

# ARHITEKTURA RAČUNALSTVA U OBLAKU: SVEUČILIŠNI RAČUNSKI CENTAR (SRCE)

---

**Obradović, Terezija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:544830>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-28**



*Repository / Repozitorij:*

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Ekonomski fakultet u Osijeku  
Sveučilišni prijediplomski studij Poslovna informatika

**ARHITEKTURA RAČUNALSTVA U OBLAKU: SVEUČILIŠNI  
RAČUNSKI CENTAR (SRCE)**

Završni rad

Osijek, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Ekonomski fakultet u Osijeku  
Sveučilišni prijediplomski studij Poslovna informatika

Terezija Obradović

**ARHITEKTURA RAČUNALSTVA U OBLAKU: SVEUČILIŠNI  
RAČUNSKI CENTAR (SRCE)**

Završni rad

**Kolegij: Upravljanje informacijskim resursima**

JMBAG: 0010234563

e-mail: tobradovic@efos.hr

Mentor: doc. dr. sc. Dario Šebalj

Osijek, 2023.


Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Economics and Business in Osijek  
Undergraduate Study Business Informatics

Terezija Obradović

**CLOUD COMPUTING ARCHITECTURE: UNIVERSITY  
COMPUTING CENTRE (SRCE)**

Final paper

**IZJAVA**  
**O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,**  
**PRAVU PRIJENOSA INTELKTUALNOG VLASNIŠTVA,**  
**SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA**  
**I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA**

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni  
(navesti vrstu rada: završni / diplomski / specijalistički / doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
4. izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: Terezija Obradović

JMBAG: 0010234563

OIB: 38008494166

e-mail za kontakt: tebradovic@efos.hr

Naziv studija: Sveučilišni prijediplomski studij 'Poslovna informatika

Naslov rada: Arhitektura računalstva u oblaku: Sveučilišni računski centar (SRCC)

Mentor/mentorica rada: doc. dr. sc. Dario Šekelj

U Osijeku, 28.08.2023. godine

Potpis Obradović T.

# **Arhitektura računalstva u oblaku: Sveučilišni računski centar (SRCE)**

## **SAŽETAK**

Ovaj završni rad analizira računalstvo u oblaku na primjeru Sveučilišnog računskog centra (SRCE). Računalstvo u oblaku je suvremeni koncept za stvaranje računalne arhitekture koja osigurava različite oblike raspoloživosti računalnih usluga i infrastrukture. Cilj ovog rada je opisati i prikazati koncepte i arhitekturu računalstva u oblaku te dati pregled računalne infrastrukture u oblaku koju pruža SRCE. Metodologija istraživanja temelji se na kvalitativnoj metodologiji koja uključuje analizu web stranice Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu, koja je vezana uz arhitekturu računalstva u oblaku. U radu se analiziraju i prednosti i izazovi primjene računalstva u oblaku u SRC-u. Rezultati istraživanja pružaju uvid u to kako SRCE koristi arhitekturu računalstva u oblaku za pružanje usluga i podršku nastavi. Prednosti korištenja oblaka uključuju skalabilnost, fleksibilnost i smanjenje troškova, dok izazovi obuhvaćaju sigurnosne aspekte, upravljanje resursima i prilagodbu postojećih infrastrukturnih sustava. Razumijevanje računalstva u oblaku na primjeru SRC-a važno je za unaprjeđenje akademskih usluga u Hrvatskoj i za pružanje bolje podrške nastavi, istraživanjima i razvoju.

**Ključne riječi:** računalstvo u oblaku, arhitektura računalstva, *front end*, *back end*, SRCE

# **Cloud Computing Architecture: University Computing Centre (SRCE)**

## **ABSTRACT**

This final paper analyzes cloud computing on the example of the University Computing Centre (SRCE). Cloud computing is a modern concept of creating a computer architecture that ensures various forms of availability of computer services and infrastructure. The aim of this paper is to describe and present the concepts and architecture of cloud computing and to provide an overview of the cloud computing infrastructure provided by SRCE. The research methodology is based on a qualitative methodology that includes the analysis of the web pages of the University Computing Center in Zagreb, which is related to the architecture of cloud computing. In this paper, the advantages and challenges of cloud application in SRCE are analyzed. The research results provide insight into how SRCE uses a cloud computing architecture to deliver services and support teaching. The advantages of using the cloud include scalability, flexibility and cost reduction, while the challenges include security aspects, resource management and the convenience of existing infrastructure systems. Understanding cloud computing on the example of SRCE is important for improving academic services in Croatia and for providing better support for teaching, research and development.

**Keywords:** cloud computing, computing architecture, front end, back end, SRCE

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Uvod.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. Teorijska podloga i prethodna istraživanja .....</b>                      | <b>2</b>  |
| 2.1. Računalstvo u oblaku .....   | 2         |
| 2.2. Povijest računalstva u oblaku.....   | 3         |
| 2.3. Karakteristike i prednosti usluga u oblaku.....                            | 4         |
| 2.4. Arhitektura računalstva u oblaku.....                                      | 5         |
| 2.4.1. <i>Front end</i> i <i>back end</i> arhitektura računalstva u oblaku..... | 6         |
| 2.4.2. Servisno orijentirana arhitektura .....                                  | 7         |
| <b>3. Metodologija .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>4. Opis istraživanja i rezultati istraživanja.....</b>                       | <b>9</b>  |
| 4.1. Sveučilišni računski centar (SRCE).....                                    | 9         |
| 4.1.1. Povijest SRCA.....   | 10        |
| 4.1.2. Djelatnost i usluge SRCA.....  | 10        |
| 4.2. Podatkovni centri u SRCU .....   | 11        |
| 4.3. Virtualni poslužitelji u SRCU.....   | 12        |
| 4.4. Primjer korištenja usluge koje pruža SRCE.....                             | 13        |
| <b>5. Rasprava .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>6. Zaključak .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>Literatura .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>Popis slika.....</b>   | <b>23</b> |



# 1. Uvod

U ovom završnom radu bit će istraženo računalstvo u oblaku (engl. *Cloud computing*), koncept koji se ubrzano razvija i koji je, već sada, promijenio čitavo područje informacijskih tehnologija. Računalstvo u oblaku omogućuje korisnicima pristup računalnim resursima putem interneta, na zahtjev, a resurse plaća prema korištenju. Ovaj model pruža razne prednosti i karakteristike kao što su elastičnost, skalabilnost, fleksibilnost, dostupnost i plaćanje prema potrošnji.

Arhitektura računalstva u oblaku sastoji se od dva dijela: prednjeg dijela (engl. *front end*) i stražnjeg dijela (engl. *back end*). Prednji dio predstavlja korisničko sučelje koje korisnici koriste za pristup uslugama u oblaku, dok stražnji dio obuhvaća infrastrukturu i resurse u oblaku. U servisno orijentiranoj arhitekturi (SOA), koja se često koristi u računalstvu u oblaku, usluge se pružaju kao nezavisne jedinice i mogu se kombinirati kako bi se zadovoljile korisničke potrebe. Međutim, računalstvo u oblaku donosi i određene izazove poput sigurnosti, privatnosti, upravljanja resursima te pravnih i regulatornih aspekata.

Povijest računalstva u oblaku započinje 1950-ih godina kada je računalstvo bilo ograničeno na akademske i znanstvene zajednice zbog visokih troškova računalne opreme. Razvoj lokalnih mreža i osobnih računala tijekom 1970-ih godina omogućio je većem broju korisnika pristup računalnim resursima. Pojava interneta 1990-ih godina pridonijela je razvoju koncepta "mreže kao usluge", gdje korisnici mogu pristupiti mrežnim resursima i plaćati samo za korištenje usluge. U 2000-ima, s izlaskom prvih komercijalnih pružatelja usluga računalstva u oblaku, poput Amazon Web Services (AWS), ono postaje sve popularnije i doživljava ubrzan razvoj tehnologija i usluga.

Usluge u oblaku imaju mnoge karakteristike i prednosti. Skalabilnost omogućuje fleksibilno prilagođavanje resursa prema korisničkim potrebama, dok virtualizacija omogućuje dijeljenje fizičkih resursa među više korisnika.

## 2. Teorijska podloga i prethodna istraživanja

### 2.1. Računalstvo u oblaku

Računalstvo u oblaku je grana koja se svakim danom razvija sve više te ima ogroman potencijal na području informacijske tehnologije. Njega možemo definirati kao model računalstva koji omogućuje pristup računalnim resursima preko interneta na zahtjev, a način plaćanja je prema potrošnji. Računalstvo u oblaku se koristi u različitim područjima kao što su poslovne aplikacije, znanstvena istraživanja, edukacija, zdravstvo, e-trgovina i društvene mreže.

Arhitektura računalstva u oblaku najčešće se sastoji od prednjeg dijela (engl. *front end*) i stražnjeg dijela (engl. *back end*). Oni su međusobno povezani preko mreže, obično preko interneta. Prednji dio je ona strana koju vidi korisnik računala, ili klijent. Stražnji dio je "oblak" dio sustava te obuhvaća infrastrukturu i resurse. Prednji dio uključuje korisničko računalo (ili računalnu mrežu) i aplikaciju potrebnu za pristup sustavu računalstva u oblaku (Sareen, 2013).

Kada govorimo o servisno orijentiranoj strukturi (SOA), ona je koncept koji se vrlo često koristi u računalstvu u oblaku, gdje se usluge pružaju kao nezavisne jedinice te se mogu kombinirati kako bi se zadovoljile potrebe korisnika (Jamsa, 2022).

U računalstvu u oblaku postoje različiti pristupi, kao što su infrastruktura kao usluga (IaaS), platforma kao usluga (PaaS), i softver kao usluga (SaaS).

Softver kao usluga (SaaS) je lako dostupan korisnicima i kupcima putem interneta. S ovim modelom isporuke usluga, krajnji korisnik koristi usluge softverske aplikacije putem mreže na zahtjev. Na primjer, Gmail je SaaS gdje je Google pružatelj usluge, a mi potrošači. Glavne karakteristike SaaS-a su (Bairagi i Bang, 2015):

- Pristup komercijalnom softveru putem interneta,
- Softverom se upravlja s jedne centralne lokacije,
- Isporuka softvera putem modela "jedan prema mnogima",
- Nema potrebe za čestim i skupim nadogradnjama softvera.

U pristupu SaaS postoji programsko sučelje aplikacije (API) koje omogućuje integraciju različitih dijelova softvera. Ono se najčešće koristi za softver koji ima kratki rok, primjerice softver za suradnju u projektu.

Kada se govori o platformi kao usluzi (PaaS), ona je platforma koja se sama pruža potrošaču te oni implementiraju vlastiti softver, kodiranje i aplikaciju. Pristup je usmjeren prema softveru i alatima za razvoj. Primjerice aplikacijski poslužitelj (Java, .NET okruženje) i poslužitelj baza podataka (MySQL, Oracle), koje klijent može koristiti kako bi stvorio vlastite aplikacije prema svojim specifičnim potrebama. Neke od karakteristika platforme kao usluge su (Bairagi i Bang, 2015):

- Smanjeni troškovi razvoja i održavanja prilikom razvoja,
- Pruža usluge sigurnosti i upravlja bazama podataka,
- Nema potrebe za preuzimanjem ili instaliranjem. Koriste se web stranice poput Facebooka, Gmaila, Yahooa itd.
- Pruža skalabilnost, pouzdanost i ugrađenu sigurnost,
- Ima dijeljenu arhitekturu što znači da više korisnika može pristupiti aplikaciji istovremeno, npr. Microsoft Azure, Amazon EC2, GAE.

Infrastruktura kao usluga (IaaS) pruža isporuku računalnih resursa u obliku hardvera, mreže, pohrane, operacijskog sustava i uređaja za pohranu kao uslugu na zahtjev. To je kombinacija javne i privatne infrastrukture ili se može biti kao pojedinačna. Za IT resurse, infrastruktura kao usluga pruža novi model potrošnje u usporedbi s softver kao uslugom i platformom kao uslugom. Infrastruktura kao usluga brzo raste, a neke od karakteristika su (Bairagi i Bang, 2015):

- Širenje resursa kao usluga,
- Omogućena je dinamička skalabilnost,
- Variranje troškova,
- Više korisnika ili kupaca može pristupiti istom hardveru,
- Skalabilnost,
- Nema potrebe za administracijom.

## **2.2. Povijest računalstva u oblaku**

Pojam "oblak" povijesno se koristio kao metafora za Internet. Računalstvo u oblaku se krenulo razvijati u 1950-im godinama. U početku, računalstvo se koristilo samo u akademskim i znanstvenim zajednicama iz razloga što je računalna oprema bila vrlo skupa i samo ju je

nekolicina mogla priuštiti. Središnji računalni sustavi su bili smješteni u velikim računalnim centrima, a korisnici su pristupali tim resursima preko terminala. Razvoj lokalnih mreža (LAN), kao i pojava osobnih računala, započeo je 1970-ih godina. Zahvaljujući tome, većem broju korisnika omogućen je pristup računalnim resursima. U ovom razdoblju su se krenule razvijati i tehnologije koje su prethodile računalstvu u oblaku. Internet se počeo razvijati 1990-ih te se s njime razvio i koncept „mreže kao usluge“. On je omogućavao da korisnici mogu pristupiti mrežnim resursima, a plaćati samo ono što koriste (Rittinghouse i Ransome, 2016).

U novom desetljeću, 2000-ih godina, računalstvo u oblaku je počelo dobivati na popularnosti. 2006. godine Amazon je izbacio Amazon Web Services (AWS) te je to bio jedan od prvih komercijalnih pružatelja usluga računalstva u oblaku. Nakon Amazona, isto su napravile i druge velike tvrtke poput Microsofta, Googla i IBM-a. Zbog toga, ovo razdoblje je obilježeno ubrzanjem razvoja tehnologija i usluga u oblaku poput platforme kao usluge (PaaS), softvera kao usluge (SaaS) i infrastrukture kao usluge (IaaS). Nakon razdoblja ubrzanja razvoja tehnologija računalstvo u oblaku je postalo prisutno i rasprostranjeno u cijelom svijetu. Najviše se koristi u poslovanju, vladi, obrazovanju, zdravstvu, ali i mnogim drugim sektorima. Tijekom ovog razdoblja naglasak je bio na poboljšanju sigurnosti, privatnosti i upravljanja resursima računalstva u oblaku. Osim toga, razvili su se i novi modeli i pristupi poput kontejnerske tehnologije, mikroservisa i funkcionalnog računalstva kao usluge (FaaS). Danas, računalstvo u oblaku se i dalje razvija velikom brzinom (Rittinghouse i Ransome, 2016).

### **2.3. Karakteristike i prednosti usluga u oblaku**

Karakteristike usluge računalstva u oblaku oblikuju način na koji koristimo računalne resurse. Prema istraživanju Dillona i sur. (2010), neki od ključnih karakteristika usluga u oblaku su skalabilnost, virtualizacija, samouslužnost i mjerenje usluga. Skalabilnost omogućuje fleksibilno prilagođavanje prema korisnikovim potrebama. Kapaciteti se mogu smanjivati ili povećavati prema zahtjevima korisnika. Virtualizacija služi kako bi više korisnika moglo dijeliti iste fizičke resurse te omogućuje efikasno iskorištavanje resursa. Samouslužnost znači da korisnici mogu samostalno pristupiti računalu putem sučelja u oblaku, bez pomoći administratora. Što se tiče mjerenja usluga, ono omogućuju precizno mjerenje korištenja resursa te naplatu za samo korištene resurse. Postoje brojne prednosti usluga u oblaku za organizacije i korisnike. Neke od najbitnijih prednosti su smanjenje troškova, skalabilnost,

povećana dostupnost te brza implementacija. Korištenje usluga u oblaku uklanja potrebu za infrastrukturom i održavanjem hardvera i softvera, a korisnici plaćaju samo ono što stvarno koriste. Usluga računalstva u oblaku omogućuje pristup računalnim resursima putem interneta, što znači da korisnici mogu pristupiti svojim podacima ili aplikacijama s bilo kojeg uređaja s internetskom vezom. Kao što je već navedeno, prednost usluga u oblaku jest i brza implementacija, što znači da je omogućena brza implementacija aplikacija u usluga. Korisnici mogu brzo pokrenuti nove aplikacije, čime se smanjuje vrijeme i resursi potrebni za tradicionalnu implementaciju.

#### **2.4. Arhitektura računalstva u oblaku**

Arhitektura računalstva u oblaku je pojam organizacije i raspodjele resursa, usluga i podataka u okviru računalstva u oblaku. Navedena arhitektura se razlikuje ovisno o modelima usluga u oblaku. Modeli usluga u oblaku se dijele na infrastrukturu kao uslugu (engl. *Infrastructure as a Service – IaaS*), platformu kao uslugu (engl. *Platform as a Service – PaaS*) i softver kao uslugu (engl. *Software as a Service – SaaS*). Također se može razlikovati ovisno o vrsti oblaka. Tada se dijeli na javni, privatni i hibridni (Bairagi i Bang, 2015).

Javni oblak omogućuje korisnicima pristup oblaku putem sučelja pomoću web preglednika. Korisnici plaćaju samo za trajanje korištenja usluge, odnosno plaćaju po upotrebi. To pomaže smanjenju operativnih troškova u IT troškovima. Javni oblak je manje siguran od drugih modela oblaka jer su svi podaci i aplikacije na javnom oblaku te postoji mogućnost zlonamjernih napada. Ti zlonamjerni napadi se mogu spriječiti na način da se provode sigurnosne provjere putem validacije s obje strane, od strane davatelja oblaka i klijenta (Bairagi i Bang, 2015).

Prema Bairagiju i Bangu (2015), radnje privatnog oblaka se događaju unutar internog podatkovnog centra organizacije. Glavna prednost je lakše upravljanje sigurnošću, održavanjem i nadogradnjama te pružanje kontrole nad implementacijom i upotrebom. Može se usporediti s internetom. U usporedbi s javnim oblakom gdje su svim resursima i aplikacijama upravljale usluge davatelja, u privatnom oblaku ovi se servisi grupiraju zajedno i stavljaju na raspolaganje korisnicima. S obzirom na to da samo korisnici organizacije imaju pristup privatnom oblaku, sigurnost je pojačana.

Hibridni oblak se sastoji od kombinacije javnog i privatnog modela. U ovom modelu, privatni oblak je povezan s jednim ili više vanjskih oblaka. To je sigurniji način kontrole podataka i aplikacija te omogućava korisnicima pristup informacijama putem interneta. Također, daje mogućnost organizaciji da zadovolji svoje potrebe u privatnom oblaku, a ako se pojave neke povremene potrebe, moguće je tražiti resurse javnog oblaka (Bairagi i Bang, 2015).

#### 2.4.1. *Front end* i *back end* arhitektura računalstva u oblaku

Prednji dio (engl. *Front-end*) i stražnji dio (engl. *Back-end*) arhitekture računalstva u oblaku odnosi se na organizaciju i raspodjelu resursa, usluga i podataka u okviru računalstva u oblaku, s naglaskom na korisničko sučelje i poslovnu logiku. Prednji dio arhitekture nazivamo korisničko sučelje, a poslovnu logiku nazivamo stražnji dio (Sareen, 2013).

Prednji dio arhitekture računalstva u oblaku je sve ono što je vidljivo korisnicima, odnosno sve ono što korisnici koriste kako bi došli do usluga u oblaku. To se odnosi na web sučelje, mobilne aplikacije, korisničke panele, ali i druga grafička korisnička sučelja koja omogućuju korisnicima interakciju s uslugama u oblaku. Ova vrsta arhitekture također uključuje i dizajn korisničkog sučelja, korisničko iskustvo, sigurnost interakciju s drugim uslugama ili aplikacijama u oblaku (Sareen, 2013).

Stražnji dio arhitekture računalstva u oblaku se odnosi na infrastrukturu i poslovnu logiku koja se nalazi na korisničkom sučelju. Ona obuhvaća serverske i mrežne resurse koji su potrebni za izvršavanje usluga u oblaku. To su baze podataka, poslužitelji, podatkovni centri, poslovna logika i alati za upravljanje resursima. Osim toga, stražnji dio arhitekture uključuje i sigurnost, skalabilnost, performanse i automatsko upravljanje resursima u oblaku (Sareen, 2013).

Komunikacija između ove dvije arhitekture obično se odvija preko mreže, gdje prednji dio odnosno korisničko sučelje šalje zahtjev za uslugu i podatke na infrastrukturu stražnjeg dijela. Ona zatim obrađuje primljeni zahtjev te izvršava poslovnu logiku i vraća rezultate korisničkom sučelju. Važno je napomenuti da prednji dio i stražnji dio arhitekture u oblaku mogu biti kombinirane s različitim modelima usluga u oblaku poput IaaS, SaaS i PaaS. Te kombinacije ovise o potrebama i zahtjevima aplikacija i poslovnih događaja (Sareen, 2013).

#### 2.4.2. Servisno orijentirana arhitektura

Servisno orijentirana arhitektura (SOA) može se definirati kao pristup u dizajnu i razvoju softverskih sustava koji se temelji na konceptu pružanja funkcionalnosti putem usluga. Servisno orijentirana arhitektura je posebno bitna za računalstvo u oblaku, gdje se usluge pružaju putem interneta. Servisno orijentirana arhitektura donosi brojne prednosti organizacijama. Prva od prednosti je skalabilnost, a ona omogućuje da se aplikacije prilagođavaju promjenjivim zahtjevima i povećanju opterećenja. Fleksibilnost je također važna prednost jer omogućuje brzo prilagođavanje i promijene aplikacija bez utjecaja na ostale komponente sustava. Tehnologije koje se koriste u implementaciji SOA arhitekture su Jednostavni protokol za pristup objektu (engl. *Simple Object Access Protocol*) i Prijenos reprezentativnog stanja (engl. *Representational State Transfer*). Oni su dva standardizirana protokola koji omogućuju komunikaciju između servisa. SOAP koristi XML za razmjenu poruka, a REST koristi HTTP protokol. Vrlo je važno razumjeti prednosti i ograničenja oba protokola kako bi mogli odabrati odgovarajući za implementaciju SOA arhitekture. Ključne komponente SOA arhitekture su servisi, registar servisa i Poslovna servisna sabirnica (engl. *Enterprise Service Bus - ESB*). Ovi servisi predstavljaju funkcionalne jedinice koje obavljaju određene zadatke i mogu biti neovisni od ostatka sustava. Registar servisa se koristi za pohranu i upravljanje informacijama o dostupnim servisima te tako omogućuje lako pronalaženje i korištenje servisa. Ono što je također važno za SOA je planiranje, dizajn, implementacija i evaluacija u razvoju SOA projekta. Pravilno planiranje i analiza su ključni za uspješnu implementaciju SOA arhitekture. Dizajn je važan za zahtjeve aplikacija i potrebno je definirati kako će servisi komunicirati međusobno. Implementacija zahtijeva pažljivo programiranje i integraciju servisa, a evaluacija omogućuje provjeru performansi te prilagodbu arhitekture prema potrebama. Zbog toga implementacija SOA arhitekture može pružiti organizacijama brojne prednosti u svijetu računalstva u oblaku (Jamsa, 2022).

### **3. Metodologija**

U ovom radu se istražuje računalstvo u oblaku i njegova primjena u Sveučilišnom računalnom centru (SRCE). Ova tema je važna jer se primjena računalstva u oblaku razvija i sve više je prisutna u različitim sektorima, uključujući i obrazovanje. Cilj ovog završnog rada je prikazati teorijski okvir računalstva u oblaku, objasniti karakteristike i prednosti usluga u oblaku i arhitekturu računalstva u oblaku te provesti analizu Sveučilišnog računskog centra i primjera korištenja usluga koje pruža SRCE. U primjeru je prikazano korištenje usluga Virtualnih podatkovnih centara u SRCU. Literatura koja je korištena pri izradi ovog rada su knjige iz područja informacijske tehnologije s temom računalstva u oblaku te službene web stranice Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu. Analiza ovih izvora literature pruža uvid u područje arhitekture računalstva u oblaku te primjenu informacijskih tehnologija u SRCU.

Za metode istraživanja, korištene su sekundarne metode koje su dobivene sa službenih web stranica Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu. Rezultat primjera korištenja usluga u SRCU analiziran je deskriptivnom metodom.



## 4. Opis istraživanja i rezultati istraživanja

### 4.1. Sveučilišni računski centar (SRCE)

Sveučilišni računski centar (SRCE) je hrvatska institucija sa sjedištem u Zagrebu. Ona pruža podršku informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za akademsku te istraživačku zajednicu u Hrvatskoj. SRCE je nacionalni centar za e-infrastrukture i usluge na području visokog obrazovanja i istraživanja. SRCE je glavna institucija u Hrvatskoj zadužena za promicanje i razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija (IKT). Ova institucija osnovana je 1951. godine te od tada ima neprekinuti rast i razvoj. Ona razvija svoje usluge i resurse te pruža podršku sveučilišnoj zajednici u Hrvatskoj, istraživačima, studentima te svima kojima je potrebna podrška na području informacijskih tehnologija. SRCE je inovativna institucija koje je razvila mnoge modele, tehnologije i alate koji se koriste u svrhu akademskih i istraživačkih okruženja. To uključuje računalstvo u oblaku, visoko performativno računanje (HPC), federacijski identitet i pristup te upravljanje istraživačkim podacima. Kao što je ranije spomenuto, SRCE pruža različite usluge. Usluge koje SRCE pruža su: računalne i mrežne usluge, elektronički identiteti i sustavi povjerenja, administracija i poslovanje, podaci i otvorena znanost, digitalno obrazovanje i digitalni alati (SRCE, n.d.a).

U računalne i mrežne usluge spadaju virtualni podatkovni centri. Oni predstavljaju virtualne poslužitelje koji moraju biti u skladu sa svim trenutnim potrebama ustanova na području znanosti i visokog obrazovanja (SRCE, n.d.c). Usluge koje SRCE pruža vezano uz računalne i mrežne usluge su napredno računanje, savjetovanje i podrška za računarstvo visokih performansi te eduroam – roaming pristup mreži. Osiguranje nesmetane razmjene prometa odvija se putem mrežne infrastrukture CIX - nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa (SRCE, n.d.e).

Jedna od usluga koje SRCE pruža jest autentifikacijska i autorizacijska infrastruktura sustava znanosti i visokog obrazovanja u Hrvatskoj (AAI@EduHr). Ona svojim korisnicima omogućuje nesmetano, sigurno i jednostavno korištenje online usluga u sustavu AAI@EduHr. Korisnici se u sustav prijavljuju putem jedinstvenog elektroničkog identiteta dobivenog u matičnoj ustanovi. Ova usluga elektroničkog identiteta namijenjena je studentima, profesorima i svim djelatnicima ustanova obrazovanja te drugim pravnim i fizičkim osobama koje poštuju

pravila korištenja. Korisnik ovog elektroničkog identiteta može postati osoba koja je zatražila i dobila zahtjev u svojoj nadležnoj matičnoj ustanovi. SRCE pruža i različite digitalne alate. Neki od alata su elektronički sustavi za video konferencije te alati za izradu anketa. SRCE obavlja i distribuciju Microsoftovih proizvoda koje pribavlja Ministarstvo znanosti i obrazovanja (SRCE, n.d.g).

#### 4.1.1. Povijest SRCA

Sveučilišni računski centar (SRCE) je osnovan 29. lipnja 1971. godine kao prva računalna ustanova u tadašnjoj Jugoslaviji. SRCE je osnovano kao zajednička ustanova Sveučilišta u Zagrebu i Saveznog zavoda za statistiku. Glavni cilj je bio podrška primjene računalstva u područjima znanosti obrazovanja i gospodarstva. Na početku, SRCE je bilo usmjereno za razvoj i primjenu računalnih metoda u statistici, matematici, fizici, medicini i drugim znanstvenim disciplinama. Neke od prvih računalnih usluga koje je SRCE pružalo su obrada podataka, matematičko modeliranje, numeričko računanje i druge računalne usluge. Nakon nekog vremena, SRCE je proširilo svoje usluge i djelovanje na područje obrazovanja, istraživanja, tehnologija i inovacija. Ono je postalo nacionalni centar za usluge u području visokog obrazovanja i istraživanja u Hrvatskoj. Njihove usluge nastavile su se razvijati besprekidno kako bi zadovoljile sve potrebe sveučilišne i istraživačke zajednice. Danas, SRCE pruža mnoštvo usluga kao što su računalne i mrežne usluge, elektronički identiteti i sustavi povjerenja, administracija i poslovanje, podaci i otvorena znanost, digitalno obrazovanje i digitalni alati (SRCE, n.d.i).

#### 4.1.2. Djelatnost i usluge SRCA

Sveučilišni računski centar (SRCE) je nacionalni centar za pružanje usluga visokog obrazovanja i istraživanja u Republici Hrvatskoj. SRCE se bavi raznim djelatnostima koji podržavaju akademsku zajednicu. Glavna usluga koju SRCE pruža je nacionalna akademska istraživačka mreža CARNet. On omogućuje povezivanje sveučilišta, znanstvenih institucija, škola i drugih obrazovnih sustava u Hrvatskoj. CARNet omogućuje velik broj usluga za njegove korisnike na području obrazovanja i istraživanja. Pruža usluge zaštite podataka, pristupa internetu, e-poštu, e-učenje i druge (SRCE, n.d.b). Osim toga, SRCE posjeduje i računalo

Isabella. Računalo je namijenjeno za podršku znanstvenih istraživanja i razvoju visokih tehnologija. Isabella se također koristi za izvođenje zahtjevnih zadataka poput simulacija i analiziranja velikih podataka (SRCE, n.d.d). Nadalje, SRCE pruža i Cloud usluge za akademsku i istraživačku zajednicu. Ono uključuje platformu kao uslugu (PaaS), infrastrukturu kao uslugu (IaaS) i softver kao uslugu (SaaS). Navedene usluge pomažu korisnicima da koriste računalne usluge i aplikacije putem interneta u oblaku, bez potrebe za lokalnom infrastrukturom i održavanjem. Još jedna usluga koju SRCE pruža je e-učenje. Ona omogućuje obrazovnim ustanovama u Republici Hrvatskoj da nesmetano prate izvođenje nastave online. Također, da stvaraju i upravljaju digitalnim nastavnim materijalima i vrednuju ostvarene rezultate. Ta platforma omogućuje kontakt između profesora i studenata (SRCE, n.d.h).

## 4.2. Podatkovni centri u SRCU

Podatkovni centri su vrlo bitni u suvremenom informacijskom društvu današnjice. Oni pružaju infrastrukturu i podršku za pohranu, upravljanje i obradu velikih količina podataka. Jedna od najvažnijih uloga SRCA je pohrana podataka. SRCE omogućuje svojim korisnicima uslugu pohrane velikih količina podataka na siguran način. Također, SRCE omogućuje istraživanje i dijeljenje podataka između korisnika što donosi kvalitetnu i pouzdanu izradu znanstvenih projekata. Osim toga, SRCE omogućuje visokotehnološku opremu pomoću koje se izvode zahtjevne računalne aktivnosti. Važan dio podatkovnog centra u SRCU su virtualizacijske tehnologije o kojima će biti nešto više u nastavku ovog rada. U Hrvatskoj, SRCE raspolaže sa šest visokokvalitetnih podatkovnih centara. Dva najveća i najstarija podatkovna centra su Podatkovni centar DC Srce1 koji je smješten na adresi J. Marohnića 5 i Podatkovni centar DC Srce2 koji je smješten u Znanstveno-učilišnom kampusu Borongaj. Oni predstavljaju temeljnu infrastrukturu za akademsku i istraživačku zajednicu (SRCE, n.d.j).

Podatkovni centar DC Srce1 je ispočetka je služio kao prostor za računalo UNIVAC 1110 koje je bilo jedno od najjačih računala u Europi. Tada se hlađenje računala obavljalo prirodnim strujanjem zraka iz hladnih prostorija kroz komore i kanale (SRCE, n.d.j).

U 2002. godini računalna dvorana DC Srce1 je poboljšana. Dobila je dodatne sustave klimatizacije i neprekidno napajanje. Radi toga, došlo je do boljih uvjeta za siguran i pouzdan rad računalne i komunikacijske opreme. DC Srce1 je *carrier neutral* podatkovni centar, znači da nije ovisan o poslužiteljima internetskih usluga. Elektroenergetski sustav se sastoji od

transformatskog kapaciteta 1000 kVa, koji ima 2 grane napajanja ( A + B). Obje grane su napajane iz UPS sustava. Podatkovni centar ima dizel agregatska postrojenja koja omogućavaju 24 autonomije u slučaju da nestane električna energija. Zgrada DC Srce1 je postala poznata kao centar interneta u Hrvatskoj zbog velike količine optičkih kapaciteta i postojanja više od 2000 raspoloživih optičkih niti. Zbog velike važnosti ovog centra, u tijeku je projekt u kojemu će se proširiti i prilagoditi računalna dvorana. U 2015. godini otvoren je novi podatkovni centar DC Srce2. Glavna svrha ovog centra je osigurati neprekidnost rada infrastrukture SRC-a. Također, prisutno je i kontinuirano poslovanje u slučaju neočekivanih ili nepredviđenih situacija. Trenutno, u DC Srce2 se nalazi i Mrežni operativni centar kampusa Borongaj. On je odgovoran za glatko funkcioniranje IKT sustava. Također, BC NOC pruža podršku u planiranju i izgradnji novih mreža te surađuje s lokalnim IT timovima koji djeluju unutar kampusa Borongaj (SRCE, n.d.j).

Postoji još jedan podatkovni centar u Zagrebu koji je nazvan Srce ZG3 te po jedan u Splitu (HR-ZOO ST), Osijeku (HR-ZOO OS) i Rijeci (HR-ZOO RI). U ovim podatkovnim centrima instalirano je oko 1600 mjernih točaka. Ukupna projektirana snaga podatkovnih centara je 1,9 MW, ukupna površina računalnih hala iznosi 680 m<sup>2</sup> te je u posjedu 115 računalno-komunikacijskih ormara (SRCE, n.d.f).

Projektom HR-ZOO 2021. godine opremljeno je i uspostavljeno spomenutih pet sjedišta HR-ZOO, dva u Zagrebu te po jedno u Osijeku, Rijeci i Splitu. Ovaj projekt omogućio je razvoj nacionalne e-infrastrukture u Hrvatskoj te lokalne infrastrukture za istraživanje, razvoj i inovacije na sveučilištima u navedenim gradovima. Sjedišta HR-ZOO u Osijeku, Rijeci i Splitu prilagođena su postojećim prostorima lokalnih sveučilišta te pretvorena u podatkovne centre s dodatnim prostorima za tehničke sustave (SRCE, n.d.j).

### **4.3. Virtualni poslužitelji u SRCU**

Virtualni poslužitelji su tehnologija koja je postala nezaobilazna u svijetu informacijske tehnologije. Oni pružaju priliku organizacijama i pojedincima koji žele optimizirati svoje poslovne operacije, povećati skalabilnost i učinkovitost te smanjiti troškove infrastrukture. Jedno od najpoznatijih i najuglednijih središta za napredna istraživanja i edukaciju u Hrvatskoj jest Sveučilišni računski centar (SRCE) (SRCE, n.d.j).

Virtualni poslužitelji omogućuju korisnicima da izvršavaju svoje aplikacije i usluge bez potrebe da imaju vlastitu fizičku opremu. Umjesto toga, korisnici mogu unajmiti virtualni prostor na poslužitelju i prilagoditi ga prema svojim potrebama. Ova tehnologija omogućuje korisnicima da dijele isti fizički stroj, pružajući istovremeno sigurnost između njih. Postoji mnogo prednosti korištenja virtualnih poslužitelja. Prvo, korisnici mogu prilagoditi virtualni poslužitelji prema potrebama njihovih aplikacija, što omogućuje visoku skalabilnost i fleksibilnost. Drugo, virtualni poslužitelji omogućuju korisnicima da izbjegnu ulaganje u skupe fizičke poslužitelje i održavanje infrastrukture. Osim toga, virtualni poslužitelji olakšavaju promjene na aplikacijama, što je važno za organizacije koje se brzo razvijaju ili imaju promjenjive potrebe (SRCE, n.d.j).

SRCE je među prvima prepoznalo vrijednost virtualnih poslužitelja te stoga pruža različite usluge u tom području. Korisnici mogu unajmiti virtualne poslužitelje koji su optimizirani za različite operativne sustave i aplikacije.

Primjer virtualnog poslužitelja u SRCU je HTC Cloud. HTC Cloud je usluga koja omogućava korisnicima da kreiraju i koriste virtualne poslužitelje visokih performansi putem jednostavnog korisničkog sučelja. Ono što izdvaja HTC Cloud od drugih sličnih usluga je njegova sposobnost da prilagodi svoje resurse korisničkim potrebama, čineći ga iznimno fleksibilnim i efikasnim. On je izgrađen na temelju dva otvorena sustava: OpenStack i Ceph. OpenStack djeluje kao posrednik u oblaku, osiguravajući stabilnost i skalabilnost cijelog sustava, dok Ceph osigurava pouzdano raspodijeljeno spremište, čime se osigurava siguran pristup podacima (SRCE, 2021).

Jedna od glavnih karakteristika HTC Clouda je fleksibilnost, što znači da korisnici imaju slobodu implementirati različite programske sustave i aplikacije prema vlastitim potrebama. Trenutno, HTC Cloud nudi 2.400 virtualnih procesorskih jezgri, podržanih od strane 600 procesorskih jezgri i 150 TB podatkovnog spremišta. Ova količina resursa omogućava korisnicima da se posvete svojim projektima bez brige o nedostatku resursa. HTC Cloud je korak prema budućnosti računalstva jer ima vrhunsku izvedbu i mnogo mogućnosti (SRCE, 2021).

#### **4.4. Primjer korištenja usluge koje pruža SRCE**

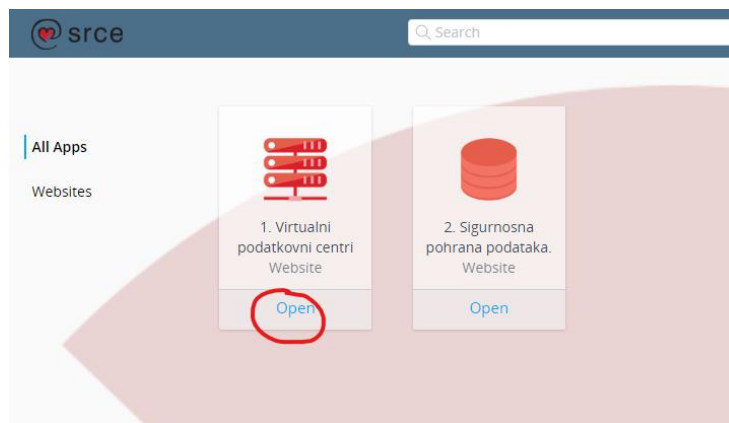
Usluga Virtualnih podatkovnih centara (engl. *Virtual Data Centres*) pruža računalne, spremišne i mrežne resurse za ustanove iz akademske i znanstvene zajednice. Pruža usluge za potrebe

izgradnje vlastitih virtualnih podatkovnih centara te uporabu virtualnih poslužitelja u skladu s vlastitim potrebama. Ova usluga se temelji na računalstvu u oblaku i pruža visoku pouzdanost resursa.

U ovom poglavlju bit će objašnjeno kako se koristi usluga Virtualnih podatkovnih centara.

Dakle, za početak je potrebno odabrati domenu ustanove u padajućem izborniku (npr. efos.hr, srce.hr). Nakon toga će se otvoriti prozor za autentikaciju preko AAI@EduHr. U tom prozoru potrebno je upisati vlastito korisničko ime i jedinstvenu lozinku.

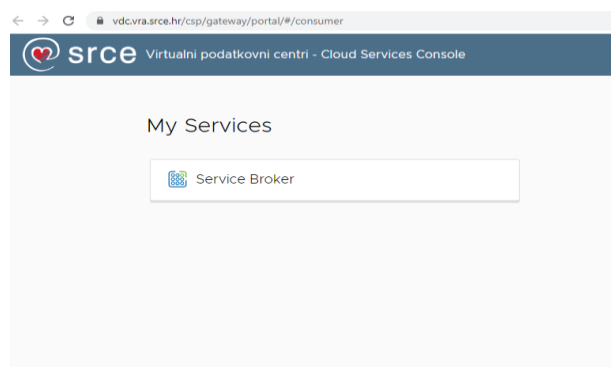
Nakon autentikacije putem AAI@EduHr otvorit će se prozor s karticama Virtualni podatkovni centri i Sigurnosna pohrana podataka. Potrebno je kliknuti na Virtualni podatkovni centri (SRCE, 2023a).



Slika 1 Prozor s karticama Virtualni podatkovni centar i Sigurnosna pohrana podataka

Izvor: Wiki SRCE (2023a)

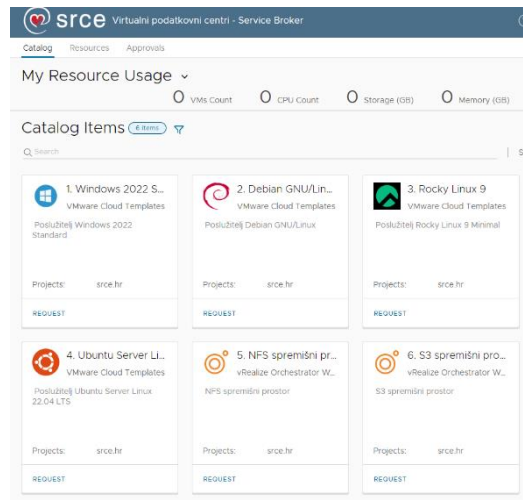
Nadalje, otvorit će se prozor „My Services“, nakon čega je potrebno kliknuti na „Service Broker“ (SRCE, 2023a).



Slika 2 Prozor "My services"

Izvor: Wiki SRCE (2023a)

Na stranici „Service Broker“ potrebno je otvoriti „Catalog“ te odabrati vrstu poslužitelja (SRCE, 2023a).



Slika 3 Prozor "Catalog"

Izvor: Wiki SRCE (2023a)

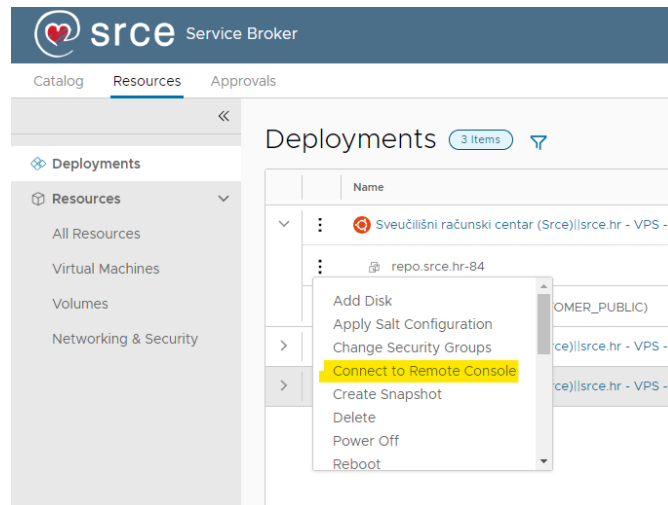
Klikom na „Request“ otvara se zahtjev za novim poslužiteljem. Zahtjev će se kreirati nakon što popunjavanja svih potrebnih polja i klikom na gumb „Submit“ (SRCE, 2023b).

Slika 4 Zahtjev za kreiranje poslužitelja Windows

Izvor: Wiki SRCE (2023b)

Nakon toga, na konzolu virtualnog poslužitelja moguće se spojiti preko web konzole ili preko udaljenog pristupa (engl. *Remote Desktopa Connection*), internetskog protokola (SSH) i slično.

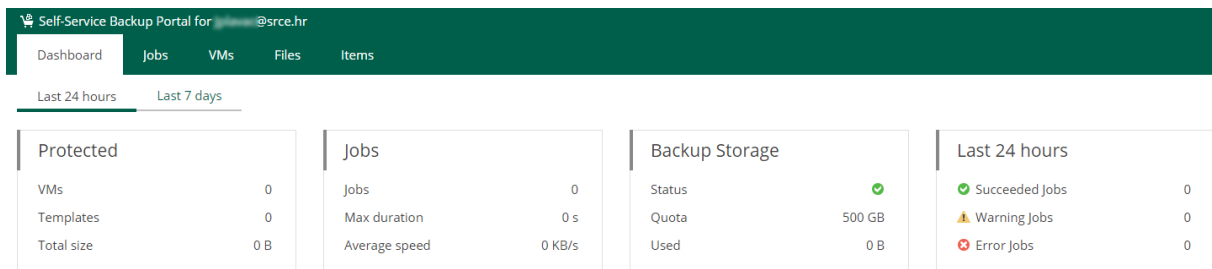
Za spajanje na konzolu potrebno je kliknuti na „*Connect to Remote Console*“ te će se nakon toga u novoj kartici otvoriti web-konzola (SRCE, 2023c).



Slika 5 Spajanje na konzolu

Izvor: Wiki SRCE (2023c)

Za kreiranje virtualnog poslužitelja potrebno je kliknuti na „*Open*“ na kartici „*Sigurnosna pohrana podataka*“. Potrebno se prijaviti putem AAI@EduHr računa i odabrati „*Sigurnosna pohrana podataka*“. Nakon toga, otvara se stranica „*Self-Service Backup Portal*“ (SRCE, 2023d).

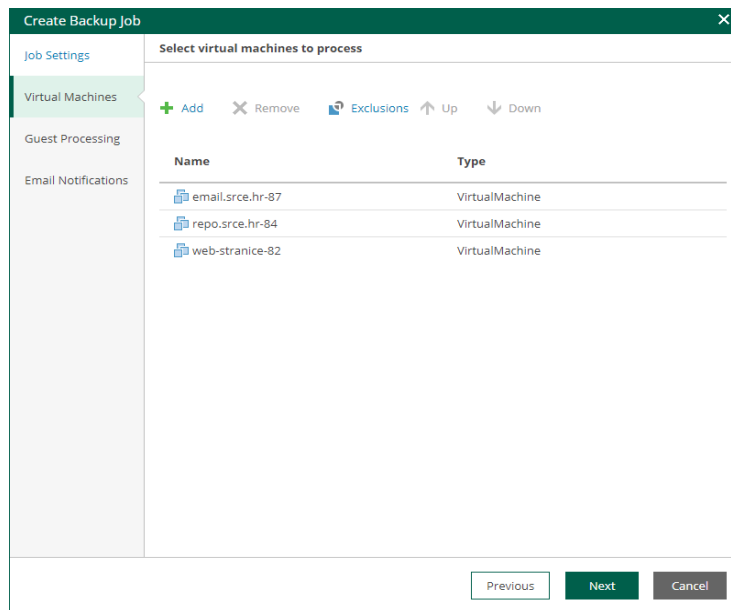


Slika 6 Stranica Self-Service Backup Portal, tab Dashboard

Izvor: Wiki SRCE (2023d)

Nakon toga, potrebno je otići na karticu „*Jobs*“ te kliknuti na gumb „*Create*“. Tada se otvara obrazac u kojem je potrebno upisati naziv posla. Nakon toga je potrebno dodati poslužitelj tako da se klikne na „*Add*“. Kreirani posao se prikazuje na kartici „*Jobs*“ (SRCE, 2023d).

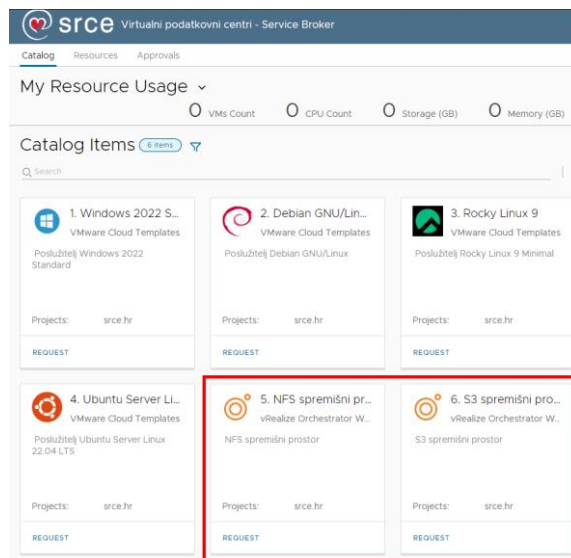




Slika 7 Stranica za kreiranje poslova

Izvor: Wiki SRCE (2023d)

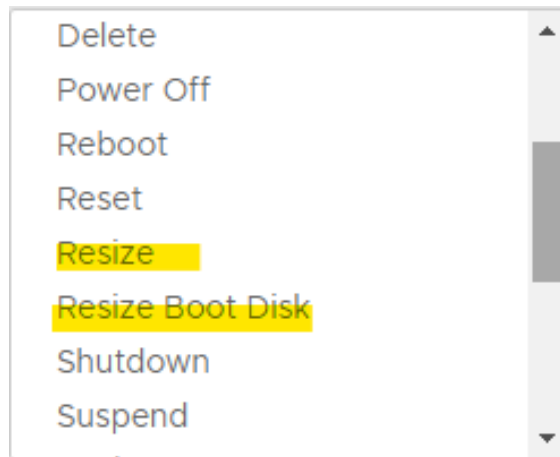
Za upravljanje spremišnim prostorom potrebno je otići na stranicu „Service Broker“. Također je moguće odabrati i vrstu spremišnog prostora (SRCE, 2023e).



Slika 8 Stranica za upravljanje spremišnim prostorom

Izvor: Wiki SRCE (2023e)

Proširenje resursa moguće je napraviti na stranici „Service Broker“ i to putem kartice „Resources“ proširenjem strelice pokraj naziva poslužitelja. Nakon toga s padajućeg izbornika treba odabrati „Resize“. Nakon odabira, pojavit će se obrazac za unos resursa koji se želi unijeti (SRCE, 2023f).



*Slika 9 Padajući izbornik za proširenje resursa*

*Izvor: Wiki SRCE (2023f)*

## 5. Rasprava

Računalstvo u oblaku sve više postaje popularno za poslovne i privatne svrhe jer korisnicima omogućuje pristup raznim uslugama bez potrebe za vlastitim resursima. Ova tehnologija i dalje se razvija, pružajući brojne prednosti poput fleksibilnog plaćanja prema stvarno korištenim resursima. Oblak je posebno koristan za nove tvrtke koje ne moraju ulagati u vlastitu infrastrukturu, već mogu iznajmiti potrebni hardver i softver po prihvatljivim cijenama. Postojanje privatnog oblaka pruža dodatnu sigurnost i privatnost važnih podataka, međutim, može biti skup u održavanju. Velike organizacije s postojećim računskim centrima mogu imati koristi od privatnog oblaka jer može smanjiti operativne troškove starih tehnologija. Sigurnost je naglašena prednost, budući da korisnici imaju svoje korisničko ime i zaporku za pristup svojim podacima u oblaku.

Računalstvo u oblaku postaje sve privlačnije i za privatne korisnike koji prepoznaju prednosti pohrane podataka bez potrebe za fizičkim prostorom i dodatnim troškovima.

Napredak računalstva u oblaku donosi brojne prednosti korisnicima, uključujući veću fleksibilnost i produktivnost. Daljnji razvoj tehnologije ima potencijal za maksimiziranje kapaciteta uz minimalne troškove ulaganja u infrastrukturu. Rješavanje sigurnosnih izazova doprinijet će poboljšanju kvalitete samog računalstva u oblaku.

Sveučilišni računski centar (SRCE) u Zagrebu, nacionalni centar za e-infrastrukture i usluge na području visokog obrazovanja i istraživanja, pruža mnoge usluge na području arhitekture računalstva u oblaku. Ono je steklo neprocjenjivo iskustvo u razumijevanju potreba svojih korisnika i prilagodbi usluga koje pružaju tim korisnicima. To im omogućuje da pruže efikasne i pouzdane usluge, prilagođene specifičnim potrebama pojedinih korisnika ili organizacija.

## 6. Zaključak

Računalstvo u oblaku (engl. *cloud computing*) je grana informacijske tehnologije koja se sve više razvija i ima veliki potencijal.

Arhitektura računalstva u oblaku obično se sastoji od prednjeg dijela (engl. *Front end*) i stražnjeg dijela (engl. *Back end*). Prednji dio, odnosno korisničko sučelje, omogućuje lak i intuitivan pristup uslugama u oblaku. S druge strane, stražnji dio obuhvaća infrastrukturu i resurse koji čine temelj tehnologija u oblaku.

Iako računalstvo u oblaku donosi brojne prednosti, ne smiju se zanemariti ni izazovi koje nosi sa sobom. Sigurnost, privatnost, upravljanje resursima te pravni i regulatorni aspekti predstavljaju ključna pitanja koja zahtijevaju pažljivo rješavanje kako bi se osiguralo pouzdano i odgovorno korištenje ove tehnologije.

Servisno orijentirana struktura (SOA) donosi brojne prednosti u računalstvu u oblaku koji su spomenuti ranije u radu, ali također postoji nekoliko potencijalnih izazova koje treba uzeti u obzir. Prvo, složenost implementacije SOA arhitekture može biti zahtjevna. Integracija i upravljanje sa više nezavisnih usluga može zahtijevati dodatna ulaganja u vrijeme i troškove. Drugo, potrebno je osigurati visoku razinu sigurnosti i privatnosti kako bi se izbjegli sigurnosni propusti i potencijalne zloupotrebe.

U konačnici, računalstvo u oblaku nije samo tehnologija, već i poslovni model koji mijenja način na koji korisnici pristupaju i koriste računalne resurse. Njegove sposobnosti poput virtualizacije i prilagodbe korisničkim potrebama čine ga ključnim faktorom za organizacije koje žele ostati konkurentne na dinamičnom tržištu informacijskih tehnologija. No, pokraj gomile prednosti koje arhitektura računalstva u oblaku donosi, jedini način za sigurno i efikasno korištenje ove tehnologije je suočavanje sa izazovima koji dolaze gotovo svakodnevno.

Istražujući arhitekturu računalstva u oblaku na primjeru Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu može se zaključiti da se SRCE uspješno nosi sa svim izazovima modernog informacijskog doba, pružajući vrhunske tehnološke resurse i usluge svojoj akademskoj zajednici.

## Literatura

1. Bairagi, S. I., Bang, A. O. (2015). Cloud computing: History, architecture, security issues. International Journal of Advent Research in Computer and Electronics. Special Issue, 102-108.
2. Dillon, T., Wu, C., Chang, E. (2010). Cloud computing: issues and challenges. Proceedings of the 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), Perth, 20-23 April 2010, 27-33.
3. Jamsa, K. (2022). Cloud computing. Jones & Bartlett Learning.
4. Rittinghouse, J. W., Ransome, J. F. (2016). Cloud computing: implementation, management, and security. CRC press.
5. Sareen, P. (2013). Cloud computing: Types, architecture, applications, concerns, virtualization and role of IT governance in cloud. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 3(3).
6. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.a). O SRCU. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/o-srcu> [pristupljeno: 30.03.2023.]
7. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.b). Usluge SRCA. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/usluge> [pristupljeno: 30.03.2023.]
8. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.c). VDC - Virtualni podatkovni centri. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/vdc> [pristupljeno: 30.03.2023.]
9. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.d). Napredno računanje. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/napredno-racunanje> [pristupljeno: 30.03.2023.]
10. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.e). Računalne i mrežne usluge. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/racunalne-i-mrezne-usluge> [pristupljeno: 30.03.2023.]
11. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.f). Udomljavanje IKT opreme u podatkovnim centrima. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/podatkovni-centri> [pristupljeno: 30.03.2023.]
12. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.g). Autentikacijska i autorizacijska infrastruktura sustava znanosti i visokog obrazovanja. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/aaai> [pristupljeno: 30.03.2023.]
13. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.h). Digitalno obrazovanje. Dostupno na: <https://www.srce.unizg.hr/digitalno-obrazovanje> [pristupljeno: 30.03.2023.]

14. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.i). Crtice iz prošlosti: Odabrani trenuci.  
Dostupno na: <https://50.srce.hr/crtice-iz-proslosti.html> [pristupljeno: 30.03.2023.]
15. Sveučilišni računski centar - SRCE (n.d.j). Podatkovni centri i virtualni poslužitelji.  
Dostupno na: <https://50.srce.hr/podatkovni-centri.html> [pristupljeno: 15.06.2023.]
16. Wiki Srce (2021). HTC Cloud. Dostupno na:  
<https://wiki.srce.hr/display/CRONGI/HTC+Cloud> [pristupljeno: 15.06.2023.]
17. Wiki Srce (2023a). Virtualni poslužitelji. Dostupno na:  
<https://wiki.srce.hr/pages/viewpage.action?pageId=121966457> [pristupljeno:  
15.06.2023.]
18. Wiki Srce (2023b). Zahtjev za kreiranje virtualnog poslužitelja. Dostupno na:  
<https://wiki.srce.hr/pages/viewpage.action?pageId=121966468> [pristupljeno:  
15.06.2023.]
19. Wiki Srce (2023c). Spajanje na konzolu poslužitelja. Dostupno na:  
<https://wiki.srce.hr/pages/viewpage.action?pageId=121966500> [pristupljeno:  
15.06.2023.]
20. Wiki Srce (2023d). Sigurnosna pohrana podataka. Dostupno na:  
<https://wiki.srce.hr/display/VDC/Sigurnosna+pohrana+podataka> [pristupljeno:  
15.06.2023.]
21. Wiki Srce (2023e). NFS. Dostupno na: <https://wiki.srce.hr/display/VDC/NFS>  
[pristupljeno: 15.06.2023.]
22. Wiki Srce (2023f). Proširenje resursa. Dostupno na:  
<https://wiki.srce.hr/pages/viewpage.action?pageId=121966638> [pristupljeno:  
15.06.2023.]

## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 1 Prozor s karticama Virtualni podatkovni centar i Sigurnosna pohrana podataka ..... | 14 |
| Slika 2 Prozor "My services" .....   | 14 |
| Slika 3 Prozor "Catalog" .....   | 15 |
| Slika 4 Zahtjev za kreiranje poslužitelja Windows .....                                    | 15 |
| Slika 5 Spajanje na konzolu .....  | 16 |
| Slika 6 Stranica Self-Service Backup Portal, tab Dashboard.....                            | 16 |
| Slika 7 Stranica za kreiranje poslova .....  | 17 |
| Slika 8 Stranica za upravljanje spremišnim prostorom .....                                 | 17 |