

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Cloud computing – porovnání cloudových úložišť

Milan KRAJČÍ

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Krajčí

Informatika

Název práce

Cloud computing – porovnání cloudových úložišť

Název anglicky

Cloud computing – comparison of cloud storages

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je analýza a porovnání služeb mezinárodních poskytovatelů cloudových úložišť Azure, Google cloud platforms a Amazon web services a také českých poskytovatelů CRA Business Cloud a Algotech. Dílčím cílem práce je nalezení optimální varianty cloudového úložiště pro stanovené uživatele na základě stanovených kritérií.

Metodika

Řešení dané problematiky bakalářské práce je založeno na studiu odborných textů a informačních zdrojů. Vybraná cloudová úložiště budou analyzována. Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků vlastní analýzy budou formulovány výsledky bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

40-50

Klíčová slova

cloud computing, cloudové uložení, Azure, GCP, AWS, CRA business cloud, Algotech

Doporučené zdroje informací

- A. T. VELTE, T. J. Velte, R. Elsenpeter [překlad J. GONER]. 2011. Cloud Computing: praktický průvodce. Vyd. 1. Brno: Computer Press, ISBN 978-80-251-3333-0.
- D. COMER. 2021. The Cloud Computing Book: The Future of Computing Explained. CRC Press. 287 s. ISBN 978-10-003-8428-4
- J. S. HURWITZ, D. Kirsch. 2020. Cloud Computing For Dummies. 2. vyd. For Dummies. 320 s. ISBN 978-11-195-4665-8
- R. DOSHI, T. Fagbola, M. Mahrishi. 2019, Cloud Computing: Master the Concepts, Architecture, and Applications with Real-world Examples and Case Studies. BPB Publications. 332 s. ISBN 978-93-885-1140-7
- S. K. SINGH. 2022. Cloud Computing. Jaya Jha. 183 s. 978-16-375-4608-6
- T. B. REHMAN. 2018. Cloud Computing Basics. Mercury Learning and Information. 200 s. ISBN 978-16-839-2350-3
- Y. ZHANG, C. Xu, X. S. Shen. 2020. Data Security in Cloud Storage. Springer Nature Singapore. 171 s. ISBN 978-98-115-4374-6

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Miroslav Brabec

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 29. 6. 2023

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 01. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Cloud computing – porovnání cloudových úložišť" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 3. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Miroslavu Brabcovi za trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi poskytl při vedení bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Kristýně Šauflové za rozsáhlou odbornou konzultaci.

Cloud computing – porovnání cloudových úložišť

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na cloud computing a ukládání dat. V teoretické části jsou definovány a vysvětleny základní pojmy souvisejících s touto problematikou a představení zvolení poskytovatelé dat. Praktická část se zabývá analýzou pěti vybraných poskytovatelů služeb, konkrétně se pak jedná o Azure, GCP, AWS, CRA a Algotech. Zde jsou porovnávána zvolená a otestovaná kritéria. Následně jsou definováni dva uživatelé, kterým je na základě vícekritériální analýzy doporučen nejvhodnější poskytovatel, přesně pro jejich potřeby. Výsledkem práce je ucelený pohled na cloudová úložiště, potažmo cloud computing samotný a přehledné srovnání konkrétních funkcionalit jednotlivých poskytovatelů služeb.

Klíčová slova: Cloud computing, úložiště, data, cloud, Microsoft Azure, Google Cloud Platforms, AWS, CRA Business Cloud, Algotech

Cloud computing – comparison of cloud storages

Abstract

The bachelor's thesis is focused on cloud computing and data storage. The theoretical part defines and explains basic terms related to this issue and introduces chosen data providers. The practical part deals with analysing five selected service providers, especially Azure, GCP, AWS, CRA and Algotech. Here, the chosen criteria are compared and tested. Furthermore, two user profiles are defined for whom recommended the most suitable provider is recommended based on multi-criteria analysis tailored precisely for their needs. The result of the thesis is a comprehensive overview of cloud storage, and we can say, cloud computing itself, along with a comparison of specific functionalities of each service provider.

Keywords: Cloud computing, storage, data, cloud, Microsoft Azure, Google Cloud Platforms, AWS, CRA Business Cloud, Algotech

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce a metodika	12
2.1	Cíl práce	12
2.2	Metodika	12
3	Teoretická východiska	14
3.1	Historie	14
3.2	Definice pojmu cloud computing	15
3.3	Distribuční modely (SPI)	16
3.3.1	Software as a Service (SaaS)	17
	Výhody a nevýhody SaaS	18
3.3.2	Platform as a Service (PaaS)	19
	Výhody a nevýhody PaaS	19
3.3.3	Infrastructure as a Service (IaaS)	20
	Výhody a nevýhody IaaS	20
3.4	Modely nasazení	21
3.4.1	Soukromý (Private cloud)	21
3.4.2	Veřejný (Public cloud)	22
3.4.3	Hybridní (Hybrid cloud)	22
3.4.4	Komunitní (Community cloud)	23
3.5	Cloudová úložiště	23
3.5.1	Řízená cloudová úložiště	24
3.5.2	Neřízená cloudová úložiště	24
3.6	Poskytovatelé cloudových úložišť	24
3.6.1	Microsoft Azure	25
3.6.2	Google Cloud Platform (GCP)	25
3.6.3	Amazon Web Services (AWS)	26
3.6.4	CRA Business Cloud	26
3.6.5	Algotech	27
3.7	Výhody a nevýhody cloud computingu	27
3.7.1	Výhody	27
3.7.2	Nevýhody	28
3.8	Využívané pojmy	29
4	Vlastní práce	31
4.1	Zřízení úložiště a dostupnost informací	31

4.2	Zdarma poskytované služby	32
4.3	Velikost úložišť a souborů	34
4.4	Třídy úložišť	35
4.5	Zálohování dat	38
4.6	Dostupnost a odolnost dat	41
4.7	Umístění serverů.....	43
4.8	Odezva serverů	46
4.9	Rychlost přenosu dat	47
4.10	Definice uživatelů	49
4.11	Vícekriteriální analýza variant.....	50
4.11.1	Stanovení hodnocených kritérií	50
4.11.2	Stanovení vah preferencí	53
4.11.4	Normalizace dat	55
4.11.5	Metoda váženého součtu.....	58
4.11.6	Metoda TOPSIS	58
5	Zhodnocení výsledků	61
6	Závěr	63
7	Seznam použitých zdrojů	64
8	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk	66
8.1	Seznam obrázků	66
8.2	Seznam tabulek.....	66
8.3	Seznam grafů.....	67
8.4	Seznam použitých zkratk.....	67
9	Přílohy.....	68

1 Úvod

Dnešní dobu můžeme definovat jako rychlou, někdy dokonce až uspěchanou a neustále se vyvíjející. Oblasti, na které tato situace dopadá nejvíce, jsou především technologie a IT. Rychlá doba si samozřejmě žádá rychlá řešení a rychlý přístup k datům. Nároky, jaké měli lidé na uchování dat před lety už nejsou dostačující, a tak má jen málokdo svá data uložená fyzicky pouze v jednom svém zařízení. Jelikož nějakým aparátem s přístupem k internetu už disponuje téměř každý člověk v civilizované společnosti, a to i od raného věku, roste i objem dat, které člověk v průběhu života nahromadí.

Čím dál větší popularitě se tak těší cloudová úložiště. Jedná se o naprosto jednoduché, ale vcelku geniální platformy různých poskytovatelů, sloužící k uchování, zálohování a sdílení dat. Data jsou díky tomu neustále dostupná, mohou být sdílena mezi více uživatelů nebo zařízení, máme v podstatě neustálou zálohu všeho, co je pro nás důležité a v neposlední řadě získáme k dispozici obrovské množství úložného prostoru.

Uživatelé může být jak obrovská firma, tak obyčejný člověk, pracující s počítačem či mobilním telefonem, nebo třeba student. Je tedy jedno, zda se bavíme o nekonečných excelových tabulkách, nejrůznějších projektech, dokumentech, či třeba fotografiích a videích.

Neboť poptávka po cloudových službách neustále roste, narůstá i počet poskytovatelů a konkrétních služeb, které nabízejí. Na základě svých preferencí si tak to nejvhodnější úložiště může najít opravdu každý. Dá se tak říct, že díky všem výše uvedeným faktorům se cloudová úložiště staly jakýmsi fenoménem a nedílnou součástí dnešní doby.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je analýza a porovnání služeb mezinárodních poskytovatelů cloudových úložišť Azure, Google cloud platforms a Amazon web services, a také českých poskytovatelů CRA Business Cloud a Algotech. Dílčím cílem práce je nalezení optimální varianty cloudového úložiště pro stanovené uživatele na základě stanovených kritérií.

2.2 Metodika

Teoretická část práce je zpracována na základě studia literatury, odborných textů, článků a internetových informačních zdrojů v oblasti cloud computingu a informačních technologií. V rámci této části jsou vysvětleny základní pojmy, jako je například samotná definice cloud computingu a jeho historie. Dále jsou vysvětleny principy distribučních modelů, modely nasazení a přiblížení jednotliví poskytovatelé služeb.

Praktická část je pak zaměřena na porovnání jednotlivých služeb a definici výhod a nevýhod konkrétních možností. Podkladová data pro analytickou část byla získána provozním testováním cloudových úložišť jednotlivých poskytovatelů, z veřejně dostupné technické dokumentace na webových stránkách jednotlivých společností a telefonickou, popř. emailovou komunikací s technickou podporou. Další dodatečná data byla získána provedením vlastních měření odezvy (latence) datových center poskytovatelů a rychlosti přenosu dat. K měření odezvy serverů byly využity online nástroje dostupné na webových stránkách <https://cloudpingtest.com/> a také prostřednictvím příkazové řádky operačního systému Windows, konkrétně příkazem „ping“. U každého serveru jednotlivých poskytovatelů bylo provedeno 12 měření, a to v průběhu celého běžného pracovního dne s dvouhodinovými rozestupy. Ke změření rychlosti přenosu dat byl využit testovací soubor o velikosti 1 GiB (2^{30} bajtů), který byl vytvořen v příkazové řádce pomocí příkazu „fsutil file createnew testfile.txt 1073741824“. Tento soubor byl opakovaně nahráván a stahován z jednotlivých úložišť v průběhu celého pracovního dne vždy s dvouhodinovými rozestupy, a to celkem dvanáctkrát. Měření odezvy a rychlosti přenosu dat serverů bylo prováděno

z pevného internetového připojení od poskytovatele ISP Alliance a.s. z budovy na adrese Na Františku 1039/32, Praha s průměrnou rychlostí stahování 182 Mbps a rychlostí downloadu 210 Mbps, která byla rovněž měřena během dne v průběhu testování.

Pro potřeby provedení vícekriteriální analýzy byly staveny dvě osoby(uživatelé), jejichž preference k analyzovaným dvanácti kritériím byly vyjádřeny bodovací metodou v rozsahu 1-10 bodů a následně normalizovány. K výběru nejvhodnější služby pro stanovené uživatele byly zvoleny metody vícekriteriálního rozhodování WSM a TOPSIS a nezbytné výpočty těchto metod byly prováděny v programu Microsoft Excel.

3 Teoretická východiska

Teoretická část práce je zaměřena na vymezení jednotlivých pojmů a východisek souvisejících s problematikou cloud computingu.

3.1 Historie

Historie cloud computingu počíná již v roce 1961, kdy John McCarthy, americký profesor, poprvé představil teorii sdílení počítačových technologií, které mělo probíhat stejným způsobem jako sdílení elektrické energie. Princip spočíval v tom, že každý soukromý i veřejný subjekt využívá elektrické spotřebiče, ale zároveň nedisponují žádným vlastním zdrojem elektřiny. Obvyklým případem je, že elektrickou energii z jedné elektrárny využívají až desetitisíce uživatelů, kteří jsou připojeni vzdáleně za pomoci elektrické rozvodné sítě. V elektrorozvodné síti je ve skutečnosti více elektráren, které jsou mezi sebou vzájemně propojeny. Pokud dojde k výpadku jedné z elektráren potažmo elektrického vedení, převezmou zbylé elektrárny její zatížení a nikdo z odběratelů tak výpadek nezaznamená. V dnešním počítačovém světě můžeme tuto metaforu chápat jako situaci, kdy elektrárna představuje datové centrum poskytovatele služeb, elektrorozvodná síť internet a elektrický spotřebič roli klienta. McCarthy odhadoval, že se výpočetní technika bude v budoucnosti chovat jako veřejná služba. [1; 2]

Pojem cloud computing jako takový byl použit až roku 1997, kdy jej profesor Ramnatha Chellapa použil na své přednášce. Obrázek obláčku, který z názvu vychází byl již v minulosti používaný pro vyobrazení telekomunikační sítě. Informační technologie tedy tento název a vyobrazení pouze přebraly. První cloudová služba se objevila v roce 2002 při čemž se jednalo o projekt obchodního gigantu Amazon.com s názvem Amazon Web Services (AWS). Ta poskytovala svým partnerům souhrn cloudových služeb, úložného prostoru a tvorby informací. V srpnu roku 2006 spustil Amazon svoji komerční webovou službu Elastic Compute Cloud (EC2). Ta poskytovala svým uživatelům širokou škálu možností. Jednalo se například o poskytování online služeb pro klientské aplikace a ostatní webové stránky, ukládání dat a přejímání výpočetních cyklů jako služby. [2;3]

Příležitost na trhu začali postupně vnímat i ostatní firmy a započali tak svoji realizaci v této sféře. V první polovině roku 2008 byl uveden do provozu Google App Engine. Tím

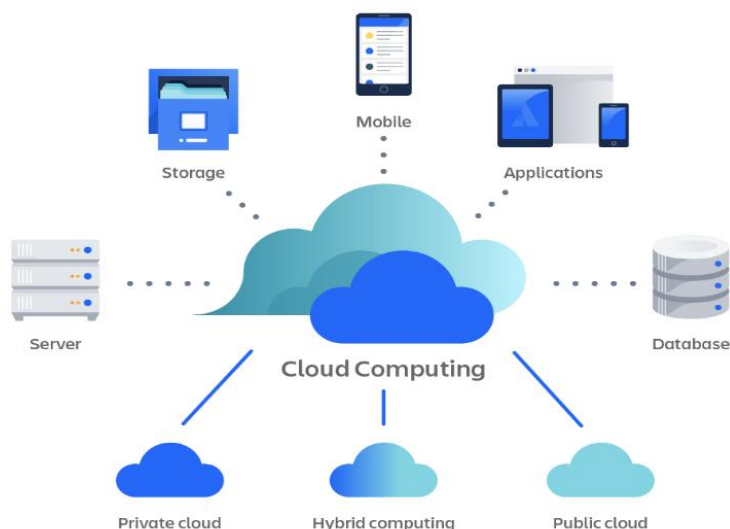
byl započat vstup první ryze technologické společnosti na cloud computingový trh. Společnost tak mohla začít nabízet obchodní aplikace přes webový prohlížeč.

V současnosti existují na trhu desítky firem, přičemž mezi ty největší patří například Google, Dropbox, Microsoft, IBM a další. Vhodné nasazení cloud computingu dokáže firmám jednak snížit náklady a jednak zajistit konkurenční výhodu. [1; 3]

3.2 Definice pojmu cloud computingu

Cloud neboli česky oblak, je metafora pro síťový prostor. Symbolem mraku rozumíme internet, díky kterému je možné využívat online služby prostřednictvím sítě. Jak můžeme vidět na obrázku č. 1 veškerá zařízení jsou propojena přes již zmíněný oblak, tj. cloud. Cloud představuje současný trend, kdy je každý prvek IT infrastruktury zpřístupněn jako služba, která je vyžádána uživatelem. Aplikace jsou tak využívány bez toho, aniž by bylo nutné je instalovat do PC či jiného zařízení.

Nutným předpokladem pro využívání cloudových služeb je funkční internetové připojení. Poté se může ke cloudu připojit takřka libovolné zařízení. Hlavní výhodou cloudu je pak místní a časová dostupnost přes zařízení s libovolným operačním systémem. [4; 5]



Obrázek 1 Cloud computing, zdroj: <https://www.atlassian.com>

Součástí vymezení modelu jsou následující charakteristiky:

- Služba na vyžádání – koncový uživatel čerpá prostředky samočinně, a to bez nutného kontaktu s poskytovatelem služby.
- Širokopásmový přístup k síti – veškeré služby jsou dostupné za pomoci obvyklých mechanismů a volně přístupné přes internet. Dochází k využití tenkých nebo tlustých klientů (PC, mobilní telefon, webový prohlížeč).
- Sdílení zdrojů – výpočetní kapacity dodavatele služeb jsou sdílené mezi více uživateli a poté jsou na základě požadavků automaticky rozděleny a přiděleny koncovým zákazníkům. Zákazník pak nemá možnost zjistit z jakého zdroje tyto prostředky vychází. Jelikož se jedná o poměrně abstraktní službu, dochází k jejímu poskytování bez ohledu na skutečné zařazení výpočetní zdrojů.
- Vysoká pružnost – výpočetní kapacity jsou poskytnuty flexibilně v souvislosti s jejich poptávkou. Z uživatelského hlediska jsou zdroje poskytovatele nevyčerpatelné.
- Měřitelnost služby – hlavní podmínka pro vznik ekonomického modelu je zásada měřitelnosti služeb, které jsou poskytovány zákazníkům. Konečná suma je zákazníkům vyúčtována na základě reálné spotřeby. [5; 6]

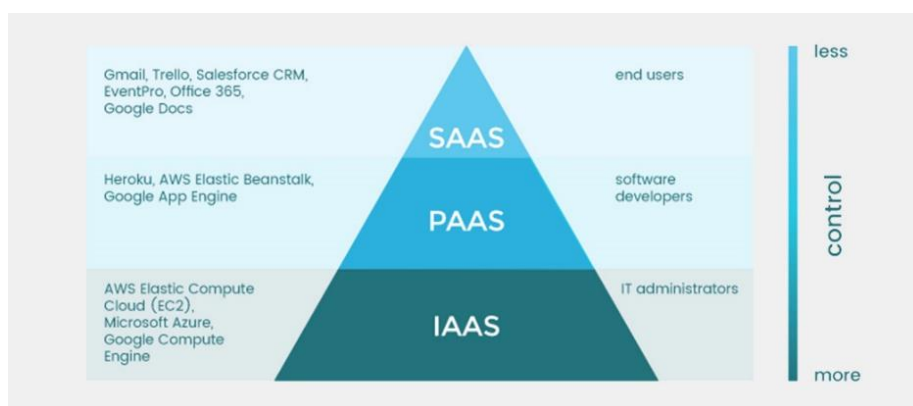
3.3 Distribuční modely (SPI)

Označení služba se v rámci cloud computingu rozumí možnost práce se znovu použitelnými prvky v rámci dodavatelské sítě. Distribuční model představuje to, co je klientovy v rámci služby nabízeno. Obvykle se jedná o hardware či software, popřípadě jejich kombinaci. Velkou výhodou jsou nízké bariéry na vstupu, z čehož pramení vysoká míra dostupnosti pro malé podniky.

Co se cloud computingu týče, je za nejfrekventovanější a dominující uskupení modelů považovaná SPI, přičemž každé písmeno ze zkratky označuje jednu z cloudových služeb:

- S – Software as a Service;
- P – Platform as a Service;
- I – Infrastructure as a Service.

Opakující se koncový výraz „as a Service“ (jako služba) je označení eventuality práce se znovupoužitelnými a jemně uspořádanými komponentami v rámci dodavatelské sítě. [5; 6]



Obrázek 2 Distribuční modely, zdroj: <https://www.plesk.com>

3.3.1 Software as a Service (SaaS)

Software jako služba (SaaS) představuje model, ve kterém je aplikace hostována a nabízena jako služba klientům, kteří k ní mají přístup pomocí internetu. Pokud je software externě hostován, nezajišťuje klient jeho podporu ani správu. Pokud se však dodavatel dané služby rozhodne pro změnu aplikace, nemá klient na tuto událost žádný vliv, s výjimkou omezeného nastavení konfigurace aplikace. Struktura vychází z toho, že uživatel používá již hotový software a nemusí jej komplikovaně integrovat s ostatními systémy. Dodavatel zajišťuje všechny aktualizace, případné opravy a celkově pak udržuje infrastrukturu funkční.

Ze strany dodavatele je model softwaru jako služby poutavý tím, že kvalitněji chrání jejich duševní vlastnictví a dokáže poskytnout trvalý zdroj příjmů. [7; 8; 9]

Co se týče druhů software, které se pro SaaS hodí, vhodné jsou standardně ty programy, které nepotřebují širokou interakci s dalšími systémy a plní pouze jednoduchou

úlohu. Jedná se například o emailové klienty, chatovací aplikace, systémy pro účetnictví a správy IT služeb. Funkčnost této služby není omezena typem operačního systému.

Hlavní výhoda SaaS je šetření nákladů ve srovnání s vlastním pořízením dané aplikace. Vystává však nutnost plateb za používaný software. Místo počáteční platby při pořizování aplikace je v tomto případě účtována taxa za každé jednotlivé použití. Díky tomu tak není na začátku nutná větší investice. Komplikace pro klienty může nastat v případě, kdy nedojde k naplnění konkrétních požadavků a není tak nalezena vhodná aplikace, která by byla v modelu dostupná. V těchto případech je nutné zakoupit aplikaci standardním způsobem. [6; 7; 8]

Model SaaS je vhodný především pro ty zákazníky, kteří zpravidla nevyvíjí vlastní software, ale potřebují výkonné a spolehlivé aplikace. Od dřívějších řešení se liší v tom, že model vznikl především s ohledem na využití webových prostředků (prohlížeč) a také dovoluje využívat aplikaci více uživateli. [8; 9]

Výhody a nevýhody SaaS

Jak již bylo řečeno dříve mezi největší výhody tohoto modelu patří významná úspora nákladů oproti přímé koupi aplikace. Díky tomu může dodavatel služeb poskytnout mnohem spolehlivější a levnější aplikace, než by si organizace zvládly samy zpřístupnit. Mezi další výhody patří:

- méně zaměstnanců;
- lepší marketing;
- zabezpečení;
- spolehlivost webu.

Mezi hlavní nevýhody modelu SaaS patří pomalejší rychlost a mírně odlišná funkcionality oproti jejich non-SaaS ekvivalentům. Tyto nevýhody však postupem času slábnou. [7; 8; 9]

3.3.2 Platform as a Service (PaaS)

Dalším modelem pro poskytnutí aplikací je platforma jako služba (PaaS), která bývá označována také jako cloudware. Je velice podobná modelu SaaS – podobným stylem nabízí aplikace, jedná se ale o jiný typ.

Primární funkcionalitou PaaS je poskytnout zákazníkovi takové prostředí, které umožňuje vytváření a nasazování softwaru v cloudu, aniž by bylo nutné vynakládat úsilí na konfiguraci nebo správu základního zařízení. Vývojové prostředí je navrženo tak, aby umožňovalo souběžnou činnost více uživatelů. Společnosti nabízející model PaaS mohou poskytovat základní infrastrukturu a prostředky pro vývoj a nasazení softwaru. Základní infrastruktura zahrnuje mnoho prvků IaaS (Infrastructure as a Service), jako jsou servery, úložiště, operační systémy, databáze a síťová připojení. Prostředky pro vývoj a nasazení softwaru zahrnují překladače, prostředky pro prostředníky, knihovny programů, runtime systémy (např. Java runtime a .NET runtime) a služby hostující aplikace zákazníka.

Mezi hlavní služby PaaS patří návrh aplikací, hostování, vývoj, aplikace a testování. Dalšími službami mohou být integrace webových služeb a databází, týmová spolupráce, poskytnutí úložiště, škálovatelnost, bezpečnost a správa verzí či stavu. [7; 9; 10]

Výhody a nevýhody PaaS

Hlavní výhodou PaaS je fakt, že se vývojář zabývá pouze vývojem a o samotný chod aplikace se stará dodavatel. Poskytnuté služby se spouští na virtuálním serveru za podpory databázových služeb a disponují vhodným prostředím pro konkrétní vybraný programovací jazyk. Mezi další výhody patří pak například flexibilita, maximální optimalizace provozu, jednoduché škálování a úspora nákladů.

Hlavní nedostatkem je pak nepřenositelnost mezi poskytovateli. To znamená, že přesun aplikace, která byla vytvořena u jednoho poskytovatele je k jinému poskytovateli buď velice drahý nebo dokonce nemožný. Vzniká tedy riziko, že pokud zanikne dodavatel PaaS, může uživatel přijít o poskytované aplikace a svá data. [7; 10]

3.3.3 Infrastructure as a Service (IaaS)

Posledním modelem cloud computingu je infrastruktura jako služba (IaaS), dříve též označován jako Hardware as a Service (HaaS – hardware jako služba). Zatímco SaaS a PaaS poskytují klientům aplikace, model IaaS nabízí hardware, který může zákazník libovolným způsobem využívat. Zákazníkům jsou pronajímány různé typy úložišť, síťové prvky, servery či cykly procesoru pro úpravu dat. Dodavatel IaaS nabízí své prostředky, kterými je schopen obsloužit najednou až tisíce zákazníků.

Pokud jde o financování tohoto modelu, bývá obvykle postaveno na tom, že je klientům vystavována faktura na základě samotného užitku. V praxi to znamená, že se cena nejčastěji odvíjí od velikosti úložného prostoru pro data (např. 12TB/měsíc). Model je vhodný především pro ty podniky, které disponují softwarovými licencemi, ale nechtějí využívat svoje prostředky na hardware. [8; 9]

IaaS umožňuje zákazníkům pronájem těchto typů zdrojů:

- paměť;
- úložné místo;
- síťová zařízení;
- místo na serveru;
- cykly procesoru.

Výhody a nevýhody IaaS

Hlavní výhodou modelu IaaS je, že zákazník nemusí nakoupit software nebo servery a následně platit za jejich umístění v datovém úložišti, ale tyto prvky si pronajímá od dodavatele služeb. Další plusem je i dobrá škálovatelnost. Pokud si tedy klient zejména z důvodu nevyhovujícího výkonu zažádá o změnu, bude pravděpodobně velmi rychle realizována. Mezi další výhody patří například rychlé nasazení, fyzická bezpečnost umístění datového centra, nulové investice do hardware či jednoduchost.

Hlavní nevýhoda modelu je vyšší podnikatelské riziko, neboť IaaS vyžaduje důvěru v prodejce a jeho jím zajištěnou datovou bezpečnost a dostupnost. V praxi se často stává, že zákazník neví, kde jsou jeho data a aplikace fyzicky umístěny. [7; 9; 10]

3.4 Modely nasazení

Model nasazení vyjadřuje, jakým způsobem je zákazníkovi cloud poskytnut. Standardně se jedná o rozdělení do čtyř kategorií: soukromý, veřejný, hybridní a nakonec nejméně využívaný, komunitní cloud. Mezi jednotlivými variantami se zákazník rozhoduje na základě svých priorit, tedy zda je jeho hlavní motivací úspora finančních prostředků, či kvalita a schopnost cloudu uchovat zabezpečená data. [7; 11; 12]



Obrázek 3 Modely nasazení, zdroj: <https://www.axians.cz/>

3.4.1 Soukromý (Private cloud)

V rámci soukromého modelu je využití cloudových služeb poskytováno pouze jednomu zákazníkovi, či jedné organizaci. Infrastruktura je tak sdílená pouze s těmi, kteří disponují oprávněným přístupem. Obvykle se jedná o infrastrukturu jako službu (IaaS), méně často pak platformu jako službu (PaaS). Její umístění je pak buď interní či externí, tedy buď je situována přímo u klienta, nebo je hostována v příslušném datovém středisku pod dozorem dodavatele služby. Z tohoto důvodu je u soukromého modelu velice nízká míra rizika týkající se sdílení prostředků. Naproti tomu značnou nevýhodou může být cena, která je proti veřejnému modelu podstatně vyšší. [5; 7; 11]

3.4.2 Veřejný (Public cloud)

Jedná se o model, v rámci kterého jsou široké veřejnosti nabízeny jak komunikační, tak výpočetní služby. Veřejný cloud funguje na sdílené dodavatelské platformě, na které funguje obrovské množství zákazníků, kteří jsou navzájem zcela nezávislí a mezi sebou je odděluje virtualizační software, který je často řízen přes internet. Zákazníci se tak nemohou dozvědět, potažmo ani ovlivnit, kde se konkrétní infrastruktura nachází

Mezi nejznámější poskytovatele veřejného cloudu patří například: Google, Amazon AWS, či Microsoft.

V rámci veřejného cloudu bývá nabízena řada služeb, které jsou obvykle poměrně cenově dostupné, neboť jsou rozvrženy mezi veškeré uživatele. Zákazník vždy platí za skutečné využití. Hlavní výhodou modelu je vysoká pružnost řešení a flexibilita, co se požadavků zákazníka na výkonnost serverů a velikost cloudu týče.

Veřejný cloud je velice oblíbený pro svoji snadnou implementaci, jeho zavedení trvá řádově pouze minuty. Jeho nevýhoda je především v tom, že je často vnímán jako nepříliš bezpečný a hrozí u něj zneužití dat. [5; 7; 11]

3.4.3 Hybridní (Hybrid cloud)

Hybridní cloudový model je kombinací mezi soukromým a veřejným, přičemž vůči okolí se projevuje jako jeden celek. Kombinace dvou modelů způsobuje vzájemné provázání a součet výhod.

Hlavním záměrem modelu je taková kombinace, která naplní potřeby a očekávání příslušné organizace. Navíc se jedná o snadno dostupné, bezpečné, cenově přijatelné a flexibilní modely. Oproti veřejnému cloudu je model mnohem bezpečnější a proti privátnímu naopak podstatně levnější.

V praxi model funguje tak, že citlivá data jsou uložena na soukromý cloud a naproti tomu běžná data se uchovávají na cloudu veřejném. Nevýhodou cloudu může být fakt, že proces integrace služeb bývá poněkud složitější. Navzdory tomu je však stále považován za neoptimálnější formu modelu, neboť poskytuje možnost přizpůsobení dle firemních potřeb. Díky tomu je snadno dosaženo vysoké efektivity. [5; 7; 11]

3.4.4 Komunitní (Community cloud)

Jedná se o model, kdy je infrastruktura sdílena se specifickou komunitou uživatelů, které spojují stejné nebo alespoň podobné nároky na danou službu. Podstatou modelu je spojení výhod mezi veřejným a soukromým cloudem. Konkrétně se pak jedná o spojení bezpečnosti, úrovně soukromí, finanční zátěže a interních pravidel společnosti. Tyto komunitní výhody využívají například korigované soukromé firmy a zdravotnické, vládní, telekomunikační, nebo jiné skupiny či sdružení. Nespornou výhodou komunitního modelu je absolutní nezávislost na kterémkoli dodavateli služeb, neboť jeho chod je zajišťován výhradně členy jednotlivých komunit. [5; 7; 11]

3.5 Cloudová úložiště

Cloudová úložiště poskytují možnost uchovávat svá data u dodavatele cloudu namísto na lokálním disku. Princip je stejný jako u všech cloudových služeb, tedy klient pro přístup k datům využívá internet. V současné době se cloudová úložiště těší stále větší oblibě a zájem o ně neustále roste. Na trhu působí obrovské množství poskytovatelů – ať už se jedná o velké zahraniční firmy známých jmen, či drobné lokální společnosti. Někteří poskytovatelé mohou být orientováni na specifické portfolio, tedy ukládání pouze specifického druhu dat. Může se jednat například pouze o fotografie, nebo třeba emaily. Zákazník si pak může vybrat na základě svých priorit a najít tak nejvhodnější cloudové úložiště, které vychází přesně z jeho potřeb. Hlavní výhodou cloudových úložišť je především cena, ochrana dat, či snadná přístupnost, kdy může klient k využití dat z úložiště používat hned několik různých zařízení současně. Data může spravovat pouze jeden uživatel, nebo data nasdílet více oprávněným osobám. [7; 13; 14]

Cloudová úložiště zajišťují webovým rozhraním a aplikacím tok dat do sítě vzdálených propojených serverů. Obvykle těchto datových serverů využívají až desítky nebo dokonce stovky, kvůli zajištění redundance. Jejich vzájemné propojení je zajištěno hlavním řídicím serverem. Díky tomu jsou úložiště přístupná pro uživatele prakticky nepřetržitě, a to i přes to, že jsou na serverech pravidelně prováděny opravy a údržby. Stejně tak jsou stejná data ukládána na servery s různými zdroji napájení, čímž je opět zajištěna stálá dostupnost dat, a to i v případě, že dojde k výpadku některého z napájení. [8; 14]

Práce s daty na cloudových úložištích je velice triviální. Klient svá data nahraje na server, který je vhodně uloží. V momentu, kdy uživatel potřebuje data zpět, připojí se pomocí klientské aplikace nebo webového rozhraní na server a ten zákazníkovi pošle jeho obsah nazpátek, popřípadě mu umožní s obsahem dále manipulovat. Cloudová úložiště je možné rozdělit na dva typy:

- řízená;
- neřízená.

3.5.1 Řízená cloudová úložiště

Řízená cloudová úložiště dovolují uživatelům přístup ke všem prvkům souvisejících s cloudovým úložištěm; větší kontrolu nad serverem má ale dodavatel služby. Umožňují uživateli dohlížet na virtuální disk, včetně operací jako je vytváření diskových oddílů, formátování atd. Poskytovatel pak rozhoduje o tom, které aplikace jsou podle něj kritické a zároveň rozhoduje o tom, co je umožněno nainstalovat. [5; 13]

3.5.2 Neřízená cloudová úložiště

Zákazník disponuje přístupem ke všem cloudovým prvkům stejně, jako v předešlém případě. Rozdíl je v tom, že může bez omezení instalovat libovolný software a aplikace třetích stran, stejně jako má neomezený přístup k serverům. Tento typ cloudového serveru nabízí volitelný, poskytovatelem podporovaný, operační systém, ale samotný uživatel si pak na server může nainstalovat vše, co uzná za vhodné. Úložiště je poskytováno jako SaaS. [5; 13]

3.6 Poskytovatelé cloudových úložišť

Jak již bylo řečeno dříve, poskytovatelů existuje nepřehledné množství v rámci vlastní práce dojde ke srovnání pěti z nich, a to konkrétně:

- Microsoft Azure;
- Google Cloud Platform (GCP);
- AWS;

- CRA Business Cloud;
- Algotech.

3.6.1 Microsoft Azure

Microsoft Azure, či pouze Azure je cloudová platforma americké společnosti Microsoft. Platforma vznikla v roce 2008, přičemž její zaměření bylo firmy a vývojáře, a to bez nutnosti dalšího kódování. V současné době slouží platforma k hostování, škálování a vytváření webových aplikací prostřednictvím datových center Microsoftu a zahrnuje více než 200 služeb a produktů.

Jedná se o balíček online aplikací, které fungují bez potřeby instalace a na bázi cloudu umožňují například online komunikaci, výměnu dat a sdílení. Všechny tyto služby fungují na principu "platba za skutečné využití". Konečná cena cloudové služby se tedy odvíjí od spotřebovaných prostředků. Od června 2013 je spotřeba těchto prostředků vyčíslována na přesný počet minut, nikoli celých hodin, jako tomu bylo dříve. [15; 16]

3.6.2 Google Cloud Platform (GCP)

GCP je sada služeb založených na cloud computingu, která je od roku 2008 nabízená americkou společností Google a zaštiťuje více než 100 produktů. Obecně dostupnou se služba stala v listopadu 2011. GCP poskytuje celou řadu modulárních cloudových služeb včetně výpočetní techniky, ukládání dat, analýzy dat a strojového učení spolu se sadou nástrojů pro správu. Sada funguje na stejné infrastruktuře jako Google Search, Gmail a Google Docs.

Od 3. čtvrtletí 2023 je Google Cloud Platform k dispozici ve 39 regionech a 118 zónách, přičemž zóna je oblast nasazení zdrojů Google Cloud Platform v rámci regionu. Zóny by měly být považovány za jednu doménu selhání v rámci regionu. Většina regionů má tři nebo více zón. [17; 18]

3.6.3 Amazon Web Services (AWS)

Amazon Web Services (AWS) je světová jednička na trhu, co se týče cloud computingu. Jedná se o online služby, které jsou od roku 2006 poskytovány americkou společností Amazon.com Inc. V rámci nabízených služeb si může zákazník například koupit online úložný prostor, pásmo pro hostování webových stránek, nejrůznější vývojářské nástroje, podnikové aplikace, potažmo pak výpočetní výkon pro vzdálené spuštění jakéhokoli softwaru. V celkovém součtu se jedná o více než 200 nejrozličnějších cloud computingových služeb.

Platforma funguje na principu pay-as-you-go – zákazník tedy opět platí jen za skutečné využívání služeb. Její dostupnost je velice široká, v současné době funguje v téměř 200 světových zemích. Současně disponují 81 zónami dostupnosti, ve kterých vlastní své servery. To zákazníkům umožňuje takové rozdělení služeb, které je přizpůsobivé pro různé geografické limity a zajišťuje tak rozmanitou diverzifikaci míst, kde jsou data reálně uložena. [19; 20]

3.6.4 CRA Business Cloud

CRA Business Cloud je česká cloudová společnost se zaměřením na poskytování IT infrastruktury, která je nabízena Českými Radiokomunikacemi (CRA). Jedná se o vysoce bezpečné prostředí s výhodou tuzemského uchování uložených dat disponující velkým výkonem a širokou dostupností. Cloudové služby jsou poskytovány na míru veškerým zákaznickým potřebám. Rozsah a možnosti služeb si zákazník může libovolně upravovat prostřednictvím webového portálu, přičemž reakce prostředí je okamžitá.

CRA Business Cloud je seskupení mnoha infrastrukturních cloudových prostředí. Jedná se o široké spektrum cloudových služeb, práci a nakládání s daty, jejich pravidelné zálohování, popřípadě streaming. V cloudu jsou společností provozovány i vlastní aplikace jako je třeba internetové televizní vysílání HbbTV. Výhoda poskytovatele je, že data jsou udržována výhradně v České republice. Cena služeb se pak poskytuje podle typu služby a velikosti poskytnutého úložiště. [21; 22]

3.6.5 Algotech

Česká firma Algotech, založená v roce 1997 původně pod názvem Tservis97, poskytuje cloudové služby od roku 2012. Platforma Nextcloud je použitím velmi podobná globálním řešením jako je Google Disk nebo Dropbox. To, co z něho dělá zajímavou alternativu pro český trh je alokace v českém datovém centru a další služby poskytované Algotechem. Jedná se především o garanci dat v tuzemsku (důležité pro GDPR), smluvně podloženou dostupnost (SLA), zálohování na straně poskytovatele a v neposlední řadě nepřetržitá dostupnost česky mluvícího helpdesku. [23]

Společnost nabízí v základní ceně dostupnost až pro 50 různých uživatelů, jedná se tedy o ideální využití pro malé a střední podniky. Cena za služby se odvíjí podle velikosti úložného prostoru a pohybuje se mezi 289 až 749 Kč bez DPH za měsíc. [23]

3.7 Výhody a nevýhody cloud computingu

Jako každá technologie, i cloud computing má určité výhody a nevýhody. Některé byly nastíněny už v předchozích kapitolách, nyní však budou pojaty jako komplexní shrnutí.

3.7.1 Výhody

Rychlost nasazení a jednoduchost – cloud computing je prostřednictvím centralizované platformy připraven k okamžitému použití, je potřeba pouze požadovanou službu zřídit. Stejně tak není zapotřebí žádných složitých konfigurací.

Škálovatelnost – v případě, že dojde k růstu výpočetních nároků, stačí si místo nákupu a konfigurace nových produktů doobjednat potřebné služby.

Přístupnost a sdílení – jedná se nejspíš o největší přínos pro uživatele. Data nejsou vázaná pouze na jediné zařízení a jsou přístupná z jakéhokoli místa, prostřednictvím jakéhokoliv zařízení. Jediným potřebným prvkem je aktivní internetové připojení. Velice jednoduché je i případné sdílení dat s dalšími uživateli. [5; 7; 9; 24]

Záloha dat – všechna data na cloudu se ihned po uskutečnění synchronizace automaticky zálohují. Dochází tak k uchování nejaktuálnějších dat i v případě, že o ně uživatel neopatrnou manipulací přijde. Odpadá tedy nutnost zálohovat si svá data na lokální disky. [5; 7; 9; 24]

Aktuálnost software – v případě, že se na trhu objeví nová aktualizace programu, není z uživatelského hlediska potřeba žádných úkonů. Vše je zajištěno poskytovatelem a odpadá tak potřeba cokoli kupovat, instalovat nebo zálohovat. Díky tomu má tak uživatel neustálý přístup k nejnovější verzi softwaru.

Nízké náklady – cloud computing umožňuje klientům snížení nákladů na IT. Klient není nucen kupovat jiné servery ani zajišťovat případnou migraci dat. Veškerá infrastruktura je zajištěna poskytovatelem služby. Dochází tak i k úspoře dat za provoz serverů, jejich servis a energie obecně. Ušetřeny jsou také finance za potenciální mzdy zaměstnancům či užitnou plochu pro infrastrukturu. V případě malých uživatelů jsou pak často základní datové služby dokonce zdarma. [5; 7; 9; 24]

3.7.2 Nevýhody

Bezpečnost dat – jelikož jsou uživatelská data nahrávána na servery poskytovatelů, nemůže být stoprocentně zaručeno, že nedojde k jejich odcizení a případnému zneužití. Vzhledem k tomu, že se často jedná o velice osobní, nebo dokonce citlivá data, vnímá mnoho uživatelů tuto nevýhodu jako nepřekonatelnou zábranu pro zvolení cloudových služeb. Riziko jde poměrně dobře snížit vhodným výběrem cloudového úložiště, které je dostatečně zabezpečeno a veškerá data šifruje.

Důležitým faktorem je také výběr dostatečně silného hesla, případně dvoufázové ověřování. Část dodavatelů služeb v dnešní době nabízí už i možnost monitoringu používaných přístrojů k připojení na cloud. [5; 7; 9; 24]

Nezbytnost internetového připojení – jelikož cloud computing funguje na bázi internetové komunikace, kvůli hladkému provozu je nutné disponovat stabilním připojením

k internetu, které je v ideálním případě co možná nejrychlejší a zároveň není nijak omezeno na množství přenášených dat. [5; 7; 9; 24]

Závislost na dodavateli – uživatel nemůže učinit rozhodnutí o tom, jaký software, případně jakou jeho verzi použije. Existuje riziko, že budou zákazníkovi v průběhu dlouhodobého používání cloudu zvyšovány ceny za jeho používání, nebo změněno velikosti úložné kapacity. Poskytovatel může také ukončit svoji činnost a zákazník tak přijde o svá uložená data. Je tedy žádoucí využívat cloudových služeb pouze od ověřených poskytovatelů u kterých je toto riziko poměrně zanedbatelné. V případě, že zákazník využívá služby pro nekomerční, osobní práci s daty, je vhodné rozmístit svá data k několika různým poskytovatelům. [5; 7; 9; 24]

Ochrana soukromí či legislativní problémy – jelikož si někteří dodavatelé služeb v obchodních podmínkách vyhrazují právo na přístup k datům, měl by si uživatel vždy udělat řádný průzkum trhu a pečlivě zvážit, do jakého cloudového úložiště svá data uloží.

Co se týče legislativních problémů, jedná se o důsledek toho, že poskytovatel a zákazník nezávisle sídlí v různých zemích s odlišnými předpisy a právními normami. Například společnosti se sídlem ve spojených státech mají povinnost poskytnout v případě potřeby uživatelská data vládě bez ohledu na to, v jakém státě je uživatel obyvatelem. I z tohoto důvodu je tedy nutné si dopředu pečlivě přečíst smluvní podmínky a případně zvážit, jaká data na cloud umístít. [5; 7; 9; 24]

3.8 Využívané pojmy

Zóna dostupnosti – je termín používaný v oblasti cloudových služeb a datových center. Jedná se o fyzickou lokalitu nebo oblast, která obsahuje jedno nebo více datových center se samostatným napájením, chlazením a síťovou konektivitou. Cílem zón dostupnosti je poskytnout vysokou dostupnost a odolnost proti výpadkům.

Cloudoví poskytovatelé obvykle rozdělují své regiony na několik zón dostupnosti. Každá zóna má vlastní infrastrukturu a je navržena tak, aby byla izolována od ostatních zón. [7; 9; 24]

Durabilita (odolnost dat) – odolnost dat znamená, jak dlouho jsou data schopna zůstat konzistentní a odolná vůči různým rizikům. Je to klíčová vlastnost při ukládání dat, protože odráží schopnost datového úložiště odolat například selhání disku nebo neúplným datům v konkrétním uzlu.

Cloudové služby obvykle implementují mechanismy zálohování, replikace a redundance, aby minimalizovaly riziko ztráty dat. V praxi to znamená, že i když dojde k chybě v jednom zařízení nebo části systému, data budou stále k dispozici a nebudou ztracena [7; 9; 24]

Dostupnost (Availability) – uživatel s oprávněním může kdykoliv získat data ze systému, pokud je potřebuje. Zajištěná dostupnost znamená, že data jsou vždy k dispozici a nedošlo k jejich ztrátě nebo nedostupnosti. Nedostupnost, která je nežádoucím stavem, může být buď trvalá, jako například při ztrátě nebo odcizení nosiče dat, nebo dočasná, jako například při výpadku systému, elektřiny nebo služby. [7; 9; 24]

4 Vlastní práce

Vlastní práce se zabývá zpracováním a vyhodnocením dat, které byly získány v rámci analýzy služeb pěti poskytovatelů cloudových úložišť popsaných v teoretické části práce. Pro přehlednost jsou data umístěna do odpovídajících tabulek. V rámci této části jsou zanalyzovány a porovnány následující atributy:

- zřízení úložiště a dostupnost informací;
- zdarma poskytované služby;
- velikost úložišť a souborů;
- třídy úložišť;
- zálohování dat;
- dostupnost a odolnost dat;
- umístění serverů;
- odezva serverů;
- rychlost přenosu dat.

Součástí vlastní práce je taktéž definice dvou modelových person, pro které bude v rámci dílčího cíle práce vybrána nejvhodnější varianta cloudového úložiště.

4.1 Zřízení úložiště a dostupnost informací

Aby bylo možné začít cloudové úložiště využívat, musí nejdříve uživatel zažádat u poskytovatele o zřízení účtu a získání přístupu. Co se týká poskytovatelů Azure, GCP a AWS, potřebuje uživatel ke zřízení účtu platební kartu. Úložiště bylo u těchto tří poskytovatelů zřízeno online a do pěti minut připraveno k použití. Dostupnost informací o poskytovaných službách je velice podrobně uvedena v dokumentaci na webových stránkách poskytovatelů. Pokud by si i tak klient nebyl jistý cenou služby, může využít cenovou kalkulačku, která přesně přepočte cenu za požadované služby.

U poskytovatele CRA Business Cloud je situace poněkud odlišná. Dostupnost informací je značně limitovaná a na webových stránkách lze pouze zjistit, že firma službu nabízí, ale co přesně je v ceně služby, potažmo konkrétní cenu za službu, se zájemce

nedozví. Po vyplnění online žádosti o zřízení úložiště je uživatel do dvou pracovních dnů telefonicky kontaktován manažerem prodeje, který vysvětlí a podá základní informace, popřípadě zodpoví dotazy zájemce. Klientovi je nabídnuta osobní schůzka za účelem zjištění uživatelských potřeb. Na základě toho, je uživateli vytvořeno cloudové úložiště přesně na míru jeho potřebám. Celkově se tedy zřízení úložiště u CRA protáhne na několik dní.

U Algotechu je zřízení účtu veskrze nejsnadnější. Po vyplnění online žádosti na jejich stránkách je třeba pouze vyčkat na email s přihlašovacími údaji. Tento email je doručen zhruba za hodinu. Uživatel nepotřebuje ke zřízení úložiště platební kartu. Na webových stránkách si lze dohledat mimo základních informací o poskytovaných službách i ceník tří základních úložišť, cenová kalkulačka však chybí. Všechny ostatní informace ohledně úložiště poskytl ochotně manažer prodeje skrze emailovou a telefonickou komunikaci.

V případě komplikací s poskytovanou službou, jsou u všech poskytovatelů k dispozici pracovníci technické podpory, a to buď prostřednictvím emailu nebo telefonu. Zde lze srovnat alespoň parametr počet jazyků, které pracovníci technické podpory ovládají a jsou uvedené v tabulce 1.

	Angl.	Čín.	Korej.	Jap.	Češ.	Špan.	Franc.	Něm.	Ital.
Azure	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
GCP	✓	✓	✓	✓					
AWS	✓	✓	✓	✓					
CRA	✓				✓				
Algotech	✓				✓				

Tabulka 1 Jazyky technické podpory, zdroj: vlastní zpracování

4.2 Zdarma poskytované služby

Prvním porovnávaným atributem jsou služby, které jsou poskytovány provozovatelem konkrétních platforem zdarma. Jak je již na první pohled patrné z tabulky 2, každý z poskytovatelů nabízí v bezplatné variantě různé služby.

	Doba	Velikost	Čtecí operace/měs.	Zápis. operace/měs.
Azure	12 měs.	5 GB	20 000	10 000
GCP	90 dnů	300\$ (6 879 Kč) na první 3 měsíce na cokoliv		
AWS	12 měs.	5 GB	20 000	2 000
CRA	-	-	-	-
Algotech	2 týdny	20 GB	bez omezení	bez omezení

Tabulka 2 Zdarma poskytované služby, zdroj: vlastní zpracování

Azure – Tento poskytovatel nabízí nově registrovaným uživatelům mimo další základní služby i cloudové úložiště, které se nazývá Blob (Binary Large Object) Storage. Toto úložiště je v rámci bezplatné varianty uživateli k dispozici zdarma, a to po dobu 12 měsíců. Kapacita tohoto úložiště je o velikosti 5 GB s maximální možným využitím 20 000 čtecích operací a 10 000 zápisových operací každý měsíc. Dále poskytuje uživateli kredity ve výši €200, které může během 30 dnů využít na kterýkoliv produkt.

GCP – Tento poskytovatel nenabízí žádné přednastavené úložiště zdarma, ale nabízí kredity ve výši 300\$, které uživatel využije k vyzkoušení cloudového úložiště, které se v podání Google nazývá Cloud Bucket. Kredity jsou k dispozici jen první tři měsíce po založení cloudového úložiště.

AWS – Amazon poskytuje nově registrovaným uživatelům na prvních 12 měsících od registrace základní cloudové úložiště, které Amazon nazývá Simple Storage Service (S3). Během testovacího období má uživatel k dispozici prostor o velikosti 5 GB s 20 000 čtecími operacemi a 2 000 zápisovými operacemi.

CRA – i přesto, že na webových stránkách poskytovatele lze nalézt odkaz „Vyzkoušejte datové centrum“, po vyplnění kontaktních informací na formuláři je klient kontaktován manažerem prodeje a ten sdělí, že službu lze vyzkoušet, ale ne zdarma.

Algotech – Tato společnost nabízí k otestování úložiště o celkové kapacitě 20 GB, při čemž čtecí a zápisové operace nejsou nijak omezené. Oproti konkurenčním poskytovatelům má však nejkratší zkušební dobu a to 2 týdny.

4.3 Velikost úložišť a souborů

V této kapitole jsou jednotliví poskytovatelé srovnáváni v souvislosti s minimální a maximální kapacitou poskytovaného úložiště. Zároveň je zohledněn parametr maximální velikosti souboru, který lze do úložiště nahrát. Veškeré tyto atributy jsou uvedeny v níže uvedené tabulce 3.

	Min. vel. úložiště	Max. vel. úložiště	Max. vel. jednoho souboru
Azure	1 GB	5 PB	190.7 TB
GCP	1 GB	1 PB	5 TB
AWS	1 GB	1 PB	5 TB
CRA	1 TB	100 TB	100 GB
Algotech	20 GB	50 TB	16 GB

Tabulka 3 Velikost úložišť a souborů, zdroj: vlastní zpracování

Azure – tento poskytovatel dokáže poskytnout úložiště od minimální velikosti 1 GB až do maximální velikosti 5 PB. Při tom garantuje, že do úložiště lze nahrát jednotlivé soubory o velikosti max. 190,7 TB.

GCP – Google rovněž nabízí nejmenší velikost úložného prostoru o velikosti 1 GB, avšak max. velikost úložiště nelze nikde dohledat. Po kontaktu s podporou bylo zjištěno, že maximální velikost úložiště je větší než 1 PB. Do úložiště lze ukládat jednotlivé soubory s velikostí nepřekračující 5 TB.

AWS – stejně tak jako předchozí poskytovatelé i Amazon nabízí úložiště už od velikosti 1 GB. Dále se lze v dokumentaci dočíst, že maximální velikost je neomezená. Skrze podporu bylo zjištěno, že maximální velikost úložiště je větší než 1 PB.

CRA – nejmenší úložiště, které lze získat od Českých radiokomunikací, začíná na velikosti 1 TB a největší úložiště, které lze získat, je o velikosti 100 TB s maximální velikostí jednoho souboru 100 GB.

Algotech – nejmenší úložiště od tohoto poskytovatele je o velikosti úložného prostoru 20 GB. Oproti ostatním poskytovatelům je značně omezena maximální velikost nahraného souboru, a to na 16 GB. Maximální velikost poskytovaného úložného prostoru je také nižší, než u ostatních poskytovatelů a to 50 TB.

Jak je vidět ve výše uvedené tabulce 3, celosvětoví poskytovatelé Azure, GCP i AWS nabízí dobrou škálovatelnost úložišť, a to již od 1 GB a lze ho o stejné množství zvětšit pouhým nahráním dalších dat do úložiště. Nejhůře je na tom ohledně škálovatelnosti CRA, které neposkytuje menší úložiště než 1 TB.

4.4 Třídy úložišť

Jeden z hlavních atributů, které si musí uživatel při zřízení cloudového úložiště vybrat, je třída úložiště. Uživatel si je vybírá podle toho, jak často chce k datům přistupovat a od toho se může odvíjet nejen cena za velikost samotného úložiště, ale také cena za stažení dat. Některé úložiště mají doporučenou délku uchování souborů. V případě, že uživatel smaže data dříve, než je tato doba, jsou mu účtovány poplatky stejně jako by byla data stále v úložišti.

Azure – tato společnost nabízí na výběr celkem čtyři třídy úložiště, kdy se jedná o Hot, Cool, Cold a Archive. Pokud si uživatel třídu nevybere při nahrávání soubor, je tato zvolena implicitně jako Hot. Vysvětlení jednotlivých tříd je uvedeno níže:

- Hot – První třída slouží k uchovávání dat, ke kterým chce uživatel přistupovat často a chce je mít k dispozici s co nejmenším zpožděním. U Azure se jedná o nejdražší třídu, co se týká ceny úložného prostoru. Ceny za přístup k uloženým souborům jsou však nejnižší.

- Cool – „chladné“ úložiště je určeno pro data, ke kterým se přistupuje méně často než k datům v úložišti typu "Hot", ale která stále potřebují být snadno dostupná. Doporučená doba pro uchovávání v této třídě je doporučena poskytovatelem déle než 30 dní.
- Cold – další třídou je „studené“ úložiště, v němž Azure doporučuje uchovávat data, k nimž uživatel nepřistupuje po dobu alespoň 90 dnů. Opět se jedná o něco levnější úložiště vzhledem k ceně velikosti úložného prostoru, ale cena za přístup k datům je o něco větší.
- Archive – Nejlevnější třída ohledně ceny velikosti úložného prostoru, ale nejdražší z hlediska přístupu k datům. Data jsou doporučena ukládat na dobu delší než 180 dnů. Data jsou po uploadu převedena do úložiště, které není dostupné online. Pokud chce uživatel stáhnout data, musí počkat až 15 hodin, než se soubor převede do jedné z výše uvedených tříd, a poté je dostupný ke stažení. Uživatel si však může připlatit za to, že jeho data budou zpřístupněna přednostně, s dostupností přibližně za hodinu.

GCP – i během nahrávání dat do úložiště Google si uživatel vybírá třídy úložiště, které jsou velice podobné těm od Azure. Pokud si uživatel třídu nevybere, je implicitně nastavena Standard. V úložišti lze zapnout i funkci Autoclass, která automaticky mění třídu souboru za účelem úspory financí, pokud k němu není delší dobu přistupováno. Tyto třídy jsou popsány níže:

- Standard – první třída slouží k uchovávání dat, ke kterým chce uživatel přistupovat co nejčastěji. Stejně tak jako obdoba Hot od Azure, jedná se o nejdražší úložiště, co se velikosti týká, ale s nejmenšími poplatky za přístup k souborům.

- Nearline – do této třídy je doporučeno nahrávat soubory, ke kterým nechce uživatel přistupovat po dobu alespoň 30dnů. Přístup k datům je o něco dražší než u třídy Standart, cena za velikost úložného prostoru je však větší.
- Coldline – tato třída slouží k uchovávání dat, ke kterým uživatel nechce přistupovat moc často, ideálně ne častěji než po 90 dnech od uložení. Opět se jedná o mírně levnější variantu než Nearline vzhledem k ceně úložného prostoru, ale s většími poplatky za čtení.
- Archive – slouží k archivaci dat na dobu delší než jednoho roku. Nejlevnější varianta od Google za cenu úložného prostoru. Poplatky za přístup k datům jsou však nejvyšší. Oproti variantě od Azure jsou ale data pořád dostupná online.

AWS – třídy úložiště od Amazonu neurčují pouze to, jaká je cena za ukládání souborů a jejich dostupnost, ale také způsob jejich zálohování. Způsob zálohování je srovnán v následující kapitole. Na výběr je z osmi variant a pokud by si s tímto uživatel nevěděl rady, lze použít funkci „Intelligent Tiering“. Tato funkce převádí nahrané soubory do jedné ze tříd podle toho, jak často k nim uživatel přistupuje. Tyto třídy jsou popsány níže:

- Standard a Reduced redundancy – jedná se o základní třídy, které jsou určeny pro ukládání dat, ke kterým chce uživatel často přistupovat. Data jsou dostupná uživateli okamžitě a za nízké poplatky za jejich čtení. Pokud si uživatel třídu nahrávaného souboru nezmění, je uložen ve třídě Standard.
- Standard-infrequent access a One zone-infrequent access – tyto třídy jsou určeny k ukládání souborů, ke kterým nechce uživatel přistupovat příliš často. Pokud je ale uživatel potřebuje, jsou mu dostupná okamžitě. Za přístup k nim jsou však zvýšené poplatky.
- Express one zone – data uložená v této třídě jsou uložena v nejmodernějších datových centrech. Tato třída je podporována pouze v nejmodernějších datových centrech v Tokyu, Stockholmu, Severní Virginii a Oregonu. Jedná se o třídu

s nejnižšími poplatky za přenos souborů, nejnižší latencí, ale je nejdražší z pohledu ceny za úložný prostor.

- Glacier instant retrieval – slouží k dlouhodobějšímu uchovávání dat, ale data jsou uživateli v případě potřeby okamžitě k dispozici. Poplatek za přístup k nahraným souborům je opět o něco vyšší.
- Glacier flexible retrieval a Glacier deep archive – jsou třídy, ve kterých jsou po uploadu ukládána do offline úložišť. Pokud chce uživatel data stáhnout, musí nejprve počkat, než se data převedou do jedné z výše uvedené třídy, což může trvat 3-5 hodin v případě Glacier flexible retrieval a až 12 hodin v případě Glacier deep archive. Uživatel si však může požádat o dřívější zpřístupnění dat, což je však o něco dražší.

CRA – nabízí dvě třídy: Standard a Archive. Třída Standard je určena pro data, ke kterým chce uživatel často přistupovat. Archive je třída k ukládání dat na delší dobu a za jejich stažení jsou účtovány poplatky. Konkrétní doba uchování a s ní související poplatky se mění v závislosti na konkrétním nastavení ze strany poskytovatele.

Algotech – u Algotechu není žádný parametr, který by se dal označit za třídu úložiště, jelikož nabízejí pouze jeden druh.

4.5 Zálohování dat

Zálohování je podstatná funkce, která zabraňuje ztrátě uživatelských dat. Jednotliví poskytovatelé nabízejí různé formy a typy zálohování.

Azure – Při vytváření cloudového úložiště u této společnosti si uživatel může vybrat způsob, jakým budou jeho data v datových centrech zálohována. Na výběr je celkem ze šesti variant. Konkrétně se jedná o:

- LRS (Locally-Redundant Storage) – při volbě místně redundantního úložiště jsou data uložena celkem třikrát v rámci jednoho fyzického umístění. Jedná se o nejlevnější variantu zálohování, kterou Azure nabízí.
- ZRD (Zone-Redundant Storage) – zónově redundantní úložiště zajišťuje, že klientova data jsou uložena celkem ve třech kopiích, přičemž každá kopie je uložena v oddělené zóně dostupnosti. Data jsou však stále umístěná v jedné geografické lokalitě.
- GRS (Geo-Redundant Storage) – volba geograficky redundantního úložiště zajišťuje, že data zákazníka jsou uložena v primární geografické lokalitě celkem třikrát v jedné zóně dostupnosti a dále jsou data zálohována do sekundárního datového centra, kde jsou rovněž uložena ve třech kopiích v jedné zóně dostupnosti. Data jsou tedy zálohována způsobem LRS v primárním i sekundárním datovém centru celkově v šesti kopiích. V případě poškození nebo výpadku primárního datového centra musí zákazník počkat, než jsou data obnovena ze sekundárního datového centra a poté jsou teprve dostupná pro čtení z primární lokality.
- GZRS (Geo-Zone-Redundant Storage) – geograficky zónově redundantní úložiště garantuje, že jsou data v primárním datovém centru uložena ve třech kopiích, přičemž je každá uložena v samostatné zóně dostupnosti. V sekundární lokalitě jsou data uložena ve třech kopiích v jedné zóně dostupnosti. Je tedy použit způsob archivace ZRD v primárním datovém centru a způsobem LRS v sekundárním datovém centru. Pokud dojde v primární lokalitě poškození dat, musí klient stejně jako v případě GRS vyčkat, než proběhnou procesy obnovy dat.
- RA-GRS (Read Access Geo-Redundant Storage) a RA-GZRS (Read Access Geo-Zone-Redundant Storage) – tyto způsoby zálohování jsou stejné jako GRS a GZRS pouze s tím rozdílem, že klient má v případě výpadku či poškození dat

v primárním datovém centru možnost přímého čtení ze sekundárního datového centra.

GCP – Tato společnost při vytváření datového úložiště nabízí tři možnosti, jak jsou data v centrech zálohována. Na výběr jsou následující varianty:

- **Default replication** – defaultní replikace, nejlevnější varianta od tohoto poskytovatele, garantuje, že klientská data jsou uložena alespoň ve dvou kopiích a každá je uložena v samostatné zóně dostupnosti v rámci jedné geografické lokality.
- **Multi-region replication** – multiregionální replikace zajišťuje, že data jsou uložena v primárním datovém centru minimálně ve dvou kopiích, každá v odlišné zóně dostupnosti. Soubory jsou systémem automaticky zálohovány alespoň ve dvou dalších zónách dostupnosti v jiném datovém centru. Sekundární úložiště systém zvolí sám, přičemž dodržuje pravidlo, že primární a sekundární datové centrum jsou od sebe vzdáleny alespoň 100 mil, aby zamezil ztrátě dat v obou úložištích v případě živelné pohromy.
- **Dual-region replication** – duální regionální replikace umožňuje klientovi zvolit si i konkrétní sekundární datové centrum, kde budou jeho data zálohována. Princip je ale jinak stejný jako v případě multiregionální replikace.

AWS – U společnosti Amazon si zákazník nevybírá pouze možnost samotného zálohování dat, ale tato funkce je dostupná skrze nabízené třídy úložišť (storage classes), které však ovlivňují i další parametry úložiště jako např. požadovanou frekvenci přístupu k datům. Těchto tříd je celkem osm a jsou uvedeny sdruženě dle funkcí, které plní v oblasti zálohování dat, a to následovně:

- **One zone-infrequent access, Express one zone** – jak již název napovídá, data uložena v těchto třídách Amazon zálohuje v rámci jedné zóny dostupnosti, kde vytvoří alespoň tři kopie nahraných souborů.

- **Reduced redundancy** – tato třída zajišťuje, že uložené soubory jsou v jednom datovém centru uloženy alespoň ve třech kopiích, každá v samostatné zóně dostupnosti.
- **Standard, Standard-infrequent access, Glacier instant retrieval, Glacier flexible retrieval, Glacier deep archive** – v těchto třídách úložišť jsou data zálohována vždy alespoň ve třech kopiích, a to v samostatných zónách dostupnosti v primárním datovém centru a stejným způsobem i v sekundárním datovém centru.

CRA – klientská data jsou uložena na dvou geografických lokalitách, které jsou od sebe vzdáleny alespoň 5 km. V každé lokalitě jsou data zálohována dvakrát v samostatných zónách dostupnosti.

Algotech – i přesto že tento poskytovatel vlastní pouze jedno datové centrum, data jsou i tak zálohována ve dvou geografických lokalitách, jelikož jsou klientská data uložena i v datovém centru, které si společnost pronajímá. Data jsou uložena v primární lokalitě ve dvou kopiích a každá kopie je v samostatné zóně dostupnosti. V sekundárním datovém centru jsou uloženy dvě kopie v jedné zóně dostupnosti.

4.6 Dostupnost a odolnost dat

To, jakým způsobem a v kolika datových centrech jsou data uložena, úzce souvisí i s dalšími dvěma porovnávanými parametry, kterými jsou datová dostupnost a také datová odolnost. V níže uvedené tabulce 4 jsou tyto dva parametry uvedené v souvislosti se způsobem zálohování a třídou úložiště.

	Způsob zálohování	Roč dat. odolnost [%]	Třída uložení	Dostup. pro zápis [%]	Dostup. pro čtení [%]
Azure	LRS	100-1 ⁹	Hot	99,9	99,9
			Cool, Cold, Archive	99	99
	ZRS	100-1 ¹⁰	Hot	99,9	99,9
			Cool, Cold, Archive	99	99
	GRS, GZRS	100-1 ¹³	Hot	99,9	99,9
			Cool, Cold, Archive	99	99
	RA-GRS, RA-GZRS	100-1 ¹³	Hot	99,9	99,99
			Cool, Cold, Archive	99	99,9
GCP	defaultní replikace	100-1 ⁹⁹	Standard	99,9	99,9
			Nearline, Coldline, Archive	99	99
	duální a multiregionální replikace	100-1 ⁹	Standard	99,95	99,95
			Nearline, Coldline, Archive	99,9	99,9
AWS	reduced redundancy	99,99	Reduced redundancy	99,9	99,9
	Intelligent-Tiering, Standard-IA, One Zone-IA, Glacier Instant Retrieval	100-1 ⁹	Intelligent-Tiering, Standard-IA, One Zone-IA, Glacier Instant Retrieval	99	99
	Standard, Express One Zone, Glacier Flexible Retrieval, Glacier Deep Archive	100-1 ⁹	Standard, Express One Zone, Glacier Flexible Retrieval, Glacier Deep Archive	99,9	99,9
CRA	-	100-1 ⁹	-	99,99	99,99
Algotech	-	100-1 ⁹	-	99,95	99,95

Tabulka 4 Dostupnost a odolnost dat, zdroj: vlastní zpracování

Jak je z tabulky 4 patrné, největší datové odolnosti lze dosáhnout při uložení dat v datových centrech Azure se zálohováním GRS, GZRS, RA-GRS a RA-GZRS. Nejvyšší garantované dostupnosti serverů pro zápis zajišťují servery CRA, stejně tak je tomu s dostupností serverů pro čtení, kdy největší dostupnost slibuje CRA a Azure.

4.7 Umístění serverů

Co se týče zpoplatněného úložného prostoru za 1 GB/měsíc, liší se u zahraničních poskytovatelů služeb (**Azure, GCP, AWS**) cena v závislosti na místě uložení serveru, jak je vidět v tabulce 5.

	Umístění	Cena 1 GB/měs. [€]	Počet
Azure	Severní Amerika	0.018 - 0.0296	14
	Jižní Amerika	0,033-0.0424	2
	Evropa	0.0184-0.0287	16
	Asie	0.020-0.0258	13
	Afrika	0.0219-0.0274	2
	Austrálie	0.02	4
	Celkem		51
GCP	Severní Amerika	0,020-0,023	11
	Jižní Amerika	0,030-0,035	2
	Evropa	0,020-0,025	12
	Asie	0,020-0,030	11
	Afrika	0,025	1
	Austrálie	0,023	2
	Celkem		39
AWS	Severní Amerika	0,023-0,039	8
	Jižní Amerika	0.0405	1
	Evropa	0.023-0.02695	8
	Asie	0.025	11
	Afrika	0.0274	1
	Austrálie	0.025	2
	Celkem		31
Algotech	Česká republika		1
CRA	Česká republika		4

Tabulka 5 Umístění serverů, zdroj: vlastní zpracování

Zákazník si může hned na úvod vybrat, zda preferuje servery v Severní či Jižní Americe, Evropě, Asii, Africe nebo Austrálii. Konkrétní cena se pak odvíjí od konkrétního státu či regionu, ve kterém se server nachází. Množství jednotlivých zemí, ve kterých jsou uloženy servery se v rámci jednotlivých kontinentů podstatně liší. Evidentně se odlišuje podle hustoty a množství počítačových uživatelů, tj. množství zákazníků.

Obecně se dá říct, že nejlevněji lze data uchovat na serverech v Severní Americe a Evropě. Naopak nejdražší lze data uložit v Jižní Americe, konkrétně pro všechny poskytovatele shodně v Brazílii. Druhým nejdražším kontinentem je Afrika. Pravděpodobně se jedná o důsledek toho, že v Jižní Americe i Africe existují jeden, maximálně dva servery těchto poskytovatelů na celý kontinent. Ačkoli se ceny mezi jednotlivými společnostmi liší poměrně nepatrně, na první pohled je zřejmé, že nejlevnější je Azure. Pokud má tedy zákazník cenu služby jako jedno z nejstěžejnějších kritérií, rozhodně vyjde nejlépe zvolit tohoto poskytovatele, konkrétně pak server v Severní Americe, potažmo v Evropě.

Všechny tři společnosti shodně nabízejí servery na ukládání dat, které splňují federální předpisy (FedRAMP, FISMA, ITAR) a jsou určeny pouze pro státní orgány USA. Konkrétně se pak jedná o US government, (Azure), Google Cloud for Government (GCP) a AWS GovCloud.

Pro přehlednost jsou všechny servery jednotlivých mezinárodních poskytovatelů vyobrazeny na mapách níže na obrázcích 4 až 6.



Obrázek 4 Mapa serverů Azure, zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 5 Mapa serverů GCP, zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 6 Mapa serverů AWS, zdroj: vlastní zpracování

Algotech a **CRA** mají servery umístěné pouze v České republice. To může představovat jak výhodu, tak nevýhodu. Jelikož však výše srovnávané zahraniční společnosti žádné servery v ČR umístěny nemají, s ohledem na uživatelskou prioritu, jsou čeští poskytovatelé jedinou možnou volbou.

Jak je z jednotlivých map zřejmé, jedná se na jednotlivých kontinentech vždy o podobné, ba dokonce totožné lokality. Obvykle se jedná o hlavní města. Vychází to z klasického modelu nejvyšší koncentrace lidí a strategického umístění serverů. Z důvodu bezpečnosti nemá Azure zveřejněnou polohu dvou serverů, a proto nejsou na mapě zakresleny. Všechny servery CRA a Algotechu se nacházejí pouze v České republice, a proto nejsou v mapě zakresleny.

4.8 Odezva serverů

Aby bylo možné objektivně srovnat rychlost přenosu dat, bylo nejdříve nezbytné zjistit odezvu (latenci) jednotlivých serverů každého z poskytovatelů. V níže uvedené tabulce 6 jsou u poskytovatelů Azure, GCP a AWS naměřené průměrné hodnoty tří serverů s nejnižší (nejlepší) odezvou a jednoho naopak s nejvyšší. Všechny naměřené hodnoty na serverech všech poskytovatelů jsou v tabulkách 7–11 a jsou uvedeny v příloze.

	Označ. dat. centra	Geografická poloha	Ø odezva [ms]
Azure	UK West	Velká Británie-Cardiff	111
	UK South	Velká Británie-Londýn	119
	Poland Central	Polsko-Varšava	127
	Australia Central	Austrálie-Canberra	315
GCP	europa-west1	Belgie-St. Ghislain	54
	europa-west4	Holandsko-Eemshaven	54
	europa-central2	Polsko-Varšava	55
	asia-south2	India-Delhi	2061
AWS	eu-central-1	Německo-Frankfurt	82
	eu-south-1	Itálie-Milán	85
	eu-west-3	Francie-Paříž	85
	ap-northeast-2	Jižní Korea-Soul	354
CRA	nezjištěno	Česká republika	39
Algotech	nezjištěno	Česká republika	42

Tabulka 6 Odezva serverů, zdroj: vlastní zpracování

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, nejnižší latence serverů byla naměřena u poskytovatelů CRA a Algotech, kteří mají své servery v České republice. Z celosvětových poskytovatelů byly naměřeny nejlepší hodnoty odezvy serverů u společnosti Google, u kterého byl však zjištěn i server s nejvyšší latencí.

4.9 Rychlost přenosu dat

Velmi důležitým faktorem v rámci analýzy jednotlivých poskytovatelů cloudových služeb je rychlost přenosu dat. Žádný z poskytovatelů však negarantuje určitou rychlost. Ta se totiž mimo jiné odvíjí od rychlosti připojení uživatele, stability připojení a vytíženosti serverů. Pro testování byly zvoleny servery jednotlivých poskytovatelů s nejnižší latencí, viz. předchozí kapitola. Výsledky měření jsou viditelné v tabulkách 12 a 13.

Čas měření	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
	Doba uploadu [m:ss]				
00:00-01:59	1:00	1:22	2:18	1:34	1:21
02:00-03:59	1:19	1:58	2:43	1:32	1:13
04:00-05:59	1:32	2:03	1:40	1:58	1:22
06:00-07:59	1:28	2:33	2:30	1:02	2:12
08:00-09:59	1:45	2:12	2:56	1:31	1:26
10:00-11:59	1:48	1:57	3:11	1:42	1:30
12:00-13:59	1:33	2:31	2:49	2:17	0:59
14:00-15:59	1:38	2:11	1:58	1:48	1:22
16:00-17:59	1:28	1:57	2:40	2:01	1:48
18:00-19:59	1:14	1:56	1:46	1:36	1:56
20:00-21:59	1:12	1:40	1:51	1:58	1:29
22:00-23:59	1:15	1:31	2:19	1:01	1:22
Ø doba[m:ss]	1:26	1:59	2:23	1:40	1:30
Min. doba[m:ss]	1:00	1:22	1:40	1:01	0:59
Max. doba[m:ss]	1:48	2:33	3:11	2:17	2:12
Ø rychlost [Mbps]	100,52	72,65	60,45	86,45	96,05

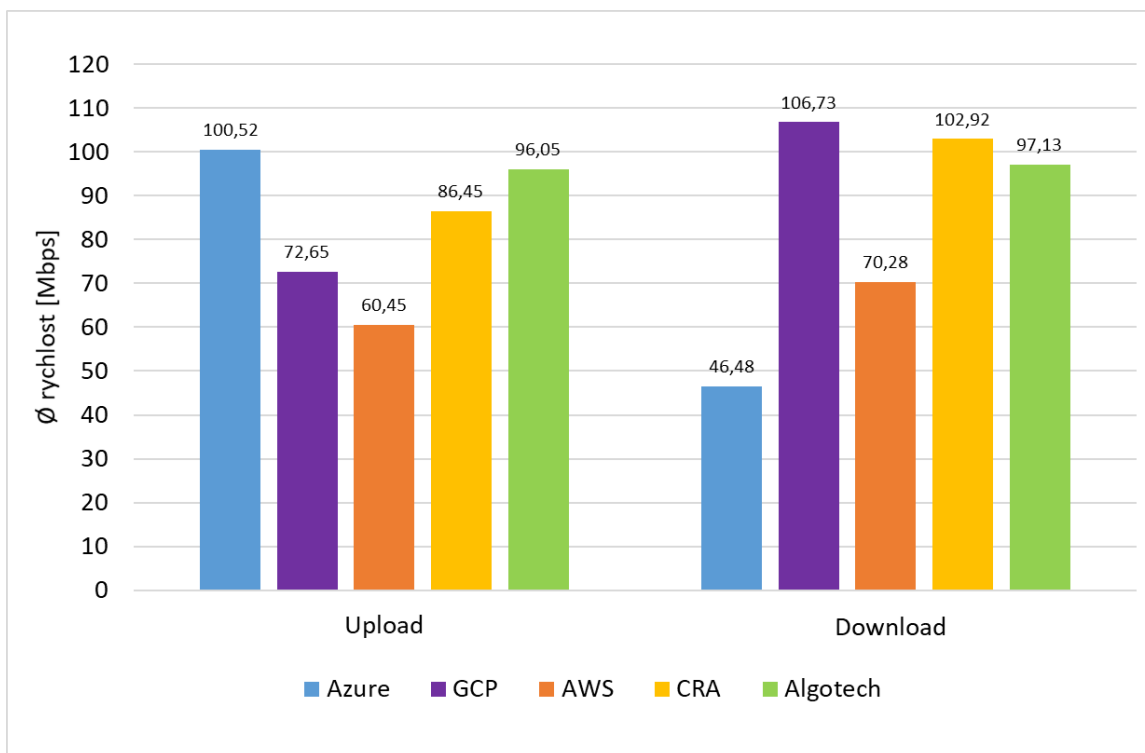
Tabulka 7 Rychlost uploadu, zdroj: vlastní zpracování

Čas měření	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
	Doba downloadu [m:ss]				
00:00-01:59	0:51	0:49	1:36	1:29	1:31
02:00-03:59	2:49	1:30	0:40	1:22	1:39
04:00-05:59	2:56	1:08	1:28	0:47	2:11
06:00-07:59	2:34	1:22	1:56	1:24	1:32
08:00-09:59	5:17	2:31	3:23	1:36	1:59
10:00-11:59	3:38	1:13	2:42	1:13	0:44
12:00-13:59	5:14	1:40	2:16	1:54	1:10
14:00-15:59	4:58	1:56	3:06	1:36	3:10
16:00-17:59	3:14	1:15	2:36	1:29	1:12
18:00-19:59	2:15	1:14	1:11	1:31	1:19
20:00-21:59	2:44	0:40	1:46	1:28	0:45
22:00-23:59	1:16	0:59	2:01	0:59	0:39
Ø doba[m:ss]	3:08	1:21	2:03	1:24	1:29
Min. doba[m:ss]	0:51	0:40	0:40	0:47	0:39
Max. doba[m:ss]	5:17	2:31	3:23	1:54	3:10
Ø rychlost [Mbps]	46,48	106,73	70,28	102,92	97,13

Tabulka 8 Rychlost downloadu, zdroj: vlastní zpracování

Jednoznačně nejrychlejší upload byl naměřen u serveru Azure. Paradoxem však je, že měl zároveň nejpomalejší download a jeho naměřené hodnoty dosahovaly největších výkyvů. Velice dobře si v testu rychlosti vedly české servery CRA a Algotech. GCP ani AWS nikterak dramaticky nevybočovali a jejich přenosová rychlost se držela průměrných hodnot.

Pro lepší přehlednost jsou průměrné rychlosti přenosu dat uvedeny v grafu 1. Co se rychlostního poměru mezi uploadem a downloadem týče, je z grafu zřejmé, že poskytovatelem s nejvyrovnanějšími rychlostmi je bezpochyby Algotech.



Graf 1: Průměrná přenosová rychlost, zdroj: vlastní zpracování

4.10 Definice uživatelů

Uživatel 1 – Karel Škrabánek, 52 let, fotograf

Karel se žíví focením na různých událostech jako jsou svatby, vítání občánků, sportovní a firemní akce a další. Ve volném čase rád fotí krajinu a přírodu. Na každé pracovní události nafotí přibližně 400 fotografií, které v současné době ukládá do svého počítače. Žádná z jeho fotografií nemá více než 20 MB. Jeho kapacity mu přestávají stačit, a proto uvažuje o cloudovém úložišti, kam by mohl fotografie nahrávat. Karel nemá moc finančních prostředků nazbyt. Fotografie uploaduje většinou pozdě večer nebo v noci po skončení akce. Pro Karla tedy není rychlost uploadu nijak důležitá. Oproti tomu rychlost downloadu je pro něj poměrně důležitá, neboť se staženými fotografiemi v průběhu dne pracuje. Jelikož má Karel trochu strach, že jeho data budou kdesi v zahraničí ztracena, preferuje umístění serverů v České republice. Pokud by toto kritérium nemohlo být naplněno, chtěl by mít data uložena alespoň na serverech v Evropě. Do úložiště chce ukládat větší množství, někdy téměř duplicitních, fotografií a pokud by tedy bylo malé množství z nich poškozeno, je to pro něj

přijatelná ztráta. Karel si představuje, že ze začátku nebude platit nic a až mu dojde úložná kapacita, tak si pořídí placené služby, které si bude v případě potřeby rozšiřovat. Co se maximální velikosti úložiště týče, stačila by mu velikost 1 TB.

Uživatel 2 – GameTeam s.r.o.

Tato firma se zabývá vývojem software, a to především toho herního. Její zaměstnanci pracují na několika pobočkách v rámci Evropy. Pracovníci firmy uploadují větší množství dat, převážně grafických modelů, na kterých zároveň potřebují pracovat i další pracovníci. Pro uživatele je tedy důležitá jak rychlost uploadu, tak i downloadu. Firma má relativně vysoké zisky, a proto pro ni nejsou finanční náklady až takovou prioritou. Zároveň očekávají, že žádná ze zdarma poskytovaných služeb nenaplní jejich potřeby, a proto neuvažují o jejím využití. Firma požaduje, aby její data byla neustále dostupná a je pro ně nepřijatelné poškození dat. Důležitá je pro ně maximální velikost nahraného souboru, ale i samotné úložiště.

4.11 Vícekriteriální analýza variant

Pro porovnání jednotlivých úložišť je v bakalářské práci zvolen a použit vícekriteriální rozhodovací model.

4.11.1 Stanovení hodnocených kritérií

Vybraná úložiště jsou analyzována na základě výběru těchto kritérií označených zkratkou K1 – K12.

Maximální velikost úložiště (K1)

Kritérium zohledňuje parametr, jaký je největší možný prostor úložiště, který lze od jednotlivých poskytovatelů získat. Čím je větší, tím lépe. Jedná se tedy o maximalizační kritérium.

Maximální velikost souboru (K2)

Určuje maximální velikost jednoho souboru, který lze u určitého poskytovatele nahrát do jeho úložiště. Maximalizační kritérium.

Počet serverů v Evropě (K3)

Kritérium zohledňuje parametr, kolik jednotlivých serverů poskytovatelé provozují v Evropě.

Servery v České republice (K4)

Kritérium zohledňující, zda je server umístěn v České republice či nikoli. Kritérium je hodnoceno formou Ano/Ne. Následně je slovní vyjádření nahrazeno číselnými hodnotami. Hodnota „Ne“ je nahrazen číselnou hodnotou 0 a hodnota „Ano“ je nahrazena 1.

Rychlost nahrávání dat – upload (K5)

Jedná se o maximalizační kritérium. Parametr zohledňuje rychlost ukládání dat do úložiště, která byla naměřena v provedeném testu.

Rychlost stahování dat – download (K6)

Maximalizační kritérium. Parametr zohledňuje rychlost stahování dat do úložiště, která byla naměřena v provedeném testu.

Dostupnost dat pro čtení (K7)

Maximalizační kritérium. Toto kritérium přihlíží k tomu, jaká je dostupnost klientských dat na serverech provozovatele.

Dostupnost serverů pro zápis (K8)

Maximalizační kritérium. Kritérium bere v potaz dostupnost serverů, co se týče možnosti ukládat data.

Roční datová odolnost (K9)

Maximalizační kritérium. Kritérium zohledňuje schopnost datových center poskytovatelů uchovat data jednom roce.

Škálovatelnost úložiště (K10)

Minimalizační kritérium. Kritérium zohledňuje parametr, jaké nejmenší úložiště lze od poskytovatelů získat a zároveň i možnost o stejnou velikost úložiště zvětšit či zmenšit dle potřeb uživatele.

Zdarma poskytované služby (K11)

Zdarma poskytované služby jsou obodovány 1 až 5 bodů v závislosti na zdarma poskytnutých službách. Maximalizační kritérium.

Cena za 1 GB (K12)

Minimalizační kritérium. Kritérium zohledňuje cenu, kterou uživatel zaplatí za 1 GB úložného prostoru. K porovnání cen poskytovatelů je potřeba vybrat umístění serverů, způsob zálohování a třídy úložiště tak, aby si služby byly co nejvíce odpovídající a byly stanoveny následovně:

Azure: zálohování – GZRS, třída – Hot, server – West Europe

GCP: zálohování – multiregionální replikace, třída – Standard, server – europe-west1

AWS: zálohování a třída úložiště – Standard, server – Frankfurt

CRA: Standardní úložiště

Algotech: Standardní úložiště

Pro porovnání cen zahraničních a českých poskytovatelů byl použit přepočít dle kurzu České národní banky ke dni 2.1.2024 1 USD = 22,526 CZK.

V následujících tabulkách bude pracováno s příslušnými zkratkami K1–K12, a proto jsou uvedeny přehledně v tabulce 14.

Celý název kritéria	Kritérium	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
Maximální velikost úložiště [TB]	K1	5000	1000	1000	100	50
Maximální velikost souboru [TB]	K2	190,7	5	5	0,1	0,016
Počet serverů v Evropě	K3	16	12	8	4	1
Servery v ČR	K4	0	0	0	1	1
Rychl. nahrávání dat – upl. [Mbps]	K5	100,52	72,65	60,45	86,45	96,05
Rychl. stahování dat – down. [Mbps]	K6	46,48	106,73	70,28	102,92	97,13
Dostupnost dat pro čtení [%]	K7	99,99	99,95	99,9	99,99	99,95
Dostupnost serverů pro zápis [%]	K8	99,9	99,95	99,9	99,99	99,95
Roční datová odolnost [%]	K9	100-10 ¹³	100-10 ⁹	100-10 ⁹	100-10 ⁹	100-10 ⁹
Škálovatelnost úložiště [GB]	K10	1	1	1	1000	20
Zdarma poskytované služby	K11	5	4	5	1	3
Cena za 1 GB	K12	0,991	1,036	0,552	0,75	0,749

Tabulka 9 Přehled kritérií, zdroj: vlastní zpracování

4.11.2 Stanovení vah preferencí

Pro stanovení vah preferencí (důležitosti kritérií pro uživatele) použijeme bodovací metodu. V praxi to znamená, že každý uživatel ohodnotí jednotlivá kritéria ve stanoveném rozsahu, podle svých subjektivních potřeb a jeho vnímání jejich důležitosti. Pro naše hodnocení byl stanoven rozsah 1–10 bodů, přičemž 1 bod je pro uživatele nejméně důležitý aspekt a 10 bodů naopak ten nejdůležitější. Hodnoty jsou uvedené níže v tabulce 15.

Kritérium	Uživatel 1 [body]	Uživatel 2 [body]
K1	3	7
K2	1	7
K3	5	6
K4	7	1
K5	4	7
K6	7	7
K7	5	8
K8	5	8
K9	2	9
K10	7	4
K11	8	1
K12	10	6
Σ	64	71

Tabulka 10 Bodové ohodnocení preferencí, zdroj: vlastní zpracování

Dalším krokem je normalizace vah preferencí. Ta je opět provedena samostatně pro každého uživatele a to tím, že jsou sečteny všechny body, které uživatel přidělil jednotlivým kritériím. Pro výpočet můžeme použít vzorec:

$$w_{norm} = \frac{w_{K_i}}{w_{K_1} + w_{K_2} + \dots + w_{K_{12}}} \quad (1)$$

kde

w_{norm} je normalizovaná váha;

w_{K_i} je váha kritéria. [25; 26]

Pro kontrolu správnosti výpočtů lze vypočítat sumu vážených preferencí, která se musí rovnat 1. Po nezbytných výpočtech získáme normalizované váhy, se kterými je následně pracováno a jsou uvedeny v tabulce 16.

Kritérium	Váhy preferencí uživ. 1	Váhy preferencí uživ. 2
K1	0,047	0,099
K2	0,016	0,099
K3	0,078	0,085
K4	0,109	0,014
K5	0,063	0,099
K6	0,109	0,099
K7	0,078	0,113
K8	0,078	0,113
K9	0,031	0,127
K10	0,109	0,056
K11	0,125	0,014
K12	0,156	0,085
Σ	1	1

Tabulka 11 Normalizované váhy preferencí, zdroj: vlastní zpracování

4.11.4 Normalizace dat

Dříve než začneme se samotným rozhodováním, musíme data zanesená v tabulkách normalizovat, což lze provést např. „min-max“ metodou. Ta spočívá v tom, že data převedeme na číselné hodnoty od nuly do jedné. V případě maximalizačního kritéria je nejvyšší hodnotě určitého kritéria přiřazena hodnota 1 a nejnižší hodnotě je přiřazena 0. V případě minimalizačního kritéria je tomu naopak, tedy nejnižší hodnota bude změněna na 1 a nejvyšší hodnota bude rovna 0. Ostatní hodnoty kritérií se dopočítají dle následujících vzorců pro:

maximalizační kritéria:

$$x_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

minimalizační kritéria:

$$x_{norm} = 1 - \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (3)$$

kde

X_{norm} je normalizovaná hodnota;

X je původní hodnota kritéria;

X_{min} je minimální hodnota kritéria;

X_{max} je maximální hodnota kritéria. [25; 26]

Kritérium	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
K1	1	0,192	0,192	0,010	0
K2	1	0,026	0,026	0,000	0
K3	1	0,733	0,467	0,2	0
K4	0	0	0	1	1
K5	1	0,304	0	0,649	0,888
K6	0	1	0,395	0,937	0,841
K7	1	0,556	0	1	0,556
K8	0	0,556	0	1	0,556
K9	1	0	0	0	0
K10	1	1	1	0	0,981
K11	1	0,75	1	0	0,5
K12	0,093	0	1	0,591	0,593

Tabulka 12 Normalizovaná kritériální tabulka, zdroj: vlastní zpracování

Užitím vzorce pro minimalizační kritérium je kritérium převedeno na maximalizační a je s ním tak i nadále pracováno. Provedením normalizace získáme výše uvedenou tabulku 17. Abychom získali užitek pro jednotlivé uživatele, musíme je vynásobit dříve vypočítanými normalizovanými váhami preferencí. Provedeme to tak, že vektory jednotlivých kritérií vynásobíme příslušnými váhami. Jelikož byly definováni dva uživatelé, získáme tímto postupem dvě tabulky, a to tabulku 18 pro uživatele 1 a tabulku 19 pro uživatele 2. Správnost výpočtů lze zkontrolovat i tím, že všechny hodnoty leží na intervalu $\langle 0; 1 \rangle$.

Kritérium	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
K1	0,047	0,009	0,009	0,000	0
K2	0,016	0,000	0,000	0,000	0
K3	0,078	0,057	0,036	0,016	0
K4	0	0	0	0,109	0,109
K5	0,063	0,019	0	0,041	0,056
K6	0	0,109	0,043	0,102	0,092
K7	0,078	0,043	0	0,078	0,043
K8	0	0,043	0	0,078	0,043
K9	0,031	0	0	0	0
K10	0,109	0,109	0,109	0	0,107
K11	0,125	0,094	0,125	0	0,063
K12	0,015	0	0,156	0,092	0,093

Tabulka 13 Vážený užitek pro uživatele 1, zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
K1	0,099	0,019	0,019	0,001	0
K2	0,099	0,003	0,003	0,000	0
K3	0,085	0,062	0,039	0,017	0
K4	0	0	0	0,014	0,014
K5	0,099	0,030	0	0,064	0,088
K6	0	0,099	0,039	0,092	0,083
K7	0,113	0,063	0	0,113	0,063
K8	0	0,063	0	0,113	0,063
K9	0,127	0	0	0	0
K10	0,056	0,056	0,056	0	0,055
K11	0,014	0,011	0,014	0	0,007
K12	0,008	0	0,085	0,050	0,050

Tabulka 14 Vážený užitek pro uživatele 2, zdroj: vlastní zpracování

4.11.5 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu nebo také WSM (Weighted sum model) je metoda vícekritériálního rozhodování, ve které jsou jednotlivá vážená kritéria sečtena pro každou alternativu. Pouhým sečtením sloupců tabulky 18 získáme celkový užitek ze služeb pro uživatele 1. Stejným postupem získáme za použití hodnot preferencí uživatele 2 z tabulky 19 výsledné hodnoty užitku. Pro kontrolu výpočtu můžeme opět ověřit, že všechny vypočtené užítky zůstaly v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Získané užítky z metody váženého součtu jsou uvedené níže v tabulce 20.

	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech
Užitek pro uživatele 1	0,561	0,485	0,480	0,517	0,606
Užitek pro uživatele 2	0,698	0,404	0,255	0,464	0,422

Tabulka 15 Výsledný užitek metody VSM, zdroj: vlastní zpracování

Jak je vidět z výše uvedené tabulky, nejvyšší užitek podle stanovených preferencí získá uživatel 1 používáním služeb společnosti Algotech. Uživatel 2 získá dle svých stanovených preferencí největší užitek používáním služeb Azure.

4.11.6 Metoda TOPSIS

Technika pro preferenci pořadí podle podobnosti k ideálnímu řešení nebo také TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) je technika založená na principu, že nejlepší varianta by měla mít nejkratší Euklidovskou vzdálenost k ideálnímu a co nejkratší Euklidovskou vzdálenost k bazálnímu(nejhoršímu) řešení. Pro následné výpočty s touto metodou použijeme tabulky vážených užiteků 18 a 19. Prvním krokem je nalezení ideální (H) a bazální (D) varianty pro každé kritérium. Jelikož byly během normalizace upraveny minimalizační kritéria na maximalizační, ideální varianta je vždy ta nejvyšší a bazální naopak ta nejnižší. Poté je vypočtena vzdálenost od ideální (d_+) a bazální (d_-) varianty vzorci:

$$d_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{12} (t_{ij} - H)^2}$$
(4)

$$d_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{12} (t_{ij} - D)^2}$$
(5)

kde

d_{i+} je vzdálenost od ideální varianty;

d_{i-} je vzdálenost od bazální varianty;

H je ideální varianta;

D je bazální varianta;

t je vážený užitek. [25; 26]

Posledním krokem je výpočet relativních ukazatelů vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty (s_{iH}). Toho je docíleno tak, že hodnota d_{i-} je vydělena součtem d_{i+} a d_{i-} . Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 21 pro uživatele 1 a v tabulce 22 pro uživatele 2.

	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech	H	D
K1	0,047	0,009	0,009	0,000	0	0,047	0
K2	0,016	0,000	0,000	0,000	0	0,016	0
K3	0,078	0,057	0,036	0,016	0	0,078	0
K4	0	0	0	0,109	0,109	0,109	0
K5	0,063	0,019	0	0,041	0,056	0,063	0
K6	0	0,109	0,043	0,102	0,092	0,109	0
K7	0,078	0,043	0	0,078	0,043	0,078	0
K8	0	0,043	0	0,078	0,043	0,078	0
K9	0,031	0	0	0	0	0,031	0
K10	0,109	0,109	0,109	0	0,107	0,109	0
K11	0,125	0,094	0,125	0	0,063	0,125	0
K12	0,015	0	0,156	0,092	0,093	0,156	0
d_{i+}	0,224	0,211	0,192	0,199	0,142		
d_{i-}	0,218	0,201	0,235	0,212	0,226		
s_{iH}	0,493	0,487	0,551	0,517	0,614		

Tabulka 16 Metoda TOPSIS pro uživatele 1, zdroj: vlastní zpracování

	Azure	GCP	AWS	CRA	Algotech	H	D
K1	0,099	0,019	0,019	0,001	0	0,099	0
K2	0,099	0,003	0,003	0,000	0	0,099	0
K3	0,085	0,062	0,039	0,017	0	0,085	0
K4	0	0	0	0,014	0,014	0,014	0
K5	0,099	0,030	0	0,064	0,088	0,099	0
K6	0	0,099	0,039	0,092	0,083	0,099	0
K7	0,113	0,063	0	0,113	0,063	0,113	0
K8	0	0,063	0	0,113	0,063	0,113	0
K9	0,127	0	0	0	0	0,127	0
K10	0,056	0,056	0,056	0	0,055	0,056	0
K11	0,014	0,011	0,014	0	0,007	0,014	0
K12	0,008	0	0,085	0,050	0,050	0,085	0
d _{i+}	0,169	0,237	0,238	0,240	0,220		
d _{i-}	0,262	0,161	0,118	0,202	0,168		
S _{iH}	0,608	0,405	0,332	0,457	0,433		

Tabulka 17 Metoda TOPSIS pro uživatele 2, zdroj: vlastní zpracování

5 Zhodnocení výsledků

Tato část práce se zaměřuje na zhodnocení dosažených výsledků provedené vícekriteriální analýzou a na jejím základě je doporučena nejvhodnější varianta pro oba stanovené uživatele. Poté, co byl vytvořen průměr obou užiteků u obou zvolených metod, bylo zjištěno celkové pořadí jednotlivých poskytovatelů.

Pro prvního uživatele bylo na základě výsledků jako nejvhodnější vybráno datové centrum od společnosti Algotech, konkrétně pak úložiště Standard. Výsledky jsou uvedené v tabulce 23.

Úložiště	WSM		TOPSIS		Celkem	
	Užitek	Pořadí	Užitek	Pořadí	Ø užitek	Pořadí
Azure	0,5614	2	0,4929	4	0,52714	2
GCP	0,4850	4	0,4867	5	0,48585	5
AWS	0,4797	5	0,5506	2	0,51513	4
CRA	0,5171	3	0,5166	3	0,51682	3
Algotech	0,6061	1	0,6141	1	0,61012	1

Tabulka 18 Výstupy metod pro uživatele 1, zdroj: vlastní zpracování

Pro uživatele 1 hrálo podstatnou roli především umístění serverů v České republice a cena úložiště. Vítězné úložiště Standard, nabízí velikost úložného prostoru 500 GB za 399 Kč měsíčně. Uživateli poskytuje neomezené množství zápisových a čtecích operací, uživatelské prostředí v českém jazyce a zálohování dat v primárním i sekundárním datovém centru. V případě potřeby a zájmu může uživatel pracovat také v dostupné mobilní aplikaci.

Jako druhou alternativní možností jsou pro uživatele 1 doporučeny služby od poskytovatele Azure. Konkrétně se jedná o tuto konfiguraci: server West Europe, třída úložiště Hot s geograficky redundantním úložištěm (GRS). Cena úložiště je v přepočtu 518 Kč za 500 GB měsíčně.

Na základě výsledků uvedených v tabulce 24 bylo pro uživatele 2 vybráno jako nejadekvátnější úložiště společnosti Azure. Na základě jeho požadavků je pro něj nejvýhodnější následující konfigurace služeb: server West Europe, třída úložiště Hot

s geograficky zónově redundantním úložištěm (GZRS). Cena úložiště je v přepočtu 10 610 Kč za 10 TB měsíčně.

Úložiště	WSM		TOPSIS		Celkem	
	Užitek	Pořadí	Užitek	Pořadí	Ø užitek	Pořadí
Azure	0,6980	1	0,6079	1	0,65297	1
GCP	0,4042	4	0,4047	4	0,40446	4
AWS	0,2548	5	0,3315	5	0,29316	5
CRA	0,4636	2	0,4573	2	0,46048	2
Algotech	0,4222	3	0,4325	3	0,42736	3

Tabulka 19 Výstupy metod pro uživatele 2, zdroj: vlastní zpracování

Jako druhá alternativní možnost je pro uživatele 2 vhodný poskytovatel CRA. Jejich služby jsou vždy tvořeny na míru uživatelským potřebám. Příkladem může být úložiště o velikosti 10TB za cenu 7500 Kč měsíčně. V rámci poskytnutých služeb získá uživatel neomezené množství čtecích a zápisových operací a zálohování dat zálohování dat v primárním i sekundárním datovém centru. Vzhledem k tomu, že pro druhého uživatele nehrála cena takovou roli, jako například roční datová odolnost, nebo maximální velikost souborů, je pro něj rozhodně první vítězná varianta vhodnější.

6 Závěr

Bakalářská práce byla vytvořena s cílem porovnání pěti vybraných poskytovatelů cloudových služeb a nalezení optimální varianty pro stanovené uživatele. Co se teoretické části týče, byly vysvětleny základní pojmy týkající se cloud computingu, jeho historie a zároveň došlo k úvodnímu představení všech vybraných poskytovatelů služeb.

V praktické části byly zhodnoceny a zanalyzovány zdarma poskytované služby, velikost úložišť a souborů, třídy úložišť, zálohování dat, dostupnost a odolnost dat, umístění serverů, odezva serverů a rychlost přenosu dat. Jak je z práce zřejmé, každý poskytovatel nabízí poněkud odlišné služby, jejich šíři, různé možnosti jejich modifikace, ale také cenové škály. Pro některé uživatele může být situace značně nepřehledná, či dokonce nepochopitelná. Bakalářská práce tak poskytla ucelený pohled na danou problematiku, ukázala klady a zápory cloudových služeb a umožnila jakýsi vhled do principů způsobů porovnávání cloudových úložišť. Z výsledků vícekriteriální analýzy je zřejmé, že pro každého uživatele je vždy vhodná jiná varianta, a proto by výběr cloudového úložiště rozhodně neměl být podceněn. Jednak uživatel získá optimální variantu přesně pro svoje potřeby a jednak může zvolením nejvhodnější varianty ušetřit značné finanční prostředky.

Cloud computing je z hlediska času poměrně zaběhnutý model, avšak mnoho uživatelů možnost jeho užívání vůbec nepřipouští kvůli obavě ze ztráty nebo zneužití dat, či jiných negativ. Na základě bakalářské práce tak mohly být vyvráceny některé tyto obavy, nebo dokonce mýty a cloud computing tak může získat nové příznivce a uživatele, kteří ocení nesporné výhody těchto internetových služeb.

Jelikož se jedná o velmi dynamické odvětví, nemusí tedy fakt, že uživatel najde pro svoje potřeby nejvhodnější platformu nutně znamenat, že za pár let nebude vhodnější jiná. Ideální variantou tedy je toto prostředí neustále sledovat a těžit z něj maximum.

Na samotný závěr je vhodné zmínit, že práce se stala přínosnou i pro samotného autora, neboť si sám, na základě provedených analýz, zvolil cloudové úložiště, které bude do budoucna využívat pro své soukromé potřeby.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] ZIKMUND, Martin. Soukromý cloud, trend který možná teprve přijde. [online]. [cit. 2023-11-04]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/software/soukromy-cloud-trend-ktery-mozna-teprve-prijde>
- [2] Aktuálně.cz. Cloud. [online]. [cit. 2023-11-04]. Dostupné z: <https://www.aktualne.cz/wiki/veda-a-technika/cloud/r~i:wiki:1998/>
- [3] Cloud Computing pro každého [online]. [cit. 2023-11-04]. Dostupné z: <http://www.businessit.cz/cz/cloud-computing-vysvetleni-jasne-a-strucne.php>
- [4] MELL, P., GRANCE, T. The NIST Definition of Cloud Computing [online]. [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.
- [5] VELTE, Anthony T., VELTE, Toby J., ELSENPETER, Robert C. Cloud Computing: praktický průvodce. Brno: Computer Press, 2011. 340 s. ISBN 978-80-251-3333-0.
- [6] LACKO, Ľuboslav. Osobní cloud pro domácí podnikání a malé firmy. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3744-4.
- [7] HURWITZ, Judith S., KIRSCH, Daniel. Cloud Computing For Dummies. Learning Made Easy, 2020. 320 s. ISBN 978-11-195-4665-8.
- [8] REHMAN, T. B. Cloud Computing Basics. Mercury Learning and Information, 2018. 200 s. ISBN 978-16-839-2350-3.
- [9] DOSHI, Ruchi, HIRAN, Kamal K., FAGBOLA, Temitayo, MAHRISHI, Mehul. Cloud Computing: Master the Concepts, Architecture, and Applications with Real-world Examples and Case Studies. BPB Publications, 2019. 332 s. ISBN 978-93-885-1140-7.
- [10] COMER, Douglas. The Cloud Computing Book: The Future of Computing Explained. CRC Press, 2021. 287 s. ISBN 978-10-003-8428-4.
- [11] SOSINSKY, Barrie. Cloud Computing Bible. Vydání první. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2011. ISBN 978-0-470-90356-8.
- [12] FULLERTON, Rob. Cloud Services [online]. [cit. 2023-11-22]. Dostupné z: <http://www.cbc.radio-canada.ca/en/reporting-to-canadians/sync/sync-issue-1-2012/cloud-services/>
- [13] WASCHKE, Marvin. Cloud Standards (Agreements That Hold Together Clouds), 2012. ISBN: 978-1-4302-4110-2.

- [14] CAVE, Jonathan; VALERI, Lorenzo; ROBINSON, Neil. Cloud (Understanding the Security, Privacy and Trust Challenges), 2011. ISBN: 9780833059604.
- [15] Azure. [online]. [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: https://azure.microsoft.com/cs-cz/resources/cloud-computing-dictionary/what-isazure/?fbclid=IwAR2Oz5AzOrDJSx7_XRy9MU3HWTdl8CzHPTaH2MnJHbMuF8bmkt799YmKqH
- [16] Microsoft. The History of Microsoft Azure. [online]. [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: <https://techcommunity.microsoft.com/t5/educator-developer-blog/the-history-of-microsoft-azure/ba-p/3574204?fbclid=IwAR1s1iU4jpjnDK2pc5cjp2svyYsmDtjXUDOJMPyzoTNANqwtRfWCaTECOs>
- [17] Google Cloud. The new way to cloud starts here. [online]. [cit. 2023-11-29]. Dostupné z: <https://cloud.google.com/?hl=cs&fbclid=IwAR3UmQN77BEMhrXeI7wblFLoty8LkQsuvj0vNek3bwnTagZwSrQOxDUR65w>
- [18] ŠANTORA, Jiří. Digichef. [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: https://digichef.cz/seznamte-se-s-google-cloudplatform?fbclid=IwAR3hsBIWr69y9G5BMRpG6PBT48UCLd8P-3EWi2Rvl8qGo7qMd_g6j9WdzVQ
- [19] MLITZ, Kimberly. Amazon Web Services revenue 2020. Statista. [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/233725/development-of-amazon-web-services-revenue/>
- [20] Cloud Products. Amazon Web Services, Inc. [online]. [cit. 2023-12 05]. Dostupné z: https://aws.amazon.com/?nc2=h_lg#
- [21] Cloudguide.cz. Cloudová úložiště. [online]. [cit. 2023-12 05]. Dostupné z: <https://cloudguide.cz/cloudova-uloziste/>
- [22] ITPoint. České Radiokomunikace. [online]. [cit. 2023-12 05]. Dostupné z: <https://www.itpoint.cz/ceske-radiokomunikace/?i=business-cloud-inhouse-13179>
- [23] Algotech.cz. [online]. [cit. 2023-12 05]. Dostupné z: <https://cloudguide.cz/cloudova-uloziste/> <https://www.algotech.cz/cloudove-uloziste/>
- [24] ZHANG, Yuan, XU, Chunxiang, SHEN, Xuemin S. Data Security in Cloud Storage. Springer Nature Singapore, 2020. 171 s. ISBN 9789811543746.
- [25] FIALA, Petr, JABLONSKÝ, Josef, MAŇAS, Miroslav. Vícekriteriální rozhodování. Praha: VŠE, 1994. 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
- [26] TZENG, Gwo-Hshiong, HUANG, Jih-Jeng. Multiple attribute decision making: methods and applications. Boca Raton: CRC Press, 2011. 349 s. ISBN 9781439861578.

8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Cloud computing, zdroj: https://www.atlassian.com	15
Obrázek 2: Distribuční modely, zdroj: https://www.plesk.com	17
Obrázek 3: Modely nasazení, zdroj: https://www.axians.cz/	21
Obrázek 4: Mapa serverů Azure, zdroj: vlastní zpracování.....	44
Obrázek 5: Mapa serverů GCP, zdroj: vlastní zpracování.....	45
Obrázek 6: Mapa serverů AWS, zdroj: vlastní zpracování.....	45

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Jazyky technické podpory, zdroj: vlastní zpracování	32
Tabulka 2 Zdarma poskytované služby, zdroj: vlastní zpracování	33
Tabulka 3 Velikost úložišť a souborů, zdroj: vlastní zpracování.....	34
Tabulka 4 Dostupnost a odolnost dat, zdroj: vlastní zpracování	42
Tabulka 5 Umístění serverů, zdroj: vlastní zpracování.....	43
Tabulka 6 Odezva serverů, zdroj: vlastní zpracování	46
Tabulka 12 Rychlost uploadu, zdroj: vlastní zpracování	47
Tabulka 13 Rychlost downloadu, zdroj: vlastní zpracování	48
Tabulka 14 Přehled kritérií, zdroj: vlastní zpracování	53
Tabulka 15 Bodové ohodnocení preferencí, zdroj: vlastní zpracování.....	54
Tabulka 16 Normalizované váhy preferencí, zdroj: vlastní zpracování	55
Tabulka 17 Normalizovaná kritériální tabulka, zdroj: vlastní zpracování.....	56
Tabulka 18 Vážený užitek pro uživatele 1, zdroj: vlastní zpracování	57
Tabulka 19 Vážený užitek pro uživatele 2, zdroj: vlastní zpracování	57
Tabulka 20 Výsledný užitek metody VSM, zdroj: vlastní zpracování	58
Tabulka 21 Metoda TOPSIS pro uživatele 1, zdroj: vlastní zpracování.....	59
Tabulka 22 Metoda TOPSIS pro uživatele 2, zdroj: vlastní zpracování.....	60
Tabulka 23 Výstupy metod pro uživatele 1, zdroj: vlastní zpracování.....	61
Tabulka 24 Výstupy metod pro uživatele 2, zdroj: vlastní zpracování.....	62

Tabulka 7 Latence Azure, zdroj: vlastní zpracování	69
Tabulka 8 Latence GCP, zdroj: vlastní zpracování	71
Tabulka 9 Latence AWS, zdroj: vlastní zpracování	73
Tabulka 10 Latence CRA, zdroj: vlastní zpracování	74
Tabulka 11 Latence Algotech, zdroj: vlastní zpracování	74

8.3 Seznam grafů

Graf 1: Průměrná přenosová rychlost, zdroj: vlastní zpracování.....	49
---	----

8.4 Seznam použitých zkratk

kB – Kilobyte

MB – Megabyte

GB – Gigabyte

TB – Terabyte

PB – Pentabyte

Mbps – Mega bit per second (Mega bit za sekundu)

9 Přílohy

Region	00:00-01:59	02:00-03:59	04:00-05:59	06:00-07:59	08:00-09:59	10:00-11:59
Australia Central	299	366	282	327,36	346	323
Australia East	326	370	213	305,36	330	323
Australia Southeast	316	380	173	333,52	314	320
Central India	161	345	260	246,4	268	252
East Asia	294	351	122	278,08	280	286
Japan East	92	365	232	303,6	192	317
Japan West	22	379	96	294,8	287	313
Korea Central	237	294	171	310,64	188	313
Korea South	229	383	202	270,16	186	309
Southeast Asia	69	350	194	265,76	44	281
South India	74	172	163	250,8	24	270
West India	60	170	83	248,16	76	258
France Central	56	269	170	252,56	214	151
Germany West Central	43	276	151	239,36	148	139
Italy North	135	308	85	111,76	63	146
North Europe	27	158	76	255,2	213	171
Norway East	28	247	74	246,4	40	172
Poland Central	28	55	135	242	199	152
Sweden Central	122	182	74	208,56	24	170
Switzerland North	100	174	72	206,8	180	148
UK South	94	12	97	198	50	167
UK West	53	148	96	91,52	24	162
West Europe	32	136	74	206,8	175	160
Central US	119	262	94	286,88	176	251
East US	50	268	76	261,36	108	222
East US 2	53	276	142	276,32	112	230
North Central US	79	304	150	275,44	55	244
South Central US	24	296	73	275,44	182	257
West Central US	61	309	90	332,64	25	275
West US	50	342	106	315,92	40	279
West US 2	26	78	82	154	26	279
West US 3	48	12	74	325,6	161	268
Israel Central	29	186	120	257,84	53	190
Qatar Central	45	283	157	253,44	164	266
UAE North	46	88	139	259,6	29	253
Canada Central	121	384	95	272,8	161	244
Canada East	48	266	149	273,68	109	251
Brazil South	119	296	133	298,32	122	293
South Africa North	30	100	122	328,24	123	292

Region	12:00-13:59	14:00-15:59	16:00-17:59	18:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	průměr
Australia Central	308	289	295,46	357	314	269,39	314,6842
Australia East	288	289	292,3	361	314	274,92	307,215
Australia Southeast	306	286	293,09	361	302	270,97	304,6317
Central India	193	181	202,24	260	223	215,67	233,9425
East Asia	242	237	258,33	321	287	247,27	266,9733
Japan East	280	280	288,35	354	308	267,02	273,2475
Japan West	298	272	282,82	355	300	263,86	263,6233
Korea Central	273	271	281,24	352	299	263,07	271,0792
Korea South	292	265	276,5	343	297	258,33	275,9158
Southeast Asia	249	215	233,05	296	249	236,21	223,5017
South India	240	205	225,15	285	254	237	199,9958
West India	200	189	208,56	267	230	220,41	184,1775
France Central	83	73	118,5	144	113	139,04	148,5917
Germany West Central	97	58	112,18	139	107	133,51	136,9208
Italy North	104	66	114,55	146	114	135,88	127,4325
North Europe	107	97	131,14	167	138	155,63	141,3308
Norway East	139	92	135,88	167	139	155,63	136,3258
Poland Central	110	74	121,66	148	117	142,2	126,9883
Sweden Central	135	91	139,83	172	141	156,42	134,6508
Switzerland North	85	70	120,08	149	121	142,2	130,6733
UK South	132	85	133,51	168	134	155,63	118,845
UK West	99	82	127,98	165	125	154,84	110,695
West Europe	125	87	128,77	159	132	150,89	130,5383
Central US	188	177	208,56	263	231	218,04	206,2067
East US	151	144	187,23	236	186	196,71	173,8583
East US 2	159	146	185,65	236	198	196,71	184,2233
North Central US	175	163	196,71	252	215	214,09	193,6033
South Central US	196	184	215,67	273	235	232,26	203,6142
West Central US	245	204	233,84	306	255	240,16	214,72
West US	223	217	247,27	322	259	246,48	220,6392
West US 2	255	214	246,48	324	260	250,43	182,9092
West US 3	210	199	233,05	301	251	240,16	193,5675
Israel Central	114	99	150,1	188	154	170,64	142,6317
Qatar Central	199	190	218,83	284	247	229,89	211,43
UAE North	189	176	210,93	271	233	231,47	177,1667
Canada Central	170	155	199,08	249	208	210,14	205,7517
Canada East	204	168	204,61	261	219	223,57	198,0717
Brazil South	248	245	272,55	341	285	259,12	242,6658
South Africa North	234	231	271,76	332	274	263,07	216,7558

Tabulka 20 Latence Azure, zdroj: vlastní zpracování

Location	00:00-01:59	02:00-03:59	04:00-05:59	06:00-07:59	08:00-09:59	10:00-11:59
Australia (Melbourne)	519	558	1827	1824	1824	1824
Australia (Sydney)	501	532	1753	1750	1468	1747
Belgium (St. Ghislain)	57	61	55	54	58	52
Brazil (São Paulo)	378	401	1285	1283	1283	1283
Canada (Montreal)	207	216	529	444	422	508
Canada (Toronto)	214	227	654	647	649	648
Chile (Santiago)	363	510	1283	1277	1067	1273
Finland (Hamina)	97	104	186	197	178	169
France (Paris)	66	75	141	139	144	138
Germany (Frankfurt)	55	136	52	48	55	46
Hong Kong (Hong Kong)	487	515	1716	1713	1460	1722
India (Delhi)	663	713	2331	2355	2337	2325
India (Mumbai)	627	667	2222	2229	1861	2227
Indonesia (Jakarta)	549	580	1941	1933	1942	1939
Israel (Tel Aviv)	138	158	409	405	287	403
Italy (Milan)	66	70	146	140	143	145
Japan (Osaka)	436	472	1530	1530	1526	1524
Japan (Tokyo)	417	444	874	1067	1000	1459
Netherlands (Eemshaven)	60	64	59	54	57	51
Poland (Warsaw)	64	70	59	52	50	56
Singapore (Jurong West)	529	558	1865	1856	1260	1855
South Korea (Seoul)	459	497	969	1326	1353	1366
Spain (Madrid)	94	110	234	231	235	231
Switzerland (Zürich)	57	62	68	52	53	68
Taiwan (Changhua County)	469	488	534	900	848	849
UK (London)	72	75	67	60	59	58
USA (California)	298	310	985	977	826	975
USA (Iowa)	232	248	168	161	175	158
USA (Nevada)	288	307	961	959	955	966
USA (Northern Virginia)	193	212	136	136	137	134
USA (Ohio)	213	225	661	659	656	657
USA (Oregon)	279	300	200	190	192	199
USA (South Carolina)	214	230	151	260	253	152
USA (Texas)	244	260	793	719	790	793
USA (Utah)	261	278	855	854	858	853

Location	00:00-01:59	02:00-03:59	04:00-05:59	06:00-07:59	08:00-09:59	10:00-11:59	průměr
Australia (Melbourne)	1821	1820	1821	1820	1818	1821	1608,083
Australia (Sydney)	1745	1541	1596	1748	1746	1274	1450,083
Belgium (St. Ghislain)	53	54	50	53	53	52	54,33333
Brazil (São Paulo)	1281	1282	1172	1279	1284	1280	1124,25
Canada (Montreal)	599	536	503	602	507	525	466,5
Canada (Toronto)	646	645	645	645	644	642	575,5
Chile (Santiago)	1279	1274	1275	1275	1274	1275	1118,75
Finland (Hamina)	201	187	193	216	136	150	167,8333
France (Paris)	136	133	125	136	136	137	125,5
Germany (Frankfurt)	45	46	45	45	46	45	55,33333
Hong Kong (Hong Kong)	1710	1512	1716	1721	1711	1712	1474,583
India (Delhi)	2343	2328	2324	2325	2350	2335	2060,75
India (Mumbai)	2215	1715	1834	2213	2218	1914	1828,5
Indonesia (Jakarta)	1932	1933	1934	1931	1933	1670	1684,75
Israel (Tel Aviv)	403	405	403	368	404	403	348,8333
Italy (Milan)	140	138	133	136	104	137	124,8333
Japan (Osaka)	1520	1528	1458	1527	1522	1518	1340,917
Japan (Tokyo)	1218	1288	1019	1063	516	868	936,0833
Netherlands (Eemshaven)	50	52	53	50	52	51	54,41667
Poland (Warsaw)	51	53	55	51	51	51	55,25
Singapore (Jurong West)	1859	1855	1857	1688	1855	1857	1574,5
South Korea (Seoul)	1616	1056	1480	1471	1618	747	1163,167
Spain (Madrid)	229	231	228	227	196	227	206,0833
Switzerland (Zürich)	76	52	62	56	51	50	58,91667
Taiwan (Changhua County)	841	876	937	753	840	308	720,25
UK (London)	57	61	58	57	57	56	61,41667
USA (California)	973	979	975	976	664	718	804,6667
USA (Iowa)	158	158	160	161	160	163	175,1667
USA (Nevada)	957	956	956	957	957	956	847,9167
USA (Northern Virginia)	424	135	158	135	131	135	172,1667
USA (Ohio)	658	656	652	654	654	566	575,9167
USA (Oregon)	191	190	192	191	190	190	208,6667
USA (South Carolina)	250	217	143	146	146	153	192,9167
USA (Texas)	785	695	752	786	785	683	673,75
USA (Utah)	851	850	851	849	849	849	754,8333

Tabulka 21 Latence GCP, zdroj: vlastní zpracování

Physical Location	00:00-01:59	02:00-03:59	04:00-05:59	06:00-07:59	08:00-09:59	10:00-11:59
Asia Pacific (Hong Kong)	376	326	318	288	338	353
Asia Pacific (Tokyo)	374	353	348	312	280	364
Asia Pacific (Seoul)	373	335	328	355	251	411
Asia Pacific (Osaka)	381	407	320	274	197	360
Asia Pacific (Mumbai)	297	192	206	188	170	290
Asia Pacific (Hyderabad)	294	219	226	227	168	280
Asia Pacific (Singapore)	305	259	263	255	100	324
Asia Pacific (Sydney)	358	310	310	316	96	377
Asia Pacific (Jakarta)	312	251	296	272	84	349
Asia Pacific (Melbourne)	356	316	320	321	57	384
Europe (Frankfurt)	175	37	33	46	28	194
Europe (Zurich)	157	53	41	50	18	195
Europe (Stockholm)	153	62	61	70	26	212
Europe (Milan)	123	47	45	46	17	198
Europe (Spain)	95	73	73	81	18	223
Europe (Ireland)	122	73	63	65	18	212
Europe (London)	81	52	51	50	19	200
Europe (Paris)	73	48	45	49	19	204
Middle East (UAE)	46	183	177	182	19	307
Middle East (Bahrain)	61	139	140	155	19	270
US East (N. Virginia)	14	164	163	174	20	291
US East (Ohio)	15	168	164	166	20	299
US West (N. California)	14	227	224	231	21	316
US West (Oregon)	14	252	254	242	21	333
Africa (Cape Town)	232	232	241	233	105	309
Canada (Central)	173	169	176	178	50	274
Canada West (Calgary)	204	262	263	255	27	328
Israel (Tel Aviv)	18	127	127	149	23	257
South America (Sao Paulo)	16	319	312	305	24	337

Physical Location	12:00-13:59	14:00-15:59	16:00-17:59	18:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	průměr
Asia Pacific (Hong Kong)	291	331	332	333	409	372	338,9167
Asia Pacific (Tokyo)	295	334	300	317	293	298	322,3333
Asia Pacific (Seoul)	406	362	346	357	361	365	354,1667
Asia Pacific (Osaka)	345	321	358	317	385	345	334,1667
Asia Pacific (Mumbai)	263	265	272	264	275	274	246,3333
Asia Pacific (Hyderabad)	203	232	227	227	224	223	229,1667
Asia Pacific (Singapore)	250	277	330	285	292	283	268,5833
Asia Pacific (Sydney)	325	344	343	340	352	341	317,6667
Asia Pacific (Jakarta)	278	286	334	289	299	293	278,5833
Asia Pacific (Melbourne)	350	350	355	347	358	351	322,0833
Europe (Frankfurt)	55	67	94	85	85	79	81,5
Europe (Zurich)	64	77	100	92	95	88	85,83333
Europe (Stockholm)	86	101	124	122	122	115	104,5
Europe (Milan)	72	82	100	95	100	91	84,66667
Europe (Spain)	99	121	134	139	133	127	109,6667
Europe (Ireland)	85	100	122	123	120	113	101,3333
Europe (London)	69	87	107	100	106	98	85
Europe (Paris)	73	88	111	101	107	99	84,75
Middle East (UAE)	201	227	226	221	230	223	186,8333
Middle East (Bahrain)	162	187	198	212	195	193	160,9167
US East (N. Virginia)	165	186	202	189	202	194	163,6667
US East (Ohio)	175	208	199	203	209	203	169,0833
US West (N. California)	242	273	268	266	284	275	220,0833
US West (Oregon)	281	294	299	289	304	297	240
Africa (Cape Town)	252	266	273	263	277	274	246,4167
Canada (Central)	162	203	204	216	199	194	183,1667
Canada West (Calgary)	278	296	311	302	323	314	263,5833
Israel (Tel Aviv)	123	147	170	186	161	163	137,5833
South America (Sao Paulo)	301	318	324	317	339	333	270,4167

Tabulka 22 Latence AWS, zdroj: vlastní zpracování

CRA	00:00-01:59	02:00-03:59	04:00-05:59	06:00-07:59	08:00-09:59	10:00-11:59	
	44	51	29	49	42	48	
	12:00-13:59	14:00-15:59	16:00-17:59	18:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	průměr
	26	32	33	46	32	36	27,6656944

Tabulka 23 Latence CRA, zdroj: vlastní zpracování

Algotech	00:00-01:59	02:00-03:59	04:00-05:59	06:00-07:59	08:00-09:59	10:00-11:59	
	51	36	42	39	57	36	
	12:00-13:59	14:00-15:59	16:00-17:59	18:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	průměr
	31	35	47	56	36	39	49,8472222

Tabulka 24 Latence Algotech, zdroj: vlastní zpracování