Pregled usluga računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka

Tipurić, Mateo

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:571721

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PREGLED USLUGA RAČUNALSTVA U OBLAKU ZA OBRADU PROMETNIH PODATAKA

OVERVIEW OF CLOUD COMPUTING SERVICES FOR TRAFFIC DATA PROCESSING

Mentor: izv. prof. dr. sc. Edouard Ivanjko

Neposredni voditelj: Krešimir Kušić, mag. ing. traff.

Student: Mateo Tipurić

JMBAG: 0117229712

Zagreb, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 11. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Računalstvo**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6465

Pristupnik: **Mateo Tipurić (0117229712)**
Studij: Promet
Smjer: Informacijsko-komunikacijski promet

Zadatak: **Pregled usluga računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka**

Opis zadatka:

Usluge računalstva u oblaku su sve bitnije za sigurno spremanje velikih količina podataka, jednostavni daljinski rad raznih aplikacija i brzu obradu velike količina podataka. Pritom sve bitnija postaje obrada prometnih podataka s atributima koji opisuju korištenje komunikacijske mreže. U ovom završnom radu potrebno je opisati razvoj računalstva u oblaku, navesti prednosti i nedostatke njegova korištenja, objasniti arhitekturu računalstva u oblaku i identificirati pripadne glavne uloge, aktivnosti i funkcije u računalstvu u oblaku te navesti modeli pružanja usluga u računalstvu u oblaku. Naglasak pregleda usluga računalstva u oblaku je potrebno stavit na obradu prometnih podataka; odnosno analizu dostupnih usluga na tržištu te opisati pripadne značajke i mogućnosti. Kao primjer obrade prometnih podataka u oblaku primijeniti skup podataka vezan za kašnjenje telekomunikacijske mreže.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Edouard Ivanjko

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

SAŽETAK

Naslov: Pregled usluga računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka

S obzirom da računalstvo u oblaku predstavlja novu tehnologiju u nastajanju koja će značajno promijeniti područje informacijsko-komunikacijskih tehnologija i voditi ga u sljedećim desetljećima, cilj ovog završnog rada je pregled pružatelja usluga računalstva u oblaku primjenjivih za obradu prometnih podataka. U svijetu je trenutno dostupno više od 33 tisuće pružatelja raznih usluga računalstva u oblaku stoga je odabir platforme koja će kvalitetno zadovoljiti zahtjeve klijenata od velike važnosti, a svodi se i ovisi o pojedinačnim preferencijama ili potrebama klijenata. Nakon detaljnog prikaza platformi, koje nude usluge računalstva u oblaku, u ovom završnom radu prikazan je primjer primjene i obrade prometnih podataka koristeći program Power BI platforme Microsoft Azure koja se pokazala itekako prikladnom za grupiranje i vizualizaciju istih.

KLJUČNE RIJEČI: računalstvo u oblaku; pružatelji usluga; obrada prometnih podataka

SUMMARY

Title: Overview of Cloud Computing Services for Traffic Data Processing

Given that cloud computing is a new emerging technology that will significantly change the field of information-communication technologies and guide it in the coming decades, the aim of this thesis is to review cloud computing service providers applicable to traffic data processing. There are currently more than 33,000 providers of various cloud computing services available worldwide, thus, choosing a platform that will meet customer requirements is of significant importance, and it comes down to individual preferences or customer needs. After a detailed overview of platforms offering cloud computing services, this thesis presents an example of the application and processing of traffic data using the Power BI program of the Microsoft Azure platform, which proved to be very suitable for grouping and visualizing traffic data.

KEYWORDS: cloud computing; service providers; traffic data processing

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Osnovno o oblaku i računalstvu u oblaku 2
2.1. Povijest i razvoj računalstva u oblaku 2
2.2. Prednosti i nedostaci korištenja računalstva u oblaku 3
3. Arhitektura okruženja računalstva u oblaku 5
3.1. Korisnik oblaka 6
3.2. Pružatelj usluga u oblaku 7
3.3. Posrednik u oblaku 8
3.4. Revizor oblaka 9
3.5. Nositelj infrastrukture oblaka 10
4. Modeli pružanja usluga u računalstvu u oblaku 11
4.1. Pregled najboljih dostupnih pružatelja usluga računalstva u oblaku 11
4.1.1. Microsoft Azure 11
4.1.2. Amazon Web Services 13
4.1.3. Google Cloud 13
4.1.4. IBM Cloud 15
4.1.5. Oracle Cloud Infrastructure 15
4.1.6. CloudLinux 16
4.1.7. Usporedba pružatelja usluga računalstva u oblaku 17
4.2. Pregled najboljih dostupnih analitičkih platformi za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku 20
4.2.1. Azure Stream Analytics 21
4.2.2. AWS Analytics 21
4.2.3. IBM Cognos Analytics 22
4.2.4. Qlik Sense 22
4.2.5. Domo 23
4.2.6. Zoho Analytics 23
4.2.7. Usporedba analitičkih platformi za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku 23
5. Primjena računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka 27
6. Primjer obrade prometnih podataka u oblaku 29
6.1. Stabilnost LAN mreže u Kaggle-u 29

6.2. Uvoz podataka u Power BI iz Excel-a 30
6.3. Obrada i vizualizacija podataka putem Power BI u Microsoft Azure-u 33
6.3.1. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za radne dane 34
6.3.2. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za vikend 35
6.3.3. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za cijeli tjedan 36
6.3.4. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za ukupni period mjerenja 38
7. Zaključak 40
Literatura 42
POPIS SLIKA 44
POPIS TABLICA 45

1. Uvod

Usluge u oblaku već su stvarnost, pa čak i ako su korak ispred zakonodavstva. Temeljitom analizom mogu se identificirati, u većini slučajeva, rješenja koja pokrivaju većinu rizika povezanih s uporabom sustava ove vrste. Računanje u oblaku dugo je očekivano rješenje velikih korporacija - i ne samo njih - radi pojednostavljenja mrežne infrastrukture potrebne za obavljanje njihovih aktivnosti te smanjenja troškova opreme i održavanja. Unatoč nadaleko poznatim prednostima računalstva u oblaku, veliko uvođenje usluga računalstva u oblaku može stvoriti niz rizika povezanih sa zaštitom podataka, osobito u onom što se tiče nedostatka kontrole nad osobnim podatcima i nedovoljnih informacija o tome kako, gdje i tko je zadužen za obradu podataka. Ove rizike treba pažljivo procijeniti kada tvrtka namjerava ugovoriti usluge davatelja usluga računalstva u oblaku.

Cilj ovog završnog rada je dati pregled usluga računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka. Opisat će se povijest i razvoj računalstva u oblaku te navesti prednosti i nedostaci njihova korištenja. Definirat će se arhitektura računalstva u oblaku te identificirati glavne uloge, njihove aktivnosti i funkcije u računalstvu u oblaku. Također navest će se i modeli pružanja usluga u računalstvu u oblaku. Nadalje, dat će se pregled usluga računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka; to jest analizirat će se dostupne usluge na tržištu te opisati njihove značajke i mogućnosti. Na kraju završnog rada opisana je primjena usluga obrade prometnih podataka na platformi Power BI koja nudi takvu uslugu.

Ovaj završni rad je strukturiran kako slijedi. Nakon uvodnog poglavlja, drugo poglavlje objašnjava osnove računalstva u oblaku. Sljedeće treće poglavlje pojašnjava arhitekturu računalstva u oblaku te aktivnosti i funkcije njihovih glavnih uloga. Prikaz najboljih dostupnih pružatelja usluga računalstva u oblaku i analitičkih platformi za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku dan je u četvrtom poglavlju. U petom i šestom poglavlju prikazana je primjena usluge obrade prometnih podataka na platformi Power BI. Na kraju završnog rada dan je kratak zaključak sa smjernicama za nastavak rada te pregled korištene literature.

2. Osnovno o oblaku i računalstvu u oblaku

Jednostavno rečeno, računalstvo u oblaku znači pružanje procesorske snage elektroničkim uređajima (osobnim računalima, tabletima, pametnim telefonima) putem udaljene infrastrukture. Računarstvo u oblaku nema međunarodno prihvaćenu definiciju, ali neke su institucije pokušale definirati ovaj fenomen. Na primjer, Nacionalni institut za standarde i tehnologiju Sjedinjenih Država (engl. *National Institute of Standards and Technology,* NIST) definirao je računalstvo u oblaku kao „model za omogućavanje sveprisutnog, odgovarajućeg, mrežnog pristupa na zahtjev za dijeljenje konfigurabilnih računalnih resursa (npr. mreže, poslužitelja, spremišta podataka, aplikacija i servisa/usluga) koji se mogu brzo omogućiti i dodijeliti uz minimalan napor i interakciju sa davateljem usluge" [1]. Sa druge strane, Europska komisija je rekla da se računalstvo u oblaku može shvatiti kao "pohrana, obrada i uporaba podataka koji se nalaze na udaljenim računalima i kojima se pristupa putem Interneta", što predstavlja daljnju industrijalizaciju (standardizacija, povećanje, široko rasprostranjena dostupnost) pružanja računalne snage ("komunalno računanje") na isti način na koji su elektrane industrijalizirale opskrbu električnom energijom" [2].

U ovome poglavlju daje se kratki osvrt na oblak i računalstvo u oblaku pri čemu se osvrće na povijest i razvoj računalstva u oblaku te se ukazuje na prednosti i nedostatke njihova korištenja.

2.1. Povijest i razvoj računalstva u oblaku

Rođenje Interneta bilo je predviđeno otprilike dva desetljeća ranije kada je John McCarthy 1961. godine rekao kako će buduća računala biti organizirana kao javna poduzeća poput telefonskog sustava te da bi računalni program mogao postati temelj nove i važne industrije. Nije ni znao da neće proći dugo prije nego što se ovaj njegov san ostvario. Do 1970. -ih godina, korisnici glavnog računala vidjeli su prvu implementaciju virtualizacije i simetričnog višestrukog procesiranja, gdje su različiti korisnici mogli koristiti resurse jednog stroja za istodobno izvršavanje različitih procesa. No, kako se Internet nastavio širiti, organizacije, istraživači i akademici počeli su se boriti sa zabrinutostima u vezi s visokim troškovima računala u to vrijeme i samo rijetko isprekidanim računalnim potrebama; nisu mogli opravdati visoka ulaganja u računalo koje bi većinu vremena bilo u stanju mirovanja. Kako bi ublažili ove zabrinutosti, poduzetnici su došli na ideju "iznajmljivanja" vremena, omogućujući organizacijama i korisnicima da posjeduju ili se pretplate na računalne resurse po mnogo nižim cijenama. Sada je korisnicima omogućen pristup velikim računalnim sustavima velikih računala

s manje klijenata/terminalnih strojeva, koji se često nazivaju i „statičkim terminalima" jer su se uglavnom koristili za komunikaciju, ali nisu imali mogućnosti interne obrade. Ova je ideja pomogla u povećanju učinkovitosti skupih računalnih sustava i smanjivanju razdoblja mirovanja dopuštajući više korisnika da dijele i fizički pristup računalu s više terminala, kao i resurse za obradu (CPU vrijeme, engl. *central processing unit*) čime se omogućuje veći povrat ulaganja za tvrtke koje su to prakticirale. Ta je tehnologija evoluirala kroz različite nomenklature - kao što su daljinski unos posla (engl. *Remote Job Entry*) 1950.-ih, zajednički i namjenski web hosting (koji su oblici virtualnog web hostinga) od 1995. do 1997. godine, virtualni privatni poslužitelj oko 1998. godine - da bi oko tri desetljeća kasnije postalo računalstvo u oblaku. Nakon standardizacije Interneta i njegovih protokola devedesetih godina, oko 1995. godine, tvrtka SalesForce započela je udomljavanje i distribuciju programske podrške za upravljanje odnosima s korisnicima putem interneta na osnovi pretplate. Tvrtka je na svojim poslužiteljima ugostila platformu koja je razvojnim programerima aplikacija omogućila izradu aplikacija koje se mogu udomiti na tim poslužiteljima. Ovo je bio jedan od pionirskih primjera virtualizacije sklopovske podrške, što u slobodnom prijevodu znači udomljavanje računala unutar drugog računala i računalstvo u oblaku [3].

2.2. Prednosti i nedostaci korištenja računalstva u oblaku

Računarstvo u oblaku ima niz značajnih prednosti:

- Sklopovska podrška (računala, uređaji za pohranu) u vlasništvu je pružatelja usluga računalstva u oblaku, a ne korisnika koji s njim komunicira putem interneta;
- Upotreba sklopovske podrške dinamički je optimizirana u čitavoj mreži računala, tako da točna lokacija podataka ili procesa, kao i informacije, koji dio sklopovske podrške zapravo opslužuje određenog korisnika u danom trenutku, u načelu ne moraju zabrinuti korisnika, iako to može imati značajan utjecaj na primjenjivo pravno okruženje;
- Davatelji usluga oblaka često premještaju radna opterećenja svojih korisnika (npr. sa jednog računala na drugo ili iz jednog podatkovnog centra u drugo) kako bi optimizirali korištenje dostupne sklopovske podrške;
- Udaljena sklopovska podrška pohranjuje i obrađuje podatke te ih čini dostupnima, npr. putem aplikacija (kako bi tvrtka mogla koristiti svoje računalstvo zasnovano na oblaku na isti način na koji potrošači već danas koriste svoje račune web pošte);
- Organizacije i pojedinci mogu pristupiti njihovom sadržaju, te koristiti njihovu programsku podršku kad i gdje im zatrebaju, npr. na stolnim računalima, prijenosnim računalima, tabletima i pametnim telefonima;

- Postavljanje oblaka sastoji se od slojeva: sklopovske podrške, međuopreme ili platforme i aplikacijske programske podrške. Standardizacija je važna osobito na srednjem sloju jer omogućuje programerima da se obrate širokom rasponu potencijalnih kupaca i daje korisnicima izbor;
- Korisnici obično plaćaju korištenjem, izbjegavajući velike unaprijed i fiksne troškove potrebne za postavljanje i rad sa sofisticiranom računalnom opremom;
- U isto vrijeme, korisnici mogu vrlo lako promijeniti količinu sklopovske podrške koju koriste (npr. s nekoliko klikova mišem donijeti novi kapacitet pohrane na mreži u nekoliko sekundi).

Osim čiste uštede, računarstvo u oblaku može pomoći u prelasku na javne usluge 21. stoljeća koje su interoperabilne, prilagodljive i u skladu s potrebama mobilnog stanovništva i tvrtki koje žele imati koristi od jedinstvenog europskog digitalnog tržišta. Prvi inkrementalni koraci bili bi poboljšana izvedba usluga, poput poboljšane sigurnosti, usluga prilagođenijih korisnicima, mogućnost uvođenja novih usluga jeftino, brzo i fleksibilno, relativna jednostavnost korištenja računalstva u oblaku za stvaranje platformi za društveni angažman ili za određene kampanje i mogućnost boljeg praćenja ishoda. Računarstvo u oblaku moglo bi pomoći u smanjenju javnih troškova i povećanju javnih koristi te dati širu osnovu za gospodarske aktivnosti koje uključuju cijelo stanovništvo [2].

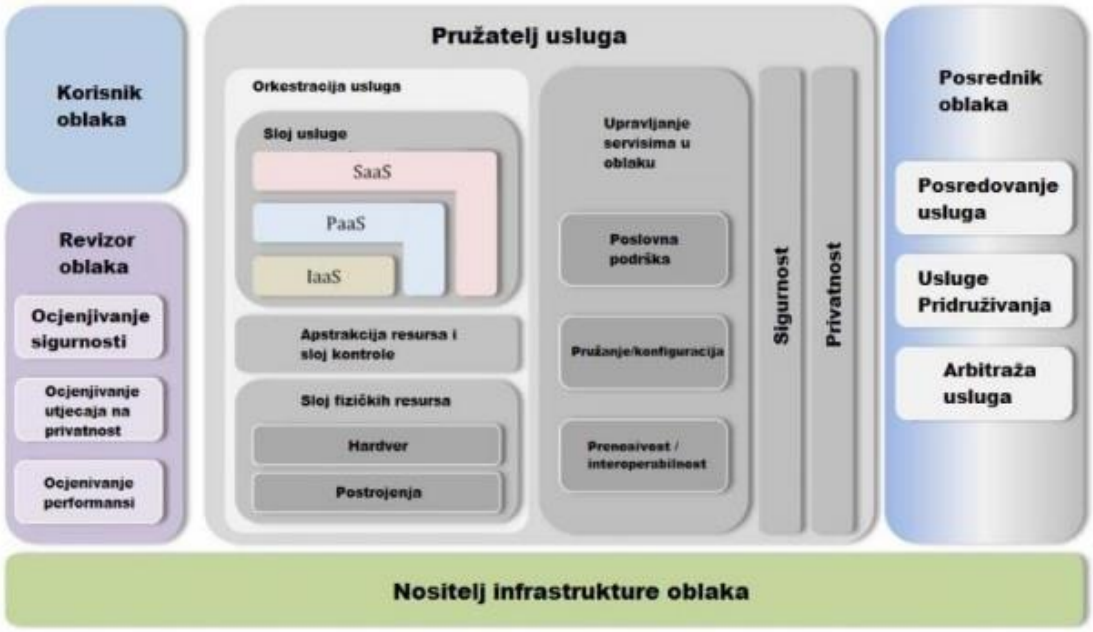
Svaki novčić ima dva lica. To naravno ne znači da računalstvo u oblaku nema nedostataka. Neki od nedostataka tijekom korištenja oblaka mogu se sažeti kao [4]:

- Potrebna je brza mreža i stalno povezivanje;
- Privatnost i sigurnost potencijalno nisu dobri ukoliko pružatelj usluga nije odgovarajuće zaštitio prijenos podataka. Podatci i aplikacija u javnom oblaku možda nisu jako sigurni;
- Katastrofalne situacije su neizbježne i oporavak nije uvijek moguć. Ako oblak izgubi nečije podatke, korisnik i davatelj usluga nailaze na ozbiljne probleme;
- Korisnici imaju vanjsku ovisnost o kritičnim aplikacijama;
- Zahtijeva stalno praćenje i provedbu ugovora o razini usluge.

3. Arhitektura okruženja računalstva u oblaku

Pregled referentne arhitekture računalstva u oblak okruženju koja identificira glavne uloge, njihove aktivnosti i funkcije u računalstvu u oblaku prikazan je na slici 1. Kao što je prikazano na slici 1, referentna arhitektura računalstva u oblak okruženju definira pet glavnih uloga [5]:

1. Korisnik oblaka;
2. Pružatelj usluga u oblaku;
3. Posrednik u oblaku;
4. Revizor oblaka;
5. Nositelj infrastrukture oblaka.



Slika 1 Referentna arhitektura računalstva u oblaku

Izvor: [6]

Svaka pojedina glavna uloga predstavlja entitet (osobu) ili organizaciju koja sudjeluje u transakciji ili procesu i/ili obavlja zadatke u računalstvu u oblaku. Tablica 1 ukratko prikazuje glavne uloge definirane u referentnoj arhitekturi računalstva u oblak okruženju.

Tablica 1. Identifikacija glavnih uloga definiranih u referentnoj arhitekturi računalstva u oblak okruženju

GLAVNA ULOGA	DEFINICIJA
Korisnik oblaka	Osoba ili organizacija koja održava poslovne odnose s pružateljima usluga u oblaka i koristi ih.
Pružatelj usluga u oblaku	Osoba, organizacija ili subjekt odgovoran za pružanje usluge u oblaku koja je dostupna zainteresiranim stranama.
Posrednik u oblaku	Subjekt koji upravlja korištenjem, izvedbom i isporukom usluga u oblaku te pregovara o odnosima između pružatelja usluga u oblaku i korisnika oblaka.
Revizor oblaka	Stranka koja može provesti neovisnu procjenu usluga u oblaku, operacije informacijskih sustava te provedbu performansi i sigurnosti u oblaku.
Nositelj infrastrukture oblaka	Posrednik koji omogućuje povezivanje i transport usluga u oblaku od pružatelja usluga u oblaku do korisnika oblaka.

3.1. Korisnik oblaka

Korisnik u oblaku glavni je dionik usluge računalstva u oblaku. Korisnik oblaka predstavlja osobu ili organizaciju koja održava poslovni odnos i koristi uslugu pružatelja usluga u oblaku. Korisnik u oblaku pregledava katalog usluga od pružatelja usluga u oblaku, traži odgovarajuću uslugu, postavlja ugovore o uslugama s pružateljem oblaka i koristi uslugu. Nadalje, korisniku u oblaku može se naplatiti pružena usluga i u skladu s tim organizirati plaćanje. Potrebni su im i ugovori o razini usluga u oblaku kako bi odredili tehničke zahtjeve za performanse koje ispunjava pružatelj usluga u oblaku. Ugovori mogu pokriti uvjete koji se odnose na kvalitetu usluge, sigurnost, rješenja za neuspjehe u performansama. Pružatelj usluga u oblaku može također u ugovoru navesti skup obećanja koja se korisnicima izričito ne daju, tj. ograničenja i obveze koje korisnici u oblaku moraju prihvatiti. Korisnik oblaka može slobodno izabrati pružatelja usluga oblaka s boljim cijenama i povoljnijim uvjetima. Obično se o cijenama politike i ugovora pružatelja usluga u oblaku ne može pregovarati, osim ako kupac ne očekuje veliku upotrebu pa postoji mogućnost pregovaranja o boljim ugovorima. Ovisno o zatraženim uslugama, aktivnosti i scenariji korištenja istih mogu se razlikovati među korisnicima oblaka. Usluge u oblaku koje su dostupne korisnicima oblaka su programska

podrška kao usluga (engl. *Software as a service*, SaaS), platforma kao usluga (engl. *Platform as a service*, PaaS) i infrastruktura kao usluga (engl. *Infrastructure as a service*, IaaS).

Korisnici SaaS-a mogu biti organizacije koje svojim članovima omogućuju pristup programskim aplikacijama, krajnji korisnici koji izravno koriste programske aplikacije ili administratori programskih aplikacija koji konfiguriraju aplikacije za krajnje korisnike. Korisnicima SaaS-a može se naplatiti na temelju broja krajnjih korisnika, vremena korištenja, potrošene propusnosti mreže, količine pohranjenih podataka ili trajanja pohranjenih podataka.

Korisnici PaaS-a u oblaku mogu upotrijebiti alate i resurse za izvršenje koje pružaju pružatelji usluga oblaka za razvoj, testiranje, implementaciju i upravljanje aplikacijama udomljenim u oblak okruženju. Korisnici PaaS-a mogu biti programeri aplikacija koji dizajniraju i implementiraju aplikacijski program, testeri aplikacija koji pokreću i testiraju aplikacije u okruženjima zasnovanim na oblaku, implementatori aplikacija koji objavljuju aplikacije u oblaku te administratori aplikacija koji konfiguriraju i prate performanse aplikacija na platformi. PaaS korisnicima se može naplatiti prema, obradi, pohrani baze podataka i mrežnim resursima koje potroši PaaS aplikacija, te trajanju korištenja platforme.

Korisnici IaaS-a imaju pristup virtualnim računalima, mrežnoj memoriji, komponentama mrežne infrastrukture i drugim temeljnim računalnim resursima na kojima mogu postaviti i pokrenuti proizvoljan program. Korisnici IaaS-a mogu biti programeri sustava, administratori sustava i menadžeri iz područja informacijsko-komunikacijskih tehnologija (engl. *Information-communication technology*, ICT), koji su zainteresirani za stvaranje, instaliranje, upravljanje i nadzor usluga za rad ICT infrastrukture. Korisnici IaaS-a imaju mogućnosti pristupa tim računalnim resursima i naplaćuju se prema količini ili trajanju utrošenih resursa, kao što su sati procesora koja koriste virtualna računala, volumen i trajanje pohranjenih podataka, potrošena propusnost mreže, broj IP adrese koje se koriste u određenim intervalima itd.

3.2. Pružatelj usluga u oblaku

Pružatelj usluga oblaka je osoba, organizacija i/ili tijelo odgovorno za stavljanje usluge na raspolaganje zainteresiranim stranama. Pružatelj usluga u oblaku stječe i upravlja računalnom infrastrukturom potrebnom za pružanje usluga, pokreće programske podrške u oblaku koji pruža usluge i dogovara isporuku usluga u oblaku potrošačima u oblaku putem pristupa mreži. Za SaaS, pružatelj usluga u oblaku primjenjuje, konfigurira, održava i ažurira rad programskih aplikacija na infrastrukturi u oblaku tako da se usluge pružaju na očekivanim

razinama usluga korisnicima oblaka. Pružatelj SaaS-a preuzima većinu odgovornosti u upravljanju i kontroli aplikacija i infrastrukture, dok korisnici oblaka imaju ograničenu administrativnu kontrolu nad aplikacijama.

Za PaaS, pružatelj usluga u oblaku upravlja računalnom infrastrukturom za platformu i pokreće programsku podršku koju pružaju komponente platforme, kao što su mnoga izvođenja programa za vrijeme izvođenja, baze podataka i druge komponente međuopreme. PaaS pružatelj usluga u oblaku također podržava razvoj, implementaciju i upravljanje procesom PaaS korisnika pružajući alate kao što su integrirana razvojna okruženja, razvojna verzija programske podrške (engl. *software*) u oblaku, kompleti za razvoj programske podrške, alati za implementaciju i upravljanje. PaaS korisnici u oblaku imaju kontrolu nad aplikacijama i eventualno nekim postavkama okruženja za udomljavanje, ali nemaju ili imaju ograničen pristup infrastrukturi koja se nalazi u osnovi platforme, kao što su mreža, poslužitelji, operacijski sustavi ili pohrana.

Za IaaS, pružatelj usluga u oblaku pribavlja fizičke računalne resurse na kojima se temelji usluga, uključujući poslužitelje, mreže, infrastrukturu za pohranu i udomljavanje. Pružatelj usluga oblaka pokreće programsku podršku u oblaku koja je potrebna kako bi računalni resursi bili dostupni IaaS korisniku putem skupa sučelja usluga i apstrakcija računalnih resursa, poput virtualnih strojeva i virtualnih mrežnih sučelja. IaaS korisnik zauzvrat koristi ove računalne resurse, poput virtualnog računala, za svoje osnovne računalne potrebe. U usporedbi sa SaaS-om i PaaS-om, IaaS korisnik ima pristup temeljnijim oblicima računalnih resursa i tako ima veću kontrolu nad više programskih komponenti u mnoštvu aplikacija, uključujući operacijske sustave i mrežu. IaaS pružatelj usluga, s druge strane, ima kontrolu nad fizičkim sklopovljem (engl. *hardware*) i programskom podrškom u oblaku koji omogućuje pružanje ovih infrastrukturnih usluga, na primjer, fizičkim poslužiteljima, mrežnoj opremi, uređajima za pohranu, operacijskim sustavima domaćina i hipervizorima za virtualizaciju. Aktivnosti pružatelja usluga u oblaku provodi svoje aktivnosti u područjima implementacije usluga, orkestracije usluga, upravljanja uslugama u oblaku, sigurnosti i privatnosti.

3.3. Posrednik u oblaku

Kako se računalstvo u oblaku razvija, integracija usluga u oblaku može biti previše složena za upravljanje korisnicima u oblaku. Korisnik u oblaku može zatražiti usluge u oblaku od posrednika u oblaku, umjesto da se izravno obrati pružatelju usluga u oblaku. Posrednik u oblaku je entitet koji upravlja upotrebom, performansama i isporukom usluga u oblaku te

pregovara o odnosima između pružatelja usluga u oblaku i korisnika oblaka. Općenito, posrednik u oblaku može pružati usluge u tri kategorije:

- Posredovanje u uslugama: Posrednik u oblaku poboljšava danu uslugu poboljšavajući neke specifične sposobnosti i pružajući usluge s dodanom vrijednošću korisnicima oblaka. Poboljšanje može biti upravljanje pristupom uslugama u oblaku, upravljanje identitetom, izvješćivanje o izvedbi, poboljšana sigurnost itd.;
- Usluga pridruživanja: Posrednik u oblaku kombinira i integrira više usluga u jednu ili više novih usluga. Posrednik pruža integraciju podataka i osigurava sigurno kretanje podataka između korisnika oblaka i više pružatelja usluga u oblaku;
- Arbitraža usluga: Arbitraža usluga slična je usluzi pridruživanja, osim što usluge koje se prikupljaju nisu fiksne. Arbitraža usluga znači da posrednik ima fleksibilnost u odabiru usluga iz više agencija. Posrednik u oblaku, na primjer, može koristiti uslugu ocjenjivanja kredita za mjerenje i odabir agencije s najboljim rezultatom.

3.4. Revizor oblaka

Revizor u oblaku je stranka koja može provesti neovisno ispitivanje kontrola usluga u oblaku s namjerom da o tome izrazi mišljenje. Revizije se provode radi provjere sukladnosti sa standardima pregledom objektivnih dokaza. Revizor u oblaku može procijeniti usluge koje pruža pružatelj usluga u oblaku u smislu sigurnosnih provjera, utjecaja na privatnost, performansi itd. Sigurnosne kontrole su upravljačke, operativne i tehničke zaštite ili protumjere koje se koriste unutar organizacijskog informacijskog sustava radi zaštite povjerljivosti, integriteta i dostupnosti sustava i njegovih informacija. Za reviziju sigurnosti, revizor u oblaku može napraviti procjenu sigurnosnih provjera u informacijskom sustavu kako bi utvrdio u kojoj se mjeri kontrole ispravno provode, rade prema namjeni i proizvode željeni ishod s obzirom na sigurnosne zahtjeve za sustav. Revizija sigurnosti također bi trebala uključivati provjeru usklađenosti s propisima i sigurnosnom politikom. Na primjer, revizor može imati zadatak osigurati da se ispravne politike primjenjuju na čuvanje podataka u skladu s relevantnim pravilima za nadležnost. Revizor može osigurati da fiksni sadržaj nije izmijenjen i da su ispunjeni zakonski i poslovni zahtjevi za arhiviranje podataka. Revizija utjecaja na privatnost može pomoći saveznim agencijama da se pridržavaju važećih zakona o privatnosti i propisa koji uređuju privatnost pojedinca te da osigura povjerljivost, integritet i dostupnost osobnih podataka pojedinca u svakoj fazi razvoja i rada.

3.5. Nositelj infrastrukture oblaka

Nositelj infrastrukture oblaka djeluje kao posrednik koji omogućuje povezivanje i transport usluga u oblaku između korisnika oblaka i pružatelja usluga u oblaku. Nositelji infrastrukture oblaka pružaju pristup korisnicima putem mreže, telekomunikacijskih i drugih pristupnih uređaja. Na primjer, korisnici u oblaku mogu dobiti usluge u oblaku putem uređaja za pristup mreži, poput računala, prijenosnih računala, mobilnih telefona, mobilnih internetskih uređaja itd. Distribuciju usluga u oblaku obično pružaju mrežni i telekomunikacijski prijenosnici ili transportni agenti, pri čemu se transportni agent odnosi na poslovnu organizaciju koja pruža fizički transport medija za pohranu, poput tvrdih diskova velikog kapaciteta. Treba imati na umu da će pružatelj usluga u oblaku postaviti ugovor o razini usluge s nositeljem infrastrukture oblaka za pružanje usluga u skladu s razinom usluga koje se nude korisnicima oblaka, a od nositelja oblaka može zahtijevati pružanje namjenskih i sigurnih veza između korisnika oblaka i pružatelja usluga u oblaku.

4. Modeli pružanja usluga u računalstvu u oblaku

4.1. Pregled najboljih dostupnih pružatelja usluga računalstva u oblaku

Usluge u oblaku revolucionarno su izmijenile računarstvo, ne samo kroz *IaaS* i *PaaS,* već posebno kroz *SaaS*, što je omogućilo tvrtkama da razviju virtualnu IT infrastrukturu i isporučuju programsku podršku kao uslugu kroz oblak, neovisno o korisničkom operativnom sustavu. Najbolje usluge računalstva u oblaku nude tvrtkama priliku da se podvrgnu digitalnoj transformaciji kako bi poboljšale učinkovitost i smanjile troškove. Također, poslovni korisnici mogu kombinirati usluge u oblaku različitih pružatelja putem posrednika u oblaku kako bi osigurali da te usluge rade s maksimalnom učinkovitosti i isplativosti. To može zahtijevati dodatnu programsku podršku za upravljanje oblakom, ali za veće tvrtke ekonomske koristi mogu biti značajne. Budući da se usluge u oblaku pokreću putem programskih platformi i virtualnih mreža, lako je pristupiti i analizirati podatke u svrhu analitike, kao i u svrhe poslovne inteligencije. Jedna od prednosti primjene usluga računalstva u oblaku je i skalabilnost, što znači da pristupa dodatnim resursima prema potrebi, to jest da se naplaćuju samo usluge koje se upotrebljavaju pa nema potrebe za dodatnom sklopovskom podrškom. To se posebno odnosi na pohranu podataka, jer se internetska pohrana podataka u oblaku može tretirati kao učinkovito neograničena. Iako se baze podataka u oblaku koriste za strukturiranje podataka, moguće je ostale podatke arhivirati u masovnu podatkovnu jezgru za dodatnu obradu pomoću umjetne inteligencije i strojnog učenja. Sve u svemu, usluge u oblaku nude neusporediv potencijal za poboljšanje poslovne uspješnosti i povećanja dobiti, a u nastavku je dan pregled najčešće korištenih i dostupnih pružatelja usluga računalstva u oblaku.

4.1.1. Microsoft Azure

Microsoft Azure objavljen je prije gotovo deset godina, preciznije 2010. godine, a prema broju korisnika koji koriste platformu predstavlja najbolju platformu za pružanje usluga u oblaku. Korisnici mogu pokretati bilo koju uslugu u oblaku ili je kombinirati s bilo kojim postojećim aplikacijama, podatkovnim centrom ili infrastrukturom. *Microsoft Azure* nudi širok spektar rješenja pogodnih za sve vrste industrije, u obzir uzima sve poslovne potrebe korisnika. To rezultira paketom prilagođenim potrebama. *Azure* znači da na mjestu nema potrebe za fizičkim poslužiteljima što smanjuje uobičajene troškove, poput grupe za podršku na poslužitelju na licu mjesta.

Azure Migration Center omogućuje brži i lakši prijenos oblaka. Rješenje je također kompatibilno s Linuxom. *Microsoft Azure* nudi besplatnu razinu koja uključuje pristup svim

popularnim uslugama i preko 25 usluga "uvijek besplatni". Sve cijene i planovi tvrtke *Microsoft Azure* vrlo su detaljno izloženi na njihovoj mrežnoj stranici koja uključuje kalkulator troškova i uslugu ‘Plati kako ideš’. Svaki se plan može prilagođava specifičnim potrebama korisnika.

Osim osnovnih značajki operativnog sustava, *Microsoft Azure* ima i dodatne:

- raspodjela resursa na skaliranje;
- automatska sinkronu replikacije podataka radi poboljšanja tolerancije kvarova;
- rukovanje infrastrukturnim greškama kako bi se osigurala stalna dostupnost itd.

Gotovo sve usluge *Microsoft Azure* imaju API zasnovan na ograničenjima za distribuirane REST sustave, što programerima omogućuje upotrebu usluga u oblaku s bilo kojim operativnim sustavom, uređajem i platformom. Svaki korisnik može stvoriti i upravljati vlastitim uslugama pomoću vizualnog sučelja *Azure Portal*. Portal omogućuje konfiguriranje usluga, uređivanje dozvola za pristup, praćenje statusa resursa i upravljanje naplatom. Microsoft se duboko usredotočuje na hibridni oblak, koji olakšava povezivanje naslijeđenog podatkovnog centra s prilagodljivim Azureom. To je istinska snaga. Sjajno je znati prije prelaska na oblak da *Azure Cloud Microsoft* svojim klijentima sada nudi alat *Azure Migrate* za pojednostavljivanje migracije. Od lipnja 2013. godine Microsoft je napustio satnicu. Potrošnja računalnih resursa *Microsoft Azure* (učinkovito vrijeme izvođenja virtualnih strojeva, usluga u oblaku, mobilnih usluga ili web stranica) izračunava se i plaća po minuti. Također, za korporacijske kupce Microsoft osigurava i dobre popuste.

Korisnici Azurea neće imati izvanmrežni pristup sustavu u slučaju glavnog prekida rada sustava. Nijedan pružatelj usluga u oblaku stvarno ne može jamčiti 100% sigurnost. Tijekom posljednjih nekoliko godina hakeri su napali mnoge ključne davatelje usluga, uključujući Azure. Mnogi korisnici primjećuju da se Azure sučelje osjeća pretjerano kompliciranо. Prihvaćanje je sporo kad je riječ o osoblju koje nema tehničku stručnost. Napredni zadaci podrazumijevaju strmu krivulju učenja i zahtijevaju opsežno znanje. Azure može postati prilično skup ako se njime ne upravlja na odgovarajući način. Međutim, kao odgovor na to, Microsoft ima posebne alate za upravljanje naplatama (Azure savjetnik, kontrola pristupa zasnovana na ulogama, itd.). Poanta svega je da se odabirom Microsoft Azure korisnik odlučuje za veliko iskustvo u korporativnom servisiranju, vrhunsku tehnologiju i visoku prilagodbu. Istodobno, Azure je poznat po visokim troškovima, strmoj krivulji učenja i isključivo internetskim uslugama. Svi ovi plusevi i minusi ukazuju na činjenicu da niti jedan dobavljač oblaka ne može biti savršen za svakoga [7].

4.1.2. Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) platforma je zasnovana na oblaku za izgradnju poslovnih rješenja pomoću integriranih web usluga i jedna je od najpopularnijih usluga računalstva u oblaku. AWS nudi širok raspon *IaaS* i *PaaS* usluga. To uključuje *Elastic Cloud Compute* (EC2), *Elastic Beanstalk, Simple Storage Service* (S3) i *Relational Database Service* (RDS). Nudi jednostavan postupak prijave i jednostavno korištenje korisničkog sučelja i upravljačke konzole. Štoviše, sve AWS usluge dobro su dokumentirane za početnike. Nudi jednostavnu naplatu s dinamičkim opcijama prema potrebi, uključujući naplatu po satu, određenu cijenu za regiju, itd. *Amazon* je pouzdan dobavljač i osigurava stabilnost usluga. Usluge AWS dostupne su na globalnoj razini koje pokrivaju oko 15 regija koje uključuju SAD, Europu i Aziju. U svakoj od ovih regija postoji više zona dostupnosti. Štoviše nudi masivne podatkovne centre. Amazon svakodnevno radi na dodavanju novih usluga u svim domenama. Stoga će korisnici dobiti pristup novim uslugama čim budu dostupne. Amazon se kontinuirano fokusira na strojno učenje, proizvode *SaaS* i smanjenje troškova njihovih usluga. Kao i druge platforme za računalstvo u oblaku, AWS ne nudi ograničenja u kapacitetu, a nudi brzinu i okretnost, sigurno i pouzdano okruženje itd.

AWS nudi opsežne administratorske kontrole dostupne putem njihovog sigurnog web klijenta. Korisnici odavde mogu pristupiti brojnim značajkama, uključujući stvaranje i reviziju ključa za šifriranje. AWS omogućuje prilagodbu infrastrukturnih zahtjeva što košta mnogo manje nego smještaj u vlastitim prostorijama korisnika. Korisnici također mogu pristupiti uslugama EC2. To omogućuje pokretanje i nabavu poslužitelja po potrebi. AWS ima tri različita modela određivanja cijena; ‘Plati kako ideš, ‘Uštedi kad rezerviraš’ i ‘Plati manje koristeći više’. Za više informacija o njima korisnici se moraju izravno obratiti prodaji. AWS također nudi besplatni 12-mjesečni period korištenja. Nakon isteka probnog razdoblja, mora se odabrati plaćeni paket ili otkazati pretplata na AWS-u.

Postoje ograničenja resursa dostupnih na Amazon EC2 i Amazon VPC konzoli. Međutim, može se zatražiti povećanje istog. Postoje ograničenja u pogledu sigurnosnih značajki. Naknade za tehničku podršku razlikuju se prema različitim paketima koji uključuju programere, tvrtke i poduzeća. Postoje generički nedostaci računarstva u oblaku kao što su ovisnost o internetu i sigurnosni problemi [8].

4.1.3. Google Cloud

Google Cloud omogućuje korisnicima stvaranje poslovnih rješenja pomoću modularnih web usluga koje pruža tvrtka *Google*. Nudi širok spektar usluga, uključujući *IaaS* i *PaaS*

rješenja. Pomoću višeslojne sigurne infrastrukture *Google Cloud* korisnici mogu biti sigurni da će sve što izrade, kodiraju ili pohrane biti zaštićeno. To se postiže visokom transparentnosti i obučenim timom inženjera.

Google Cloud ima razne alate koji osiguravaju dosljednu izvedbu i upravljanje. To uključuje *Compute Engine*, *App Engine*, *Container Engine*, *Cloud Storage* i *Big Query*. *Google* također nudi glatku migraciju na virtualne strojeve s fleksibilnim cijenama. Google tvrdi da je vodeći kad je riječ o cijenama u usporedbi s glavnim konkurentima, a uslugu se može isprobati besplatno.

Jedna od najvećih pogodnosti koju korisnik može dobiti od *Google Cloud* platforme su bolje cijene u usporedbi s drugim pružateljima javnih usluga u oblaku. Korisnici će trebati platiti samo računarsko vrijeme koje koriste i imaju pravo dobiti atraktivne popuste za dugotrajna radna opterećenja. Ovo je mjesto gdje *Google Cloud* prednjači ispred *Azure* koji nudi samo 5% popusta za pretplatu tijekom cijele godine ili AWS što klijente unaprijed plaća za rezervirane primjerke. Još jedna ključna prednost odabira *Google Cloud* je prisutnost ogromne privatne globalne mreže koja koristi optičke kablove, a radi čak i pod oceanima. Izvrsna brzina umrežavanja automatski nudi velike troškove, ali se podatci mogu brže obraditi. *Google Cloud* također stvara mjesta za aktivne migracije virtualnih strojeva. Davatelji usluga kao što su AWS i Azure ne mogu ponuditi ovu jedinstvenu funkciju. Kada se hostira *WordPress* web lokacija, korisnik može biti siguran da su njegovi VM-ovi uvijek u pogonu. Neće doći do promjena u performansama čak i kada se VM premještaju. Dakle, inženjeri *Google Cloud* mogu bolje riješiti probleme s popravcima ili ažuriranjem. *Google Cloud* također može jamčiti bolje performanse. Postoje brza vremena odziva bez skokova i minimalnih pogrešaka. Osim toga, *Google Cloud* nudi i vrhunske sigurnosne mjere, a korisnik će imati koristi od modela koji se zapravo oblikovao u posljednjih 15 godina. Google ima više od 500 sigurnosnih stručnjaka koji osiguravaju dobro šifriranje podataka u prijenosu. Budući da Google također održava čvrste veze s mnogim poznatim ISP-ovima, sigurnost podataka nikada se ne može dovesti u pitanje na ovoj platformi. Napokon, *Google Cloud* uvijek se zalagao za proširenje svoje infrastrukture na mnoštvo novih lokacija. Dakle, upotreba *Google Cloud* pruža brojne prednosti. Bez sumnje je jeftiniji, a također se može pohvaliti da ima jednu od najvećih mreža na svijetu. To može jamčiti nisku latenciju i bolje računalne cijene jer se podatci brže obrađuju. Migracija VM-ova uživo je prednost koja je doista jedinstvena i razlikuje *Google Cloud* od njegovih konkurenata [9].

4.1.4. IBM Cloud

IBM Cloud je skup usluga računalstva u oblaku s razumnom cijenom koje nudi istoimeni tehnološki div IBM. Rješenje nudi platformu kao uslugu, programsku podršku kao uslugu i infrastrukturu kao uslugu. *IBM Cloud* nudi širok raspon usluga. Nisu svi zasnovani na oblaku: pokrivaju i virtualne i sklopovske poslužitelje, sastavljene od javnih, privatnih i upravljačkih mreža.

Kako se sklopovski i virtualni poslužitelji kombinirani u jednu oblačnu platformu na zahtjev, korisnik ima potpunu kontrolu nad infrastrukturom. IBM svoje sklopovske poslužitelje naziva "golim metalom". Oni klijentima pružaju jedini pristup cijelom njihovom poslužitelju. To smanjuje učinak ‘bučnog susjeda’ i uvelike poboljšava performanse.

IBM Cloud integriran je i njime se upravlja jednim sustavom kojim se može upravljati putem web portala, API-ja (engl. *Application Programming Interface*) ili mobilnih aplikacija. IBM Cloudovo rješenje za razvoj *Bluemix* ima širok raspon alata za upravljanje *SaaS* u oblaku. *IBM Cloud* također nudi potpunu prilagodbu poslužitelja. To znači da korisnik ima mogućnost sve odabrati samostalno i ručno. Na ovaj način ne mora plaćati značajke koje možda nikada neće koristiti [10].

4.1.5. Oracle Cloud Infrastructure

Oracle Cloud Infrastructure još je jedna IT usluga u oblaku od računalnog diva, a i moćna platforma s puno mogućnosti. U nedavnom pregledu Forrestera primijećeno je da su Oracleove usluge posebno jake u podržavanju različitih radnih opterećenja, posebno za *IoT*, OLTP, mikroservise, zajedno s aplikacijama koje ovise o umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju. Dostupne su dvije glavne usluge: arhitektura oblaka i podatci o pohrani.

Cloud arhitektura uključuje upravljanje podatcima, bazama podataka i aplikacijama, dok je *Oracle Data Cloud* prvenstveno namijenjena za vođenje analitike velikih baza podataka za uvide u poslovnu inteligenciju. Oracle također nudi niz platformi *SaaS* kao što su HCM, EPM, SCM i alati za društvene medije. Postoji širok spektar mogućnosti uključenih u korištenje Oracleovih usluga u oblaku, ali oni su stvarno dizajnirani da udovolje poslovnim potrebama, a ne malim tvrtkama ili pojedincima. Za one koji se prijave, osim 30-dnevnog besplatnog probnog razdoblja, *Oracle Cloud* nudi i besplatnu uslugu koja uključuje neograničen pristup dvjema autonomnim bazama podataka koje dolaze s *Oracle Application Express* (APEX) i *Oracle SQL Developer*, kao i dva računarska VM-a, blok, objekt i arhiva, kao i uravnoteženje opterećenja, nadzor i obavijesti [11].

4.1.6. CloudLinux

CloudLinux predstavlja najbolji operacijski sustav u oblaku s otvorenim kôdom koji je započeo 2010. godine s radom i trenutno ga koriste tisuće web domaćina. *CloudLinux* nije toliko pružatelj računalstva u oblaku, već *cloud* platforma koja se može izgraditi na vlastitim poslužiteljima. To znači da ako korisnik želi imati strogu kontrolu nad svojom mrežom u oblaku, ne mora ići trećim stranama, već ju može sam ugostiti. *CloudLinux* je operativni sustav zasnovan na Linuxu koji omogućuje domaćinima bolju kontrolu nad korištenjem resursa svog poslužitelja. Izolira račune na poslužitelju, kao što na učinak jednog računa čisto ne utječe učinak drugog, i tako dalje. Iako ovo predstavlja drugačiji niz izazova, nudi i niz pogodnosti, posebno za one tvrtke koje su već jako uložile u vlastitu IT infrastrukturu.

CloudLinux radi na pružanju bolje granulirane kontrole pružateljima usluge web domaćina, nudeći stabilnije i robusnije okruženje web domaćina. Između ostalog, *CloudLinux* također ima nekoliko vlastitih korisnih značajki, poput značajke *PHP Selector* koja krajnjim korisnicima daje mogućnost odabira PHP verzije koju žele koristiti. Očito je da je najveća korist *CloudLinuxa* to što može osigurati stabilnost i sigurnost cjelokupnog poslužitelja za hosting. Ako jedan korisnički račun troši previše resursa, taj je račun stavljen u kavez, a na ostale račune to neće utjecati. Slično tome, ako je jedan korisnički račun ugrožen, zaraza ili sigurnosna prijetnja neće se proširiti na druge račune na istom poslužitelju. Nadalje, *CloudLinux* sprječava krajnje korisnike da vide konfiguracijske datoteke poslužitelja i druge osjetljive podatke. To je, naravno, nužna i manje jedinstvena značajka. Svaki pristojan operativni sustav trebao bi osigurati da su sistemske datoteke ispravno skrivene od neadministrativnih korisnika. Sve u svemu, *CloudLinux* je definitivno koristan kada je riječ o upravljanju poslužiteljem za hosting, a domaćini mogu lako pratiti upotrebu resursa i osigurati da sve funkcionira glatko, stabilno i sigurno. Negativni aspekti *CloudLinuxa* rijetko se spominju, jer bi većina web domaćina koji ga koriste radije zaobišla negativne kvalitete svog OS, a web domaćini koji ga ne koriste ionako nisu zainteresirani za razgovor o *CloudLinuxu*. Na papiru nema teških i brzih nedostataka *CloudLinuxa*. Ali u praktičnom smislu, mnoge se njegove značajke obično zloupotrebljavaju i mogu se ubrojiti u nedostatke. U rukama lošeg web domaćina, ove značajke mogu otežati život krajnjem korisniku, jer je domaćinima prikladno nadgledati i prigušiti gas, kao i ozbiljno oslabiti upotrebu resursa na jeftinijim planovima kako bi primorali korisnike na nadogradnju na skuplje planove. Zbog toga je primijećeno da se gotovo svi manji i jeftiniji web hosting domaćini oslanjaju na *CloudLinux*. To je zasigurno praktično razmatranje, jer će pristojni web domaćin koristiti iste alate za praćenje kako bi poslužitelj radio dobro i pametno, dok bi loš

domaćin mogao zloupotrijebiti te alate kako bi optužio korisnike za njihove prenatrpane i preprodane poslužitelje. Na kraju, *CloudLinux* ima više prednosti nego nedostataka. Budući da je vrhunski proizvod, redovito se krpi i ažurira, a budući da olakšava život domaćina, ovdje će i ostati. Nedostaci koje *CloudLinux* ima više imaju veze s načinom na koji ga neki web domaćini koriste, a manje s operativnim sustavom samim po sebi. Isti OS u rukama dobrog web domaćina može postati alat za bolje upravljanje hostingom. Sve usluge u oblaku zahtijevaju određeni stupanj tehničkog znanja za rad, tako da onima koji imaju široku stručnost *CloudLinux* nudi priliku da mnogo više kontroliraju vlastite usluge i način njihovog konfiguriranja [12].

4.1.7. Usporedba pružatelja usluga računalstva u oblaku

U svijetu je trenutno dostupno više od 33 tisuće pružatelja raznih usluga računalstva u oblaku stoga je odabir platforme koja će kvalitetno zadovoljiti zahtjeve klijenata od velike važnosti, a svodi se i ovisi o pojedinačnim preferencijama ili potrebama klijenata. Konkurencija između dostupnih platformi raste iz dana u dan, cijene usluga padaju, a dolazak novih značajki stalno se povećava. Proces odabira nije uvijek lak pa su u tablicama 2, 3, 4 i 5 sumirane osnovne prednosti i nedostaci najčešće korištenih i dostupnih pružatelja usluga računalstva u oblaku.

Tablica 2. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *Microsoft Azure*

PLATFORMA	***PREDNOSTI***	***NEDOSTACI***
Microsoft Azure	+ Windows i Linux kompatibilni + 12 mjeseci besplatno + Sveobuhvatne usluge + Snažna prisutnost u poduzetničkoj zajednici + Fleksibilna naplata + Platforma kao usluga (PaaS) jaka je strana Microsofta + Pouzdanost i skalabilnost + Visoka dostupnost + Isplativo u usporedbi s konkurencijom + Jednostavno integriranje za tvrtke koje već koriste mnogo Microsoftovih softvera	- Visoki troškovi - Strma krivulja učenja - Isključivo internetske usluge - Ograničene funkcije u usporedbi s AWS-om - Podržava sustav Windows; ako kupac želi pokrenuti nešto drugo, Azure možda nije najbolja opcija - Od kupaca zahtijeva upravljanje poduzećem

Tablica 3. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *Amazon Web Services*

PLATFORMA	***PREDNOSTI***	***NEDOSTACI***
Amazon Web Services	+ Vrlo prilagodljivo + Besplatni probni period + nudi cjelovit set alata sa širokom širinom funkcija dostupnih korisnicima + Usavršava usluge računalstva u oblaku od 2006. godine + Prepoznat kao zlatni standard pouzdanosti, sigurnosti, mogućnosti konfiguracije i nadzora + 5 puta veći računalni kapacitet od većine konkurenata + Više "regija" centara podataka + Svi glavni dobavljači softvera svoje programe čine dostupnima na AWS platformi	- Ograničenja resursa dostupnih na Amazon EC2 i Amazon VPC konzoli - Ograničenja u pogledu sigurnosnih značajki - Naknade za tehničku podršku razlikuju se prema različitim paketima koji uključuju programere, tvrtke i poduzeća - - Postoje generički nedostaci računarstva u oblaku kao što su ovisnost o internetu i sigurnosni problemi - Ovisno o razini udobnosti poduzeća s AWS uslugama, može postojati strma krivulja učenja - Podrška na razini poduzeća mora se kupiti - Kašnjenje s naplatom zahtjeva za usluge na zahtjev - Nema jake strategije hibridnog oblaka za one tvrtke koje žele čuvati osjetljive podatke u privatnom oblaku - Široki katalog ponuda nekim će korisnicima biti neodoljiv i teško se snaći

Tablica 4. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *IBM Cloud*

PLATFORMA	***PREDNOSTI***	***NEDOSTACI***
IBM Cloud	+Unaprijed konfigurirani alati +Potpuno prilagodljiv +Alati za upravljanje + Jednostavnost skalabilnosti + Jednostavnost pružanja resursa + Primjenjiv je za upotrebu u svim organizacijama, uključujući čak i mala i srednja poduzeća, što im omogućuje rast tvrtke	- Dugotrajan proces slaganja konfiguracije poslužitelja -Velika tvrtka s velikim brojem klijenata što može dovesti do smanjenog očekivanog individualnog pristupa

Tablica 5. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *Oracle Cloud Infrastructure* i *CloudLinux*

PLATFORMA	***PREDNOSTI***	***NEDOSTACI***
Oracle Cloud Infrastructure	+ Arhitektura i skladištenje + Poduzeće spremno + Besplatni nivo	- Prilikom pokretanja, rješenje nije kompatibilno s EBS-om - Integracija s drugim alatima poput WAF/IDCS-a nije jednostavna - Ponekad loše internetske veze utječu na upotrebu platforme - Mnoštvo poslovnih procesa ponekad zbunjuje nove korisnike koji se nisu dobro prilagodili u korištenju platforme
CloudLinux	+ Cloud OS platforma + Potpuna kontrola prilagođavanja + Ugrađena sigurnost	- Više tehničkih izazova - Mnoge značajke platforme se zloupotrebljavaju

Najpoznatija Microsoftova usluga je *Azure* koja korisnicima omogućuje da programske aplikacije razvijene na vlastitome računalu kopiraju u računalni oblak koji se koristi sustavnom platformom *Azure*, a tako je kopirana programska aplikacija gotovo trenutno spremna za upotrebu. *Microsoft Azure* općenito ima najniže cijene na zahtjev, dok *Amazon Web Services* ima tendenciju da dođe negdje u sredini među tri glavna igrača. Međutim, kad je riječ o odabiru

jedne platforme u oblaku nad drugom, trošak općenito ne bi trebao biti glavni odlučujući faktor. Unatoč nekim značajnim prekidima u prošlim godinama, danas se *Amazon Web Services* smatra pouzdanim proizvodom za potrošače koji danas traže poslovne usluge u oblaku. Kao što je gore spomenuto, pojava prekida nije ograničena na *Microsoft Azure*. Međutim, Microsoft je učinio dugačak put nadahnjujući povjerenje u poduzećima zbog svoje reputacije visokokvalitetne usluge. Google je napredna tvrtka koja puno može ponuditi poduzećima. Međutim, oni sudjeluju u toliko malim inovacijama projekata, što znači ograničene mogućnosti za veće tvrtke.

Danas je AWS jasni tržišni predvodnik u dubini i širini funkcionalnosti. To je djelomično zato što imaju zrelost na tržištu i iskustvo koje mogu pružiti. No konkurenti poput Microsofta i Googlea ne zaostaju previše. Microsoft posebno nastavlja napredovati na AWS-u. To je osobito točno jer su oni pouzdano ime u računalnom računalu s pouzdanim modelom za one koji već koriste Microsoftove proizvode ili jezike u cijeloj poslovnoj organizaciji. Google također može ponuditi puno u smislu inovacija i možda bi dobro odgovarao onima u zajednici otvorenog koda u oblaku koji se fokusiraju na manje projekte.

Osnovna razlika između *Microsoft Azure* i ostalih platformi koje pružaju usluge računalstva u oblaku je mogućnost instalacije *Microsoft Azure* lokalno u nekoj kompaniji i globalno u računalskim centrima širom svijeta. Na taj način omogućava kompanijama da zadrže dio svojih programskih rješenja, ali i povjerljivih podataka. Pored toga, omogućava i lakši razvoj aplikacija. Činjenica da u Microsoftu radi više od 6.000 inženjera programera koji razvijaju aplikacije i konkretna rješenja za Azure platformu govori o ozbiljnosti, snazi i pouzdanosti te platforme. Stoga se platforma Microsoft Azure postavlja kao jedno od boljih rješenja u pružanju usluga računalstva u oblaku.

4.2. Pregled najboljih dostupnih analitičkih platformi za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku

Najbolje platforme za analitiku u oblaku olakšavaju pronalazak korisnih uvida u pohrani korisnika u oblaku, posebno kada se primjenjuju na velike podatke. To je posebno važno jer je analitika u oblaku revolucionirala velike podatke i poslovnu inteligenciju, jer se mnoštvo podataka iz širokog spektra digitalnih aplikacija može lakše prikupiti i analizirati iz niza različitih izvora i područja, od operacija sustava do performansi zaposlenika. Međutim, iako puno *SaaS* platforme dolazi s ugrađenom analitikom, često je potrebna kombinacija različitih skupova podataka iz različitih izvora ili čak izvoz podatka iz proračunskih tablica za upotrebu s alatima poslovne inteligencije.

Ovdje se programska podrška za analitiku zasnovana na oblaku stvarno pojavljuje, jer ne samo da će moći prikazati sve te brojke i brojeve u jasnim vizualizacijama podataka, jer se zasniva na oblaku, što znači da se podatci mogu sinkronizirati i dijeliti između ključeva zaposlenici ili nadzornici. Iako je trenutno na tržištu širok spektar analitičkih programa, slijedi pregled najboljih dostupnih platformi za analitiku u oblaku.

4.2.1. Azure Stream Analytics

Azure Stream Analytics značajka je Microsoftove moćne platforme za računalstvo u oblaku. Azure za obradu koristi složene analitike iz podataka korisnika. Cilj mu je pružiti informacije u stvarnom vremenu na način kojim je lako upravljati čak i kada se koristi u najnaprednijim aplikacijama. Nema potrebe za stvaranjem i dodjeljivanjem nove IT infrastrukture ili virtualnih poslužitelja za obradu. Umjesto toga, često korišteni SQL upiti mogu se koristiti za izdvajanje osnovnih podataka, uz mogućnost dodavanja drugih programskih jezika kao što su *JavaScript* i C # za složenije operacije. Uz to, značajke umjetne inteligencije i strojnog učenja također su dostupne za pomoć u razvoju i automatizaciji naprednijih procesa te za praćenje podataka s milijunima istodobnih događaja bez nanošenja značajnih kašnjenja.

Kao i kod ostalih *Azure* usluga, analitika je u potpunosti skalabilna prema potrebi i plaćaju se samo *Azure* resursi koje korisnik zapravo koristi. Naravno, podrazumijeva se da ovo možda nije rješenje za manje tvrtke kojima nedostaje IT osoblja, ali čak i ako koriste *Azure*, postoje dodatne analitičke tvrtke koje mogu pružiti i analitiku i poslovnu inteligenciju iz podataka korisnika [13].

4.2.2. AWS Analytics

AWS Analytics za *Amazon Web Services* također nudi širok raspon analitičkih usluga, pokrivajući sve značajke moćne platforme u oblaku u skladu s informacijama koje korisnik želi analizirati. Kao i *Azure*, moguće je koristiti analitiku zasnovanu na SQL-u, bez potrebe za postavljanjem virtualnih poslužitelja za interaktivnu analitiku. Međutim, mogu se koristiti različite Amazon-ove usluge za analizu različitih platformi za pohranu u skladu s različitim potrebama. Na primjer, može se koristiti *AWS Elasticsearch* za operativnu analitiku koja se odnosi na aplikacije korisnika, kao što je opće praćenje, analitika dnevnika i klikova. Tada postoji mogućnost primjene niza analitičkih alata na podatkovnoj jezgri i skladišta podataka, koristeći strojno učenje kako bi se otkrilo dodatno, a istovremeno automatizirao pristup podatcima.

AWS podržava brojne programske jezike kako bi osigurao maksimalnu iskoristivost svoje analitike, kao i otvorene API-je koji koriste otvorene standarde kako bi osigurali najfleksibilniju i najprilagodljiviju uslugu. Uz to, AWS postaje sve brži i učinkovitiji u pogledu načina na koji pohranjuje i obrađuje podatke, a njegov integrirani paket usluga olakšava izvođenje analitike koja je korisnicima potrebna na podatcima koje koristi [14].

4.2.3. IBM Cognos Analytics

IBM Cognos Analytics je platforma za poslovnu inteligenciju i rješenje samoposlužne analitike koje koristi umjetna inteligencija i strojno učenje. Cilj je otkriti obrasce informacija koje drugi proizvodi ne mogu pronaći pomoću napredne detekcije uzoraka, a pružiti odgovore i korisne uvide putem umjetne inteligencije asistenta na prirodnom jeziku. *Cognos Analytics* se može pokrenuti iz oblaka ili u prostoru korisnika. U svakom slučaju, podatci u obliku proračunskih tablica ili CSV datoteka mogu se prenijeti u program, gdje se izvori podataka mogu kombinirati i modelirati.

Cognos nudi najbolje vrste grafikona za vizualizaciju podataka, a izvješća imaju mogućnosti geoprostornog mapiranja. Grafikoni se također mogu nadopunjavati s drugim medijima, kao što su preusmjeravanje glasa, i mogu se ugraditi interaktivni elementi. Korisnici mogu upravljati svim funkcijama s glavne nadzorne ploče. Jednostavan je za upotrebu. Nadzorna ploča radi u stvarnom vremenu. Korisnici mogu pregledavati podatke koji se odnose na više poslovnih područja, povrat ulaganja, ključne performanse i pokazatelje [15].

4.2.4. Qlik Sense

Qlik Sense nudi opsežna analitička rješenja za upotrebu s hibridnim oblacima i postavkama više oblaka. Pored toga, dostupne su razne mogućnosti konfiguracije, što znači da analitiku može obrađivati i vizualizirati širok raspon tipova zaposlenika za različite razine složenosti.

Qlik Sense također koristi umjetnu inteligenciju kako bi predložio uvide, kao i pružio automatizaciju zadataka. Postoje mogućnosti pretraživanja na prirodnom jeziku, a dostupna je i analitika u stvarnom vremenu. Platforma se također može integrirati u vaše projekte i aplikacije putem API-ja, a analitika može biti dostupna i izvan mreže i na mreži.

Sve u svemu, *Qlik Sense* je jedna od vodećih analitičkih platformi, i to već godinama, zbog svoje velike fleksibilnosti. Sposobnost generiranja bilo čega, od složenih do *ad hoc* izvještaja, kao i omogućavanje običnim zaposlenicima da generiraju korisne vizualizacije, čini ovo tržišnim liderom [16].

4.2.5. Domo

Domo ima vlastiti *App Store* gdje korisnici pristupaju besplatnim i plaćenim konektorima. Također, uključena je velika raznolikost dodataka koji pomažu u alatima kao što su *Microsoft Excel* i *PowerPoints*. *Workbench* u rješenje uvozi veliku količinu podataka putem XML-a, ODBC-a i Excela. Aplikacija *Analyzer* omogućuje korisnicima pregled rezultata koji ih najviše zanimaju. Manje zanimljivi podatci mogu se sakriti jednim klikom. Korisnici mogu filtrirati podatke koje žele podijeliti s drugim korisnicima. *Domo* nudi besplatno 30-dnevno probno razdoblje koje omogućuje da korisnik sam isproba uslugu [17].

4.2.6. Zoho Analytics

Zoho Analytics omogućuje korisnicima pristup nadzornoj ploči jednostavnoj za upotrebu. Dio je Zohovog programskog paketa, ali djeluje i kao samostalni paket. Sučelje je jednostavno za upotrebu. Odavde korisnici imaju pristup centru za pomoć, obilasku snimaka, raznim uzorcima podataka i chatu uživo. *Zoho Analytics* omogućuje korisnicima učitavanje podataka u njihov centar za izvještavanje sa samo nekoliko klikova. Značajka automatizacije pokreće izvješća bez upita na temelju vrste podataka koje ste unijeli. Korisnici mogu dijeliti podatke i surađivati na tablicama i izvješćima.

Dostupno je detaljnije izvješćivanje, ali ovo je prikladnije za iskusne korisnike. Ovo napredno izvještavanje uključuje praktičnu značajku povlačenja i ispuštanja koja se koristi za umetanje podataka u stupce koje korisnik kreira. Pomoću raznih filtara korisnici mogu sortirati podatke, upite i izlazne vizualizacije po potrebi. Analitičari mogu pokretati i prilagođene SQL upite (jezik strukturiranog upita). Dostupni su različiti paketi ovisno o broju korisnika, potrebni su reci i podatkovni konektori. Osim toga, skuplji planovi nude dodatne značajke administrativne i grupne podrške [18].

4.2.7. Usporedba analitičkih platformi za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku

U tablicama 6 i 7 prikazane su pregledno prednosti i nedostaci najčešće korištenih i dostupnih analitičkih platformi za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku.

Tablica 6. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platformi *Azure Stream Analytics*, *AWS Analytics* i *IBM Cognos Analytics* za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku

PLATFORMA	***PREDNOSTI***	***NEDOSTACI***
Azure Stream Analytics	+ Nema potrebe za dodatnim poslužiteljima + Podržani SQL + Strojno učenje + Jednostavna upotreba + Jednostavno skaliranje + Dobra integracija unutar *Azurea* + Povoljna i jeftina platforma	- Pad sustava na nevaljanim podatcima (pogrešno formatirani podatci ili nepodudaranje tipa podataka) - Ograničenje SQL (nema otvorenost punog programskog jezika te nemogućnost prijenosa koda iz *Azurea* u druge platforme) - Nemogućnost pohrane stanja bez obzira koliko je vremena prošlo - Nemogućnost pridruživanja dinamičkih podataka -
AWS Analytics	+ Podržani su više programskih jezika + Otvoreni standardni API-ji + Snažan paket alata + Brza obrada	
IBM Cognos Analytics	+ Pametni AI + Jednostavna vizualizacija + Povećanje podataka + Korištenje različitih izvora podataka + Intuitivno i jednostavno sučelje + Interaktivni sadržaj dostupan je izvan mreže i na mreži + Personalizirano iskustvo + Zakazivanje i upozorenja + Pametno pretraživanje funkcionira u kontekstu	- Ukupni troškovi vlasništva značajniji su od ostalih alata - Minimalne mogućnosti predviđanja - Ulaganje IBM-a u istraživanje i razvoj tvrtke Cognos opada - Poteškoće u radu s velikim skupovima podataka koji imaju mnogo parametara - Kompatibilnost više preglednika često je problematična

Tablica 7. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platformi *Qlik Sense*, *Domo* i *Zoho Analytics* za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku

PLATFORMA	***PREDNOSTI***	***NEDOSTACI***
Qlik Sense	+ Dostupne opcije + Analitika na AI tehnologiji + Više oblaka i hibridni oblak + Online i offline	- Nefleksibilne mogućnosti izdvajanja podataka - Ograničena vizualizacija zbog nedostatka nekih osnovnih karata - Kompliciran model određivanja cijena tokena - Rješenje podataka obično je tromo kada se radi s velikim skupovima podataka
Domo	+ 30-dnevno besplatno probno razdoblje + App Store + HIPAA sukladan + Optimalne vizualizacije + Analiza skupova velikih podataka + Uvid u podatke + Dijeljenje podataka + Ažuriranja u stvarnom vremenu + Vizualizacije putem mobitela	- Služba za korisnike - Nisu potrebni svi zaposlenici punog pristupa, ali im nedostaje niži pristup - Skupo
Zoho Analytics	+ Napredne značajke + Izvrsna podrška + Dubinsko izvještavanje	- Ima strmu krivulju učenja za početnike - Sastavljanje i pridruživanje upita je ograničeno - Korisničko sučelje može zbuniti zbog svojih brojnih značajki

S obzirom da se sve analitičke platforme za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku koriste u istu svrhu, pružaju gotove iste usluge te podržavaju sve platforme, operacijske sustave i strukturu, odabir o najučinkovitijem svodi se na korištenje besplatne probne verzije i provjeravanje koja platforma najbolje odgovara zahtjevima korisnika. U ovom završnom radu, za obradu prometnih podataka korišten je servis *Azure Stream Analytics* na temelju sljedećih kriterija:

- Jednostavan za upotrebu i potrebno je nekoliko minuta za postavljanje *Azure Stream Analytics* i oko minute za pokretanje/zaustavljanje. Pisanje internog SAQL upita može potrajati, ali vrlo je kratko i intuitivno u usporedbi s pisanjem stvarnog kôda.
- Jednostavno skaliranje: Microsoft koristi nejasnu jedinicu za mjerenje snage posla analitike strujanja. Ovo je poznato kao jedinica za strujanje - što je "kombinirana mjera CPU-a, memorije, protoka". Međutim, oni to prevode na oko 1 MB podataka u sekundi. Dodavanje više jedinica za strujanje na posao jednostavno je poput promjene broja sa 1 na 5 na 10 na još veće brojeve. Jedino je upozorenje da se ne može automatski skalirati.
- Dobra integracija unutar Azure-a: Azure Stream Analytics može se povezati s Azure Event Hub / IOT Hub-om kao ulaz za analitiku toka i može izlaziti na razne azurne usluge (Azure SQL, Azure DocumentDB, Azure EventHub, Azure ServiceBus, itd.). Ako su ove usluge na istom Azure računu, lako ih je odabrati s padajućeg izbornika.
- Povoljno: za studente postoji opcija vaučera u određenom iznosu.

Ukratko, *Azure Stream Analytics* jednostavan je za upotrebu, ali vrlo ograničen alat. Odlično obavlja posao koji namjerava učiniti, ali većini IoT aplikacija iz stvarnog svijeta trebaju mnogo jače mogućnosti od onoga što *Azure Stream Analytics* trenutno nudi.

5. Primjena računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka

Jedan od primjera primjene računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka putem platforme Microsoft Azure je Power BI (engl. *Business Intelligence).* Power BI je zbirka programskih usluga, aplikacija i konektora koji zajedno rade na pretvaranju nepovezanih izvora podataka u koherentne, vizualno uronjene i interaktivne uvide. Podatci mogu biti Excel proračunska tablica ili zbirka hibridnih skladišta podataka zasnovanih na oblaku i lokalno. Power BI omogućuje da se jednostavno poveže s izvorima podataka, vizualizira i otkrije ono što je važno te isto podijeli sa zainteresiranih učesnicima.

Posao se utapa u podatke, a podatci su dobri onoliko koliko je dobra sposobnost tumačenja i prenošenja njihovog značenja. Tu sposobnost nudi Power BI. Razlog zašto je Power BI odabran u ovome završnome radu kao primjer primjene računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka je taj što nije složen za rad te korisniku nisu potrebne značajnije obuke kako bi netko radio s istim.

Uz Azure usluge i Power BI podatci se mogu pretvoriti u analitiku i izvješća koja u stvarnom vremenu pružaju uvid u poslovanje. Bez obzira na to da li je obrada podataka jednostavna ili složena, mala ili velika, uskladištena ili u stvarnom vremenu, Azure i Power BI imaju ugrađenu povezanost i integraciju koja donosi rezultate u poslovnoj inteligenciji u život. Power BI ima na raspolaganju mnoštvo Azure veza, a rješenja poslovne inteligencije koje se mogu stvoriti s tim uslugama su jedinstvena. Također, korištenjem Power BI-a putem platforme Microsoft Azure omogućuje se korisniku korištenje i dohvat usluga u bilo kojem trenutku i mjestu te na bilo kojem uređaju. Power BI sastoji se od nekoliko elemenata koje rade zajedno, od kojih su tri osnovna:

1. Power BI desktop;
2. Mrežna usluga SaaS ili Power BI servis;
3. Mobilna Power BI aplikacija.

Elementi su osmišljeni kako bi omogućili korisnicima stvaranje, dijeljenje i konzumiranje poslovnih uvida na način da im služi na najučinkovitiji način. Način na koji korisnik koristi Power BI ovisi o ulozi projekta ili tima. Dva korisnika mogu koristiti Power BI na različite načine. Također je i uvoz podataka u Power BI moguć je na različite načine. To može biti uvoz putem programa Excel, SQL, OneDrive, Microsoft Access te putem weba.

U Power BI-u postoje glavni gradivni elemente koji su smješteni u sučelju radnog prostora, a to su skupovi podataka, izvješća i nadzorne ploče. Radni prostori su mjesta na kojima se stvaraju, objavljuju i upravljaju aplikacije za određenu organizaciju. Postoje dvije vrste radnih prostora:

- Moj radni prostor - osobni radni prostor za svakog korisnika Power BI-a u kojem korisnik radi s vlastitim sadržajem pri čemu samo korisnik ima pristup.
- Radni prostor - prostor za suradnju i razmjenu sadržaja sa drugim korisnicima.

Skup podataka predstavlja zbirku podataka koja se uvozi ili na koju se povezuje. Power BI omogućuje uvoz i povezivanje svih vrsta podataka i njihovo okupljanje na jednom mjestu. Skupovi podataka povezani su s radnim prostorima, a jedan skup podataka može biti dio više radnih prostora. Svaki skup predstavlja jedan izvor podataka.

Izvješća u Power BI-u predstavljaju jednu ili više vizualizacija, kao što su histogrami, različiti dijagrami, tablice, karte i slično. Mogu se stvoriti od nule unutar programa Power BI, uvesti s nadzornih ploča drugih korisnika koji ih dijele s vama ili stvoriti kada se korisnik poveže sa skupovima podataka iz programa Excel, baza podataka i SaaS aplikacija.

Nadzorna ploča je platno koje sadrži nula ili više sučeljnih programa (engl. *widget*) koji su izvučeni iz izvješća koje kreira korisnik. Razlog korištenja nadzornih ploča je iz razloga što su jednim pogledom vidljive sve informacije potrebne za donošenje različitih odluka. Također koristi se za praćenje najvažnijih informacija o poslu, kako bi korisnik bio siguran da su sve kolege na istoj stranici, pregledavaju i koriste isti podatci te radi praćenja zdravlja tvrtke ili proizvoda [19].

6. Primjer obrade prometnih podataka u oblaku

U ovome poglavlju prikazani su prometni podatci preuzeti sa Kaggle-a te grupiranje i vizualizacija istih putem Power BI u Microsoft Azure-u.

6.1. Stabilnost LAN mreže u Kaggle-u

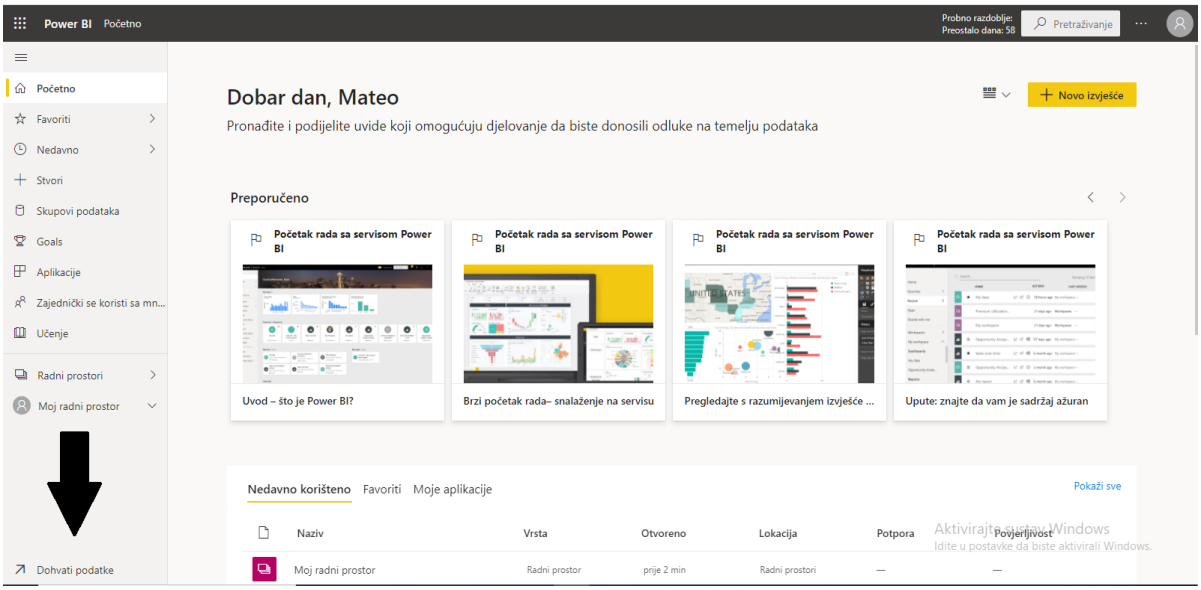
Putem podružnice Google-a, odnosno internetske zajednice znanstvenika o podatcima i praktičara strojnog učenja Kaggle (https://www.kaggle.com/) odabrani su podatci o stabilnosti LAN mreže. Odabrani podatci predstavljaju vremensku varijabilnost LAN mreže pri povezivanju na internet putem bežične i žične mreže. Vremena mjerenja odziva, odnosno kašnjenja, prikupljana su u intervalima od 10 sekundi iz niza IoT uređaja za prikupljanje na mreži u periodu od 28. svibnja do 04 lipnja 2019. godine. Podatci u Kaggle-u dani su kôdom kojim se izvlače putem programskog jezika Python te su prebačeni u Excel format radi boljeg pregleda podataka. Primjer izvučenih podataka za mjerenje putem bežične mreže prikazan je u tablici 8 gdje je vidljiva vremenska značajka, kašnjenje mreže te drugi podatci.

Tablica 8. Izmjereni podatci stabilnosti bežične LAN mreže

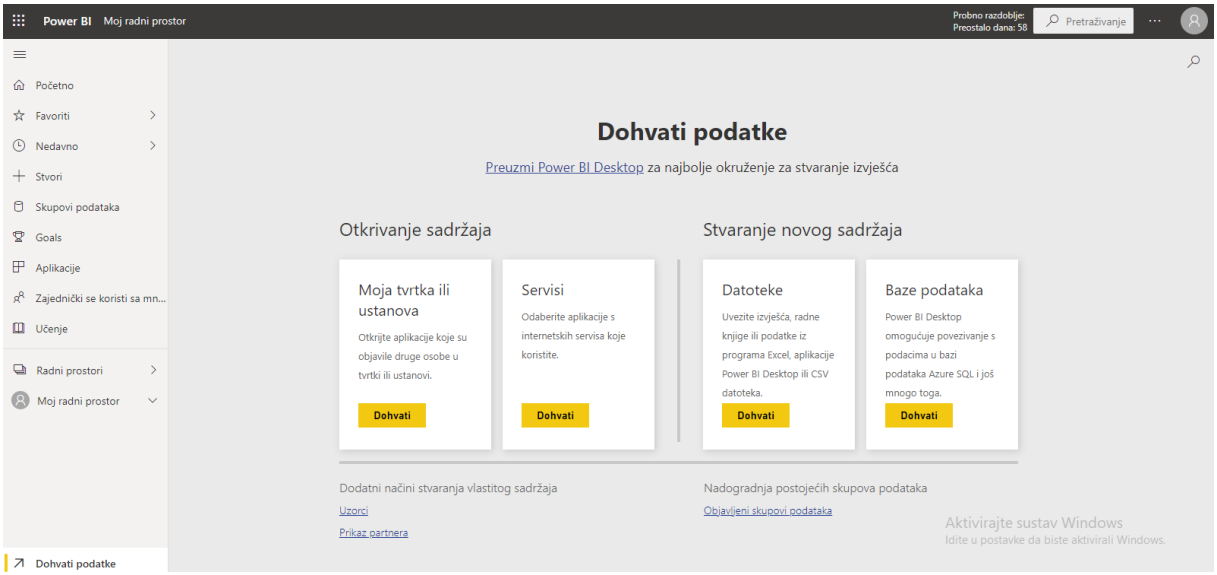
	Vremenska oznaka	***Lokacija***	***Mreža***	***Lokalna IP adresa***	***Kašnjenje, ms***	***Udaljena IP adresa***	***Kašnjenje, ms***
0	2019-05-28 06:55:09.385333538-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	4.39	142.254.217.53	9.09
1	2019-05-28 06:55:19.527390241-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	0.49	142.254.217.53	16.75
2	2019-05-28 06:55:29.644651175-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	0.56	142.254.217.53	8.31
3	2019-05-28 06:55:39.771213531-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	1.64	142.254.217.53	9.4
4	2019-05-28 06:55:49.891723156-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	1.18	142.254.217.53	9.07
5	2019-05-28 06:56:00.011337996-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	0.42	142.254.217.53	8.4
6	2019-05-28 06:56:10.131971598-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	1.73	142.254.217.53	8.66
7	2019-05-28 06:56:20.253350495-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	0.67	142.254.217.53	8.61
8	2019-05-28 06:56:30.381621361-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	1.27	142.254.217.53	10.87
9	2019-05-28 06:56:40.510541439-04:00	niža razina	bežična	192.168.0.1	1.63	142.254.217.53	10.08

6.2. Uvoz podataka u Power BI iz Excel-a

Preko platforme Microsoft Azure u Power BI-u radi se grupiranje i vizualizacija podataka stabilnosti LAN mreže čiji se podatci se nalaze u Excel-u. Power BI ima mogućnost korištenja podataka putem Excela jednostavnim koracima. Na slici 2 prikazano je glavno sučelje usluge Power BI. U donjem lijevom kutu klikom na "Dohvati podatke" otvara se mogućnost prijenosa podataka na razne načine kao što su Excel, Azure, SQL i slično, što je vidljivo na slici 3.

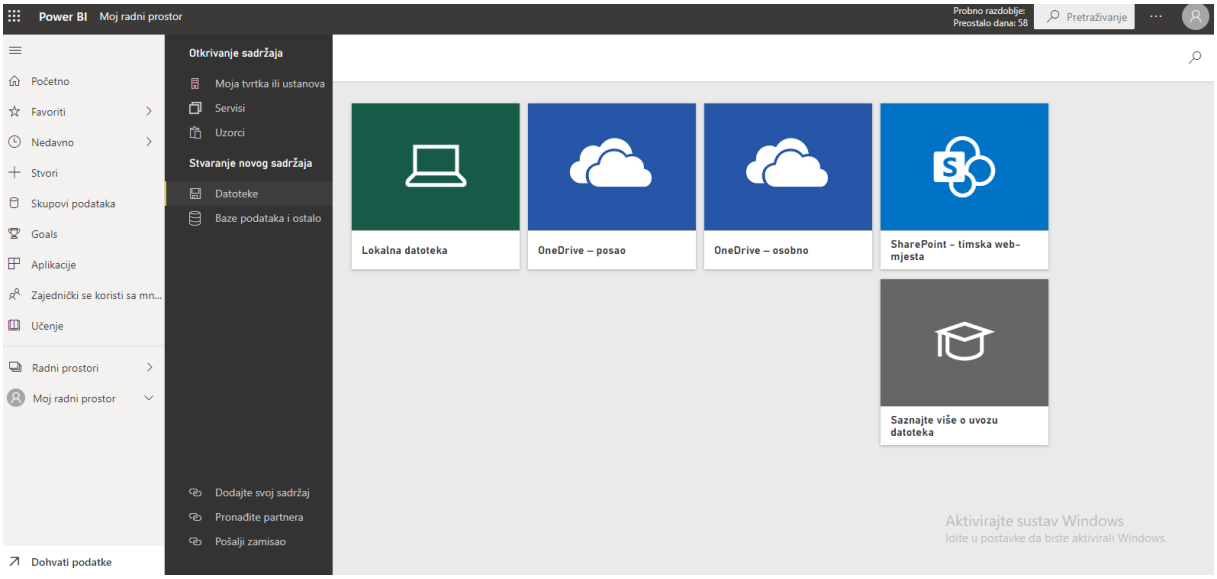


Slika 2 Glavno sučelje usluge Power BI



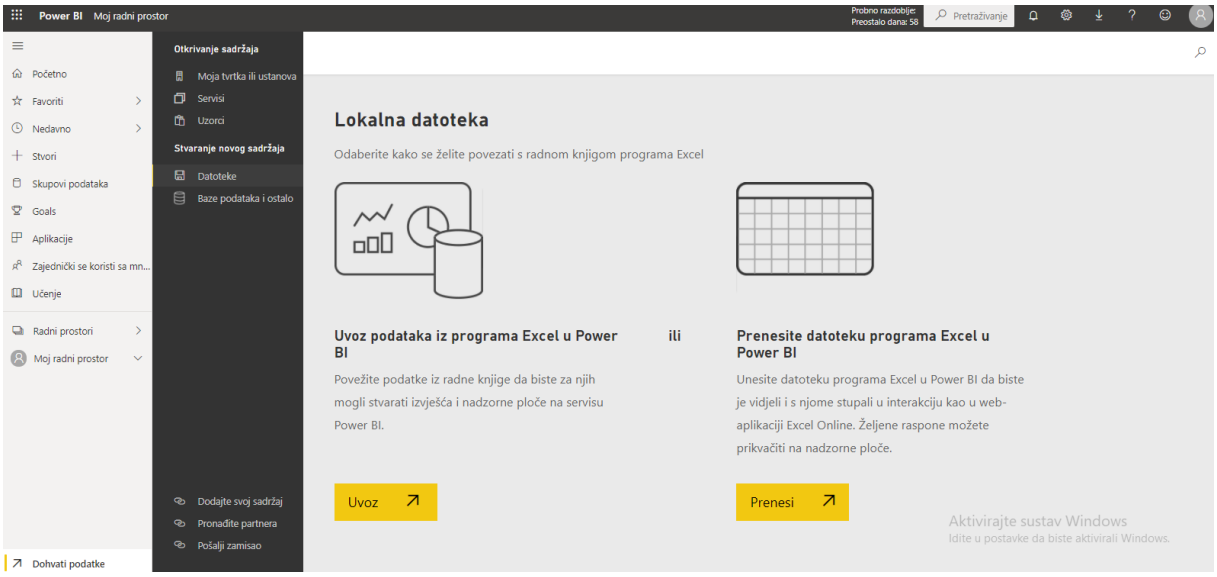
Slika 3 Odabir dohvaćanja podataka u Power BI-u

Na slici 4 prikazan je odabir načina uvoza podataka u Power BI-u koji može biti sa lokalne datoteke, poslovnog ili osobnog OneDrive-a ili putem SharePoint-a.



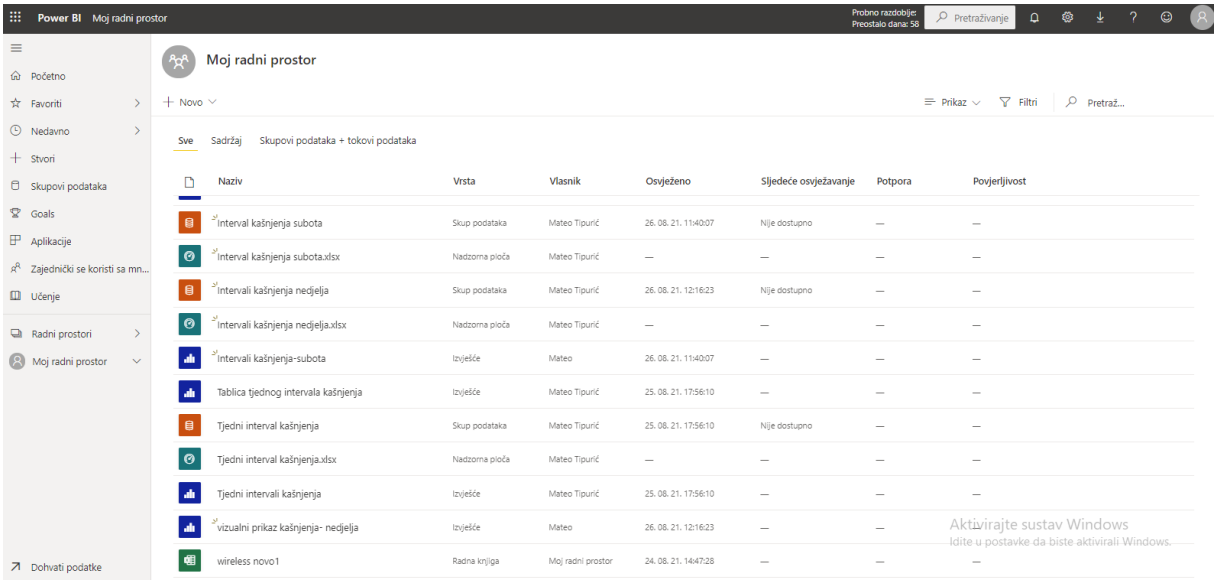
Slika 4 Odabir uvoza podataka u Power BI-u

Primjerom odabira lokalne datoteke, Power BI nudi mogućnost uvoza podataka iz programa Excel u Power BI ili prijenos datoteke programa Excel u Power BI kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5 Uvoz ili prijenos podataka u Power BI-u

U Power BI postoji sučelje pod imenom "Moj radni prostor" u kojemu korisnik uvozi i prenosi svoje podatke i datoteke te u njemu stvara različita izvješća. Nakon uvoza određenih podataka i prijenosa datoteke iz programa Excel u Power BI, u radnom prostoru korisnika Power BI stvaraju se skupovi podataka, radne knjige, nadzorne ploče kao što je prikazano na slici 6.



Slika 6 Moj radni prostor u Power BI-u

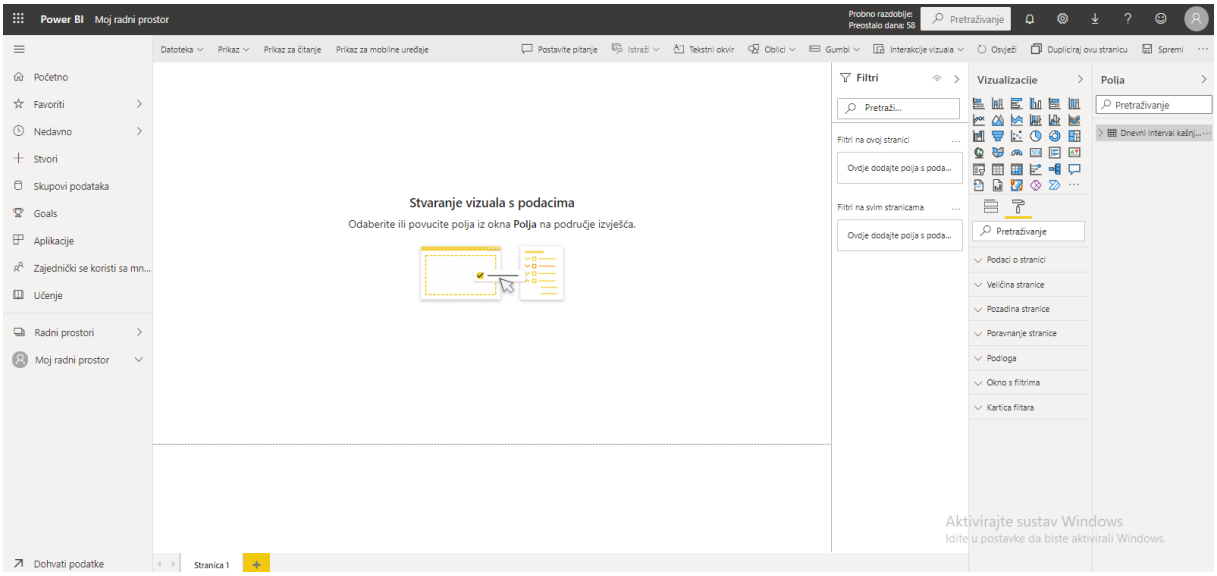
6.3. Obrada i vizualizacija podataka putem Power BI u Microsoft Azure-u

Putem Excel-a grupirani su podatci kašnjenja mreže u različitim intervalima kao broj kašnjenja u određenom intervalu. Napravljena su grupiranja u radnim danima tjedna, danima u vikendu te na kraju sumarno za cijeli tjedan. Grupiranje se vršilo u Excel-u pomoću pivota što je prikazano na slici 7. Grupirani podatci zatim su uvezeni u Power BI gdje se radi za svaki skup podataka izvješće što se vidi na slici 8. Izvješće služi za prikaz podataka napravljenih u Excelu te izradu vizualizacije. Na slici 8 prikazano je sučelje izvješća.



Row Labels	Count of remote_avg
0-50	60971
50-100	1265
100-150	357
150-200	189
200-250	115
250-300	62
300-350	50
350-400	21
400-450	30
450-500	9
500-550	2
550-600	6
600-650	4
650-700	122
700-750	12
750-800	9
800-850	223
850-900	7
900-950	6
950-1000	2
>1000	9001
Grand Total	72463

Slika 7 Grupiranje podataka pomoću pivot tablice u Excel-u



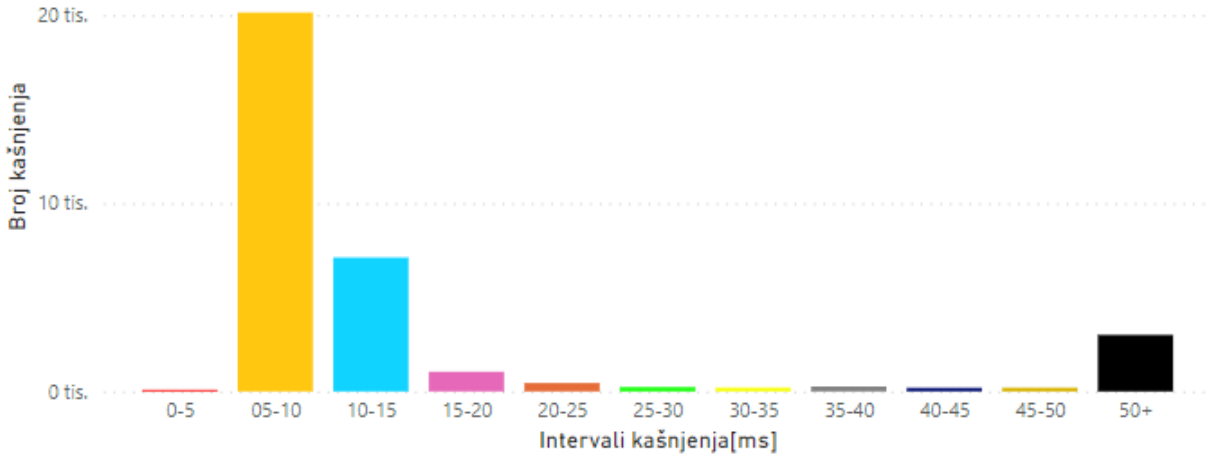
Slika 8 Sučelje Power BI izvješće

6.3.1. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za radne dane

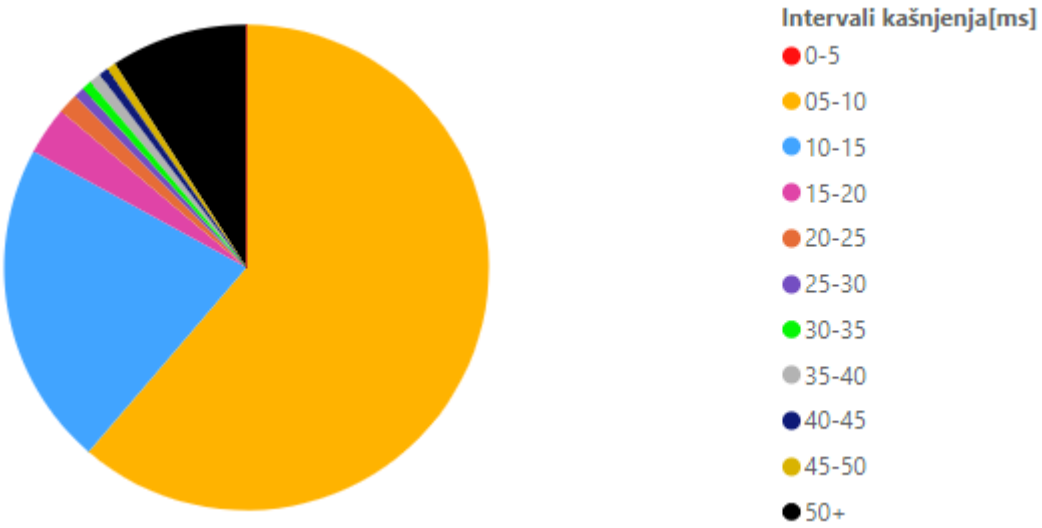
U izvješću Power BI-a dobiveni su vizualni prikazi pomoću grupiranih podataka broja kašnjenja u određenim intervalima kašnjenja. U tablici 9 prikazani su grupirani podatci dobiveni uvozom iz Exel-a u radnim danima, a na slikama 9 i 10 prikazan je njihov grafički prikaz pomoću histograma i kružnog dijagrama. Grupiranjem i vizualizacijom podataka kašnjenja vidljivo je da je najveći broj kašnjenja zabilježen u intervalu od 5 – 10 ms za radne dane.

Tablica 9. Grupirani podatci kašnjenja za radne dane dobiveni uvozom iz Excel-a

Intervali kašnjenja[ms]	Broj kašnjenja
0-5	5
05-10	20146
10-15	7120
15-20	1049
20-25	448
25-30	234
30-35	207
35-40	263
40-45	198
45-50	201
50+	3007



Slika 9 Histogram kašnjenja za radne dane



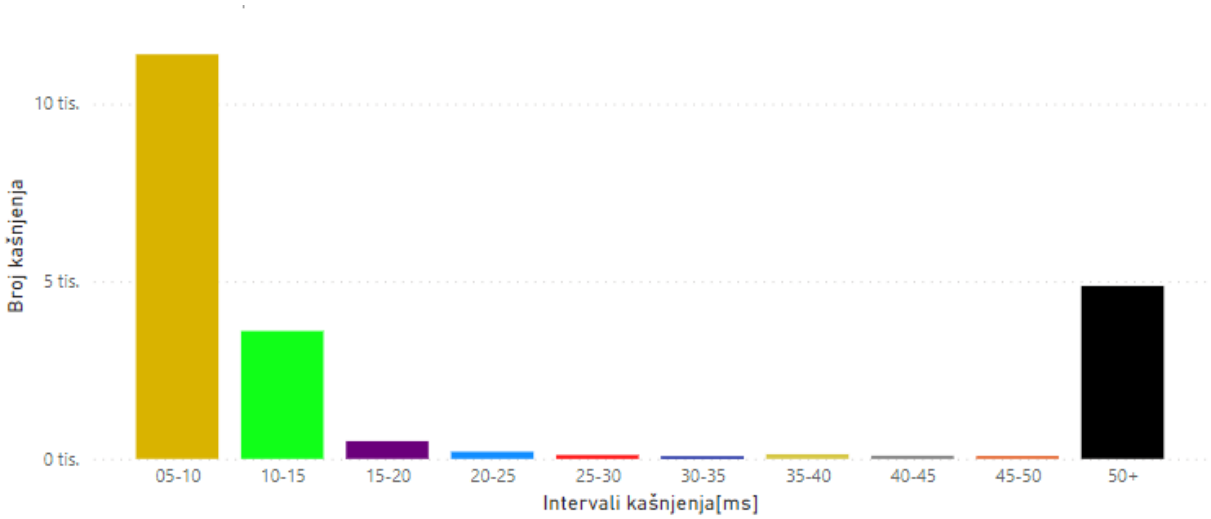
Slika 10 Kružni dijagram kašnjenja za radne dane

6.3.2. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za vikend

Grupiranjem podataka u intervalima za svakih 5 ms kašnjenja u Power BI-u vizualiziran je histogram i kružni dijagram podataka za dane u vikendu. Tablica 10 prikazuje grupirane podatke u intervalima kašnjenja te broj kašnjenja u istim intervalima, dok slika 11 prikazuje njihov histogram, a slika 12 kružni dijagram. Grupiranjem i vizualizacijom podataka kašnjenja vidljivo je da je najveći broj kašnjenja zabilježen u intervalu od 5 – 10 ms.

Tablica 10. Grupirani podatci kašnjenja za vikend dobiveni uvozom iz Excel-a

Intervali kašnjenja[ms]	Broj kašnjenja
05-10	11397
10-15	3601
15-20	499
20-25	200
25-30	105
30-35	70
35-40	131
40-45	86
45-50	83
50+	4871



Slika 11 Histogram kašnjenja za vikend



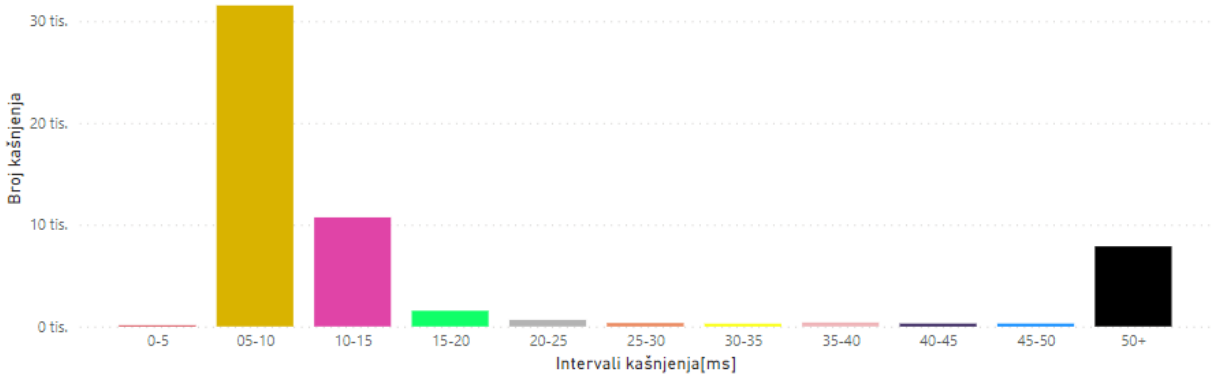
Slika 12 Kružni dijagram kašnjenja za vikend

6.3.3. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za cijeli tjedan

Napravljeno je grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja za cijeli tjedan koji uključuje radne dane i vikend gdje je odabran interval za svakih 5 ms. U tablici 11 prikazani su grupirani podatci dobiveni uvozom iz Exel-a za cijeli tjedan, a na slikama 13 i 14 prikazan je njihov grafički prikaz pomoću histograma i kružnog dijagrama. Grupiranjem i vizualizacijom podataka kašnjenja vidljivo je da je najveći broj kašnjenja zabilježen u intervalu od 5 – 10 ms za cijeli tjedan.

Tablica 11. Grupirani podatci kašnjenja za cijeli tjedan dobiveni uvozom iz Excel-a

Intervali kašnjenja[ms]	Broj kašnjenja
0-5	5
05-10	31544
10-15	10721
15-20	1548
20-25	648
25-30	339
30-35	277
35-40	394
40-45	284
45-50	284
50+	7878



Slika 13 Histogram kašnjenja za cijeli tjedan



Slika 14 Kružni dijagram kašnjenja za cijeli tjedan

6.3.4. Grupiranje i vizualizacija podataka kašnjenja u Power BI-u za ukupni period mjerenja

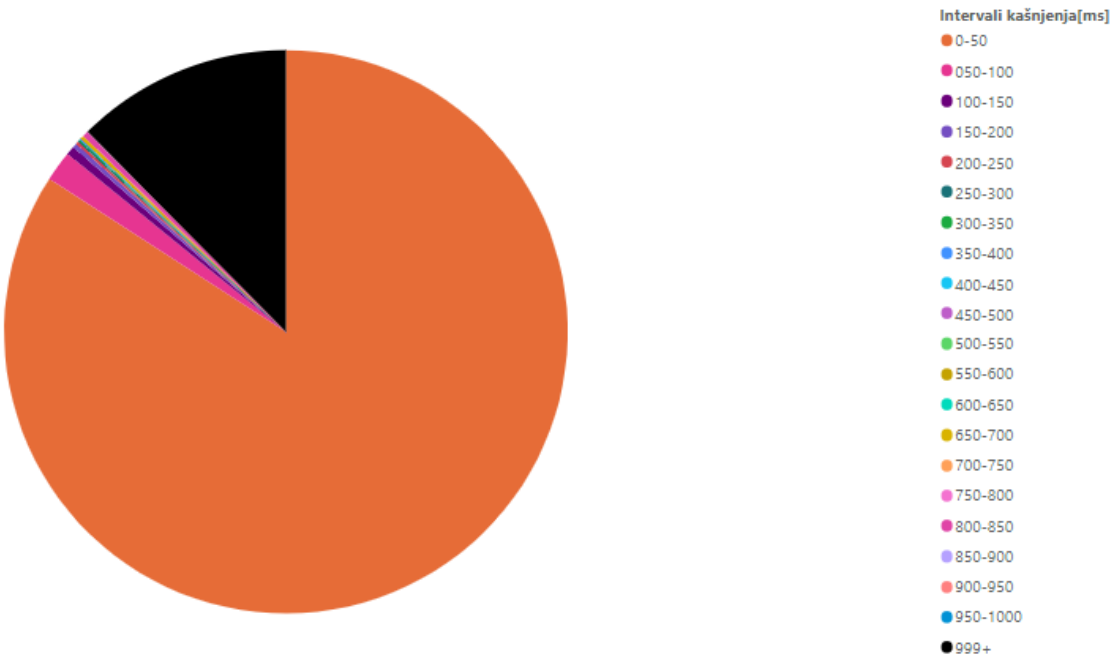
Napravljeno je grupiranje i vizualizacija cijelokupnih podataka kašnjenja mreže gdje je odabran interval za svakih 50 ms zbog povećanog broja podataka. Najveći broj kašnjenja bio je u intervalu od 0 - 50 ms. Tablica 12 prikazuje grupirane podatke u intervalima kašnjenja te broj kašnjenja u istim intervalima, dok slika 15 prikazuje njihov histogram, a slika 16 kružni dijagram.

Tablica 12. Grupirani podatci kašnjenja za ukupni period mjerenja dobiveni uvozom iz Excel-a

Intervali kašnjenja[ms]	Broj kašnjenja
0-50	60971
050-100	1265
100-150	357
150-200	189
200-250	115
250-300	62
300-350	50
350-400	21
400-450	30
450-500	9
500-550	2
550-600	6
600-650	4
650-700	122
700-750	12
750-800	9
800-850	223
850-900	7
900-950	6
950-1000	2
999+	9001



Slika 15 Histogram kašnjenja za ukupni period mjerenja



Slika 16 Kružni dijagram kašnjenja za ukupni period mjerenja

7. Zaključak

Računalstvo u oblaku nova je tehnologija u nastajanju za koju se očekuje da će u idućih nekoliko godina značajno promijeniti područje IT -a i voditi ga u sljedećim desetljećima. Brojne usluge i aplikacije mogu se pružati u oblaku zbog mnogih zanimljivih i obećavajućih karakteristika. U ovom radu dan je pregled najboljih i najčešće korištenih platformi koje nude usluge računalstva u oblaku za obradu podataka. Očekuje se da će usluge i aplikacije u oblaku privući mnoge pojedince i organizacije iz različitih disciplina, međutim, tehnologija računalstva u oblaku nije lišena rizika i zabrinutosti. Pitanja sigurnosti i privatnosti i dalje su najveća briga za računalstvo u oblaku što ograničava njihovo usvajanje u praksi. Priroda multinacionalnosti, korištenje vanjskih (engl. *outsourcing*) resursa i podataka glavni su razlozi sigurnosnog problema u računalstvu u oblaku. Organizacije i pojedinci i dalje su zabrinuti zbog pohrane i obrade svojih osjetljivih podataka i kritičnih aplikacija u oblaku. Oni i dalje postavljaju mnoga pitanja poput: gdje se nalaze njihovi podatci te tko im upravlja i pristupa, zašto se traže njihovi osobni podatci i tko ih koristi i kakva je sudbina njihove podatke u slučaju katastrofa ili kada prestanu s radom. Nije iznenađujuće da će se veći dio budućih istraživanja u oblačnom računalstvu fokusirati na razvoj pristupa koji je u stanju riješiti njegova sigurnosna pitanja. Mnogi se pristupi sada usredotočuju na identificiranje specifičnih sigurnosnih rizika u oblaku na različitim područjima i davanje preporuka i smjernica za sigurnost i privatnost u javnom računalstvu u oblaku.

U svijetu je trenutno dostupno više od 33 tisuće pružatelja raznih usluga računalstva u oblaku stoga je odabir platforme koja će kvalitetno zadovoljiti zahtjeve klijenata od velike važnosti, a svodi se i ovisi o pojedinačnim preferencijama ili potrebama klijenata. S obzirom da se sve analitičke platforme za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku koriste u istu svrhu, pružaju gotove iste usluge te podržavaju sve platforme, operacijske sustave i strukturu, odabir o najučinkovitijem svodi se na korištenje besplatne probne verzije i provjeravanje koja platforma najbolje odgovara zahtjevima korisnika. Usluge u oblaku nude neusporediv potencijal za poboljšanje poslovne uspješnosti i povećanje dobiti. Najbolje usluge računalstva u oblaku nude tvrtkama priliku da se podvrgnu digitalnoj transformaciji kako bi poboljšale učinkovitost i smanjile troškove. Tvrtke također mogu kombinirati usluge u oblaku različitih pružatelja putem posrednika u oblaku kako bi osigurale da te usluge rade uz maksimalnu učinkovitost i isplativost, ali i da smanje šanse za zaključavanje dobavljača, istovremeno poboljšavajući višak.

Nakon detaljnog prikaza platformi koje nude usluge računalstva u oblaku, u završnom radu prikazan je primjer primjene i obrade prometnih podataka koristeći program Power BI platforme Microsoft Azure koja se pokazala itekako prikladnom za grupiranje i vizualizaciju istih. Nastavak rada na ovoj tematici je implementacija i korištenje naprednijih pristupa obrade podataka za detaljniju dubinsku analizu prometnih podataka.

Literatura

[1] NIST. Preuzeto sa: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf [Pristupljeno: kolovoz 2021.]

[2] EUR-Lex.europa. Preuzeto sa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0529&from=en [Pristupljeno: kolovoz 2021.]

[3] Oludele A., Ogu EC. On the Evolution of Virtualization and Cloud Computing: A Review. Journal of Computer Sciences and Applications. 2014; 2(3):40-43. Dostupno na: https://www.researchgate.net/profile/Chinecherem-Umezuruike-2/publication/270162063_On_the_Evolution_of_Virtualization_and_Cloud_Computing_A_Review/links/59855672a6fdcc75624fc87c/On-the-Evolution-of-Virtualization-and-Cloud-Computing-A-Review.pdf

[4] Sajid, M. (2013.) Cloud Computing: Issues & Challenges. Dostupno na: https://www.researchgate.net/profile/Mohammad-Sajid-12/publication/278117154_Cloud_Computing_Issues_Challenges/links/557c12a908ae26eada8c7097/Cloud-Computing-Issues-Challenges.pdf

[5] TSAPPA. Preuzeto sa: https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=909505 [Pristupljeno: kolovoz 2021.]

[6] Hlebec, D. Primjena računalstva u oblaku u poslovanju. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile; 2016. Dostupno na: https://repozitorij.unipu.hr/islandora/object/unipu:970/preview

[7] Jennings R. Cloud Computing with the Windows® Azure™ Platform. Indianapolis, USA: Wiley Publishing, Inc.; 2009.

[8] Overview of Amazon Web Services AWS Whitepaper. Preuzeto sa: https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-overview/introduction.html [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[9] Trusting your data with Google Cloud Platform. Preuzeto sa: https://cloud.google.com/files/gcp-trust-whitepaper.pdf [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[10] Quintero D et al. IBM Technical Computing Clouds. USA: IBM; 2013. Preuzeto sa: http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg248144.pdf [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[11] Oracle Cloud Infrastructure Fundamentals. Preuzeto sa: https://www.oracle.com/webfolder/technetwork/tutorials/ocis/ocis_fundamental/OC-Infra-Funda_sg.pdf [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[12] Technical White Paper How to Squeeze More Efficiency Out of Your Infrastructure. Preuzeto sa: https://www.cloudlinux.com/images/content/resources/CloudLinux_How_To_Queeze_More_Efficiency.pdf [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[13] Microsoft – Stream Analytics. Preuzeto sa: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/stream-analytics/ [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[14] AWS. Preuzeto sa: https://aws.amazon.com/big-data/datalakes-and-analytics/?nc2=h_ql_prod_an [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[15] IBM. Preuzeto sa: https://www.ibm.com/products/cognos-analytics?cm_sp=Scheduler-_-CopyChng2-_-V [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[16] Qlik. Preuzeto sa: https://www.qlik.com/us/products/qlik-sense [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[17] Domo. Preuzeto sa: https://www.domo.com/business-intelligence [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[18] Zoho. Preuzeto sa: https://www.zoho.com/analytics/ [Pristupljeno:lipanj 2021.]

[19] Microsoft. Preuzeto sa: https://docs.microsoft.com/en-us/learn/modules/introduction-power-bi/ [Pristupljeno: kolovoz 2021.]

POPIS SLIKA

Slika 1 Referentna arhitektura računalstva u oblaku

Slika 2 Glavno sučelje usluge Power BI

Slika 3 Odabir dohvaćanja podataka u Power BI-u

Slika 4 Odabir uvoza podataka u Power BI-u

Slika 5 Uvoz ili prijenos podataka u Power BI-u

Slika 6 Moj radni prostor u Power BI-u

Slika 7 Grupiranje podataka pomoću pivot tablice u Excel-u

Slika 8 Sučelje Power BI izvješće

Slika 9 Histogram kašnjenja za radne dane

Slika 10 Kružni dijagram kašnjenja za radne dane

Slika 11 Histogram kašnjenja za vikend

Slika 12 Kružni dijagram kašnjenja za vikend

Slika 13 Histogram kašnjenja za cijeli tjedan

Slika 14 Kružni dijagram kašnjenja za cijeli tjedan

Slika 15 Histogram kašnjenja za ukupni period mjerenja

Slika 16 Kružni dijagram kašnjenja za ukupni period mjerenja

POPIS TABLICA

Tablica 1. Identifikacija glavnih uloga definiranih u referentnoj arhitekturi računalstva u oblak okruženju

Tablica 2. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *Microsoft Azure*

Tablica 3. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *Amazon Web Services*

Tablica 4. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *IBM Cloud*

Tablica 5. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platforme *Oracle Cloud Infrastructure* i *CloudLinux*

Tablica 6. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platformi *Azure Stream Analytics, AWS Analytics* i *IBM Cognos Analytics* za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku

Tablica 7. Prednosti i nedostaci korištenja usluga računalstva u oblaku platformi *Qlik Sense, Domo* i *Zoho Analytics* za analizu i izvještavanje o velikim podatcima u oblaku

Tablica 8. Izmjereni podatci stabilnosti bežične LAN mreže

Tablica 9. Grupirani podatci kašnjenja za radne dane dobiveni uvozom iz Excel-a

Tablica 10. Grupirani podatci kašnjenja za vikend dobiveni uvozom iz Excel-a

Tablica 11. Grupirani podatci kašnjenja za cijeli tjedan dobiveni uvozom iz Excel-a

Tablica 11. Grupirani podatci kašnjenja za cijeli tjedan dobiveni uvozom iz Excel-a

Tablica 12. Grupirani podatci kašnjenja za ukupni period mjerenja dobiveni uvozom iz Excel-a

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Pregled usluga računalstva u oblaku za obradu prometnih podataka**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 4.9.2021

Jurlić Mateo
(potpis)