

# Konsolidacija podatkovnog centra jedinice lokalne samouprave

---

**Giannini, Moreno**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:849425>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)





Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet Informatike

**MORENO GIANNINI**

**KONSOLIDACIJA PODATKOVNOG CENTRA  
JEDINICE LOKALNE SAMOUPRAVE**

Završni rad

Pula, 2018.



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet Informatike

**MORENO GIANNINI**

**KONSOLIDACIJA PODATKOVNOG CENTRA  
JEDINICE LOKALNE SAMOUPRAVE**

Završni rad

**MBS: 0036356088, izvanredni student**

**Studijski smjer: Informatika**

**Predmet: Projektiranje IS**

**Mentor: prof. dr. sc. Vanja Bevanda**

Pula, prosinac, 2018.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani MORENO GIANNINI, kandidat za prvostupnika informatike, ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

---

U Puli, \_\_\_\_\_ godine



## IZJAVA

### o korištenju autorskog djela

Ja, MORENO GIANNINI dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „KONSOLIDACIJA PODATKOVNOG CENTRA JEDINICE LOKALNE SAMOUPRAVE“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, \_\_\_\_\_.

Potpis

---

# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 2. ŠTO JE TO PODATKOVNI CENTAR.....  | 3  |
| 2.1. Transformacija i optimizacija podatkovnog centra.....                   | 4  |
| 2.2. Standardi pri funkcionalnom projektiranju podatkovnog centra .....      | 6  |
| 2.3. Koristi konsolidacije podatkovnog centra .....                          | 8  |
| 3. IZGRADNJA PODATKOVNOG CENTRA .....  | 10 |
| 3.1. Stanje računalne infrastrukture prije izgradnje podatkovnog centra..... | 10 |
| 3.2. Izgradnja komunikacijske infrastrukture – MetroEthernet sustav .....    | 12 |
| 3.3. Izgradnja podatkovnog centra .....                                      | 14 |
| 3.3.1. Imenički servis (Active Directory - AD) .....                         | 17 |
| 3.3.2. Vatrozid (ISA poslužitelj) .....                                      | 18 |
| 3.4. Primjena virtualizacijske tehnologije.....                              | 20 |
| 4. KONSOLIDACIJA PODATKOVNOG CENTRA .....                                    | 22 |
| 4.1. Problematika postojećeg stanja podatkovnog centra .....                 | 22 |
| 4.2. Konsolidacija poslužiteljske opreme i virtualizacijskog sustava.....    | 26 |
| 4.3. Konsolidacija mrežne infrastrukture .....                               | 28 |
| 4.4. Servisni jamstveni uvjeti pri konsolidaciji podatkovnog centra .....    | 29 |
| 5. MOGUĆNOSTI RAZVOJA USLUGA KROZ NOVU INFRASTRUKTURU .....                  | 31 |
| 6. ZAKLJUČAK.....  | 33 |
| LITERATURA .....   | 34 |
| POPIS SLIKA .....  | 35 |
| SAŽETAK.....   | 36 |
| SUMMARY .....  | 37 |

# 1. UVOD

Upravljanje jedinicom lokalne samouprave (u daljnjem tekstu JLS), kao i tvrtkama i ustanovama u njezinu vlasništvu predstavlja složen proces, koji osim provođenja zakonskih obaveza iz područja lokalne samouprave, brine i o razvoju grada i zadovoljenja osnovnih potreba i standarda građana. U provođenju tih obaveza osnovni resurs i pretpostavka tog upravljanja jest informacija, a mehanizam koji određuje na koji način i u koje svrhe se prikuplja i dijeli ta informacija temeljena je na sustavu za upravljanje informacijama, odnosno informacijskom sustavu. Kako je protok informacija iz godine u godinu sve veći, a vremenski rok za obradu tih informacija sve kraći, neminovno je da razvoj informacijskog sustava postaje imperativ napretka u svim dijelovima javnog djelovanja, pa tako i u JLS-u kao jedinice javnog servisa za građane.

Polazeći od gore navedenih spoznaja i određenja, Grad kao primjer JLS-a zajedno sa tvrtkama i ustanovama u čijem su vlasništvu uložio je i kontinuirano ulaže značajna novčana sredstva u procese uspostave i održavanja informacijskih sustava, sa težnjom za stvaranjem razvojnih poluga od značenja za podizanje razine informatičke osposobljenosti za upravljanje razvojem.

U području informatizacije značajno je istaknuti 2008. godinu kada Grad kreće u realizaciju projekta pod nazivom „e-Grad“. Značajan je to projekt sa ciljem stvaranja modernog informacijskog sustava gradske uprave koji integrira e-servise za komunikaciju upravnih odjela sa županijskim i državnim službama (Government-to-Government: G2G), poslovanje sa poduzećima (Government-to-Business: G2B) te komunikaciju sa građanstvom (Government-to-Citizens: G2C). Paralelno sa procesima izgradnje projekta „e-Grada“, kreće realizacija nabavke informacijskog sustava upravljanja proračunom, kao i nabavka komunalnog informacijskog sustava.

Kako bi sve gore navedene značajke projekta „e-Grad“ bile ostvarive, bilo je potrebno razviti podatkovni centar – mjesto koje objedinjuje stabilnu i modernu ICT infrastrukturu, te sav hardver i softver potreban za rad i razvoj cijelog projekta. Stoga ću u narednim dijelovima ovog završnog rada, nakon pojmovnog opisa „Podatkovni centar“, opisati

izgradnju prvog podatkovnog centra zajedno sa izgradnjom komunikacijsko-informacijske infrastrukture kao osnovu za povezivanje Grada i gradskih poduzeća i ustanova u jedinstveni sustav (MetroEthernet). Ujedno, objasniti ću uspostavu virtualizacijske tehnologije pri podatkovnom centru, kao i njenu primjenu koja će biti polazna osnova za kasniju konsolidaciju podatkovnog centra.

Ovako pravilno postavljen sustav uspješno je gotovo 10 godina opsluživao sve potrebe rada gradske uprave i gradskih tvrtki, bez obzira na rapidni razvoj aplikacija koje su tražile sve više i više resursa i time značajno diktirale razvoj tehnologije.

Upravo će i tema ovoga rada - konsolidacija podatkovnog centra provedena početkom ove godine, kao skup tehnika modernizacije postojećeg sustava pokazati kako su svi prethodno provedeni procesi uspostave podatkovnog centra bili ispravno projektirani. Opisati ću širenje postojećeg MetroEthernet sustava u cilju razvoja infrastrukture prema školama i vrtićima, a sve radi uvođenja e-nastave uz pomoć pametnih ploča i e-dnevnika. Prikazati ću konsolidaciju hardverske platforme podatkovnog centra, gdje se vrši kompletna zamjena poslužiteljske te komunikacijske aktivne opreme. Naravno, novo desetljeće nužno traži i konsolidaciju programske podrške, posebno serverskih operacijskih sustava koji doživljavaju niz promjena posebno u dijelu stabilnosti i sigurnosti informacijskih sustava.

Ovaj rad završavam razmatranjem mogućnosti razvoja novih usluga u smislu G2B i G2C u sklopu novo konsolidiranog podatkovnog centra. Ukratko ću predstaviti mogućnosti poslovnog razvoja jedinice lokalne samouprave temeljene na informacijskim tehnologijama, a koja za cilj ima uspostavu komunikacijsko-informacijske spone prema svojim građanima, ali i razvoja brojnih alata za sektor gospodarstva te privlačenja novih investicija.



## 2. ŠTO JE TO PODATKOVNI CENTAR

Podatkovni centar (engl. „Data center“) predstavlja naziv za građevinu ili dio građevine sa posebno predviđenim prostorom za smještaj poslužiteljskih sustava i pripadajućih komponenti poput telekomunikacija i sustava za pohranu podataka. U pravilu, sastoje se od redundantnog sustava napajanja (ostvarive putem backup komponenti ili infrastrukture za besprekidno napajanje), telekomunikacijskih priključaka, klimatizacije, sustava za nadzor ambijenta te samih uređaja (poslužitelji, aktivna oprema i dr.) koje omogućuju izvođenje računalnih aplikacija ili posluživanje računalnih baza podataka.



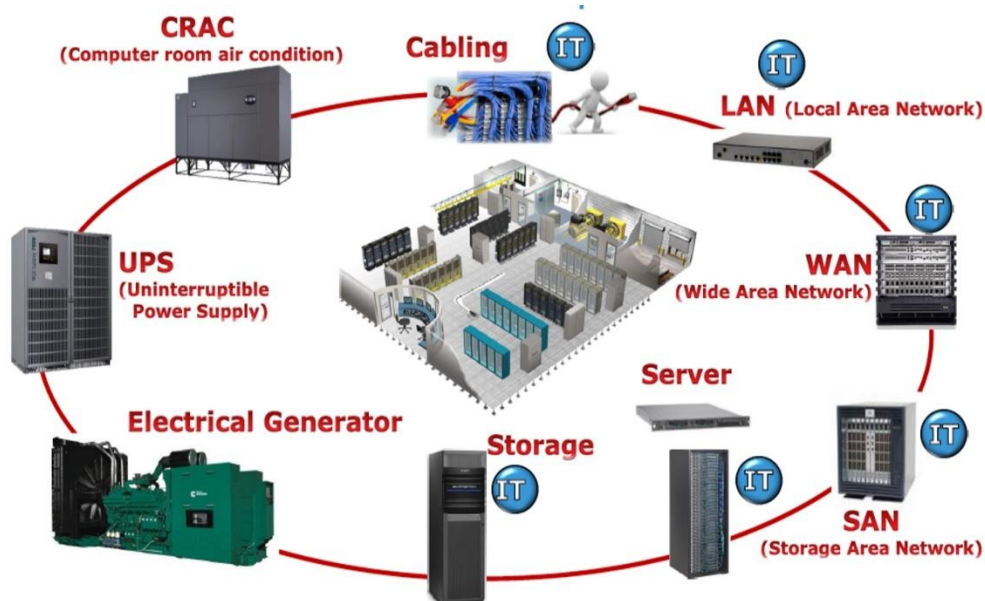
*Slika 1. Prostorni prikaz podatkovnog centra*

Izvor: <http://www.i-am.ws/category/datacenter>

[Preuzeto 4. listopada 2018]

Modernizacija poslovanja i transformacija starijih poslužiteljskih okolina u podatkovne centre omogućuju poslovnim sustavima bolje performanse, kao i uštedu energije kroz sustav energetske učinkovitosti. Aktivnosti vezane uz obradu informacija predstavljaju okosnicu poslovanja cijelog svijeta. Jedna od najvećih briga modernih poslovnih organizacija jest upravo kontinuitet poslovanja, ili bolje rečeno – neprekinutost obrade informacija. Sama pomisao da informacijski sustav može postati nedostupan, da operativni poslovi vezani uz obradu informacija budu prekinuti ili potpuno zaustavljeni tjera izvršni management na pronalaženje rješenja u smislu stvaranja okruženja na

maksimalnu neprekinutost izvođenja informacijskih sustava, odnosno da se minimizira vjerojatnost nedostupnosti sustava.



Slika 2. Prikaz komponenti podatkovnog sustava

Izvor: [http://www8.cs.umu.se/kurser/5DV131/VT14/handouts/L6\\_dcs.pdf](http://www8.cs.umu.se/kurser/5DV131/VT14/handouts/L6_dcs.pdf)

[Preuzeto 4. listopada 2018]

Jednako tako, fizička sigurnost informacijskih sustava predstavlja veliki izazov današnjice, stoga podatkovni centar mora pružiti visoke standarde sigurnog okruženja koje će mogućnost vanjskog utjecaja na opremu informacijskog sustava svesti na minimum. Jedan od načina minimiziranja vanjskog utjecaja provodi se redundancijom napajanja putem strujnih generatora, redundancijom klimatizacijskog sustava te upotrebom optičkih kablova za međusobno povezivanje komponenti unutar podatkovnog centra.

## 2.1. Transformacija i optimizacija podatkovnog centra

Transformacija podatkovnog centra predstavlja proces nadogradnje podatkovnog centra koji poboljšava ukupnu funkcionalnost i performanse. U literaturi često možemo pronaći definiranje transformacije podatkovnog centra kao skup sustavnih promjena koje utječu na ključne dijelove upotrebe podatkovnog centra, uključujući hardversku konfiguraciju, korisničke profile te poslovne procese.

Neke specifične vrste transformacije podatkovnih centara uključuju integraciju koncepata računalstva u oblaku ili virtualizaciju mreže u postojećem podatkovnom centru. Mnogi podatkovni centri tvrtki doista su u središtu IT infrastrukture tvrtke, ali nisu svi postavljeni kako bi imali koristi od automatizacije i elastičnosti koje nudi poslovanje u oblaku. To znači da će se podatkovni centri morati pretvoriti u nešto moderno, što može podnijeti daljinski pristup ili druge funkcionalnosti.

U smislu mrežne virtualizacije, transformacija podatkovnog centra može uključivati zamjenu određenih fizičkih hardverskih dijelova sa logičkim stavkama kao što su virtualna računala i virtualni diskovi za pohranu podataka. Druge vrste transformacije podatkovnih centara jednostavno mijenjaju metodologiju poslovnih procesa, dodajući primjenjive tehnologije, kako bi podatkovne centre učinili relevantnijima i korisnijima na način na koji se poslovanje želi voditi u budućnosti. Koncept transformacije podatkovnih centara često predstavlja izazov za voditelje IT-a u tvrtkama koji moraju planski donositi strateške odluke o troškovima, vrijednosti te implementaciji prilikom planiranja ove važne IT imovine.

U literaturi, za potrebe provedbe transformacije podatkovnog centra nalazimo sljedeće modele:

- **Konsolidacija i virtualizacija:** Konsolidiranje računalne infrastrukture uz temeljnu infrastrukturu smanjuje ukupne troškove, smanjuje neučinkovitost i poboljšava iskoristivost imovine. Nakon dovršetka konsolidacije, može se započeti sa procesima virtualizacije infrastrukture. Virtualizacija pruža neovisnost hardvera i olakšava dijeljenje IT resursa, što smanjuje potrebe za energijom prilikom proširenja kapaciteta. Detaljnom analizom mogu se identificirati sustavi za konsolidaciju ili virtualizaciju i pritom donositi odluke o tome kako optimizirati infrastrukturu.
- **Standardizacija i optimizacija:** Sljedeći je korak standardiziranje usluga i opterećenja koja djeluju u podatkovnom centru te definiranje i određivanje prioriteta koji su ključni za poslovanje. Procjene i analize mogu pojednostaviti te odluke i ukazati na sve stavke koje bi trebale biti izvan funkcije. Standardizacija omogućuje dosljedno i pouzdano postizanje zajedničkih IT zadataka, pomažući u upravljanju troškovima, kvalitetom i rizikom. Nakon definiranja standardnih

pravila, može se započeti optimizirati procesi na temelju njihove dostupnosti, resursa, prenosivosti, utjecaja na mrežu i još mnogo toga. Na taj način mogu se prenamijeniti troškovi koji su nastali iz prethodno svakodnevnih operacija na nove tehnologije koje mogu potaknuti rast poslovanja.

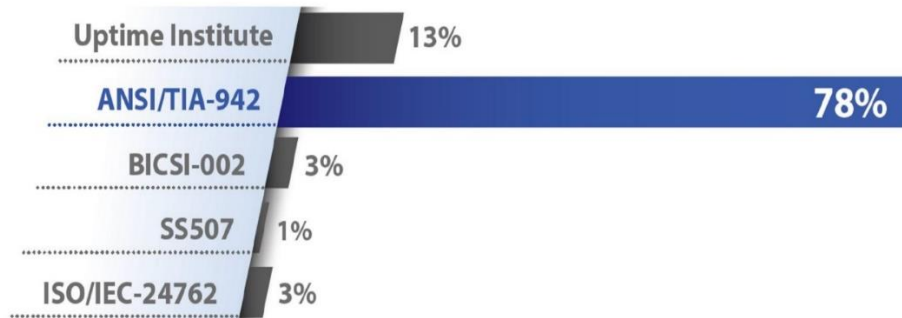
- **Automatizacija:** IT procesna automatizacija (ITPA) je sposobnost sustava za provođenje i integriranje alata za upravljanje informacijama tijekom rada. Automatizacija pomaže IT-u da zadovolji svoje strateške ciljeve kako u smislu smanjenja troškova, tako i poboljšanja usluga poslovanja. Automatizacija procesa sa jedne strane zamjenjuje ponavljajuće ručne postupke i procedure – resurse koji su intenzivni i skloni prekidima, dok sa druge strane optimiziraju korištenje IT resursa u smislu angažmana osoblja i ulaganja u tehnologiju. Takav pristup povećava agilnost, pomaže u provođenju usklađenosti s osiguranjem kvalitete, ukazuje na uključenost sustava u svaki korak, te je u potpunosti dokumentiran i provjerljiv, pa ručne intervencije na sustavu uglavnom nisu potrebni. Ovi procesi mogu se provoditi na standarde posluživanja, pohrane, sigurnosti i primjene aplikacija.

## 2.2. Standardi pri funkcionalnom projektiranju podatkovnog centra

U današnje vrijeme poslovanje JLS-a se jako oslanja na informacijsku tehnologiju, pogotovo u dijelu isporuke poslovno kritičnih usluga krajnjim korisnicima - građanima. Stoga je neophodno da se podatkovni centar osmišljava, održava i upravlja s visokom raspoloživošću i učinkovitošću. Prilikom izgradnje i upravljanja podatkovnim centrom mora se osigurati da je centar projektiran i izgrađen na temelju globalno prihvaćenih standarda, ali i da ima mogućnost prilagoditi se poslovnim potrebama. Za potrebe projektiranja podatkovnog centra, prihvaćaju se TIA-942 standard i TIER klasifikacija:

- **TIA-942** standard sadrži preporuke koje se odnose na dizajn prostora namijenjenog za podatkovni centar ili sistem salu, strukturno kabliranje i usklađivanje sa Tier standardima i okruženjem. TIA je inače skraćenica za Telecommunications Industry Association, a operativno je riječ o udruženju koje više od 20 godina pro aktivno radi na propisivanju međunarodno priznatih standarda koji osiguravaju određenu razinu dizajna, instalacije te operativnih

zahtjeva za infrastrukturu za podatkovne ili telekomunikacijske sustave. Godine 2005. TIA je propisala najaktualniji popis kvalitativnih i sigurnosnih očekivanja baš za podatkovne centre i nazvala ga TIA-942. TIA-942 propisuje kvalitativne detalje rasporeda prostora i dizajn zgrade, kablsku infrastrukturu, detalje vezane uz okoliš i energiju te razinu Tier stupnjeva kvalitete.

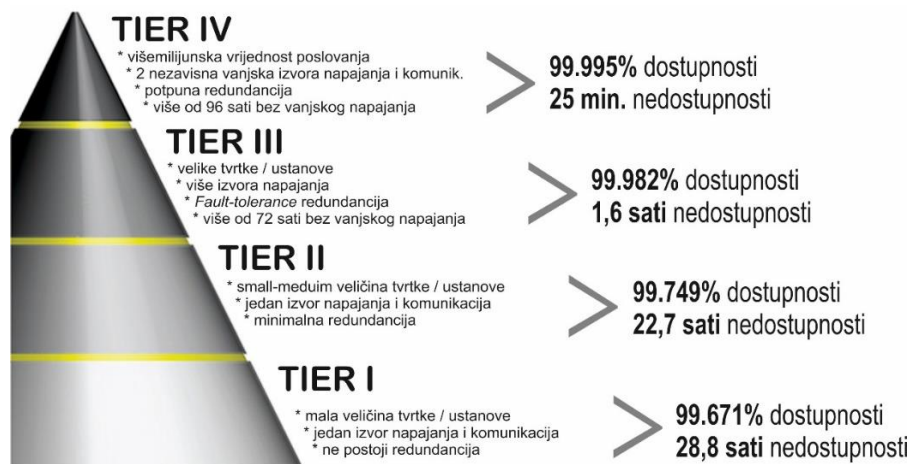


Slika 3. Prikaz odabira korištenja standarda pri gradnji podatkovnog centra

Izvor: <http://dc-conf.ir/2019/fa/includes/modules/dwn/?id=901>

[Preuzeto 7. listopada 2018]

- **Tier klasifikacija** odnosi se na opis infrastrukture podatkovnih centara po razinama, s ciljem održavanja određene razine operativnosti cjelokupnog podatkovnog centra. Tier klasifikacija razlikuje podatkovne centre na skali 1-4, gdje je Tier 1 podatkovni centar najmanje kvalitete, a Tier 4 podatkovni centar najveće kvalitete.



Slika 4. TIER klasifikacija

Izvor: <https://www.netari.com/single-post/2014/02/04/What-to-Look-for-in-a-Data-Center-Understanding-Tier-Levels-Industry-Standards>

[Preuzeto i prilagođeno 9. listopada 2018]

Ovisno o dizajnu i instaliranoj opremi Tier klasifikacija definira razinu raspoloživosti podatkovnog centra. Tier 1 razina raspoloživosti garantira raspoloživost od barem 99,741% na godišnjoj razini odnosno do maksimalno 22 sata godišnje neraspoloživosti. S druge strane, Tier 4 podatkovni centar ne smije biti neraspoloživ duže od 0,4 sati godišnje (odnosno 99,995% godišnje raspoloživosti).

### 2.3. Koristi konsolidacije podatkovnog centra

Objedinjavanje IT infrastruktura poslovnih subjekata, u ovom slučaju JLS-a strategija je koju donosi promjena IT trendova upravo kako bi se raspršeni poslužitelji i IT infrastruktura svake organizacije (npr. grad, gradske tvrtke i ustanove) koncentrirali u kompaktan, ekonomičan sustav. Takvo razmišljanje jest zapravo strateško informacijsko planiranje, kao i njegova provedba.

U praksi, konsolidacija podatkovnog centra može potrajati godinama, najčešće radi ograničenja proračunskih sredstava, pa se ista provodi u fazama. No, u konačnosti nedvojbeno je da je konsolidacija podatkovnog centra od višestruke koristi, kako ekonomske prirode tako i u pogledu dostupnosti resursa i ništa manje važne - sigurnosti informacijskog sustava. Upotreba takvih koncentriranih sustava u podatkovnom centru u odnosu na situacije gdje gradska uprava i gradske tvrtke imaju vlastite, in-house poslužitelje, pokazuje da konsolidacija takvih raspršenih sustava smanjuje troškove, povećava poslovnu vrijednost IT-a te stvara realno upravljiviju i sigurniju okolinu.

Navesti ću pet najčešćih koristi pri konsolidaciji podatkovnog centra:

- **Smanjenje troškova:** Konsolidirani sustav znači smanjenje hardverske, mrežne i programske infrastrukture. Kao rezultat toga, tvrtke imaju manje troškove održavanja poslužitelja, usmjerivača i druge aktivne opreme. Kako se broj poslužitelja smanjuje, to automatski povlači i određenu standardizaciju programske podrške, čime se tvrtkama smanjuju troškovi poslovanja. Isto tako, brzim rastom softvera u *oblaku* kao što je usluga (SaaS – Software as a Service), konsolidacija podatkovnog centra donosi mnoge mogućnosti za daljnje smanjenje troškova poslovanja. Konsolidirana infrastruktura također troši manje

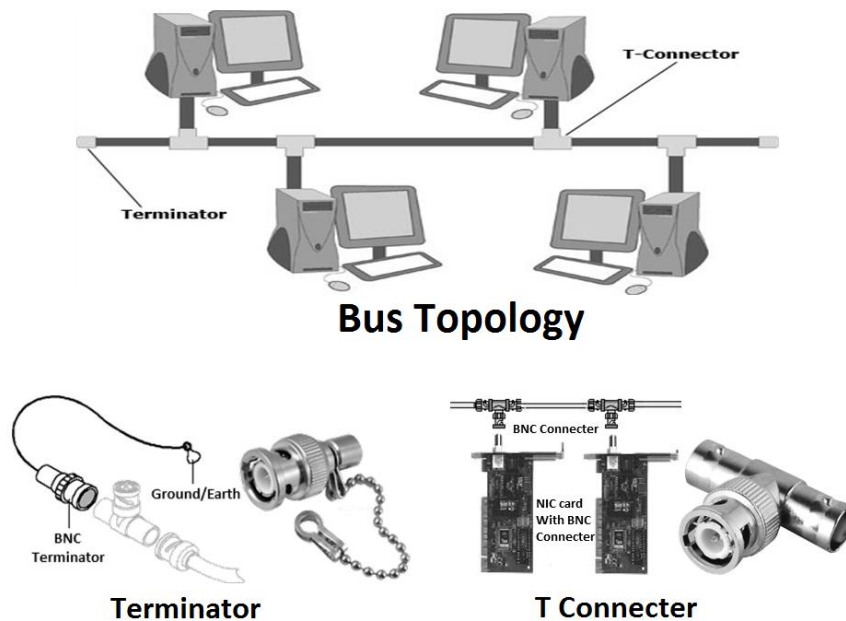
energije i kroz manje potrebe za hlađenjem dodatno se smanjuju troškovi električne energije. No, značajnija korist konsolidacije od samog smanjenja troškova jest smanjenje opterećenja osoblja IT-a i opterećenja samog poslovanja. Smanjene potrebe za odlaskom od lokacije do lokacije drastično povećavaju slobodno vrijeme osoblja, oslobađajući im taj važan „resurs“ kako bi se bavili poslovnim prioritetima koji su od velike važnosti za poslovanje.

- **Efikasniji nadzor IT resursa:** Konsolidacija promiče nekoliko načina optimizacije, a jedna od njih jesu svakako troškovi obilaska lokacija sa IT infrastrukturom. Sa konsolidiranim podatkovnim centrom manje je disperziranih „kanala“ prijenosa informacija, arhitektura ukupnog sustava je jednostavnija i time ju je jednostavnije nadzirati. Sav infrastrukturni promet je jednostavniji za dohvat i upravljanje, a time je i mogućnost nedostupnosti resursa uvelike smanjena. Konsolidacija nudi mogućnost implementacije naprednijih protokola i strategija upravljanja koji maksimaliziraju raspoloživost i performanse mreže, a aplikacije postaju brže za izvođenje.
- **Jednostavnije upravljanje sigurnošću sustava:** Konsolidacija podrazumijeva smanjenje opsega sigurnosti podatkovnog centra u cjelini. Budući da tvrtke mogu koncentrirati svoju IT imovinu sa različitih lokacija u jedan jedinstveni podatkovni centar, potrebe osiguranja odnosno nadzora opreme se bitno smanjuju. Takav pristup definitivno dovodi do smanjenja troškova sa jedne strane, dok se sa druge strane povećava učinkovitost informacijske sigurnosti.
- **Oporavak od katastrofe (Disaster recovery):** S konsolidacijom podatkovnog centra, planiranje, implementacija i izvođenje planova za oporavak od katastrofe manje su zastrašujući jer su sve vitalne komponente na jednom mjestu. Time je znatno olakšana replikacija, kontrola i eventualno pokretanje prethodno neuspjelih operacija.
- **Usklađenost i ažuriranje:** Kada su računalne infrastrukture na različitim lokacijama, održavanje istih predstavlja određeni izazov. Teže je provoditi određene sigurnosne politike, ažurirati sustave te u slučaju potrebe odmah reagirati na sigurnosne incidente. Putem konsolidiranog podatkovnog centra, IT osoblju zaduženom za održavanje takvih sustava bitno je jednostavnije upravljanje takvom infrastrukturom. Provođenje sigurnosnih politika te reakcije na sigurnosne incidente bitno su brže, a time je i dostupnost sustava znatno povećana.

### 3. IZGRADNJA PODATKOVNOG CENTRA

#### 3.1. Stanje računalne infrastrukture prije izgradnje podatkovnog centra

Prve implementacije računalne tehnologije Grad započinje u ranim 90-tima, kada je tek troje od 40-tak djelatnika imalo stolno računalo. Tada, obzirom na aplikativna rješenja koja su bila bazirana na MS-DOS operativnom sustavu nije ni postojala informatička infrastruktura u obliku mreže računala ili računalnih poslužitelja. Navedena računala koristila su se isključivo za pisanje dopisa kao zamjena za pisači stroj, a tek par godina kasnije započelo je i prvo uvođenje informacijskog sustava u obliku aplikativnog rješenja za knjigovodstvo proračuna.



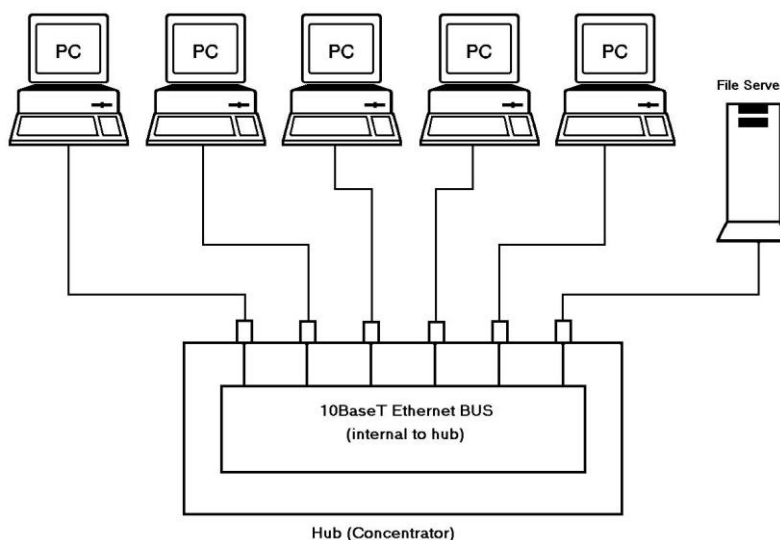
Slika 5. Primjer mrežne povezanosti računala putem BNC konektora  
Izvor: <https://lmntechnohub.blogspot.com/2015/01/bus-topology.html>

[Preuzeto 14. listopada 2018]



Ozbiljniji pomak pri izgradnji informatičke infrastrukture Grada dešava se 2001. godine kada je Grad proveo javnu nabavku računalne opreme za potrebe rada gradske uprave. Ideja vodilja bila je kroz izgradnju infrastrukture omogućiti uvođenje i razvoj informacijskog sustava, u konačnom cilju da gradska uprava bude brža i učinkovitija u svakodnevnom radu. Tada broj računala drastično raste, sa početna 3 na ukupno 25 računala. Paralelno sa instalacijom računala izvodi se LAN strukturno kabliranje, odnosno umrežavanje računala u topološkom obliku zvijezde, a ubrzo slijedi i uvođenje mrežnog aplikacijskog rješenja za knjigovodstvo proračuna u više-korisničkom radu. Radi povećeg obima podataka kao i potrebe za uvođenjem jedinstvene (centralizirane) baze podataka, Grad kupuje poslužiteljsko računalo i time zaokružuje izgradnju infrastrukture potrebne za osnovni rad i razvoj informacijskog sustava.

Kroz slične faze razvoja infrastrukture prolazile su tvrtke i ustanove u vlasništvu Grada. U samim počecima računala su se koristila kao zamjena za pisane strojeve, a kasnija nabavka novih računala, kao i umrežavanje istih služila su kao infrastrukturna osnova za razvoj ERP sustava, koje je svaka tvrtka samostalno nabavljala i razvijala.



*Slika 6. Primjer mrežne povezanosti u zvjezdastoj topologiji*

Izvor: <http://academy.delmar.edu/Courses/ITNW2313/3Topology.html>

[Preuzeto 17. listopada 2018]

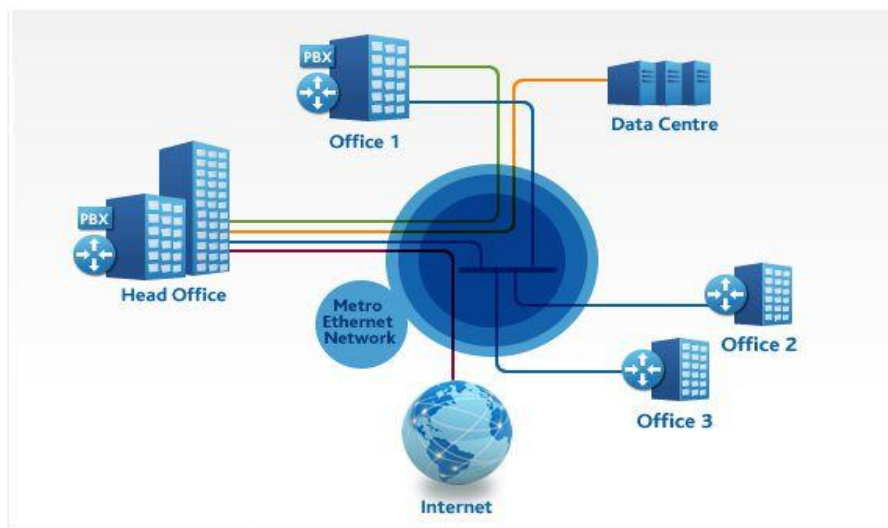
Razmjena podataka između Grada i gradskih tvrtki i ustanova, do uvođenja projekta „e-Grad“ vršila se putem magnetnih medija (disketa), odnosno optičkih medija (CD/DVD).

Time je bilo onemogućeno korištenje podataka kao i obavljanje među sustavnih transakcija u realnom vremenu, pa su situacije oko neažuriranih ili nepotpunih podataka bile česte.

Što se tiče same sigurnosti infrastrukture informacijskog sustava, do uvođenja projekta „e-Grad“ mrežni sustav nije bio adekvatno zaštićen, pa samim time postojala je velika bojazan od mogućeg oštećenja ili gubitaka podataka, budući da isti nisu bili arhivirani prema pravilima struke. Svi korisnici računala ujedno su bili i administratori istih, na računalni sustav spajali su se bez identifikacije, a samim time nije postojala valjana prijava korisnika za rad u poslovnom informacijskom okruženju.

### 3.2. Izgradnja komunikacijske infrastrukture – MetroEthernet sustav

Jedinstvena konvergentna mreža Grada omogućuje prijenos podataka, glasa i videa između gradske uprave, tvrtki i ustanova, i to brzinama do 1Gbps (koncept: FTTO - Fiber to the Office).



Slika 7. Prikaz povezivanja središnjeg čvora sa udaljenim lokacijama (MetroEthernet)

Izvor: <http://www.alsardfiber.com/page/metro-ethernet>

[Preuzeto 19. listopada 2018]

Takav infrastrukturni sustav, nazvan MetroEthernet Grada temelji se na:

- **Svjetlovodnoj okosnici** (144 niti, topologija zvijezda) na koju su povezani svi objekti. Od okosnice se do svakog objekta položio svjetlovodni kabel s minimum 12 niti (6 niti u dolasku, 6 niti u odlasku); svjetlovodni kabel se u svakom objektu zaključao odgovarajućim 19" optičkim razdjelnikom, a koji se ugradio u komunikacijski ormarić zajedno s ostalom aktivnom i pasivnom opremom lokalne mreže objekta.
- **Središnjem komunikacijskom čvoru** na koji se spajaju svi objekti te iz kojeg se ostvaruje veza prema pružatelju usluga pristupa internetu i fiksne (IP) telefonije. Središnji komunikacijski čvor – podatkovni centar Grada izgrađen je u jednoj od prostorija poslovne zgrade, nedaleko samog centra grada.
- **Aktivnoj komunikacijskoj opremi** - Cisco preklopnice (*Switch*), a na koje se na svakoj lokaciji spojena računala i multifunkcionalni pisači
- **TCP/IP (Internet) komunikacijskom protokolu**
- **Mrežnim aplikacijama** putem kojih se vrši središnji nadzor i upravljanje mrežom (Cisco Works), dok u kasnijoj fazi postoji mogućnost IP telefonije - zajednička mreža JLS-a koja zamjenjuje fiksnu telefoniju baziranu na bakrenim paricama.

Realizacijom konvergentne mreže (MetroEthernet) Grada omogućilo se:

- postavljanje i optimizacija svih računalnih resursa grada na jednom mjestu – u središnjem čvoru (Podatkovni centar), i to:
  - o aplikacijski serveri,
  - o intranet serveri,
  - o web/e-mail serveri
- optimizacija kadrova za središnji nadzor i održavanje opreme i mreže podatkovnog centra
- provođenje sigurnosnih ICT politika Grada (zaštita podataka - backup, zaštita od neovlaštenog upada, antivirusna i anti-malware zaštita...)
- optimizirani pristup širokopojasnom internetu sa svih lokacija grada povezanih na mrežu te po potrebi fiksna telefonija (putem usluge pružatelja internet usluga)
- centralni video nadzor površina pod kamerama (škole, vrtići, prostor gdje borave mladi..) i time je omogućeno brzo uzbunjivanje i akcija odgovornih interventnih službi
- povezivanje uređaja za informiranje građana na frekventnim lokacijama

Investicijom u konvergentnu mrežu Grad je stekao vlasništvo na ključnim (komunikacijskim) resursom i time stekao autonomnost od pružatelja usluga. Ujedno, omogućena je optimizaciju svih ICT resursa (osobito kritičnih - ljudskih) te svih ICT usluga (npr. ISP usluga - koriste se usluge pristupa internetu te IP telefonije najpovoljnijeg ponuđača). Također, tom je investicijom dana mogućnost korištenja, rasta i širenja mreže uz minimalne troškove kroz sigurnu komunikacijsku infrastrukturu za planirane servise e-Grad projekta.

Ujedno, tom investicijom dana je mogućnost ostvarenja novih izvora prihoda kroz najam optičkih niti u smislu telekomunikacijskih kapaciteta (moguće čak i pružanje telekomunikacijskih usluga) bilo kojem korisniku koji ne nalazi u blizini položene optičke trase.

### **3.3. Izgradnja podatkovnog centra**

Sustavno planirana nabavka novog informacijskog sustava za potrebe Grada i gradskih tvrtki i ustanova, projektno nazvanog „e-Grad“ podrazumijevala je izgrađenu informacijsko-komunikacijsku infrastrukturu za razvoj računalnih aplikacija i servisa.

Upravo iz tog razloga, paralelno sa nabavkom projekta „e-Grad“ pristupilo se izgradnji ukupnog ICT infrastrukturnog sustava, i to:

- izgradnja komunikacijske infrastrukture – MetroEthernet sustav
- izgradnja podatkovnog centra (Data centar / Server soba)
- organizacija i virtualizacija poslužiteljske opreme

Novi infrastrukturni sustav morao se izgraditi na način da poslužuje softverska rješenja projekta „e-Grad“, i to:

- Geo informacijski sustav Grada (GIS)
- Intranet / Extranet sustav Grada i komunalnih poduzeća
- računalna potpora za izvođenje e-sjednica
- uspostava multimedijalnog portala Grada
- uspostava uslužnih servisa (e-građani, e-predmeti) Grada
- informacijski sustav akata o gradnji
- informacijski sustav za komunalne djelatnosti

Stoga, radi izvedivosti gore navedenih projektnih zadataka, nužno je bilo razviti modernu, stabilnu i funkcionalnu ICT infrastrukturu koja će u potpunosti moći opsluživati navedene projektne zadatke odnosno programska rješenja, uz mogućnost skalabilnosti radi uvođenja budućih programskih rješenja.

Mrežni sustav kao osnova za ICT infrastrukturu koncipiran je na način da se vodilo računa o cjelokupnom rješenju projekta informatizacije u kojem je zamišljen koncept međusobnog povezivanja svih gradskih tvrtki, školskih i predškolskih ustanova te ostalih Gradu važnih službi u zajedničku gradsku informatičku mrežu.

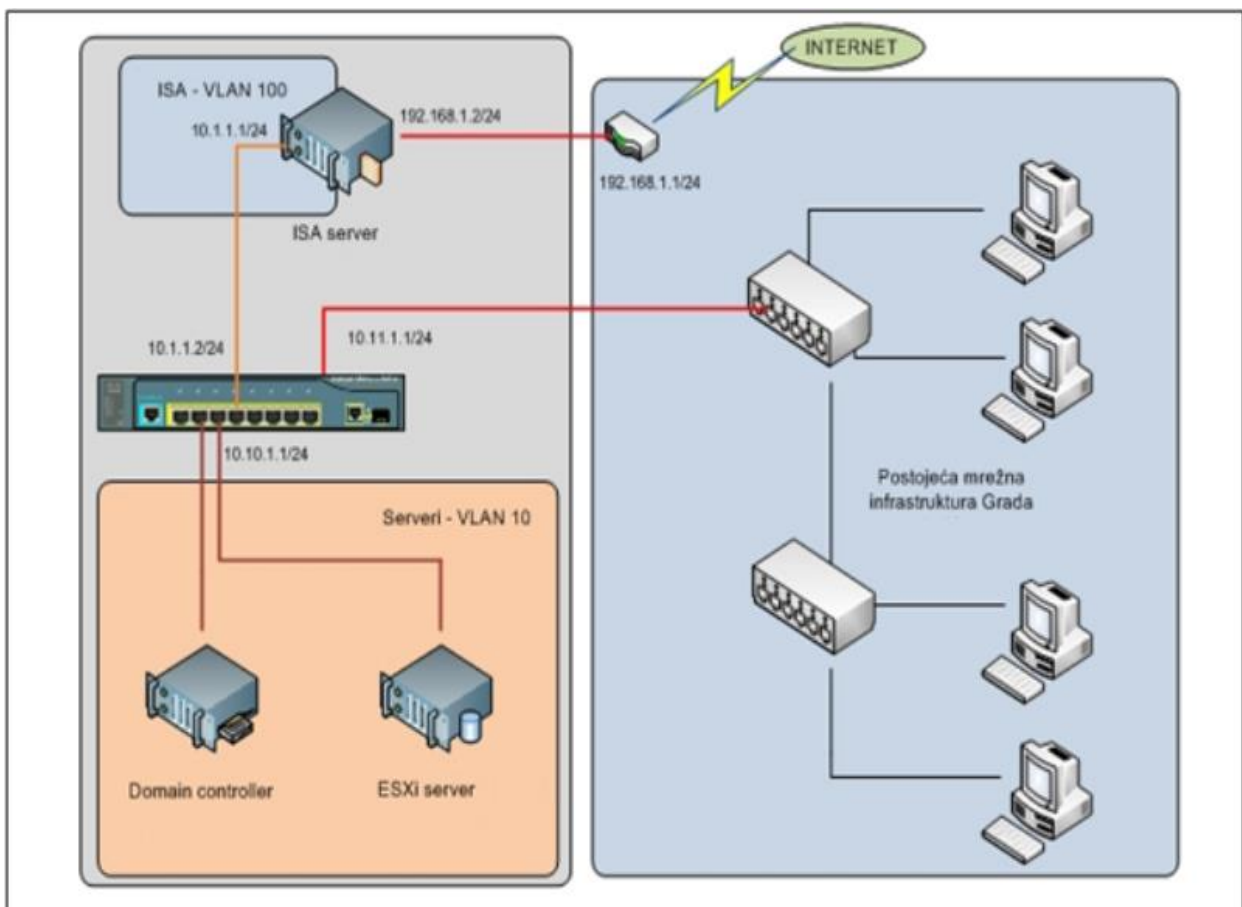
Sustav se sastoji od više međusobno povezanih cjelina, te svaka cjelina pripada u vlastiti mrežni segment, VLAN:

- **SERVERSKI 'VLAN'**, koji se sastoji od primarnog domenskog poslužitelja (DC) te virtualnog poslužitelja, na kojem se nalazi intranet SharePoint portal i sekundarni domenski poslužitelj. Poslužuje cjelokupnu domenu i održava popis korisničkih računa te osigurava centralizirano upravljanje domenskim sigurnosnim pravilima. Ujedno upravlja automatskim nadogradnjama proizvođača operativnog sustava. Kroz serverski VLAN omogućeno je centralno upravljanje i održavanje Antivirus sustava te za potrebe djelatnika i intranet portal
- **ISA VLAN**, koji se sastoji od ISA 2006 poslužitelja putem kojeg je omogućen pristup Internetu putem jednog ISP-a za čitavu mrežu. ISA VLAN upravlja dozvolama za pristup Internetu koje se definiraju po pojedinim korisnicima ili grupama korisnika. Također onemogućava pristup internoj mreži sa strane Interneta bez autorizacije (VPN), a u domenskom smislu iz sigurnosnih razloga učlanjen je u zasebnu domenu
- **Ostali VLAN-ovi**, odnosno VLAN-ovi pojedinih službi i ustanova koji definiraju pristup korisničkim računalima te raznim mrežnim uređajima (printeri i sl.)

Međusobno povezivanje VLAN-ova izvedeno je putem centralnog Cisco L3 preklopnika koji se skupa sa poslužiteljima nalazi na centralnoj lokaciji koja predstavlja podatkovni centar. Kako je implementacija projekta planirana po fazama, u prvoj fazi oprema je bila smještena u gradskoj vijećnici, a u kasnijoj fazi ista je izmještena na novu lokaciju, te se danas nalazi u jednoj od prostorija javnog objekta u središtu grada (javnosti nepoznata lokacija).

Tako dizajniran prvi podatkovni centar projekta „e-Grad“ sastoji se od sljedeće opreme:

- **Poslužitelj DC1:** predstavlja prvo kreirani domenski kontroler i nalazi se na fizičkom poslužitelju DC1. Koristi operativni sistem Windows Server 2008 Std (x64).
- **Poslužitelj DC2:** predstavlja drugi domenski kontroler i nalazi se na virtualnom poslužitelju VM. Koristi operativni sistem Windows Server 2008 Std (x64)
- **ISA poslužitelj:** fizički smješten na poslužitelju ISA, koristi operativni sistem Windows 2003 Std R2 zbog ISA 2006 poslužitelja. Na navedenom poslužitelju je postavljena domena *isa.local*, namjerno „udaljena“ od radne domene *grad.local* koja štiti sustav od vanjskog upada. U slučaju upada u sustav napadač dolazi do ISA domene iz koje nema prava ući u domenu *grad.local*.
- **Virtualizacijski poslužitelj:** poslužitelj VM glavni je podatkovni poslužitelj, na njemu su koncentrirane virtualne instance (virtualni serveri) za sve organizacije projekta „e-Grad“



Slika 8. Prikaz poslužiteljske i aktivne opreme podatkovnog centra

Izvor: djelo autora

Na slici 8. prikazana je veza između poslužiteljske i aktivne opreme podatkovnog centra sa jednom od ustanova projekta „e-Grad“. Konfiguracija spajanja ostalih ustanova projekta izvedena je na isti način, spajanjem preklopnika ustanove na centralni preklopnik podatkovnog centra.

### 3.3.1. Imenički servis (Active Directory - AD)

Paralelno uz razvoj distribuiranih računalnih okruženja počinje razvoj skladišta podataka. Potreba pronalaženja informacija u takvim okruženjima uzrokuje kreiranje sofisticiranog sustava pretrage pod nazivom imenički servis. Imenički servis je skup softvera, hardvera, procesa, pravila i administrativnih procedura koje omogućuju korištenje informacija iz imenika svim korisnicima.

Microsoft je kreirao imeničku strukturu pod nazivom Active Directory (AD). Active Directory je tip baze podataka, koju možemo opisati kao integrirani skup rješenja za distribuciju podataka, organizaciju resursa, sigurnost i administraciju mreže. Razlika od klasičnih baza podataka je u načinu rada, odnosno čitanju/pisanju. Imenički servisi namijenjeni su prvenstveno čitanju podataka. AD baziran je na različitim standardima Lightweight directory access protocol (LDAP) i X.500.

Imenički servis omogućuje centraliziranu administraciju mrežnih resursa (korisničkih računa, grupnih računa, Group Policy objekata (GPO), mrežnih dijeljenih resursa, računala, pisača, itd.). Samo struktura AD-a je distribuirana na najmanje dva domenska kontrolera zbog sigurnog načina rada u mrežnom okruženju.

Sa stanovišta korisnika, AD omogućava jednostruko prijavljivanje na sustav, korištenje svih dozvoljenih resursa sustava neovisno radi li se o dijeljenim diskovima poslužitelja, radnih stanica ili ispisu na pisač.

Sigurnost sustava definira se na nivou AD odnosno Group Policy-a. Sigurnosna pravila mogu se definirati na nivou jednog korisnika ili grupe korisnika do te razine da se korisniku ili grupi dozvoli rad samo na određenim aplikacijama.

Imenički servis domene grad.local razdvojen je po organizacijskim spremnicima korisnika. Organizacijski spremnici su kreirani za sam Grad, gradske tvrtke i ostale

ustanove pod upravljanjem Grada. Posebno su kreirane sigurnosne grupe korisnika sa različitim pravima pristupa prema Internetu.

Kreirane grupe su:

- xx\_ISA\_Internet – dozvoljeni portovi za osnovni pristup Internetu
- xx\_ISA\_NetBank – za korisnike koji koriste internet bankarstvo – prošireni skup portova
- xx\_ISA\_Power – korisnici koji zbog određenog razloga zahtijevaju pristup Internetu – prošireni skup dozvoljenih portova
- xx\_ISA\_VPN – korisnicima u ovoj grupi dozvoljen je pristup VPN-om
- xx\_ISA\_FULL – neograničen pristup Internetu

*(xx predstavlja prva dva slova ustanove na koju se grupa odnosi. GR kratica je za Grad)*

### 3.3.2. Vatrozid (ISA poslužitelj)

Microsoft ISA poslužitelj (Internet security and acceleration server) je jedan od najhvaljenijih Microsoftovih proizvoda od svojih prvih inačica 2000 pa do platforme 2006 koja je ugrađena u LISA server. ISA server omogućava jednostavno administriranje isprepletenu sa mogućnostima imeničkog servisa (AD) i ostalim naprednim funkcionalnostima domenskog okruženja.

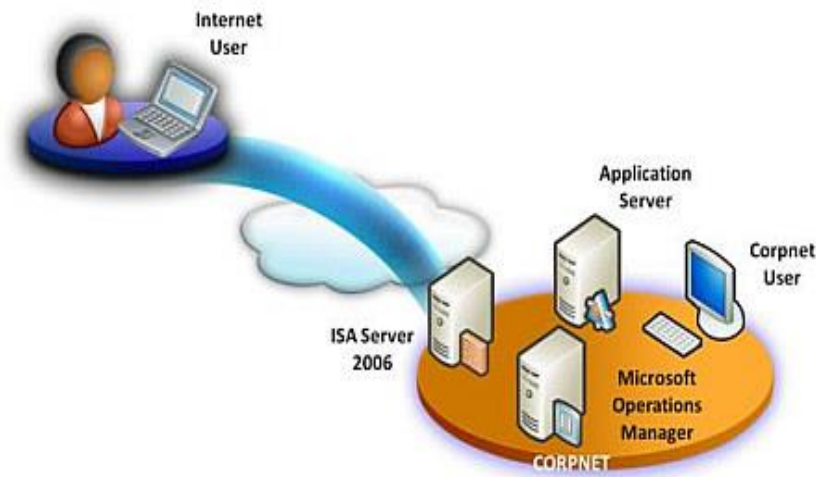
Funkcionalnost ISA servera možemo podijeliti na funkcije:

- **Firewall** (vatrozid) - Primarna funkcija svakog vatrozida je definiranje pravila pristupa sa lokalne odnosno javne mreže prema korištenim protokolima. Prednost ISA poslužitelja je grafičko sučelje i intuitivna okolina za kreiranje pravila koje je moguće lagano testirati i provjeriti. Integracijom u domenu moguće je kreirati pravila na nivou svakog pojedinog korisnika, grupe, vremena korištenja ili vrste prometa. U domeni isa.local kreirana su određena pravila pristupa:
- **Proxy** (Funkcionalnost spremnika): Implementacijom Proxy funkcionalnosti, ISA server sprema sadržaje koji su traženi preko web-a u spremnik na lokalnom disku. Ponovni pristup na spremljenu (ranije posjećenu) web stranicu korisniku šalje materijale sa lokalnog diska što uvećava brzinu pristupa i smanjuje promet



prema Internetu. Upotrebom *reverse proxy* funkcionalnosti moguće je neke lokalne servise korisničke mreže objaviti na Internetu, konkretnije, moguće je objaviti SharePoint ili Exchange OWA web-ove.

- **Usmjerivač (Router):** U okruženju više fizičkih ili virtualnih (VLAN) mreža moguće je osigurati njihovu međusobnu povezanost upotrebom ISA poslužitelja. Na definirane rute moguće je dodati pravila spajanja odnosno mogućnosti propuštanja određene vrste prometa prema definiranim mrežama. Ova mogućnost je posebno interesantna tvrtkama koji žele odvojiti vidljivost nekih resursa mreže od ostalih korisnika mreža tipa računovodstvo od ostatka mreže.
- **VPN (Virtual Private Network) konzentator:** Potreba za spajanjem korisnika u lokalnu mrežu sa izdvojenih lokacija raste stalnim ubrzanjem tempa života i potrebom dostupnosti informacija/servisa.



Slika 9. Prikaz spajanja korisnika na poslužitelje putem VPN konekcije  
Izvor: <http://www.isaserver.org/img/upl/firewalltopologies/Image2067.gif>

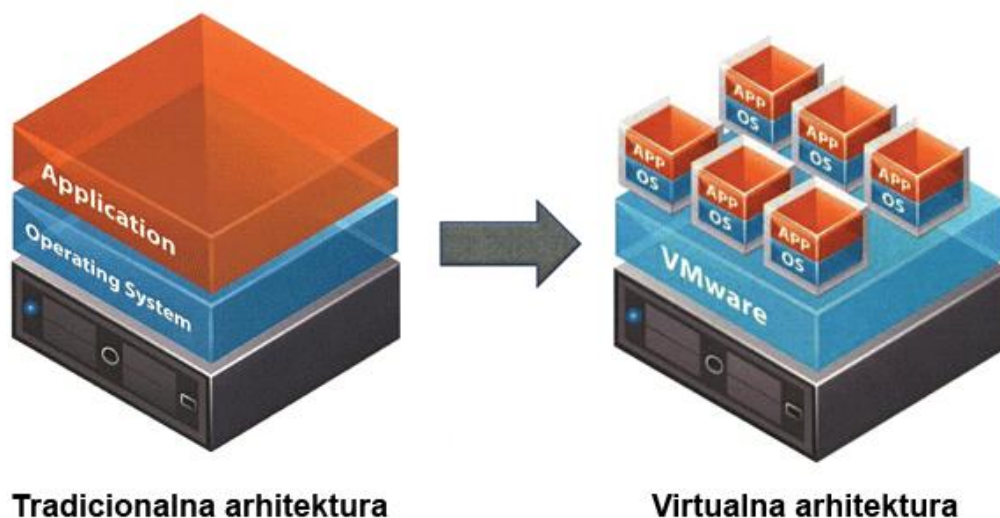
[Preuzeto 3. studenog 2018]

VPN funkcionalnost omogućuje spajanje korisnika ili klijenata po dogovorenim pravilima u lokalnu mrežu kako bi sa udaljenih lokacija (primjerice od kuće ili dislociranog ureda) mogli koristiti poslovne aplikacije i servise kao da su na radnom mjestu.

### 3.4. Primjena virtualizacijske tehnologije

Virtualizacija poslužitelja koncept je koji se počeo razvijati još sredinom prošlog stoljeća. Virtualizacijom se postiže bolja iskorištenost računalnih infrastruktura jer se omogućuje njihovo istovremeno korištenje u različitim sustavima. Moguće je postići i druge korisne učinke kao što je sigurnost ili pouzdanost. Primjerice, kod virtualizacije sustava cilj je postići izolirano izvođenje nekoliko različitih sustava na jednom fizičkom računalu. Izolacija i ograničenja na dostupnu memoriju, procesorsko vrijeme i slično automatski doprinose sigurnosti zato što izoliraju sustav od neovlaštenih korisnika, onemogućuju napade uskraćivanja usluge na cijelom sustavu, a kompromitiranost jednog virtualnog sustava neće utjecati na ostale.

Primjenom virtualizacijske tehnologije poboljšava se iskorištenost sustava i ostvaruju se uštede na skupom hardveru. Programska i hardverska podrška za virtualizaciju još uvijek nije dosegla razinu standarda pa je dostupno relativno mnogo različitih rješenja.



Slika 10. Grafička ilustracija virtualizacije poslužitelja

Izvor: <https://www.canatlantic.com/resenja/virtualizacija-servera/>

[Preuzeto 3. studenog 2018]

Današnji serveri višestruko nadmašuju potrebe određenih servisa. U konkretnom slučaju servis ActiveDirectory zauzima vrlo malo procesorskog ili memorijskog vremena. Microsoft topologijom nužno je imati dva servera, a preporuka je jedan server napraviti kao virtualni što smanjuje troškove korištenja hardvera i omogućuje:

- dodatnu iskoristivost hardvera na koji je moguće dodati još virtualnih instanci drugih namjena (npr. starih servera koji su nužni u poslovanju),
- u slučaju hardverskog kvara opreme virtualne instance moguće je jednostavno kopirati (ili vratiti iz backupa), i upogoniti na zamjenskom hardveru (bez potreba da se radi o identičnom hardveru – nije potrebna instalacija drivera). U slučaju havarije, a za postizanje funkcionalnosti kompletne domene u najkraćem roku moguće je privremeno iskoristiti manje zahtjevan hardver (npr. obično osobno računalo).

Virtualizacija je u slučaju Grada napravljena na fizičkom računalu Dell PowerEdge 2950 koje se nalazi u na listi testiranih poslužitelja za rad sa VMware produktima. Virtualizacija je kreirana besplatnim produktom VMwarea ESXi koji ima osnovnu funkcionalnost kreiranja i posluživanja virtualnih računala. Osnovnu konfiguraciju samog ESXi poslužitelja odrađuje se konzolnim spajanjem na sam VM poslužitelj.

Navedeni VM poslužitelj, prije konsolidacije podatkovnog centra aktivno je posluživao sljedeće organizacije i njihove informacijske sustave:

- PROJEKT „E-GRAD“ – posluživanje dopunskog (sekundarnog) Domain Controllera, odnosno redundantni imenički servis
- GRAD – posluživanje informacijskog sustava (niz aplikacija od računovodstva proračuna, javne nabave, uredskog poslovanja, komunalnog IS-a i dr.)
- GRADSKA\_TVRTKA\_1 d.o.o. – posluživanje računovodstvenih sustava, kao i ERP sustava
- GRADSKA\_TVRTKA\_2 d.o.o. – posluživanje informacijskog sustava za računovodstvo i upravljanje nekretninama
- GRADSKA\_TVRTKA\_3 d.o.o. – posluživanje korisničke računovodstvene aplikacije

## 4. KONSOLIDACIJA PODATKOVNOG CENTRA

### 4.1. Problematika postojećeg stanja podatkovnog centra

U prethodnim temama ovog završnog rada opisao sam procese nastanka jednog ozbiljnog podatkovnog sustava za potrebe poslovanja iz djelokruga JLS-a. Hardverski IT sustav koji je gotovo deset godina uspješno posluživao različite resurse, uspješno je pratio razvoj poslovnih informacijskih podsustava pojedine pod-organizacije. Upravo je taj dio ukupne ICT infrastrukture (aplikacijski softver grada, tvrtki ili ustanova), što radi zakonskih obaveza i promjena, tako i radi pozitivnih trendova razvoja informacijskih sustava glavni „krivac“ za provedbu konsolidacije podatkovnog centra.

Prisjetimo se, postojeća infrastruktura podatkovnog centra projekta „e-Grad“ sastojala se od tri fizička servera:

- virtualizacijskog Hyper-V 2012 hosta (koji je tijekom eksploatacije zamijenio nekadašnji VMware host),
- domenskog kontrolera i
- Microsoft ISA 2006 servera.

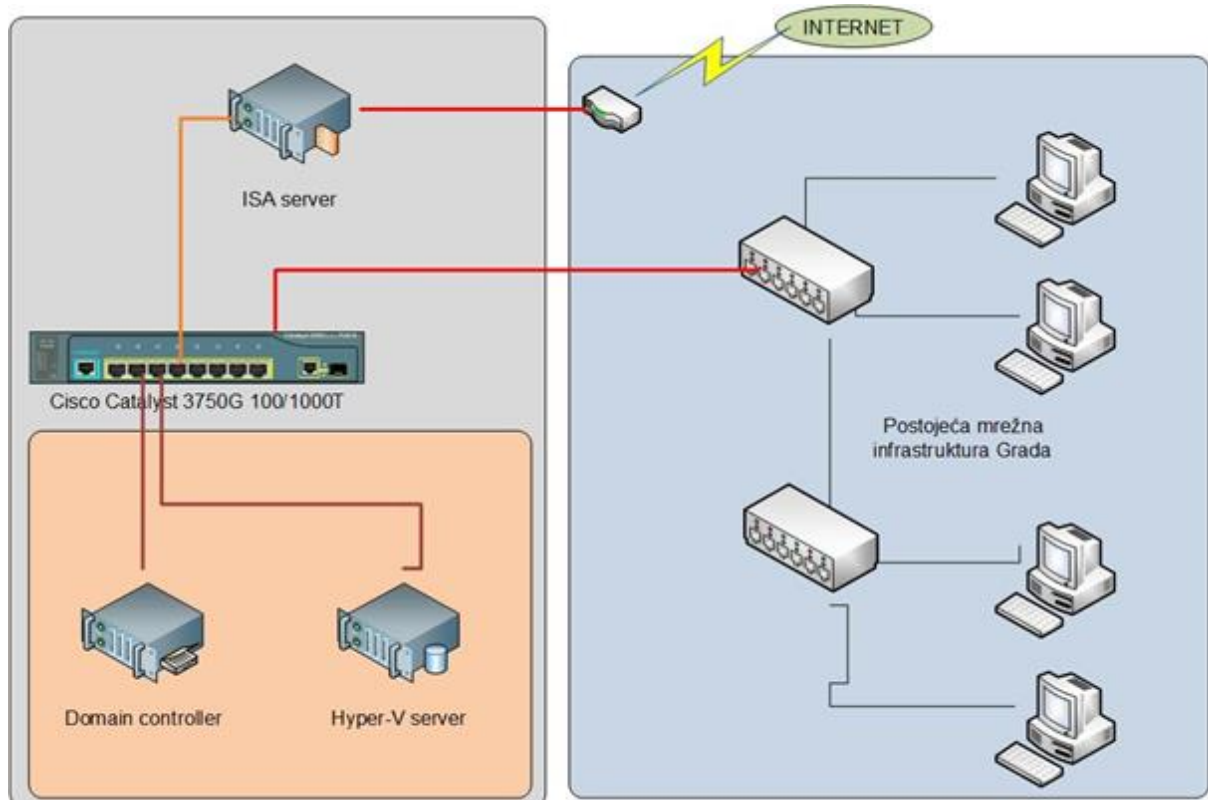
Virtualizacijski host baziran na Windows Hyper-V 2012 sustavu, fizički implementiranom na poslužitelju Dell PowerEdge R720, poslužuje nekoliko virtualnih instanci (Virtualnih mašina). Osim redundantnog napajanja i RAID polja, na samom serveru nema redundancije s drugim serverom. Ovom spoznajom oslanjati ukupno poslovanje na sustav koji nema podatkovnu redundanciju predstavlja ogroman rizik, tim više što u slučaju hardverskog kvara treba provesti postupak nabave za novi poslužitelj, a time poslovni informacijski sustav postaje nedostupan za vrijeme popravka, odnosno zamjene hardvera.

Domenski kontroler (DC1) koji se fizički nalazi na poslužitelju Dell PowerEdge R300, sa instaliranim operativnim sustavom Windows Server 2008 Std (x64), također nema fizičke redundancije, već se neko vrijeme vršila softverska redundancija u smislu sinkronizacije sa virtualnim serverom DC2. Kako se desila pogreška u sinkronizaciji, odnosno kako je virtualna instanca DC2 neko vrijeme bila nedostupna, naknadna

sinkronizacija predstavljala je određeni rizik u smislu da nije postojala sigurnost kako će se upravo imenički servis sa DC1 replicirati na DC2, a ne obratno.

Microsoft ISA 2006, koji služi kao vatrozid mreže projekta „e-Grad“, fizički se nalazi na poslužitelju Dell PowerEdge R300, a instalirani operativni sustav je Windows Server 2003 R2 Std. Razina zaštite koju pruža vatrozid Microsoft ISA Server 2006 više nije dostatan za trenutne maliciozne prijetnje koje sve učestalije prolaze kroz slično klasično-konfiguriranu vatrozidnu zaštitu. Filtriranje prometa samo po IP adresama i portovima, protokolima koje nudi ISA Server, nisu više dostatan nivo zaštite za današnje sigurnosne prijetnje.

Ono što je trenutno standard u IT industriji i što je neophodno jest vatrozid servis koji provjerava sve mrežne pakete koji prolaze kroz njega i gdje sam uređaj mora biti spojen na cloud servis, u svrhu bržeg dobivanja informacija o novootkrivenim prijetnjama na internetu i skidanja odgovarajućih definicija zaštite. Takav oblik zaštite se nudi najčešće u obliku pretplate na servis u oblaku, odnosno pretplate na sigurnosne definicije.



Slika 11. Prikaz osnovne konfiguracije podatkovnog centra – prije konsolidacije

Izvor: djelo autora

Uzevši u obzir sve spomenuto, nije problem zaključiti kako je postojeća virtualizacijska platforma, kao i arhitektura podatkovnog centra zastarjela i više nije optimalno iskorištena. Zastarjela oprema (DC i ISA iz 2008. godine) koja već odavno nije obuhvaćena jamstvom proizvođača niti podrškom od strane Microsofta, ne nudi nikakvu redundanciju s obzirom na mogućnosti koje nude virtualizacijske tehnologije, poput replikacije i redundancije (*fault tolerance*).

Osim navedenog hardverskog i softverskog dijela, i ostale komponente podatkovnog centra traže određenu reviziju. Potrebna je revizija besprekidnih napajanja (UPS), budući da je životni vijek akumulatora tih uređaja pri kraju, odnosno nisu više pouzdani u smislu vremenskog perioda održavanja sustava u slučaju prekida električne energije.

Klimatizacijski sustav također zahtjeva reviziju, budući da već cijelo desetljeće neprekidno (24/7) održava temperaturu podatkovnog centra. Iako je klimatizacijska oprema redovno servisirana, ista nije pokrivena jamstvom. Stoga će se u narednoj fazi konsolidacije podatkovnog centra dobiti dodatni klimatizacijski uređaj i time postignuti redundanciju i na tom važnom području.

Organizacija mrežne infrastrukture također traži reviziju i nadogradnju s obzirom na nove momente u razvoju optičke infrastrukture, kao i dodavanje novih sastavnica (škole, vrtići, gradska poduzeća i ustanove) Grada. Osim proširenja postojećeg preklopnika, za prihvrat dodatnih (novih) optičkih niti potrebno je mrežno reorganizirati način pristupa pojedine sastavnice kao i unutar samih sastavnica način spajanja preklopnika i radnih stanica, u svrhu boljeg nadzora i sigurnosti, kao i dostupnosti potrebnih servisa. Jedan od primjera je mrežno ograničenje međusobne vidljivost radnih stanica iz različitih poduzeća i ustanova Grada, a u svrhu ograničavanja mogućih širenja štetnih posljedica malicioznih napada, ili jednostavnije rečeno - ograničavanje širenja virusa (posebice Crypto Lockera) na jednu pod-mrežu umjesto na kompletno otvorenu mrežu tj. pod-organizacije koje infrastruktura podatkovnog centra posluhuje.

Isto tako, potrebno je obratiti pažnju na spajanje mrežne opreme, preklopnika i radnih stanica u smislu smanjene upotrebe jednostavnih preklopnika. Kada se ne koristi istovrsna oprema, može doći do nepotrebnog dodatnog prometa po mreži, što usporava rad i nepotrebno opterećuje drugu opremu u mreži. Također jednostavniji i jeftiniji

preklopnici nemaju naprednih mogućnosti upravljanja i nadzora, kao npr. postavljanje dedikiranih *route-a*, usmjeravanje mrežnog prometa do samo potrebnih servisa i definiranja listi pristupa (Access listi), što opet otežava nadzor i usporava dijagnostiku prilikom problema i slično.

Osnova mrežne infrastrukture sastoji se od centralnog preklopnika Cisco Catalyst 3750G s 24 porta 10/100/1000T koji služi za povezivanje poslužiteljske infrastrukture u podatkovnom centru. Putem optičkog kabla koji su terminirani na centralnom preklopniku spojena su, uz Grad - gradska komunalna poduzeća i ustanove pod upravljanjem Grada (vrtići, škole, sportska dvorana, gradska knjižnica i dr.). Spomenuta komunalna poduzeća i ustanove spajaju se na svoje servise koji se nalaze na Hyper-V virtualizacijskom poslužitelju.

Svjesni prethodno navedenih nedostataka, sistematski se pristupa konsolidaciji podatkovnog centra. Za potrebe provedbe javne nabavke izrađuje se Dokumentacija za konsolidaciju virtualizacijske platforme koju čini opis projektnog zadatka te specifikacija hardverske i softverske opreme za konsolidaciju.

Sukladno navedenoj dokumentaciji, konsolidacija podatkovnog sustava vrši se u dvije faze:

- konsolidacija poslužiteljske opreme i virtualizacijskog sustava, te
- konsolidacija mrežne infrastrukture

U odnosu na dosadašnji sustav, konsolidacija podatkovnog centra donosi mogućnost daljnjeg širenja, kao i poboljšanja mrežne infrastrukture korisnika istog, što je opisano u prethodnim odlomcima. Kao sinteza svega navedenog, investicija u konsolidaciju podatkovnog centra omogućuje:

- Redundanciju virtualizacijskih hostova, integracijom u Hyper-V klaster,
- Redundanciju postojećih poslužitelja – kroz replikaciju virtualnih poslužitelja,
- Redundantnu mrežnu opremu za povezivanje virtualizacijskih hostova – svaki host spojen na dva mrežna preklopnika
- Povećanje autonomnosti UPS uređaja - dodavanjem dodatnih UPS uređaja,
- Omogućavanje spajanja udaljenih lokacija optičkim kabelom – spajanjem na preklopnik sa optičkim SFP+ konekcijama,

- suvremeniji i sigurniji vatrozid od trenutnog, s dodatnim mogućnostima (Intrusion detection / prevention, Content filtering, Anti-virus i anti-phishing, Web Search Filtering, AMP / Anti-malware) – povećava se sigurnost mrežne infrastrukture i korištenja Internet i Intranet servisa.

## **4.2. Konsolidacija poslužiteljske opreme i virtualizacijskog sustava**

Konsolidacija poslužiteljske infrastrukture vrši se u prostoriji gdje je i ranije bio smješten podatkovni centar. Dodatno je postavljen ventilirani poslužiteljski ormar 42" u koji je smještena sljedeća oprema podatkovnog centra:

- poslužitelj Dell PowerEdge R330 na kojem je smješten novi domenski kontroler LDC1
- poslužitelj Dell PowerEdge R730 u ulozi backup servera LBKP
- poslužitelj Dell PowerEdge R730 u ulozi glavnog virtualizacijskog servera LHV1
- Poslužitelj Dell PowerEdge R730 u ulozi redundantnog virtualizacijskog servera LHV2
- dva preklopnika Cisco SG350XG-24F u redundanciji, služe za komunikaciju između poslužitelja
- centralni preklopnik Cisco Catalyst 3850-24T-S – 24-portni za komunikaciju između poslužitelja, vatrozida i dislociranih mrežnih lokacija
- vatrozid Cisco Meraki MX84
- dva UPS besprekidna napajanja EATON 5DC 3000i (3000VA)

Konsolidacija podatkovnog centra započinje ugradnjom:

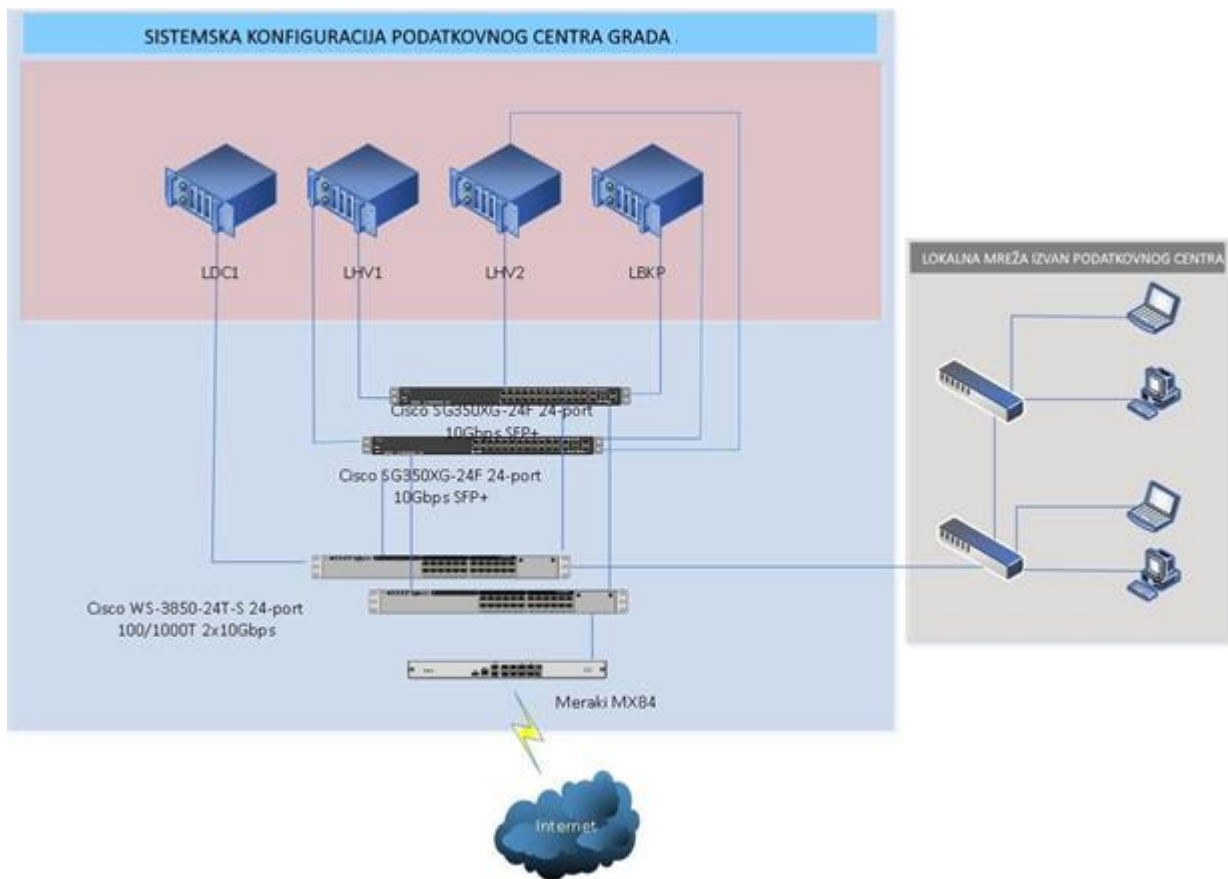
- dva nova virtualizacijska poslužitelja „LHV1“ i „LHV2“, oba bazirana na Microsoft Server 2016 STD Hyper-V virtualizacijskoj tehnologiji, koja omogućuje istovremeno izvođenje više virtualnih instanci i međusobnu replikaciju, a time se povećava pouzdanost u radu. Točnije rečeno, virtualni poslužitelji koji se nalaze na jednom poslužitelju imaju svoju jednaku repliku na drugom poslužitelju. Replikacija promijenjenih podataka (stanja) sa glavnog virtualnog poslužitelja na replicirani virtualni poslužitelj na drugom virtualizacijskom hostu vrši se svakih 15 minuta. Ovako postavljen sustav omogućava nesmetan rad i pristup servisima



ukoliko jedan od virtualizacijskih hostova prestane sa radom. Ukoliko dođe do ispada jednog od dva virtualizacijska poslužitelja, ili je potrebno napraviti servis ili nadogradnju, pokreću se replike virtualnih poslužitelja na drugom poslužitelju čime je omogućen nesmetani rad korisnika sustava.

- treći poslužitelj jest poslužitelj naziva „LDC1“. Baziran na OS Windows Server 2016 Standard, služi kao glavni domenski kontroler za lokalnu domenu Grada – *grad.local*. Uz sve njegove funkcije domenskog kontrolera, ovaj poslužitelj omogućava povjerenje (trust) između dva virtualizacijska servera što je preduvjet za uspostavu replikacije virtualnih poslužitelja između dva virtualizacijska servera. Isto tako kreiran je i sekundarni domenski kontroler LDC2 kao virtualni poslužitelj, koji omogućava nesmetano korištenje domene *grad.local* ukoliko primarni domenski kontroler prestane sa radom.
- četvrti poslužitelj jest poslužitelj naziva „LBKP“. I ovaj poslužitelj baziran je na OS-u Windows Server 2016 Standard, i služi kao backup poslužitelj za izradu sigurnosnih kopija virtualnih poslužitelja.

Na backup poslužitelju instalirana je aplikacija putem kojeg se kreira i upravlja sigurnosnim kopijama virtualnih poslužitelja, i to brzinom od 20Gbps prema virtualizacijskim poslužiteljima. Takva brzina ostvarena putem povezanih preklopnika omogućava brzo kreiranje sigurnosnih kopija virtualnih poslužitelja. Aplikacija naziva „Veeam Backup and Replication 9.5“, odabrano je softversko rješenje za backup virtualnih instanci. Proizvođač aplikacije – Veeam, jedan od vodećih proizvođača rješenja za sigurnosnu pohranu virtualiziranih okolina bilo da se radi o VMware ili Microsoft Hyper-V okruženju. Veeam prepoznaje nove izazove s kojima se suočavaju tvrtke diljem svijeta u ispunjavanju ciljeva „Always-On Business“, poslovanja koje mora funkcionirati 24/7/365. Za razliku od tradicionalnih rješenja za izradu sigurnosnih kopija koja imaju ciljano vrijeme oporavka (RTO) i ciljanu točku oporavka (RPO) u satima ili danima, Veeam pomaže organizacijama da ispune ciljano vrijeme i točku oporavka (RTPO) za manje od 15 minuta, za sve aplikacije i podatke. Navedeno je moguće ostvariti zahvaljujući potpuno novoj vrsti rješenja koje omogućava oporavak velikom brzinom, izbjegava gubitak podataka, ima mogućnost provjere konzistentnosti sigurnosne kopije i učinkovito koristi podatke pohranjene u sigurnosnim kopijama.



Slika 12. Prikaz konfiguracije nakon konsolidacije podatkovnog centra

Izvor: djelo autora

Zbog povećanja broja poslužitelja i mrežne opreme, uz postojeći UPS dodaju se dva nova UPS uređaja od 3000 VA, čime se omogućuje napajanje poslužitelja i mrežne opreme uslijed nestanka struje. UPS uređaji imaju instaliranu mrežnu karticu, čime se povezivanjem na njih omogućuje konfiguracija i praćenje stanja uređaja kao i opreme spojene na UPS.

### 4.3. Konsolidacija mrežne infrastrukture

Osnovu mrežne infrastrukture podatkovnog centra čine dva Cisco SG350XG-24F preklopnika sa 24 10-gigabitnih sučelja koji su postavljeni u *stack* te funkcioniraju kao jedinstveni preklopnik. Svaki od tri glavna poslužitelja (LHV1, LHV2 i LBKP) spojeni su

sa 2x10Gb ethernet SFP-RJ-45 kabelima po jedan na svaki preklopnik putem *EtherChannel* veze LACP protokolom na ukupno 20 Gbps, sve u shemi redundancije. Oba navedena preklopnika spojena su svaki sa 10 Gbps na Cisco Catalyst 3850 preklopnik, na kojemu su spojeni još i:

- poslužitelj LDC1 (domenski kontroler)
- Meraki vatrozid
- ostatak postojeće mreže grada, koji se nije mijenjao

Za pristup internetu koristi se stalni optički vod, fiksne IP adrese. Od pružatelja Internet usluga – Hrvatskog Telekom, zatražen je blok javnih IP adresa, da se izbjegne postojeći dvostruki NAT te omogućiti ostvarivanje VPN funkcionalnosti. Dobiven je blok od 8 adresa, od čega je 5 iskoristivo za potrebe grada. Meraki MX-84 vatrozid ima javnu IP adresu XXX.XX.XX.XXX (u ovom radu namjerno izostavljeno), te se vrši NAT-iranje za sve interne mreže Grada.

Planirana zamjena postojećeg Microsoft ISA 2006 poslužitelja, koji je služio kao vatrozid i koji više nije podržan od strane Microsofta obuhvaća ugradnju novog vatrozida (Cisco Meraki MX84) koji koristi rješenja u oblaku za konfiguraciju i nadzor prometa, čime je omogućen jednostavniji način monitoriranja prometa i konfiguracije samog uređaja. Novi vatrozid nudi podršku za dodatne prednosti kao što su: Intrusion detection / prevention, Content filtering, Anti-virus i anti-phishing, Web Search Filtering, AMP / Anti-malware.

Omogućeno je spajanje u internu mrežu podatkovnog centra putem VPN-a za administrativne potrebe s mogućnošću proširenja ovakvog pristupa i za djelatnike grada i gradskih tvrtki.

#### **4.4. Servisni jamstveni uvjeti pri konsolidaciji podatkovnog centra**

U dokumentaciji za konsolidaciju virtualizacijske platforme, jedna od stavki koju je dobavljač opreme morao osigurati jesu servisni jamstveni uvjeti (SLA – Service level agreement). U sklopu konsolidacije podatkovnog centra, definirani su sljedeći jamstveni uvjeti (obzirom na tržišnu dostupnost jamstva):

- Poslužiteljska oprema – traženo je jamstvo u trajanju od najmanje 60 mjeseci, po principu NBD (Next Business Day On-Site)
- Mrežna aktivna oprema – traženo je jamstvo u trajanju od najmanje 12 mjeseci, koje uključuje i tzv. podršku i održavanje (Support and Maintenance)
- Besprekidna napajanja – traženo je jamstvo u trajanju najmanje 24 mjeseci

Jamstveni uvjeti zatraženi su na sljedeći način:

- Jamstveni uvjeti započinju sa primjenom danom potpisa primopredajnog zapisnika o uredno isporučenoj opremi i uređaja, a isto uključuje dijagnostiku kvara (problema), dobavu i zamjenu dijelova ili cijelog uređaja, te putne i sve druge zavisne troškove.
- Jamstvo mora sadržavati minimalno jamstvo originalnog proizvođača na isporuku rezervnih dijelova, stručnu pomoć u dijagnosticiranju i definiranju kvara te isporuci rezervnog dijela unutar vremenskog roka koji važi za prijavu i otklanjanje kvara.
- Jamstvo mora osigurati kupcu pristup tehničkom centru podrške proizvođača opreme i pravo na svu zahtijevanu stručnu pomoć koja se odnosi na konfiguriranje i uspostavu dokumentirane funkcionalnosti uređaja unutar mreže kupca, a u skladu sa izjavom originalnog proizvođača.
- Jamstvo također uključuje pravo na besplatno ažuriranje softvera unutar perioda pokrivenog tim jamstvom.
- Vrijeme prijave kvara aktivne opreme je svaki radni dan od 8:00 do 16:00 s time da je dobavljač opreme u obvezi otkloniti kvar najkasnije do kraja slijedećeg radnog dana tj. najkasnije do 16:00 sati.

## **5. MOGUĆNOSTI RAZVOJA USLUGA KROZ NOVU INFRASTRUKTURU**

Grad, kao primjer JLS-a intenzivno radi na promišljanju novih projekata u cilju što veće uključenosti građana u javnom djelovanju. U tom segmentu nužno je nastaviti razvijati informacijski sustav, kao i razvijati korisničke aplikacije putem kojih građani mogu (in)direktno sudjelovati u razvoju svoga kraja, kroz aplikacijske sustave za sudjelovanje u postupcima javnog savjetovanja, donošenje prostornih planova, online predlaganje proračunskih stavki, djelovanje na području razvoja i održavanja komunalnog sustava, kao i za svakodnevne elektronske servise lokaog karaktera (lokalni servis „e-građani“).

Aktivno se radi na izgradnji portala/servisa za građane koji bi bio namijenjen građanima, gospodarstvenicima, službenicima i svima ostalima kojima su potrebne informacije ili usluge javne uprave. Stvaranjem sinergijske platforme za integraciju cjelokupnog sustava evidencija javne uprave i gospodarskih subjekata u vlasništvu Grada omogućava se unapređenje i modernizacija vlastitog načina poslovanja.

Realizacijom takvog projekta Grad bi omogućio izgradnju usluga oko potreba korisnika i povećao bi njihovo zadovoljstvo transparentnim uvidom u informacije o uslugama javne uprave putem internetskog portala, ali i ono najbitnije – mogućnost poslovanja sa gradskom upravom i tvrtkama u smislu portala sa mogućnošću realizacije raznih zahtjeva, provjere njihova stanja, kao i uvid u izvršene usluge te plaćanje istih.

Upravo takav skup pravilno izgrađenih ICT infrastruktura, integriranih u podatkovni centar, uz posebno razvijeno MetroEthernet okruženje kojim su Grad, gradske tvrtke i ustanove povezane u jednu cjelinu, omogućuje razvoj i punu primjenu takvih i sličnih projekata.

Ukratko, intencija gradske uprave je kroz buduće ICT projekte postići:

- Uvođenje jedinstvenog sustava standarda za evidenciju podataka u okviru zajedničke arhitekture informacijskih sustava Grada.

- Omogućiti dostupnost svih informacijskih resursa, bez obzira na to u kojem gradskom gospodarskom subjektu se nalaze i na kakvoj informatičkoj platformi su implementirani.
- Objedinjavanjem sustava poboljšati kvalitetu evidencija, povećati njihovu efikasnost, smanjiti troškove i ubrzati realizaciju elektroničkih usluga.
- Uspostaviti funkcionalnost info-servisa za građane i poslovne subjekte koji će omogućiti:
  - o uvid u transakcije po računima građana i poslovnih subjekata
  - o uvid u zahtjeve i predmete, te statuse rješavanja
  - o pružanje informacija i pojašnjenja o dokumentima i obrascima koji se koriste u radu pojedinih gradskih službi, te korištenje obrazaca u elektronskoj formi

Koristi investicije u daljnji razvoj opisanog sustava bile bi:

- za građane i poslovne subjekte
  - o sve informacije na jednom mjestu
  - o smanjenje troška i vremena za traženje informacija
  - o dostupnost informacija od 0 do 24 sata
  - o opći i personalizirani sadržaj i informacije
  - o uključenost građana i gospodarstvenika u rad gradskih službi
- za službenike:
  - o pojednostavljenje i ubrzanje pristupa informacijama
  - o povećanje kvalitete i cjelovitosti informacija
  - o modernizacija načina poslovanja javnih službi
  - o rasterećenje kroz elektronički kanal komunikacije prema korisnicima

## 6. ZAKLJUČAK

Gotovo je nemoguće zamisliti bilo koga od nas, ma koliko jaki kao jedinke bili, da možemo sami živjeti ili napraviti onoliko koliko možemo u sinergiji s drugim ljudima. Slično je i s informacijsko-komunikacijskim rješenjima – objedinjena i konsolidirana u jedan sustav, ona pružaju više mogućnosti nego kada funkcioniraju izdvojeno.

Upravo je to bila ideja vodilja upravljačkih struktura Grada i gradskih tvrtki. Potreba da se izgradi vlastita i neovisna ICT infrastruktura - da se zajednički investira u zajedničku imovinu koja će biti „kralježnica“ za podršku procesima informacijskih sustava, a time i za pružanje javnih e-usluga građanima, koji kroz porezna izdvajanja u konačnosti tu uslugu i financiraju.

Ta zajednička investicija, koja se informatičkim rječnikom naziva *konsolidacija podatkovnog centra*, primjer je dobre prakse kako pravilno izgraditi ICT infrastrukturu na način da se za ukupno manji novac dobije ukupno bolje, kvalitetnije rješenje.

Sa financijske strane, uštede su velike, jer da su Grad, a i pojedina tvrtka ili ustanova pojedinačno nabavili sistemsku i programsku opremu i time stvorili svoj 'cluster' koji bi bio samostalan, stvorili bi u ukupnosti i veće troškove održavanja, a i sam sustav ne bi bio inter-operabilan sa drugim 'clusterima'. Sa strane angažmana ljudskih resursa, u upravljanju takvim sustavom potrebno je manje osoblja na održavanju konsolidiranog sustava nego da uprava i svaka tvrtka ima svoje IT osoblje dedicerane samo na vlastiti 'cluster'.

Mišljenja sam da su Grad, a time i gradske tvrtke i ustanove odradili izvrstan posao na izgradnji ICT infrastrukture i time dali podršku za razvoj daljnjih informacijskih sustava, putem kojih će se što kvalitetnije pružati usluge svojim građanima, i što je jako bitno – pružati podatke o poslovanju građana i gradskih tvrtki i ustanova na jednom mjestu. Bez prave ICT infrastrukture i konsolidiranog podatkovnog centra, svi programski proizvodi, rješenja i usluge bili bi poput otoka.

## LITERATURA

1. Computer Economics: „Data Center Consolidation: Benefits and Costs“  
*<https://www.computereconomics.com/article.cfm?id=1271>* [Mrežno, pristupano dana 11.09.2018.]
2. The University of Kansas: „Data Center and Server Room Standards“  
*<http://policy.ku.edu/IT/data-center-standards>* [Mrežno, pristupano dana 11.09.2018.]
3. Melissa Gwaldis via The SHI blog: „Next-generation data centers get smart: 4 steps to transforming your data center“ *<https://blog.shi.com/hardware/next-generation-data-centers-get-smart-transform-data-center/>* [Mrežno, pristupano dana 14.09.2018.]
4. Slobodan Ribarić: „Građa računala, arhitektura i organizacija računarskih sustava“, Sveučilište u Zagrebu, 2011. god.
5. INFORMA PLC via Knowledge & Networking Division: „Applying Cloud Principles to the Data Center“  
*<https://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/02/17/applying-cloud-principles-to-the-data-center>* [Mrežno, pristupano dana 28.09.2018.]
6. Wikipedia: „Data Center“  
*[https://en.wikipedia.org/wiki/Data\\_center](https://en.wikipedia.org/wiki/Data_center)* [Mrežno, pristupano dana 4.11.2018.]
7. TechRepublic: „10 benefits of virtualization in the data center“  
*<https://www.techrepublic.com/blog/10-things/10-benefits-of-virtualization-in-the-data-center/>* [Mrežno, pristupano dana 03.10.2018.]
8. Johan Tordsson and Luis Tomás, Department of Computing Science Universitet UMEA: „Data Center Construction and Management“  
*[http://www8.cs.umu.se/kurser/5DV131/VT14/handouts/L6\\_dcs.pdf](http://www8.cs.umu.se/kurser/5DV131/VT14/handouts/L6_dcs.pdf)* [Mrežno, pristupano dana 18.10.2018.]
9. Larry L. Peteson, Bruce S. Davie: „Computer networks: A system approach“, 3. izdanje, University of Massachusetts, SAD, 2008.
10. Mario Radovan: „Računalne mreže 2: Prijenos, mrežne usluge i zaštita“, Digital Point, 2011. god.



## POPIS SLIKA

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Slika 1.  | Prostorni prikaz podatkovnog centra .....                                      | 3  |
| Slika 2.  | Prikaz komponenti podatkovnog sustava .....                                    | 4  |
| Slika 3.  | Prikaz odabira korištenja standarda pri gradnji<br>podatkovnog centra .....    | 7  |
| Slika 4.  | TIER klasifikacija .....   | 7  |
| Slika 5.  | Primjer mrežne povezanosti računala putem BNC konektora .....                  | 10 |
| Slika 6.  | Primjer mrežne povezanosti u zvjezdastoj topologiji .....                      | 11 |
| Slika 7.  | Prikaz povezivanja središnjeg čvora sa udaljenim lokacijama .....              | 12 |
| Slika 8.  | Prikaz poslužiteljske i aktivne opreme podatkovnog centra .....                | 16 |
| Slika 9.  | Prikaz spajanja korisnika na poslužitelje putem VPN konekcije .....            | 19 |
| Slika 10. | Grafička ilustracija virtualizacije poslužitelja .....                         | 20 |
| Slika 11. | Prikaz osnovne konfiguracije podatkovnog centra –<br>prije konsolidacije ..... | 23 |
| Slika 12. | Prikaz konfiguracije nakon konsolidacije podatkovnog centra .....              | 28 |

## SAŽETAK

Ideja o temi ovog završnog rada proizašla je iz mog višegodišnjeg poslovnog djelovanja na području projektiranja, izgradnje i održavanja informacijskih sustava, kao i osobnog sudjelovanja u izgradnji i konsolidaciji podatkovnog centra Grada.

Izvršno poznavanje poslovnih procesa gradske uprave, gradskih tvrtki i ustanova, kao i entuzijazam managementa istih za razvojem stabilnog i modernog ICT sustava uvelike je pridonijelo izgradnji takvog podatkovnog sustava. Sustava kojeg bi mnoge jedinice lokalne samouprave poželjele imati.

U ovom radu govori se o konsolidaciji podatkovnog centra koji je osnova za informacijsko poslovanje Grada te gradskih tvrtki i ustanova. To je IT sustav koji pomoću vlastito izgrađene MetroEthernet optičke infrastrukture koncentrira i opslužuje gradsku upravu, komunalne tvrtke i ustanove, osnovne i srednju školu, vrtić i sportski centar - stvarajući stabilnu infrastrukturu za razvoj i upotrebu objedinjenih poslovnih informacijskih sustava.

Osim osnova izgradnje podatkovnog centra, navodeći važeće standarde za izgradnju istog, u ovom radu opisuje se rast i razvoj ICT sustava grada i gradskih tvrtki od prve primjene računala. Kroz faze razvoja opisuje se nastanak prvog podatkovnog centra, kao i prva primjena virtualizacijske tehnologije.

Sustav gradske uprave i gradskih tvrtki i ustanova svakim danom sve više oslanja svoje poslovanje na informatičke resurse, zahtijevajući njihovu stabilnost, sigurnost i dostupnost, kao i otvorenost za različite poslovne informacijske sustave. Upravo je ta potreba za rastom i razvojem poslovnih procesa utjecala na rast i razvoj informatičke tehnologije, zahtijevajući konsolidaciju podatkovnog centra i time stvaranje informacijskog okruženja za stabilno i sigurno izvođenje poslovnih informacijskih sustava.

**Ključne riječi:** konsolidacija, podatkovni centar, virtualizacija, Grad, gradska uprava, MetroEthernet

## SUMMARY

The idea behind this final work was from my long-standing business activity in the field of design, construction and maintenance of information systems, as well as a personal participation in the construction and consolidation of the data center of the City.

Excellent knowledge of the business processes of city administration, city companies and institutions as well as the enthusiasm of their management for the development of a stable and modern ICT system has greatly contributed to the construction of such a data system. The system that many local self-government units would like to have.

This final work deals with the consolidation of the data center, which is the basis for the information business of the City and of the city companies and institutions. It's an IT system that concentrates and manages city administration, city companies and institutions, elementary and high school, kindergarten and sports center through its own built MetroEthernet optical infrastructure - creating a stable infrastructure for the development and use of unified business information systems.

Apart from the basics of building a data center, citing the current standards for building it, this final work describes the growth and development of the ICT system of the city and city companies since the first computer application. Through the development phase, the first data center is emerged as well as the first application of virtualization technology.

The city administration system and city companies and institutions increasingly rely on their IT operations, demanding their stability, security and availability as well as openness to various business information systems. It was the need for growth and the development of business processes which influenced the growth and development of information technology, requiring consolidation of the data center and thus the creation of an information environment for the stable and secure execution of business information systems.

**Keywords:** consolidation, data center, virtualization, City, City administration, MetroEthernet