

Projektiranje računalne mreže poslovne zgrade

Mance, Matko

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:780649>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-15**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Sveučilišni studij

**PROJEKTIRANJE RAČUNALNE MREŽE
POSLOVNE ZGRADE**

Diplomski rad

Matko Mance

Osijek, 2023.

SADRŽAJ

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Uvod | 5 |
| 2 | Pregled Pravilnika o tehničkim uvjetima za EKM poslovnih i stambenih zgrada | 7 |
| 2.1 | Povezivanje pristupne EKM i elektroničke komunikacijske mreže zgrade | 7 |
| 2.2 | Kabliranje elektroničke komunikacijske mreže zgrade | 9 |
| 2.3 | Elektronička komunikacijska mreža poslovnih zgrada | 11 |
| 2.4 | Dimenzioniranje | 13 |
| 2.5 | Telekomunikacijski prostori | 15 |
| 2.6 | Uvod u zgradu | 20 |
| 2.7 | Sustav za vođenje kabela | 24 |
| 2.8 | Elektromagnetska kompatibilnost | 25 |
| 3 | Tehnički opis računalne mreže poslovne zgrade | 26 |
| 3.1 | Strukturno kabliranje | 26 |
| 3.2 | Sustav označavanja opreme | 27 |
| 3.2.1 | Fizičke pozicije | 27 |
| 3.2.2 | Oznaka etaže | 27 |
| 3.2.3 | Oznaka razdjelnika | 28 |
| 3.2.4 | Primjeri i načini veza komunikacijskih ormara | 30 |
| 3.3 | Povezivanje kabela | 31 |
| 3.4 | Ispitivanje postavljene pasivne mreže | 32 |
| 3.5 | Komunikacijski ormari | 34 |
| 3.6 | Logička shema računalne mreže – vertikalna mreža | 35 |
| 4 | Horizontalna računalna mreža | 37 |
| 4.1 | Popis priključnica računalne mreže | 37 |
| 4.1.1 | Popis priključnica u prizemlju | 37 |
| 4.1.2 | Popis priključnica na 1. katu | 40 |
| 4.1.3 | Popis priključnica u potkrovlju | 43 |

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------|----|
| 4.2 | Popis mrežnih kabela računalne mreže zgrade | 47 |
| 4.2.1 | Spojna lista polaganja mrežnih kabela za prizemlje..... | 47 |
| 4.2.2 | Spojna lista polaganja mrežnih kabela za 1. kat..... | 50 |
| 4.2.3 | Spojna lista polaganja mrežnih kabela za potkrovlje | 53 |
| 5 | Mrežna oprema | 57 |
| 5.1 | Popis opreme čvorišta računalne mreže | 57 |
| 5.2 | Mrežni usmjerivač Cisco Catalyst 8200 Series..... | 58 |
| 5.3 | Mrežni preklopnik Cisco Business 350 Series..... | 60 |
| 6 | Adresiranje i konfiguracija mreže | 63 |
| 6.1 | Adresiranje lokalne mreže..... | 63 |
| 6.2 | Konfiguracija CISCO usmjerivača..... | 64 |
| 7 | Quality of Service, QoS..... | 67 |
| 7.1 | Kategorije mrežnog prometa podataka | 67 |
| 7.1.1 | QoS zahtjevi za glasovni promet..... | 68 |
| 7.1.2 | QoS zahtjevi za video sadržaj..... | 69 |
| 7.1.3 | QoS zahtjevi za podatkovni promet..... | 70 |
| 7.1.4 | Zahtjevi za prijenos IP usmjeriteljskoga prometa | 71 |
| 7.1.5 | Zahtjevi za prijenos mrežnoga upravljačkog prometa..... | 71 |
| 7.1.6 | QoS zahtjevi za nepoželjni promet..... | 71 |
| 7.2 | Planiranje i primjena kvalitete usluge | 72 |
| 7.2.1 | QoS označavanje paketa na drugom sloju (Layer 2)..... | 73 |
| 7.2.2 | QoS označavanje paketa na trećem sloju (Layer 3) | 74 |
| 7.3 | Odbacivanje i reduciranje prometa | 75 |
| 7.4 | Upravljanje i izbjegavanje zagušenja na mreži | 79 |
| 8 | Troškovnik radova i opreme..... | 80 |
| 9 | Nacrt instalacije računalne mreže poslovne zgrade..... | 82 |
| 10 | ZAKLJUČAK..... | 85 |

| | |
|-----------------|----|
| LITERATURA..... | 87 |
| SAŽETAK..... | 89 |
| ABSTRACT..... | 90 |
| ŽIVOTOPIS | 91 |

1 Uvod

Tema ovoga diplomskog rada jest projektirati računalnu mrežu za poslovnu zgradu i popratnu dokumentaciju sa svim potrebnim dijelovima.

U radu će se dati pregled značajki elektroničke komunikacijska mreže te njezinih sastavnih dijelova. Pri izradi projekta vodit će se računa o tome da je projekt u skladu s aktualnim standardima te pravilnikom o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada. U skladu s namjenom građevine odabrat će se prikladna razina elektroničke komunikacijske mreže, a tehničkim opisom detaljno će se razraditi svi zahtjevi do razine dovoljne za izvođenje elektroničke i komunikacijske infrastrukture (u nastavku EKI).

Za svaki položeni kabel izradit će se spojne liste. Također, opisat će se međukonekcije unutar zgrade te povezivanje na javnu elektroničku i komunikacijsku mrežu.

Isto tako, osmisлит će se adresiranje mreže i konfiguracija uređaja te izraditi logička shema.

Nadalje, napravit će se projektantski troškovnik radova i opreme s cijenama, a u grafičkome dijelu prikazati nacrt poslovne zgrade, gdje će se vidjeti svi glavni elementi instalacije.

Građevina za koju je potrebno projektirati računalnu mrežu poslovna je zgrada u staroj jezgri Tvrđe u Osijeku.

Zgrada je građena u 18. stoljeću, prvotno namijenjena u vojne svrhe, te je trenutno prenamijenjena u poslovnu zgradu.

Zgrada je građena za to vrijeme uobičajenim, a sada starim načinima gradnje, vrlo debelim zidovima 0,5-1,5m što otežava bušenje, kabliranje i propagaciju signala bežične mreže; mjestimično su veće prostorije pregrađene u manje, modernim tehnikama suhe gradnje, koje su stoga povoljnijih karakteristika za sve prethodno navedene poteškoće.

Unutar etaže zgrade nalaze se uredi, sale za sastanke, skladište, bife i sanitarni čvorovi. Potrebno je projektirati mrežnu infrastrukturu za zaposlenike.

Lokalna računalna mreža koja se projektira u potpunosti će mijenjati staru koja se više neće koristiti. Mreža će se sastojati od mrežnog ormara s mrežnom opremom (usmjerivač, mrežni preklopnici, preklopni paneli), IP telefonije, bežične mreže, stolnih i prijenosnih računala te

centralnih i mrežnih printera. Gdje god je to moguće, planirano je ostaviti prostora za nadogradnju mrežne opreme te je predviđen veći broj mrežnih priključaka nego što je trenutno potrebno.

Komunikacijska infrastruktura projektirat će se sukladno Pravilniku o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu stambenih i poslovnih zgrada (NN 155/2009).

2 Pregled Pravilnika o tehničkim uvjetima za EKM poslovnih i stambenih zgrada

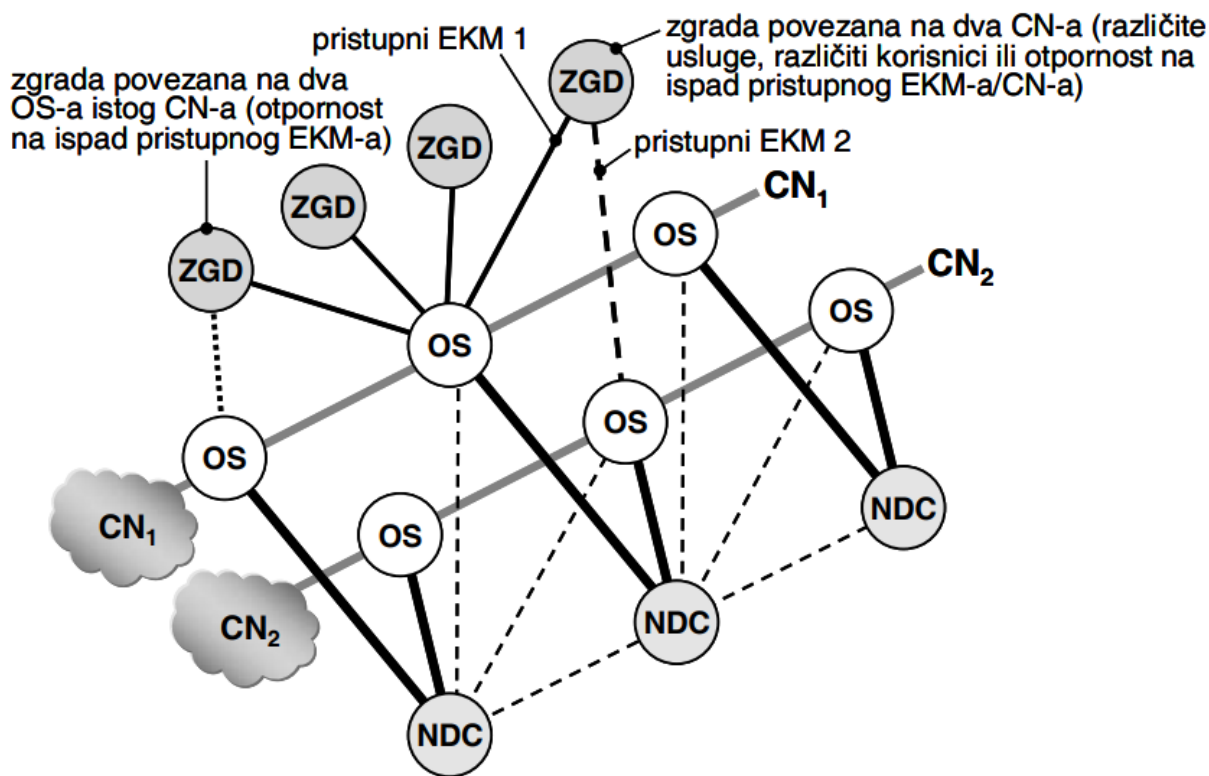
Hrvatska Agencija za poštu i elektroničke komunikacije donosi Pravilnik o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada (u nastavku Pravilnik) (NN 155/2009).

Pravilnikom je detaljno raspisano kako se i kada on primjenjuje pri planiranju i projektiranju elektroničkih komunikacijskim mreža poslovnih zgrada s elektroničkom komunikacijskom infrastrukturom, povezanom opremom unutar zgrade i kablskom kanalizacijom pristupnih vodova prema zgradi.

Namjena odredbi ovog Pravilnika jest usmjeravanje prema pravilnijoj implementaciji rješenja koja će osiguravati bolju kvalitetu usluge, veće brzine protoka podataka, viši stupanj pouzdanosti te dulji životni vijek EKI poslovne zgrade.

2.1 Povezivanje pristupne EKM i elektroničke komunikacijske mreže zgrade

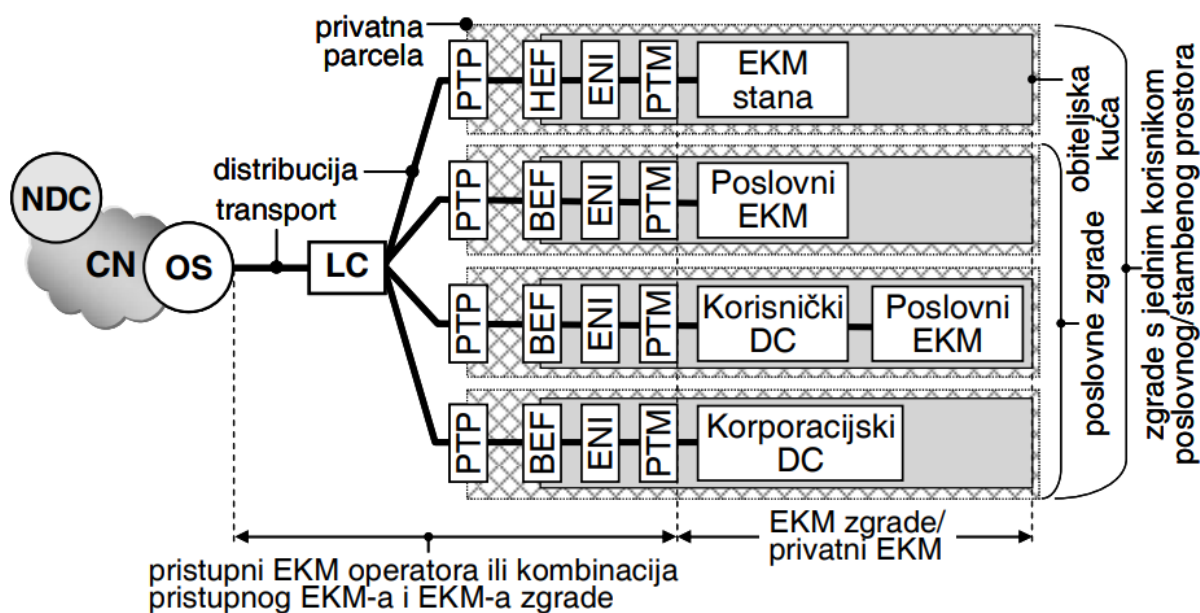
EKM zgrade (ZGD) povezuje se s operatorskim postajama (OS) u sastavu glavnih EKM-ova operatora (CN) preko pristupnih EKM-ova operatora kako je prikazano na Slici 2.1. Kako bi se osigurao neželjeni ispad sustava, poželjno je spojiti se na više od jednog pružatelja usluge interneta (u nastavku ISP – Internet Service Provider). Također, moguće je koristiti različite usluge više ISP-a.



Slika 2.1 Povezivanje EKI-a zgrade i pružatelja pristupa internetu

Načini povezivanja (Slika 2.2) kablenskog pristupnog EKM-a ISP-a i EKM-a zgrada s jednim korisnikom poslovnog prostora ovisno o smještaju sučelja vanjske pristupne mreže (ENI) i priključne točke mreže (PTM) u odnosu na pristupnu točku parcele (PTP), uvod u zgradu (BEF), uvod u prostor korisnika poslovnog prostora (poslovni EKM) i korisnički podatkovni centar (DC). Na rubu privatne parcele, EKM zgrade povezuje se pristupnim vodovima s krajnjim čvorom (LC) operatora s druge strane.

Minimalni potrebni kapacitet pristupne kablenske kanalizacije za samostojeće poslovne zgrade iznosi 0,0133 m² svijetlog presjeka raspoloživog za kabele.

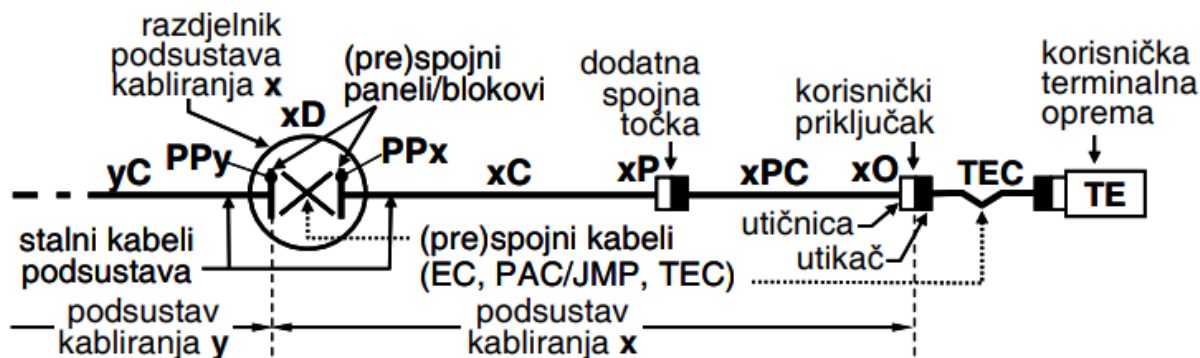


Slika 2.2 Povezivanje pristupnog EKI-a i EKI-a zgrade s jednim korisnikom prostora

2.2 Kabliranje elektroničke komunikacijske mreže zgrade

Kao osnovni sustav kabliranja EKM-a zgrada koji ovisno o vrsti zgrade treba podržavati mrežne ICT-, BCT- i izbornu CCCB-aplikacije s pripadajućim uslugama, a na temelju kvalitativne razredbe za to potrebnih prijenosnih performansi sukladno EN 50173-1, primjenjuje se generičko kabliranje (GC). Generički sustav kabliranja prikazan Slikom 2.3 može sadržavati jedan ili više podsustava kabliranja (x, y itd.) sastavljenih od sljedećih elemenata:

- razdjelnika (xD)
- stalnih kabela (xC, yC)
- dodatnih spojnih točaka (xP)
- (prilagodivih) kabela dodatne spojne točke (xPC)
- korisničkih priključaka (xO)
- (pre)spojnih elemenata:
 - spojnih kabela mrežne aktivne opreme (EC)
 - prespojnih kabela (PAC) ili prespojnika (JMP)
 - spojnih kabela terminalne opreme (TEC)



Slika 2.3 Elementi generičkog kabliranja

Kvalitativni razredi komunikacijskih veza/kanala generičkoga kabliranja EKM-a zgrada moraju po svojim prijenosnim značajkama biti sukladni zahtjevima EN 50173-1 (Tablica 2.1)

| Aplikacija | | Primjenjivi minimalni razred kanala | Prijenosne značajke specificirane do | Ostvarivo uporabom komponenta kategorije * | Primjena u zgradama (P = poslovne; S = stambene; [..] = izborna) |
|------------|--------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| vrsta | razred | | | | |
| ICT | A | A | 0,1 MHz | Cat 5÷Cat 7A | P, S |
| | B | B | 1 MHz | | |
| | C | C | 16 MHz | | |
| | D | D | 100 MHz | | |
| | E | E | 250 MHz | Cat 6÷Cat 7A | |
| | EA | EA | 500 MHz | Cat 6A÷Cat 7A | |
| | F | F | 600 MHz | Cat 7÷Cat 7A | |
| | FA | FA | 1 GHz | Cat 7A | |
| BCT | BCT-B | BCT-B | 1 GHz | Cat BCT-B | S, [P] |
| | BCT-C | BCT-C | 3 GHz | Cat BCT-C | |
| CCCB | CCCB | CCCB | 0,1 MHz | Cat CCCB | [S] |

* ovisno o konfiguraciji kanala (kategoriji rabljenih komponenta i broju spojeva u kanalu, duljinama stalnih kabela, duljinama i IL-omjerima (pre) spojnih kabela, te temperaturi okoline)

Tablica 2.1. Primjenjivi razredi bakrenoga generičkog kabliranja EKM-a zgrada

2.3 Elektronička komunikacijska mreža poslovnih zgrada

Pri kabliranju EKM-a poslovnih zgrada razlikujemo (Slika 2.4):

- kabliranje pristupa vanjskoj pristupnoj mreži (NA)
- generičko kabliranje poslovnih prostora (GC-O):
 - generičko ICT-kabliranje poslovnih prostora (GCO-ICT)
 - izborno generičko BCT-kabliranje poslovnih prostora (GC-O-BCT)
- kabliranje individualnoga radnog prostora (WA; kabliranje terminalne opreme).

Generičko ICT-kabliranje poslovnih prostora (GCO-ICT) služi za podršku ICT-aplikacija s pripadajućim uslugama, a može sadržavati sljedeće podsustave:

- okosnice:
 - okosnica kampusa (CB)
 - okosnica zgrade (BB)
- etažni horizontalni razvod (HR)

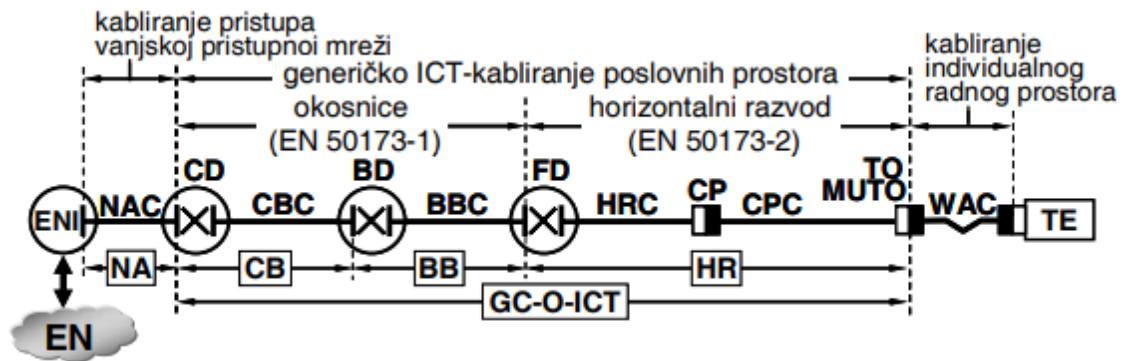
Funkcionalni elementi i sučelja podsustava jesu:

- razdjelnik kampusa (CD)
- kabel okosnice kampusa (CBC)
- razdjelnik zgrade (BD)
- kabel okosnice zgrade (BBC)
- etažni razdjelnik (FD)
- horizontalni kabel (HRC)
- konsolidacijska točka (CP) – izborna dodatna spojna točka
- konsolidacijski kabel (CPC) – kabel izborne dodatne spojne točke
- telekomunikacijski priključak (TO) ili višekorisnički telekomunikacijski priključak (MUTO).

CP, kao izborna dodatna spojna točka unutar horizontalnog razvoda koja služi za postizanje prilagodivosti instalacije u poslovnoj okolini s čestim promjenama, može se izvesti samo kao međuveza. Osim izbornog CP-a ne dopuštaju se dodatne spojne točke, tj. CBC, BBC, HRC i CPC

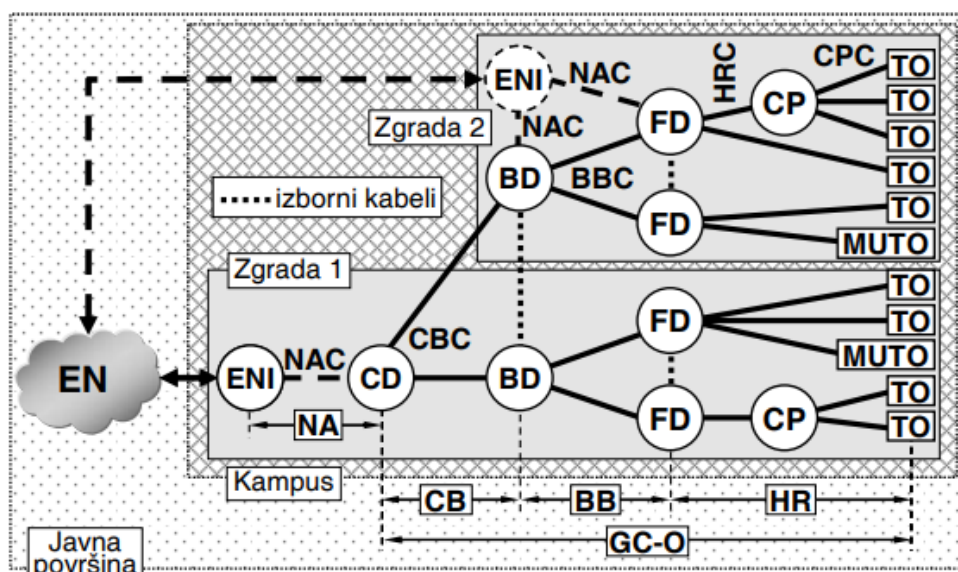
moraju biti neprekinuti. Kabliranje individualnoga radnog prostora ne smatra se dijelom generičkog kabliranja poslovnih prostora jer može biti aplikacijski-specifično.

Okosnica ne smije sadržavati dodatnu spojnu točku odnosno kabeli okosnice neprekinuti su od razdjelnika do razdjelnika.



Slika 2.4 Osnovna struktura generičkog ICT kabliranja poslovnih prostora

Elementi podsustava generičkog kabliranja povezuju se u hijerarhijsku zvjezdasto razgranatu strukturu prikazano slikom 2.5. Ovisno o konfiguraciji, broju, veličini i vrsti zgrada, funkcije razdjelnika mogu se združiti (CD i BD; BD i FD; CD, BD i FD). U tom se slučaju podsustavi koji povezuju združene razdjelnike sažimaju. Izravno međusobno povezivanje BD-a odnosno FD-a poprečnim kabelima okosnica kampusa jest izborno i može se rabiti samo kao dodatno kabliranje (npr. kao elektronička komunikacijska višestrukost) uz obvezno zvjezdasto kabliranje okosnica koje povezuje CD i BD-e, odnosno BD i FD-e.



Slika 2.5 Primjer hijerarhijska strukture kabliranja poslovne zgrade

2.4 Dimenzioniranje

Pri određivanju broja CD-a i BD-a posebice vrijedi sljedeće:

- predviđa se najmanje jedan CD po kampusu i jedan BD po zgradi
- ako kampus sadrži samo jednu zgradu koja se može opsluživati samo jednim BD-om, CD i BD mogu se sažeti u BD
- velike zgrade mogu se opsluživati s više BD-a povezanih na CD.

Pri određivanju broja FD-a posebice vrijedi sljedeće:

- najmanje jedan FD opslužuje svaku etažu namijenjenu poslovanju
- dodatni FD-i, po jedan na svakih 1 000 m² etažnog namjenskog prostora, predviđaju se ako:
 - površina koju treba opsluživati FD premašuje 1 000 m² ili
 - horizontalna udaljenost između prvog FD-a i WA-a (radni prostor) premašuje 90 m
- samo slabo naseljena etaža može se opsluživati FD-om susjedne etaže.

Najmanji potreban broj korisničkih priključaka namijenjenih standardnom uredskom poslovanju (podrazumijeva uporabu do dva terminalna uređaja, npr. stolno računalo i telefonski uređaj) određuje se na temelju broja individualnih radnih prostora (WA) namijenjenih istom, pri čemu vrijedi sljedeće:

- ako je poznat broj krajnjih korisnika usluge/zaposlenika (npr. izravno na temelju rasporeda po radnim sobama ili neizravno na temelju rasporeda namještaja) podrazumijeva se da jednom krajnjem korisniku usluge odgovara jedan WA
- ako je poznata samo površina namijenjena uredskom poslovanju, jednom krajnjem korisniku usluge pripada jedan WA do 6 m² u klasičnim uredima odnosno do 4 m² u otvorenim uredima temeljenim na klasterima namještaja.

Pri određivanju broja konsolidacijskih točaka (CP) vrijedi:

- između FD-a i nekog TO-a može se nalaziti samo jedan CP
- najmanje jedan CP opslužuje svaku grupu WA-a (npr. svaki klaster namještaja u otvorenom uredu)
- jedan CP opslužuje najviše 12 WA-a.

Pri određivanju broja višekorisničkih telekomunikacijskih priključaka (MUTO) vrijedi:

- najmanje jedan MUTO opslužuje svaku grupu WA-a (npr. svaki klaster namještaja u otvorenom uredu)
- jedan MUTO opslužuje najviše 12 WA-a.

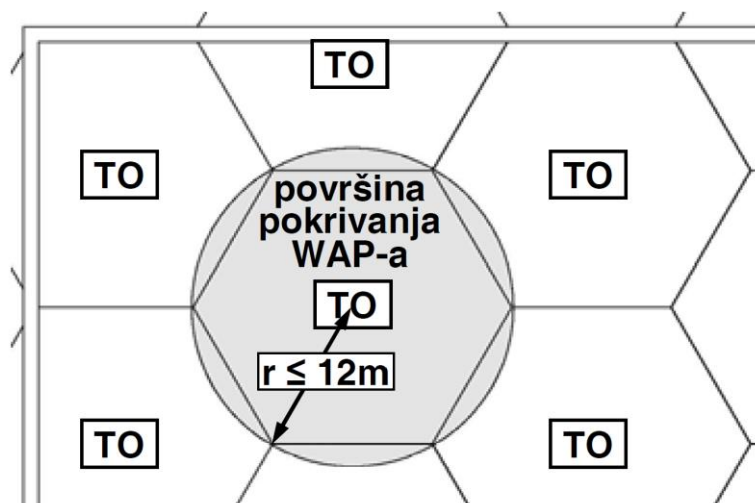
Pri određivanju broja, vrste i rasporeda TO-a vrijedi sljedeće:

- svaki individualni radni prostor (WA) oprema se minimalno bakrenim ednokorisničkim priključkom (SUTO) koji sadrži 2 TO-a, pri čemu svaki TO sadrži balansiranu utičnicu na kojoj se zaključuje 4-parni balansirani kabel etažnoga horizontalnog razvoda; preporučuje se svaki individualni radni prostor opremiti s minimalno 2 SUTO-a (ukupno 4 TO-a za npr. stolno računalo, prijenosno računalo, telefonske uređaje i rezervu).

Broj i raspored TO-a (obično smještenih u nadstroplju) za spajanje pristupnih točaka bežične mreže (WAP) određuje se sukladno ISO/IEC/TR 24704, a na temelju pokrivanja uredskog prostora signalima mreže WAPova (Slika 2.6).

Broj i raspored TO-a za potrebe posebnih sigurnosnih (razni osjetnici, nadzorne IP-kamere, terminali kontrole pristupa i sl.), upravljačkih/kontrolnih, energetskih i drugih sustava u poslovnoj zgradi, a koji rabe ICT-kabliranje za podršku ICT-, BCT- ili CCCB-usluga, određuje se sukladno zahtjevima predmetnih sustava.

Sve 4 parice balansiranog kabela moraju se zaključiti na odgovarajućim kontaktima utičnice TO-a.



Slika 2.6 Primjer rastera priključaka za pristupne točke bežične mreže

2.5 Telekomunikacijski prostori

Za telekomunikacijske prostore općenito vrijedi:

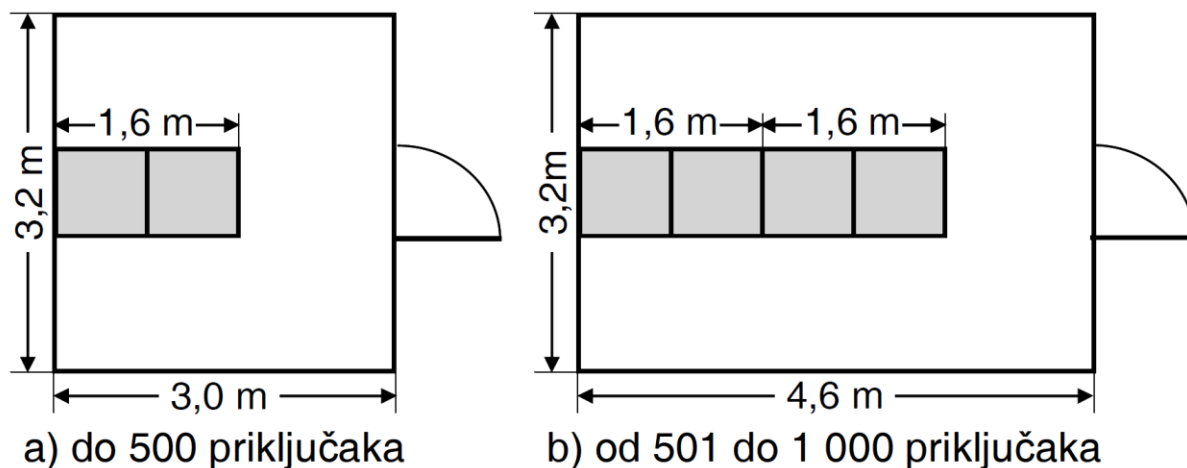
- Smještaj:
 - moraju se smjestiti tako da se ne premašuju najveće dopuštene duljine na temelju referentnih predložaka izvedbe kanala generičkog kabliranja EKM-a odnosno najveće dopuštene duljine kabliranja pristupa vanjskoj pristupnoj mreži ili drugog kabliranja EKM-a za potrebe informacijske tehnologije u zgradama
 - moraju se smjestiti što dalje od mogućih izvora elektromagnetskih smetnji (transformatori, motori, generatori, rentgenski uređaji, radiofrekvencijski odašiljači i sl.) kao i drugih instalacija (plin, voda, grijanje i sl.) koje mogu loše utjecati na performanse i/ili sigurnost
 - ne smiju se smjestiti ispod razine mjesnih voda ako nisu predviđene odgovarajuće mjere protiv prodora vode odnosno njezina odvoda ako se ona pojavi
 - za prostore koji trebaju imati mogućnost proširenja u budućnosti treba izbjegavati lokacije na kojima se proširenje prostorije ograničava komponentama zgrade kao što su okna dizala, instalacijska jezgra, vanjski ili drugi stalni zidovi i sl.
 - preporučuje se smještaj u normalno dostupnom području zgrade (npr. dostup iz zajedničkog hodnika/predvorja) tako da se ne narušava funkcionalnost evakuacijskih puteva.
- Namjena:
 - predmetni prostori smiju sadržavati samo sustave čijem su smještaju inicijalno namijenjeni te sustave i/ili uređaje namijenjene podršci tih sustava (npr. održavanju potrebnih pogonskih uvjeta okoline u predmetnim prostorima, električno napajanje)
 - oprema i dijelovi sustava koji nisu namijenjeni izravnoj podršci funkcija predmetnih prostora (npr. cijevi, kanali, kabeli i sl. drugih sustava) ne smiju se instalirati u njima, prolaziti kroz njih ili ulaziti u njih
- nadzor pristupa:
 - prostori se moraju na odgovarajući način zaštititi od neovlaštenog pristupa; odobrenje za pristup prostorima zgrade daje vlasnik ili predstavnik (su)vlasnika zgrade; odobrenje za pristup prostorima operatora (APS/SPS; tipična rješenja: kavez ili ormar pod ključem u združenoj prostoriji) daju vlasnik ili predstavnik (su)vlasnika zgrade i operator

- međusobno povezivanje: predmetni prostori moraju se međusobno povezati odgovarajućim sustavom za vođenje kabela (PW; Slika 32 i Slika 33) odgovarajućeg kapaciteta koji uključuje početne i predvidive buduće potrebe odnosno odgovarajuću zalihost
- potrebna površina: određuje se u načelu na temelju plana razmještaja pripadajuće opreme te proizvođačkih podataka o njezinim dimenzijama, pri čemu se uz trenutne u obzir trebaju uzeti i predvidive buduće potrebe odnosno (ne)mogućnost proširenja predmetnih prostora u budućnosti, a i prostor nužan za drugu opremu za podršku funkcije predmetnih prostora (npr. za distribuciju električnog napajanja, besprekidni izvor napajanja (UPS), klimatizacijske i ventilacijske uređaje)
- dimenzije prostorija s razdjelnicima (u poslovnim zgradama): pri uporabi standardnih ormara 800 mm x 800 mm, uz potrebu pristupa prednjoj i stražnjoj strani ormara i razdjelnike kapaciteta do 500 priključaka, preporučuje se prostorija od najmanje 3,2 m (duljina) x 3 m (širina); za razdjelnike s više od 500 priključaka preporučuje se širinu prostorije povećati za najmanje 1,6 m svakih 500 priključaka (Slika 2.7);
- visina prostorije (u poslovnim i poslovno-stambenim zgradama):
 - od dovršenog poda do najniže točke stropa visina mora biti najmanje 3 m radi mogućnosti smještaja veće opreme i stropnih nosača kabela
 - svijetla (bez zapreka) visina mora biti najmanje 2,6 m
 - visina prostorije sa stropnim nosačima kabela treba osigurati da visina pripadajućih ormara/regala/okvira ne premašuje 75% visine prostorije
- manipulacijski/servisni koridor: odgovarajućim ustrojem i veličinom prostora te smještajem ormar(ić)a/regala/okvira mora se na svim stranama na kojima je istima nužan pristup osigurati slobodan manipulacijski odnosno servisni koridor najmanje širine 0,9 m (preporuka: 1,2 m)
- vrata prostorije: moraju biti širine najmanje 900 mm, visine najmanje 2 000 mm, bez praga, ovješena tako da se otvaraju prema van ili klizna u stranu odnosno lako odstranjiva (radi unosa veće opreme) te opremljena bravom; u slučaju predvidive potrebe unosa veće opreme i sredstava (predmontirani ormari/regali, koluti s kabelima i sl.) u prostoriju, preporučuje se rabiti dvokrilna vrata širine najmanje 1 800 mm, visine najmanje 2 000 mm te bez praga i središnjeg stupa

- opteretivost poda:
 - distribuirana i koncentrirana opteretivost poda predmetnih prostora mora, uz odgovarajuću sigurnosnu zalihost, odgovarati početnom i predvidivom budućem opterećenju koje će stvarati aktivna i pasivna oprema instalirana u njima
 - u slučaju veće količine i/ili teže opreme, statičar treba na temelju plana razmjštaja predviđene opreme i proizvođačkih podataka o njoj provjeriti premašuje li koncentracija opreme graničnu opteretivost poda te se po potrebi moraju poduzeti odgovarajuće mjere
- podignuti pod: ukoliko se za vođenje instalacija rabi podignuti pod, njegova konstrukcija mora osigurati međupodni prostor svijetle visine 200 najmanje mm (preporuka: 300 mm)
- spuštenu strop: radi postizanja najveće moguće prilagodivosti (učinkovito baratanje kabelima u stropnim nosačima i sl.) ne preporučuje se spuštenu strop unutar predmetnih prostorija
- obrada i osobine površina: obrada površina poda, stropa i zidova predmetnih prostora mora sprečavati stvaranje i taloženje prašine; radi povećanja učinkovitosti rasvjete moraju se koristiti svijetle boje; pod treba imati antistatička svojstva
- rasvjeta:
 - mora iznositi najmanje 500 lx mjereno 1 m iznad dovršenog poda u servisnom/pristupnom koridoru ormar(ić)a/regala/okvira odnosno sredini svakog proreda između njih
 - primarna rasvjetna tijela napajaju se iz zasebnoga strujnog kruga iz kojeg se ne napaja aktivna oprema u predmetnom prostoru, a njima se upravlja sklopkama smještenim u predmetnom prostoru u blizini ulaznih vrata, pri čemu se ne smiju rabiti sklopke s prigušivačima rasvjete
 - moraju se predvidjeti sigurnosna rasvjeta i pripadajuće znakovlje sukladno propisima i u izvedbi koja omogućuje brz izlazak iz predmetnog prostora u slučaju izostanka primarne rasvjete
- električna instalacija napajanja:
 - strujni krugovi i napojni priključci dimenzioniraju se, uz odgovarajuću zalihost, sukladno relevantnim podacima planirane i predvidive buduće aktivne opreme
 - položaje utičnica treba usuglasiti s projektantom EKMI-a odnosno planiranim rasporedom opreme

- ako je u zgradi raspoloživ rezervni izvor napajanja (npr. agregat), strujni krug napajanja predmetnog prostora treba se pri ispadu glavnog napajanja automatski prebaciti na rezervni izvor
- u slučaju korisničkog zahtjeva neprekinutosti usluga, a i za aktivnu opremu za koju gubitak napajanja može prouzročiti kritičan gubitak podataka i/ili kvar (poslužitelji aplikacija, diskovna polja odnosno aktivna mrežna oprema za vezu na poslužitelje/diskovna polja i sl.) mora se predvidjeti napajanje preko odgovarajućega besprekidnog izvora napajanja (UPS); UPS do 100 kVA može se smjestiti u predmetnoj prostoriji dok se za veće snage mora predvidjeti zasebna prostorija
- izjednačenje potencijala i uzemljenje: mora biti sukladno relevantnim hrvatskim propisima i EN 50310; predmetni prostori moraju sadržavati odgovarajuću sabirnicu za izjednačenje potencijala i uzemljenje
- uvjeti okoline:
 - treba održavati uvjete okoline (u prvom redu temperaturu i vlažnost) kojima se osigurava neometan i pouzdan pogon pripadajuće opreme
 - o potrebi, ustroju i parametrima sustava klimatizacije, ventilacije i grijanja (KVG) ili zasebnih klimatizacijskih i ventilacijskih uređaja za predmetne prostore odlučuje se na temelju njihova planiranoga inicijalnog i predvidivoga budućeg sadržaja, posebice na temelju procjene ukupne toplinske disipacije inicijalne i predvidive buduće aktivne opreme sukladno relevantnim proizvođačkim podacima, proizvođačkih podataka o nužnim uvjetima okoline za predmetnu opremu te mogućnosti održanja potrebnih uvjeta okoline drugim mjerama; proc)
 - radi eliminacije toplinskog opterećenja izazvanog sunčevim zračenjem i/ili neodgovarajućom toplinskom izolacijom preporučuje se prostorije sa značajnijom količinom aktivne opreme izvesti bez prozora
 - ako treba održavati određenu temperaturu i relativnu vlažnost u premetnim prostorijama, isto se mjeri na visini 1,5 m iznad gotovog poda u bilo kojoj točki u sredini proreda između ormara/regala s opremom te sa svom predviđenom opremom u pogonu
 - ako je u zgradi raspoloživ rezervni izvor napajanja (npr. agregat), za prostorije koje za održanje potrebnih uvjeta okoline zahtijevaju neprekidan rad KVG-a ili zasebnih klimatizacijskih i ventilacijskih uređaja treba pri ispadu glavnog napajanja automatski prebaciti njihovo napajanje na rezervni izvor

- ako se u prostoriju smješta baterijski besprekidni izvor napajanja (UPS), treba razmotriti i odgovarajuću ventilaciju
- onečišćenja: predmetni prostori moraju se na odgovarajući način zaštititi (nadmak, filteri i sl.) od mogućih okolnih zagađivača (prašina, plinovi i sl.) koji mogu utjecati na pogonska svojstva materijala i funkcionalnost komponenata
- vibracije: kako mehaničke vibracije koje se po strukturi zgrade prenose na opremu i/ili komponente kabliranja u predmetnim prostorima mogu postupno dovesti do grešaka u radu EKM-a (npr. olabavljeni spojevi), isto je nužno razmotriti u fazi projektiranja i predvidjeti odgovarajuće protumjere
- buka: prijenos eventualne buke iz predmetnih prostora (npr. buke ventilatora za hlađenje aktivne opreme) u radne prostore krajnjih korisnika usluge mora se onemogućiti odgovarajućim mjerama (zvučna izolacija i sl.)
- zaštita od požara:
 - mora se u predmetnim prostorima izvesti sukladno projektu zaštite od požara za predmetnu zgradu odnosno relevantnim hrvatskim propisima
 - ako je za zgradu predviđen sustav za dojavu požara, predmetni prostori moraju se nadzirati automatskim javljačima požara u njegovu sastavu
 - ako za zgradu nije predviđen sustav za dojavu požara, a predmetni prostor sadrži aktivnu opremu, svakako treba razmotriti potrebu nadzora prostora zasebnim automatskim javljačima požara s dojavom njihove prorade odgovornom osoblju
 - sve prodore (kabeli, nosači kabela i sl.) iz predmetnih prostora treba protupožarno brtviti materijalom odgovarajuće požarne otpornosti
 - u slučaju potrebe stabilnog sustava za gašenje požara, u predmetnim prostorima treba primijeniti stabilni sustav za gašenje plinom
- seizmička problematika: predviđenja rješenja (građevinska rješenja prostora, količina i način smještaja opreme i sl.) te rabljena sredstva i materijali općenito moraju odgovarati zahtjevima pripadajuće potresne zone
- označavanje: predmetni prostori moraju se označiti pripadajućim oznakama iz plana zgrade, pripadajuće tehničke dokumentacije odnosno sustava upravljanja EKMI-om te drugim znakovljem sukladno relevantnim hrvatskim propisima, posebice onima u svezi s planiranjem sigurnosti zgrade.



Slika 2.8 Preporuka za izbor dimenzija prostorije za razdjelnike u poslovnim zgradama

2.6 Uvod u zgradu

Za uvod u zgradu (BEF) općenito vrijedi sljedeće:

- namjena:
 - rabi se za ulazak kabela privatnog i/ili javnog pristupnog kablenskog te antenskih kabela bežičnog EKM-a u zgradu preko pripadajuće točke ulaska (EP)

te njihov dovod u pristupnu prostoriju/pristupni prostor zgrade (ENR)

- smještaj:
 - razmak prema komponentama drugih sustava (vodovod, plinovod, toplovod, elektroenergetske instalacija, kanalizacija, odvod oborinskih voda, druge predajne antene i sl.) mora biti sukladan važećim propisima o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora
 - u slučaju potrebe osiguranja stalnosti mrežnih usluga uporabom elektroničke komunikacijske višestrukosti, više uvoda smješta se na međusobno prostorno dovoljno razmaknutim položajima odnosno u nastavku pripadajuće višestruke pristupne kanalizacije

- vrste uvoda:
 - podzemni uvod u zgradu u nastavku kabelaške kanalizacije; rabi se za zemaljsku kabelašku EKM
 - uvod s prijelazom iz kabelaške kanalizacije na nadzemni fasadni ili uzidni ormar(ić) s nadzemnim uvodom u zgradu; rabi se za zemaljski kabelaški EKM u posebnim slučajevima (npr. ako je tehnički problematično (postojeća zgrada, struktura terena/zgrade) ili troškovno neprihvatljivo izvesti podzemni uvod kroz temelje zgrade)
 - nadzemni uvod koji se rabi za antenske kabele bežične EKM.

Za uvod s uporabom kabelaške kanalizacije vrijedi (Slika 2.9):

- sukladan je važećim propisima o gradnji kabelaške kanalizacije
- pri projektiranju se unutar pristupnog koridora zgrade uzimaju u obzir minimalno topografska ograničenja terena, predvidive utjecajne promjene na okolnom i predmetnom zemljištu (slijeganje tla/zgrade i sl.), profil sastava tla, potreba/mogućnost drenaže, postojeće/ predviđene trase i uvodi drugih instalacija, utjecaji okoline (prodor vode, korozivnih tekućina, plinova i sl.) te promet vozilima (dubina polaganja, potrebno ojačanje betonom, potrebna nosivost poklopca uvodnog zdenca i sl.)
- nastavlja se na pristupnu/lokacijsku kabelašku kanalizaciju ili je dio nje, rabi odgovarajuće cijevi, uvodni zdenac (po potrebi) te odgovarajući EP.

Za nadzemni uvod koji se rabi za antenske kabele bežične EKM primjenjuju se važeći propisi za antenske instalacije.

Za točke ulaska (EP) općenito vrijedi sljedeće:

- za podzemne EP-e rabe se uvodne cijevi sukladno odredbama propisa o načinu i uvjetima pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i povezane opreme te propisa o gradnji kabelaške kanalizacije
- 2. za spajanja se rabe cijevi s naglancima ili odgovarajuće cijevne spojnice, pri čemu se pripadajući spojevi brtve na način koji onemogućuje prodor tekućina, plinova i nametnika
- sve uvodne cijevi moraju imati nagib od zgrade prema van; ako je moguć prodor vode, na vanjskoj strani EP-a treba predvidjeti drenažnu kutiju
- 4. mjesta prolaska cijevi kroz zid odnosno njihovi završeci na vanjskim i unutarnjim stranama zida trebaju se brtviti protiv prodora tekućina, plinova i nametnika, a mjesta završetka cijevi (ako se iste ne nastavljaju do ENR-a) na EP-u na nutarnjoj strani zida moraju

Za prostoriju za opremu (ER) vrijedi sljedeće:

- namjena:
 - rabi se u poslovnim zgradama s jednim korisnikom prostora te u poslovnim prostorima pojedinačnih korisnika unutar poslovne ili poslovno-stambene zgrade s više korisnika prostora, a služi za centralizirani smještaj aktivne mrežne i prateće opreme EKM-a grade/korisnika prostora koja zahtijeva kontrolirane uvjete okoline i složenije uređenje
(npr. telefonska centrala, okosnički podatkovni preklopnici, poslužitelji aplikacija/usluga i sl.) te pratećih sredstava nužnih za funkcionalnost EKMa zgrade/korisnika prostora (razdjelnici i sl.)
 - ovisno o arhitektonsko-građevinskom i logističkom rješenju zgrade, ER kao višefunkcijski prostor može sadržavati i neke ili sve funkcije pristupnog prostora zgrade (ENR) i/ili etažne telekomunikacijske prostorije (TR), neposredni završetak uvoda u zgradu (BEF), odgovarajuće odijeljene prostore operatora (APS/SPS) i sučelja vanjske pristupne mreže (ENI)
- dimenzije:
 - površina ER-a najmanje je 14 m²; preporučuje se potrebnu površinu ER-a s motrišta potrebne aktivne opreme odrediti kao najmanje 0,07 m² površine ER-a na svakih 6 m² namjenske površine zgrade.

Najmanje dimenzije etažne telekomunikacijske prostorije određuju se sukladno opsluživanoj namjenskoj površini (Tablica 2.2) pri čemu ona po jednom TR-u ne smije premašivati 1 000 m².

| Opsluživana namjenska površina E (m ²) | Dimenzije prostorije (m) |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| $E \leq 500$ | 3 x 2,2 |
| $500 < E \leq 800$ | 3 x 2,8 |
| $800 < E \leq 1\ 000$ | 3 x 3,4 |

Tablica 2.2 Najmanje dimenzije etažne telekomunikacijske prostorije (TR)

2.7 Sustav za vođenje kabela

Sustav za vođenje kabela EKM-a zgrada (PW) sastoji se najmanje od:

- nosača kabela (cijevi, kableske police, kableske ljestve, kanalice, uzidni/perimetarski/parapetni/podni kanali, predinstalirani kanali u namještaju, montažnim zidovima i pregradnim stijenama i sl.)
- manipulacijskih prostora i pomoćnih sredstava (kabelski zdenci/galerije; razvodne kutije, kutije za povlačenje kabela; revizijska/servisna okna, instalacijski stupići, povlake za uvlačenje kabela, ovjesi, konzole i sl.)
- završnih elemenata (instalacijske kutije za utičnice (zidne, podne itd.) i sl.)

Potrebni kapaciteti PW-a određuju se sukladno relevantnim osobinama EKM-a i zgrade (ustroj zgrade, ustroj EKM-a, namjenska površina, broj priključaka, vrsta i konstrukcija kabela, mogući faktor zapunjenja PW-a itd.). Najmanja zalihost u kapacitetu nosača kabela mora biti 40%. Preporučene i obvezne najmanje kapacitete sustava za vođenje kabela u zgradama prikazuje Tablica 2.3, pri čemu se za zgrade do 3 etaže i do 500 m² namjenske površine može za povezivanje ENR-a i (C)TR-ova kao i CTR-ova (među) etažno rabiti PW manjeg kapaciteta.

Za učinkovitije iskorištenje prostora i instalacijsku fleksibilnost pri potrebnom povećanju kapaciteta/dogradnji EKM-a preporučuje se, najmanje za usponske dijelove zajedničkog EKMI-a u poslovnim zgradama te poslovno-stambenim i stambenim zgradama s više korisnika prostora, umjesto pojedinačnih cijevi rabiti odgovarajuće dimenzionirane i opremljene (otvori za pristup pripadajućim nosačima kabela/kabelima minimalno na svakoj etaži i sl.) okomite kableske kanale/okna.

| Vrsta zgrade/prostora | Trasa | Kapacitet | Opis |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------|
| Poslovne i poslovno-stambene zgrade (s jednim i više korisnika prostora) | ENR-APS/SPS-(C)ER | 1,25 x BEF | *8 |
| | (C)ER-(C)TR | <input type="checkbox"/> 0,02 | *1 |
| | (C)TR-(C)TR (međuetažno) | <input type="checkbox"/> 0,02 | |
| | (C)TR-(C)TR (na istoj etaži) | <input type="checkbox"/> 0,01 | |
| | CTR-TEF-ER/TR | <input type="checkbox"/> 0,01 | *2 |
| | CTR-HEF-HE-PDS | 2 x Ø32 | *3, *9 |

Tablica 2.3 Kapaciteti sustava za vođenje kabela EKM-a zgrada

□ = svijetli presjek nosača kabela (m2)

*2 = po svakom korisniku poslovnog prostora

*8 = uzeti u obzir uvodne kapacitete pristupne kabelaške kanalizacije za poslovni odnosno poslovni i stambeni dio (Tablica 2) te uvodne kapacitete za povezivanje predmetne zgrade s drugim zgradama unutar predmetnog kampusa

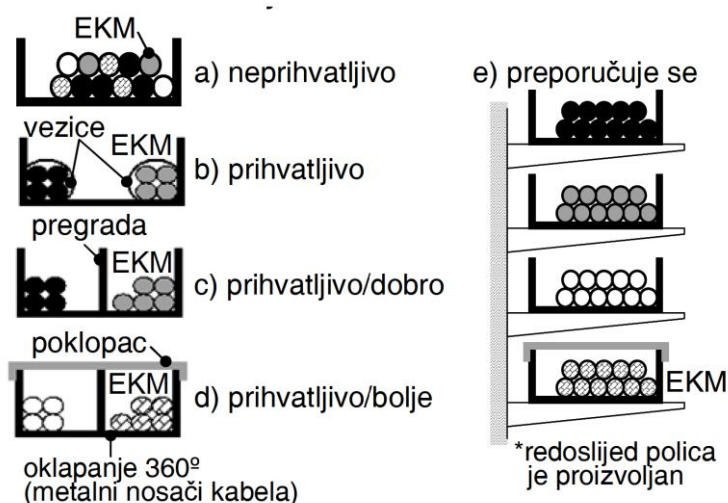
*3 = po svakom stanu

*9 = balansirani/koaksijalni i svjetlovodni kabeli polažu se u zasebne cijevi/nosače kabela.

2.8 Elektromagnetska kompatibilnost

Kabeli drugih sustava u zgradi (električno napajanje, dojava požara, automatizacija i sl.) u načelu ne smiju biti u istom snopu s kabelima EKM-a, a ako su u istom nosaču kabela, moraju se odvojiti prostorno i elektromagnetski (zaštitini razmak sukladno EN 50174-2, uzemljene metalne pregrade, oklopljeni kabeli i sl.; Slika 2.10). Preporučuje se za kabele EKM-a po mogućnosti rabiti zasebne kabelaške nosače.

Najmanji zaštitini razmak bakrenih kabela EKM-a prema kabelima instalacije električnog napajanja određuje se sukladno EN 50174-2, a na temelju razreda odvajanja kabela EKM-a (ovisnog o njegovoj konstrukciji), načina odvajanja (bez elektromagnetske barijere, mrežasti/puni/perforirani metalni kanal/polica) te faktora napojnog kabela (ovisnog o broju napojnih krugova i pripadajućim strujama).



Slika 2.10 Odvajanje kabela elektroničke komunikacijske mreže i kabela drugih instalacija/sustava

3 Tehnički opis računalne mreže poslovne zgrade

Cilj je projekta izgraditi fiksnu računalnu mrežu za poslovnu zgradu. Projekt je prilagođen potrebama korisnika unutar zgrade te namjeni prostorija.

Kabliranje se izvodi po kriterijima strukturnoga kabliranja. Kabeli se razvode zidnim instalacijskim kanalima s priključnicama. Broj priključnica po uredima zadovoljava potrebe korisnika i kriterije zasićenosti.

Za horizontalnu mrežu koristi se UTP kabel CAT 6 za 1000Base-T LAN mrežu (1000 Mb/s).

Za vertikalnu mrežu koristi se UTP kabel CAT 7 za 10GBase-T LAN mrežu (10 Gb/s).

Aktivna mrežna oprema i prespojni paneli smještaju se u komunikacijski ormar pod ključem, kako bi se i spriječilo neovlašteno rukovanje, s prednjim staklenim vratima te bočnim i stražnjim metalnim panelima koji se mogu demontirati, kako bi se omogućio lakši pristup.

3.1 Strukturno kabliranje

Strukturno kabliranje definirano je međunarodnim standardima, a u praksi se odnosi na nužni dio instalacija poslovne zgrade ili prostora, jednako važan kao i električna instalacija i rasvjeta.

U praksi se najčešće opisuje kao instalacija računalne i telefonske mreže, što predstavlja uži dio definicije. Sastoji se od čvorišta, kabela i utičnica.

Čvorišta se sastoje od komunikacijski ormara s tzv. pasivnom opremom, prespojnim panelima, vodilicama kabela, policama, napojnim letvama te aktivnom opremom, mrežnim usmjerivačima i preklopnocima, konverterima i drugim.

Osnovna načela po kojima se strukturno kabliranje izvodi jesu:

- broj priključnih mjesta treba biti dovoljan u odnosu na broj radnih mjesta
- postavljena oprema i sve njezine sastavnice moraju biti standardizirane i zamjenjive bez obzira na proizvođača opreme
- višenamjenska primjena priključaka bit je strukturnoga kabliranja.

Kod projektiranja potrebno je imati na umu sljedeće:

- mreža mora biti jedinstvena - računalna i telefonska mreža trebaju biti objedinjene i izvedene preko jedinstvene instalacije
- potrebe prema mrežama u pravilu s vremenom rastu, stoga treba uvijek predimenzionirati planiranu instalaciju nego trenutne potrebe zahtijevaju; naknadno polaganje dodatne instalacije cjenovno je i estetski nepovoljno
- izvedeno je stanje potrebno dokumentirati u skladu s normama označavanja utičnica, kabela, komunikacijskih ormara.

3.2 Sustav označavanja opreme

Oznake komunikacijskih ormara i krajnjih točaka njihove terminacije slijede preporuke standarda za strukturno kabliranje, ali se prilagođavaju specifičnostima prostora. U nastavku je iznesen detaljan opis sustava označavanja.

3.2.1 Fizičke pozicije

Fizičkim pozicijama prethodi znak „+“. Položaji građevina, komunikacijskih razdjelnika i opreme prikazani su dispozicijskim nacrtima. Radni prostori u kojima se izvode radovi instalacija strukturnog kabliranja lokalne računalne mreže smješteni su po etažama građevine. Svaka od etaža, kao i pripadajuće fizičke pozicije opreme na pojedinoj etaži, označavaju se odgovarajućom oznakom.

3.2.2 Oznaka etaže

U nastavku je tablica 3.1 u kojoj su prikazane oznake etaža.

| ETAŽA | OZNAKA |
|------------|--------|
| potkrovlje | +02 |
| 1. kat | +01 |
| prizemlje | +00 |

Tablica 3.1 Oznaka etaža

Primjer:

+01 – označava fizički položaj na prvoj etaži.

3.2.3 Oznaka razdjelnika

Čvorište instalacije strukturnog kabliranja čine komunikacijski ormari koji se koriste za smještaj aktivnih uređaja računalne mreže te opreme za prespajanje segmenata strukturnog kabliranja. U nastavku je dan opis funkcija razdjelnika i način označavanja pojedinih dijelova razdjelnika:

- +BD – glavni razdjelnik zgrade (engl. Building distributor) – čvor koji povezuje vertikalne razvode (prvi u drugu razinu kabliranja) s horizontalnim razvodom kabela. U razdjelniku je ujedno postavljen i CPE (Customer Premises Equipment) uređaj koji služi za terminiranje WAN mreže (WAN – engl. Wide Area Network),
- +FD – razdjelnik etaže (engl. Floor distributor) – čvor koji povezuje horizontalne razvode kabela (treća razina kabliranja) s priključnim mjestima u učionicama i ostalim uredima. Zbog velikog broja utičnica i konfiguracije zgrade u zgradi ima više razdjelnika etaže, spajaju se vertikalama V1, V2...

Pojedine pozicije unutar razdjelnika definiraju se na sljedeći način:

- +BDy-PPx-z – y označava broj BD razdjelnika, PP označava prespojni panel, x označava njegov redni broj, dok z označava poziciju na panelu, tj. broj porta.

Kako možemo vidjeti iz primjera sa slike 3.1 i slike 3.2:

- +BD1-PP3-TO01 – predstavlja fizički položaj koji, čitano zdesna nalijevo, označava priključak 1 na prespojnom panelu 3 (PP3) u razdjelniku BD (+BD1),
- +BD1-PP2-TO29-AP – predstavlja fizički položaj koji, čitano zdesna nalijevo, označava priključak 29 za bežičnu pristupnu točku (AP) na prespojnom panelu 2 (PP2) u razdjelniku BD (+BD1).



Slika 3.1 Primjer označavanja utičnica na prespojnom panelu



Slika 3.2 Primjer označavanja RJ45 priključnica u prostorijama

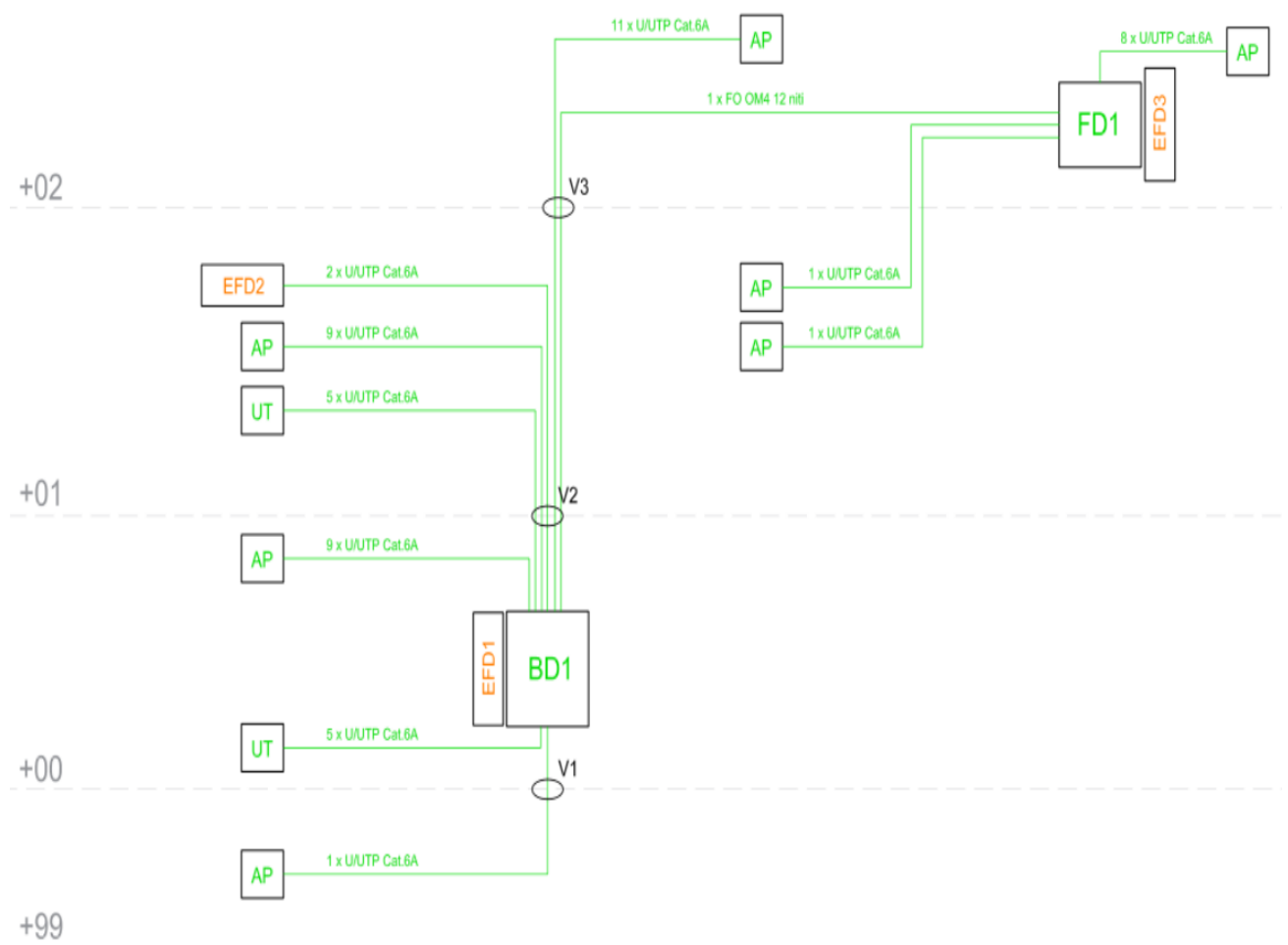
3.2.4 Primjeri i načini veza komunikacijskih ormara

Prijenosni mediji kojima se povezuju komunikacijski ormari su:

- bakreni kabel s četiri upletene parice, UTP kabel CAT 7, 10GBase-T

Takvi prijenosni mediji omogućavaju korištenje strukturnoga kabliranja tijekom više budućih generacija računalnih mreža koje će raditi na većim brzinama.

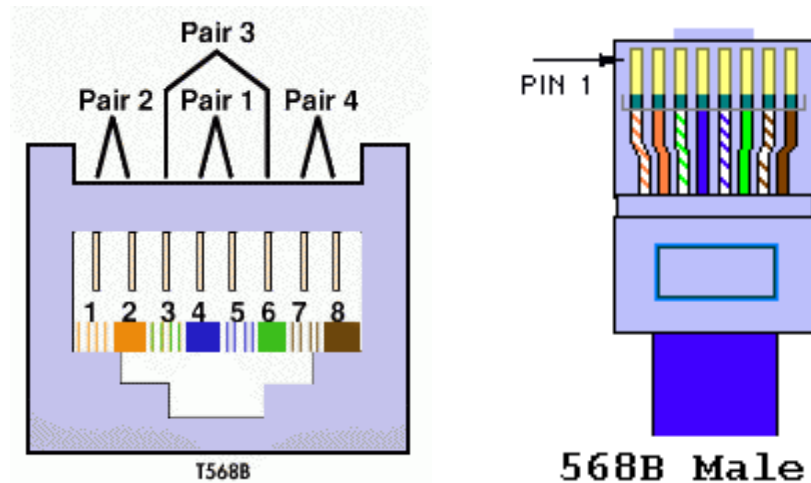
Primjer sheme povezivanja komunikacijskih ormara unutar grade i između etaža vidi se na slici 3.3. Također vidi se spajanje vertikalala, korisničkih utičnica, bežičnih pristupnih točaka te postojećih mrežnih ormara.



Slika 3.3: Primjer povezivanja BD/FD/EFD komunikacijskih ormara

3.3 Povezivanje kabela

Povezivanje kabela računalne mreže izvodi se prema odredbama EIA/TIA T568B kako je prikazano slikom 3.4, rasporedi spajanja kontakata balansiranih konektora prikazani su u tablici 3.2.



Slika 3.4 RJ45 konektor i položaji žica

| redni broj | | Parica boja | Kontakt/raspored | |
|------------|---|-------------------|------------------|-------|
| | | | T568A | T568B |
| 1 | a | plavo-bijela | 5 | 5 |
| | b | plava | 4 | 4 |
| 2 | a | narančasto-bijela | 3 | 1 |
| | b | narančasta | 6 | 2 |
| 3 | a | zeleno-bijela | 1 | 3 |
| | b | zelena | 2 | 6 |
| 4 | a | smeđe-bijela | 7 | 7 |
| | b | smeđa | 8 | 8 |

Tablica 3.2 Rasporedi spajanja kontakata balansiranih konektora

3.4 Ispitivanje postavljene pasivne mreže

Nakon završetka radova na postavljenoj pasivnoj mreži provode se ispitivanja svakoga pojedinog kabela. Ispitivanjem se provodi mjerenje svih uključenih dijelova na trasi kabela, što uključuje utičnicu, spoj kabela na utičnicu, sam kabel sa svojom duljinom i zavojima te drugim smetnjama na trasi, spoj na prespojni panel i utičnicu na prespojnome panelu. Dio koji nije obuhvaćen ovim mjerenjem jesu dva spojna UTP kabela: jedan od utičnice do mrežnog uređaja korisnika (za što se u pravilu koriste gotovi prespojni kablovi fiksne duljine ne dulji od nekoliko metara), a drugi s druge strane položenoga kabela pri uključivanjanju od prespojnog panela do mrežnog preklopnika ostaje također vrlo kratki prespojni kabel (0,5m-2m) u samom komunikacijskom ormaru. To treba uzeti u obzir kod dugačkih trasa koje se približavaju granici specifikacije do ukupno 100m. Iz toga razloga, te kako bi se ostavilo dovoljno prostora za spajanje, pri mjerenju na uređaju postavljeno je ograničenje najveće duljine položenih kabela na 90m.

Mjerenje se provodi kako bi se ustanovilo zadovoljava li postavljeni kabel minimalne parametre smetnji, preslušavanja i gušenja signala. Mjere se parametri poput duljine, kašnjenja, otpora.

Uređaj je potrebno slati na umjeravanje jednom u 12 mjeseci.

Na slici 3.5 prikazan je primjer rezultata jednog takvog mjerenja. Mjerenje je provedeno uređajem proizvođača Fluke Networks model DSX-5000 CableAnalyzer pri čemu je korišten software LinkWare za stolna računala.



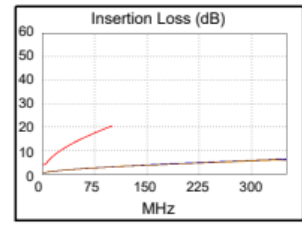
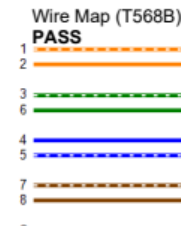
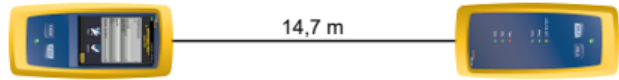
Cable ID: 007

Test Limit: ISO11801 PL Class D
Limits Version: V7.5
Date / Time: 05.02.2021 16:27:49
Operator: JOSIP BABIC
Headroom 8,8 dB (NEXT 1,2-3,6)
Cable Type: Cat 5e U/UTP
NVP: 69,0%

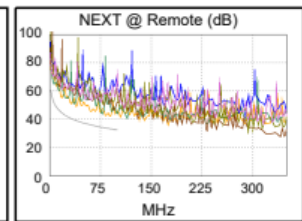
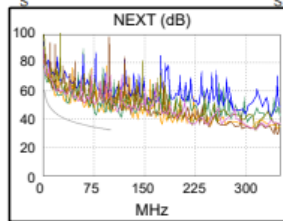
Main: Versiv
S/N: 3331065
Software Version: V6.5 Build 5
Calibration Date: 10.07.2020
Adapter: DSX-5000 (DSX-PLA004)
S/N: 4646097

Test Summary: PASS
Remote: Versiv
S/N: 3331051
Software Version: V6.5 Build 5
Calibration Date: 10.07.2020
Adapter: DSX-5000R (DSX-PLA004)
S/N: 3304046

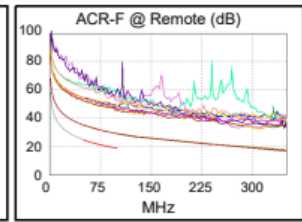
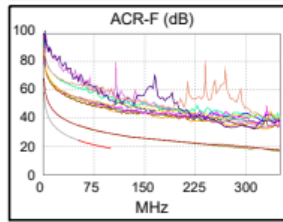
| | | |
|--------------------------------|------------|-------|
| Length (m), Limit 90,0 | [Pair 3,6] | 14,7 |
| Prop. Delay (ns), Limit 498 | [Pair 1,2] | 73 |
| Delay Skew (ns), Limit 44 | [Pair 1,2] | 2 |
| Resistance (ohms), Limit 21,00 | [Pair 4,5] | 2,93 |
| | | |
| Insertion Loss Margin (dB) | [Pair 1,2] | 17,4 |
| Frequency (MHz) | [Pair 1,2] | 100,0 |
| Limit (dB) | [Pair 1,2] | 20,4 |



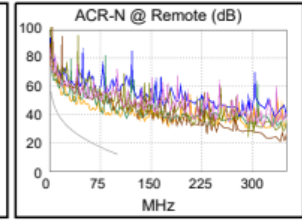
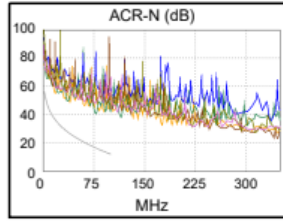
| | Worst Case Margin | | Worst Case Value | |
|---------------------|-------------------|---------|------------------|---------|
| N/A | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Worst Pair | 1,2-4,5 | 1,2-3,6 | 1,2-4,5 | 1,2-3,6 |
| NEXT (dB) | 9,0 | 8,8 | 9,0 | 8,9 |
| Freq. (MHz) | 77,8 | 82,8 | 77,8 | 89,5 |
| Limit (dB) | 34,1 | 33,7 | 34,1 | 33,1 |
| Worst Pair | 1,2 | 1,2 | 4,5 | 1,2 |
| PS NEXT (dB) | 11,2 | 10,4 | 11,2 | 11,9 |
| Freq. (MHz) | 77,0 | 76,8 | 78,0 | 98,8 |
| Limit (dB) | 31,2 | 31,2 | 31,1 | 29,4 |



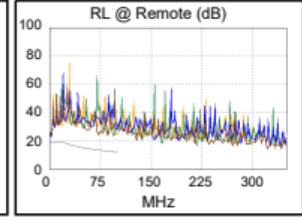
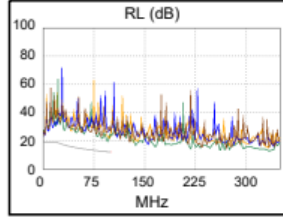
| | PASS | | PASS | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| N/A | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Worst Pair | 3,6-4,5 | 3,6-4,5 | 3,6-4,5 | 4,5-3,6 |
| ACR-F (dB) | 9,9 | 9,9 | 10,2 | 10,2 |
| Freq. (MHz) | 1,8 | 1,9 | 100,0 | 100,0 |
| Limit (dB) | 53,8 | 53,2 | 18,6 | 18,6 |
| Worst Pair | 3,6 | 3,6 | 4,5 | 3,6 |
| PS ACR-F (dB) | 12,8 | 12,8 | 13,1 | 13,1 |
| Freq. (MHz) | 1,9 | 1,3 | 100,0 | 100,0 |
| Limit (dB) | 50,2 | 53,7 | 15,6 | 15,6 |



| | N/A | | N/A | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| N/A | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Worst Pair | 1,2-4,5 | 1,2-4,5 | 1,2-4,5 | 1,2-3,6 |
| ACR-N (dB) | 17,1 | 16,7 | 24,2 | 25,3 |
| Freq. (MHz) | 5,1 | 5,1 | 77,8 | 89,5 |
| Limit (dB) | 48,8 | 48,8 | 16,3 | 13,9 |
| Worst Pair | 1,2 | 1,2 | 4,5 | 1,2 |
| PS ACR-N (dB) | 18,0 | 17,2 | 26,5 | 29,2 |
| Freq. (MHz) | 4,4 | 4,6 | 78,0 | 98,8 |
| Limit (dB) | 47,2 | 46,7 | 13,2 | 9,1 |



| | PASS | | PASS | |
|----------------|------|------|------|------|
| N/A | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Worst Pair | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| RL (dB) | 9,5 | 12,4 | 9,5 | 12,5 |
| Freq. (MHz) | 98,0 | 98,8 | 98,0 | 99,3 |
| Limit (dB) | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,0 |



Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T ATM-25
 ATM-51 ATM-155 100VG-AnyLan
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

Slika 3.5 Rezultati testiranja postavljenoga mrežnog kabela

3.5 Komunikacijski ormari

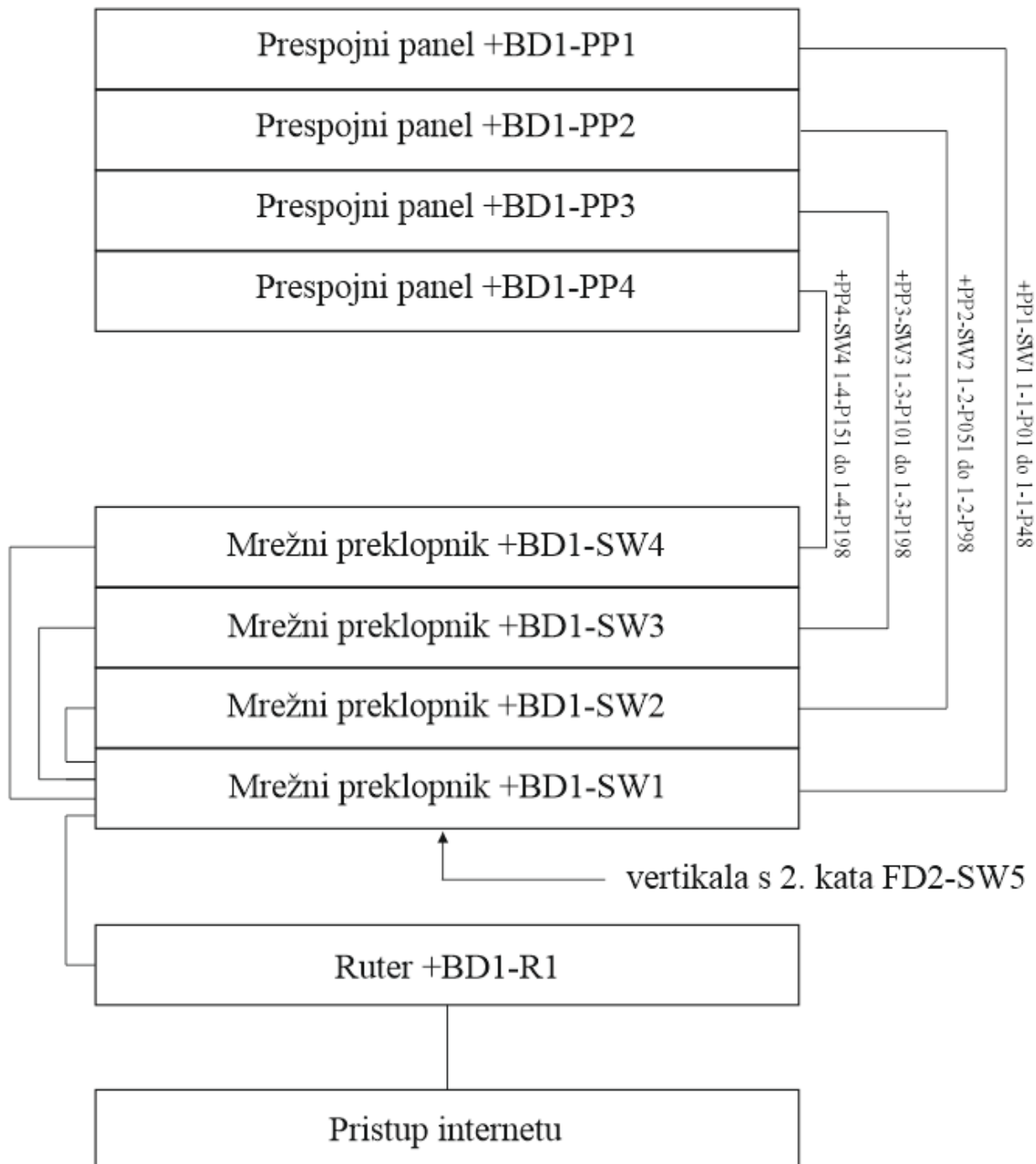
Na slici 3.6 prikazan je primjer glavnoga komunikacijskog ormara BD1 koji se nalazi u prizemlju zgrade. Ormar je veličine 47U te u sebi sadrži potrebnu mrežnu opremu. Drugi komunikacijski ormar FD2 nešto manjih dimenzija nalazi se na drugome katu.



Slika 3.6 Glavni komunikacijski ormar

3.6 Logička shema računalne mreže – vertikalna mreža

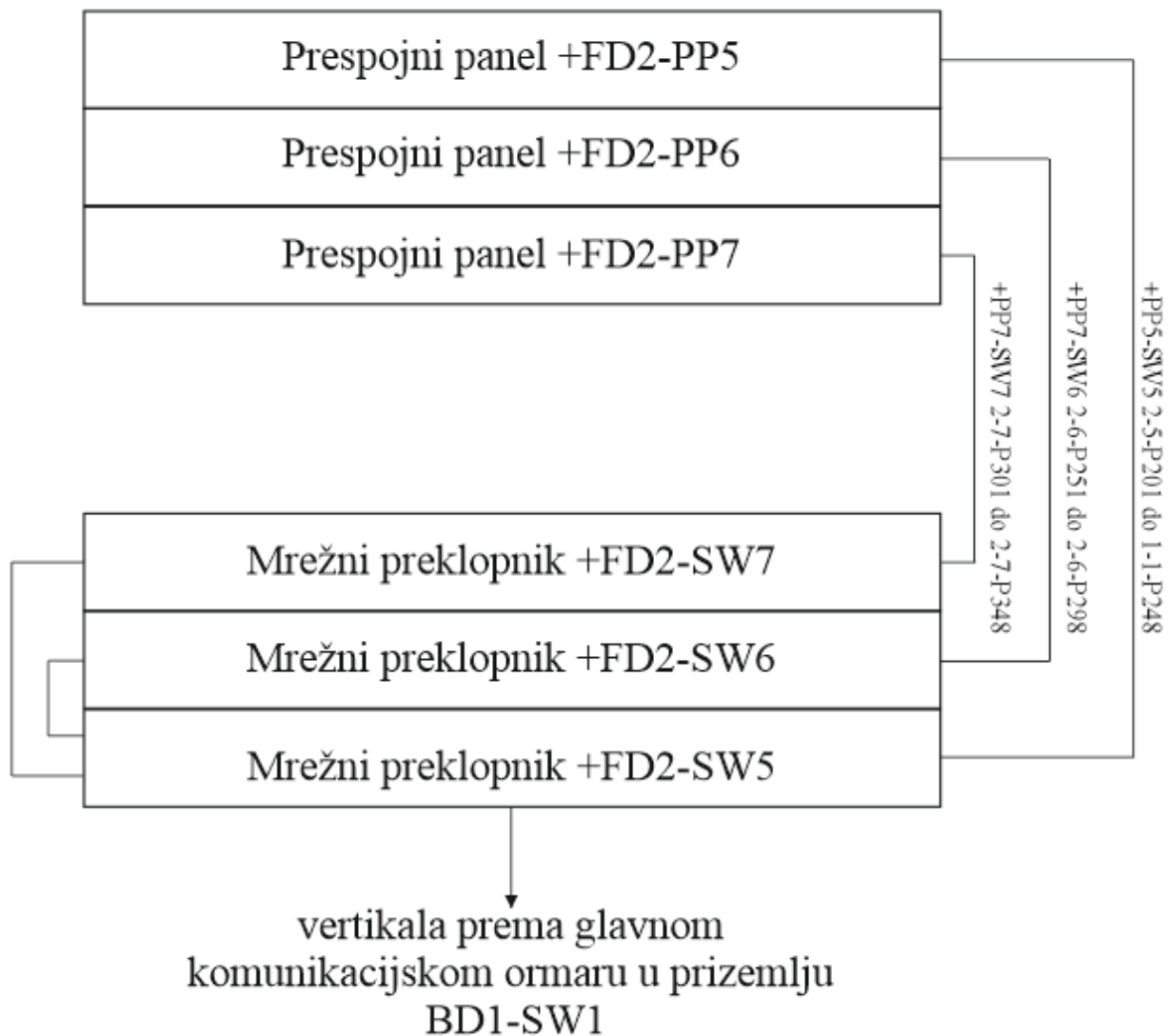
Prikazana je mrežna oprema unutar glavnoga komunikacijskog ormara te kako su međusobno hijerarhijski spojeni prespojni paneli, mrežni preklopnici, vertikalna veza s komunikacijskim ormarom 2. kata, FD2, glavni ruter i oprema pružatelja pristupa internetu (Slika 3.7).



Slika 3.7 Prikaz logičke sheme spajanja u glavnom ormaru BD1

Na slici 3.7 i 3.8 prikazane su logička shema glavnoga komunikacijskog ormara BD1 i etažnog komunikacijskog ormara FD2 gdje su prikazani međuspojevi unutar samih ormara. Vidljivo je koji su prespojni mrežni kabeli spojeni na koji prespojni panel, koji se zatim spajaju redom na mrežni preklopnik, ruter te na kraju mrežni uređaj pružatelja usluge pristupa internetu.

Četiri dodatna uplink SFP+ porta 49, 50, 51, 52 na preklopticima SW1-SW7 koriste se za spajanja vertikalne meže veze prema drugim preklopticima i te na kraju sa SW1 prema usmjerivaču.



Slika 3.8 Prikaz logičke sheme spajanja u ormaru 2. kata FD2

4 Horizontalna računalna mreža

Horizontalna mreža spaja prostorije unutar zgrade te stvara mrežu uređaja koji se zatim spajaju na komunikacijske ormare kako bi se ostvarila komunikacija između njih.

4.1 Popis priključnica računalne mreže

U glavnom komunikacijskom ormaru BD1 smješteni su prespojni paneli PP1, PP2, PP3 i PP4. Mjesta za spajanje vertikala V3 i V4 između 2. kata i prizemlja predviđene su na zadnja dva mjesta na zadnjem prespojnom panelu na položajima +BD1-PP4-TO197 i +BD1-PP4-TO198 u prizemlju te u FD2 ormaru na 2. katu u potkrovlju +FD2-PP7-TO347 i +FD2-PP7-TO348 .

Radi logičnijeg označavanja utičnica i povezivanja kabela na prespojne panele i preklopnike, a u skladu s brojem portova koji na preklopniku počinju od 1, te ih ukupno ima 48, ne koriste se brojevi utičnica 49 i 50. te na sljedećem drugom prespojnom panelu na etaži PP2, PP4, PP6 numeracija ne počinje od prvog sljedećeg broja 49, 149, 249 nego numeracija za prvu sljedeću fizičku utičnicu počinje od broja 51, 151, 251 (npr. TO51 tj. pune oznake +BD1-PP2-TO51).

4.1.1 Popis priključnica u prizemlju

U nastavku je dan popis za svaku priključnicu u prizemlju zgrade (Tablica 4.1):

- Prostorije **1 - 27**
- Glavni komunikacijski ormar **+BD1**
- Prespojni paneli **PP1 x48, PP2 x48**
- Mrežni preklopnici **SW1 x48, SW2 x48**

| Redni broj | Puna oznaka Priključnice | Skraćena oznaka | Preklopnik | Prostorija |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------|
| Kabli spojeni na prespojni panel +BD1-PP1, etaža +00 | | | | |
| 1. | +BD1-PP1-TO01 | 1-1-01 | SW1 | 1 |
| 2. | +BD1-PP1-TO02 | 1-1-02 | SW1 | 1 |
| 3. | +BD1-PP1-TO03 | 1-1-03 | SW1 | 1 |
| 4. | +BD1-PP1-TO04 | 1-1-04 | SW1 | 1 |

| | | | | |
|-----|---------------|--------|-----|----|
| 5. | +BD1-PP1-TO05 | 1-1-05 | SW1 | 1 |
| 6. | +BD1-PP1-TO06 | 1-1-06 | SW1 | 1 |
| 7. | +BD1-PP1-TO07 | 1-1-07 | SW1 | 1 |
| 8. | +BD1-PP1-TO08 | 1-1-08 | SW1 | 1 |
| 9. | +BD1-PP1-TO09 | 1-1-09 | SW1 | 2 |
| 10. | +BD1-PP1-TO10 | 1-1-10 | SW1 | 2 |
| 11. | +BD1-PP1-TO11 | 1-1-11 | SW1 | 2 |
| 12. | +BD1-PP1-TO12 | 1-1-12 | SW1 | 2 |
| 13. | +BD1-PP1-TO13 | 1-1-13 | SW1 | 2 |
| 14. | +BD1-PP1-TO14 | 1-1-14 | SW1 | 2 |
| 15. | +BD1-PP1-TO15 | 1-1-15 | SW1 | 2 |
| 16. | +BD1-PP1-TO16 | 1-1-16 | SW1 | 2 |
| 17. | +BD1-PP1-TO17 | 1-1-17 | SW1 | 2 |
| 18. | +BD1-PP1-TO18 | 1-1-18 | SW1 | 2 |
| 19. | +BD1-PP1-TO19 | 1-1-19 | SW1 | 3 |
| 20. | +BD1-PP1-TO20 | 1-1-20 | SW1 | 3 |
| 21. | +BD1-PP1-TO21 | 1-1-21 | SW1 | 4 |
| 22. | +BD1-PP1-TO22 | 1-1-22 | SW1 | 4 |
| 23. | +BD1-PP1-TO23 | 1-1-23 | SW1 | 4 |
| 24. | +BD1-PP1-TO24 | 1-1-24 | SW1 | 4 |
| 25. | +BD1-PP1-TO25 | 1-1-25 | SW1 | 5 |
| 26. | +BD1-PP1-TO26 | 1-1-26 | SW1 | 5 |
| 27. | +BD1-PP1-TO27 | 1-1-27 | SW1 | 5 |
| 28. | +BD1-PP1-TO28 | 1-1-28 | SW1 | 5 |
| 29. | +BD1-PP1-TO29 | 1-1-29 | SW1 | 6 |
| 30. | +BD1-PP1-TO30 | 1-1-30 | SW1 | 6 |
| 31. | +BD1-PP1-TO31 | 1-1-31 | SW1 | 9 |
| 32. | +BD1-PP1-TO32 | 1-1-32 | SW1 | 9 |
| 33. | +BD1-PP1-TO33 | 1-1-33 | SW1 | 9 |
| 34. | +BD1-PP1-TO34 | 1-1-34 | SW1 | 9 |
| 35. | +BD1-PP1-TO35 | 1-1-35 | SW1 | 10 |
| 36. | +BD1-PP1-TO36 | 1-1-36 | SW1 | 10 |
| 37. | +BD1-PP1-TO37 | 1-1-37 | SW1 | 11 |
| 38. | +BD1-PP1-TO38 | 1-1-38 | SW1 | 11 |
| 39. | +BD1-PP1-TO39 | 1-1-39 | SW1 | 12 |
| 40. | +BD1-PP1-TO40 | 1-1-40 | SW1 | 12 |
| 41. | +BD1-PP1-TO41 | 1-1-41 | SW1 | 13 |
| 42. | +BD1-PP1-TO42 | 1-1-42 | SW1 | 13 |
| 43. | +BD1-PP1-TO43 | 1-1-43 | SW1 | 13 |
| 44. | +BD1-PP1-TO44 | 1-1-44 | SW1 | 13 |
| 45. | +BD1-PP1-TO45 | 1-1-45 | SW1 | 14 |
| 46. | +BD1-PP1-TO46 | 1-1-46 | SW1 | 14 |
| 47. | +BD1-PP1-TO47 | 1-1-47 | SW1 | 14 |
| 48. | +BD1-PP1-TO48 | 1-1-48 | SW1 | 14 |

| Kabeli spojeni na prespojni panel +BD1-PP2, etaža +00 | | | | |
|-------------------------------------------------------|---------------|--------|-----|-----|
| 1. | +BD1-PP2-TO51 | 1-2-51 | SW2 | 15 |
| 2. | +BD1-PP2-TO52 | 1-2-52 | SW2 | 15 |
| 3. | +BD1-PP2-TO53 | 1-2-53 | SW2 | 16a |
| 4. | +BD1-PP2-TO54 | 1-2-54 | SW2 | 16a |
| 5. | +BD1-PP2-TO55 | 1-2-55 | SW2 | 16a |
| 6. | +BD1-PP2-TO56 | 1-2-56 | SW2 | 16a |
| 7. | +BD1-PP2-TO57 | 1-2-57 | SW2 | 18 |
| 8. | +BD1-PP2-TO58 | 1-2-58 | SW2 | 18 |
| 9. | +BD1-PP2-TO59 | 1-2-59 | SW2 | 18 |
| 10. | +BD1-PP2-TO60 | 1-2-60 | SW2 | 18 |
| 11. | +BD1-PP2-TO61 | 1-2-61 | SW2 | 19 |
| 12. | +BD1-PP2-TO62 | 1-2-62 | SW2 | 19 |
| 13. | +BD1-PP2-TO63 | 1-2-63 | SW2 | 19 |
| 14. | +BD1-PP2-TO64 | 1-2-64 | SW2 | 19 |
| 15. | +BD1-PP2-TO65 | 1-2-65 | SW2 | 20 |
| 16. | +BD1-PP2-TO66 | 1-2-66 | SW2 | 20 |
| 17. | +BD1-PP2-TO67 | 1-2-67 | SW2 | 21 |
| 18. | +BD1-PP2-TO68 | 1-2-68 | SW2 | 21 |
| 19. | +BD1-PP2-TO69 | 1-2-69 | SW2 | 21 |
| 20. | +BD1-PP2-TO70 | 1-2-70 | SW2 | 21 |
| 21. | +BD1-PP2-TO71 | 1-2-71 | SW2 | 22 |
| 22. | +BD1-PP2-TO72 | 1-2-72 | SW2 | 22 |
| 23. | +BD1-PP2-TO73 | 1-2-73 | SW2 | 22 |
| 24. | +BD1-PP2-TO74 | 1-2-74 | SW2 | 22 |
| 25. | +BD1-PP2-TO75 | 1-2-75 | SW2 | 23 |
| 26. | +BD1-PP2-TO76 | 1-2-76 | SW2 | 23 |
| 27. | +BD1-PP2-TO77 | 1-2-77 | SW2 | 25 |
| 28. | +BD1-PP2-TO78 | 1-2-78 | SW2 | 25 |
| 29. | +BD1-PP2-TO79 | 1-2-79 | SW2 | 25 |
| 30. | +BD1-PP2-TO70 | 1-2-80 | SW2 | 25 |
| 31. | +BD1-PP2-TO81 | 1-2-81 | SW2 | 25 |
| 32. | +BD1-PP2-TO82 | 1-2-82 | SW2 | 25 |
| 33. | +BD1-PP2-TO83 | 1-2-83 | SW2 | 25 |
| 34. | +BD1-PP2-TO84 | 1-2-84 | SW2 | 25 |
| 35. | +BD1-PP2-TO85 | 1-2-85 | SW2 | 26 |
| 36. | +BD1-PP2-TO86 | 1-2-86 | SW2 | 26 |
| 37. | +BD1-PP2-TO87 | 1-2-87 | SW2 | 26 |
| 38. | +BD1-PP2-TO88 | 1-2-88 | SW2 | 26 |
| 39. | +BD1-PP2-TO89 | 1-2-89 | SW2 | 27 |
| 40. | +BD1-PP2-TO90 | 1-2-90 | SW2 | 27 |
| 41. | +BD1-PP2-TO91 | 1-2-91 | SW2 | 27 |
| 42. | +BD1-PP2-TO92 | 1-2-92 | SW2 | 27 |
| 43. | +BD1-PP2-TO93 | 1-2-93 | - | - |

| | | | | |
|-----|---------------|--------|---|---|
| 44. | +BD1-PP2-TO94 | 1-2-94 | - | - |
| 45. | +BD1-PP2-TO95 | 1-2-95 | - | - |
| 46. | +BD1-PP2-TO96 | 1-2-96 | - | - |
| 47. | +BD1-PP2-TO97 | 1-2-97 | - | - |
| 48. | +BD1-PP2-TO98 | 1-2-98 | - | - |

Tablica 4.1 Popis priključnica u prizemlju po prostorijama

4.1.2 Popis priključnica na 1. katu

U nastavku je dan popis za svaku priključnicu na 1. katu zgrade (Tablica 4.2):

- Prostorije **28 - 50**
- Glavni komunikacijski ormar **+BD1** u prizemlju
- Prespojni paneli **PP3** x48 i **PP4** x48
- Mrežni preklopnici **SW3** x48 i **SW4** x48

| Redni broj | Puna oznaka priključnice | Skraćena oznaka | Preklopnik | Prostorija |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------|
| Kabli spojeni na prespojni panel +BD1-PP3, etaža +01 | | | | |
| 1. | +BD1-PP3-TO101 | 1-3-101 | SW3 | 28 |
| 2. | +BD1-PP3-TO102 | 1-3-102 | SW3 | 28 |
| 3. | +BD1-PP3-TO103 | 1-3-103 | SW3 | 29 |
| 4. | +BD1-PP3-TO104 | 1-3-104 | SW3 | 29 |
| 5. | +BD1-PP3-TO105 | 1-3-105 | SW3 | 29 |
| 6. | +BD1-PP3-TO106 | 1-3-106 | SW3 | 29 |
| 7. | +BD1-PP3-TO107 | 1-3-107 | SW3 | 30 |
| 8. | +BD1-PP3-TO108 | 1-3-108 | SW3 | 30 |
| 9. | +BD1-PP3-TO109 | 1-3-109 | SW3 | 30 |
| 10. | +BD1-PP3-TO110 | 1-3-110 | SW3 | 30 |
| 11. | +BD1-PP3-TO111 | 1-3-111 | SW3 | 31 |
| 12. | +BD1-PP3-TO112 | 1-3-112 | SW3 | 31 |
| 13. | +BD1-PP3-TO113 | 1-3-113 | SW3 | 31 |
| 14. | +BD1-PP3-TO114 | 1-3-114 | SW3 | 31 |
| 15. | +BD1-PP3-TO115 | 1-3-115 | SW3 | 32 |
| 16. | +BD1-PP3-TO116 | 1-3-116 | SW3 | 32 |
| 17. | +BD1-PP3-TO117 | 1-3-117 | SW3 | 32 |
| 18. | +BD1-PP3-TO118 | 1-3-118 | SW3 | 32 |
| 19. | +BD1-PP3-TO119 | 1-3-119 | SW3 | 33 |

| | | | | |
|--------------------------------------------------------------|----------------|---------|-----|-----|
| 20. | +BD1-PP3-TO120 | 1-3-120 | SW3 | 33 |
| 21. | +BD1-PP3-TO121 | 1-3-121 | SW3 | 33 |
| 22. | +BD1-PP3-TO122 | 1-3-122 | SW3 | 33 |
| 23. | +BD1-PP3-TO123 | 1-3-123 | SW3 | 35 |
| 24. | +BD1-PP3-TO124 | 1-3-124 | SW3 | 35 |
| 25. | +BD1-PP3-TO125 | 1-3-125 | SW3 | 35 |
| 26. | +BD1-PP3-TO126 | 1-3-126 | SW3 | 35 |
| 27. | +BD1-PP3-TO127 | 1-3-127 | SW3 | 36 |
| 28. | +BD1-PP3-TO128 | 1-3-128 | SW3 | 36 |
| 29. | +BD1-PP3-TO129 | 1-3-129 | SW3 | 37 |
| 30. | +BD1-PP3-TO130 | 1-3-130 | SW3 | 37 |
| 31. | +BD1-PP3-TO131 | 1-3-131 | SW3 | 38 |
| 32. | +BD1-PP3-TO132 | 1-3-132 | SW3 | 38 |
| 33. | +BD1-PP3-TO133 | 1-3-133 | SW3 | 39 |
| 34. | +BD1-PP3-TO134 | 1-3-134 | SW3 | 39 |
| 35. | +BD1-PP3-TO135 | 1-3-135 | SW3 | 40 |
| 36. | +BD1-PP3-TO136 | 1-3-136 | SW3 | 40 |
| 37. | +BD1-PP3-TO137 | 1-3-137 | SW3 | 41 |
| 38. | +BD1-PP3-TO138 | 1-3-138 | SW3 | 41 |
| 39. | +BD1-PP3-TO139 | 1-3-139 | SW3 | 42 |
| 40. | +BD1-PP3-TO140 | 1-3-140 | SW3 | 42 |
| 41. | +BD1-PP3-TO141 | 1-3-141 | SW3 | 43 |
| 42. | +BD1-PP3-TO142 | 1-3-142 | SW3 | 43 |
| 43. | +BD1-PP3-TO143 | 1-3-143 | SW3 | 44 |
| 44. | +BD1-PP3-TO144 | 1-3-144 | SW3 | 44 |
| 45. | +BD1-PP3-TO145 | 1-3-145 | SW3 | 45 |
| 46. | +BD1-PP3-TO146 | 1-3-146 | SW3 | 45 |
| 47. | +BD1-PP3-TO147 | 1-3-147 | SW3 | 46 |
| 48. | +BD1-PP3-TO148 | 1-3-148 | SW3 | 46 |
| Kabeli spojeni na prespojni panel +BD1-PP4, etaža +01 | | | | |
| 1. | +BD1-PP4-TO151 | 1-4-151 | SW4 | 47 |
| 2. | +BD1-PP4-TO152 | 1-4-152 | SW4 | 47 |
| 3. | +BD1-PP4-TO153 | 1-4-153 | SW4 | 48 |
| 4. | +BD1-PP4-TO154 | 1-4-154 | SW4 | 48 |
| 5. | +BD1-PP4-TO155 | 1-4-155 | SW4 | 48 |
| 6. | +BD1-PP4-TO156 | 1-4-156 | SW4 | 48 |
| 7. | +BD1-PP4-TO157 | 1-4-157 | SW4 | 48 |
| 8. | +BD1-PP4-TO158 | 1-4-158 | SW4 | 48 |
| 9. | +BD1-PP4-TO159 | 1-4-159 | SW4 | 48b |
| 10. | +BD1-PP4-TO160 | 1-4-160 | SW4 | 48b |
| 11. | +BD1-PP4-TO161 | 1-4-161 | SW4 | 49 |
| 12. | +BD1-PP4-TO162 | 1-4-162 | SW4 | 49 |
| 13. | +BD1-PP4-TO163 | 1-4-163 | SW4 | 50 |
| 14. | +BD1-PP4-TO164 | 1-4-164 | SW4 | 50 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------|-----|----|
| 15. | +BD1-PP4-TO165 | 1-4-165 | SW4 | 50 |
| 16. | +BD1-PP4-TO166 | 1-4-166 | SW4 | 50 |
| 17. | +BD1-PP4-TO167 | 1-4-167 | SW4 | 51 |
| 18. | +BD1-PP4-TO168 | 1-4-168 | SW4 | 51 |
| 19. | +BD1-PP4-TO169 | 1-4-169 | SW4 | 51 |
| 20. | +BD1-PP4-TO170 | 1-4-170 | SW4 | 51 |
| 21. | +BD1-PP4-TO171 | 1-4-171 | - | - |
| 22. | +BD1-PP4-TO172 | 1-4-172 | - | - |
| 23. | +BD1-PP4-TO173 | 1-4-173 | - | - |
| 24. | +BD1-PP4-TO174 | 1-4-174 | - | - |
| 25. | +BD1-PP4-TO175 | 1-4-175 | - | - |
| 26. | +BD1-PP4-TO176 | 1-4-176 | - | - |
| 27. | +BD1-PP4-TO177 | 1-4-177 | - | - |
| 28. | +BD1-PP4-TO178 | 1-4-178 | - | - |
| 29. | +BD1-PP4-TO179 | 1-4-179 | - | - |
| 30. | +BD1-PP4-TO170 | 1-4-180 | - | - |
| 31. | +BD1-PP4-TO181 | 1-4-181 | - | - |
| 32. | +BD1-PP4-TO182 | 1-4-182 | - | - |
| 33. | +BD1-PP4-TO183 | 1-4-183 | - | - |
| 34. | +BD1-PP4-TO184 | 1-4-184 | - | - |
| 35. | +BD1-PP4-TO185 | 1-4-185 | - | - |
| 36. | +BD1-PP4-TO186 | 1-4-186 | - | - |
| 37. | +BD1-PP4-TO187 | 1-4-187 | - | - |
| 38. | +BD1-PP4-TO188 | 1-4-188 | - | - |
| 39. | +BD1-PP4-TO189 | 1-4-189 | - | - |
| 40. | +BD1-PP4-TO190 | 1-4-190 | - | - |
| 41. | +BD1-PP4-TO191 | 1-4-191 | - | - |
| 42. | +BD1-PP4-TO192 | 1-4-192 | - | - |
| 43. | +BD1-PP4-TO193 | 1-4-193 | - | - |
| 44. | +BD1-PP4-TO194 | 1-4-194 | - | - |
| 45. | +BD1-PP4-TO195 | 1-4-195 | - | - |
| 46. | +BD1-PP4-TO196 | 1-4-196 | - | - |
| 47. | Vertikala V3 | 1-4-197 | SW1 | 86 |
| 48. | Vertikala V4 | 1-4-198 | SW1 | 86 |

Tablica 4.3 Popis priključnica na 1. katu po prostorijama

4.1.3 Popis priključnica u potkrovlju

U nastavku je dan popis za svaku prključnicu u potrkovlju zgrade (Tablica 4.3):

- Prostorije **52 - 86**
- Razvodni komunikacijski ormar 2. kata +FD2
- Prespojni paneli **PP5** x48, **PP6** x48 i **PP7** x48
- Mrežni preklopnici **SW5** x48, **SW6** x48, **SW7** x48

| Redni broj | Puna oznaka priključnice | Skraćena oznaka | Preklopnik | Prostorija |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------|
| Kabli spojeni na prespojni panel +FD2-PP5, etaža +02 | | | | |
| 1. | +FD2-PP5-TO201 | 2-5-201 | SW5 | 52 |
| 2. | +FD2-PP5-TO202 | 2-5-202 | SW5 | 52 |
| 3. | +FD2-PP5-TO203 | 2-5-203 | SW5 | 52 |
| 4. | +FD2-PP5-TO204 | 2-5-204 | SW5 | 52 |
| 5. | +FD2-PP5-TO205 | 2-5-205 | SW5 | 53 |
| 6. | +FD2-PP5-TO206 | 2-5-206 | SW5 | 53 |
| 7. | +FD2-PP5-TO207 | 2-5-207 | SW5 | 53 |
| 8. | +FD2-PP5-TO208 | 2-5-208 | SW5 | 53 |
| 9. | +FD2-PP5-TO209 | 2-5-209 | SW5 | 54 |
| 10. | +FD2-PP5-TO210 | 2-5-210 | SW5 | 54 |
| 11. | +FD2-PP5-TO211 | 2-5-211 | SW5 | 54 |
| 12. | +FD2-PP5-TO212 | 2-5-212 | SW5 | 54 |
| 13. | +FD2-PP5-TO213 | 2-5-213 | SW5 | 55 |
| 14. | +FD2-PP5-TO214 | 2-5-214 | SW5 | 55 |
| 15. | +FD2-PP5-TO215 | 2-5-215 | SW5 | 55 |
| 16. | +FD2-PP5-TO216 | 2-5-216 | SW5 | 55 |
| 17. | +FD2-PP5-TO217 | 2-5-217 | SW5 | 56 |
| 18. | +FD2-PP5-TO218 | 2-5-218 | SW5 | 56 |
| 19. | +FD2-PP5-TO219 | 2-5-219 | SW5 | 56 |
| 20. | +FD2-PP5-TO220 | 2-5-220 | SW5 | 56 |
| 21. | +FD2-PP5-TO221 | 2-5-221 | SW5 | 57 |
| 22. | +FD2-PP5-TO222 | 2-5-222 | SW5 | 57 |
| 23. | +FD2-PP5-TO223 | 2-5-223 | SW5 | 57 |
| 24. | +FD2-PP5-TO224 | 2-5-224 | SW5 | 57 |
| 25. | +FD2-PP5-TO225 | 2-5-225 | SW5 | 58 |
| 26. | +FD2-PP5-TO226 | 2-5-226 | SW5 | 58 |
| 27. | +FD2-PP5-TO227 | 2-5-227 | SW5 | 58 |
| 28. | +FD2-PP5-TO228 | 2-5-228 | SW5 | 58 |
| 29. | +FD2-PP5-TO229 | 2-5-229 | SW5 | 59 |
| 30. | +FD2-PP5-TO230 | 2-5-230 | SW5 | 59 |
| 31. | +FD2-PP5-TO231 | 2-5-231 | SW5 | 59 |

| | | | | |
|--------------------------------------------------------------|----------------|---------|-----|----|
| 32. | +FD2-PP5-TO232 | 2-5-232 | SW5 | 59 |
| 33. | +FD2-PP5-TO233 | 2-5-233 | SW5 | 60 |
| 34. | +FD2-PP5-TO234 | 2-5-234 | SW5 | 60 |
| 35. | +FD2-PP5-TO235 | 2-5-235 | SW5 | 60 |
| 36. | +FD2-PP5-TO236 | 2-5-236 | SW5 | 60 |
| 37. | +FD2-PP5-TO237 | 2-5-237 | SW5 | 61 |
| 38. | +FD2-PP5-TO238 | 2-5-238 | SW5 | 61 |
| 39. | +FD2-PP5-TO239 | 2-5-239 | SW5 | 61 |
| 40. | +FD2-PP5-TO240 | 2-5-240 | SW5 | 61 |
| 41. | +FD2-PP5-TO241 | 2-5-241 | SW5 | 62 |
| 42. | +FD2-PP5-TO242 | 2-5-242 | SW5 | 62 |
| 43. | +FD2-PP5-TO243 | 2-5-243 | SW5 | 62 |
| 44. | +FD2-PP5-TO244 | 2-5-244 | SW5 | 62 |
| 45. | +FD2-PP5-TO245 | 2-5-245 | - | - |
| 46. | +FD2-PP5-TO246 | 2-5-246 | - | - |
| 47. | +FD2-PP5-TO247 | 2-5-247 | - | - |
| 48. | +FD2-PP5-TO248 | 2-5-248 | - | - |
| Kabeli spojeni na prespojni panel +FD2-PP6, etaža +02 | | | | |
| 1. | +FD2-PP6-TO251 | 2-6-251 | SW6 | 64 |
| 2. | +FD2-PP6-TO252 | 2-6-252 | SW6 | 64 |
| 3. | +FD2-PP6-TO253 | 2-6-253 | SW6 | 64 |
| 4. | +FD2-PP6-TO254 | 2-6-254 | SW6 | 64 |
| 5. | +FD2-PP6-TO255 | 2-6-255 | SW6 | 65 |
| 6. | +FD2-PP6-TO256 | 2-6-256 | SW6 | 65 |
| 7. | +FD2-PP6-TO257 | 2-6-257 | SW6 | 65 |
| 8. | +FD2-PP6-TO258 | 2-6-258 | SW6 | 65 |
| 9. | +FD2-PP6-TO259 | 2-6-259 | SW6 | 66 |
| 10. | +FD2-PP6-TO260 | 2-6-260 | SW6 | 66 |
| 11. | +FD2-PP6-TO261 | 2-6-261 | SW6 | 66 |
| 12. | +FD2-PP6-TO262 | 2-6-262 | SW6 | 66 |
| 13. | +FD2-PP6-TO263 | 2-6-263 | SW6 | 67 |
| 14. | +FD2-PP6-TO264 | 2-6-264 | SW6 | 67 |
| 15. | +FD2-PP6-TO265 | 2-6-265 | SW6 | 67 |
| 16. | +FD2-PP6-TO266 | 2-6-266 | SW6 | 67 |
| 17. | +FD2-PP6-TO267 | 2-6-267 | SW6 | 68 |
| 18. | +FD2-PP6-TO268 | 2-6-268 | SW6 | 68 |
| 19. | +FD2-PP6-TO269 | 2-6-269 | SW6 | 68 |
| 20. | +FD2-PP6-TO270 | 2-6-270 | SW6 | 68 |
| 21. | +FD2-PP6-TO271 | 2-6-271 | SW6 | 69 |
| 22. | +FD2-PP6-TO272 | 2-6-272 | SW6 | 69 |
| 23. | +FD2-PP6-TO273 | 2-6-273 | SW6 | 70 |
| 24. | +FD2-PP6-TO274 | 2-6-274 | SW6 | 70 |
| 25. | +FD2-PP6-TO275 | 2-6-275 | SW6 | 70 |
| 26. | +FD2-PP6-TO276 | 2-6-276 | SW6 | 70 |

| | | | | |
|--------------------------------------------------------------|----------------|---------|-----|-----|
| 27. | +FD2-PP6-TO277 | 2-6-277 | SW6 | 71 |
| 28. | +FD2-PP6-TO278 | 2-6-278 | SW6 | 71 |
| 29. | +FD2-PP6-TO279 | 2-6-279 | SW6 | 72 |
| 30. | +FD2-PP6-TO280 | 2-6-280 | SW6 | 72 |
| 31. | +FD2-PP6-TO281 | 2-6-281 | SW6 | 72 |
| 32. | +FD2-PP6-TO282 | 2-6-282 | SW6 | 72 |
| 33. | +FD2-PP6-TO283 | 2-6-283 | SW6 | 73 |
| 34. | +FD2-PP6-TO284 | 2-6-284 | SW6 | 73 |
| 35. | +FD2-PP6-TO285 | 2-6-285 | SW6 | 73a |
| 36. | +FD2-PP6-TO286 | 2-6-286 | SW6 | 73a |
| 37. | +FD2-PP6-TO287 | 2-6-287 | SW6 | 73a |
| 38. | +FD2-PP6-TO288 | 2-6-288 | SW6 | 73a |
| 39. | +FD2-PP6-TO289 | 2-6-289 | - | - |
| 40. | +FD2-PP6-TO290 | 2-6-290 | - | - |
| 41. | +FD2-PP6-TO291 | 2-6-291 | - | - |
| 42. | +FD2-PP6-TO292 | 2-6-292 | - | - |
| 43. | +FD2-PP6-TO293 | 2-6-293 | - | - |
| 44. | +FD2-PP6-TO294 | 2-6-294 | - | - |
| 45. | +FD2-PP6-TO295 | 2-6-295 | - | - |
| 46. | +FD2-PP6-TO296 | 2-6-296 | - | - |
| 47. | +FD2-PP6-TO297 | 2-6-297 | - | - |
| 48. | +FD2-PP6-TO298 | 2-6-298 | - | - |
| Kabeli spojeni na prespojni panel +FD2-PP7, etaža +02 | | | | |
| 1. | +FD2-PP7-TO301 | 2-7-301 | SW7 | 73b |
| 2. | +FD2-PP7-TO302 | 2-7-302 | SW7 | 73b |
| 3. | +FD2-PP7-TO303 | 2-7-303 | SW7 | 73b |
| 4. | +FD2-PP7-TO304 | 2-7-304 | SW7 | 73b |
| 5. | +FD2-PP7-TO305 | 2-7-305 | SW7 | 73c |
| 6. | +FD2-PP7-TO306 | 2-7-306 | SW7 | 73c |
| 7. | +FD2-PP7-TO307 | 2-7-307 | SW7 | 73c |
| 8. | +FD2-PP7-TO308 | 2-7-308 | SW7 | 73c |
| 9. | +FD2-PP7-TO309 | 2-7-309 | SW7 | 74 |
| 10. | +FD2-PP7-TO310 | 2-7-310 | SW7 | 74 |
| 11. | +FD2-PP7-TO311 | 2-7-311 | SW7 | 74 |
| 12. | +FD2-PP7-TO312 | 2-7-312 | SW7 | 74 |
| 13. | +FD2-PP7-TO313 | 2-7-313 | SW7 | 75 |
| 14. | +FD2-PP7-TO314 | 2-7-314 | SW7 | 75 |
| 15. | +FD2-PP7-TO315 | 2-7-315 | SW7 | 75 |
| 16. | +FD2-PP7-TO316 | 2-7-316 | SW7 | 75 |
| 17. | +FD2-PP7-TO317 | 2-7-317 | SW7 | 76 |
| 18. | +FD2-PP7-TO318 | 2-7-318 | SW7 | 76 |
| 19. | +FD2-PP7-TO319 | 2-7-319 | SW7 | 76 |
| 20. | +FD2-PP7-TO320 | 2-7-320 | SW7 | 76 |
| 21. | +FD2-PP7-TO321 | 2-7-321 | SW7 | 77 |

| | | | | |
|-----|----------------|---------|-----|----|
| 22. | +FD2-PP7-TO322 | 2-7-322 | SW7 | 77 |
| 23. | +FD2-PP7-TO323 | 2-7-323 | SW7 | 77 |
| 24. | +FD2-PP7-TO324 | 2-7-324 | SW7 | 77 |
| 25. | +FD2-PP7-TO325 | 2-7-325 | SW7 | 78 |
| 26. | +FD2-PP7-TO326 | 2-7-326 | SW7 | 78 |
| 27. | +FD2-PP7-TO327 | 2-7-327 | SW7 | 78 |
| 28. | +FD2-PP7-TO328 | 2-7-328 | SW7 | 78 |
| 29. | +FD2-PP7-TO329 | 2-7-329 | SW7 | 79 |
| 30. | +FD2-PP7-TO330 | 2-7-330 | SW7 | 79 |
| 31. | +FD2-PP7-TO331 | 2-7-331 | SW7 | 79 |
| 32. | +FD2-PP7-TO332 | 2-7-332 | SW7 | 79 |
| 33. | +FD2-PP7-TO333 | 2-7-333 | - | - |
| 34. | +FD2-PP7-TO334 | 2-7-334 | - | - |
| 35. | +FD2-PP7-TO335 | 2-7-335 | - | - |
| 36. | +FD2-PP7-TO336 | 2-7-336 | - | - |
| 37. | +FD2-PP7-TO337 | 2-7-337 | - | - |
| 38. | +FD2-PP7-TO338 | 2-7-338 | - | - |
| 39. | +FD2-PP7-TO334 | 2-7-339 | - | - |
| 40. | +FD2-PP7-TO340 | 2-7-340 | - | - |
| 41. | +FD2-PP7-TO341 | 2-7-341 | - | - |
| 42. | +FD2-PP7-TO342 | 2-7-342 | - | - |
| 43. | +FD2-PP7-TO343 | 2-7-343 | - | - |
| 44. | +FD2-PP7-TO344 | 2-7-344 | - | - |
| 45. | +FD2-PP7-TO345 | 2-7-345 | - | - |
| 46. | +FD2-PP7-TO346 | 2-7-346 | - | - |
| 47. | +FD2-PP7-TO347 | 2-7-347 | - | - |
| 48. | +FD2-PP7-TO348 | 2-7-348 | - | - |

Tablica 4.3 Popis priključnica u prizemlju po prostorijama

4.2 Popis mrežnih kabela računalne mreže zgrade

U nastavku su dani popisi polaganja mrežnih kabela za prizemlje (Tablica 4.4), 1.kat (Tablica 4.5) i potkrovlje (Tablica 4.6).

4.2.1 Spojna lista polaganja mrežnih kabela za prizemlje

| Redni broj | Tip kabela | Krajnja točka A | | Krajnja Točka B | | Oznaka kabela | Dužina (m) |
|--------------------------------------------|------------|----------------------------|------------|-----------------------------------|------------|---------------|------------|
| | | Priključnica (puno oznaka) | Prostorija | Prespojni panel (skraćena oznaka) | Prostorija | | |
| Prespojni panel +BD1-PP1, etaža +00 | | | | | | | |
| 1. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO01 | 1 | 1-1-01 | 17 | 1-1-W1 | 62 |
| 2. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO02 | 1 | 1-1-02 | 17 | 1-1-W2 | 62 |
| 3. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO03 | 1 | 1-1-03 | 17 | 1-1-W3 | 62 |
| 4. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO04 | 1 | 1-1-04 | 17 | 1-1-W4 | 62 |
| 5. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO05 | 1 | 1-1-05 | 17 | 1-1-W5 | 62 |
| 6. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO06 | 1 | 1-1-06 | 17 | 1-1-W6 | 62 |
| 7. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO07 | 1 | 1-1-07 | 17 | 1-1-W7 | 62 |
| 8. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO08 | 1 | 1-1-08 | 17 | 1-1-W8 | 62 |
| 9. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO09 | 2 | 1-1-09 | 17 | 1-1-W9 | 68 |
| 10. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO10 | 2 | 1-1-10 | 17 | 1-1-W10 | 68 |
| 11. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO11 | 2 | 1-1-11 | 17 | 1-1-W11 | 68 |
| 12. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO12 | 2 | 1-1-12 | 17 | 1-1-W12 | 68 |
| 13. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO13 | 2 | 1-1-13 | 17 | 1-1-W13 | 68 |
| 14. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO14 | 2 | 1-1-14 | 17 | 1-1-W14 | 68 |
| 15. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO15 | 2 | 1-1-15 | 17 | 1-1-W15 | 68 |
| 16. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO16 | 2 | 1-1-16 | 17 | 1-1-W16 | 68 |
| 17. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO17 | 2 | 1-1-17 | 17 | 1-1-W17 | 68 |
| 18. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO18 | 2 | 1-1-18 | 17 | 1-1-W18 | 68 |
| 19. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO19 | 3 | 1-1-19 | 17 | 1-1-W19 | 73 |
| 20. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO20 | 3 | 1-1-20 | 17 | 1-1-W20 | 73 |
| 21. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO21 | 4 | 1-1-21 | 17 | 1-1-W21 | 60 |
| 22. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO22 | 4 | 1-1-22 | 17 | 1-1-W22 | 60 |
| 23. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO23 | 4 | 1-1-23 | 17 | 1-1-W23 | 60 |
| 24. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO24 | 4 | 1-1-24 | 17 | 1-1-W24 | 60 |
| 25. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO25 | 5 | 1-1-25 | 17 | 1-1-W25 | 55 |
| 26. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO26 | 5 | 1-1-26 | 17 | 1-1-W26 | 55 |
| 27. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO27 | 5 | 1-1-27 | 17 | 1-1-W27 | 55 |
| 28. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO28 | 5 | 1-1-28 | 17 | 1-1-W28 | 55 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------|------------|---------------|-----|--------|----|-----------------------|--------------|
| 29. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO29 | 6 | 1-1-29 | 17 | 1-1-W29 | 52 |
| 30. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO30 | 6 | 1-1-30 | 17 | 1-1-W30 | 52 |
| 31. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO31 | 9 | 1-1-31 | 17 | 1-1-W31 | 53 |
| 32. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO32 | 9 | 1-1-32 | 17 | 1-1-W32 | 53 |
| 33. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO33 | 9 | 1-1-33 | 17 | 1-1-W33 | 49 |
| 34. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO34 | 9 | 1-1-34 | 17 | 1-1-W34 | 49 |
| 35. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO35 | 10 | 1-1-35 | 17 | 1-1-W35 | 43 |
| 36. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO36 | 10 | 1-1-36 | 17 | 1-1-W36 | 43 |
| 37. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO37 | 11 | 1-1-37 | 17 | 1-1-W37 | 34 |
| 38. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO38 | 11 | 1-1-38 | 17 | 1-1-W38 | 34 |
| 39. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO39 | 12 | 1-1-39 | 17 | 1-1-W39 | 31 |
| 40. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO40 | 12 | 1-1-40 | 17 | 1-1-W40 | 31 |
| 41. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO41 | 13 | 1-1-41 | 17 | 1-1-W41 | 28 |
| 42. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO42 | 13 | 1-1-42 | 17 | 1-1-W42 | 28 |
| 43. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO43 | 13 | 1-1-43 | 17 | 1-1-W43 | 28 |
| 44. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO44 | 13 | 1-1-44 | 17 | 1-1-W44 | 28 |
| 45. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO45 | 14 | 1-1-45 | 17 | 1-1-W45 | 25 |
| 46. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO46 | 14 | 1-1-46 | 17 | 1-1-W46 | 25 |
| 47. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO47 | 14 | 1-1-47 | 17 | 1-1-W47 | 25 |
| 48. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP1-TO48 | 14 | 1-1-48 | 17 | 1-1-W48 | 25 |
| | | | | | | Ukupno PP1 | 2456m |
| Prespojni panel +BD1-PP2, etaža +00 | | | | | | | |
| 49. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO51 | 15 | 1-2-51 | 17 | 1-2-W51 | 20 |
| 50. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO52 | 15 | 1-2-52 | 17 | 1-2-W52 | 20 |
| 51. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO53 | 16a | 1-2-53 | 17 | 1-2-W53 | 14 |
| 52. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO54 | 16a | 1-2-54 | 17 | 1-2-W54 | 14 |
| 53. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO55 | 16a | 1-2-55 | 17 | 1-2-W55 | 8 |
| 54. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO56 | 16a | 1-2-56 | 17 | 1-2-W56 | 8 |
| 55. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO57 | 18 | 1-2-57 | 17 | 1-2-W57 | 9 |
| 56. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO58 | 18 | 1-2-58 | 17 | 1-2-W58 | 9 |
| 57. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO59 | 18 | 1-2-59 | 17 | 1-2-W59 | 9 |
| 58. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO60 | 18 | 1-2-60 | 17 | 1-2-W60 | 9 |
| 59. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO61 | 19 | 1-2-61 | 17 | 1-2-W61 | 11 |
| 60. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO62 | 19 | 1-2-62 | 17 | 1-2-W62 | 11 |
| 61. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO63 | 19 | 1-2-63 | 17 | 1-2-W63 | 11 |
| 62. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO64 | 19 | 1-2-64 | 17 | 1-2-W64 | 11 |
| 63. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO65 | 20 | 1-2-65 | 17 | 1-2-W65 | 15 |
| 64. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO66 | 20 | 1-2-66 | 17 | 1-2-W66 | 15 |
| 65. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO67 | 21 | 1-2-67 | 17 | 1-2-W67 | 21 |
| 66. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO68 | 21 | 1-2-68 | 17 | 1-2-W68 | 21 |
| 67. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO69 | 21 | 1-2-69 | 17 | 1-2-W69 | 21 |
| 68. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO70 | 21 | 1-2-70 | 17 | 1-2-W70 | 21 |

| | | | | | | | |
|-----|------------|---------------|----|--------|----|-----------------------------|--------------|
| 69. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO71 | 22 | 1-2-71 | 17 | 1-2-W71 | 29 |
| 70. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO72 | 22 | 1-2-72 | 17 | 1-2-W72 | 29 |
| 71. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO73 | 22 | 1-2-73 | 17 | 1-2-W73 | 29 |
| 72. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO74 | 22 | 1-2-74 | 17 | 1-2-W74 | 29 |
| 73. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO75 | 23 | 1-2-75 | 17 | 1-2-W75 | 32 |
| 74. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO76 | 23 | 1-2-76 | 17 | 1-2-W76 | 32 |
| 75. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO77 | 25 | 1-2-77 | 17 | 1-2-W77 | 41 |
| 76. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO78 | 25 | 1-2-78 | 17 | 1-2-W78 | 41 |
| 77. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO79 | 25 | 1-2-79 | 17 | 1-2-W79 | 41 |
| 78. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO70 | 25 | 1-2-80 | 17 | 1-2-W80 | 41 |
| 79. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO81 | 25 | 1-2-81 | 17 | 1-2-W81 | 41 |
| 80. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO82 | 25 | 1-2-82 | 17 | 1-2-W82 | 41 |
| 81. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO83 | 25 | 1-2-83 | 17 | 1-2-W83 | 41 |
| 82. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO84 | 25 | 1-2-84 | 17 | 1-2-W84 | 41 |
| 83. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO85 | 26 | 1-2-85 | 17 | 1-2-W85 | 48 |
| 84. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO86 | 26 | 1-2-86 | 17 | 1-2-W86 | 48 |
| 85. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO87 | 26 | 1-2-87 | 17 | 1-2-W87 | 48 |
| 86. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO88 | 26 | 1-2-88 | 17 | 1-2-W88 | 48 |
| 87. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO89 | 27 | 1-2-89 | 17 | 1-2-W89 | 53 |
| 88. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO90 | 27 | 1-2-90 | 17 | 1-2-W90 | 53 |
| 89. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO91 | 27 | 1-2-91 | 17 | 1-2-W91 | 53 |
| 90. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP2-TO92 | 27 | 1-2-92 | 17 | 1-2-W92 | 53 |
| | | +BD1-PP2-TO93 | - | 1-2-93 | - | - | - |
| | | +BD1-PP2-TO94 | - | 1-2-94 | - | - | - |
| | | +BD1-PP2-TO95 | - | 1-2-95 | - | - | - |
| | | +BD1-PP2-TO96 | - | 1-2-96 | - | - | - |
| | | +BD1-PP2-TO97 | - | 1-2-97 | - | - | - |
| | | +BD1-PP2-TO98 | - | 1-2-98 | - | - | - |
| | | | | | | Ukupno PP2 | 1190m |
| | | | | | | Ukupno prizemlje | 3646m |

Tablica 4.4 Mrežni vodovi s duljinama u prizemlju

4.2.2 Spojna lista polaganja mrežnih kabela za 1. kat

| Redni broj | Tip kabela | Krajnja točka A | | Krajnja Točka B | | Oznaka kabela | Dužina (m) |
|---------------------------------------------|------------|-----------------|------------|-----------------------------------|------------|---------------|------------|
| | | Priključnica | Prostorija | Prespojni panel (skraćena oznaka) | Prostorija | | |
| Prespojni panel, +BD1-PP3, etaža +01 | | | | | | | |
| 91. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO101 | 28 | 1-3-101 | 17 | 1-3-W101 | 45 |
| 92. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO102 | 28 | 1-3-102 | 17 | 1-3-W102 | 45 |
| 93. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO103 | 29 | 1-3-103 | 17 | 1-3-W103 | 50 |
| 94. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO104 | 29 | 1-3-104 | 17 | 1-3-W104 | 50 |
| 95. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO105 | 29 | 1-3-105 | 17 | 1-3-W105 | 50 |
| 96. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO106 | 29 | 1-3-106 | 17 | 1-3-W106 | 50 |
| 97. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO107 | 30 | 1-3-107 | 17 | 1-3-W107 | 55 |
| 98. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO108 | 30 | 1-3-108 | 17 | 1-3-W108 | 55 |
| 99. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO109 | 30 | 1-3-109 | 17 | 1-3-W109 | 55 |
| 100. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO110 | 30 | 1-3-110 | 17 | 1-3-W110 | 55 |
| 101. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO111 | 31 | 1-3-111 | 17 | 1-3-W111 | 65 |
| 102. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO112 | 31 | 1-3-112 | 17 | 1-3-W112 | 65 |
| 103. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO113 | 31 | 1-3-113 | 17 | 1-3-W113 | 65 |
| 104. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO114 | 31 | 1-3-114 | 17 | 1-3-W114 | 65 |
| 105. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO115 | 32 | 1-3-115 | 17 | 1-3-W115 | 56 |
| 106. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO116 | 32 | 1-3-116 | 17 | 1-3-W116 | 56 |
| 107. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO117 | 32 | 1-3-117 | 17 | 1-3-W117 | 56 |
| 108. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO118 | 32 | 1-3-118 | 17 | 1-3-W118 | 56 |
| 109. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO119 | 33 | 1-3-119 | 17 | 1-3-W119 | 49 |
| 110. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO120 | 33 | 1-3-120 | 17 | 1-3-W120 | 49 |
| 111. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO121 | 33 | 1-3-121 | 17 | 1-3-W121 | 49 |
| 112. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO122 | 33 | 1-3-122 | 17 | 1-3-W122 | 47 |
| 113. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO123 | 35 | 1-3-123 | 17 | 1-3-W123 | 42 |
| 114. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO124 | 35 | 1-3-124 | 17 | 1-3-W124 | 42 |
| 115. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO125 | 35 | 1-3-125 | 17 | 1-3-W125 | 42 |
| 116. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO126 | 35 | 1-3-126 | 17 | 1-3-W126 | 42 |
| 117. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO127 | 36 | 1-3-127 | 17 | 1-3-W127 | 37 |
| 118. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO128 | 36 | 1-3-128 | 17 | 1-3-W128 | 37 |
| 119. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO129 | 37 | 1-3-129 | 17 | 1-3-W129 | 34 |
| 120. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO130 | 37 | 1-3-130 | 17 | 1-3-W130 | 34 |
| 121. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO131 | 38 | 1-3-131 | 17 | 1-3-W131 | 30 |
| 122. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO132 | 38 | 1-3-132 | 17 | 1-3-W132 | 30 |
| 123. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO133 | 39 | 1-3-133 | 17 | 1-3-W133 | 27 |
| 124. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO134 | 39 | 1-3-134 | 17 | 1-3-W134 | 27 |
| 125. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO135 | 40 | 1-3-135 | 17 | 1-3-W135 | 22 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------|------------|----------------|------------|---------|-----------|-----------------------|-------------|
| 126. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO136 | 40 | 1-3-136 | 17 | 1-3-W136 | 22 |
| 127. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO137 | 41 | 1-3-137 | 17 | 1-3-W137 | 16 |
| 128. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO138 | 41 | 1-3-138 | 17 | 1-3-W138 | 16 |
| 129. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO139 | 42 | 1-3-139 | 17 | 1-3-W139 | 11 |
| 130. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO140 | 42 | 1-3-140 | 17 | 1-3-W140 | 11 |
| 131. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO141 | 43 | 1-3-141 | 17 | 1-3-W141 | 16 |
| 132. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO142 | 43 | 1-3-142 | 17 | 1-3-W142 | 16 |
| 133. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO143 | 44 | 1-3-143 | 17 | 1-3-W143 | 19 |
| 134. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO144 | 44 | 1-3-144 | 17 | 1-3-W144 | 19 |
| 135. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO145 | 45 | 1-3-145 | 17 | 1-3-W145 | 25 |
| 136. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO146 | 45 | 1-3-146 | 17 | 1-3-W146 | 25 |
| 137. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO147 | 46 | 1-3-147 | 17 | 1-3-W147 | 30 |
| 138. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP3-TO148 | 46 | 1-3-148 | 17 | 1-3-W148 | 30 |
| | | | | | | Ukupno PP3 | 1845 |
| Prespojni panel, +BD1-PP4, etaža +01 | | | | | | | |
| 139. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO151 | 47 | 1-4-151 | 17 | 1-4-W151 | 34 |
| 140. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO152 | 47 | 1-4-152 | 17 | 1-4-W152 | 34 |
| 141. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO153 | 48 | 1-4-153 | 17 | 1-4-W153 | 37 |
| 142. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO154 | 48 | 1-4-154 | 17 | 1-4-W154 | 37 |
| 143. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO155 | 48 | 1-4-155 | 17 | 1-4-W155 | 37 |
| 144. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO156 | 48 | 1-4-156 | 17 | 1-4-W156 | 37 |
| 145. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO157 | 48 | 1-4-157 | 17 | 1-4-W157 | 37 |
| 146. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO158 | 48 | 1-4-158 | 17 | 1-4-W158 | 37 |
| 147. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO159 | 48b | 1-4-159 | 17 | 1-4-W159 | 40 |
| 148. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO160 | 48b | 1-4-160 | 17 | 1-4-W160 | 40 |
| 149. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO161 | 49 | 1-4-161 | 17 | 1-4-W161 | 43 |
| 150. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO162 | 49 | 1-4-162 | 17 | 1-4-W162 | 43 |
| 151. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO163 | 50 | 1-4-163 | 17 | 1-4-W163 | 50 |
| 152. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO164 | 50 | 1-4-164 | 17 | 1-4-W164 | 50 |
| 153. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO165 | 50 | 1-4-165 | 17 | 1-4-W165 | 50 |
| 154. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO166 | 50 | 1-4-166 | 17 | 1-4-W166 | 50 |
| 155. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO167 | 51 | 1-4-167 | 17 | 1-4-W167 | 55 |
| 156. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO168 | 51 | 1-4-168 | 17 | 1-4-W168 | 55 |
| 157. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO169 | 51 | 1-4-169 | 17 | 1-4-W169 | 55 |
| 158. | UTP, Cat.6 | +BD1-PP4-TO170 | 51 | 1-4-170 | 17 | 1-4-W170 | 55 |
| | | +BD1-PP4-TO171 | - | 1-4-171 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO172 | - | 1-4-172 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO173 | - | 1-4-173 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO174 | - | 1-4-174 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO175 | - | 1-4-175 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO176 | - | 1-4-176 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO177 | - | 1-4-177 | - | - | - |

| | | | | | | | |
|------|------------|----------------|-----------|---------|-----------|--------------------------|--------------|
| | | +BD1-PP4-TO178 | - | 1-4-178 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO179 | - | 1-4-179 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO170 | - | 1-4-180 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO181 | - | 1-4-181 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO182 | - | 1-4-182 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO183 | - | 1-4-183 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO184 | - | 1-4-184 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO185 | - | 1-4-185 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO186 | - | 1-4-186 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO187 | - | 1-4-187 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO188 | - | 1-4-188 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO189 | - | 1-4-189 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO190 | - | 1-4-190 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO191 | - | 1-4-191 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO192 | - | 1-4-192 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO193 | - | 1-4-193 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO194 | - | 1-4-194 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO195 | - | 1-4-195 | - | - | - |
| | | +BD1-PP4-TO196 | - | 1-4-196 | - | - | - |
| 159. | UTP, Cat.7 | Vertikala V3 | 86 | 1-4-197 | 17 | 2-7-W197V | 35 |
| 160. | UTP, Cat.7 | Vertikala V4 | 86 | 1-4-198 | 17 | 2-7-W198V | 35 |
| | | | | | | Ukupno PP4 | 876m |
| | | | | | | Ukupno 1. kat | 3154m |

Tablica 4.5 Mrežni vodovi s duljinama na 1. katu

4.2.3 Spojna lista polaganja mrežnih kabela za potkrovlje

| Redn i broj | Tip kabela | Krajnja točka A | | Krajnja točka B | | Oznaka kabela | Dužina (m) |
|--------------------------------------------|------------|-----------------|------------|--------------------------------------|------------|------------------|---------------|
| | | Priključnica | Prostorija | Prespojni panel (skraćena oznaka) | Prostorija | | |
| Prespojni panel +FD2-PP5, etaža +02 | | | | | | | |
| 161. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO201 | 52 | 2-5-201 | 86 | 2-5-W201 | 6 |
| 162. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO202 | 52 | 2-5-202 | 86 | 2-5-W202 | 6 |
| 163. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO203 | 52 | 2-5-203 | 86 | 2-5-W203 | 6 |
| 164. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO204 | 52 | 2-5-204 | 86 | 2-5-W204 | 6 |
| 165. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO205 | 53 | 2-5-205 | 86 | 2-5-W205 | 9 |
| 166. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO206 | 53 | 2-5-206 | 86 | 2-5-W206 | 9 |
| 167. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO207 | 53 | 2-5-207 | 86 | 2-5-W207 | 9 |
| 168. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO208 | 53 | 2-5-208 | 86 | 2-5-W208 | 9 |
| 169. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO209 | 54 | 2-5-209 | 86 | 2-5-W209 | 12 |
| 170. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO210 | 54 | 2-5-210 | 86 | 2-5-W210 | 12 |
| 171. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO211 | 54 | 2-5-211 | 86 | 2-5-W211 | 12 |
| 172. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO212 | 54 | 2-5-212 | 86 | 2-5-W212 | 12 |
| 173. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO213 | 55 | 2-5-213 | 86 | 2-5-W213 | 16 |
| 174. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO214 | 55 | 2-5-214 | 86 | 2-5-W214 | 16 |
| 175. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO215 | 55 | 2-5-215 | 86 | 2-5-W215 | 16 |
| 176. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO216 | 55 | 2-5-216 | 86 | 2-5-W216 | 16 |
| 177. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO217 | 56 | 2-5-217 | 86 | 2-5-W217 | 26 |
| 178. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO218 | 56 | 2-5-218 | 86 | 2-5-W218 | 26 |
| 179. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO219 | 56 | 2-5-219 | 86 | 2-5-W219 | 26 |
| 180. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO220 | 56 | 2-5-220 | 86 | 2-5-W220 | 26 |
| 181. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO221 | 57 | 2-5-221 | 86 | 2-5-W221 | 29 |
| 182. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO222 | 57 | 2-5-222 | 86 | 2-5-W222 | 29 |
| 183. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO223 | 57 | 2-5-223 | 86 | 2-5-W223 | 29 |
| 184. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO224 | 57 | 2-5-224 | 86 | 2-5-W224 | 29 |
| 185. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO225 | 58 | 2-5-225 | 86 | 2-5-W225 | 33 |
| 186. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO226 | 58 | 2-5-226 | 86 | 2-5-W226 | 33 |
| 187. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO227 | 58 | 2-5-227 | 86 | 2-5-W227 | 33 |
| 188. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO228 | 58 | 2-5-228 | 86 | 2-5-W228 | 33 |
| 189. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO229 | 59 | 2-5-229 | 86 | 2-5-W229 | 36 |
| 190. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO230 | 59 | 2-5-230 | 86 | 2-5-W230 | 36 |
| 191. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO231 | 59 | 2-5-231 | 86 | 2-5-W231 | 36 |
| 192. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO232 | 59 | 2-5-232 | 86 | 2-5-W232 | 36 |
| 193. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO233 | 60 | 2-5-233 | 86 | 2-5-W233 | 39 |
| 194. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO234 | 60 | 2-5-234 | 86 | 2-5-W234 | 39 |
| 195. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO235 | 60 | 2-5-235 | 86 | 2-5-W235 | 39 |
| 196. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO236 | 60 | 2-5-236 | 86 | 2-5-W236 | 39 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------|------------|----------------|----|---------|----|-----------------------|--------------|
| 197. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO237 | 61 | 2-5-237 | 86 | 2-5-W237 | 43 |
| 198. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO238 | 61 | 2-5-238 | 86 | 2-5-W238 | 43 |
| 199. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO239 | 61 | 2-5-239 | 86 | 2-5-W239 | 43 |
| 200. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO240 | 61 | 2-5-240 | 86 | 2-5-W240 | 43 |
| 201. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO241 | 62 | 2-5-241 | 86 | 2-5-W241 | 48 |
| 202. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO242 | 62 | 2-5-242 | 86 | 2-5-W242 | 48 |
| 203. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO243 | 62 | 2-5-243 | 86 | 2-5-W243 | 48 |
| 204. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP5-TO244 | 62 | 2-5-244 | 86 | 2-5-W244 | 48 |
| | | +FD2-PP5-TO245 | - | 2-5-245 | - | - | - |
| | | +FD2-PP5-TO246 | - | 2-5-246 | - | - | - |
| | | +FD2-PP5-TO247 | - | 2-5-247 | - | - | - |
| | | +FD2-PP5-TO248 | - | 2-5-248 | - | - | - |
| | | | | | | Ukupno PP5 | 1188m |
| Prespojini panel +FD2-PP6, etaža +02 | | | | | | | |
| 205. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO251 | 64 | 2-6-201 | 86 | 2-6-W251 | 3 |
| 206. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO252 | 64 | 2-6-202 | 86 | 2-6-W252 | 3 |
| 207. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO253 | 64 | 2-6-203 | 86 | 2-6-W253 | 3 |
| 208. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO254 | 64 | 2-6-204 | 86 | 2-6-W254 | 3 |
| 209. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO255 | 65 | 2-6-205 | 86 | 2-6-W255 | 6 |
| 210. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO256 | 65 | 2-6-206 | 86 | 2-6-W256 | 6 |
| 211. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO257 | 65 | 2-6-207 | 86 | 2-6-W257 | 6 |
| 212. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO258 | 65 | 2-6-208 | 86 | 2-6-W258 | 6 |
| 213. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO259 | 66 | 2-6-209 | 86 | 2-6-W259 | 9 |
| 214. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO260 | 66 | 2-6-210 | 86 | 2-6-W260 | 9 |
| 215. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO261 | 66 | 2-6-211 | 86 | 2-6-W261 | 9 |
| 216. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO262 | 66 | 2-6-212 | 86 | 2-6-W262 | 9 |
| 217. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO263 | 67 | 2-6-213 | 86 | 2-6-W263 | 12 |
| 218. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO264 | 67 | 2-6-214 | 86 | 2-6-W264 | 12 |
| 219. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO265 | 67 | 2-6-215 | 86 | 2-6-W265 | 12 |
| 220. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO266 | 67 | 2-6-216 | 86 | 2-6-W266 | 12 |
| 221. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO267 | 68 | 2-6-217 | 86 | 2-6-W267 | 15 |
| 222. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO268 | 68 | 2-6-218 | 86 | 2-6-W268 | 15 |
| 223. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO269 | 68 | 2-6-219 | 86 | 2-6-W269 | 15 |
| 224. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO270 | 68 | 2-6-220 | 86 | 2-6-W270 | 15 |
| 225. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO271 | 69 | 2-6-221 | 86 | 2-6-W271 | 17 |
| 226. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO272 | 69 | 2-6-222 | 86 | 2-6-W272 | 17 |
| 227. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO273 | 70 | 2-6-223 | 86 | 2-6-W273 | 25 |
| 228. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO274 | 70 | 2-6-224 | 86 | 2-6-W274 | 25 |
| 229. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO275 | 70 | 2-6-225 | 86 | 2-6-W275 | 25 |
| 230. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO276 | 70 | 2-6-226 | 86 | 2-6-W276 | 25 |
| 231. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO277 | 71 | 2-6-227 | 86 | 2-6-W277 | 29 |
| 232. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO278 | 71 | 2-6-228 | 86 | 2-6-W278 | 29 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------|------------|----------------|-----|---------|----|-----------------------|-------------|
| 233. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO279 | 72 | 2-6-229 | 86 | 2-6-W279 | 33 |
| 234. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO270 | 72 | 2-6-230 | 86 | 2-6-W280 | 33 |
| 235. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO281 | 72 | 2-6-231 | 86 | 2-6-W271 | 33 |
| 236. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO282 | 72 | 2-6-232 | 86 | 2-6-W272 | 33 |
| 237. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO283 | 73 | 2-6-233 | 86 | 2-6-W273 | 36 |
| 238. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO284 | 73 | 2-6-234 | 86 | 2-6-W274 | 36 |
| 239. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO285 | 73a | 2-6-235 | 86 | 2-6-W275 | 40 |
| 240. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO286 | 73a | 2-6-236 | 86 | 2-6-W276 | 40 |
| 241. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO287 | 73a | 2-6-237 | 86 | 2-6-W277 | 40 |
| 242. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP6-TO288 | 73a | 2-6-238 | 86 | 2-6-W278 | 40 |
| | | +FD2-PP6-TO289 | - | 2-6-239 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO290 | - | 2-6-240 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO291 | - | 2-6-241 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO292 | - | 2-6-242 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO293 | - | 2-6-243 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO294 | - | 2-6-244 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO295 | - | 2-6-245 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO296 | - | 2-6-246 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO297 | - | 2-6-247 | - | - | - |
| | | +FD2-PP6-TO298 | - | 2-6-248 | - | - | - |
| | | | | | | Ukupno PP6 | 736m |
| Prespojni panel +FD2-PP7, etaža +02 | | | | | | | |
| 243. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO301 | 73b | 2-7-301 | 86 | 2-7-W301 | 49 |
| 244. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO302 | 73b | 2-7-302 | 86 | 2-7-W302 | 49 |
| 245. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO303 | 73b | 2-7-303 | 86 | 2-7-W303 | 49 |
| 246. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO304 | 73b | 2-7-304 | 86 | 2-7-W304 | 49 |
| 247. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO305 | 73c | 2-7-305 | 86 | 2-7-W305 | 57 |
| 248. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO306 | 73c | 2-7-306 | 86 | 2-7-W306 | 57 |
| 249. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO307 | 73c | 2-7-307 | 86 | 2-7-W307 | 57 |
| 250. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO308 | 73c | 2-7-308 | 86 | 2-7-W308 | 57 |
| 251. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO309 | 74 | 2-7-309 | 86 | 2-7-W309 | 45 |
| 252. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO310 | 74 | 2-7-310 | 86 | 2-7-W310 | 45 |
| 253. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO311 | 74 | 2-7-311 | 86 | 2-7-W311 | 45 |
| 254. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO312 | 74 | 2-7-312 | 86 | 2-7-W312 | 45 |
| 255. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO313 | 75 | 2-7-313 | 86 | 2-7-W313 | 48 |
| 256. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO314 | 75 | 2-7-314 | 86 | 2-7-W314 | 48 |
| 257. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO315 | 75 | 2-7-315 | 86 | 2-7-W315 | 48 |
| 258. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO316 | 75 | 2-7-316 | 86 | 2-7-W316 | 48 |
| 259. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO317 | 76 | 2-7-317 | 86 | 2-7-W317 | 51 |
| 260. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO318 | 76 | 2-7-318 | 86 | 2-7-W318 | 51 |
| 261. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO319 | 76 | 2-7-319 | 86 | 2-7-W319 | 51 |
| 262. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO320 | 76 | 2-7-320 | 86 | 2-7-W320 | 51 |
| 263. | UTP, Cat.6 | +FD2-PP7-TO321 | 77 | 2-7-321 | 86 | 2-7-W321 | 54 |

5 Mrežna oprema

U nastavku će se prikazati pregled korištene mrežne opreme, smještaj i karakteristike.

5.1 Opis opreme čvorišta računalne mreže

Tablicom 5.1 dan je pregled punih i skraćenih oznaka mrežne opreme:

| Puna oznaka | Skraćena oznaka | Opis |
|--------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|
| +BDx | BD1 | Glavni komunikacijski ormar (Building distributor) |
| +FDx | FD2 | Komunikacijski ormar razine 2. kata (Floor distributor) |
| +BDx+PPx | PP1 - PP7 | Prespojni panel (UTP patch panel) |
| +BDx+SWx | SW1 - SW7 | Mrežni preklopnik (Ethernet switch) |
| +BDx+Rx | R1 | Mrežni usmjerivač, ruter (Router) |
| APx | AP1 – AP17 | Bežična pristupna točka (Access Point) |
| TO | TO | Priključna kutija (Terminal output) |
| xxx | xxx | Broj korisničkog priključka |
| Px | Pxx | Prespojni UTP kabel |
| Wxxx | Wxxx | UTP kabel |

Tablica 5.1 Oznake mrežne opreme

5.2 Mrežni usmjerivač Cisco Catalyst 8200 Series

Za glavni mrežni usmjerivač odabran je Cisco Catalyst 8200 Series. gigabitni, PoE, 2xRJ45 1000Mb i 2x10Gb SFP+ portovima, prikazan na slci 5.1, detaljne karakteristike dane su u tablici 5.2.



Slika 5.1 Prednji panel mrežnog mrežnog usmjerivača Cisco Catalyst 8200

| Karakteristike mrežnog usmjerivača Cisco Catalyst 8200 | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| WAN priključak | |
| Ethernet WAN | Da |
| Utor za SIM karticu | Ne |
| Kompatibilnost s 3G/4G USB modemom | Ne |
| Mreža | |
| Mrežni standard | IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ag, IEEE 802.3ah |
| Vrsta mrežnog priključka | Gigabit Ethernet |
| VLAN podrška | Da |
| Funkcije za upravljanje | |
| Upravljanje putem interneta | Da |
| Ports & interfaces | |
| Broj Ethernet LAN (RJ-45) priključaka | 4 |
| Protokoli | |
| DHCP klijent | Da |
| DHCP poslužitelj | Da |
| Sigurnost | |

| | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Podržani sigurnosni algoritmi | IPSec |
| Popisi za kontrolu pristupa (ACL) | Da |
| Network address translation (NAT) | Da |
| Značajke | |
| Ugrađeni procesor | Da |
| Proizvođač procesora | Intel |
| Interna memorija | 4096 MB |
| Prosječno vrijeme između dva kvara (MTBF) | 692577 h |
| Certifikacija | UL 60950-1 CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 EN 60950-1 IEC 60950-1 AS/NZS 60950-1 IEC/EN 60825 |
| Design | |
| Boja proizvoda | Sivo |
| Montaža u poslužiteljski ormar | Da |
| Kapacitet ormara | 1U |
| Upravljanje potrošnjom | |
| Vrsta napajanja | AC |
| AC input voltage | 90 - 264 V |
| Radni uvjeti | |
| Raspon radne temperature (T-T) | 0 - 40 °C |
| Dozvoljeni raspon temperatura za skladištenje | -40 - 70 °C |
| Opseg relativne vlažnosti pri radu | 5 - 85% |
| Raspon relativne vlažnosti pri skladištenju | 5 - 95% |
| Dopuštena nadmorska visina | 0 - 3050 m |
| Težina i dimenzije | |
| Širina | 438,1 mm |
| Dubina | 299,7 mm |
| Visina | 43,9 mm |
| Težina | 4,54 kg |

Tablica 5.2 Karakteristike mrežnog mrežnog usmjerivača Cisco Catalyst 8200

5.3 Mrežni preklopnik Cisco Business 350 Series

Za svih sedam mrežnih preklopnika odabran je isti model Cisco CBS350-48P-4X-EU Business 350 Series, 48portni, gigabitni, PoE upravljani mrežni preklopnik s 4x10Gb SFP+ uplinkovima.



Slika 5.2 Prednji panel mrežnog preklopnika Cisco Business 350 Series

Glavne tražene karakteristike su 48 portova, 1Gb brzina, PoE. Detaljne karakteristike navedene u Tablici 5.3 a izgled slikom 5.2.

| Karakteristike Cisco CBS350-48P-4X-EU mrežnog preklopnika | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Funkcije upravljanja | |
| Tip preklopnika | Upravljanje |
| Sloj preklopnika | L2/L3 |
| Podrška za QoS (Quality of Service) | Da |
| Upravljanje putem interneta | Da |
| Upravljanje u oblaku | Da |
| ARP inspekcija | Da |
| Postavke konfiguracije lokacije (CLI) | Da |
| MIB podrška | Da |
| Portovi i priključci | |
| Količina RJ-45 Ethernet priključaka za osnovno preklapanje | 48 |
| Tip RJ-45 Ethernet priključaka za osnovno preklapanje | Gigabit Ethernet (10/100/1000) |
| Broj instaliranih SFP+ modula | 4 |
| Broj USB 2.0 priključaka | 1 |
| Mreža | |
| Mrežni standard | IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3ad |
| 10G support | Da |
| Preslikavanje portova | Da |

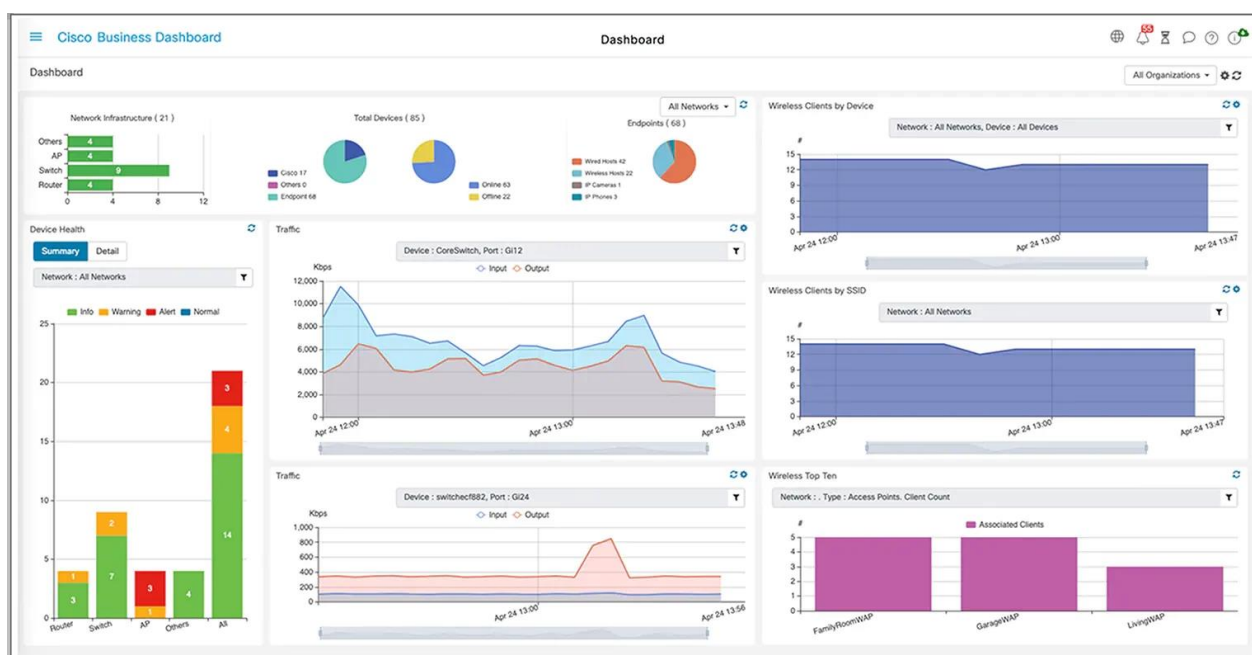
| | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Podrška za kontrolu protoka | Da |
| Agregacija linkova | Da |
| Kontrola broadcast storm-a | Da |
| brzine prijenosa podataka putem Ethernet LANa | 10,100,1000 Mbit/s |
| Auto MDI/MDI-X | Da |
| Spanning tree protocol | Da |
| Head-of-line (HOL) blokiranje | Da |
| VLAN support | Da |
| Broj VLANova | 4094 |
| Prijenos podataka | |
| Veličina adresne tablice | 16000 unosa |
| Podrška za Jumbo frameove | Da |
| Jumbo okviri | 9000 |
| Sigurnost | |
| Značajke DHCP-a | DHCP relay, DHCP server, DHCPv6 client |
| Popisi za kontrolu pristupa (ACL) | Da |
| Pravila popisa kontrole pristupa (ACL) | 1024 |
| IGMP snooping | Da |
| Podržani sigurnosni algoritmi | HTTPS,SSH,SSL/TLS |
| Filtriranje po MAC adresi | Da |
| SSH/SSL podrška | Da |
| Zaštita lozinkom | Da |
| Multicast značajke | |
| Multicast podrška | Da |
| Protokoli | |
| Protokoli za upravljanje | SNMP |
| Dizajn | |
| Montaža u poslužiteljski ormar | Da |
| Boja proizvoda | Srebrna |
| Tipka za poništenje | Da |
| LED indikatori | Da |
| Performanse | |
| Ugrađeni procesor | Da |
| Frekvencija procesora | 800 MHz |

| | |
|----------------------------------------------|-------------|
| Interna memorija | 512 MB |
| Flash memorija | 256 MB |
| Mogućnost nadogradnje firmwarea | Da |
| Upravljanje potrošnjom | |
| Napajanje ugrađeno | Da |
| Radni uvjeti | |
| Raspon radne temperature (T-T) | -5 - 50 °C |
| Dopušteni raspon temperatura za skladištenje | -25 - 70 °C |
| Opseg relativne vlažnosti pri radu | 10 - 90% |
| Raspon relativne vlažnosti pri skladištenju | 10 - 90% |

Tablica 5.3 Karakteristike Cisco CBS350-48P-4X-EU mrežnog preklopnika

Na Slici 5.3 možemo vidjeti detalj prikazanog sučelja Cisco Business Dashboarda.

Cisco Business Dashboard alat je za upravljanje mrežom za Cisco Business preklopnike, usmjerivače i bežične pristupne točke. Pojednostavljuje posao upravljanja mrežom automatiziranjem postavljanja, nadzora i upravljanja životnim ciklusom mreže, na kojem se mogu pratiti Cisco mrežni uređaji i stanje mreže u realnom vremenu. Softver omogućuje pregled, nadogradnju i administraciju svih uređaja mreže na jednom mjestu, daje podatke o trenutnom stanju mreže, broju spojenih klijenata, prometu na mreži.



Tablica 5.3 Prikaz sučelja Cisco Cisco Business Dashboarda

6 Adresiranje i konfiguracija mreže

6.1 Adresiranje lokalne mreže

Lokalna adresa mreže zgrade je:

- mreža 10.0.0.0, podmrežna maska 255.0.0.0

Statički će se dodijeliti adrese pojedinim mrežnim uređajima (mrežni usmjerivač, mrežni preklopnici, bežične pristupne točke, centralne mrežne printeri, sustav video nadzora).

Dinamičke adrese dodjeljuju se računalima te bežičnim korisničkim uređajima.

Popis statičkih i dinamičkih adresa (Tablica 6.1):

| R. br. | Uređaj | IP-adresa |
|---------------------|------------------|---------------------------|
| Statičke IP adrese | | |
| 1. | Usmjerivač | 10.0.0.1 |
| 2. | SW1 – SW7 | 10.0.0.10 – 10.0.1.27 |
| 3. | AP1 – AP17 | 10.0.0.30 – 10.0.0.37 |
| 4. | Mrežni printeri | 10.0.0.40 – 10.0.0.60 |
| 5. | Video nadzor | 10.0.0.70 – 10.0.0.80 |
| Dinamičke IP adrese | | |
| 6. | Osobna računala | 10.0.1.1 – 10.0.255.254 |
| 7. | IP telefoni | 10.0.1.1 – 10.0.255.254 |
| 8. | WiFi zaposlenici | 10.0.1.1 – 10.0.255.254 |
| 9. | WiFi gosti | 172.16.0.1 – 172.16.0.254 |

Tablica 6.1 Popis statičkih i dinamičkih adresa

6.2 Konfiguracija CISCO usmjerivača

U nastavku je prikazan primjer konfiguracije Cisco usmjerivača koja se provodi se kroz Command Line Interface (CLI prompt), spajanjem računala zasebnim konzolnim kablom na konzolni port na ru usmjerivaču.

Konfiguracija passworda na cisco routeru

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router
Router(config)#line console 0
Router(config-line)#password cisco
Router(config-line)#login
```

Omogućavanje telnet pristup cisco routeru:

```
Router(config)#line vty 0 4
Router(config-line)#password class
Router(config-line)#login
```

Dodjeljivanje IP adrese sučelju routera

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

Konfiguracija DHCP servera na Ruteru

```
Router(config)#ip dhcp pool pool1
Router(dhcp-config)#network 10.0.0.0 255.0.0.0
Router(dhcp-config)#default-router 10.0.0.1
Router(dhcp-config)#option 150 ip 10.0.0.1
Router(dhcp-config)#exit
```

VOIP konfiguracija za Ruter:

Konfiguracija Call Manager Express telephony service na Ruteru

```
Router(config)#telephony-service
Router(config-telephony)#max-ephones 200
Router(config-telephony)#max-dn 200
Router(config-telephony)#ip sourceaddress 10.0.0.1 port 2001
Router(config-telephony)#auto assign 1 to 200
Router(config-telephony)#exit
```

Konfiguracija voice vlan na Switchu

```
Switch0(config)#interface range fa0/2 – 44
Switch0(config-if-range)#switchport mode access
Switch0(config-if-range)#switchport voice vlan 36
```

Konfiguracija broja za IP Phone 1

```
Router(config)#ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)#number 00000
```

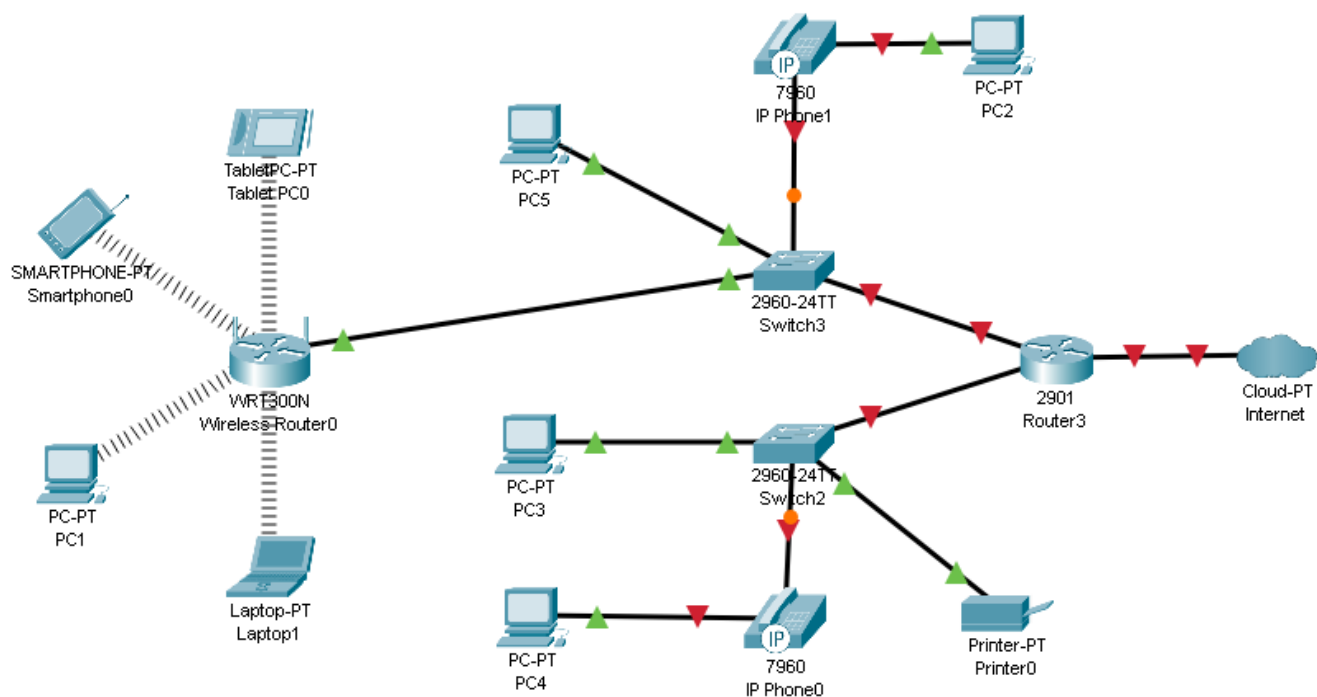
Konfiguracija broja za IP Phone 2

```
Router(config)#ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)#number 99999
```

RIP Protokol za Ruter (lokalna mreža između dva rutera je 192.168.0.0)

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#
Router(config-router)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.0.0
```

Na slici 6.1 dana je topologijska shema mreže s primjerima korištene opreme izrađena programom Cisco Packet tracer.



Slika 6.1 Topologija mreže CISCO Packet Tracer

7 Quality of Service, QoS

Do potrebe za provođenjem usluge kvalitete mreže dolazi kada promet na mreži prelazi najveću propusnost računalne mreže. Porastom različitih tipova dostupnih usluga te spajanja sve više različitih vrsta mrežnih uređaja na internet stvari, IOT (engl. Internet of Things) pokazuje se potreba da se mrežnim prometom upravlja, odnosno da se dijelu mrežnoga prometa koji nije kritičan ili vremenski ograničen, kao naprimjer e-mail, pregledavanje interneta, razmjena podataka, ograniči usluga na uštrb mrežnoga prometa kojem je bitno izvođenje u stvarnom vremenu npr. telefonski pozivi, VoIP (engl. Voice over IP), video pozivi i video konferencije, prijenos videa općenito. U nastavku će biti objašnjeni različiti zahtjevi pojedinih mrežnih usluga.

7.1 Kategorije mrežnog prometa podataka

Kako različite mrežne usluge zahtijevaju različita postupanja te uvjete za protok podataka na mreži, određuju se sljedeće kategorije QoS-a:

- glasovni promet
- signalizacija poziva
- interaktivni video
- video sadržaj
- uobičajeni podatkovni promet
- podatkovni promet
- kritični promet
- IP usmjeriteljski promet
- promet za upravljanje mrežom
- nepoželjni promet.

U nastavku slijede primjeri QoS zahtjeva za pojedine vrste prometa na računalnim mrežama.

7.1.1 QoS zahtjevi za glasovni promet

Zahtjevi za glasovni promet zahtijevaju prioritetnu obradu podataka i njihovu dovoljnu propusnost. Sama količina podataka nije velika za današnje računalne mreže, ali se mora omogućiti u stvarnome vremenu.

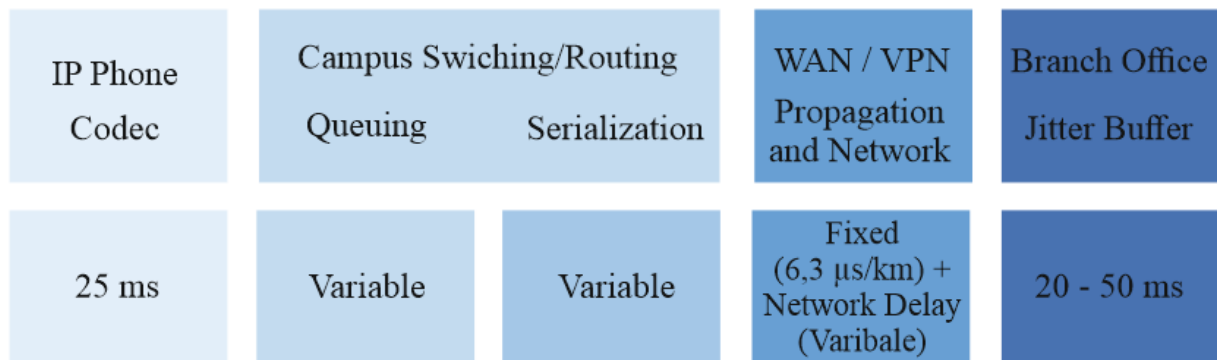
Uspješna usluga glasovnog poziva zahtijeva sva četiri navedena čimbenika istodobno; u slučaju gubitka jednog od čimbenika postojat će gubitak kvalitete, prekidi ili pucanje veze.

Najmanji mogući zahtjevi za uspješnu glasovnu komunikaciju:

- gubitak podataka ne smije prijeći 1%
- kašnjenje treba biti manje od 150 ms (u jednome smjeru)
- prosječno kašnjenje između paketa treba biti manje od 30 ms
- brzina prijenosa podataka između 21 i 320 kbs, u ovisnosti o odabranoj kvaliteti prijenosa zvuka i VoIP kodiranju.

Dodatno promet za signalizaciju poziva zahtijeva propusnost od 150bps po IP tel. uređaju.

Ukupno zadovoljavajuće kašnjenje iznosi 150 – 200 ms u jednome smjeru, od izvora zvuka tj. prvoga govornika do drugoga govornika tj. slušatelja. Ako se kašnjenje dalje povećava, dobiva se preveliko kašnjenje gdje je očito da se razgovor ne odvija više kao uživo odnosno u stvarnom vremenu.



End-to-end Delay must Be < 150 ms

Slika 7.1 Sastavnice kašnjenja pri prijenosu podataka VoIP poziva

Na Slici 7.1 Prikazane su sastavnice koje čine kašnjenje pri prijenosu podataka VoIP poziva, a sve pojedine sastavnice zbrajaju se za ukupni iznos kašnjenja.

Sastavnice su redom od govornika do slušatelja:

- Kašnjenje kodiranja 25 ms (vrijeme potrebno da se analogni zvuk kodira u digitalni zapis)
- Kašnjenje zbog svrstavanja u redove (Queuing, promjenjivo)
- Kašnjenje zbog propagacije (6,3 μ s/km)
- Kašnjenje zadržavanja u međupaketnom spremniku (Jitter Buffer).

7.1.2 QoS zahtjevi za video sadržaj

Zahtjevi za video sadržaj također kao i glasovni promet zahtijevaju prioritetnu obradu podataka, uz dovoljnu (sada znatno veću) propusnost podataka.

Video sadržaj koji se prenosi može biti jednosmjerni (engl. streaming) koji je manje zahtjevan i dvosmjerni tj. konferencijski (engl. interactive).

U tablici 7.1 prikazan je usporedni pregled zahtjeva za prijenos tih dviju vrsta prijenosa video sadržaja.

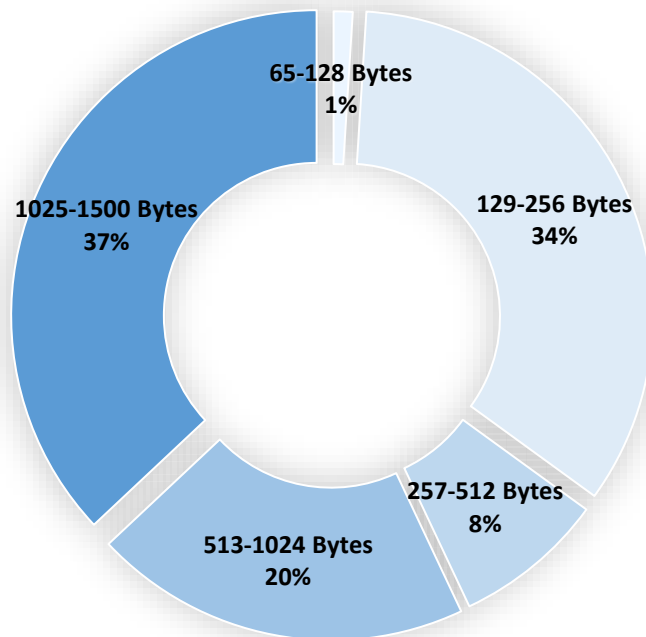
| Zahtjev | Interactive video | Streaming video |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Gubitak paketa | ne više od 1% | ne više od 5% |
| Kašnjenje u jednom smjeru | ne više od 150 ms | ne više od 4-5 s |
| Međupaketno kašnjenje | ne veće od 30 ms | nema posebnih zahtjeva za međupaketno kašnjenje |
| Rezervacija propusnosti | određuje se kao iznos potreban za prijenos videa uvećan za 20% | ovisi o formatu i gustoći emitiranja podataka (engl. bit rate) |

Tablica 7.1 Usporedni pregled zahtjeva za prijenos dvosmjernoga i jednosmjernoga videa

Video sadržaj koristi se za glasovni dio isto audio kodekom G.711 kao i za VoIP pa stoga ima i iste zahtjeve za gubitak paketa, kašnjenje i međupaketno kašnjenje. Ukupan promet zbog prijenosa slike znatno je veći i drukčijeg oblika naspram VoIP-. Promet slike sastoji se od paketa promjenjive veličine i promjenjive gustoće prijenosa. Slika 7.2 prikazuje distribuciju veličine video paketa.

Početni okvir (engl. I frame, Intra-coded picture) predstavlja puni video okvir (najveća veličina podataka), a okviri koji slijede P (engl. Predicted picture) okviri su koji sadrže informacije koje se odnose na promjene u odnosu na prethodni okvir, stoga i manju količinu podataka te B

okviri (engl. Bidirectional predicted picture) koji sadrže informacije koje se odnose na promjene u odnosu na prethodni i sljedeći okvir i posljedično najmanju količinu podataka. U slučaju kada je slika statična i ima malo promjena, utoliko će biti manji okviri P i B, do sljedećeg I okvira, koji ponovno predstavlja cjelovitu sliku. Interval do sljedećeg I okvira određen je kodekom.



Slika 7.2 Distribucija veličine video paketa

7.1.3 QoS zahtjevi za podatkovni promet

Ovom skupinom podataka opisana je glavnina prometa, odnosno sav ostali promet aplikacija koje nisu posebno izdvojene. Koriste se TCP i UDP protokolima. Različite aplikacije stvaraju i različite generirane podatke i različite načine zahtjeva podatkovnoga prometa. Različite podatke svrstavamo u sljedeće skupine:

- uobičajeni podatkovni promet (engl. best effort data), za koji je potrebno rezervirati 25% od ukupnoga iznosa propusnosti – po početnim postavkama sav podatkovni promet ubraja se u ovu skupinu, ako se drukčije ne označi
- podatkovni promet (engl. bulk data) – ovdje pripadaju aplikacije koje nisu vrlo interaktivne (FTP, e-mail, sinkronizacije replikacije baza), ne pridružuje se zajamčeni

dio propusnosti, nego im se ostavlja da koriste slobodni dio resursa, a u trenucima kada se mreža preoptereći, toj skupini prometa bit će umanjena propusnost podataka

- lokalno definirani kritični promet (engl. locally defined mission critical traffic) – potrebno je osigurati zajamčenu propusnost u onoj mjeri koja odgovara interaktivnoj ulozi tih podataka
- transakcijski i interaktivni podatci (engl. transactional data) – potrebno je osigurati garantiranu propusnost u onoj mjeri koja odgovara interaktivnoj ulozi tih podataka.

7.1.4 Zahtjevi za prijenos IP usmjeriteljskoga prometa

Ovoj skupini pripadaju paketi koje generiraju usmjerivački protokoli (engl. routing protocols), a odnose se na informacije o topologiji mreže.

Za takav promet i zbog svoje važnosti potrebno je osigurati jamstvo najmanje moguće propusnosti. Protokoli usmjeriteljskoga prometa dijele se na vanjske i unutarnje. Unutarnji protokoli RIP (V1,V2), OSPF, EIGRP dodatno su zaštićeni proizvođačevim mehanizmima (Cisco PAK prioritet).

7.1.5 Zahtjevi za prijenos mrežnoga upravljačkog prometa

Za ovu skupinu podataka preporuča se rezervacija najmanjega mogućeg iznosa propusnosti. Aplikacije koje pripadaju ovoj skupini prometa jesu aplikacije za upravljanje i nadzor mrežnih uređaja i mrežnoga prometa. Ovdje se uključuju SNMP, NTP, Syslog, NTP i druge aplikacije koje generiraju manju količinu podataka i nisu vrlo vremenski kritične.

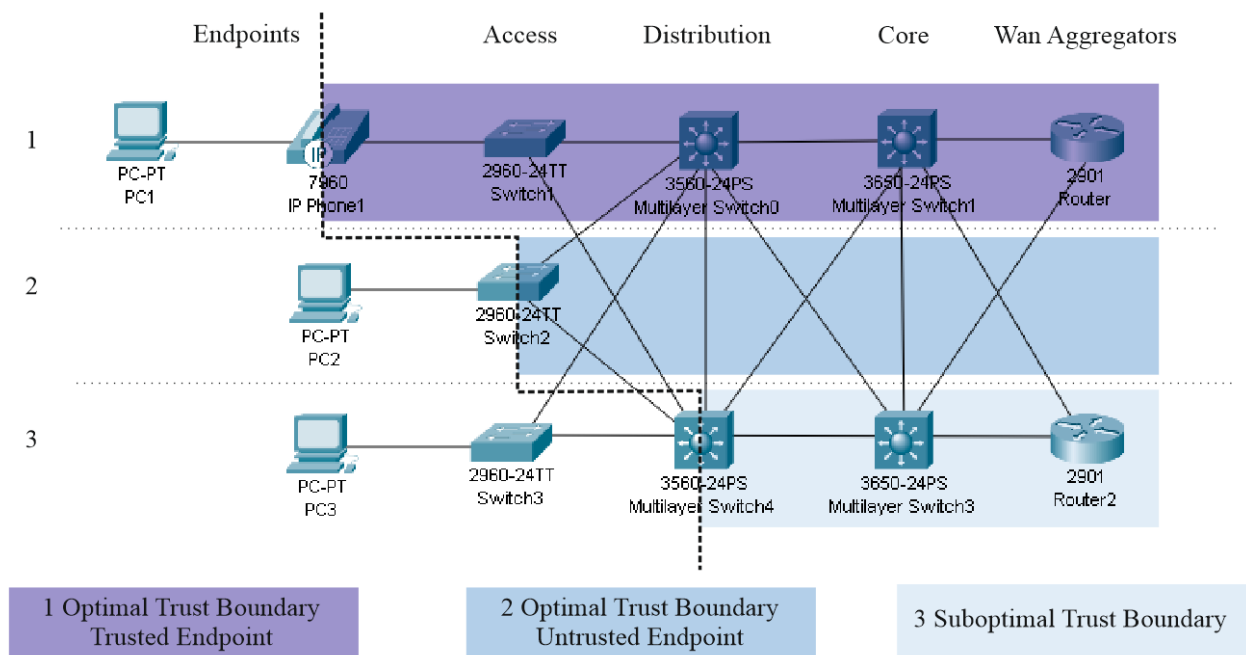
7.1.6 QoS zahtjevi za nepoželjni promet

Zahtjevi su za nepoželjni promet minimalni. Podatci generirani ovim tipom prometa nemaju važnost na mrežnoj infrastrukturi, nastali su nepoželjnim aplikacijama ili aplikacijama namijenjenim zabavi, računalnim igrama ili PTP dijeljenju datoteka.

Time mu se dodjeljuje najniža moguća razina propusnosti (1%).

7.2 Planiranje i primjena kvalitete usluge

Pri planiranju postavljanja kvalitete usluge računalne mreže treba početi od određivanja zahtjeva i potreba računalne mreže za koju je ona implementira. Odgovoriti na pitanja koje su mrežne usluge kritične i primarne kojima želimo omogućiti nesmetan rad, koje nisu od primarnoga poslovnog interesa, postoje li potrebe za davanjem prednosti VoIP-u ili video konferencijama te postoje li usuge i servisi koji se žele ograničavati i koliko.

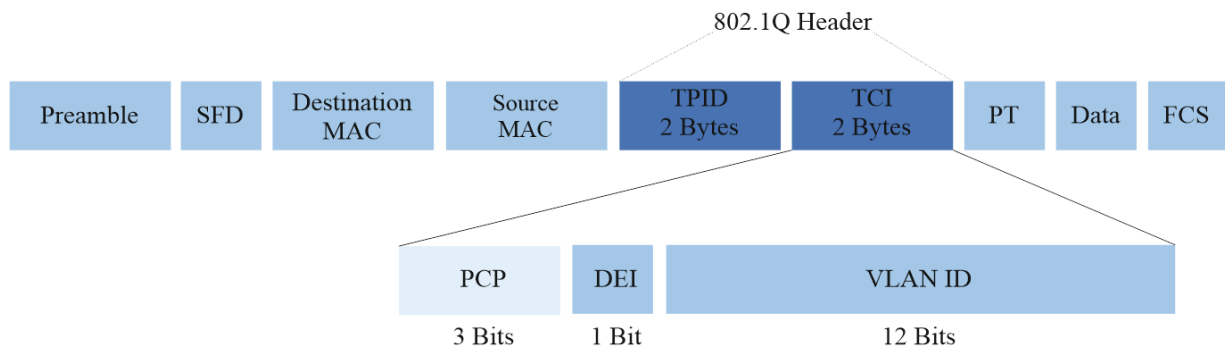


Slika 7.3 Preporučene granice označavanja paketa

Pri planiranju pravila QoS-a bitno je označavanje paketa obaviti što bliže krajnjoj točki (korisniku) (Slika 7.3). Preporuča se i korištenje DCSP oznaka (Layer 3) jer ostaju iste, ne mijenjaju se s mrežnom tehnologijom odnosno ostaju iste od izvora do odredišta (engl. end to end). Tada se sljedeći mrežni uređaji mogu rasteretiti ovoga posla i odrađivati primjenu viših QoS postavki.

7.2.1 QoS označavanje paketa na drugom sloju (Layer 2)

Označavanje na L2 sloju obuhvaća postavljanje vrijednosti za Layer 2 802.1Q/p Class of Service (CoS) polja. Slikom 7.4 prikazan je smještaj 802.1Q polja.



Slika 7.4 Položaj i sadržaj 802.1Q polja

Gdje su polja Tag Protocol Identifier (TPID), Tag Control Information (TCI). TPID polje je veličine 2 bajta tj. polje od 16 bita s vrijednošću 0x8100 koje označava da se radi o 802.1Q. označenim okvirom. TCI polje također je veličine 2 bajta tj. 16 bita i sastoji se od tri podpolja: Priority Code Point (PCP), Drop Eligible Indicator (DEI), VLAN Identifier (VLAN ID). PCP polje definirano je IEEE 802.1p standardom, veličine 3 bita te se koristi za označavanje klase prioriteta CoS kako je prikazano slikom 7.5.

| PCP Value/Priority | Traffic Type |
|--------------------|---------------------------------------------|
| 0 (lowest) | Background (BK) |
| 1 (default) | Best effort (BE) |
| 2 | Excellent effort (EE) |
| 3 | Critical applications (CA) |
| 4 | Video with < 100 ms latency and jitter (VI) |
| 5 | Voice with < 10 ms latency and jitter (VO) |
| 6 | Internetwork control (IC) |
| 7 (highest) | Network control (NC) |

Slika 7.5 Ethernet 802.1Q CoS polja i njihovo značenje

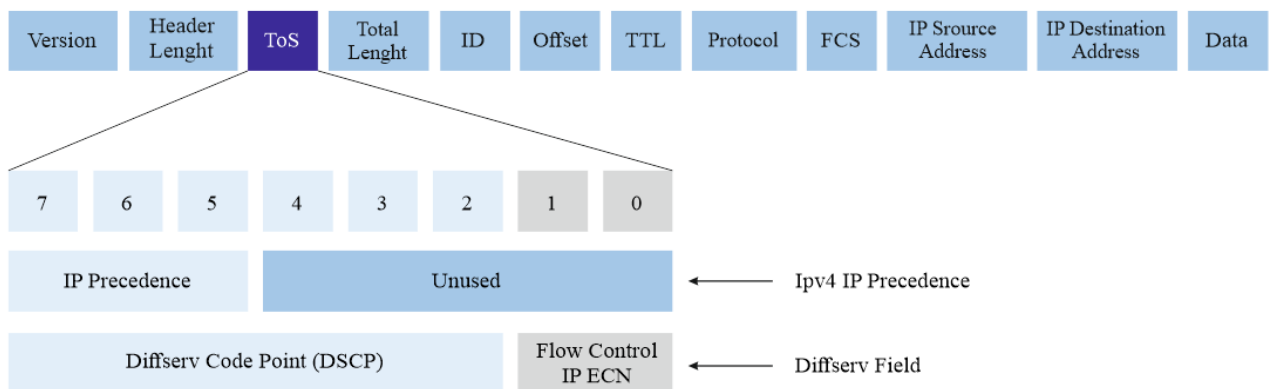
Drop Eligible Indicator (DEI) 1 bitno polje označava može li se paket odbaciti u slučaju zagušenja na mreži; ako da, označava se sa 1, a početna je vrijednost 0.

VLAN Identifier (VLAN ID) jest 12 bitno polje i označava broj virtualne mreže unutar iste fizičke mreže po standardu 802.1Q. Najveći mogući broj VLAN mreža jest 4096.

7.2.2 QoS označavanje paketa na trećem sloju (Layer 3)

Ako paket prelazi čvorišta koje nepodržava 802.1Q standard ili prelazi na Layer 3, mrežni segment gubi CoS oznaku, stoga se mora ponovno označiti na višoj razini kako bi se osigurala end-to-end podrška. Tako se naprimjer CoS shema prioriteta u potpunosti može preliskati na TOS (IP Precedence Type of Service) na IPv4.

Označavanje L3 slojem nudi postojanije označavanje koje se zadržava od izvora do odredišta (Slika 7.6). Zaglavlje IP paketa ima 8-bitno polje Type of Service (ToS). Prva 3 bita polja ToS odnose se na IP prioritet (IPP), koji se koristi za označavanje. Preostali su bitovi neiskorišteni. Vrijednosti su IPP-a od 0 do 7, što omogućuje da se mrežni promet podijeli u najviše šest prometnih klasa usluge. IPP vrijednosti 6 i 7 rezervirane su za internu mrežu.



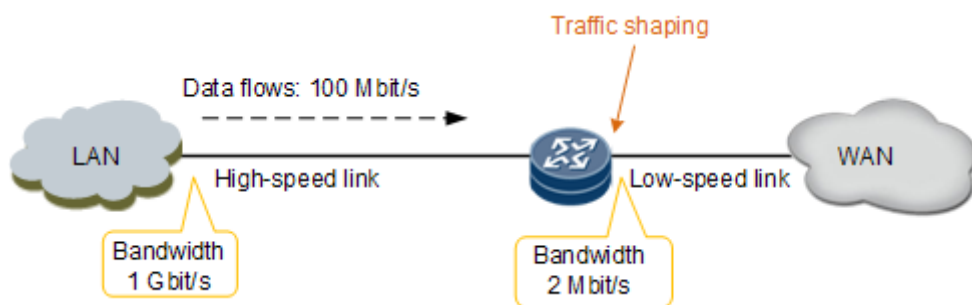
Slika 7.6 Položaj i sadržaj QoS oznaka u IPv4 paketu

Najnovije specifikacije sada definiraju polja IPv4 ToS i IPv6 Traffic Class kao polja 8-bit Differentiated Services (DiffServ). Polje DiffServ kompatibilno je unazad s vrijednošću IP prioriteta jer koristi istih 8 bitova koji su izvorno korišteni za polja IPv4 ToS i IPv6 Traffic Class. Polje DiffServ sastoji se od dvaju podpolja: 6-bitno polje Differentiated Services Code Point (DSCP) i Explicit Congestion Notification (ECN) 2-bitno polje.

7.3 Odbacivanje i reduciranje prometa

Neželjeni promet logično je odbaciti što bliže izvoru nastajanja. Nelogično bi bilo prosljeđivati neželjeni promet te ga potom na višim aplikativnim slojevima ponovno obrađivati kako bi se ipak odbacio. To je pogotovo bitno ako se radi o neželjenom širenju virusa i slično.

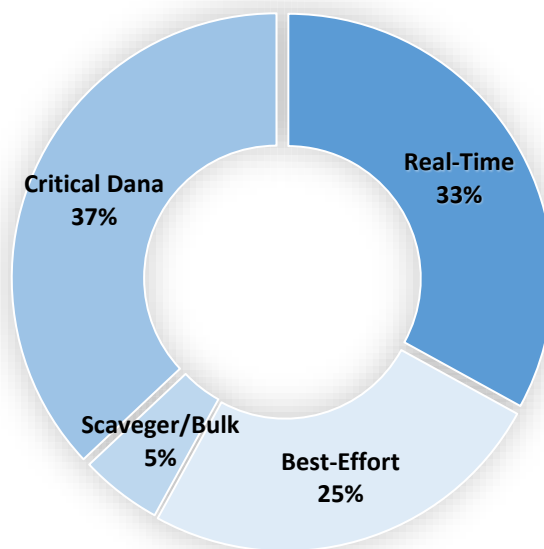
Kritične aplikacije kao VoIP koje zahtijevaju jamčeni QoS bez obzira na nastala izvanredna stanja na mreži. Kako bi se to omogućilo, koriste se prioritetni redovi (engl. Queuing); ne može se jamčiti QoS kada se prelazi s uređaja više brzine na uređaje niže brzine. Primjer je pokazan Slikom 7.7, gdje se vidi prelazak brze lokalne mreže na znatno sporiji pristup internetu. Svrstavanje u prioritetne redove potrebno je primijeniti na svakom čvoru na kojemu je moguće da dođe do zagušenja.



Slika 7.7 Prikaz mjesta zagušenja pri prelasku s LAN na WAN mrežu

Slika 7.8 prikazuje određivanje propusnosti u četiri prioritetna reda (engl. Queues); preporučene su sljedeće postavke:

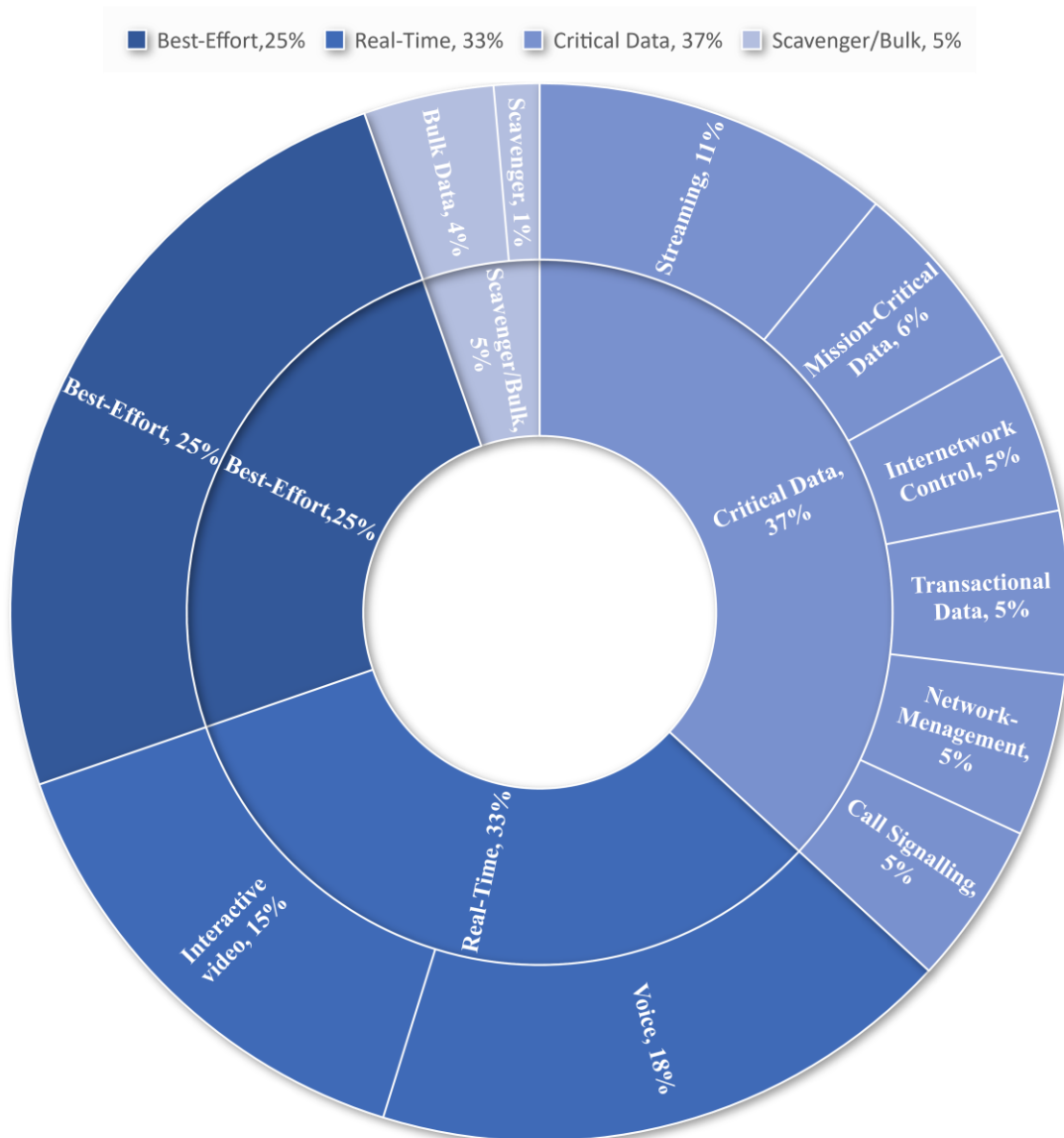
- promet u stvarnome4 vremenu 33 % (VOIP, video),
- kritični podatci,
- uobičajeni podatci 25 %,
- nepoželjni podatci 1%, manje bitni podatci 4 %, ukupno 5%.



Slika 7.8 Dodjela propusnosti s podjelom u četiri prioritetna reda

U slučaju naprednoga određivanja propusnosti u 11 prioritetnih redova, prikazano na Slici 7.9, preporučene su sljedeće postavke:

- glasovni promet 18 %,
- interaktivni video 15 %,
- podatci usmjeravanja,
- signalizacija poziva,
- kritični podatci,
- transakcijski podatci,
- upravljanje mrežom,
- jednosmjerni video podatci,
- uobičajeni promet 25 %,
- manje bitni promet 4 %,
- nepoželjni promet 1 %.



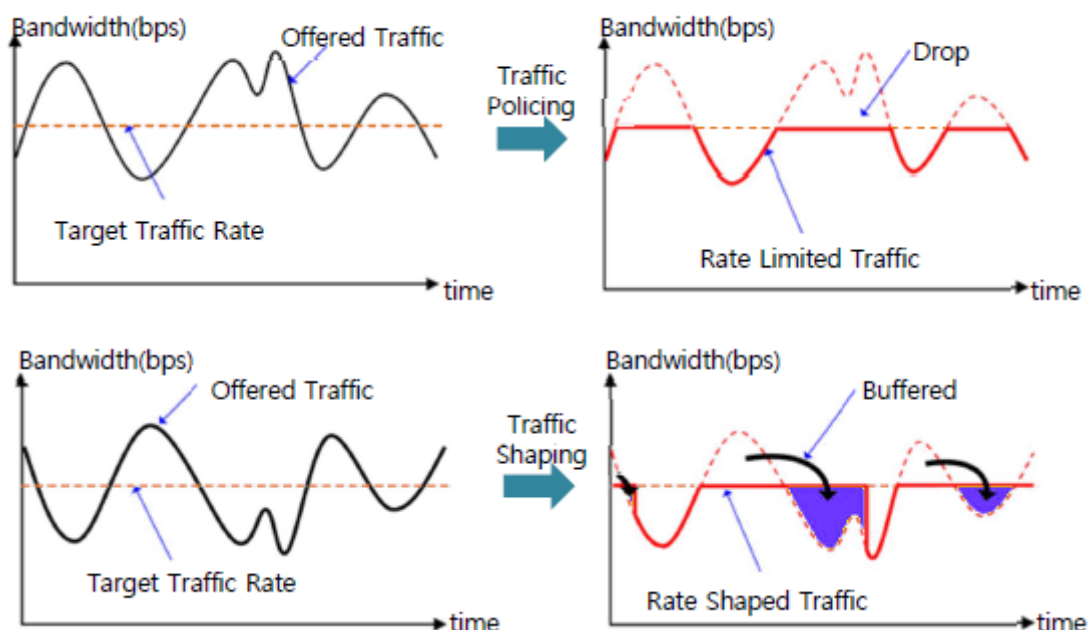
Slika 7.9 Dodjela propusnosti s podjelom u jedanaest prioriternih redova

Alati za odbacivanje prometa razlikuju se od alata za njegovo oblikovanje u prvome redu u tome što ovi prvi automatski odbacuju promet koji se nađe unutar redefiniranih pravila, dok ovi drugi raspoređuju promet kojeg je više u jednome trenutku te ga propuštaju naknadno kada za to postanu povoljni uvjeti. Time se tijekom podataka ne prekida, a sama je mreža bolje iskorištena i ukupni je protok podataka veći. Usporedba dvaju načina rada prikazana je u tablici 7.3.

| Alati za odbacivanje prometa | Alati za oblikovanje prometa |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Povećan broj zahtjeva za ponovnim slanjem podataka preko TCP protokola | Dolazi samo do kašnjenja, ne i odbacivanja |
| Nefleksibilan, neprilagodljiv | Prilagodljiv zagušenju, pohranjuje promet u spremnik |
| Moguće postavljanje na ulazno i izlazno sučelje | Obično se postavlja na izlaznom sučelju |
| Ograničava promet bez uporabe spremnika | Ograničava promet uz uporabu spremnika |

Tablica 7.3 Načini rada pri odbacivanju i oblikovanju mrežnoga prometa

Na slici 7.10 prikazana je usporedba protoka podataka i iskorisćenosti mreže pri odbacivanju i oblikovanju mrežnoga prometa. Promet prikazan ljubičastim ispod linije propusnosti mreže privremeno se pohranjuje u međuspremnik te propušta naknadno kada se oslobode mrežni resursi.



Slika 7.10 Usporedba protoka podataka i iskorisćenosti mreže pri odbacivanju i oblikovanju mrežnoga prometa

7.4 Upravljanje i izbjegavanje zagušenja na mreži

U slučaju zagušenja na mreži, na primjer zbog prelaska s dijela mreže veće brzine na dio mreže s manjom brzinom, na raspolaganju je nekoliko algoritama kojima možemo pratiti redosljed raspoređivanja mrežnih paketa:

- algoritam strogoga prvenstva; (engl. strict priority) redovi s nižim prvenstvom bivaju posluženi tek kada su redovi višega prioriteta ispražnjeni
- Round Robin algoritam; redovi se poslužuju pravilnim redosljedom
- težinski algoritam posluživanja (engl. weighted fair); redovima se pridružuje težina najčešće u skladu s IPP oznakama i redovi s većom težinom poslužuju se češće, proporcionalno svojoj težini.

Kako se memorijski prostor popunjava te ako promet neprestano stiže većom brzinom nego što je u mogućnosti otići, jasno je da će prije ili kasnije doći do zagušenja. Tada su na raspolaganju dva načina izbjegavanja zagušenja. Može se odlučiti za odbacivanje svih novih paketa koji pristižu na ulaz ili se može unaprijed selektivno odbacivati dio paketa dok se memorijski prostor još nije do kraja popunio.

Alati za izbjegavanje i upravljanje zagušenjem dijele se na:

- Low Latency Queuing (LLQ) upravljanje zagušenjem
- Class Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ) upravljanje zagušenjem
- Weighted Random Early Detaction (WRED) izbjegavanje zagušenja.

Raspoređivanje u prioritetne redove odvija se na trima razinama. Prva se događa na samome fizičkom sučelju L1 (engl. Tx-ring), druga na drugom sloju L2, koji je različit u ovisnosti o korištenoj L2 tehnologiji, te na najvišoj L3 razini, koja više nije ovisna o tehnologiji.

Do sada se govorilo o QoS općenito i pozornost se obratila na moguće probleme koji mogu nastati na granici između brzoga LAN-a te u pravilu uvijek sporijega WAN-a. No treba naglasiti da se i unutar samoga LAN-a bez obzira na veliku lokalnu brzinu mogu povremeno pojaviti problemi zagušenja. Ako ne postoje postavljeni nikakvi QoS alati, također može doći do zagušenja, pa i posljedično odbacivanja paketa. Kako bi se to izbjeglo, kao i prije potrebno je promet klasificirati i označiti što bliže izvoru te se preporuča koristiti se hardverskim mogućnostima gdje je to god moguće, a u pravilu na L2 preklopnici.

8 Troškovnik radova i opreme

Tablicom 8.1 dan je projektantski troškovnik s cijenama opreme i radova.

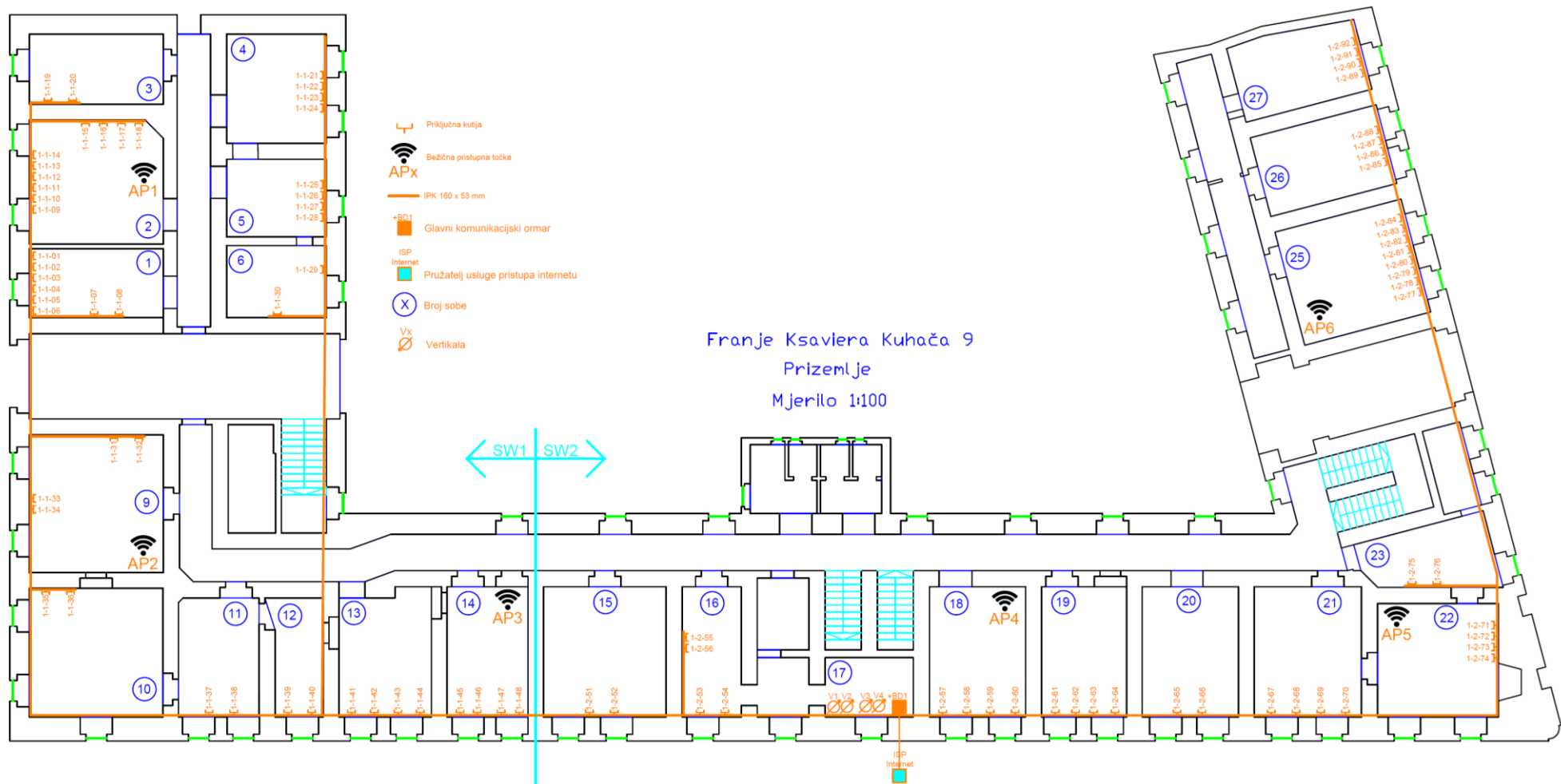
| Vrsta opreme | Jedinica mjere | Količina | Jedinična cijena (€) | Ukupna cijena (€) |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|----------------------|-------------------|
| 1. OPREMA | | | | |
| Samostojeći komunikacijski ormar Schrack DS Š800xV2195xD1000, 19", 47U | kom | 1 | 1.231,00 | 1.231,00 |
| Samostojeći komunikacijski ormar Schrack DT Š800xV1299xD800, 19", 26U | kom | 1 | 673,60 | 673,60 |
| Prespojni panel 19" 1U 48xRJ45 cat.6A | kom | 7 | 357,01 | 2.499,07 |
| Horizontalna vodilica kabela, 19" | kom | 7 | 28,40 | 198,80 |
| Cisco mrežni preklopnik CBS350-48P-4X | kom | 7 | 2.212,16 | 15.485,12 |
| SFP+ modul 10 GbE RJ45 | kom | 16 | 84,83 | 1.357,28 |
| Cisco Catalyst 8200 Series Router | kom | 1 | 2.158,76 | 2.158,76 |
| Acess Point - Cisco Catalyst 9115 Series Wi-Fi 6 2.4 GHz, 5 GHz | kom | 17 | 751,45 | 12.774,65 |
| Priključnica 2xRJ45, prazna, parapetna, za dva modula | kom | 136 | 4,49 | 610,64 |
| RJ45 modul oklopljen,cat.6a, 10GB, 4PPoE 100W | kom | 272 | 2,3 | 625,60 |
| Prespojni kabel RJ45 cat.6 oklopljen,s pregibnicama, 1m | kom | 100 | 2 | 200 |
| Prespojni kabel RJ45 cat.6 oklopljen, s pregibnicama, 2m | kom | 200 | 2,76 | 552,00 |
| Prespojni kabel RJ45 cat.7 oklopljen, s pregibnicama, 2m | kom | 14 | 6,87 | 109,92 |

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|-----|--------|--------|------------------|
| FTP instalacijski kabel cat.6a, 4x2xAWG23 | m | 4.044 | 0,81 | 3.275,64 |
| SFTP instalacijski kabel cat.7, 4x2xAWG23 | m | 70 | 1,05 | 73,50 |
| Instalacijski kanal parapetni dupli, 160X53x2000MM | m | 149 | 8,6 | 1.281,40 |
| 19" fiksna polica do 50kg, dubine 450mm, 2U, niskoprofilna | kom | 4 | 31,85 | 127,40 |
| UPS GENIO Flex Plus Rack 1100VA 880W | kom | 2 | 935,20 | 1.870,40 |
| 19" napojna letva, 9xshuko+prekidač, 1U, kabel 2m, crna, alu | kom | 3 | 29,10 | 87,30 |
| Nespecificirani sitni potrošni materijal | set | 1 | 100 | 100,00 |
| Ukupno oprema (s PDV) | | | | 45,292.08 |
| 2. RADOVI | | | | |
| Izrada prodora | cm | 4.200 | 2,33 | 9.786,00 |
| Postavljanje kanalice | m | 447 | 2,90 | 1,296,30 |
| Polaganje kabela | m | 10.045 | 0,50 | 5,022,50 |
| Montaža nosača za bežičnu pristupnu točku | kom | 17 | 10,00 | 170,00 |
| Montaža i kabliranje ormara | kom | 2 | 300,00 | 600,00 |
| Konfiguriranje aktivne opreme | sat | 10 | 100,00 | 1.000,00 |
| Ukupno radovi (s PDV) | | | | 18.254,8 |
| UKUPNO (s PDV-om) | | | | 63,546.88 |

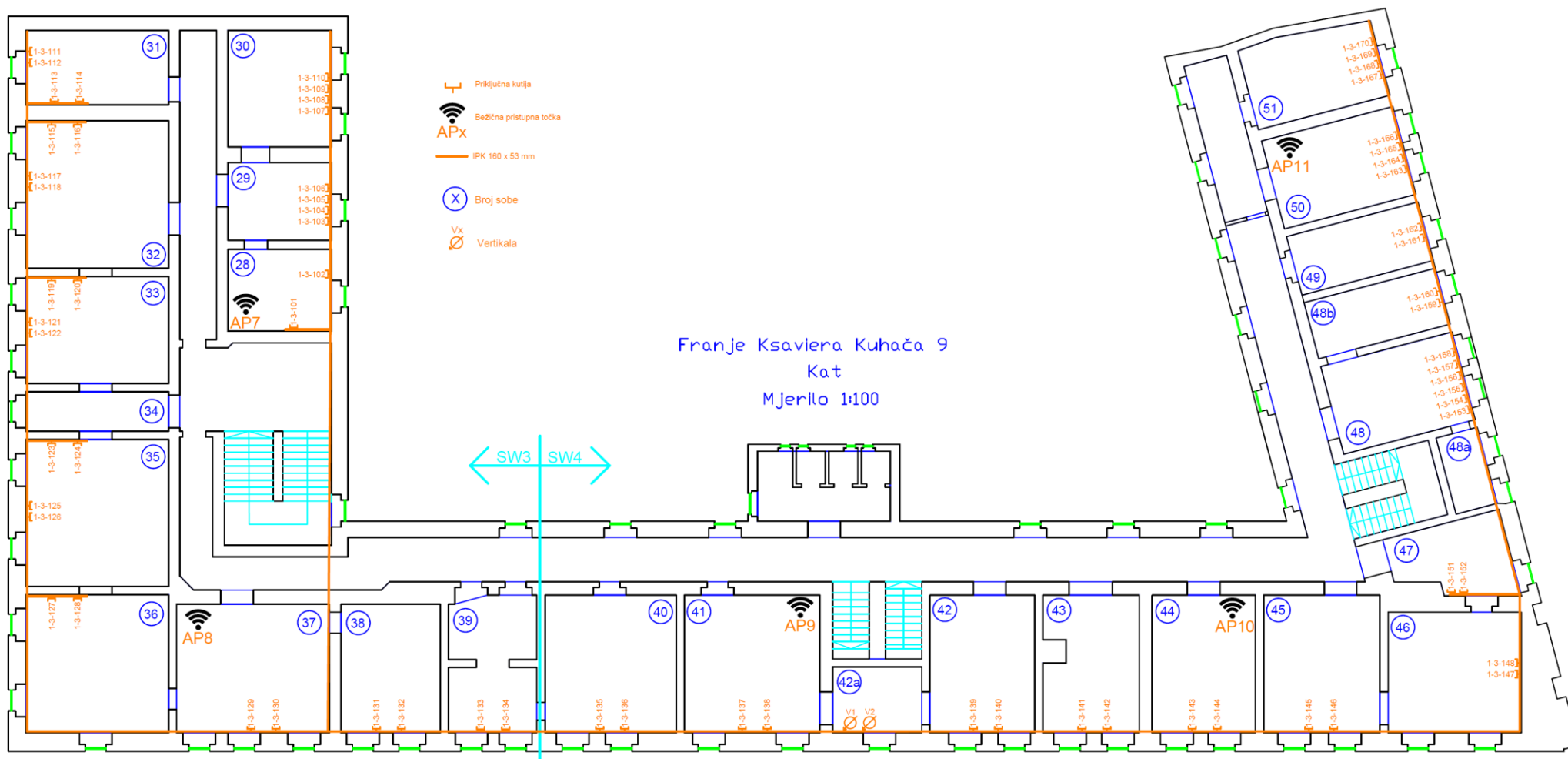
Tablica 8.1 Projektantski troškovnik opreme i radova

9 Nacrt instalacije računalne mreže poslovne zgrade

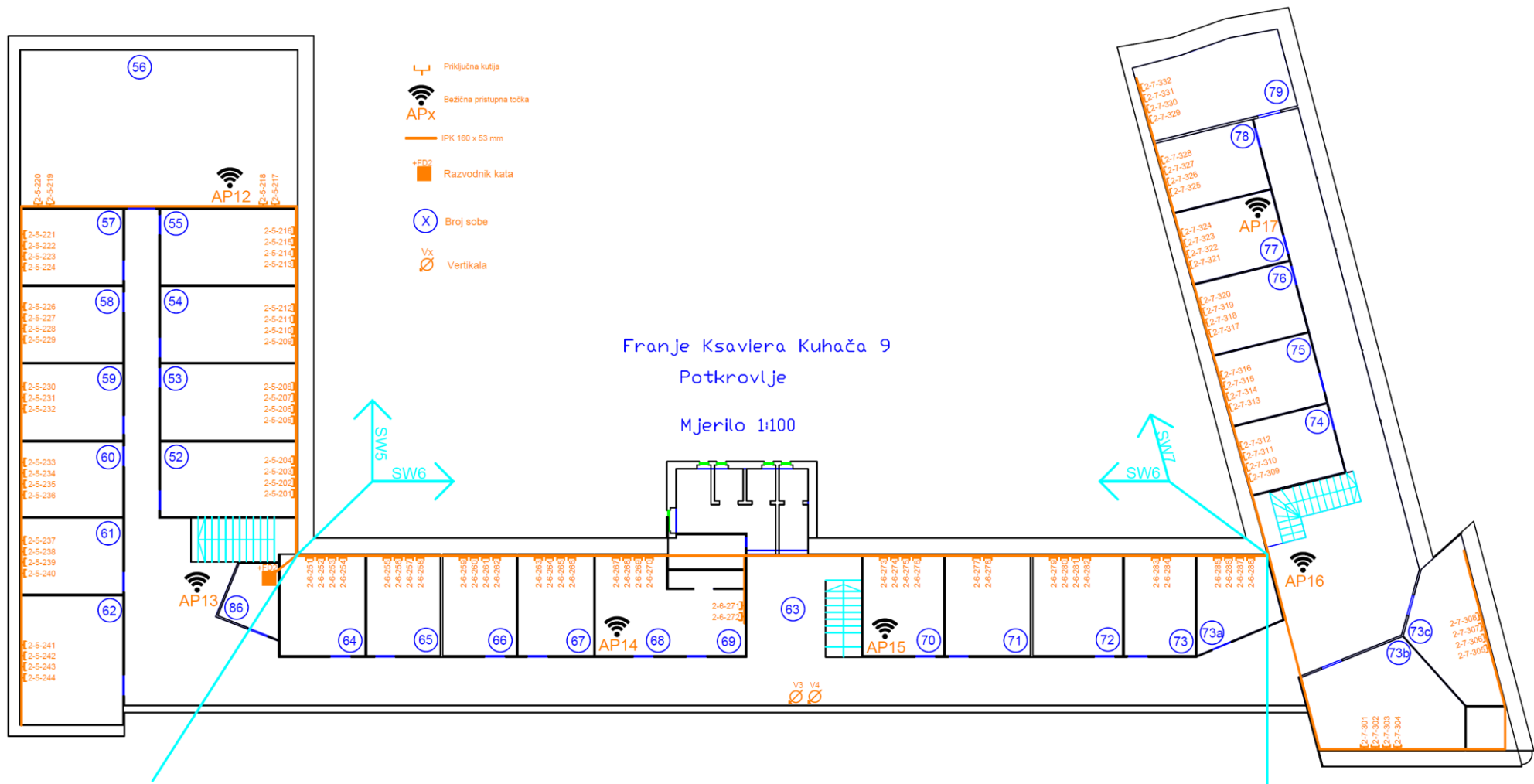
Slikama u nastavku dani su nacrti računalne mreže za prizemlje (slika 9.1), 1 kat (slika 9.2) i potkrovlje (slika 9.3).



Slika 9.1 Nacrt prizemlja zgrade s položajima mrežne opreme



Slika 9.2 Nacrt prvog kata zgrade s položajima mrežne opreme



Slika 9.3 Nacrt potkrovlja zgrade s položajima mrežne opreme

10 ZAKLJUČAK

Ovim je radom prikazan primjer projektiranja računalne mreže zgrade poslovne namjene. Pri izradi projektne dokumentacije vođeno je računa o tome da ona bude u skladu s aktualnim standardima te pravilnikom o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada.

U prvom dijelu rada tehničkim opisom objašnjeno je što je to strukturno kabliranje, opisala se važnost poštivanja njegovih pravila i standarda te su definirani načini označavanja sve opreme koja se koristila pri izradi ove računalne mreže. Nadalje detaljno je prikazan pregled sve opreme s njezinim karakteristikama. Logičkom shemom definirana je takozvana vertikalna mreža tj. okosnica (engl. Backbone), odnosno prikazano je kako je svaki pojedini dio aktivne opreme unutar zgrade povezan, kako su povezani komunikacijski ormari između etaža te kako su međusobno povezani mrežni prekloinci i ruter unutar komunikacijskih ormara.

U sljedećem dijelu rada kreirane su tablice za svaku pojedinu utičnicu. Definirana je jedinstvena oznaka: za svaku od utičnica određeno je u koju se prostoriju ugrađuje, kojim je kabelom povezana do kojega komunikacijskog ormara te na koje se mjesto na prespojnom panelu spaja u tome ormaru.

Potom su prikazane tablice za svaki položeni kabel, s njegovim tipom, dužinom, također točno definiranom jednoznačnom oznakom te je određeno na koje je dvije krajnje točke (prostorije, paneli, utičnice) spojen svaki kabel. Time je kreirana horizontalna uredska mreža.

Ovo je glavna okosnica strukturnog kabliranja gdje se preciznim definiranjem svakog pojedinog dijela računalne mreže dobiva osnova za siguran i stabilan rad mreže, mogućnost snalaženja lake nadogradnje u budućnosti te otklanjanja poteškoća.

Ono što slijedi kao rezultat praćenja preporuka strukturnog kabliranja jest da se jednostavnim pogledom na oznaku bilo koje utičnice točno zna u kojem komunikacijskom ormaru na kojem prespojnom panelu i na kojem priključnom mjestu završava mrežni kabel spojen na nju.

Nakon što su na ovaj način pravilno postavljeni temelji pasivnog dijela računalne mreže prelazi se na adresiranje i konfiguriranje aktivne opreme. Odabiru se odgovarajući rasponi privatnih mrežnih adresa kako bi se zadovoljile potrebe zgrade sukladno broju korisnika.

Odjeljkom posvećenom primjeni kvalitete usluge na računalnoj mreži (QoS), detaljnije se razrađuju tehnike i metode koje nam ona pruža. Objašnjava se kategorizacija mrežnog prometa podataka po važnosti za funkcioniranje poslovnog subjekta, te se objašnjavaju velike razlike između zahtjeva za pojedine kategorije mrežnog prometa. Nadalje dane su preporuke kako se pravilnim planiranjem kvalitete usluge poput označavanja i oblikovanja prometa, na za to predviđenim mjestima, može izbjeći nepoželjna zagušenja pri protoku podataka..

Projektantskim troškovnikom definirane su sve potrebne stavke i proračunata ukupna vrijednost troška.

U grafičkom dijelu prikazane su sheme instalacije za sve tri etaže poslovne zgrade, gdje se precizno vidi trasa kabela te svi glavni elementi instalacije.

Svaka zgrada specifična je svoji načinom gradnje i konfiguracijom prostorija. Specifičnost ove zgrade je njezino staro godište i način gradnje s iznimno debelim zidovima. To sa sobom nosi dodatne izazove i prepreke pri projektiranju te zahtijeva prilagodbe.

Svakodnevno oko sebe vidimo napredak mrežnih tehnologija, državna tijela kroz Hrvatsku akademsku i istraživačku mrežu i Hrvatsku regulatornu agenciju za mrežne djelatnosti potiču stalan rast i napredak širokopojasnih usluga, a korisnici ih objeručke prihvaćaju. Kako bismo u potpunosti iskoristili prednosti koje pruža napredak novih tehnologija, potrebno je sukladno projektirati elektroničku komunikacijsku mreže poslovnih i stambenih zgrada.

LITERATURA

- [1] Hrvatska Agencija za poštu i elektroničke komunikacije, Pravilnik o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada, (NN 155/2009).
- [2] Hrvatska akademska i istraživačka mreža, Carnet, Upoznavanje s mrežnom opremom i sustavom za upravljanje i nadzor mreže: Mrežno rješenje Cisco, 2021.
- [3] D. Harris, Difference Between Backbone and Horizontal Cabling?, 2023., dostupno na: <https://www.truecable.com/blogs/cable-academy/whats-the-difference-between-backbone-and-horizontal-cabling>, 27.06.2023.
- [4] IstraCom, Strukturno kabliranje, 2023., dostupno na: <https://www.istracom.com/index.php/proizvodi/strukturno-kabliranje>, 27.06.2023.
- [5] Cablesys, What are the differences between CAT6, CAT6e, and CAT6A?, 2020., dostupno na: <https://cablesys.com/updates/cat6-cat6e-cat6a-differences/>, 27.06.2023.
- [6] Cisco Catalyst 8200 Series Edge Platforms Data Sheet, 19.04.2022, <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/catalyst-8200-series-edge-platforms/nb-06-cat8200-series-edge-plat-ds-cte-en.html>, 27.06.2023.
- [7] Wikipedia, Strukturno kabliranje, 2013., dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Strukturno_kabliranje, 27.06.2023.
- [8] D. Blažević, Kvaliteta usluge računalne mreže od izvora do odredišta, Elektrotehnički fakultet Osijek, 2009.
- [9] Szigeti T., Hattingh C., End-to-End QoS Network Design: Quality of Service in LANs, WANs, and VPNs, Cisco Press, 2004.
- [10] Balakrishnan R., Advanced QoS for Multi-Service IP/MPLS Networks, Wiley, 2008.
- [11] Study-CCNP, QoS Marking Mechanism Explained, dostupno na: <https://study-ccnp.com/qos-marking-mechanism-explained/>, 09.07.2023.
- [12] Wikipedia, Brzine prijenosa računalne mreže, 2023., dostupno na: http://en.wikipedia.org/wiki/Bit_rate, 27.06.2023.
- [13] XiPeng X., Technical, Commercial and Regulatory Challenges of QoS: An Internet Service Model Perspective, Morgan Kaufman, 2008

[14] Cisco Packet Tracer, <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer>, 27.06.2023.

[15] Schrack technik, dostupno na: <https://www.schrack.hr/>, 27.06.2023.

SAŽETAK

Rad prikazuje primjer projektiranja računalne mreže zgrade poslovne namjene i praksu izrade projektne dokumentacije pri kojoj se vodi računa da je ona u skladu s potrebnim standardima i pravilima. Objasnjava se strukturno kabliranje te važnost slijedenja njegovih preporuka. Navode se načini jednoznačnoga označavanja svakoga sastavnog dijela mrežne opreme, koji tek tada čine zaokruženu funkcionalnu cjelinu. Objasnjavaju se pojmovi horizontalnog i vertikalnog kabliranja. Navedene su osnove adresiranja i konfiguriranja aktivne opreme mrežnih preklopnika i usmjerivača. Objasnjava se primjena kvalitete usluge na računalnoj mreži (QoS) te tehnike i metode koje ona donosi, poput označavanja i oblikovanja prometa kako bi se izbjegla nepoželjna zagušenja pri protoku podataka. Prikazano je kreiranje projektantskoga troškovnika. Na kraju se sve navedeno prikazuje shemom u kojoj su ucrtani svi bitni detalji računalne mreže.

Ključne riječi: elektronička i komunikacijska infrastruktura, kvaliteta usluge (QoS), projektiranje, računalna mreža, strukturno kabliranje

ABSTRACT

TITLE: Computer network design for office building environment

This paper shows an example of designing a computer network of a business building and the practice of creating project documentation, where care is taken to ensure that it complies with the necessary standards and rules. Structured cabling and the importance of following its recommendations are explained. Ways to unambiguously mark each component of network equipment are listed, which only then form a complete functional unit. The concepts of horizontal and vertical cabling are explained. The basics of addressing and configuring active equipment of network switches and routers are listed. The application of quality of service on a computer network (QoS) is explained, as well as the techniques and methods it brings, such as marking and shaping of traffic in order to avoid unwanted congestion in the flow of data. The creation of the design cost sheet is shown. At the end, all of the above is shown with a diagram in which all the essential details of the computer network are presented.

Keywords: computer network, design, electronic and communication infrastructure, quality of service (QoS), structured cabling

ŽIVOTOPIS

Matko Mance rođen je u Osijeku 1977. gdje je završio osnovnu i srednju školu. Godine 2004. diplomirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku te stekao zvanje inženjera elektrotehnike. Iste godine osniva obrt za računalne i grafičke djelatnosti. Godine 2006. zapošljava se u Gradu Osijeku gdje i sada radi na mjestu voditelja pododsjeka informatike. Obuku Cisco akademije mrežnih tehnologija završio je 2007. Godine 2008. stekao je akademski naziv sveučilišnoga prvostupnika, inženjera računarstva. Godine 2012. s kolegama s fakulteta osniva tvrtku koja se bavi izgradnjom fotonaponskih elektrana. Uz rad polaže državni stručni ispit, završava edukaciju menadžera za EU projekte te polazi niz informatičkih edukacija te stječe certifikate.

Oženjen, otac dvoje djece.

Vlastoručni potpis:
