

Vrednovanje postojećih informacijsko-komunikacijskih rješenja u oblaku u odnosu na lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu

Iveković, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:185190>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Domagoj Iveković

**VREDNOVANJE POSTOJEĆIH INFORMACIJSKO-
KOMUNIKACIJSKIH RJEŠENJA U OBLAKU U
ODNOSU NA LOKALNU POSLUŽITELJSKU
INFRASTRUKTURU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**VREDNOVANJE POSTOJEĆIH INFORMACIJSKO-
KOMUNIKACIJSKIH RJEŠENJA U OBLAKU U
ODNOSU NA LOKALNU POSLUŽITELJSKU
INFRASTRUKTURU**

**EVALUATION OF EXISTING INFORMATION AND
COMMUNICATION CLOUD SOLUTIONS IN RELATION
TO THE LOCAL SERVER INFRASTRUCTURE**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Grgurević

Student: Domagoj Iveković

JMBAG: 0135245998

Zagreb, kolovoz 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 18. svibnja 2022.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**
Predmet: **Planiranje telekomunikacijskih mreža**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6606

Pristupnik: **Domagoj Iveković (0135245998)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Vrednovanje postojećih informacijsko-komunikacijskih rješenja u oblaku u odnosu na lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu**

Opis zadatka:

U diplomskom radu potrebno je opisat koncept lokalne poslužiteljske infrastrukture i koncept računarstva u oblaku. Usporedit rješenja u oblaku u odnosu na lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu. Prikazat i strukturirat primjenu metoda za potrebe vrednovanja informacijsko-komunikacijskih rješenja kod malih i velikih kompanija. Provesti vrednovanje različitih infrastrukturnih rješenja korištenjem metoda AHP i TOPSIS.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Ivan Grgurević

VREDNOVANJE POSTOJEĆIH INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH RJEŠENJA U OBLAKU U ODNOSU NA LOKALNU POSLUŽITELJSKU INFRASTRUKTURU

SAŽETAK

Cilj je izrade diplomskog rada prikazati metode vrednovanja AHP i TOPSIS u svrhu planiranja i odluke između lokalne poslužiteljske infrastrukture i korištenja rješenja u oblaku. Usporedna analiza obavit će se na dostupnim rješenjima koja se nude na tržištu, te na onim rješenjima koje velike kompanije najčešće koriste za svoje poslovanje u vidu informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Prikazat će se primjeri korištenja lokalne infrastrukture, infrastrukture u oblaku te primjer korištenja hibridnog rješenja.

KLJUČNE RIJEČI: Lokalna serverska infrastruktura; Računalstvo u oblaku; hibridna rješenja; AHP; TOPSIS.

EVALUATION OF EXISTING INFORMATION AND COMMUNICATION CLOUD SOLUTIONS IN RELATION TO THE LOCAL SERVER INFRASTRUCTURE

SUMMARY

The purpose and goal of this thesis is to show methods of evaluation of AHP and TOPSIS for the purpose of planning and making decision between the local server infrastructure and Cloud computing. Comparative analysis will be performed on the solutions which exists on the market and on those solutions that large companies often uses for business in the form of information and communication technologies. Examples of using local server infrastructure, cloud computing and hybrid solutions will be presented.

KEY WORDS: Local server infrastructure; Cloud computing; hybrid solutions; AHP; TOPSIS.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. KONCEPT LOKALNE POSLUŽITELJSKE INFRASTRUKTURE.....	3
3. KONCEPT RAČUNARSTVA U OBLAKU.....	6
3.1. Modeli poslovanja računarstva u oblaku.....	7
3.2. Modeli primjene računarstva u oblaku.....	10
3.3. Igra u oblaku.....	12
4. USPOREDBA RJEŠENJA U OBLAKU U ODNOSU NA LOKALNU INFRASTRUKTURU	13
5. PREGLED POZNATIH METODA VREDNOVANJA.....	22
5.1. Metoda AHP.....	23
5.2. Metoda Fuzzy AHP.....	26
5.3. Metoda ANP.....	27
5.4. Metoda TOPSIS	28
5.5. Metoda ELECTRE	30
5.6. Metoda PROMETHEE.....	30
5.7. Metoda Grey Theory	30
6..VREDNOVANJE RAZLIČITIH INFRASTRUKTURNIH RJEŠENJA KORIŠTENJEM METODA AHP I TOPSIS.....	32
6.1. Primjena metode AHP.....	33
6.2. Primjena metode TOPSIS	38
6.3. Osvrt na finalni rezultat.....	44
7. ZAKLJUČAK.....	46
LITERATURA	48
POPIS KRATICA I AKRONIMA	50
POPIS SLIKA.....	51
POPIS TABLICA	52

1. UVOD

Digitalizacija manjih i većih kompanija u današnje je vrijeme neizbježna te samo preostaje pitanje kako to učiniti na najpovoljniji način što se tiče kupovine opreme, najma prostora, zapošljavanja stručnjaka i svega onoga što je potrebno da bi jedna mala ili velika kompanija imala digitalizirano poslovanje. Budući da je za digitalno poslovanje potrebno koristiti više poslužitelja, računala, mrežnih uređaja, na kraju i pristup internetu, potrebno je planirati kako sve to osigurati, te koji model izabrati kako bi troškovi mogli biti svedeni na minimum.

Jedno od rješenja kako planirati i izračunati koji je najpovoljniji model digitalizacije jest upotreba nekih od metoda vrednovanja i odluke. U ovom radu koristit će se metode vrednovanja i odlučivanja AHP i TOPSIS te će biti prikazana usporedba tih metoda. Također, bit će prikazane varijacije na spomenute metode u svrhu odabira i odluke između postojećih informacijsko-komunikacijskih rješenja.

Svrha je rada prikazati primjenu metoda za potrebe vrednovanja informacijsko-komunikacijskih rješenja u svrhu implementacije istih kod malih i velikih kompanija. Svrha je rada prikazati i usporednu analizu lokalne poslužiteljske infrastrukture u odnosu na koncept računarstva u oblaku.

Cilj je vrednovanja postojećih informacijsko-komunikacijskih rješenja u oblaku u odnosu na lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu istražiti razloge odabira informacijsko-komunikacijskog rješenja za koja se odlučuju male i/ili velike kompanije te odrediti kriterije koji su važni pri odabiru informacijsko-komunikacijskog rješenja.

Diplomski rad podijeljen je u sedam (7) glavnih cjelina/radnih teza:

1. Uvod
2. Koncept lokalne poslužiteljske arhitekture
3. Koncept računarstva u oblaku
4. Usporedba rješenja u oblaku u odnosu na lokalnu infrastrukturu
5. Pregled poznatih metoda vrednovanja
6. Vrednovanje različitih infrastrukturnih rješenja korištenjem metoda AHP i TOPSIS
7. Zaključak

U uvodnom dijelu rada prikazana je svrha, cilj i koncept diplomskog rada.

Drugo poglavlje „Koncept lokalne poslužiteljske arhitekture“ opisuje fizičke komponente koje su potrebne kod digitalizacije poslovanja te navodi koje su to komponente koje će biti korištene uvijek, neovisno o tome o kakvom se rješenju radi. Bit će prikazane brojne prednosti koje ima lokalna poslužiteljska arhitektura, ali isto tako, bit će navedeni neki od nedostataka, a to je svakako cijena posjedovanja vlastitih resursa.

Treće poglavlje opisuje što je to zapravo računarstvo u oblaku i zašto je došlo do toga da gotovo svi korisnici shvaćaju takav koncept olako, tj. uzimaju ga „zdravo za gotovo“. Bit će prikazane brojne prednosti računarstva u oblaku, a krajnji rezultati vrlo su interesantni budući da je ovakav model poslovanja vrlo popularan.

Četvrto poglavlje prikazuje usporedbe lokalne poslužiteljske infrastrukture i koncepta računarstva u oblaku. Ovo poglavlje okvirno će prikazati koji odabir između ovih dvaju modela je prihvatljiviji te koji bi odabir imao više prednosti, tj. manje nedostataka.

Peto poglavlje daje uvid u metode koje se mogu koristiti kako bi se krajnjem korisniku olakšala odluka i odabir između modela koji postoje. Bit će navedeno nekoliko metoda koje se mogu koristiti te njihove varijacije. U ovom će se radu neke od tih metoda eksperimentalno koristiti unosom prikupljenih parametara kao što su cijena, potreba za prostorom, opseg održavanja te visina sigurnosti.

Šesto poglavlje obuhvaća konkretno donošenje odluke primjenom dviju poznatih metoda odlučivanja AHP i TOPSIS. Korištenjem ovih dviju metoda krajnji rezultati vrlo su zanimljivi. Iako je koncept računarstva u oblaku danas vrlo popularan i dostupan, zanimljivo je istražiti u kojim se to slučajevima lokalna poslužiteljska infrastruktura ipak više isplati za određenu kompaniju.

Sedmo poglavlje obuhvaća kratki osvrt na rezultate istraživanja u kojem je komentirano postoje li parametri koji se ne mogu koristiti kod metode odlučivanja ili se svaki slučaj u svakom od modela poslovanja može egzaktno analizirati i vrednovati.

U Zaključku su sintetizirani svi dobiveni rezultati, dana su zaključna razmatranja, planovi i smjernice za buduća istraživanja na temu vrednovanja postojećih informacijsko-komunikacijskih rješenja u oblaku u odnosu na lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu.

2. KONCEPT LOKALNE POSLUŽITELJSKE INFRASTRUKTURE

Korištenje softvera na lokalnoj poslužiteljskoj infrastrukturi pridonijelo je velikom rastu kompanija koje proizvode softver, te onim kompanijama koje koriste taj softver na vlastitoj infrastrukturi. Istraživanja pokazuju da je potražnja za softverom koji je moguće implementirati na vlastitoj infrastrukturi jednako velika kao i potražnja za korištenjem softvera u oblaku. Više od 50 % anketiranih tvrtki koje ne koriste koncept lokalne poslužiteljske infrastrukture potvrdilo je da zbog takve vrste poslovanja imaju određene nedostatke i gubitke u poslovanju, a istraživanja pokazuju da 75 % tih tvrtki planira implementirati određena rješenja na vlastitu lokalnu infrastrukturu. [1]

Anketirane kompanije navele su sigurnost, zaštitu podataka, integraciju, dostupnost i prilagodljivost kao argumente za potrebu korištenja softvera na lokalnoj infrastrukturi. Trendovi današnjice podrazumijevaju da je korištenje softvera na vlastitoj infrastrukturi i dalje potrebna stavka pozitivnog poslovanja što dokazuje činjenica da je preko 90 % anketiranih kompanija zadovoljno s takvim konceptom korištenja u svrhu poslovanja [1].

Lokalna hardverska infrastruktura koja se postavlja unutar neke manje ili veće organizacije službeno se naziva „*On premise*“. Takvom se infrastrukturom također upravlja i unutar organizacije te je u tu svrhu potrebno posjedovanje ili najam ljudskih resursa koji su osposobljeni za aktivnosti vezane uz postavljanje i održavanje hardvera i softvera [2].

Glavna je ideja ovakve infrastrukture da organizacija u čijem se vlasništvu ona nalazi ima potpunu kontrolu nad resursima kao što su podaci i procesi koji se izvode na infrastrukturi. Nema potrebe da itko drugi ima pristup bilo kakvim informacijama na lokalnoj infrastrukturi. Infrastruktura se može imenovati kao privatni oblak zato što je koncept računarstva vrlo sličan u mnogo usporedbi, međutim ono najbitnije jest da se kod infrastrukture u oblaku ne zna gdje se fizički poslužitelj točno nalazi, tko sve ima pristup njemu te mu se ne može fizički pristupiti [1].

Kod softvera i raznih aplikacija koje su potrebne za rad trenutno je uobičajeno infrastrukturu postaviti negdje u oblaku, no zašto je lokalna infrastruktura možda bolja za implementaciju, bit će navedeno u nekoliko primjera.

Organizacije se odlučuju za lokalnu infrastrukturu iz sigurnosnih, ali i manipulativnih razloga. Kada se podaci nalaze u oblaku, informacije se dijele pomoću pružatelja infrastrukture u

oblaku. To ponekad otvara potencijalne mogućnosti sigurnosti te može biti ključno za organizaciju, osobito ako organizacija nudi financijske, vojne ili zdravstvene usluge.

Sigurnost poslovanja primarni je razlog, ali postoje i brojni drugi čimbenici. Postoje slučajevi kada određenoj kompaniji trebaju jedinstvena rješenja koja će zadovoljavati njezine potrebe u obliku posebnog softvera, no možda baš taj koncept neće moći zadovoljiti nijedan pružatelj usluga u oblaku. Upravo se u tom slučaju nameće rješenje za lokalno postavljanje infrastrukture.

U kontekstu hakerskih napada izrazito je bitna sigurnost. Kada se podaci nalaze na lokalnim poslužiteljima, vlasnik tih podataka odgovoran je za posljedice. Postoji mogućnost zapošljavanja i osposobljavanja vlastitih ljudskih resursa koji će jako dobro poznavati infrastrukturu jer je infrastruktura u vlasništvu kompanije. Na taj će se način rizik od bilo kakvog tipa hakerskih napada smanjiti na minimum.

Još jedan od mogućih rizika jest da pružatelj usluge u oblaku tijekom vremena promijeni svoje poslovanje te se dogode slučajevi u kojima pružatelj prestaje s poslovanjem ili se udruži s drugim pružateljem pa se promijene uvjeti poslovanja. Najgori mogući scenarij jest da se potpuno izgubi sve ono što se nalazi u oblaku jer kompanija koja koristi takvu vrstu usluge neće imati nikakav fizički kontakt s hardverskom opremom.

Često se pojavljuju izazovi kada se softver koji se postavlja u određenu infrastrukturu u oblaku mora prilagoditi. To su situacije gdje se informacijsko-komunikacijski stručnjaci nađu pred izazovom i onda je potrebno prilagođavati te mijenjati određene stvari u softveru i sl.

Kad je u pitanju komunikacija unutar organizacije, aplikacije koje se nameću kao rješenja su „*MS Teams*“, „*Zoom Meetings*“, „*Webex Calling*“ i dr. To su rješenja koja su bazirana na uslugama u oblaku. Dakle, sva komunikacija koja se odvija unutar organizacije zapravo se odvija preko posrednika, ali ponekad baš taj posrednik nije poželjan u komunikaciji.

Primjeri rješenja koja se mogu implementirati lokalno su „*Slack*“ i „*Skype for bussiness*“. Takve komunikacijske platforme mogu se implementirati na lokalnoj poslužiteljskoj infrastrukturi te u tom slučaju posrednika u komunikaciji nema, a vodstvo organizacije ima potpunu kontrolu nad platformom ukoliko dođe do mogućih incidenata.

Lokalna poslužiteljska infrastruktura sastoji se od mnogo komponenata, a ključne komponente su: radna memorija, diskovni prostor, procesorske jedinice, preklopnici, električno napajanje. Uz osnovne komponente, lokalna poslužiteljska infrastruktura može sadržavati puno dodatnih

komponenata kao što su redundantni izvori napajanja, dodatni izvori hlađenja zraka, razni uređaji za praćenje sigurnosnih parametara i sl.

Posjedovanje vlastite infrastrukture svakako je prednost, no postoje i određeni nedostaci koji se nameću kod ovakvog izbora u svrhu poslovanja. Implementacija lokalne infrastrukture u nekoj organizaciji kratkoročno predstavlja izazov gdje je potrebno unaprijed uložiti velika novčana sredstva u hardver i kompletnu instalaciju hardvera i softvera. Troškovi se nastavljaju uz potrebu za licenciranje softvera, sigurnosno kopiranje podataka, dodatne informacijsko-komunikacijske usluge, podršku itd. [3].

Nakon što je kompletna instalacija lokalne infrastrukture spremna za operativne aktivnosti, potrebno je uložiti dodatna sredstva u interno ili vanjsko IT osoblje za neprekidnu podršku, održavanje i sigurnost te pokriti troškove električne energije i troškove održavanja prostora u kojem se oprema nalazi. Dodatne troškove predstavljaju stalna ažuriranja softvera, kupnja hardvera, kupnja dodatnih softvera i licenci.

Kada se dio hardverske opreme pokvari, potrebno ga je zamijeniti ili je moguće periodično mijenjanje većeg dijela hardverske opreme. Za takve aktivnosti potrebna su dodatna ulaganja, a za nove kompanije takva ulaganja mogu biti veliki nedostatak.

3. KONCEPT RAČUNARSTVA U OBLAKU

Računarstvo u oblaku suvremeni je model posluživanja velikog spektra usluga koji omogućuje jednostavan pristup mreži, uslugama i resursima koji mogu biti mreža, poslužitelj, diskovni prostor, razne aplikacije i druge usluge, a sve je to dostupno uz minimalne napore održavanja sustava.

Jedna od definicija računarstva u oblaku, a koja je definirana od instituta NIST (Nacionalni institut za standarde i tehnologiju), po karakteristikama je sljedeća:

1. Široki mrežni pristup

Pristup uslugama dostupan je preko internetske mreže, a moguće joj je pristupiti putem raznih uređaja kao što su mobilni uređaji, prijenosna računala, tableti i sl.

2. Dinamičko dodjeljivanje resursa

Resursi davatelja usluga objedinjeni su za posluživanje više korisnika te se dinamički dodjeljuju fizički resursi u skladu s korisničkim zahtjevima.

3. Posluživanje na zahtjev

Korisnik može koristiti računalne resurse kao što je pohrana, aplikacija i slično bez potrebe ljudske interakcije s davateljem usluga.

4. Elastičnost

Resursi i kapaciteti mogu se dinamički odrediti i osloboditi u skladu s korisničkim potrebama. Dojam računarstva u oblaku jest da su računalni i mrežni resursi neograničeni, a sve je uvijek dostupno na bilo kojem mjestu u bilo koje vrijeme.

5. Kvaliteta usluge

Korištenje resursa i usluga konstantno je nadzirano od strane pružatelja usluga koji može davati povratne informacije korisniku o mogućim pogodnostima, novim uslugama te pružanju tehničke podrške ukoliko je to potrebno.

3.1. Modeli poslovanja računarstva u oblaku

U oblaku je dostupno nekoliko različitih modela usluga ovisno o potrebama korisnika koji mogu biti fizičke osobe, manje ili veće organizacije te velike korporacije. Softver kao usluga ili aplikacija koja je dostupna u oblaku poznata je kao Softver kao usluga (engl. *Software as a Service*), a skraćenica joj je SaaS.

Korištenje SaaS-a veliko je olakšanje za krajnje korisnike jer ne moraju posjedovati vlastitu poslužiteljsku opremu, nemaju brige oko instalacije i održavanja softvera. Korisnici mogu pokretati aplikacije putem internetskog pretraživača ili nekog drugog posrednog klijenta. Primjer SaaS rješenja aplikacije su koje mogu biti instalirane i na korisničkom računalu, a neke od njih su aplikacija za internetsku poštu (*Outlook, Gmail, Apple Mail* i dr.), CRM sustavi (engl. *Customer Relationship Management*), razni programski jezici, sustavi za pohranu podataka, baze podataka i dr.

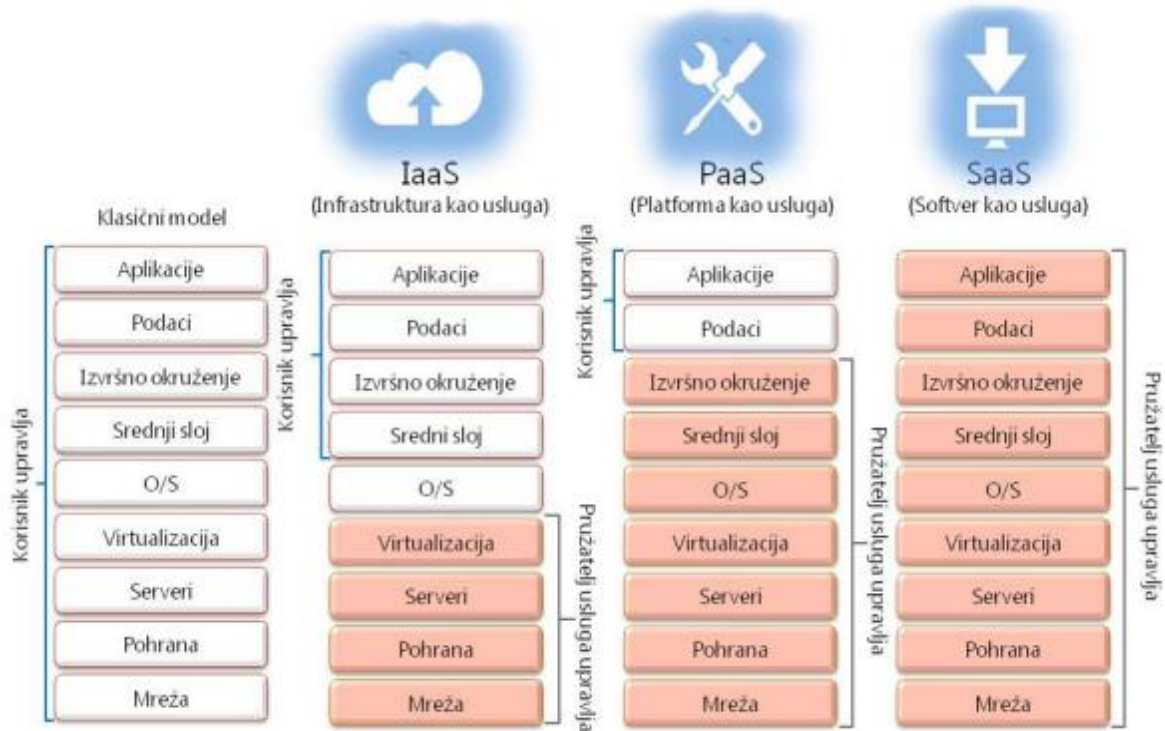
Model SaaS pruža sve potrebne resurse koje korisnici inače mogu implementirati na lokalnoj poslužiteljskoj infrastrukturi, ali korištenjem SaaS modela, nije potrebno puno lokalnih računalnih resursa, stoga je koncept ovog modela u oblaku vrlo popularan.

Kada je korisniku potrebna platforma na kojoj će moći postaviti vlastiti softver, aplikaciju ili čak koristiti lepezu gotovih rješenja, onda za to postoji usluga u oblaku PaaS (engl. *Platform as a Service*) tj. Platforma kao usluga. PaaS se može definirati kao platforma koja omogućuje brzo i jednostavno razvijanje aplikacija bez potrebe za kupovinom softvera i licenci¹, te bez održavanja softvera i infrastrukture na kojoj se on nalazi.

PaaS je vrlo sličan modelu SaaS, no razlika je u tome što PaaS ne isporučuje gotovu aplikaciju za korištenje, već isporučuje platformu na kojoj će se moći razvijati nove aplikacije. PaaS objedinjuje usluge razvoja, implementaciju poslužitelja, testiranja, primjene te održavanja svega navedenog u jednom cjelokupnom okruženju.

Prednost PaaS-a je što omogućuje više uporabnu arhitekturu koja omogućuje većem broju korisnika istovremeno korištenje na razvoju istog rješenja. Također je omogućena integracija s bazama podataka i drugim web uslugama [4].

¹ Softverska licenca – pravni dokument kojim je regulirano korištenje i distribucija softvera.



Slika 1. Model usluga u računarstvu u oblaku [2]

Na Slici 1. prikazani su modeli računarstva u oblaku te klasični model, tj. model lokalne poslužiteljske infrastrukture *On-premise*. Kao što je vidljivo na Slici, kod klasičnog modela krajnji korisnik ili organizacija upravlja svim slojevima u arhitekturi počevši od mrežnog dijela pa sve do instalacije i održavanja aplikacije. Takav model ima puno prednosti, ali i nedostataka koji će biti komentirani u 4. poglavlju ovog rada.

Iz modela se također može vidjeti kako u krajnjem desnom SaaS modelu korisnik ne upravlja nijednim segmentom. U SaaS modelu pružatelj upravlja svime, a korisnik je taj koji koristi gotovo rješenje, kao što bi to mogla biti usluga e-pošte preko internetskog pretraživača.

Jedan od modela koji je prikazan također je i PaaS model. Kod PaaS modela vidljivo je da korisnik upravlja podacima i aplikacijama dok je za sve ostale segmente u hijerarhiji zadužen pružatelj usluge. PaaS koncept vrlo je popularan i sličan je SaaS modelu, no mogućnosti se uvelike razlikuju.

IaaS model najzanimljiviji je jer će se upravo on vrednovati s klasičnim modelom pomoću metoda AHP i TOPSIS (poglavlje 6.) koje služe za analizu i organizaciju kompleksnih odluka, a navedene su metode bazirane na matematičkim metodama i psihološkim aspektima koji najčešće predstavljaju izazov kod odlučivanja te konačnog odabira. IaaS je vrsta usluge

računalstva u oblaku koja nudi bitne resurse za korištenje kao što je pohrana, umrežavanje na zahtjev itd. Jedno od glavnih pitanja zadnjih nekoliko godina za mnoge kompanije jest kada će sve u kompletnu migrirati u oblak, jer dostupnost i sve povoljnije cijene imaju kao posljedicu težnju lokalne infrastrukture prema oblaku.

Razlozi migracije u oblak smanjenje su održavanja lokalnih poslužitelja, ušteda novca na troškovima hardvera te velika fleksibilnost. IaaS rješenja daju fleksibilnost u smanjenju i povezivanju računalnih resursa kada god je to potrebno. IaaS također pomaže u brzom integraciji novih aplikacija i pridonosi bržem razvoju onda kada je to krajnjem korisniku potrebno. Glavna prednost je što kompaniji ne treba prostori za poslužiteljsku opremu te nema velikih početnih ulaganja dok su održavanja minimalna. Fizičkog održavanja nema, a isto tako nema ni troškova režija, kao ni troškova nadogradnje ili zamjene dijelova opreme.



Slika 2. Koncept XaaS modela [5]

Na Slici 2. prikazan je figurativni prikaz XaaS modela. Ovaj model usluge opći je zajednički pojam koji se odnosi na isporuku bilo čega kao usluge, te model kao takav prepoznaje ogroman broj proizvoda, alata i tehnologija koje pružatelji usluga isporučuju korisnicima kao uslugu putem mreže. SaaS, PaaS, IaaS najosnovniji su koncepti te pored njih postoji mnoštvo drugih, a XaaS zajednički je naziv za sve druge koncepte. [5]

Jedno od rješenja današnjice radijska je pristupna mreža u oblaku (engl. *Cloud Radio Access Network - CRAN*), a to je zapravo softversko rješenje u oblaku koje upravlja računalnim funkcijama u radijskoj pristupnoj mreži. Cloud RAN (engl. *Radio Access Network*) održiva je opcija za pružatelje komunikacijskih usluga kako bi oni imali veću fleksibilnost, bržu isporuku

uslugama te veću skalabilnost u mrežama. Takav koncept koristi se u 5G mrežama, a takav model jedan je od doprinosa modernim radijskim mrežama novijih generacija.

Zanimljivo je rješenje usluga sigurnosne kopije podataka BaaS (engl. *Backup as a Service*). Takav model pruža korisnicima sigurnosne kopije i opcije oporavljanja podataka iz oblaka. Pružatelj ovakvih usluga stručnjak je za sigurnosne kopije te posjeduje svu potrebnu hardversku i softversku opremu za izradu sigurnosnih kopija, pohranu sigurnosnih kopija itd. Krajnji korisnik u ovom slučaju ne mora imati dodatne diskovne prostore, održavati sustav ili sudjelovati u zakrpama podataka. Postoji još mnoštvo usluga koje XaaS model uključuje, a broj takvih usluga može u budućnosti samo rasti.

Svaki od osnovnih koncepata u oblaku (SaaS, PaaS i IaaS) može biti sastavni dio spektra usluge koju pruža neki pružatelj usluge kojih danas ima mnogo u tom segmentu. Razlika između modela pružanja usluga je u pristupu usluzi krajnjeg korisnika, a to su modeli javnog oblaka, privatnog oblaka, oblaka zajednice, rasprskavajućeg oblaka te hibridnog oblaka.

3.2. Modeli primjene računarstva u oblaku

Pružatelj usluga u oblaku može biti davatelj svih usluga koje su navedene u prethodnom poglavlju, no ono što se razlikuje kod poslovanja u oblaku jest način pristupa tim uslugama. Tipovi pristupa mogu biti sljedeći:

1. Javni oblak
2. Privatni oblak
3. Hibridni oblak
4. Oblak zajednice i
5. Rasprskavajući oblak (engl. *Cloud Bursting*).

Javni oblak je usluga dostupna putem interneta, a koristi se za pružanje usluga poput SaaS aplikacija te za aktivnosti kao što je pohrana podataka, obrada podataka i sl. Usluge u javnom oblaku najčešće su cjenovno vrlo dostupne i uglavnom se temelje na modelu „plati koliko koristiš“. Usluge u javnom oblaku optimalne su za većinu korisnika jer, kao i većina usluga u oblaku, nema brige oko održavanja poslužiteljske infrastrukture i svega što je vezano uz same poslužitelje. Najveća prednost javnog oblaka neograničena je skalabilnost, a te prednosti dolaze

do izražaja u situacijama gdje su potrebne velike količine računalnih resursa u povremenim kraćim vremenskim intervalima.

Privatni oblak koncept je u kojem se rješenja i infrastruktura nalaze u vlastitoj mreži, tj. u vlasništvu kompanije koja koristi takav koncept. Privatni se oblak koristi kada kompanija treba potpunu kontrolu nad svim aspektima neke usluge i ako se želi ostvariti maksimalna fleksibilnost. Ovakav koncept može zahtijevati značajne investicije i najčešće nije opcija koja je preporučena za kompanije male i srednje veličine. [6]



Slika 3. Shematski prikaz hibridnog koncepta u oblaku [7]

Ponekad poslovanje zahtijeva kombinaciju javnog i privatnog oblaka pa se koncept hibridnog rješenja nameće kao dosta često rješenje u današnje vrijeme. Slikom 3. shematski je prikazano kako korištenje hibridnog oblika poslovanja uključuje javni oblak, privatni oblak te lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu. U takvom se konceptu, primjerice za komunikaciju i interakciju s klijentima, može upotrebljavati javni oblak, a vlastite podatke moguće je čuvati u privatnoj okolini.

Kada je neku uslugu potrebno omogućiti samo određenom broju pojedinaca ili organizacija, moguće je koristiti oblak zajednice. To je koncept koji pruža rješenje računalstva u oblaku ograničenom broju korisnika koji sudjeluju u određenim aktivnostima. Ovakav koncept idealan je kada organizacija posluje na način da posjeduje puno različitih odjela za koje nije poželjno da skupa direktno komuniciraju ili da se važni podaci i aktivnosti otkrivaju direktno između odjela.

Peti navedeni tip pristupa u oblaku je rasprskavajući oblak (eng. *Cloud Bursting*). Radi se o konfiguraciji aplikacije koja omogućuje privatnom oblaku da pristupi javnom oblaku te ostvari

pristup dodatnim računalnim resursima bez prekida usluge. Ovakve sesije u oblaku mogu se automatski pokrenuti kao reakcija na korištenje velike potražnje za određenim resursima. Tehnologija koja stoji iza rasprskavajućeg oblaka uključuje SaaS infrastrukturu koja programerima omogućuje dinamičko konfiguriranje resursa oblaka na zahtjev.

Neke od prednosti rasprskavajućeg oblaka su fleksibilna skalabilnost gdje se oblak može prilagoditi promjenjivim potrebama kapaciteta. Primjerice, kada se organizacija ili tim u nekoj organizaciji nađe u situaciji u kojoj se dogodi neočekivana potreba za rastom resursa na privatnom oblaku, tada se javnom oblaku može pristupiti uz mogućnost neprimjetnog ostvarenja proširenja usluge. Razbijanje oblaka može osloboditi lokalne resurse u privatnom oblaku koji se mogu koristiti u druge svrhe. [8]

3.3. Igra u oblaku

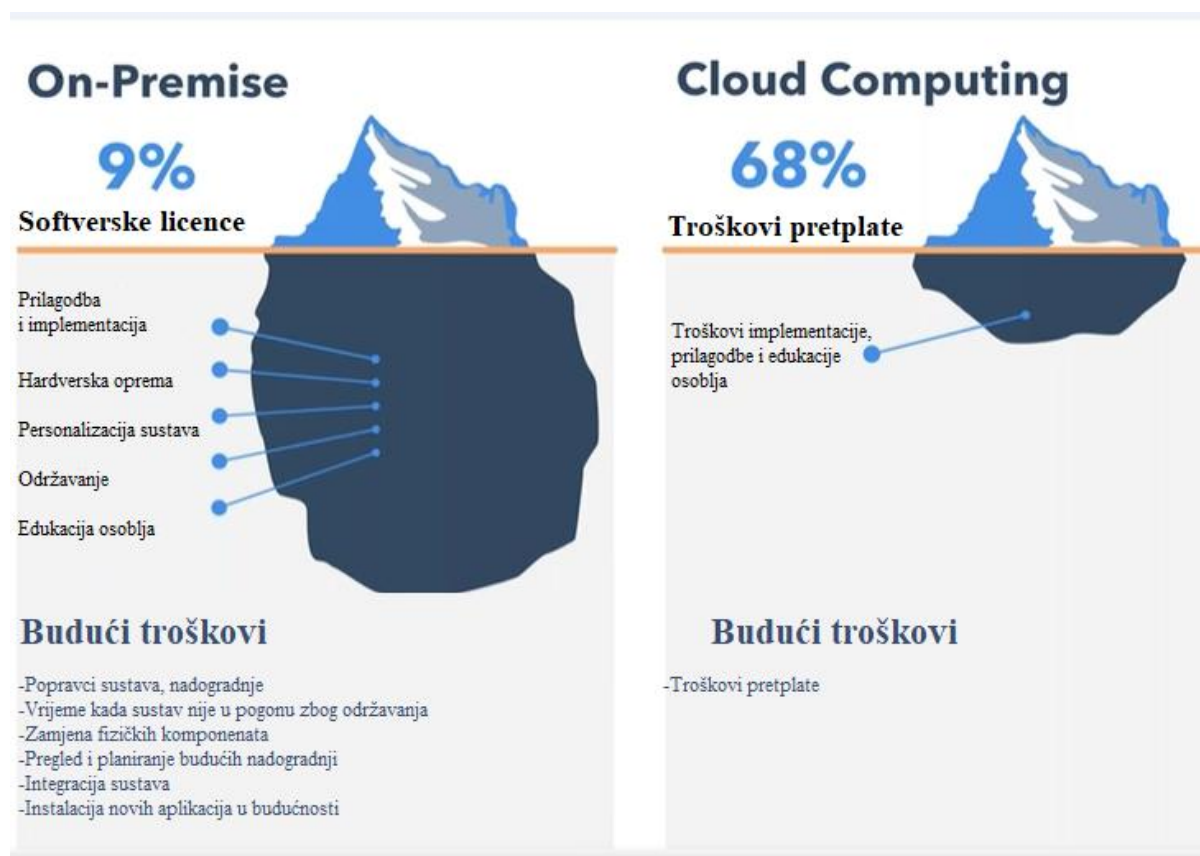
Igranje (engl. *Gaming*) je vrlo popularna aktivnost kod mlađe i starije populacije ljudi. Ono što kod računalnih igara stvara izazov jest potreba za boljim i skupljim hardverskim resursima. Ideja igranja u oblaku ima zanimljive karakteristike jer je poslužitelj u oblaku taj koji pokreće igru, a krajnji igrač, tj. korisnik dobiva videozapis igranja. Na takav način krajnjem korisniku ne treba skupa hardverska konfiguracija, već samo dobra internetska veza što je u današnje vrijeme uglavnom dostupno.

Igre u oblaku mogu se pokretati s bilo kojeg operativnog sustava ili uređaja te proizvođači televizora razmišljaju o tome da bi mogli integrirati podršku za usluge igranja u oblaku. Televizor tako ne bi trebao imati moćan i skupi hardver za igre, a krajnji bi korisnik bio zadovoljan. Budući da je u pitanju oblak, diskovni prostor isto ne predstavlja izazov jer je pohrana u oblaku vrlo popularna aktivnost. [9]

Igrači koji su aktivni u videoigramama uglavnom nisu na meti kibernetičkih napadača jer videoigre pružaju zabavu, a ne zaradu, osim ako se konzument videoigara reklamira na društvenim mrežama ili na neki drugi način. Ono što je bitno jest to da je konzumacija igara u oblaku vrlo dostupna i popularna, a pri tome ne treba razmišljati o sigurnosti. Kada se određena infrastruktura nalazi u oblaku, treba imati na umu da pružatelj oblaka ima jako puno zaposlenika koji bi mogli imati uvid u resurse koji se nalazi u oblaku, stoga postoji određena mogućnost za kompromitaciju podataka, no korisnici videoigara se o takvim stvarima ne trebaju brinuti.

4. USPOREDBA RJEŠENJA U OBLAKU U ODNOSU NA LOKALNU INFRASTRUKTURU

Kako tehnologija napreduje, postavlja se pitanje kada će kompanije sve više svoje poslovanje migrirati prema oblaku. Postavlja se pitanje koje su to prednosti lokalne infrastrukture i zašto se potpuna migracija lokalne infrastrukture u oblak vjerojatno nikada neće dogoditi. [10] Usporedbi tih dvaju koncepata je mnogo. Postoji mnogo prednosti i nedostataka jednog i drugog koncepta, a s obzirom na to da se iz mnogih izvora mogu dohvatiti razne usporedbe, one će biti prikazane pomoću nekoliko usporednih tablica.



Slika 4. Usporedba On-Premise koncepta i rješenja u oblaku [11]

Kompanija pod nazivom „People HR“ provela je istraživanje koje donosi usporedbu između lokalne poslužiteljske infrastrukture i rješenja u oblaku. Fokus istraživanja bio je na cijeni, a na Slici 4. opseg troškova prikazan je figurativno santom leda. Radi se o tome da kod „On-Premise“ koncepta najviše na vidjelo dolaze troškovi kupovine softverskih licenci jer one nisu jeftine i jako brzo se može doći do konkretnih informacija koliko one koštaju. Cilj ovoga bio je prikazati kako se kupovanje hardverske opreme i održavanje ne čini cjenovno skupim ili se barem krajnjim korisnicima takva ulaganja ne čine zahtjevnim. [11]

Softverske licence čine samo 9 % ukupnog budžeta koji čini koncept „*On-Premise*“. Kod same implementacije potrebno je angažirati stručno osoblje koje je sposobno prilagoditi te implementirati cijeli sustav. Cijena rada takvog osoblja varira od države do države, no cijena rada informacijsko-komunikacijskih stručnjaka nije mala. Postavlja se pitanje je li isplativije angažirati vanjskog suradnika ili imati zaposlene vlastite informacijsko-komunikacijske stručnjake. [28]

Općeniti službeni naziv za vanjsko korištenje osoblja je izdvajanje posla ili ispošljavanje, odnosno engl. *outsourcing* koji bi se mogao prevesti kao iznajmljivanje ljudskih resursa koji nisu dio matične organizacije na kraće ili dulje vremensko razdoblje. Korištenje takvog tipa vanjskih suradnika vrlo je popularno u informacijsko-komunikacijskoj industriji. Mnoge kompanije, čak i one najveće poput velikih lanaca restorana, komercijalnih pružatelja usluga, distributera automobila i mnogi drugi iznajmljuju vanjske suradnike u cilju implementacije i održavanja infrastrukture, bilo ona lokalna ili u oblaku.

Kompanija „*Access one*“ iznijela je prednosti iznajmljivanja kompletne službe za korisnike u svrhu implementacije i održavanja informacijsko-komunikacijske infrastrukture. Budući da se oni i sami bave ICT tehnologijama, s njihove strane navedeno je jako puno prednosti takve vrste poslovanja. Kao prednosti se navode manji troškovi, skalabilnost, stručnost zaposlenih ljudi i dr. [12]

Ono što je zanimljivo jest to da je navedeno jako puno nedostataka iznajmljivanja vanjskog osoblja u vidu implementacije i održavanja. Teško je u današnje vrijeme imati na raspolaganju ljudske resurse koji obuhvaćaju sve vještine pa je dosta često najam vanjskih suradnika bolja i isplativija opcija. Na Slici 4. vidljivo je da se najviše troškova nalazi na potopljenoj santi leda koja ima jako veliku površinu, a ti troškovi upravo su vezani za popravke sustava, nadogradnju, integraciju i općenito održavanje sustava i edukaciju ljudskih resursa.

Kod koncepta u oblaku nema takvih troškova, a najveći su trošak pretplate. Poslužitelj koji nudi usluge u oblaku odgovoran je za sve ostalo, no ponekad se ipak javlja potreba za stručnim osobljem koje će se znati koristiti takvim konceptom, no onda se opet postavlja pitanje je li i u tom slučaju isplativiji najam stručnog osoblja ili se isplati imati zaposlene vlastite stručnjake. Budući da se često koristi kombinacija *On-premise* koncepta s raznim rješenjima u oblaku, potreba za stručnim osobljem uvijek će postojati. [29]

Nedostataka najma vanjskih suradnika je mnogo, ali se može puno i uštedjeti na novčanim resursima. Glavni nedostaci kada vanjski suradnici upravljaju infrastrukturom neke kompanije su sljedeći [12]:

1. Nedostatak kontrole
2. Nedostatak informacija i
3. Prividni osjećaj da je uvijek sve u redu.

Nedostatak kontrole definitivno je nedostatak broj jedan jer kompanija koja koristi vanjske suradnike sigurno nema potpunu kontrolu nad vlastitom infrastrukturom. Dapače, često se sklapaju ugovori da organizacije uopće nemaju pristup većini poslužiteljske infrastrukture. Na taj način kompanija sazna da nešto nije u redu tek kad krajnji korisnik, tj. zaposlenik kompanije sazna da mu bilo kakav vid usluge koja se poslužuje nije u operativnoj funkciji. [24]

Nedostatak informacija svakako je moguć jer vanjski suradnik ponekad neće prihvatiti činjenicu da su neki incidenti teže rješivi te će potencijalne nedostatke u znanju i sposobnostima sakrivati od kompanije koje je održavana od strane vanjskih suradnika. Također, moguće su situacije gdje će se vanjski suradnik lažno predstaviti stručnim i sposobnim za održavanje i implementaciju kompleksnijih infrastrukture u cilju dobiti.

Prividni osjećaj da je sve u redu vezan je za nedostatak informacija jer postoji mogućnost gdje bi se na određene incidente moglo unaprijed reagirati, no vanjski suradnik će prikriti takve nepravilnosti jer će se htjeti prikazati sposobnim za daljnje poslovanje u vidu održavanja informacijsko-komunikacijske infrastrukture.

Kod velikih kompanija, prekid rada sustava koji se nalazi na lokalnoj ili na infrastrukturi u oblaku, može se mjeriti u gubitcima u jako velikim novčanim iznosima. [13] U slučaju prekida rada određenog poslužitelja, tisuće korisnika moglo bi ispaštati, a samim time gubi se i novac jer svaka kompanija ima izračunanu ukupnu prosječnu cijenu operativnog rada. Koliko se isplati takve incidente prepustiti vanjskim suradnicima ovisi samo o kompaniji koja je spremna iznajmiti vanjske suradnike, tj. stručnjake. Jedna od takvih usporedbi bit će prikazana Slikom 5.



Slika 5. Prednosti i nedostaci *outsourcing-a* [10]

Kompanija „*The Scalers*“ koja se bavi istraživanjima i usporedbama objavila je studiju vezanu za najam vanjskih suradnika, a manji je dio usporedbe prikazan na Slici 5. Istraživanjem je pokazano da se doista velika količina novčanih resursa može uštedjeti te je ponekad zaista isplativije cijelu infrastrukturu prepustiti vanjskim suradnicima na održavanje. [26]

Prema njihovom istraživanju nedostataka je više nego prednosti. S vremenom je svakako moguće mijenjanje vanjskih suradnika te postoji rizik da se matična kompanija i kompanija koja nudi usluge iznajmljivanja nađu u konfliktu.

Ponekad se kod kompanija poput velikih lanaca hotela može javiti potreba za posjedovanjem pozivnog centra zbog upita u vezi rezervacija, reklamacija i sl. U današnje je vrijeme, iako se većina stvari poput rezervacija odvija putem interneta, za neke aktivnosti i dalje potreban kontaktni centar za krajnje korisnike. Gledajući sa stajališta informacijsko-komunikacijske infrastrukture, lanac hotela bi u ovom slučaju bio korisnik sa stajališta druge kompanije koja bi mogla potencijalno održavati poslužiteljsku infrastrukturu dok bi onaj korisnik koji koristi usluge hotela bio korisnik kompanije koja se bavi hotelijersko-turističkim uslugama. [10]

Budući da je za veći kontaktni centar potrebna određena informacijsko-komunikacijska infrastruktura, postavlja se pitanje je li takva rješenja bolje tražiti kao rješenja u obliku lokalne poslužiteljske infrastrukture ili bi takve potrebe mogle zadovoljiti rješenja koja se nude u oblaku.

Osnovne usporedbe za ta dva rješenja prikazane su u Tablici 1., a kriteriji koji su uspoređivani su: [10]

1. Potrebno vrijeme do nabavke opreme
2. Troškovi
3. Skalabilnost
4. Pouzdanost i
5. Operabilna neprekidnost.

Potrebno vrijeme do nabavke opreme može biti vrlo zahtjevan kriterij, a budući da se radi o kvalitetnijoj opremi koja će se koristiti u svrhu poslovnih procesa, postoji mogućnost da će proći dulje vrijeme do nabavke sve potrebne opreme za početak operabilnog poslovanja. Ponekad prođu tjedni i mjeseci do nabavke naručene opreme koja može biti softverska ili hardverska dok možda pružatelj usluge u oblaku ima svu potrebnu opremu spremnu za rad.

Troškovi obuhvaćaju isplatu radnika, održavanje poslovnih prostorija, plaćanje režija, edukacije radnika i sl. Kod korištenja gotovih rješenja u oblaku nije potrebno brinuti o prostorijama, režijama, edukacijama, zapošljavanju i sl., već je jedina briga plaćanje usluge koju će koristiti djelatnici kontakt centra.

Skalabilnost je također važna jer je u slučaju povećanja kontaktnog centra potrebno razmišljati o nabavci dodatne opreme, dodatnih licenci i sl. Usluge u oblaku pružaju jednostavnu nadogradnju i jednostavnu integraciju.

Pouzdanost je ovdje navedena kao rezultat kvalitete softverskih i hardverskih rješenja koja će se koristiti za potrebe rada kontakt centra te je kvaliteta mreže povezana s kvalitetom poziva ili s brzinom prijenosa podataka koja je isto tako bitna za besprijekoran rad kontakt centra.

Operabilna neprekidnost u ovom slučaju ovisi o poslužiteljima te o robusnosti mreže na kojoj se poslužitelji nalaze.

Tablica 1. Usporedba On-Premise i Cloud postavke kontakt centra [15]

	On-premise pozivni centar za usluge	Pozivni centar u oblaku
Potrebno vrijeme do nabavke opreme	Postavljanje On-premise pozivnog centra moglo bi potrajati dulje vremena zbog nabavke opreme.	Kraće vrijeme postavljanja. Ovakav oblik zahtijeva samo instalaciju aplikacije te povezanost s internetom.
Troškovi	Zahtijeva više troškova zbog nabavke hardverske opreme, licenci te postavljanja poslužitelja.	Hardverski troškovi smanjeni su na minimum budući da se cijela infrastruktura nalazi u oblaku.
Skalabilnost	Zahtijeva više uloženog vremena i novčanih resursa.	Usluga se lako proširuje bilo gdje i bilo kada u kratkom vremenu.
Pouzdanost	Veća pouzdanost mogla bi zahtijevati bolju opremu kako bi kvaliteta poziva bila na visokom nivou.	Kvaliteta poziva ovisi isključivo o dobroj povezanosti s internetom.
Operabilna neprekidnost	Mogućnost kašnjenja poziva zbog mogućih kvarova na poslužiteljima u slučaju incidenata.	Glatka tranzicija poziva u slučaju incidenata te u tom slučaju ne dolazi do prekida usluge.

Tablica 1. prikazuje neke od usporedbi *On-Premise* koncepta i rješenja u oblaku. U slučaju incidenta u kontaktnom centru gdje postoji mogućnost da on postane nedostupan, možda je ipak bolje rješenje imati zaposleno vlastito stručno osoblje koje će se brinuti oko takvih usluga, no za takve odluke postoji niz metoda vrednovanja koje sudjeluju kod krajnjih odluka. Cilj je metoda vrednovanja usporediti podatke i pomoći kompaniji, tj. krajnjem korisniku u odabiru krajnje odluke dok ocjenjivanje određenih parametara koji su ključni za donošenje krajnjih odluka ovisi o potrebama i željama kompanija, tj. krajnjih korisnika.

Još jedna usporedba *On-Premise* rješenja i koncepta u oblaku iznesena je od kompanije „MAXIMIZER CRM“ koja se bavi CRM (engl. *Customer Relationship Management*) rješenjima.



CLOUD vs. ON-PREMISE



<ul style="list-style-type: none">- Manji početni troškovi- Predvidljivi troškovi tijekom vremena- Nema investiranja u poslužiteljsku opremu- Mogućnost većih troškova tijekom vremena	<ul style="list-style-type: none">- Manji troškovi gledano dugoročno- Početna velika ulaganja bi se mogla činiti visoko rizičnim za kompaniju- trošak poslužiteljske opreme i održavanja
<ul style="list-style-type: none">- Lako i brzo postavljanje (postavljanje od strane pružatelja usluga u oblaku)	<ul style="list-style-type: none">- Vlasnik opreme je dužan sam snositi odgovornost za postavljanje i održavanje opreme- Implementacija sustava može dugo potrajati- Povećanje sustava tijekom vremena za više korisnika moglo bi biti skupo
<ul style="list-style-type: none">- Visok stupanj konzistencije i stabilnosti za usluge, podrška pružatelja usluga za nadogradnje sustava- Direktan pristup bazi podataka nije dozvoljen iz sigurnosnih razloga što bi moglo stvarati određene poteškoće	<ul style="list-style-type: none">- Direktan pristup bazi podataka, mogućnost obavljanja kompleksnih zadataka- Prekid rada usluge tijekom instalacije zakrpi, potreban redundantni poslužitelj
<ul style="list-style-type: none">- Poslužiteljska oprema je održavana od strane pružatelja te je pružatelj usluge također zadužen za nadogradnju sustava te popravke	<ul style="list-style-type: none">- Održavanje, instalacija zakrpi, popravci i sl. obavlja vlasnik poslužiteljske opreme
<ul style="list-style-type: none">- Za sigurnost i zaštitu podataka zadužen je pružatelj usluge- Sigurnost i zaštita podataka ovisi od poslužitelja do poslužitelja gdje postoji iskusnije te manje iskusnije osoblje	<ul style="list-style-type: none">- Sigurnost je u rukama vlasnika poslužiteljske opreme, velika kontrola nad sustavom i podacima- Vlasnik opreme odgovara za gubitak podataka, sigurnosne propuste te za svu štetu koja bi mogla nastati tijekom vremena

Slika 6. Usporedba *On-Premise* koncepta i rješenja u oblaku [15]

Usporedba koja je prikazana Slikom 6. sadrži prednosti i nedostatke u najvažnijim segmentima koji su od interesa. Cilj je bio prikazati više različitih usporedbi iz više različitih izvora kako bi se moglo doći do što više podataka koji bi mogli biti od interesa kod vrednovanja *On-Premise* i rješenja u oblaku.

Ono što je uvijek broj jedan u usporedbama ovih dvaju koncepata jest cijena, tj. troškovi od samog početka ulaganja i odabira pravog koncepta pa sve do održavanja i nadogradnje. Ono što je interesantno, a prikazano je Slikom 6. jest to što je navedeno kako kod usluga u oblaku krajnji korisnik ne može maksimalno iskoristiti određenu uslugu, tj. korištenje softvera na vlastitoj poslužiteljskoj infrastrukturi uvijek nudi veće mogućnosti. [16]

Jedan od koncepta koji nije ostvariv u oblaku jest intranet. Naziv za mrežu svih mreža je internet, a internet je zapravo javna mreža. Krajnjim korisnicima i kompanijama uglavnom treba pristup vanjskoj mreži, tj. pristup internetu, no ponekad potrebe poslovanja nameću razvijanje i korištenje privatne mreže.

Intranet je unutarnja, privatna mreža kompanije koja je izgrađena na skoro identičan način kao i internet. Intranet je namijenjen organizaciji i njezinim suradnicima te je zaštićen od vanjskog pristupa jer se intranetu ne može pristupiti izvana. Razvoj intraneta poprilično je značajan te je korisnicima omogućen širok spektar mogućnosti uključujući centralizirano mjesto za pohranu podataka, aplikacije za upravljanje podacima, čak je moguća implementacija privatne društvene mreže.



Slika 7. Figuratívni prikaz intraneta [17]

Korištenjem lokalne poslužiteljske infrastrukture moguće je uspostaviti privatnu mrežu koja uključuje siguran pristup, pohranu podataka, suradnju i komunikaciju sa zaposlenicima te dijeljenje informacija kao što je prikazano Slikom 7.

Usporedba *On-Premise* koncepta i rješenja u oblaku je mnogo. Jednom i drugom rješenju priložene su neke od najznačajnijih karakteristika i neka od najzanimljivijih obilježja. Usluga u oblaku može biti dostupna u jako kratkom vremenskom razdoblju, tj. odmah dok je fizičku infrastrukturu potrebno planirati određeno vrijeme. Jedno rješenje nije u cjelini bolje od drugog rješenja, već se jedino može razmatrati koje rješenje je prihvatljivije za određenu aktivnost u određenim uvjetima pod određenim kriterijima.

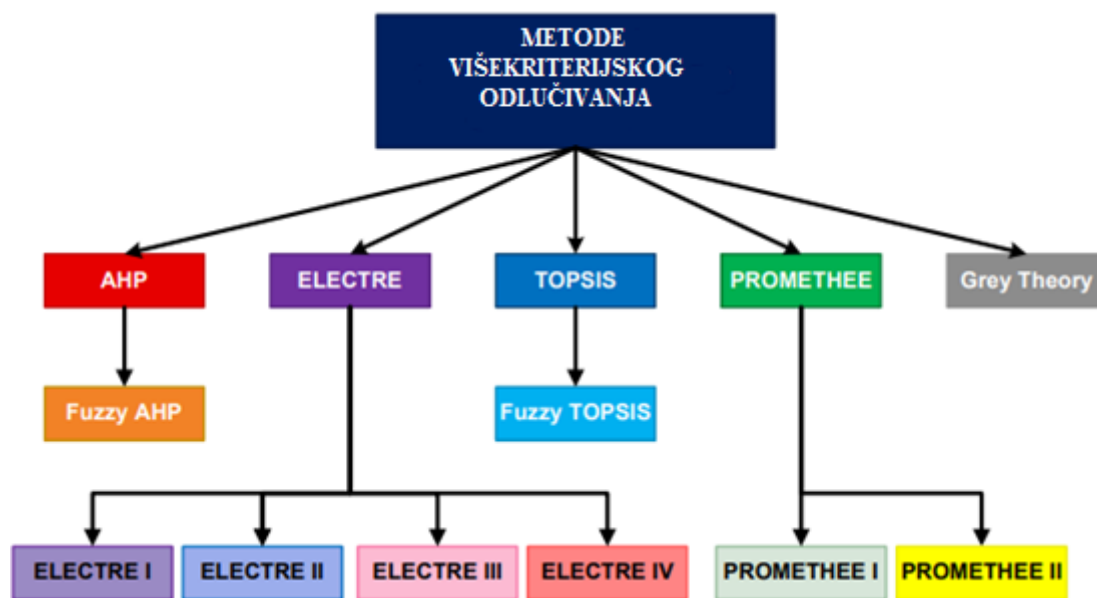
Za dio aktivnosti velik broj organizacija koristi lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu dok za određeni dio poslovanja koristi rješenja u oblaku. Takva arhitektura naziva se hibridnom jer se aktivno koriste jedan i drugi koncept istovremeno. Kombinacije i mogućnosti korištenja jako je puno jer kako se može kombinirati korištenje *On-Premise*, oblaka ili hibridnog rješenja, tako se može kombinirati posjedovanje vlastitog stručnog osoblja, iznajmljenog stručnog osoblja ili kombinacija jednog i drugog gdje postoji određen broj zaposlenih vlastitih stručnih ljudskih resursa uz povremeno angažiranje vanjskih suradnika u svrhu implementacije i održavanja informacijsko-komunikacijske infrastrukture.

5. PREGLED POZNATIH METODA VREDNOVANJA

Postoji mnogo poznatih metoda vrednovanja, međutim općenito standardizirana podjela metoda višekriterijskog odlučivanja ne postoji. Metode vrednovanja mogle bi se podijeliti prema načinu uključivanja donositelja odluke u proces odlučivanja, prema postupku rješavanja problema, prema vrsti problema koji se rješava itd. Metode vrednovanja i odlučivanja najbolje je prikazati svaku zasebno, a neke od najpoznatijih metoda vrednovanja su [18]:

1. AHP
2. TOPSIS
3. PROMETHEE
4. FUZZY AHP
5. ELECTRE i
6. Grey Theory.

Slikom 8. prikazan je hijerarhijski pregled metoda višekriterijskog odlučivanja koje se najviše koriste u literaturi.



Slika 8. Hijerarhijski pregled metoda vrednovanja i odlučivanja [18]

Slikom 8. shematski su prikazane metode višekriterijskog odlučivanja koje će biti opisane. Metode AHP i TOPSIS bit će detaljnije opisane te će se koristiti u odlučivanju između dvaju različitih koncepata poslovanja u svrhu odabira boljeg rješenja. Metoda *Fuzzy AHP* proizlazi

iz standardne AHP metode dok *Fuzzy* TOPSIS proizlazi iz TOPSIS metode. Iz ELECTRE metode proizlazi više metoda jer se svaka od njih zasniva na zasebnom algoritmu. Iz PROMETHEE metode proizlazi PROMETHEE 1 koja služi za organizaciju rangiranja te PROMETHEE 2 koja služi za krajnji odabir. Metoda *Grey Theory* često je korištena u širokom spektru znanosti, a koristi se u sustavima koji uključuju nepotpune informacije.

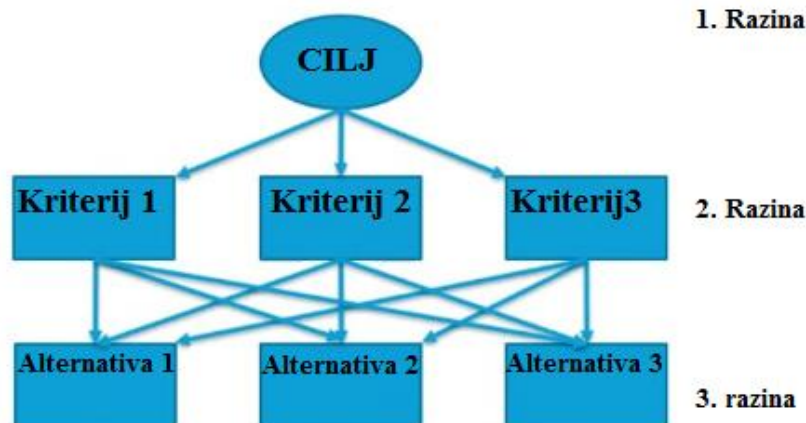
Za aktivnosti vezane za višekriterijsko odlučivanje kao što je slaganje modela, izračun rješenja i alternativa mogu se koristiti razna softverska rješenja. Expert Choice jedan je od poznatijih programskih alata koji se koristi u te svrhe, međutim Microsoft Excel vrlo je moćan alat koji uz sve mogućnosti koje nudi također može poslužiti kao alat za izračun rješenja i alternativa kod višekriterijskog odlučivanja.

5.1. Metoda AHP

Analitički hijerarhijski proces (AHP) jedna je od najpopularnijih metoda. Metoda je vrlo primjenjiva te se pomoću te metode može lakše objasniti višekriterijsko odlučivanje. AHP metodu razvio je Thomas L. Saaty 1980. godine što je tada bio veliki napredak u donošenju odluka koje su se mogle koristiti za analizu odluka velikih razmjera kao što su višekriterijska analiza, analitički mrežni proces (engl. *Analytic Network Process*), TOPSIS i druge metode. AHP metoda pomaže donositeljima važnih odluka pronaći najbolje rješenje koje odgovara cilju, problemima i izazovima u budućim poslovnim procesima. Metoda AHP transformira složeni problem u sustav hijerarhije, a za takvu transformaciju opisana su četiri koraka za dobivanje težinskih vrijednosti.

Većina višekriterijskih metoda odlučivanja najprije strukturiraju probleme, a tek onda slijede daljnje operacije. Donositelji odluka ne trebaju davati ocjene, npr. od jedan do pet, već se daju subjektivne ocjene koje se općenito koriste u svakodnevnom životu. Koraci koji se provode nakon dobivanja težinskih vrijednosti provjera su konzistentnosti te analiza osjetljivosti. Ovi koraci nisu obavezni, ali je preporuka provesti ih kako bi se potvrdila stabilnost rezultata. Provjere ispravnosti krajnjih rezultata uobičajene su u svim metodama koje se temelje na međusobnoj usporedbi kriterija odluke.

Analytic Hierarchy Process (AHP)



Slika 9. Struktura AHP procesa [27]

Primjer izrade hijerarhije za AHP, ali i za druge metode prikazan je Slikom 9. Izazovi koji zahtijevaju koncept višekriterijskog odlučivanja složeni su te ih je potrebno raščlaniti. Raščlanjivanje problema može se obaviti u dvije faze. Prva faza obavlja se kod samog strukturiranja problema dok se druga faza obavlja tijekom dodjele prioriteta entitetima koji se uspoređuju. Jednom kada se svaka pojedina usporedba u višekriterijskim tehnikama ocijeni, moguće je obaviti razne operacije te doći do konačnih vrijednosti odluke.

Na Slici 8. također je vidljivo kako je na vrhu hijerarhije predstavljen cilj dok su na nižoj hijerarhijskoj razini postavljeni kriteriji, a alternativna su rješenja smještena na dno hijerarhije. Budući da će se ova metoda koristiti u odluci između odabira dviju tehnologija koje su glavna tema ovog rada, AHP metoda bit će detaljnije opisana u svrhu boljeg razumijevanja procesa korištenja ove metode u konkretnim primjerima.

Osim u odluci između informacijsko-komunikacijskih rješenja, AHP metoda inače se može koristiti u jako mnogo područja kao što su politika, industrija, obrazovanje i dr.

AHP metoda sastoji se od četiriju osnovnih koraka: [19]

1. Izrada hijerarhije
2. Ocjenjivanje entiteta u hijerarhiji
3. Usporedba entiteta i
4. Strukturiranje matrice vrijednosti.

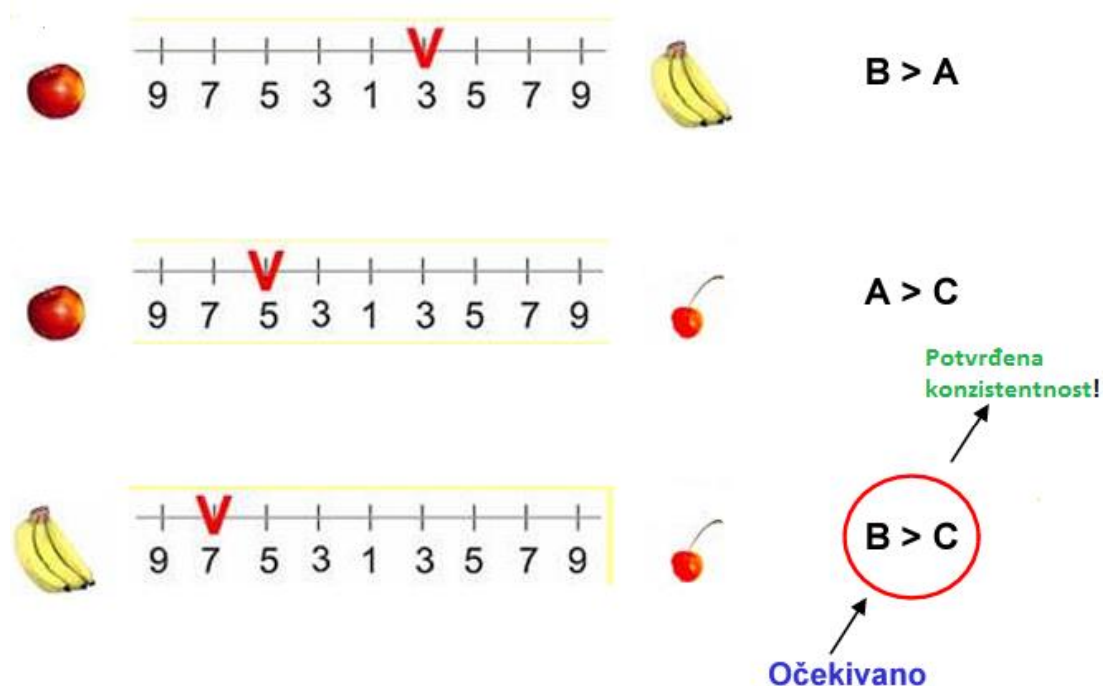
Na vrhu hijerarhije uvijek se nalazi cilj dok će na drugoj razini u ovom radu biti prikazani kriteriji kao što su cijena, održavanje, prostor i sigurnost budući da se uspoređuju tehnologije i rješenja vezane uz informacijsko-komunikacijske tehnologije.

Kod ocjenjivanja entiteta u hijerarhiji mora sudjelovati više osoba, a u svrhu izrade ovog rada, ocjene su proizašle proučavanjem raznih znanstvenih radova, istraživačkih članaka, skupljanjem mišljenja stručnih kompanija, komparacijom cijena na tržištu i mnogih drugih čimbenika kako bi ocjene bile maksimalno vjerodostojne. [20]

Strukturiranje matrice vrijednosti svodi se na računске operacije, tj. jednom kada je matrica s vrijednostima definirana, preostaje slijediti korake koji vode prema krajnjem izračunu težinskih vrijednosti.

Dodatni korak koji je predložen u literaturi jest provjera konzistentnosti usporedbi. Ponekad zbog puno različitih kriterija može doći do nepravilnosti kod dodjele ocjene kriterijima. Kod više usporedbi istog objekta postoji mogućnost da se daju različite ocjene.

Slikom 10. prikazan je primjer konzistentnog ocjenjivanja. Za primjer su navedena tri objekta, a to su jabuka, banana i šljiva. Relacije između tih triju objekata bit će opisane težinskim vrijednostima prema *Saatyjevoj* skali u numeričkom rasponu između broja 9 na strani jednog objekta koji se uspoređuje do broja 9 na strani drugog objekta koji se uspoređuje. [21]



Slika 10. Jednostavan primjer konzistentnosti [17]

Kao što je prikazano Slikom 10., težinsko ocjenjivanje moglo bi se opisati kao korištenje klasičnih vaga koje bi imale postolje na svakoj strani pa bi se na jednu stranu postavio objekt za koji se ne zna masa (npr. u kilogramima) dok bi se na drugu stranu postepeno dodavali utezi u cilju dovođenja vage u položaj ravnoteže.

Kod težinskog ocjenjivanja prvo je potrebno odrediti koji je objekt od većeg interesa, a zatim je potrebno ocijeniti koliko je taj objekt stvarno bitan u odnosu na drugi objekt s kojim se uspoređuje. Tako je u ovom primjeru banana sa stajališta neke osobe bolji izbor od jabuke, no dodatnim ocjenjivanjem osoba je mogla iskazati kako banana ipak nije toliko interesantnija od jabuke pa je na skali od 1 do 9 banana dobila broj 3.

Ono što na Slici 10. nije prikazano jest suprotna vrijednost jer se svaki objekt mora uspoređivati sa svakim. Tako će se u jednoj iteraciji uspoređivati jabuka s bananom, a u drugoj iteraciji banana s jabukom. Ako je u prvoj iteraciji banana u odnosu na jabuku dobila vrijednost 3, tada će jabuka u drugoj iteraciji dobiti recipročnu vrijednost, tj. broj $1/3$.

Ono što je bitno u ovom primjeru jest da je sustav prikazan Slikom 9. konzistentan. Ako je banana dobila veću ocjenu od jabuke, a jabuka je dobila veću ocjenu od trešnje, onda nije moguće da trešnja dobije veću ocjenu od banane. Postoji princip po kojem se takve nepravilnosti mogu izračunati, a takav postupak zove se provjera konzistentnosti. Navedeni primjer dosta je jednostavan jer se međusobno uspoređuju samo tri (3) objekta, no ponekad se umjesto triju (3) objekata može uspoređivati deset (10) objekata. Kriterij usporedbe ne mora biti fizički objekt, već to može biti usluga pa čak i osoba kao radni resurs, no isto tako može biti prostorija, kuća, zgrada ili bilo koji drugi događaj, vrijednost ili objekt od interesa.

Detaljnija usporedba gdje će biti uspoređivani kriteriji od interesa u informacijsko-komunikacijskom okruženju bit će prikazana u idućem poglavlju.

5.2. Metoda Fuzzy AHP

Metoda koja se temelji na AHP metodi, ali s određenim razlikama zove se *Fuzzy AHP*. Razlika je u tome što *Fuzzy AHP* metoda određuje prioritete pomoću tzv. *Fuzzy* trokuta. Koraci koji se primjenjuju kod ove metode su sljedeći:

1. Definiranje problema i određivanje mogućih rješenja
2. Strukturiranje matrice vrijednosti

3. Provjera konzistentnosti
4. Postavljanje trokuta s *Fuzzy* vrijednostima
5. Računanje vrijednosti *Fuzzy* vektora i
6. Rangiranje vrijednosti i odabir konačnog rješenja.

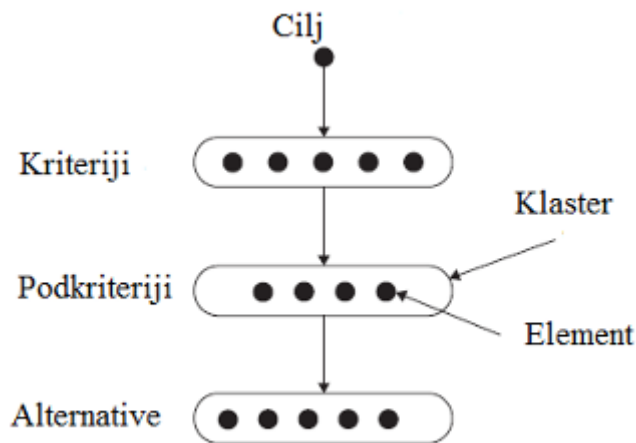
Fuzzy AHP primjenjuje se kada dolazi do određenih nesigurnosti kod odlučivanja. Primjer kod nesigurnosti je kada donositelj odluke nije u potpunosti siguran pri donošenju procjene ili mu nisu dostupne sve potrebne informacije. Ukoliko su dostupne sve informacije koje su potrebne za donošenje odluke, bolje je odabrati klasičnu AHP metodu, no ako postoji nedostatak informacija ili određena nesigurnost oko vrednovanja određenih kriterija, tada se može koristiti ova metoda.

5.3. Metoda ANP

ANP metoda (engl. *Analytic Network Process*) metoda je koja je sama po sebi slična AHP metodi i nešto jednostavnija u odnosu na AHP metodu. Ova metoda vrlo je sofisticirana te se koristi u mnogim područjima, isto kao i AHP metoda. ANP metoda osmišljena je tako da se definiraju interakcije kriterija i alternativa u obliku mreže uz pomoć povratnih veza. Postavljanje problema se kod ove metode rastavlja na klasterne i čvorove unutar tih klastera pa se zbog toga smatra da ova metoda ima praktičan pristup pri odlučivanju.

ANP metoda sastoji se od pet koraka:

1. Dekompozicija problema
2. Formiranje klastera
3. Strukturiranje modela
4. Usporedba kriterija i postavljanje prioriteta te
5. Analiza rješenja.



Slika 11. Hijerarhijska struktura u metodi ANP [22]

Slikom 11. prikazana je ovisnost između čvorova. Čvor iz kojeg izlazi strelica je ishodišni čvor te on utječe na idući čvor prema kojem je strelica usmjerena. Svi elementi u ovom sustavu mogu međusobno komunicirati.

5.4. Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS (engl. *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) razvijena je 1981. godine. To je metoda koja se zasniva na rješenju koje bi se moglo predstaviti i grafički, a rješenje predstavlja vrijednost u kojem objekt od interesa ima najkraću udaljenost od pozitivnog idealnog rješenja.

Odlučivanje TOPSIS metodom započinje na način da se prvo definiraju idealna pozitivna i idealna negativna rješenja. Optimalni alternativni ishod je onaj koji je u geometrijskom smislu najbliži idealnom pozitivnom rješenju, tj. ishod koji je najudaljeniji od idealnog negativnog rješenja. Cilj je rangirati ishode od interesa.

Idealno rješenje definira se pomoću najvećih numeričkih vrijednosti alternativnih ishoda za svaki pojedinačni kriterij te se obrnuto od toga negativno idealno rješenje predstavlja kao najmanja numerička vrijednost nekog objekta ili događaja od interesa.

Postupak TOPSIS metode provodi se u četiri koraka:

1. Postavljanje početne matrice odlučivanja
2. Normalizacija podataka

3. Određivanje težinskih koeficijenata i

4. Formiranje rang liste.

Metoda TOPSIS započinje postavljanjem početne matrice odlučivanja u kojoj se nalaze objekti od interesa te njihovi kriteriji koji imaju određenu numeričku ili subjektivnu vrijednost. Primjer početne tablice prikazuje Slika 12.

Atribut ili kriterij	Cijena	Prostor	Kamera	Izgled
Uređaj 1	250 \$	16 GB	12 MP	Izvrstan
Uređaj 2	200 \$	16 GB	8 MP	Prosječan
Uređaj 3	300 \$	32 GB	16MP	Dobar
Uređaj 4	275 \$	32 GB	8MP	Dobar
Uređaj 5	225 \$	16 GB	16 MP	Ispod prosijeka

Slika 12. Postavljanje matrice odlučivanja [27]

U primjeru na Slici 12. prikazana je situacija u kojoj se kupuje mobilni uređaj te su uređena četiri kriterija koja će biti „okidač“ ili kriterij za krajnju odluku između jednog od pet mobilnih uređaja. Na Slici 12. vidljivo je da su cijena, podatkovni prostor i kamera prikazani numeričkim vrijednostima, no bitno je primijetiti da su vrijednosti podatkovnog prostora i kamere prikazane po principu gdje veća vrijednost predstavlja prednost dok u ovom primjeru numerička vrijednost cijene predstavlja obrnuti princip. Veća numerička vrijednost cijene predstavlja negativni scenarij kod kupnje uređaja.

Kao što je već prije navedeno, kriteriji koji se vrednuju ne moraju biti numerički opisani, već mogu biti i subjektivno opisani kao što su u ovom primjeru navedeni izrazi za izgled (prosječan, dobar, izvrstan), no zato se takvim izrazima pridruži numerička vrijednost u obliku ocjene te se onda mogu obaviti daljnje računske operacije.

Idući koraci bit će detaljnije prikazani u idućem poglavlju u kojem će biti naveden primjer korištenja TOPSIS metode u informacijsko-komunikacijskom okruženju.

5.5. Metoda ELECTRE

Metoda ELECTREE (engl. *Elimination Et Choice Translating Reality*) predstavljena je 1965. godine, a u prijevodu bi značila eliminacija i izbor izražavanja stvarnosti. Ova metoda koristi se za tri glavna problema, a to su rangiranje, sortiranje i odabir. Navedena metoda dijeli se na ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS i ELECTRE TRI. Svaka metoda zasniva se na zasebnom algoritmu koji se sastoji od uvjeta suglasnosti i nesuglasnosti, a algoritmi se definiraju pomoću željene razine suglasnosti i nesuglasnosti pri odabiru. ELECTRE I služi za donošenje odluka dok ELECTRE II, III, IV služe za rješavanje problema rangiranja. Metoda ELECTRE TRI koristi se kod problema dodjeljivanja.

5.6. Metoda PROMETHEE

Metoda PROMETHEE razvijena je 1982. godine, a skraćeni naziv dolazi od engleskog naziva *Preference ranking organization method for enrichment of enrichment evaluation*.

PROMETHEE je metoda organizacije rangiranja preferencija za obogaćivanje procjene. Ovu metodu najbolje je koristiti kada skupina ljudi rješava složene probleme jer navedena metoda uključuje mnogo prosudbi i percepcija različitih ljudi čije odluke imaju dugoročan i značajan utjecaj. Posebna prednost ove metode je kada u odluci sudjeluju ljudi iz različitih znanstvenih područja baš zbog toga što metoda uključuje puno prosudbi i percepciju svakog čovjeka u timu.

Donositelj odluke treba izabrati jednu od šest preferencijalnih funkcija te odgovarajuće granične vrijednosti za svaki kriterij na najnižoj razini hijerarhije. U ovoj metodi granične vrijednosti predstavljaju informacije koje su granične pri odabiru ili odbacivanju neke odluke.

5.7. Metoda Grey Theory

Metoda *Grey Theory* koristi se za proučavanje nesigurnosti, a razvijena je 1982. godine. U ovoj metodi problemi se definiraju s vrlo malo informacija i podataka koji se obrađuju matematičkom analizom. Kada proces odlučivanja nije jasan, ova metoda ispituje interakcijsku analizu te uspoređuje velik broj ulaznih podataka koji su nepotpuni i međusobno se mogu jako razlikovati.

Temeljni princip ove teorije sastoji se od 6 načela, tj. aksioma: [22]

1. Načelo razlika u informacijama

Razlika podrazumijeva postojanje informacije. Svaka informacija mora nositi neku vrstu razlike.

2. Princip nejedinstvenosti

Rješenje bilo kojeg problema unutar potpune i neodređene informacije nije jedinstveno.

3. Princip minimalne informacije

Jedna od karakteristika ove teorije jest da ona najbolje koristi minimalno dostupnu količinu informacija.

4. Načelo baze prepoznavanja

Informacija je temelj na kojem ljudi prepoznaju i razumiju.

5. Načelo prioriteta nove informacije

Funkcija novih informacija veća je od funkcije starih informacija.

6. Princip apsolutnog sivila

Nepotpunost informacija je apsolutna.

Svaka od navedenih metoda ima svoju svrhu te će svaka od metoda biti korisna u procesima donošenja odluke. Ne postoji najbolja i najgora metoda, već samo ona metoda koja je najprikladnija za provedbu u određenim procesima vrednovanja i za donošenje odluke konačnog rješenja.

6..VREDNOVANJE RAZLIČITIH INFRASTRUKTURNIH RJEŠENJA KORIŠTENJEM METODA AHP I TOPSIS

Za procjenu težinskih vrijednosti kriterija koristit će se AHP metoda te će se dobivene vrijednosti uvrstiti kod odabira najpoželjnije usluge gdje će se koristiti TOPSIS metoda za krajnji odabir. Kriteriji kojima će se računati težinske vrijednosti bit će cijena, prostor, održavanje i sigurnost jer su upravo ti kriteriji najbitniji kod početka planiranja ciljane infrastrukture. Broj kriterija ovisi o vrsti planiranja, a po potrebi može biti jako velik.

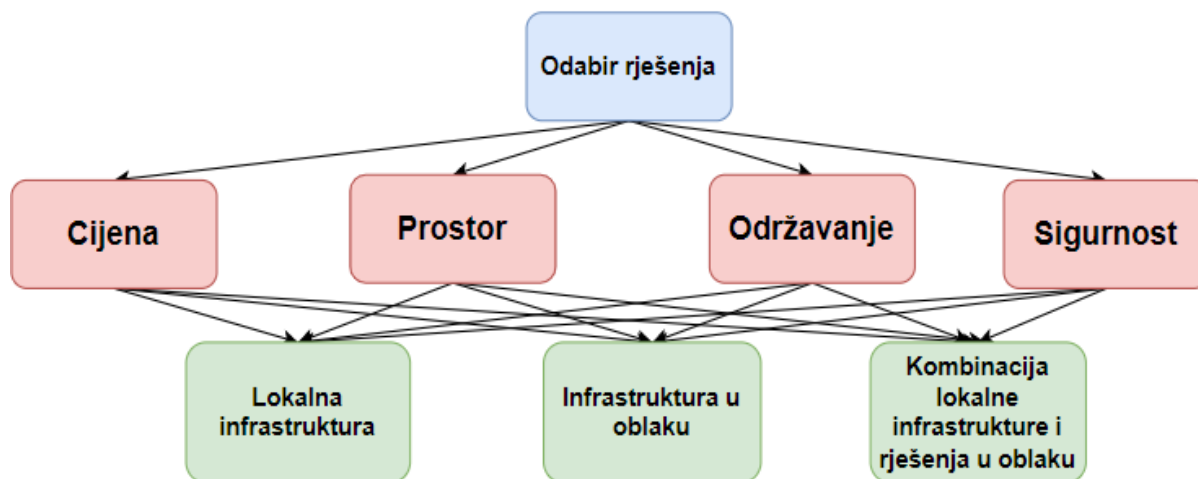
Svi kriteriji koji će se koristiti ocijenjeni su na temelju istraživanja iz dostupnih izvora [3, 4, 11, 24], a za potrebe ovog rada uzete su srednje vrijednosti ocjenjivanja, stoga treba uzeti u obzir da se ocjenjivanje i odabir adekvatnih kriterija razlikuje na razini pojedinaca, grupe te manjih i većih kompanija. Zapravo je i cilj da postoje razlike u ocjenjivanju jer je bitan ukupan doprinos ljudi koji rade istraživanje koristeći neku od navedenih metoda.

Budući da je dostupno jako puno ponuda koje sadrže cijene, a one variraju od opsega koji će se koristiti, u svrhu ovog istraživanja uzete su prosječne cijene koje su javno dostupne na javnim internetskim stranicama kompanija koje nude usluge rješenja u oblaku, licence za razne alate koji se najčešće koriste i sl. Izvori iz kojih su se u svrhu ovoga rada uspoređivale cijene su [25, 33], a radi se o najvećim pružateljima usluga u oblaku od strane kompanija kao što su Microsoft i Amazon. Za usporedbu cijena usluga u oblaku u odnosu na fizičku hardversku opremu za lokalnu infrastrukturu koristio se poznati *Software Advice* kalkulator [32], a cijene hardverske opreme općenito su preuzete sa *Servers direct* [34]. Red veličina cijena bit će prikazan vrijednostima od 1 do 5 budući da se svakim danom cijene mijenjaju za jako puno stvari pa tako i za aktivnosti koje su vezane za informacijsko-komunikacijske aktivnosti.

Jeftiniji kriterij imat će cijenu 1 ili bliže jedinici dok će onaj skuplji imati vrijednost 5 ili vrijednost bliže petici. Mogle bi se uzeti i stvarne vrijednosti u realnim valutama, ali zbog diskretnosti te u svrhu ovog istraživanja bolje će se uklopiti numeričke vrijednosti.

6.1. Primjena metode AHP

Primjena metode AHP počinje izvedbom hijerarhijske strukture koja će u vrhu piramide sadržavati glavni cilj dok će kriteriji biti na nižoj razini. Na najnižoj razini nalazit će se alternativni odabiri. Hijerarhijska struktura prikazana je Slikom 13.



Slika 13. Prikaz hijerarhijske strukture za izračun težinskih vrijednosti (Izvor: Autor)

Nakon što je izrađena hijerarhijska struktura, sljedeće je potrebno izraditi matricu usporedbe kriterija. Matrica usporedbe osmišljena je tako da se svi kriteriji međusobno težinski vrednuju. Kao što je prikazano u primjeru, uspoređujući cijenu i prostor, daje se pozitivna važnost cijeni, a kada se prostor ponovno uspoređuje s cijenom, daje se recipročna težinska vrijednost prostoru. Kada se kriterij uspoređuje sam sa sobom, vrijednost se stavlja na 1.

Tablica 2. Matrica usporedbe ocjene kriterija

Kriteriji	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Cijena	1	4	6	7
Prostor	1/4	1	2	3
Održavanje	1/6	1/2	1	4
Sigurnost	1/7	1/3	1/4	1

U Tablici 2. vidljivo je da ima sveukupno 16 vrijednosti, a lako je zaključiti kako 4 vrijednosti tada moraju imati vrijednost 1 dok 6 vrijednosti mora imati vrijednost koja je veća od 1.

Preostalih 6 vrijednosti ima vrijednost manju od 1 kako bi bio uspostavljen težinski sustav. Tablica usporedbe može imati puno više kriterija i težinskih vrijednosti, no zbog jednostavnosti uzeta su četiri najzastupljenija kriterija koja se smatraju najvažnijim u procesu odabira tipa infrastrukture bilo ona u oblaku, lokalna ili rješenja u hibridnom obliku.

Sljedeća aktivnost koja slijedi s matricom usporedbe jest pretvaranje vrijednosti koje su zapisane u obliku razlomka u decimalni zapis što je prikazano Tablicom 3.

Tablica 3. Matrica usporedbe u drugačije zapisanom obliku

Kriteriji	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Cijena	1	4	6	7
Prostor	0.25	1	2	3
Održavanje	0.17	0.5	1	4
Sigurnost	0.14	0.33	0.25	1

Sve vrijednosti u obliku razlomka svedene su na zapis u decimalnom obliku zaokruženom na dvije decimale što je sasvim dovoljno za primjenu AHP metode. Matricu je prigodno svesti na ovakav oblik zbog kasnijeg jednostavnijeg računanja.

Idući korak, prikazan Tablicom 4., sumiranje je vrijednosti u svakom stupcu posebno u svrhu dobivanja udjela u postocima koliko je svakom kriteriju dodijeljeno važnosti. Iako se vrijednosti kreću između 0 i 9, koje god da su vrijednosti u tablici, sve će se na kraju pretvoriti u zapis koji će prikazivati vrijednosti manje od 1.

Tablica 4. Sumiranje svakog stupca te korak prema dobivanju sljedećih vrijednosti

Kriteriji	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Cijena	$\frac{1}{1.71}$	$\frac{4}{5.83}$	$\frac{6}{9.25}$	$\frac{7}{15}$
Prostor	$\frac{0.4}{1.71}$	$\frac{1}{5.83}$	$\frac{2}{9.25}$	$\frac{3}{15}$
Održavanje	$\frac{0.17}{1.71}$	$\frac{0.5}{5.83}$	$\frac{1}{9.25}$	$\frac{4}{15}$
Sigurnost	$\frac{0.14}{1.71}$	$\frac{0.33}{5.83}$	$\frac{0.25}{9.25}$	$\frac{1}{15}$

Sljedeći korak je sumirati svaki red zasebno te sumu svakog reda podijeliti sa 4 zato što svaki red ima 5 vrijednosti. Na taj se način dolazi do krajnjeg cilja, a to je dobivanje težinske vrijednosti za svaki kriterij.

Tablica 5. Prikaz završnog izračuna

Kriteriji	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost	Težinska vrijednost
Cijena	0.58	0.69	0.65	0.47	0.59
Prostor	0.23	0.17	0.22	0.20	0.20
Održavanje	0.10	0.09	0.11	0.27	0.13
Sigurnost	0.08	0.06	0.03	0.07	0.05

Kao što je vidljivo iz Tablice 5., približna suma svakog stupca je 1 što je zapravo bio krajnji cilj. Ovim izračunom vidljivo je kako cijena ima najveću težinsku vrijednost, a iza nje slijede prostor, održavanje i sigurnost. Bilo je za očekivati da će cijena imati najveću težinsku vrijednost, no zato će u kasnijem dijelu rada biti komentirani mogući kriteriji koji bi se mogli dodati i koji bi potencijalno mogli imati veću težinsku vrijednost.

Preostaje izračunati konzistentnost težinskih vrijednosti kriterija. Ako kriteriji nisu pravilno vrednovani, onda cijeli izračun nije dobar kao osvrt za daljnje planiranje.

Tablica 6. Prikaz koraka u kojem se sumira svaki redak

Kriteriji	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost	Sumirana vrijednost
Cijena	0.58	0.69	0.65	0.47	2.39
Prostor	0.23	0.17	0.22	0.20	0.82
Održavanje	0.10	0.09	0.11	0.27	0.57
Sigurnost	0.08	0.06	0.03	0.07	0.24

Svaka sumirana vrijednost iz Tablice 6. podijelit će se s težinskom vrijednosti svakog kriterija te će se na taj način dobiti vrijednosti koje su potrebne za daljnji izračun konzistentnosti.

Tablica 7. Dobivanje predzavršnih vrijednosti

Sumirana vrijednost redaka	Težinska vrijednost kriterija	Vrijednost nakon dijeljenja λ
2.39	0.59	4.05
0.82	0.20	4.10
0.57	0.13	4.08
0.24	0.05	4.80

U Tablici 7. prikazane su vrijednosti nakon podjele sumirane vrijednosti redaka te težinskih vrijednosti kriterija. Preostaje pronaći aritmetičku sredinu dobivenih vrijednosti nakon dijeljenja te odabrati indeks konzistentnosti (korištenjem Tablice 8.) za onoliko kriterija koliko je korišteno u izračunu.

Tablica 8. Indeksi konzistentnosti [21]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R.I.	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52

Budući da su se u metodi AHP koristila četiri kriterija, uzima se iznos 0.89, a prosječna vrijednost vrijednosti nakon dijeljenja iz Tablice 8. je 4.33. Slijedi daljnji izračun konzistentnosti.

$$\text{Indeks konzistencije} = \frac{(4.25 - 4)}{4 - 1} = 0.083 \quad (1)$$

$$\text{Omjer konzistentnosti} = \frac{0.83}{0.90} = 0.092 \quad (2)$$

$$0.092 < 0.10$$

Omjer konzistencije manji je od 0.1 pa je ovaj izračun valjan i može se koristiti u svrhu daljnjih izračuna. Mali omjer konzistencije pokazuje da kod početnog ocjenjivanja kriterija nije bilo velikih oscilacija kada su se dva ista kriterija više puta međusobno ocjenjivala. Rezultati dobiveni metodom AHP bit će iskorišteni u idućem poglavlju kod korištenja metode TOPSIS.



6.2. Primjena metode TOPSIS

Kod primjene metode TOPSIS ubacivat će se vrijednosti entiteta koji se međusobno uspoređuju u cilju krajnjeg odabira. Težinske vrijednosti dobivene primjenom metode AHP integrirat će se u metodi TOPSIS. Uspoređuju se sljedeći entiteti:

1. Lokalna poslužiteljska infrastruktura
2. Poslužiteljska infrastruktura u oblaku i
3. Hibridni oblik koji uključuje primjenu korištenja jedne i druge infrastrukture.

Cijene će biti evaluirane vrijednostima od 1 do 5 gdje veća vrijednost prikazuje skuplju, tj. veću vrijednost. Iako su stvarne cijene jako visoke, zamjena vrijednostima od 1 do 5 neće utjecati na usporedbu entiteta jer je metoda takva da se sve vrijednosti svedu na vrijednosti manje od 1. Dobivanje omjera stvarnih vrijednosti i vrijednosti koje će se koristiti u izračunu neće biti prikazane, no omjeri su stvarni. Cilj je prikazati koji je koncept infrastrukture povoljniji.

Za primjer će biti prikazana ponuda od jednog pružatelja takvih usluga kako bi se stekao dojam o kojim se iznosima radi.

 LINUX  WINDOWS	START-W	PLUS-W	EXTRA-W
CIJENA	299 kn/mj.	899 kn/mj.	1499 kn/mj.
UGOVORNA OBAVEZA	Ne	Ne	Ne
VCPU 	1	4	8
RAM	2 GB	4 GB	8 GB
HDD	50 GB basic	80 GB fast	100 GB fast
CLOUD INTERFACE 	10 Mbps	50 Mbps	50 Mbps
JAVNA IP ADRESA	1	1	1
PRIVATNA IP ADRESA	1	1	1
ANTIVIRUSNA ZAŠTITA	Da	Da	Da
BACKUP**	Da	Da	Da

Slika 14. Prikaz IaaS ponude jedne od hrvatskih kompanija [23]

Na Slici 14. mogu se vidjeti osnovni entiteti koji se nude u sklopu koncepta u oblaku te okvirni troškovnik koji može rasti u nedogled dodavanjem jako puno entiteta u paket usluge. Troškovnik komponenata, koje su identične i samo bi bile fizički dostupne korisniku koji planira digitalizaciju kompanije u sklopu lokalne poslužiteljske infrastrukture, neće biti prikazan. Usporedbom i istraživanjem pokazalo se kako je koncept u oblaku puno jeftiniji u početku, no korištenjem u razdoblju od dvije godine koncept lokalne poslužiteljske infrastrukture pokazao se dvostruko povoljnijim ako se uzima u obzir isključivo infrastruktura te zakup osnovnih licenci za platformu i softver koji se postavlja na lokalnu infrastrukturu.

Također treba uzeti u obzir da troškovnik prostorija neće biti prikazan u cijeni kao kriteriju kod vrednovanja pojedine infrastrukture, već će se one vrednovati na način da će se gledati zahtijeva li pojedina infrastruktura korištenje prostora u većim razmjerima ili ne zahtijeva korištenje prostora uopće. Kod koncepta u oblaku nije potrebno brinuti o iznajmljivanju ili osposobljavanju posebnih prostorija za poslužiteljsku infrastrukturu, no ovaj izazov može se gledati i na drugačiji način jer se podrazumijeva da kompanija mora imati određeni prostor za svoje poslovanje pa tako jedna prostorija za stacioniranje poslužiteljske opreme ne stvara nikakvo, ili stvara minimalno opterećenje.

Koncept u oblaku će se kod primjene metode TOPSIS odnositi na IaaS, tj. infrastrukturu kao uslugu jer se zapravo uspoređuje isplati li se fizički imati vlastitu opremu ili ju iznajmljivati. Neke od prednosti i nedostataka tih dviju opcija bit će komentirane, a izbor najviše ovisi o onome što pojedinac ili kompanija smatra najboljim izborom.

Održavanje infrastrukture bit će prikazano ocjenama od 1 do 10, gdje ocjene bliže 1 ukazuju na to da održavanje dolazi u manjim mjerama, a ocjene bliže 10 da održavanje dolazi više u obzir. Cijene održavanja nisu integrirane u kriterij, tj. težinsku vrijednost „Cijena“.

Sigurnost će kao bitna stavka također biti razmatrana i vrednovana ocjenama od 1 do 10, odnosno od manje sigurnog do najsigurnijeg rješenja. Fizička sigurnost je kod koncepta u oblaku više izražena jer to je ono što pružatelj garantira. Kod lokalne infrastrukture korisnik je obavezan sam snositi odgovornost što se tiče fizičke sigurnosti. Kibernetička sigurnost neće biti vrednovana jer ona ovisi o ljudskim resursima te raznim sigurnosnim pogreškama i propusnostima.

Cjenik ljudskih resursa i dodatnih komponenti, kao i licenci, bit će naknadno prikazani i komentirani. Puno je mogućih kombinacija, stoga će naknadno biti prikazane usporedbe ljudskih resursa kao vanjskih korisnika, a zatim posjedovanje vlastitih stručnjaka.

Tablica 9. Početna tablica u metodi TOPSIS

Alternativa / kriterij	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Lokalna infrastruktura	1.6	9	7	5
Cloud infrastruktura	3.2	1	3	7
Hibridna rješenja	2.4	5	5	6

Tablica 9. sadrži stvarna rješenja između kojih treba odabrati njihove stvarne kriterijske vrijednosti. Početne numeričke vrijednosti mogu biti drugačijih redova veličina jer će se tijekom izračuna sve vrijednosti svesti na vrijednosti manje od 1.

Izračun počinje s izračunom vektora normalizacije:

$$I = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2} \quad (3)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}} \quad (4)$$

Kako bi izračun vektora normalizacije bio olakšan, prvo će se izračunati vrijednosti korištenjem izrazom (3) koji je zapravo nazivnik vektora normalizacije.

Tablica 10. Početak normalizacije tablice

Alternativa / kriterij	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Lokalna infrastruktura	1.6	9	7	5
Cloud infrastruktura	3.2	1	3	7
Hibridna rješenja	2.4	5	5	6
$\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2}$	4.3	10.34	9.11	10.49

U Tablici 10. prikazana je formula za normalizaciju vrijednosti. Cilj je krenuti od prvog stupca te svaku vrijednost u njemu kvadrirati.

$$1.62 + 3.22 + 2.42 = 18.56$$

$$92 + 12 + 52 = 107$$

$$72 + 32 + 52 = 83$$

$$52 + 72 + 62 = 110$$

Zatim je potrebno odrediti korijene iz dobivenih iznosa:

$$\sqrt{18.56} = 4.3$$

$$\sqrt{107} = 10.34$$

$$\sqrt{83} = 9.11$$

$$\sqrt{110} = 10.49$$

Tablica 11. Postupak dijeljenja s dobivenim vrijednostima

Alternativa / kriterij	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Lokalna infrastruktura	1.6 / 4.3	9 / 10.34	7 / 9.11	5 / 10.49
Cloud infrastruktura	3.2 / 4.3	1 / 10.34	3 / 9.11	7 / 10.49
Hibridna rješenja	2.4 / 4.3	5 / 10.34	5 / 9.11	6 / 10.49

Idući korak prikazan Tablicom 12. ključan je zato što će se u tablicu dodati težinske vrijednosti koje su dobivene AHP metodom. Te vrijednosti pomnožit će se s vrijednostima iz Tablice 11.

Tablica 12. Integracija težinskih vrijednosti dobivene iz AHP metode

	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Težinske vrijednosti	0.59	0.2	0.13	0.05
Lokalna infrastruktura	0.37*0.59	0.87*0.2	0.77*0.13	0.48*0.05
Cloud infrastruktura	0.74*0.59	0.09*0.2	0.33*0.13	0.66*0.05
Hibridna rješenja	0.56*0.59	0.48*0.2	0.55*0.13	0.57*0.05

U Tablici 13. dodat će se redci koji će sadržavati vrijednosti s idealno najboljim i najgorim rezultatom.

Tablica 13. Dobivanje parametara v_j^+ i v_j^-

Kriteriji	Cijena	Prostor	Održavanje	Sigurnost
Alternativa - Tip kriterija	Negativan	Negativan	Negativan	Pozitivan
Lokalna infrastruktura	0.22	0.174	0.1	0.02
Cloud infrastruktura	0.44	0.018	0.04	0.03
Hibridna rješenja	0.33	0.018	0.07	0.03
Idealno najbolje(v_j^+)	0.22	0.09	0.04	0.03
Idealno najgore(v_j^-)	0.44	0.174	0.1	0.02

Za daljnji izračun koristit će se sljedeće formule:

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (5)$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (6)$$

Budući da su kriteriji cijena, prostor i održavanje poželjni da budu što niži, jer ih se tako vrednovalo u početnoj tablici TOPSIS analize, uzimaju se najmanje vrijednosti kao najbolje vrijednosti dok se za sigurnost uzima najveća vrijednost.

Formule (5) i (6) računaju idealno najbolje i idealno najgore rješenje na način da se sumiraju razlike idealnih rješenja s pojedinom vrijednosti iz svakog retka.

Slijedi uvrštavanje vrijednosti u formule:

$$s_i^+ = \sqrt{(0.22 - 0.22)^2 + (0.09 - 0.174)^2 + (0.04 - 0.1)^2 + (0.03 - 0.02)^2}$$

$$s_i^+ = \sqrt{(0.22 - 0.44)^2 + (0.09 - 0.018)^2 + (0.04 - 0.04)^2 + (0.03 - 0.03)^2}$$

$$s_i^+ = \sqrt{(0.22 - 0.33)^2 + (0.09 - 0.09)^2 + (0.04 - 0.07)^2 + (0.03 - 0.03)^2}$$

$$s_i^- = \sqrt{(0.44 - 0.22)^2 + (0.174 - 0.174)^2 + (0.1 - 0.1)^2 + (0.02 - 0.02)^2}$$

$$s_i^- = \sqrt{(0.44 - 0.44)^2 + (0.174 - 0.018)^2 + (0.1 - 0.04)^2 + (0.02 - 0.03)^2}$$

$$s_i^- = \sqrt{(0.44 - 0.33)^2 + (0.174 - 0.09)^2 + (0.1 - 0.07)^2 + (0.02 - 0.03)^2}$$

Nakon što su dobivene vrijednosti idealnog najboljeg te idealno najgoreg rješenja za svaki redak, slijedi finalni izračun:

$$C_i = \frac{s_i^-}{s_i^+ + s_i^-} \quad (7)$$

Za Finalni izračun koristit će se izraz (7) u kojem se računa omjer između najgore vrijednosti te sume najbolje i najgore vrijednosti.

Dobivene vrijednosti uvrštavaju se u Tablicu 14.

Tablica 14. Izračun finalne vrijednosti

Entiteti	s_i^+	s_i^-	$s_i^{++s_i^-}$	C_i
Lokalna infrastruktura	0.567	0.22	0.787	0.279
Cloud infrastruktura	0.694	0.167	0.861	0.193
Hibridna rješenja	0.581	0.14	0.721	0.194

Zatim slijedi tablica s finalnim poretkom:

Tablica 15. Rangiranje rješenja

Alternativa	Težinske vrijednosti	Rang
Lokalna infrastruktura	0.279	1
Cloud infrastruktura	0.193	2
Hibridna rješenja	0.194	3

Konačni izračun prikazan Tablicom 15. pokazuje kako je najpovoljnije rješenje korištenje isključivo lokalne infrastrukture zato što je najveća težinska vrijednost bila pridodana cijeni kao kriteriju. Treba uzeti u obzir da će krajnji izračun varirati ovisno o željama i potrebama krajnjeg korisnika koji odlučuje i vrednuje kriterije. Iduće potpoglavlje sadrži komentare finalnog rezultata.

6.3. Osvrt na finalni rezultat

Finalnim izračunom pokazano je kako se korištenje isključivo lokalne infrastrukture pokazalo kao najbolji odabir. Je li to doista tako i što sve može utjecati na krajnji izbor bit će prikazano na sljedećim primjerima.

U mnogim kompanijama određena su se rješenja u oblaku pokazala jako dobrima te je nekoliko dobrih mišljenja korisnika izneseno na platformama javnih zajednica, a jedna od njih je „*community spiceworks*“ [1].

Jedna od zanimljivih tema korištenjem izvora [1] bila je sljedeća: „ Bi li kompanija infrastrukturu vlastite e-pošte trebala posluživati na lokalnoj poslužiteljskoj infrastrukturi ili u oblaku?“ Mnogi korisnici komentirali su kako je migracija kompanijske e-pošte u oblak doprinijela jednostavnosti te imaju manje brige oko vođenja određenih procesa koji su vezani uz implementaciju i održavanje kompanijske e-pošte.

Određen broj korisnika ipak je komentirao kako i dalje za takvu vrstu usluge koriste lokalnu infrastrukturu. Istraživanjem iz nekoliko različitih izvora [6, 8, 9] doista se pokazalo kako koncept jedne i druge infrastrukture ovisi o potrebama kompanije i krajnjeg korisnika, te kompanije često upotrebljavaju dio usluga na vlastitoj infrastrukturi, a dio usluga na poslužiteljskoj infrastrukturi u vidu oblaka.

Iduća zanimljiva dvojba bila je sljedeća: „Bi li kompanija trebala izvršavati sigurnosnu kopiju podataka na lokalnoj infrastrukturi ili u oblaku?“

Iz izvora [31] su iznesene prednosti i nedostaci sigurnosnog kopiranja na lokalnoj infrastrukturi te prednosti i nedostaci sigurnosnog kopiranja u oblaku. Sigurnosno kopiranje u oblaku prikazano je boljim rješenjem jer pruža brži dohvat sigurnosne kopije, a zahtijeva i manje korištenje računalnih resursa. Glavni argument je da se prostor za sigurnosno kopiranje koristi onoliko koliko je potrebno.

Ovisno o potrebama kompanija i krajnjih korisnika, drugačije će se vrednovati kriteriji kod odabira krajnjeg rješenja. Koncept *On-Premise* uvijek će biti sigurniji jer uvid u resurse ima samo kompanija koja ima svoju vlastitu lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu, no ponekad se rješenja u oblaku cjenovno više isplate pa su takva rješenja jednostavnija za implementaciju i održavanje.

Iako je finalnim izračunom pokazano kako je lokalna infrastruktura najbolje rješenje, u praktičnom smislu koriste se jedna i druga rješenja, ali i kombinacija tih rješenja. Većina

kompanija i krajnjih korisnika koristi hibridni oblik rješenja u kojem se dio usluga poslužuje na lokalnoj poslužiteljskoj infrastrukturi dok se dio usluga poslužuje u oblaku. Dodavanjem dodatnih kriterija korištenim metodama vrednovanja, krajnji izračun bio bi približno isti, no treba uzeti u obzir da su u svrhu izračuna uzeti najbitniji kriteriji.

7. ZAKLJUČAK

U svrhu usporedbe različitih infrastrukturnih rješenja potrebno je shvatiti koncept rješenja koja su u današnje vrijeme dostupna na tržištu. Rješenja za lokalnu poslužiteljsku infrastrukturu je mnogo, međutim implementacija i održavanje takvih rješenja podrazumijeva suradnju sa stručnim osobljem koje može biti u vlasništvu kompanije ili može biti iznajmljeno. Prednosti *On-Premise* koncepta su sigurnost, izravno upravljanje nad infrastrukturom i aplikacijama te skalabilnost. Nedostaci koji se javljaju kod ovakvog rješenja velika su početna ulaganja te potreba za prostorom i stručnim osobljem. Ovakav je tip rješenja tradicionalan te ga je moguće implementirati u poslovne i privatne svrhe.

Računarstvo u oblaku moderniji je oblik poslovanja koji omogućuje jednostavan pristup uslugama i resursima uz minimalne napore, stoga nema potrebe za održavanjem sustava od strane korisnika. Jedini su nedostaci još uvijek relativno visoke cijene za široki spektar usluga. Koncepti koji obilježavaju rješenja u oblaku su SaaS, PaaS i IaaS, ali budućnost oblaka je XaaS koncept koji uključuje sve moguće usluge kao usluge koje su dostupne iz oblaka. [30]

Usporedbi *On-Premise* koncepta i rješenja u oblaku je mnogo te se iz različitih izvora mogu pronaći različite usporedbe, stoga je teško prosuditi koje je rješenje idealno za neku kompaniju. Idealno bi bilo isprobati jedno i drugo rješenje za sve pa donijeti odluku, no zato postoji stručni kadar koji se bavi implementacijom i može savjetovati krajnjeg korisnika koja rješenja su optimalna i prihvatljiva.

Kao što postoje različita infrastrukturna rješenja, tako postoje različita rješenja što se tiče implementacije i održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava. Neke se kompanije odlučuju za zapošljavanje i edukaciju vlastitog stručnog osoblja dok se mnogo kompanija u današnje vrijeme odlučuje za najam stručnog osoblja u vidu implementacije i održavanja. Prednosti i nedostataka jednih i drugih je puno, ali najvažnija prednost vanjskih suradnika manja je cijena te veća fleksibilnost u poslovanju dok je prednost vlastitog osoblja veća kontrola nad vlastitim sustavom. Nedostaci vlastitog osoblja su veća cijena za osoblje koje implementira i održava sustave s time da se uvijek javlja potreba za dodatnim edukacijama dok je glavni nedostatak kod vanjske usluge moguća kompromitacija podataka te mogući nedostatak povjerenja.

U svrhu konačnog odabira između različitih rješenja korištene su metode AHP i TOPSIS koje se vrlo često koriste te su jednostavne za korištenje. Moguće je međusobno uspoređivati jako puno različitih rješenja i odabranih kriterija kroz jednostavne računske operacije te postoji

mnogo gotovih softverskih rješenja, odnosno programskih alata koji te iste računske operacije dodatno pojednostavnjuju.

Optimalan odabir između infrastrukturnih rješenja u ovom radu je na strani *On-Premise* koncepta ako se promatra korištenje usluga na dulje vremensko razdoblje. Budući da svako infrastrukturno rješenje ima svoje prednosti i nedostatke, u današnje vrijeme većina kompanija koristi kombinaciju jednog i drugog rješenja.

U današnje se vrijeme u ICT okruženjima često koriste termini *Cloud* i *Outsourcing*, međutim zanimljivo je analizirati i komentirati je li takav odabir doista dobar za krajnjeg korisnika. Usluga koje se nude u oblaku svakim je danom sve više i u budućnosti se predviđa da će sve više informacijsko-komunikacijskih usluga migrirati u oblak.

LITERATURA

- [1] Spiceworks, <https://www.spiceworks.com/tech/enterprise-software/news/92-of-companies-say-on-premises-software-sales-are-growing-dimensional-research-report/>, (srpanj, 2022.)
- [2] Semi Y. On-Premise vs. Cloud-Based Applications Hosting: An Expert Review, 2018
- [3] MICROSOFT, <https://www.microsoft.com/hr-hr/microsoft-365/business-insights-ideas/resources/cloud-storage-vs-on-premises-servers>, (svibanj, 2022.)
- [4] MYCLOUDBLOG, <https://mycloudblog7.wordpress.com/2013/06/19/who-manages-cloud-iaas-paas-and-saas-services/>, (svibanj, 2022.)
- [5] Raktimsing, <https://www.raktimsingh.com/what-is-xaas-complete-overview-of-everything-as-a-service/>, (svibanj, 2022.)
- [6] NODEFUSION, <https://blog.nodefusion.com/it-services/razlika-izmedu-privatnog-javnog-i-hibridnog-oblaka/>, (svibanj, 2022.)
- [7] Parast F.K., Sindhav C., Nikam S., Yekta H.I., Kent K.B., Hakak, S. Cloud Computing Security: A Survey of Service-based Models. *Computers & Security*, [online], 2021., p.102580. doi:10.1016/j.cose.2021.102580.
- [8] ATLISSIAN, <https://www.atlassian.com/microservices/cloud-computing/cloud-bursting>, (svibanj, 2022.)
- [9] Koubou, <https://hr.if-koubou.com/articles/how-to/what-is-cloud-gaming-and-is-it-really-the-future.html>, (svibanj, 2022.)
- [10] Costa, P.J.P. da and Cruz, A.M.R. da. Migration to Windows Azure – Analysis and Comparison, *Procedia Technology*, 5, 2012., pp.93–102. doi:10.1016/j.protcy.2012.09.011.
- [11] PEOPLE HR, <https://www.peoplehr.com/en-gb/blog/saas-vs-on-premise-hr-systems-pros-cons-hidden-costs/>, (svibanj, 2022.)
- [12] Access one, The Pros and Cons of an Outsourced Help Desk May Surprise You - Access One ([accessoneinc.com](https://www.accessoneinc.com)), (svibanj, 2022.)
- [13] Palumbo F., Aceto G., Botta A., Ciunzo D., Persico V., Pescapé A. Characterization and analysis of cloud-to-user latency: The case of Azure and AWS. *Computer Networks*, 184, 2021., p.107693. doi:10.1016/j.comnet.2020.107693.
- [14] Servers direct, <https://www.serversdirect.co.uk>, (srpanj, 2022)
- [15] Ameyo, <https://www.ameyo.com/blog/on-premise-vs-cloud-contact-center-software>, (srpanj, 2022.)
- [16] Semi Y. On-Premise vs. Cloud-Based Applications Hosting: An Expert Review, Jakarta, Independently published, 2018.

- [17] PC & NETWORK, <https://www.pcwdd.com/definition/intranet>, (svibanj, 2022.)
- [18] Aruldoss M., Lakshmi T.M., Venkatesan V.P. A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications. *American Journal of Information Systems*, [online], 2013., 1(1), pp.31–43. doi:10.12691/ajis-1-1-5.
- [19] Niemcewicz P. The use of the multi-criteria AHP method to select a cloud computing provider. *Procedia Computer Science*, 192, 2021., pp.2558–2567. doi:10.1016/j.procs.2021.09.025.
- [20] Chakraborty S. TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis. *Decision Analytics Journal*, 2, 2022., p.100021. doi:10.1016/j.dajour.2021.100021
- [21] https://www.fsb.unizg.hr/atlantiss/upload/newsboard/29_11_2012__17941_K1_AHP_Metoda_Izbor_Opreme.pdf, (svibanj, 2022.)
- [22] Ishizaka A., Nemery P. *Multi-Criteria Decision Analysis*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd. 2013., doi:10.1002/9781118644898
- [23] Hrvatski Telekom, <https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovnict/infrastrukturne-usluge>, (lipanj, 2022.)
- [24] Iyer N.C., Kabbur A.M., Wali H.G. Implementation of Active Directory for efficient management of networks. *Procedia Computer Science*, 172, 2020., pp.112–114. doi:10.1016/j.procs.2020.05.016.
- [25] Microsoft Azure, <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/calculator>, (srpanj, 2022.)
- [26] THE SCALERS, <https://thescalers.com/outsourcing-vs-offshoring/>, (svibanj, 2022.)
- [27] Rajagiri, <https://rajagiri.edu/faculty-profile-details/dr-manoj-mathew>, (srpanj, 2022.)
- [28] myBusiness, <https://mybusiness.singtel.com/techblog/which-better-cloud-or-premise-backup>, (svibanj, 2022.)
- [29] TechTarget, <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/Server-hardware-guide-to-architecture-products-and-management>, (srpanj, 2022.)
- [30] LINKEDIN, <https://www.linkedin.com/pulse/what-xaas-how-can-affect-your-business-josh-fulton>, (svibanj, 2022.)
- [31] Dev, <https://dev.to/cloudtech/iaas-vs-paas-vs-saas-41d2>, (lipanj, 2022.)
- [32] Software Advice, <https://www.softwareadvice.com/tco>, (srpanj, 2022)
- [33] Amazon, <https://aws.amazon.com>, (srpanj, 2022)

POPIS KRATICA I AKRONIMA

AHP - Analytic Hierarchy Process

BaaS - Backup as a Service

CRAN – Cloud Radio Access Network

CRM - Customer Relationship Management

ELECTRE - Elimination and Choice Expressing the Reality

IaaS - Infrastructure as a Service

ICT - Information and communication technology

IT - Information technology

PaaS - Platform as a Service

PROMETHEE - Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

RAN - Radio access network

SaaS - Software as a Service), softver kao usluga

TOPSIS - Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

XaaS - Anything as a Service

POPIS SLIKA

Slika 1. Model usluga u računarstvu u oblaku	8
Slika 2. Koncept XaaS modela..	9
Slika 3. Shematski prikaz hibridnog koncepta u oblaku.....	11
Slika 4. Usporedba između On-Premise koncepta i rješenja u oblaku	13
Slika 5. Prednosti i nedostaci outsourcing-a	16
Slika 6. Usporedba On-premise koncepta i rješenja u oblaku	19
Slika 7. Figurativni prikaz intraneta.....	20
Slika 8. Hijerarhijski pregled metoda vrednovanja i odlučivanja.....	22
Slika 9. Struktura AHP procesa	24
Slika 10. Jednostavan primjer konzistentnosti.....	25
Slika 11. Hijerarhijska struktura u ANP metodi	28
Slika 12. Postavljanje matrice odlučivanja	29
Slika 13. Prikaz hijerarhijske strukture za izračun težinskih vrijednosti	33
Slika 14. Prikaz IaaS ponude od jedne od hrvatskih kompanija.....	38

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba On-Premise i Cloud postavke kontakt centra	18
Tablica 2. Matrica usporedbe ocjene kriterija.....	33
Tablica 3. Matrica usporedbe u drugačije zapisanom obliku	34
Tablica 4. Sumiranje svakog stupca te korak prema dobivanju sljedećih vrijednosti	35
Tablica 5. Prikaz završnog izračuna	35
Tablica 6. Prikaz koraka u kojem se sumira svaki redak	36
Tablica 7. Dobivanje predzavršnih vrijednosti	36
Tablica 8. Indeksi konzistentnosti.....	36
Tablica 9. Početna tablica u TOPSIS metodi.....	40
Tablica 10. Početak normalizacije tablice	40
Tablica 11. Postupak dijeljenja s dobivenim vrijednostima	41
Tablica 12. Integracija težinskih vrijednosti dobivene iz AHP metode.....	41
Tablica 13. Dobivanje parametara v_j^+ i v_j^-	42
Tablica 14. Izračun finalne vrijednosti	43
Tablica 15. Rangiranje rješenja.....	43

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom VREDNOVANJE POSTOJEĆIH INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH RJEŠENJA U OBLAKU U ODNOSU NA LOKALNU POSLUŽITELJSKU INFRASTRUKTURU

u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 30.08.2022

Domagoj Iveković (Iveković)
(ime i prezime, potpis)