

# Računarstvo u oblaku

---

**Abramović, Krešimir**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development in Pozega / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja u Požegi**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:277:230301>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-06**



*Repository / Repozitorij:*

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Pozega](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U POŽEGI**



**STUDENT: KREŠIMIR ABRAMOVIĆ, JMBAG:0253054505**

**Računarstvo u oblaku**  
***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2024. godine

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U POŽEGI**

**PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ ELEKTRONIČKO POSLOVANJE I PROGRAMSKO  
INŽENJERSTVO**

**Računarstvo u oblaku**

***ZAVRŠNI RAD***

IZ KOLEGIJA Operativni sustavi i građa računala

MENTOR: doc.dr.sc. Robert Idlbek

STUDENT: Krešimir Abramović

JMBAG studenta: 0253054505

Požega, 2024. godine

## SAŽETAK

U ovom završnom radu analizirano je računarstvo u oblaku kroz nekoliko ključnih aspekata. U uvodnim dijelovima obrađuju se opći pojmovi i povijesni razvoj računarstva u oblaku. Zatim se raspravlja o različitim vrstama primjene oblaka, uključujući privatni, javni, hibridni i višestruki oblak. Obrađena je i arhitektura oblaka, s naglaskom na frontend i backend sučelja, te mrežne komponente koje omogućuju isporuku usluga putem interneta. Različite vrste usluga u oblaku, kao što su IaaS, PaaS i SaaS, detaljno su objašnjene, naglašavajući kako one olakšavaju poslovanje i omogućuju skalabilnost. Također su istaknute prednosti korištenja računarstva u oblaku, poput fleksibilnosti podataka i učinkovitog upravljanja resursima, ali i potencijalne mane, poput neplaniranih troškova i ovisnosti o pružateljima usluga. Konačno, razmatra se budućnost računarstva u oblaku, s posebnim osvrtom na napredak u umjetnoj inteligenciji i strojnome učenju, razvoju građanskog developera te primjenu računarstva na rubu mreže kao nove granice u tehnološkom razvoju.

Ključne riječi : Računarstvo u oblaku, Arhitektura oblaka, Budućnost računarstva u oblaku, Cloud usluge.

## SUMMARY

In this final paper, cloud computing was analyzed through several key aspects. In the introductory parts, the general concepts and historical development of cloud computing are covered. It then discusses different types of cloud deployments, including private, public, hybrid, and multi-cloud. Cloud architecture is also covered, with an emphasis on frontend and backend interfaces, and network components that enable the delivery of services via the Internet. Different types of cloud services, such as IaaS, PaaS and SaaS, are explained in detail, highlighting how they facilitate business and enable scalability. The advantages of using cloud computing, such as data flexibility and efficient resource management, but also potential disadvantages, such as unplanned costs and dependence on service providers, were also highlighted. Finally, the future of cloud computing is considered, with particular reference to advances in artificial intelligence and machine learning, the development of citizen developers and the application of computing at the edge of the network as a new frontier in technological development.

Keywords: Cloud computing, Cloud architecture, Future of cloud computing, Cloud services.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OPĆENITO O RAČUNARSTVU U OBLAKU .....	3
3. NAČINI PRIMJENE RAČUNARSTVA U OBLAKU .....	5
3.1 Privatni oblak.....	5
3.2 Javni oblak .....	6
3.3 Hibridni oblak .....	8
3.4 Višestruki oblak .....	9
4. ARHITEKTURA RAČUNARSTVA U OBLAKU .....	10
4.1 Front-end arhitektura .....	10
4.2 Back-end arhitektura .....	11
4.3 Isporuka temeljena na oblaku i internetu .....	12
4.4 Umrežavanje u oblaku .....	13
5. VRSTE USLUGA RAČUNARSTVA U OBLAKU.....	14
5.1 Infrastruktura kao usluga (eng. Infrastructure as a Service, IaaS).....	14
5.2 Softver kao usluga (eng. Software as a Service, SaaS).....	15
5.3 Platforma kao usluga (eng. Platform as a Service, PaaS).....	16
6. PRAKTIČNA PRIMJENA DATA BOX RJEŠENJA ZA UPRAVLJANJE PODACIMA U PODUZEĆU .....	17
7. PREDNOSTI I MANE KORIŠTENJA RAČUNARSTVA U OBLAKU .....	19
7.1 Upravljanje troškovima.....	19
7.2 Fleksibilnost podataka i radnih opterećenja.....	20
7.3 Održivo upravljanje resursima.....	20
7.4 Sigurnosne mjere u oblaku.....	21
7.5 Neplanirani troškovi u oblaku.....	21
7.6 Nedostatak stručnosti i ovisnost o pružatelju usluga .....	22
7.7 Geografski izazovi računarstva u oblaku.....	23
8. BUDUĆNOST RAČUNARSTVA U OBLAKU .....	24
8.1 Napredak u AI i strojnom učenju .....	24
8.2 Uvođenje građanskog developera .....	25
8.3 Računarstvo na rubu mreže (eng. Edge computing) .....	26
ZAKLJUČAK.....	27
LITERATURA .....	28
POPIS SLIKA .....	30

## 1. UVOD

Računarstvo u oblaku donijelo je značajne promjene u načinu pohrane, obrade i pristupa podacima. Omogućuje korisnicima pristup različitim resursima i aplikacijama putem interneta, bez potrebe za fizičkom infrastrukturom na licu mjesta. Ova tehnologija pruža brojne prednosti, poput smanjenja troškova, povećanja fleksibilnosti i skalabilnosti, te olakšava brzi pristup podacima i uslugama s bilo kojeg mjesta i u bilo koje vrijeme. Razvoj računarstva u oblaku posebno je došao do izražaja tijekom pandemije COVID-19, kada je veliki broj organizacija morao prilagoditi svoje poslovanje i omogućiti rad od kuće. Cloud usluge omogućile su neometan prijelaz na online poslovanje, osiguravajući siguran pristup podacima i aplikacijama, kao i suradnju na daljinu. Ova tehnologija postala je ključna za osiguravanje kontinuiteta poslovanja u izazovnim uvjetima, omogućujući tvrtkama da ostanu operativne i produktivne. U ovom radu bit će analizirane različite vrste računarstva u oblaku, njegove arhitekture, te prednosti i izazovi s kojima se korisnici susreću. Također, razmotrit će se budući trendovi i inovacije koje će oblikovati daljnji razvoj ove tehnologije, poput umjetne inteligencije i računarstva na rubu mreže.

## RAZRADA TEME

2. Općenito o računarstvu u oblaku: U ovom poglavlju objašnjava se evolucija računarstva u oblaku, kao i osnovna definicija i važnost tehnologije.

3. Načini primjene računarstva u oblaku: Ovdje su opisane glavne vrste primjene računarstva u oblaku - privatni, javni, hibridni i višestruki oblak, uz prednosti i specifičnosti svake vrste.

4. Arhitektura računarstva u oblaku: Poglavlje razrađuje ključne komponente arhitekture oblaka, uključujući front-end i back-end arhitekture, Cloud CDN te umrežavanje u oblaku, čime se naglašava važnost stabilnosti i sigurnosti.

5. Vrste usluga računarstva u oblaku: Opisuju se tri glavna modela usluga - IaaS, PaaS i SaaS, s primjerima i specifičnim karakteristikama svake od njih.

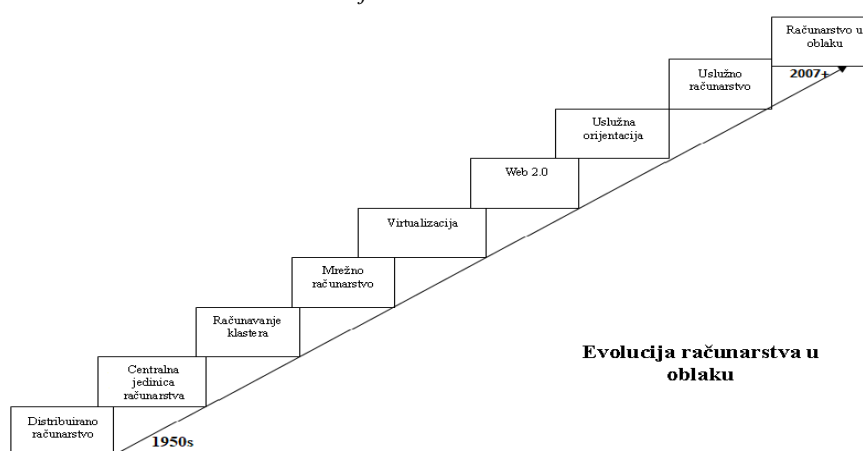
6. Prednosti i mane računarstva u oblaku: U ovom dijelu rada analiziraju se prednosti poput fleksibilnosti i održivog upravljanja, ali i izazovi poput neplaniranih troškova, nedostatka stručnosti i ovisnosti o pružatelju usluga.

7. Budućnost računarstva u oblaku: Završno poglavlje usmjereno je na inovacije i buduće trendove, kao što su umjetna inteligencija, računarstvo na rubu mreže i uvođenje građanskih developera.

## 2. OPĆENITO O RAČUNARSTVU U OBLAKU

Računarstvo u oblaku, poznato kao i cloud computing, prošlo je dug put od svojih skromnih početaka do današnje sveprisutne tehnologije. Računalo u oblaku ima svoje korijene u 1960-ima, kada su se pojavile prve ideje o umrežavanju računala. Dr. Joseph Carl Robnett Licklider bio je pionir koji je prvi predložio koncept globalnog umrežavanja. Te ideje, iako daleke u to vrijeme, postale su stvarnost s razvojem tehnologije u kasnijim desetljećima. Prvi koji su implementirali ovu teoriju u praksu bili su Amazon Web Services (AWS), koji je uveo inovativne usluge za pohranu i računalne resurse temeljenjem na oblaku.

Slika 1 – Evolucija računarstva u oblaku



(prilagođeno prema <https://www.geeksforgeeks.org/evolution-of-cloud-computing/>)

Zahvaljujući ovom pristupu, tvrtke su mogle pohranjivati podatke i koristiti računalne resurse na internetu, bez potrebe za velikim ulaganjima u fizičku infrastrukturu. Nedugo nakon toga, Amazon je dodatno unaprijedio model računarstva u oblaku predstavljanjem „Elastic Compute Cloud (EC2)“, usluge koja korisnicima omogućava iznajmljivanje virtualnih računala za pokretanje aplikacija. Tim putem krenuli su Google i Microsoft. Google je prvi predstavio „Google Apps“ (danas poznat kao Google Workspace), paket aplikacija koji je omogućio korisnicima korištenje alata za produktivnost i poboljšao suradnju timova diljem svijeta. Ubrzo nakon toga, Microsoft je lansirao svoje vlastite usluge, uključujući Microsoft Office, dodatno doprinoseći razvoju i usvajanju računarstva u oblaku. Diljem svijeta, očekuje se da će potrošnja poduzeća na infrastrukturu računarstva u oblaku prvi put premašiti 1 bilijun dolara u 2024. godini. Ovaj rast bit će potaknut sve većom potrebom za poboljšanjem sigurnosti i zaštite podataka, kao i usvajanjem novih platformi i usluga.



Računarstvo u oblaku predstavlja tehnologiju koja omogućava pristup računalnim resursima kao što su serveri, skladištenje podataka, baze podataka, mreže i softver putem interneta, a temelji se na konceptu dijeljenja tih resursa, softvera i informacija na zahtjev putem interneta, koji se nalaze na udaljenim poslužiteljima u vlasništvu i pod upravljanjem pružatelja usluga. Umjesto oslanjanja na fizičke servere i infrastrukturu unutar organizacija, resursi kao što su računalna snaga, pohrana podataka i mrežne usluge dostupni su putem interneta i pružaju se na temelju plaćanja po korištenju. Ovaj model omogućuje korisnicima, uključujući velike kompanije, da iznajmljuju potrebne resurse prema potrebi, čime se olakšava prilagođavanje infrastrukture poslovnim zahtjevima. Računarstvo u oblaku koristi princip dinamičkog opskrbljivanja, što znači da se resursi mogu brzo prilagoditi promjenjivim potrebama korisnika. Tehnologija koja je omogućila razvoj računarstva u oblaku je Web 2.0, koji je Internet učinio bogatijim mjestom za aplikacije i usluge. Također, usmjerenost na usluge omogućuje računarstvu u oblaku da koristi poznate apstrakcije, dok virtualizacija pruža potrebnu razinu prilagodbe, kontrole i fleksibilnosti za razvoj poslovnih i proizvodnih sustava. Računarstvo u oblaku za razliku od lokalne infrastrukture i softvera na računalu pruža veću fleksibilnost i skalabilnost, optimizirajući korištenje resursa i omogućujući organizacijama da se fokusiraju na razvoj svojih aplikacija umjesto na upravljanje infrastrukturom. U konačnosti je to učinilo ovu tehnologiju nezamjenjivim rješenjem za tvrtke koje teže agilnosti, efikasnosti i bržem prilagođavanju promjenjivim tržišnim uvjetima. (Rajkumar Buyya, Christian Vecchiola, Thamarai Selvi, 2013; Susnjara & Smalley, 2024)

### 3. NAČINI PRIMJENE RAČUNARSTVA U OBLAKU

Računarstvo u oblaku nudi širok raspon modela primjene, ovisno o potrebama organizacije i zahtjevima za sigurnošću, fleksibilnošću i skalabilnošću. Najčešći modeli primjene obuhvaćaju različite vrste oblaka koje organizacije mogu birati u skladu s vlastitim prioritetima i mogućnostima. Ti modeli uključuju privatni oblak, javni oblak, hibridni oblak i višestruki oblak.

#### 3.1 Privatni oblak

Privatni oblak- poznat i kao poslovni oblak, vlasništvo je jedne organizacije i nije dostupan vanjskim korisnicima. Resursi privatnog oblaka obično se nalaze u vlastitim podatkovnim centrima organizacije. Oni nude veću kontrolu, sigurnost i upravljanje podacima, uz istovremeno zadržavanje prednosti skalabilnosti i fleksibilnosti koje pruža javni oblak. Postoje različiti načini kojim tvrtke mogu implementirati privatni oblak. „On-premises“ (on-prem) privatni oblak slučaj u kojem tvrtka mora osigurati sav potreban hardver, struju, hlađenje i ostalo za infrastrukturu oblaka. Organizacija je odgovorna za održavanje i upravljanje oblakom. Ovakav tip privatnog oblaka češće koriste organizacije koje već imaju razvijenu infrastrukturu i informatičke stručnjake. Hostani privatni oblak (eng. hosted private cloud) u ovom slučaju tvrtka koristi vanjski podatkovni centar za hostanje (eng. hosting) svog privatnog oblaka, ali i dalje upravlja i posjeduje hardverom i konfiguracijom privatnog oblaka. To znači da iako se oblak ne nalazi fizički unutar tvrtke, tvrtka i dalje ima punu kontrolu nad njim. Upravljeni privatni oblak (eng. „Managed private cloud“) je cloud usluga gdje tvrtka prepušta upravljanje održavanje i postavljanje privatnog oblaka vanjskom pružatelju usluga. Organizacije koje trebaju visoku razinu sigurnosti i kontrole koriste ovakvu uslugu jer je infrastruktura posvećena samo njihovoj organizaciji. To omogućava organizaciji veću posvećenost poslovnim ciljevima te svojstvo skalabilnosti prilagođavanja resursa prema potrebi. Privatni oblak pruža visoku razinu sigurnosti zahvaljujući internim vatrozidima i hostingu, što pomaže u zaštiti od neovlaštenog pristupa trećih strana. Međutim, jedan od nedostataka privatnog oblaka je to što organizacija mora preuzeti odgovornost za upravljanje i održavanje svojih podatkovnih centara, što može biti zahtjevno i vremenski intenzivno. (Akamai, 2024).

Slika 2 – Privatni oblak



(prilagođeno prema <https://www.myworkdrive.com/blog/what-is-private-cloud-storage/>)

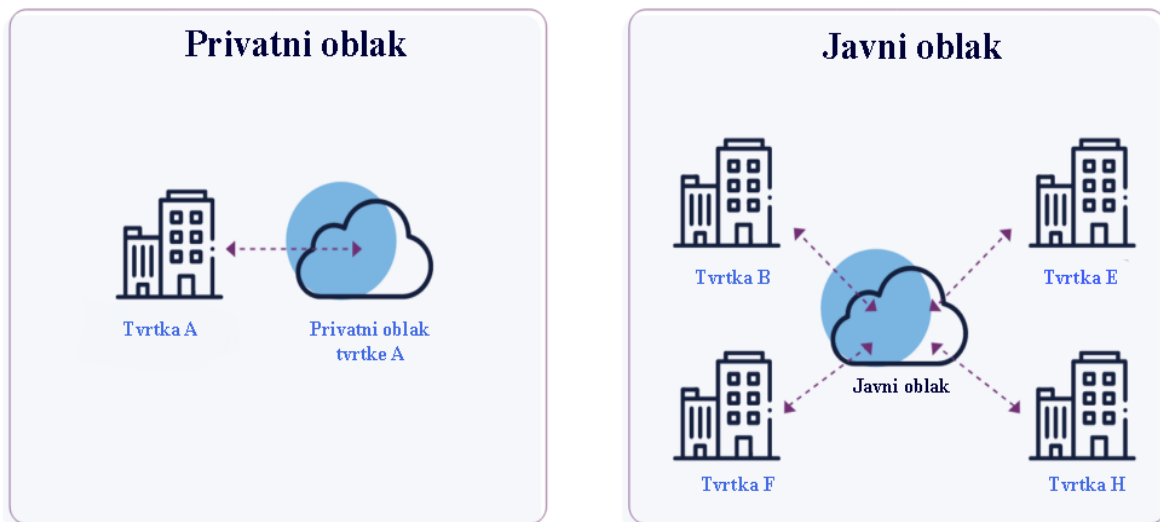
### 3.2 Javni oblak

Javni oblak- predstavljaju računalne usluge koje pružaju treći davatelji putem interneta. Za razliku od privatnog oblaka, ove usluge su dostupne svima koji ih žele kupiti ili koristiti, te mogu uključivati poslužitelje smještene u jednom ili više podatkovnih centara. Autori Rajkumar Buyya, Christian Vecchiola i S. Thamarai Selvi navode da je „temeljna karakteristika javnog oblaka višekorisničko okruženje (eng. multitenancy)“. „Javni oblak namijenjen je usluzi velikog broja korisnika, a ne samo jednog kupca. Svaki kupac zahtijeva virtualno računalno okruženje koje je odvojeno i najvjerojatnije izolirano od drugih korisnika. Ovo je temeljni zahtjev za učinkovito praćenje aktivnosti korisnika i jamstvo željenih performansi.“ Više organizacija može dijeliti isti fizički server u javnom oblaku za pohranu svojih podataka ili aplikacija. „Multitenancy“ podržava virtualizaciju koja razdvaja podatke ili aplikacije različitih tvrtki kako bi se osigurala privatnosti i sigurnost podataka.

Javni oblaci postali su privlačna opcija za male tvrtke, omogućujući im da započnu poslovanje bez potrebe za velikim početnim ulaganjima, potpuno se oslanjajući na javnu infrastrukturu za svoje IT zahtjeve, što im omogućava uštedu troškova povezanih s kupnjom, upravljanjem i održavanjem vlastite infrastrukture, budući da je pružatelj usluga odgovoran za sve te aspekte. Javni oblak može pružiti različite vrste usluga, uključujući infrastrukturu, platforme ili aplikacije. Primjerice, Amazon EC2 nudi infrastrukturu kao uslugu, Google App Engine pruža platformu za razvoj aplikacija kao uslugu, dok Salesforce.com nudi softver kao uslugu. Javni oblaci često se sastoje od podatkovnih centara raspoređenih na različitim geografskim lokacijama kako bi se ravnomjerno raspodijelilo korisničko opterećenje i osigurala bolja usluga ovisno o lokaciji korisnika. Na primjer, Amazon Web Services ima podatkovne centre smještene u Sjedinjenim Državama, Europi, Singapuru i Australiji, te korisnicima omogućuje izbor između različitih regija. Ove regije imaju različite cijene i dodatno su podijeljene u zone

dostupnosti, koje odgovaraju određenim podatkovnim centrima. Uz sve prednosti javni oblak donosi i određene mane koje ne odgovaraju tvrtkama koje trebaju visok stupanj kontrole i sigurnosti podataka. U javnom oblaku tvrtke ne kontroliraju izravno sigurnosne mjere, već od kupnje servera i nadogradnje softvera ovisi o pružatelju usluga. Troškovi su u većini slučajeva jeftini, no mogu narasti neočekivano kada tvrtka koristi puno podataka. Tada pružatelji usluga dodatno naplaćuju svoje resurse. Performanse javnih oblaka znaju varirati ovisno o tome koliko jaku infrastrukturu imaju pružatelji usluga koji podržavaju javni oblak jer zbog velike količine organizacija zna doći do zagušenja prometom podataka što može ometati rad aplikacija i virtualnih organizacija. (Buyya, Vecchiola & Selvi, 2013; Avatara, 2021).

Slika 3 – Javni oblak



(prilagođeno prema <https://techmoran.com/2024/02/05/what-is-public-cloud/>)

### 3.3 Hibridni oblak

Hibridni oblak koristi kombinaciju javnog i privatnog oblaka pružajući fleksibilno, sigurno i isplativo okruženje koje podržava automatizirano upravljanje radnim opterećenjima u različitim okruženjima. Ovaj model omogućava tvrtkama da prebacuju radne zadatke između privatnog i javnog oblaka, prilagođavajući se promjenama u računalnim i troškovnim zahtjevima. Michael J. Kavis objašnjava: "Kako bi dobili najbolje od oba svijeta, mnoge organizacije koriste i javne i privatne oblake, što se naziva hibridnim oblakom. Hibridni oblak definira se kao: sastav dviju ili više različitih infrastruktura oblaka (privatnih, zajedničkih ili javnih) koje ostaju jedinstvene entitete, ali su povezane standardiziranom ili vlasničkom tehnologijom koja omogućuje prenosivost podataka i aplikacija (eng. "cloud bursting" za raspodjelu opterećenja između oblaka). Najbolja praksa za hibridne oblake je koristiti javni oblak što je više moguće kako bi se iskoristile sve prednosti računarstva u oblaku, poput brze elastičnosti i grupiranja resursa, ali i koristiti privatni oblak gdje su rizici u područjima vlasništva podataka i privatnosti preveliki za javni oblak."

Hibridni oblak pomaže tvrtkama da prošire svoju lokalnu infrastrukturu korištenjem javnog oblaka za obradu velikih količina podataka, dok istovremeno osigurava sigurnost podataka, jer podatkovni centri trećih strana nemaju pristup osjetljivim informacijama. Jedan od primjera primjene hibridnog oblaka su DevOps timovi koji se bave razvojem i testiranjem web aplikacija. Ovaj model im omogućava da izbjegnu kupnju i proširenje lokalnog fizičkog hardvera potrebnog za testiranje aplikacija. Nakon što se aplikacija razvije u javnom oblaku, može se premjestiti u privatni oblak kako bi zadovoljila poslovne ili sigurnosne zahtjeve. (Kavis, 2014).

Slika 4 – Hibridni oblak



(prilagođeno prema <https://www.i95dev.com/difference-between-hybrid-cloud-multi-cloud-and-distributed-cloud/>)

### 3.4 Višestruki oblak

Višestruki oblak (eng. „multicloud“) je strategija koja uključuje korištenje više usluga u oblaku od različitih pružatelja. Ova strategija omogućuje organizacijama da iskoriste najbolje značajke i usluge koje svaki pružatelj nudi. Na primjer, jedna tvrtka može koristiti Google Cloud za svoje napredne analitičke alate, dok istovremeno koristi Microsoft Azure za svoje sigurnosne značajke i Amazon Web Services (AWS) za svoje globalne mrežne usluge. Organizacije nisu vezane za jednog pružatelja usluga, što im omogućuje da biraju najbolje alate za svoje specifične potrebe. Također, višestruki oblak može poboljšati otpornost sustava jer problemi s jednim pružateljem neće nužno utjecati na sve usluge koje organizacija koristi. Osim toga, višestruki oblak može pomoći u optimizaciji troškova. Organizacije mogu birati najpovoljnije usluge za određene zadatke, što može dovesti do značajnih ušteda. Također, korištenje više pružatelja može potaknuti konkurenciju među njima, što može rezultirati boljim cijenama i uslugama za korisnike. Međutim, upravljanje višestrukim oblakom može biti složeno. Također, sigurnost i usklađenost mogu biti izazovi, jer svaka usluga može imati različite sigurnosne standarde i pravila. (Akamai, 2024; Microsoft Azure, 2024).

Slika 5 – Višestruki oblak



(preuzeto sa <https://www.outcomex.com.au/solutions/cloud-services/develop-your-multicloud-strategy/>)

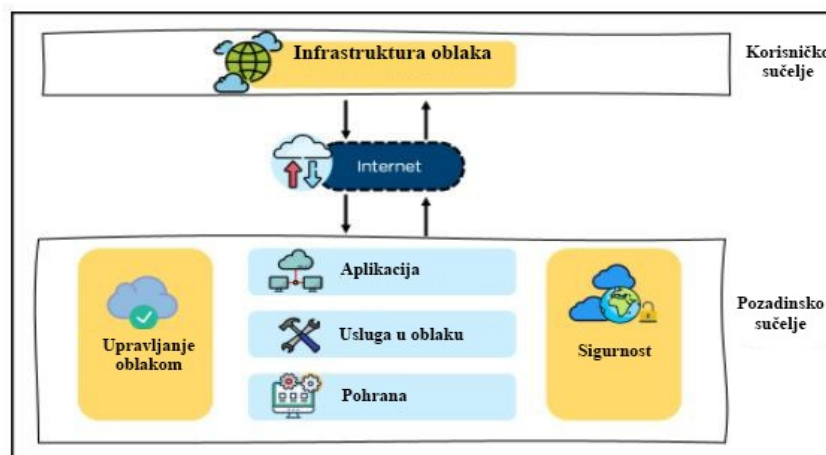
## 4. ARHITEKTURA RAČUNARSTVA U OBLAKU

Arhitektura računarstva u oblaku sastoji se od više komponenti koje zajedno omogućuju stabilno, sigurno i efikasno pružanje usluga korisnicima. Sastavni dijelovi ove arhitekture osiguravaju pravilnu distribuciju resursa, brzinu i pouzdanost rada. Glavne komponente arhitekture oblaka obuhvaćaju Front-end arhitekturu, Back-end arhitekturu, isporuku temeljenu na oblaku i internetu (eng. Cloud Content Delivery Network) te umrežavanje u oblaku (eng. Cloud Networking).

### 4.1 Front-end arhitektura

Front-end arhitektura odnosi se na sve dijelove sustava računarstva u oblaku s kojima izravno komunicira krajnji korisnik. To je onaj dio koji korisnici vide i s kojim se koriste, a uključuje komponente koje oblikuju korisničko iskustvo. Front-end arhitektura obično se pojavljuje u obliku korisničkog sučelja i ključna je za način na koji korisnici koriste softver u oblaku. Front-end arhitekturu čine web preglednici, lokalne mreže, web aplikacije. Front-end arhitektura se sastoji od tri komponenti. Prva komponenta je softver koji omogućuje pokretanje aplikacija u oblaku s korisničke strane. Najčešće predstavljena front-end arhitektura su web preglednici i klijentske aplikacije. Korisničko sučelje je ono s čim korisnik izravno komunicira kako bi obavio zadatke u oblaku. To može biti tekstualni editor u uslugama poput Google Docs-a ili sučelje za slanje i primanje e-pošte u Gmail-u. Klijentski uređaj/mreža: Klijentski uređaj ili mreža također su važan dio front-end arhitekture. To uključuje hardver s korisničke strane, poput računala i ulaznih uređaja. U računarstvu u oblaku, klijentski uređaj obično ne zahtijeva puno računalne snage, jer se većina teških zadataka obrađuje u oblaku. (Borah, 2024).

Slika 6 - Front-end arhitektura



(prilagođeno prema <https://www.linkedin.com/pulse/cloud-computing-architecture-vyshnavi-gorantla>)

## 4.2 Back-end arhitektura

Back-end komponenta koja je srce samo oblaka gdje se nalaze svi resursi i infrastruktura potrebna za pružanje usluga. Back-end sadrži nekoliko ključnih komponenti za rad sustava. Poslužitelji su temeljni element back-end arhitekture. Oni pružaju procesorsku snagu potrebnu za pokretanje aplikacija i obradu podataka. Poslužitelji mogu biti fizički ili virtualni, a često su raspoređeni u podatkovnim centrima diljem svijeta kako bi se osigurala visoka dostupnost i otpornost sustava. Pohrana podataka uključuje različite vrste sustava za pohranu i njihovo sigurno i učinkovito čuvanje podataka.

Baze podataka su ključne za organizaciju i upravljanje podacima. Mogu biti relacijske (MySQL, PostgreSQL) ili nerelacijske (npr. MongoDB, Cassandra), ovisno o potrebama aplikacije. Mrežna infrastruktura povezuje sve komponente back-end-a i omogućuje prijenos podataka između poslužitelja, pohrane i korisnika. To uključuje mrežne sklopke, rutere i sigurnosne uređaje koji osiguravaju stabilnu i sigurnu komunikaciju. Upravljanje resursima uključuje alate i softver za praćenje, upravljanje i optimizaciju resursa u oblaku. Automatizaciju infrastrukture (npr. Terraform) i alate za praćenje performansi (npr. Prometheus). Back-end sustavi su dizajnirani da budu skalabilni i otporni. To znači da se mogu prilagoditi povećanom opterećenju i nastaviti raditi čak i u slučaju kvara pojedinih komponenti. Skalabilnost se postiže horizontalnim i vertikalnim skaliranjem resursa, dok se otpornost osigurava redundantnim sustavima i automatskim preusmjeravanjem prometa. (Board Infinity; Anirudh V K, 2022).

Slika 7 - Back-end arhitektura



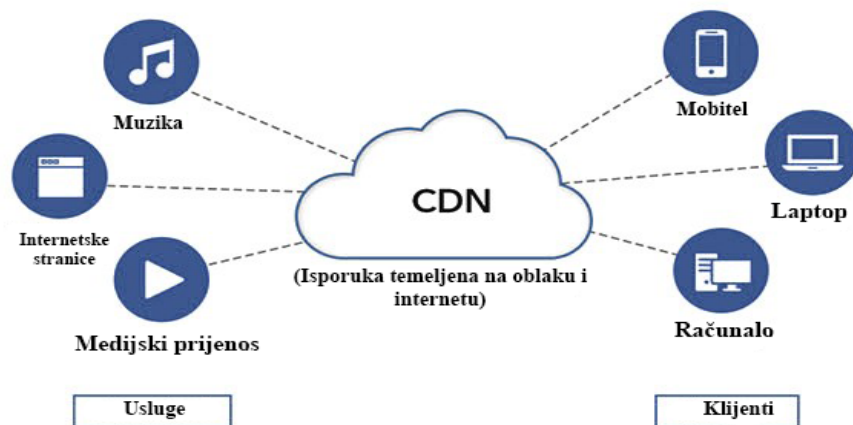
(prilagođeno prema <https://www.clariontech.com/blog/cloud-computing-architecture-what-is-front-end-and-back-end>)



### 4.3 Isporuca temeljena na oblaku i internetu

Isporuca temeljena na oblaku i internetu je tehnologija koja omogućuje bržu, učinkovitiju i pouzdaniju isporuku digitalnog sadržaja korisnicima putem globalne mreže poslužitelja raspoređenih na različitim lokacijama. Namjena ove mreže je smanjiti fizičku udaljenost između krajnjih korisnika i servera koji isporučuje sadržaj. Cloud CDN (eng. Content delivery network) radi tako što na zahtjev korisnika sadržaja aplikacije ili web stranice poslužuje taj sadržaj s najbližeg servera. Mreža se sastoji od nekoliko komponenti i servera. Svaki od tih servera ima svoju ulogu. Točke prisutnosti (eng. PoPs) su podatkovni centri koji su raspoređeni širom svijeta za isporuku sadržaja u relevantnoj blizini. Serveri s kapacitetom pohrane poznatiji kao eng. „Edge Servers“ služe za pohranu i isporuku kopije sadržaja takozvanih keširanih datoteka korisnicima. U slučaju da je jedan server preopterećen, Cloud CDN će preusmjeriti zahtjev na drugi server koji će brže isporučiti sadržaj. Tehnologija balansiranja opterećenja u oblaku usmjerava promet prema točki prisutnosti (eng. PoPs) koji mogu najbrže poslužiti sadržaj korisnicima. Poznati pružatelji Cloud CDN usluga su Cloudflare, Amazon CloudFront koji je dio Amazon Web Services (AWS) i Akamai. Cloud CDN revolucionira način na koji pristupamo sadržaju, poboljšavajući latenciju, sigurnost i pohranu što su ključni aspekti u digitalnom okruženju. (Akamai Technologies, 2024).

Slika 8 - Isporuca temeljena na oblaku i internetu



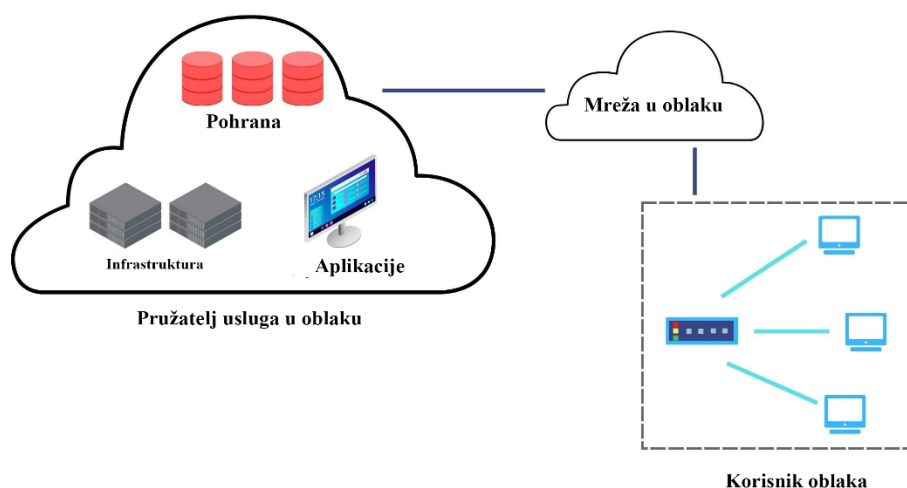
(prilagođeno prema <https://www.linkedin.com/pulse/leveraging-akamai-cdn-enterprise-applications-features-jayant-kumar>)

## 4.4 Umrežavanje u oblaku

Umrežavanje u oblaku ili „cloud networking“ je vrsta IT infrastrukture u kojoj su neke ili sve mrežne mogućnosti i resursi organizacije smješteni na javnoj ili privatnoj cloud platformi. Temelji se na distribuiranim podatkovnim centrima, tehnologiji virtualizacije i softverskim definiranim mrežama (SDN), omogućujući pružanje mrežnih usluga putem interneta kako bi zadovoljio sve dinamičnije potrebe modernih aplikacija i radnih procesa. Softverski definirana mreža (SDN) razdvaja upravljački dio mreže (koji donosi odluke) od dijela koji prosljeđuje promet. To omogućava upravljanje mrežnim uslugama putem softvera, što čini mrežnu administraciju bržom i automatiziranom.

Komponente koje dolaze uz umrežavanje pružaju fleksibilnost i kontrolu nad mrežom. Alat API (Application Programming Interface) omogućava međusobnu povezanost različitih aplikacija i olakšava automatizaciju i integraciju, virtualne privatne cloud mreže (VPC) služe za prilagodbu mrežnih postavki u javnom oblaku uz dodatnu sigurnost i izolaciju. Tu je i Direct Connect, usluga koja osigurava brzu i sigurnu vezu između lokalne tvrtke i pružatelja oblak usluga, poboljšavajući performanse. Sustav umrežavanje u oblaku za razliku od tradicionalnog umrežavanja štedi vrijeme, dostupan je s bilo kojeg mjesta, nije potrebna fizička infrastruktura, dinamičan je i skalabilan. Uz svu tu kombinaciju poslovanje u tvrtki je uveliko poboljšano posebice za današnji digitalni svijet. (Digital Ocean, 2024).

Slika 9 - Umrežavanje u oblaku



(prilagođeno prema <https://www.itjones.com/blogs/networking-in-the-cloud-basics-of-computer-networking>)

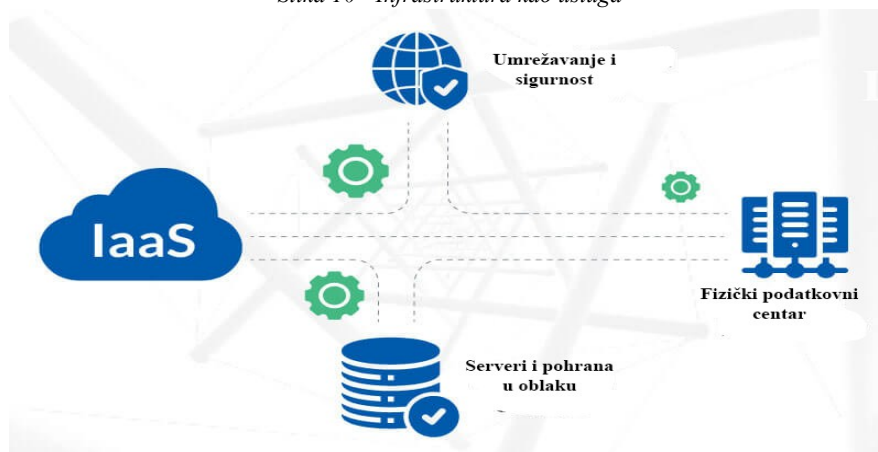
## 5. VRSTE USLUGA RAČUNARSTVA U OBLAKU

### 5.1 Infrastruktura kao usluga (eng. Infrastructure as a Service, IaaS)

IaaS (eng. „Infrastructure as a Service“) je vrsta usluge u oblaku koja pruža osnovnu infrastrukturu potrebnu za pokretanje i upravljanje aplikacijama. Tvrtke mogu brzo i jednostavno postaviti virtualne strojeve, pohraniti velike količine podataka i koristiti mrežne resurse bez potrebe za ulaganjima u fizičku opremu. Michael J. Kavis navodi da "s IaaS-om, mnogi zadaci povezani s upravljanjem i održavanjem fizičkog podatkovnog centra i fizičke infrastrukture (serveri, diskovna pohrana, mreža i tako dalje) postaju apstrahirani i dostupni kao skup usluga kojima se može pristupiti i automatizirati putem kodiranih ili web-konzola za upravljanje. Programeri još uvijek moraju dizajnirati i kodirati cijele aplikacije, a administratori i dalje trebaju instalirati, upravljati i održavati rješenja trećih strana, ali više nema potrebe za upravljanjem fizičkom infrastrukturom" (Kavis, 2014).

Korištenjem IaaS-a, organizacijama je omogućeno da pristupe mrežnim resursima i usmjere svoj fokus na razvoj i upravljanje aplikacijama, dok o održavanju infrastrukture brine pružatelj usluga. Neki od vodećih pružatelja IaaS usluga su Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure i Google Cloud Platform (GCP) ove platforme nude širok raspon resursa, kao što su virtualni strojevi, pohrana podataka i mrežne resurse koje tvrtke mogu prilagoditi vlastitim potrebama. Glavne prednosti IaaS-a su fleksibilnost i skalabilnost, što omogućuje tvrtkama da povećaju ili smanje svoje resurse ovisno o njihovim potrebama. To rezultira većom agilnošću i učinkovitosti, uz plaćanje samo onih resursa koje koriste, što značajno smanjuje troškove.

Slika 10 - Infrastruktura kao usluga



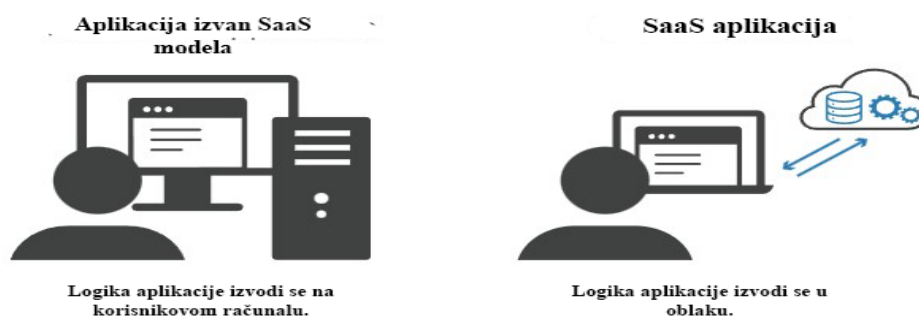
(prilagođeno prema <https://hexaware.com/blogs/choose-the-right-cloud-service-model-for-your-cloud-transformation-journey-iaas-paas-caas-or-faas/>)

## 5.2 Softver kao usluga (eng. Software as a Service, SaaS)

Softver kao usluga (eng. „Software as a Service“) je model isporuke softvera gdje korisnici pristupaju aplikacijama putem interneta, umjesto da ih instaliraju na svoje lokalne uređaje. Prema Kavis (2014), SaaS je definiran kao kompletna aplikacija koja je isporučena korisnicima kao usluga, gdje korisnici trebaju samo postaviti osnovne parametre aplikacije i upravljati korisnicima, dok pružatelj usluge upravlja svim tehničkim aspektima, uključujući infrastrukturu, logiku aplikacije i implementaciju. Pružatelji usluga u oblaku nude SaaS na temelju mjesečne ili godišnje pretplate, a može se ponuditi i model plaćanja po korištenju. Neka od najčešće korištenih SaaS rješenja uključuju programe za upravljanje odnosima s klijentima (eng. Customer Relationship Management, CRM), planiranje poslovnih resursa (eng. Enterprise Resource Planning, ERP), vođenje obračuna plaća, računovodstvo i ostale standardne poslovne aplikacije. SaaS štedi vrijeme i novac, pružajući prednosti poput automatskih nadogradnji, gdje korisnici dobivaju nove značajke čim ih pružatelj usluga ažurira. Još jedna ključna prednost je pristupačnost gdje korisnici mogu pristupiti aplikacijama s bilo kojeg uređaja koji ima internetsku vezu.

Skalabilnost smanjuje troškove u poslovanju tako što korisnici mogu plaćati samo mjesečnu ili godišnju pretplatu, umjesto početnih troškova za kupnju softvera što je mnogo povoljnije za mnoge tvrtke. Model plaćanja po korištenju znatno pomaže korisnicima da plate samo one usluge koje stvarno koriste, čime opet dodatno smanjuju troškove. Među vodećim pružateljima SaaS usluga su Google Workspace (Gmail, Google Drive i Google Docs), Slack (alat za komunikaciju i suradnju unutar timova), Salesforce (Platforma za upravljanje odnosa s klijentima) i ostali. (Susnjara & Smalley, 2024; Kavis, 2014).

Slika 11 – Softver kao usluga



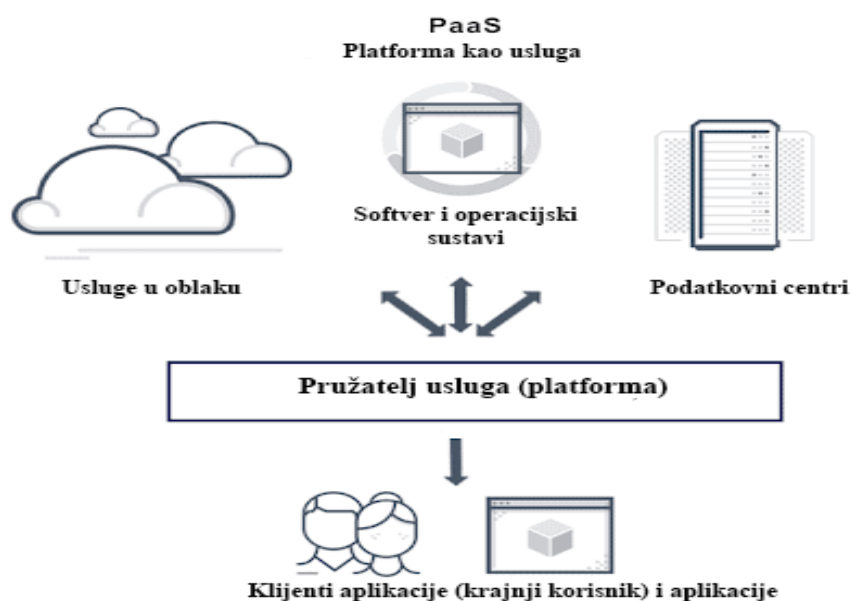
(prilagođeno prema <https://www.cloudflare.com/learning/cloud/what-is-saas/>)

### 5.3 Platforma kao usluga(eng. Platform as a Service, PaaS)

Platforma kao usluga (eng. Platform as a Service) je vrsta usluge računarstva u oblaku koja programerima pruža platformu za upravljanje, razvoj i pokretanje aplikacija bez potrebe za održavanjem složene infrastrukture. Programeri se ne moraju brinuti o postavljanju servera ili konfiguriranjem mreže već se u potpunosti fokusiraju na pisanje koda i stvaranje aplikacija. PaaS se većinom temelji na kontejnerima koji omogućuju virtualizaciju operativnog sustava. To znači da programeri mogu upakirati aplikacije zajedno sa svim potrebnim dijelovima operativnog sustava. Aplikacija tada može raditi bilo gdje, bez dodatnih nepotrebnih modifikacija ili softverskih slojeva.

Neki od ključnih prednosti PaaS-a su suradnja unutar timova gdje više programera može raditi na istoj aplikaciji u sklopu većih projekata, što poboljšava koordinaciju i učinkovitost. Također PaaS pruža fleksibilnost u izboru programskih jezika, okvira i alata. Programeri mogu koristiti alate i tehnologije koji najbolje odgovaraju njihovim potrebama, bez ograničenja koje bi nametnula vlastita infrastruktura. Jedni od glavnih pružatelja PaaS usluga su Heroku (Platforma koja omogućuje jednostavno postavljanje, upravljanje i skaliranje aplikacija), Google App Engine (Pružaju okruženje za razvoj i hosting aplikacija na Googleovoj infrastrukturi) te Microsoft Azure App Services. (Susnjara & Smalley, 2024).

Slika 12 - Platforma kao usluga



(prilagođeno prema <https://avinetworks.com/glossary/platform-as-a-service/>)

## 6. PRAKTIČNA PRIMJENA DATABOX RJEŠENJA ZA UPRAVLJANJE PODACIMA U PODUZEĆU

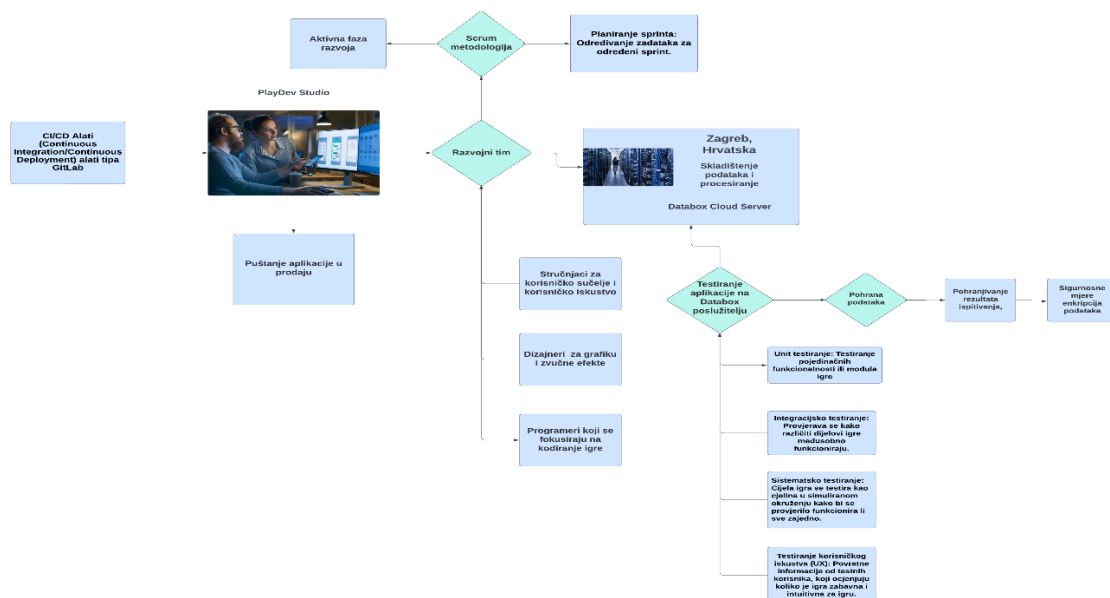
PlayDev Studio je inovativno poduzeće smješteno u Zagrebu, specijalizirano za razvoj mobilnih aplikacija i video igara. Njihov tim, sastavljen od programera, dizajnera i stručnjaka za UX/UI, radi na stvaranju visoko interaktivnog i zabavnog sadržaja za korisnike. PlayDev Studio se fokusira na razvoj kvalitetnih proizvoda koji ispunjavaju potrebe modernih korisnika, koristeći najnovije tehnologije i alate. PlayDev Studio koristi usluge Databox-a za pohranu podataka o aplikacijama, uključujući izvorni kod, digitalne asete (grafike, zvučne efekte) i dokumentaciju. Databox serveri pružaju skalabilnu pohranu koja omogućava pristup podacima s bilo kojeg mjesta i u bilo kojem trenutku. Podaci se pohranjuju na serverima u Zagrebu, što osigurava brzinu i nisku latenciju prilikom pristupa podacima. PlayDev Studio implementira CI/CD (Continuous Integration/Continuous Deployment) procese koristeći Databox, omogućavajući automatsko testiranje i implementaciju koda. Ova praksa smanjuje rizik od grešaka i povećava brzinu isporuke proizvoda. Razvojni tim također koristi alat GitLab za integraciju s Databoxom, što olakšava automatsko testiranje i upravljanje verzijama aplikacija.

Testiranje mobilnih video igara ključno je za osiguranje visoke kvalitete proizvoda prije nego što se igre puste u prodaju. Tim koristi Scrum metodu, agilni pristup koji omogućava brzu iteraciju i responzivno upravljanje projektima. Scrum se temelji na radnim ciklusima poznatim kao "sprintovi", koji obično traju od jednog do četiri tjedna. Tijekom svakog sprinta, tim se fokusira na razvoj određenih značajki igre, a testiranje se provodi paralelno s razvojem. Ovaj pristup omogućuje brzo otkrivanje i ispravljanje grešaka, čime se smanjuje rizik od problema nakon objave igre. Kao dio procesa testiranja, mobilne video igre se implementiraju na Databox server, koji omogućuje visoke performanse i pouzdano okruženje za testiranje. Tim koristi različite testne alate i okvire za automatsko testiranje kako bih provjerio funkcionalnost, performanse i sigurnost igre. Testiranje se provodi u nekoliko faza: Unit testiranje: Tijekom ove faze, programeri testiraju pojedinačne komponente igre kako bi osigurali da svaki dio ispravno funkcionira. Integracijsko testiranje: Ovdje se testiraju interakcije između različitih komponenti igre, provjeravajući da se svi dijelovi igre pravilno povezuju i rade zajedno. Sistematsko testiranje: U ovoj fazi, cijela igra se testira u cjelini kako bi se osiguralo da radi ispravno u različitim uvjetima. Testiranje korisničkog iskustva (UX): Ova faza uključuje prikupljanje povratnih informacija od testnih korisnika kako bi se ocijenilo koliko je igra intuitivna i zabavna za igrače. Korištenjem Scrum metode i testiranja na Databox serveru, PlayDev Studio osigurava

da mobilne video igre ispunjavaju visoke standarde kvalitete i spremnosti za tržište, pružajući igračima ugodno iskustvo bez grešaka i tehničkih problema.

Databox integrira analitičke alat kao što je Google Analytics, koji omogućavaju PlayDev Studiju praćenje korisničkog ponašanja unutar aplikacija. Tim može pratiti metrike kao što su vrijeme provedeno unutar aplikacije, stope zadržavanja i interakcije korisnika. Databox pruža visoke sigurnosne standarde, uključujući enkripciju podataka u mirovanju i tijekom prijenosa. PlayDev Studio implementira višefaktorsku autentifikaciju (MFA) za pristup osjetljivim podacima. Također, koriste se alati za upravljanje ranjivostima kako bi se osigurala sigurnost IoT uređaja i infrastrukture. PlayDev Studio također koristi skaliranje resursa prema potrebama gdje uslijed povećane potražnje lansiranjem nove igre, poduzeće može brzo uključiti dodatne resurse. Ova fleksibilnost smanjuje troškove jer se plaća samo za korištene resurse, čime se optimiziraju operativni troškovi. Može se reći da PlayDev Studio koristi Databox usluge u oblaku kako bih unaprijedio svoje poslovanje, optimizirao razvoj aplikacija i video igara te poboljšao korisničko iskustvo. Integracija s naprednim analitičkim alatima, CI/CD procesima i sigurnosnim mjerama omogućuje im da budu konkurentni na tržištu. S obzirom na rastuću potražnju za mobilnim sadržajem, PlayDev Studio je strateški pozicioniran za uspjeh, a usluge Databoxa igraju ključnu ulogu u njihovom razvoju i inovacijama.

Slika 13 - Dijagram procesa razvoja i testiranja u PlayDev Studio koristeći Databox oblak usluge



Izvor: Autor

## 7. PREDNOSTI I MANE KORIŠTENJA RAČUNARSTVA U OBLAKU

Računarstvo u oblaku donosi brojne prednosti, kao što su fleksibilnost i skalabilnost resursa, ali i određene izazove vezane uz sigurnost, troškove, zavisnost o pružatelju usluga, te geografske izazove poput regulacija vezanih uz lokaciju podataka i latencije mreže. U nastavku su detaljno razmotrene glavne prednosti i nedostaci korištenja računarstva u oblaku, koji omogućavaju organizacijama da procijene vrijednost implementacije ovog pristupa u odnosu na specifične potrebe i ciljeve.

### 7.1 Upravljanje troškovima

Jedna od glavnih prednosti korištenja cloud infrastrukture je smanjenje kapitalnih troškova. Tvrtnice ne moraju trošiti određenu sumu novca na kupnju opreme, hardvera ili gradnje velikih podatkovnih centara umjesto toga mogu koristiti resurse koje pružaju cloud servisi, plaćajući za ono što trenutno koriste. Osim toga cloud računarstvo smanjuje troškove povezane s prekidima rada jer su prekidi rada rijetki u oblaku, tako da tvrtke ne moraju trošiti novac bespotrebno na rješavanje problema. Cloud usluge smanjuju potrebe za informatičkim timovima jer se tvrtke mogu osloniti na stručnost pružatelja usluga u oblaku što u konačnosti znači manje troškove za plaću i obuku informatičkog osoblja. (Kinza Yasar, Wesley Chai, Stephen J. Bigelow, 2024).

Slika 14 – Prednosti računarstva u oblaku



(prilagođeno prema <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-cloud-computing-james-mwangi>)



## 7.2 Fleksibilnost podataka i radnih opterećenja

Fleksibilnost pohrane podataka u oblaku omogućuje korisnicima pristup njihovim podacima s bilo kojeg mjesta i bilo kojeg uređaja, bitno je samo da imaju internetsku vezu. Ova fleksibilnost je posebno koristi kod zaposlenika koji rade na daljinu. Zaposlenici mogu lako pristupiti organizacijskim podacima, biti u kontaktu s klijentima i surađivati s ostalim osobljem u organizaciji. Pružatelji usluga u oblaku brinu se o radnim opterećenjima tako što automatski osiguravaju sva potrebna ažuriranja i nadogradnje. Takve značajke povećavaju produktivnost, učinkovitost i prilagodljivost korisnika, bez obzira gdje se nalaze. (Kinza Yasar, Wesley Chai, Stephen J. Bigelow, 2024).

## 7.3 Održivo upravljanje resursima

Računarstvo u oblaku može značajno doprinijeti očuvanju okoliša. Korištenjem resursa na maksimalno učinkovit način, cloud tehnologija omogućuje smanjenje energetske potrošnje i smanjenje ugljičnog otiska tako što pružatelji usluga u oblaku mogu spojiti radna opterećenja na zajedničku infrastrukturu, što znači da će više korisnika dijeliti iste resurse. Računarstvo u oblaku omogućuje i prilagođavanje resursa prema stvarnim potrebama. To znači da se resursi koriste samo kada su potrebni što dodatno smanjuje energetske troškove i emisije. Podatkovni centri koje pružaju usluge u oblaku koriste napredne sustave za hlađenje, optimizaciju, potrošnju energije te u suvremeno vrijeme sve češće koriste obnovljive izvore energije (solarni paneli, vjetroelektrična energija i sl). Održiva upotreba resursa kroz računarstvo ne samo da pomaže u očuvanju okoliša, već i pomaže tvrtkama da budu učinkovitije i ekonomičnije u svom poslovanju. (Jacob Roundy, 2024).

## 7.4 Sigurnosne mjere u oblaku

Organizacije koje koriste usluge u oblaku dio kontrole prenose na pružatelja usluga. Ponekad to može predstaviti problem organizacijama koje žele imati punu kontrolu nad svojim podacima i sigurnim praksama. Postavljanje i konfiguriranje sigurnosnih mjera u oblaku zna biti složeno, pogrešne konfiguracije ili prekid rada pružatelja usluga može dovesti do propusta i izloženosti podataka. Do propusta u prijenosu podataka može doći u slučaju ako sustav i oblak nisu pravilno šifrirani i zaštićeni. Također, rizik od curenja podataka može biti i unutar podatkovnog centra, zaposlenici koje zloupotrebljavaju svoj položaj u organizaciji ili korisnici s neovlaštenim pristupom. Takve potencijalne mane se mogu riješiti i ublažiti pažljivim planiranjem, pravilnim postavljanjem sigurnosnih mjera i odabirom pouzdanog pružatelja usluga u oblaku. (Kinza Yasar, Wesley Chai, Stephen J. Bigelow, 2024).

## 7.5 Neplanirani troškovi u oblaku

Neplanirani troškovi u oblaku mogu se pojaviti kada tvrtke koriste model plaćanja po korištenju, gdje pružatelji usluga u oblaku nude usluge plaćanja samo za one resurse koje tvrtke koriste. Iako to može biti fleksibilno konačni troškovi mogu varirati u zavisnosti koliko resursa tvrtka iskoristi svaki mjesec. U oblaku se često zna dogoditi da jedna usluga koristi druge usluge. Aplikacija od korisnika može koristiti bazu podataka, pohranu podataka i mrežne usluge. Takvi dodatni troškovi se zbrajaju i pojavljuju na mjesečnom računu. Također, neočekivani porast troškova može se dogoditi kada se poveća broj korisnika na web stranici ili kada tvrtka mora obraditi veću količinu podataka nego što je planirano. (Kinza Yasar, Wesley Chai, Stephen J. Bigelow, 2024).

Slika 15 – Neplanirani troškovi u oblaku

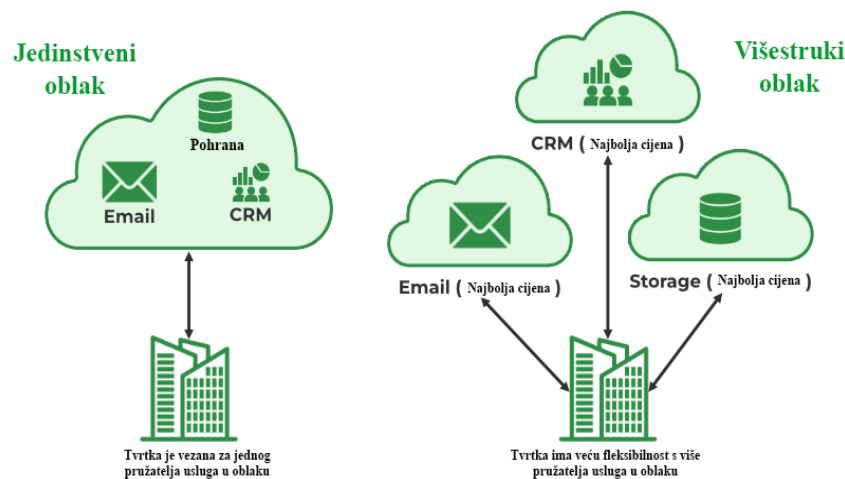


(prilagođeno prema <https://www.megaport.com/blog/need-to-reduce-your-overall-cloud-spend/>)

## 7.6 Nedostatak stručnosti i ovisnost o pružatelju usluga

Svaki pružatelj usluga u oblaku ima svoje specifične tehnologije i alate. Tvrtke koje prebacuju svoje podatke ili aplikacije na drugog pružatelja usluga mogu se suočiti sa tehničkim problemima jer sustavi znaju biti nekompatibilni. Postoje pravni i regulatorni zahtjevi za različite pružatelje usluga. Pravila o zaštiti podataka nisu ista za sve pružatelje usluga što dovodi do problema prilikom prijenosa podataka. Premještanje velikih količina podataka i aplikacija s jednog pružatelja usluga na drugi može biti vrlo skupo. To uključuje troškove prijenosa podataka, prilagodbe aplikacija i potencijalne prekide u radu. Zbog svih ovih razloga mnoge tvrtke ostaju kod istog pružatelja usluga, čak iako nisu potpuno zadovoljne jer znaju da će im prelazak biti previše složen ili skup. Nedostatak stručnosti može biti problem u mnogim podatkovnim centrima. Tehnologije koje podržavaju oblak razvijaju se i unapređuju. Podatkovni centri tada moraju prilagođavati nove alate i ulagati u obuku i razvoj svojih zaposlenika što dovodi do dodatnih troškova i potrošnje vremena. (Kinza Yasar, Wesley Chai, Stephen J. Bigelow, 2024).

Slika 16 – „Vendor lock-in“ u Računarstvu u oblaku



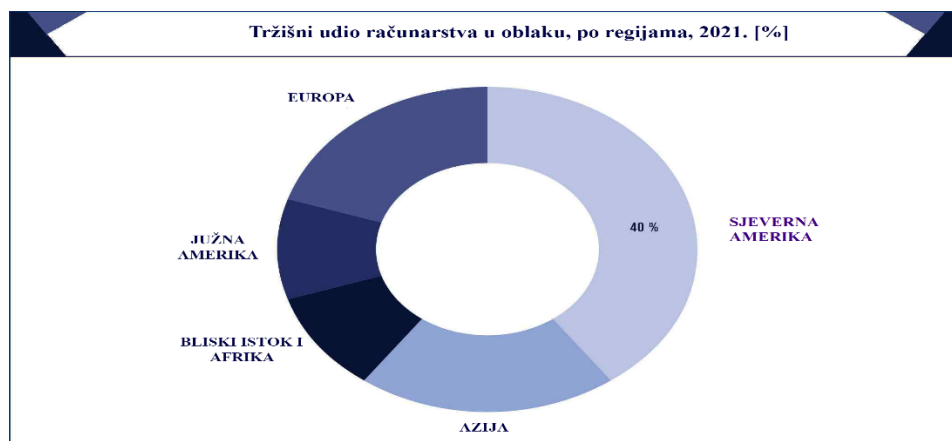
(prilagođeno prema <https://www.geeksforgeeks.org/vendor-lock-in-in-cloud-computing/>)

## 7.7 Geografski izazovi računarstva u oblaku

Geografija i udaljenost podatkovnih centara od organizacija ima velikog utjecaja na usluge računarstva u oblaku. Ako se aplikacija ili podaci nalaze u podatkovnim centrima koji su smješteni na drugom kraju svijeta ili na pretrpanim mrežama, korisnici mogu primijetiti da su usluge sporije nego kada bi se podaci nalazili bliže. Ovakvo kašnjenje u računarstvu je poznato kao latencija. Steve Ranger (2022) ističe da „Geopolitika ima značajan utjecaj na način na koji se koriste i nude usluge računarstva u oblaku.” Drugi važan aspekt je političke prirode gdje postoji zabrinutost organizacija koje svoje podatke ili aplikacije pohranjuju kod pružatelja usluga. Znatna količina glavnih podatkovnih centara je smještena u SAD-u gdje postoji mogućnost pristupu podataka od strane američkih zakonskih organa. Zbog toga mnoge organizacije radije priželjkuju da se pružatelji usluga nalaze unutar njihove regije. Ali tu dolazi i do ostalih problema ovisno o regiji gdje se podatkovni centar nalazi na globalnoj razini, cijena usluga u oblaku može značajno varirati.

Regije gdje je energija jeftinija mogu imati niže cijene usluga, dok regije sklone prirodnim nepogodama, poput potresnih područja, mogu imati više cijene zbog dodatnih zaštitnih mjera potrebnih za očuvanje infrastrukture. Također, pri biranju pružatelja usluga reputacija može imati ključnu ulogu. Organizacije koje preferiraju sigurnost i zaštitu podataka u većini slučajeva biraju poznate pružatelje usluga kao što su Google, Azure, Amazon koji imaju dugogodišnje iskustvo i resurse. Dok neke organizacije radije biraju jeftinije i manje lokalne pružatelje usluga koji možda nema istu razinu zaštite i resurse kao poznati pružatelji usluga.

Slika 17 - Geografski izazovi računarstva u oblaku



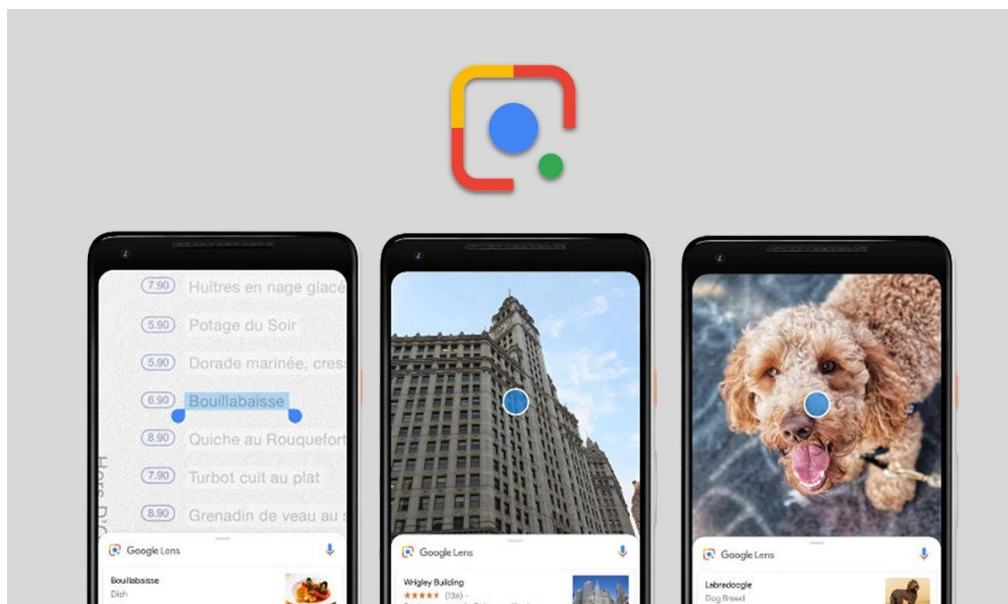
(prilagođeno prema <https://www.precedenceresearch.com/cloud-computing-market>)

## 8. BUDUĆNOST RAČUNARSTVA U OBLAKU

### 8.1 Napredak u AI i strojnom učenju

Velike tvrtke poput AWS (Amazon Web Services), Google i IBM ulažu veliku količinu novca u razvoj strojnog učenja i umjetne inteligencije. Jedan od inovativnih proizvoda AWS-a pa tako i Google-a su kamere koje koriste strojno učenje za analizu videozapisa i fotografija u stvarnom vremenu gdje korisnici dobiju informacije o objektu, recenziju određenog lokala ili proizvoda. U računarstvu u oblaku se sve više koristi automatizacija koja koristi umjetnu inteligenciju i strojno učenje za obavljanje zadataka koje je prije zahtijevalo ljudsku interakciju. To uključuje automatizirano upravljanje resursima u oblaku, povećanu efikasnost i smanjenu mogućnost ljudskih pogrešaka, pa i do analize koja pomaže u donošenju poslovnih odluka. (Matthew David, 2024).

*Slika 18 – Automatizirano upravljanje informacijama*

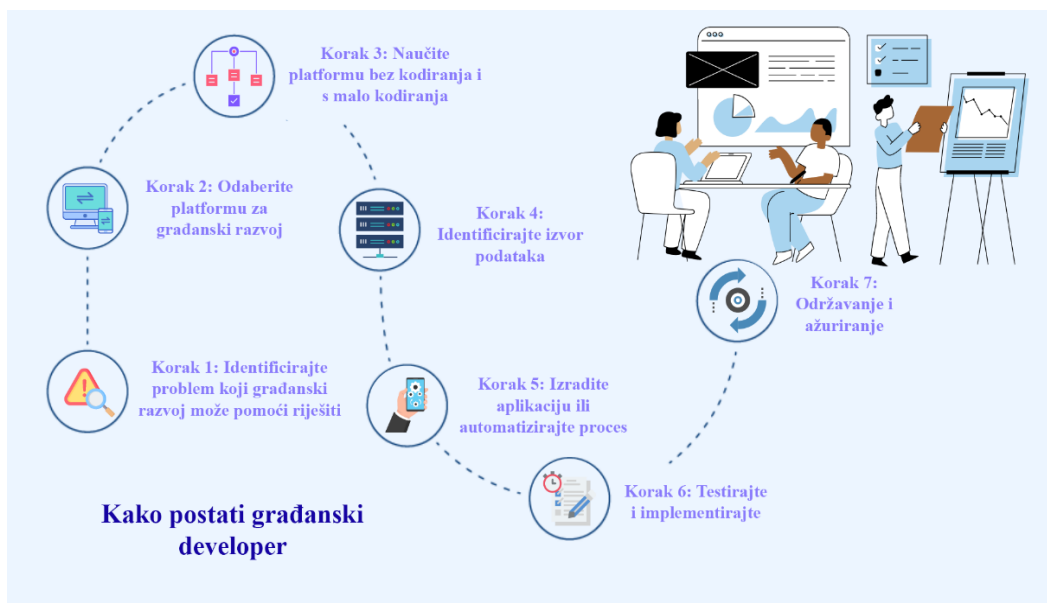


*(preuzeto sa <https://www.linkedin.com/pulse/how-google-using-ai-computer-vision-lens-janak-sawale>)*

## 8.2 Uvođenje građanskog developera

Građanski developer (eng. „citizen developer“) je osoba koja može koristiti jednostavne alate za razvoj aplikacija, iako nije profesionalni programer. Alat takvog tipa je IFTTT („If This Then That“) platforma koja omogućuje automatizaciju zadataka i povezivanje različitih aplikacija, uređaja i usluga. Automatizirani zadatci mogu biti različitih vrsta od termostata koji može podesiti temperaturu izlaskom iz doma do automatskog spremanja fotografija iz različitih aplikacija (npr. Facebook ili Instagram) u svoj oblak za pohranu. IFTTT podržava različite platforme kao što su Gmail, Instagram pametni uređaji i ostali. Microsoft je također vodeći u ovom području sa svojom Power Platformom (eng. „Power Platform“) koja uključuje alate kao što su Power Apps, Power Automate, Power BI i Power Virtual Agents preko njih korisnici mogu kreirati mobilne i web aplikacije za integraciju s poslovnim alatima. Ovaj trend omogućava širem krugu ljudi da sudjeluju u razvoju aplikacija i automatizaciji procesa, čime se ubrzava inovacija i povećava efikasnost u poslovanju. (Matthew David, 2024).

Slika 19 – Građanski developer



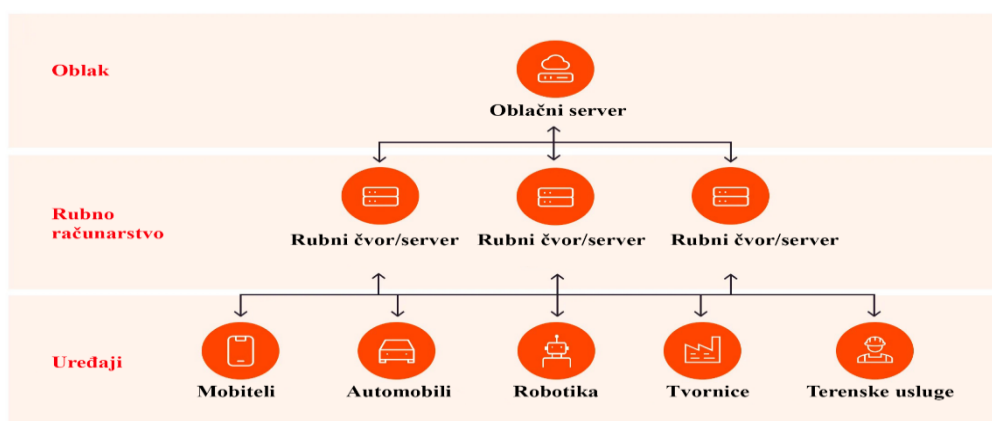
(prilagođeno prema <https://quixy.com/blog/become-a-citizen-developer/>)

### 8.3 Računarstvo na rubu mreže (eng. Edge computing)

Računarstvo na rubu mreže (eng. „Edge computing“) novi je trend u oblaku koji omogućava premještanje obrade podataka i pohrane bliže uređajima i sensorima koji te podatke obrađuju. „Edge computing“ omogućava da se podaci obrađuju bliže mjestu gdje su nastali umjesto da se svi podaci šalju u podatkovni centar. Podaci sa narukvice ili pametnog sata bi se tom metodom brže poslali na lokalni uređaj ili server nedaleko od senzora. Stephen J. Bigelow (2021) navodi da računarstvo na rubu mreže donosi značajnu promjenu u načinu na koji organizacije obrađuju podatke premještanjem resursa za pohranu i obradu bliže izvoru podataka, što omogućava bržu i učinkovitiju obradu podataka uslijed sve većeg volumena i složenosti podataka.

Tom metodom podaci ne bih morali putovati daleko s čime bi se smanjila latencija, također došlo bi do manjih zahtjeva za propusnošću jer bi troškovi i opterećenje mreže bilo smanjeno. Iako tehnologija računarstva na rubu nudi mnoge značajke i prednosti, dolazi i s određenim nedostacima. Problemi s lošim ili nestabilnim vezama mogu otežati rad sustava, dok IoT uređaji često imaju sigurnosne propuste. Osim toga, fizičko održavanje je ključno jer IoT uređaji imaju ograničen vijek trajanja baterija i opreme. To znači da redovita ažuriranja softvera, zaštita podataka i zamjena uređaja mogu značajno povećati razinu sigurnosti i trajanje sustava. Također, važno je upravljati prekomjernim nakupljanjem podataka; samo podaci koji su relevantni za konkretne probleme trebaju biti pohranjeni, kako bi se izbjeglo gomilanje nepotrebnih informacija. U budućnosti će se ovaj trend sve više koristiti zbog autonomnih vozila koja će trebati brzu analizu podataka sa njihovih kamera i senzora, pametni gradovi koji će trebati ovaj trend za pametne rasvjete, sustav za upravljanje prometom itd.

Slika 20 – Računarstvo na rubu mreže



(prilagođeno prema <https://gcore.com/learning/what-is-edge-computing/>)

## ZAKLJUČAK

Zaključno, možemo reći da računarstvo u oblaku donosi ključne prednosti za moderne IT tvrtke, oslobađajući ih potrebe za ulaganjima u kupovinu, konfiguraciju, ažuriranje i popravak hardvera i softvera. Umjesto toga, cloud rješenja omogućuju pristup udaljenim serverima koji upravljaju tim procesima, pružajući IT timovima slobodu da se fokusiraju na inovacije i eksperimentiranje s novim tehnologijama. To otvara prostor za brže i efikasnije istraživanje novih rješenja, uz pristup resursima i alatima koji su inače teško dostupni. Računarstvo u oblaku pruža korisnicima izvanrednu praktičnost, jer omogućuje pristup IT uslugama i proizvodima bilo kada, bilo gdje, na bilo kojem uređaju, bez potrebe za instalacijom ili održavanjem. Također, korisnici mogu prilagoditi svoje iskustvo prema vlastitim potrebama i željama, što dodatno povećava fleksibilnost i vrijednost koju cloud nudi. Iako je cloud computing postao dominantan i gotovo nezamjenjiv u svijetu IT-a, alternative poput edge computinga i „peer-to-peer“ računarstva također nude određene prednosti. Ove tehnologije mogu pružiti nižu latenciju, veću privatnost, otpornost i autonomiju, ali nose sa sobom izazove poput veće složenosti i niže sigurnosti. Gledajući u budućnost, cloud computing se sve više okreće održivom upravljanju resursima, poput korištenja solarnih panela i vjetroelektrana, te uvođenju građanskog developera, što dodatno potiče inovacije i održivost. Također, cloud computing će igrati ključnu ulogu u razvoju pametnih gradova, korištenjem cloud infrastrukture, gradovi mogu optimizirati energetske sustave, upravljati prometom u stvarnom vremenu, poboljšati javne usluge i omogućiti bolje upravljanje resursima. Cloud omogućava prikupljanje i obrada podataka s brojnih IoT uređaja u gradovima, što doprinosi većoj efikasnosti i održivosti. Kako se koncept pametnih gradova razvija, cloud computing će postati još važniji, omogućujući naprednu analitiku i uvođenje novih tehnologija koje unapređuju kvalitetu života građana. Uz sve ove prednosti, računarstvo u oblaku nastavit će igrati ključnu ulogu u tehnološkom razvoju i poslovanju širom svijeta.



## LITERATURA

1. **Akamai.** (2024). "What Is Multicloud?" Dostupno na: <https://www.akamai.com/glossary/what-is-multicloud> (Pristupljeno: 29. rujna 2024).
2. **Akamai.** (2024). "What Is Private Cloud?" Dostupno na: <https://www.akamai.com/glossary/what-is-private-cloud> (Pristupljeno: 29. listopada 2024.).
3. **Akamai.** (2024). "What is Cloud CDN?" Dostupno na: <https://www.akamai.com/glossary/what-is-a-cloud-cdn>.
4. **Anirudh V K.** (2022). "What Is Cloud Computing Architecture: Front-End & Back-End Explained." Dostupno na: <https://www.spiceworks.com/tech/cloud/articles/what-is-cloud-computing-architecture-front-end-back-end-explained/>
5. **Avatara.** (2021). "The Pros and Cons of Public Cloud." Dostupno na: <https://www.avataracloud.com/the-pros-and-cons-of-public-cloud/> (Pristupljeno: 28. rujna 2024).
6. **Bigelow, S.J.** (2021). "What is edge computing? Everything you need to know." Dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/edge-computing> (Pristupljeno: 29. rujna 2024).
7. **Borrah, R.** (2024). *Cloud Computing Architecture: What is Front End and Back End?* "What is Front End Cloud Architecture?" Clarion Technologies. Dostupno na: <https://www.clariontech.com/blog/cloud-computing-architecture-what-is-front-end-and-back-end> (Pristupljeno: 7. listopada 2024).
8. **Board Infinity.** (2024). *Learn about Cloud Computing Architecture.* "Back End Cloud Architecture." Dostupno na: <https://www.boardinfinity.com/blog/understand-cloud-computing-architechture/> (Pristupljeno: 28. rujna 2024).
9. **Buyya, R., Vecchiola, C., and Selvi, T.** (2013). *Mastering Cloud Computing: Foundations and Applications Programming.* Cambridge: Morgan Kaufmann.
10. **David, M.** (2024). 21 Cloud Computing Trends That Will Dominate in 2024: "Better AI/ML." Dostupno na: <https://www.simplilearn.com/trends-in-cloud-computing-article> (Pristupljeno: 6. listopada 2024).
11. **David, M.** (2024). 21 Cloud Computing Trends That Will Dominate in 2024: "Introduction of the Citizen Developer." Dostupno na: <https://www.simplilearn.com/trends-in-cloud-computing-article> (Pristupljeno: 6. listopada 2024).

12. **Digital Ocean.** (2024). "How cloud networking works." Dostupno na: <https://www.digitalocean.com/resources/articles/what-is-cloud-networking> (Pristupljeno: 27. rujna 2024).
13. **Kavis, M.J.** (2014). Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS). Indianapolis: John Wiley & Sons.
14. **Microsoft Azure.** (2024). "What is multicloud?" Dostupno na: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-multi-cloud> (Pristupljeno: 29. rujna 2024).
15. **Ranger, S.** (2022). "Is geography irrelevant when it comes to cloud computing?" Dostupno na: <https://www.zdnet.com/article/what-is-cloud-computing-everything-you-need-to-know-about-the-cloud/> (Pristupljeno: 10. listopada 2024).
16. **Roundy, J.** (2024). "Sustainability benefits of cloud computing data centers," TechTarget. Dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/Sustainability-benefits-of-cloud-computing-data-centers> (Pristupljeno: 11. listopada 2024).
17. **Stephen, J. Bigelow.** (2021). "What is edge computing? Everything you need to know." Dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/edge-computing> (Pristupljeno: 11. listopada 2024).
18. **Susnjara, S., & Smalley, I.** (2024). What is cloud computing? "PaaS (Platform-as-a-Service)." Dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/cloud-computing> (Pristupljeno: 28. rujna 2024).
19. **Susnjara, S., & Smalley, I.** (2024). What is cloud computing? "Origins of cloud computing." Dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/cloud-computing> (Pristupljeno: 24. rujna 2024).
20. **Susnjara, S., & Smalley, I.** (2024). What is cloud computing? "SaaS (Software-as-a-Service)." Dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/cloud-computing> (Pristupljeno: 25. rujna 2024).
21. **Yasar, K., Chai, W., & Bigelow, S.J.** (2024). "What is cloud computing? Types, examples and benefits." Dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchcloudcomputing/definition/cloud-computing> (Pristupljeno: 30. rujna 2024).

## POPIS SLIKA

<u>Slika 1 – Evolucija računarstva u oblaku .....</u>	<u>3</u>
<u>Slika 2 – Privatni oblak .....</u>	<u>6</u>
<u>Slika 3 – Javni oblak .....</u>	<u>7</u>
<u>Slika 4 – Hibridni oblak .....</u>	<u>8</u>
<u>Slika 5 – Višestruki oblak.....</u>	<u>9</u>
<u>Slika 6 - Front-end arhitektura .....</u>	<u>10</u>
<u>Slika 7 - Back-end arhitektura.....</u>	<u>11</u>
<u>Slika 8 - Isporuka temeljena na oblaku i internetu.....</u>	<u>12</u>
<u>Slika 9 - Umrežavanje u oblaku .....</u>	<u>13</u>
<u>Slika 10 - Infrastruktura kao usluga .....</u>	<u>14</u>
<u>Slika 11 – Softver kao usluga.....</u>	<u>15</u>
<u>Slika 12 - Platforma kao usluga .....</u>	<u>16</u>
<u>Slika 13 - Dijagram procesa razvoja i testiranja u PlayDev Studio koristeći Databox oblak usluge.....</u>	<u>18</u>
<u>Slika 14 – Prednosti računarstva u oblaku .....</u>	<u>19</u>
<u>Slika 15 – Neplanirani troškovi u oblaku.....</u>	<u>21</u>
<u>Slika 16 – „Vendor lock-in“ u Računarstvu u oblaku .....</u>	<u>22</u>
<u>Slika 17 - Geografski izazovi računarstva u oblaku.....</u>	<u>23</u>
<u>Slika 18 – Automatizirano upravljanje informacijama .....</u>	<u>24</u>
<u>Slika 19 – Građanski developer .....</u>	<u>25</u>
<u>Slika 20 – Računarstvo na rubu mreže.....</u>	<u>26</u>

### IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Krešimir Abramović**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom: **Računarstvo u oblaku** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 30. rujan 2024.

Potpis studenta

*Krešimir Abramović*