

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA HOSPODARSKEJ INFORMATIKY

Evidenčné číslo: 103004/I/2018/1220417278

DIPLOMOVÁ PRÁCA

CLOUD COMPUTING

PRE MALÉ A STREDNÉ PODNIKY

BRATISLAVA 2018

Branislav Kišoň

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

CLOUD COMPUTING
PRE MALÉ A STREDNÉ PODNIKY

Diplomová práca

Študijný program: Informačný manažment(Jednoodborové štúdium, inžiniersky
II. st., denná forma

Študijný odbor: 3.3.24 Kvantitatívne metódy v ekonómii

Školiace pracovisko: KAI FHI – Katedra aplikovanej informatiky FHI

Vedúci záverečnej práce: Ing. Miroslav Krišiak, PhD.

Bratislava 2018

Branislav Kišon

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem , že záverečnú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum:

.....

podpis študenta

Rád by som sa poďakoval Ing. Miroslavovi Kršiakovi, PhD. Za odbornú pomoc a podnetné návrhy pri tvorbe a spracovaní diplomovej práce, ktoré mi poskytol.

ABSTRAKT

KIŠOŇ, Branislav, Cloud Computing pre malé a stredné podniky – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, - Ing. Miroslav Krišiak, PhD.- Bratislava: FHI EU, 2018, 64s.

Cieľom záverečnej práce je opísať Cloud computing a jeho využitia. Skúmať výhody a nevýhody Cloud computingu. Ukázať základné informácie o architektúre, typov nasadenia, možnými problémami s prechodom na Cloud computing. Počas práce s Cloud computingovou platformou Azure sme nadobudli nové skúsenosti s typmi servisov, ktoré ponúka Azure portal a ich implementáciu. Práca je rozdelená do štyroch kapitol. Obsahuje množstvo názorných príkladov a vysvetľujúcich obrázkov. Prvá kapitola je venovaná opisom Cloud computingu a základným informáciám k možnostiam využitia. V druhej kapitole predstavujeme cieľ práce. Tretia kapitola je venovaná FaaS a jeho možnosťami využitia. Konkrétne sme sa zamerali na Azure funkcie. V záverečnej štvrtej kapitole uvádzame reálne príklady pre využite FaaS.

Kľúčové slová:

Cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, FaaS

ABSTRAKT

KIŠOŇ, Branislav, Cloud Computing for small and medium enterprises– University of Economics in Bratislava. Faculty of Economic Informatics, Department of Applied Informatics, - Ing. Miroslav Krišiak, PhD. - Bratislava: FHI EU, 2018, 64s.

The aim of the final work is to describe Cloud computing and its use. Explore advantages and disadvantages of Cloud computing. Show basic information about architecture, deployment types, possible issues with cloud computing. We have gained new experience with the Azure Cloud computing platform Azure portal and its implementation. The thesis is divided into four chapters. It contains many illustrative examples and explanatory pictures. The first chapter is dedicated to describing Cloud computing and basic information on how to use it. In the second chapter we present the aim of the work. The third chapter is dedicated to FaaS and its uses. Specifically, we focused on Azure functions. In the fourth chapter we present real examples for using FaaS.

Key words:

Cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, FaaS

OBSAH

Úvod.....	9
1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	10
1.1 Definícia Cloud Computingu	10
1.2 Evolúcia k Cloud Computingu	10
1.3 Architektúra Cloud Computingu	14
1.4 Výhody Cloud Computingu	16
1.5 Nevýhody cloud computingu.....	17
1.6 Prekážky pri prijímaní Cloud Computingu.....	19
1.7 Typy Cloud Computingu.....	22
1.8 Typy servisov	26
1.9 Poskytovatelia Cloud computingu.....	35
2. Ciel práce	50
3. Metodika práce a metódy skúmania	51
3.1. Azure Funkcie	51
3.2 Vlastnosti.....	51
3.3 Možnosti využitia	52
3.4 Integrácia	53
3.5 Cena.....	53
4. Výsledky práce	55
4.1 Príklad typickej webovej stránky.....	55
4.2 Refaktorovanie webovej aplikácie internetového obchodu	56
4.3 Aplikácia pre schválenie pôžičky.....	59
Záver.....	63
Zoznam použitej literatúry.....	64

Úvod

V dnešnom vysoko konkurenčnom podnikateľskom prostredí podnikatelia hľadajú spôsoby a prostriedky na efektívne podnikanie, aby znížili náklady a maximalizovali zisk. Nová paradigma výpočtovej techniky, Cloud computing sa objavila pri zmene starých spôsobov výpočtovej techniky. Cloud computing sa ukázala ako jedna z podporných technológií, ktorá umožňuje svetu informačných technológií účinne a efektívnejšie využívať výpočtovú techniku[1]

Znamená to, že užívatelia cloudu majú k dispozícii luxus neobmedzenej výpočtovej sily, keď ju potrebujú. Jedným z najčastejšie citovaných dôvodov, prečo firmy vstupujú do sveta Cloud computingu, je to, že služby cloudu sú prístupné a platíme vtedy, kedy to potrebujeme. Dosiahneme to aj bez potreby väčších investícií do IT infraštruktúry a zručností. Malé a stredné podniky, ktoré nemajú dostatočnú finančnú silu na investovanie do infraštruktúry IKT, môžu využívať početné služby, ktoré Cloud computing ponúka. Pokiaľ to je pre podnik dôležité a atraktívne, musí prijať také potrebné opatrenia, aby zabezpečil, že dôvernosť, integrita a dostupné informačné systémy nebudú ohrozené v prostredí cloud. Cloud computing poskytuje podnikateľské príležitosti pre začínajúcich a nadchádzajúcich slovenských podnikateľov, ktorí môžu investovať do získavania serverov a počítačov na ukladanie dát a na poskytovanie cloudových služieb. Na druhej strane môžu podniky využívať množstvo služieb, ktoré Cloud computing ponúka, aby získali konkurenčnú výhodu.

1. Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Definícia Cloud Computingu

Existuje veľa definícií Cloud Computingu. Barkley RAD definuje Cloud Computing ako:

“Pomenovanie Cloud Computing označuje aplikácie ponúkané ako služby cez Internet, hardvérové systémy a softvérové systémy v datacentrách, ktoré poskytujú tieto služby. Služby, ktoré sú takto ponúkané sú už dlho označované ako Softvér ako služba (SaaS). Hardvér a softvér dátových centier je to, čo nazývame ako Cloud. Keď je Cloud sprístupnený verejnosti v pay-as-you-go podobe, nazývame ho Public Cloud (Verejný Cloud). Služba, ktorá je predávaná je Utility Computing. Používame termín Private Cloud, keď odkazujeme na interné dátové centrá alebo iné organizácie, v ktorých dáta nie sú dostupné širokej verejnosti. Preto Cloud Computing je súčet SaaS a Utility Computing, ale nezahŕňa Private Clouds. Ľudia môžu byť používateľmi alebo poskytovateľmi služieb SaaS alebo používateľmi alebo poskytovateľmi Utility Computingu.” (Armbrust et al., 2009, p6) [2]

1.2 Evolucia k Cloud Computingu

Základné koncepty Cloud computingu sú súčasťou celého IT priemyslu už dlhšiu dobu. Keby sme oprášili starú knihu konceptov sálového počítača, môžeme byť prekvapení podobnosťami s dnešným Cloud computingom. História sa zvyčajne opakuje a to platí aj pre počítačový priemysel.

Z hlavného počítača s centralizovanými výpočtami na distribuovaný výpočet a späť

V počiatočných dňoch počítačovej technológie bol sálový počítač fyzicky veľmi veľká centralizovaná počítačová platforma s terminálmi používanými koncovými používateľmi. Tieto terminály môžu byť podobné so zariadeniami tenkého klienta v dnešnom priemysle a sálovým počítačom s centralizovanou cloud computing platformou. Tento centralizovaný mainframe obsahoval všetky výpočtové výkony (CPU), pamäťové a úložné systémy spravované malým personálom pre zdieľané používanie masívnym počtom používateľov.

Existujú ďalšie podobnosti pri porovnávaní prostredia sálových počítačov s dnešným cloudom. Napriek tomu, že sálový počítač bol neuveriteľne veľký fyzicky, nebol tak

výkonný, pokiaľ ide o pamäť a procesor, až do osemdesiatych rokov. Ale v čom sálový počítač exceloval bol Input-Output spracovanie a schopnosť presúvať údaje prostredníctvom systému. Pri múdrej správe a s kvalifikovaným personálom sálový počítač zabezpečoval bezpečnosť, správu účtov, zálohovanie / obnovu, upgrady systému a podporu zákazníkov - všetky súčasti dnešného moderného cloudového systému.

Virtualizácia je ďalšia oblasť, ktorá existovala pred 30 rokmi a je silne využitá v počítačových systémoch sálových počítačov. Viacerí zákazníci a používatelia zdieľajú celý systém, ale každý fyzický server je hostiteľom viacerých virtuálnych strojov (VM) - každý VM používa operačný systém, aplikácie a má vlastné pridelenie pamäte, procesora, úložisko a sieť. Dnešné servery sú exponenciálne silnejšie ako väčšina hlavných počítačových sietí pred 30 rokmi, ale prax a výhody virtualizácie boli v posledných troch desaťročiach dobre preukázané.

Distribuované výpočty

Tak asi 20 rokov dozadu, začiatkom 80. rokov až do roku 2000 v priemysle začal obrovský posun k distribuovanému modelu s malými servermi. Každý server držal viac pamäte, CPU a úložného priestoru ako ten najlepší sálový počítač, ale mal nižšie úrovne zdieľaného výpočtu, zdieľaného riadenia a výkonu I/O. Po 20 rokoch nasadenia nespočetných nových, menších serverov sú počítačové prostriedky (CPU, pamäť, ukladanie, vytváranie sietí) a správa (bezpečnosť, operácie, zálohovanie / obnovenie) rozprestreté naprieč organizáciami a niekedy medzi viacerými dodávateľmi alebo poskytovateľmi.

Pri väčšine obchodných modelov náklady na správu vlastných systémov skutočne vzrástli. Náklady na výpočtový výkon sú však zlomkom toho, čo bolo kedysi. Čo bolo spôsobené stále sa zvyšujúcim výkonom za nižšie ceny každý rok. Keď to skombinujeme s rýchlosťou vylepšení v IT, stáva sa, že niektoré firmy používajú nadmerné výpočtové zdroje, kde veľké sieťové servery majú viac výpočtovej sily, ako je potrebné s množstvom nevyužitého výpočtového výkonu.

Transformácia na konsolidované výpočty

Väčšina veľkých organizácií má množstvo dátových centier, serverových fariem, úložných zariadení a aplikácií, ktoré sa šíria po celom svete v kanceláriách, areáloch a mestách. Organizácie si uvedomili, že náklady na tieto početné a distribuované zariadenia sú z mnohých dôvodov príliš drahé a neefektívne (dostupnosť kvalifikovanej pracovnej sily, náklady na fyzické umiestnenie / náklady, údržba a údržba atď.). Konsolidácia serverových fariem a dátových centier je v plnom rozsahu nástrojom na úsporu nákladov, ale aj lepšie zameranie IT pracovníkov organizácie. Niektoré organizácie dospeli k tomu, že si uvedomili, že majú obrovské interné IT zdroje a s tým spojené náklady, ktoré by sa dali lepšie využiť na hlavné služby orientované na zákazníkov a nie na obrovské IT oddelenie, ktoré je lepšie v niektorých prípadoch outsourcovať. A to nakoniec zníži prevádzkové náklady a náklady na správu, s menším počtom IT zariadení a zamestnancov, ktoré sú jedným z najdrahších aktív.

Servery sa konsolidujú narastajúcim tempom v dátových centrách, niečo čo sme predtým nepovažovali za možné. Pomocou menších serverov s vysokou hustotou serverového hardvéru a úložných systémov, môže jeden rack zariadení v dátovom centre jednoducho hostiť ekvivalent viac ako 10 rack zariadení, ktoré obsahujú staršie servery. Táto konsolidácia dátových centier, serverových fariem a systémov na ukladanie dát obsahuje veľa počítačových zdrojov v malých priestoroch, vďaka tomu predstavujú obmedzujúce faktory výkonu dátového centra / budovy a vykurovanie, vetranie a klimatizácia. Niektoré dátové centrá teraz využívajú alternatívne zdroje energie, zdokonalené klimatizačné systémy a iné "ekologické" energetické technológie na doplnenie normálneho energetického systému (nehovoriac o prínosoch pre životné prostredie pri čerpaní menšej energie z rozvodnej siete).

Evolúcia k dnešnému prostrediu Cloud

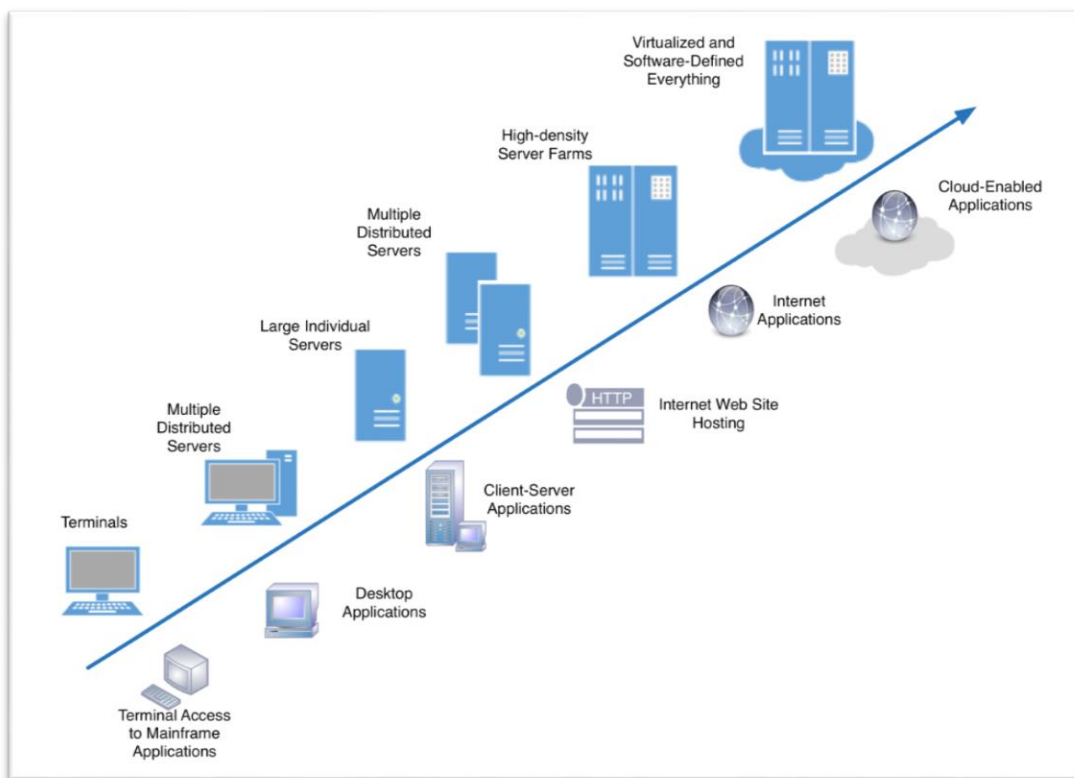
V pomerne krátkom čase sme prešli z centralizovaného výpočtového spracovania s tenkými konečnými používateľmi / okrajovými zariadeniami (tzv. Terminály) do vysoko distribuovaných výpočtových prostredí a teraz sa znova vrátime k centralizovanému počítaču. História sa opakuje. Niektorí môžu tvrdiť, že mainframy stále hrajú obrovskú úlohu v dnešnom IT priemysle a pravdepodobne boli "správnym" obchodným modelom po celú dobu.

Pri konsolidácii mnohých distribuovaných výpočtových platforiem, dátových centier a občasného vylúčenia systému mainframe je dôležité uvedomiť si, kam smerujeme a prečo. Pri pohľade na súčasné prostredie Cloud computingu a na našu bezprostrednú budúcnosť musíme prijímať rozhodnutia, ktoré by nám umožnili lepší posun späť k centralizovanému počítaču. A dúfame, že to bude lepšie, ako to bolo v raných IT dňoch šesťdesiatych a sedemdesiatych rokov minulého storočia.

Kde sme teraz?

Organizácie teraz chápu, že nemusia byť v odvetví IT, a preto využívajú túto príležitosť na to, aby outsourcovali svoje IT výpočtové potreby na poskytovateľov cloudu. Dneska to nie je práve outsourcing prác na IT dodávateľa, ako to bolo normou za posledných 20 rokov, ale najímanie skutočne zavedených cloud poskytovateľov, ponúk pay-per-use a služieb s malými alebo menšími kapitálovými nákladmi. Dôsledkom je, že budovanie, údržba, modernizácia a prevádzka výpočtových systémov je zodpovednosťou poskytovateľa cloud, čo dáva spotrebiteľskej organizácii konečnú flexibilitu a výber poskytovateľov bez toho, aby bola uzamknutá. Výsledkom je rýchlejšie nasadenie služieb za nižšie náklady, aby sa spotrebiteľská organizácia mohla sústrediť na svoje hlavné obchodné funkcie a zákazníkov, a nie na svoje IT oddelenie. Toto je posun paradigmy, ktorý trval 30 rokov.

Takže kam smerujeme v cloudovom priemysle? Bude dochádzať k zníženiu využívania tradičných poskytovateľov IT služieb "spravovaných služieb" a "času a materiálov", ktorí poskytujú prácu v počítačových službách. Obaja malí aj veľkí spotrebitelia cloudu budú si môcť vybrať poskytovateľa, zaplatiť za využívané služby a ukončiť svoju dohodu, ak sa financie alebo priority podniku zmenia. Organizácie nebudú viazané k nepotrebným počítačovým systémom, serverovým farmám a dátovým centrámi, čo povedie k väčšej agilita pri našich celkových obchodných rozhodnutiach.[3]



Obr. 1.1 Evolúcia Cloud computingu

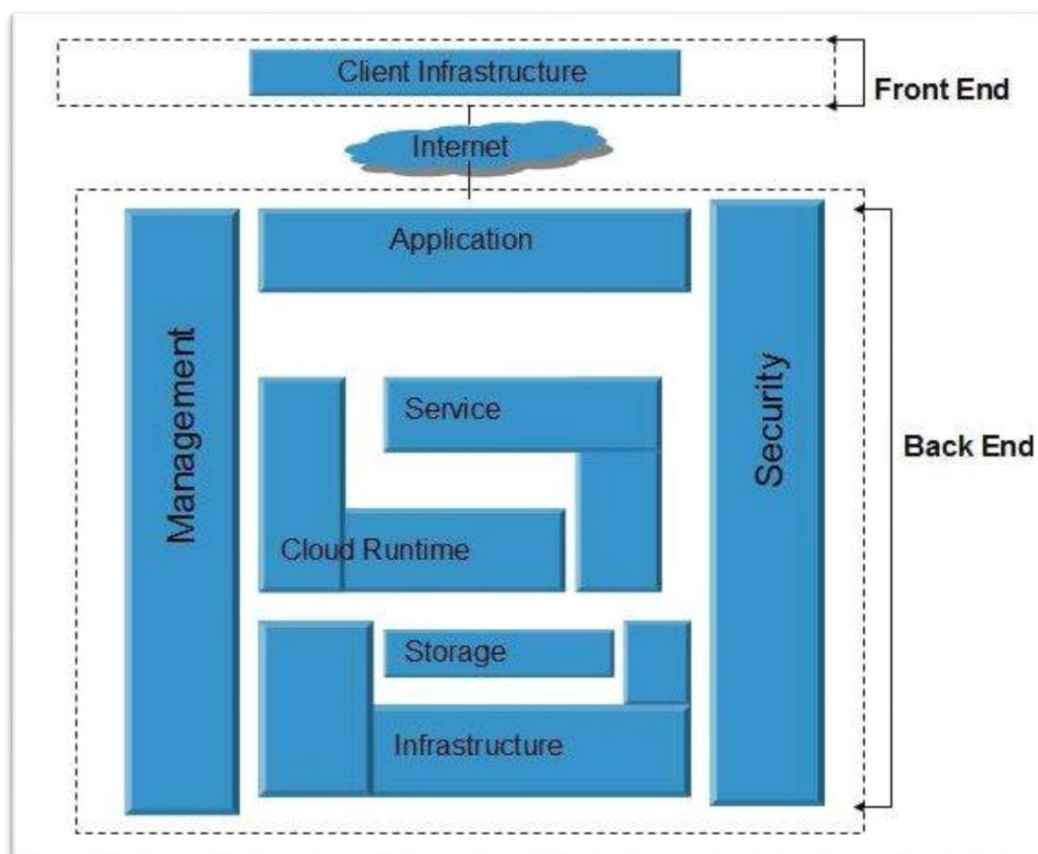
Zdroj: [3]

1.3 Architektúra Cloud Computingu

Architektúra Cloud computingu sa skladá z mnohých komponentov, ktoré sú voľne prepojené. Vo všeobecnosti môžeme rozdeliť Cloud computing na dve časti:

- Front End
- Back End

Obe časti sú prepojené cez sieť zvyčajne cez internet. Nasledujúci diagram zobrazuje grafické pohľad na architektúru cloud computingu.



Obr. 1.2 Architektúra cloud computingu

Zdroj: [4]

Front End

Front End (alebo predná časť) sa týka klientskej časti systému cloud computingu. Skladá sa z rozhraní a aplikácií, ktoré sú potrebné na prístup k cloud computingovým platformám, napríklad: Webový prehliadač.

Back End

Back End (alebo zadná časť) odkazuje na samotný cloud. Pozostáva zo všetkých zdrojov potrebných na poskytovanie služieb cloud computingu. Obsahuje obrovský priestor na ukladanie dát, virtuálne počítače, bezpečnostné mechanizmy, služby, servery atď.

Je povinnosťou Back Endu poskytovať zabudovaný bezpečnostný mechanizmus a poskytovanie prístupu na servery. Server používa určité protokoly známe ako middleware, ktoré pomáhajú prepojeným zariadeniam komunikovať navzájom.[4]

1.4 Výhody Cloud Computingu

Každá organizácia má iné potreby. Cloud Computing nám môže pomôcť s rôznymi IT potrebami.

Škálovateľnosť

Ak očakávame obrovský nárast v oblasti výpočtovej potreby (alebo dokonca aj keď nás prekvapí náhly dopyt), cloud computing nám to môže pomôcť zvládnuť. Namiesto toho, aby sme museli kupovať, inštalovať a konfigurovať nové zariadenia, môžeme si kúpiť ďalšie cykly CPU alebo úložisko od tretej strany. Keďže naše náklady sú založené na spotrebe, pravdepodobne nebudeme musieť vyplácať toľko, ako keby ste museli kúpiť zariadenie. Akonáhle sme splnili svoju potrebu dodatočného vybavenia a prestali sme používať služby poskytovateľa cloudu, nemusíme sa zaoberať nepotrebnými zariadeniami. Jednoducho pridáme alebo odoberieme IT zdroje na základe potreby našej organizácie.

Jednoduchosť

Znova, nemusíme kupovať a konfigurovať nové zariadenia, umožňuje nám a našim zamestnancom v oblasti IT zamerať sa na naše podnikanie. Riešenie cloud umožňuje okamžite spustiť našu aplikáciu a stojí to zlomok toho, čo by stálo pri implementácii riešenia priamo na mieste.

Známi poskytovatelia

Typické, keď sa nová technológia stane populárnou, existuje veľa predajcov, ktorí sú na trhu a ponúkajú svoju verziu tejto technológie. Nie je to vždy dobré, pretože veľa týchto predajcov má tendenciu ponúkať neadekvátne technológie. Na rozdiel od toho, prví prichádzajúci členovia cloud computingu sú v skutočnosti veľmi uznávanými spoločnosťami. Spoločnosti ako Amazon, Google, Microsoft, IBM a Yahoo! sú dobrými dodávateľmi, pretože ponúkajú spoľahlivé služby, dostatok kapacity a navyše získame značku so známym menom.

Viac interných zdrojov

Posunutím našich dát, ktoré nie sú dôležité z hľadiska úlohy, na tretiu stranu, naše IT oddelenie je oslobodené od práce na úlohách nesúvisiacich s podnikaním. Taktiež nemusíme pridávať viac pracovných síl a školení, ktoré vyplývajú z nutnosti riešiť tieto úlohy na nižšej

úrovni. Pretože aj výpadky siete sú nočnou morou pre IT pracovníkov, toto bremeno sa prenáša na poskytovateľa služieb. Pravda, výpadky sa dejú, ale môžeme to nechať na Amazon, aby starala o získanie služby späť online. Keď sa pozeráme na poskytovateľov služieb, musíme sa uistiť, že nájdeme niekoho, kto ponúka 24-hodinovú pomoc a podporu a môže reagovať na núdzové situácie.

Bezpečnosť

Pri vyberaní poskytovateľa cloudu existuje veľa bezpečnostných rizík, ale renomované spoločnosti sa usilujú o to, aby sme boli v bezpečí. Dodávatelia majú prísne zásady ochrany osobných údajov a používajú prísne bezpečnostné opatrenia, ako napríklad osvedčené kryptografické metódy na autentifikáciu používateľov. Okrem toho môžeme vždy skryť svoje údaje pred uložením na cloude poskytovateľa. V niektorých prípadoch, medzi šifrovaním a bezpečnostnými opatreniami predajcu, môžu byť naše dáta bezpečnejšie, ako keby boli uložené interne.

1.5 Nevýhody cloud computingu.

Existujú aj prípady, keď cloud computing nie je najlepším riešením pre naše počítačové potreby. Táto časť sa zameriava na to, prečo niektoré aplikácie nie sú najlepšie na nasadenie v cloude. Nemáme v úmysle tieto prípady zneli ako rozrušovače, ale mali by sme si byť vedomí niektorých obmedzení. Ak ich môžeme obísť, je to skvelé, ale mali by sme si byť vedomí problémov, než bude príliš neskoro.

Citlivé informácie

Hovorili sme o obavách z ukladania citlivých informácií v Cloude, ale nemôžu byť podhodnotené. Akonáhle údaje opustia naše ruky, stratili sme časť kontroly.

V čom je problém?

Povedzme, že finančný plánovač používa tabuľky Google na udržiavanie zoznamu čísel sociálneho poistenia zamestnancov. Spoločnosť finančného plánovania nie je jediným, kto by mal chrániť údaje pred hackermi a vnútornými porušeniami údajov. V technickom zmysle sa stáva aj problémom spoločnosti Google. Spoločnosť Google sa však môže zbaviť zodpovednosti vo svojej dohode s nami. Nie je komplikované úlohu vyriešiť, ak citlivé

informácie sú skutočne zabezpečené. Pre vládu je oveľa jednoduchšie získať informácie od tretích strán než zo súkromného servera. Tiež menej opatrní poskytovatelia služieb môžu dokonca zdieľať tieto údaje s marketingovou firmou. A ďalší poskytovatelia môžu prostredníctvom dohody s nami, umožniť prístup k informáciám a ich katalogizáciu a používať ich spôsobom, akým sme nemali v úmysle. Opäť si musíme byť istí, že úplne rozumieme našej dohode s akýmkoľvek poskytovateľom služieb, že súhlasíme a akceptujeme podmienky dohody. Dôležité je, aby sme si uvedomili, akými pravidlami poskytovateľ riadia správu a údržbu našich údajov. Pravidlá spoločnosti Google napríklad uvádzajú, že spoločnosť bude zdieľať údaje s vládou, ak má "v dobrej viere presvedčenie", že prístup je potrebný na splnenie zákonných požiadaviek.

Aplikácie nie sú pripravené

V niektorých prípadoch samotné aplikácie nie sú pripravené na použitie v cloude. Môžu mať určité zvláštnosti, ktoré im bránia v tom, aby fungovali vo svojej plnej schopnosti, alebo nemusia fungovať vôbec. Po prvé, aplikácia môže vyžadovať veľa šírky pásma na komunikáciu s používateľmi. Nezabúdajme, že odkedy sa Cloud computing zaplatí na základe toho, koľko používame, môže sa v dlhodobom horizonte ukázať ako lacnejšie, aby sa aplikácia umiestnila lokálne, až kým ju nebude možné prepísať alebo inak upraviť, aby fungovala efektívnejšie. Aplikácia môže tiež vynaložiť veľa úsilia na integráciu s našimi inými aplikáciami. Ak sa pokúsime premiestniť do cloudu, môžeme zistiť, že úspory sú vymazané dodatočným úsilím potrebným na udržanie integrácie. V tomto prípade môže byť nakoniec efektívnejšie pokračovať v hostovaní na lokálnej úrovni. Ak aplikácia musí hovoriť s databázou, ktorú máme lokálne, môže byť lepšie mať aplikáciu hostovanú lokálne, až kým nebudeme môcť presunúť celú infraštruktúru do cloudu. Opäť nám to pomôže vyhnúť sa nákladom za služby, ktoré musíme prenášať do a z cloudu. Je to tiež efektívnejšie, pretože aplikácia môže hovoriť s databázou bez toho, aby sa musela komunikovať cez sieť. Niektoré aplikácie nemusia byť schopné bezpečne komunikovať cez internet. Ak nemôžu komunikovať bezpečne alebo cez tunel, naše dáta sú ohrozené. V prípade, že aplikácia nebude môcť bezpečne komunikovať, budeme ju musieť hostiť lokálne, kde môžeme mať iné bezpečnostné prostriedky na ochranu údajov pri ich prenose cez sieť. Keďže zobrazujeme výsledky aplikácie na rozhraní ako je webový prehliadač, musíme zabezpečiť, aby bola naša aplikácia kompatibilná s rôznymi prehliadačmi a aby fungovala správne pomocou šifrovania, napríklad SSL, pre niektoré alebo pre všetky interakcie, ktoré

používateľ má v rámci žiadostí. Ak nemôžeme v prípade potreby zobrazit' výsledky aplikácie bezpečne, potom riešenie založené na cloude bude pre nás v podstate bezcenné. Nie je dobré spoliehať sa na aplikácie, ktoré budú v budúcnosti k dispozícii v cloude. Závisí to od toho, či vývojár vytvorí verziu aplikácie, ktorú chceme používať. V prípade, že naša aplikácia nie je pripravená, stále môžeme urobiť, čo chceme. Môžeme napísať svoju vlastnú verziu aplikácie.[5]

1.6 Prekážky pri prijímaní Cloud Computingu

Hoci existuje mnoho výhod pri prijímaní cloud computingu, existujú aj niektoré významné prekážky.

Bezpečnosť a ochrana osobných údajov

Pretože cloud computing predstavuje nový výpočtový model, existuje veľká neistota, pokiaľ ide o to, ako sa dá dosiahnuť bezpečnosť na všetkých úrovniach (napr. Sieť, hosťiteľ, aplikácia a dátová úroveň). Táto neistota neustále vedie manažérov informačných technológií, aby zdôraznili, že bezpečnosť je ich prvoradou starosťou v oblasti cloud computingu. Organizácie dnes čelia mnohým rôznym požiadavkám, v ktorých sa snažia chrániť súkromie informácií jednotlivcov, a nie je jasné (tj ešte nie je zistené), či model cloud computingu poskytuje primeranú ochranu takýchto informácií alebo či organizácie porušujú predpisy kvôli tomuto novému modelu.

Pripojiteľnosť a otvorený prístup

Celý potenciál cloud computingu závisí od dostupnosti vysokorýchlostného internetového prístupu pre všetkých. Takáto konektivita, skôr ako dostupnosť elektrickej energie, globálne otvára možnosť pre priemysel a novú škálu spotrebiteľských produktov. Pripojiteľnosť a otvorený prístup k informačnej kapacite a dostupnosti informácií prostredníctvom cloudu podporuje ďalšiu éru industrializácie a potrebu sofistikovanejších spotrebných produktov.

Spôľahlivosť

Podnikové aplikácie sú teraz tak dôležité, že musia byť spoľahlivé a dostupné na podporu operácií 24 hodín denne a 7 dní v týždni. V prípade zlyhania alebo výpadkov musia plány pre mimoriadne udalosti začať fungovať okamžite. A pri katastrofickom zlyhaní musia plány obnovy začať s minimálnym narušením. Každý aspekt spoľahlivosti by sa mal dôkladne zvážiť pri zapájaní sa do CSP(Content Security Policy), ktorý bol dohodnutý ako súčasť SLA a testovaný pri zlyhaní. Dodatočné náklady môžu súvisieť s požadovanou úrovňou spoľahlivosti, ale podnik môže urobiť len toľko, aby zmierňoval riziká a náklady v prípade neúspechu. Vytvorenie záznamu spoľahlivosti bude nevyhnutným predpokladom rozsiahleho prijatia.

Interoperabilita

Interoperabilita a prenosnosť informácií medzi private cloud a public cloud sú rozhodujúcimi prostriedkami pre široké zavádzanie cloud computingu do podnikov. Mnoho spoločností urobilo značný pokrok smerom k štandardizácii svojich procesov, údajov a systémov prostredníctvom implementácie ERP. Tento proces umožnili škálovateľné infraštruktúry na vytvorenie jednotlivých inštancií alebo vysoko integrovaných spojení medzi inštanciami, na správu konzistencie hlavných a transakčných údajov a na vytvorenie spoľahlivých konsolidovaných informácií. Dokonca aj s týmito vylepšenými platformami môže rýchlosť, ktorou sa podniky menia, prekonať schopnosť IT organizácií reagovať na tieto zmeny. Aplikácie SaaS dodávané prostredníctvom cloudu poskytujú možnosť nízkeho kapitálu s rýchlym nasadením. V závislosti od aplikácie je dôležité integrovať tradičné aplikácie, ktoré môžu byť rezidentmi v samostatnom cloude alebo na tradičnej technológii. Štandard pre interoperabilitu je buď prostriedkom alebo prekážkou pre interoperabilitu a umožňuje zachovať integritu a konzistentnosť informácií a procesov spoločnosti.

Ekonomická hodnota

Rast cloud computingu je založený na návratnosti investícií. Zdá sa to intuitívne, že zdieľaním zdrojov na vyhladenie vysokého nasadenia severov(tzv. špičiek), platením len za to, čo sa používa a znížením predbežných kapitálových investícií do nasadenia IT riešení, bude mať ekonomickú hodnotu. Bude potrebné starostlivo vyvážiť všetky náklady a prínosy

spojené s cloud computingom - v krátkodobom i dlhodobom horizonte. Skryté náklady môžu zahŕňať podporu, obnovu po havárii, modifikáciu aplikácie a poistenie strát dát. Budú existovať prahové hodnoty, ktoré by mali zmysel pre konsolidáciu investícií alebo kombináciu cloudových služieb. Napríklad nemusí byť žiadúce alebo nákladovo efektívne využívať viac samostatných aplikácií SaaS. Každý môže obsahovať dohodu službách pri obnove po havárii. Tieto funkcie by sa mali kombinovať v podobnej službe. Použitie aplikácie môže začať s malým objemom transakcií, ktoré možno podporiť pomocou poloautomatickej správy hlavných údajov. Pri rozšírení používania a nových požiadavkách na interoperabilitu, podnikový proces sa stáva náročnejší a je potrebný nový prístup. Tento vývoj môže byť nákladovo najefektívnejší. Existuje však riziko, že náklady na prechod z jedného riešenia do druhého môžu zmeniť rovnicu nákladov a výnosov.

Zmeny v organizácii IT

Organizácia IT bude mať vplyv na cloud computing, ako tomu bolo v prípade iných technologických zmien. Technologické posuny majú dva rozmery. Prvým je získavanie nových zručností na nasadenie technológie v kontexte riešenia obchodného problému a druhým je to, ako technológia mení úlohu IT. Počas obdobia COBOL používatelia zriedka programovali, očakávania používateľského rozhrania boli rôzne a prispôsobivosť riešenia bola nízka. Školenie sa uskutočnilo v samostatných príručkách a používateľ použil počítač na riešenie problémov iba s vopred definovanými cestami. S príchodom štvrtej generácie jazykov sa roly v IT, ako napríklad systémový analytik a programátor, stali zlúčenými do analytika / programátora, používatelia začali písať vlastné správy a nové aplikácie vrátane operačného ukladania údajov, zadávania údajov a programov dopytu, mohli by sa rýchlo rozvinúť. Úloha IT sa znova zmení: rýchlosť zmeny ovplyvní prijatie cloudových technológií a schopnosť rozlíšiť vyspelé riešenia od veľmi populárnych, aby priniesla skutočnú hodnotu v technológii cloud; a zvýši sa potreba udržiavať kontrolu riadenia rizika IT v podniku.

Politické otázky kvôli globálnym hraniciam

V oblasti cloud computingu existuje veľká variabilita, musíme pochopiť, kde sa nachádzajú fyzické údaje, kde sa uskutočňuje spracovanie a odkiaľ prichádzajú údaje. Vzhľadom na túto variabilitu sa môžu uplatňovať rôzne pravidlá a predpisy o ochrane osobných údajov. Z dôvodu týchto rozdielnych pravidiel a nariadení sa politická definícia stáva prvkom pri

prijímaní cloud computingu, ktorý je efektívne viacjazyčný. Aby sa cloud computing neustále vyvíjal do globálneho nástroja bez hraníc, musí byť oddelený od politiky. V súčasnosti niektoré významné globálne technologické a politické sily robia zákony, ktoré môžu mať negatívny vplyv na vývoj globálneho cloudu. Napríklad v dôsledku zákona USA Patriot Act nedávno Kanada požiadala, aby jej vláda nepoužívala počítače v globálnej sieti, ktoré pôsobia v rámci hraníc USA, pretože sa obávajú dôvernosti a súkromia kanadských údajov uložených v týchto počítačoch. Poskytovatelia nedokázali zaručiť umiestnenie informácií o spoločnosti na určenom počte serverov a určenom mieste. Poskytovatelia cloud computingu však rýchlo prijímajú opatrenia na zvládnutie tejto otázky. Napríklad Amazon Web Services nedávno oznámil vytvorenie Amazon Virtual Private Cloud, ktorý umožňuje podniku pripojiť svoju existujúcu infraštruktúru k súboru izolovaných AWS počítačov prostredníctvom VPN pripojenia. Aby spoločnosť AWS uspokojila predpisy Európskej únie v oblasti údajov, teraz umožňuje spoločnostiam rozmiestniť štruktúrované skladovanie SimpleDB fyzicky v rámci regiónu EÚ. Cloud computing závisí vo veľkej miere na globálnej politike.[6]

1.7 Typy Cloud Computingu

Public Cloud

Cloud sa označuje ako "Public Cloud", keď sú služby poskytované prostredníctvom siete, ktorá je pre verejné použitie. Verejné cloudové služby môžu byť ponúkané bezplatne ako e-mail na webe. Z technického hľadiska môže existovať malý rozdiel medzi verejnou a súkromnou architektúrou cloud, avšak bezpečnosť sa môže výrazne líšiť v prípade služieb (aplikácií, IP telefónov, ukladacích a iných zdrojov) sprístupnených poskytovateľom služieb verejným užívateľom a pri realizácii komunikácie cez nedôveryhodnú sieť. Tento model umožňuje poskytovateľovi služieb poskytovať cloudové zdroje na požiadanie v striktnom modeli služieb typu pay-as-you-go.

Rozšírené public cloudy ponúkajú Amazon, Rackspace, Salesforce.com, Microsoft a Google. Všeobecne platí, že verejní poskytovatelia cloudových služieb ako Amazon AWS, Google a Microsoft vlastnia a riadia infraštruktúru vo svojom dátovom centre a prístup je z veľkej časti prostredníctvom pripojenia na internet. AWS a Microsoft rovnakým spôsobom

ponúkajú služby priameho spojenia nazývané "AWS Direct Connect" a "Azure ExpressRoute", ktoré vyžadujú, aby zákazníci kupovali alebo prenajímali súkromné spojenie s peeringovým bodom ponúkaným poskytovateľom cloud.

Private Cloud

Súkromný cloud je cloudová infraštruktúra prevádzkovaná výlučne pre jednu organizáciu, či už spravovanú a hostovanú buď interne alebo externe. Súkromný cloud je často uprednostňovaný podnikmi, ktoré sa zaoberajú citlivými údajmi, alebo maloobchodníkmi, ktorí musia dodržiavať predpisy.

Implementácia privátneho cloudu si vyžaduje značný stupeň zapojenia do virtualizácie podnikateľského prostredia a vyžaduje, aby spoločnosť opätovne posúdila voľby o prevládajúcich zdrojoch. Keď je správne dokončená, môže pokračiť v podnikaní, ale každý krok vo vývoji vyvoláva bezpečnostné obavy, ktoré treba riešiť, aby sa zabránilo vážnym zraniteľnostiam.

Dátové centrá spravované podnikmi sú zvyčajne kapitálovo náročné. Majú podstatnú fyzickú stopu, vyžadujúcu opatrenia týkajúce sa priestorových, hardvérových a environmentálnych kontrol. Tieto zdroje sa čas od času musia zvyšovať, čo vedie k ďalším investičným výdavkom. Takéto nasadenie nemá hodnotu pri malej správe, pretože tu v podstate chýba ekonomický model. Čo môže ponúknuť len niekoľko úspor, ale poskytuje vyššiu úroveň bezpečnosti.

Hybrid Cloud

Hybridný cloud je konfigurácia dvoch alebo viacerých cloudoch (súkromných, komunitných alebo verejných), ktoré zostávajú oddelené entity, ale sú navzájom spojené a ponúkajú výhody viacerých modelov nasadenia.

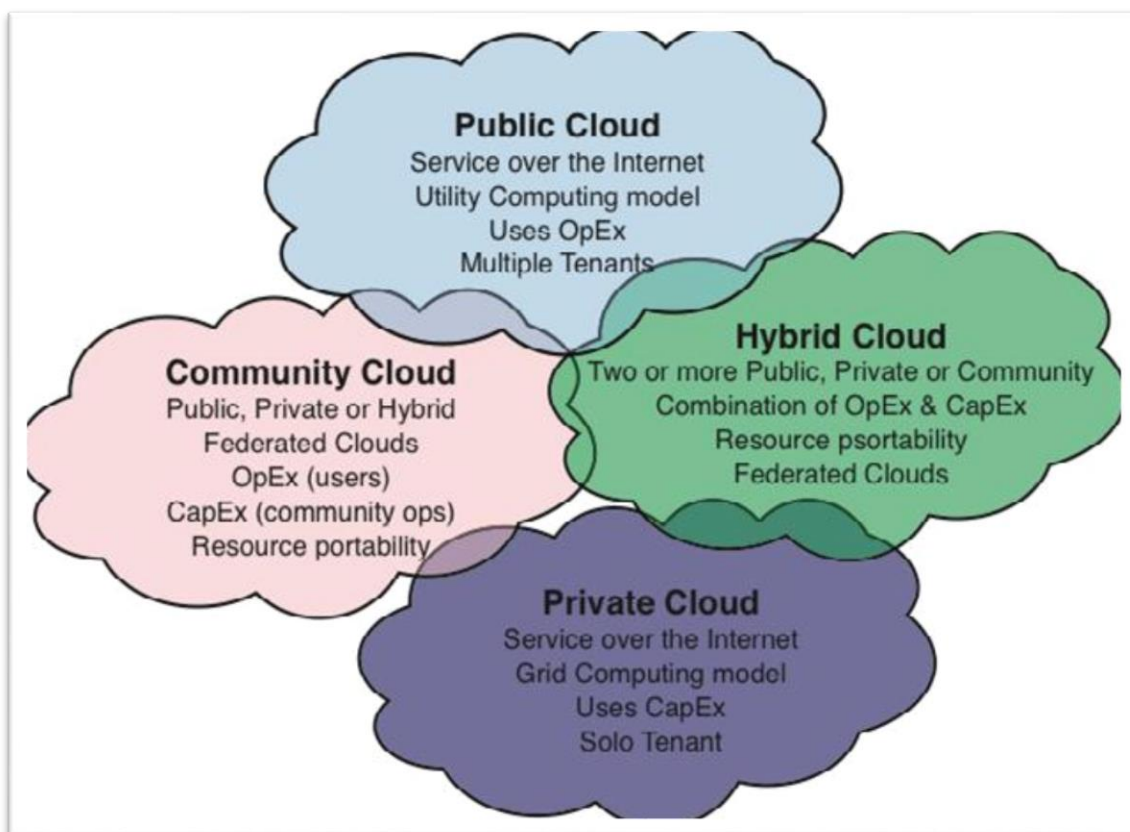
Hybridná cloudová služba prechádza hranicami odľahlosti a poskytovateľa, takže nemôže byť len zaradená do jedného typu súkromnej, verejnej alebo komunitnej cloudovej služby. Umožňuje rozšíriť schopnosť alebo kapacitu cloudovej služby akumuláciou, integráciou alebo prispôbením sa inej službe cloud. Tento model umožňuje prúdeniu dát medzi cloudy

alebo medzi súkromnými cloudovými aplikáciami, aby rýchlo pristupovali k verejným cloudovým prostriedkom pre dodatočnú kapacitu v obdobiach najväčšieho vytťaženia.

Existujú prípady širokého použitia pre konfiguráciu hybridného cloudu. Napríklad podnik môže uchovávať citlivé údaje o klientoch vo vlastnej domácnosti v súkromnej aplikácii cloud, ale integrovať túto aplikáciu do aplikačného softvéru pre bussines inteligence poskytovanú vo verejnom cloude. Tento príklad hybridného cloudu rozširuje kompetencie podniku o poskytovanie konkrétnej obchodnej služby prostredníctvom pridania externých verejných cloudových služieb. Implementácia hybridného cloudu je určená viacerými faktormi, ako je bezpečnosť údajov a nevyhnutnosť dodržiavania požiadaviek, požadovaná úroveň kontroly nad údajmi a aplikáciami, ktoré podnik používa.

Keď podniky IT využívajú verejné zdroje cloud computingu na uspokojenie dočasných potrieb kapacity, ktoré súkromný cloud nemôže uspokojiť, považuje sa to aj za hybridný cloud. Túto schopnosť podporujú hybridné cloudy, ktoré zabráňujú praskanie cloudu pri prechode medzi cloudami. Cloud bursting je model určovania polohy aplikácie, v ktorom aplikácia beží v súkromnom cloudovom alebo dátovom centre a "burstuje" do verejného cloudu, keď sa zvýšil dopyt po výpočtovej kapacite. Kľúčovou výhodou cloud burstingu a hybridného modelu cloudov je to, že podnik platí len dodatočné výpočtové zdroje, ak sú požadované. Cloud burst pomáha dátovým centráam vytvárať vnútropodnikovú IT infraštruktúru, ktorá podporuje bežné pracovné zaťaženie a využíva cloudové zdroje z

verejných alebo súkromných cloudov počas výkyvov pri spracovávaní záťaží.



Obr. 1.3 Typy Cloud computingu

Zdroj: [7]

Community Cloud

Komunitný cloud zdieľa infraštruktúru medzi odlišným a dobre definovaným počtom podnikov a mnohými organizáciami z konkrétnej komunity, ktoré majú spoločné záujmy (bezpečnosť, súlad, právomoc atď.). Či už sú riadené a hostené interne alebo tretou stranou. Náklady na operácie sa rozkladajú na menej užívateľov ako na verejný cloud a tým sa realizuje len časť potenciálu úspory nákladov na cloud computing.

Distributed Cloud

Cloud computing môže byť podobne dodávaný distribuovanou cloud architektúrou, ktorá beží na rôznych miestach, pričom je stále pripojená k jedinej sieti. Vzrušujúci pokus na takejto trase vedie k implementácii modelu tvorby cloud computingu na základe dobrovoľne zdieľaných zdrojov.

Multi-Cloud

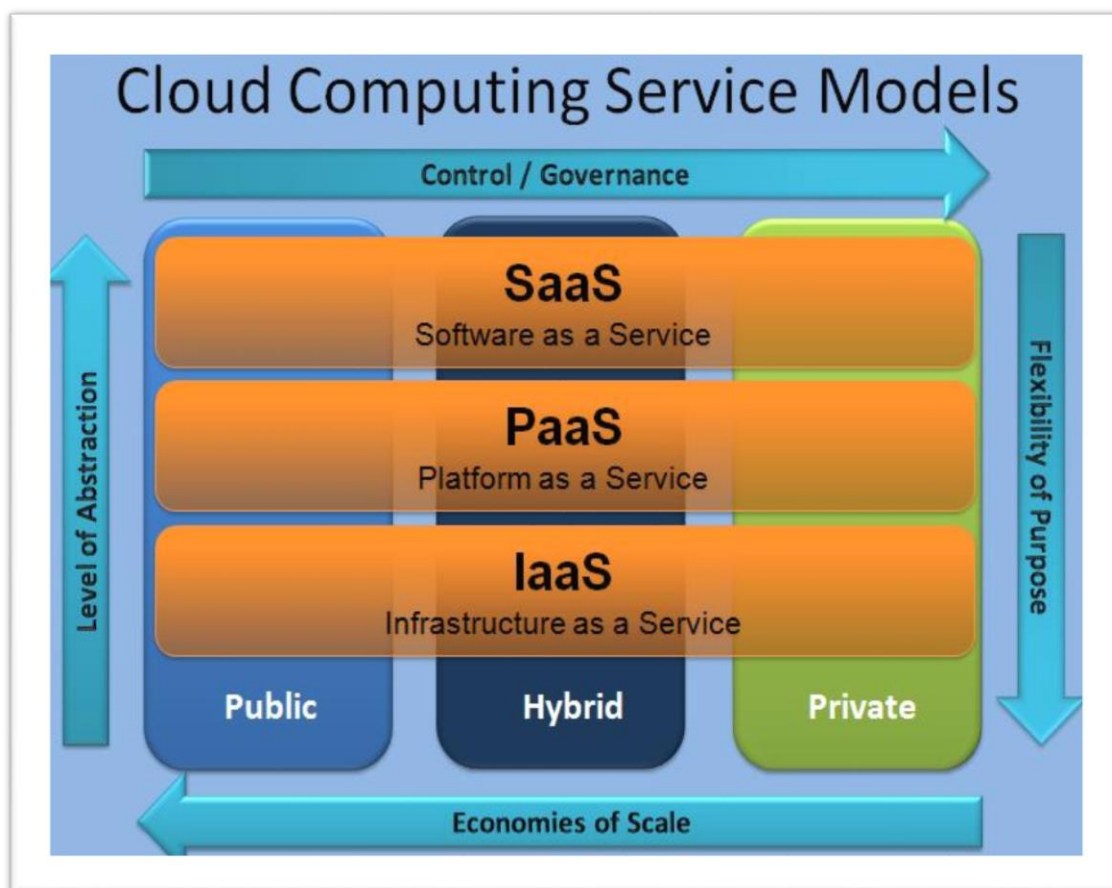
Multi-cloud je použitie viacerých služieb cloud computingu v jedinej heterogénnej architektúre, aby sa zmenšila závislosť od akéhokoľvek poskytovateľa cloud, zvýšila sa flexibilita výberu, zmiernila dopad katastrofy atď. Je to rozdielne od hybridného cloudu v tom, že namiesto toho odkazuje na mnohé cloudové služby mnohých spôsobov nasadenia (verejných alebo súkromných).[7]

1.8 Typy servisov

Neexistuje žiadny "správny" model cloud computing pre žiadny špecifický typ podnikania. Spoločnosť musí vnímať výhody aj nevýhody, z podnikania a z technického hľadiska pre každý z rôznych typov cloudových služieb. Potom sa rozhodnú, ako by mali integrovať alebo nahradit' služby, ktoré už poskytl vnútropodniková IT jednotka. Metodika štandardného modelu nedospeje k efektívnemu využitiu cloudu.

Pri nasadzovaní cloud computingu služieb, treba zvážiť dve rozhodujúce kritéria:

- Aký je presný model zdroja alebo služby pre aplikáciu založenú na cloude?
- Aký je presný model nájmu alebo nasadenia pre podnikanie?



Obr. 1.4 Typy servisov Cloud computingu

Zdroj: [8]

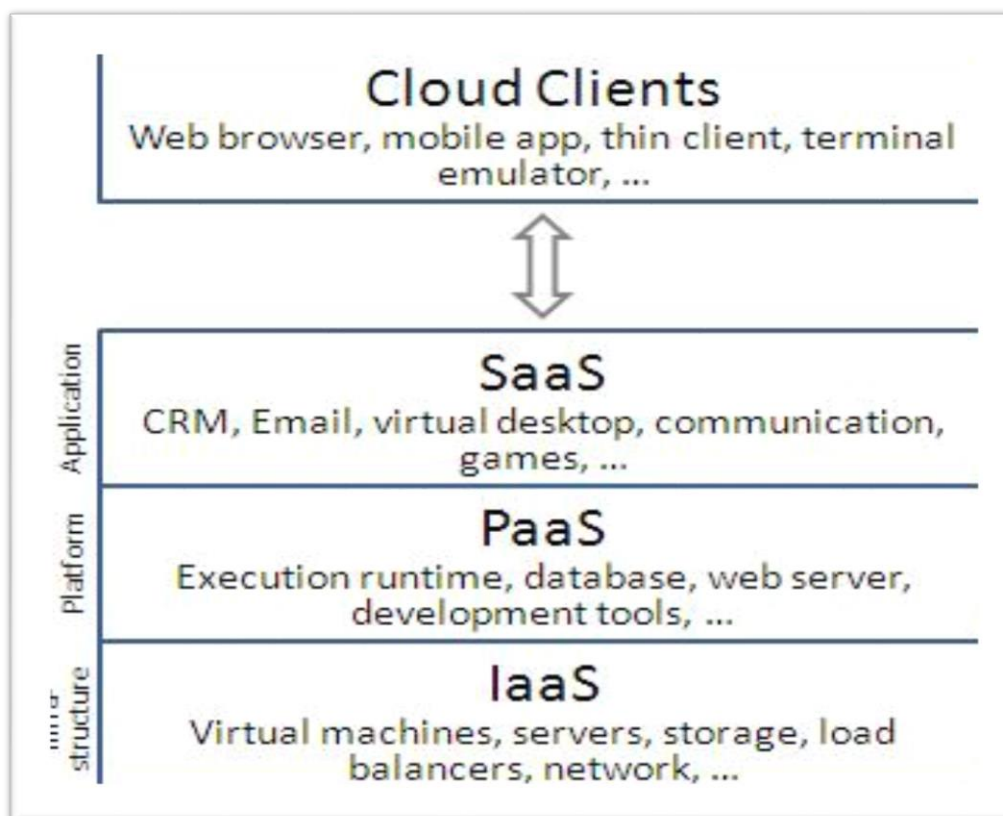
SaaS

- V obchodnom modeli používajúcom softvér ako službu (SaaS) sú používateľom poskytnutý prístup k aplikačnému softvéru a databázam. Poskytovatelia služby Cloud spravujú infraštruktúru a platformy, ktoré spúšťajú aplikácie. SaaS sa v niektorých prípadoch uvádza ako "softvér na požiadanie" a zvyčajne sa ohodnocuje ako platba za používanie alebo na základe poplatku pri kúpe.

- V modeli SaaS spravujú poskytovatelia cloudu aplikačný softvér v cloudu a cloud používatelia pristupujú k softvéru prostredníctvom cloudových klientov. Infraštruktúra cloudu a platforma, na ktorej je spustená aplikácia, je transparentná pre používateľov cloudu. Nie je potrebná inštalácia a spustenie aplikácie na vlastných počítačoch používateľa cloud, čo zjednodušuje údržbu a podporu.

- Cloudové aplikácie sú na rozdielne od ostatných aplikácií v ich škálovateľnosti, čo sa dosahuje duplicitnými úlohami na viacerých virtuálnych strojoch v čase spustenia, aby sa splnila rôznorodá požiadavka s vyťažovacím prostriedkom a distribúciou práce. Používateľ vidí iba jediný prístupový bod. Aplikácie v cloude môžu mať viacnásobné nájomné, aby vyhovovali obrovskému počtu používateľov cloudu, ktoré majú akýkoľvek **stroj** slúžiaci viac ako jednej organizácii používateľov cloud.

- Cenový model pre aplikácie SaaS je zvyčajne mesačný alebo ročný paušálny poplatok na používateľa, v dôsledku čoho je cena škálovateľná a flexibilná, ak sú užívatelia pridaní alebo odstránení v ktoromkoľvek bode.
- Podporovatelia tvrdia, že SaaS umožňuje podniku znížiť prevádzkové náklady na IT prostredníctvom subdodávateľskej údržby a podpory hardvéru a softvéru pre poskytovateľa cloud. Toto uľahčuje podniku prepočítat' prevádzkové výdavky IT mimo hardvéru a softvéru a náklady na zamestnancov. Okrem toho, keď sa aplikácie nachádzajú centrálne, aktualizácie je možné vykonať bez potreby zásahu používateľov.
- Jedným z nedostatkov programu SaaS je, že údaje používateľa sú uložené na serveri poskytovateľa cloudu, ktorý by mohol byť predmetom neoprávneného prístupu k údajom. Preto používatelia postupne zavádzajú inteligentné systémy správy kľúčov tretích strán na ochranu svojich údajov.



Obr. 1.5 Typy servisov Cloud computingu

Zdroj: [8]

Paas

- V modeloch PaaS poskytujú poskytovatelia cloud počítačovú platformu, zvyčajne vrátane operačných systémov, programovacieho jazyka, databázových a webových serverov. Vývojári aplikácií môžu vyvíjať a prevádzkovať svoje softvérové riešenia na platforme cloud, pričom náklady a náročnosť nákupu a riadenia základných hardvérových a softvérových vrstiev sú nízke.

- Pri niektorých ponúkach PaaS, ako sú napríklad Microsoft Azure a Google App Engine, kľúčové počítače a zdroje úložného priestoru sú navrhnuté tak sa automaticky uskopojovali potreby aplikácií, takže používateľ cloudu nemusí priamo pridelať zdroje. Kódovanie médií ako aplikácia môže byť tiež zabezpečené aj cez PaaS.

- Platformy PaaS nie sú veľmi časté, pretože poskytovatelia služieb často nemôžu ponúknuť zákazníkovi kontrolu a rozmanitosť, ktoré potrebujú pre svoje aplikácie. Ďalšou obavou je zablokovanie predajcu. Keď aplikácia začne používať akékoľvek vlastné nástroje alebo rozhrania, ktoré poskytovateľ PaaS sprístupní, migrácia na iného poskytovateľa môže byť náročná.
- Z tohto dôvodu sa platformy PaaS sa bežne používajú na nové, zelené projekty, v ktorých má firma alebo organizácia istotu v trvaní svojho vybraného poskytovateľa PaaS a sú pripravení zamerať svoj vývoj aplikácií explicitne na túto platformu.

IaaS

- V najzákladnejšom modeli cloudových služieb poskytujú poskytovatelia IaaS základné IT služby, napríklad počítačové (fyzické alebo virtuálne stroje) siete, výpočet, zabezpečenie, operačné systémy, middleware zariadenia, balancery zaťaženia a blokovanie a ukladanie súborov alebo objektov. Cloud IaaS pravidelne poskytujú dodatočné zdroje, ako je napríklad disková knižnica s diskami virtuálnych strojov, adresy IP, firewallly, virtuálne lokálne siete (VLAN) a ďalšie balíky softvéru. Poskytovatelia cloudových služieb IaaS poskytujú tieto zdroje na požiadanie z ich veľkých počtov IT zariadení inštalovaných v dátových centrách. Pre širokopásmové pripojenie k sieti môžu firmy využívať Internet alebo aj dopravné cloudy (dedikované virtuálne privátne siete), ktoré ponúka IaaS.
- Na nasadenie ich aplikácií používatelia inštalujú operačné systémy a ich aplikačný softvér na infraštruktúru cloud. Používateľ služby cloud tiež opravuje a udržiava operačné systémy a aplikačný softvér. Poskytovatelia cloudu zvyčajne fakturujú služby IaaS za výpočtovú techniku, kde náklady odzrkadľujú veľkosť alokovaných a spotrebovaných zdrojov.[8]

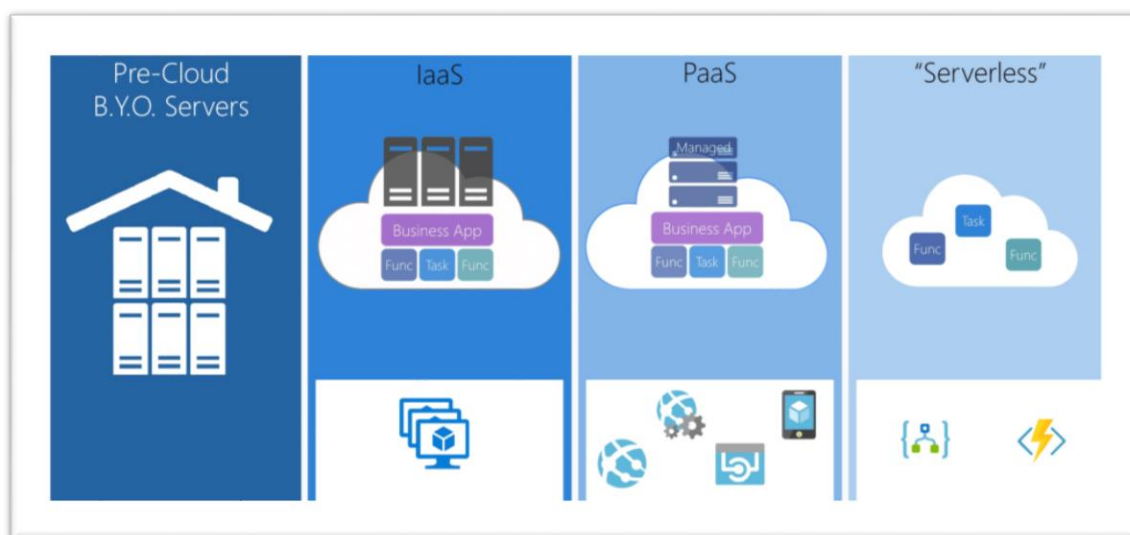
FaaS

FaaS je koncept serverless computingu pomocou serverless architektúry. Vývojári softvéru môžu využívať toto na nasadenie individuálnej "funkcie", akcie alebo logiky

podnikania. Očakáva sa, že funkcie začnú v priebehu milisekúnd a budú spracúvať jednotlivé žiadosti a po spracovaní sa proces sa skončí.

Princípy FaaS:

- Kompletné odobratie serverov od vývojára
- Fakturácia založená na spotrebe a počte spustení funkcií, nie na veľkosti inštancií servera
- Služby, ktoré sú riadené udalosťami a sú okamžite škálovateľné



Obr. 1.6 Postupný prechod na FaaS

Zdroj: [9]

Na základnej úrovni môžeme opísať ako spôsob spustenia určitého kódu, keď sa stane určitá "vec"(event). Tu je jednoduchý príklad nižšie z Azure Functions, ukazuje, že je jednoduché spracovať žiadosť HTTP ako funkciu.

```

public static async Task<HttpResponseBody> Run(HttpRequestMessage req, TraceWriter log)
//Funkcia, ktorá má dva parameter HTTP request req a log vďaka čomu môžeme písať informácie
do konzoly
{
    log.Info("C# HTTP trigger funkcia spracuje request."); //Zapíše text do konzoly
    // Get request telo funkcie
    dynamic data = await req.Content.ReadAsAsync<object>(); //prečíta request
    return req.CreateResponse(HttpStatusCode.OK, "Hello " + data.name); //Pošle správu
    naspäť "Hello" plus meno
}

```

Obr. 1.7 Ukážka kódu funkcie

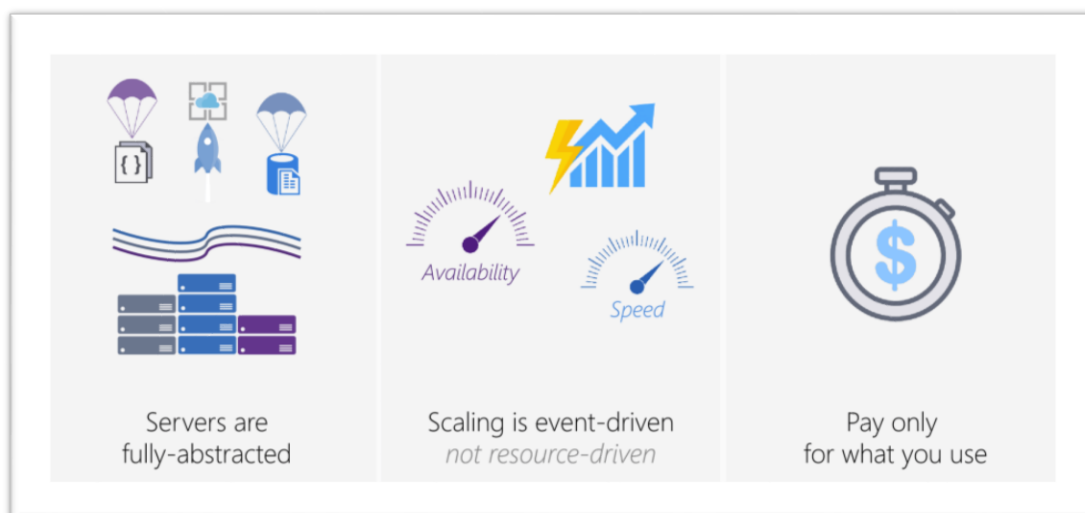
Zdroj: [9]

Prínosy a prípady použitia

Rovnako ako väčšina vecí, nie každá aplikácia je vhodná pre FaaS.

Predovšetkým pre transakcie s veľmi častým spracovávaním. Keď máme transakcie, ktoré sa dejú stokrát za sekundu. Môže to priniesť veľa hodnoty pri izolovaní tejto logiky na funkciu, ktorú môžeme rozširovať.

- Transakcie s vysokým objemom – Musia sa rozkúskovať do malých funkcií
- Dynamické alebo burstovateľné pracovné zaťaženia - ak používate iba niečo raz za deň alebo za mesiac, nie je potrebné platiť za server 24/7/365
- Naplánované úlohy - ide o dokonalý spôsob spustenia určitého kódu podľa plánu



Obr. 1.8 Vlastnosti serverless architektúry

Zdroj: [9]

Typy funkcií

Existuje veľa potenciálnych využití funkcií. Nižšie je uvedený zoznam niektorých bežných scenárov. Podpora a implementácia pre nich sa líši podľa poskytovateľa.

- Naplánované úlohy
- Spracovanie webovej požiadavky
- Spracovávanie radových správ

Tieto funkcie môžu byť tiež spojené. Napríklad webová požiadavka by mohla zapísať do radu správ, a neskôr sa spracuje inou funkciou.

Poskytovatelia FaaS

AWS, Microsoft Azure a Google Cloud poskytujú FaaS riešenia. V tejto oblasti stále prebieha veľa inovácií a veci sa rýchlo zlepšujú a menia.

FaaS riešenia:

- AWS Lambda
- Azureové funkcie
- Cloud Functions
- Iron.io
- Webtask.io

Výzvy na monitorovanie

Jednou z veľkých problémov je monitorovanie funkčných aplikácií. Stále musíme pochopiť, ako často sa vyskytujú, ako dlho trvajú, a potenciálne, prečo sú pomalé.

Keďže nemáte nevyhnutne server alebo kontrolu nad týmito zdrojmi, nemôžeme nainštalovať žiadny monitorovací softvér.

Monitorovanie týchto nových typov aplikácií sa bude naďalej vyvíjať.

Porovnanie FaaS vs PaaS

Služba Platform-as-a-Service výrazne zjednodušuje nasadenie aplikácií. Umožňuje nám nasadiť našu aplikáciu bez starostí, ako nasadiť servery na jej spustenie. Väčšina možností hostingu PaaS môže dokonca automaticky znížiť počet serverov na spracovanie pracovných úloh a ušetriť peniaze v čase nízkej spotreby.

Ponuky spoločnosti PaaS, ako sú služby Azure App Services, AWS Elastic Beanstalk a ďalšie, umožňujú jednoduché nasadenie celej aplikácie. Zabezpečujú poskytovanie serverov a nasadzujú našu aplikáciu na servery.

Function-as-a-Service (FaaS) poskytuje schopnosť nasadiť čo je v podstate jedna funkcia alebo časť aplikácie. FaaS je navrhnutý tak, aby potenciálne mohol byť serverless architektúra. Hoci niektorí poskytovatelia, ako napríklad Azure, nám tiež umožňujú venovať prostriedky funkčnej aplikácii.

Pri nasadení aplikácia ako PaaS zvyčajne beží aspoň na jednom serveri. Pri operáciách FaaS nemusí server byť vôbec spustený, kým sa nevyžiada spustenie funkcie. Spustenie funkcie trvá niekoľko milisekúnd a potom funkcia vypne.

Obidva spôsoby umožňujú jednoduchú implementáciu aplikácie a jej škálovanie bez nutnosti konfigurácie serverov.

Priklad pre FaaS

Netflix používa technológiu AWS Lambda na správu svojej AWS infraštruktúry pomocou systémov založených na eventoch.[9]

1.9 Poskytovatelia Cloud computingu

1.9.1 Amazon

AWS

AWS bola spustená v roku 2006 z internej infraštruktúry, ktorú spoločnosť Amazon.com vytvorila na spracovanie svojich online maloobchodných operácií. Spoločnosť AWS bola jedným z prvých spoločností, ktoré zaviedli model "cloud computing" (pay-as-you-go), ktorý sa prispôbi tak, aby poskytoval používateľom výpočet, úložisko alebo kapacitu podľa potreby.

Služba Amazon Web Services poskytuje služby z desiatok dátových centier rozmiestnených v zónach dostupnosti (ZD) v regiónoch po celom svete. ZD predstavujú umiestnenie, ktoré typicky obsahuje viacero fyzických dátových centier, zatiaľ čo oblasť je zbierkou ZD v geografickej blízkosti, ktorá je prepojená sieťovými odkazmi s nízkou latenciou. Zákazník AWS môže spúšťať virtuálne stroje (VM) a replikovať dáta v rôznych ZD, aby sa dosiahla vysoko spoľahlivá infraštruktúra, ktorá je odolná voči zlyhaniu jednotlivých serverov alebo celého dátového centra.

Viac ako 100 služieb zahŕňa portfólio služieb Amazon Web Services vrátane služieb pre výpočty, databázy, správu infraštruktúry, vývoj aplikácií a zabezpečenie. Tieto služby podľa kategórií zahŕňajú:

Spracovanie

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) poskytuje virtuálne servery - nazývané inštancie - pre výpočtovú kapacitu. Služba EC2 ponúka desiatky typov inštancií s rôznymi kapacitami a veľkosťami, ktoré sú prispôsobené konkrétnym typom a aplikáciám pracovného zaťaženia, ako sú nároky na pamäťovo náročné a zrýchlené výpočty. Spoločnosť AWS tiež poskytuje nástroj automatického škálovania na dynamické prispôsobenie kapacity na zachovanie zdravia a výkonu.

Služba Amazon EC2 Container Service a EC2 Container Registry umožňujú zákazníkovi pracovať s kontajnermi Docker a obrázkami na platforme AWS. Vývojár môže tiež použiť funkciu AWS Lambda pre serverless architektúru, ktoré automaticky spúšťajú kód aplikácií a služieb, ako aj AWS Elastic Beanstalk pre PaaS. AWS tiež zahŕňa Amazon Lightsail, ktorý poskytuje virtuálne súkromné servery a AWS Batch, ktorý spracováva rad úloh.

Uložisko

Služba Amazon Simple Storage (S3) poskytuje škálovateľné ukladanie objektov na zálohovanie, archiváciu a analýzu dát. IT profesionál uchováva dáta a súbory ako S3 objekty - ktoré môžu dosahovať až 5 GB - vo vnútri S3 vedier, aby boli organizované. Podnikanie

môže šetriť peniaze pomocou S3 prostredníctvom úložného priestoru s vzácnym prístupom alebo používať Amazon Glacier pre dlhodobé ukladanie dát.

Amazon Elastic Block Store poskytuje objemy ukladania na úrovni blokov pre trvalé ukladanie dát na použitie s inštanciami EC2, zatiaľ čo Amazon Elastic File System ponúka spravované ukladanie súborov na báze cloud.

Podnik môže takisto migrovať údaje do cloudu cez zariadenia na prenos dát, ako napríklad AWS Snowball a Snowmobile, alebo použiť službu AWS Storage Gateway na sprístupnenie miestnych aplikácií pre prístup k údajom v cloudoch.

Databázy a správa dát

AWS poskytuje spravované databázové služby prostredníctvom služby Amazon Relational Database Service, ktorá obsahuje možnosti pre Oracle, SQL Server, PostgreSQL, MySQL, MariaDB a vlastnú vysoko výkonnú databázu Amazon Aurora. AWS ponúka spravované NoSQL databázy prostredníctvom Amazon DynamoDB.

Zákazník AWS môže používať Amazon ElastiCache a DynamoDB Accelerator ako pamäťové dáta v pamäti pre aplikácie v reálnom čase. Amazon Redshift ponúka dátový sklad, ktorý uľahčuje analytikom údajov vykonávanie úloh business intelligence.

Migrácia a hybridný cloud

AWS obsahuje rôzne nástroje a služby určené na pomoc používateľom pri migrácii aplikácií, databáz, serverov a dát do verejného cloudu. Centrum migrácie AWS poskytuje miesto na monitorovanie a riadenie migrácie z priestorov do cloudu. Akonáhle je v cloude, EC2 Systems Manager pomáha IT tímu nakonfigurovať lokálne servery a inštancie AWS.

Spoločnosť Amazon má tiež partnerstvo s niekoľkými dodávateľmi technológií, ktoré uľahčujú rozmiestnenie hybridných cloudových zariadení. VMware Cloud na platforme

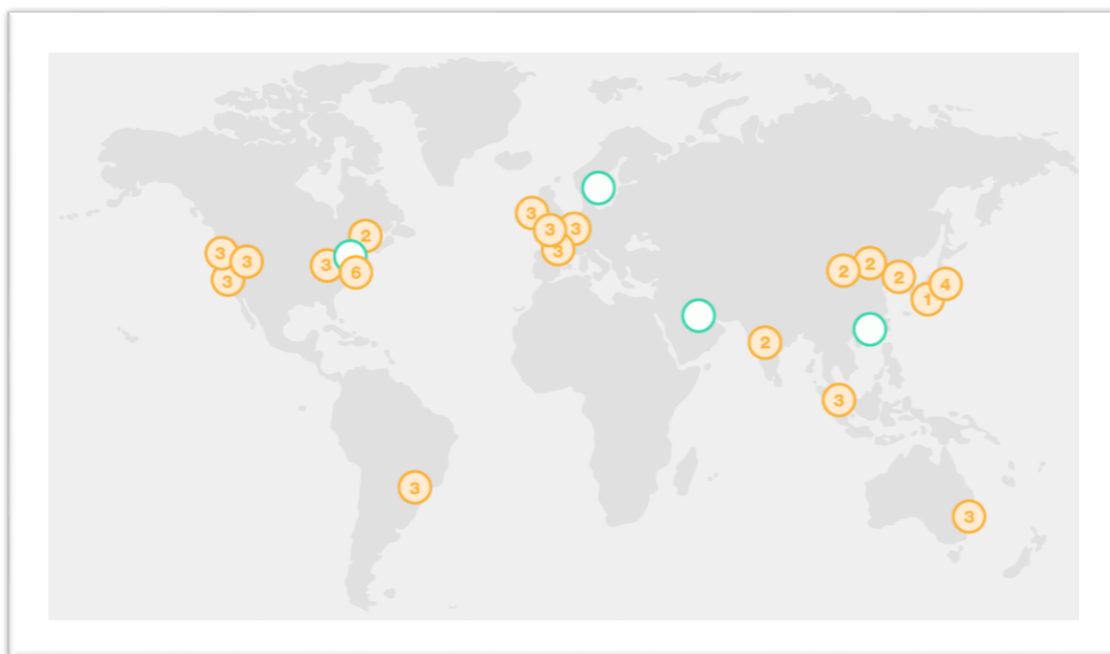
AWS prináša technológiu dátových centier od spoločnosti VMware do cloud AWS. Red Hat Enterprise Linux pre Amazon EC2 je produktom iného partnerstva, ktorý rozširuje operačný systém Red Hat na cloude AWS.

Networking

Amatérske virtuálne privátne cloud (VPC) poskytuje administrátorskú kontrolu nad virtuálnou sieťou na použitie izolovanej časti cloudu AWS. Spoločnosť AWS automaticky poskytuje nové zdroje v rámci VPC, aby získala dodatočnú ochranu.

Administrátori môžu vyvážiť sieťový prenos pomocou nástrojov na vyvažovanie záťaže AWS, vrátane aplikácie Balancer zaťaženia a vyrovnávača zaťaženia siete. AWS tiež poskytuje systém názvov domén s názvom Amazon Route 53, ktorý smeruje ku koncovým používateľom aplikácií.

Odborník v oblasti IT môže vytvoriť vyhradené pripojenie z dátového centra v areáli spoločnosti AWS Cloud cez AWS Direct Connect.



Obr. 1.9 Globálna infraštruktúra AWS

Zdroj: <https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/>

Vývojové nástroje a aplikačné služby

Vývojár môže využívať nástroje príkazového riadku AWS a súpravy na vývoj softvéru (SDK) na nasadenie a správu aplikácií a služieb. Rozhranie príkazového riadku AWS je proprietárne kódové rozhranie spoločnosti Amazon. Vývojár môže tiež použiť AWS Tools for Powershell na správu cloudových služieb z prostredia Windows a AWS Serverless Application Model na simuláciu prostredia AWS na testovanie funkcií Lambda. AWS SDK sú k dispozícii pre rôzne platformy a programovacie jazyky vrátane Java, PHP, Pythonu, Node.js, Ruby, C ++, Android a iOS.

Amazon API Gateway umožňuje vývojovému tímu vytvárať, spravovať a monitorovať vlastné rozhrania API, ktoré umožňujú aplikáciám prístup k dátam alebo funkciám zo služieb back-end. Gateway API spravuje naraz tisíce súbežných volaní API.

AWS tiež poskytuje službu zabudovaného prepisovania médií, Amazon Elastic Transcoder a službu, ktorá vizualizuje pracovné postupy pre aplikácie založené na microservisoch (AWS Step Functions).

Vývojový tím môže tiež vytvárať kontinuálne integrácie a plynulé dodávky potrubí so službami ako AWS CodePipeline, AWS CodeBuild, AWS CodeDeploy a AWS CodeStar. Vývojár môže tiež ukladať kód v úložiskách Git s AWS CodeCommit a vyhodnotiť výkon aplikácií založených na službách založených na microservisoch s AWS X-Ray.

Riadenie a monitorovanie

Pravidlá konfigurácie AWS. Tieto nástroje spolu s konzultantom AWS Trusted Advisor môžu pomôcť tímu IT vyhnúť sa nesprávne nakonfigurovaným a zbytočne drahým nasadením cloudových zdrojov.

Spoločnosť AWS ponúka vo svojom portfóliu niekoľko automatizačných nástrojov. Administrátor môže automatizovať poskytovanie infraštruktúry prostredníctvom šablón AWS CloudFormation a tiež použiť AWS OpsWorks a Chef na automatizáciu konfigurácií infraštruktúry a systému.

Zákazník AWS môže monitorovať zdravie zdrojov a aplikácií pomocou programu Amazon CloudWatch a Dashboard pre osobný zdravotný systém AWS a tiež využívať službu AWS CloudTrail na udržanie aktivity používateľov a API pre audit.

Bezpečnosť

Spoločnosť AWS poskytuje širokú škálu služieb pre zabezpečenie cloudových aplikácií vrátane AWS Identity and Access Management (IAM), ktorá umožňuje administrátorom definovať a spravovať prístup používateľov k zdrojom. Administrátor môže tiež vytvoriť adresár používateľa s Amazon Cloud Directory alebo pripojiť prostriedky cloud k existujúcej službe Microsoft Active Directory s adresárovou službou AWS. Okrem toho organizácie AWS umožňujú spoločnosti vytvoriť a spravovať pravidlá pre viacero účtov AWS.

Dodávateľ cloudu tiež uviedol nástroje, ktoré automaticky vyhodnotia potenciálne bezpečnostné riziká. Amazon Inspector analyzuje prostredie AWS pre zraniteľné miesta, ktoré môžu mať vplyv na bezpečnosť a dodržiavanie predpisov. Amazon Macie používa technológiu strojového učenia na ochranu citlivých dát v cloude.

AWS tiež obsahuje nástroje a služby, ktoré poskytujú šifrovanie založené na softvéri a hardvéri, ochranu pred útokmi DDoS, zabezpečenie bezpečnostných certifikátov Secure Sockets Layer a Transport Layer a filtrovanie potenciálne škodlivého prenosu webových aplikácií.

Veľké riadenie dát a analytika

AWS zahŕňa rôzne veľké analýzy dát a aplikačné služby. Amazon Elastic MapReduce ponúka rámec Hadoop na spracovanie veľkého množstva údajov, zatiaľ čo Amazon Kinesis ponúka niekoľko nástrojov na spracovanie a analýzu dát streamingu.

AWS Glue je služba, ktorá zaoberá extrakciou, transformáciou a načítaním úloh, zatiaľ čo Amazon Elasticsearch Service umožňuje tímu vykonávať sledovanie aplikácií, analýzu protokolov a ďalšie úlohy pomocou nástroja open source Elasticsearch.

Ak chceme analyzovať údaje, analytik môže používať Amazon Athena pre S3 a potom vizualizovať dáta pomocou programu Amazon QuickSight.

Umelá inteligencia

Spoločnosť AWS ponúka širokú škálu vývojových a dodacích platforiem modelov AI, ako aj balené aplikácie založené na AI. Sada nástrojov Amazon AI zahŕňa Amazon Lex pre hlasovú a textovú chatbot technológiu, Amazon Polly pre preklad textu na reč a Amazon Rekognition pre analýzu obrazu a tváre. AWS tiež poskytuje technológiu pre vývojárov na

vybudovanie inteligentných aplikácií, ktoré sa spoliehajú na technológiu strojového učenia a zložité algoritmy.

S AWS Deep Learning AMI môžu vývojári vytvárať a trénovať vlastné modely AI s klastrami GPU alebo inštancií optimalizovaných pre výpočet. AWS zahŕňa aj hlboké vzdelávacie rámce pre MXNet a TensorFlow.

Na strane spotrebiteľov technológie AWS napájajú službu Alexa Voice Services a vývojár môže používať súpravu Alexa Skills na vytváranie hlasových aplikácií pre zariadenia Echo.

Mobilný development

AWS Mobile Hub ponúka zbierku nástrojov a služieb pre vývojárov mobilných aplikácií, vrátane AWS Mobile SDK, ktorá poskytuje vzorky kódov a knižnice.

Vývojár mobilnej aplikácie môže tiež používať službu Amazon Cognito na správu prístupu používateľov k mobilným aplikáciám, ako aj Amazon Pinpoint, aby posielal upozornenia push koncovým používateľom aplikácie a potom analyzovala efektívnosť týchto komunikácií.

Správy a upozornenia

Služba AWS pre zasielanie správ poskytuje základnú komunikáciu pre používateľov a aplikácie. Služba Amazon Simple Queue je riadok spravovaných správ, ktorý odosiela, ukladá a prijíma správy medzi komponentami distribuovaných aplikácií, aby zabezpečil, že časti aplikácie fungujú podľa určenia.

Jednoduchá notifikačná služba Amazon (SNS) umožňuje spoločnosti posielat' pub-sub správy na koncové body, ako sú koncoví užívatelia alebo služby. Služba SNS zahŕňa funkciu mobilného zasielania správ, ktorá umožňuje posielanie správ do mobilných zariadení.

Služba Amazon Simple Email poskytuje platformu pre profesionálov a obchodníkov v oblasti IT na odosielanie a prijímanie e-mailov.

Ostatné služby

Služba Amazon Web Services ponúka širokú škálu možností obchodnej produktivity SaaS. Služba Amazon Chime umožňuje online videonahrávky, hovory a textové chaty naprieč zariadeniami. Podnikanie môže tiež využívať službu Amazon WorkDocs, službu ukladania a zdieľania súborov a službu Amazon WorkMail, službu e-mailu s funkciami kalendára.

Aplikačné služby pre stolné počítače a streaming zahŕňajú Amazon WorkSpaces, platformu vzdialeného desktop-as-a-service a službu Amazon AppStream, ktorá umožňuje vývojárovi streamovať desktopovú aplikáciu z AWS do webového prehliadača koncového používateľa.

AWS tiež ponúka množstvo služieb, ktoré umožňujú nasadenie internetu vecí (IoT). Služba AWS IoT poskytuje back-end platformu na správu zariadení IO a prijímania údajov do iných úložných a databázových služieb AWS. Tlačidlo AWS IoT poskytuje hardvér na obmedzenie funkčnosti IOT a AWS Greengrass prináša možnosti výpočtu AWS do zariadení IoT.

AWS cena

Spoločnosť AWS ponúka pay-as-you-go model, či už za hodinu, alebo za sekundu. K dispozícii je tiež možnosť vyhradiť stanovenú sumu výpočtovej kapacity za zľavnenú cenu pre zákazníkov, ktorí predplácajú celú sumu alebo ktorí sa zaregistrujú na jednoročné alebo trojročné záväzky.[10]

1.9.3 Microsoft

Microsoft Azure

Microsoft Azure je cloud computing platforma a podniková infraštruktúra, ktorá je navrhnutá tak, aby poskytovala podnikom možnosť ľahko vytvárať a spravovať prispôbené aplikácie a služby. Tieto aplikácie a služby sú nasadené v podnikovej infraštruktúre dátového centra, ktorá je podporovaná alebo spravovaná spoločnosťou

Microsoft. Aplikácie a služby môžu byť použité ako samostatné produkty, alebo môžu byť navzájom integrované. Azure je služba IaaS (Infrastructure as a Service), ako aj platforma PaaS (platforma ako služba), ktorá ponúka podnikom a organizáciám, ktoré chcú znížiť náklady a zjednodušiť obchodné procesy a zlepšiť služby zákazníkom.

Rôzne typy Microsoft Azure produktov

Služby spoločnosti Microsoft Azure sú rozdelené do niekoľkých hlavných typov produktov: COMPUTE. Služby Compute ponúkajú škálovateľné rozhrania API a cloudové aplikácie, dávkové výpočty, virtuálne počítače a súbory strojových stupníc, vzdialené aplikácie, ktoré bežia na akomkoľvek type zariadenia, distribuované aplikácie, ktoré môžu vývojári vytvárať a rozširovať.

Webové a mobilné.

Webové a mobilné služby zahŕňajú vytváranie webových a mobilných aplikácií pre akýkoľvek typ zariadenia, tvorbu a správu aplikácií API, spracovanie udalostí pomocou serverless kódov, škálovateľné tlačové notifikačné huby a zvýšené zapojenie do mobilu.

Údaje a skladovanie

Služby Azure Data and Storage poskytujú SQL spravované a relačné DaaS (databázu ako službu), škálovateľné a vysoko dostupné cloudové úložisko, hybridné cloudové úložisko, prístup k dátam s nízkou latenciou, dátový sklad SQL, databázu SQL serverov a vyhľadávanie ako službu.

Intelligence

Azure Intelligence poskytuje prístup ku Cortane pre pokročilú analýzu, veľkým údajom a funkciám API, vrátane textovej analýzy, Face API (softvér na rozpoznávanie tváre), app commands, odporúčania pre zákazníkov, vyhľadávania v autosuggeste, z reči na text a kontroly pravopisu Bing.

Zotavenie po havárii

Mnohé organizácie si vyberú služby Azure storage a zálohovanie dát ako alternatívu k spusteniu vlastnej infraštruktúry dátového centra.

Analytics

Služby Azure Analytics zahŕňajú analýzu streamu v reálnom čase, veľký prehľad údajov, úložisko veľkých údajov, distribuované analýzy, katalógy údajov a vizualizáciu údajov aplikácií, prediktívne analýzy, data lakes a HDInsight.

Internet vecí (IoT)

Služby Azure IoT ponúkajú nevyužitú analýzu dát, správu aktív IoT, analýzu v reálnom čase pre všetky zariadenia IoT, škálovateľné tlačové notifikačné centrá a prediktívnu analýzu.

Siete

Služby Azure Networking sú komplexné a zahŕňajú VPN a brány VPN, smerovanie prichádzajúcej prevádzky, vyhradenú privátnu sieť pre pripojenia Azure, vysokú dostupnosť pre rýchly prístup k aplikáciám a hosting DNS (Domain Name System).

Media a CDN

Služby Azure Media and Content Delivery Network poskytujú možnosti pre streamovanie videa a zvuku vrátane multimedialného prehrávača, kódovania, analýzy reči a zraku, šifrovanie obsahu a streaming na požiadanie. CDN sa dodáva prostredníctvom globálnej siete dátových centier spoločnosti Microsoft.

Hybridná integrácia

Služby Azure Hybrid Integration umožňujú pripojenie k verejným aj súkromným cloudovým prostrediam, integrácii podnikov do cloudu, zálohovanie serverov v cloude, súkromné obnova cloudu a ochrana.

Identita a riadenie prístupu

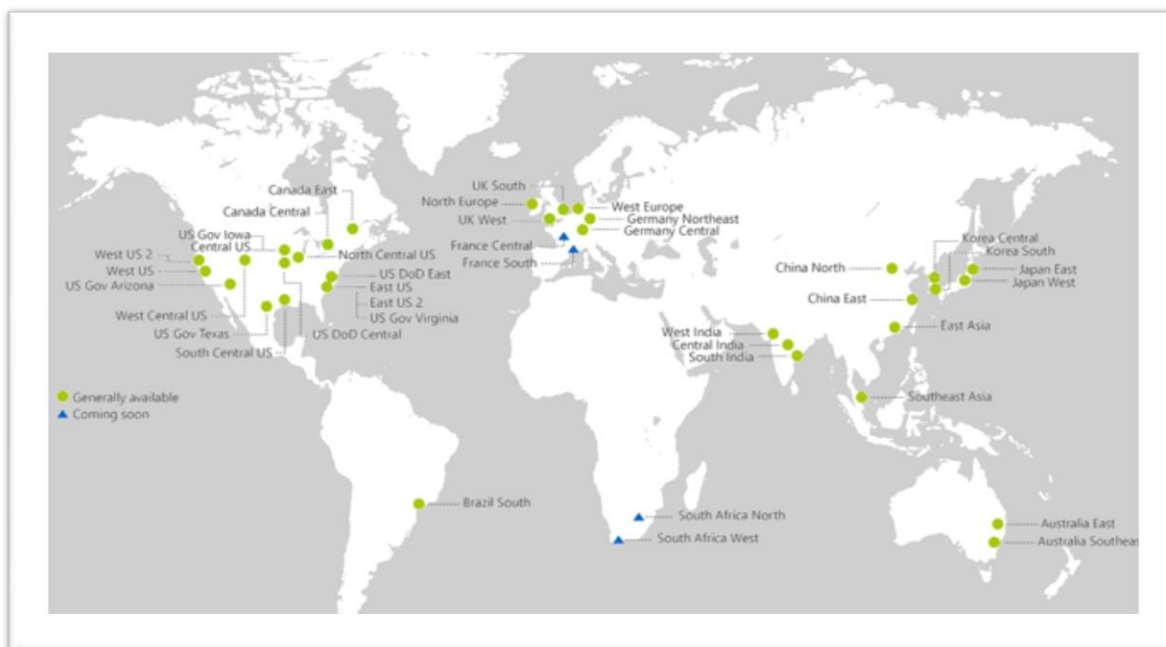
Služby Azure Identity and Access Management umožňujú riadiť prístup k dátam pomocou multifactorovej autentifikácie, konfigurácie s jedným prihlásením, v adresároch premenných, pri správe identity a správe prístupu a pri aktívnych službách adresárových domén.

Služby per vývojárov

Služby pre vývojárov poskytujú vývojárom nástroje na rýchle vytváranie prostredí, nasadzovanie mobilných aplikácií, vytváranie a správu aplikácií, sledovanie projektov, detekciu a diagnostiku problémov s webovými aplikáciami, prehľadávanie a monitorovanie prístupu a zdieľanie kódu pomocou rôznych programovacích jazykov.

Riadenie a bezpečnosť

Služby správy a zabezpečenia Azure umožňujú administrátorom poskytovať nástroje, ktoré zjednodušia správu v cloude, ako je automatické spracovanie, plánovanie, analýza protokolov, viditeľnosť hrozieb a detekcia a kľúčové trezory. V súčasnosti sú to hlavné kategórie produktov pre služby Azure. Je dôležité poznamenať, že by ste mali pravidelne kontrolovať na stránkach spoločnosti Microsoft Azure nové produkty a služby.[11]



Obr. 1.10 Globálna infraštruktúra Microsoft Azure

Zdroj: : <https://azure.microsoft.com/en-us/>

Google

Služba Google Cloud Platform ponúka služby pre výpočet, ukladanie dát, vytváranie sietí, veľké údaje, strojové vzdelávanie a internet vecí (IoT), ako aj nástroje na správu cloudu, bezpečnosti a vývojárov. Výpočtové produkty typu cloud computing v službe Google Cloud Platform zahŕňajú:

- Google Compute Engine, čo je služba IaaS (Infrastructure-as-a-Service), ktorá poskytuje používateľom inštancie virtuálnych strojov na hostovanie pracovných úloh.
- Aplikácia Google App Engine, ktorá je platformou PaaS (platforma-as-a-service), ktorá poskytuje vývojárom softvéru prístup k škálovateľnému hostovaniu spoločnosti Google. Vývojári môžu tiež použiť (SDK) na vývoj softvérových produktov, ktoré bežia v aplikácii App Engine.

- Google Cloud Storage je platformou pre ukladanie dát v cloude a je určená na ukladanie veľkých neštruktúrovaných dátových súborov. Spoločnosť Google ponúka aj možnosti ukladania databáz, vrátane Cloud Datastore pre nonrelačné úložisko NoSQL, Cloud SQL pre plne relačné úložisko MySQL a natívnu databázu Cloud Bigtable spoločnosti Google.

- Google Container Engine, ktorý je riadiacim a orchestračným systémom pre Dockercontainers, ktorý funguje vo verejnom cloude spoločnosti Google. Google Container Engine je založený na komerčnom systéme optimalizácie kontajnerov Google Kubernetes.

Platforma Google Cloud ponúka služby vývoja a integrácie aplikácií. Napríklad služba Google Cloud Pub / Sub je spravovaná služba odosielania správ v reálnom čase, ktorá umožňuje výmenu správ medzi aplikáciami. Okrem toho koncové body Google Cloud umožňujú vývojárom vytvárať služby založené na nástrojoch RESTful API a potom sprístupniť tieto služby klientom Apple iOS, Android a JavaScript. Medzi ďalšie ponuky patria servery Anycast DNS, priame sieťové prepojenia, vyvažovanie záťaže, monitorovanie a protokolovanie.

Služby vyššej úrovne

Spoločnosť Google naďalej pridáva do svojej cloudovej platformy služby vyššej úrovne, ako napríklad služby súvisiace s veľkými údajmi a strojovým vzdelávaním. Veľké dátové služby spoločnosti Google zahŕňajú tie, ktoré slúžia na spracovanie dát a analýzu, ako je napríklad služba Google BigQuery pre dopyty podobné SQL, ktoré sa robia proti súborom s viacerými terabajtami. Okrem toho služba Google Cloud Dataflow je služba na spracovanie údajov určená na analýzu, extrakt, transformácia a zaťaženie (ETL); a výpočtových projektov v reálnom čase. Platforma zahŕňa aj službu Google Cloud Dataproc, ktorá ponúka služby Apache Spark a Hadoop pre veľké spracovanie dát.

Pri umelej inteligencii (AI), spoločnosť Google ponúka svoj Cloud Machine Learning Engine, riadenú službu, ktorá umožňuje používateľom vytvárať a trénovať modely

strojového učenia. Na preklad a analýzu reči, textu, obrázkov a videí sú k dispozícii aj rôzne API.

Spoločnosť Google tiež poskytuje služby pre Internet vecí, ako je Google Cloud IoT Core, čo je séria spravovaných služieb, ktoré používateľom umožňujú spotrebovať a spravovať dáta z IO zariadení.

Súbor služieb Google Cloud Platform sa stále vyvíja a spoločnosť Google pravidelne zavádza, mení alebo zastavuje služby na základe dopytu používateľov alebo konkurenčných tlakov. Hlavnými konkurentmi spoločnosti Google na trhu verejných cloud computingov sú Amazon Web Services (AWS) a Microsoft Azure.

Možnosti oceňovania platformy Google Cloud Platform

Podobne ako iné verejné cloudové ponuky, väčšina služieb Google Cloud Platform používa model, podľa ktorého nemáte žiadnu platbu vopred, a používatelia platia iba za cloudové zdroje, ktoré spotrebúvajú. Špecifické podmienky a sadzby sa však líšia v závislosti od služby na službu.

Certifikácia platformy Google Cloud Platform

Spoločnosť Google ponúka vzdelávacie programy a certifikácie súvisiace so službou Google Cloud Platform vrátane programov pre cloudovú infraštruktúru, dátové a strojové vzdelávanie, vývoj aplikácií a administráciu aplikácií G-Suite, ako aj úvodný program pre platformu cloud. Existujú tri certifikačné technológie cloud spoločnosti Google, ktoré môže získať profesionál IT: Certified Professional Cloud Architect, Certified Professional Data Engineer a Certified Professional G Suite Administrator.[12]

2. Ciel práce

Táto diplomová práca má stanovené dva hlavné ciele, ktoré sa budeme snažiť naplniť v tejto práci.

Prvým hlavným cieľom je podrobnejšie popísať FaaS a možnosti využitia s inými službami Cloud computingu. Naším cieľom je hlavne vysvetliť možnosti implementácie FaaS v Cloud computingu výhody a služby, ktoré s FaaS môžeme spojiť.

Druhým hlavným cieľom práce je vytvoriť funkčné aplikácie pomocou Azure funkcií. Vytvoríme funkčné FaaS aplikácie, v ktorých ukážeme základné možnosti využitia v Azure funkcií a využitie pomocných služieb, ktoré pri práci s Azure funkciami môžeme využívať.

3. Metodika práce a metody skúmania

V tejto kapitole priblížime Microsoft implementáciu FaaS a to Azure funkcie ich vlastnosti, možnosti využitia, integráciu s inými Azure službami a cenu za ich používanie.

3.1. Azure Funkcie

Azure Funkcie je riešenie pre jednoduché spustenie malých kúskov kódu alebo "funkcií" v cloude. Stačí nám len napísať kód a nemusíme sa obávať o celú aplikáciu alebo infraštruktúru. Funkcie môžu mať za následok vyššiu produktivitu a máme na výber z rôznych vývojových jazykov ako napríklad C #, F #, Node.js, Java alebo PHP. Platíme len za čas, v ktorom náš kód beží. Funkcia Azure Functions umožňuje vývoj serverless aplikácií na portály Microsoft Azure.

3.2 Vlastnosti

Tu sú niektoré kľúčové črty funkcií:

Voľba jazyka - Môžeme napísať funkcie pomocou rôznych programovacích jazykov C#, F# alebo Javascriptu.

Model platenia s platbou za použitie - Platíme len za čas strávený spustením kódu.

Prineste svoje vlastné závislosti - Funkcie podporujú NuGet a NPM, takže môžeme používať naše obľúbené knižnice.

Integrovaná bezpečnosť – Funkcie, ktoré sú spustené protokolom HTTP sú chránené poskytovateľmi služieb OAuth(autorizácia), ako sú napríklad Azure Active Directory, Facebook, Google, Twitter a Microsoft účet.

Zjednodušená integrácia - Môžeme jednoducho využívať služby Azure a softvér ako službu (SaaS).

Open-source - Runtime funkcií je open-source a je k dispozícii na GitHub.

3.3 Možnosti využitia

Funkcie sú skvelým riešením na spracovanie údajov, integráciu systémov, prácu s Internetom vecí (IoT) a vytváranie jednoduchých rozhraní API a mikroservisov. Môžeme využívať funkcie pre úlohy, ako je spracovanie obrázkov alebo objednávok, údržba súborov alebo pre akékoľvek úlohy, ktoré chceme spúšťať podľa plánu.

Funkcie poskytujú šablóny, pomocou ktorých môžeme začať s kľúčovými scenármi vrátane nasledujúcich:

HTTPTrigger – Kód sa spustí po HTTP požiadavke (napríklad get alebo post).

TimerTrigger – Kód sa spustí v presne stanovený čas. Môžeme vykonávať čistenie databázy alebo iné dávkové úlohy podľa vopred stanoveného rozvrhu.

GitHub webhook - Reagujte na udalosti, ktoré sa vyskytujú vo vašich repozitároch ako napríklad GitHub.

Generic webhook - Proces webhook HTTP žiadosti od akejkoľvek služby, ktorá podporuje webhooks.

CosmosDBTrigger – Kód sa spustí, keď sú pridané alebo aktualizované dokumenty v databáze NoSQL.

BlobTrigger - Kód sa spustí, keď sa pridávajú nové Bloby do Blob úložiska. Môžeme použiť túto funkciu napríklad na zmenu veľkosti obrázku.

QueueTrigger - Reagujte na správy pri príchode do Queue úložiska v Azure Storage.

EventHubTrigger - Reaguje na udalosti doručené do Azure Event Hub. Obzvlášť užitočné v aplikačných prístrojoch, skúsenostiach s používateľmi alebo pri spracovaní workflow a scenároch Internet vecí (IoT).

ServiceBusQueueTrigger - Pripojte svoj kód k iným službám Azure alebo miestnym službám počúvaním Azure Queue úložiska.

ServiceBusTopicTrigger - Pripojte svoj kód k iným službám Azure alebo miestnym službám prihlásením sa k Topics.

Funkcie Azure podporujú triggre, čo je spôsob, ako spustiť spustenie kódu a bindings, čo je spôsob, ako zjednodušiť kódovanie vstupných a výstupných dát.

3.4 Integrácia

Azure Functions sa integruje s rôznymi službami Azure a službami tretích strán. Tieto služby môžu spúšťať našu funkciu, alebo môžu slúžiť ako vstup a výstup pre náš kód. Nasledujúce služby integrácie sú podporované funkciami Azure:

- Azure Cosmos DB
- Azure Event Hubs
- Azurová tabuľka udalostí
- Azure Mobile Apps (tabuľky)
- Azure Notification Hubs
- Azure Service Bus (Queues a Topics)
- Azure Storage (Blob, Queues a tabuľky)
- GitHub (webhooky)
- On-premises (pomocou Service Bus)
- Twilio (SMS správy)

3.5 Cena

Azure Functions má dva druhy cenníkov. Môžeme si vybrať ten, ktorý najlepšie vyhovuje našim potrebám:

Platíme podľa spotreby - Keď naša funkcia beží, Azure poskytuje všetky potrebné výpočtové zdroje. Nemusíme sa obávať o hospodárenie s prostriedkami a platíme len za čas, počas ktorého sa náš kód spúšťa.

Plán služby aplikácie - Spustíme svoje funkcie rovnako ako naše webové aplikácie, mobilné aplikácie a aplikácie API. Keď už používame službu aplikácií pre ostatné aplikácie, môžeme spustiť naše funkcie na rovnakom pláne bez dodatočných nákladov.

METER	CENA	FREE GRANT (ZA MESIAC)
Za čas vykonania	€0.000014/GB-s	400,000 GB-s
Celkový počet operácií	€0.169 za milión operácií	1 million operácií

Podrobné informácie o cenách nájdeme na stránke <https://azure.microsoft.com>. Všetky dodatočné informácie o Azure funkciách získame na stránkach <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/azure-functions/>.

4. Výsledky práce

Naše poznatky z predchádzajúcich kapitol sa v ďalšej časti pokúsime doplniť o praktické príklady, vďaka ktorým získame lepšiu predstavu o Azure funkciách.

V praktickej časti sa zameriame na FaaS. Aj keď je to celkom nová technológia v rámci Cloud Computingu (prvá implementácia FaaS bola AWS Lambda vydaná: november 2014) má veľký potenciál špeciálne pre malé a stredné firmy. Všetci hlavný poskytovatelia Cloud Computingu majú svoju implementáciu FaaS (Amazon: AWS Lambda; Microsoft: Azure Functions; Google: Google Cloud Functions). V praktickej časti vytvoríme FaaS pomocou Azure Functions a to hlavne kvôli našim predchádzajúcim skúsenostiam s jazykom C# a IDE Visual Studiom.

Pri práci s Azure funkciami sme používali Azure portal na písanie Azure funkcií pri prvej aplikácii pre internetový obchod a to presnejšie csx, čo je C# sriptovací jazyk. A v druhom príklade sme využívali Visual Studio na programovanie a publikovanie Azure funkcii.

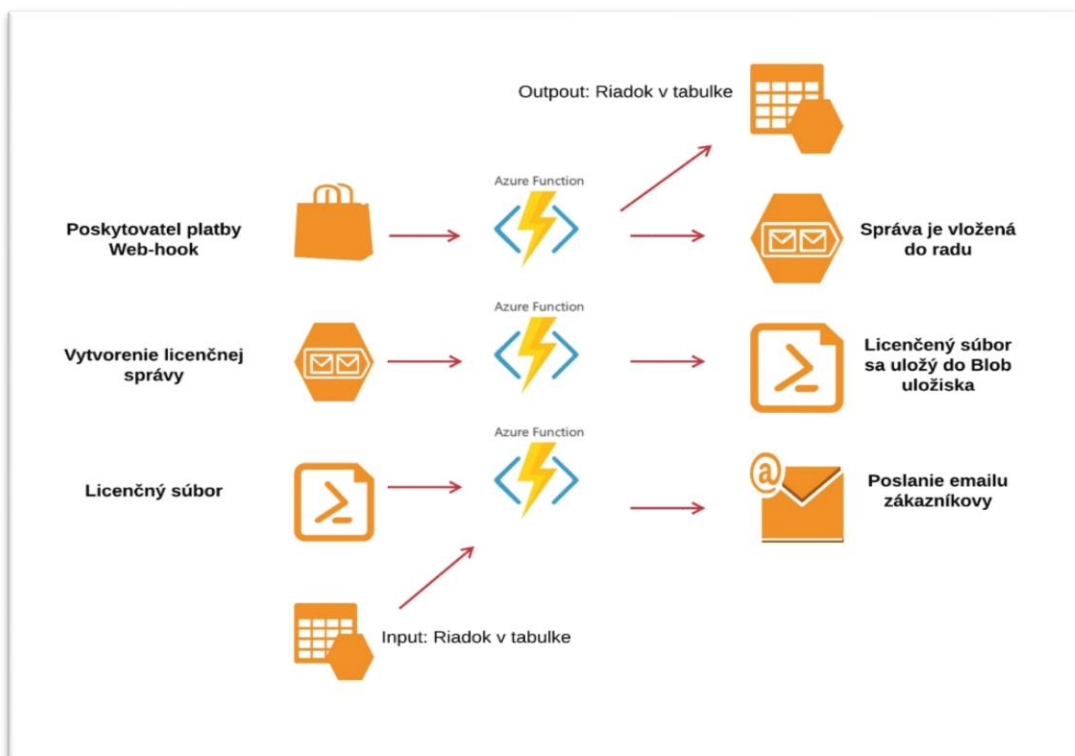
4.1 Príklad typickej webovej stránky

Predstavme si jednoduchú statickú webstránku s HTML kódom, na ktorom je tlačidlo “Kúpiť teraz“, ktoré je integrované s poskytovateľom platobných služieb. Potrebujeme web server, ktorý odpovedá na Web requesty a vracia HTML, CSS a JavaScript. Plus potrebujeme integrovať web-hook od poskytovateľa platieb, keď niekto by chcel kúpiť produkt na stránke. Môžeme jednoducho pridať API na server aby túto činnosť vykonával. Taktiež musíme vygenerovať licenčný súbor a poslať ho zákazníkovi. Musíme tiež vytvoriť funkciu na to, aby zaznamenávala chyby ak by web-hook nefungoval a tiež skontrolovať či licencia API je platná. Plus potrebujeme vytvoriť proces, ktorý zhrnie všetku činnosť predaja a hlásenie chýb a následne ho pošle na určitú emailovú adresu. Aj keď je to jednoduchá webstránka, má veľa činností, ktoré musí vykonávať. Problém nastáva vtedy, keď by sme chceli presunúť ASP.NET web stránku do PHP, museli by sme celý backend stránky prepísať do PHP. A tu sa ukazuje sila FaaS. Vďaka Azure funkciám môžeme vytvoriť jednoduché malé funkcie, ktoré vykonávajú jednoduché úlohy a môžu byť opakovane použité.

Namiesto toho aby sme mali celú logiku na stránke, môžeme použiť Azure Funkcie. Takže môžeme vytvoriť Azure funkciu na spracovanie Webhooku poskytovateľa platby a táto funkcia pošle správu do Azure Queue úložiska. V Azure Queue úložisku je táto správa spracovaná inou Azure funkciou, ktorá generuje licenčný súbor, ktorý pošle do Blob úložiska. A keď sa vytvorí záznam v Blob úložisku, spustí to inú funkciu, ktorá pošle email s licenčným súborom zákazníkovi. Potom môžeme vytvoriť ďalšiu Azure funkciu, ktorá kontroluje chyby Web-hooku a zapisuje ich do Azure tabuľkového úložiska. Plus potrebujeme aj funkciu na validáciu API licencie, ktorá vykoná vyhľadanie v databáze. A na koniec potrebujeme jednu funkciu, ktorá pravidelne vytvára súhrn platieb a chýb.

4.2 Refaktorovanie webovej aplikácie internetového obchodu

Pre náš prvý praktický príklad vytvoríme reťazec Azure funkcií, ktorý bude vykonávať prvé tri funkcie typickej webovej stránky s predchádzajúceho príkladu. Vytvoríme tri funkcie, konkrétne WebHook http trigger, QueueTrigger a BlobTrigger. Všetky funkcie vytvoríme na stránke portal.azure.com. Zadávanie inputov a outputov je vykonávané časti Intergrate, ktorú nájdeme v drop down menu pod každou funkciou a až po zadaní I/O môžeme pridať I/O do nášho kódu. Dáva nám to určité výhody, napríklad môžeme vytvoriť funkciu, ktorá sa spustí hneď po prijatí určitého inputu(napr. Azure Queue Storage). Na testovanie budeme používať Postman(HTTP klient pre testovanie web servisov). Na obrázku 4.1 sme popísali ako naše funkcie budú fungovať.



Obr. 4.1 Diagram internetového obchodu

Prijatie Platby

Prvú funkciu, ktorú vytvoríme je spustená webhookom, ktorý prichádza od poskytovateľa platieb. Funkcia bude prijímať HTTP metódu post, v ktorej sa bude nachádzať Generický JSON(Input parameter req). Následne deserializuje do objektu a potom pridáme objekt do Queue úložiska a Tabuľkového úložiska.

```
// Trieda pre deserializáciu JSON objektu, obsahuje PartitionKey a RowKey pre tabuľku
public class Platba
{
    public static async Task<object> Run(HttpRequestMessage req, TraceWriter log,
        IAsyncCollector<Platba> outputQueueItem, IAsyncCollector<Platba> outputTable)
    {
        log.Info($"Prijata platba");
        // Precitanie HttpRequestMessage a ulozenie do jsonContent
        string jsonContent = await req.Content.ReadAsStringAsync();
        //Deserializacia do obj. platba
        var platba = JsonConvert.DeserializeObject<Platba>(jsonContent);
        //Pridanie partitionKey a RowKey pre tabuľku
        platba.PartitionKey = "Platby";
        //OrderID musi byt unikatny pri requeste
        platba.RowKey = platba.OrderID;

        //Pridanie do Queue
        await outputQueueItem.AddAsync(platba);
        //Pridanie do Tabulky
        await outputTable.AddAsync(platba);
        // Odpoved
        return req.CreateResponse(HttpStatusCode.OK, new {
            message = $"Dakujeme, ze s te si kupili nas produkt {platba.PrveMeno} {platba.Priezvisko}
            OrderID: {platba.OrderID}";
        });
    }
}
```

Vytvorenie licenčného súboru a uloženie do Blob úložiska

Druhá funkcia, sa spustí vtedy, keď sa pridá správa do Queue úložiska. Funkcia vytvorí licenciu ako textový dokument a uloží ho do Blob úložiska.

```
public static void Run(Platba myQueueItem, TraceWriter log, IBinder binder)
{
    using (var outputBlob = binder.Bind<TextWriter>(
        new BlobAttribute($"licencie/{myQueueItem.OrderID}.lic")))
    {
        //vytvorenie licenčného súboru v Blob uložísku licencie
    }
}
```

Poslanie licencie zákazníkovi

Tretia funkcia sa spustí pri pridaní súboru do Blob úložiska a následne pošle email s licenciou zákazníkovi. Pre posielanie emailu zákazníkovi potrebujeme SendGrid(služba na posielanie správ), pričom musíme vytvoriť SendGrid účet na Azure portály. Po vytvorení SendGrid účtu pridáme do API kľúč do Application settings v našej aplikácii.

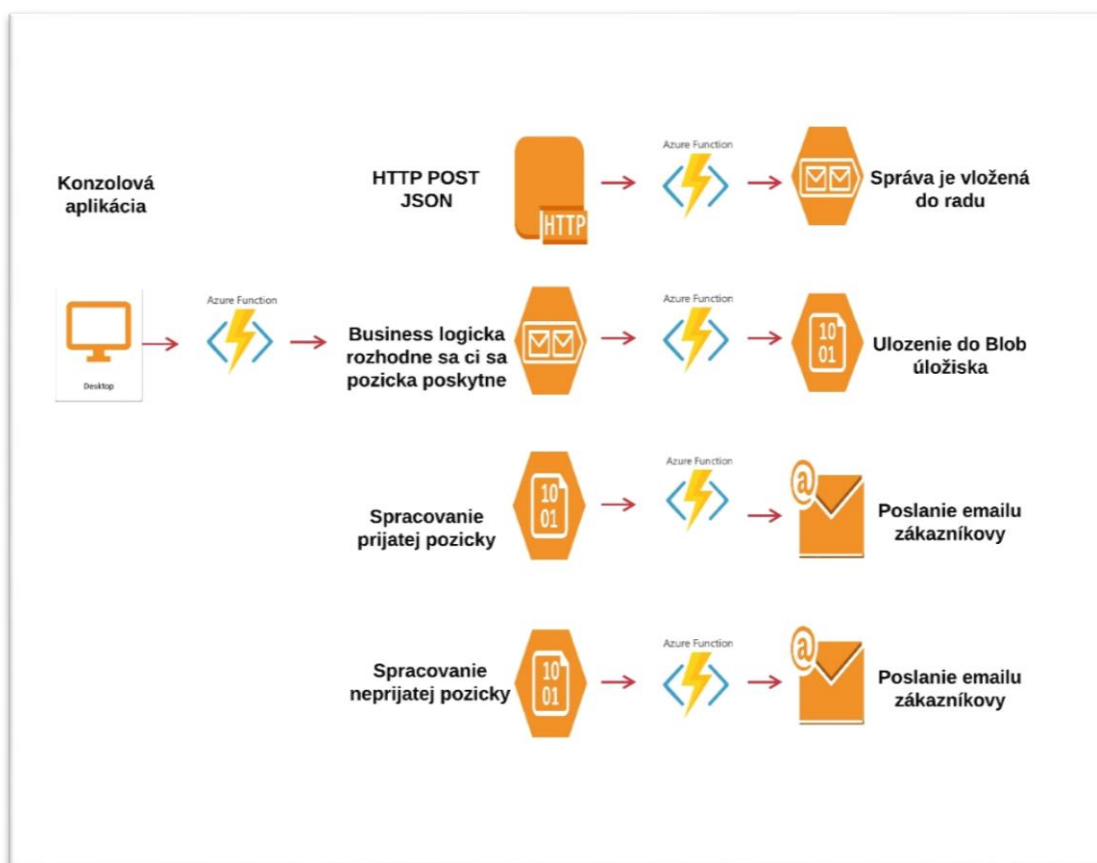
```
#r "SendGrid" //referencia dll
public static void Run(string myBlob, string filename,
    TraceWriter log, out Mail message, Platba platbyRow)
{
    var email = platbyRow.Email;
    //napísanie Emailu a pridanie prílohy s licenciou.
}
```

4.3 Aplikácia pre schválenie pôžičky

V druhom príklade pre FaaS vytvoríme aplikáciu pre schválenie pôžičky. Budeme pri tom využívať Visual Studio, v ktorom budem programovať Azure Funkcie v typických C# triedach s využitím atribútov.

Využívanie Visual Studia nám dáva veľa výhod oproti .csx skriptovaciemu jazyku, napríklad môžeme využívať IntelliSense, zabudovaný debugging, Cloud Explorer, NuGet package manager a Test Explorer pre Unit testy. Môžeme využívať Local Azure Functions runtime environment, čo znamená, že môžeme písať, debugovať a testovať funkcie lokálne bez toho aby sme ich museli publikovať na cloud. Na vytvorenie Azure funkcie využívame Attributy. Je na to, aby sme konfigurovali náš C# kód s Azure Functions runtime.

Vytvoríme funkciu(VytvorAplikáciu), ktorá využíva HTTP trigger ktorý je konfigurovaný aby vyžíval iba HTTP metódu post. Tento HTTP POST obsahuje JSON, v ktorom sú detaily o žiadateľovi pôžičky. Na serializáciu a deserializáciu JSON súboru vytvoríme triedu PozickaAplikacia, z ktorej budeme vytvárať objekty. Následne umiestnime správu do Azure Queue úložiska. Takže keď HTTP funkcia sa vykoná, tak request bude zapísaný do Queue úložiska. Ďalšia Azure Funkcia(KontrolaApp) zoberie správu z Queue a určí či poskytneme pôžičku alebo nie. Keď žiadosť splní určité kritéria zapíše sa žiadosť do Blob úložiska prijata-aplikacia a ak nespĺňa kritéria, pridá funkcia žiadosť do Blob úložiska neprijata-aplikacia. Následne vytvoríme dve funkcie, ktoré spracujú prijaté a odmietnuté žiadosti o pôžičku, v ktorých pošleme email žiadateľovi, v ktorom ho informujeme, či bola jeho žiadosť schválená alebo zamietnutá. Nakoniec vytvoríme konzolovú aplikáciu a funkciu, ktorá bude komunikovať s našou konzolovou aplikáciou a bude priamo ukladať nové správy do Queue úložiska. Takto budeme mať dva spôsoby komunikácie s Azure Funkciami cez Http post(cez webovú stránku) alebo cez konzolovú aplikáciu.



Obr. 4.2 Diagram aplikácie pre schválenie pôžičky

Prijatie HTTP post a zaradenie do Queue úložiska

```
[FunctionName("VytvorAplikaciju")]
[return: Queue("pozicka-queue")] //Atribut pre return hodnoty funkcie
public static async Task<PozickaAplikacia> Run(
    //Atribut HttpTrigger ma tri parametre prvý určuje autorizáciu, druhý určuje na aké
    //metody reaguje a tretí určujeme keď chceme zadať špeciálnu url pre našu funkciu
    [HttpTrigger(AuthorizationLevel.Function, "post", Route = null)]
    HttpRequestMessage req,
    TraceWriter log)
{
    log.Info("C# HTTP trigger function processed a request.");

    PozickaAplikacia aplikacia = await req.Content.ReadAsAsync<PozickaAplikacia>();

    log.Info($"Aplikacia dostala: {aplikacia.Meno} {aplikacia.Vek}");

    return aplikacia;
}
```

Schválenie/Neschválenie pôžičky a uloženie do Blob úložiska

```
[FunctionName("KontrolaApp")]
public static void Run(
    [QueueTrigger("pozicka-queue", Connection = "")]
    PozickaAplikacia aplikacia, //QueueTrigger sa zapne vzdy ked pride do queue nova polozka
    [Blob("prijata-aplikacia/{rand-guid}")] out string prijataAplikacia,
    [Blob("neprijata-aplikacia/{rand-guid}")] out string neprijataAplikacia,
    TraceWriter log)
{
    //Business logika
    bool jeAkceptovanna = aplikacia.Vek >= 18;
    if (jeAkceptovanna)
    {
        prijataAplikacia = JsonConvert.SerializeObject(aplikacia);
        neprijataAplikacia = null;
    }
    else
    {
        neprijataAplikacia = JsonConvert.SerializeObject(aplikacia);
        prijataAplikacia = null;
    }
}
```

Poslanie odpovede žiadateľovi

Funkcia SpracovaniePrijatejPozicky a funkcia SpracovanieNeprijatejPozicky sú skoro úplne rovnaké, rozdiel je iba v obsahu email správy.

```
[FunctionName("SpracovaniePrijatejPozicky")]
public static void Run([BlobTrigger("prijata-aplikacia/{name}", Connection = "")]
    string applicationJson,
    string name,
    TraceWriter log)
{
    PozickaAplikacia aplikacia =
        JsonConvert.DeserializeObject<PozickaAplikacia>(applicationJson);

    Execute().Wait();

    async Task Execute()
    {
        //SendGridApiKey2 premenná musi byť uložená v Application settings
        var apiKey = System.Environment.GetEnvironmentVariable("SendGridApiKey2");
        var client = new SendGridClient(apiKey);
        var msg = new SendGridMessage()
        {
            //pridanie odosielateľa, predmetu, obsahu emailovej spravy
        };
        msg.AddTo(new EmailAddress($"{aplikacia.Email}", "Test User"));
        var response = await client.SendEmailAsync(msg);
    }
}
```

Spojenie konzolovej aplikácie s Azure Funkciami

Na komunikáciu s konzolovou aplikáciou potrebujeme vytvoriť Service Bus v Azure portali a v settings “Shared access policies” pridať Shared access policies. Následne musíme pridať premennú AzureWebJobsServiceBus do local.settings.json, do ktorej vložíme Primary Connections String z novo vytvorenej Shared access policies.

```
[FunctionName("ServiceBusBridge")]
public static void Run(
    [ServiceBusTrigger("pozicka-aplikacia", AccessRights.Listen, Connection = "")]
    string applicationJson,
    [Queue("pozicka-queue")] out PozickaAplikacia application,
    TraceWriter log)
{
    application = JsonConvert.DeserializeObject<PozickaAplikacia>(applicationJson);
}
```

Konzolová aplikácia

```
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        var connectionString = "ConnectionString"; //ConnectionString sa musi zhodovat
                                                    s AzureWebJobsServiceBus, ktora sa nachadza v local.settings.json
        var queueName = "pozicka-aplikacia";
        //Vytvorenie spojenia s Azure funkciami
        var client = QueueClient.CreateFromConnectionString(connectionString, queueName);

        var application = new PozickaAplikacia //Vytvorenie Test objektu application
        {};
        //Serializacia objektu do JSON
        var message = new BrokeredMessage(JsonConvert.SerializeObject(application));

        Console.WriteLine("Stlac pre poslanie");
        Console.ReadLine();

        client.Send(message); //Odoslanie správy
        Console.WriteLine("Sprava posлана");

        client.Close();

        Console.WriteLine("Stlac nieco na ukoncenie");
        Console.ReadLine();
    }
}
```

Záver

V diplomovej práci sme sa snažili zoznámiť čitateľa s Cloud computingom. V prvej kapitole sme čitateľa oboznámili s typmi nasadenia, typmi servisov, všetkými dôležitými výhodami a nevýhodami pri využívaní Cloud computingu a popísali sme veľké množstvo poskytovaných služieb od troch najdôležitejších poskytovateľov Cloud computingu.

V metodológii sme popísali Azure Funkcie objektov a prácu s nimi. Ukázali sme vlastnosti a možnosti využitia Azure Funkcií. Tiež sme popísali rôzne Azure služby s ktorými sa môžu Azure Funkcie integrovať. Plus sme ukázali rôzne obstarávacie plány pre využívanie Azure Funkcií.

V poslednej kapitole sme vytvorili dva praktické príklady na využitie Azure Funkcií. V prvom príklade sme vytvorili reťazec funkcií pre internetový obchod. Všetky funkcie v prvom príklade sme napísali na Azure portály. V druhom príklade sme vytvorili reťazec funkcií pre schvaľovanie pôžičky. Plus sme vytvorili jednoduchú konzolovú aplikáciu, ktorá dokáže komunikovať s týmito Azure Funkciami.

Zoznam použitej literatúry

- [1] PETER MELL, TIMOTHY GRANCE.: The NIST Definition of Cloud Computing, National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-145, 2011, 7s. Dostupné na internete: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>
- [2] MICHAEL ARMBUST, ARMANDO FOX, REAN GRIFFITH.: Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkely, 2009, 3s, Dostupné na internete: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>
- [3] JAMES BOND.: The Enterprise Cloud Best Practices for Transforming Legacy IT. 1. Edition.: O'Reilly Media, 2015, 367s. ISBN: 978-1491907627.
- [4] Cloud Computing Architecture [online]. 2018. tutorialspoint. Dostupné na internete: https://www.tutorialspoint.com/cloud_computing/cloud_computing_architecture.htm
- [5] ANTHONY T. VELTE, TOBY J. VELTE, ROBERT ELSENPETER.: Cloud Computing a Practical Approach 1 edition.: McGraw-Hill Education, 2009. 352s. ISBN: 978-0071626941.
- [6] Advantages and Challenges of Adopting Cloud Computing from an Enterprise Perspective, Elsevier Ltd. 2014 4-6s, Dostupné na internete: https://ac.els-cdn.com/S221201731300710X/1-s2.0-S221201731300710X-main.pdf?_tid=0d118419-5b92-41b3-a94af5fa56a9b536&acdnat=1521899369_deab0696496ad44c729918a7cb236c47
- [7] Cloud Computing Deployment Models[online]. 2018. cloudcomputingnet. Dostupné na internete: <http://cloudcomputingnet.com/cloud-computing-deployment-models/>
- [8] Cloud Computing Models[online]. 2018. cloudcomputingnet. Dostupné na internete <http://cloudcomputingnet.com/cloud-computing-models/>
- [9] MATT WATSON.: What is Functions-as-a-Service? Serverless Architectures Are Here! [online]. 2018. stackify. Dostupné na internete: <https://stackify.com/function-as-a-service-serverless-architecture/>
- [10] MARGARET ROUSE.: Amazon Web Services (AWS)[online]. 2018. searchaws. Dostupné na internete: <https://searchaws.techtarget.com/definition/Amazon-Web-Services>
- [11] What is IT and how can my business benefit from using IT?[online]. 2018. searchaws. Dostupné na internete: <https://www.ouritdept.co.uk/what-is-microsoft-azure/>
- [12] MARGARET ROUSE.: Google Cloud Platform (GCP)[online]. 2018. Dostupné na internete: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Google-Cloud-Platform>