

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

**Moderní ICT - Cloud computing, volba vhodného řešení
ve vybraném prostředí**

Bc. Vojtěch Hartmann

© 2021 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Hartmann

Systémové inženýrství a informatika
Informatika

Název práce

Moderní ICT – Cloud computing, volba vhodného řešení ve vybraném prostředí

Název anglicky

Modern IT – Cloud computing, choice of appropriate solution in chosen environment

Cíle práce

Cílem práce je volba vhodného cloudového řešení v daném firemním prostředí. Na základě stanovených kritérií budou vybrány, porovnány a navrženy k využití optimální cloudové služby, pro zvolené firemní prostředí. Dílčím cílem je vysvětlení pojmu cloud computing, jeho využití a představení hlavních poskytovatelů cloudových řešení a jejich služeb. Dále bude práce obsahovat vyhodnocení více variant řešení a porovnání jejich silných a slabých stránek. Následovat bude volba daného optimálního řešení. V závěru budou formulována doporučení na základě získaných znalostí z teoretické části práce a použitých metod z části praktické.

Metodika

Teoretická část práce bude vypracována na základě studia vědecké a odborné literatury. Výsledky studia literatury budou použity pro definování odborných pojmů a stanovení kritérií pro porovnání vhodnosti využití řešení od různých poskytovatelů. Na základě stanovených kritérií bude provedeno vyhodnocení pro dané firemní prostředí a vybráno optimální řešení z hlediska technologického i cenového. Po zvážení předchozích kroků bude formulován závěr.

Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran

Klíčová slova

cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS

Doporučené zdroje informací

1. CROOKES, David. Cloud computing in easy steps. Leamington Spa, UK: Computer Step, 2012. ISBN 1840785322.
 2. SOSINSKY, Barrie A. Cloud computing bible. Chichester: John Wiley [distributor], 2011. ISBN 0470903562.
 3. SRINIVASAN, S. Cloud computing basics. New York: Springer, 2014. SpringerBriefs in electrical and computer engineering. ISBN 9781461476986.
 4. VELTE, Anthony T., Toby J. VELTE a Robert C. ELSENPETER. Cloud Computing: praktický průvodce. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3333-0.
 5. MITCHELL, David. Cloud atlas. London: Sceptre, 2003. ISBN 0340833203
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 27. 8. 2020

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Moderní ICT - Cloud computing, volba vhodného řešení ve vybraném prostředí" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jiří Vaněk, Ph. D za vedení diplomové práce.

Moderní ICT - Cloud computing, volba vhodného řešení ve vybraném prostředí

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na trend poslední doby, kterým je cloud computing. Práce se zabývá výběrem nabídek hlavních poskytovatelů cloud computingu pro podnik, který se věnuje tvorbě a pronájmu e-shopů.

Teoretická část vymezuje pojem cloud computing, zmiňuje krátkou historii a popisuje rozdělení podle distribučních modelů a modelů nasazení. Velký důraz je kladen na klady a zápory cloud computingu a také na jeho bezpečnost. Na závěr teoretické části jsou vymezeny základy jednoduché finanční analýzy z důvodu její role v praktické části.

Praktická část se zabývá nejdříve definováním metodiky výběru optimálního cloudového řešení. Následuje představení poskytovatelů, jejich silných a slabých stránek, nabídek virtuálních serverů a jejich uložení. Následuje výběr optimálního řešení pomocí vícekritériální analýzy variant podle kritérií stanovených v metodice. Na závěr praktické části je pro podnik vydáno doporučení obsahující nejlepší variantu podle stanovené metodiky.

Klíčová slova: cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, cloudové služby, cloudové řešení, bezpečnost, parametry virtuálního serveru

Modern IT - Cloud computing, choice of appropriate solution in chosen environment

Abstract

The thesis is focused on the trend of recent years, which is cloud computing. The thesis aims for choice of offer from main cloud providers for company which is creating and renting e-shops.

Theoretical part defines cloud computing, mentions brief history, and describes breakdown by distribution models and deployment models. Great emphasis is placed on advantages and disadvantages of cloud computing and on security. At the end of theoretical part are defined basics of simple financial analysis due to importance in practical part

Practical part at first defines choice methodology of optimal cloud solution. Introduction of main providers follows and their advantages and disadvantages, their offer of virtual servers and data storage. Then follows the choice of optimal solution with multicriteria analysis of variants using criteria defined in the methodology. At the end of practical part is issued a recommendation for business including best variant according to the established methodology.

Keywords: cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, cloud services, cloud solution, security, parameters of virtual server

Obsah

1 Úvod.....	12
2 Cíl práce a metodika	13
2.1 Cíl práce	13
2.2 Metodika	13
3 Teoretická východiska	14
3.1 Historie.....	14
3.1.1 Definice.....	15
3.1.2 Základní charakteristiky	15
3.2 Komponenty.....	16
3.2.1 Klienti	16
3.2.2 Data centrum.....	17
3.2.3 Virtualizace.....	18
3.2.4 Běžně využívané formy virtualizace.....	20
3.3 Modely cloudových služeb	21
3.3.1 Software as a Service – SaaS	21
3.3.2 Platform as a Service (PaaS).....	22
3.3.3 Infrastructure as a Service (IaaS).....	23
3.4 Modely nasazení.....	24
3.4.1 Veřejný cloud.....	24
3.5 Privátní cloud	25
3.6 Hybridní cloud	25
3.7 Komunitní cloud.....	25
3.7.1 Výhody cloudu.....	26
3.7.2 Nevýhody cloudu.....	27
3.7.3 Bezpečnost.....	28
3.8 Certifikace cloudových služeb	31
3.8.1 CCSL – Seznam certifikačních schémat cloudu.....	32
3.9 CCSM – Schéma Metaframework certifikace cloudu	33
3.10 Definice velikosti podniků	33
3.10.1 Cloud computing v malých a střední podnicích	35
3.10.2 Finanční analýza	35
3.10.3 Metoda TOPSIS	37
4 Vlastní práce	38
4.1 Představení podniku	38
4.1.1 Ekonomické ukazatele	38
4.1.2 Zadání managementu.....	42

4.2	Metodika výběru.....	43
4.2.1	Parametry výběru:	43
4.3	Cloudové služby	45
4.3.1	Amazon Web Services	46
4.3.2	IBM Cloud	49
4.3.3	Microsoft Azure	53
4.3.4	Google Cloud Platform	56
4.4	Optimální varianta.....	59
5	Výsledky a diskuse	61
6	Závěr.....	62
7	Seznam použitých zdrojů.....	64
8	Přílohy	68

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Definice velikosti podniků.....	33
Tabulka 2 – VH.....	39
Tabulka 3 – Ukazatele likvidity	39
Tabulka 4 – Poměrové ukazatele zadluženosti	40
Tabulka 5 – Ukazatele rentability	41
Tabulka 6 – Ukazatele aktivity	41
Tabulka 7 – Parametry VS.....	45
Tabulka 8 – EC2 A1	47
Tabulka 9 – EC2 M6g.....	47
Tabulka 10 – EC2 M5.....	48
Tabulka 11 – AWS optimální instance	48
Tabulka 12 – AWS uložení	49
Tabulka 13 – Variable compute.....	50
Tabulka 14 – Balanced	51
Tabulka 15 – Balanced local storage	52
Tabulka 16 – IBM optimální instance	52
Tabulka 17 – IBM uložení	53
Tabulka 18 – BS	54
Tabulka 19 – Av2 Standard	55
Tabulka 20 – D2d – D64d v4.....	55
Tabulka 21 – MS Azure optimální instance	55
Tabulka 22 – MS Azure uložení	56
Tabulka 23 – E2 Standard.....	57
Tabulka 24 – N1 standard.....	58
Tabulka 25 – N2 standard.....	58
Tabulka 26 – GPC optimální instance	59
Tabulka 27 – GPC uložení	59
Tabulka 28 – optimální instance	60
Tabulka 29 – optimální uložení.....	60

1 Úvod

Díky pokroku v naší společnosti dochází neustále k vytváření nových technologií. V oboru informačních technologií platí toto tvrzení obzvlášť, protože tento obor prošel a prochází během posledních pár let velkými změnami. Výpočetní model došel od dávkového zpracování velký kus cesty. V tuto chvíli sice prozatím převládá výpočetní model typu klient/server, ale do povědomí se během posledních pár let čím dál tím více dostává cloud computing. V budoucnu pravděpodobně předchodí architektury zcela vytlačí.

Cloud computing je sám o sobě službou, jejíž základní myšlenkou je poskytování informačních prostředků skrz internet. Jeho další klíčovou vlastností je to, že zákazník platí pouze za to, co využívá.

Díky jeho vlastnostem začíná být využíván čím dál více běžnými uživateli, i firemními subjekty. Velká část podniků prozatím spoléhá z větší části na svá vlastní řešení a cloud computing využívá například jenom k posílání mailových zpráv. Postupně však pravděpodobně bude čím dál tím více podniků využívat cloud computing ve větší míře. Nejspíše se s plným nástupem cloud computingu bude jednat o další éru informačních technologií.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je volba vhodného cloudového řešení v daném firemním prostředí. Na základě stanovených kritérií budou vybrány, porovnány a navrženy k využití optimální cloudové služby pro zvolené firemní prostředí. Dílčím cílem je vysvětlení pojmu cloud computing, jeho využití a představení hlavních poskytovatelů cloudových řešení a jejich služeb. Dále bude práce obsahovat vyhodnocení více variant řešení a porovnání jejich silných a slabých stránek. Následovat bude volba daného optimálního řešení. V závěru budou formulována doporučení na základě získaných znalostí z teoretické části práce a použitých metod z části praktické.

2.2 Metodika

Teoretická část práce bude vypracována na základě studia vědecké a odborné literatury. Výsledky studia literatury budou použity pro definování odborných pojmů a stanovení kritérií pro porovnání vhodnosti využití řešení od různých poskytovatelů. Na základě stanovených kritérií bude provedeno vyhodnocení pro dané firemní prostředí a vybráno optimální řešení z hlediska technologického i cenového. Po zvážení předchozích kroků bude formulován závěr.

3 Teoretická východiska

3.1 Historie

Předchůdce cloud computingu je možné zaznamenat už v 70. letech minulého století, jednalo se o utilitní služby. Otcem této myšlenky byl John McCarthy, americký informatik, který položil kromě raných základů cloud computingu i základy umělé inteligence. Ten v roce 1961 prezentoval myšlenku sdílení počítačových technologií ve stejném smyslu, jako je sdílení například elektrické energie. Zajímavostí je, že v tom roce ještě nebyla k dispozici hardwarová ani softwarové virtualizace. (1)

Myšlenka sdílení počítačových technologií jako elektrické energie je založena na tom, že energie je potřeba v každé domácnosti a firmě, ovšem tyto subjekty si nepořizují vlastní elektrárnu. Jednu elektrárnu tedy využívá velké množství subjektů a připojují se k ní elektrickým vedením. Jednotlivé elektrárny jsou vzájemně propojeny pro případ, že by některá z nich nebyla v provozu nebo pro případ, že by došlo k výpadku elektrického vedení. Výpadek tedy koncový uživatel vůbec nezaznamená. Fakturace probíhá v pravidelných intervalech a pouze za to, kolik uživatel spotřeboval. Uživatel v rozvinutém světě bere elektřinu jako samozřejmost a očekává dostupnost vždy a odkudkoli. V době současných počítačů tedy rozumíme elektrárně jako datovému centru poskytovatele, elektrickým vedením jako internetu a spotřebiči jako koncovému zařízení uživatele. Fakturace v cloud computingu funguje stejně jako fakturace elektrické energie, fakturovaná částka je tedy pouze za spotřebované množství. (2)

Tato myšlenka ještě byla v roce 1966 rozšířena Douglasem Parkhillem v publikaci *The challenge of computer utility*.

Termín cloud computing poprvé zazněl v roce 1997 na přednášce Ramnatha Chellapa. Slovo Cloud znamená v anglickém jazyce oblak a vyjadřuje schématický obrázek infrastruktury poskytovatele. Oblak totiž v prostředí telekomunikací historicky vyjadřuje telekomunikační síť a v informatice se tak často znázorňuje internet. Slovo computing může znamenat činnost počítače od slova computer. (1)

3.1.1 Definice

Podle Národního institutu standardů a technologií (National Institute of Standards and Technology) je cloud computing všudypřítomný a pohodlný výpočetní model se síťovým přístupem na vyžádání ke sdílené skupině konfigurovatelných výpočetních zdrojů jako je síť, servery, uložení, aplikace a služby, které mohou být rychle poskytnuty s minimálním úsilím správce či interakcí poskytovatele služby.

Cloud computing musí také podle Národního institutu standardů a technologií splňovat několik základních charakteristik. (3)

3.1.2 Základní charakteristiky

Základní charakteristiky jsou:

1. Samoobslužnost na vyžádání
2. Přístup ze sítě odkudkoliv
3. Sdílení zdrojů nezávisle na lokalitě
4. Rychlá elasticita
5. Měřitelnost služby / zdrojů

1. Samoobslužnost na vyžádání

Cloud je autonomní a kdykoliv připravený k rychlé a automatické reakci na požadavky uživatele, který potřebuje více zdrojů, bez časové prodlevy a bez lidského zásahu ze strany poskytovatele. Uživatel má možnost kdykoliv si přizpůsobit nastavení služeb jeho potřebám a vždy má kontrolu nad tím, co využije. (2)

2. Přístup ze sítě odkudkoliv

Přístup ke cloudovým zdrojům je realizován po síti. Síť se nejčastěji myslí internet. Uživatel může ke zdrojům přistupovat díky rozšířeným standardům přes jakákoliv zařízení, která mu k němu umožňují přístup. Vývojáři přistupují nejčastěji přes rozhraní umožňující integraci s jiným softwarem, který se nazývá Application Programming Interface, zkráceně API. Jedná se o sbírku procedur, tříd a funkcí nebo protokolů nějaké knihovny, které jsou programátorovi k dispozici (2)

3. Sdílení zdrojů nezávisle na lokalitě

Zdroje jsou sdíleny mezi uživatele a nezávisí u nich na tom, kde jsou fyzicky umístěny. Je toho docíleno pomocí virtualizace hardwaru, ta zajišťuje, že se výpočetní zdroje spojí do jednoho velkého celku, který je možno dynamicky spravovat po stránce hardwaru i softwaru. To představuje velkou výhodu oproti běžným lokálním serverům, které nejsou příliš efektivní v přidělování zdrojů. Známým případem těchto nedostatků je například nedostatek uložení či využití procesoru na maximum. (2)

4. Rychlá elasticita

Cloud computing se vyznačuje velmi rychlou elasticitou prováděných operací. Elasticita je tak velká, že uživateli mohou být přiděleny určité zdroje okamžitě v závislosti na jeho poptávce. Uživateli se pak její výpočetní kapacity cloudu jako neomezené. Přestože kapacity omezeny jsou, úspěšně to před uživateli maskují právě velkou elasticitou. (2)

5. Měřitelnost služby / zdrojů

Pro dosažení úrovně transparentnosti pro uživatele i poskytovatele je využívání zdrojů monitorováno. Výsledky jsou následně zpracovávány. Stejně jako u spotřeby elektrické energie, platí uživatel pouze za to, co opravdu spotřeboval. Neplatí se tedy standardně fixní náklady na hardware a software, ale zpravidla variabilní náklady podle využívání služeb. (2)

3.2 Komponenty

Topologie cloud computingu obsahuje několik klíčových prvků, těmi jsou klienti, distribuované servery a datová centra.

3.2.1 Klienti

Označení klienti odpovídá klientům, kteří jsou součástí lokální sítě. Nejčastěji se jedná o pracovní stanice, ale může se jednat i o chytré telefony, tablety, notebooky a další chytrá zařízení, která mají přístup k internetu. S těmito zařízeními pracují koncoví uživatelé a manipulují a spravují s jejich pomocí svá data uložená na cloudu. Koncoví

uživatelé se mohou připojovat pomocí tenkých, tlustých či mobilních klientů. Trendem poslední doby jsou také nuloví klienti. Jedná se o klienty, kterým server poskytne celý virtuální počítač. (5)

Tencí klienti

Tenký klient je takový počítač, který neobsahuje interní pevný disk a není funkční bez napojení na síť. Veškerá data jsou zpracovávána na vzdáleném serveru a klient si zobrazuje pouze informace. Typickým příkladem jsou terminály. (4)

Tlustí klienti

Tlustý klient je takový počítač, který obsahuje interní pevný disk. Je tedy schopen fungovat samostatně bez napojení na síť. Do cloudu se připojuje přes webový prohlížeč. Typickými příklady jsou běžné osobní počítače nebo notebooky. (4)

Mobilní klienti

Mobilní klient je takové zařízení, které je přenosné a má přístup na internet. Typickým příkladem jsou chytré telefony a tablety.

Nuloví klienti

Nulový klient pouze zobrazuje klientovi informace ze serveru a posílá povely zadané vstupními zařízeními na server. Operační systém, veškeré aplikace a všechna data běží na vzdáleném serveru pomocí virtualizace. Nulový klient je zpravidla malý kus hardwaru, který obsahuje základní konektory pro zapojení například klávesnice, myši, monitoru a samozřejmě sítě. (4)

3.2.2 Data centrum

Za datové centrum se považuje místo, na kterém se fyzicky nachází skupina serveru. Na této skupině běží předplacené cloudové aplikace. Většinou se jedná o velké, zabezpečené a od vnějších vlivů oddělené místnosti. Kvůli nutnosti chlazení bývají datová centra často v suterénech a klade se v nich velký důraz na čistotu. Serverové místnosti mohou být kdekoli na světě a přistupuje se k nim přes internet. Trendem poslední doby je virtualizace serverů, to znamená vytvoření více virtuálních serverů z jednoho fyzického

serveru. Probíhá to tak, že je na hardwarový server instalován software s virtualizační vrstvou. Na serverech s moderním hardwarem je zpravidla možno spustit spoustu virtuálních instancí, jejich počet je však limitován například rychlostí procesoru, či velikostí operační paměti. (1)

Distribuované servery

Servery daného poskytovatele většinou neleží a ani nemohou ležet na stejném místě. Ve skutečnosti bývají většinou geograficky rozptýleny. Zákazníka však tato skutečnost příliš nezajímá a ani ho zajímat nemusí, protože se servery tváří jako by byly všechny na jednom místě. K tomuto řešení se přistupuje kvůli zvýšení pružnosti a vyššímu zabezpečení. Kdyby totiž bylo nějaké z datacenter zničeno například požárem či postiženo závadou, nedojde díky geografickému rozptýlení ke kompletní ztrátě dat nebo k narušení funkčnosti služby. Benefitem distribuovaných serverů je také to, že v případě nutnosti instalace dalšího hardwaru není nutné ho instalovat přímo do staré serverovny. Tím odpadá starost s tím, že by se hardware nemusel do staré serverovny fyzicky vejít. Stačí ho tedy instalovat kdekoliv po světě do vhodné lokality odkud může tvořit součást cloudové služby. (6)

3.2.3 Virtualizace

S pojmem virtualizace se setkáváme v oblasti moderní informatiky velice často a v cloud computingu ještě častěji. V informatice se virtualizuje hardware ale i software. Virtualizace nám umožňuje vytvořit simulované nebo také virtualizované prostředí. Toto prostředí nám umožňuje pomyslně rozdělit fyzicky existující počítač nebo server na dva či více virtuálních počítačů. Díky velkým možnostem hardwaru, zejména dnešních procesorů a operačních pamětí, může každý virtuální počítač pracovat zvlášť. Je na něm tedy možné spouštět různé aplikace nebo operační systémy, zatímco se dělí o prostředky fyzického hardwaru s dalšími virtuálními počítači. Virtualizace bývá obecně dosažena za pomoci hypervizoru.

Benefitů, které virtualizace přináší je celá řada. Hlavním je, že se snižuje počet využívaných serverů, protože na jednom serveru může využívat služby celá řada uživatelů. S nižším počtem potřebných serverů klesají náklady na pořízení hardwaru, údržbu a spotřebu energie. (7)

Virtualizaci dělíme do čtyř hlavních kategorií.

1. Virtualizace plochy
2. Virtualizace sítě
3. Virtualizace softwaru
4. Virtualizace uložiště

Virtualizace plochy je technologie, která odděluje pracovní plochu společně s aplikacemi od klientského zařízení. Umožňuje správu přizpůsobené plochy přes centralizovaný server.

Virtualizace sítě slouží k rozdělení šířky pásma sítě mezi nezávislé kanály, které je následně možno přiřadit zařízením nebo serverům. Tyto virtuální sítě se nazývají VLAN a umožňují seskupení určitých uživatelů do jedné skupiny, která komunikuje mezi sebou. Benefitem virtuálních sítí je také zvýšení bezpečnosti a zpřehlednění sítí.

Virtualizace softwaru nám umožní oddělit aplikace od hardwaru a operačního systému.

Virtualizace uložiště umožňuje obejít omezení, které se týkají kapacity, konektivity a správy. Je totiž možné například rozšířit datové centrum přistavením a nakonfigurováním centra dalšího v jiné lokalitě. Pomocí virtualizace se pak budou obě uložiště jevit jako by byly v jedné místnosti. Virtualizace uložiště funguje tak, že kombinuje prostředky síťového uložiště v jednom zařízení, k němu může přistupovat více uživatelů. (8)

Klíčové vlastnosti virtualizace pro správu datového centra

- Zvýšení bezpečnosti a optimalizace výkonu datového centra díky tomu, že aplikace mohou být fixovány na určitý virtuální stroj
- Snadnější správa a vyšší energetická efektivnost díky tomu, že různorodé platformy mohou být sloučeny na jednotný hardware
- Rychlejší obnovení obrazu operačního systému v případě havárie díky tomu, že virtualizace umožňuje ukládání hostovaných operačních systémů jako snapshotů sloužícím k zachování nastavené konfigurace

Virtualizace je tedy velkým benefitem pro cloudové systémy, a nejen pro ně. Umožňuje sdílet zdroje rychleji, efektivněji a pružněji. V praxi se virtualizují nejčastěji uložště, servery a aplikace. (2)

Hypervizor

Hypervizor je software, který je instalován přímo na fyzický server a vytváří virtuální prostředí a umožňuje současný běh více operačních systémů na jednom fyzickém serveru. Hostitelem nemusí být vždy fyzický server, existuje architektura, kdy je hostitelem podkladový operační systém.

Hypervizor většinou simuluje celou hardwarovou infrastrukturu serveru a umožňuje běh originálních verzí operačních systémů pro fyzické servery. Nejedná se však o emulaci, protože jsou stále potřeba příslušné licence. Konkrétní používaný nástroj je například ESXi od společnosti VMware. Je na velice vysoké úrovni a s určitými omezeními je k dispozici zdarma. (9)

3.2.4 Běžně využívané formy virtualizace

Virtualizace serverů

V prostředí cloud computingu se často využívá virtualizace serverů, na jednom fyzickém stroji tak může fungovat více operačních systémů, ať už stejných či různých. Oblíbeným nástrojem je například zmiňovaný ESXi od společnosti VMware.

Virtualizace desktopů

Virtualizace desktopů neboli desktopových počítačů umožňuje běh více operačních systémů na jednom počítači. Běh probíhá paralelně v čase. Počítač, na kterém běží minimálně dva operační systémy najednou, nazýváme virtuální počítač.

Benefitem virtualizace desktopů je to, že uživatel není fixován na jednu pracovní stanici. Může se přihlásit na kterékoliv a díky virtualizaci bude mít přístup ke svému operačnímu systému se svojí konfigurací a se svými aplikacemi. Virtualizace desktopů může také přinášet benefity například ve firmách, kde kvůli bezpečnostní politice není umožněna libovolná instalace a konfigurace softwaru na počítače. Uživatel totiž může díky virtualizaci nainstalovat a nakonfigurovat svůj software právě na virtuální stroj. Virtuální stroj se pak snadno spravuje a je nad ním velká kontrola. Obraz neboli snapshot tohoto softwaru může být bez problémů například smazán, nebo zkopírován či přesunut, a to

i v rámci různých prostředí. Zmiňovaných benefitů je v praxi využíváno také pro testování nových verzí různých softwarů nebo jiných prostředí. (10)

3.3 Modely cloudových služeb

Cloud computing se vyznačuje silnou orientací na poskytování služeb. Nejedná se pouze o jednorázovou jedinou službu, jedná se o více různorodých služeb. Veškerá funkčnost, kterou zákazník vyžaduje, je rozložena na základní komponenty, které je možno poskládat přesně podle potřeb. Nejedná se tedy o řešení, která by byla klasicky instalována na desktopy a servery. Velkým oříškem je spojení přesně žádaných funkcí vyhovujícím způsobem ještě před tím, než je známá jasná představa dostupných služeb. (11)

Národní institut standardů a technologií ve své definici rozděluje cloud computing na tři distribuční modely a čtyři modely nasazení. Distribuční modely umožňují rozlišení rámce služeb. Nejčastěji se jedná o hardware, software případně jejich kombinaci. (12)

3.3.1 Software as a Service – SaaS

Software as a service, v překladu software jako služba je nejčastější model. V datových centrech poskytovatelů, resp. v cloudu poskytovatele jsou uložena data, programy či aplikace a uživatel k nim přistupuje jednoduše, za pomoci webového prohlížeče. K tomu může v dnešní době použít celou řadu zařízení, od chytrých telefonů až po pevné počítače. Toto řešení tedy odebrává podnikům či jednotlivcům jakožto uživatelům starost o vlastní servery, na kterých by byla ještě nutnost spravovat uložení a aplikace. Fakturace je vyřešena tak, že podniky či jednotlivci platí poskytovateli pouze za zdroje, které využívají a spotřebovávají. Ve firmách bývá, co se týká fakturace, rozhodující počet uživatelů. Řešení softwaru jako služby je poměrně všestranné, lze jej využít pro velký rozsah aplikací a často se stává pro koncové zákazníky cenově výhodným dlouhodobým řešením. (10)

SaaS aplikace mohou často fungovat tak, že více zákazníků využívající danou aplikaci, společně sdílí výpočetní kapacity serveru mezi sebou. Pokud si zákazník přeje a vyhovuje mu to zejména finančně, může s ostatními zákazníky sdílet i databázové zdroje. Protože celá řada podniků využívá rozmanitá SaaS řešení, snaží se poskytovatelé v závislosti na nich vytvářet pro zákazníky mashupy. Mashup je sada služeb spojených do

jednoho velkého řešení. Mashupy se dělí podle toho, zda jsou založená na webu nebo na serveru. SaaS služby jsou například OneDrive, Microsoft Office 365, GoogleApps. (10)

Jako každé řešení, má model SaaS své klady a zápory.

Klady (10)

- Není potřeba vlastní serverovny
- Není potřeba vlastní správy aplikací
- Možnost platit na vyžádání za využití
- Možnost škálování datového uložště, aplikací i procesoru
- Možnost přístupu k aplikacím bez závislosti na zařízení
- Nepřetržitý provoz podniku a rychlé zotavení po výpadku

Zápory (10)

- Omezená kontrola nad daty kvůli jejich uložení v cloudu
- Úprava aplikací je složitá a finančně náročná

3.3.2 Platform as a Service (PaaS)

Platform as a service, ve volném překladu platforma jako služba je řešení, poskytující sadu softwarových i hardwarových prostředků, které mohou vývojáři využít k tvorbě a nasazení aplikací v cloudu. PaaS služby fungují na operačních systémech Windows nebo Linux. Díky řešení PaaS se vývojáři nemusí starat o nákup a správu vlastního hardwaru a ani o instalaci a správu operačních systémů a databází. Stejně jako u řešení SaaS nejsou výpočetní prostředky alokovány v datovém centru zákazníka, ale v cloudu poskytovatele. Benefitem toho je možnost tyto prostředky volně škálovat podle potřeby aplikace s tím, že podnik opět platí jen to, co spotřebuje. Řešení PaaS je také oblíbené z toho důvodu, že vývojářům odpadá nutnost starat se o vlastní servery a mohou se rychleji a pohodlněji věnovat tvorbě na svých projektech. (10)

Klady (10)

- Není potřeba nakupování hardwaru
- Není potřeba správa hardwaru a řešení jeho spotřeby
- Snížení administrativní reže
- Aktuálnost systémového softwaru, protože ji má na starosti poskytovatel

- Personálu odpadá starost se servery, takže má více času na řešení pro zákazníky
- Velká škálovatelnost
- Platba jen za to, co podnik spotřebuje

Zápory (10)

- Podnik nemá bezpečnost zcela ve vlastních rukou, protože data jsou mimo jeho uložení
- Obtížná integrace staršího softwaru, pokud se jedná o velice starý software, tak jeho integrace nemusí být ani možná
- Velká závislost na poskytovateli

3.3.3 Infrastructure as a Service (IaaS)

Infrastructure as a Service, v překladu infrastruktura jako služba je model, kde poskytovatel zajišťuje infrastrukturu. Uživatel si tedy zajišťuje softwarové vybavení, spravuje si ho obvykle přes internet, poskytovatel pak zajišťuje hardware, uložení a virtuální počítače. Zákazník nemusí pořizovat své vlastní servery a hardware, a nemusí se starat o jeho údržbu a aktualizaci. Jedná se o velice populární řešení, v praxi známe například: Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform, IBM Cloud, VMware. (10)

Proč je IaaS tak populární řešení?

Na provoz vlastního datového centra je potřeba velká část prostředků, a to jak finančních, tak personálních. Samotné jeho zavádění do provozu je velice náročný proces, je potřeba například vyřešit chlazení a odvod tepla ze serverů, zajistit přístup vysokorychlostního internetu, zajistit spolehlivé napájení včetně záložních zdrojů, splnit protipožární standardy a v neposlední řadě i sehnat dostatečné množství kvalifikovaných administrátorů. (10)

Když podnik překlene náročnou část zavádění centra do provozu, musí ihned čelit další výzvě. Ta pramení z toho, že datové centrum se stává jediným bodem havárie. Hrozí mu například zaplavení vodou, vyhoření, zemětřesení a celá další řada živelných či jiných pohrom. Centrum se také může samozřejmě stát cílem různých útoků, například krádeže citlivých dat či pokus o zastavení provozu. Řešením je záložní datové centrum, v ideálním

případě v dostatečné vzdálenosti od původního. To ale přináší další velké náklady, takže dvojnásobné, protože je potřeba všechny úkony vykonat i v druhém datovém centru. (10)

Právě proto často firmy řeší tuto problematiku pronájmem prostředků od poskytovatele služeb řešení IaaS. Poskytovatel zajistí servery, síťovou infrastrukturu, software a všechny další potřebné věci. Zákazníkovi pak pronajme prostředky jako místo na serveru, paměť, procesor. Tyto prostředky lze dynamicky škálovat v závislosti na požadavcích aplikace. Zajímavé je, že jedno zařízení může být sdíleno mezi více nájemců. Fakturace je řešena tak, že zákazník platí pouze za prostředky, které skutečně spotřebovává. (10)

Klady: (6)

- Kompletní správa systému
- Nízké náklady na hardware
- Snížení nákladů na specializovaný IT personál
- Není potřeba vlastního datového centra
- Možnost dynamické hardwarové škálovatelnosti

Zápory: (10)

- Velká závislost na poskytovateli
- Velká závislost na virtualizaci

3.4 Modely nasazení

Podle Národního institutu standardů a technologií je cloud computing definován dále tím, jak je datům v cloudu přistupováno a jakým způsobem je cloud poskytován. Existují celkem čtyři a každý z nich udává jinou spolehlivost, bezpečnost, cenu a škálovatelnost. (10)

3.4.1 Veřejný cloud

Veřejný cloud je takový typ cloudu, který je dostupný veřejnosti a spravuje ho organizace, která je současně jeho poskytovatelem a vlastníkem infrastruktury. Příkladem takové organizace jsou společnosti jako Google či Microsoft, ale poskytovateli mohou být také například vlády či akademické obce. Modelu bývá označován také jako multitenantní model, a to z toho důvodu, že jedna cloudová instance je sdílena mezi různé spotřebitele.

Protože služby nejsou nijak výrazně personalizované a zabezpečené, mohou být aplikovány pro široký rozsah uživatelů, a to při velmi nízkých nákladech. (10) Příkladem veřejného cloudu je například Amazon Web Services, Skype, Microsoft Azure.

3.5 Privátní cloud

Privátní cloud se vyznačuje tím, že je vytvořen na míru konkrétní organizaci. Jeho majitelem může být spotřebitelská organizace nebo společnost třetí strany. Umístění zdrojů může být v prostorách spotřebitele nebo v datových centrech poskytovatele. To může být pro organizaci nevýhodou, protože by data mimo její prostory mohli představovat bezpečnostní riziko. (2)

Typickým příkladem uživatele privátního cloudu je organizace, která se rozhodla rozšířit či virtualizovat stávající řešení ve svém podniku. Virtualizace by přinesla úspory na nákladech, ale organizace není schopná vzdáleně hostovat svá data, a proto potřebuje cloudové řešení, které by optimalizovalo využití zdrojů a správu. (2) Mezi známe poskytovatele privátního cloudu patří například Amazon Web Services, Microsoft, Oracle, VMware, IBM.

3.6 Hybridní cloud

Hybridní cloud představuje kombinaci veřejného a privátního cloudového řešení. Ty bývají navzájem často propojeny standardizačními technologiemi. Hybridní cloud je často využíván v případech, že je potřeba pracovat s citlivými daty, ta jsou uložena bezpečně na serverech organizace. Naopak méně citlivá data jsou uložena na veřejném cloudu mimo organizaci. (2)

3.7 Komunitní cloud

Komunitní cloud představuje poskytování prostředků pro více organizací či zájmových skupin, které sdílí stejné zájmy a mají zájem spolupracovat. Správu provádí přímo organizace a umístění bývá buď v prostorách organizace, nebo kdekoli jinde. Uživatelé komunitního cloudu bývají často akademické či výzkumné organizace které se například podílejí na vědeckých experimentech. (2)

3.7.1 Výhody cloudu

Finance

Velkou výhodou vhodně nastaveného cloudu je pro společnosti bezesporu finanční úspora. Infrastruktura postavená na cloudu je dobrou investicí proto, že díky službám na cloudu není nutné stavět a spravovat vlastní infrastrukturu. Eliminována je také situace, že má jediný člověk, který rozumí serverům, například dovolenou. Při výpadku pak pro společnost vzniká velký problém. Výhodou je také to, že v cloud computingu není neočekávaných výdajů a pokud dojde k problému, řeší se s poskytovatelem. Dobrou finanční stránku cloudu může ohrozit nutnost rychlého, kvalitního, a hlavně stabilního internetového připojení, ovšem v České republice v dnešní době bývá toto připojení dostupné za rozumné peníze. (6)

Škálovatelnost

Výhodou je, že pokud podnik počítá s nárůstem výpočetních prostředků, cloud computing tuto vlastnost má. Znamená to, že podnik nemusí investovat do nákupu vlastních zařízení a nemusí je zavádět a konfigurovat. Stačí si od poskytovatele doobjednat další úložnou a výpočetní kapacitu. Co se týká plateb tak odpadají prvotní nákupy nového hardwaru a platí se pouze za spotřebu. Naopak pokud podnik počítá s tím, že nebude potřebovat takové množství výpočetních prostředků které má, může služby poskytovatele přestat využívat a ty mu nebudou účtovány. (6)

Zaměstnanci

Výhodou cloud computingu je to, že se zaměstnanci nemusí zaobírat nákupem a konfigurací IT prostředků. Všechny aplikace umístěné v cloudu začínají fungovat ihned. Díky tomu se zaměstnanci mohou věnovat lépe tomu, od čeho jsou zaměstnání a neztrácí zbytečně čas. S tím souvisí i nepřetržitá podpora ze strany poskytovatele služeb a jeho schopnost řešení nestandardních situací. (6)

Osvědčení poskytovatelé

Důvěra v poskytovatele je v cloud computingu klíčová. Naštěstí již od jeho vzniku jsou na trhu stálí dodavatelé, kteří nabízejí svá řešení dlouhodobě. Obyčejných dodavatelů řešení cloud computingu je velké množství, a ne všichni jsou naprosto spolehliví, avšak na zkušené společnosti jako Google, Microsoft, Amazon či IBM je zpravidla spolehnutí. (6)

Zabezpečení

Oblast zabezpečení je v cloud computingu velice diskutované téma. Na jednu stranu přináší využívání služeb dodavatele určitá bezpečnostní rizika. Na druhou stranu si to uvědomují i poskytovatelé a kladou na bezpečnost velkou pozornost. Klienti mívají v současnosti velice přísnou bezpečnostní politiku a v některých případech svá data zašifrují ještě před tím, než je pošlou do cloudu poskytovatele. Výhodou zabezpečení ve velkém cloudu je také rozložení nákladů na bezpečnost mezi více uživatelů. (6)

3.7.2 Nevýhody cloudu

Závislost na poskytovateli

Uživatel nemá plnou kontrolu nad softwarem a data nemá přímo u sebe. V případě že se u poskytovatele vyskytnou problémy, zákazník to ihned pocítí. Poskytovatel může také například zdražit a v krajním případě i zkrachovat. Z těchto důvodů je vhodné svěřovat své prostředky společností, které jsou velké, stabilní a na trhu se pohybují řadu let. Jedná se například o všemi známý Google nebo Microsoft. (1)

Důvěra

Vzhledem k tomu, že cloud computing je stále poměrně čerstvým pojmem v oblasti IT, neexistuje zatím dlouhodobé a neprůstřelné doporučení k používání technologií cloudu. Ke službám se navíc uživatel dostává pomocí internetu, a proto nelze nikdy zajistit stoprocentní bezpečnost. (1)

Závislost na připojení

K cloudovým službám se přistupuje v drtivé většině přes internet. Když tedy zákazník nemá rychlé a stabilní připojení, zpravidla nebývá cloud computing vhodné řešení. Je tedy naprosto klíčové mít nejlepší možné připojení jaké lze. Další nevýhodou je, že i kvalitní připojení může ve výjimečných případech vypadnout nebo může být provedena odstávka. Proto je vhodné zvážit možnost záložní linky i za cenu dodatečných nákladů. (1)

Legislativní překážky

V případě, že poskytovatel a uživatel mají sídlo v jiných státech s jinými normami či zákony, mohou vznikat legislativní překážky. Nejčastěji se jedná o normy s nakládáním a uchováváním osobních dat. (1)

3.7.3 Bezpečnost

Bezpečnost v cloud computingu je velmi diskutované téma, protože organizace svěřuje svá citlivá data shluku virtuálních strojů a každý z nich představuje bod přístupu do systému. Navíc organizace ani neví, kde se stroje fyzicky nacházejí. Virtuální stroje ovládá hypervizor, který je bodem zranitelnosti. (13) Bezpečnostní hrozby jsou následující:

Úniky dat

Úniky dat jsou pro organizace velkým rizikem, zejména z důvodu porušení dobrého jména. Například v roce 2018 přiznal Facebook únik dat z 87 milionů účtů a kauza se táhne dodnes. Cloud je na úniky poměrně citlivý, protože využívá vzdálené počítače a každý z nich je určitým prostorem k infiltraci. Důležité je také, aby útočník nezískal kontrolu nad hypervizorem, důležitým řídicím článkem virtualizace. (13)

Ztráty dat

Ztráty dat představuje sice riziko, ale většinou nevede k velkému porušení dobrého jména. Příčinou bývají často lidské chyby nebo nezálohování v případě poškození disků a samozřejmě i útoky. (13)

Krádeže účtů

Krádeže účtů představují pro cloud velkým problémem, protože je pro útočníka poměrně jednoduché získat uživatelské jméno a heslo pomocí například phishingu. Ten využívá například falešných emailů zaměstnancům, které se tváří jako interní a vyžadují jméno a heslo do systému. Těchto emailů se rozešle velké množství a když alespoň jeden zaměstnanec jméno a heslo vyradí, útočník získá kontrolu nad jeho účtem. Velikost problému pro firmu závisí na tom, za jak dlouho zareaguje a také na tom, jaká práva měl daný účet. Proti phishingu je vhodné bojovat preventivně například školeními a ukázkami podvržených emailů. (13)

DoS útoky

Cílem DoS útoků není službu ovládnout, ale znepřístupnit ostatním uživatelům. Fungují na bázi přehlcení služby, ta pak nezvládá odpovídat uživatelům. Cloud computing je na tyto útoky náchylný, protože v krajních případech může dojít k úplnému zastavení služby a zasláním faktury poskytovatelem kvůli nadměrnému využití prostředků. (13)

Zaměstnanci

Největším bezpečnostním rizikem pro IT v podniku bývají vlastní zaměstnanci, a to v drtivé většině svojí nevědomostí. To platí a platilo i v době, kdy cloud computing nebyl ještě rozšířený v podnicích. Opatřením jsou osvěta a školení. V některých případech ale může zaměstnanec útočit vědomě například z osobních důvodů. Takový zaměstnanec může napáchat velice rychle velké škody, a proto je důležité, aby podnik úzce spolupracoval s poskytovatelem a zajistil logování neobvyklých aktivit. (13)

Nezabezpečené API

Kvůli tomu, aby byly cloudové služby dostupné velkému množství uživatelů, je využíváno API. Application Programming Interface česky aplikační programové rozhraní je dostupné přes internet a kvůli tomu je zranitelné. Programátoři ho využívají k programování, testování i nasazování aplikací a služeb. Pokud se tedy útočník dostane přes API ke službám a aplikacím, může naprogramovat svou vlastní aplikaci. Ta může sloužit například ke sběru zákaznických dat. (13)

Zneužití cloudových služeb

Pokud útočník získá přístup ke cloudovým serverům, může z nich spustit DDoS útok. Jedná se o přehlcení serveru požadavky. V případě že požadavky odesílá velké množství cloudových serverů, cílový přehlcený server nebude stíhat vyřizovat požadavky jiných uživatelů a může se jim jevit jako nedostupný. Tento typ útoku je v poslední době velice rozšířený, a to nejen v oblasti cloud computingu. Poskytovatelé by měli logovat tuto neobvyklou aktivitu a včas ji upozorovat. Následovat by mělo zastavení tohoto útoku, aby neohrozil dopad na uživatele. (13)

Nedostatečné porozumění

Často mezi poskytovatelem a uživatelem služeb vzniká nedorozumění. Jedná se o to, že zákazník uživatel neví, co přesně si platí a pronajímá. Poskytovatel pak ani nemůže některé přání uživatele splnit. Důležité je, aby obě strany přesně věděly, s čím mají počítat a co mají od protistrany očekávat. K tomu je klíčové, aby si kladli správné otázky. Případná nejistota pak představuje potenciální problémy a bezpečností rizika. S tím souvisí i případný odchod zákazníka k jinému poskytovateli, jedná se o rizikovou operaci. Původní poskytovatel a nový poskytovatel musí služby efektivně a bezpečně přesunout. Původní poskytovatel pak musí samozřejmě zákazníkova data bezpečně smazat. (13)

Zmiňovaná rizika lze minimalizovat pomocí několika zásad. Je ale důležité vědět že riziko nelze nikdy zcela eliminovat.

Bezpečnostní politiky

Důležitým bodem je vypracování a dodržování bezpečnostní politiky uvnitř podniku. Často se jedná o nepříliš populární opatření mezi zaměstnanci, ale pomůže minimalizovat celou řadu rizik. Bezpečnostní politiky často obsahují zákaz sdílení uživatelských účtů mezi uživateli a dvoufázová autentizace. (13)

Průzkum poskytovatelů

Než se pro nějakého poskytovatele podnik rozhodne, měl by si provést vlastní průzkum. Důležitá je nejen reputace poskytovatele, například i historie a jeho schopnost dodržovat aktuální standardy. V tomto bodě je také důležité pokládat ty správné otázky zejména na bezpečnost. (13)

Spolupráce s odborníkem

Spolupráce s bezpečnostním odborníkem v oblasti cloudu může být velice přínosná, zároveň ale i finančně náročná. Existují také společnosti zabývající se bezpečnostním auditem. (13) Jedná se poradenské společnosti například Deloitte.

Jednotné přihlášení

Systém jednotného přihlášení SSO snižuje riziko krádeže a zneužití uživatelských účtů. Uživatelé totiž často využívají celou řadu cloudových aplikací a SSO eliminuje

nutnost přihlašovat se ke každé aplikaci zvlášť. Uživatel si tak pamatuje jedno uživatelské jméno a jedno heslo a nemusí si pak nikam zapisovat své přihlašovací údaje do různých aplikací a služeb. (13)

Šifrování

Citlivá data by měl v ideálním případě podnik zašifrovat ještě, než je pošle do cloudu poskytovatele. Samotný přenos dat by měl být realizován přes zabezpečené protokoly jako je například SSL. Uživatel by se měl také ujistit, že poskytovatel má řešení pro šifrování dat ve svých uložiscích. (13)

Aktuálnost systémů

Z hlediska bezpečnosti je také důležité udržovat aplikace a operační systémy vždy aktualizované. To platí i pro poskytovatele služeb i pro uživatele. (13)

3.8 Certifikace cloudových služeb

Certifikace cloudových služeb je termín, který je stále více skloňován. Kvůli tomu vyvinula Evropská unie spolu s agenturou ENISA a Evropskou strategií pro cloud nástroje a dokumenty určené k certifikování cloud computingu. Před tím, než si zákazník koupí cloudovou službu, potřebuje vědět, jestli je služba spolehlivá a hlavně bezpečná. Vzhledem k povaze Cloud computingu je certifikace velice složitý proces, protože se skládá z mnoha částí, od softwaru přes datová centra až po kabely. Z toho plyne že, pro jednotlivé zákazníky je velice obtížné kontrolovat všechny softwarové a hardwarové stránky cloudu. Jednou z hlavních myšlenek cloud computingu je to, aby poskytovatelé měli co nejvyšší počet zákazníků a všichni zákazníci by kontrolovali bezpečnostní požadavky samostatně. To se ovšem ukázalo jako nevhodné, protože to přináší především duplikaci práce. Kdyby každý zákazník prováděl audit na vstupní bráně datového centra, zvýšilo by to podstatně odezvu daného cloudu. Tento problém řeší myšlenka certifikačního schématu, která sjednocuje kontroly jednotlivých zákazníků do schématu bezpečnostních požadavků pro zákazníky všechny. Pokud tedy poskytovatel cloudu podstoupí certifikaci, může tím výrazně usnadnit přijímání zakázek od zákazníků.

Nejdůležitějšími principy certifikace jsou CCSL neboli „Seznam schémat certifikace cloudu“ a CCSM, což je „Schémata certifikace cloud Metaframework“. (37)

3.8.1 CCSL – Seznam certifikačních schémat cloudu

Cloud Certification Schemes List neboli „Seznam certifikačních schémat cloudu“ definuje přehled stávajících certifikačních schémat relevantních pro zákazníky cloud computingu a zároveň říká, jaké jsou hlavní charakteristiky certifikačních schémat. Seznam certifikačních schémat říká například kdo vydává certifikace cloudu, či kdo provádí audit poskytovatelů cloudu. (37)

Nejnámější certifikací je ISO/IEC 27001. Organizace ISO a IEC vytváří celosvětový systém pro normalizaci. Členové ISO a IEC, kteří jsou národními subjekty vyvíjí mezinárodní standardy pomocí technických výborů. Výbory jsou zřizovány příslušnými organizacemi, které se zabývají konkrétní oblastí technologických činností. Dále se na vývoji mezinárodních standardů podílí i nevládní organizace, a to ve spolupráci s ISO a IEC. Obě organizace vytvořili v oblasti informačních technologií jeden společný technický výbor s nazývajícím se ISO/IEC JTC 1.

Certifikace a normy od organizace jsou vytvářeny odborníky z celého světa. Tito odborníci jsou sdružováni do větších skupin, které se nazývají technické komise. Komise pak vyjednávají obsah standardu, jeho klíčové definice i rozsah. Kromě zmiňovaných odborníků tvoří komise také sdružení vládních i nevládních organizací, akademické obce a spotřebitelů. Všechny vyjmenované strany mají právo ovlivňovat výslednou podobu normy.

Konkrétní certifikace od společnosti ISO/IEC pro oblast cloud computingu nese celý název ISO/IEC 27001:2013 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. Název překládáme jako Bezpečnostní techniky – Systémy řízení informační bezpečnosti. Pod tento standard spadají například platformy IaaS, PaaS, SaaS nebo vybavení datových center a organizační procesy. Celý standard stojí na čtyřech krocích. Prvním krokem je jak zavést systém do podniku, jak ho co nejlépe implementovat, jak sledovat a revidovat zavedený systém v podniku a poslední analytická část týkající se rozhodnutí jestli systém zachovat nebo vylepšit.

Certifikační standard je globální včetně jeho použitelnosti. Je současně nejrozšířenějším standardem pro správu informační bezpečnosti v cloudu a je využíván celou řadou organizací po celém světě.

3.9 CCSM – Schéma Metaframework certifikace cloudu

Cloud Certification Schemes Metaframework neboli „Schéma Metaframework certifikace cloudu“ je rozšíření certifikačních schémat CCSL. Konkrétně se jedná o meta-rámec schémat certifikace cloudu. Daný meta-rámec poskytuje mapování cloudu na zabezpečení sítí a informací z pohledu zákazníka. Díky tomu je usnadněno využívání stávajících certifikačních schémat během procesu zadávání zakázek.

V roce 2014 byla schválena první verze tohoto meta-rámce, jednalo se o Cloud-SIG certifikaci. Následným vývojem byl vytvořen nástroj pro zadávání veřejných zakázek. Tento online nástroj mohou využívat jak firmy, tak zákazníci. S jeho pomocí si mohou zákazníci vybrat soubor bezpečnostních cílů a porovnat je s cíli, které jsou certifikovány certifikačními standardy. Další funkcionalitou v tomto nástroji je vytvoření vlastní řady formulářů a kontrolních seznamů pro zadávání veřejných zakázek. Těmito seznamy mohou být například kontrolní formuláře pro hodnocení nabídek.

3.10 Definice velikosti podniků

Pro účely pravidel hospodářské soutěže je podnikem jakýkoliv subjekt vykonávající hospodářskou činnost nezávisle na právním postavení tohoto subjektu a způsobu jeho financování. Soudní dvůr EU rozhodl, že všechny subjekty kontrolované (právně či fakticky) tímž subjektem by se pro účely použití pravidla de minimis měly pokládat za jeden podnik. (14)

V zákoně č. 47/2002 Sb. o podpoře malých a středních podniků, který definuje malé a střední podniky (dále jen MSP) dle kritérií stanovených Evropskou unií. (15)

Tabulka 1 – Definice velikosti podniků

Velikost podniku	Počet zaměstnanců	Bilanční suma roční rozvahy	Roční čistý obrat
Mikropodnik	< 10	≤ 2 000 000 €	≤ 2 000 000 €
Malý podnik	< 50	≤ 10 000 000 €	≤ 10 000 000 €
Střední podnik	< 250	≤ 43 000 000 €	≤ 50 000 000 €

Zdroj: vlastní z pracování dle (16)

Pokud podnik splňuje parametr počet zaměstnanců a k tomu jeden ze dvou limitů pro výši majetku podniku, spadá do dané oblasti velikosti. Pokud ve dvou po sobě jdoucích obdobích překročí definované limity, je mu velikost prisuzována. (11)

Kritérium počet zaměstnanců se bere v úvahu podle osob zaměstnaných na plný pracovní úvazek, částečný časový úvazek, pracovníky na dohodu o provedení práce a pracovníky na dohodu o provedení pracovní činnosti. Učňové a studenti vykonávající odbornou praxi se nezapočítávají. Stejně tak se nezapočítávají zaměstnanci na mateřské či rodičovské dovolené. (11)

Podnik se podle Evropské příručky MSP pro definici kategorizuje také podle ovládnání z hlediska právního i faktického. Kromě hodnocení základního kapitálu se také hodnotí stupeň ovládnání podniku jiným podnikem. Kategorizace je prováděna za účelem vyloučení podniků, které mezi MSP nepatří. (11)

Nezávislé podniky

Nezávislými podniky jsou všechny podniky, které nejsou zařazeny mezi partnerské ani propojené podniky (16)

Partnerské podniky

Partnerskými podniky jsou všechny podniky, které se neřadí mezi podniky propojené a které společně nebo samostatně vlastní alespoň 25 % základního kapitálu nebo hlasovacích práv dceřiného podniku. (16)

Propojené podniky

Propojené podniky jsou takové, mezi nimiž existuje některý z následujících vztahů:

- podnik má ve vlastnictví většinu hlasovacích práv společníků nebo akcionářů v jiném podniku
- podnik může jmenovat či odvolávat většinu členů správního, řídicího anebo dozorčího orgánu jiného podniku
- podnik může uplatňovat rozhodující vliv v jiném podniku dle smlouvy
- podnik ovládá v souladu s dohodou s ostatními akcionáři nebo společníky daného podniku většinu hlasovacích práv která jim náleží (16)

3.10.1 Cloud computing v malých a střední podnikách

Podle studie ACCA s názvem A digital agenda for European SMEs (17) nemají často malé a střední podniky vůbec přehled o IT službách a řešeních. Ve studii odpověděla více než polovina zástupců sektoru tak, že o možnostech cloud computingu a jeho využití vědí. Druhá polovina však o možnostech vůbec neví, z toho část přesně neví, co cloud computing je a co může přinášet. (18)

Malé a střední podniky bývají přitom často brzděny nedostatkem finančních prostředků na takovou investici, jako je pořízení vlastní IT infrastruktury. Navíc po prvotní investici do infrastruktury přicházejí náklady na údržbu, správu a ty s sebou nesou zátěž nejen finanční, ale i personální. (18)

Často pokud malé a střední podniky infrastruktury mají, bývá zastaralá. Díky tomu pak není efektivní, a hlavně je daleko náchylnější na bezpečnostní hrozby. Za pomoci cloud computingu by se často malé a střední podniky mohli v oblasti IT přiblížit velkým podnikům. Vysoké počty podniků využívajících cloud computingové řešení jsou v současné v Číně a Jižní Americe. (17)

Další studie (18) SMEs' Perception of Cloud Computing: Potential and Security odhaluje, že zájemci o cloud computingová řešení z řad malých a středních podniků se obávají zabezpečování a ukládání svých citlivých dat na cloudu. Z výzkumu také plyne, že hlavními argumenty, proč by měly malé a střední podniky volit řešení cloud computingu je v první řadě cena. Dalšími důvody je snadná dostupnost, škálovatelnost a flexibilita. Tyto zmiňované benefity jsou nejdůležitějšími prvky pro firmy, které nad cloudovým řešením uvažují. (18)

3.10.2 Finanční analýza

Finanční analýza se řadí mezi podnikové řízení firmy, protože zpracované výsledky využívá firma jako podklad pro své manažerské rozhodování. Účelem finanční analýzy je celkové zhodnocení finanční situace. Nasbírané informace jsou nezbytnou součástí manažerského rozhodování, protože vedení je zohledňuje při rozhodování o záležitostech jako je například zavedení cloud computingu. Použité vzorce jsou následující:

Poměrové ukazatele likvidity:

Okamžitá likvidita (I. stupně) = $\frac{\text{krátkodobý finanční majetek} + \text{peněžní prostředky}}{\text{krátkodobé závazky}}$

Pohotová likvidita (II. stupně) = $\frac{\text{krátkodobý finanční majetek} + \text{peněžní prostředky} + \text{krátkodobé pohledávky}}{\text{krátkodobé závazky}}$

Běžná likvidita (III. stupně) = $\frac{\text{krátkodobý finanční majetek} + \text{peněžní prostředky} + \text{krátkodobé pohledávky} + \text{zásoby}}{\text{krátkodobé závazky}}$ (20)

Poměrové ukazatele zadluženosti:

Míra samofinancování = $\frac{\text{vlastní kapitál}}{\text{celková aktiva}}$

Míra zadluženosti = $\frac{\text{cizí kapitál}}{\text{vlastní kapitál}}$

Celková zadluženost = $\frac{\text{cizí kapitál}}{\text{celková aktiva}}$

Úrokové zatížení = $\frac{\text{nákladový úrok}}{\text{výsledek hospodaření} + \text{nákladový úrok}}$

Úrokové krytí = $\frac{\text{výsledek hospodaření} + \text{nákladový úrok}}{\text{nákladový úrok}}$ (20)

Poměrové ukazatele rentability:

Rentabilita aktiv (ROA) = $\frac{\text{výsledek hospodaření} + \text{nákladový úrok}}{\text{aktiva}}$

Rentabilita vlastního kapitálu (ROE) = $\frac{\text{výsledek hospodaření}}{\text{vlastní kapitál}}$

Rentabilita tržeb (ROS) = $\frac{\text{provozní výsledek hospodaření}}{\text{tržby}}$

Rentabilita investic (ROI) = $\frac{\text{výsledek hospodaření}}{\text{dlouhodobý majetek}}$ (21)

Poměrové ukazatele aktivity:

Obrat aktiv = $\frac{\text{tržby}}{\text{aktiva}}$

Obrat dlouhodobého majetku = $\frac{\text{tržby}}{\text{dlouhodobý majetek}}$

Doba obratu zásob = $\frac{\text{zásoby}}{\text{tržby}} \times 360$

Doba obratu pohledávek = $\frac{\text{pohledávky}}{\text{tržby}} \times 360$

Doba obratu závazků = $\frac{\text{závazky}}{\text{tržby}} \times 360$ (20)

3.10.3 Metoda TOPSIS

Jedná se o metodu používanou pro vícekriteriální rozhodování. Vícekriteriální rozhodování se zabývá hodnocením variant podle několika kritérií, přičemž varianta hodnocená podle jednoho kritéria zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle kritéria jiného.

Zkratka TOPSIS znamená Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution. Do češtiny je zkratka překládána jako technika pro řazení preferencí dle podobnosti ideálnímu řešení. (23)

„Metoda TOPSIS je založena na výběru alternativy, která je nejbližší tzv. ideální alternativě, tj. alternativě, která je charakterizována vektorem nejlepších kritériálních hodnot a současně nejdále od tzv. bazální alternativy, tj. alternativy, která je reprezentována vektorem nejhorších kritériálních hodnot“ (19)

Přesný postup metody je následující:

1. Vytvoření množiny hodnotících kritérií.
2. Stanovení vah kritérií hodnocení.
3. Určení vzorových hodnot vah kritérií.
4. Hodnocení dosažených výsledků variant.
5. Posouzení rizik spojených s případnou realizací variant.
6. Stanovení preferenčního pořadí variant a výběr „nejlepší“ varianty.

4 Vlastní práce

V následující části práce se bude autor věnovat výběru vhodného poskytovatele a následně jeho nabídce, která bude pro podnik optimální. Bude využito získaných poznatků z odborné literatury a elektronických zdrojů.

4.1 Představení podniku

Podnik, který vybírá vhodné cloudové řešení je oXy Online s.r.o. Podnik vznikl 13. prosince 2005 a sídlo má na adrese Brodská 570, Příbram Zdaboř, 261 01 Příbram.

Podnik má v současné době většinu kanceláří v Brně a věnuje se poskytování komplexní služby od business a e-commerce konzultací až po tvorbu e-shopů. Nároky na cloudové řešení tedy budou takové, aby s rezervou zvládalo tvorbu, pronájem a hostování většího množství e-shopů.

Na trhu začal se skromným týmem pěti lidí, ale během následujících let podnik postupně rostl až do dnešní podoby, kdy má přes 100 zaměstnanců a jejím klientem je například CZC.cz.

Veškeré informace o podniku jsou čerpány z veřejně dostupných zdrojů. Informace nezbytné pro základní finanční analýzu pocházejí z rozvahy a výkazu zisku a ztrát. Tyto listiny pocházejí z Veřejného rejstříku a Sbírký listin.

4.1.1 Ekonomické ukazatele

Výsledek hospodaření je rozdíl mezi výnosy a náklady. Zisk je tvořen za předpokladu, že jsou výnosy vyšší než náklady. Pokud podnik dosahuje záporného výsledku hospodaření, je ve ztrátě. Výsledek hospodaření může ve vzácných případech nabývat i nulové hodnoty.

Sám o sobě nám však nemusí říct, jak drahé cloudové řešení by podnik měl volit. Aktuální výsledek hospodaření je nezbytný pro výpočet dalších ukazatelů, které nám pomohou udělat si o podniku ucelenější představu.

Dále nám v utváření představy o podniku pomůže sledování vývoje výsledku hospodaření za několik let.

Výsledek hospodaření je standardně uváděn v tisících Kč.

Tabulka 2 – VH

2015	81
2016	466
2017	-1 721
2018	5 003
2019	508

Zdroj: Výkazy zisku a ztrát

Výsledek hospodaření v posledních letech poměrně kolísá. V roce 2017 dokonce dosáhl nepříznivé záporné hodnoty. V tom roce podnik čelil náročnému stěhování do centra Brna.

Pro další finanční analýzu bude zkoumán rok 2019. Protože se v době psaní práce jedná o poslední rok, kdy byla data zpřístupněna pro veřejnost.

Tabulka 3 – Ukazatele likvidity

Likvidita I. stupně	0,08
Likvidita II. stupně	0,48
Likvidita III. stupně	0,51

Zdroj: Vlastní zpracování dle výkazu zisku a ztrát, rozvahy

Likvidita I. stupně u společnosti oXy Online činí 0,08, což není příliš pozitivní. Doporučená hodnota se pohybuje v rozmezí 0,2 až 0,8. Výsledky ukazují na to, že společnost není schopna hradit včas své závazky, pokud by se všechny závazky staly splatnými v jeden moment.

Likvidita II. stupně u společnosti oXy Online činí 0,48. Tento výsledek také není příliš dobrý. Doporučená hodnota je v rozmezí mezi 1 a 1,5. Podobně jako u ukazatele likvidity I. Stupně je zde poukazováno na potenciální platební problémy.

Hodnota ukazatele likvidity III. stupně je 0,51. Stejně jako u předchozích dvou ukazatelů se zde společnost pohybuje výrazně pod doporučenými hodnotami, které jsou v rozmezí mezi 1,5 až 2,5. Jako v předchozích případech může být ukazatel interpretován jako určité varování před neschopností hradit své závazky.

Ukazatele likvidity nás směřují spíše na ekonomičtější řešení cloudu. Podnik se pohybuje poměrně hluboko pod doporučenými hodnotami i přes to, že v tomto oboru

bývají standardně o něco nižší než například ve výrobě. Není tedy vhodné podnik zatěžovat výrazně drahým cloudovým řešením.

Tabulka 4 – Poměrové ukazatele zadluženosti

Míra samofinancování (%)	24,9
Míra zadluženosti (%)	123,92
Celková zadluženost (%)	30,85
Úrokové zatížení (%)	6,27
Úrokové krytí	15,94

Zdroj: Vlastní zpracování dle výkazu zisku a ztrát, rozvahy

Míra samofinancování uvádí výši samostatnosti. Hodnota 24,9 % je v tomto oboru spíše nižší. Sám o sobě tento ukazatel však nemusí znamenat žádné větší problémy.

Míra zadlužení znamená, jak dobře jsou věřitelé chráněni v případě platební neschopnosti podniku. Hodnota 123,9 % znamená vyšší zadluženost, protože je cizí kapitál vyšší než vlastní kapitál. Ideální výše procentuální míry zadluženosti je těsně pod 100 %. Pokud ale ukazatel nepřekračuje 150 %, nejedná se pro podnik o výrazný problém, ale spíše o varování.

Celková zadluženost ukazuje míru krytí majetku cizími zdroji a charakterizuje finanční úroveň firmy. Majetek společnosti oXy Online je kryt cizími zdroji z 31 %. Doporučená hodnota se pohybuje mezi 30-60 % takže je podnik v normě.

Úrokové zatížení udává z kolika % placené úroky odčerpávají zisk neboli kolik Kč připadá na úroky. Tento ukazatel by neměl přesáhnout 40 %. Hodnota 6,27 % je pro podnik příznivá.

Úrokové krytí sleduje na kolik je zajištěna schopnost podniku splácet úroky. Jako optimální hodnota se často uvádí číslo 3 a vyšší. Ukazatel je tedy pro podnik příznivý. Poměrové ukazatele zadluženosti vycházejí pro podnik o něco lépe než ukazatele likvidity, nicméně zejména ukazatel míry samofinancování a míry zadluženosti je malým varováním. Řešení cloud computingu možné je, ale není vhodné podnik zatěžovat příliš drahým řešením.

Tabulka 5 – Ukazatele rentability

Rentabilita aktiv (%)	0,92
Rentabilita vlastního kapitálu (%)	3,45
Rentabilita tržeb (%)	1,09
Rentabilita investic (%)	1,11

Zdroj: Vlastní zpracování dle výkazu zisku a ztrát, rozvahy

Rentabilita aktiv (ROA) vyjadřuje celkovou efektivitu firmy. Odráží celkovou výnosnost kapitálu bez ohledu na to, z jakých zdrojů byly podnikatelské činnosti financovány. Hodnoty by měly být vyšší než 5 %. Hodnota 0,92 % sice není v záporu, ale není ideální.

Rentabilita vlastního kapitálu (ROE) vyjadřuje výnosnost kapitálu vloženého vlastníky či akcionáři podniku. Kromě efektivnosti vložených prostředků mohou vlastníci také hodnotit, zda jim investice přináší i dostatečný výnos. Ten by měl být dlouhodobě vyšší než u cenných papírů garantovaných státem. Hodnota ROE by měla být alespoň 8 %. V případě podniku dosahuje pouze 3,45 %, což není ideální.

Rentabilita tržeb (ROS) vyjadřuje schopnost podniku dosahovat zisku při dané úrovni tržeb. Čím vyšší je rentabilita tržeb, tím lepší je situace v podniku z hlediska produkce. Měla by se pohybovat na úrovni vyšší než 10 %, ovšem sám o sobě tento ukazatel nemusí poukazovat na výrazné problémy.

Rentabilita investic neboli dlouhodobého majetku se zabývá výnosností dlouhodobého kapitálu, jak vlastního, tak cizího. Hodnota 1,11 % je kladná což je předpoklad úspěchu, nicméně v ideálním případě by měla být vyšší.

Ukazatele rentability nám říkají, že společnost není ideálně rentabilní a efektivní. Vhodným impulzem pro zvýšení rentability a zejména efektivity bude zavedení vhodného cloudového řešení.

Tabulka 6 – Ukazatele aktivity

Obrat aktiv (počet)	1,82
Obrat dlouhodobého majetku (počet)	2,35
Doba obratu zásob (dny)	1,63
Doba obratu pohledávek (dny)	23,71
Doba obratu závazků (dny)	58,91

Obrat aktiv měří efektivitu, s jakou je podnik schopen využívat svá aktiva pro podnikání. Čím je hodnota vyšší, tím lépe firma své zdroje využívá. Minimum by mělo být 1. Hodnota 1,82 je tedy pro podnik velice příznivá.

Obrat dlouhodobého majetku udává počet obrátek dlouhodobého majetku za rok. Minimální hodnota by měla být 1. Hodnota 2,35 je pro podnik příznivá.

Doba obratu zásob udává, kolik dní trvá jeden obrat. To znamená dobu nutnou pro to, aby peníze přešly přes zboží a výrobky znovu do peněžní formy. V případě podniku, který vyrábí e-shopy ovšem není tento ukazatel sám o sobě příliš relevantní, je ho potřeba srovnávat hlavně s konkurencí.

Doba obratu pohledávek říká to, za jakou dobu jsou průměrně uhrazeny pohledávky od odběratelů od okamžiku prodeje. Ukazatel se dá také chápat jako průměrná doba po kterou firma bezúročně financuje své odběratele. Hodnota 23,7 dní je pro podnik příznivá.

Ukazatel doby obratu závazků říká, za jak dlouho podnik průměrně uhradí své závazky od momentu, kdy vzniknou. To, že je hodnota vyšší než u doby obratu pohledávek, je pro podnik příznivé.

Ukazatele aktivity, zejména pak doba obratu pohledávek a doba obratu závazků nám naznačují, že v této oblasti má podnik zdravé finance. Volba vhodného cloudového řešení však na ukazatele pravděpodobně vliv mít nebude.

Vzhledem k předešlým ukazatelům, zejména pak nepříliš dobrými výsledky ukazatelů likvidity a zadluženosti, by nebylo vhodné podnik vystavovat vyšší finanční zátěži. Zejména kvůli hrozící neschopnosti splácet. Na druhou stranu by vhodně zvolené cloudové řešení mělo podniku výrazně pomoci s rentabilitou a efektivitou.

4.1.2 Zadání managementu

Rozhodnutí managementu podniku bylo takové, že nebude využívána žádná třetí strana, ale cloudové řešení bude přímo od poskytovatele. Z nabídky poskytovatelů uvedené v teoretické části byli vedením zvoleni následující kandidáti. Amazon Web Services, IBM Cloud, MS Azure a Google Cloud platform. Jedná se o velké hráče se silným zázemím a velkými zkušenostmi.

Management podniku s přihlédnutím i na finanční ukazatele podniku rozhodl, že podnik by měl za řešení virtuálních serverů dávat částku maximálně 200 000 Kč ročně bez uložistě. Tato částka odpovídá při ceně dolaru 21,81 zhruba 1,05\$ za hodinu. Ve výpočtu

se počítá s tím, že virtuální server či servery budou aktivní nonstop a že průměrný měsíc má 730,5 hodin. Dále byly stanoveny následující váhy kritérií.

4.2 Metodika výběru

Výběr optimální varianty bude probíhat v následujících krocích.

- Výběr poskytovatelů
- Výběr jejich nabídek v kategorii standardních virtuálních serverů vhodných pro potřeby podniku
- Odfiltrování variant přesahující rozpočet (1,05\$ za aktivní hodinu)
- Výběr optimální varianty jednotlivého poskytovatele za použití metody TOPSIS
- Výběr nejlepší varianty z optimálních variant jednotlivých poskytovatelů s přihlédnutím na nabídku uložení za použití metody TOPSIS

4.2.1 Parametry výběru:

Počet virtuálních jader.

Počet virtuálních jader značí, kolika virtuálními procesorovými jádry bude server disponovat. Čím více virtuálních jader, tím dokáže procesor zvládat více úkonů najednou. Lze tedy říct že s počtem virtuálních procesorových jader stoupá výpočetní výkon serveru. Parametr je tedy typu max.

Paměť RAM v GB.

Paměť RAM se rozumí operační paměť serveru. Více operační paměti umožní běh více aplikací najednou. Parametr je tedy typu max.

Cena

Cena je ovlivněna výběrem regionu a operačním systémem Linux. Konkrétně se jedná vždy o Red Hat Enterprise Linux. Region bude vybírán vždy geograficky nejbliž České republice, aby se minimalizovala odezva připojení. Cena je parametrem typu min.

Váhy kritérií byly stanoveny následovně:

- Počet virtuálních jader 0,3
- Paměť (GB) 0,3
- Cena / OS LINUX / Hodina 0,4

Protože každý z vybraných poskytovatelů nabízí ke své službě virtuálních serverů i uložení, bude k dotvoření obrazu o optimální variantě zohledněno i nabízené uložení. Nejdůležitějšími parametry jsou cena za uložený gigabajt, cena za daný počet operací typu A, cena za daný počet operací typu B. Tyto parametry jsou přímo srovnatelné a bude s nimi kalkulováno. Je důležité vědět, že různí poskytovatelé si mohou účtovat peníze za různé služby, které však konkurence nenabízí. Tyto služby však není možné efektivně porovnat, proto budou zahrnuty pouze tři výše zmiňované parametry.

Váhy kritérií byly stanoveny následovně:

- Cena za uložený GB 0,33
- Cena za 1000 požadavků Třídy A 0,33
- Cena za 1000 požadavků Třídy B 0,33

Vzorce použité v metodě TOPSIS

Převod minimalizačního kritéria na maximalizační:

$$y'_{ij} = -y_{ij}.$$

Konstrukce normalizované kritériální matice R = (r_{ij}):

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}}.$$

Sloupce matice R jsou vektory jednotkové délky

Výpočet normalizované vážené kritériální matice W = (w_{ij}):

$$w_{ij} = v_j r_{ij}.$$

Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant od ideální varianty:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}$$

Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}$$

K výpočtům metody TOPSIS bude využita školní verze softwaru MCAKOSA. MCAKOSA je doplněk do Excelu, sloužící k řešení úloh vícekriteriálního hodnocení variant. Byl vytvořen pracovníky katedry Operační a systémové analýzy PEF ČZU v Praze jako součást balíku doplňků pro řešení různých typů úloh operační analýzy s názvem ORKOSA. Jedná se o uživatelsky přívětivý a jednoduchý software, práce s ním je vyučována v rámci předmětu Ekonomicko Matematické Metody na provozně ekonomické fakultě ČZU.

4.3 Cloudové služby

V případě cloudových služeb jsou servery nazývány instancemi. Cloud totiž předpokládá, že všechny prostředky existují pouze dočasně, proto je pojmenování instance výstižnější než servery.

Základní představu o parametrech virtuálního serveru neboli instance nám poskytuje následující tabulka. Důležité je zmínit, že schopnost virtuálního serveru zvládat dané úkoly ovlivňují i další faktory, jako je například výkon procesoru na jedno jádro či úroveň náročnosti webových stránek a e-shopů.

Tabulka 7 – Parametry VS

1GB RAM 1x CPU 30 GB uložení	2GB RAM 2x CPU 60 GB uložení	4GB RAM 4x CPU 60GB uložení	8GB RAM 8x CPU 200GB uložení	16GB RAM 32x CPU 1600 GB uložení
Provoz 50 - 100 základních webových stránek	Provoz 100 - 200 základních webových stránek	Provoz 50 - 100 náročných individuálních stránek	Provoz 100 - 200 náročných individuálních stránek	Provoz velkého množství individuálních náročných stránek
Provoz 5 - 20 základních e-shopů	Provoz 20 - 40 základních e-shopů	Provoz 10 - 30 složitějších e-shopů	Provoz 30 - 50 složitějších e-shopů	Provoz velkého množství e-shopů
Vývoj e-shopu	Vývoj dvou e-shopů	Vývoj třech e-shopů	Vývoj třech a více e-shopů	Vývoj velkého množství e-shopů

Zdroj: Vlastní zpracování dle (22)

4.3.1 Amazon Web Services

Amazon Web Services je společností spadající po Amazon Inc. Služby cloud computingu začala poskytovat už roku 2006 a to jak firmám, tak i jednotlivcům. Jako služba integruje čtyři oblasti při vytváření hardwarové infrastruktury. Jedná se o výpočetní výkon, uložení, poskytování obsahu a networking.

Silnou stránkou je, že Amazon web services nabízí jak obrovské množství služeb, tak nástrojů pro správu. K těmto nástrojům je možné přistupovat přes zabezpečeného webového klienta. Dále mají klienti přístup například k monitorování, protokolování, využívání služeb či vytváření šifrovaných klíčů. Množství a druh poskytovaných služeb si klient volí libovolně podle svých potřeb a rozpočtu. V průběhu poskytování je klientovi umožněno pružně upravovat svoje požadavky a následně měnit čerpané služby. Pozitivum je také školení ve formě webových návodů, kde si zákazník může zvolit verzi zdarma, či placenou se školitelem. Možnosti platby jsou celkem tři a všechny fungují jako předplatné.

První model je „Pay as you Go“, ten je vhodný pro méně aktivní uživatele, kteří ovšem chtějí minimalizovat riziko nedostatku výpočetních možností. Model je také velice flexibilní a umožňuje podniku se adaptovat v případě potřeby výpočetních možností v reálném čase, nikoliv předpovědi. Uživatel zkrátka zaplatí na konci období za tolik služeb, které spotřeboval.

Druhým modelem je „Save when you reserve“. Tento model funguje na bázi předplatného. Zákazník si služby předplácí dopředu a stanovuje si, jak velkou část z nich zaplatí předem a jakou následně. Čím více zákazník platí předem, tím větší sleva je.

Třetím modelem je „Pay less by using more“. Jedná se o model vhodný zejména pro velmi náročné uživatele, kteří služby využívají intenzivně. Je totiž založen na principu, že čím více zákazník využívá, tím větší procentuální slevu z předplatného obdrží.

Další silnou stránkou AWS je její zkušební verze nazývaná AWS Free Tier. Ta nabízí roční zkušební lhůtu na základní balíček produktů. Zákazník si tak může služby vyzkoušet a následně udělat rozhodnutí, zdali přejde na služby placené.

Naopak slabou stránkou AWS jsou vyšší poplatky za technickou podporu. Pokud zákazník potřebuje okamžitě odbornou technickou podporu, musí mít předplacený jeden ze tří nabízených balíčků. Jejich cena je kalkulována podle měsíčního využívání služeb AWS a může být poměrně vysoká.

EC2 A1

Amazon EC2 A1 servery poskytují dle AWS výrazné ušetření nákladů a jsou vhodné pro škálovatelné výpočetní operace. Ideálním pracovním zatížením jsou pro ně podle AWS například webové servery nebo distribuovaná úložiště dat. Jako první v rámci služby EC2 fungují virtuální servery A1 na bázi AWS Graviton procesorů, které jsou navrženy přímo od Amazonu a byly optimalizovány pro cloudové využití. AWS nabízí servery EC2 A1 od roku 2018.

Tabulka 8 – EC2 A1

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
a1.medium	1	2	\$0,0288
a1.large	2	4	\$0,0576
a1.xlarge	4	8	\$0,1152
a1.2xlarge	8	16	\$0,2304
a1.4xlarge	16	32	\$0,4608
a1.metal	16	32	\$0,461

Zdroj: Vlastní z pracování dle (23)

EC2 M6g

Amazon EC2 M6g servery nabízejí rovnováhu mezi výpočetním výkonem, pamětí a rychlostí připojení, to z nich podle AWS činí potenciální vhodné řešení pro podnik jako oXy Online. Dále jsou tyto servery podle AWS vhodné pro aplikace stavěné na open source softwaru, jakou jsou například aplikační servery nebo mikroslužby. Mikroslužbami se rozumí například správa tiskových úloh, docházkový či skladový systém. Servery M6g fungují na bázi AWS Graviton 2 procesorů, které byly navrženy přímo Amazonem.

Tabulka 9 – EC2 M6g

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
m6gd.medium	1	4	\$0,0504
m6gd.large	2	8	\$0,1008
m6gd.xlarge	4	16	\$0,2016
m6gd.2xlarge	8	32	\$0,4032
m6gd.4xlarge	16	64	\$0,8064

Zdroj: Vlastní z pracování dle (23)

EC2 M5

Amazon EC2 M5 servery představují rovnováhu mezi procesorovým výkonem, pamětí a připojením. To z nich podle AWS dělá dobrou volbou pro široký rozsah využití včetně vývoje, pronájmu a hostování e-shopů. Servery z rodiny m5 jsou již pátou generací „general-purpose“ instancí od AWS a byly uvedeny v roce 2017. Servery m5 jsou na rozdíl od předchozí generace M4 poháněny Intel Xeon Platinum 8175M s frekvencí 2.5 GHz. To podle AWS znamená, že se poměr ceny a výkonu zlepšil o 14 % na jedno jádro, což je působivý výsledek, protože předchozí generace M4 je pouze dva roky stará. Amazon je na rozdíl od ostatních poskytovatelů velice sdílný, pokud se jedná o technické informace jako je například přesný typ procesoru a jeho frekvence což je pozitivní a působí to sebevědomě.

Tabulka 10 – EC2 M5

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
m5.large	2	8	\$0,107
m5.xlarge	4	16	\$0,214
m5.2xlarge	8	32	\$0,428
m5.4xlarge	16	64	\$0,856

Zdroj: Vlastní z pracování dle (23)

Za použití metody TOPSIS byla pro podnik dle stanovených vah kritérií vybrána varianta **m5.4xlarge** z rodiny EC2 M5 jako optimální.

Parametry jsou následující:

Tabulka 11 – AWS optimální instance

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
a1.4xlarge	16	32	\$0,4608

Co se týká uložení, nabízí AWS službu Amazon Simple Storage Service (S3). Ta se dá velice snadno pořídit k virtuálním serverům ze služby EC2. V rámci služby S3 je nabízena celá řada tříd uložení. Tyto třídy určují potřebu rychlosti a frekvence přístupu k datům. Nejrychlejší přístup k datům nabízí třída S3 standard, proto se hodí k datům, ke kterým je nutné přistupovat často a rychle. Naopak na druhé straně spektra je třída S3 Glacier Deep Archive, která nabízí uložení dat, ke kterým se přistupuje s frekvencí

například jednou ročně a přístup trvá až 12 hodin. Čím jsou přístupy k datům delší, tím je cena nižší. Sledovaný podnik potřebuje k datům přistupovat často a rychle, proto byla zvolena třída S3 Standard.

Cena je kromě množstvím uložených GB ovlivněna také požadavky na data. Za každých 1000 požadavků operací pro vkládání a vytváření dat je účtováno \$0,005. Tyto operace se klasifikují do „Class A“. Za každých 1000 požadavků operací pro čtení dat je účtováno 0,0004\$. Tyto operace se klasifikují do „Class B“. Dále je cena ovlivněna načítáním, přenosem a funkcí správy dat. AWS uvádí ceny u obou tříd za 1000 požadavků.

Tabulka 12 – AWS uložště

S3 Standard		Cena za 1000 požadavků	
TB měsíčně	Cena za GB	Class A	Class B
< 50	\$0,023	\$0,005	\$0,0004
< 450	\$0,022		
> 500	\$0,021		

Zdroj: Vlastní z pracování dle (24)

4.3.2 IBM Cloud

IBM cloud, dříve IBM Soft Layer poskytuje své služby v oblasti cloud computingu už od roku 2005. Poskytuje sjednocený virtuální i fyzický server do jedno platformy ke které uživatelé přistupují přes webový portál, API či přes mobilní telefon. Jak je mezi velkými hráči v této oblasti zvykem, nabízí uživateli velkou míru přizpůsobení a flexibility. Platební model je standardní, co uživatel spotřebuje to si zaplatí. Cena je ovlivněna regionem, operačním systémem na serverech a případně rychlostí připojení. Vše lze samozřejmě nastavit tak, aby to uživateli vyhovovalo. Platební možnosti jsou u IBM cloud na výběr čtyři.

„Pay-as-you-go“ je obdobný jako u AWS, jedná se o následnou platbu ve výši spotřebovaných služeb.

„Reserved instances“ je způsob platby, kde se zákazník zaváže na jeden až tři roky dopředu a díky tomu získá slevu a garantovanou kapacitu k dispozici. Čím delší závazek dopředu, tím vyšší sleva pro zákazníka. Pokud tedy zákazník bezpečně ví, že v daném časovém období bude služby využívat, jedná se o vhodný model.

„Subscription“ model je vhodější pro větší zákazníky. Jedná se o dlouhodobější individuální závazek, který na oplátku poskytne zákazníkovi dlouhodobý předvídatelný platební plán se slevami.

„Payment plans“ je model, který umožňuje zákazníkovi optimalizovat jeho vlastní cash flow za pomoci flexibilního platebního plánu.

Silnou stránkou IBM je podobně jako u AWS zkušební služba nazývaná „Lite“. Je podobná službě AWS Free Tier, ale liší se omezeními. Na rozdíl od Free Tier není totiž Lite omezená časově, ale kapacitou paměti. Ta činí 256 MB, což není mnoho, ale umožňuje to vyzkoušet velké množství nabízených funkcí. Drobným kladem je také to, že není nutné při zakládání služby „Lite“ vkládat kreditní kartu. V případě překročení kapacity jsou data účtována systémem „Pay as you Go“.

IBM Cloud nabízí, co se týká výpočetních serverů dvanáct možností. Od „Bare Metal Server“ až po „Virtual Server“.

Protože virtuální server nabízí velké množství nástrojů pro správu a přehled, a navíc je dobře přístupný i pro méně zkušené uživatele, bude vhodnou volbou pro naše firemní prostředí a dále bude zpracováván pouze on. Slabou stránkou tohoto řešení může být poměrně složitá počáteční konfigurace serverů vyžadující více technických znalostí.

Variable compute

Servery z rodiny Variable compute podle IBM představují ideální řešení pro úlohy nevyžadující dlouhotrvající vysoký procesorový výkon. IBM Cloud je nasadil globálně v roce 2019. Podle IBM by měla rodina serverů přinést při optimálním využívání velké úspory co se týká cen.

Tabulka 13 – Variable compute

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
1x2	1	2	\$0,123
2x4	2	4	\$0,144
4x8	4	8	\$0,188

Zdroj: Vlastní zpracování dle (25)

Balanced

Servery z rodiny Balanced jsou podle IBM jak už samotný název napovídá vhodné pro úlohy vyžadující rovnováhu mezi výkonem a škálovatelností. Jedná se o základní třídu instancí, která je spíše univerzální a díky tomu je vhodná pro celou řadu pracovních úkonů. Vzhledem k potřebě společnosti vytvářet, hostovat a pronajímat e-shopy, by tak mělo jít podle IBM o vhodného kandidáta. Zajímavostí je, že IBM v ceníku neuvádí detaily technického charakteru jako například typ a frekvence procesoru. Zákazník si tedy na první pohled nemůže udělat představu o výkonu procesoru na jedno jádro jako například u Amazonu.

Tabulka 14 – Balanced

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
B1.1x2	1	2	\$0,144
B1.2x4	2	4	\$0,198
B1.4x8	4	8	\$0,291
B1.8x16	8	16	\$0,53
B1.16x32	16	32	\$0,912

Zdroj: Vlastní z pracování dle (25)

Balanced local storage

Servery z rodiny Balanced local storage jsou příbuznými s rodinou Balanced. Jak už napovídá název, třída Balanced local storage řadí spolupráci s uložištěm před výpočetní výkon a paměť RAM. Třída balanced storage je tedy podle IBM vhodná pro práci se středními a většími uložiště vyžadující vyšší rychlosti zápisu a čtení. To z rodiny Balanced local storage dělá potenciálně vhodného kandidáta spíše na pronájem a hostování e-shopů než na jejich tvorbu. Ani u této rodiny instancí není IBM příliš sdílné, co se týká přesných specifikací například procesoru, což je drobným minusem, protože neuvedení specifikací nepůsobí od poskytovatele sebevědomě.

Tabulka 15 – Balanced local storage

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
BL2.1x2	1	2	\$0,100
BL2.2x4	2	4	\$0,154
BL2.4x8	4	8	\$0,247
BL2.4x16	4	16	\$0,271
BL2.8x16	8	16	\$0,487
BL2.16x32	16	32	\$0,868

Zdroj: Vlastní z pracování dle (25)

Za použití metody TOPSIS byla pro podnik dle stanovených vah kritérií vybrána varianta **BL2.16x32** z rodiny Balanced local storage jako optimální.

Parametry jsou následující:

Tabulka 16 – IBM optimální instance

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
BL2.16x32	16	32	\$0,868

IBM cloud nabízí k virtuálním serverům také úložiště. Jedná se o službu IBM Cloud Object Storage, která je podobně jako u AWS rozdělena do tříd, které určují frekvenci a dobu přístupu. Drobným záporem u IBM je menší počet těchto tříd na rozdíl od AWS. Princip je však totožný, čím vyšší frekvence a kratší čas přístupu, tím je vyšší i cena. Pro účely sledovaného podniku byla vybrána rodina Standard, která je vhodná pro data, ke kterým se často přistupuje a současně je potřeba, aby byl přístup rychlý. Kladem u IBM cloudu je možnost volby „pružnosti“ na rozdíl od pouhé lokace. Tato „pružnost“ nám vyjadřuje počet datacenter, na kterých budou data uchována. Tím může být ovlivněna dostupnost a rychlost přístupu. Čím více datacenter, tím vyšší dostupnost z různých míst. S vyšším počtem datacenter roste i cena za TB. Pro účely našeho podniku bylo proto vybráno pouze jedno datacentrum, které se nachází v Amsterdamu.

Cena je kromě úložné kapacity ovlivněna také požadavky na data. IBM rozděluje stejně jako konkurence požadavky na „Class A“ a na „Class B“. Třída A jsou požadavky na ukládání a vytváření dat. Třída B jsou požadavky na čtení dat. Zajímavostí je, že IBM

uvádí cenu u třídy A za 1000 požadavků, ale u třídy B za 10000 požadavků. Data v tabulce jsou proto přepočítána u třídy B na cenu za 1000 požadavků.

Tabulka 17 – IBM uložště

Standard	
TB měsíčně	Cena za GB
< 500	\$0,023
> 500	\$0,021

Cena za 1000 požadavků	
Class A	Class B
\$0,005	\$0,0005

Zdroj: Vlastní z pracování dle (26)

4.3.3 Microsoft Azure

Služba Microsoft Azure spadající pod Microsoft poskytuje své služby již od roku 2010. MS Azure poskytuje celou řadu služeb od umělé inteligence až po internet věcí. Je také velkým hráčem v poskytování virtuálních serverů. Konkrétně se jedná o službu nazvanou Virtual Machines. Na tuto službu se zaměříme.

Silnou stránkou MS Azure jsou učící moduly na platformě MS Learn, ty umožní se zorientovat potenciálním zákazníkům i bez znalostí problematiky. V případě že zákazník už základní znalosti má, umožní mu je moduly ještě rozšířit.

MS Azure se nebojí srovnání s větším AWS, příkladem toho je jejich tvrzení, že zákazník ušetří se službou Windows Virtual Machines až 71 % oproti AWS EC2.

Platby probíhají v MS Azure pouze za spotřebované služby. Způsoby, jakým lze za služby platit jsou tři.

„Pay as you go“ znamená platba za spotřebovanou kapacitu na konci období. Ve světě cloud computingu velmi rozšířený způsob.

„Rezervované instance virtuálních počítačů“ je druhým modelem. Zákazník si dopředu rezervuje služby podle toho, jaké bude mít potřeby, platí pak předem a dostane samozřejmě podstatnou slevu.

„Spotové ceny“ je model, kdy zákazník kupuje nevyužitou výpočetní kapacitu, je vhodný pro klienty, kteří využívají úlohy, které zvládají náhle přerušeni a doba jejich spouštění je flexibilní. Samozřejmě zákazník je za kupování nevyužitých kapacit odměněn výraznou slevou.

Co se týká účtu na vyzkoušenou, MS Azure nabízí totiž roční zkušební dobu a k tomu přidá uživateli kredit ve výši \$200 na služby. V přímém srovnání s Google Cloud Platform je sice kredit ke zkušební době o \$100 nižší, ale stále se jedná o velice užitečnou

možnost. Kladem je navíc to, že pro méně náročné uživatele je zde možnost využívat řadu služeb zcela zdarma, a i bez časového omezení. Kladem jsou také webové stránky kompletně v českém jazyce.

Slabou stránkou může být konektivita, MS Azure totiž nemá tak velkou infrastrukturu a tolik datových center jako zmiňovaná konkurence.

BS

Virtuální počítače nesoucí velice krátké jméno BS jsou zaměřeny především na hospodárnost. Jsou optimalizované pro úlohy, které běžně potřebují základní výkon procesoru, ale při zvýšení poptávky vyžadují výkon krátkodobě vyšší. Jsou tedy podle MS vhodné například na servery pro vývoj a testování, webové servery, malé databáze či na uložení kódu. Pro potřeby podniku oXy Online, který potřebuje v první řadě vyvíjet, pronajmát a hostovat e-shopy je tedy řada BS podle MS vhodnou volbou.

Tabulka 18 – BS

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
B1LS	1	0,5	\$0,066
B1S	1	1	\$0,072
B1MS	1	2	\$0,084
B2S	2	4	\$0,108
B2MS	2	8	\$0,156
B4MS	4	16	\$0,252
B8MS	8	32	\$0,514

Zdroj: Vlastní z pracování dle (27)

Av2 Standard

Stroje z rodiny Av2 představují vyváženou kombinaci mezi počtem virtuálních jader, pamětí a rychlostí připojení. Dle MS jsou vhodnou volbou pro úlohy související s vývojem, uložení kódu, webovými aplikacemi nebo malé databáze. Stroje z této série zahrnují automatické škálování a vyrovnávání zatížení bez dalších poplatků. Kladem této rodiny virtuálních serverů je také velké množství kombinací počtu virtuálních jader a pamětí. Pro účely práce byly vybrány nejvíce univerzální kombinace, které byly následně zpracovány do tabulky.

Tabulka 19 – Av2 Standard

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
A1 v2	1	2	\$0,101
A2 v2	2	4	\$0,147
A2m v2	2	16	\$0,184
A4 v2	4	8	\$0,243
A4m v2	4	32	\$0,32
A8 v2	8	16	\$0,513
A8m v2	8	64	\$0,676

Zdroj: Vlastní z pracování dle (27)

D2d – D64d v4

Virtuální stroje řady Dd v4 nabízejí vysoký výkon ve všech aspektech, jako je procesorový výkon, vysoká paměť a velké dočasné uložení. Podle MS mají tyto stroje dostatek výkonu na splnění většiny náročnějších produkčních úloh včetně vývoje, hostování a pronájmu většího množství e-shopů.

Tabulka 20 – D2d – D64d v4

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
D2d v4	2	8	\$0,196
D4d v4	4	16	\$0,332
D8d v4	8	32	\$0,674

Zdroj: Vlastní z pracování dle (27)

Za použití metody TOPSIS byla pro podnik dle stanovených vah kritérií vybrána varianta **A8m v2** z rodiny Av2 Standard jako optimální.

Parametry jsou následující:

Tabulka 21 – MS Azure optimální instance

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
A8m v2	8	64	\$0,676

MS Azure, stejně jako konkurence, ke svým virtuálním serverům nabízí uložení. Drobnou odlišností od konkurence je to, že Microsoft nazývá třídu pro data, ke kterým je potřeba přistupovat často a rychle, Premium. Ostatní zmiňovaní konkurenti nazývají tuto třídu standard či podobně. Kromě Premium nabízí ještě další 3 třídy včetně archivních, tak jako konkurence. Pro potřeby našeho podniku však bude vybrána třída Premium. Ve třídě Premium neexistuje sleva pro zákazníky využívající více než 500TB. Sleva je zde nabízena pouze pro ostatní třídy. Další malou odlišností je nepatrně jiná cenová politika, ceny za GB jsou v porovnání s konkurencí vyšší, ale ceny za operace nižší. MS Azure rozlišuje stejně jako konkurence operace do dvou tříd, přičemž třída A se týká vytváření a zápisu dat a třída B se týká čtení. Microsoft ve svém ceníku uvádí ceny za 10000 operací pro třídu A i třídu B. Data v tabulce jsou proto přepočítána na cenu za 1000 požadavků.

Tabulka 22 – MS Azure uložení

Premium	Cena za 1000 požadavků	
Cena za GB	Class A	Class B
\$0,195	\$0,00228	\$0,00019

Zdroj: Vlastní z pracování dle (28)

4.3.4 Google Cloud Platform

Google Cloud Platform je balíček služeb od společnosti Google. Počátky této platformy sahají až do roku 2008. Jedná se tedy o dalšího velice zkušeného hráče na trhu. Silnou stránkou je, že Google Cloud Platform stojí založen na infastruktúře, kterou používá Google interně pro produkty koncových uživatelů, díky tomu může Google Cloud Platform těžit z velice silné a ozkoušené infrastruktúry.

Díky svým modulárním webovým službám od mateřské společnosti Google je Cloud Platform schopná nabídnout uživatelům různá obchodní řešení. Například je zde možnost snadného vytvoření virtuální sítě, a to včetně veřejných i soukromých podsítí umožňujících spravovat a uspořádat virtuální stroje.

Celá cloudová infrastruktúra je zde na systému Linux což s sebou přináší jednodušší implementaci služeb. Nevýhodou může být, že uživatelé zvyklí na operační systém Windows mohou mít ze začátku problém s Linuxovým příkazovým řádkem.

Silnou stránkou je zde zkušební účet, Google Cloud Platform nabízí roční totiž zkušební lhůtu. K tomu přidá ještě kredit \$300 na všechny jeho služby a přístupy ke všem produktům.

Výhodou Google Cloud Platform je to, že nabízí možnost konfigurace virtuálního serveru přesně podle potřeb zákazníka. Pokud má zákazník jasnou představu, kolik potřebuje virtuálních jader a paměti RAM a žádná konfigurace mu přesně nevyhovuje, může si vytvořit svůj virtuální stroj na míru. Konfigurace však neumožňuje použití například 32 virtuálních jader a k tomu 4 GB RAM.

Kladem je také možnost dosadit svůj vlastní operační systém, jinak Google Cloud Platform nabízí všechny hlavní operační systémy, včetně Red Hat Enterprise Linuxu.

Slabou stránkou může být podobně jako u AWS vyšší cena za technickou podporu. Základní podpora u Google Cloud Platform totiž řeší pouze problémy s účtováním. Za nejzákladnější balíček technické podpory schopné řešit problémy technického charakteru je potřeba si měsíčně platit.

E2 standard machine types

Stroje typu E2 představují vhodné vyvážení mezi cenou a rozpětím typů úloh, které zvládají. Zpravidla pokud nový zákazník neví, jaké stroje zvolit, bývá rodina E2 správnou volbou. Podle Google Cloud Platform je rodina E2 ideální pro úlohy, které nevyžadují rychlé SSD disky nebo grafickou akceleraci.

Zajímavostí je, že Google Cloud Platform nabízí kromě E2 standard také E2 high-memory machine types a E2 high-cpu machine types. První případ jsou stroje E2 doplněné o vyšší RAM paměť v poměru s virtuálními jádry. Druhý případ jsou stroje E2 doplněné o vyšší počet virtuálních jader v poměru s pamětí. Pro naši práci byla nicméně zvolena varianta E2 Standard.

Tabulka 23 – E2 Standard

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
e2-standard-2	2	8	\$0,094
e2-standard-4	4	16	\$0,188
e2-standard-8	8	32	\$0,375
e2-standard-16	16	64	\$0,750

Zdroj: Vlastní z pracování dle (29)

N1 standard

Stroje N1 standard se řadí stejně jako E2 do General-purpose machine type family, tedy do rodiny vhodné pro obecné účely. Na rozdíl strojů E2 však mají ve všech konfiguracích SSD disky. Jsou tedy vhodné i pro úlohy vyžadující rychlejší zápis a čtení.

Zajímavostí je, že Google Cloud Platform nabízí obdobně jako u E2 standard také dvě další varianty. Jedná zaměřená na ram paměť a druhá na procesorový výkon. Zákazník tak má ještě větší výběr.

Tabulka 24 – N1 standard

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
n1-standard-1	1	3,75	\$0,061
n1-standard-2	2	7,5	\$0,122
n1-standard-4	4	15	\$0,245
n1-standard-8	8	30	\$0,490
n1-standard-16	16	60	\$0,979

Zdroj: Vlastní z pracování dle (29)

N2 standard

Stroje N2 standard jsou přímými nástupci strojů N1. Podle Google Cloud Platform ho překonává zejména ve výkonu procesoru. Tento výkon je však kompenzován vyšší cenou. Tyto stroje jsou tedy vhodné pro aplikace vyžadující vysoký procesorový výkon a dokáže z něj těžit. Zde také Google Cloud Platform dává na výběr kromě verze Standard další dvě. Jedná se také o verzi orientovanou na RAM paměť a verzi orientovanou na procesorový výkon. Pozitivem pro zákazníka je tedy to, že zde nebude ochuzen o velký výběr kombinací RAM paměti a počtem virtuálních jader.

Tabulka 25 – N2 standard

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
n2-standard-2	2	8	\$0,125
n2-standard-4	4	16	\$0,250
n2-standard-8	8	32	\$0,501
n2-standard-16	16	64	\$1,000

Zdroj: Vlastní z pracování dle (29)

Za použití metody TOPSIS byla pro podnik dle stanovených vah kritérií vybrána varianta **n2-standard-16** z rodiny E2 standard machine types jako optimální.

Parametry jsou následující:

Tabulka 26 – GPC optimální instance

Instance	Počet virtuálních jader	Paměť (GB)	Cena / OS Linux / Hodina
e2-standard-16	16	64	\$0,750

Google Cloud Platform také nabízí ke svým virtuálním strojům také uložení Google Cloud Storage. Stejně jako konkurenti nabízí různé třídy od standardních po archivní. Čím nižší požadavky na rychlost a frekvenci přístupu, tím nižší cena. Pro účely našeho podniku byla stejně jako u konkurence vybrána třída Standard. Ta je vhodná pro ukládání dat, ke kterým je třeba přistupovat poměrně často a poměrně rychle. Zajímavostí je, že Google Cloud Platform neposkytuje na rozdíl od zmiňované konkurence slevu za překročení určité hranice TB, a to pro žádnou z nabízených tříd. Cena za službu uložení se skládá z množství uložených dat množství a operací dat. Google dělí stejně jako zmiňovaná konkurence operace do dvou tříd. Třída A obsahuje operace pro zápis dat. Třída B pak operace pro čtení dat. Google Cloud Platform uvádí ve svém ceníku cenu za 10000 operací. Data v tabulce jsou proto přepočítána na cenu za 1000 požadavků.

Dále cenu ovlivňuje množství přesunutých dat.

Tabulka 27 – GPC uložení

Standard Storage	Cena za 1000 požadavků	
Cena za GB	Class A	Class B
\$0,023	\$0,005	\$0,0004

Zdroj: Vlastní z pracování dle (30)

4.4 Optimální varianta

Podle předem stanovené metodiky byla jako optimální varianta pro podnik oXy Online při výběru cloudového řešení stanovena instance s názvem e2-standard-16 od poskytovatele Google Cloud Platform. Dle použité metody byla tato instance vzdálená 0,61392 od bazální varianty. S velmi malým rozdílem vzdálenosti od ideální varianty 0,60021 skončila instance a1.4xlarge od poskytovatele Amazon Web Services. Ta sice nabízí pouze 32 GB RAM paměti, na rozdíl od 64 GB, ale za výrazně nižší cenu. Ke skutečnosti, že rozdíl vzdáleností od bazální varianty od byl pouze 0,01371, bude

přihlédnuto v doporučení pro podnik. Třetí místo obsadil Microsoft se svým řešením Azure A8m v2. Na vzdálenosti od bazální varianty se zde negativně podepsal počet virtuálních jader, který činil 8, zatímco všechna konkurence nabízí 16. Na čtvrté příčce je IBM s řešením BL2.16x32. Na vzdálenosti od bazální varianty se v tomto případě negativně podepsala vysoká cena za hodinu provozu.

Tabulka 28 – optimální instance

Instance	Pořadí	Vzdálenost od bazální varianty
AWS a1.4xlarge	2	0,60021
IBM BL2.16x32	4	0,35748
MS Azure A8m v2	3	0,51454
GCP e2-standard-16	1	0,61392

Zdroj: Vlastní zpracování.

Doplňkovým výběrem optimální varianty je nabízené uložení k instancím. Zde obsadilo dle metodiky první příčku řešení S3 Standard od společnosti AWS. Google Cloud Platform zde obsadila se svým řešením Standard Storage druhé místo. Rozdíl mezi vzdálenostmi od bazální varianty činí pouhých 0,00124. Jediným rozdílem v porovnávaných parametrech je cena za uložený GB, který činí \$0,022 u AWS a \$0,023 u Google Cloud Platform. Pravděpodobně se nejedná o náhodu. K této skutečnosti bude stejně jako u výběru instance přihlédnuto k vydání doporučení pro podnik oXy Online. Třetí příčku obsadilo IBM se svým uložním Standard a čtvrtou příčku obsadil MS Azure s uložním Premium. Zde se na vzdálenosti od bazální varianty projevila negativně cena za 1000 požadavků třídy A i B.

Tabulka 29 – optimální uložení

Třída	Pořadí	Vzdálenost od bazální varianty
AWS S3 Standard	1	0,68408
IBM Standard	3	0,63472
MS Azure Premium	4	0,36527
GCP Standard Storage	2	0,68284

Zdroj: Vlastní zpracování.

5 Výsledky a diskuse

Po analýze dat danou metodikou lze podniku oXy Online s.r.o. doporučit využití služeb od poskytovatele Google Cloud Platform, konkrétně virtuální server z rodiny s názvem e2-standard-16, který nabízí optimální kombinaci parametrů. Při srovnání s tabulkou číslo 7 je zřejmé, že instance e2-standard-16, která disponuje šestnácti virtuálními jádry a 64 GB RAM paměti, bude dostatečně výkonná pro tvorbu, pronájem a hostování velkého počtu e-shopů. Kromě toho nabízí Google Cloud Platform podle metodiky i druhé nejlepší uložení mezi poskytovateli, které nazývá Standard Storage. Výhodou daného řešení je také bezpochyby velice silná infrastruktura mateřské společnosti Google a to, že počátky poskytování Cloudových služeb společností Google Cloud Platform sahají až do roku 2008. Nevýhodou mohou být až nečekaně vysoké poplatky za technickou podporu odborného charakteru.

Druhé řešení podle dané metodiky doporučit podniku oXy Online s.r.o. je Amazon Web Services s instancí a1.4xlarge. Tato instance nabízí 16 virtuálních jader a 32 GB paměti RAM. Ze srovnání s tabulkou číslo 7 plyne, že i toto řešení nabízí dostatečný výpočetní výkon pro potřeby podniku. Kladem je nižší cena, ovšem záporem je poloviční RAM paměť. Amazon Web Services však nabízí dle stanovené metodiky optimální uložení. Silnou stránkou řešení od společnosti Amazon Web Services je to, že se jedná o nejstaršího a největšího hráče na trhu. Slabou stránkou však mohou být podobně jako Google Cloud Platform poměrně vysoké poplatky za odbornou technickou podporu. Protože se dle metodiky jedná o těsné vítězství, je doporučeno podniku důrazně zvážit i řešení od Amazonu, protože nelze ignorovat fakt, že se jedná právě o nejstaršího poskytovatele na trhu.

V pořadí třetím řešením, které lze společnosti oXy Online s.r.o. dle dané metodiky doporučit, je od poskytovatele Microsoft Azure spadající pod Microsoft. Konkrétně se jedná o řešení MS Azure A8m v2, které nabízí 8 virtuálních jader a 64 GB RAM paměti. Oproti předchozí konkurenci je zde slabinou pouze 8 virtuálních jader. Podle tabulky číslo 7 jsou schopnosti této instance omezené právě počtem virtuálních jader. Podle metodiky se služba MS Azure Premium poskytující uložení umístila na poslední příčce, primárně kvůli vyšší ceně za uložený GB. Slabou stránkou řešení od poskytovatele Microsoft Azure je konektivita, MS Azure totiž nemá tak velkou infrastrukturu a tolik datových center jako zmiňovaná konkurence.

Jako poslední lze dle dané metodiky pro podnik doporučit řešení od poskytovatele IBM. Optimální instancí od poskytovatele byla zvolena IBM BL2.16x32, která nabízí 16 virtuálních jader a 32 GB RAM paměti, ale za vysokou cenu. Co se týká uložení, tak IBM dle metodiky dosahuje třetí příčky ovšem poměrně těsně, a to kvůli nepatrně vyšší ceně za tisíc operací typu B.

6 Závěr

První část diplomové práce byla věnována teoretickým východiskům. Na základě literární rešerše byly vytvořeny teoretické základy problematiky cloud computingu a jeho užití. V úvodu teoretické části také byla nastíněna historie cloud computingu. Dále byly shrnuty modely cloudových služeb včetně jejich výhod i nevýhod. Následovalo shrnutí všech modelů nasazení cloudu. Následovalo zamýšlení nad bezpečnostními riziky cloud computingu obecně. V poslední části teoretické části byla vysvětlena definice velikosti podniků podle Evropské Unie a také byly vymezeny základy pro finanční analýzu podniku z důvodu její role v praktické části. Na úplný závěr teoretické části byla nastíněna metoda TOPSIS kvůli její podstatné roli v praktické části práce.

Praktická část práce byla zaměřena na výběr optimálního řešení pro dané firemní prostředí. V první části bylo představeno firemní prostředí, pro které bylo voleno vhodné cloud computingové řešení. Po představení byla provedena základní finanční analýza podniku z důvodu, že k ní přihlíží vedení při rozhodování o implementaci řešení. S přihlédnutím na její výsledky a další neveřejně dostupné zdroje vedení rozhodlo o maximálním měsíčním rozpočtu. Následovalo stanovení vah kritérií, přičemž největší váhu měl parametr cena. Kromě primárního výběru virtuálního serveru bylo při výběru zahrnuto i nabízené uložení. V další části je nastínění parametrů virtuálního serveru nutných k plnění potřeb podniku. Následovalo představení každého poskytovatele, základní informace o něm a jeho silné, slabé stránky. Dále byla představena jeho nabídka virtuálních serverů vhodným k vývoji, pronájmu a hostování e-shopů a jeho nabídka uložení, které nabízí přímo k daným virtuálním serverům. Od každého poskytovatele bylo zvoleno optimální řešení metodou TOPSIS za pomoci předem stanovených vah kritérií. Data vždy pocházely z oficiálních ceníků jednotlivých poskytovatelů a tabulky byly následně upraveny, aby bylo možné je přímo srovnávat. Následoval výběr optimální varianty z nejlepší nabídky jednotlivých poskytovatelů. Jako optimální varianta bylo

zvolení poskytovatele Google Cloud Platform, s jeho instancí e2-standard-16. Vzhledem k tomu, že poskytovatel Google Cloud Platform nabízí i vhodné řešení uložení, v doporučení pro podnik obsadil první příčku. Těsně druhou příčku obsadil poskytovatel AMAZON Web Services se svým řešením AWS a1.4xlarge, který nabízí dle metodiky o něco lepší uložení.

Bylo dokázáno, že použití rozhodovacích modelů k volbě optimálního cloud computingového řešení je po zvážení ostatních faktorů vhodné, protože zde vzniká nutnost srovnávat celou řadu tabulek s parametry za pomoci předem stanovených kritérií.

Vedení podniku bylo předloženo doporučení vycházející z praktické části práce.

7 Seznam použitých zdrojů

1 LACKO, Luboslav. Osobní cloud pro domácí podnikání a malé firmy. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3744-4.

2 HILL, Richard. Guide to cloud computing: principles and practice. 1st ed. New York: Springer, 2013. Computer communications and networks. ISBN 978-1-44714602-5

3 MELL, Peter a Tim GRANCE. The NIST Definition of Cloud Computing. CSRC NIST [online]. Gaithersburg: NIST Headquarters, c2014-2017 [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>

4 RADECKÝ, Alexander. Klient tenký, klient nulový. CIO Business World [online]. 7.3.2011 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://businessworld.cz/it-strategie/klienttenky-klient-nulovy-7063>

5 CROOKES, David. Cloud computing in easy steps. Leamington Spa, UK: Computer Step, 2012. ISBN 1840785322

6 VELTE, Anthony T, Toby J VELTE a Robert C ELSENPETER. Cloud Computing: praktický průvodce. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3333-.

7 PAVLIS, Martin. Možnosti virtualizace, přínosy virtualizace serverů. SystemOnline [online]. Česká republika: CCB spol. s.r.o., c2001-2018 [cit. 2018-11-02] Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/virtualizace/moznosti-virtualizace-prinosyvirtualizace-serveru.html>

8 Co je virtualizace? Microsoft Azure [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://azure.microsoft.com/cs-cz/overview/what-is-virtualization/>

9 Virtualizace serverů a databází. Technickyportal.cz [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv-technik/virtualizace-serveru-a-databazi_26672.html

10 JAMSA, Kris. Cloud computing: SaaS, PaaS, IaaS, virtualization, business models, mobile, security and more. 1st ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2013. ISBN 978-1-4496-4739-1.

11 RHOTON, John a Risto HAUKIOJA. Cloud computing architected. 2013 ed. Tunbridge Wells, Kent: Recursive Press, 2011. ISBN 978-095-6355-614.

12 SOSINSKY, Barrie A. Cloud computing bible. Chichester: John Wiley [distributor], 2011. ISBN 0470903562.

13 PARMS, Jason. How to mitigate your cloud computing risks. ITProPortal [online]. United Kingdom: Future Publishing Limited, 2018 [cit. 2018-01-21]. Dostupné z: <https://www.itproportal.com/2016/02/18/how-to-mitigate-your-cloud-computingrisks/>

14 Nařízení Komise (EU) č. 651/2014 příloha I

15 UNIE MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNIKŮ. Definice SME. Unie malých a středních podniků ČR [online]. Česká republika: SOMEONE s.r.o., c2006-2019 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.sme-union.cz/definice-sme/>

16 1. ÚŘAD PRO PUBLIKACE EVROPSKÉ UNIE. Uživatelská příručka k definici malých a středních podniků [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2015 [cit. 2019-02-21]. ISBN 978-92-79-45310-6. Dostupné z: http://publications.europa.eu/resource/cellar/79c0ce87-f4dc-11e6-8a35-01aa75ed71a1.0010.01/DOC_1

17 A digital agenda for European SMEs [online]. UK: ACCA, 2011 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://graduate.accaglobal.com/content/dam/acca/global/PDFtechnical/small-business/pol-afb-adaf.pdf>

18 Camarinha-Matos, Luis & Xu, Lai & Afsarmanesh, Hamideh & Sahandi, R & Alkhalil, Adel & Opara-Martins, Justice. (2012) [cit. 2019-03-01]. SMEs' Perception

of Cloud Computing: Potential and Security. 10.1007/978-3-642-32775-9_19

19 JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. Druhé vydání. Praha :PROFESSIONAL PUBLISHING, 2002.s.281

20 KNÁPKOVÁ, A., PAVELKOVÁ, D., ŠTEKER, K. Finanční analýza. 2. vyd. Grada Publishing, 2013. 240 s. ISBN 978-80-247-4456-8.

21 VOCHOZKA, M. Metody komplexního hodnocení podniku. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 246 s., ISBN 978-80-247-3647-1.

22 How to choose the best hardware for virtualization. TechTarget [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://searchservvirtualization.techtarget.com/essentialguide/How-to-choose-the-best-hardware-for-virtualization>

23 ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. 3. upravené a rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2019. ISBN 978-80-7380-762-7.

24 Amazon EC2 On-Demand Pricing. Amazon [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/ec2/pricing/on-demand/>

25 Amazon S3 pricing. Amazon [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/s3/pricing/?nc=sn&loc=4>

26 Virtual server instance. IBM Cloud [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: https://cloud.ibm.com/gen1/infrastructure/provision/vs?cm_sp=Cloud-Product-_-OnPageNavCTA-IBMCloudPlatform_IBMVirtualMachines-_-PricingConfigNextStepsBand_CreateServer

27 Cloud Object Storage. IBM Cloud [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://cloud.ibm.com/objectstorage/create#pricing>

28 Ceny služby Virtual Machines s Linuxem. Microsoft Azure [online]. [cit. 2021-03-08].
Dostupné z: <https://azure.microsoft.com/cs-cz/pricing/details/virtual-machines/linux/>

29 Ceny za objekty blob bloku. Microsoft Azure [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z:
<https://azure.microsoft.com/cs-cz/pricing/details/storage/blobs/>

30 All pricing. Google Cloud [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z:
<https://cloud.google.com/compute/all-pricing>

31 Cloud Storage pricing. Google Cloud [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z:
<https://cloud.google.com/storage/pricing>

8 Přílohy

Příloha A: Analýza instancí při výběru optimální varianty

Instance	Počet virt. jader	Paměť (GB)	Cena / Linux / Hod
a1.4xlarge	0,166410059	0,09486833	0,130817643
BL2.16x32	0,166410059	0,09486833	0,246418651
A8m v2	0,083205029	0,18973666	0,1919113
e2-standard-16	0,166410059	0,18973666	0,212919341
Ideální varianta	16	64	0,4608
Bazální varianta	8	32	0,868

Příloha B: Analýza uložišť při výběru optimální varianty

Uložiště	Cena / GB	Cena / A / 1000 pož.	Cena / B / 1000 pož.
AWS S3 Standard	0,036887733	0,186108367	0,171264202
IBM Standard	0,036887733	0,186108367	0,214080252
MS Azure Prem.	0,326959454	0,084865415	0,081350496
GCP Standard Stor	0,038564448	0,186108367	0,171264202
Ideální varianta	0,022	0,00228	0,00019
Bazální varianta	0,195	0,005	0,0005