Sadržaj

[1 Uvod 3](#_Toc177671910)

[2 Osnove cloud sistema 4](#_Toc177671911)

[2.1 Definicija 4](#_Toc177671912)

[2.2 Pregled cloud tehnologije 4](#_Toc177671913)

[2.3 Prednosti i izazovi korišćenja cloud tehnologije 7](#_Toc177671915)

[2.3 Fizička infrastruktura 9](#_Toc177671916)

[3 Amazon web services – AWS 14](#_Toc177671917)

[3.1 Istorijat 14](#_Toc177671918)

[3.2 Usluge i funkcionalnosti 15](#_Toc177671919)

[3.2.1 Bezbednost i upravljanje nalozima 15](#_Toc177671920)

[3.2.2 Mrežni servisi i isporuka sadržaja 15](#_Toc177671921)

[3.2.3 Računarski resursi 15](#_Toc177671922)

[3.2.4 Skladištenje 16](#_Toc177671923)

[3.2.5 Baze podataka 16](#_Toc177671924)

[3.3 Alati za razvoj 17](#_Toc177671925)

[4 Microsoft Azure 20](#_Toc177671926)

[4.1 Istorijat 20](#_Toc177671927)

[4.2 Usluge i funkcionalnosti 21](#_Toc177671928)

[4.2.1 Bezbednost i zaštita podataka 21](#_Toc177671929)

[4.2.2 Mrežni servisi i isporuka sadržaja 21](#_Toc177671930)

[4.2.3 Računarski resursi 21](#_Toc177671931)

[4.2.4 Skladištenje 22](#_Toc177671932)

[4.2.5 Baze podataka 22](#_Toc177671933)

[4.3 Alati za razvoj 23](#_Toc177671934)

[5 Skladištenje: AWS S3 vs Azure Blob Storage 25](#_Toc177671935)

[6 Rešenje 27](#_Toc177671936)

[7 Zaključak 28](#_Toc177671937)

[Literatura 29](#_Toc177671938)

# 1 Uvod

Digitalizacija podataka i rastuća potreba za efikasnim i sigurnim skladištenjem doveli su do značajnih promena u načinu na koji pojedinci i organizacije upravljaju svojim podacima. Tradicionalni pristupi skladištenju, zasnovani na lokalnim serverima i fizičkoj infrastrukturi, postali su skupi i ograničeni u pogledu skalabilnosti i fleksibilnosti. S druge strane, cloud-based rešenja omogućavaju pristup podacima u realnom vremenu, sa bilo koje lokacije, uz znatno manje troškove za održavanje infrastrukture. Upravo zbog toga, cloud platforme kao što su Amazon Web Services (AWS) i Microsoft Azure postale su standard za moderne sisteme skladištenja podataka.

Cloud skladištenje predstavlja koncept u kojem se podaci čuvaju na udaljenim serverima, a korisnici pristupaju tim podacima putem interneta. Ovo rešenje pruža mnoge prednosti, kao što su skalabilnost, visoka dostupnost, i mogućnost upravljanja velikim količinama podataka bez potrebe za lokalnom infrastrukturom. AWS i Azure, dve vodeće cloud platforme, nude različite servise za skladištenje podataka, uključujući Amazon S3 i Azure Blob Storage. Ovi servisi omogućavaju korisnicima da efikasno upravljaju datotekama, bilo da je reč o jednostavnom uploadu i downloadu, ili složenijim operacijama poput verzionisanja i replikacije podataka.

Cilj rada je da se uspešno implementira aplikacija za upravljanje fajlovima na AWS S3 i Azure Blob Storage. Poseban akcenat biće stavljen na razlike između AWS i Azure rešenja, njihove prednosti i mane, kao i na najbolje prakse za dizajn i razvoj ovakvih sistema. Na taj način, ovaj rad pruža uvid u tehnološke mogućnosti koje omogućavaju efikasno upravljanje podacima u cloud-u.

# 2 Osnove cloud sistema

## 2.1 Definicija

Računarstvo u oblaku (*cloud computing*) je termin koji se koristi za opis globalne mreže servera, od kojih svaki ima jedinstvenu funkciju. Oblak nije fizički entitet, već je ogromna mreža udaljenih servera širom sveta koji su povezani i namenjeni da funkcionišu kao jedinstven ekosistem. Ovi serveri su dizajnirani da čuvaju i upravljaju podacima, pokreću aplikacije ili isporučuju sadržaj ili usluge, poput strimovanja video zapisa, web pošte, softvera za poslovnu produktivnost ili društvenih mreža. Umesto da pristupate fajlovima i podacima sa lokalnog ili ličnog računara, pristupate im putem interneta sa bilo kog uređaja koji ima pristup mreži, tj. informacije će biti dostupne bilo gde i kad god budu potrebne [1].

## 2.2 Pregled cloud tehnologije

# 

Slika 2.1 Prikaz komponenti i modela cloud sistema

Slika 2.1 prikazuje ključne komponente i modele cloud sistema, ilustrujući kako se različiti aspekti ove tehnologije međusobno povezuju. Ove komponente zajedno definišu način na koji cloud tehnologija funkcioniše i kako korisnici mogu da je iskoriste.

**Modeli isporuke (Delivery models)**  
Ovi modeli definišu kako se cloud usluge isporučuju korisnicima. Postoje tri osnovna modela:

* Software as a Service (SaaS)
* Platform as a Service (PaaS)
* Infrastructure as a Service (IaaS).

Softver kao usluga (Software as a Service - SaaS) pruža čitav aplikativni sloj, isporučujući celokupnu aplikaciju zasnovanu na cloud-u, koju korisnici mogu pristupiti i koristiti. SaaS proizvodi su u potpunosti upravljani od strane pružaoca usluge i dolaze spremni za upotrebu, uključujući sve ažuriranja, ispravke grešaka i opšte održavanje. Većina SaaS aplikacija se koristi direktno putem web pregledača, što znači da korisnici ne moraju ništa da preuzimaju ili instaliraju na svoje uređaje.

Platforma kao usluga (Platform as a Service - PaaS) isporučuje i upravlja svim hardverskim i softverskim resursima potrebnim za razvoj aplikacija putem cloud-a. Timovi za razvoj i IT operacije mogu koristiti PaaS za razvoj, pokretanje i upravljanje aplikacijama bez potrebe da sami izgrađuju i održavaju infrastrukturu ili platformu. Korisnici i dalje moraju pisati kod i upravljati svojim podacima i aplikacijama, ali okruženje za izgradnju i implementaciju aplikacija je upravljano i održavano od strane pružaoca cloud usluga.

Infrastruktura kao usluga (Infrastructure as a Service - IaaS) isporučuje infrastrukturne resurse na zahtev organizacijama putem cloud-a, kao što su računarska snaga, skladište, mreže i virtualizacija. Korisnici ne moraju da upravljaju, održavaju ili ažuriraju sopstvenu infrastrukturu data centra, ali su odgovorni za operativni sistem, middleware, virtuelne mašine, kao i za aplikacije i podatke [7].

**Modeli implementacije (Deployment models)**  
Slika ističe četiri glavna modela implementacije cloud usluga:

* Public cloud
* Private cloud
* Community cloud
* Hybrid cloud.

Public cloud isporučuje resurse, kao što su računarska snaga, skladište, mreže, okruženja za razvoj i implementaciju, kao i aplikacije putem interneta. Njima upravljaju i u vlasništvu su pružaoci cloud usluga trećih strana, kao što su Amazon AWS, Microsoft Azure ili Google Cloud [3].

Private cloud je izgrađen, pokrenut i korišćen od strane jedne organizacije, obično unutar njihovih prostorija. Oni pružaju veću kontrolu, prilagodljivost i sigurnost podataka, ali dolaze sa sličnim troškovima i ograničenjima resursa kao tradicionalni IT okruženja [3].

Community cloud je distribuirani sistem stvoren integracijom usluga različitih cloud-ova kako bi se zadovoljile specifične potrebe industrije, zajednice ili poslovnog sektora [8].

Hibridni cloud je okruženje koje kombinuje barem jedno privatno računarsko okruženje (tradicionalnu IT infrastrukturu ili privatni cloud) sa jednim ili više public cloud-ova. Omogućavaju korišćenje resursa i usluga iz različitih računarskih okruženja, pružajući fleksibilnost u odabiru optimalnog rešenja za radna opterećenja [3].

**Infrastruktura (Infrastructure)**

Infrastruktura u cloud computingu zasniva se na distribuiranoj infrastrukturi, virtualizaciji resursa i autonomnim sistemima. Distribuirana infrastruktura omogućava da se resursi poput skladištenja i servera raspoređuju širom sveta, čineći ih dostupnim korisnicima gde god da se nalaze. Virtualizacija resursa omogućava efikasniju upotrebu hardvera, omogućavajući više aplikacija da istovremeno koriste isti fizički server. Autonomni sistemi omogućavaju cloud-u da funkcioniše bez stalne ljudske intervencije, koristeći napredne algoritme za optimizaciju rada [4].

**Resursi (Resources)**

Cloud computing nudi širok spektar resursa, uključujući servere za skladištenje i obradu podataka, mreže, aplikacije i različite servise. Ovi resursi omogućavaju organizacijama da skaliraju svoje poslovanje bez potrebe za investicijama u fizičku infrastrukturu. Korisnici mogu pristupiti ovim resursima prema svojim potrebama, plaćajući samo onoliko koliko koriste, što cloud computing čini veoma fleksibilnim i ekonomičnim rešenjem [5].

**Ključne karakteristike (Defining attributes)**

Karakteristike koje definišu cloud computing uključuju masivnu infrastrukturu, model plaćanja po upotrebi (Pay-per-usage), dostupnost putem interneta i elastičnost. Masivna infrastruktura omogućava skaliranje resursa na globalnom nivou, dok model plaćanja omogućava korisnicima da izbegnu visoke početne troškove. Elastičnost se odnosi na sposobnost cloud-a da se automatski prilagodi potrebama korisnika, povećavajući ili smanjujući dostupne resurse u realnom vremenu [6].

## 2.3 Prednosti i izazovi korišćenja cloud tehnologije

Cloud računarstvo donosi brojne prednosti, uključujući smanjenje troškova kroz model "plati koliko trošiš" (pay as you go), elastičnost koja omogućava prilagođavanje resursa u skladu sa potrebama aplikacija, kao i veću dostupnost resursa bez potrebe za velikim početnim ulaganjima u opremu. Takođe, omogućava lako deljenje podataka i kolaboraciju, kao i jednostavan pristup aplikacijama i uslugama sa bilo koje lokacije, što doprinosi većoj fleksibilnosti i efikasnosti u radu.

**Resursi**: Radni ciklusi CPU-a, prostor za čuvanje podataka i mrežni propusni opseg dele se između korisnika. Ova podela resursa omogućava više korisnicima da koriste iste fizičke resurse, čime se optimizuje upotreba dostupne infrastrukture.

**Sinhronizacija opterećenja**: Kada više aplikacija koristi iste resurse, period njihovog najvećeg opterećenja obično nije sinhronizovan. Ovo omogućava da se korišćenje resursa bolje multipleksira, što rezultira efikasnijom upotrebom resursa i smanjenjem vremena kada su resursi potpuno opterećeni.

**Udruživanje resursa**: Resursi se mogu "udruživati" kako bi zadovoljili i najzahtevnije aplikacije. Ovaj pristup omogućava prilagođavanje resursa potrebama različitih aplikacija, čime se poboljšava performanse i kapacitet sistema.

**Kolaborativni rad**: Deljenje podataka omogućava kolaborativni rad između različitih grupa ljudi širom sveta. Korišćenjem zajedničkih resursa i podataka, timovi mogu efikasnije sarađivati, bez obzira na njihovu fizičku lokaciju.

**Smanjenje početnih troškova**: Virtualizacija eliminiše velike početne troškove za nabavku računarske opreme. Umesto investiranja u skupu fizičku opremu, organizacije mogu koristiti virtuelne resurse, što smanjuje početne investicije.

**Smanjenje troškova**: Koncentracija resursa u data centrima omogućava deljenje resursa među korisnicima i primenu modela „plati koliko trošiš“ (pay-as-you-go). Ovaj pristup omogućava smanjenje troškova jer se korisnici plaćaju samo za resurse koje zaista koriste.

**Elastičnost**: Virtualizacija pruža elastičnost u prilagođavanju količine resursa koji se koriste. Ovo omogućava aplikacijama koje imaju veliki odnos vrh opterećenja/regularno opterećenje da efikasno funkcionišu, čak i kada se opterećenje značajno menja.

**Prilagodljivost korisnicima**: Virtualizacija omogućava kreiranje poznatog okruženja za korisnike. Time se obezbeđuje da korisnici mogu raditi u okruženju koje im je već poznato, čime se povećava produktivnost i smanjuje potreba za dodatnim obukama.

Iako cloud računarstvo donosi mnoge prednosti, suočava se i sa nizom izazova koji mogu uticati na njegove performanse i pouzdanost. Ovi izazovi uključuju dostupnost usluga, zaštitu podataka, interoperabilnost, kao i upravljanje resursima i performansama.

**Dostupnost usluga**: Jedan od ključnih izazova je šta se dešava kada ponuđač usluga nije u mogućnosti da ih pruži. Kvarovi ili prekidi mogu ozbiljno uticati na poslovanje korisnika.

**Privatnost, zaštita i analiza podataka**: Ovi aspekti predstavljaju ozbiljan razlog za zabrinutost, jer osiguravanje bezbednosti osetljivih podataka u cloudu nije uvek jednostavno.

**Raznovrsnost platformi**: Širok spektar usluga, različiti načini organizacije podataka i korisnički interfejsi koje nude različiti ponuđači smanjuju mogućnost prelaska korisnika na drugu platformu. Jednom kada korisnik izabere platformu, prelazak na drugu može biti složen i težak.

**Uska grla u prenosu podataka**: Ova pojava može uticati na brzinu i efikasnost sistema, što može ometati normalno funkcionisanje aplikacija.

**Nepredvidljive performanse**: Zbog deljenja resursa između korisnika, performanse sistema mogu biti nepredvidljive, što stvara poteškoće u planiranju kapaciteta.

**QoS garancije**: U visoko dinamičnim okruženjima, pružanje garantovanog kvaliteta usluge (QoS) može biti izazov, naročito za aplikacije koje zahtevaju stabilne i pouzdane resurse.

**Elastičnost sistema**: Postavlja se pitanje koliko brzo i u kojoj meri sistem može skalirati resurse za pojedinog korisnika, što direktno utiče na sposobnost prilagođavanja promenama u opterećenju.

**Upravljanje resursima**: Optimalno upravljanje resursima u uslovima velikih i promenljivih opterećenja predstavlja ozbiljan izazov za pružaoce usluga.

**Bezbednost i privatnost**: Poseban izazov predstavlja zaštita osetljivih podataka, naročito za aplikacije koje rade sa poverljivim informacijama, jer svako curenje podataka može imati ozbiljne posledice.

## 2.3 Fizička infrastruktura

Data centar je fizička lokacija koja čuva računarske mašine i pripadajuću hardversku opremu. Sadrži računarsku infrastrukturu koja je potrebna IT sistemima, kao što su serveri, uređaji za skladištenje podataka i mrežna oprema. To je fizički objekat u kojem se čuvaju digitalni podaci bilo koje kompanije. Većina infrastrukture data centara preduzeća spada u tri široke kategorije:

* **Računanje**
* **Skladištenje**
* **Mreža**

Takođe, oprema data centara uključuje podršku infrastrukture poput sistema napajanja, koji pomažu glavnoj opremi da efikasno funkcioniše [10].

**Računarska infrastruktura**

Računarski resursi uključuju nekoliko vrsta servera sa različitim internim memorijama, procesorskom snagom i drugim specifikacijama. Na primer to su rack i blade serveri.  
Rack serveri imaju ravan, pravougaoni dizajn i mogu se slagati u police ili police u ormaru za servere. Ormar ima posebne karakteristike poput mrežastih vrata, kliznih polica i prostora za druge resurse data centra, kao što su kablovi i ventilatori.  
Blade server je modularni uređaj, i možete slagati više servera u manji prostor. Sam server je fizički tanak i obično ima samo memoriju, procesore, ugrađene mrežne kontrolere i nekoliko ugrađenih uređaja za skladištenje podataka. Možete ubaciti više servera u jedinicu za skladištenje zvanu šasija. Šasija omogućava bilo koje dodatne komponente koje serverima unutra trebaju. Blade serveri zauzimaju manje prostora od rack servera i nude veću brzinu obrade, minimalno ožičenje i manju potrošnju energije [10].

**Infrastruktura za skladištenje**

Uređaji za blokovsko skladištenje, poput tvrdih diskova i SSD-ova, skladište podatke u blokovima i pružaju mnogo terabajta kapaciteta za skladištenje podataka. Mreže za skladištenje podataka (SAN) su jedinice za skladištenje koje sadrže nekoliko unutrašnjih diskova i funkcionišu kao veliki sistemi za blokovsko skladištenje.  
Uređaji za skladištenje datoteka, poput mrežno prikačenog skladišta (NAS), mogu čuvati veliku količinu datoteka. Možete ih koristiti za kreiranje arhiva slika i video zapisa [10].

**Mrežna infrastruktura**

Veliki broj mrežnih uređaja, poput kablova, switch-eva, rutera i firewall-a, povezuje druge komponente data centra međusobno i sa krajnjim korisnicima. Oni omogućavaju neometano kretanje podataka i povezivanje unutar sistema [10].

**Podržavajuća infrastruktura**

Data centri takođe sadrže komponente koje podržavaju glavnu opremu kako bi korisnici mogli neprekidno koristiti data centar.

* Podsisteme za napajanje
* Neprekidne sisteme napajanja (UPS)
* Rezervne generatore
* Ventilaciju i rashladnu opremu
* Sisteme za gašenje požara
* Sisteme za bezbednost zgrade

Kako su data centri rasli u veličini i složenosti i počeli da skladište osetljive i kritične informacije, vlade i druge organizacije nametnule su im regulative. Telekomunikaciona industrijska asocijacija (TIA) je uspostavila četiri nivoa ili standarda koja pokrivaju sve aspekte dizajna data centara, uključujući:

* Arhitekturu i topologiju
* Ekološki dizajn
* Sisteme za napajanje i rashlađivanje i njihovu distribuciju
* Sisteme kabliranja, puteve i redundantnost
* Bezbednost i fizičku sigurnost

Slično tome, Uptime Institute je uspostavio četiri nivoa (Tier) za objektivno poređenje performansi lokacija i usklađivanje ulaganja u infrastrukturu sa poslovnim ciljevima.

**Tier I**

Tier I data centar je osnovni kapacitet za podršku IT sistema u kancelarijskom okruženju i šire. Zahtevi za Tier I data centar uključuju: Neprekidno napajanje (UPS) za prekide u napajanju i skokove napona, Fizički prostor za IT sisteme, Namensku rashladnu opremu koja radi 24/7, Rezervni generator. Tier I štiti od prekida usluga uzrokovanih ljudskom greškom, ali ne i od neočekivanih kvarova ili prekida. Očekuje se godišnje vreme zastoja od 29 sati u Tier I data centrima.

**Tier II**

Tier II objekti pružaju dodatne komponente za hlađenje radi bolje održivosti i zaštite od prekida. Na primer, ovi data centri moraju imati sledeće: Generatore, Rashladne jedinice i Pumpe.  
Iako možete ukloniti komponente iz Tier II data centara bez njihovog gašenja, neočekivani kvarovi mogu uticati na sistem. Očekuje se godišnje vreme zastoja od 22 sata u Tier II data centrima.

**Tier III**

Tier III data centri pružaju veću redundantnost podataka, a možete održavati ili zameniti opremu bez gašenja sistema. Takođe implementiraju redundantnost u podržavajuće sisteme, poput napajanja i rashladnih jedinica, kako bi se garantovalo samo 1,6 sati zastoja godišnje.

**Tier IV**

Tier IV data centri sadrže nekoliko fizički izolovanih sistema kako bi izbegli prekide od planiranih i neplaniranih događaja. Oni su potpuno otporni na kvarove sa potpuno redundantnim sistemima i mogu garantovati samo 26 minuta zastoja godišnje [10].

**On-premises data centri**

On-premises data centri su u potpunosti u vlasništvu kompanije i skladište osetljive podatke i kritične aplikacije za tu kompaniju. Postavljate data centar, upravljate njegovim operacijama i kupujete i održavate opremu [10].

**Cloud data centri**

U cloud data centru možete iznajmiti i prostor i infrastrukturu. Cloud provajderi održavaju velike data centre sa punom sigurnošću i usklađenošću. Možete pristupiti ovoj infrastrukturi korišćenjem različitih usluga koje daju veću fleksibilnost [10].

# 3 Amazon web services – AWS

## 3.1 Istorijat

Osnovan 2006. Godine [11], Amazon Web Services (AWS) je postao pionir u oblasti cloud računarstva i danas predstavlja jednog od najvećih pružalaca cloud usluga na svetu. AWS je pokrenut kao odgovor na rastuće potrebe preduzeća i organizacija za skalabilnom, fleksibilnom i ekonomičnom infrastrukturom za skladištenje i obradu podataka. Od samog početka, AWS je omogućio kompanijama da umesto u sopstvenu IT infrastrukturu, investiraju u cloud resurse koji se mogu brzo prilagođavati njihovim potrebama. Ova sposobnost da se u potpunosti iskoriste prednosti cloud okruženja, bez troškova održavanja i upravljanja fizičkom infrastrukturom, učinila je AWS liderom na tržištu cloud usluga [12].

AWS je transformisao način na koji preduzeća upravljaju IT resursima tako što im je omogućio pristup resursima koji su ranije bili rezervisani samo za najveće kompanije sa sopstvenim data centrima. Sa AWS-om, male i srednje kompanije sada mogu da pristupe istoj infrastrukturi i alatima kao i globalni lideri u industriji. Time je smanjena potreba za velikim kapitalnim ulaganjima u IT infrastrukturu, dok su operativni troškovi postali predvidljiviji i fleksibilniji. Pored toga, AWS je omogućio preduzećima da brzo razvijaju, testiraju i lansiraju nove proizvode i usluge, što je dodatno ubrzalo inovacije u brojnim sektorima.

Osim uštede u troškovima, AWS je takođe doneo značajnu operativnu efikasnost. Kompanije više ne moraju da troše resurse na održavanje i ažuriranje servera, što je značajno rasteretilo IT timove. Sa AWS-ovim modelom "plaćanja po korišćenju" (pay-as-you-go), kompanije mogu lako da skaliraju svoje resurse u skladu sa rastom poslovanja, bez potrebe za velikim unapred ulaganjima. Ovo je posebno korisno za kompanije sa sezonskim ili promenljivim opterećenjima, koje mogu da povećaju ili smanje korišćenje cloud resursa u zavisnosti od trenutnih potreba.

## 3.2 Usluge i funkcionalnosti

AWS nudi širok spektar servisa koji omogućavaju kompanijama da grade, upravljaju i skaliraju svoje aplikacije i IT resurse u oblaku. Ključni servisi u AWS infrastrukturi pokrivaju sve aspekte, od bezbednosti do skladištenja i baza podataka.

### **3.2.1 Bezbednost i upravljanje nalozima**

AWS posvećuje veliku pažnju bezbednosti, nudeći niz servisa koji omogućavaju korisnicima zaštitu podataka i resursa. Servisi kao što su **AWS Identity and Access Management (IAM)** omogućavaju preciznu kontrolu pristupa, dok **AWS Shield i AWS WAF** štite aplikacije od DDoS napada i drugih pretnji. Takođe, AWS pomaže kompanijama u ispunjavanju standarda usklađenosti (compliance) kroz servise kao što su **AWS Artifact** i **AWS Config**, koji pomažu u praćenju sigurnosnih politika i revizija [13].

### **3.2.2 Mrežni servisi i isporuka sadržaja**

AWS nudi robusne mrežne servise za povezivanje aplikacija i korisnika, kao i isporuku sadržaja. **Amazon Virtual Private Cloud (VPC)** omogućava kreiranje izolovanih mrežnih okruženja u oblaku, pružajući potpunu kontrolu nad mrežnom arhitekturom. **Amazon CloudFront** je globalna mreža za isporuku sadržaja (CDN) koja kešira sadržaj na lokacijama širom sveta, omogućavajući brži pristup podacima krajnjim korisnicima. **Elastic Load Balancing (ELB)** pomaže u distribuciji mrežnog saobraćaja kako bi se osigurao visok nivo dostupnosti aplikacija [14].

### **3.2.3 Računarski resursi**

**Amazon EC2** je ključni AWS servis za računarske resurse, pružajući skalabilne virtuelne mašine (instance) koje korisnici mogu konfigurisati u skladu sa potrebama svojih aplikacija. Osim EC2, AWS nudi i bezserverne opcije poput **AWS Lambda**, koja omogućava pokretanje koda bez potrebe za upravljanjem serverima. Lambda automatski pokreće aplikacije kao odgovor na događaje, čime omogućava visoku fleksibilnost i smanjenje troškova [15].

### **3.2.4 Skladištenje**

AWS nudi raznovrsne opcije za skladištenje podataka. **Amazon S3** (Simple Storage Service) je skalabilno rešenje za skladištenje podataka koje omogućava pristup velikim količinama podataka, dok je **Amazon Glacier** optimizovan za dugotrajno i jeftino arhiviranje podataka. **Amazon EBS** (Elastic Block Store) je dizajniran za upotrebu sa EC2 instancama, pružajući nisku latenciju i visoke performanse za aplikacije koje zahtevaju brz pristup podacima [16].

### **3.2.5 Baze podataka**

AWS nudi niz upravljanih usluga baza podataka, kao što su **Amazon RDS** za relacione baze podataka**, Amazon DynamoDB** za NoSQL baze podataka, i **Amazon Aurora** za MySql i Postgres. Ovi servisi omogućavaju korisnicima da skaliraju svoje baze podataka i upravljaju podacima sa minimalnim naporom, eliminisajući potrebu za ručnim održavanjem infrastrukture baza podataka [17].

**AWS je rasprostranjen širom sveta kroz svoje regione i zone dostupnosti (regions and availability zones). AWS Regioni** predstavljaju fizičke lokacije koje obično sadrže tri ili više zona dostupnosti (Availability Zones). Trenutno postoji 24 AWS regiona širom sveta koji se vide na slici 3.1. Svaki region je dizajniran da pruži fizičku odvojenost kako bi se povećala otpornost i smanjio rizik od gubitka podataka usled lokalnih katastrofa ili prekida. Ovi regioni omogućavaju korisnicima da hostuju aplikacije i podatke u blizini svojih krajnjih korisnika, smanjujući latenciju i poboljšavajući performanse [18].

Zona dostupnosti je jedan ili više diskretnih data centara sa redundantnim napajanjem, mrežom i povezanošću unutar jedne AWS regije. AZ-ovi omogućavaju korisnicima da pokreću produkcione aplikacije i baze podataka koje su visoko dostupne, otporne na greške i skalabilnije nego što bi to bilo moguće sa jednim data centrom. Sve zone dostupnosti u AWS regiji su međusobno povezane mrežom visokog protoka sa niskom latencijom, putem potpuno redundantne, namenski izgrađene metro optičke infrastrukture, koja omogućava visok protok i nisku latenciju između zona. Sav saobraćaj između zona je enkriptovan. Performanse mreže su dovoljne da omoguće sinhronizovanu replikaciju između zona. Zone dostupnosti olakšavaju particionisanje aplikacija kako bi se postigla visoka dostupnost. Ako je aplikacija podeljena između više zona dostupnosti, kompanije su bolje zaštićene od problema kao što su nestanak struje, udari groma, tornada, zemljotresi i slično. Zone dostupnosti, odnosno data centri, su fizički odvojeni na značajnoj udaljenosti, nekoliko kilometara, od bilo koje druge zone dostupnosti, ali su svi unutar 100 km (60 milja) jedni od drugih [18].

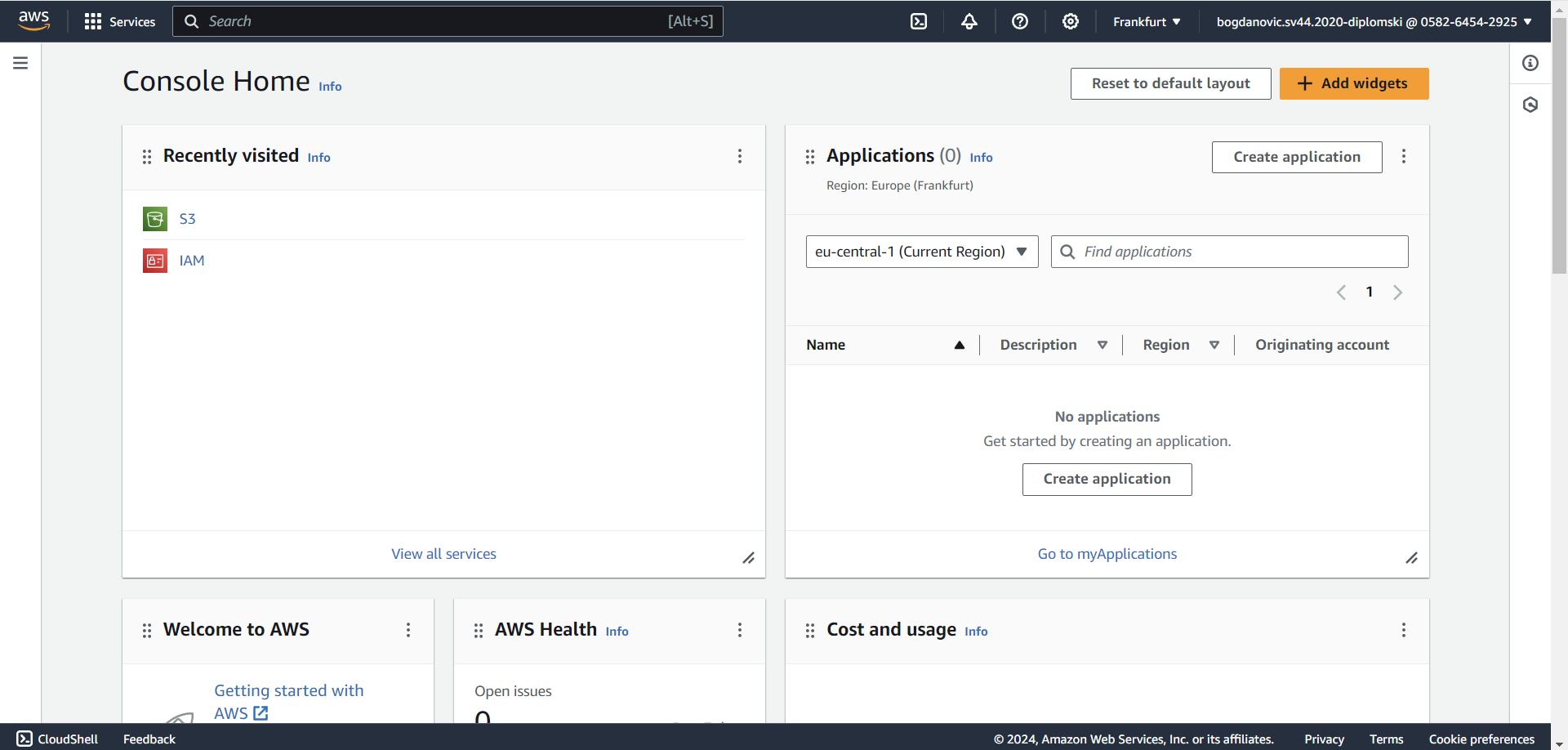


Slika 3.1 pregled AWS regiona

## 3.3 Alati za razvoj

AWS nudi širok spektar alata i servisa koji olakšavaju razvoj, upravljanje i automatizaciju cloud resursa. Ovi alati su ključni za programere, administratore i IT timove jer omogućavaju efikasno upravljanje infrastrukturom i aplikacijama koje koriste AWS.

AWS Management Console je korisnički interfejs koji omogućava korisnicima jednostavan pristup i upravljanje svim AWS servisima i resursima. Na slici 3.2 može se videte kako izgleda AWS Management Console. Kroz konzolu, korisnici mogu kreirati, konfigurisati i nadgledati svoje resurse, uključujući računske instance, skladište podataka, mreže i sigurnosne postavke. Konzola nudi intuitivan vizuelni pregled resursa i interakciju sa AWS okruženjem bez potrebe za pisanjem koda, što je korisno i za početnike i za iskusne korisnike. [20]



Slika 3.2 Snimak ekrana AWS Management console

AWS Software Development Kit (SDK) i Command Line Interface (CLI) su alati za programere i administratore koji žele da automatizuju i interaguju sa AWS servisima putem skripti i aplikacija. AWS SDK omogućava programerima da koriste popularne programske jezike poput Jave, Python-a, i JavaScript-a za kreiranje aplikacija koje direktno komuniciraju sa AWS servisima. S druge strane, AWS CLI omogućava jednostavnu interakciju sa AWS resursima putem komandne linije, što je idealno za automatizaciju zadataka, poput pokretanja novih instanci ili upravljanja skladištem [21].

AWS servisima moguće je i upravljati putem programskih jezika, ova usluga se zove infrastruktura kao kod (Infrastructure as Code). Postoji nekoliko ovakvih alata: AWS CloudFormation, AWS CDK, Terraform i drugi. Ovi alati omogućavaju korisnicima da definišu i automatizuju kreiranje i održavanje infrastrukture putem šablona. AWS CloudFormation je AWS-ov alat koji omogućava kreiranje kompletne infrastrukture koristeći JSON ili YAML fajlove [22]. AWS Cloud Development Kit (CDK) okvir za razvoj softvera koji omogućava definisanje cloud infrastrukture putem koda i njeno provisionovanje kroz AWS CloudFormation, a podržava programske jezike TypeScript, JavaScript, Python, Java, C#/.Net, i Go, koji olakšavaju pravljenje komponenti i smanjuju mogućnost greške kod programera, za razliku od pisanja JSON ili YAML fajla [23]. Terraform, koji nije specifičan za AWS, pruža slične funkcionalnosti, ali je kompatibilan i sa drugim cloud provajderima [24]. Korišćenje alata za infrastrukturu kao kod smanjuje mogućnost ljudske greške i olakšava upravljanje složenim cloud okruženjima, omogućavajući lako repliciranje i skaliranje infrastructure.

# 4 Microsoft Azure

## 4.1 Istorijat

Microsoft Azure je prvi put najavljen 28. oktobra 2008. godine. Operativni sistem za cloud computing, namenjen poslovnim korisnicima i developerima, bez potrebe za dodatnim kodiranjem. Prvobitni naziv Windows Azure bio je nameran odgovor na konkurenciju Amazon EC2 i Google App Engine. Windows Azure je izgrađen kao proširenje Windows NT-a, što je predstavljalo početak Microsoft Cloud Platform as a Service (PaaS).

Windows Azure je postao komercijalno dostupan početkom 2010. godine, kada su dodate nove usluge. Jedna od mnogih dodatih usluga bila je popularna .NET Framework 4, koja je podržavala Microsoft SQL Server. Takođe, vredne dodatne usluge uključuju verzionisanje operativnog sistema, Content Delivery Network (CDN) koja se koristi za keširanje statičkih resursa sajtova geografski bliže korisnicima kako bi se poboljšale performanse, i Microsoft Azure Service Bus koji je korišćen za povezivanje lokalnih aplikacija, cloud aplikacija i Azure-ovih sopstvenih usluga.

Pojava Kubernetes-a, koje je promenilo način na koji se obavljaju cloud operacije, nateralo je Microsoft da iskoristi ovaj trend lansiranjem Azure Arc-a. Ovaj servis omogućava korisnicima da upravljaju virtuelnim mašinama (VM-ovima), fizičkim ili lokalnim mašinama i drugim radnim opterećenjima kojima upravlja Kubernetes sa jedne kontrolne ploče. Azure Arc ima prednost nad konkurentima jer omogućava da tradicionalna i moderna radna opterećenja budu na istom nivou.

Azure trenutno nudi preko 600 usluga, što dodatno potvrđuje viziju i pristup Microsofta u promeni dinamike Azure-a i cloud platforme u industriji. Microsoft Azure pruža kombinaciju različitih tehnoloških usluga kao što su Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) i Infrastructure as a Service (IaaS), što čini odnos sa korisnicima vrlo prijateljskim i prilagodljivim [25].

## 4.2 Usluge i funkcionalnosti

Microsoft Azure nudi širok spektar servisa koji omogućavaju izgradnju aplikacija u oblaku. Ključni tipovi servisa uključuju bezbednost, mrežne servise, računarstvo, skladištenje i baze podataka

### 4.2.1 Bezbednost i zaštita podataka

Microsoft Azure posvećuje posebnu pažnju bezbednosti i zaštiti podataka, pružajući korisnicima široku paletu sigurnosnih servisa. Azure Active Directory (Azure AD) omogućava napredne funkcije upravljanja identitetima i pristupima, što pomaže organizacijama da osiguraju sigurnu autentifikaciju korisnika i aplikacija. Pored toga, Azure Security Center omogućava stalni nadzor i evaluaciju sigurnosnih politika, dok Azure Policy pomaže u usklađivanju sa standardima usklađenosti i automatizovanim proverama [26].

### 4.2.2 Mrežni servisi i isporuka sadržaja

Azure nudi fleksibilne opcije za mrežnu povezanost i isporuku sadržaja. Azure Virtual Network (VNet) omogućava kreiranje privatnih mrežnih okruženja u oblaku, čime korisnici dobijaju potpunu kontrolu nad mrežnom arhitekturom. Azure Content Delivery Network (CDN) pruža globalnu infrastrukturu za keširanje sadržaja i bržu isporuku krajnjim korisnicima, što je posebno korisno za web aplikacije sa velikim obimom saobraćaja. Takođe, Azure Load Balancer automatski balansira mrežni saobraćaj između resursa, što doprinosi visokoj dostupnosti aplikacija [26].

### 4.2.3 Računarski resursi

Jedan od ključnih servisa u Azure ekosistemu su virtuelne mašine (Azure Virtual Machines), koje omogućavaju korisnicima skalabilne i prilagodljive računarske resurse za različite tipove aplikacija. Pored toga, Azure nudi i bezserverne opcije poput Azure Functions, koja omogućava pokretanje koda bez potrebe za upravljanjem infrastrukturom, čime se povećava agilnost i smanjuju operativni troškovi. Azure Kubernetes Service (AKS) omogućava orkestraciju kontejnera, čineći implementaciju i upravljanje aplikacijama efikasnijim i skalabilnijim [26].

### 4.2.4 Skladištenje

Azure nudi raznovrsne opcije skladištenja podataka koje zadovoljavaju potrebe za visokim performansama, skalabilnošću i sigurnošću. Azure Blob Storage je jedno od najčešće korišćenih rešenja za skladištenje neorganizovanih podataka, dok je Azure Disk Storage optimizovan za visoko-performantne aplikacije sa niskom latencijom. Za dugotrajno skladištenje podataka, Azure Archive Storage omogućava efikasno arhiviranje uz niske troškove, a Azure Files omogućava deljenje fajlova među korisnicima [26].

### 4.2.5 Baze podataka

Azure nudi upravljane usluge za baze podataka koje olakšavaju upravljanje i skaliranje podataka bez potrebe za upravljanjem infrastrukturom. Azure SQL Database pruža visoko dostupnu i sigurnu relacionu bazu podataka, dok je Azure Cosmos DB dizajniran za NoSQL baze podataka sa globalnom distribucijom. Takođe, Azure Data Lake omogućava organizacijama da upravljaju velikim količinama podataka za analitiku i poslovne procese, pružajući fleksibilnost i skalabilnost u radu sa velikim podacima [26].

Slično kao i AWS, Microsoft Azure je organizovan u regione i zone dostupnosti rasprostranjene širom sveta. Ovakva organizacija omogućava oporavak od katastrofa i hostovanje aplikacije bliže krajnjim korisnicima, što smanjuje vreme odaziva aplikacije. Mnoge Azure regije imaju zone dostupnosti (availability zone), koje su odvojene grupe data centara unutar jedne regije. Zone dostupnosti su dovoljno blizu da imaju veze sa niskom latencijom prema drugim zonama dostupnosti. Povezane su mrežom visokih performansi sa round-trip latencijom manjom od 2ms. Takođe, zone dostupnosti su dovoljno udaljene da smanje verovatnoću da će više od jedne biti pogođeno lokalnim prekidima ili vremenskim nepogodama. Zone dostupnosti imaju nezavisnu infrastrukturu za napajanje, hlađenje i mrežu. Dizajnirane su tako da, ako jedna zona doživi prekid rada, regionalne usluge, kapacitet i visoka dostupnost budu podržane od strane preostalih zona [27].

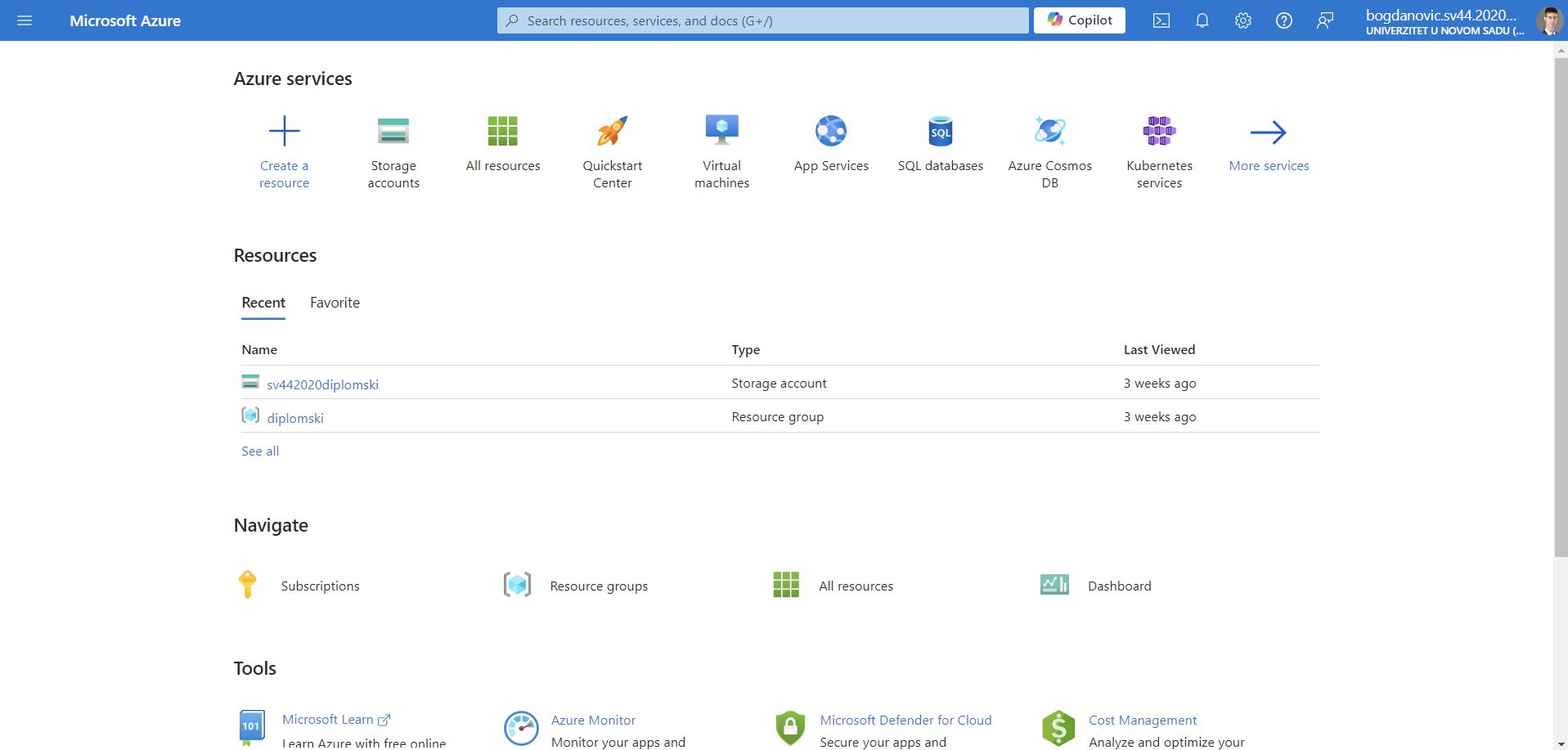


Slika 4.1 pregled Azure regiona

## 4.3 Alati za razvoj

Microsoft Azure pruža širok spektar alata i servisa koji olakšavaju razvoj, upravljanje i automatizaciju cloud resursa. Ovi alati su ključni za programere, administratore i IT timove jer omogućavaju efikasno upravljanje infrastrukturom i aplikacijama koje koriste Azure.

Azure portal je veb-bazirana, objedinjena konzola koja vam omogućava kreiranje i upravljanje Azure resursima koristeći grafički interfejs, koji se vidi na slici 4.2. U portalu moguće je kreirati, upravljati i nadgledati sve, od jednostavnih veb aplikacija do složenih cloud implementacija. Na primer, moguće je postaviti novu bazu podataka, povećati računske kapacitete virtuelnih mašina i pratiti mesečne troškove. Azure portal je dizajniran za otpornost i kontinuiranu dostupnost. Ima prisustvo u svakom Azure data centru. Ova konfiguracija čini Azure portal otpornim na pojedinačne kvarove data centara i pomaže u izbegavanju usporavanja mreže time što je blizu korisnicima [28].



Slika 4.2 Snimak ekrana Azure portala

# 5 Skladištenje: AWS S3 vs Azure Blob Storage

Azure Blob Storage je potpuno upravljana usluga skladištenja objekata koju pruža Microsoft Azure. Dizajniran je za nestrukturirane podatke, kao što su slike, video zapisi, audio fajlovi i dokumenti. Azure Blob Storage podržava različite nivoe pristupa podacima: Hot, Cool i Archive, što omogućava skladištenje podataka na različitim nivoima pristupačnosti i troškova. Amazon S3 (Simple Storage Service) je takođe potpuno upravljana usluga skladištenja objekata koju pruža Amazon Web Services (AWS). Kao i Azure Blob Storage, dizajniran je za nestrukturirane podatke i podržava različite nivoe pristupa podacima: Standard, Intelligent-Tiering i Glacier. Kratak pregled njihovih razlika predstavljen je u tabeli 5.1.

Jedna od funkcija Azure Blob Storage-a je podrška za Azure Data Lake Storage Gen2. Ovo omogućava skladištenje i analizu velikih količina podataka u njihovom izvornom formatu, kao što su Parquet, Avro i JSON, i izvođenje analitike velikih podataka koristeći Azure Data Lake Analytics i Azure HDInsight. Azure Blob Storage takođe podržava politike životnog ciklusa, koje omogućavaju automatski prelazak podataka na jeftinije nivoe skladištenja kako stare. Amazon S3, s druge strane, podržava Amazon S3 Select, koji omogućava preuzimanje samo potrebnih podataka iz objekta, umesto celog objekta. Ovo može značajno smanjiti vreme i troškove preuzimanja podataka, posebno za velike objekte. Amazon S3 takođe podržava politike životnog ciklusa, koje omogućavaju automatski prelazak podataka na jeftinije nivoe skladištenja kako stare.

I Azure Blob Storage i Amazon S3 su visoko skalabilni, što znači da je moguće lako povećati ili smanjiti količinu skladišta koja je potrebna kako količina podataka raste ili opada.

Azure Blob Storage podržava autentifikaciju putem Azure Active Directory (AAD), što vam omogućava kontrolu pristupa podacima korišćenjem Azure AD identiteta. Takođe podržava enkripciju, koja omogućava šifrovanje podataka u mirovanju i tokom prenosa. Amazon S3, s druge strane, podržava sigurnosne funkcije kao što su Liste kontrole pristupa (ACLs) i Amazon S3 bucket polise, koje vam omogućavaju kontrolu pristupa podacima koristeći AWS identitete. Takođe podržava enkripciju, koja omogućava šifrovanje podataka u mirovanju i tokom prenosa.

Cena je još jedan važan faktor prilikom odabira rešenja za skladištenje u oblaku. I Azure Blob Storage i Amazon S3 nude modele naplate " plati koliko trošiš," što znači da plaćate samo za skladištenje i prenos podataka koje koristite. Azure Blob Storage se naplaćuje na osnovu količine uskladištenih podataka, broja izvršenih operacija i prenosa podataka izvan Azure-a. Takođe naplaćuje povlačenje podataka iz Cool i Archive nivoa. Amazon S3 se takođe naplaćuje na osnovu količine uskladištenih podataka, broja izvršenih zahteva i prenosa podataka izvan AWS-a. Takođe naplaćuje povlačenje podataka iz Intelligent-Tiering i Glacier nivoa.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sposobnost** | **AWS S3** | **Azure Blob Storage** |
| Tip skladišta | Objekat | Objekat |
| Nivoi pristupa podacima | Standard, Intelligent-Tiering, Glacier | Hot, Cool, Archive |
| Maksimalni kapacitet | 100 PB | 100 PB |
| Maksimalna veličina datoteke | 5 TB | 4,77 TB |
| Big data analitika | Nema | Azure Data Lake Storage Gen2 |
| Selekcija dela fajla | S3 Select | Nema |
| Automatsko brisanje datoteka | Ima (lifecycle policy) | Ima (lifecycle policy) |
| Sigurnosne mere | Azure AD autentikacija, Azure enkripcija skladišta | Liste kontrole pristupa (ACL), polise za bucket, enkripcija |
| Optimizacija | Učestalo pristupanje | Pristupanje velikim datotekama, analitika |

Tabela 5.1 prikaz razlika u AWS S3 i Azure Blob Storage

Oba servisa pružaju slične usluge i funkcionišu slično sa korisničke strane, ali ipak imaju malo drugačije primene. Uglavnom, AWS S3 je bolji kao generalno skladište objekata jer je duže u razvoju i upotrebi i samim tim “zreliji”, dok je Azure Blob Storage bolji za velike podatke i analitiku jer ima takve mogućnosti ugrađene.

# 6 Rešenje

xd

# 7 Zaključak

# Literatura

[1] <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-the-cloud>

[2] <https://www.ibm.com/topics/iaas-paas-saas>

[3] <https://cloud.google.com/discover/types-of-cloud-computing>

[4] <https://aws.amazon.com/what-is/cloud-infrastructure/>

[5] <https://www.akamai.com/glossary/what-are-cloud-resources>

[6] <https://ecscomputers.co.uk/characteristics-of-cloud-computing/>

[7] <https://cloud.google.com/learn/paas-vs-iaas-vs-saas>

[8] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124114548000048>

[9] <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-cloud-infrastructure>

[10] <https://aws.amazon.com/what-is/data-center/>

[11] <https://aws.amazon.com/about-aws/our-origins/>

[12] <https://www.statista.com/chart/18819/worldwide-market-share-of-leading-cloud-infrastructure-service-providers/>

[13] <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/security-services.html>

[14] <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/networking-services.html>

[15] <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/compute-services.html>

[16] <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/storage-services.html>

[17] <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/database.html>

[18] <https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/regions_az/>

[19] <https://ercanermis.com/importance-of-regions-and-availability-zones-on-aws/>

[20] <https://docs.aws.amazon.com/awsconsolehelpdocs/latest/gsg/what-is.html>

[21] <https://aws.amazon.com/what-is/sdk/>

[22] <https://docs.aws.amazon.com/AWSCloudFormation/latest/UserGuide/Welcome.html>

[23] <https://docs.aws.amazon.com/cdk/v2/guide/home.html>

[24] <https://developer.hashicorp.com/terraform/intro>

[25] <https://techcommunity.microsoft.com/t5/educator-developer-blog/the-history-of-microsoft-azure/ba-p/3574204>

[26] <https://azure.microsoft.com/en-us/products>

[27] <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/reliability/availability-zones-overview>

[28] <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/azure-portal/azure-portal-overview>