

Računarstvo u oblaku u tijelima javnog sektora u Republici Hrvatskoj

Hruška, Jelena

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:727512>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij

Poslovna ekonomija – smjer Menadžerska informatika

**RAČUNARSTVO U OBLAKU U TIJELIMA JAVNOG
SEKTORA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Diplomski rad

Jelena Hruška

Zagreb, srpanj, 2024.

Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij

Poslovna ekonomija – smjer Menadžerska informatika

**RAČUNARSTVO U OBLAKU U TIJELIMA JAVNOG
SEKTORA U REPUBLICI HRVATSKOJ
CLOUD COMPUTING IN PUBLIC SECTOR BODIES IN
THE REPUBLIC OF CROATIA**

Diplomski rad

Student: Jelena Hruška

JMBAG: 0067537648

Mentor: izv.prof.dr.sc, Nikola Vlahović

Zagreb, srpanj, 2024.

Sažetak i ključne riječi

Rad pruža uvid u razvoj računarstva u oblaku unutar tijela javnoga sektora. Povučiće se paralela između korištenja usluga u oblaku javnih davatelja usluga u oblaku i privatnog oblaka države za tijela javnog sektora.

U radu se prikazuje trenutna situacija u Republici Hrvatskoj, isplativost, utjecaj na konkurentnost i napredak države, posebice kroz državni oblak Centar dijeljenih usluga, CDU. Centar dijeljenih usluga je poslovni model na kojem tijela javnog sektora smještaju svoju informacijsku – komunikacijsku opremu i e-usluge. Trenutno stanje, planovi za budućnost i financijska analiza korištenja državnoga oblaka će se prikazati kao studija slučaja Centra dijeljenih usluga.

Ključne riječi: računarstvo u oblaku, privatni oblak, javni sektor, virtualni poslužitelj, Centar dijeljenih usluga.

Summary and keywords

This paper provides insight into the development of Cloud Computing within the public sector. It draws parallels between the use of cloud services from public cloud providers and the private cloud of the government for public sector entities.

The paper presents the current situation in the Republic of Croatia, cost-effectiveness, impact on competitiveness, and the progress of the country, especially through the state cloud Shared Services Center (CDU). The state cloud Shared Services Center is a business model where public sector bodies host their information and communication equipment and e-services. The current status, future plans, and financial analysis of the use of the state cloud will be presented as a case study of the state cloud Shared Services Center.

Keywords: Cloud Computing, Private cloud, Public sector, Virtual Server, Shared Services Center.

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Predmet i cilj rada.....	1
1.2.	Izvori i metode prikupljanja podataka	1
1.3.	Sadržaj i struktura rada	2
2.	Razvoj računarstva u oblaku	3
2.1.	Pojam i definicija računarstva u oblaku	3
2.2.	Razvoj računarstva u oblaku.....	5
2.3.	Modeli izvedbe računarstva oblaka	6
2.4.	Modeli usluga računarstva u oblaku.....	9
2.5.	Primjena računarstva u oblaku	10
2.6.	Komercijalni primjeri računarstva u oblaku.....	13
3.	Primjena računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj	15
3.1.	Pregled trenutnog stanja u Republici Hrvatskoj	15
3.2.	Sigurnosni izazovi računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj.....	18
3.3.	Usluge koje državni oblak nudi korisnicima	21
3.4.	Budućnost računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj	22
4.	Ekonomski aspekti računarstva u oblaku	23
4.1.	Utjecaj na poslovanje.....	24
4.2.	Prednosti i nedostaci posjedovanja oblaka	25
4.3.	Budući trendovi u primjeni računarstva u oblaku	28
5.	Analiza primjene računarstva u oblaku u javnom sektoru Republike Hrvatske..	30
5.1.	Metodologija istraživanja	30
5.2.	Ciljevi istraživanja.....	31

5.3.	Osvrt na rezultate.....	31
5.4.	Rasprava o rezultatima provedenog istraživanja.....	43
6.	Zaključak.....	46
	Popis literature	48
	Kratice	53
	Životopis studenta	54

1. Uvod

1.1. Predmet i cilj rada

Razvoj novih IT usluga u javnome sektoru svakodnevno dobiva sve više zamaha, jer država ima tendenciju postizanja što veće digitalizacije državnih servisa. Država iz digitalizacije želi maksimizirati potencijal, učinkovitost i poboljšanje usluge prema svojim građanima, a to pak zahtjeva sve veća ulaganja u IT infrastrukturu koja je neophodna za funkcioniranje servisa koji su ili već razvijeni u prošlosti ili pak za one koji će tek biti razvijeni i pušteni u produkciju.

Predmet ovog rada je razraditi temu računarstva u oblaku, koji je u današnje vrijeme sve češći odabir za udomljavanje novih servisa unatoč razvoju pojedinačne infrastrukture za svaki pojedini servis.

Cilj rada je pružiti sveobuhvatan uvid u prednosti i nedostatke primjene računarstva u oblaku, objasniti funkcionalnosti, primjenu, razvoj i trendove računarstva u oblaku.

Jedan od ključnih segmenata je analiza primjene računarstva u javnom sektoru Republike Hrvatske, gdje će se utvrditi doprinosi li primjena računarstva u oblaku poboljšanju konkurentnosti Republike Hrvatske i učinkovitijem razvoju države. Kroz istraživanje će se staviti naglasak na isplativost korištenja državnog oblaka Centra dijeljenih usluga u odnosu na javno dostupne oblake.

Postizanjem ovih ciljeva rad će pružiti dublje razumijevanje primjene računarstva u oblaku u tijelima javnog sektora.

1.2. Izvori i metode prikupljanja podataka

Teme ovog diplomskog rada, razrađivat će se na temelju dostupne literature: stručnih knjiga, članaka, publikacija i javnih dokumenata objavljenih od strane državnih ureda. Za analizu primjene računarstva u oblaku u javnom sektoru Republike Hrvatske, napraviti će se studija slučaja državnog oblaka (Centar dijeljenih usluga). Analizirat će se cijene računarstva u oblaku kod komercijalnih pružatelja usluga računarstva u oblaku, kako bi se mogla napraviti usporedba s isplativošću izgradnje vlastitog računarstva u oblaku.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Diplomski rad strukturiran je na šest tematsko povezanih poglavlja. U prvom, uvodnom poglavlju, predstavlja se se predmet i cilj rada, izvori i metode prikupljanja podataka te se pojašnjava sadržaj i struktura samog rada. U drugom poglavlju rad će opisati pojam i definiciju računarstva u oblaku, a objasniti će se i osnovni modeli pružanja usluga, kao što su IaaS, SaaS, PaaS i tako dalje. Također u radu će biti obrađene i konkretne primjene računarstva u oblaku. Kroz treće poglavlje rad će obraditi razloge zašto bi svaka država morala imati svoj centralizirani privatni oblak, a dat će i uvid u trenutno stanje državnog oblaka u Republici Hrvatskoj. Uz općenite informacije o državnom oblaku pojasnit će se i koji su to sigurnosni izazovi s kojima se pružatelji računarstva u oblaku susreću. Tema će obuhvatiti i pregled usluga koje državni oblak nudi svojim korisnicima. Fokus će biti na IaaS usluzi – usluga virtualnih poslužitelja. Četvrto poglavlje opisat će utjecaj na poslovanje tjela javnog sektora koje se događa korištenjem državnog oblaka. Pojasnit će se prednosti korištenja državnog oblaka naspram korištenja oblaka od strane javnih davatelja usluga. U petom poglavlju radi se studija slučaja Centra dijeljenih usluga. U zadnjem, šestom poglavlju, rad donosi zaključak o cijelokupnoj temi, a u nastavku slijedi popis literature, slika, tablica, korištenih kratica u diplomskom radu te životopis.

2. Razvoj računarstva u oblaku

2.1. Pojam i definicija računarstva u oblaku

Računarstvo u oblaku je model koji omogućuje sveprisutan, praktičan pristup mreži prema zajedničkom bazenu konfigurabilnih računalnih resursa (primjerice mreže, poslužitelji, pohrana, aplikacije i usluge). Usluge se mogu brzo pružiti i osloboditi s minimalnim naporom upravljanja ili interakcijom pružatelja usluga. Razvoj računarstva u oblaku predstavlja ključnu revoluciju u području informacijske tehnologije. Sve veći broj organizacija i korisnika prepoznaje prednosti i potencijal ovog koncepta koji omogućuje pristup, pohranu i obradu podataka putem udaljenih servera i mrežne infrastrukture. U ovom kontekstu, računarstvo u oblaku donosi brojne inovacije i nove mogućnosti za poboljšanje efikasnosti, skalabilnosti i fleksibilnosti poslovnih procesa, kao i olakšano upravljanje resursima i smanjenje IT troškova. Ovaj model oblaka sastoji se od pet ključnih karakteristika, tri modela usluga i četiri modela implementacije (Mell, 2011).

Posluživanjem na zahtjev korisnik može jednostrano osigurati računalne mogućnosti, poput vremena na poslužitelju i mrežnog prostora, prema potrebi automatski, bez potrebe za ljudskom interakcijom s pojedinačnim pružateljem usluga.

Usluge su dostupne putem mreže i pristupa im se putem standardnih mehanizama koji promiču korištenje na različitim platformama koje su heterogene.

Računalni resursi pružatelja se udružuju kako bi služili više korisnika koristeći višekorisnički model, pri čemu se različiti fizički i virtualni resursi dinamički dodjeljuju prema potražnji korisnika. Postoji osjećaj neovisnosti o lokaciji jer korisnik općenito nema kontrolu ili znanje o točnoj lokaciji pruženih resursa, ali može specificirati lokaciju na višoj razini apstrakcije (npr. država, regija ili podatkovni centar). Primjeri resursa uključuju pohranu, obradu, memoriju i propusnost mreže.

Resursi se mogu osigurati i osloboditi, u nekim slučajevima automatski, kako bi se sustav brzo prilagodio povećanju ili smanjenju potražnje. Potrošaču se čini da su resursi dostupni za korištenje u bilo koje vrijeme.

Sustavi u oblaku automatski kontroliraju i optimiziraju upotrebu resursa koristeći mogućnost mjerenja na određenoj razini apstrakcije primjerenoj vrsti usluge (npr. pohrana, obrada,

propusnost i aktivni korisnički računi). Upotreba resursa može se pratiti, kontrolirati i izvješćivati, pružajući transparentnost pružatelju usluga i korisniku korištene usluge.

Računarstvo u oblaku postaje sve dominantnije iz dana u dan. To je najaktualniji trend koji potiče tvrtke da koriste taj pojam u svojim marketinškim kampanjama kako bi privukle ljude svojim proizvodima. Tvrtke koriste svoje podatke na različite načine kako bi zadovoljile poslovne potrebe, stoga računalne tehnologije moraju biti sposobne konzistentno i učinkovito obraditi i pohraniti poslovne podatke prema potrebi. Budući da distribuiranaoj računalnoj arhitekturi nedostaje fleksibilnosti, skalabilnosti, elastičnosti i brzine obrade, tvrtke se okreću tehnologijama u oblaku za veliko skladištenje podataka i ravnotežu opterećenja (Wang, 2013).

Računarstvo u oblaku je univerzalni pojam za sve što zahtijeva pružanje usluga smještenih na mreži putem interneta. Pohrana podataka i obrada se ne nalaze na korisničkom računalu i poslužitelju, već se sva obrada distribuira preko interneta u računarstvu u oblaku. Bilo koja zadaća se prenosi s osobnog računala na veliki računalni centar koji je zajednički korisnicima i distribuira se putem interneta. Računarstvo u oblaku transformira procesor, uređaj za pohranu i druge fizičke resurse na internetu tako da su to zapravo resursi koji su gotovo u svakom smislu proširivi i mogu se dijeliti (Ahmad, 2013). Računarstvo u oblaku obično se dijeli na dva dijela: klijentski kraj i stražnji kraj, koji su povezani putem interneta. Korisnik klijentskog kraja pristupa uslugama putem vlastitog računala, prijenosnog računala, mobilnog uređaja itd. kako bi obradio i pohranio informacije koje pruža stražnji kraj (Ahmad, 2013).

Računarstvo u oblaku je zapravo filozofija i koncept oblikovanja računalne arhitekture, iako je istovremeno složeno, ali i vrlo jednostavno. Osnovna ideja je odvajanje aplikacija, operacijskog sustava i hardvera. U slučaju bilo kakvog kvara ili napada virusom, primjerice u operacijskom sustavu, umjesto gašenja cijelog sustava, aplikacija se može automatski migrirati na drugi poslužitelj pomoću tehnologije virtualizacije. Svaki fizički poslužitelj može udomiti nekoliko virtualnih poslužitelja, a svaki korisnik u oblaku može imati jednu ili više virtualnih instanci za pohranu ili smještaj svojih podataka na oblak poslužitelje. Studija IEEE članova Youseffa, Butrica i Silve (2008), promatra računarstvo u oblaku kao

preoblikovanje i napredak tehnologije, a ne kao *poremećajnu* inovaciju, te ga promatraju kao skup postojećih tehnologija i komponenti. Prema Nacionalnom institutu za standarde i tehnologiju (NIST), računarstvo u oblaku može se implementirati u različitim arhitektonskim oblicima pomoću postojećih modela usluga i implementacije, integrirano s drugim tehničkim komponentama i softverskim alatima (Mell i Grance, 2011).

2.2. Razvoj računarstva u oblaku

Razvoj računarstva u oblaku može se pratiti unatrag do starijih sustava koji su se koristili u stvarnom vremenu prije nego što je računarstvo u oblaku zaživjelo. U terminu *računarstvo u oblaku*, riječ *oblak* označava pružatelja usluga putem interneta. Termin *računanje* predstavlja procesiranje, računanje ili razne resurse koje pruža računalo. Koncept računarstva u oblaku datira još iz 1961. godine kada ga je John McCarthy predstavio na MIT-u kao uslugu koja bi mogla postati temelj novog i važnog industrijskog sektora (Garfinkel, 1999).

Jedna od prvih tvrtki koja je počela raditi s konceptom računarstva u oblaku osnovana je kasnih 1990-ih godina, a to je Salesforce (Surbiryala i Rong, 2019). Tvrtka je počela pružati softver kao uslugu koja korisnicima pruža upravljanje odnosima s klijentima. Salesforceov model je jedan od tipičnih oblika računarstva u oblaku godine (Surbiryala i Rong, 2019).

Godine 2007., mnoga sveučilišta u Sjedinjenim Američkim Državama počela su surađivati s Googleom i IBM-om te promovirati programe računarstva u oblaku na svojim sveučilištima. To je pomoglo smanjiti troškove za akademsko istraživanje, dijeljenje resursa među studentima i izgradnju značajne računalne snage ili obradbenih kapaciteta kojima se može pristupiti putem interneta. Tijekom sljedećih godina, mnoga druga sveučilišta diljem svijeta slijedila su isti trend (Sultan, 2010).

U srpnju 2010., NASA i Rackspace započeli su zajednički projekt pod nazivom OpenStack u suradnji s nekoliko dobavljača, uključujući AMD, Intel i Dell. Kasnije su se mnoge druge organizacije pridružile projektu. U rujnu 2012. osnovana je neprofitna organizacija pod nazivom *OpenStack Foundation* kako bi promovirala OpenStack (Sell, 2012). Sada više od

500 tvrtki podržava taj projekt (Surbiryala i Rong, 2019). Oko 6800 tvrtki koristi OpenStack za implementaciju svojih usluga u oblaku (Enlyft, nd).

U listopadu 2011., Inicijativa za pouzdanu cloud uslugu (Trusted Cloud Initiative) koju je pokrenula Cloud Security Alliance (CSA) objavila je bijelu knjigu kako bi pomogla pružateljima usluga u oblaku da razviju usluge koje zadovoljavaju zahtjeve industrijskih standarda.

2.3. Modeli izvedbe računarstva oblaka

Prema definiciji postoje četiri različite izvedbe računalnih oblaka. Svaki od ovih modela izvedbe ima svoje prednosti i mane koje će biti detaljnije razrađene u nastavku ovog poglavlja. Korisnik koji želi udomiti svoj servis na nekom od ovih rješenja morao bi razmisliti koje je rješenje najbolje za njega u kratkoročnom i dugoročnom vremenskom periodu. Modeli izvedbe nemaju veze s modelima usluga računarstva u oblaku (Wyld, 2009).

Javni oblak

Infrastruktura u javnom oblaku osigurana je za otvorenu upotrebu opće javnosti. Može je posjedovati, upravljati njome poslovna, akademska ili vladina organizacija. Nalazi se na prostoru davatelja usluga u oblaku. Ta organizacija potom svoje usluge prodaje korisnicima, čime se sva odgovornost za „fizički“ dio računarstva u oblaku – dio virtualizacije i mrežne povezanosti prebacuje na davatelja usluge računalnog oblaka (Mell, 2011).

U ovom modelu računarstva u oblaku, korisnik brine jedino o svojim zakupljenim virtualnim poslužiteljima, te ne mora razmišljati o samim fizičkim serverima, diskovima za pohranu podataka, mrežnim uređajima i tako dalje. O tome brine profesionalna tvrtka koja prodaje usluge takvog javnog oblaka. Također, ovaj pristup je za same klijente izrazito jednostavan jer mogu zakupiti količinu resursa koji im je zaista i potrebna, umjesto da rade dimenzioniranje sustava za određeni broj godina unaprijed, a prednost je i što ako se nakon nekog vremena procjeni da više nema potrebe za zakupljenim resursima, količina istih se može smanjiti te se tako smanjuju i sami troškovi. Velika prednost ovakve infrastrukture je redundancija, gotovo svi profesionalni pružatelji usluga imaju osiguranu sekundarnu lokaciju koja će preuzeti korisnički promet u slučaju bilo kakvih poteškoća s primarnom lokacijom (Nirenjena 2017).

U ovom slučaju, često se događa da korisnik ne može kvalitetno napraviti mrežnu podjelu kojom odjeljuje virtualne servere koji se nalaze u pozadini u takozvane virtualne lokalne mreže (engl. *VLAN*), već se svi serveri koji se zakupljaju često nalaze u istom mrežnom okruženju, zajedno sa mnoštvo drugih korisnika, što pak nosi određeni sigurnosni rizik. Još jedan od nedostatak je izvoz samih podataka iz vlastite infrastrukture u infrastrukturu koja je pod upravljanjem neke druge organizacije. Kako ne bi došlo do neželjenog curenja podataka uvijek je potrebno razmisliti o najboljoj opciji za odabir udomljavanja sustava, jer iako javni servisi imaju puno svojih prednosti, o samoj lokaciji, a u konačnici i sigurnosti podataka također je potrebno voditi računa (Nirenjena 2017).

Privatni oblak

Infrastruktura u privatnom oblaku osigurana je za isključivu upotrebu od strane jedne organizacije koja se sastoji od više korisnika (npr. poslovnih jedinica). Može je posjedovati, upravljati njome organizacija, treća strana ili njihova kombinacija, i može se nalaziti unutar ili izvan prostora organizacije (Wlyd, 2010).

Prednost ovakvog infrastrukturnog odabira je potpuna kontrola podataka i servera na kojima su servisi udomljeni jer se sama infrastruktura nalazi u vlasništvu organizacije koja koristi servise udomljene na toj infrastrukturi (Nacionalni CERT, 2010).

Mana odabira korištenja privatnog oblaka je potreba za internim IT odjelom koji će se baviti upravljanjem s vlastitim podatkovnim centrom. Uz izazov pronalaska kvalitetnog kadra koji će upravljati s podatkovnim centrom postoje izazovi skalabilnosti i sigurnosti. Što se tiče same skalabilnosti, ako je neki servis udomljen samo u jednom podatkovnom centru, može se dogoditi neka nepredviđena pojava, kao na primjer nestanak struje (bilo zbog redovnih radova od strane operatera električnom energijom, bilo zbog nepredviđenih tj. nenajavljenih situacija). U tom slučaju lokalni podatkovni centar će biti ugašen, a u slučaju da organizacija koja upravlja takvim podatkovnim centrom nije osigurala sekundarnu lokaciju koja će u slučaju izvanrednih okolnosti preuzeti korisnički promet i nastaviti ga opsluživati, servis će biti nedostupan. Može se dogoditi i da se lokalni podatkovni centar prilikom dizajniranja potkapacitira ili pak predimenzionira. Potkapacitiranje se obično događa zbog nedostatka novčanih sredstava, dok se druga opcija događa u želji da se dobije sustav koji će moći opsluživati neki servis u nekom duljem vremenskom razdoblju (s protekom vremenskog

razdoblja korisničkih podataka spremljenih na sam servis je obično sve više). Također je potrebno obratiti pažnju na samu sigurnost iz razloga jer je potrebno spriječiti bilo kakve neželjene upade u samu infrastrukturu, a to se može napraviti s redovitim programskim nadogradnjama, integracijom uređaja za analizu prometa (uređaji koji odvajaju zlonamjerni mrežni promet od regularnog) i slično. Zadnji problem kojeg ćemo spomenuti je problem redovite nadogradnje infrastrukture. Sama nadogradnja infrastrukture bi se morala provoditi u redovitim vremenskim intervalima, no ako nije osiguran budžet za nadogradnju s prolaskom vremena doći će do zastarijevanja opreme. Resursi (serveri, mrežna oprema i slično) mogu se postaviti unutar vlastitih prostorija (vlastiti podatkovni centar), a postoji i opcija najma prostora u profesionalnim podatkovnim centrima, ova opcija se još naziva kolokacija servera. Kolokacija servera podrazumijeva da profesionalni davatelj usluge brine o klimatizaciji, neprekidnom napajanju, zaštiti od požara, fizičkoj zaštiti od neovlaštenog pristupa samim serverima, spoj s vanjskom mrežom i slično. U tom slučaju serveri i dalje ostaju u vlasništvu same organizacije, a benefit je to što nije potrebno brinuti o propisnom održavanju samog objekta u kojem se serveri nalaze (Nirenjena, 2017).

Zajednički oblak

Model zajedničkog oblaka međusobno dijeli više organizacija koje imaju zajedničke zahtjeve. Ovaj oblak se može smjestiti lokalno, u podatkovnom centru organizacija koje sudjeluju u zajedničkom oblaku, a moguće ga je smjestiti i kod vanjskih pružatelja usluga (Wlyd, 2010).

Zajednički oblak nosi sve prednosti privatnog oblaka i još neke dodatne kao što je dijeljenje troškova uspostave, razvoja i održavanja infrastrukture koja je potrebna za uspostavu računarstva u oblaku. Na ovakav način trošak uspostave jedne infrastrukture dijeli se na nekoliko dijelova (ovisno o broju organizacija i samim udjelima u projektu). Ovaj model izvedbe obično je veći od privatnog oblaka i ta razlika u veličini dovodi do više fleksibilnosti, čime je ovakav sustav robusniji (Nirenjena, 2017).

U slučaju da je u projektiranje oblaka uključeno više različitih dionika tj. organizacija lakše dolazi do razilaženja u stavovima arhitekturne izvedbe i slično. Što se tiče samih podataka, sigurnost je viša nego kod javnog oblaka, a niža nego kod privatnog oblaka (Nirenjena, 2017).

Hibridni oblak

Ovaj model računarstva u oblaku zasniva se na kombinaciji dva ili više modela izvedbe računalnih oblaka (prethodno obrađenih modela izvedbe – javni, privatni i zajednički oblak). Povezivanje između oblaka se ostvaruje korištenjem standardiziranih protokola. Ova vrsta oblaka obično se koristi kako bi se ostvarile sve prednosti privatnog i javnog oblaka. U realnom korištenju može se dogoditi da jedan segment oblaka postane ili nedostupan ili pak zagušen zbog prevelikog prometnog opterećenja i tada javni oblak može preuzeti bilo dio, bilo kompletan promet. Hibridni oblak unosi jednu dodatnu dozu kompleksnosti u funkcioniranje cijelog sustava, pa je prilikom same izrade potrebno paziti na arhitekturu samog sustava kako se ne bi dogodilo da neki podaci dođu u nekonzistentno stanje (Mell, 2011).

2.4. Modeli usluga računarstva u oblaku

Modeli usluga računarstva u oblaku razlikuju se prema karakteristikama, mogućnostima i ciljanim krajnjim korisnicima. Osnovna podjela je na tri modela usluga: Softver kao usluga (engl. Software as a Service – SaaS), Platforma kao usluga (engl. Platform as a Service – PaaS), Infrastruktura kao usluga (engl. Infrastructure as a Service – IaaS) koje se još nazivaju i SPI model koji označava: program, platformu i infrastrukturu (engl. *Software, Platform, Infrastructure*) (Nacionalni CERT, 2010).

Softver kao usluga

U ovom modelu računarstva u oblaku, pružatelj usluge u oblaku vodi računa o cjelokupnoj infrastrukturi dok korisnik uslugu koristi kao gotovi servis (Car i Medić 2017). Uobičajeno ovaj tip usluge korisnik plaća po pretplatnoj osnovi (Grieves, 2011). U ovom modelu korisnik ne vodi računa o IT resursima, samoj aplikaciji koja opslužuje podatke, načinu spremanja podataka koji se potom obrađuju putem aplikacije. Korisnik uz pomoć web preglednika ili pak specijaliziranih aplikacija pristupa aplikaciji tj. podacima. Pristup samoj arhitekturi ili pak infrastrukturi koja se nalazi u pozadini same aplikacije korisnik ne može dobiti, već se time bavi specijalizirani tim ljudi koji brinu o samoj aplikaciji koju koriste drugi dionici.

Zbog izrazite jednostavnosti koju krajnji korisnici odabirom usluge u SaaS modelu dobivaju, ovaj model je sve češći odabir kompanija, ali i tijela javnog sektora. Razlog sve češćeg odabira SaaS modela je pojednostavljenje procesa unutar kompanije tj. tjela javnog sektora, jer nije potrebno uvoditi dodatnu vertikalnu koja će se baviti održavanjem interne aplikacije. Na ovakav način kompanije i tijela javnog sektora mogu se fokusirati na primarno poslovanje. Ovaj model se u današnje vrijeme najčešće koristi za uslugu e-pošte, web hostinga, videokonferencijske platforme, programa za analizu podataka (Car i Medić 2017).

Platforma kao usluga

U ovom modelu pružatelji oblaka nude računalne resurse za stvaranje i testiranje aplikacija, uključujući infrastrukturne i hardverske dijelove kao što su softver srednjeg sloja i operativni sustavi. Platforma kao usluga omogućuje korisnicima oblaka da instaliraju i smjeste skupove informacija, razvojne alate i softver za procjenu poslovanja (Education – wiki, nd).

Infrastruktura kao usluga

Infrastruktura kao usluga je model računarstva u oblaku u kojem vanjski pružatelji usluga upravljaju virtualiziranom infrastrukturom za tvrtke. Tvrtke mogu *outsourcati* internet pohranu, servere, podatkovne centre i mrežne elemente koji pružaju iste funkcionalnosti kao i lokalna infrastruktura. Primjeri upotrebe infrastrukture kao usluge uključuju automatizirane politike podrške, klasteriranje, internetsko umrežavanje, obnavljanje, praćenje i hosting web stranica. Pružatelj usluge odgovoran je za izgradnju servera i pohrane, umrežavanje vatrozida/sigurnosti i fizičke podatkovne centre (Education – wiki, nd).

2.5. Primjena računarstva u oblaku

Primjena računarstva u oblaku revolucionizirala je način na koji organizacije i pojedinci koriste i upravljaju svojim podacima i aplikacijama. Uz računarstvo u oblaku, korisnici mogu skalirati svoje resurse, pohranjivati podatke na udaljenim serverima, pružajući fleksibilnost i pristupačnost. Ova tehnologija se sve više koristi u različitim područjima kao što su poslovne operacije, razvoj softvera, pohrana podataka i analitika. Računarstvo u oblaku donosi brojne prednosti poput smanjenih troškova infrastrukture, povećane skalabilnosti, bolje sigurnosti i veće produktivnosti.

Jedan od primjera uspješne primjene računarstva u oblaku je sustav ePorezne. Porezna uprava omogućuje poreznim obveznicima da na brz, jednostavan i siguran način obavljaju razne porezne obveze putem interneta, koristeći niz elektroničkih usluga i alata koji se temelje na računarstvu u oblaku. Jedna od ključnih usluga unutar ePorezne je e-PDV (elektronički porez na dodanu vrijednost), koja omogućuje poreznim obveznicima da elektronički popune i podnesu svoju PDV prijavu putem interneta. Računarstvo u oblaku omogućuje brz i jednostavan pristup PDV obrascu te automatizira procese obrade podataka i provjere ispravnosti prijave. Također, ePorezna nudi uslugu e-PKK (elektronička porezno-knjigovodstvena kartica), koja omogućuje poreznim obveznicima pregled porezno-knjigovodstvene kartice za tekuću i prethodne godine. Korištenjem računarstva u oblaku, porezni obveznici mogu lako pristupiti i pregledavati informacije o svojim poreznim obvezama, plaćanjima i stanju računa.

ePorezna nudi i usluge kao što su e-ID, koja omogućava elektroničko popunjavanje i podnošenje izvješća o dobiti (ID obrazac), te e-PD, koja omogućava poreznim obveznicima podnošenje godišnje porezne prijave putem interneta. Sve ove usluge koriste računarstvo u oblaku kako bi korisnicima omogućile brz i efikasan pristup poreznim obrascima, automatsku provjeru točnosti podataka i sigurnu razmjenu informacija s Poreznom upravom.

Korištenje računarstva u oblaku u sustavu ePorezne smanjuje administrativne troškove, ubrzava procese plaćanja poreza i poboljšava komunikaciju između poreznih obveznika i Porezne uprave. Ovaj sustav također pruža visoku razinu sigurnosti i zaštite podataka, što je ključno u poreznom i financijskom sektoru. Modernizirani sustavi omogućuju brže i jednostavnije ispunjavanje poreznih obveza. Kada korisnici ispune sve potrebne uvjete, mogu elektronički poslati obrasce za sebe ili svoje poduzeće, nakon čega Porezna uprava potvrđuje primitak i obrađuje obrasce u svom sustavu. Ovim pristupom, porezni obveznici više ne moraju ručno ispunjavati papirnate obrasce niti ih fizički dostavljati u ispostave. Također, veza između Porezne uprave i korisnika dostupna je 24 sata dnevno, što znači da nije ograničena radnim vremenom. Ovaj sustav promiče jednostavnost predaje, smanjenje papirologije, brzu razmjenu podataka i pristup informacijama, što su prednosti koje se cijene širom svijeta (Lamza – Maronić et al., 2009).

Nadalje, primjena računarstva u oblaku u internet bankarstvu također pruža brojne prednosti i mogućnosti za korisnike. Zahvaljujući računarstvu u oblaku, banke mogu pružati svoje usluge brže, fleksibilnije i sigurnije. Podaci korisnika se pohranjuju na sigurnim udaljenim serverima, smanjujući rizik od gubitka ili krađe podataka, što korisnicima ulijeva povjerenje da su njihovi financijski podaci zaštićeni. Korisnici internet bankarstva mogu pristupiti svojim računima i obavljati financijske transakcije s bilo kojeg mjesta putem internetske veze i prijave na svoj račun, omogućujući im fleksibilnost i mobilnost u upravljanju financijama putem pametnih telefona, tableta ili računala. Transakcije se obrađuju brzo i u realnom vremenu, omogućujući korisnicima da obave plaćanja, prenose sredstava i druge financijske transakcije uz minimalna kašnjenja, što poboljšava korisničko iskustvo i štedi vrijeme. Banke koje koriste računarstvo u oblaku mogu lako prilagoditi svoje resurse prema potrebama korisnika. S obzirom na promjene u broju korisnika ili opterećenju sustava, banke mogu skalirati svoje resurse kako bi osigurale brzu i pouzdanu uslugu. To uključuje personalizirane financijske analize, upravljanje troškovima, automatsko praćenje transakcija i druge napredne funkcionalnosti koje olakšavaju upravljanje financijama. Dakle, primjena računarstva u oblaku u internet bankarstvu donosi brojne pogodnosti za korisnike, uključujući sigurnost podataka, mobilnost, brzinu transakcija, skalabilnost i inovativne usluge. Ova tehnologija nastavlja poboljšavati način na koji korisnici upravljaju svojim financijama i komuniciraju s bankama (Smojver i Jolić, 2020).

Računarstvo u oblaku je često primjenjivo i u e-trgovini, gdje transformira način na koji se obavljaju online transakcije, olakšava upravljanje platformama za trgovinu i poboljšava korisničko iskustvo. Ova tehnologija omogućava trgovcima da skaliraju svoje resurse prema potrebama, prilagođavajući kapacitet servera i infrastrukture kako bi osigurali brzu i pouzdanu uslugu bez obzira na promjene u prometu ili opterećenju. Ova fleksibilnost je posebno korisna tijekom razdoblja visokog prometa, poput sezonskih rasprodaja ili blagdana. Osjetljivi podaci o kupcima, uključujući podatke o plaćanju, osobne informacije i povijest kupovine, pohranjuju se na serverima s visokom razinom sigurnosti. Sigurna pohrana i obrada podataka su ključni za izgradnju povjerenja kod kupaca i zaštitu njihovih privatnih informacija. Uz računarstvo u oblaku, trgovci mogu brzo i jednostavno proširiti svoje poslovanje. Ova tehnologija omogućuje otvaranje novih prodajnih kanala, kao što su mobilne aplikacije ili međunarodne platforme, bez potrebe za ulaganjem u vlastitu

infrastrukturu. To olakšava širenje na nova tržišta i dosezanje većeg broja potencijalnih kupaca.

Također, trgovcima je omogućeno da koriste algoritme za analizu velike količine podataka kako bi personalizirali ponudu i pružili relevantne preporuke kupcima. Na temelju prethodnih kupovina, preferencija i ponašanja, trgovci mogu prilagoditi ponudu i preporučiti proizvode koji su najrelevantniji za svakog kupca. To poboljšava korisničko iskustvo i potiče veću angažiranost i vjernost kupaca.

Olakšana je automatizacija procesa, razmjena podataka s različitim poslovnim partnerima i upravljanje zalihama. Na primjer, trgovci mogu uspostaviti integraciju s dobavljačima kako bi osigurali brzu dostavu proizvoda ili integrirati sustave za upravljanje inventarom kako bi ažurirali podatke o raspoloživosti proizvoda u stvarnom vremenu.

Fleksibilnost, sigurnost, skalabilnost i personalizacija samo su neki od ključnih aspekata koje računarstvo u oblaku donosi u e-trgovinu, otvarajući put za inovacije i rast u digitalnom okruženju (Actualidade Commerce, nd).

2.6. Komercijalni primjeri računarstva u oblaku

Postoji mnogo komercijalnih primjera računarstva u oblaku koji se koriste širom svijeta. Računarstvo u oblaku može služiti mnogim upotrebama, ali najčešće je povezano s potrebom za izgradnjom, skaliranjem i upravljanjem aplikacijama (G2, 2023). U nastavku ćemo prikazati neke od najpoznatijih upotreba računarstva u oblaku:

Amazon Web Services (AWS): AWS Cloud je portfelj rješenja za računarstvo u oblaku koji se može koristiti neovisno ili zajedno kao šira platforma za računarstvo u oblaku. Osim osnovnog računarstva u oblaku, AWS Cloud je dizajniran kako bi služio IT administratorima i timovima za razvoj te nudi rješenja za VPC (Virtual Private Cloud) i hibridna rješenja za pohranu.

Microsoft Azure: Azure je sveobuhvatna računalna platforma koja pruža infrastrukturu u oblaku, proizvode i usluge, alate za razvoj i inovacije u području podataka i umjetne inteligencije. Više od 95 posto tvrtki iz liste Fortune 500 odabire Azure. Azure ima jedinstvene mogućnosti za rad u lokalnom okruženju, hibridnom okruženju, višeoblaku i na

rubu mreže (edge), što vam pruža fleksibilnost za inovaciju bilo gdje. Razvojni timovi mogu koristiti svoje omiljene jezike, open-source okvire i alate za kodiranje i implementaciju. Azure uključuje više od 200 fizičkih podatkovnih centara raspoređenih u više od 60 regija te ispunjava očekivanja svojih korisnika u vezi sa zaštitom podataka, usklađenošću i visokom dostupnošću. Modernizaciju IT okruženja, proširivanje poslovanja i uvid u vlasite podatke uz sigurnost samo su neke od osnovnih karakteristika Microsoft Azurea.

Google Cloud Platform (GCP): Google Cloud je usluga temeljena na računarstvu u oblaku koja omogućuje stvaranje od jednostavnih web stranica do složenih aplikacija za tvrtke svih veličina. Svi korisnici mogu besplatno koristiti više od 25 proizvoda, do mjesečnih ograničenja korištenja. Omogućuje korisnicima da koriste Googleove napredne tehnologije i infrastrukturu za svoje poslovne potrebe.

SAP Business Technology Platform: SAP Business Technology Platform (SAP BTP) je cloud platforma tvrtke koja integrira inteligentne poslovne aplikacije s upravljanjem bazama podataka i podacima, analitikom, integracijom i mogućnostima proširenja u jednu platformu za oblak i hibridna okruženja, uključujući stotine unaprijed izgrađenih poslovnih sadržaja i integracija za brže vrijeme do vrijednosti. Omogućuje stvaranje personaliziranih iskustava kroz poslovne procese, bržu izgradnju aplikacija, analitiku i integraciju te pouzdano izvođenje inovacija od ključne važnosti na infrastrukturi vodećih dobavljača.

Oracle Cloud: Oracle Cloud je portfelj infrastrukturnih i platformskih usluga u oblaku koji se može koristiti neovisno ili zajedno kao šira platforma za računarstvo u oblaku. Oracle Cloud platforma je dizajnirana kako bi služila IT administratorima i timovima za razvoj, te nudi rješenja za kontejnere, ravnoteženje opterećenja, VPC (Virtual Private Cloud) i hibridna rješenja za pohranu, osim osnovnih usluga računarstva u oblaku.

Alibaba Cloud: Alibaba Cloud je portfelj rješenja za računarstvo u oblaku koji se može koristiti neovisno ili zajedno kao šira platforma za računarstvo u oblaku, često adresirajući širi spektar upotreba. Alibaba Cloud platforma je dizajnirana kako bi služila IT administratorima i razvojnim timovima te nudi rješenja za kontejnere, ravnoteženje opterećenja, VPC (Virtual Private Cloud) i hibridna rješenja za pohranu, uz osnovne usluge računarstva u oblaku.

3. Primjena računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj

3.1. Pregled trenutnog stanja u Republici Hrvatskoj

Kad govorimo o trenutnom stanju u Republici Hrvatskoj, jednu od bitnijih uloga ima Centar dijeljenih usluga, poznat i kao "Državni oblak". Centar dijeljenih usluga predstavlja ključni projekt Središnjeg državnog ureda za razvoj digitalnog društva. Njegov cilj je povezivanje državne informacijske infrastrukture kako bi omogućio zajedničko korištenje informacijskih i komunikacijskih tehnologija te istih aplikativnih rješenja s ciljem racionalizacije. Ova inicijativa omogućit će svim tijelima javnog sektora pristup zajedničkoj, pouzdanoj i skalabilnoj IKT infrastrukturi temeljenoj na paradigmi oblaka (Clouda). Konačni cilj ovog projekta je integrirati 300 institucija u Državni oblak do kraja 2023. godine (Središnji državni ured za razvoj digitalnog društva, 2019).

Projekt je osigurao bespovratna sredstva u iznosu od 306.644.668,87 HRK iz Europskog fonda za regionalni razvoj (EFDR), putem Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020.

Prema relevantnim zakonima Republike Hrvatske, posebice Uredbi o organizacijskim i tehničkim standardima za povezivanje na državnu i informacijsku infrastrukturu (NN 60/17), također poznatoj kao "Uredba o CDU-u," Centralna državna uprava ima obvezu uskladiti Državnu informacijsku strukturu na temelju principa Dijeljenih usluga. Osim toga, treba operativno uspostaviti tehničku infrastrukturu za korištenje različitih vrsta usluga kao što su SaaS, IaaS, PaaS, FaaS i CaaS koje su namijenjene tijelima javnog sektora.

Projektom se također uspostavlja centralizirano upravljanje i konsolidacija Državne informacijske infrastrukture (DII), podataka, zahtjeva, operacija i horizontalnih procesa javne uprave kako bi se poboljšala transparentnost, odgovornost i učinkovitost javne uprave.

Osim Centra dijeljenih usluga, veliku ulogu u Republici Hrvatskoj ima i Sveučilišni računski centar Sveučilišta u Zagrebu, poznat i kao "Srce". Srce predstavlja najstariju infrastrukturnu ustanovu unutar hrvatske akademske i znanstvene zajednice koja se bavi izgradnjom i primjenom informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Misija Sveučilišnog računarskog centra je postati vodećom organizacijom u izgradnji i razvoju napredne, visokokvalitetne informacijske i komunikacijske infrastrukture te usluga. Svrha im je osigurati održivost i

dostupnost tih resursa svim relevantnim dionicima u hrvatskom sustavu znanosti i visokog obrazovanja, s posebnim naglaskom na podršku Sveučilištu u Zagrebu. Srce podržava više od 50 različitih digitalnih usluga za koje je potreban kontinuirani napredak, među njima su sustavi: AAI@EduHr, ISVU, ISRHKO, ISSP, Hrčak, Merlin, edu4IT, klaster Isabella, CRO NGI (Tomić, 2019.). Kroz niz iteracija nadogradnji i proširenja infrastrukture, uključujući računalne, memorijske, spremišne kapacitete, virtualna infrastruktura Srca je potpuno konsolidirala sve druge hardverske resurse. Trenutno podržava više od 800 pojedinačnih virtualnih poslužitelja, na kojima se izvodi većina usluga i servisa Srca. Ova virtualna infrastruktura je raspoređena na tri različite virtualizacijske platforme, smještene unutar pet odvojenih klastera visoke dostupnosti, koji se nalaze u dvije fizički odvojene lokacije podatkovnih centara.

Krajem ljeta 2020. godine, započeli su radovi na uređenju i opremanju podatkovnih centara za projekt Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak (HR-ZOO). Ovaj projekt je financiran s gotovo 200 milijuna kuna bespovratnih sredstava koje je Ministarstvo znanosti i obrazovanja osiguralo iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija, a potpisivanje ugovora za njegovo provođenje dogodilo se dvije godine prije toga.

Ukupna investicija vrijedna 54,5 milijuna kuna obuhvatila je prenamjenu postojećih prostora kako bi se stvorili moderni podatkovni centri koji će biti sposobni za prihvat IKT opreme. Radovi su izvedeni na nekoliko lokacija, uključujući Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, studentski dom u sklopu Sveučilišnog kampusa Osijek Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, sveučilišni odjel u sklopu Sveučilišnog kampusa Trsat Sveučilišta u Rijeci te Znanstveno-učilišni kampus Borongaj Sveučilišta u Zagrebu.

Podatkovni centri u Splitu, Rijeci i Osijeku izgrađeni su unutar postojećih objekata, što donekle ograničava njihove kapacitete. Međutim, izgradnjom podatkovnog centra u sklopu Znanstveno-učilišnog kampusa Borongaj Sveučilišta u Zagrebu, zajednica je dobila podatkovni centar koji zadovoljava suvremene potrebe znanosti i obrazovanja. Predstavljeno je i najjače superračunalo u Hrvatskoj koje je stavljeno na raspolaganje znanstvenicima i istraživačima za obradu velikih količina podataka (ukupno 8384 procesorske jezgre, 81 grafički procesor i 32 TB radne memorije). Upotreba naprednih računalnih sustava za izvođenje zahtjevnih istraživanja poput simulacija potresa može značajno ubrzati procese i donijeti brojne prednosti. Uspješno smanjenje vremena potrebnog za izvođenje jedne simulacije s 14 dana na samo jedan dan predstavlja ogroman napredak i ima potencijal da

bude od velike koristi u mnogim situacijama, uključujući slanje pomoći nakon prirodnih katastrofa. Osim toga, činjenica da je korištenje ovih naprednih računalnih sustava besplatno za akademsku i znanstvenu zajednicu može potaknuti daljnji napredak u istraživanjima i znanosti. To omogućava istraživačima i znanstvenicima da pristupe moćnim resursima bez potrebe za značajnim financijskim investicijama, što može potaknuti inovacije i doprinijeti razvoju novih saznanja (Vrbanus, 2023).

Veliki iskorak, kontinuirani napredak i nadogradnje sustava za vođenje informacija o visokom obrazovanju napravljen je tijekom perioda od 2013. do 2020. godine. Evo nekoliko ključnih dostignuća i promjena:

Podrška za praćenje programskih ugovora (2013.): Uvođenje ovog modula omogućilo je bolje upravljanje programskim ugovorima u visokom obrazovanju, što je olakšalo administraciju i planiranje.

Prelazak na autentikaciju putem AAI@EduHr (2015.): Ovaj potez povećao je sigurnost sustava i olakšao pristup korisnicima putem elektroničkih identiteta.

Izgradnja novih modula (2015., 2016., 2020.): Dodavanje novih modula, kao što su Poslijediplomski studiji, Pregled sustava i Visoka učilišta, proširilo je funkcionalnost sustava i pružilo više informacija i mogućnosti korisnicima.

Postupno uključivanje visokih učilišta: Postepeno uključivanje sve više visokih učilišta u sustav svjedoči o njegovoj vrijednosti i širokoj upotrebi u visokom obrazovanju. Povećanje broja učilišta, studenata i djelatnika koji koriste sustav naglašava njegovu relevantnost.

Sustavi kao što je ISVU igraju ključnu ulogu u modernizaciji i digitalizaciji obrazovanja. Omogućuju efikasno upravljanje informacijama, poboljšavaju pristup podacima i doprinose boljem iskustvu studenata i zaposlenika u visokom obrazovanju. S obzirom na kontinuirani rast broja korisnika i funkcionalnosti, očigledno je da sustav ima značajan pozitivan utjecaj na obrazovni sektor u Republici Hrvatskoj (Sveučilišni računarski centar, 2021).

U skladu s prioritetima Vijeća Europske unije, Europa raste u smislu razvoja i povezivanja. Krajnji cilj je stvaranje jedinstvenog tržišta, digitalizacija poslovanja, jačanje konkurentnosti svih sektora i promicanje kvalitetnog i cjeloživotnog obrazovanja. Ovakvim pristupom se Republika Hrvatska pridružuje u brzorastuće i inovativne industrije. Sve što Centar

dijeljenih usluga pruža, ima važnu ulogu u tome da je hrvatsko gospodarstvo među onima koji se najbrže prilagođavaju. Na ovaj se način zadržava globalna i europska konkurentnost (Vlada Republike Hrvatske, 2019).

3.2. Sigurnosni izazovi računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj

Način pristupa sigurnosti u oblaku različit je za svaku organizaciju i može ovisiti o više varijabli. Kontrola nad podacima također ima iznimno važnu ulogu u očuvanju digitalne suverenosti zemlje i javne uprave. Očuvanje integriteta i povjerljivosti podataka ključno je za zaštitu osobnih podataka građana, što je u skladu s europskim propisima. Prisutni su sigurnosni izazovi računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj ali i u svijetu, lako je izgubiti pojam o tome kako i tko pristupa vašim podacima budući da se mnogim uslugama u oblaku pristupa izvan korporativnih mreža i putem trećih strana. Okruženja javnog oblaka sadrže višestruke klijentske infrastrukture, pa je moguće da udomljene usluge mogu ugroziti zlonamjerni napadači kao kolateralna šteta kada ciljaju na aplikacije drugih vlasnika. Dok poduzeća mogu uspješno upravljati i ograničavati pristupne točke u lokalnim sustavima, administriranje tih istih razina ograničenja može biti izazovno u okruženjima oblaka. To može biti opasno za organizacije koje ne implementiraju pravila i dopuštaju nefiltrirani pristup uslugama u oblaku s bilo kojeg uređaja ili geolokacije. Kontrola nad podacima ima iznimno važnu ulogu u očuvanju digitalne suverenosti zemlje i javne uprave. Očuvanje integriteta i povjerljivosti podataka ključno je za zaštitu osobnih podataka građana, što je u skladu s europskim propisima.

Upravljanje usklađenošću s propisima je također često izvor zabune za organizacije koja koriste javne ili hibridne implementacije oblaka. Sveukupna odgovornost za privatnost i sigurnost podataka i dalje je na organizaciji, a veliko oslanjanje na rješenja trećih strana za upravljanje ovom komponentom može dovesti do skupih problema s usklađenošću.

Kod implementacije je bitno obratiti pozornost na konfiguraciju. Pogrešno konfigurirana imovina činila je 86% probijenih zapisa u 2019., zbog čega je to nenamjerni ključni problem za okruženja računarstva u oblaku. Pogrešne konfiguracije mogu uključivati ostavljanje zadanih administrativnih lozinki ili nestvaranje odgovarajućih postavki privatnosti.

Iznimno je važna i sigurnost podataka i u kontekstu nedavnih potresa, pandemije te sve češćih hakerskih napada i ispada velikih informacijskih sustava. Sigurnost podataka građana i javnog sektora postala je ključna komponenta u digitalnom dobu.

U vrijeme kada se sve više aspekata naših života odvija online, važno je osigurati da se prikupljaju i obrađuju podaci u skladu s propisima kako bi se zaštitila privatnost građana. Sigurnost podataka postaje temeljni element digitalne transformacije javne uprave (Zavod za sigurnost informacijskih sustava, 2023). Standarde sigurnosti i kontrole nad digitalnom transformacijom u Republici Hrvatskoj provodi Zavod za sigurnost informacijskih sustava (ZSIS).

Zavod za sigurnost informacijskih sustava zadužen je za reguliranje standarda tehničkih područja, ima ključnu ulogu u očuvanju povjerljivosti, integriteta i dostupnosti informacija u državnim tijelima. Njegove aktivnosti doprinose jačanju cjelokupne sigurnosti države i zaštiti osjetljivih podataka.

ZSIS razvija i primjenjuje standarde i smjernice za osiguranje sigurnosti informacijskih sustava u državnim institucijama te provodi procese sigurnosne akreditacije kako bi ocijenio i odobrio sigurnost informacijskih sustava koji se koriste u državnim tijelima. Djeluje kao koordinacijsko tijelo koje surađuje s državnim institucijama kako bi se osigurala prevencija i brzi odgovor na računalne prijetnje i sigurnosne incidente .

Odgovorani su i za upravljanje kriptografskim materijalima i ključevima koji se koriste za šifriranje i zaštitu osjetljivih podataka i komunikacija (Zavod za sigurnost informacijskih sustava, 2023).

Zavod za sigurnost informacijskih sustava teži podizanju razine cjelokupne sigurnosti informacijskih sustava u Republici Hrvatskoj. Njegova predanost jačanju sigurnosti informacija u državnim tijelima ne samo da štiti osjetljive podatke i infrastrukturu, već također stvara povoljne uvjete za razvoj i povećanje konkurentnosti hrvatskog gospodarstva u ovom ključnom području. Osim toga, ova inicijativa osigurava da ZSIS bude dobro pripremljen za suočavanje s budućim izazovima u dinamičnom digitalnom okruženju.

Sigurnost računarstva u oblaku regulirana je i od strane Nacionalnog instituta za standarde i tehnologiju (NIST). Na slici 1 prikazano je pet stupova kibernetičke sigurnosti: Identificiraj, Zaštiti, Otkrij, Odgovori i Oporavi. NIST je stvorio potrebne korake za svaku organizaciju da sama procijeni svoju sigurnosnu spremnost i primijeni odgovarajuće preventivne i

sigurnosne mjere za oporavak na svojim sustavima. Ove funkcije pomažu organizacijama da razumiju i prioritetiziraju svoje sigurnosne rizike, implementiraju odgovarajuće zaštitne mjere, kontinuirano nadgledaju prijetnje, učinkovito reagiraju na incidente i brzo se oporave od bilo kakvih prekida. Implementacijski stupnjevi pomažu organizacijama u procjeni njihovih trenutnih praksi u području kibernetičke sigurnosti te određivanju željenog stupnja zrelosti kibernetičke sigurnosti. Profili omogućuju organizacijama usklađivanje svojih aktivnosti u području kibernetičke sigurnosti s poslovnim zahtjevima, tolerancijom na rizik i raspoloživim resursima. Sveukupno, NIST-ov okvir za kibernetičku sigurnost promiče proaktivni pristup upravljanju kibernetičkom sigurnošću utemeljen na riziku, potičući otpornost i prilagodljive strategije u suočavanju s razvijajućim kibernetičkim prijetnjama (Federal Trade Commission, 2024).



Slika 1 - Pet Stupova kibernetičke sigurnosti prema NIST-u

Izvor 1 - IBM (2023)

Još jedna nova tehnologija u sigurnosti oblaka koja podržava izvođenje NIST-ovog okvira kibernetičke sigurnosti je upravljanje sigurnosnim položajem oblaka (CSPM – Cloud Security Posture Management). CSPM rješenja dizajnirana su za rješavanje uobičajene greške u mnogim okruženjima oblaka - pogrešne konfiguracije.

Infrastrukture oblaka koje poduzeća ili čak pružatelji usluga oblaka ostaju pogrešno konfigurirane mogu dovesti do nekoliko ranjivosti koje značajno povećavaju površinu napada organizacije. CSPM rješava ove probleme pomažući organizirati i implementirati ključne komponente sigurnosti u oblaku. To uključuje upravljanje identitetom i pristupom (IAM), upravljanje usklađenošću s propisima, praćenje prometa, odgovor na prijetnje, ublažavanje rizika i upravljanje digitalnom imovinom (IBM, 2023).

3.3. Usluge koje državni oblak nudi korisnicima

Državni oblak poznat i kao Centar dijeljenih usluga, pruža širok spektar usluga u okviru različitih modela računarstva u oblaku.

U okviru Infrastrukture kao usluge, korisnicima su na raspolaganju virtualni poslužitelji koji omogućavaju skalabilnost i prilagodljivost resursa.

Platforma kao usluga nudi virtualne poslužitelje opremljene licenciranim programima, što olakšava razvoj i implementaciju aplikacija (Središnji državni ured za razvoj digitalnog društva, 2023).

Model računarstva u oblaku, softver kao usluga, unutar Centra dijeljenih usluga pruža raznovrsne usluge svojim korisnicima. Kolaboracijska platforma obuhvaća uslugu e-pošte te alate za uređivanje i razmjenu dokumenata. Videokonferencijska platforma služi za održavanje udaljenih sastanaka u realnom vremenu. Također, tu je i neizostavna funkcionalnost svakog pružatelja IT usluga, a to je web hosting platforma koja omogućava udomljavanje korisničkih web stranica. Analitička platforma može se koristiti za analizu i vizualizaciju podataka, dok je platforma za kontaktni centar i prijavu IKT problema namijenjena IT administratorima za praćenje i rješavanje prijave. Tu je još i podatkovna platforma (engl. data lake) koja na temelju svoje otvorenosti i cjelovitosti omogućuje prikupljanje podataka u standardiziranim formatima. Također tu je i platforma za Blockchain kojom se uspostavlja usluga za pridruživanje javnim ili privatnim mrežama pomoću open-source blockchain rješenja.

Dodatno, razvijena je i platforma za interoperabilnost poznata kao GSB (Government Service Bus), čija je ključna svrha osigurati interoperabilnost javnih registara i informacijskih sustava u tijelima javnog sektora.

Ove usluge unutar „Državnog oblaka“ pružaju fleksibilnost i skalabilnost, čineći ga izvrsnim izborom za različite potrebe i zahtjeve korisnika u javnom sektoru.

3.4. Budućnost računarstva u oblaku u Republici Hrvatskoj

Gledajući dugoročno i šire od trenutnih projektnih okvira i integracija s postojećim tijelima javnog sektora, Centar dijeljenih usluga ukazuje na veliki potencijal. Uz kupljeni podatkovni centar u Jastrebarskom, postignuta je najveća razina sigurnosti i dostupnosti i jamstvo na neprekidan rad. Integracija čak 2000 tijela i institucija može predstavljati značajan korak prema unaprjeđenju digitalne infrastrukture i javne uprave u Republici Hrvatskoj. Integracija velikog broja tijela i institucija u jedan zajednički informacijski sustav može pomoći u povećanju učinkovitosti i transparentnosti javne uprave. Građani će imati jednostavniji pristup informacijama i uslugama, a administracija će moći učinkovitije dijeliti i upravljati podacima.

Unaprjeđenje digitalnih usluga i infrastrukture može olakšati život građanima i poticati poslovno okruženje. Brži i jednostavniji pristup uslugama, poput e-uprave i online plaćanja poreza, može poboljšati kvalitetu života i potaknuti gospodarski rast.

Razvijanje i održavanje vlastite digitalne infrastrukture omogućava veću kontrolu nad podacima i tehnologijama te smanjuje ovisnost o stranim dobavljačima. S povećanjem broja tijela i institucija koja koriste zajedničku infrastrukturu osigurava se visoka razina sigurnosti od cyber napada. S vremenom postizati će se digitalna suverenost i sigurnost.

Kroz suradnju s velikim brojem tijela i institucija, može se potaknuti razmjena znanja i iskustava te potaknuti inovacije u području informacijskih tehnologija i javne uprave (Tomić, 2021).

4. Ekonomski aspekti računarstva u oblaku

Ekonomski aspekti računarstva u oblaku predstavljaju važan faktor za organizacije prilikom razmatranja i donošenja odluke o prelasku na ovu tehnologiju. Oblak omogućuje pristup računalnim resursima, uslugama i aplikacijama putem interneta, što donosi razne ekonomske prednosti. Ove prednosti uključuju smanjenje troškova infrastrukture, skalabilnost, plaćanje prema potrošnji, povećanu fleksibilnost i brže vrijeme do tržišta. Uz to, računarstvo u oblaku može potaknuti inovacije, poboljšati produktivnost i pružiti konkurentske prednosti organizacijama u današnjem dinamičnom poslovnom okruženju.

Usluge računarstva u oblaku omogućuju javnom sektoru da prođu kroz digitalnu tranziciju s ciljem povećanja produktivnosti i uštede troškova. Budući da se *cloud* usluge isporučuju putem softverskih platformi i virtualiziranih mreža, podaci za analitiku i poslovnu inteligenciju mogu se lako pristupiti i analizirati. Usluge računarstva u oblaku imaju prednost omogućavanja pristupa više resursa upravo kad su potrebne korisniku, što eliminira potrebu za kupovinom dodatne hardverske opreme (Nhim i sur., 2022).

Računarstvo u oblaku postaje sve popularnije, što motivira mnoge IT kompanije da prepoznaju nove poslovne prilike te se okreću izgradnji vlastitih računalnih oblaka u svrhu postizanja profita za vlasnike.

Tradicionalno, prodaja računalnih resursa često rezultira nedovoljnim iskorištavanjem kapaciteta, što znači da procesori i radna memorija nisu iskorišteni u punoj mjeri. Kod računarstva u oblaku pružatelji usluga mogu primijeniti koncept povećane dodjele resursa (engl. *overprovisioning*) čime se jedna te ista jedinica računalne snage, na primjer CPU ili pak radna memorija, višekratno prodaje krajnjim korisnicima, te se na ovakav način koristi efekt multiplikatora i postiže se brži povrat investicije (Seget, 2022).

Korisnici mogu koristiti Google Cloud za izgradnju poslovnih rješenja koristeći modularne web usluge koje nudi Google. Pruža širok spektar usluga, uključujući Infrastrukturu kao uslugu i Platformu kao uslugu.

Ključne značajke Google Clouda su redovito dodavanje novih jezika i operacijskih sustava omogućuje veću prilagodljivost i globalnu dostupnost. Pružanje samoposlužnih usluga po

zahtjevu olakšava korisnicima brz pristup potrebnim resursima. Sveobuhvatan pristup mreži omogućuje povezanost s bilo kojeg mjesta. Bolje korisničko sučelje doprinosi unapređenju korisničkog iskustva i olakšava interakciju s računarstvom u oblaku. Dijeljenje resursa i fleksibilnost u hitnim situacijama omogućuju efikasno upravljanje resursima i prilagodbu promjenjivim potrebama. (Nhim i sur., 2022).

U kontekstu pohrane u oblaku, riječ je o konceptu računarstva u oblaku koji koristi internet za pohranu podataka. Ona omogućuje korisnicima da svoje podatke pohrane na zahtjev, prilagođavajući kapacitet i cijenu prema trenutnim potrebama. Ovakav pristup omogućuje korisnicima uštedu troškova jer se izbjegava nabava i upravljanje vlastitom infrastrukturom za pohranu podataka. S "bilo kada, bilo gdje" pristupom podacima, korisnici dobivaju agilnost, globalnu skalabilnost i trajnost (Nhim i sur., 2022).

U slučaju *cloud* pohrane, ne postoji potreba za kupovinom hardvera, osiguravanjem prostora za pohranu podataka niti odvajanjem novčanih sredstava za potencijalne buduće situacije. Korisnicima je omogućeno da prema potrebi dodaju ili uklanjaju kapacitet, brzo mijenjaju performanse i zadrže kvalitetu, a plaćaju samo za korišteni prostor. Mogućnost centralizacije pohrane podataka u oblaku pruža značajnu prednost u kontekstu novih slučajeva uporabe.

4.1. Utjecaj na poslovanje

Računarstvo u oblaku ima pozitivan utjecaj na poslovne organizacije jer povećava njihov prihod i pomaže im u postizanju poslovnih ciljeva. Organizacije radije koriste usluge koje pruža oblak umjesto da izgrade vlastitu infrastrukturu (Dar, 2018). Računarstvo u oblaku smanjuje troškove tvrtke jer se resursi koriste samo kada su potrebni i plaćaju se samo za njihovu upotrebu jer se naplaćuju prema korištenju, bez predujma. Time se uklanja veliki dio kapitalnih izadataka (Codestone, 2023). Infrastruktura se ne kupuje, što smanjuje početne troškove i troškove održavanja. Klijenti nisu vlasnici infrastrukture, ali mogu koristiti usluge oblaka online (Bhopale, 2013).

Pružatelj usluga isporučuje svu potrebnu opremu i preuzima svu odgovornost pa se dio poslovanja više ne mora kupovati i održavati. Nije potrebno osiguravati skupe poslužitelje,

pohranu, uređaje za sigurnosno kopiranje ili podatkovni centar - čiji su troškovi, čak i za mali podatkovni centar, ogromni i zahtijevaju stručna znanja. Nadalje, budući da radne površine ili prijenosna računala sada više ne pokreću programe (oni se izvršavaju u oblaku), njihovi životni ciklusi mogu se produljiti s trenutačnih 3-5 godina na 5-7 godina (Codestone, 2023).

Neograničena skalabilnost je glavna prednost tehnologije oblaka jer klijent ima fleksibilnost za povećavanje ili smanjivanje prema potrebama organizacije. Organizacije se ne moraju brinuti o budućim zahtjevima jer lako mogu nabaviti dodatne usluge kad god je potrebno. Također, ako se poslovanje s vremenom razvija, oblak se može lako prilagoditi povećanoj potražnji (Xiao i Xiao, 2013).

Računarstvo u oblaku pruža niz prednosti, uključujući ekonomičnost jer omogućuje dijeljenje resursa, pojednostavljenje operacija kroz zajedničku infrastrukturu, bržu implementaciju aplikacija zahvaljujući unaprijed postavljenim hardverskim i softverskim komponentama, te poboljšane mogućnosti inovacija putem alata za razvoj i izloženih sučelja za programiranje aplikacija koji omogućuju pristup mrežnim resursima. Ova kombinacija prednosti potiče uštede, operativnu učinkovitost, agilnost i ubranu inovaciju za organizacije (Ericsson, 2023).

4.2. Prednosti i nedostaci posjedovanja oblaka

Računarstvo u oblaku pruža mnogo fleksibilnosti svojim klijentima. Postoji jednostavno testiranje i implementacija usluga preko oblaka. Korisnici su slobodni odlučiti koje usluge trebaju i plaćaju prema tome. Usluge oblaka mogu bolje zadovoljiti promjenjive poslovne zahtjeve pružajući različite usluge. Ako neka aplikacija koju pruža oblak ne obavlja naš posao, imamo fleksibilnost prebacivanja na drugi oblak.

Korisnici oblaka mogu pristupiti uslugama oblaka bilo kada i s bilo kojeg mjesta putem različitih uređaja. Kad god imaju stabilnu internetsku vezu, mogu se prijaviti i koristiti usluge. Ova prednost računarstva u oblaku pruža fleksibilnu radnu kulturu zaposlenicima i omogućuje im obavljanje svojih dužnosti s bilo kojeg mjesta, bez potrebe da fizički budu prisutni u sjedištu tvrtke.

Računarstvo u oblaku poboljšava komunikaciju i suradnju među zaposlenicima omogućavajući pristup trenutačnoj razmjeni poruka, konferencijama i video konferencijama. Mogu zajednički raditi na dokumentima i projektima osiguravajući veću koheziju i timski rad. To je moguće zbog centralizacije podataka i ažuriranja podataka u oblaku u stvarnom vremenu.

Najvažniji faktor pri odabiru pružatelja oblaka je sigurnost i privatnost koje pružaju našim podacima. To je glavni razlog zbog kojeg ti pružatelji ulažu velike iznose u svoje usluge i infrastrukturu kako bi pružili bolju sigurnost. Budući da su usluge oblaka uvijek dostupne i može im se pristupiti bilo gdje. Također, upravljanje sigurnosnom kopijom i oporavkom čini ovu tehnologiju pouzdanijom (Tutorials Point, 2018).

Neki pružatelji oblaka nude uslugu pohrane svojim korisnicima. Organizacije mogu pohraniti puno više podataka u oblaku nego na lokalnim uređajima. Ako poslovanje raste i zahtijeva više pohrane, organizacije se lako mogu skalirati i dobiti više pohrane od pružatelja oblaka (Georgiou, 2017).

Odgovornost pružatelja oblaka je nadogradnja infrastrukture i usluga za svoje korisnike. Novi poslovni trendovi i rješenja dostupni su klijentima pružatelja oblaka kako bi se natjecali na tržištu usvajanjem najnovijih tehnologija. Pružatelji oblaka održavaju sustav izvršavajući različite softverske i sigurnosne nadogradnje. Kao aktualna tema, sigurnosna nadogradnja odnosi se i na oporavke od katastrofa kao što su potresi. Organizacije koje koriste usluge oblaka ne moraju izrađivati složene planove oporavka, jer se pružatelji usluga brinu o takvim pitanjima i brzo ih rješavaju (Tutorials Point, 2018).

Kad je riječ o nedostacima posjedovanja oblaka, interoperabilnost je jedan od velikih izazova pri migraciji u oblak. Radi se o sposobnosti uređaja da međusobno komuniciraju. U tehnologiji oblaka zajednice, to znači sposobnost razvijanja koda koji radi s više pružatelja usluga oblaka istovremeno, bez obzira na razlike između njih. Dakle, ako migriramo poslovanje u oblak i želimo biti dio oblak okruženja, tada to treba biti kompatibilno s više od jednog pružatelja usluga.

Sigurnost oblaka je najveća prijetnja na trenutačnom tržištu. Kada odlučimo usvojiti tehnologiju oblaka, migriramo poslovno osjetljive informacije na oblak poslužitelje i tada imamo manje kontrole nad podacima. Tada je odgovornost pružatelja oblaka osigurati sigurnost i privatnost podataka. Budući da se uslugama oblaka pristupa putem interneta,

postoji rizik od napada hakera kako bi se provalilo i nanijelo štetu. Stoga je nužno pažljivo odabrati pružatelja oblaka i provjeriti metode i alate koje oblak koristi kako bi osigurao sigurnost i privatnost naših podataka. Organizacija treba osigurati određene propise i ugovore s pružateljem oblaka kako bi provodila sigurnost podataka.

Kada organizacije usvoje računarstvo u oblaku, moraju migrirati svoje osjetljive podatke u oblak i ako ovi podaci procure, to može nanijeti veliku štetu poslovanju. Dakle, migracija osjetljivih podataka u oblak veliki je izazov i zahtijeva velike vještine u rukovanju i upravljanju tim procesima. Prijenos je izazov u računarstvu u oblaku, što znači da aplikacije trebaju lako migrirati s jednog oblaka na drugi oblak. Softver koji želimo premjestiti trebao bi biti kompatibilan s drugim okruženjima. Prijenos predstavlja izazov jer pružatelji oblaka koriste različite standarde za svoje platforme. Glavna prepreka za većinu organizacija je migriranje u računarstvo u oblaku zbog nedostatka standardizacije. : Prije migracije u oblak, poslovna organizacija treba imati na umu različita pravna i regulatorna pitanja. Ti zakoni osiguravaju obvezu i odgovornost kako klijenata, tako i davatelja usluga. U nekim zemljama Europe, zakonski propisi ne dopuštaju da se osobni podaci kupaca ili druge osjetljive informacije fizički pohranjuju izvan zemlje. Potreba za izgradnjom ekskluzivnih centara možda nije izvediva za pružatelje oblaka i može predstavljati veliki izazov za njih. Ako se osjetljivi podaci ne zaštite i dogodi se neka curenja, tada će definirani zakoni i propisi odrediti tko je odgovoran za grešku i kako će se nadoknaditi (Dar, 2018).

Poslovna organizacija koja usvaja tehnologiju oblaka prolazit će kroz mnoge promjene u internom radu, misiji, financiranju i osoblju itd. Kako poslovanje prelazi na oblak, pojaviti će se novi izazovi za administraciju i operativno osoblje. Biti će novih sigurnosnih izazova jer se podaci pohranjuju na udaljenom poslužitelju. Zaposlenici organizacije trebaju biti zadovoljni i samouvjereni u novu tehnologiju kako bi istražili prednosti i prevladali probleme. Ukupna organizacijska struktura će se promijeniti, a zaposlenici na različitim razinama trebaju pozdraviti taj pozitivan utjecaj kako bi postigli nove poslovne uspjehe.

4.3. Budući trendovi u primjeni računarstva u oblaku

Budućnost računarstva u oblaku donosi brojne uzbudljive mogućnosti i izazove za sve organizacije, uključujući i javni sektor. Povećana potreba za fleksibilnošću, skalabilnošću i pristupačnošću potiče istraživanje i usvajanje tehnologija računarstva u oblaku. Važno je pratiti trendove i predviđanja koji oblikuju budućnost ove paradigme. Kako su organizacije počele brže usvajati modele računarstva u oblaku, sami su se modeli počeli brzo razvijati. Stoga je tehnologija računarstva u oblaku značajno napredovala posljednjih nekoliko godina (Chakraborty, 2022).

Danas neke organizacije sve više usvajaju kao trend hibridni model računarstva u oblaku. Hibridni oblak integrira usluge javnog oblaka s privatnim oblakom posvećenim jednoj organizaciji. To je posebno pogodno za organizacije koje prikupljaju osjetljive podatke ili posluju u visoko reguliranim industrijama, poput javnog sektora, gdje je zaštita podataka od iznimne važnosti.

Većina stručnjaka ističe umjetnu inteligenciju i strojno učenje kao ključne tehnologije za budućnost poslovanja, najveći problem kod ovih tehnologija su premali kapaciteti obrade. Tu dolaze do izražaja oblakom bazirani podatkovni centri. Data centri povećavaju računalnu snagu i propusnost kako bi generirali podatke za obuku za platforme strojnog učenja. Kao posljedica toga, integracija umjetne inteligencije i strojnog učenja u oblak postala je izrazito potrebna.

Još jedan istaknuti trend u računarstvu u oblaku je i Edge computing. Edge Computing je distribuirana IT arhitektura koja obradu podataka klijenata izvodi unutar mreže što je bliže moguće izvoru podataka. Pruža brzu i gotovo trenutačnu obradu podataka s malim ili nikakvim kašnjenjem te povećava zaštitu podataka jer se smanjuje volumen prenesenih podataka. Tradicionalni model računarstva ne pruža dovoljnu sigurnost ili učinkovitost za infrastrukturu mreže. Stoga organizacije premještaju svoje podatke i računanje na tehnologiju Edge Computing-a.

Virtual Cloud Desktop, također nazvan kao usluga (Desktop as a Service - DaaS), je temeljen na računarstvu u oblaku koji može prenositi cijeli radni stolni operacijski sustav i njegove

aplikacije izravno na prijenosno, stolno računalo ili drugi uređaj. Organizacije plaćaju za vrijeme koje njihovi zaposlenici provode prijavljeni na svojim uređajima.

Prema istraživanju Allied Market Research, globalno tržište virtualnih oblak radnih stolova moglo bi doseći 10,2 milijarde dolara do kraja 2023. godine.

5. Analiza primjene računarstva u oblaku u javnom sektoru Republike Hrvatske

U okviru ovog istraživanja, pristupilo se analizi podataka koja se može podijeliti u dva ključna dijela, s dodatkom zaključka kako bi se dao cjelovit pregled istraživanja.

U prvom segmentu istraživanja, temeljem javno dostupnih informacija objavljenih na službenoj web stranici "Elektronički oglasnik javne nabave RH", detaljno su analizirani natječaji vezani uz Centar dijeljenih usluga iz 2019. godine. Cilj ovog dijela istraživanja bio je prikupiti relevantne podatke o nabavi računalne snage, uključujući broj procesorskih jezgri, količinu radne memorije i dostupni diskovni prostor, te utvrditi povezanost tih parametara s ukupnim investicijskim troškovima.

Drugi dio istraživanja fokusirao se na prikupljanje podataka o tri vodeća komercijalna pružatelja računarstva u oblaku, uz uvjet da svaki od njih ima prisutnost podatkovnih centara unutar Europske unije. Za svakog od tih pružatelja usluga računarstva u oblaku analizirani su cjenovni paketi za zakup virtualnih servera, te su izrađene kalkulacije troškova za razdoblje od pet godina, uzimajući u obzir dvije različite konfiguracije virtualnih servera.

Zaključno, u posljednjem dijelu istraživanja, pod nazivom "Osvrt na rezultate", izloženi su rezultati istraživanja i zaključci dobiveni na temelju prikupljenih podataka i analiza provedenih u okviru ovog istraživanja.

5.1. Metodologija istraživanja

U svrhu provedbe ovog istraživanja, u prvom dijelu istraživanja analiziraju se javno dostupni dokumenti putem portala "Elektronički oglasnik javne nabave RH". U drugom dijelu istraživanja, koji uključuje selekciju tri relevantna pružatelja računarstva u oblaku za daljnju analizu, provedena je analiza mnogobrojnih članaka objavljenih na stručnim internetskim portalima tijekom 2023. godine.

1. Amazon Web Services (AWS)
2. Microsoft Azure
3. Google Cloud Platform

Za dobivanje preciznih iznosa zakupa putem kalkulatora cijena od strane navedena tri komercijalna pružatelja računarstva u oblaku odredili smo konfiguraciju virtualnih poslužitelja. Određivanje konfiguracije virtualnih poslužitelja dobili smo na temelju analize dostupnih opcija unutar kalkulatora svakog pojedinog pružatelja usluge računarstva u oblaku. Nakon pažljivog razmatranja, odabrane su dvije opcije koje predstavljaju optimalne konfiguracije, a to su:

1. Tip 1
 - 8 vCPU
 - 16 GB RAM
 - 1 TB diskovnog prostora
2. Tip 2
 - 16 vCPU
 - 32 GB RAM
 - 1 TB diskovnog prostora

Ove dvije konfiguracije su okvirne jer svaki pružatelj usluga računarstva u oblaku ima vlastite pakete koje korisnici mogu izabrati prema svojim potrebama.

Važno je napomenuti da svaki pružatelj usluga računarstva u oblaku nudi različite pakete i vrste virtualnih poslužitelja. Kako bi se postigla optimalna ekonomska isplativost u ovoj analizi, uzimaju se u obzir najpovoljnije dostupne vrste virtualnih poslužitelja koje ispunjavaju zahtjeve navedene za oba tipa konfiguracija. Ovaj pristup osigurava maksimalno smanjenje troškova najma virtualnih poslužitelja, što je bitan faktor u postizanju ekonomske učinkovitosti projekta.

5.2. Ciljevi istraživanja

Ovim istraživanjem nastoji se pružiti pregled troškova koji proizlaze iz upotrebe komercijalnih pružatelja računarstva u oblaku u usporedbi s implementacijom vlastitog računarstva u oblaku.

5.3. Osvrt na rezultate

Prema dostupnim dokumentima na portalu "Elektronički oglasnik javne nabave RH", nabava za implementaciju Centra dijeljenih usluga iz 2019. godine obuhvatila je ukupno 15 različitih

grupa. U okviru analize u obzir su uzete grupe koje su potrebne za implementaciju modela računarstva u oblaku IaaS: „Računalni poslužitelji“, „VMware programski paketi za virtualizaciju“, „Mrežna i sigurnosna oprema“. U nastavku se nalaze iznosi plaćeni za svaku pojedinu grupu pretvoreni iz HRK u EUR prema fiksnom tečaju konverzije: 1 EUR = 7,5345 HRK, bez PDV-a, a koji su javno objavljeni na „Elektroničkom oglasniku javne nabave RH“.

- Grupa „Računalni poslužitelji“ – 3.498.003,05 EUR
- Grupa „VMware programski paketi za virtualizaciju“ – 3.051.088,99 EUR
- Grupa „Mrežna i sigurnosna oprema“ – 1.320.089,84 EUR

Ukupno: 7.869.181,88 EUR

Ovom investicijom sama platforma na raspolaganju ima sljedeću količinu resursa:

- 19.600 vCPU virtualnih jezgri
- 53.760 GB radne memorije
- 1 PB SSD prostora za pohranu

Na temelju prethodno navedenih podataka, izvest će se usporedna analiza s ciljem dobivanja virtualnih poslužitelja koji posjeduju istu računalnu snagu kako bi se mogla povući paralela u cilju usporedbe financijskog iznosa potrebnog za dobivanje infrastrukture iste računalne snage na komercijalnom tržištu.

Amazon Web Services (AWS)

Tip 1:

Prilikom konfiguracije virtualnog poslužitelja vidljive iz slike 2 (AWS, 2023), vrste „Tip 1“, korisnicima se pruža mogućnost odabira različitih vrsta poslužitelja ove konfiguracije, ovisno o korisničkim potrebama. U cilju analize troškova, u obzir je uzeta najekonomičnija opcija ove konfiguracije, koja iznosi 0,3104 USD po satu rada. Na mjesečnoj razini, trošak za korištenje ovog virtualnog poslužitelja iznosi 226,59 USD.

Edit Amazon EC2 [Info](#)

Instance family [Info](#) vCPUs Memory (GiB) Network performance

Any Instance family 8 16 GiB Any Network Performance

Show only current generation instances.

< 1 2 3 4 5 6 7 ... 43 > ⌕

	Instance name	vCPUs	Memory	Network Performance	Storage	On-Demand Hourly Cost	CurrentGeneration	Potential Effective Hourly Cost (Savings %)
<input type="radio"/>	t4g.2xlarge	8	32 GiB	Up to 5 Gigabit	EBS only	0.3072	Yes	0.1154 (62%)
<input checked="" type="radio"/>	c6g.2xlarge	8	16 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.3104	Yes	0.1167 (62%)
<input type="radio"/>	c7g.2xlarge	8	16 GiB	Up to 15 Gigabit	EBS only	0.3298	Yes	0.1302 (61%)
<input type="radio"/>	t3a.2xlarge	8	32 GiB	Up to 5 Gigabit	EBS only	0.3456	Yes	0.1299 (62%)
<input type="radio"/>	c5a.2xlarge	8	16 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.348	Yes	0.1309 (62%)
<input type="radio"/>	c6a.2xlarge	8	16 GiB	Up to 12500 Megabit	EBS only	0.3492	Yes	0.1379 (61%)
<input type="radio"/>	c6gd.2xlarge	8	16 GiB	Up to 10 Gigabit	1 x 475 NVMe SSD	0.356	Yes	0.1354 (62%)
<input type="radio"/>	m6g.2xlarge	8	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.368	Yes	0.1391 (62%)

Slika 2 - AWS - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 1"

Izvor 2 – AWS (2023)

Tip 2:

Prilikom konfiguracije virtualnog poslužitelja vidljive iz slike 3 AWS (2023) vrste „Tip 2“, korisnicima se kod pružatelja usluge računarstva u oblaku „Amazon Web Services“ također pruža mogućnost odabira različitih vrsta poslužitelja ove konfiguracije. U cilju analize troškova, kao i u prethodnom primjeru u obzir je uzeta najekonomičnija opcija ove konfiguracije, koja iznosi 0,6208 USD po satu rada. Na mjesečnoj razini, trošak za korištenje ovog virtualnog poslužitelja iznosi 453,18 USD.

Instance family [Info](#) vCPUs Memory (GiB) Network performance

Any Instance family 16 32 GiB Any Network Performance

Show only current generation instances.

< 1 2 3 4 5 6 7 ... 36 > ⌕

	Instance name	vCPUs	Memory	Network Performance	Storage	On-Demand Hourly Cost	CurrentGeneration	Potential Effective Hourly Cost (Savings %)
<input checked="" type="radio"/>	c6g.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.6208	Yes	0.2334 (62%)
<input type="radio"/>	c7g.4xlarge	16	32 GiB	Up to 15 Gigabit	EBS only	0.6596	Yes	0.2604 (61%)
<input type="radio"/>	c5a.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.696	Yes	0.2617 (62%)
<input type="radio"/>	c6a.4xlarge	16	32 GiB	Up to 12500 Megabit	EBS only	0.6984	Yes	0.2757 (61%)
<input type="radio"/>	c6gd.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	1 x 950 NVMe SSD	0.712	Yes	0.2707 (62%)

Slika 3 - AWS - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 2"

Izvor 3 – AWS (2023)

Diskovni prostor za „Tip 1“ i „Tip 2“:

Osnovna konfiguracija poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“ ne obuhvaća dodatni prostor za pohranu podataka, te se zakup 1 TB dodatnog diskovnog prostora dodatno naplaćuje. Na slici 4 prikazana je Cijena za 1 sat rada 1 TB SSD diskovnog prostora iznosi 0,0952 USD,

što na mjesečnoj razini (730 sati rada) iznosi 97,48 USD. Ova cijena primjenjuje se na oba tipa konfiguracija.

The screenshot shows the AWS console interface for configuring storage. It includes a 'Storage amount' input field with the value '1024', a 'Unit' dropdown menu set to 'GB', and a 'Snapshot Frequency' dropdown menu set to 'No snapshot storage'. Below these fields is a 'Show calculations' section with a downward arrow. The calculations displayed are: '730 total EC2 hours / 730 hours in a month = 1.00 instance months', '1,024 GB x 1.00 instance months x 0.0952 USD = 97.48 USD (EBS Storage Cost)', and 'EBS Storage Cost: 97.48 USD'.

Slika 4 - AWS - Konfiguracija diskovnog prostora za "Tip 1" i "Tip 2"

Izvor 4 – AWS (2023)

Zaključak za Amazon Web Services

Nakon provedene analize za pružatelja usluge računarstva u oblaku: „Amazon Web Services“ dolazimo do zaključka da je mjesečni trošak za dva promatrana tipa poslužitelja sljedeći:

- „Tip 1“ – 324,07 USD
- „Tip 2“ – 550,66 USD

Važno je naglasiti da se ovdje analiziraju dvije osnovne i najjeftinije konfiguracije virtualnih poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“. U realnom okruženju, ove konfiguracije možda neće zadovoljiti zahtjeve krajnjih korisnika i poslovne potrebe. Odabir druge vrste virtualnih poslužitelja s istom konfiguracijom može rezultirati značajnim povećanjem cijene zakupa. Svaka vrsta virtualnih poslužitelja je namijenjena za određenu vrstu servisa koji se udomljava na tom nekom virtualnom poslužitelju. Glavne kategorije virtualnih servera su: serveri opće namjene (engl. General Purpose), računski optimizirani serveri (engl. Compute Optimized), memorijski optimizirani (engl. Memory Optimized), serveri za pohranu podataka (engl. Storage Optimized), serveri s grafičkim karticama (engl. Accelerated Computing). Konkretno povećanje cijene najma ilustrirat će se na konfiguraciji poslužitelja „Tip 2“. U gornjoj analizi, za izračun je odabran virtualni poslužitelj imena: „c6g.xlarge“ s

cijenom od 0,6208 USD po satu rada, što ga čini najpovoljnijim izborom u okviru te konfiguracije. Međutim, korisnik može odabrati identičnu konfiguraciju (16 vCPU i 32 GB RAM memorije) s vrstom virtualnog poslužitelja imena: „g5g.4xlarge“ čija cijena iznosi 1.0358 USD po satu rada. To rezultira povećanjem cijene zakupa virtualnog poslužitelja za 66,85%. Ovo ukazuje na važnost pažljivog odabira virtualnih poslužitelja koji najbolje odgovaraju specifičnim potrebama korisnika i poslovnih zahtjeva kako bi se optimizirali troškovi i performanse.

	Instance name ▾	vCPUs ▾	Memory ▲	Network Performance ▾	Storage ▾	On-Demand Hourly Cost ▾
<input checked="" type="radio"/>	c6g.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.6208
<input type="radio"/>	c7g.4xlarge	16	32 GiB	Up to 15 Gigabit	EBS only	0.6596
<input type="radio"/>	c5a.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.696
<input type="radio"/>	c6a.4xlarge	16	32 GiB	Up to 12500 Megabit	EBS only	0.6984
<input type="radio"/>	c6gd.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	1 x 950 NVMe SSD	0.712
<input type="radio"/>	c6i.4xlarge	16	32 GiB	Up to 12500 Megabit	EBS only	0.776
<input type="radio"/>	c5.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	0.776
<input type="radio"/>	c6gn.4xlarge	16	32 GiB	25 Gigabit	EBS only	0.7888
<input type="radio"/>	c5ad.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	2 x 300 NVMe SSD	0.8
<input type="radio"/>	c7gd.4xlarge	16	32 GiB	Up to 15 Gigabit	1 x 950 NVMe SSD	0.8392
<input type="radio"/>	c5d.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	1 x 400 NVMe SSD	0.888
<input type="radio"/>	c6id.4xlarge	16	32 GiB	Up to 12500 Megabit	1 x 950 SSD	0.9324
<input type="radio"/>	c6in.4xlarge	16	32 GiB	Up to 50000 Megabit	EBS only	1.0332
<input type="radio"/>	g5g.4xlarge	16	32 GiB	Up to 10 Gigabit	EBS only	1.0358

Slika 5 - AWS - Vrste virtualnih poslužitelja

Izvor 5 – AWS (2023)

Microsoft Azure

Tip 1:

Prilikom konfiguracije virtualnog poslužitelja prikazanog u slici 6 (Microsoft Azure, 2023) vrste „Tip 1“, korisnicima se također kao i kod „Amazon Web Services“ pružatelja usluga, pruža mogućnost odabira različitih vrsta poslužitelja ove konfiguracije. U obzir je uzeta najekonomičnija opcija konfiguracije s 8 vCPU i 16 GB RAM-a, čija cijena na mjesečnoj

razini iznosi 279,59 USD.

The screenshot shows the Microsoft Azure VM configuration interface. It includes several dropdown menus: Region (West Europe), Operating system (Linux), Type (Ubuntu), and Tier (Standard). Below these are Category (All) and Instance Series (All). A red box highlights the selected instance type: A8 v2: 8 Cores, 16 GB RAM, 80 GB Temporary storage, \$0.383/hour. At the bottom, there is a quantity of 1 Virtual machines, a duration of 730 Hours, and a unit dropdown set to Hours.

Slika 6 - Microsoft Azure - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 1"

Izvor 6 - Azure Microsoft (2023.)

Tip 2:

Prilikom konfiguracije virtualnog poslužitelja prikazanog u slici 7 vrste „Tip 2“, korisnicima se kod pružatelja usluge računarstva u oblaku „Microsoft Azure“ također pruža mogućnost odabira različitih vrsta poslužitelja ove konfiguracije. Kao i u prethodnom primjeru u obzir je uzeta najekonomičnija opcija ove konfiguracije, čija cijena na mjesečnoj razini iznosi 389,09 USD.

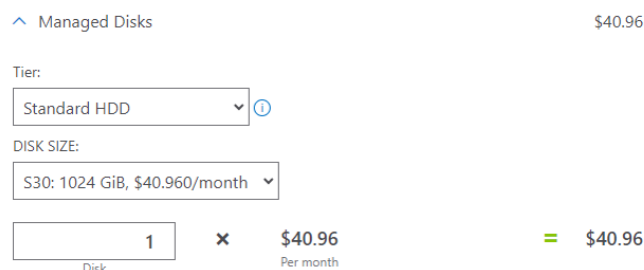
The screenshot shows the Microsoft Azure VM configuration interface for Tip 2. It includes Category (All) and Instance Series (All) dropdowns. A red box highlights the selected instance type: B16als v2: 16 vCPUs, 32 GB RAM, 0 GB Temporary storage, \$0.606/hour. At the bottom, there is a quantity of 1 Virtual machines, a duration of 730 Hours, and a unit dropdown set to Hours.

Slika 7 - Microsoft Azure - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 2"

Izvor 7 - Azure Microsoft (2023.)

Diskovni prostor za „Tip 1“ i „Tip 2“:

Kao i kod analize troškova korištenja usluga kod „Amazon Web Services“ tako i kod „Microsoft Azure“ konfiguracija poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“ ne obuhvaća dodatni diskovni prostor za pohranu. Na slici 8 prikazana je mjesečna cijena zakupa 1 TB prostora iznosi iznosi 40,96 USD. Ova cijena primjenjuje se na oba tipa konfiguracija.



Slika 8 - Microsoft Azure - Konfiguracija diskovnog prostora za "Tip 1" i "Tip 2"

Izvor 8 - Azure Microsoft (2023.)

Zaključak za Microsoft Azure

Nakon provedene analize za pružatelja usluge računarstva u oblaku: „Microsoft Azure“ dolazimo do zaključka da je mjesečni trošak za dva promatrana tipa poslužitelja sljedeći:




- „Tip 1“ – 320,55 USD
- „Tip 2“ – 430,05 USD

Kao i u analizi za prethodnog davatelja usluga računarstva u oblaku važno je naglasiti da se ovdje analiziraju dvije osnovne i najjeftinije konfiguracije virtualnih poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“ uz uvjet odabira podatkovnog centra najbližeg Hrvatskoj.

Google Cloud Platform

Tip 1:

Kao i prethodno dva analizirana pružatelja usluga računarstva u oblaku, i „Google Cloud Platform“ ima različite vrste virtualnih poslužitelja (Google Cloud Platform, 2023) koje je moguće odabrati (General Purpose, Compute Optimized, Memory Optimized, Accelerator Optimized), za ovu analizu odabrana je vrsta poslužitelja za opću namjenu (engl. General purpose), a to je ujedno i najekonomičnija opcija konfiguracije s 8 vCPU i 16 GB RAM-a, čija cijena na mjesečnoj razini iznosi 208,11 USD, prikazana na slici 9.




Compute Engine	
1 x	  
Region: Frankfurt	
730 total hours per month	
Provisioning model: Regular	
Instance type: e2-custom-8-16384	USD 208.11
Operating System / Software: Free	
Estimated Component Cost: USD 208.11 per 1 month	

Slika 9 - Google Cloud Platform - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 1"

Izvor 9 – Google Cloud (2023.)

Tip 2:

Prilikom konfiguracije virtualnog poslužitelja vrste „Tip 2“, također je u obzir uzeta najekonomičnija opcija ove konfiguracije, čija cijena na mjesečnoj razini iznosi 416,23 USD, prikazana na slici 10.

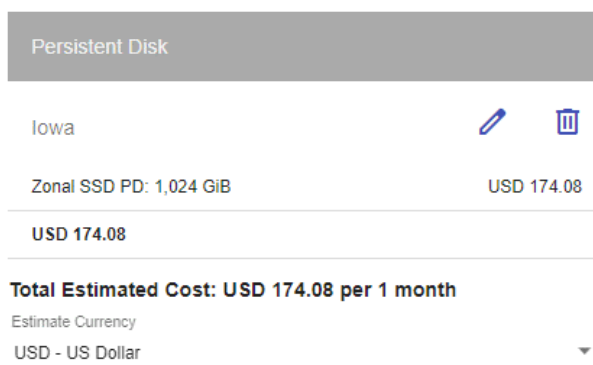
Compute Engine	
1 x	  
Region: Frankfurt	
730 total hours per month	
Provisioning model: Regular	
Instance type: e2-custom-16-32768	USD 416.23
Operating System / Software: Free	
Estimated Component Cost: USD 416.23 per 1 month	

Slika 10 - Google Cloud Platform - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 2"

Izvor 10 – Google Cloud (2023.)

Diskovni prostor za „Tip 1“ i „Tip 2“:

Konfiguracija poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“ ne obuhvaća dodatni prostor za pohranu. Na mjesečnoj razini cijena zakupa 1 TB prostora iznosi 174,08 USD, prikazana na slici 11. Ova cijena primjenjuje se na oba tipa konfiguracija.



Slika 11 - Google Cloud Platform - Konfiguracija diskovnog prostora za "Tip 1" i "Tip 2"

Izvor 11 – Google Cloud (2023.)

Zaključak za Google Cloud Platform

Nakon provedene analize za pružatelja usluge „Google Cloud Platform“ dolazimo do zaključka da je mjesečni trošak za dva promatrana tipa poslužitelja sljedeći:

- „Tip 1“ – 382,19 USD
- „Tip 2“ – 590,31 USD

Kao i u analizi za prethodnog davatelja usluga računarstva u oblaku važno je naglasiti da se ovdje analiziraju dvije osnovne i najjeftinije konfiguracije virtualnih poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“ uz uvjet odabira podatkovnog centra najbližeg Hrvatskoj.

Rekapitulacija

U sljedećoj tablici prikazane su pojedinačne cijene najma virtualnih poslužitelja u IaaS modelu kod tri analizirana pružatelja usluga računarstva u oblaku: Amazon Web Services, Microsoft Azure i Google Cloud Platform. Za svaku konfiguraciju navedene su cijene mjesečnih troškova i troškova za 5 godina korištenja usluge.

Pružatelj usluge	Konfiguracija	Cijena mjesečno (USD)	Cijena za 5 godina (USD)	Cijena za 5 godina (EUR)
Amazon Web Services	Tip 1	324,07	19.444,20	18.121,34
Amazon Web Services	Tip 2	550,66	33.039,60	30.791,80
Microsoft Azure	Tip 1	320,55	19.233,00	17.924,51
Microsoft Azure	Tip 2	430,05	25.803,00	24.047,53
Google Cloud Platform	Tip 1	382,19	22.931,40	21.371,30
Google Cloud Platform	Tip 2	590,31	35.418,60	33.008,95

Tablica 1 - Naknade za najam virtualnih poslužitelja na AWS-u, MS Azure i Google Cloud Platform, na mjesečnoj i petogodišnjoj bazi

Izvor 1 – Izrada autorice

Cijene su pretvorene u EUR prema srednjem tečaju Hrvatske narodne banke na dan 15.09.2023., koji iznosi 1 EUR = 1,073 USD, a sve kako bi se omogućila jasnija usporedba troškova u valuti Euro.

Za nastavak analize potrebno je izračunati koliko virtualnih poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“ je moguće dobiti iz 19.600 vCPU, 53.760 GB radne memorije i 1 PB SSD prostora za pohranu. U ovoj analizi koristit će se jednak broj virtualnih poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“.

Analiza temeljena na broju vCPU

U tablici 2 prikazana je analiza naknada za najam virtualnih poslužitelja temeljena na broju vCPU. Formula za izračun broja virtualnih poslužitelja uz uvjet da je dodijeljeno 100% vCPU-a (19.600):

$$8 * n + 16 * n = 19.600$$

$$n = 816 \text{ (} n \text{ je broj virtualnih poslužitelja)}$$

Pružatelj usluge	Konfiguracija	Cijena za 5 godina (EUR)	Cijena za 816 virtualnih poslužitelja (EUR)
Amazon Web Services	Tip 1	18.121,34	14.787.013,44
Amazon Web Services	Tip 2	30.791,80	25.126.108,8
Microsoft Azure	Tip 1	17.924,51	14.626.400,16
Microsoft Azure	Tip 2	24.047,53	19.622.784,48
Google Cloud Platform	Tip 1	21.371,30	17.438.980,8
Google Cloud Platform	Tip 2	33.008,95	26.935.303,2

Tablica 2 - Analiza naknada za najam virtualnih poslužitelja temeljena na broju vCPU

Izvor 2 – Izrada autorice

Napomena: u tablici 3 prikazana je pojednostavljena analiza naknada za najam za 100% dodijeljenih vCPU-a:

- 100 % vCPU-a
- 72 % RAM-a (39.168 GB RAM)
- 159 % diskovnog prostora (1.632 TB)

Pružatelj usluge	Cijena za 100% dodijeljenih vCPU-a (EUR)
Amazon Web Services	39.913.122,24
Microsoft Azure	34.249.184,64
Google Cloud Platform	44.374.284,00

Tablica 3 - Pojednostavljena analiza naknada za najam za 100% dodijeljenih vCPU-a

Izvor 3 – Izrada autorice

Analiza temeljena na RAM memoriji

Tablica 4 prikazuje analizu naknada za najam virtualnih poslužitelja temeljena na količini RAM memorije. Formula za izračun broja virtualnih poslužitelja uz uvjet da je dodijeljeno 100% RAM-a (53.760):

$$16 * n + 32 * n = 53.760$$

$$n = 1.120 \text{ (} n \text{ je broj virtualnih poslužitelja)}$$

Pružatelj usluge	Konfiguracija	Cijena za 5 godina (EUR)	Cijena za 1.120 virtualnih poslužitelja (EUR)
Amazon Web Services	Tip 1	18.121,34	20.295.900,80
Amazon Web Services	Tip 2	30.791,80	34.486.816,00
Microsoft Azure	Tip 1	17.924,51	20.075.451,20
Microsoft Azure	Tip 2	24.047,53	26.933.233,60
Google Cloud Platform	Tip 1	21.371,30	23.935.856,00
Google Cloud Platform	Tip 2	33.008,95	36.970.024,00

Tablica 4 - Analiza naknada za najam virtualnih poslužitelja temeljena na količini RAM memorije

Izvor 4 – Izrada autorice

Napomena: u tablici 5 prikazana je pojednostavljena analiza naknada za najam za 100% dodijeljene RAM memorije:

- 137 % vCPU-a (26.880 vCPU)
- 100 % RAM-a
- 219 % diskovnog prostora (2.240 TB)

Pružatelj usluge	Cijena za 100% dodijeljenog RAM-a (EUR)
Amazon Web Services	54.782.716,80
Microsoft Azure	47.008.684,80
Google Cloud Platform	60.905.880,00

Tablica 5 - Pojednostavljena analiza naknada za najam za 100% dodijeljene RAM memorije

Izvor 5 – Izrada autorice

5.4. Rasprava o rezultatima provedenog istraživanja

Izrađene su dvije analize, pri čemu je svaka od njih usmjerena na različite aspekte virtualnih poslužitelja: prva analiza temelji se na broju procesora (vCPU), dok se druga temelji na količini radne memorije (RAM). Osnovni cilj obje analize bio je procijeniti koliko virtualnih poslužitelja može biti zakupljeno za 100% raspoloživih resursa, bilo da se radi o vCPU-ima ili RAM memoriji. Količina resursa temelji se na na broju vCPU-a i RAM-a koji su dostupni unutar okvira CDU IaaS projekta. Radi jednostavnosti zaključka, u obzir su uzete aritmetičke sredine dobivene iz analiza tri različita pružatelja usluga računarstva u oblaku (prema broju procesora i prema radnoj memoriji).

Rezultate ovog istraživanja treba promatrati s oprezom, imajući na umu da se radi o procjenama. Ovo istraživanje provedeno je s dva tipa virtualnih servera, dok je u stvarnosti broj različitih konfiguracija veći iz razloga jer svaki pojedini projekt ima svoje zahtjeve za računalnom snagom koja se može uvelike razlikovati od projekta do projekta. Također, istraživanje se fokusiralo na procjenu broja virtualnih servera koji se može dobiti za 100% iskoristivosti procesora i radne memorije naspram fizički dostupnih resursa, a kao što je navedeno u zaključku, inženjeri mogu napraviti povećanu dodjelu resursa čime se povećava iskoristivost oblaka. Takva povećana dodjela resursa ulazi u segment poslovne tajne i nisu pronađene točne vrijednosti koliko puta se radi povećana dodjela resursa kod analiziranih komercijalnih pružatelja računarstva u oblaku, a koliko puta u državnom oblaku. Iz tog razloga provedba istraživanja na temelju 100% opterećenja je najrelevantnija te se jasno prikazuje razlika između nabavne cijene računalnih resursa i zakupa resursa iste računalne snage, vidljivo iz tablice 6. Osim toga, istraživanje nije dubinski analiziralo arhitekture

komercijalnih ili državnih pružatelja računarstva u oblaku. A tu također treba imati na umu da konačna realizacija javne nabave može biti drugačija od poziva na natječaj.

Prosječna cijena za 100% zakupljenih vCPU-a (EUR)	Prosječna cijena za 100% zakupljenog RAM-a (EUR)
39.512.196,96	54.232.427,20

Tablica 6 - Naknada najma za 100% dodijeljenih vCPU-a i 100% dodijeljene RAM memorije

Izvor 6 – Izrada autorice

Uspoređujući cijenu implementacije modela računarstva u oblaku - IaaS, koja prema dokumentima na portalu "Elektronički oglasnik javne nabave RH" iznosi 7.869.181,88 EUR, s cijenama zakupa kod javnih pružatelja računarstva u oblaku, dolazimo do sljedećih zaključaka. Prema analizi temeljenoj na broju vCPU-a, cijena je niža za 80,08%, dok je prema analizi temeljenoj na broju dodijeljene radne memorije cijena niža za 85,49%. Ova analiza jasno pokazuje značajnu uštedu koju je investitor dobio implementacijom vlastitog računarstva u oblaku. Uz samo smanjenje troškova zakupa virtualnih poslužitelja, važno je naglasiti i prednosti prilagodljivosti sustava prema specifičnim zahtjevima krajnjih korisnika. Ova prednost, koja nije dostupna korištenjem javnih virtualnih poslužitelja, igra ključnu ulogu u postizanju optimalnih rezultata kod integracije projekata na državni računalni oblak.

Vrlo bitna napomena u vezi s načinom zakupa kod javnih pružatelja računarstva u oblaku, je da se resursi zakupljuju na određeno razdoblje, bez obzira na stvarnu iskoristivost tih resursa (efektivna iskoristivost može biti npr. 20% zakupljenog kapaciteta). U slučaju našeg analiziranog scenarija, inženjeri koji upravljaju računalnim oblakom imaju mogućnost povećane dodjele resursa (engl. *overprovisioning*). To znači da, ako je prosječna iskoristivost računalne snage ili diskovnog prostora, na primjer, 20%, inženjeri mogu povećati alokaciju računalnih resursa na više od 100% stvarnog fizičkog stanja. Drugim riječima, ako žele održavati računalni oblak na 60% opterećenja, mogu korisnicima virtualnih poslužitelja dodijeliti 3 puta više vCPU-ova, RAM-a i diskovnog prostora od

fizički dostupnih resursa. Ovakav pristup omogućava višestruko povećanje iskoristivosti investicije. Prilikom analize troškova komercijalnih pružatelja računarstva u oblaku, u obzir su uzete najjeftinije verzije virtualnih poslužitelja „Tip 1“ i „Tip 2“. Važno je napomenuti da u stvarnim projektima može biti potrebno odabrati naprednije i skuplje virtualne poslužitelje kako bi se zadovoljile specifične potrebe i zahtjevi projekta. U tom kontekstu, odabirom skupljih virtualnih poslužitelja kod komercijalnih pružatelja usluga računarstva u oblaku, isplativost projekta može se dodatno povećati.

Kao rezultat ove analize, može se zaključiti da ulaganje u vlastiti računalni oblak predstavlja isplativu investiciju, što može donijeti značajne ekonomske koristi.

6. Zaključak

Računarstvo u oblaku je bitna tema s kojom se susreću sve institucije, bilo tijela javnog sektora, bilo privatne kompanije u trenutku kada neki od svojih servisa žele smjestiti tj. udomiti na računalnoj infrastrukturi. U tom trenutku potrebno je donjeti odluku hoće li se ići u investiciju tj. kupovinu nove opreme (servera) ili pak će se odabrati jednostavnija opcija, a to je zakup računalnih resursa kod nekog od pružatelja računarstva u oblaku. Do uspostave državnog oblaka, tijela javnog sektora su takve resurse mogla dobiti samo kod komercijalnih pružatelja usluga računarstva u oblaku, dok sada imaju na raspolaganju državni oblak koji uvelike olakšava pristup računalnim resursima svim tijelima javnog sektora. Sva tijela javnog sektora imaju pravo na besplatno korištenje usluga državnog oblaka.

Korištenje računarstva u oblaku nosi sa sobom niz značajnih prednosti. Jedna od ključnih prednosti je značajno smanjenje troškova, budući da nema potrebe za visokim početnim ulaganjima u infrastrukturu. Ovo omogućuje organizacijama da iskoriste potrebne resurse bez velikih financijskih troškova. Dodatna prednost računarstva u oblaku je njegova iznimna fleksibilnost u pogledu zakupa računalne snage. Korisnici mogu dinamički prilagođavati svoje potrebe i skalirati zakupljene računalne resurse prema stvarnim zahtjevima. Ova skalabilnost omogućava organizacijama da optimiziraju svoje resurse i troškove. Jedan od važnih aspekata korištenja računarstva u oblaku je i činjenica da pružatelji usluga posjeduju visokokvalificirane inženjere specijalizirane za upravljanje infrastrukturom. To znači da organizacije ne moraju brinuti o održavanju i upravljanju hardverskim komponentama, oslobađajući vrijeme i resurse za fokusiranje na svoje glavne poslovne aktivnosti.

Unatoč brojnim prednostima, važno je naglasiti da postoje i određeni nedostaci u korištenju računarstva u oblaku. Jedan od najznačajnijih nedostataka odnosi se na sigurnost oblaka i smještaj osjetljivih podataka, posebice kada se koriste komercijalni pružatelji usluga računarstva u oblaku. Kako bi se prevladali ti izazovi, Republika Hrvatska je razvila državni oblak, osiguravajući smještaj podataka tijela javnog sektora na području Republike Hrvatske uz visoki stupanj sigurnosti pristupa tim podacima. Ovo rješenje pruža dodatnu sigurnost i povjerenje u vezi s upravljanjem osjetljivim informacijama i pokazuje važnost zaštite podataka u kontekstu računarstva u oblaku.

Korištenjem državnog oblaka, izvedba projekata je efikasnija, jer više nije potrebno raditi zasebne javne nabave vezane uz serverski i mrežni dio za pojedinačne projekte, već tu

kompletnu uslugu pruža državni oblak za sva tijela javnog sektora. Rezultati istraživanja ovog rada jasno ukazuju na značajne prednosti i potencijale koje računarstvo u oblaku donosi u sektoru javne uprave. Korištenje privatnog oblaka, kao što je uspostavljen putem Centra dijeljenih usluga, omogućava tijelima javnog sektora bolju kontrolu nad svojim podacima, veću sigurnost i usklađenost s regulativama o zaštiti podataka jer se svi podaci udomljeni na državnom oblaku nalaze unutar granice Republike Hrvatske. U budućnosti, očekuje se da će primjena računarstva u oblaku u tijelima javnog sektora u Republici Hrvatskoj nastaviti rasti. To potvrđuju i novi projekti u sklopu državnog oblaka, a koji pak se financiraju u okviru Nacionalnog plana oporavka i otpornosti kroz projekt „Nadogradnja Centra dijeljenih usluga“ čime se povećava skup usluga koje državni oblak nudi, a također se povećava i računalna snaga koja će se dodjeljivati tijelima javnog sektora u sklopu IaaS modela računarstva u oblaku. Ključno je da organizacije ostanu predane unaprjeđenju svojih IT infrastruktura i procesa kako bi se osiguralo što učinkovitije pružanje usluga građanima. Također, suradnja između različitih organizacija u javnom sektoru i iskorištavanje prednosti dijeljenih resursa kroz državni oblak pridonosi većoj efikasnosti i ekonomičnosti.

Zaključak da državni oblak predstavlja isplativu investiciju, vidljiv je iz istraživanja gdje se jasno vide naknade koje bi organizacije morale plaćati komercijalnim pružateljima računarstva u oblaku. U konačnici, računarstvo u oblaku postalo je ključno sredstvo za modernizaciju i poboljšanje usluga u javnom sektoru. Važno je da organizacije u Republici Hrvatskoj nastave ulagati u migraciju postojećih servisa na državni oblak, ali i unaprjeđenje programskih alata koji nisu razvijeni u skladu s paradigmom računarstva u oblaku.

Popis literature

1. Actualidade Commerce. Šta računarstvo u oblaku i kako vam može koristiti u vašoj elektronskoj trgovini? Dostupno na: <https://www.actualidadecommerce.com/bs/to-ra%C4%8Dunarstvo-u-oblaku-i-kako-vam-mo%C5%BEE-koristiti-u-va%C5%A1oj-elektronskoj-trgovini/> (08.06.2023.)
2. Ahmad, T. 2013. Development of Cloud Computing and Security Issues. Journal of Information & Knowledge Management. 3(1): 34-43.
3. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., Zaharia, M. (2009.), Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, preuzeto 31.03.2023. s <https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>
4. AWS (2023.), AWS Pricing Calculator, preuzeto 11.09.2023. s <https://calculator.aws/#/>
5. Azure Microsoft (2023.), Pricing Calculator, preuzeto 11.09.2023. s <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator/>
6. Bhopale, S.D. 2013. Cloud Migration Benefits and Its Challenges Issue. IOSR Journal of Computer Engineering. 2013: 40-45.
7. Car, D., Medić, G. (2017.), Administriranje Windows servera i mrežne infrastrukture. Zagreb: Algebra d.o.o.
8. Chakraborty, K., 2022, The future of Cloud Computing: 8 Trends to Watch in 2023, preuzeto 11.09.2023. s <https://www.techopedia.com/the-future-of-cloud-computing-8-trends-to-watch-in-2023/2/34849>
9. Dar, A.A. 2018. Cloud Computing-Positive Impacts and Challenges in Business Perspective. Journal of Computer Science & Systems Biology. 12(1): 15-18.
10. Dowling, J., () Introduction to Cloud Computing, preuzeto 03.04.2023. s <https://www.kth.se/social/files/554fa451f276544829be2e5e/9-cloud-computing.pdf>
11. Education - wiki. Vrste računarstva u oblaku - Različite vrste i upotrebe računarstva u oblaku. Dostupno na: <https://hr.education-wiki.com/8275852-types-of-cloud-computing> (07.06.2023.).

12. Elektronički oglasnik javne nabave Republike Hrvatske, (2023.), preuzeto 11.09.2023. s <https://eojn.nn.hr/spin/application/ipn/documentmanagement/DokumentPodaciFrm.aspx?id=2490904>
13. Enlyft. Companies using openstack. Dostupno na: <https://idatalabs.com/tech/products/openstack> (07.06.2023.).
14. Federal Trade Commission, 2024: Understanding the NIST cybersecurity framework, preuzeto 16.06.2024. s <https://www.ftc.gov/business-guidance/small-businesses/cybersecurity/nist-framework>
15. G2, 2023, Best Cloud Computing Platforms, preuzeto 11.09.2023. s <https://www.g2.com/categories/cloud-computing-platforms>
16. Garfinkel, S. 1999. Architects of the information society: 35 years of the Laboratory for Computer Science at MIT. MIT press, 1999.
17. Georgiou, D.A. 2017. Security policies for cloud computing. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/322869909_Security_Policies_for_Cloud_Computing (09.06.2023.).
18. Google Cloud (2023.), Pricing Calculator, preuzeto 11.09.2023. s <https://cloud.google.com/products/calculator>
19. Grieves, J., (2011.) The Difference Between Software, Platform, and Infrastructure in SaaS, PaaS, and IaaS, preuzeto 04.04.2023. s <http://bigswingdev.wpengine.com/2011/01/the-difference-betweensoftware-platform-and-infrastructure-in-saas-paas-and-iaas.html>
20. IBM, 2023, What is cloud security?, preuzeto 10.09.2023, s <https://www.ibm.com/topics/cloud-security>
Information, preuzeto 31.03.2023. s <https://secure.image.lifeservant.com/siteuploadfiles/VSYM/99B5C5E7-8B46-4D14-A53EB8FD1CEEBC/AF86DE15-C29A-8FCE-433B452310249B6E.pdf>
21. Kundra, V. (2010.), State of Public Sector Cloud Computing, Federal Chief
22. Mell, P., Grance, T. (2011), The NIST Definition of Cloud Computing, preuzeto 03.04.2023. s <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>

23. Nacionalni CERT (2010.), Cloud computing, preuzeto 31.03.2023. s <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>
24. Nhim, C., Murray, D., Raju, N.H., Al-Zabidi, M. i Nguyen, C. 2022. A Comparative Economic Analysis for Cloud Computing. Portland State University.
25. Nirenjena, S., Divya. A., Aswini R., Jayalakshmi S., Saradhambal G. (2017.), A cloud computing revolution in business perspective, preuzeto 31.03.2023. s <http://www.aensiweb.net/AENSIWEB/anas/anas/2017/June/558-566.pdf>
26. Sell, L. 2012. Openstack launches as independent foundation, begins work protecting, empowering and promoting openstack. Dostupno na: <https://www.businesswire.com/news/home/20120919005997/en/OpenStack-Launches-Independent-Foundation-Begins-Work-Protecting> (07.06.2023.)
27. Smojver, S. i Jolić, I. 2020. Digitalizacija – rezultati ankete hrvatskih banaka u 2019. Dostupno na: <https://www.hnb.hr/documents/20182/3682980/p-048.pdf/f990f2e1-cb87-e586-3dee-66e8e7fd905> (08.06.2023.)
28. Središnji državni ured za razvoj digitalnog društva, preuzeto 10.09.2023. s <https://rdd.gov.hr/projekti-i-eu-projekti/eu-projekti/uspostava-centra-dijeljenih-usluga/1596>
29. Središnji državni ured za razvoj digitalnog društva, preuzeto 10.09.2023. s <https://rdd.gov.hr/vijesti/nove-funkcionalnosti-u-centru-dijeljenih-usluga/2058>
30. Sultan, N. 2010. Cloud computing for education: A new dawn? International Journal of Information Management. 30 (2): 109–116.
31. Surbiryala, J., Rong C., 2019. Cloud Computing: History and Overview, preuzeto 31.03.2023. s <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9045506/authors#authors>
32. Sveučilišni računarski centar, 2021, Crtice iz prošlosti, preuzeto 10.09.2023. s <https://50.srce.hr/timeline/2020e.html>
the public sector around the world. International Journal of Web & Semantic Technology, preuzeto 31.03.2023. s https://cloud.report/Resources/Whitepapers/4418a939-b318-4a75-85f9-c051a55a21d8_0101w1.pdf

33. Tomić, D., 2019, SRCE kreće u akademski oblak vrijedan 196 milijuna kuna, istraživačke podatke i informacije, provjera autentičnosti, preuzeto 10.09.2023. s <https://www.ictbusiness.info/vijesti/srce-krece-u-akademski-oblak-vrijedna-196-milijuna-kuna-istrazivacke-podatke-i-informacije-provjera-autenticnosti>
34. Tomić, D., 2021, APIS IT nastavlja rast nakon kupnje podatkovnog centra u Jastrebarskom, preuzeto 10.09.2023. s <https://www.ictbusiness.info/poslovna-rjesenja/apis-it-nastavlja-rast-nakon-kupnje-podatkovnog-centra-u-jastrebarskom>
35. Tutorials Point (2018) Cloud computing security. Dostupno na: https://www.tutorialspoint.com/cloud_computing/cloud_computing_security.htm (09.06.2023.).
36. Vlada Republike Hrvatske, 2019, Centar za dijeljenje usluga omogućuje učinkovitiju, kvalitetniju, transparentniju i odgovorniju javnu upravu, preuzeto 10.09.2023. s <https://vlada.gov.hr/vijesti/centar-za-dijeljenje-usluga-omogucuje-ucinkovitiju-kvalitetniju-transparentniju-i-odgovorniju-javnu-upravu/28285>
37. Vrbanus, S., 2023, Hrvatska dobila najsnažnije računalo do sada – Supek, preuzeto 10.09.2023. s <https://www.bug.hr/dogadjaji/hrvatska-dobila-najsnaznije-superracunalo-do-sada--supek-32591>
38. Wang, R. 2013. Data Centre Best Practices: Managing data with cloud computing. InfoWorld.
39. Wyld, D. C. (2010.), The cloudy future of government IT: Cloud computing and
40. Xiao, Z. i Xiao, Z. 2013. Security and Privacy in Cloud Computing. IEEE Commun. Surv. Tutorials. 15 (2): 843–859.
41. Youseff, L., Butrico, M. i Da Silva, D. 2008. Toward a unified ontology of cloud computing. IEEE. 1–10.
42. Zavod za sigurnost informacijskih sustava, 2023, O nama, preuzeto 10.09.2023. s <https://www.zsis.hr/default.aspx?id=13>
43. Ericsson, 2023, Benefits of Cloud Infrastructure, preuzeto 25.09.2023. s https://www.ericsson.com/en/cloudinfrastructure?gclid=CjwKCAjw38SoBhB6EiwA8EQVLihwESOp8ykDoFxNA_wYsrO2ts_us5oPRW1_1hMA08lfcjCRv0UYhoCw34QAvD_BwE&gclsrc=aw.ds#nfvi

44. Codestone, 2023, The Top 10 Business Benefits of Cloud Computing, preuzeto 25.09.2023. s <https://www.codestone.net/our-thoughts/the-top-10-business-benefits-of-cloud-computing-2/>
45. Seget, 2022, Problem with Overprovisioning VMs, preuzeto 25.09.2023. s <https://www.vladan.fr/problems-with-overprovisioning-vm/>

Popis slika

1. Slika 1: Pet Stupova kibernetičke sigurnosti prema NIST-u, Izvor – IBM (2023)
2. Slika 2 - AWS - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 1", Izvor – AWS (2023)
3. Slika 3 - AWS - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 2", Izvor – AWS (2023)
4. Slika 4 - AWS - Konfiguracija diskovnog prostora za "Tip 1" i "Tip 2", Izvor 5 – AWS (2023)
5. Slika 5 - AWS - Vrste virtualnih poslužitelja, Izvor 5 – AWS (2023)
6. Slika 6 - Microsoft Azure - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 1", Izvor 6 - Azure Microsoft (2023.)
7. Slika 7 - Microsoft Azure - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 2", Izvor 7 - Azure Microsoft (2023.)
8. Slika 8 - Microsoft Azure - Konfiguracija diskovnog prostora za "Tip 1" i "Tip 2", Izvor 8 - Azure Microsoft (2023.)
9. Slika 9 - Google Cloud Platform - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 1", Izvor 9 – Google Cloud (2023.)
10. Slika 10 - Google Cloud Platform - Konfiguracija virtualnog poslužitelja "Tip 2", Izvor 10 – Google Cloud (2023.)
11. Slika 11 - Google Cloud Platform - Konfiguracija diskovnog prostora za "Tip 1" i "Tip 2", Izvor 11 – Google Cloud (2023.)

Kratice

CaaS	Containers as a Service
CDU	Centar dijeljenih usluga
DaaS	Virtual Cloud Desktop
DII	Državne informacijske infrastrukture
FaaS	Function as a Service
GSB	Government Service Bus
HR-ZOO	Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak
IaaS	Infrastructure as a service
IKT	Informacijska komunikacijska tehnologija
NIST	Nacionalnog instituta za standarde i tehnologiju
PaaS	Platform as a service
SaaS	Software as a service
SASE	Secure Access Service Edge
Srce	Sveučilišni računski centar Sveučilišta u Zagrebu
ZSIS	Zavod za sigurnost informacijskih sustava

Životopis studenta

Osobne informacije

Ime i prezime Jelena Hruška
Adresa Ivana Mažuranića 23, 40319 Belica
E-mail jelena.hruska@gmail.com
Datum rođenja 12.12.1996.
Državljanstvo Hrvatsko

Radno iskustvo

- veljača 2022 – trenutno **British American Tobacco**
Specijalist sekundarne logistike – projekcija zaliha za Hrvatsku i Sloveniju, praćenje roka trajanja proizvoda, praćenje implementacije novih proizvoda, osiguravanje isporuke robe za tržište, usklađivanje proizvodnje s trendom prodaje u suradnji s planerom potražnje.
- veljača 2021 – veljača 2022 **British American Tobacco**
Intern u odjelu Nabave – sastanci s dionicima, kontaktiranje potencijalnih dobavljača, priprema natječajne dokumentacije u sustavu Coupa, izrada okvirnog sporazuma, analiza ponuda, konačna evaluacija i provedba nabave, promicanje politika i procedura tvrtke (ESG, Kodeks ponašanja).
- listopad 2021 – veljača 2021 **Samsung Electronics Adriatic**
Praćenje promotivnih promocija na Adria tržištu, administriranje i slanje produljenih jamstava kupcima te izvješćivanje o nastalim troškovima.
- lipanj 2018 – rujan 2018 **Coca – Cola HBC Croatia, Coke Summership 2018**
Odjel prodaje: glavni fokus bio je rad na vještinama upravljanja projektima, prezentacijskim vještinama, poslovnoj komunikaciji i sastancima s ključnim kupcima pod vodstvom mentora.
- lipanj 2013 – srpanj 2013 **Porezna uprava Čakovec**
Odjel za stečajne postupke

Školovanje

- rujan 2015 – rujan 2023 **Ekonomski fakultet u Zagrebu, Zagrebu**
Integrirani prijediplomski i diplomski sveučilišni studij

Poslovna ekonomija

- rujan 2011 – lipanj 2015
Srednja škola
- Ekonomska škola Čakovec**
Upravni referent
- Projekti**
- listopad 2018 – lipanj 2019
- eSTUDENT**
- App Start Contest**
Kordinator
Studentsko natjecanje u izradi mobilnih i web aplikacija u Hrvatskoj.
- lipanj 2017 – lipanj 2018
- eSTUDENT**
- Case Study Competition**
Voditeljica
Vodeće regionalno studentsko natjecanje u rješavanju poslovnih slučajeva. Upravljanje projektima, vođenje sastanaka s potencijalnim partnerima i timom. Organizacija kampanje i promicanje studentskog natjecanja.
- srpanj 2016 – lipanj 2017
- eSTUDENT**
- Case Study Competition Coordinator for Carlsberg Croatia**
IT član, sastanci i koordinacija između natjecatelja i mentora tvrtke.
- siječanj 2014 – lipanj 2014
- ETŠ Čakovec**
- Volonterski klub ETŠ Čakovec**
Klub osnovan s ciljem pomoći učenicima s poteškoćama u jezičnom, matematičkom i informatičkom području u suradnji s udrugom AKT.