



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra telekomunikační techniky

Dimenzování privátního cloudu v prostředí telekomunikačního operátora

Dimensioning Telecommunication Operator's Private Cloud

Diplomová práce

Studijní program: Elektronika a komunikace

Studijní obor: Komunikační systémy a sítě

Vedoucí práce: doc. Ing. Leoš Boháč, Ph.D.,

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Stehlík** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **420151**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra telekomunikační techniky**
Studijní program: **Elektronika a komunikace**
Studijní obor: **Komunikační systémy a sítě**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Dimenzování privátního cloudu v prostředí telekomunikačního operátora

Název diplomové práce anglicky:

Dimensioning Telecommunication Operator's Private Cloud

Pokyny pro vypracování:

Navrhněte metodiku(y) plánování a optimalizace kapacit privátního cloudu v prostředí telekomunikačního operátora a proveďte výpočet nákladů na alokování kapacit z pohledu pronajímatele virtualizovaných prostředků (CPU, paměť, úložná kapacita, datová síť).

Seznam doporučené literatury:

- [1] Wang, J.; Taal, A.; Martin, P.; Hu, Y.; Zhou, H.; Pang, J.; De Laat, C.; Zhao, Z.: Planning Virtual Infrastructures for Time Critical Applications with Multiple Deadline Constraints, Future Generation Computer Systems, Available online 7 February 2017, ISSN 0167-739X.
- [2] Ranjan, P.; Hui, P.: Economic Models for Cloud Service Markets: Pricing and Capacity Planning. Theoretical Computer Science, Volume 496, 2013, Pages 113-124, ISSN 0304-3975.
- [3] Marston, S.; Li, Z.; Bandyopadhyay, S.; Zhang, J.; Ghalsasi, A.: Cloud Computing: The Business Perspective, Decision Support Systems, Volume 51, Issue 1, April 2011, Pages 176-189, ISSN 0167-9236.
- [4] Mahmoudi, C.: 10 - Cloud and Mobile Cloud Architecture, Security and Safety, In Handbook of System Safety and Security, edited by Edward Griffor., Syngress, Boston, 2017, Pages 199-223, ISBN 978-0-12803-773-7.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Leoš Boháč, Ph.D., katedra telekomunikační techniky FEL

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.01.2018**

Termín odevzdání diplomové práce: _____

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2019**

doc. Ing. Leoš Boháč, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu. Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech související s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 8.1.2019

.....

podpis

Poděkování

Rád bych zde poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Leoši Boháčovi, Ph.D., za vedení, rady a připomínky k práci a Ing. Jiřímu Koubovi za poskytnuté materiály a podklady. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a přátelům za vytrvalou podporu při řešení této práce.

Anotace:

Práce pojednává o dimenzování a možnostech účtování provozu privátního cloudového řešení v prostředí telekomunikačního operátora. V první části práce jsou uvedeny informace o vlastnostech a provozu virtualizovaných systémů, principy fungování a představení nejvýznamnějších zástupců z tohoto segmentu. Následně jsou prezentovány podrobnosti o cloud computingu a virtuálních privátních serverech, souvisejících modelů a způsobů nasazení. Dále se práce zaměřuje na kapacitní a ekonomickou stránku privátního cloudu, obecných způsobech cenotvorby, možnostech strategií, zjištění kapacitních požadavků a jejich nacenění aby bylo možné náklady objektivně zhodnotit pro případné porovnání. Výsledkem je metodika postupu při realizaci a její porovnání.

Klíčová slova:

virtualizace, cloud, virtuální privátní server, cenové strategie, telekomunikační operátor, účtování, TCO model, dimenzování kapacit, on-demand, on-premise

Abstract:

The thesis deals with the sizing and the possibilities of charging the operation of a private cloud solution in a telecommunication operator environment. In the first part are presented information about properties and operation of virtualized systems, principles of operation and introduction of the most important representatives from this segment. Subsequently, details about cloud computing and virtual private servers, related models, and deployments are presented. In addition, the thesis focuses on the capacities and economics of the private cloud, the general methods of pricing, the possibilities of strategies, the identification of capacity requirements and their appraisal in order to objectively evaluate the costs for possible comparison. The result is the methodology of the implementation process and its comparison.

Index Terms:

virtualization, cloud, virtual private server, price strategy, telecommunications service provider, billing, TCO model, capacity dimensioning, on-demand, on-premise

Obsah

1. ÚVOD	1
2. VIRTUALIZOVANÉ PROSTŘEDÍ	3
2.1. VIRTUALIZACE	3
2.2. PŘEDNOSTI VIRTUALIZOVANÝCH PROSTŘEDÍ	4
2.3. VIRTUALIZACE A KONSOLIDACE SERVERŮ	5
2.4. VIRTUALIZAČNÍ PLATFORMY	6
2.4.1. VMware ESXi	6
2.4.2. Microsoft Hyper-V	8
2.4.3. Ostatní virtualizační platformy	9
3. CLOUD COMPUTING	10
3.1. CLOUD A JEHO DEFINICE	10
3.2. MODELY NASAZENÍ	10
3.2.1. Veřejný cloud	10
3.2.2. Hybridní cloud	10
3.2.3. Privátní cloud	11
3.2.4. Virtuální privátní cloud	11
3.3. DISTRIBUČNÍ MODELY	12
3.3.1. Infrastruktura jako služba – IaaS	12
3.3.2. Platforma jako služba – PaaS	12
3.3.3. Software jako služba – SaaS	12
3.4. ZABEZPEČENÍ CLOUD COMPUTINGU	14
3.4.1. Bezpečnost přístupu, komunikace a infrastruktury	14
3.4.2. Bezpečnost dat	14
3.5. VÝHODY A NEVÝHODY CLOUD COMPUTINGU	15
3.5.1. Výhody cloud computingu	15
3.5.2. Nevýhody cloud computingu	16
4. POSKYTOVÁNÍ PRIVÁTNÍCH SERVERŮ	17
4.1. VIRTUÁLNÍ PRIVÁTNÍ SERVER (VPS)	17
4.2. DRUHY VPS	18
4.3. PŘEHLED NABÍDEK VPS RŮZNÝCH POSKYTOVATELŮ	18
5. ÚČTOVÁNÍ SLUŽEB	20

5.1.	ÚČTOVÁNÍ ZALOŽENÉ NA VYČÍSLENÍ INVESTICE	20
5.1.1.	<i>Modely plateb v cost-based</i>	20
5.2.	ÚČTOVÁNÍ ZALOŽENÉ NA HODNOTĚ PRO UŽIVATELE	21
5.3.	CENOVÉ STRATEGIE POSKYTOVATELE	23
6.	PRINCIPY DIMENZOVÁNÍ KAPACIT PRIVÁTNÍHO CLOUDU	27
6.1.	PŘEDPOKLÁDANÁ ZÁTĚŽ	27
6.1.1.	<i>Charakterizovaná zátěž</i>	27
6.1.2.	<i>Necharakterizovaná zátěž</i>	27
6.2.	POSKYTOVANÁ ÚROVEŇ A ROZSAH SLUŽEB	28
6.2.1.	<i>Dostupnost služby</i>	29
6.2.2.	<i>Doba obnovy</i>	29
6.2.3.	<i>Cílový bod obnovy</i>	30
6.2.4.	<i>Tier klasifikace</i>	31
6.3.	METODIKA PLÁNOVÁNÍ KAPACIT	32
6.3.1.	<i>Výpočetní zdroje</i>	32
6.3.2.	<i>Úložiště</i>	33
6.4.	ZPŮSOB VÝPOČTU DOSTUPNÝCH ZDROJŮ	34
6.4.1.	<i>CPU</i>	34
6.4.2.	<i>Operační paměť</i>	34
6.4.3.	<i>Úložiště</i>	35
6.4.4.	<i>Sumarizace</i>	35
7.	EKONOMICKÉ ASPEKTY DIMENZOVÁNÍ	36
7.1.	TCO MODEL	36
7.2.	KATEGORIE TCO MODELU	37
7.2.1.	<i>Pořizovací náklady</i>	37
7.2.2.	<i>Energetické náklady</i>	38
7.2.3.	<i>Instalace a zprovoznění</i>	39
7.2.4.	<i>Údržba</i>	40
7.2.5.	<i>Další náklady spojené s provozem</i>	41
7.3.	NÁVRH FÁZOVÉHO TCO MODELU	41
7.3.1.	<i>Návrh modelu – fáze výstavby</i>	41
7.3.2.	<i>Návrh modelu – fáze instalace</i>	42
7.3.3.	<i>Návrh modelu – fáze spuštění</i>	43
7.3.4.	<i>Návrh modelu – fáze provozu</i>	43

7.3.5.	<i>Další informace k návrhu</i>	43
7.4.	KLÍČOVÉ ROZDÍLY NAVRHOVANÉHO MODELU	44
7.5.	KRITICKÉ PRVKY REALIZACE	46
8.	ŘEŠENÍ PRIVÁTNÍHO CLOUDU	49
8.1.	ZJIŠTĚNÍ POŽADAVKŮ	49
8.2.	HLAVNÍ PŘÍNOSY PRO ZÁKAZNÍKA	51
8.3.	VÝPOČET JEDNOTKOVÝCH NÁKLADŮ NA ALOKACI	54
8.4.	POROVNÁNÍ NÁKLADŮ ON-PREMISE VS. CLOUD	57
8.5.	KALKULÁTOR	59
9.	ZÁVĚR	64
10.	ZDROJE	65

1. Úvod

Tato práce se zabývá způsobem dimenzováním kapacit privátního cloudu, zjištěním a výpočtu nákladů na provoz ve virtualizovaném prostředí privátního cloudu. Jelikož v dnešní době existuje široká škála těchto řešení, z nichž některé jsou masivně nasazené a jiné naopak pouze okrajové, je nutné zdokumentovat aktuální situaci na trhu a porovnat jednotlivé produkty. První část se tedy zabývá virtualizací jako takovou a úvodem do problematiky, jelikož v současné době je virtualizace velmi silný pojem. Výhodou je především možnost snížení nákladů na provoz, sjednocení fyzického řešení pro snadnější správu a údržbu a tím celkově zefektivnění. Virtualizace může být na několika úrovních od virtualizace fyzického stroje či celých center strojů jako takových až po paravirtualizace pro konkrétní aplikace a nasazení. Dále jsou představeny a porovnány jednotlivá řešení na dnešním trhu, především ty určené pro podnikovou sféru, jelikož práce je zaměřená na prostřední telekomunikačního operátora.

Další část se zabývá cloudovými řešeními a cloud computingem, jelikož se jedná o velmi úzce spjatý termín právě s virtualizací. Stejně jako u virtualizace existuje u cloudu a cloud computingu několik úrovní ať už z hlediska velikosti celých cloudových řešení, dostupnosti přístupu ke zdrojům či distribučnímu modelu. Zásadní myšlenkou cloud computingu je sdílení výpočetního výkonu jako služby, ke které bude mít uživatel přístup bez vynaložení úsilí ze strany poskytovatele služeb. Pro kompletní přehled jsou uvedeny i zásady bezpečnosti ve sféře cloud computingu, jelikož i nasazení takových řešení poskytovatele stojí jisté prostředky nelze ani tyto faktory přehlížet. Také jsou uvedeny výhody a nevýhody cloudových řešení.

Třetí část se zabývá způsobem dimenzování kapacit samotného cloudu, jakým způsobem k němu přistupovat a jak rozvrhnout jednotlivé zdroje. Dále se soustředí na ekonomickou stránku virtualizace a cloudových služeb, a to především pro možnost správného nacenění a účtování pro pronajímání takových řešení zákazníkům. Nejprve jsou představeny jednotlivé způsoby cenotvorby v konkurenčním prostředí, možnosti účtování služeb a jejich strategie. Jelikož je nutné brát v potaz veškeré náklady, které vznikají při nasazení a zakládání datových center, od budovy jako takové až po licencování provozovaného řešení. Součástí této práce je i návrh modelu TCO, který reflektuje postupy při realizaci datacentra metodou rozložení nákladů do fází. V závěru práce je pak metodika

zjišťování požadavků na dimenzování privátního cloudu ze strany klienta a jejich porovnání s řešením on-premise. Výstupem tedy je ucelený pohled na všechny části a aspekty, které mohou během realizace privátního cloudu vyvstat.

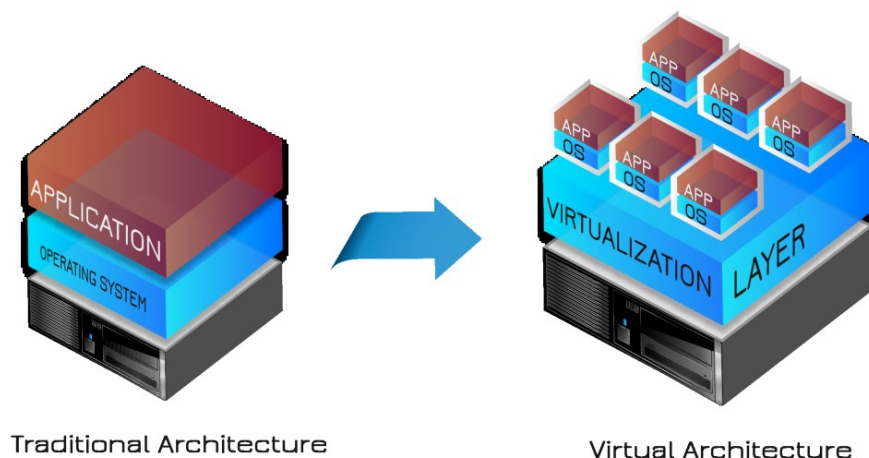
2. Virtualizované prostředí

2.1. Virtualizace

Virtualizace je v současné době pojem, který zažívá veliký rozmach, a to především díky stále rostoucímu výpočetnímu výkonu a zároveň klesající ceně v přepočtu právě na tento výpočetní výkon. Lze jej definovat jako systémové prostředky, ke kterým lze přistupovat právě jako k souboru výkonu. Uživatel tak k těmto prostředkům nepřistupuje jakožto ke konkrétnímu fyzickému (hardwarovému) zařízení ale jako k množině dostupných zdrojů. Cílem tak je snaha o vytvoření přístupu k prostředkům bez ohledu na jejich reálnou podobu a tedy je „zabalit“ do určitého postupu, se kterým je možné přistupovat vždy stejně.

Virtualizační prostředí či nástroj slouží k vytvoření prostředí, ve kterém lze následně spouštět a provozovat jiné operační systémy, a to nezávisle na hostiteli a jeho hostujícím systému. Lze si jej představit jako operační systém ve kterém běží další počítače, které mají další vlastní operační systémy. Právě virtualizační prostředí se pak stará o zajištění podmínek pro běh těchto druhotných operačních systémů a má za úkol vytvořit a poskytovat všechny potřebné zdroje. Toto prostředí se pak tváří jako reálný hardware, který je však ve skutečnosti jen emulován (ovšem nejedná se o softwarovou emulaci jen pro určité aplikace). V této souvislosti je také virtualizace označována jakožto provozování několika logických strojů na jednom reálném.

Prvním důvodem k nasazení virtualizace je snaha o maximální využití dostupného výpočetního výkonu, kdy místo mnoha strojů, které většinu času využívají pouze menší procento svého dostupného výkonu jsou tyto stroje shlukovány právě do virtuálních strojů, které jsou následně spouštěny na jednom reálném stroji, kde následně je možno využít výpočetní výkon mnohem více a efektivněji. Další nespornou výhodou virtualizovaných strojů je možnost jejich velmi snadného provozování, zálohování a migrace. Virtuální stroj se z našeho pohledu tváří jen jako jeden soubor obrazu disku, se kterým lze takto pracovat, a tedy například dojde-li k poruše celého virtuálního prostředí, jsou okamžitě zálohované obrazy disku načteny na jiné (záložní) virtualizované prostředí a spuštěny. Není tak nutné jakkoli fyzicky přistupovat k obnovení běžného provozu, ale díky sledovacím a dohledovým systémům jsou tyto činnosti plně automatizované. Samozřejmě i zde platí, že záložní prostředí může pracovat na odlišném hardware, ale díky virtualizaci se pro jednotlivé logické stroje nic nemění.



Obrázek 2.1: Princip virtualizace [1]

2.2. Přednosti virtualizovaných prostředí

Jak už bylo zmíněno, hlavní předností pro nasazení virtualizačních technologií je možnost lepšího využití výpočetního výkonu fyzických zařízení. Běžné se využití výkonu u jednotlivých (dedikovaných) serverů pohybuje na úrovni jednotek procent a pro pořizovatele znamená, že tak nevyužívá plného potenciálu, který je mu dostupný a za který zaplatil. Moderní virtualizační prostředí umožňují efektivní využití a správu prostředků, kdy jsou virtuálním strojům dynamicky alokovány požadované prostředky a případně lze i provést migraci na zcela jiný fyzický stroj a tím i zajistit efektivní load-balancing a tím předejít problémům s nedostatkem zdrojů.

Další nespornou výhodou pro virtualizaci je možnost úspory elektrické energie. Nemluvíme zde však pouze o spotřebě v návaznosti na výpočetní výkon, ale i počtu napájecích zdrojů, systému pro zálohování napájení či ventilace resp. klimatizace serverových místností.

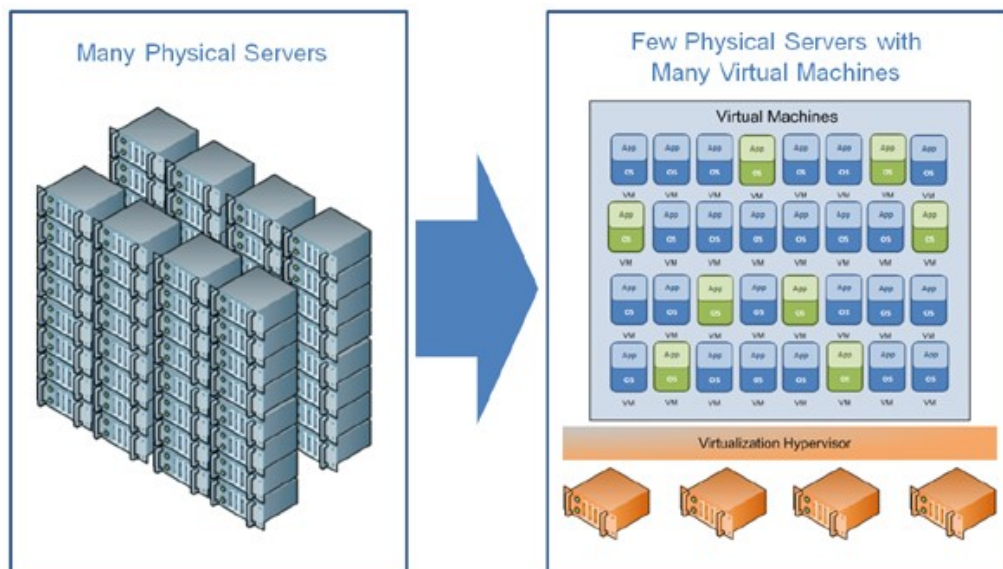
V neposlední řadě je nutné počítat i s náklady na údržbu dedikovaných zařízení, zvláště pokud zastávají určitou pro uživatele kritickou roli. Pokud dojde k poruše na takovém systému, je nutný zásah technika a během této doby může být systém mimo provoz. Ve virtualizovaném prostředí lze zcela automaticky spustit stejný (logický) systém na jiném záložním prostředí, a to jen během malého časového horizontu a to bez jakéhokoliv zásahu zvenčí. Do nákladů na údržbu je nutné počítat i nutnost udržovat či shánět náhradní

komponenty, což jedná-li se například o starší zařízení může být paradoxně dražší než komponenty pro současné, a tedy běžně dostupné stroje.

2.3. Virtualizace a konsolidace serverů

Virtualizace serverů je v současné době pravděpodobně ten nejdůležitější přístup z celého pole virtualizačních řešení. Často zbytečně vynaložené náklady na málo využívané fyzické servery, které jsou vyhrazeny jen pro určité aplikace, resp. úlohy, snižuje serverová virtualizace tím, že tyto aplikace konsoliduje na menší počet fyzických serverů, které jsou lépe využity. Tato konsolidace s sebou přináší úspory v podobě nižší spotřeby elektrické energie, klimatizace, údržby hardware, platby za licence pro provoz software a v neposlední řadě i menšího počtu potřebného personálu pro provoz těchto systémů, který je možno i spravovat vzdáleně.

Zároveň virtualizace serverů umožňuje široké možnosti zálohování a zajištění dostupnosti požadovaných služeb, jelikož v případě poruchy lze takový virtuální stroj obnovit na prakticky libovolném HW, který bude poskytovat dostatek výpočetních prostředků. Dále zde mizí bariéra vztahu mezi OS a podporovaným HW, jelikož ve virtuálním prostředí lze vytvořit prakticky libovolný stroj a provozovat tak na první pohled různorodé aplikace vyžadující odlišné prostředí na jednom hostitelském zařízení. [2]



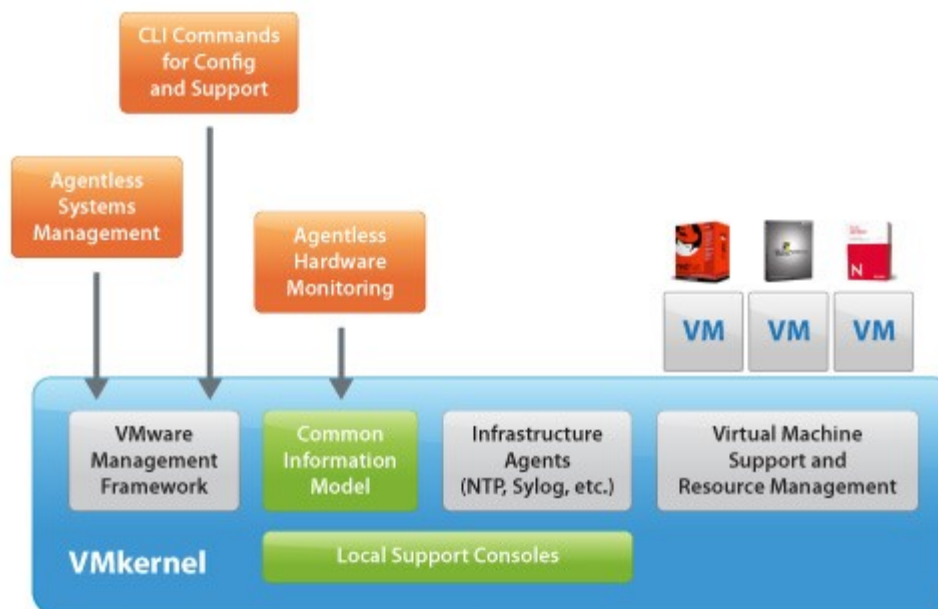
Obrázek 2.2: Princip konsolidace serverů [3]

2.4. Virtualizační platformy

2.4.1. VMware ESXi

Produkt společnosti VMware, Inc. s názvem ESXi Server (Elastic Sky X) je hypervisor pro bare-metal virtualizačních platform založených na architektuře x86 a lze po považovat za leadera na trhu a to především díky vyšší výkonosti oproti ostatním produktům jiných firem. Vychází ze svých předchůdců VMware server a VMware ESX, kdy došlo k plné integraci (písmeno „i“ v názvu ESXi) a tedy odstranění nutnosti jakéhokoliv podpůrného operačního systému a jedná se tedy o prostředí, které je spouštěno přímo na hardware stroje. [4]

Zavedení celého prostředí spočívá nejprve na jádru založeném na Linuxu, který slouží k zavedení dalších podpůrných a virtualizačních komponent do operační paměti jako je například VMkernel (Virtual Machine kernel), po dokončení této inicializace prostředí se prvotní linuxový systém také přesouvá do virtuálního prostředí, zpravidla jako první zavedený stroj, kde následně slouží jakožto servisní a administrátorská konzole a o samotné virtualizační prostředí se pak stará VMkernel.

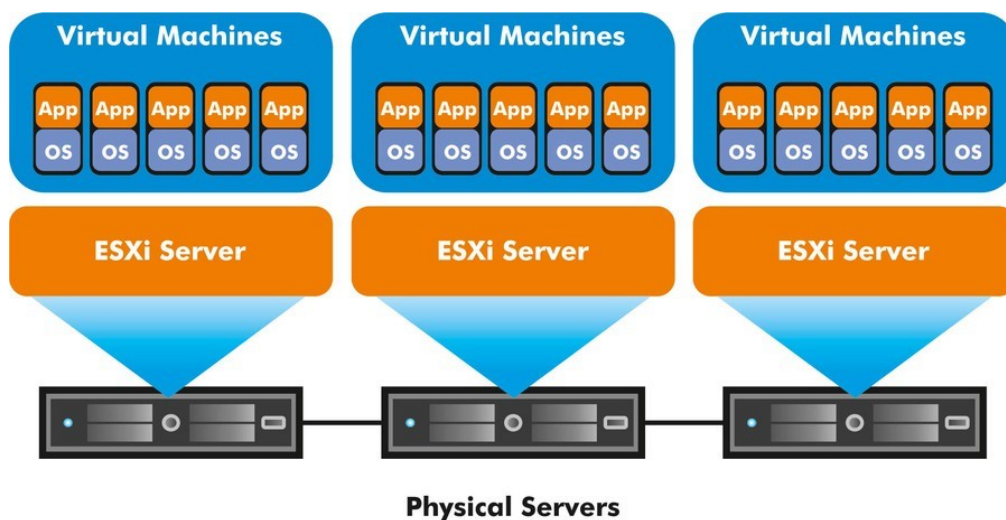


Obrázek 2.3: Architektura VMware ESXi Server [5]

VMware ESXi může být integrováno do dalšího produktu a to správcovského systému VMware vCenter, který nabízí zvláštní služby pro vylepšenou dostupnost a správu virtuálních serverů mezi které patří například:

- **VMotion** – přesun běžícího virtuálního stroje z jednoho ESXi hostitele na druhý (obdoba „live migration“).
- **Storage VMotion** – možnost přesunout běžící virtuální stroj z jednoho úložiště nadruhé.
- **DRS (Dynamic Resource Scheduler)** – automatické vyvažování zátěže tzv. load balancing v rámci ESXi clusteru za použití funkce VMotion a nově i Storage VMotion (od verze 5.1).
- **HA (High Availability)** – v případě, že dojde k selhání hardwaru v rámci ESXi clusteru, virtuální stroje se automaticky restartují a obnoví na jiném nodu tohoto clusteru.
- **FT (Failure tolerance)** – vylepšená funkce HA, která v případě selhání hardwaru v rámci ESXi clusteru, přesune virtuální stroje na jiný node a to bez sebemenšího výpadku.

Samotný ESXi Server je ke stažení i užívání zcela zdarma, stejně tak, jak je tomu i u konkurence. Licence za produkt VMware vCenter, který pak nabízí všechny výše zmíněné pokročilé funkce pro pohodlnější správu, jsou však poměrně drahé. Zájemci o provozování virtualizačního prostředí od VMware si pak musí dobře promyslet, zda a kterou edici do své společnosti pořídí a zda poměrně vysoké pořizovací náklady přinesou i odpovídající protihodnotu do zamýšleného konkrétního nasazení. Nabízené edice jsou v současné době tři a to základní Standard, střední Enterprise a nejvyšší Enterprise Plus. Všechny výše zmíněné služby, jsou dostupné již v základní edici Standard. Jedinou výjimku tvoří funkce DRS, která je k dispozici až od verze Enterprise. Ceny produktů se určují vždy za každý použitý fyzický procesor clusteru a na celkovou cenu má vliv mnoho dalších faktorů. Současná cena ke květnu 2018 za jednotlivé licence pro edici Standard je nyní 995\$, edice Enterprise 3495\$ a u edice Enterprise Plus je to 4525\$ (ceny jsou uváděny za jeden procesor). [6]



Obrázek 2.4: Cluster ESXi Serverů [5]

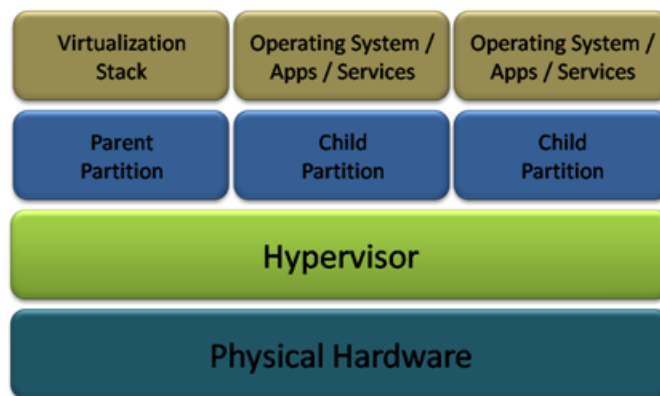
2.4.2. Microsoft Hyper-V

Produkt společnosti Microsoft Corporation s názvem Hyper-V či Windows Server Virtualization je virtualizační technologie pro provoz virtualizovaných systémů založených na architektuře x86 a x64 a jedná se hlavní produkt pro podnikovou sféru právě od této společnosti. Technologie Hyper-V je založena na tzv. „mikrokernelovém“ hypervisoru. Tento hypervisor neobsahuje žádné ovladače pro zařízení a jsou zde obsaženy pouze základní funkce, které jsou potřeba pro provádění virtualizačních funkcí. Ostatní komponenty, které jsou běžně uloženy v monolitickém hypervisoru (fronta požadavků na vstupy, resp. Výstupy na jednotlivé zařízení, vlastní jádro atd.) jsou v tomto modelu uloženy v tzv. „rodičovském oddílu“.

Tento přístup umožňuje dosažení vysoké stability, bezpečnosti a výkonu samotného hypervisoru avšak negativní stránkou je naopak nutnost integrovat všechny ovladače a další komponenty přímo do jednotlivých virtuálních strojů.

Technologie Hyper-V jako taková existuje buď jako stand-alone produkt zvaný Microsoft Hyper-V Server případně jako volitelná funkce pro operační systémy rodiny Microsoft Windows Server. Samostatná verze je k dispozici zdarma stejně jako je tomu u VMware ESXi avšak také neobsahuje pokročilé funkce, služby a chybí zde tak například podpora instalovat další role či grafické rozhraní (veškeré příkazy je nutné provádět přes Power Shell).

Virtualizační vrstva běží ve zdrojové části a má přímý přístup k hardwarovým zařízením. Zdrojová část pak vytváří podřízené části (Child Partition), které hostují operační systémy virtuálních strojů. Virtualizované části nemají přístup k samotnému fyzickému procesoru, ani nemohou pracovat se skutečnými přerušeními. Podřízené části nemají ani přímý přístup k hardwarovým zdrojům. Místo toho jsou pomocí zdrojové vrstvy vytvořeny jejich virtuální obrazy, virtuální zařízení. Jakýkoliv požadavek na virtuální zařízení je přesměrován skrz rozhraní VMBus na zařízení ve zdrojové části, která jej dále zpracuje. VMBus je logický kanál, který umožňuje komunikaci mezi jednotlivými částmi systému. Stejně tak odezva fyzického zařízení je skrze VMBus přesměrována zpět na virtuální zařízení. [7]



Obrázek 2.5: Architektura Microsoft Hyper-V

2.4.3. Ostatní virtualizační platformy

Na trhu existují i další virtualizační platformy než je VMware ESXi a Microsoft Hyper-V, jejichž význam však v současnosti není tak zásadní, přesto je vhodné si je zmínit.

Jako další z virtualizačních platform existuje například Red Hat Enterprise Virtualization (zkráceně jako RHEV) od firmy Red Hat, který je vhodný pro hosty založené na operačním systému Linux. Dále nalezneme například celkem známou platformu Citrix XenServer, jehož hlavní předností je open source řešení.

3. Cloud computing

3.1. Cloud a jeho definice

I přestože výraz Cloud computing není jednoznačně definován, bylo by možné ho shrnout jakožto způsob dodávání určitého souboru výpočetních služeb, jako jsou například servery, datová úložiště, databázové systémy a další přes internet uživateli. Společnosti nabízející tyto výpočetní služby se pak nazývají jako poskytovatelé cloudu. Tyto služby mohou být volně k dispozici či zpoplatněny určitým obchodním modelem, který si definuje poskytovatel. Hlavními atributy jsou: [8]

- **Multitenancy** – tento pojem se také volně přeložit jako „více nájmový“. Jedná se o to, že počítačové zdroje jsou sdílené mezi všemi uživateli.
- **Obrovská škálovatelnost a elasticita** – umožní uživatelům dle potřeby operativně změnit výpočetní zdroje.
- **Pay as you go** – cenový tarif založený na principu „kolik toho uživatel spotřebuje, tolik zaplatí“.
- **Aktuálnost (up-to-date)** – poskytovatel garantuje, že všechny software je vždy aktualizovaný; uživatel nemusí do tohoto procesu nijak zasahovat.
- **Přístup přes internet** – uživatelé se mohou ke svému softwaru připojit z jakékoli části světa.

3.2. Modely nasazení

3.2.1. Veřejný cloud

Veřejný cloud, někdy také označovaný jako klasický model cloud computingu, který poskytovatel nabízí z vlastních sdílených prostředků jako službu uživatelům z řad veřejnosti. Veřejný cloud ale musí splňovat všechny charakteristiky cloud computingu: schopnost poskytovat prostředky na vyžádání, elasticky a samoobslužně, síťový přístup a také měřitelnost spotřebované služby v rámci sdíleného fondu prostředků. Záleží jen na rozhodnutí daného poskytovatele, které prostředky zpřístupní kterému zákazníkovi, a proto může být služba zabezpečená i nezabezpečená a prostředky mohou, ale nemusí být sdíleny a propojeny s jinými (privátními) prostředky.

3.2.2. Hybridní cloud

V případě kombinace veřejného a privátního cloudu mluvíme o tzv. hybridním cloudu. Zvenčí se tváří jakožto jeden celek ale jsou propojeny pomocí standardizačních

technologií. Důvodem pro toto spojení může být například bezpečnostní riziko, legislativní omezení či pronajímání části infrastruktury od jiných stran. Je to také způsob jak například krátkodobě navyšovat celkovou zatížitelnost či kapacitu systému pronajmutím kapacit od třetí strany.

3.2.3. Privátní cloud

V případě privátního cloudu jsou poskytované zdroje a služby využívány pouze určitou organizací tedy pro vlastní potřebu. S veřejným cloudem sdílí mnoho vlastností jako např. fond prostředků, samoobslužné funkce, škálovatelnost, pružnost. Dosáhne tím efektivnějšího využití prostředků, snadnější administrace prostředí a není nucena poskytovat svá data třetí straně. Oproti veřejnému cloudu tu ale zůstává nutnost provozovat vlastní technologickou místnost, vlastní hardwarové prostředky a IT oddělení či si tyto služby pronajímat od poskytovatele privátních cloudových služeb kdy můžeme mluvit buď o hostovaném či řízeném privátním cloudu.

3.2.4. Virtuální privátní cloud

Virtuální privátní cloud (VPC) je modelové řešení, kdy si uživatel může na vyžádání pronajmout určitou část sdílených prostředků (například z veřejného cloudu) pouze pro sebe s tím, že je zajištěný určitý stupeň izolace jak mezi veřejným cloudem tak i mezi jednotlivými virtuálními cloudy. Jelikož se však jedná o službu poskytovanou částí jiného cloudu, mluvíme pouze o „virtuálně privátním“ přístupu. Tento typ cloudu je obvykle poskytován jakožto IaaS (Infrastructure as a Service). Příkladem těchto služeb může být například Amazon Virtual Private Cloud či Google Cloud Platform u kterého lze zdroje izolovat do jednotlivých VPC.

3.3. Distribuční modely

3.3.1. Infastruktura jako služba – IaaS

Model IaaS (Infrastructure as a Service) – Infastruktura jako služba definuje, že poskytovatel pronajímá část infastruktury (servery, úložiště, síťové zařízení apod.) zákazníkovi. Tím je zajištěno, že zákazník se nemusí starat o hardware jako takový, pouze k němu má přístup v definovaném rozsahu a jakékoliv problémy s provozem zařízení má na starosti poskytovatel. Zákazník si obvykle může vybrat kapacitu či výkonnost tak aby vyhovovala jeho požadavkům. Model IaaS je vhodné pro ty, kteří vlastní svůj software (či jejich licence) ale nechtějí pořizovat vlastní hardware či se o něj starat.

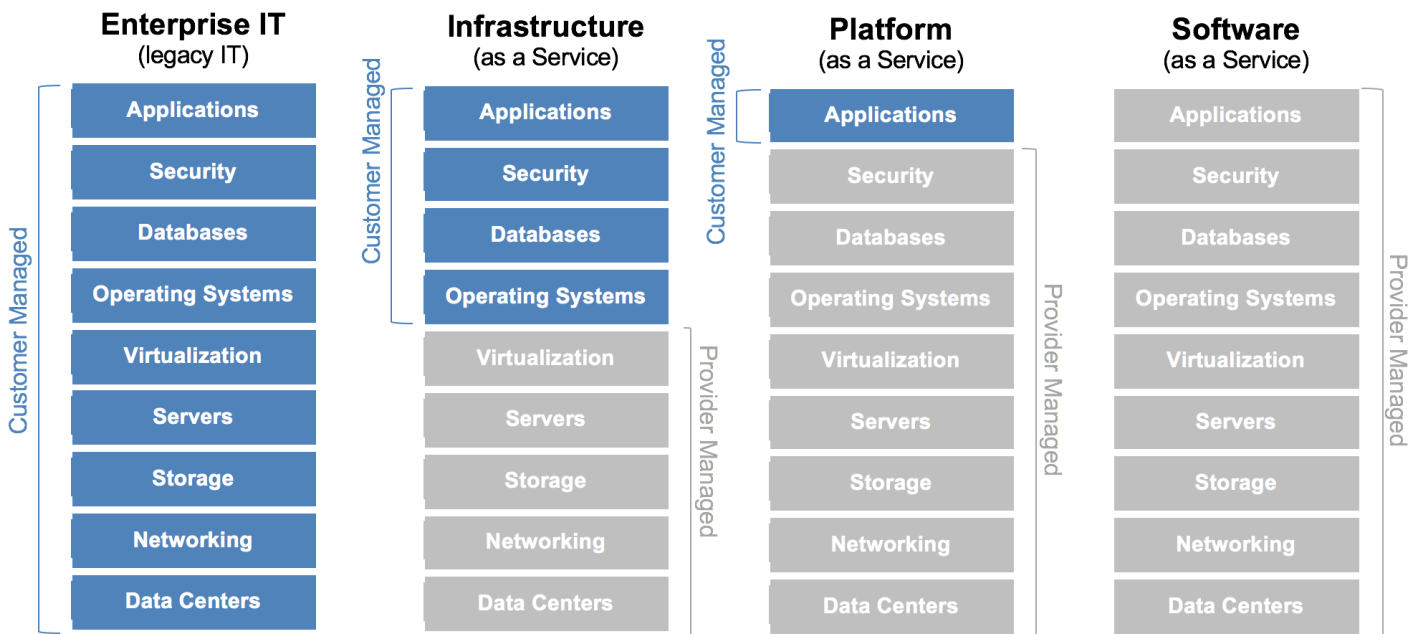
IaaS je taky někdy definováno jako integrace jako služba (Integration as a Service)

3.3.2. Platforma jako služba – PaaS

Dalším distribučním modelem Cloud computingu je „Platforma jako služba“ neboli PaaS. Poskytovatel garantuje zajištění a přístup ke kompletním prostředkům například pro tvorbu webových aplikací a služeb, které však není možné získat ve formě software (tedy pouze on-line) například přístup k IDE (integrated development environment – vývojové prostředí) nebo k API (Application Programming Interface). Nevýhodou však může být rozdílnost těchto rozhraní pro vývoj aplikací napříč rozhraními.

3.3.3. Software jako služba – SaaS

Pokud je zákazníkovi distribuována služba pomocí modelu SaaS – Software jako služba pak lze hovořit o licencování určité aplikace jako služby. Zákazník si tedy nezakupuje aplikaci jako takovou ale pouze přístup k ní a jejím službám. Koncept SaaS nabízí serverový i klientský software ve formě služby, která je spuštěna na infastrukturu poskytovatele Cloud computingu. Výhodou tak může být, že veškeré provozní záležitosti jsou na straně poskytovatele a uživatel se tak nemusí o nic starat, naopak však uživatel nikdy aplikaci nevlastní a může tak i v krajním případě dojít ke ztrátě dat pokud se provozovatel rozhodne aplikaci ukončit či stáhnout z trhu. [8]



Obrázek 3.1: Rozdělení správy jednotlivých částí mezi zákazníka a poskytovatele [9]

	Podnikové prostředí	Prostředí jednotlivce
SaaS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Celopodnikové transakční aplikace, tj. ERP (např. NetSuite ERP, ABRA SaaS, Epicor ERP, Microsoft Dynamic GP apod.) ▪ CRM (Salesforce CRM, SugarCRM, Microsoft Dynamic CRM apod.) ▪ BI (GoodData BI, SAP On Demand Business Object apod.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Office aplikace (např. Google Apps, Microsoft Office on-line) ▪ Sociální a profesní sítě (např. Facebook, LinkedIn) ▪ Sdílení souborů – prosté úložiště (např. uloz.to), úložiště fotografií (např. Flickr, Picasa), hudby (např. GrooveShark), prezentací (např. SlideShare), videí (např. Youtube, Vimeo) ▪ Pracovní činnosti (např. Capsa.cz) ▪ Hry (např. Steam)
PaaS	Např. Microsoft Azure, Google AppEngine, Oracle PaaS	
IaaS	Např. Amazon Elastic Compute Cloud, IBM Smart Cloud, Oracle IaaS apod.	

Tabulka 3.1: Příklady služeb Cloud computingu

3.4. Zabezpečení cloud computingu

Vzhledem k faktu, že jedním z klíčových prvků cloud computingu je postupný přesun zabezpečení celého řetězce mimo kontrolu uživatele, je nutné zároveň zásadních změn v chápání přístupu k tomuto prvku a informační bezpečnosti jako takové.

3.4.1. Bezpečnost přístupu, komunikace a infrastruktury

Z pohledu cloudových systémů je velmi důležité se zaměřit na silnou autentizaci pro zajištění bezpečnosti přístupu. Zvláště pokud cloud slouží například k provozu podnikového softwaru či obsahuje citlivá data, není možné používat běžně používané a dnes již dávno překonané ověření na bázi jména a fixního hesla. Místo toho je vhodné nasadit více faktorové ověření ať už pomocí generátoru jednorázových hesel, doplňkovou biometrickou autorizaci či ověření na principu detekce vzorů chování uživatele. Kombinací těchto prvků lze zajistit mnohem vyšší zabezpečení a přesto nesnížit komfort při využívání aplikací v cloud computingu.

Další neméně důležitou částí je řádně spravovat a aktualizovat oprávnění pro jednotlivé uživatele tak, aby nedocházelo k situaci, že uživatel má práva i k částem, které nejsou nutná k vykonávání jeho činností či vůbec nesplňuje podmínky pro získání takových práv jen proto „že to tak mají ostatní“ jak bohužel bývá zvykem. Jedině tak lze zajistit, že uživatel bude mít přístup pouze k datům a aplikacím, které si buď pronajímá nebo jsou pro využívání daných služeb nutná.

Zároveň je nutné, aby byla vždy zajištěna kompletní bezpečnost mezi uživatelem a poskytovatelem infrastruktury, jelikož můžeme mít libovolně silné zabezpečení na straně přístupu uživatele, pokud zde existují jiná slabá místa, která lze použít k průniku do systému. Na bezpečnost tedy musíme myslet už v momentě tvorby infrastruktury celého cloud computing prostředí, a to i včetně vynucení dodržování bezpečnostních politik pro sdílení dat i mezi jednotlivými částmi cloudu.

3.4.2. Bezpečnost dat

Pro zajištění bezpečnosti dat je důležité nejen dbát na zamezení fyzického přístupu k infrastruktuře cloudu jako takového, kterou má na starost poskytovatel cloudových služeb ale i řídit a kontrolovat bezpečnost jednotlivých informací, které zde putují. Vzhledem k faktu, že v cloudu se zpracovávají data mnoha uživatelů, musí i tato data být důsledně oddělována aby nemohlo dojít k neoprávněnému přístupu k nim. Samozřejmostí je použití nejen velmi

silného šifrovacího algoritmu a bezpečná manipulace se šifrovacími klíči ale i použití politik pro řízení přístupu k daným částem s daty a to na co nejnižší úrovni jak jen to je možné.

Rozšíření zabezpečení dat lze docílit i použitím Information rights management (IRM) což je prvek patřící do rodiny Digital rights management (DRM) a poskytuje tak další úroveň zajištění proti neoprávněnému přístupu k datům i v případě, že tyto data opustí prostředí cloudu.

V neposlední řadě je také nutné neustále kontrolovat a analyzovat chování celého systému a vyhodnocovat jakékoliv nestandardní situace, k čemuž slouží soubory obsahující historii činností (logy). Dále je vhodným doplňkem provádění pravidelných auditů systému pro případné odhalení slabých míst.

3.5. Výhody a nevýhody cloud computingu

3.5.1. Výhody cloud computingu

Největší výhodou nasazení technologie cloud computing jako takové jsou prakticky nulové náklady na vytvoření infrastruktury z pohledu klienta. Mohou zde pouze vyvstat náklady na pořízení licence pro provoz aplikací či nutností zajištění lepšího síťového připojení jako důsledek nárůstu přenosu dat.

Také zde nemohou vyvstat žádné neočekávané výdaje ať už z důvodu poruchy hardware či nutnosti platby za nestandardní úkol ze strany výrobce. Všechny tyto aspekty se reálně přenáší na stranu poskytovatele služeb, jelikož je v jeho zájmu poskytovat co nejlepší zázemí pro své aplikace.

Další nespornou výhodou je možnost škálování, tedy pokud klient zjistí, že mu již nestačí původní rozsah služeb či výkonnost, může si snadno objednat rozšíření a to zpravidla téměř okamžitě. Odpadá zde tak jakákoliv nutnost fyzické změny konfigurace, a tedy i tím způsobená odstávka systému. Zároveň je také možnost tyto služby rozšířit pouze krátkodobě v případě špičkového zatížení pro pokrytí poptávky a následně se vrátit zpět k původnímu rozsahu.

V neposlední řadě je zde i finanční faktor, jelikož pro uživatele místo nutnosti jednorázové platby za pořízení a instalaci HW je obvykle platba provedena pouze formou licence či poplatku za používání konkrétní služby či pronajaté infrastruktury. [10]

3.5.2. Nevýhody cloud computingu

Pravděpodobně nejcitlivějším tématem a zároveň i největší nevýhodou z pohledu uživatele je uchovávání dat na infrastruktuře poskytovatele. I přestože v dnešní době jsou nasazovány nejvyšší bezpečnostní standardy, stále zde hrozí riziko, že dojde ke zneužití či naprosté ztrátě dat. Spolu s tím je nutné uvažovat i fakt, že veškerá data putují skrz internet a i přesto, že jsou zabezpečena se z pohledu zákazníka jeví jako vyšší riziko než když jsou přenášena pouze po lokální síti.

Další nevýhodou může být nevyhovující nabídka služeb, v současné době se tento fakt prakticky eliminuje, jelikož zde existuje již nepřeborné množství poskytovatelů, avšak pokud zákazník vyžaduje určité nestandardní služby, může ve skutečnosti vystát fakt, že požadavek na realizaci takových služeb může být srovnatelný nebo dokonce dražší než pokud si zákazník realizuje stejnou službu ve svém vlastním zázemí (tzv. on-premise).

Vzhledem k situaci, že obvykle se případné poskytované služby účtují za licenci pro každého uživatele, může také zvláště při požadavku na masivnější nasazení dojít k situaci, že finální řešení bude pro objednavatele dražší než koupě jednorázové licence na celý software provozovaný na vlastním hardware, jelikož ne každý poskytovatel totiž nabízí množstevní licence.

Vzniká zde také riziko závislosti na jednom poskytovateli, jelikož v oblasti cloudových služeb není často zaručena přenositelnost mezi více poskytovateli. Je potřeba si tedy zajistit, aby poskytovatel zajistil zálohu vašich dat v přenositelné formě, kterou je možné přenést buď k jinému poskytovateli či použít lokálně. [10]

4. Poskytování privátních serverů

4.1. Virtuální privátní server (VPS)

Virtuální privátní server jako služba poskytuje možnost jak získat vlastní server bez nutnosti pořizování reálného fyzického hardware. Už z podstaty názvu se jedná o virtuální stroj, který běží na hostitelském stroji kde však jsou i další servery ostatních zákazníků (pokud by byl vyhrazen celý stroj mluvíme o dedikovaném serveru). Tento přístup vychází z podstaty, že zákazníci obvykle požadují zdroje jak rychle to je jen možné k určité okamžité činnosti a následně pak servery jsou dlouhou dobu bez využití. Jelikož však jsou tyto prostředky stále k dispozici, je velmi výhodné je nabídnout dalším zákazníkům, kteří mají stejné požadavky.

Výhodou virtuálních privátních serverů je možnost na nich spouštět a provozovat prakticky jakýkoliv software (pokud není v rozporu s legislativou či obchodními podmínkami poskytovatele), který je spustitelný na operačním systému daného VPS. Toto je možné díky tomu, že poskytovatelé obvykle nabízejí plný přístup k danému VPS. Nevýhodou VPS však může být u určitých poskytovatelů nízká konektivita, jelikož některé nabídky jsou určeny především pro výpočetní aplikace a nízká možnost škálovatelnosti v případě potřeby, pokud poskytovatel nedisponuje potřebnou rezervní kapacitou.

V současné době existuje nepřehledné množství poskytovatelů VPS, jelikož tyto služby obvykle nabízí i poskytovatelé webových hostingů či telekomunikační operátoři.

Každé VPS lze definovat určitým souborem specifikací, které nám mohou poskytnou obraz o jeho výkonnosti či dostupných službách. Mezi ně se řadí:

- **vCPU** – Počet jader procesoru virtuálního stroje, někdy také bývá uváděna frekvence
- **vRAM** – Velikost dostupné operační paměti
- **HDD** – Velikost dostupného úložiště, lze také specifikovat zda-li je úložiště provozováno na SSD discích či klasických plotnových a s tím i související přenosové rychlosti
- **Konektivita** – Může být uváděna rychlostí síťového připojení či maximálního objemu přenesených dat za určité období. Někteří poskytovatelé také rozlišují mezi daty v rámci jejich sítě, ČR či zahraničí
- **OS** – Podporované operační systémy, které lze spustit na daném VPS

- Počet veřejných IP adres

4.2. Druhy VPS

V zásadě lze rozlišit pouze dva druhy virtuálních privátních serverů a to z hlediska poskytovaných služeb a jejich správě. Prvním typem je služba VPS tak jak je, tedy zákazník dostane přístup k virtuálnímu stroji a následně si na něj může nainstalovat a spustit operační systém který požaduje a následně i potřebné aplikace. Výhodou je, že zákazník má plnou kontrolu nad svým strojem a mluvíme tak o „unmanaged VPS“.

Nicméně existuje zde i skupina zákazníků, kteří požadují vlastní privátní server avšak nemají zkušenosti s vytvářením či provozováním VPS. Poskytovatelé tak obvykle nabízejí i možnost tzv. „managed VPS“ neboli spravovaného, kdy jsou veškeré potřebné nastavení a operační systém jsou již připraveny ze strany poskytovatele (běžně načtením obrazu disku čisté instalace). Tato služba však bývá zpoplatněna nicméně z hlediska času s hledáním podpory či informací k provozu a správě se tento přístup zákazníkovi vyplatí více.

4.3. Přehled nabídek VPS různých poskytovatelů

Na českém trhu existuje nepřehledné množství poskytovatelů VPS, pro přehled zde uvádím veřejnou nabídku čtyř různých poskytovatelů a to konkrétně O2, Forpsi, Active24 a ZonerCloud.

	vCPU	RAM (GB)	HDD (GB)	Priorita	Síť
Silver					
O2 VPS S1	1	2	100	Low	10Mbps
O2 VPS S2	1	4	100	Low	10Mbps
O2 VPS S3	2	4	100	Low	10Mbps
Gold					
O2 VPS G1	2	4	100	Medium	10Mbps
O2 VPS G2	4	8	100	Medium	10Mbps
O2 VPS G3	4	16	100	Medium	10Mbps
Platinum					
O2 VPS P1	4	16	200	High	10Mbps
O2 VPS P2	8	16	200	High	10Mbps
O2 VPS P3	8	32	200	High	10Mbps

Tabulka 4.1: Přehled nabídky VPS Windows O2 [11]

	vCPU	RAM (GB)	HDD (GB)	Priorita	Sít'
Silver					
O2 VPS A	1	0.5	50	Low	10Mbps
O2 VPS S0	1	1	50	Low	10Mbps
O2 VPS S1	1	2	100	Low	10Mbps
Gold					
O2 VPS G0	1	2	100	Medium	10Mbps
O2 VPS G1	4	4	100	Medium	10Mbps
O2 VPS G2	4	8	100	Medium	10Mbps
Platinum					
O2 VPS P0	4	8	100		
O2 VPS P1	4	16	200	High	10Mbps
O2 VPS P2	8	16	200	High	10Mbps
O2 VPS P3	8	32	200	High	10Mbps

Tabulka 4.2: Přehled nabídky VPS Linux O2 [11]

	vCPU	RAM (GB)	HDD (GB)	OS	Sít'
Small (S)	1	1	20	Linux	2TB/Měsíc
Medium (M)	1	2	40	Linux/Windows	5TB/Měsíc
Large (L)	2	4	80	Linux/Windows	12TB/Měsíc
Extra Large (XL)	4	8	160	Linux/Windows	25TB/Měsíc

Tabulka 4.3: Přehled nabídky VPS Forpsi [12]

	vCPU	RAM (GB)	HDD (GB)	Sít'	Administrace
Linux					
Standard	1	2	30	1Gbps	Vlastní
Profi	2	4	60	1Gbps	Vlastní
Premium	4	8	120	1Gbps	Vlastní
Windows					
Standard	1	2	30	1Gbps	Vlastní
Profi	2	4	60	1Gbps	Vlastní
Premium	4	8	120	1Gbps	Vlastní

Tabulka 4.4: Přehled nabídky VPS Active24 [13]

	vCPU	RAM (GB)	HDD (GB)	Sít'	Administrace
Linux					
Basic	2	2	40	1Gbps	Vlastní/Managed
Standard	3	3	60	1Gbps	Vlastní/Managed
Windows					
Basic	2	2	40	1Gbps	Vlastní/Managed
Standard	3	3	60	1Gbps	Vlastní/Managed
Pro	4	4	80	1Gbps	Vlastní/Managed

Tabulka 4.5: Přehled nabídky VPS ZonerCloud [14]

5. Účtování služeb

Účtování služeb či tarifkace je pro poskytovatele služeb resp. operátora prakticky nejdůležitější část z provozu celého systému jelikož pouze dobře nastaveným a funkčním účtováním je zajištěno, že bude mít dostatečný příjem finančních prostředků pro zajištění bezproblémové funkce a to včetně nečekaných výdajů například při poruše HW.

Tradičně se při vytváření cenové politiky vychází z kalkulace všech nákladů, které vznikly, vznikají či mohou vzniknout během provozu určité služby a mluvíme tak o „cost-based“ strategii. Existuje zde však ještě druhý přístup a to tzv. „value-based“ tedy založený na hodnotě kdy poskytovatel nevychází z jeho vlastních nákladů ale z reálného přínosu služby pro zákazníka, kdy je snahou mu nabídnout co nejvýhodnější podmínky tak aby mohl nabídnout co nejkvalitnější služby, díky kterým zákazník u poskytovatele zůstane co nejdéle díky spokojenosti a tím se zároveň investice poskytovateli vrátí.

5.1. Účtování založené na vyčíslení investice

Jedná se o nejčastěji používaný přístup, jelikož poskytovatel služby si dokáže vyčíslit náklady spojené s provozem daného systému či aplikace, může monitorovat spotřebu zdrojů, energií, lidských zdrojů a reálné využití ze strany klienta, jeho přístupy atp. Tento princip vychází už z předpokladu, že jakákoliv investice do budování či rozšiřování infrastruktury je předem vyčíslena včetně očekávané návratnosti v určitém časovém horizontu, z toho lze předběžně odvodit určitou cenovou politiku a konkurence schopnost v daném odvětví. Jakmile je realizace dané infrastruktury hotova, poskytovatel se musí rozhodnout jaký model účtování za licence v cost-based politice bude využívat a to nejčastěji dle typu služby kterou nabízí.

5.1.1. Modely plateb v cost-based

- **Jednorázová platba** (Flat pricing) – Kdy zákazník zaplatí jen jednou za neomezený přístup k určité službě či aplikaci a následně může využívat veškeré její služby bez časového omezení. Tento přístup se nejčastěji používá při nově spuštěné službě pro prvotní pokrytí vysokých nákladů a zároveň přilákání zákazníků.
- **Platba za úroveň služeb** (Tiered pricing) – Jedná se o stejný způsob jako v případě Flat pricing, avšak zde jsou navíc jednotlivé funkce rozděleny do různých úrovní (tierů), tím je zákazníkovi nabídnuta možnost vybrat si pouze

tu úroveň, kterou opravdu využije avšak na druhou stranu zde hrozí riziko, že při špatné stavbě nabídky bude pro zákazníka nezajímavá a tím ho naopak odradí.

- **Platba za výkonnost služby** (Performance based pricing) – Nepříliš často používaný model, který vychází z toho, že zákazník chce využívat všechny funkce dostupné služby avšak nepotřebuje okamžité výsledky. Může tedy například službu v omezené výkonnosti využívat i zcela zdarma a pokud začne vyžadovat vyšší výkonnost, propustnost či čas dostupnosti, může si zaplatit za přednostní či rychlejší zpracování.
- **Platba za uživatele** (User based pricing) – V tomto případě zákazník platí za určitý počet uživatelů, kteří mají přístup a mohou využívat danou službu. Nejčastěji se tento přístup využívá u online webových služeb (SaaS model). Tento typ plateb lze ještě dělit do tří podkategorií a to z hlediska definice „uživatel“.
 - **Individuální uživatel** (per user) - zákazník platí za každého uživatele, který může danou službu využít bez ohledu na jeho způsob přístupu
 - **Individuální přístup** (per seat) – zákazník platí za tzv. „sedícího“ tedy libovolného uživatele, který zrovna využívá služeb. Obvykle se tento způsob váže ke konkrétní pracovní stanici.
 - **Maximální počet** (high water mark) – zákazník zaplatí za maximální počet uživatelů, kteří mohou využívat služeb najednou.

Samozřejmě je možné jednotlivé modely vzájemně kombinovat a tím vytvářet pestřejší nabídku pro zákazníka. Nejčastější kombinací pro SaaS bývá platba za uživatele s možností výběru úrovně služeb tzn. kombinace Tier based pricing s User based pricing - per user.

5.2. Účtování založené na hodnotě pro uživatele

Klíčem k úspěšnému nasazení a používání účtování služeb na základě hodnoty a přínosu pro uživatele spočívá především v pochopení, že zákazník je ten co určuje jaké služby a funkce pro něj mají opravdu skutečný přínos a je ochotný za ně zaplatit a nikoli provozovatel služby. Kupující se rozhoduje o funkcích, porovnává nabídky provozovatelů a nabízených služeb a pokud mu určitý dodavatel nabízí větší flexibilitu a služby tak říkájíc na

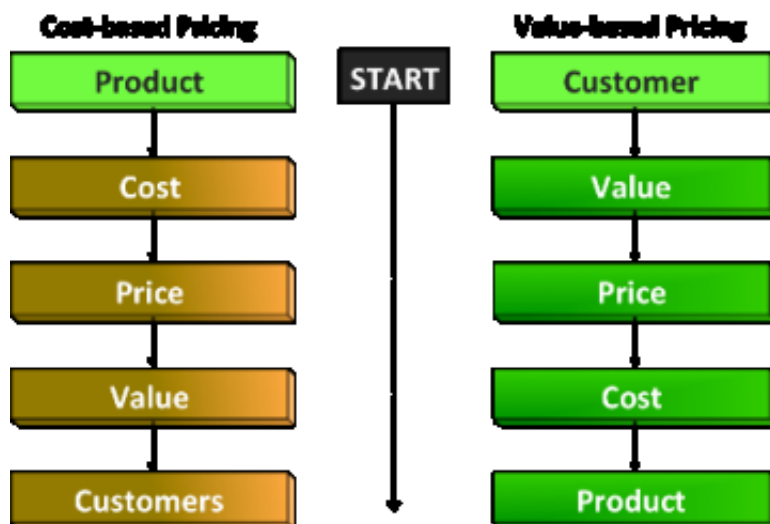
míru je vyšší pravděpodobnost, že si zákazník zvolí právě tohoto dodavatele a následně u něj i zůstane delší dobu což pro provozovatele samozřejmě znamená dlouhodobější příjmy. Takový zákazník také častěji doporučí tyto služby i případně svým partnerům čímž zvyšuje další příjem pro poskytovatele.

Obvykle je vnímání zákazníka rozděleno do několika oblastí z hlediska jejich přínosu pro něj a celkovou představou o kvalitě a funkcích služby. Hlavní oblasti jsou:

- **Ekonomická hodnota** – Jedná se o vnímání ekonomického faktoru z pohledu zákazníka, tedy představa o ceně provozu takové služby a dalších nákladech spojených s tím. Zde může vyvstat riziko odrazení zákazníka, pokud je na první pohled například vysoká cena a veškeré funkce nejsou dostatečně popsány.
- **Výkonnost služby** – Faktor jak zákazník vnímá přínos a výkonnost služby pro jeho potřeby, pokud je na první pohled zřejmé, že mu služba dokáže usnadnit práci či zlepšit její výkonnost, je pravděpodobnější, že takovou službu zakoupí.
- **Kredibilita poskytovatele** – Úzce spojený faktor se značkou poskytovatele, jeho důvěryhodností a známostí ve sféře. Ověřený dodavatel má vyšší šanci se prosadit u zákazníka než zcela neznámý subjekt.
- **Motivace zákazníka** – Lze definovat jako současné rozpoložení v okamžiku zvažování koupě služby. Pokud zákazník pouze rozmýšlí o změně, je menší pravděpodobnost zájmu o službu než pokud je již zákazník pro změnu rozhodnut a pouze hledá alternativu.

Celý proces účtování služeb zákazníkovi na základě jeho vztahu k produktu lze zefektivnit bližším vztahem mezi zákazníkem a poskytovatelem. Pokud je poskytovatel schopný vysvětlit zákazníkovi detailně cenovou politiku, finanční nákladnost jednotlivých komponent, benefity služby a další spojené části vnímá zákazník tuto skutečnost jako mnohem pozitivnější přístup než když mu je pouze předložena nabídka služeb s částkou,

kteřou může nebo nemusí akceptovat. Pro zákaznický přístup je velmi klíčový v tomto odvětví služeb.



Obrázek 5.1: Rozdíl váhy faktorů mezi cost-based pricing a value-based pricing [15]

5.3. Cenové strategie poskytovatele

Pochopení a vnímání rozdílů mezi účtováním založeným na vyčíslení investice a na hodnotě pro zákazníka je klíčovým prvkem pro vytvoření ideální cenové politiky. Na jedné straně máme zákazníka, který obvykle požaduje služby co nejvyšší kvality, dostupnosti a to nejlépe co nejlevněji a ihned, na straně druhé je poskytovatel s velmi nákladnou infrastrukturou, který požaduje co nejrychlejší návratnost investice.

- **Strategie cenového průniku** (Penetration Pricing Strategies) – Velmi spolehlivou taktiku pro vstup nového produktu na konkurenční trh, kde je velmi silné vnímání cenového rozdílu. Tento fakt může být velmi dobře využit pro nabídnutí srovnatelného produktu za lepší cenu, případně nabídnutí služeb a funkcí z vyššího cenového standardu za cenu srovnatelnou. Cílem je nabídnout zákazníkům určitý benefit oproti konkurenci.
 - **Nejnižší cena na trhu** (low-price leader) – Na velmi silném trhu je možné se prosadit například zaváděcími cenami, nasazení agresivní cenové politiky, především pokud zákazníci jako jedno z hlavních kritérií mají právě cenu.

- **Balíčkování** (Bundling) – Prodej více produktů či kombinace služeb, za výhodnější cenu než při nákupu samostatných služeb. Možností je také nabídka bonusových produktů za stejnou cenu.
 - **Zkušenostní křivka** (Experience-curve) – Principem je získat co největší podíl na trhu, jelikož jakákoliv investice např. prodej za nižší cenu a tím dočasné snížení zisků naopak přinese vyšší podíl a tím i následně vyšší zisky.
- **Strategie „sbírání smetany“** (Skim pricing) - Strategie „sbírání smetany“ je založena na uplatnění záměrně vysoké ceny v poměrně krátkém časovém období, nejčastěji při zavádění zcela nového výrobku či služby na trh. Firma získá díky novosti produktu na určitou dobu monopolní výhodu. S příchodem další konkurence pak firma obvykle přistupuje k postupnému snižování cen.
 - **Propagování ceny** (Price signaling) – Způsob zviditelňování služeb tím, že bude aktivně propagována cena produktu. Hlavním aktérem této strategie je fakt, že zákazníci mnohem více reagují na informaci o ceně než o jejích funkcích.
 - **Porovnávání cen** (Reference pricing) – Strategie založená na propagování ceny, avšak s tím rozdílem, že poskytovatel aktivně porovnává své služby se službou konkurence a tím jasně signalizuje zákazníkovi dané výhody pro snazší interpretaci.
 - **Prestiž značky** (Image pricing) – Zacílení nabídky na zákazníky, kteří vyžadují a vyhledávají produkty z prémiového segmentu, jelikož očekávají vysoké standardy ze strany poskytovatele ve smyslu podpory a kvality služeb.

- **Hybridní cenové strategie** – Kombinaci různých způsobů cenotvorby jak ze segmentu cenového průniku tak ze strategie skim pricing. Jedná se především o tvorbu speciálních nabídek zajímavých buď pro velké zákazníky (státní subjekty) např. formou individuálních cenových nabídek nebo i pro běžné zákazníky tím, že se nabízí služba vysokých standardů za velmi zajímavou cenu.
 - **Pře prodej s přidanou hodnotou** (Cost plus pricing) – Především u velkých zakázek nebo realizací individuálních služeb může být obtížné stanovit cenu za jejich zřízení a využívání. V tomto případě je možné nabídnout tzv. formu pře prodeje s přidanou hodnotou, kdy poskytovateli je zaplácena částka za reálné náklady plus určitá část navíc za realizaci. Tato částka může být striktně fixní, případně fixní za určitou jednotku objemu či ve formě procentuálního přidání.
 - **Náhodné zlevňování** (Random discounting) – Způsob nalákání nových zákazníků, kteří běžně hledají produkty z jiné cenové kategorie. Existuje zde totiž pravděpodobnost, že vytvářením náhodných výhodnějších cenových nabídek se nabízená služba dostane do okruhu zákazníků kde se běžně nevyskytuje na doporučení jiného zákazníka, který právě produkt získal za výhodnější cenu.
 - **Pravidelné zlevňování** (Periodic discounting) – Na trhu existuje určitý vzorec, kdy lze předpokládat pravidelné cenové vývoje (například Vánoce či akce typu Black Friday) ve kterých zákazník očekává výhodnější nabídku než je běžné, zároveň také v těchto obdobích více nakupuje a pokud poskytovatel na tyto akce reaguje upravením cen, může také očekávat nárůst prodejnosti svých služeb.

- **Druhotný trh** (Secondary market discounting) – V momentě kdy má poskytovatel k dispozici volné kapacity svých služeb, může se rozhodnout pro vytvoření nabídky na druhotném trhu než kde standardně nabízí svůj produkt. Ve sféře telekomunikačních technologií a cloudových služeb lze mluvit například o vytvoření lepší nabídky pro určité okruhy zákazníků jako jsou studenti škol, zcela noví zákazníci či vytvořit upravenou verzi svého produktu kdy například prvotní doba poskytování služby bude za zvýhodněnou cenu. [16]

6. Principy dimenzování kapacit privátního cloudu

Správný přístup k dimenzování kapacit privátního cloudu je základem pro efektivní správu zdrojů, můžeme tak minimalizovat riziko kdy dojde k předdimenzování nebo naopak poddimenzování řešení čímž mohou vznikat další neočekávané náklady a provoz celkového řešení bude mnohem méně efektivní než bylo plánováno. Výhodou cloudového řešení je možnost systémové prostředky jako jsou vCPU, operační paměť či úložiště dynamicky realokovat pro zajištění maximální výkonnosti a efektivity provozu.

Klíčovou vlastností cloudového systému je možnost jeho škálování, tedy možnost kdykoliv do provozu zapojit další servery, doplnit blady, zvýšit celkovou datovou propustnost či přidat specializovaný hardware a software pro zvýšení výkonnosti v určitých specifických činnostech nebo získání nových funkcionalit.

6.1. Předpokládaná zátěž

Prvním krokem v návrhu cloudového řešení je zadokumentování aktuální situace s přehledem o předpokládané zátěži systému. Vhodné je tak nasazení monitorovacího systému na určitou dobu, který bude zaznamenávat využití jednotlivých systémových prvků včetně například náhodných špičkových využití, které by mohli v budoucnu způsobit zamrzání či nepředvídatelnost systému. Celkovou předpokládanou zátěž můžeme rozdělit do dvou kategorií:

6.1.1. Charakterizovaná zátěž

Do charakterizované zátěže patří veškeré využití systémových prostředků o kterých víme jakým způsobem jsou využity, jsou zadokumentovány a definovány. Obvykle se jedná o zátěž vytvořenou používaným software či aplikacemi. Díky znalosti tohoto typu je relativně snadné pro ní dimenzovat a zajistit dostatečnou velikost systémových prostředků.

6.1.2. Necharakterizovaná zátěž

Necharakterizovaná zátěž naopak představuje veškeré ostatní využívání systémových zdrojů, které může vzniknout náhodně při provozování systému, nelze je důsledně předpokládat a jejich spotřebitel může být prakticky náhodný. Z tohoto důvodu se s tímto typem zátěže nelze tak snadno vypořádat, jelikož nelze obecně definovat, jak velké systémové prostředky budou na tento typ zátěže spotřebovány. Správným postupem je vytvoření dostatečných rezerv systémových zdrojů a aktivní monitoring jejich využití, díky

čemuž bude možné v případě potřeby tyto prostředky dodatečně naalokovat pokud by hrozilo jejich vyčerpání.

6.2. Poskytovaná úroveň a rozsah služeb

Poskytovaná úroveň služby definuje nejen rozsah ale i zajištění spolehlivosti a ochrany proti ztrátě dat. Poskytovatel buďto může nadefinovat jednotlivé poskytované úrovně do určitých kategorií či může být smluvně ujednáno přímo se zákazníkem. Obecně mluvíme o tzv. SLA dohodě – Service Level Agreement, která by měla obsahovat veškeré důležité informace o sjednané úrovni a rozsahu dodávky služeb.

V případě, že si poskytovatel vytváří vlastní složení nabídky, může takový přehled vypadat následovně:

Basic VM	Standard VM	Plus VM	Professional VM
1 vCPU Core	2 vCPU Cores	4 vCPU Cores	8 vCPU Cores
1GB RAM	4GB RAM	12GB RAM	24GB RAM
60GB HDD	120GB HDD	240GB HDD	480GB HDD

Tabulka 6.1: Příklad rozložení nabídky VM poskytovatele

Poskytovatel musí správně vybalancovat poměry mezi jednotlivými systémovými zdroji aby nedocházelo k tomu, že mu některých zdrojů bude nedostatek (obvykle operační paměť) a jiných naopak přebývat, ze kterých nebude mít zisk. Vhodným postupem pro vytvoření nabídky je stanovení počtů úrovní jaké chce poskytovat (typy VM – virtuálních strojů), následně definice minimální a maximální úrovně, přiřazení velikosti klíčového zdroje (obvykle počet vCPU jader) a k němu následně vždy přiřadit stejný objem ostatních zdrojů. Tím bude zajištěno rovnoměrné rozdělení mezi všechny kategorie.

Po definování jednotlivých úrovní poskytovaných je dalším krokem stanovení rozsahu služeb zajišťující dostupnost služby a ochrany proti ztrátě dat. Jedná se o klíčovou část SLA, jelikož dle ní se postupuje v případě jakéhokoliv krizového scénáře, stanovují se priority obnovy systému, jak velký rozsah škod či ztracených dat může být a jak dlouho bude obnova služby trvat. V zásadě lze rozlišit tři klíčové hodnoty každé SLA dohody:

- Dostupnost služby (A – Availability)
- Doba obnovy (RTO – Recovery Time Objective)
- Cílový bod obnovy (RPO – Recovery Time Objective)

6.2.1. Dostupnost služby

Dostupnost služby je z těchto oblastí asi nejvýznamnější a udává dobu, po kterou musí být služba spolehlivě nabízena. Nejčastěji je měřena v procentech. Hodnoty, které se pak při měření používají, jsou nejčastěji MTBF a MTTR. MTBF (Mean Time Between Failures) udává střední dobu mezi poruchami a MTTR (Mean Time To Repair) udává průměrnou dobu potřebnou na jejich opravu. Dostupnost je nejčastěji měřena buď za den, měsíc či rok. Pokud je tedy nasmlouvaná dostupnost služby 99,999 % (tzv. pět devítek) za rok – obvykle to je nejvyšší nabízený standard, může být maximální doba výpadku 5,26 minut ročně. Podrobnější příklady udává následující tabulka:

Dostupnost	Maximální doba výpadku za měsíc	Maximální doba výpadku za rok
90% (“jedna devítka“)	72 hodin	36,5 dne
95%	36 hodin	18,25 dne
99% (“dvě devítky“)	7,2 hodin	3,65 dne
99,5 %	3,6 hodin	1,83 dne
99.8%	86.2 minut	17,52 hodin
99,9 % (“tři devítky“)	43,8 minut	8,76 hodin
99,99 % (“čtyři devítky“)	4,3 minut	52,6 minut
99,999 % (“pět devítek“)	25,9 sekundy	5,26 minut

Tabulka 6.2: Tabulka "devítek" dostupnosti služby [17]

6.2.2. Doba obnovy

RTO (Recovery time objective - cílová doba obnovy) je doba, během které se systém, služba nebo sada aplikací zotaví z výpadku (plánovaného, neplánovaného nebo havárie) a vrátí se do normálního provozu.

Cílová doba obnovy se může pro naplánované výpadky, neplánované výpadky a pro zotavení z havárie. Různé technologie odolnosti dat budou mít různé doby RTO. Poskytovatel si může stanovit určité hodnoty pro různé kategorie nabízených služeb, například:

- 1-2 dny
- méně než 24 hodin
- méně než 4 hodiny

- méně než 1 hodina
- méně než 30 minut
- blížíci se nule (téměř okamžitě)

Správným rozvržením a rozdělením RTO je možné v případě kritické havárie zajistit dostatek času na postupnou obnovu, jelikož lze definovat různé stupně priority a postupný scénář znovuspuštění.

6.2.3. Cílový bod obnovy

RPO (Recovery point objective - cílový bod obnovy) je časový bod vztažený k selhání, ke kterému potřebujete zachovat data. Zpracování obnovy bude zachovávat změny dat před selháním nebo havárií minimálně po toto časové období. Nejvyšší možnou hodnotou zajištění je nula, která odpovídá požadavku na "nulovou ztrátu dat". U cloudových systémů lze tuto hodnotu dělit například na určitou část práce v následujícím rozvržení:

- poslední záloha (týdenní, denní,...)
- začátek poslední směny (8 hodin)
- poslední hlavní přestávka (4 hodiny)
- poslední dávka práce (od 1 hodiny do desítek minut)
- poslední transakce (sekundy až minuty)
- právě prováděné změny (konzistence při ztrátě napájení)
- nulová ztráta dat

Kombinací těchto parametrů lze rozvrhnout různé úrovně zajištění služeb s tím, že zákazník si může vybrat o jak kritickou službu se jedná a zajistit si dostatečné pokrytí proti ztrátě dat. Nabídka zajištění pak může vypadat následovně:

Úroveň	Dostupnost	Doba obnovy	Cílový bod obnovy	Historie záloh
Nejvyšší	99.999%	30 minut	15 minut	4 týdny
Vysoká	99.99%	1 hodina	1 hodina	3 týdny
Nadstandardní	99.99%	2 hodiny	4 hodiny	2 týdny
Základní	99.9%	4 hodiny	8 hodin	1 týden

Tabulka 6.3: Příklad rozvržení parametrů nabídky SLA poskytovatele

6.2.4. Tier klasifikace

Vhodným prvkem při uvažování nad realizací je i klasifikace Tier, kdy každá úroveň představuje určité minimální požadavky na datové centrum. Tato klasifikace byla vytvořena TIA (Telecommunications Industry Association) ve spojení s ANSI pod hlavičkou ANSI/TIA-942. Dokument klasifikuje 4 stupně (Tier 1 – Tier 4) a definuje standardy, které jsou klíčové pro každou úroveň tím, že postupně přidává vyšší požadavky a tedy centrum splňující určitou úroveň zároveň musí splňovat i všechny nižší. Výhodou této certifikace je její celosvětové uznávání. [18]

Jednotlivé kategorie jsou následující:

- Tier 1 – Zcela základní úroveň, kdy nejsou vyžadovány žádné redundantní prvky ani záložní napájecí zdroje. Klíčovým aspektem je zde zajištění dostupnosti alespoň na úrovni 99,67%, což je hlavní odlišností oproti běžnému datacentru nesplňující žádnou úroveň.
- Tier 2 – Přidává požadavky na redundanci kritických částí datového centra a zároveň zajištění záložního napájení. Klíčové prvky také musí být možno izolovat a vyměnit bez značného ovlivnění provozuschopnosti. Dostupnost musí být minimálně 99,74%
- Tier 3 – Veškeré vybavení datacentra musí být vybaveno dvojím systémem napájení, prvky které toto neumožňují musí být připojeny do rozvodů, které umožňují přepnutí na druhý zdroj síťového napájení. Každý prvek musí být plně redundantní a umožňovat výměnu za běhu bez jakéhokoliv vlivu na provozuschopnost. Záložní napájení musí být dimenzováno na zálohování po neomezenou dobu a to včetně zajištění energií pro jeho provoz (pohonné hmoty generátorů apod.). Dostupnost musí být alespoň 99,98%
- Tier 4 – Nejvyšší možný standard splňující pouze několik center na světě, dále rozšiřuje požadavky na redundanci prvků a zálohování napájení s plnou automatizací. Vyžadovaná dostupnost je 99,995% [19]

6.3. Metodika plánování kapacit

Stanovení potřebného množství počátečních zdrojů je klíčové pro každou realizaci datového centra, pro správné rozvržení je potřeba pochopit systém sdílení a využívání těchto prostředků v prostředí cloud computingu.

6.3.1. Výpočetní zdroje

V zásadě zde máme dva hlavní systémové prostředky výpočetních zdrojů, a to počet CPU a operační paměť, které je potřeba systematicky rozdělovat a přidělovat tak aby bylo zajištěno optimální využití a zároveň zajištěna určitá výpočetní rezerva pro případ poruchy či nutnosti přesunu VM z jiného stroje. Obecně se doporučuje využití systémových prostředků mezi 40-70 %, pokud je tato hodnota nižší není systém využit efektivně a snižuje se tím celková výhodnost využití virtualizovaného řešení. Pokud je naopak průměrně vyšší než 70 %, hrozí zde riziko špičkového požadavku na zdroje, kdy systém zkolabuje z nedostatku prostředků.

Všechny technologie založené na hypervisor pro definování výpočetního výkonu jako jednotku logický procesor. Logický procesor může představovat fyzické či hyperthreadingové jádro, kdy součtem těchto dvou získáme celkový počet logických jader. Následně je dalším krokem stanovení tzv. overcommitu neboli dělení prostředků mezi několik strojů, poměr se může pohybovat od 2:1 až třeba k 16:1 (pro představu VMware umožňuje maximální poměr 32:1) a znamená to, že na jeden logický procesor vytvoříme 2-16 virtuálních jader procesoru, které budou následně rozděleny mezi VM. Poměr je důležité zvolit tak aby nedocházelo k přetěžování jednotlivých logických jader a v zásadě záleží na cílové aplikaci jednotlivých VM, pro začátek je tedy vhodné zvolit overcommit menší a následně ho v případě nevyužití zdrojů na určitou úroveň zvýšit.

Podobný přístup můžeme aplikovat i u operační paměti, jelikož v zásadě zde existují dvě možnosti její využití, a to fixní rozdělení případně metodu tenkých rezerv (thin provisioning). Pokud je použito fixní dělení operační paměti, tak veškerá dostupná operační paměť je rozdělena mezi jednotlivé VM v předem daném množství a obecně řečeno každý virtuální stroj má svou část fyzické paměti. Tento přístup však vyžaduje vysoké množství dostupné operační paměti a proto není tak efektivní jako přístup tenkých rezerv. Ten vychází z konceptu, že málokdy je opravdu plně využita celá dostupná operační paměť a proto dynamicky alokuje prostředky až když je VM opravdu využívá, zrádnou stránkou tohoto konceptu může být, že VM si může teoreticky kdykoliv vyžádat další prostředky a pokud

dojde k tomu, že již nebude žádná další operační paměť k dispozici, může to vést až k pádu celého stroje. Obecně se tedy nedoporučuje používat paměťový overcommit více než 2:1.

Volba, kterou z možností alokování paměti využít je v závislosti na cílové aplikaci a kritičnosti celého systému, pokud požadujeme stabilitu a jistotu za každých podmínek s možností vyšších nákladů na pořízení je vhodnějším přístupem zvolit fixní alokaci.

6.3.2. Úložiště

V případě datového úložiště uvažujeme dva základní faktory, a to kapacitu diskového úložiště jako takovou a také jeho propustnost (IOPS) či datovou výkonnost, která definuje jak rychle mohou být data zapsána či načtena z pole. V zásadě by žádné datové úložiště nemělo být využito na 100 % z hlediska rychlosti, bezpečnosti dat a správného fungování bezpečnostních mechanismů, doporučuje se využít dostupnou kapacitu na maximálně 80% a tedy s touto kapacitní rezervou počítat už při návrhu cloudového řešení.

Pro zajištění dostatečně rychlé reakce a přístupu k datům, je také potřeba pamatovat na jejich rozložení mezi několik datových úložišť tak aby mohla být načítána z několika zdrojů zároveň. V současné době díky vysoké dostupnosti disků založených na SSD se tento fakt mírně smazává, nicméně stále je třeba myslet na bezpečnost dat, jejich redundanci a pravidelné zálohování. Nejčastěji se aplikuje pravidlo tzv. 3-2-1 kdy platí, že veškerá data existují ve 3 kopiích, 2 jsou uloženy lokálně a 1 je mimo hlavní část (tzn. off-site).

Technologie na které bude úložiště založeno, jeho velikost, výkonnost a rozsah vždy záleží na konkrétní aplikaci pro kterou bude využito. V případě malých VM bez vysokých nároků na výkonnost lze použít i běžné plotnové disky s možností doplnění cache pro rychlejší práci s určitým množstvím souborů. Pokud však mluvíme o VM určených pro vysoké výkony, které pracují s obrovským množstvím dat, je nasazení technologie SSD prakticky nutností.

6.4. Způsob výpočtu dostupných zdrojů

V jakékoliv architektuře, která využívá sdílených zdrojů je kritickým momentem i vyčerpání jednoho libovolného zdroje (CPU, RAM apod.) znamená vyčerpání celého cloudového řešení jako takového. Ve výpočtech a následném rozdělování zdrojů je na toto nutné brát ohled aby byly zdroje vyčerpávány rovnoměrně.

6.4.1. CPU

Pro stanovení celkového počtu dostupných virtuálních jader, uvažujeme součet všech serverů, počet jejich socketů a procesorů jako takových. Následně počet vynásobíme počtem jader na procesor, poměrem hyperthreadingu vůči fyzickým jádrům čímž získáme počet logických jader. V případě využívání overcommitu ještě počet logických jader vynásobíme právě tímto poměrem abychom získali celkový dostupný počet virtuálních jader, která je možná rozdělit mezi jednotlivé VM. Postup je tedy následující:

$$\text{počet serverů} * \text{počet socketů} * \text{počet procesorů} = \text{počet procesorů}$$

$$\text{počet procesorů} * \text{počet fyzických jader} = \text{celkový počet fyz. jader}$$

$$\text{celkový počet fyz. jader} * \text{poměr fyzických a HT jader} = \text{počet logických jader}$$

$$\text{počet logických jader} * \text{overcommit} = \text{počet virtuálních jader (vCPU)}$$

6.4.2. Operační paměť

U operační paměti rozlišujeme výpočet dostupných prostředků dle typu použité alokace. V případě fixního rozdělení se jednoduše vezme počet veškeré dostupné RAM a ta je rozdělována mezi jednotlivé VM. Pokud je však použit režim tenkých zásob (thin provisioning), je nutné ještě celkovou kapacitu operační paměti ještě tímto poměrem vynásobit. Dostupnou kapacitu pak získáme pomocí:

$$\text{kapacita operační paměti} * \text{RAM overcommit} = \text{celková dostupná kapacita}$$

6.4.3. Úložiště

V případě úložiště je situace obdobná, avšak musíme uvažovat při výpočtu zajištění určitých rezerv a zároveň i poměru zrcadlení v lokálním úložišti. Může tím dojít i ke značnému snížení celkové kapacity oproti předpokládané, avšak pro výkonnost a bezpečnost dat je to velmi nezbytné. Pokud je použito jednonásobné lokální zrcadlení (RAID 1), tedy každý disk má v lokálním úložišti stejnou identickou kopii, používáme jako koeficient využitelné kapacity úložiště 50%. Mohou však být nasazeny i jiné způsoby ochrany dat, například RAID 5, 6 nebo kombinace více typů, kdy určité disky jsou částečně obsazeny paritními daty pro zajištění integrity a reálná využitelná kapacita se zvyšuje. Celkovou kapacitu pak získáme:

$$\text{kapacita úložiště} * \text{koeficient využití} = \text{dostupná kapacita úložiště}$$

6.4.4. Sumarizace

Po kalkulaci a sumarizaci všech dostupných zdrojů si tyto zdroje rozdělíme tak, aby nevznikaly žádné přebytky či nedostatky, tak jak bylo uvedeno dříve. Ideálním způsobem je vzít zdroj, který je k dispozici v nejmenším objemu (obvykle vCPU) a přiřadit k němu určité množství operační paměti a úložiště tak, aby na celý počet virtuálních jader připadlo rovnoměrně stejné množství. Výhodou tohoto způsobu je, že získáme určitou virtuální jednotku (někdy nazývaná slot či vSlot), kterou lze následně škálovat do větších rozměrů s tím, že poměry jednotlivých zdrojů zůstávají stále zachované. Takový slot může například obsahovat:

- 1 vCPU
- 2GB RAM
- 60GB HDD

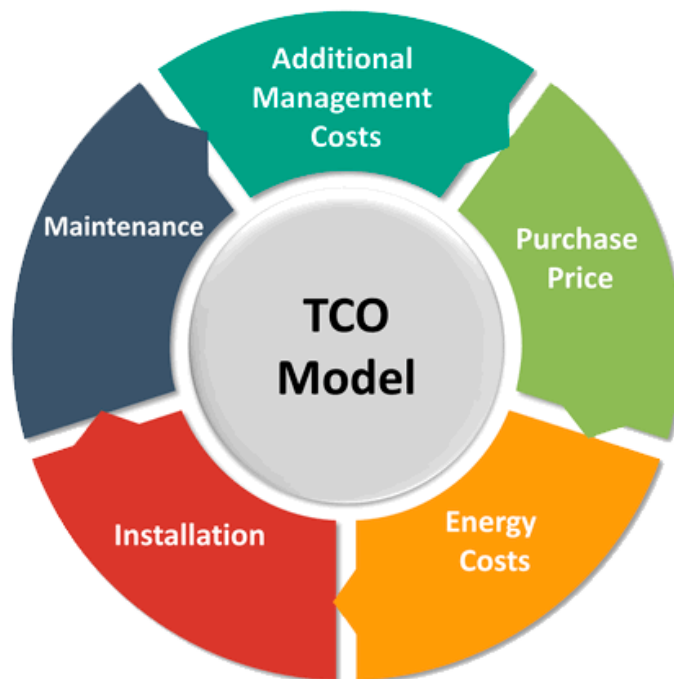
Možností škálovatelnosti pak lze vytvořit VM, kterému bude naalokováno 8 vCPU, 16GB RAM a 480GB úložného prostoru tím že vezmeme 8 slotů, které spojíme do jednoho.

7. Ekonomické aspekty dimenzování

Základem pro vyčíslení cenových nákladů na vybudování a provozování jakékoliv infrastruktury a s ním spojené poskytování služeb je vytvoření souhrnu všech vstupních položek, které mohou vzniknout. Pokud bychom se rozhodli pouze postupně přidávat jednotlivé položky, je velmi pravděpodobné, že během chvíle zcela ztratíme přehled o situaci a tím pádem můžeme mnoho částí vynechat. Zároveň tím i dochází ke celkové ztrátě přesnosti výpočtu a vyvstává zde riziko, že dojde k celkovému podhodnocení projektu.

7.1. TCO Model

Vhodným způsobem jak výše uvedené situaci předejít je vytvoření tak zvaného TCO modelu neboli Total Cost of Ownership – Celkové náklady na vlastnictví. Model není konkrétně nijak definován a je na každém poskytovateli jak k němu přistoupí, základem je vždy rozdělení všech vzniklých nákladů do určitých kategorií či skupin dle jejich zaměření a společných znaků. Zároveň je díky němu možné rozdělit kalkulaci mezi několik skupin osob (zaměstnanců), kdy každá bude mít na starost určitou kategorii o které má nejlepší přehled. Níže budou prezentovány dva TCO modely, první obecný volně publikovaný s popisem jednotlivých částí a jejich významem a následně druhý tzv. fázový, který jsem navrhl a vychází z konceptu postupů při realizaci datacentra.



Obrázek 7.1: Vizualizace obecného TCO modelu [20]

7.2. Kategorie TCO Modelu

Z obrázku výše můžeme interpretovat jednotlivé kategorie TCO modelu a doplnit k ním jednotlivé konkrétní náklady související s návrhem a provozem privátního cloudu. Těchto kategorií máme pět a jsou následující:

- **Pořizovací náklady** – Purchase price
- **Energetické náklady** – Energy costs
- **Instalace a zprovoznění** – Installation
- **Údržba** – Maintenance
- **Další náklady** – Additional management costs

7.2.1. Pořizovací náklady

Do pořizovacích nákladů zahrnujeme veškeré vzniklé výdaje spojené s pořízením a budováním cloudového řešení. Počítáme tedy nejen s pořízením vybavení, souvisejících licencí, ale i koupě či pronájem prostor, jejich vybavení atp. Do této kategorie zahrnujeme následující položky:

- **Prostory** – pořízení či pronájem prostor jako takových, s ním spojené výdaje ohledně provedení právních aspektů, daní apod.
- **Vybavení prostor** – náklady související s pořízením vybavení, které nesouvisí přímo s infrastrukturou ale je nutné je započítat. Patří sem například podlahové krytiny, osvětlení, zabezpečení prostorů a další.
- **Vzduchotechnika** – náklady na pořízení komponentů chlazení a vzduchotechniky jako klimatizace, výměníky, vzduchové potrubí, ventilátory apod.
- **Kabeláž** – veškerý spotřebovaný elektromateriál, tedy silové kabely, síťové kabely ale i související materiál, který bylo nutné zakoupit jako zásuvky, konektory, lišty, vedení atp.
- **Technické zázemí** – vybavení související s přípravou pro instalaci samotného jádra, zahrnujeme sem vše co se samo o sobě nepodílí na provozu služby avšak je nutné pro jeho instalaci. Uvažujeme tedy o pořízení racků, polic a s ním souvisejících částí.
- **Napájecí struktura** – základem pro vytvoření stabilního zázemí je zajištění nepřerušené dodávky elektrické energie, do těchto nákladů započítáváme

pořizování nepřerušitelných zdrojů napájení (UPS), generátorů, měničů, baterií a dohledových prvků.

- Protipožární systém – zásadní riziko pro bezpečnost datacentra je hned po výpadku napájení požár, pořizování kvalitního vybavení proti vzniku či zamezení šíření požáru je tak další z nákladných položek. Celý systém nazýváme jako EPS – Elektronický protipožární systém, jeho součástí jsou detektory, hasící agenti (spriklery), signalizace či hasivo samotné (tlakové láhve s hasícím plynem)
- Bezpečnostní systém – zajištění proti neoprávněnému vstupu a jeho detekci, uvažujeme tedy přístupový systém, alarm, elektronické zámky, kamery atp.
- Síťová infrastruktura – veškeré zařízení nutné pro provoz síťové konektivity tedy routery, switche, síťové controllery, firewall atp.
- Technologické vybavení – samotné technologické jádro cloudu, obvykle největší a nejdražší položka v celém soupisu je pořizování hardware. Započítáváme zde servery, blady, operační paměti, diskové řadiče a pole, disky samotné, napájecí zdroje ale i podpůrné komponenty jako jsou správcovské konzole či terminály.
- Licence – nákup potřebného software a s ním souvisejících licencí pro provoz. Zahrnujeme sem však pouze prvotní licence potřebné pro spuštění, další zakoupené licence z hlediska obnovy zahrnujeme již do provozních nákladů.

7.2.2. Energetické náklady

Provoz datového centra je z podstaty velmi energeticky náročný a proto je hned po pořizování obvykle druhou největší položkou kterou nelze v žádném případě opomíjet. Do této kategorie patří:

- Spotřeba samotného provozu – energetické náklady spojené s provozem technologického vybavení centra tedy spotřeba serverů, síťových prvků a další klíčové infrastruktury
- Spotřeba podpůrných systémů – do části započítáváme náklady systémů a zařízení spojené s provozem, avšak přímo se nepodílející na výkonu činnosti. Patří sem tedy spotřeba vzduchotechniky, klimatizace resp. vytápění, protipožárních a bezpečnostních systémů a další

- Spotřeba ostatních částí – sem započítáváme veškerou ostatní spotřebu elektrické energie, která je v centru využita může zde být například osvětlení, či vybavení pro dohledovou službu.
- Ostatní energie – při provozu obvykle jsou spotřebovávány i jiné energie než je elektřina samotná a proto je nelze opomenout, může zde být například plyn pokud je využit pro vytápění, palivo pro elektrogenerátory či voda pro záložní chlazení.

7.2.3. Instalace a zprovoznění

Po pořízení veškerého potřebného vybavení následuje samotná instalace a zprovoznění datového centra. V této kategorii převažují náklady spojené s provedením prací, instalace a zprovozněním jako takovým ovšem můžeme sem započíst i dodatečné náklady, které vznikly až v průběhu pokud již máme kategorii pořizovacích nákladů uzavřenou. Patří sem následující:

- Stavební úpravy prostor – jakékoliv náklady spojené s přípravou prostor pro instalaci technického zázemí, započítáme například bourací a stavební práce, pokládku krytin atp.
- Elektromontážní práce – náklady na zavedení a přípravu silové částí elektroinstalace centra, montáž osvětlení apod.
- Montáž a zprovoznění podpůrných systémů – instalace bezpečnostních systémů, vzduchotechniky a chlazení, záložních napájecích systémů atp.
- Příprava pro technologické vybavení – sestavení konstrukčních částí jako příprava pro montáž samotného technologického vybavení centra. Jedná se tedy o přípravu racků, umístění jednotlivých částí na své místo, příprava a zavedení kabeláže atp.
- Montáž síťové infrastruktury – náklady spojené s montáží jednotlivých síťových prvků, zapojení kabeláže a konektivity a dalších částí.
- Instalace technologického vybavení – kompletace jednotlivých částí serverů, jejich zasazení na své pozice, zapojení konektivity a dodávky energií pro servery
- Přípravné práce na spuštění – jakékoliv dodatečné práce před prvotním spuštěním, které mohou neočekávaně vzniknout

- Spuštění a zprovoznění – náklady spojené se zavedením centra do provozu, obvykle se jedná o konfiguraci síťových prvků, instalace software do jednotlivých serverů, aktivace licencí, příprava pro nasazení atp.
- Ověření provozuschopnosti a testování – nedílnou součástí spuštění datacentra je i ověření jeho provozuschopnosti případně detekce jakýchkoliv vadných prvků, které by v reálném nasazení představovaly ohrožení stability. V testovacím režimu je možné libovolně zatěžovat jednotlivé komponenty a monitorovat jejich chování.
- Dodatečné náklady a materiál – v průběhu instalace a zprovoznění obvykle vždy vyvstanou dodatečné náklady ať už spojené s dodatečným pořízením vybavení či jiných úprav.

7.2.4. Údržba

Na první pohled relativně zanedbatelná položka avšak v reálném měřítku může opomenutí nákladu na údržbu představovat vcelku značný zásah do finanční části celé kalkulace. Musíme tedy počítat například s:

- Monitoring – pro minimalizaci rizik spojených s poruchou datacentra je klíčové zajištění kvalitního dohledu a reportingu, aby bylo možné na jakékoli nečekané události reagovat adekvátně, co nejrychleji a pokud možno jim i zcela předcházet
- Servisní práce – jakékoliv náklady vzniklé za servisní zásahy, výjezdy techniků, práce na vybavení a to nejen technologického jádra jako takového ale i podpůrných systémů
- Náhradní díly – při poruše může dojít nejen k selhání na straně softwarové části ale i selhání hardware jako takového, v tom případě vznikají dodatečné náklady na pořízení náhradních dílů
- Testování – zajištění bezproblémového chodu datacentra je vhodné pravidelně ověřovat různými krizovými scénáři, jako například výpadek energie či chladících systémů, i takové testování však není zcela bez nákladů a je proto dobré s nimi počítat
- Audity
- Ostatní náklady na údržbu

7.2.5. Další náklady spojené s provozem

Jakékoliv dosud nezapočítané náklady je možné započíst do poslední části, lze sem zařadit například ostatní lidské zdroje, které jsou pro provoz nezbytné a další.

7.3. Návrh fázového TCO Modelu

I přestože v rámci předchozího představeného obecného modelu je možné započítat veškeré vzniklé náklady, z hlediska provozovatele velkého datového centra se mi jeví jako nepřehledné a někdy až zbytečně komplikované či chaotické, především při snaze zpětného dopočítání nákladů. V následující části proto popíšu vlastní návrh TCO modelu. Hlavní odlišností tohoto návrhu je, že nejedná o tradiční styl TCO modelu kdy jednotlivé náklady nejsou rozřazovány jen do hlavních kategorií podle zařazení ale model zohledňuje fáze a principy výstavby a realizace datacentra. Každá fáze pak obsahuje jednotlivé kategorie opět v návaznosti na reálný průběh. Výhodou tohoto návrhu je vyšší přehlednost o jednotlivých nákladech a jejich snazší rozřazení při nasazení modelu již od začátku. Model vychází ze čtyř základních fází:

- a) Fáze výstavby
- b) Fáze instalace
- c) Fáze spuštění
- d) Fáze provozu

Každá fáze obsahuje specifické kategorie typické pro danou část realizace a budou představeny v následující části. Smyslem modelu je postupovat od vnějšku centra jako takového až do jeho jádra s postupným sepisováním veškerých nákladů, které v dané fázi vznikly.

7.3.1. Návrh modelu – fáze výstavby

Při návrhu konceptu jsem vycházel z vlastních zkušeností při realizaci datacentra kde jsem měl možnost vyzkoušet si různé fáze které jsou s ním spojené. Základní myšlenkou bylo, že obvykle při realizaci projektů pro větší zákazníky kam samozřejmě spadají i telekomunikační operátoři je většina částí dodávána externími firmami a tedy, že při realizaci jednotlivých částí vznikají náklady na pořízení materiálu a jeho použití prakticky

současně (vyfakturování), je tedy zbytečné či přímo až nevhodné je rozřazovat odděleně nebo tak jen na ně nahlížet, jelikož pak může dojít ke ztrátě přehledu co kde bylo zaúčtováno a jakým způsobem bylo provedeno. Níže uvedené kategorie tedy vždy obsahují veškeré náklady, které lze do dané části zařadit.

- Náklady na přípravu a dokumentaci
- Náklady na pořízení či pronájem prostor
- Stavební úpravy a přípravy prostor
- Elektromontážní práce
- Vzduchotechnika a klimatizace
- Pořízení vybavení prostor (osvětlení apod.)
- Napájecí systémy
- Protipožární systémy
- Zabezpečovací systémy
- Výstavba technického zázemí
- Energetické a ostatní náklady spojené s výstavbou

V tento moment je dokončena prvotní fáze a prostory jsou vybaveny veškerým potřebným zázemím pro montáž samotného jádra systému.

7.3.2. Návrh modelu – fáze instalace

Ve fázi instalace dochází k montáži klíčových prvků a infrastruktury pro provoz datového centra jako takového.

- Výpočetní a síťová infrastruktura – zahrnuje nákup veškerého vybavení spojeného se síťovým provozem, jeho montáž a zapojení
- Technologické zázemí – zahrnuje nákup prvků jádra systému tedy serverů, jednotlivých komponent, licencí, jejich zapojení a přípravu ke spuštění

Po dokončení fáze instalace je datové centrum plně osazeno, zapojeno a připraveno ke spuštění. V tento moment lze vyčíslit veškeré náklady, které vznikly při realizaci jako takové.

7.3.3. Návrh modelu – fáze spuštění

Následující fáze spuštění, zahrnuje především práce spojené se zprovozněním a otestováním kdy největší položku zde tvoří lidské zdroje.

- Spuštění systémů
- Konfigurace síťových prvků
- Konfigurace serverů
- Instalace software
- Aktivace licencí
- Testování jednotlivých komponent
- Diagnostika
- Příprava na ostrý provoz
- Dodatečné náklady vzniklé při spouštění

Třetí fáze je pro realizaci celého datacentra kritická, jelikož je zde snahou odhalit jakékoliv případné nedokonalosti či závady vzniklé už při samotném návrhu. Můžou zde tak vyvstat neočekávané náklady.

7.3.4. Návrh modelu – fáze provozu

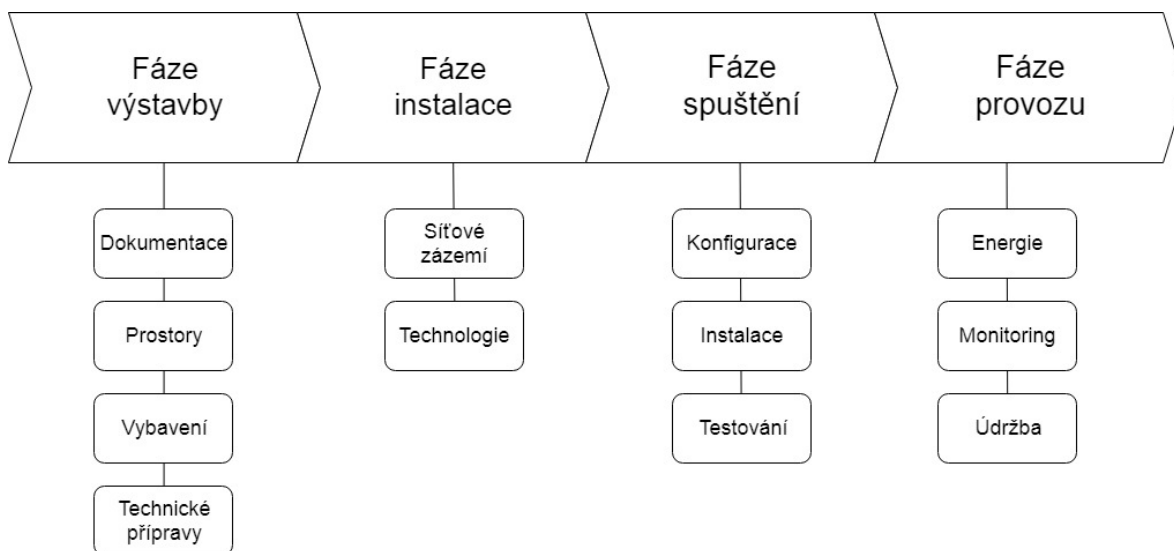
Finální fáze již obsahuje samotné náklady na provoz datacentra jako takového, včetně spotřeby energií, nutnosti obsluhy či servisních úkonů a dalších činností spojených s provozem.

- Náklady na energie
- Údržba
- Servisní zásahy
- Upgrade či rozšíření
- Monitoring
- Audity

7.3.5. Další informace k návrhu

Vzhledem k tomu, že model vychází z principu postupů skutečné realizace datacentra tak tím umožňuje podrobně vyčíslit náklady na jednotlivé fáze, které pak je

možné rozúčtovat budoucím klientům. Výhodou je, že získáme detailní přehled o tom jakým způsobem byly jednotlivé náklady rozděleny, v jaké fázi a v jakém objemu.



Obrázek 7.2: Zjednodušená vizualizace fází návrhu TCO modelu

7.4. Klíčové rozdíly navrhovaného modelu

- Model bere ohled na velikosti zakázek ze strany zadavatele/vlastníka, tedy že mnoho částí a prací je dodávána externě (outsourcing). V průběhu celé realizace si lze tak vznikající náklady přehledně rozdělovat dle fází a kategorií do které patří.
- Náklady lze vyčíslit na jednotlivé fáze odděleně a tím i zároveň porovnat zda-li se odhady a plánované náklady shodují s těmi reálnými a pružně na ně reagovat
- Kategorie v jednotlivých fázích je zároveň možné i propojovat napříč fázemi dle společných prvků a vyčíslit tak náklady na konkrétní typ kategorie (například všechny náklady na montáž vybavení)
- Pro každou fázi lze při následném výpočtu nacenění služeb využít různé doby návratnosti, což může být z hlediska cenotvorby užitečné. Faktem je, že v současné době technika zastarává relativně rychle zatímco lze předpokládat, že budova vydrží několik generací obměny technologického vybavení bez nutnosti větších zásahů. Výhodné tedy může být nastavit dobu návratnosti fáze výstavby například na 10-15 let, fázi instalace na 5 let a fázi spuštění třeba jen na 1 rok jelikož tyto náklady je výhodné mít co nejdříve splaceny protože v nich jsou započítány například roční licence na provoz SW vybavení.

Fázové TCO - Modelová ukázka				
	POČET	JEDNOTKOVÁ CENA	CENA CELKEM	NÁVRATNOST
Fáze výstavby				
Dokumentace	1	350 000,00 Kč	350 000,00 Kč	1 rok
Zajištění dokumentace	1	200 000,00 Kč	200 000,00 Kč	
Poplatky	1	150 000,00 Kč	150 000,00 Kč	
Prostory	1	11 050 000,00 Kč	11 050 000,00 Kč	5 let
Nájem	1	10 000 000,00 Kč	10 000 000,00 Kč	
Stavební úpravy	1	800 000,00 Kč	800 000,00 Kč	
Úpravy rozvodů	1	250 000,00 Kč	250 000,00 Kč	
Technické vybavení	1	2 150 000,00 Kč	2 150 000,00 Kč	5 let
Zabezpečení EZS	1	200 000,00 Kč	200 000,00 Kč	
Protipožární systém EPS	1	350 000,00 Kč	350 000,00 Kč	
Vzduchotechnika a chlazení	1	700 000,00 Kč	700 000,00 Kč	
Záložní napájení	1	900 000,00 Kč	900 000,00 Kč	
VÝSTAVBA CELKEM			13 550 000,00 Kč	
Fáze instalace				
Technologické zázemí	1	51 042 000,00 Kč	51 042 000,00 Kč	5 let
Full 42U Rack	3	17 014 000,00 Kč	51 042 000,00 Kč	
Blade Enclosure	2	6 880 000,00 Kč	13 760 000,00 Kč	
Blade Server Enclosure	1	400 000,00 Kč	400 000,00 Kč	
FEX 8x10Gb	2	30 000,00 Kč	60 000,00 Kč	
Brocade 16x16Gb	2	450 000,00 Kč	900 000,00 Kč	
Blade Servers	16	345 000,00 Kč	5 520 000,00 Kč	
Blade	1	130 000,00 Kč	130 000,00 Kč	
NIC 10Gb	2	10 000,00 Kč	20 000,00 Kč	
FC 8Gb	2	8 000,00 Kč	16 000,00 Kč	
Vmware vSphere per CPU	2	89 500,00 Kč	179 000,00 Kč	
Storage Array	1	2 754 000,00 Kč	2 754 000,00 Kč	
Controller	1	180 000,00 Kč	180 000,00 Kč	
Police 2.5"	2	420 000,00 Kč	840 000,00 Kč	
Police 3.5"	1	260 000,00 Kč	260 000,00 Kč	
OS	1	40 000,00 Kč	40 000,00 Kč	
Support	1	30 000,00 Kč	30 000,00 Kč	
Capacity	1	1 404 000,00 Kč	1 404 000,00 Kč	
SSD	12	35 000,00 Kč	420 000,00 Kč	
SAS	36	15 000,00 Kč	540 000,00 Kč	
NL-SAS	24	18 500,00 Kč	444 000,00 Kč	
SW Support	1	150 000,00 Kč	150 000,00 Kč	
HW Support	1	350 000,00 Kč	350 000,00 Kč	
INSTALACE CELKEM			51 042 000,00 Kč	

Fáze spuštění				
Spuštění a konfigurace	1	35 000,00 Kč	35 000,00 Kč	1 rok
Síťové prvky	1	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč	
Servery	1	25 000,00 Kč	25 000,00 Kč	
Diagnostika	1	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	1 rok
Zátěžové testování	1	50 000,00 Kč	50 000,00 Kč	1 rok
SPUŠTĚNÍ CELKEM			105 000,00 Kč	
Fáze provozu				
Energie	1	630 000,00 Kč	630 000,00 Kč	1 rok
Technologie	3	150 000,00 Kč	450 000,00 Kč	
Chlazení	1	80 000,00 Kč	80 000,00 Kč	
Ostatní	1	100 000,00 Kč	100 000,00 Kč	
Monitoring a údržba	1	900 000,00 Kč	900 000,00 Kč	1 rok
Lidské zdroje	2	350 000,00 Kč	700 000,00 Kč	
Zázemí	1	200 000,00 Kč	200 000,00 Kč	
Audity	2	50 000,00 Kč	100 000,00 Kč	5 let
PROVOZ CELKEM			1 630 000,00 Kč	

Obrázek 7.3: Ukázka výpočtu Fázového TCO

7.5. Kritické prvky realizace

a) Propoččet celkových nákladů

Při návrhu a realizaci centra se nestačí zaměřit pouze na investiční náklady. Do plánování musí být zahrnuty i náklady na provoz a údržbu celé infrastruktury. Nesmíme opomíjet důležitost zahrnout do výpočtu návratnosti investice také veškeré provozní náklady dle předpokládané doby provozu na kterou je návrh realizován, a to i včetně výdajů na údržbu. Nutné je tedy zaměřit se na tři parametry celkového rozpočtu: kapitálové výdaje, provoz a údržba a náklady na energie.

b) Podceněné odhady

Další častou chybou bývá již samotný nízký odhad rozpočtu na výstavbu datacentra. Při podcenění odhadu při realizaci projektu dochází ke zpožděním vinou nedostatečné přípravy nebo nižšího rozpočtu což se následně může ještě prohloubit na smluvních pokutách pokud je centrum realizováno pro zákazníka.

c) Nesprávné nastavení kritérií a výkonových charakteristik

Opačným problémem se podobným efektem je předimenzování datacentra. Do nákladů se negativně promítne stav, kdy se úroveň designu a cílová energetická kapacita

neshodují s reálnými obchodními potřebami klienta i poskytovatele služeb. Je proto důležité vytvořit správná konstrukční kritéria a funkční vlastnosti a teprve pak řešit investiční a provozní výdaje.

d) Priorita stanovení kritérií

Provozovatelé často chybují, když nejprve hledají vhodné místo a teprve pak řeší, co by mělo jejich datové centrum splňovat. Postup by měl být opačný, tedy stanovit si kritéria a pak podle nich hledat vhodné místo. Jinak hrozí, že se realizace projektu značně prodraží.

e) Prostorové plánování

Jednotlivé komponenty datacentra vyžadují dostatečný prostor, proto je klíčové se už ve fázi výstavby zaměřit nad efektivním využitím plochy i z hlediska budoucího využití momentálně nevyužitých ploch.

f) Projektování do slepé uličky

Dalším nebezpečným s často schovaným problémem může být tzv. „projekt slepé uličky“ tedy že při potřebě změny nebo rozšíření musí mít datacentrum možnost se adaptovat. Jako klíč k dlouhodobému úspěchu se považuje využití modulární a flexibilní konstrukce spolu s uvažováním nad nutností budoucího rozšíření – zákazník může kdykoliv přijít s žádostí o rozšíření související kapacity.

g) Složitost konstrukce

Příliš vysoké nároky na redundanci u nekritických částí vedou ke zbytečné komplikovanosti celého datacentra, což může ovlivnit úspěch a dobu jeho realizace. Složitost související s využitím více zařízení a komponent přináší riziko vyšší míry poruchovosti a zvyšuje také provozní rizika (lidské chyby) s ním spojené. Druhotným a nežádoucím efektem je pak exponenciální nárůst provozních nákladů na údržbu, které se mohou negativně promítnout do celkové efektivnosti a návratnosti projektu.

h) Chybějící havarijní postupy

Už během plánování a výstavby je nutné myslet na všechny reálné kritické scénáře, tedy nejen výpadek elektřiny ale i požár či záplavy. Chybějící postupy a zálohy pro řešení

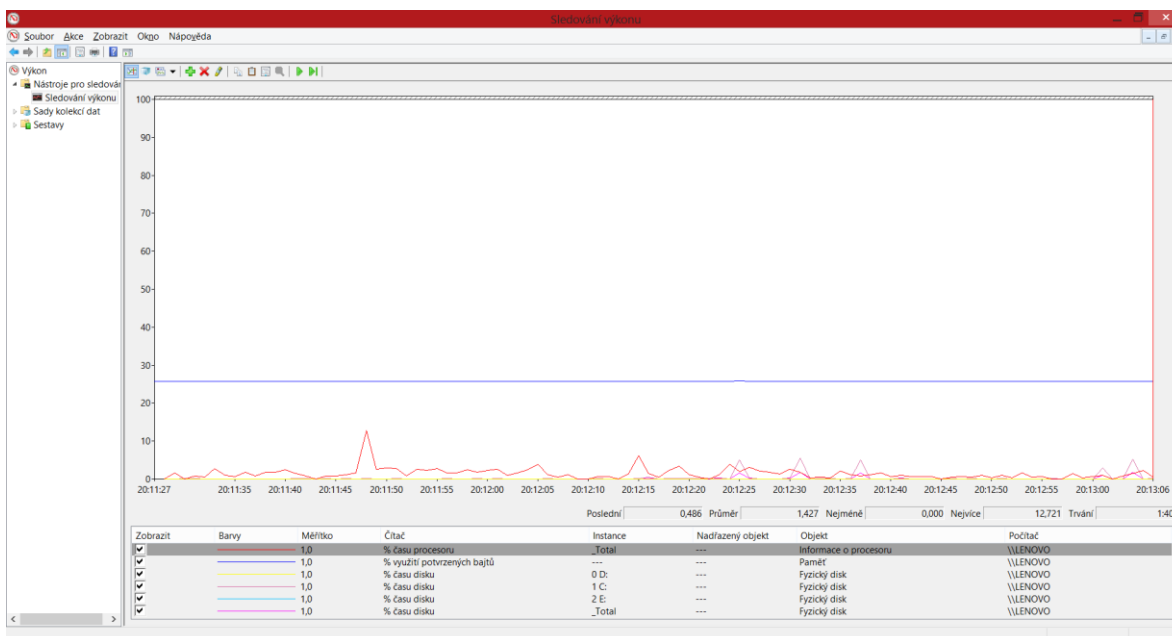
těchto nečekaných situací mohou vést nejen ke ztrátě dat klientů ale i poškození celého jména společnosti. [21]

8. Řešení privátního cloudu

8.1. Zjištění požadavků

a) Sbírání dat pomocí monitoringu

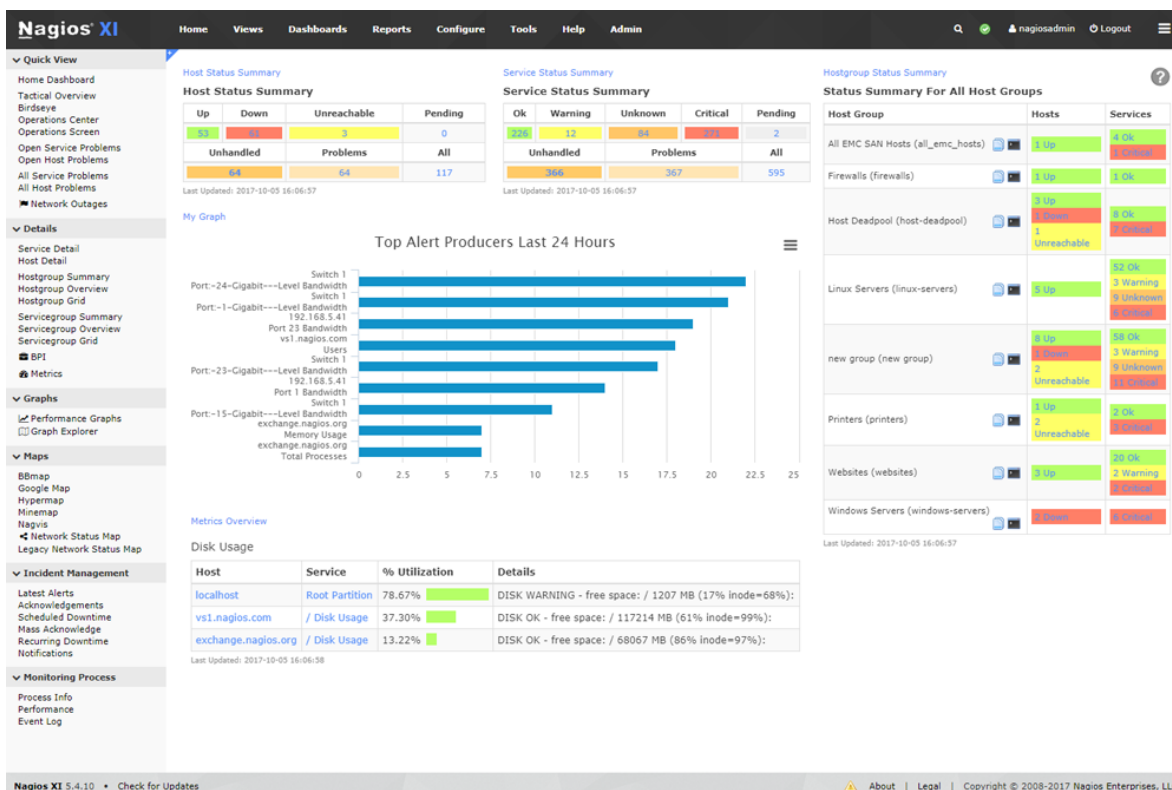
V případě, že klient uvažuje o přechodu z existujícího on-premise řešení na virtuální je velmi vhodné nasazení monitoringu, pokud ho již zákazník nevyužívá. Tímto způsobem bude po dobu několika dnů či týdnů, v závislosti na typu využití a provozovaných službách, zaznamenáváno využívání veškerých systémových prostředků pro pozdější analýzu a možnost vytvoření co nejvýhodnějšího řešení pro zákazníka. Ten tak získá nejen přehled o skutečném využití, ale lze odhalit například i nečekané špičkové využití (zahraniční požadavky, automatická údržba serveru apod), které by při nevhodném počátečním návrhu mohlo způsobit nestabilitu či nedostupnost služeb zákazníka. V případě serverů běžícím na operačním systému Microsoft Windows Server lze využít pro monitoring a logování výkonu již existující utilitu „Performance monitor“ (perfmon.exe). Ten umožňuje zaznamenávání nejen například využití procesoru, operační paměti a činnost disku, ale i veškerých běžících procesů a služeb na pozadí.



Obrázek 8.1: Okno Microsoft Windows Performance monitor

Pokud zákazník provozu několik serverů zároveň, je výhodnější využít možnosti centralizovaného monitoringu se sbíráním dat o využití systémových zdrojů. Centralizované řešení poskytne nejen kompletní obraz o stavu a využití jednotlivých stanic ale i další cenné informace užitečné k optimalizaci návrhu cloudového řešení. Monitorovacích nástrojů existuje nepřeberné množství a to nejen placených (např. Nagios či OPS Monitor), ale i freeware nebo open source (Prometheus), tedy jeho nasazení pro zákazníka nemusí znamenat vůbec žádnou finanční zátěž.

Nespornou výhodou, kterou moderní monitorovací řešení nabízí jsou i funkce dopředného plánování kapacit, která přímo na základně historie využití zdrojů a jejím trendu poskytne doporučení k dimenzování řešení pro zákazníka.



Obrázek 8.2: Rozhraní Nagios XI [22]

b) Poptávkový formulář

Druhou možností pro zákazníka je vyplnit poptávkový formulář, kde přímo uvede, jaký počet virtuálních strojů požaduje a s jakými systémovými zdroji. Zásadní výhodou tohoto řešení je okamžitá možnost reakce poskytovatele na poptávku, její nacenění a případné uvedení do provozu. Naopak nevýhodou může být, pokud si zákazník není plně vědom svých požadavků, riziko podcenění nebo naopak nevyužití dostupnosti systémových zdrojů. Příklad poptávkového formuláře je uveden níže.

VM Details												
VM	vCPU	vRAM	vNIC	Guest OS		vHDD				Backup		Retention
Hostname	(cores)	(GB)		Family	Version	No.	size (GB)	Tier	Mode	Type	Frequency	Days
CZ1	8	8	1 Gbit	Windows	2008 R2	1	500	Silver	Persistent	No Backup	N/A	N/A
CZ2	8	8	1 Gbit	Windows	2008 R2	1	500	Silver	Persistent	No Backup	N/A	N/A
SK1	8	8	1 Gbit	Windows	2008 R2	1	500	Silver	Persistent	No Backup	N/A	N/A
SK2	8	8	1 Gbit	Windows	2008 R2	1	500	Silver	Persistent	No Backup	N/A	N/A
DB1	6	24	1 Gbit	Linux	EL 6	1	100	Silver	Persistent	No Backup	N/A	N/A
DB2	6	24	1 Gbit	Linux	EL 6	1	100	Silver	Persistent	No Backup	N/A	N/A
Mail	4	8	1 Gbit	Windows	2008 R2	1	300	Silver	Persistent	Full Backup	Daily	30

System Summary						
No. VM	vCPU	vRAM	vHDD	System name	Guarantee	System info
7	48	88	2500	Client ABC		

Tabulka 8.1: Příklad poptávkového formuláře

Formulář obsahuje všechny zásadní informace jako je:

- Počet virtuálních strojů
- Požadovaný počet vCPU a vRAM pro jednotlivé stroje
- Velikost a typ úložiště
- Jaký OS bude hostován
- Způsob zálohování, její četnost a doba uchování

8.2. Hlavní přínosy pro zákazníka

a) Redukce počtu fyzických serverů

Přechodem na cloudové řešení a virtualizaci současného fyzického zázemí lze velmi významně ušetřit nejen za samotný provoz ale i veškeré ostatní související výdaje.

b) Redukce provozních nákladů z hlediska IT

Provoz běžného on-premise řešení u zákazníka vyžaduje mít přítomnost vyškoleného personálu pro zajištění jeho provozu, které zákazníka stojí nemalé částky. V případě outsourcingu této služby, je zásadní nevýhodou pro zákazníka doba zásahu v případě poruchy. Přenosem do cloudu je zajištěna bezpečnost provozu přímo u poskytovatele.

c) Snížení spotřeby el. energie

Přenesením infrastruktury do cloudového řešení samozřejmě i zásadním způsobem sníží náklady na elektrickou energii a to nejen za provoz samotných severů ale například i chlazení, ventilace a dalších spojených náklad.

d) Menší náklady na provoz infrastruktury

Veškeré náklady na zasíťování a provoz serverů přímo u zákazníka jsou eliminovány, tedy nákup a provoz switchů, routerů, jejich konfigurace, zapojení strukturované kabeláže a i následná údržba.

e) Možné snížení nákladů na pronájem prostor

Pokud zákazník dosud využíval pronajaté prostory pro provoz serverového zázemí, může tento náklad významně eliminovat.

f) Zvýšení spolehlivosti

Provoz v cloudu pro zákazníka poskytuje zcela nové možnosti zajištění spolehlivosti, díky dimenzování infrastruktury u poskytovatele pro kritické scénáře a redundanci lze velmi často zajistit mnohem vyšší spolehlivost než by bylo možné u on-premise řešení.

g) Žádné či minimální náklady na zajištění záložního řešení

Jednou z nejzásadnějších položek, které zákazník často nebere v potaz je právě zajištění záložního řešení v případě poruchy. Pokud zde existuje požadavek na co nejrychlejší obnovu, zpravidla to vyžaduje zakoupení a provoz redundantního serveru (což má opět vliv na všechny ostatní aspekty), zajištění dostupnosti obsluhy pokud dojde k neočekávané situaci což vyžaduje vyložení vysokých nákladů.

h) Efektivnost využití systémových zdrojů

Díky cloudovému řešení, může zákazník velmi flexibilně využívat dostupných systémových zdrojů pro různé virtuální stroje. Stejně tak v případě požadavku na zvýšení množství těchto zdrojů, je obvykle možné velmi pružně reagovat a pomocí škálování je prakticky okamžitě zákazníkovi dodat.

i) Snížení dopadů odstávky systému

Nespornou výhodou pro zákazníka je snaha o zajištění maximální dostupnosti ze strany poskytovatele služeb (aby nedošlo k porušení SLA ujednání). Jakoukoli odstávku tak zákazník obvykle vůbec nepocítí, jelikož dojde k přesunu jeho virtuálních strojů na jiné fyzické zařízení a i pokud by bylo nutné dočasně přerušit možnost využívání služeb poskytovatele, obvykle je o tom zákazník v předstihu informován.

j) Rychlé uvedení do provozu

Od stvrzení poptávky a sepsání smluvní dokumentace lze celé řešení spustit obvykle do několika hodin max. dnů, což je zcela nesrovnatelné oproti klasické výstavbě a zavedení on-premise u zákazníka.

8.3. Výpočet jednotkových nákladů na alokaci

Nejdůležitějším aspektem při poskytování cloudových služeb, je správné nacenění jednotlivých virtualizovaných prostředků (vCPU, vRAM atp.), níže je představen cenový rozpis realizace datového centra obsahujícího tři plně obsazené 42U racky, každý obsahující dvě enclosure pro 16 blade („žiletkových“) serverů spolu s úložištěm. Celkem tedy bude k dispozici 96 blade serverů. Jednotlivé ceny serverů a dalších komponent byly převzaty a zaokrouhleny z oficiálních stránek HP Enterprise [23], VMware, NetApp jakožto výchozí částky pro výpočet. Vzhledem k faktu, že v podnikové sféře jsou ceny obvykle smluvní v závislosti na velikosti zakázky, je nutné brát v potaz určitý cenový rozptyl.

DataCenter alokace	qty	jednotková cena	celková cena
Full 42U Rack + SW + fixed cost (3Y compute & storage capacity)	3	18 441 000 Kč	55 323 000 Kč
Full 42U Rack + SW + fixed cost (3Y Compute capacity)	3	13 815 000 Kč	41 445 000 Kč
vCenter licence (1.-3.Y)	1	10 000 Kč	10 000 Kč
Výstavba	1	300 000 Kč	300 000 Kč
HP HW support (4.-5.Y)	1	350 000 Kč	350 000 Kč
Impl. a config support (TU)	1	150 000 Kč	150 000 Kč
			56 133 000 Kč

42U Rack (2x enclosure)	qty	jednotková cena	celková cena
42U Racks (3y)	1	55 000 Kč	55 000 Kč
Blade Enclosure (3y)	2	6 880 000 Kč	13 760 000 Kč
Storage Array A (3y)	1	2 754 000 Kč	2 754 000 Kč
Storage Array B (3y)	1	1 872 000 Kč	1 872 000 Kč
			18 441 000 Kč

Enclosure (16x servers)	qty	jednotková cena	celková cena
Blade Servers (full rack) + SW (3y)	16	345 000 Kč	5 520 000 Kč
Blade Enclosure (3y)	1	400 000 Kč	400 000 Kč
FEX 8x10Gb	2	30 000 Kč	60 000 Kč
Brocade 16x16Gb	2	450 000 Kč	900 000 Kč
Uplink Gbps	40	- Kč	- Kč
			6 880 000 Kč

Tabulka 8.2: Výpočet jednotkových nákladů

Rozpočet nákladů na jednotlivé blade servery již počítá s plným obsazením CPU socketů (2x8 jader) a polovičním zaplnění RAM slotů (8x32GB modulů) s možností budoucího upgradu na 16x32GB, popř. až na 2TB při plné výměně za 128GB moduly. Příkladem takového blade serveru je například HPE ProLiant BL460c Gen9, použité procesory pak patří do rodiny Intel® Xeon® E5-2600 v3 resp v4 s maximální možnou frekvencí až 3.5GHz.

Blade server (1x server)	qty	jednotková cena	celková cena
Blade Server (3yr NBD); Support; StartUP	1	130 000 Kč	130 000 Kč
VMw vSphere EntPlus 1P 1yr E-LTU per CPU	2	70 000 Kč	140 000 Kč
VMw vSphere EntPlus 1P 2;3yr E-LTU per CPU	2	19 500 Kč	39 000 Kč
NIC 10Gb	2	10 000 Kč	20 000 Kč
FC 8Gb	2	8 000 Kč	16 000 Kč
<i>CPU per blade</i>	<i>2</i>		345 000 Kč
<i>Cores per CPU</i>	<i>8</i>		
<i>Koeficient hyperthreading</i>	<i>2</i>		
<i>RAM (8x32GB server)</i>	<i>256</i>		
<i>Overcommit vCPU/CPU</i>	<i>2,0</i>		
<i>Koeficient vSLOT (vRAM/vCPU)</i>	<i>4,0</i>		

Tabulka 8.3: Výpočet jednotkových nákladů blade serveru

Další částí tabulky je rozpočet nákladů na alokaci úložiště, každý ze tří plných racků obsahuje diskový řadič spolu s úložným řešením pro jednotlivé disky. Disky jsou rozděleny do tří kategorií, a to SSD jakožto nejrychlejší a nejvýkonnější dostupná varianta, dále SAS (Serial Attached SCSI) disky poskytující dobrý výkon za přijatelnou cenu a na závěr NL-SAS (Near-line SAS) což je řešení na úrovni SATA disků ovšem se SAS rozhraním, vhodné je tak především pro uchovávání velkého množství dat bez požadavku na zvlášť rychlý přístup.

Storage Array A (1x rack)	qty	jednotková cena	celková cena
Controller	1	180 000 Kč	180 000 Kč
Operating System	1	40 000 Kč	40 000 Kč
Police 2,5"	2	420 000 Kč	840 000 Kč
Police 3,5"	1	260 000 Kč	260 000 Kč
Raw Capacity	1	1 404 000 Kč	1 404 000 Kč
PartnerChoice Software Extended Warranty (5 year)	1	30 000 Kč	30 000 Kč
			2 754 000 Kč

Storage Array A (Raw Capacity)	qty	qty RAID	kapacita (TB)	jednotková cena	celková cena
SSD	12	3	0,8	35 000 Kč	420 000 Kč
SAS	36	10	1,2	15 000 Kč	540 000 Kč
NL-SAS	24	3	6	18 500 Kč	444 000 Kč
					1 404 000 Kč

Storage Array B (1x rack)	qty	jednotková cena	celková cena 1x rack
Controller	1	32 000 Kč	32 000 Kč
Operating System	1	275 000 Kč	275 000 Kč
Police 2,5"	2	50 000 Kč	100 000 Kč
Police 3,5"	1	52 000 Kč	52 000 Kč
Raw Capacity	1	1 872 000 Kč	1 872 000 Kč
Service support 5x8h NBD (5 year)	1	197 300 Kč	197 300 Kč
			2 528 300 Kč

Storage Array B (Raw Capacity)	qty	qty RAID	kapacita (TB)	jednotková cena	celková cena 1x rack
SSD	24	11	0,8	30 000 Kč	720 000 Kč
SAS	48	12	1,2	14 500 Kč	696 000 Kč
NL-SAS	24	6	6	19 000 Kč	456 000 Kč
					1 872 000 Kč

Tabulka 8.4: Výpočet jednotkových nákladů úložiště

Jednotkové náklady získáme nejprve sumarizací celkové kapacity datového centra, v tomto případě bude k dispozici 6144 virtuálních jader získaných z 1536 fyzických pomocí využití Hyper-Threadingu a nastavením overcommitu na hodnotu 2. Celková dostupná operační paměť je 24576 GB a overcommit v tomto případě využit nebyl. Poměr vCPU/vRAM tedy je 4 a znamená, že na každé virtuální jádro bude k dispozici 4 GB operační paměti, tento poměr tvoří základ vSlotu pro škálování. Jednotková cena vSlotu již započítává všechny náklady včetně HW podpory apod. a lze s ní tedy počítat přímo pro porovnání.

Kapacita datacentra:		Jednotkové náklady:	
RAM (GB)	24576	RAM (GB)	1 375 Kč
CPU (cores)	1536	CPU Core	5 396 Kč
CPU (vCPU)	6144	vCPU	1 375 Kč
Uplink (Gbps)	240	vSLOT	6 877 Kč
Kapacita (vSLOT)	6144	Bronze/SATA B (TB)	5 741 Kč
SSD A kapacita (TB)	21,6	Silver/SAS A (TB)	38 942 Kč
SAS A kapacita (TB)	93,6	Gold/SAS B (TB)	23 707 Kč
NL-SAS A kapacita (TB)	378	Platinum/SSD B (TB)	85 007 Kč
SSD B kapacita (TB)	31,2	Backup/SATA B (TB)	5 741 Kč
SAS B kapacita (TB)	129,6	NAS/SATA A (TB)	8 278 Kč
NL-SAS B kapacita (TB)	324		

Tabulka 8.5: Kapacita a jednotkové náklady

8.4. Porovnání nákladů on-premise vs. cloud

Pro porovnání výhodnosti cloudového řešení vypočteme nákladnost realizace řešení on-premise u zákazníka. Jako vzorový příklad byla použita poptávka z Tabulky 8.1, veškeré jednotkové ceny opět byly převzaty a zaokrouhleny z oficiálních stránek HP Enterprise [23]. Základ tvoří 7 serverů HPE ProLiant DL360 Gen10 v základní konfiguraci osazených 8mi jádrovým procesorem Intel® Xeon® 4110 a 16GB RAM. Vzhledem ke specifikacím v poptávce bylo nutné u dvou serverů provést navýšení operační paměti a u pěti rozšířit základní 300GB SAS úložiště. Dále je v nákladech zohledněno například pořízení licencí či instalace a zprovoznění. V žádném případě však nelze opomenout náklady na provoz z hlediska spotřeby energie a chlazení, které jsou nezanedbatelnou položkou a často je přehlížena při porovnávání. Naopak v tomto případě není počítáno například s IT podporou, konektivitou a dalšími položkami, jelikož ty budou vzaty v úvahu v navrhnutém kalkulátoru dále.

Náklady on-premise	qty	Jednotková cena	Celková cena
Pořizovací náklady			
Server (3 roky podpora)	7	55 000,00 Kč	385 000,00 Kč
HW Podpora (+2 roky)	7	40 000,00 Kč	280 000,00 Kč
Rozšíření úložiště	5	7 000,00 Kč	35 000,00 Kč
Rozšíření RAM	2	8 000,00 Kč	16 000,00 Kč
Licence OS	5	15 000,00 Kč	75 000,00 Kč
Rack (42U)	1	25 000,00 Kč	25 000,00 Kč
Konektivita	7	10 000,00 Kč	70 000,00 Kč
Montáž a instalace	1	50 000,00 Kč	50 000,00 Kč
Provozní náklady			
Elektřina (5 let)	1	240 000,00 Kč	240 000,00 Kč
Chlazení (5 let)	1	200 000,00 Kč	200 000,00 Kč
			1 376 000,00 Kč

Tabulka 8.6: Zjednodušené náklady poptávky on-premise

Pro vzorové porovnání provedeme výpočet nákladů na alokaci zdrojů v cloudovém řešení dle stejných požadavků jako v předchozím řešení. Dle principu rovnoměrného využití zdrojů je výchozí hodnotou nejmenší možný počet alokovaných vSlotů, v tomto případě je tedy klíčem počet virtuálních CPU stanovených celkem dle poptávky na 48.

Náklady cloud	qty	Jednotková cena	Celková cena
vCPU	48	1 375,00 Kč	
vRAM	88	344,00 Kč	
vSlot (zahrnuje vCPU i vRAM)	48	6 877,00 Kč	330 096,00 Kč
Gold/SAS B (TB)	2	23 707,00 Kč	47 414,00 Kč
Platinum/SSD B (TB)	0,5	85 007,00 Kč	42 503,50 Kč
Backup/SATA B (TB)	0,6	5 741,00 Kč	3 444,60 Kč
Provozní náklady (5 let)	48	5 000,00 Kč	240 000,00 Kč
			663 458,10 Kč

Tabulka 8.7: Zjednodušené náklady poptávky on-demand

Již na první pohled je zcela patrný zásadní cenový rozdíl ve prospěch cloudového řešení, kde rozdíl nákladů činí více než 51%. I přesto, že tato částka je pouze orientační vyčíslení přímých nákladů na pořízení či alokaci zdrojů bez započtení marží a další nákladů spojených s provozem, dává poskytovateli velmi široký prostor pro kreativní cenotvorbu a tím i možnostem individuálních řešení pro každou poptávku. Pro zákazníka je velmi zajímavým přínosem ve prospěch cloudu i obvykle financování ve formě měsíčních či ročních splátek, neznamena tak okamžitý a velmi vysoký počáteční výdaj jako u řešení on-premise, kde by zákazník musel sám řešit případné individuální splátkové financování formou bankovní půjčky.

8.5. Kalkulátor

Součástí práce také bylo vytvoření kalkulátoru umožňujícího přímé porovnání a vizualizace pořizovacích a provozních nákladů pro řešení On-Demand a On-Premise. Časový horizont, se kterým je v kalkulátoru počítáno byl stanoven na 5 let což je v současné době nejčastější období pro obměnu či vylepšení technologického zázemí. Zadáním vstupních a provozních nákladů na alokování resp. pořízení výpočetních kapacit získáme přehled nejen o celkových předpokládaných ročních nákladech, ale i jejich rozložení do hlavních kategorií, které jsou:

- a) Hardware a Infrastruktura
- b) Konektivita
- c) Software a licence
- d) Implementace
- e) Provoz a podpora
- f) Správa a údržba

Každá z těchto kategorií obsahuje položky specifické pro dané řešení (tedy On-Demand nebo On-Premise). Navíc v případě hostovaného řešení kalkulátor umožňuje automatické rozložení počátečních nákladů do plánovaného období včetně započítání případného navýšení kapacity. Tím je zajištěna flexibilita i v případě kdy zákazník plánuje budoucí rozšíření zázemí.

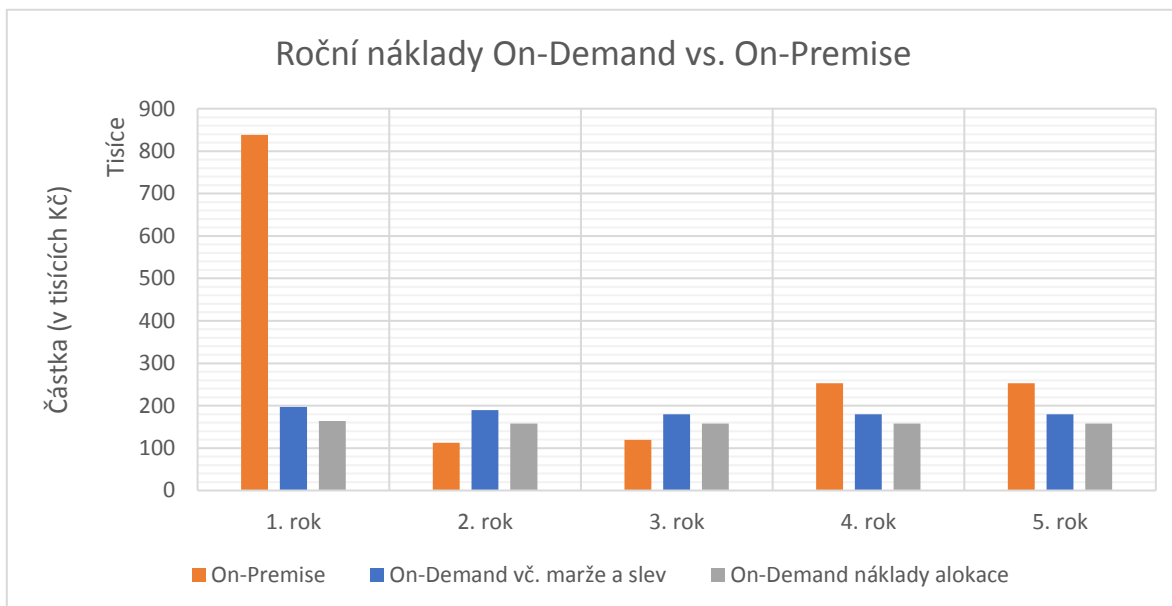
Řešení On-Demand/Cloud								
	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	Celkem	% z celku	
Hardware/Infrastruktura								
Výpočetní kapacita	330 096,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč		
Uložení	89 917,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč		
Rozložené roční náklady	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	420 013,00 Kč	52,8%	
...							0,0%	
Hardware/Infrastruktura celkem	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	84 002,60 Kč	420 013,00 Kč	52,8%	
Připojení								
Alokace konektivita	100 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč		
Rozložené roční náklady	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	100 000,00 Kč	12,6%	
...								
Připojení celkem	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	20 000,00 Kč	100 000,00 Kč	12,6%	
Software								
Licenční poplatky	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	0,0%	
...								
Software celkem	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	0,0%	
Implementace a nadstandardní služby								
Náklady na zavedení alokace	9 750,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč		
Rozložené roční náklady	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	9 750,00 Kč	1,2%	
Zaučení zákazníka	5 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	5 000,00 Kč	0,6%
Konzultace	1 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	1 000,00 Kč	0,1%
Implementace celkem	7 950,00 Kč	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	1 950,00 Kč	15 750,00 Kč	2,0%	
Správa a údržba								
Hardware & software upgrade	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	0,0%	
Náklady na administraci Cloudu	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	10 000,00 Kč	1,3%	
...								
Správa a údržba celkem	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	10 000,00 Kč	1,3%	
Provoz a Podpora								
Náklady na provoz	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	240 000,00 Kč	30,2%	
Náklady na podporu	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	2 000,00 Kč	10 000,00 Kč	1,3%	
...								
...								
Podpora celkem	50 000,00 Kč	50 000,00 Kč	50 000,00 Kč	50 000,00 Kč	50 000,00 Kč	250 000,00 Kč	31,4%	
Celkové roční náklady na alokaci								
	163 992,60 Kč	157 992,60 Kč	157 992,60 Kč	157 992,60 Kč	157 992,60 Kč	796 763,00 Kč		
Marže	20%	20%	20%	20%	20%			
Sleva	0%	0%	5%	5%	5%			
Celkové náklady pro zákazníka	196 743,12 Kč	189 543,12 Kč	180 065,96 Kč	180 065,96 Kč	180 065,96 Kč	926 484,13 Kč		
Kumulované náklady On-Demand	196 743,12 Kč	386 286,24 Kč	566 352,20 Kč	746 418,17 Kč	926 484,13 Kč			

Obrázek 8.3: Kalkulátor část On-Demand

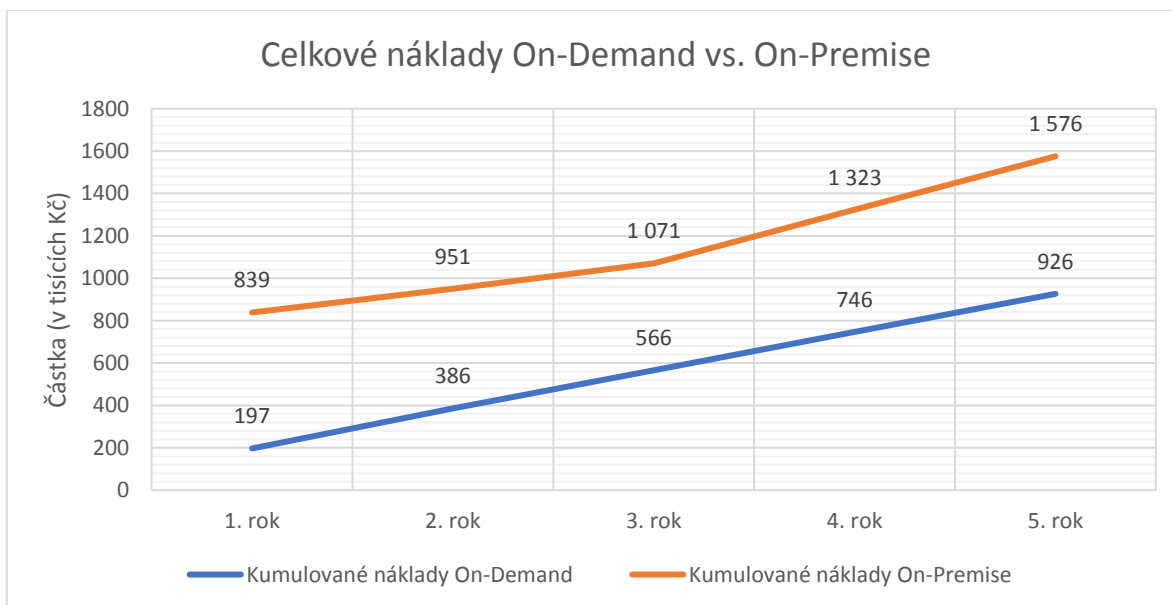
Řešení On-Premise						
	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	Celkem
Hardware/infrastruktura	Náklady na pořízení					
Výpočetní kapacita	385 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	385 000,00 Kč
Uložisté	35 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	35 000,00 Kč
Sítové prvky	70 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	70 000,00 Kč
Ostatní (racky, atp.)	25 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	25 000,00 Kč
Hardware/infrastruktura celkem	515 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	515 000,00 Kč
Připojení						
Kabeláž	20 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	20 000,00 Kč
Konektivita	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	47 500,00 Kč
Vzdálený přístup	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Připojení celkem	29 500,00 Kč	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	9 500,00 Kč	67 500,00 Kč
Software						
Licenční poplatky	75 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	75 000,00 Kč
Podpora software	25 000,00 Kč	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč	45 000,00 Kč
Software celkem	100 000,00 Kč	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč	5 000,00 Kč	120 000,00 Kč
Implementace						
Výstavba	30 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	30 000,00 Kč
Spuštění	20 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	20 000,00 Kč
Konzultace	10 000,00 Kč	- Kč	5 000,00 Kč	- Kč	- Kč	15 000,00 Kč
...	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Implementace celkem	60 000,00 Kč	- Kč	5 000,00 Kč	- Kč	- Kč	65 000,00 Kč
Správa a údržba						
Hardware & software upgrade	16 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	16 000,00 Kč
Hardware & software externí podpora	- Kč	- Kč	2 000,00 Kč	140 000,00 Kč	140 000,00 Kč	282 000,00 Kč
...	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Správa a údržba celkem	16 000,00 Kč	- Kč	2 000,00 Kč	140 000,00 Kč	140 000,00 Kč	298 000,00 Kč
Provoz a Podpora						
Náklady na elektřinu	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	48 000,00 Kč	240 000,00 Kč
Náklady na chlazení	40 000,00 Kč	40 000,00 Kč	40 000,00 Kč	40 000,00 Kč	40 000,00 Kč	200 000,00 Kč
IT Správa	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč	10 000,00 Kč	50 000,00 Kč
Externí podpora	20 000,00 Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	20 000,00 Kč
Ostatní náklady	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč	- Kč
Podpora celkem	118 000,00 Kč	88 000,00 Kč	88 000,00 Kč	88 000,00 Kč	88 000,00 Kč	510 000,00 Kč
Celkové roční náklady	838 500,00 Kč	112 500,00 Kč	119 500,00 Kč	252 500,00 Kč	252 500,00 Kč	1 575 500,00 Kč
Kumulované náklady On-Premise	838 500,00 Kč	951 000,00 Kč	1 070 500,00 Kč	1 323 000,00 Kč	1 575 500,00 Kč	1 575 500,00 Kč
						% z celku
						24,4%
						2,2%
						4,4%
						1,6%
						32,7%
						1,3%
						3,0%
						0,0%
						4,3%
						4,8%
						2,9%
						7,6%
						1,9%
						1,3%
						1,0%
						0,0%
						4,1%
						1,0%
						17,9%
						0,0%
						18,9%
						15,2%
						12,7%
						3,2%
						1,3%
						0,0%
						32,4%

Obrázek 8.4: Kalkulátor část On-Premise

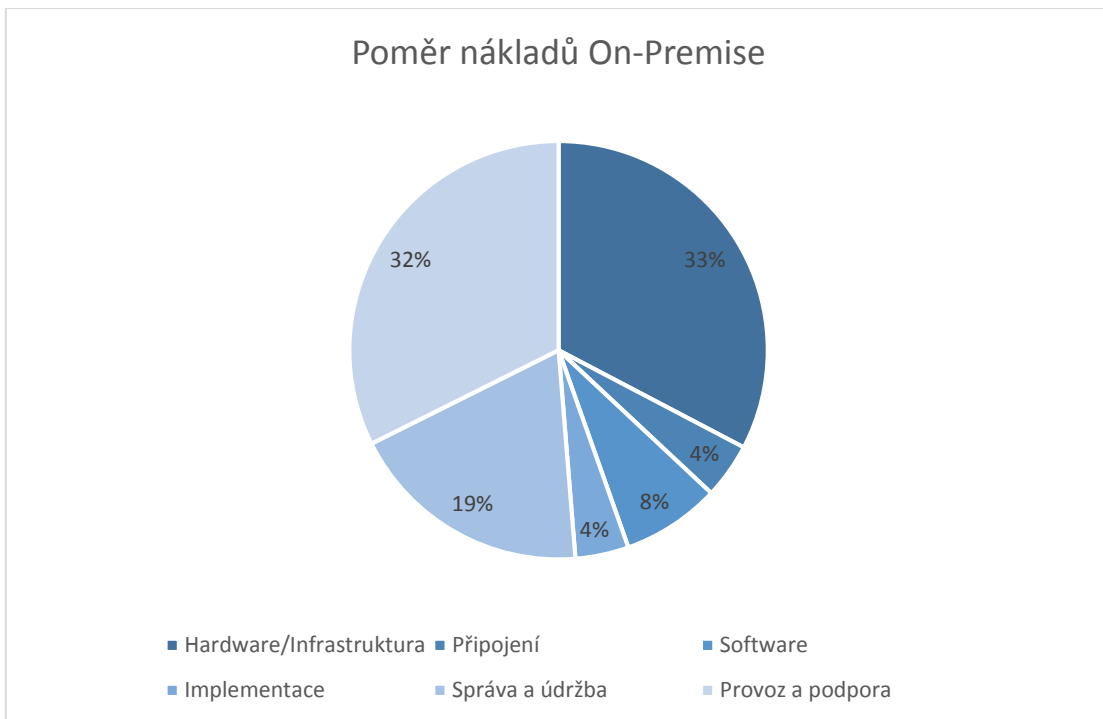
Výstupem z Kalkulátoru je nejen přehled o celkových nákladech pro jednotlivé kategorie a jejich rozložení v kontextu celého řešení, ale i soubor grafů jako přímá vizualizace výsledných úspor, které je možné prezentovat zákazníkovi.



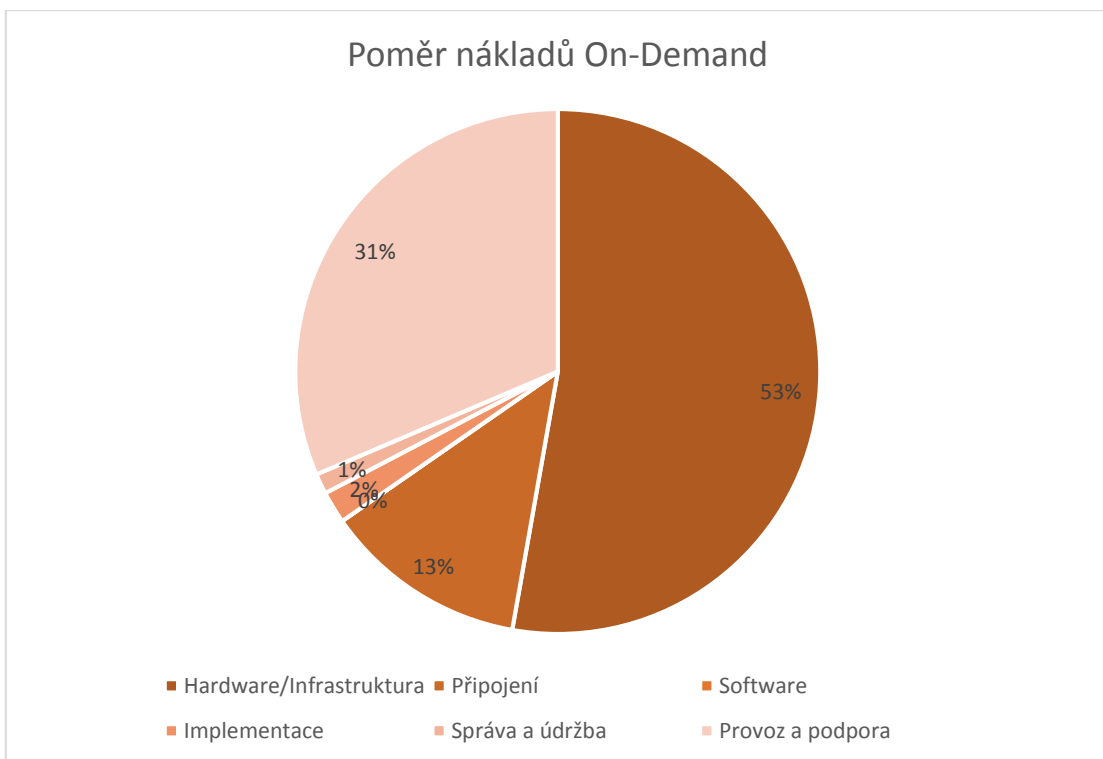
Obrázek 8.5: Výstupní graf kalkulátoru ročních nákladů



Obrázek 8.6: Výstupní graf kalkulátoru celkových nákladů



Obrázek 8.7: Výstupní graf kalkulátoru poměru nákladu On-Premise



Obrázek 8.8: Výstupní graf kalkulátoru poměru nákladu On-Demand

9. Závěr

V rámci této práce na téma dimenzování a plánování kapacit privátního cloudu jsem zjistil, že se jedná o problematiku velmi komplexní, ke které lze přistupovat mnoha různými způsoby. Nejprve jsem zjistil současný stav poskytovatelů na českém trhu, jejich parametry a prezentace nabídky těchto řešení a jak k ní přistupují z hlediska služeb pro zákazníky.

Další částí bylo vytvoření fázového TCO modelu, který by obsahoval veškeré důležité položky a finanční náklady, které mohou vyvstat při budování datacentra pro následné poskytování privátního cloudu. Fázový model oproti klasickému reflektuje postupy budování takového datacentra a je tak možné jej vytvářet resp. aplikovat již současně se stavbou a tím získat přehled o ekonomické situaci jednotlivých fází.

Následně výpočtem a stanovením jednotkových nákladů výpočetních zdrojů bylo možné vyčíslit náklady na alokaci zdrojů pro porovnání poptávky a vyjádřit tak výhodnost cloudového řešení v porovnání s klasickou metodou on-premise. K tomu slouží vytvořený kalkulátor, jehož cílem bylo právě poskytnutí možností pro přímé porovnání těchto dvou řešení a jejich vizualizace formou přehledných grafů (ročních nákladů, kumulovaných nákladů atp.).

Práce jako celek by tak měla poskytovat veškeré počáteční a potřebné informace pro zajištění realizace služeb privátního cloudu, metodické postupy pro výpočet kapacit, jejich nacenění a následné vytvoření nabídky na poptávku ze strany zákazníka.

10. Zdroje

- [1] Introduction To Virtualization [online]. [cit. 2017-11-09]. Dostupné z: <http://vmgate.com/introduction-to-virtualization/>
- [2] Server Consolidation [online]. [cit. 2017-11-10]. Dostupné z: <https://www.vmware.com/solutions/consolidation.html>
- [3] Server Consolidation [online]. [cit. 2017-11-10]. Dostupné z : <http://www.teknologysolutions.co.uk/server-roles/server-consolidation.html>
- [4] VMware ESXi [online]. [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: <https://www.vmware.com/products/esxi-and-esx.html>
- [5] An overview of VMware ESX server architecture [online]. [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: <https://www.ricohidc.com/kb/an-overview-of-vmware-esx-server-architecture/>
- [6] Architecture of VMware ESXi [online]. [cit. 2017-11-18]. Dostupné z: https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/techpaper/ESXi_architecture.pdf
- [7] Inside Microsoft's Hyper-V Windows 2008 virtualization architecture [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z: <https://searchservirtualization.techtarget.com/tip/Inside-Microsofts-Hyper-V-Windows-2008-virtualization-architecture-formerly-Viridian>
- [8] Cloud Computing [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: http://pbwcz.cz/cloud_computing.html
- [9] Who Manages Cloud IaaS, PaaS, and SaaS Services [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://mycloudblog7.wordpress.com/2013/06/19/who-manages-cloud-iaas-paas-and-saas-services/>
- [10] Výhody a nevýhody Cloud Computingu [online]. [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/230/07.html>

- [11] O2 Virtuální server [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: <https://www.o2.cz/firmy-a-organizace/it-reseni/virtualni-server/-a874#accordion-a2879-a2869>
- [12] Forpsi Cloud VPS Smart [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: <https://www.forpsi.com/virtual/>
- [13] Active24 Virtuální privátní servery (VPS) [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: <https://www.active24.cz/servery/virtualni-privatni-servery>
- [14] Zoner Cloud Server [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: <https://www.zonercloud.cz/produkty/cloud-server/>
- [15] Value Oriented Pricing [online]. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.mbaskool.com/business-concepts/marketing-and-strategy-terms/11215-value-oriented-pricing.html>
- [16] R. Harmon ; H. Demirkan ; B. Hefley ; N. Auseklis : Pricing Strategies for Information Technology Services [online]. ISBN: 978-0-7695-3450-3; ISSN: 1530-1605. [cit. 2018-02-26].
- [17] IBM Knowledge Center Vysoká dostupnost [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/cs/ssw_ibm_i_73/rzahg/rzahgha.htm
- [18] HP Enterprise: What are Data Center Tiers [online]. [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: <https://www.hpe.com/us/en/what-is/data-center-tiers.html>
- [19] About Data Centers [online]. [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: http://www.tia-942.org/content/162/289/About_Data_Centers
- [20] TCO Model visualisation [online]. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://pascalproject.com/features.html>
- [21] Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů [online]. Autoři: Davide Sartori (Centre for Industrial Studies [CSIL]), Hlavní autor; Gelsomina Catalano, Mario Genco, Chiara Pancotti, Emanuela Sirtori, Silvia Vignetti (CSIL); Chiara Del Bo (Università degli Studi di Milano). [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: http://web.opd.cz/wp-content/uploads/2015/08/CBA-Guide-Final-Report_CZ.pdf

- [22] Nagios XI [online]. [cit. 2018-09-20]. Dostupné z:
<https://www.nagios.com/products/nagios-xi/>
- [23] HP Enterprise Servers and Server Systems [online]. [cit. 2018-12-11]. Dostupné z:
<https://www.hpe.com/us/en/servers.html>