budování a správou cloudu.

3.6.5.1 VMware vCloud Suite

Toto ucelené cloudové řešení zjednodušuje správu a nasazení cloudu do virtualizovaného prostředí skládající se z:

- vSphere – virtualizační platforma s vSphere ESXi virtualizační vrstvou, pro sdílení hardwarového výkonu mezi virtuálními stroji, virtuální networking, správu úložišť, zabezpečení, replikací a automatizací.
- vCloud Director – poskytuje softwarově definovaná datacentra, pomocí vApp Catalog umožňuje nasazení předdefinovaných virtualizovaných objektů z katalogu.

²⁷ Cases.

- vCloud Connector – pro dynamický přenos zátěže mezi veřejným a soukromým cloudem.
- vCloud Networking and Security – softwarově definované sítě a bezpečnost.
- vCenter Site Recovery Manager – automatizovaný nástroj pro zotavení po havárii, rovněž pro jeho plánování, testování či samotné zotavení.
- vCenter Operations Management – nástroj pro správu výkonu, objemu a konfigurací s využitím pružných politik a samoučících se analýz pro efektivní správu a monitoring.
- vFabric Application Director – katalog pro publikování a poskytování vícevrstevných aplikací.
- vCloud Automation Center – správa cloudových služeb skrz portál, odkud mohou administrátoři či vývojáři zpracovávat požadavky na nové IT služby, tak jako spravovat již existující zdroje.

V tomto případě se jedná o vybudování a správu vlastního cloudu s možností propojení s veřejným cloudem. Proto se cena odvíjí od licence a to ve třech balíčcích VMware vCloud Suite Standard, Advanced a Enterprise. VMware vCloud je licencována na jeden procesor.

Rozdělení jednotlivých komponent VMware vCloud suite ilustruje následující obrázek, kde je přehledně vidět, které služby se týkají správy cloudu a které cloudové infrastruktury.



Obrázek 16 - VMware vCloud suite

4. Případová studie

Případová studie se zabývá nasazením řešení kancelářského software ve variantách on-premise řešení nebo SaaS služby. K porovnání jednotlivých řešení je zvolena metodika TCO pro časový horizont 3. let, kdy výsledek bude porovnáván pomocí tabulek a také graficky. Pro ujednocení metrik jsou veškeré náklady vyjádřeny v dolarech.

4.1 Motivace

Pro srovnání jednotlivých nasazení je vybrána středně velká fiktivní firma s 60. zaměstnanci. Každý zaměstnanec používá firemní notebook jako pracovní stanici a ke své denní práci potřebuje mailové služby, práce s dokumenty na úrovni textu, tabulek, grafů a možnost dokumenty sdílet i pro kolaborativní úpravy a prezentaci. Ať už by se mělo jednat o konec životního cyklu používaného software nebo hardware, nad kterým je software provozován nebo nasazení nového řešení v rámci aktuálních požadavků firmy. Finanční motivace vychází nejen z efektivity práce s využitím posledních technologií, tak také ověřit, zda cloudové služby dokáží uspořit peníze nejen svým zavedením, ale také následnou údržbou a administrací. Pak už je na vedení podniku zvážit, do kterých technologií bude ochotno investovat.

Funkčními požadavky jsou:

- Komunikace pomocí elektronické pošty.
- Možnost práce se standartním kancelářským balíkem, tvorba prezentací, práce s textovými dokumenty, tabulkami a grafy.
- Sdílení dokumentů a týmová práce v rámci projektů či celé firmy. Vytváření projektových stránek.
- Zajistit kompatibilitu dokumentů s novými kancelářskými programy, například nevýhoda omezené funkční kompatibility MS Office 2010 a MS Office 2003, který bývá ještě často používán.
- Verzování a automatické ukládání pro zefektivnění práce a předcházení ztráty dat.
- Dostatečný datový prostor a výkon pro všechny uživatele i projekty.
- Efektivní správa prostředí.
- Zabezpečení dat a přístupu.

Tato studie se nezabývá nákupem nových pracovních stanic ani pronájmem a správou konektivity, i když vhodnou volbou produktů lze dosáhnout úspor ať už za energie, pokud se zakoupí notebook místo desktopu, servis a výkon, výběrem a typem smlouvy s poskytovatelem HW i Internetu.

Varianty budou porovnávány na základě funkcionality a nákladů, tedy ceny za nasazení a průběžných výdajů na běh služby a v následujících třech letech.

4.2 Porovnání funkcionality

V následující tabulce jsou porovnávány funkcionality jednotlivých řešení a to realizované jako on-premise Microsoft Exchange, Microsoft Sharepoint a Microsoft Office, nebo jako SaaS Microsoft Office365 a Google Apps. Jako jedna z pozorovaných výhod je forma rozšíření enterprise plánu E1 o desktopový balík Microsoft Office, který je pronajímán formou předplatného. Tím se tento plán stává více atraktivní a rozšiřuje funkcionality SaaS řešení. Google Apps jsou zase propojeny s dalšími službami společnosti Google, ať už se sociální sítí Google+ nebo službami jako Google Analytics, Translator, Maps či obchodem Google Play.

| | Office, Exchange, Sharepoint | Office 365 | Google Apps |
|------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Technická podpora | 24/7 na telefonu/email, závislé na typu zakoupené podpory anebo vlastní firemní podpora | 24/7 na telefonu/email, závislé na typu zakoupené podpory | Pondělí až pátek, 24hodin |
| Další možnosti podpory | Certifikovaní specialisté, online znalostní báze | Certifikovaní specialisté, online znalostní báze | Online fórum |
| Migrace/exit strategie | Od začátku přístup ke všem datům | Jednoduchá migrace dat | Jednoduchá migrace dat |
| Přístup | Fyzické aplikace, pro Sharepoint upřednostňovány prohlížeče založené na technologiích Microsoft | Prohlížeče založené na Microsoft technologiích | Všechny prohlížeče |
| Dostupnost | Zajišťuje firma, riziko delší obnovy | 99,9% SLA | 99,9% SLA |
| Zabezpečení | Zajišťuje firma - privátní síť | SSAE16 SOC 1 (Type II) | SSAE 16 / ISAE 3402 (Type II) SOC 2 |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Zabezpečení uživatelského přístupu | Zajišťuje firma - privátní síť | SSL, VPN | SSL, VPN |
| Zálohování | Definované firmou | Vícevrstevný model redundance, snadná obnova dat | Vícevrstevný model redundance, snadná obnova dat |
| Velikost inboxu | Definované firmou | 25GB/uživatel | 25GB/uživatel |
| Velikost datového úložiště | Definované firmou | 10GB + 500MB/uživatel s možností rozšíření | 5GB s možností rozšíření |
| Možnost propojení se stávajícími aplikacemi | Ano | Ano | Ano |
| Sdílený kalendář | Ano | Ano | Ano |
| Sdílený adresář | Ano | Ano | Ano |
| Offline funkcionality | Ano | Ano, v desktopové aplikaci | Ano, webová aplikace v offline režimu |
| Platba | Různé licenční modely, závisí na konkrétním řešení a způsobu aplikací licencí. Poměrně složité určení. | Předplatné na uživatele na měsíc pro enterprise plán | Předplatné na uživatele za měsíc, rok |
| Cena | Odvíjí se od licenčního modelu a způsobu využití licencí | 8\$/měsíc, 15\$/měsíc s Microsoft Office offline jako předplatné | 5\$/měsíc, 50\$/rok |
| Videokonference | Ano, pomocí Skype | Ano | Ano |
| IM | Lync | Lync | GoogleTalk |
| Sdílení dokumentů a nástroje pro spolupráci | Sharepoint | Sharepoint | Sdílený google Drive, Google+ |
| Mobilita | Složité konfigurace na straně firmy | Ano, přístup z mobilních zařízení | Ano, přístup z mobilních zařízení |

Tabulka 3 - Srovnání jednotlivých funkcionalit

4.3 Varianta 1 - On-Premise

Tato varianta je realizována pomocí vlastního HW a kombinace software od společnosti Microsoft. Veškeré servery jsou hostovány ve firmě, ta se také stará o jejich provoz a správu. Konfigurace byla zvolena pro software:

- Microsoft Server 2012 Standart,
- Microsoft Exchange 2013 Standart,
- Microsoft Sharepoint 2013,
- Microsoft SQL 2012 Standart.

Microsoft Sharepoint lze provozovat i jako standalone server, ale zde je defaultně instalován s Microsoft SQL 2012 Express, tato verze ale má funkční omezení, například maximální velikost databáze může být jen 10GB. Proto jsou nakonec zvoleny tři servery, kdy Microsoft SQL 2012 Standart bude nainstalován zvlášť. Ke každému serveru je přikoupeno 8GB RAM a je vytvořeno diskové pole RAID 6.

- HP ProLiant DL360e Gen8 E5-2420 1P 16GB-R Hot Plug 8 SFF 2x460W.
- HP 300GB 6G SAS 15K 2.5in SC ENT HDD.
- HP 8GB (1x8GB) Dual Rank x8 PC3L-10600.

Licence byly pořízeny jednorázově, celkem za 67 266,- \$, kdy byla na pořízení Microsoft Office 2013 Professional uplatněna sleva v rámci balíčku Open Value.

| Typ SW | Počet | Cena/ks | Cena bez DPH |
|---|-------|--------------|--------------|
| Aplikace | | | |
| Microsoft® Office Professional Plus All Lng License/Software Assurance Pack Open Value 1 License Enterprise 3 Year Acquired year 1 | 5 | \$ 861,00 | \$ 4 305,00 |
| Serverové aplikace | | | |
| Microsoft® Exchange Server Standard Single License/Software Assurance Pack Open Value Additional Product 3 Year Acquired year 1 | 1 | \$ 1 245,00 | \$ 1 245,00 |
| Microsoft® Exchange Standard CAL Single License/Software Assurance Pack Open Value Additional Product User CAL User CAL 3 Year Acquired year | 60 | \$ 138,00 | \$ 8 280,00 |
| Microsoft® SQL Svr Standard Core Sngl License/Software Assurance Pack Open Value 2 Licenses Additional Product Core License 3 Year Acquired y | 4 | \$ 6 300,00 | \$ 25 200,00 |
| Microsoft® SharePoint Server Sngl License/Software Assurance Pack Open Value 1 License Additional Product 3 Year Acquired year 1 | 1 | \$ 11 943,00 | \$ 11 943,00 |
| Microsoft® SharePoint Standard CAL Sngl License/Software Assurance Pack Open Value 1 License Additional Product User CAL User CAL 3 Year Acqu | 60 | \$ 192,00 | \$ 11 520,00 |
| Microsoft® Windows® Server Standard Sngl License/Software Assurance Pack Open Value 1 License Additional Product 2 PROC 3 Year Acquired year | 3 | \$ 1 551,00 | \$ 4 653,00 |
| Microsoft® Windows® Server CAL Single License/Software Assurance Pack Open Value Additional Product User CAL 3 Year Acquired year 1 | 2 | \$ 60,00 | \$ 120,00 |
| | | | \$ 67 266,00 |

Tabulka 4 - Seznam zakoupeného software

Tři servery byly pořízeny celkem za 22 618 \$ od společnosti HP. I když se počítá s nárůstem dat v průběhu dalších tří let, měla by být velikost datového prostoru dostačující. Nevýhoda on-premise řešení je právě ve vlastnictví HW. Zde totiž není snadné dynamické rozšíření výkonnosti, pokud by se firmě zvedl počet zaměstnanců, expanze firmy na trhu a potřeba většího uživatelského úložiště, nebo výkonu. Nehledě na tříletý životní cyklus hardware, kdy by se investice opakovala.

| Typ HW | Počet | Cena/ks | Cena bez dph |
|---|-------|-------------|---------------------|
| Server | | | |
| HP ProLiant DL360e Gen8 E5-2420 1P 16GB-R Hot Plug 8 SFF 2x460W | 3 | \$ 1 899,00 | \$ 5 697,00 |
| HP 300GB 6G SAS 15K 2.5in SC ENT HDD | 18 | \$ 619,00 | \$ 11 142,00 |
| HP 8GB (1x8GB) Dual Rank x8 PC3L-10600 | 3 | \$ 189,00 | \$ 567,00 |
| HP H221 Host Bus Adapter | 3 | \$ 249,00 | \$ 747,00 |
| HP 460W CS Plat PL Ht Pig Pwr Supply Kit | 3 | \$ 279,00 | \$ 837,00 |
| HP 3 year Nbd ProLiant DL360e HW Support | 3 | \$ 234,00 | \$ 702,00 |
| HP 10622 G2 Pallet Universal Rack | 1 | \$ 1 479,00 | \$ 1 479,00 |
| APC Smart-UPS RT 2000VA RM 230V | 1 | \$ 1 447,00 | \$ 1 447,00 |
| Celkem | | | \$ 22 618,00 |

Tabulka 5 - Seznam zakoupeného hardware

Nainstalování a zprovoznění řešení v rámci projektu je odhadnuto včetně plánování, pořízení licencí a konfigurace na 10 člověkodní, s náklady přibližně 1 500\$.

Je také potřeba dvou IT specialistů na správu Sharepointu a mailových služeb Exchange, pokud by se firma nerozhodla tyto aktivity outsourcovat. Jejich měsíční plat se jako specialistů pohybuje kolem 2 500\$.

Roční náklady na infrastrukturu jako chlazení, elektřinu dělají 4 000\$.

| | Počáteční náklady | 1.rok | 2.rok | 3.rok | Suma |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Hardware | \$ 22 618 | - | - | - | \$ 21 171 |
| Software | \$ 67 266 | - | - | - | \$ 67 266 |
| Práce | \$ 1 500 | \$ 60 000 | \$ 60 000 | \$ 60 000 | \$ 181 500 |
| Provozní náklady | - | \$ 4 000 | \$ 4 000 | \$ 4 000 | \$ 12 000 |
| Celkem | | | | | \$ 283 384 |

Tabulka 6 - TCO varianty 1

4.4 Varianta 2 - Office365

S 60. zaměstnanci spadá předplatné do enterprise plánu E1. Výhoda této možnosti je, že odpadá nutnost pořizování licencí a je možné upravovat počet uživatel podle potřeby na měsíční bázi. Instalace a konfigurace je odhadem 500\$ a nenáročná na čas oproti variantě jedna. Tím, že veškerý provoz služby je na straně dodavatele, odpadají provozní náklady spjaté s provozem serverů. Na administraci stačí již jen jeden IT pracovník, který nemusí být na takové úrovni jako správce Microsoft Exchange, tedy i jeho plat nemusí dosahovat jeho výšky. Odpadá jakákoli starost o aktualizace a verze, vše je spravováno firmou Microsoft.

| | Počáteční náklady | 1.rok | 2.rok | 3.rok | Suma |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Hardware | - | - | - | - | - |
| Software | - | \$ 5 760 | \$ 5 760 | \$ 5 760 | \$ 17 280 |
| Práce | \$ 500 | \$ 24 000 | \$ 24 000 | \$ 24 000 | \$ 72 500 |
| Provozní náklady | - | - | - | - | - |
| Celkem | | | | | \$ 89 780 |

Tabulka 7 - TCO varianty 2

4.5 Varianta 3 - Office365 + Microsoft Office

Tato varianta je relativně shodná s variantou 2, oproti té ale přibývá možnost v rámci předplatného instalovat i Microsoft Office Professional. Tím se trochu navýší časová náročnost nasazení, které lze samozřejmě zautomatizovat instalací pomocí GPO nebo dalších nástrojů společnosti Microsoft. V rámci práce administrátora vzniká však navíc potřeba instalovat i aktualizace a bezpečnostní záplaty.

| | Počáteční náklady | 1.rok | 2.rok | 3.rok | Suma |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Hardware | - | - | - | - | - |
| Software | \$ - | \$ 10 800 | \$ 10 800 | \$ 10 800 | \$ 32 400 |
| Práce | \$ 750 | \$ 24 000 | \$ 24 000 | \$ 24 000 | \$ 72 750 |
| Provozní náklady | - | - | - | - | - |
| Celkem | | | | | \$ 105 150 |

Tabulka 8 - TCO varianty 3

4.6 Varianta 4 – Google Apps

Výhoda této možnosti je opět, že odpadá nutnost pořizování licencí a je možné upravovat počet uživatel podle potřeby na měsíční bázi. Instalace a konfigurace je odhadem 500\$ a nenáročná na čas oproti variantě jedna. Tím, že veškerý provoz služby je na straně dodavatele, odpadají provozní náklady spjaté s provozem serverů. Na administraci stačí již jen jeden IT pracovník.

| | Počáteční náklady | 1.rok | 2.rok | 3.rok | Suma |
|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Hardware | - | - | - | - | - |
| Software | - | \$ 3 600 | \$ 3 600 | \$ 3 600 | \$ 10 800 |
| Práce | \$ 500 | \$ 24 000 | \$ 24 000 | \$ 24 000 | \$ 72 500 |
| Provozní náklady | - | - | - | - | - |
| Celkem | | | | | \$ 83 300 |

Tabulka 9 - TCO varianty 4

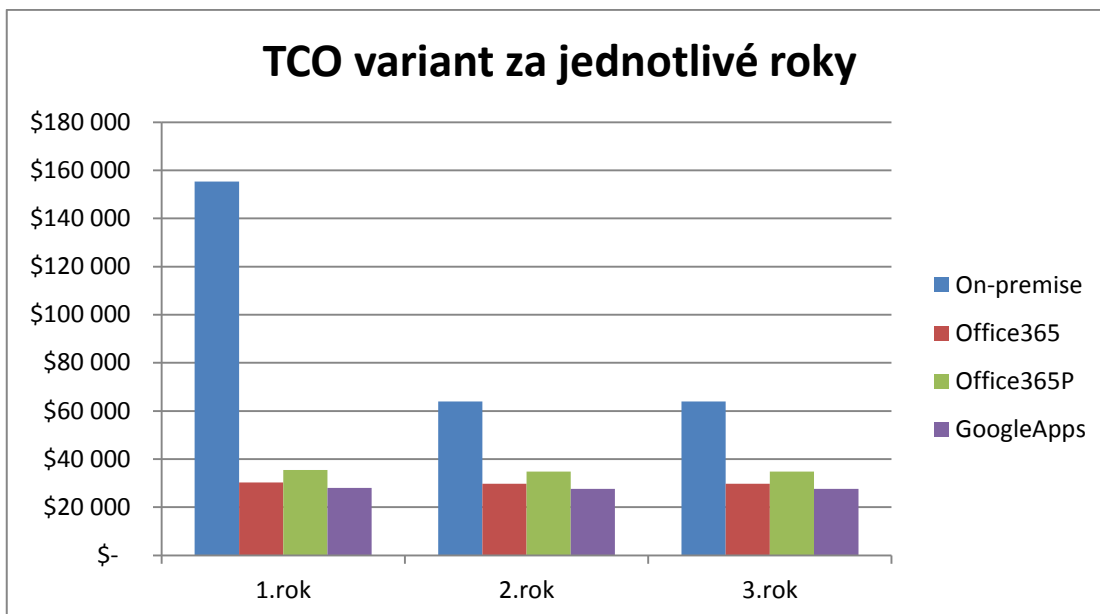
4.7 Zhodnocení

Pokud porovnáme TCO za tři roky vedle sebe, je jasné, že on-premise řešení je nejdražší variantou.

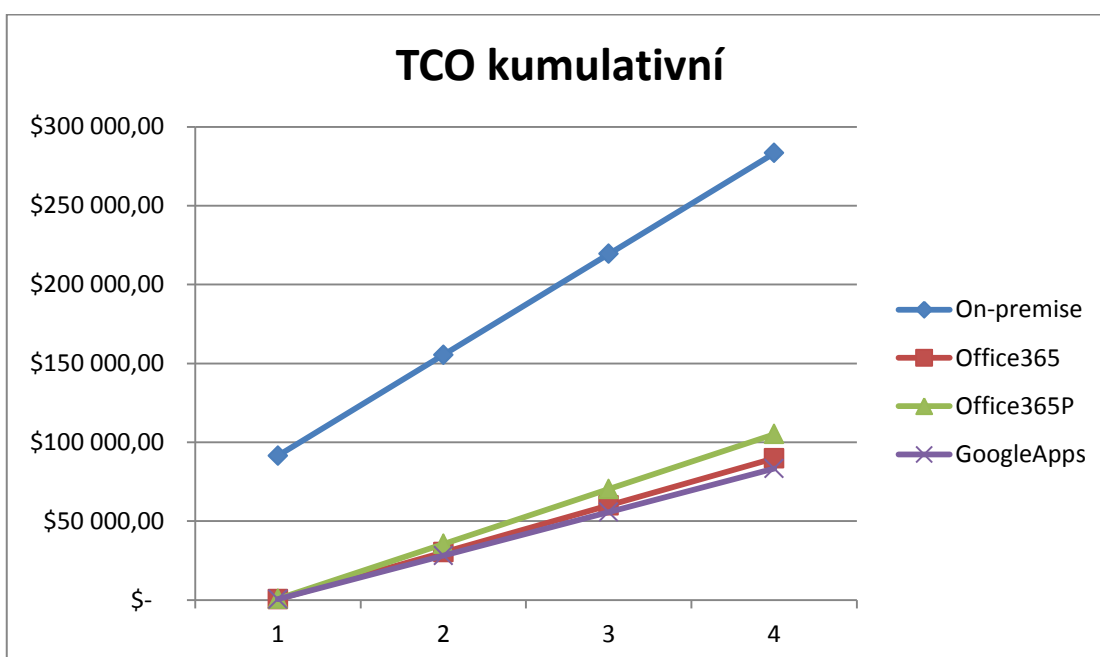
1. On-premise TCO: 283 384 \$
2. Office365 TCO: 89 780 \$
3. Office 365 Plus TCO : 105 150 \$
4. Google Apps TCO : 83 300 \$

Z tohoto pohledu se jeví asi nejvýhodnější varianta 3 Office 365, kdy výraznou přidanou hodnotou je právě možnost užívání kancelářského balíku Microsoft Office Professional, který přeci jen svými možnostmi předstihne ostatní varianty co do práce s dokumenty. Ovšem to záleží na rozhodnutí firmy, zda je rozhodnuta za tento plus nepatrně připlatit.

Další nevýhodou on-premise řešení je též obtížná změna počtu licencí a vůbec verze služby, když by se zjistilo, že určitý poměr zaměstnanců nevyužívá kancelářský balík naplno, je downgrade složitý oproti SaaS. Také proto, že on-premise je kalkulováno na aktuální stav zaměstnanců firmy.



Graf 1 - TCO variant za jednotlivé roky



Graf 2 - TCO variant kumulativní

Spojnicový graf mimo jiné ukazuje, že vektor on-premise je strmější než ostatní SaaS řešení, z toho lze nepřímo vyčíst, že správa je velkou částí nákladů za dané řešení. Dále je z finančního pohledu výhodnější model on-demand, kdy se splátky rozkládají měsíčně, protože se splacením plné výše dopředu je riziko, že se hodnota peněz v čase bude měnit. To samozřejmě platí i o hodnotě in-house HW a SW.

Zajímavým faktem je, že jen přechodem na cloudovou službu se ušetří za tři roky oproti on-premise v tomto případě 30 000 \$ ročně za plat jednoho IT specialisty a provozních nákladech. V ten moment si ale firma musí rozmyslet zastupitelnost zbývající osoby v případě dovolených nebo nemoci. Pokud by se rozhodla pro outsourcing administrace ICT, stála by jí přibližně 2,5 krát tolik než plat zaměstnance, ale zase by měla zaručenou správu dle smluvních podmínek.

5. Závěr

Cloud computing a jeho plošné nasazení již nepředběhlo svou dobu tak, jako tomu bylo u ASP. Nyní již existuje natolik výkonná infrastruktura, aby byl přechod do cloudu snadný a mnohdy výhodný. V této práci byly popsány virtualizační technologie, které zvyšují efektivitu využití datových center a celkově výpočetního výkonu, jako usnadňuje jejich správu a škálovatelnost. Cloud sice není jen obecně známá pyramida IaaS, PaaS, SaaS, ale zde na ně byl kladen důraz při úvodu do této problematiky. Proto by se měl rozšířit pohled na správu a bezpečnost ICT také o další faktory, které vyvstávají s charakteristikou cloudu jako elasticita, škálovatelnost, široká dostupnost a i z toho vyvozovat, zda a jaké řešení má smysl nasadit a pro jaký typ, ať už se jedná o privátní, veřejný nebo jeho kombinaci.

Pro spotřebitele služby je důležité rozeznat, jak ji bude chtít využívat. Uvědomit si také, že s dostupností roste nejen objem datového toku, ale rizika, která nelze ignorovat, ať už je to správa bezpečnostních politik, exit strategie v případě změny poskytovatele, garanci dostupnosti ze strany poskytovatele, jak správně vyjádřit náklady, a také jak se nestát technologicky závislým na pouze jednom dodavateli. Za přínos této práce lze kromě rešerše používaných technologií i považovat i zmínění dalších způsobů, jak pracovat s cloudem a jeho implementacemi, které sice nejsou tolik rozšířené, ale je budou jedním z dalších směrů vývoje jako například ROIC²⁸.

Na představení komerčně využívaných cloudových služeb v kapitole 3.6 navazuje praktická část, která porovnává různé způsoby zavedení kancelářského balíku, emailové služby a nástrojů pro sdílení dokumentů a kolaboraci, ať už klasickým přístupem on-premise s hostováním vlastních serverů ve firmě nebo pronajmutí SaaS a to na základě jednotlivých funkčních požadavků a TCO ilustrující nejen cenové a licenční politiky poskytovatelů, ale i výrazný podíl nákladů na lidské zdroje. Výsledná čísla demonstrují výhody SaaS oproti klasickému modelu a využívá poznatky z předchozích kapitol v praxi.

²⁸ Redundatní cloud.

Citovaná literatura

1. **IDC.com.** *Game Changing Virtual Technology : The Evolution of Virtualization and the Cloud.* [online] 2011.
2. **Agesen, Ole.** *Software and Hardware Techniques for x86 Virtualization.* [PDF] místo neznámé : Vmware, 2009. EN-000240-00.
3. **VMware.** The Benefits of Virtualizing Applications. *VMware.* [Online] 7 2011. <http://www.emc.com/campaign/global/cloud/myths-and-realities-of-virtualizing-applications.htm>.
4. *Technology Primer: VLAN Tagging.* [PDF] místo neznámé : Blue Coat Systems, Inc., 2007.
5. VPN Technologies. *VPN Technologies.* [Online] 2013. [Citace: 4. 11 2012.] <http://www.vpnc.org/vpn-technologies.html>.
6. *Platform-Specific RAID and Drive Procedures.* [PDF] místo neznámé : Cisco. OL-26591-01.
7. SearchServerVirtualization. [Online] 12 2010. <http://searchservervirtualization.techtarget.com/definition/virtualization>.
8. **Peter Mell, Timothy Grance.** *The NIST Definition of Cloud.* [PDF] Gaithersburg : NIST, 2012. NIST Special Publication 800-145.
9. Expanding the NIST Definition of Cloud Computing. *CCO7.com.* [Online] CCO7, 2012. <http://cco7.com/2012/03/expanding-the-nist-definition-of-cloud-computing/>.
10. **Chorafas, Dimitris N.** *Cloud Computing Strategies.* New York : CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2011. stránky 29-56. ISBN : 978-1-4398-3453-4.
11. **Barko Furht, Armando Escalante.** *Handbook of Cloud Computing.* New York : Springe, 2010. str. 65. ISBN 978-1-4419-6523-3.
12. Gartner Highlights Five Things That the Private Cloud Is Not. *Gartner.com.* [Online] Gartner, 13. 9 2012. [Citace:] <http://www.gartner.com/newsroom/id/2157015>.

13. **Kasarkod, Jeevak.** Gartner: Magic Quadrant for Cloud IaaS And Web Hosting Providers. *InfoQ.com*. [Online] Gartner, 27. 1 2011. [Citace:] <http://www.infoq.com/news/2011/01/gartner-iaas-web-quadrant>.
14. **Rakjkumar Buyaa, James Broberg, Andrzej Goscinski.** *Cloud Computing: Principles and Paradigms*. New Jersey : A John Wiley& Sons, Inc., 2011. ISBN 978-0-470-88799-8.
15. Platform as a Service Overview (PaaS). *Colo&Cloud*. [Online] Colo&Cloud, 30. 5 2012. <http://www.coloandcloud.com/editorial/platform-as-a-service-overview-paas/>.
16. IT Glossary. *Gartner*. [Online] Gartner. <http://www.gartner.com/it-glossary/software-as-a-service-saas/>.
17. **Factor, Alexander.** *Analyzing Application Service Providers*. New Jersey : Prentice Hall Professional, 2002. stránky 48-63. ISBN:0130894257.
18. ASP vs SaaS – What’s the difference? *Sixteenventures*. [Online] 12. 5 2009. <http://sixteenventures.com/difference-between-asp-and-saas>.
19. **Anthony T. Velte, Robert Elsenpeter.** *Cloud Computing : A Practical Approach*. New York : The McGraw-Hill Companies, 2010. str. 69. ISBN: 978-0-07-162695-8.
20. **Kincaid, Jason.** Startup School: Wired Editor Chris Anderson On Freemium Business Models. *Techcrunch.com*. [Online] 24. 10 2009. <http://techcrunch.com/2009/10/24/startup-school-wired-editor-chris-anderson-on-freemium-business-models/>.
21. Scroogled! *Scroogled.com*. [Online] Microsoft, 2013. <http://www.scroogled.com/GetTheFacts>.
22. **Skilton, Mark.** Building Return on Investment from Cloud Computing. *Open Group*. [Online] 4 2010. <http://www.opengroup.org/cloud/whitepapers/ccroi/intro.htm>.
23. Return On Investment - ROI. *Investopedia*. [Online] <http://www.investopedia.com/terms/r/returnoninvestment.asp#axzz2M8OVB66I>.

24. **McKendrick, Joe.** Cloud Computing's ROI Increasingly Elusive, Survey Finds. *Forbes*. [Online] 18. 2 2013. [Citace: 28. 2 2013.] <http://www.forbes.com/sites/joemckendrick/2013/02/18/cloud-computings-roi-increasingly-elusive-survey-finds/>.
25. **Bill Kirwin, Bruce Guptill, Bruce Wayne.** *TCO & ROI for Business Applications in the Cloud*. [Video] 2011.
26. Total Cost of Ownership (TCO): Definition, Meaning and Use. *Business Case Analysis*. [Online] 6. 2 2013. <http://business-case-analysis.com/total-cost-of-ownership.html>. ISBN 978-1-929500-10-9.
27. **Varia, Jinesh.** People And Patterns: Getting Cloud TCO Right. *TechCrunch*. [Online] 16. 8 2012. <http://techcrunch.com/2012/08/16/people-and-patterns-getting-cloud-tco-right>.
28. **John W. Rittinghouse, James F. Ransome.** *Cloud Computing: Implementation, Management and Security*. New York : CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2010. str. 183. ISBN : 978-1-4398-0680-7.
29. Data Centre Fire Detection. *ITEnviroments Ltd*. [Online] 17. 2 2012. <http://www.itenvironments.com/datacentrefiredetection.htm>.
30. *Amazon Web Services: Overview of Security Processes*. [PDF] místo neznámé : Amazon Web Services, 2013.
31. *AWS Security Best Practices*. [PDF] NY : Amazon Best Practices, 2011.
32. Cloud computing: Build an effective cloud policy. *developerWorks*. [Online] 18. 11 2011. <http://www.ibm.com/developerworks/training/kp/cl-kp-cloudpolicy/>.
33. **Nasuni.** *White Paper: Shadow IT in the Enterprise*. [PDF] 2012.
34. **Myerson, Judith M.** Craft a cloud service security policy. *developerWorks*. [Online] 23. 6 2011. <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-cloudsecurepolicy/>.
35. *Directive 95/46/EC of the European Parliament*. [Dokument] 1995.

36. **Steve McDonald, General Counsel.** *Legal and Quasi-Legal Issues in Cloud Computing Contracts.* [PDF] Rhode Island : autor neznámý, 2011.

37. Top 10 cloud computing providers of 2012. *SearchCloudComputing.com.*
[Online] 24. 4 2012.
[http://searchcloudcomputing.techtarget.com/photostory/2240149038/Top-10-cloud-providers-of-2012/1/Introduction.](http://searchcloudcomputing.techtarget.com/photostory/2240149038/Top-10-cloud-providers-of-2012/1/Introduction)

38. **Narcisi, Gina.** Cloud startups: Differentiate, don't compete with cloud giants. *SearchCloudProvider.com.* [Online] 19. 12 2012.
[http://searchcloudprovider.techtarget.com/news/2240175059/Cloud-startups-Differentiate-dont-compete-with-cloud-giants.](http://searchcloudprovider.techtarget.com/news/2240175059/Cloud-startups-Differentiate-dont-compete-with-cloud-giants)

39. Amazon's Cloud IaaS and PaaS investments pay off. *TeleGeography Research.*
[Online] 11. 3 2013. [Citace: 14. 3 2013.]
[http://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2013/03/11/amazons-cloud-iaas-and-paas-investments-pay-off/.](http://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2013/03/11/amazons-cloud-iaas-and-paas-investments-pay-off/)

Seznam obrázků, tabulek a grafů

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 - Oddělení počtu fyzických a logických serverů [zdroj: IDC] | 8 |
| Obrázek 2 - VPN Tunel [zdroj: http://blog.valiant-ny.com] | 10 |
| Obrázek 3 - rozložení médií podle I/O [zdroj: EMC] | 11 |
| Obrázek 4 - Vztah mezi jednotlivými typy cloudu | 20 |
| Obrázek 5 - Pyramida typu cloudových služeb [zdroj: Gartner] | 22 |
| Obrázek 6 - Automatizované vytváření VM [13] | 24 |
| Obrázek 7 – Rizika spotřeby výkonu/kapacity v čase [zdroj: AWS]..... | 34 |
| Obrázek 8 - Časová úspora pro urychlení nasazení | 36 |
| Obrázek 9 - Vzory chování provozované služby [zdroj: AWS] | 40 |
| Obrázek 10 - Ukázka restrikcí úrovněového přístupu u Amazon EC2 [zdroj: AWS]..... | 43 |
| Obrázek 11 - Možná implementace ROIC [Zdroj: jroller.com] | 44 |
| Obrázek 12 - Podíl vedoucích společností na trhu cloudových služeb Q4 2012 [36] | 48 |
| Obrázek 13 - Odhadované zisky Amazon Web Services [zdroj: statista.com]..... | 48 |
| Obrázek 14 - Provázanost Amazon Web Services [zdroj: AWS]..... | 51 |
| Obrázek 15 - Windows Azure, Přehled..... | 55 |
| Obrázek 16 - VMware vCloud suite | 60 |
| | |
| Tabulka 1- Porovnání private vs. public cloud | 19 |
| Tabulka 2 - ASP vs. SaaS | 30 |
| Tabulka 3 - Srovnání jednotlivých funkcionalit..... | 63 |
| Tabulka 4 - Seznam zakoupeného software..... | 65 |
| Tabulka 5 - Seznam zakoupeného hardware..... | 66 |
| Tabulka 6 - TCO varianty 1 | 66 |
| Tabulka 7 - TCO varianty 2 | 67 |
| Tabulka 8 - TCO varianty 3 | 67 |
| Tabulka 9 - TCO varianty 4 | 68 |
| | |
| Graf 1 - TCO variant za jednotlivé roky | 69 |
| Graf 2 - TCO variant kumulativní..... | 69 |