

# 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:* **2025-02-19**

*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
ŽIVOTOPIŠ.....	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).

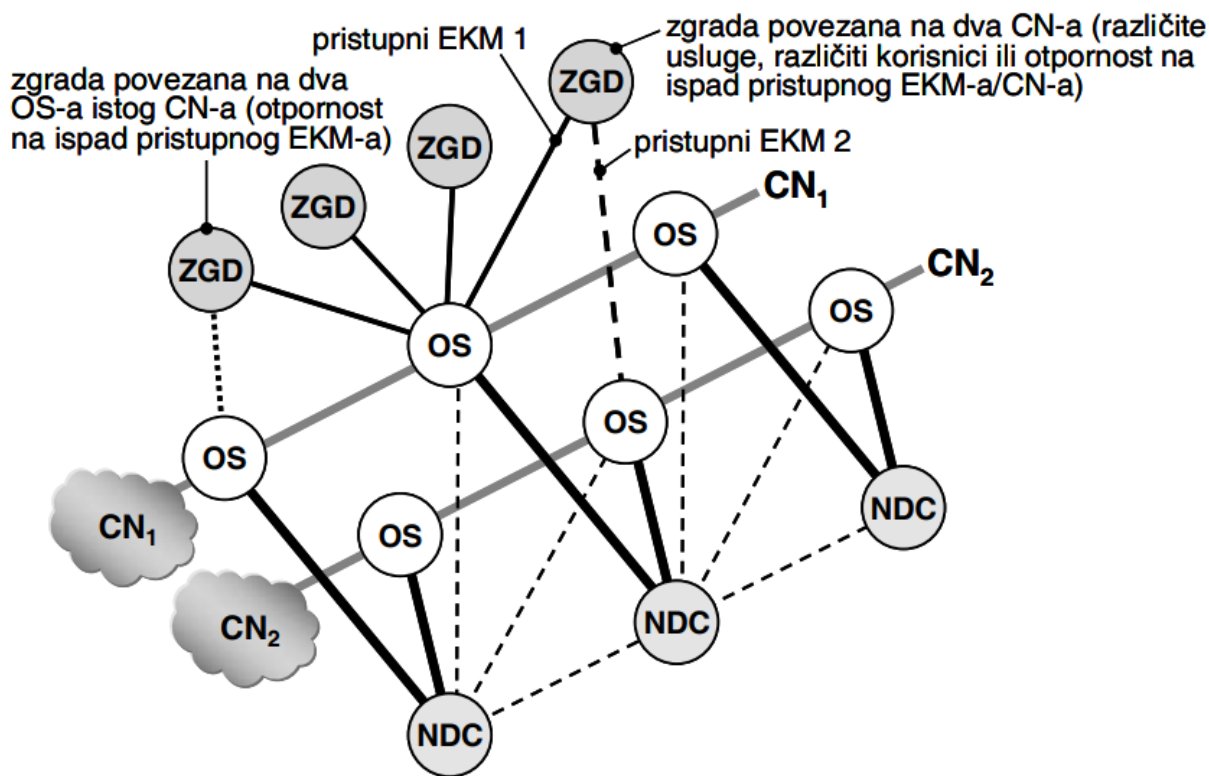
Pravilnikom je detaljno raspisano kako se i kada on primjenjuje pri planiranju i projektiranju elektroničkih komunikacijskim mreža poslovnih zgrada s elektroničkom komunikacijskom infrastrukturom, povezanom opremom unutar zgrade i kablskom kanalizacijom pristupnih vodova prema zgradi.

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.

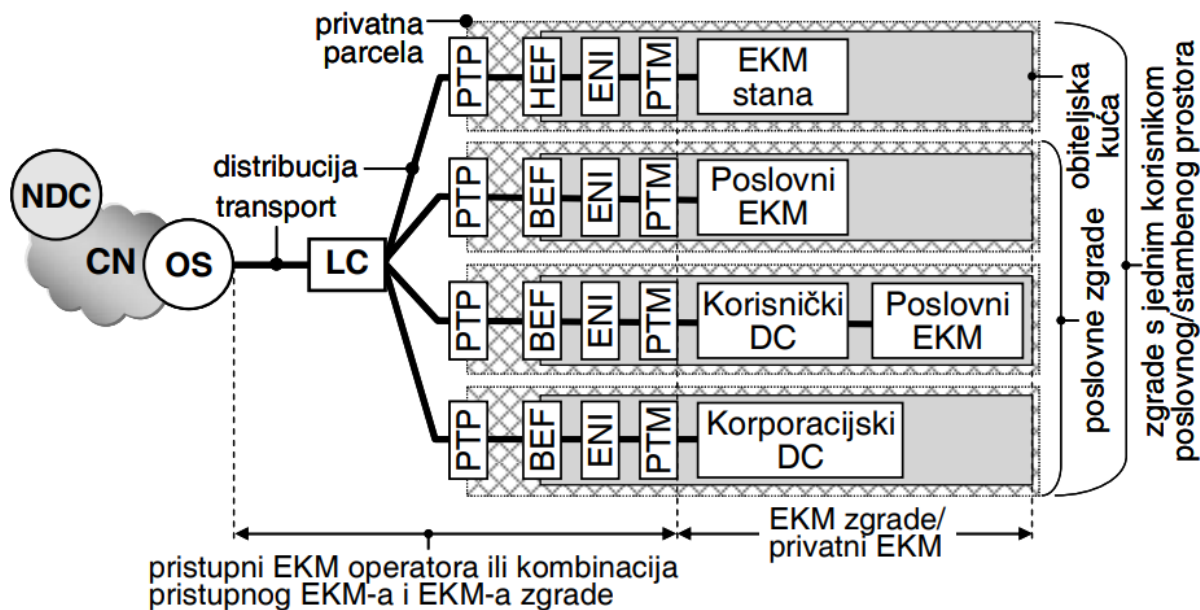




**Slika 2.1** Povezivanje EKI-a zgrade i pružatelja pristupa internetu

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 m<sup>2</sup> svijetlog presjeka raspoloživog za kabele.

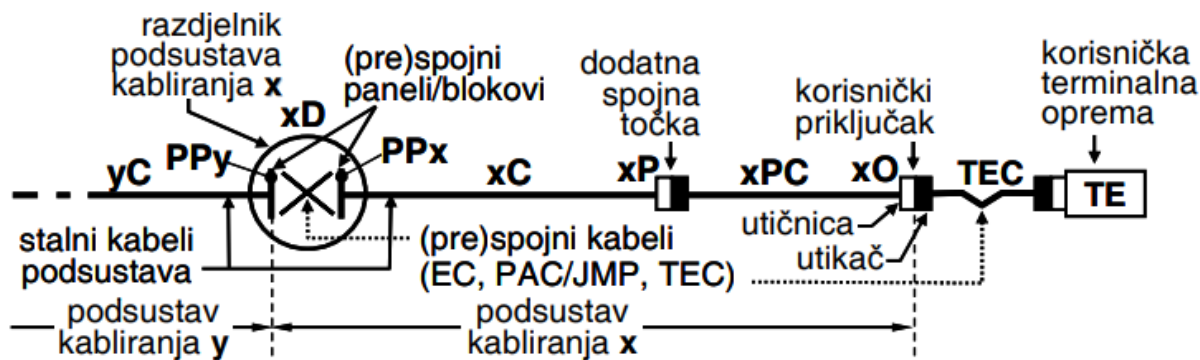


Slika 2.2 Povezivanje pristupnog EKI-a i EKI-a zgrade s jednim korisnikom prostora

## 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)

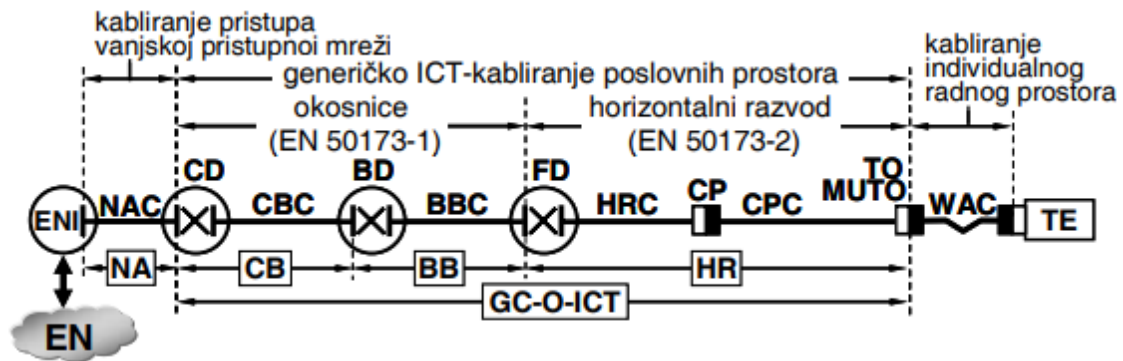
Funkcionalni elementi i sučelja podsustava jesu:

- 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

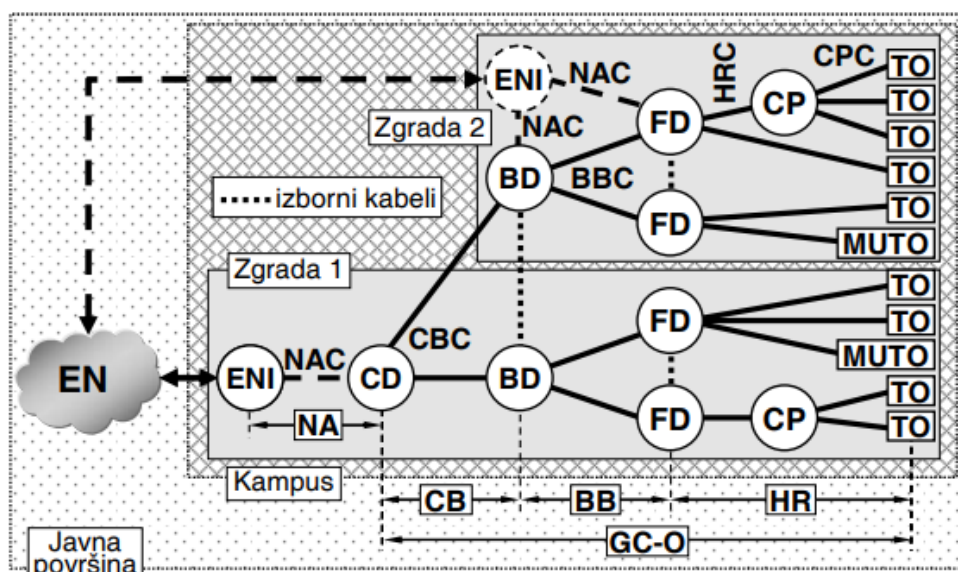
moraju biti neprekinuti. Kabliranje individualnoga radnog prostora ne smatra se dijelom generičkog kabliranja poslovnih prostora jer može biti aplikacijski-specifično.

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 m<sup>2</sup> etažnog namjenskog prostora, predviđaju se ako:
  - površina koju treba opsluživati FD premašuje 1 000 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> u klasičnim uredima odnosno do 4 m<sup>2</sup> 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.

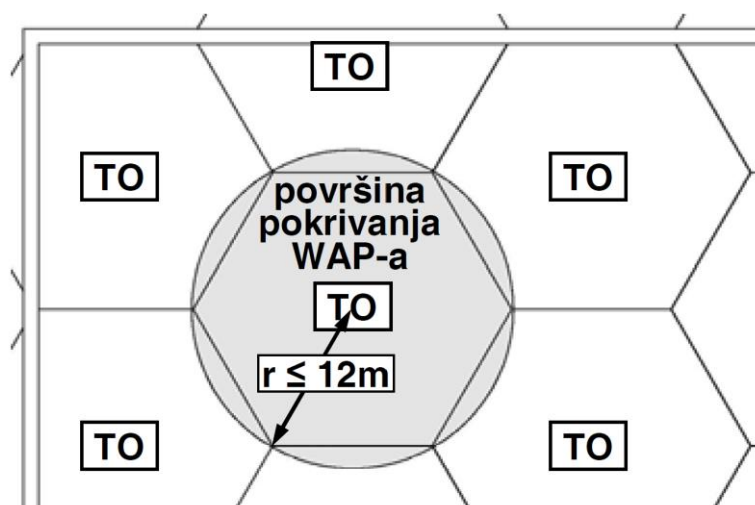
Pri određivanju broja, vrste i rasporeda TO-a vrijedi sljedeće:

- 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, energetske 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

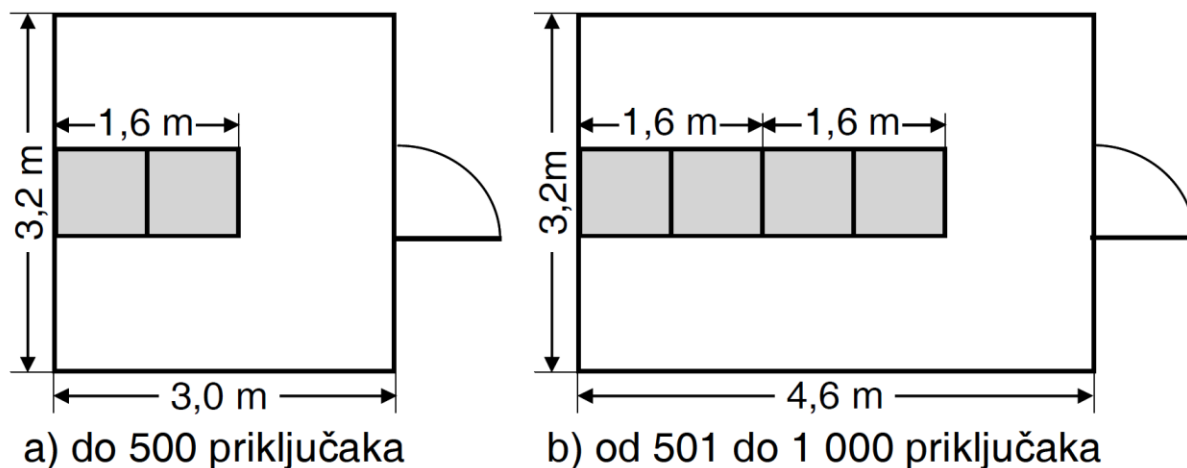


- međusobno povezivanje: predmetni prostori moraju se međusobno povezati odgovarajućim sustavom za vođenje kabela (PW; Slika 32 i Slika 33) odgovarajućeg kapaciteta koji uključuje početne i predvidive buduće potrebe odnosno odgovarajuću zalihost
- potrebna površina: određuje se u načelu na temelju plana 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 razmještaja 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)
- spuštene strop: radi postizanja najveće moguće prilagodivosti (učinkovito baratanje kabelima u stropnim nosačima i sl.) ne preporučuje se spuštene 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 (nadtlak, 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.

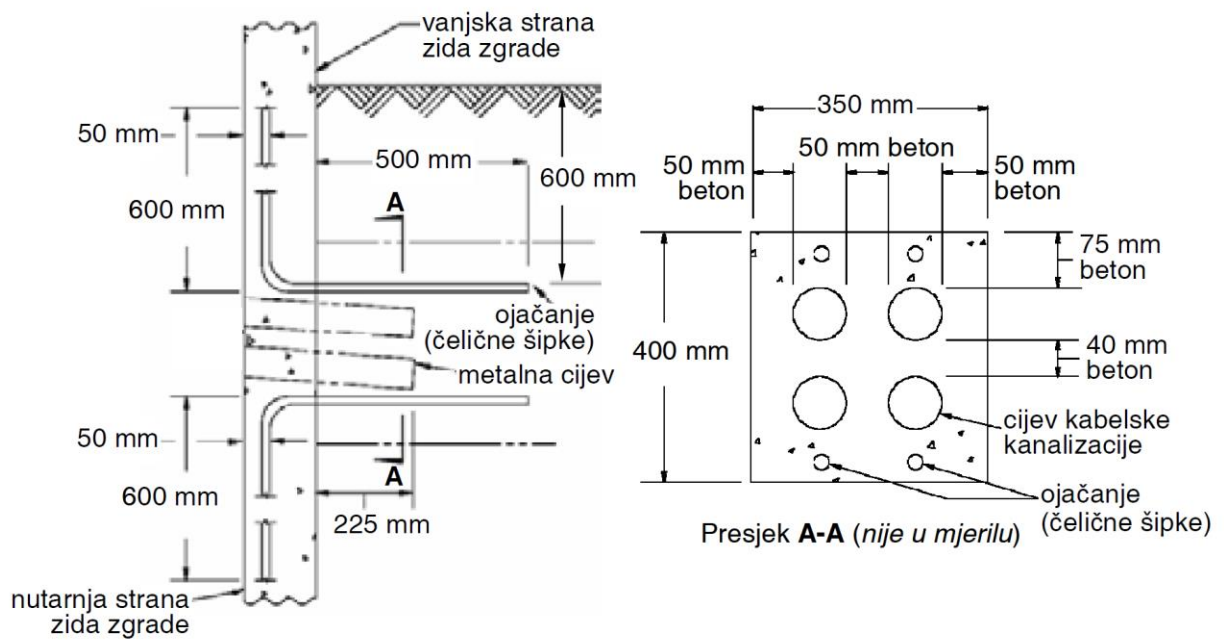
Za točke ulaska (EP) općenito vrijedi sljedeće:

- 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

biti bez oštih rubova te se preporučuje izvesti ih kao odgovarajuća proširenja s glatkom obradom površina

- ako se za razvod unutar zgrade rabi cijev koja se nastavlja na uvodnu cijev, na EP-u unutar zgrade treba predvidjeti kutiju za povlačenje kabela.

Kapacitet uvoda za zemaljski EKM najmanje je jednak zbirnom kapacitetu svih ogranaka kableske kanalizacije koji se na zgradu spajaju preko predmetnog uvoda.



**Slika 2.9** Primjer izvedbe podzemnog uvoda u zgradu

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 m<sup>2</sup>; preporučuje se potrebnu površinu ER-a s motrišta potrebne aktivne opreme odrediti kao najmanje 0,07 m<sup>2</sup> površine ER-a na svakih 6 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>.

Opsluživana namjenska površina E (m <sup>2</sup> )	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 m<sup>2</sup> 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

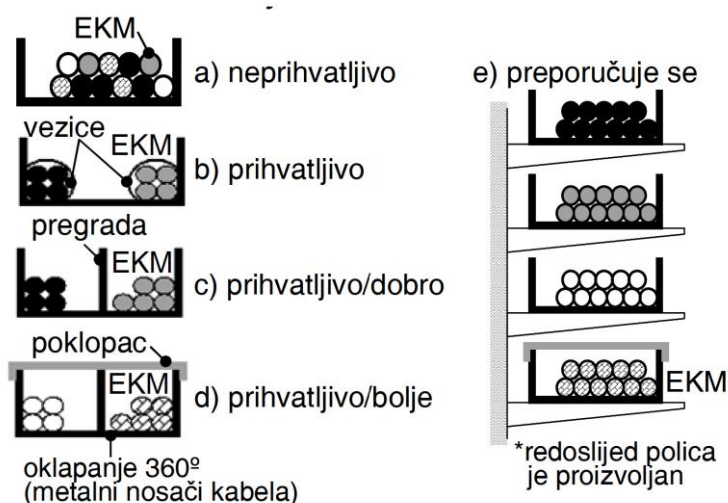
\*3 = po svakom stanu

\*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

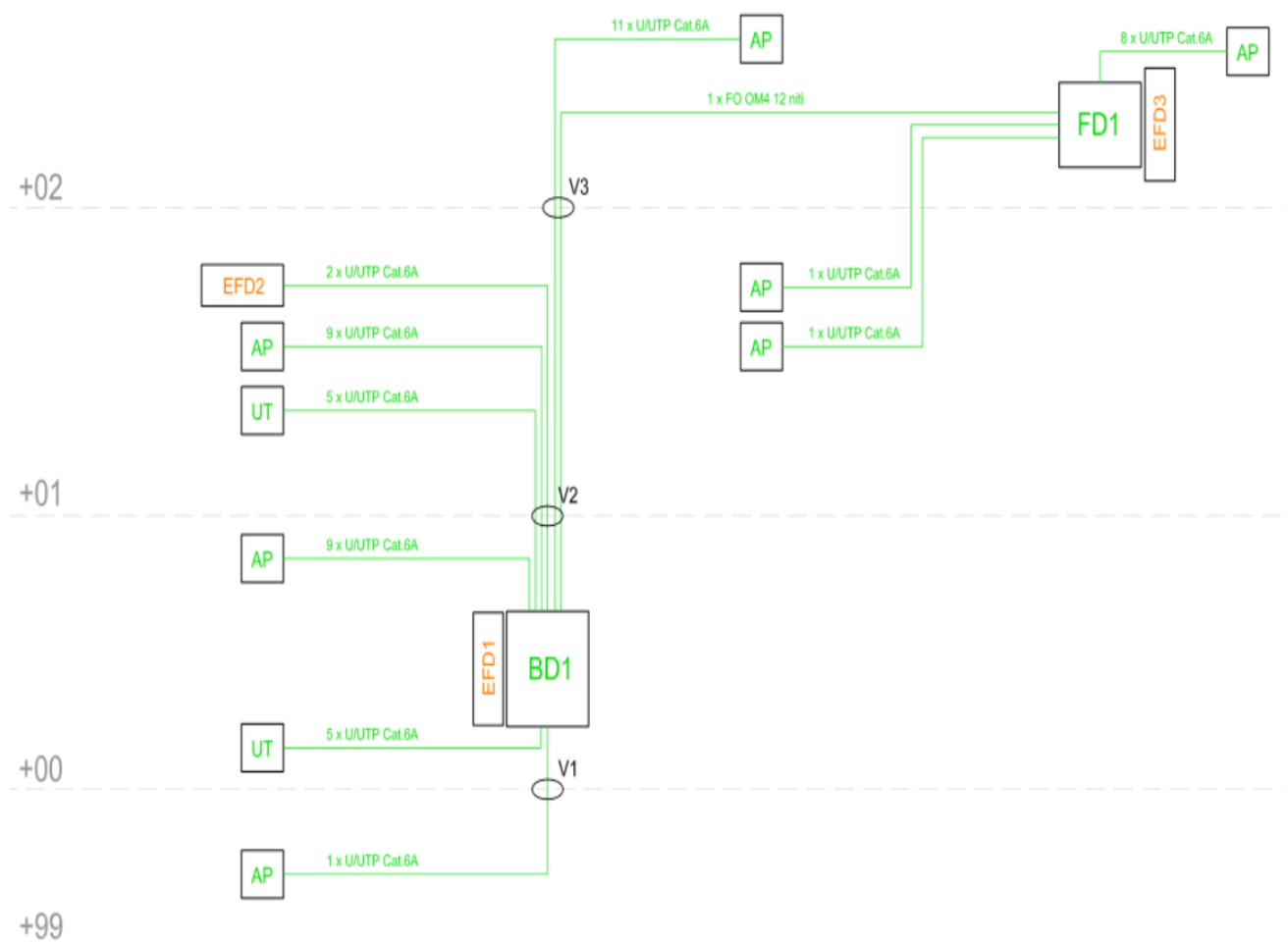
### 3.2.4 Primjeri i načini veza komunikacijskih ormara

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.

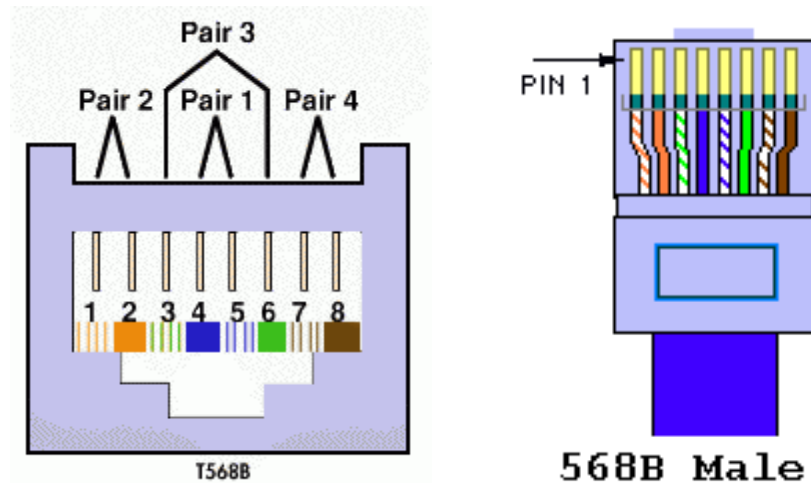
Primjer sheme povezivanja komunikacijskih ormara unutar grade i između etaža vidi se na slici 3.3. Također vidi se spajanje vertikala, korisničkih utičnica, bežičnih pristupnih točaka te postojećih mrežnih ormara.



**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

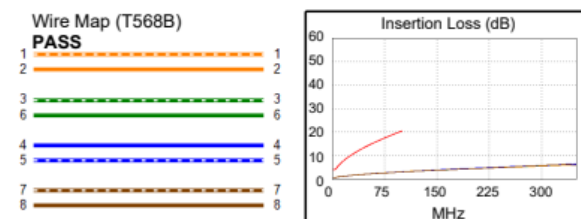
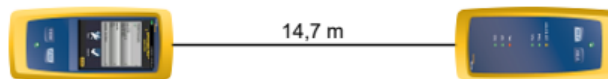
Software Version: V6.5 Build 5

Calibration Date: 10.07.2020

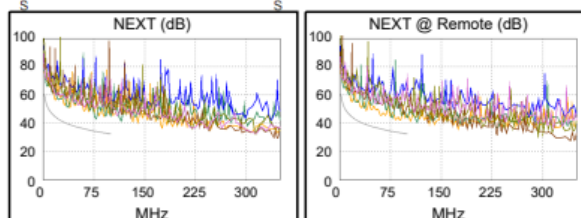
Adapter: DSX-5000R (DSX-PLA004)

S/N: 3304046

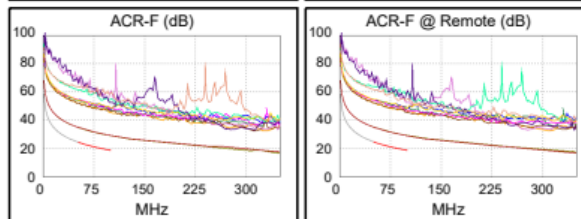
Length (m), Limit 90,0	[Pair 3,6]	14,7
Prop. Delay (ns), Limit 498	[Pair 1,2]	73
Delay Skew (ns), Limit 44	[Pair 1,2]	2
Resistance (ohms), Limit 21,00	[Pair 4,5]	2,93
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 1,2]	17,4
Frequency (MHz)	[Pair 1,2]	100,0
Limit (dB)	[Pair 1,2]	20,4



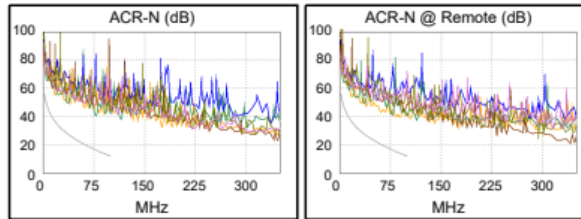
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	1,2-4,5	1,2-3,6	1,2-4,5	1,2-3,6
<b>NEXT (dB)</b>	9,0	8,8	9,0	8,9
Freq. (MHz)	77,8	82,8	77,8	89,5
Limit (dB)	34,1	33,7	34,1	33,1
Worst Pair	1,2	1,2	4,5	1,2
<b>PS NEXT (dB)</b>	11,2	10,4	11,2	11,9
Freq. (MHz)	77,0	76,8	78,0	98,8
Limit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



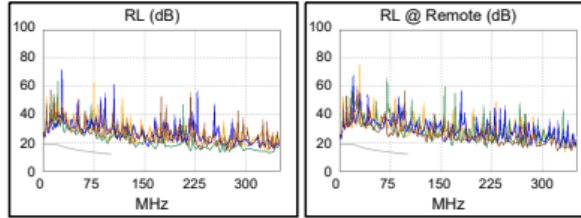
	PASS		PASS	
N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-4,5	3,6-4,5	3,6-4,5	4,5-3,6
<b>ACR-F (dB)</b>	9,9	9,9	10,2	10,2
Freq. (MHz)	1,8	1,9	100,0	100,0
Limit (dB)	53,8	53,2	18,6	18,6
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	3,6
<b>PS ACR-F (dB)</b>	12,8	12,8	13,1	13,1
Freq. (MHz)	1,9	1,3	100,0	100,0
Limit (dB)	50,2	53,7	15,6	15,6



	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
<b>ACR-N (dB)</b>	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
<b>PS ACR-N (dB)</b>	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
<b>RL (dB)</b>	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

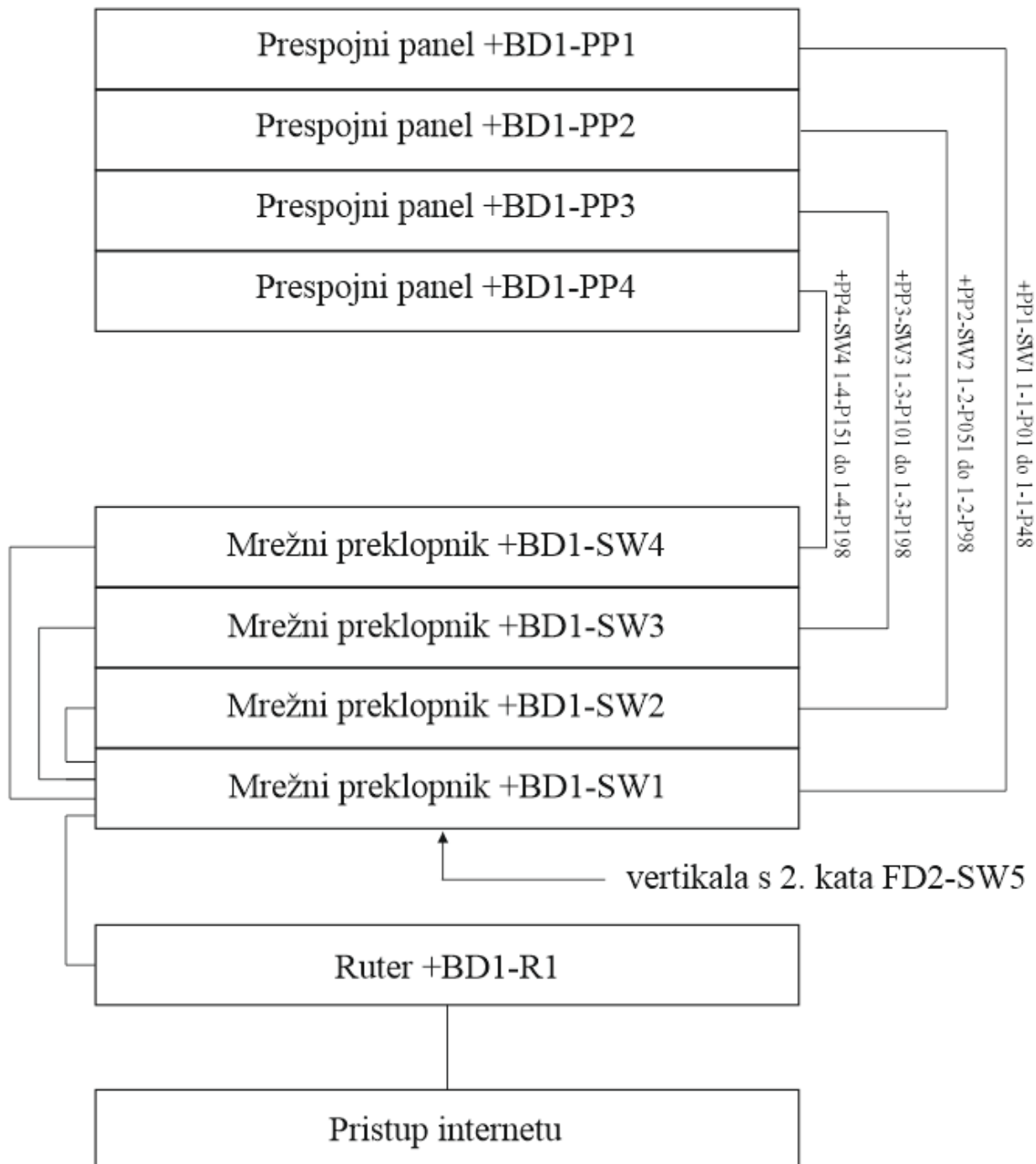
Na slici 3.6 prikazan je primjer glavnoga komunikacijskog ormara BD1 koji se nalazi u prizemlju zgrade. Ormar je veličine 47U te u sebi sadrži potrebnu mrežnu opremu. Drugi komunikacijski ormar FD2 nešto manjih dimenzija nalazi se na drugome katu.



**Slika 3.6** Glavni komunikacijski ormar

### 3.6 Logička shema računalne mreže – vertikalna mreža

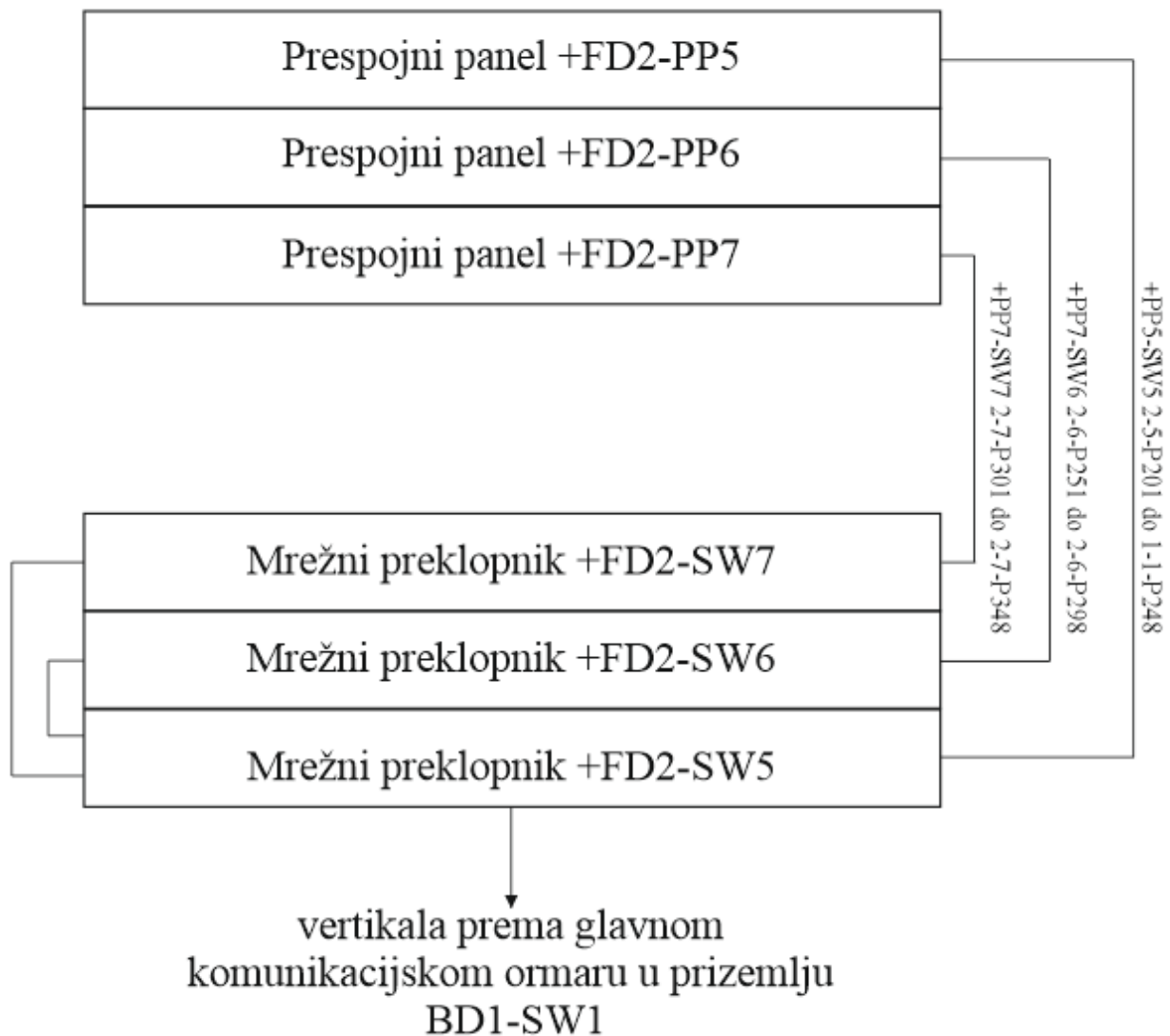
Prikazana je mrežna oprema unutar glavnoga komunikacijskog ormara te kako su međusobno hijerarhijski spojeni prespojni paneli, mrežni preklopnici, vertikalna veza s komunikacijskim ormarom 2. kata, FD2, glavni ruter i oprema pružatelja pristupa internetu (Slika 3.7).



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
<b>Kabli spojeni na prespojni panel +BD1-PP1, etaža +00</b>				
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

<b>Kabeli spojeni na prespojni panel +BD1-PP2, etaža +00</b>				
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
<b>Kabli spojeni na prespojni panel +BD1-PP3, etaža +01</b>				
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
<b>Kabeli spojeni na prespojni panel +BD1-PP4, etaža +01</b>				
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
<b>Kabli spojeni na prespojni panel +FD2-PP5, etaža +02</b>				
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	-	-
<b>Kabeli spojeni na prespojni panel +FD2-PP6, etaža +02</b>				
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	-	-
<b>Kabeli spojeni na prespojni panel +FD2-PP7, etaža +02</b>				
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		
<b>Prespojni panel +BD1-PP1, etaža +00</b>							
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
						<b>Ukupno PP1</b>	<b>2456m</b>
<b>Prespojni panel +BD1-PP2, etaža +00</b>							
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	-	-	-
						<b>Ukupno PP2</b>	<b>1190m</b>
						<b>Ukupno prizemlje</b>	<b>3646m</b>

**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		
<b>Prespojni panel, +BD1-PP3, etaža +01</b>							
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	<b>40</b>	1-3-136	<b>17</b>	<b>1-3-W136</b>	<b>22</b>
127.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO137	<b>41</b>	1-3-137	<b>17</b>	<b>1-3-W137</b>	<b>16</b>
128.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO138	<b>41</b>	1-3-138	<b>17</b>	<b>1-3-W138</b>	<b>16</b>
129.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO139	<b>42</b>	1-3-139	<b>17</b>	<b>1-3-W139</b>	<b>11</b>
130.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO140	<b>42</b>	1-3-140	<b>17</b>	<b>1-3-W140</b>	<b>11</b>
131.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO141	<b>43</b>	1-3-141	<b>17</b>	<b>1-3-W141</b>	<b>16</b>
132.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO142	<b>43</b>	1-3-142	<b>17</b>	<b>1-3-W142</b>	<b>16</b>
133.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO143	<b>44</b>	1-3-143	<b>17</b>	<b>1-3-W143</b>	<b>19</b>
134.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO144	<b>44</b>	1-3-144	<b>17</b>	<b>1-3-W144</b>	<b>19</b>
135.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO145	<b>45</b>	1-3-145	<b>17</b>	<b>1-3-W145</b>	<b>25</b>
136.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO146	<b>45</b>	1-3-146	<b>17</b>	<b>1-3-W146</b>	<b>25</b>
137.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO147	<b>46</b>	1-3-147	<b>17</b>	<b>1-3-W147</b>	<b>30</b>
138.	UTP, Cat.6	+BD1-PP3-TO148	<b>46</b>	1-3-148	<b>17</b>	<b>1-3-W148</b>	<b>30</b>
						<b>Ukupno PP3</b>	<b>1845</b>
<b>Prespojni panel, +BD1-PP4, etaža +01</b>							
139.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO151	<b>47</b>	1-4-151	<b>17</b>	<b>1-4-W151</b>	<b>34</b>
140.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO152	<b>47</b>	1-4-152	<b>17</b>	<b>1-4-W152</b>	<b>34</b>
141.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO153	<b>48</b>	1-4-153	<b>17</b>	<b>1-4-W153</b>	<b>37</b>
142.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO154	<b>48</b>	1-4-154	<b>17</b>	<b>1-4-W154</b>	<b>37</b>
143.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO155	<b>48</b>	1-4-155	<b>17</b>	<b>1-4-W155</b>	<b>37</b>
144.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO156	<b>48</b>	1-4-156	<b>17</b>	<b>1-4-W156</b>	<b>37</b>
145.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO157	<b>48</b>	1-4-157	<b>17</b>	<b>1-4-W157</b>	<b>37</b>
146.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO158	<b>48</b>	1-4-158	<b>17</b>	<b>1-4-W158</b>	<b>37</b>
147.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO159	<b>48b</b>	1-4-159	<b>17</b>	<b>1-4-W159</b>	<b>40</b>
148.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO160	<b>48b</b>	1-4-160	<b>17</b>	<b>1-4-W160</b>	<b>40</b>
149.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO161	<b>49</b>	1-4-161	<b>17</b>	<b>1-4-W161</b>	<b>43</b>
150.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO162	<b>49</b>	1-4-162	<b>17</b>	<b>1-4-W162</b>	<b>43</b>
151.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO163	<b>50</b>	1-4-163	<b>17</b>	<b>1-4-W163</b>	<b>50</b>
152.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO164	<b>50</b>	1-4-164	<b>17</b>	<b>1-4-W164</b>	<b>50</b>
153.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO165	<b>50</b>	1-4-165	<b>17</b>	<b>1-4-W165</b>	<b>50</b>
154.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO166	<b>50</b>	1-4-166	<b>17</b>	<b>1-4-W166</b>	<b>50</b>
155.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO167	<b>51</b>	1-4-167	<b>17</b>	<b>1-4-W167</b>	<b>55</b>
156.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO168	<b>51</b>	1-4-168	<b>17</b>	<b>1-4-W168</b>	<b>55</b>
157.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO169	<b>51</b>	1-4-169	<b>17</b>	<b>1-4-W169</b>	<b>55</b>
158.	UTP, Cat.6	+BD1-PP4-TO170	<b>51</b>	1-4-170	<b>17</b>	<b>1-4-W170</b>	<b>55</b>
		+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	<b>86</b>	1-4-197	<b>17</b>	<b>2-7-W197V</b>	<b>35</b>
160.	UTP, Cat.7	Vertikala V4	<b>86</b>	1-4-198	<b>17</b>	<b>2-7-W198V</b>	<b>35</b>
						<b>Ukupno PP4</b>	<b>876m</b>
						<b>Ukupno 1. kat</b>	<b>3154m</b>

**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		
<b>Prespojni panel +FD2-PP5, etaža +02</b>							
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	-	-	-
						<b>Ukupno PP5</b>	<b>1188m</b>
<b>Prespojini panel +FD2-PP6, etaža +02</b>							
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	-	-	-
						<b>Ukupno PP6</b>	<b>736m</b>
<b>Prespojni panel +FD2-PP7, etaža +02</b>							
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



264.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO322	77	2-7-322	86	2-7-W322	54
265.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO323	77	2-7-323	86	2-7-W323	54
266.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO324	77	2-7-324	86	2-7-W324	54
267.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO325	78	2-7-325	86	2-7-W325	57
268.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO326	78	2-7-326	86	2-7-W326	57
269.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO327	78	2-7-327	86	2-7-W327	57
270.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO328	78	2-7-328	86	2-7-W328	57
271.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO329	79	2-7-329	86	2-7-W329	60
272.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO330	79	2-7-330	86	2-7-W330	60
273.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO331	79	2-7-331	86	2-7-W331	60
274.	UTP, Cat.6	+FD2-PP7-TO332	79	2-7-332	86	2-7-W332	60
		+FD2-PP7-TO333	-	2-7-333	-	-	-
		+FD2-PP7-TO334	-	2-7-334	-	-	-
		+FD2-PP7-TO335	-	2-7-335	-	-	-
		+FD2-PP7-TO336	-	2-7-336	-	-	-
		+FD2-PP7-TO337	-	2-7-337	-	-	-
		+FD2-PP7-TO338	-	2-7-338	-	-	-
		+FD2-PP7-TO334	-	2-7-339	-	-	-
		+FD2-PP7-TO340	-	2-7-340	-	-	-
		+FD2-PP7-TO341	-	2-7-341	-	-	-
		+FD2-PP7-TO342	-	2-7-342	-	-	-
		+FD2-PP7-TO343	-	2-7-343	-	-	-
		+FD2-PP7-TO344	-	2-7-344	-	-	-
	UTP, Cat.7	Vertikala V3	17	2-7-347	86	1-4-WV3	35
	UTP, Cat.7	Vertikala V4	17	2-7-348	86	1-4-WV4	35
						Ukupno PP7	1754m
						Ukupno potkrovlje	3678m

**Tablica 4.6** Mrežni vodovi s duljinama na 2.katu

## 5 Mrežna oprema

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

### 5.1 Popis opreme čvorišta računalne mreže

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

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

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

Podržani sigurnosni algoritmi	IPSec
Popisi za kontrolu pristupa (ACL)	Da
Network address translation (NAT)	Da
<b>Značajke</b>	
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
<b>Design</b>	
Boja proizvoda	Sivo
Montaža u poslužiteljski ormar	Da
Kapacitet ormara	1U
<b>Upravljanje potrošnjom</b>	
Vrsta napajanja	AC
AC input voltage	90 - 264 V
<b>Radni uvjeti</b>	
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
<b>Težina i dimenzije</b>	
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.

<b>Karakteristike Cisco CBS350-48P-4X-EU mrežnog preklopnika</b>	
<b>Funkcije upravljanja</b>	
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
<b>Portovi i priključci</b>	
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
<b>Mreža</b>	
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
<b>Prijenos podataka</b>	
Veličina adresne tablice	16000 unosa
Podrška za Jumbo frameove	Da
Jumbo okviri	9000
<b>Sigurnost</b>	
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
<b>Multicast značajke</b>	
Multicast podrška	Da
<b>Protokoli</b>	
Protokoli za upravljanje	SNMP
<b>Dizajn</b>	
Montaža u poslužiteljski ormar	Da
Boja proizvoda	Srebrna
Tipka za poništenje	Da
LED indikatori	Da
<b>Performanse</b>	
Ugrađeni procesor	Da
Frekvencija procesora	800 MHz

Interna memorija	512 MB
Flash memorija	256 MB
Mogućnost nadogradnje firmwarea	Da
<b>Upravljanje potrošnjom</b>	
Napajanje ugrađeno	Da
<b>Radni uvjeti</b>	
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 kabelom 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
```

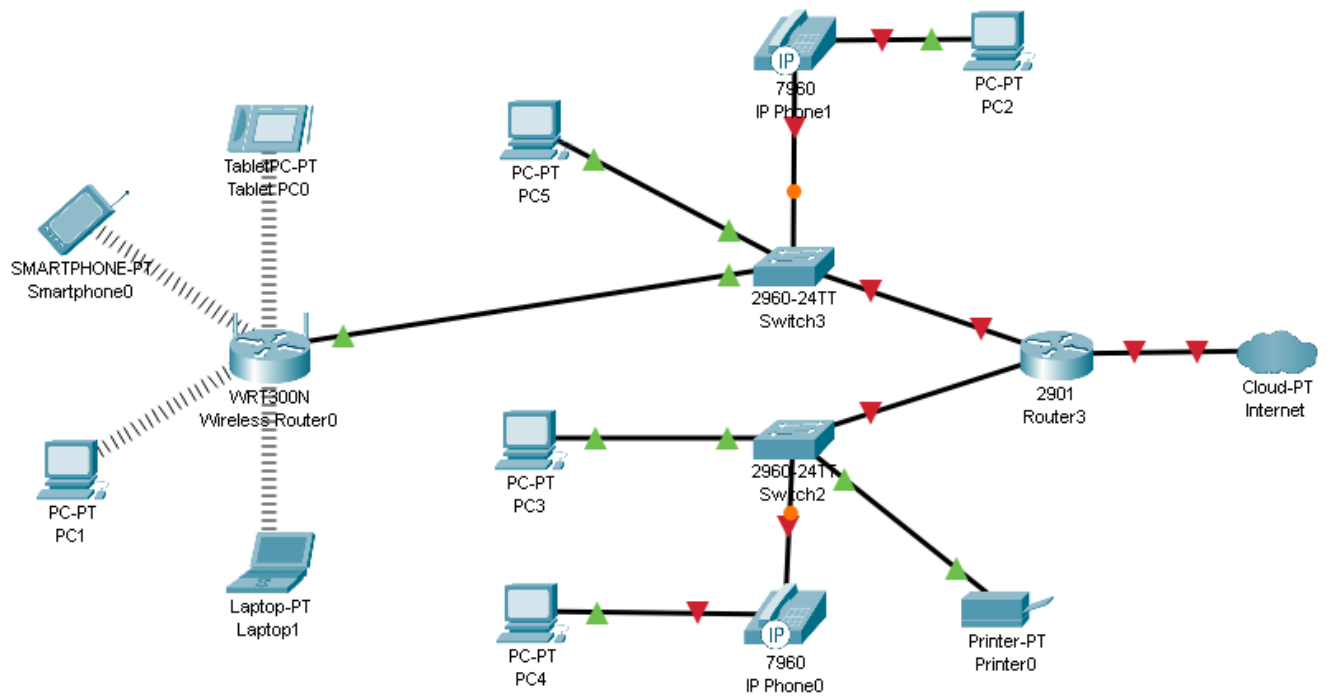
Konfiguracija broja za IP Phone 2

```
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.

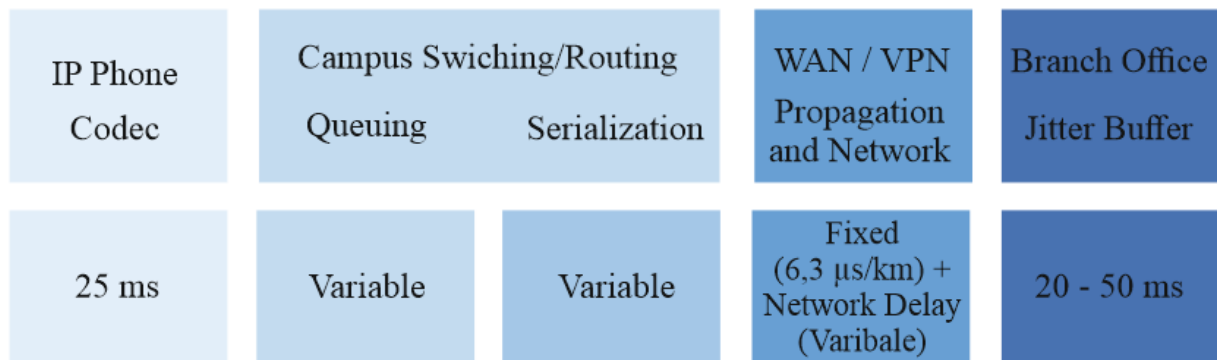
Uspješna usluga glasovnoga poziva zahtijeva sva četiri navedena čimbenika istodobno; u slučaju gubitka jednog od čimbenika postojat će gubitak kvalitete, prekidi ili pucanje veze.

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  $\mu$ 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 prioritarnu 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.

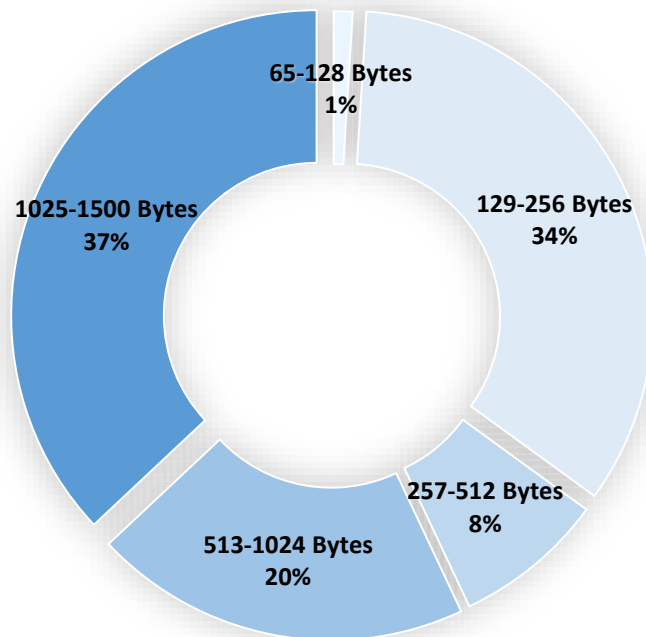
Zahtjev	Interactive video	Streaming video
Gubitak paketa	ne više od 1%	ne više od 5%
Kašnjenje u jednom smjeru	ne više od 150 ms	ne više od 4-5 s
Međupaketno kašnjenje	ne veće od 30 ms	nema posebnih zahtjeva za međupaketno kašnjenje
Rezervacija propusnosti	određuje se kao iznos potreban za prijenos videa 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

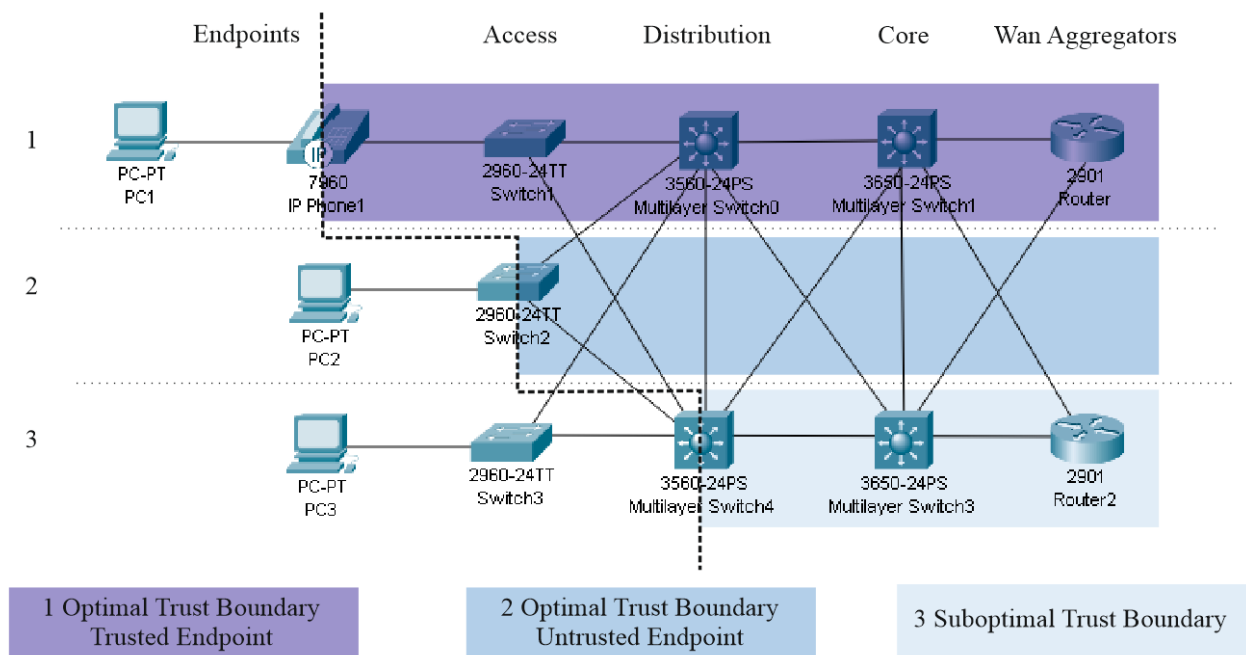
Zahtjevi su za nepoželjni promet minimalni. Podatci generirani ovim tipom prometa nemaju važnost na mrežnoj infrastrukturi, nastali su nepoželjnim aplikacijama ili aplikacijama namijenjenim zabavi, računalnim igrama ili PTP dijeljenju datoteka.

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.

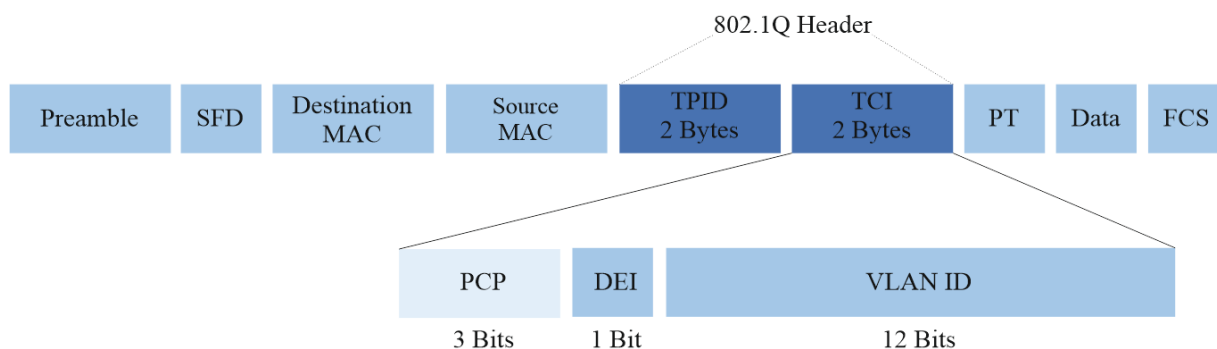


**Slika 7.3** Preporučene granice označavanja paketa

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

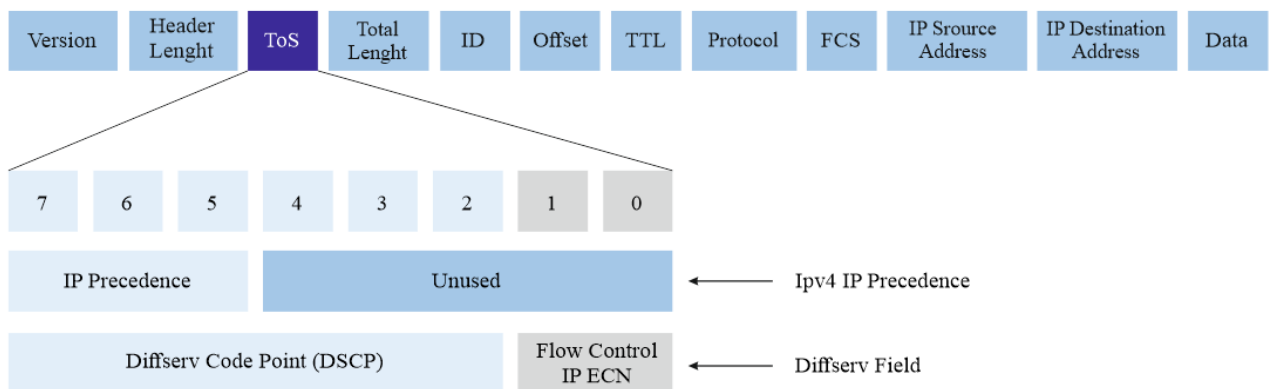
Drop Eligible Indicator (DEI) 1 bitno polje označava može li se paket odbaciti u slučaju zagušenja na mreži; ako da, označava se sa 1, a početna je vrijednost 0.

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 Typo 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.



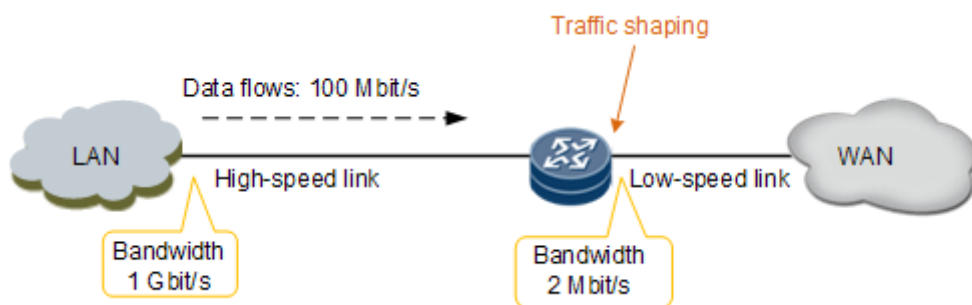
**Slika 7.6** Položaj i sadržaj QoS oznaka u IPv4 paketu

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.

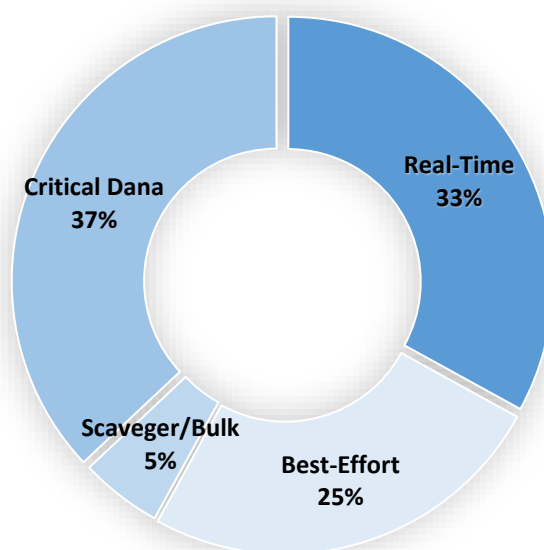
Kritične aplikacije kao VoIP koje zahtijevaju jamčeni QoS bez obzira na nastala izvanredna stanja na mreži. Kako bi se to omogućilo, koriste se prioritetni redovi (engl. Queuing); ne može se jamčiti QoS kada se prelazi s uređaja više brzine na uređaje niže brzine. Primjer je pokazan Slikom 7.7, gdje 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:

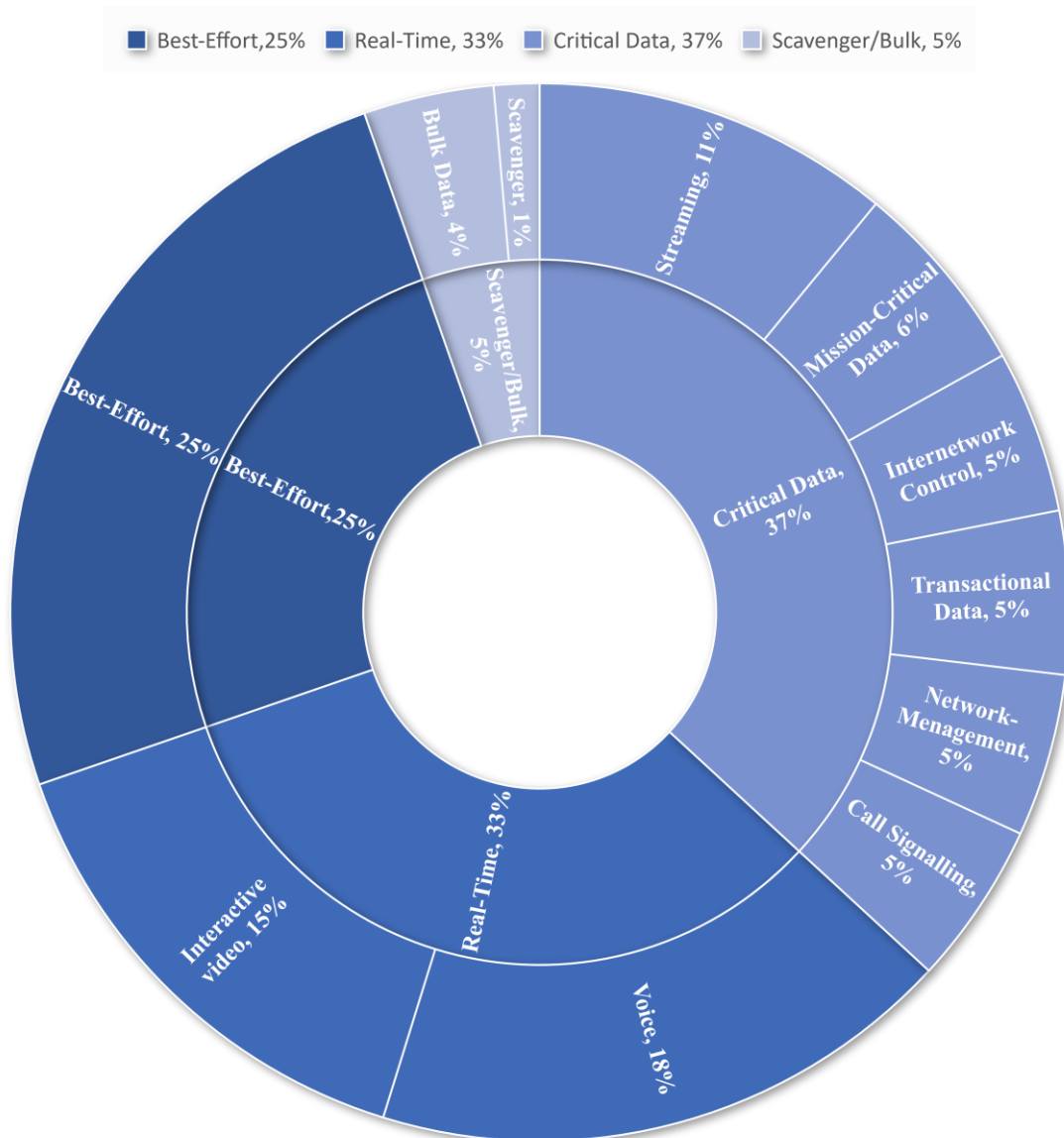
- promet u stvarnome4 vremenu 33 % (VOIP, video),
- kritični podatci,
- uobičajeni podatci 25 %,
- nepoželjni podatci 1%, manje bitni podatci 4 %, ukupno 5%.



**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 %.



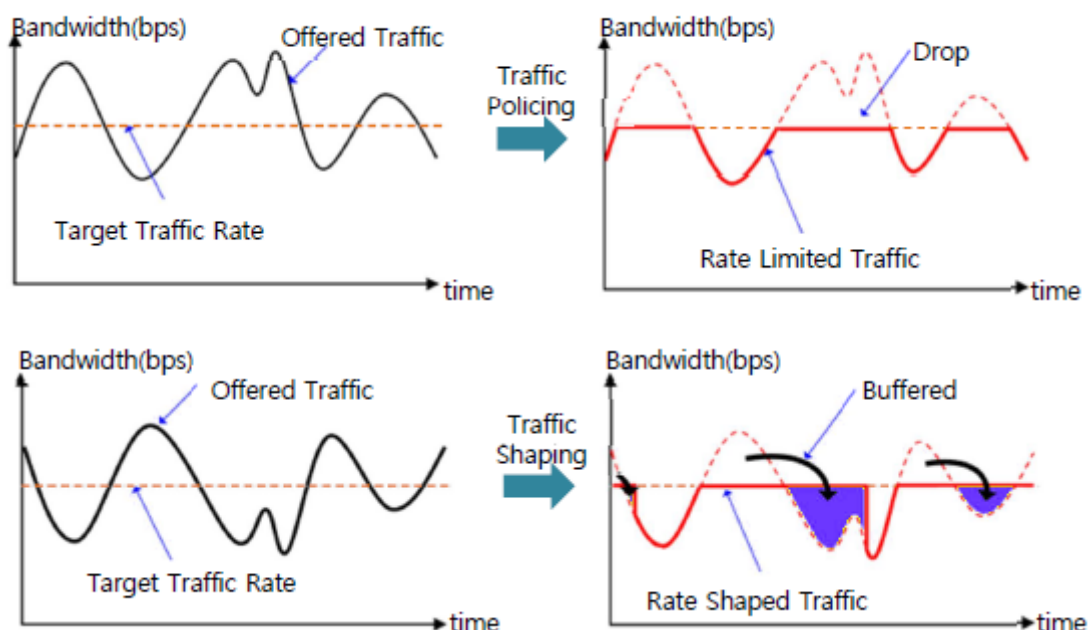
**Slika 7.9** Dodjela propusnosti s podjelom u jedanaest prioriternih redova

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 iskorištenosti 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 iskorištenosti 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.

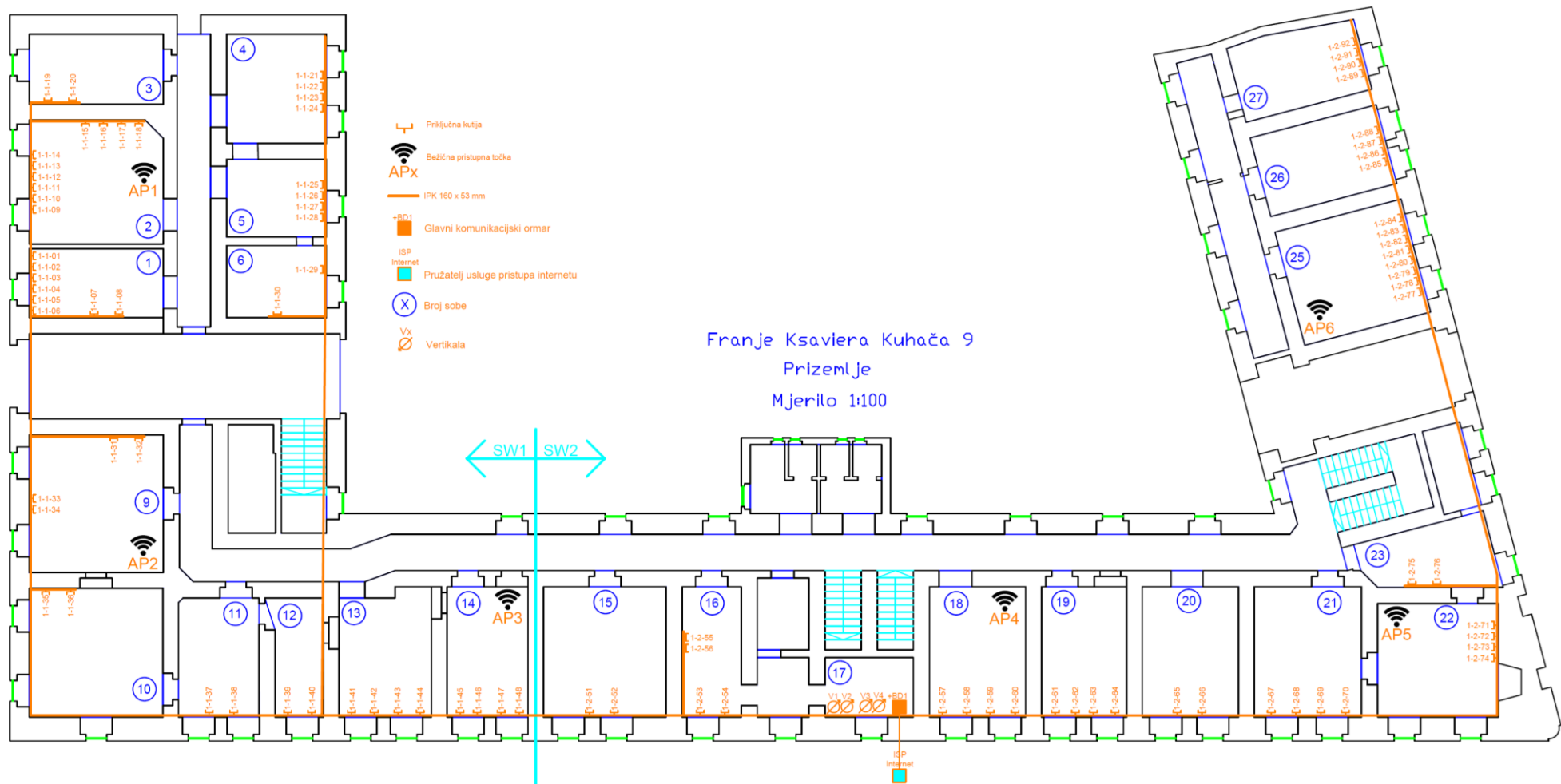
Vrsta opreme	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena (€)	Ukupna cijena (€)
<b>1. OPREMA</b>				
Samostojeći komunikacijski ormar Schrack DS Š800xV2195xD1000, 19", 47U	kom	1	1.231,00	1.231,00
Samostojeći komunikacijski ormar Schrack DT Š800xV1299xD800, 19", 26U	kom	1	673,60	673,60
Prespojni panel 19" 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
<b>Ukupno oprema (s PDV)</b>				<b>45,292.08</b>
<b>2. RADOVI</b>				
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
<b>Ukupno radovi (s PDV)</b>				<b>18.254,8</b>
<b>UKUPNO (s PDV-om)</b>				<b>63,546.88</b>

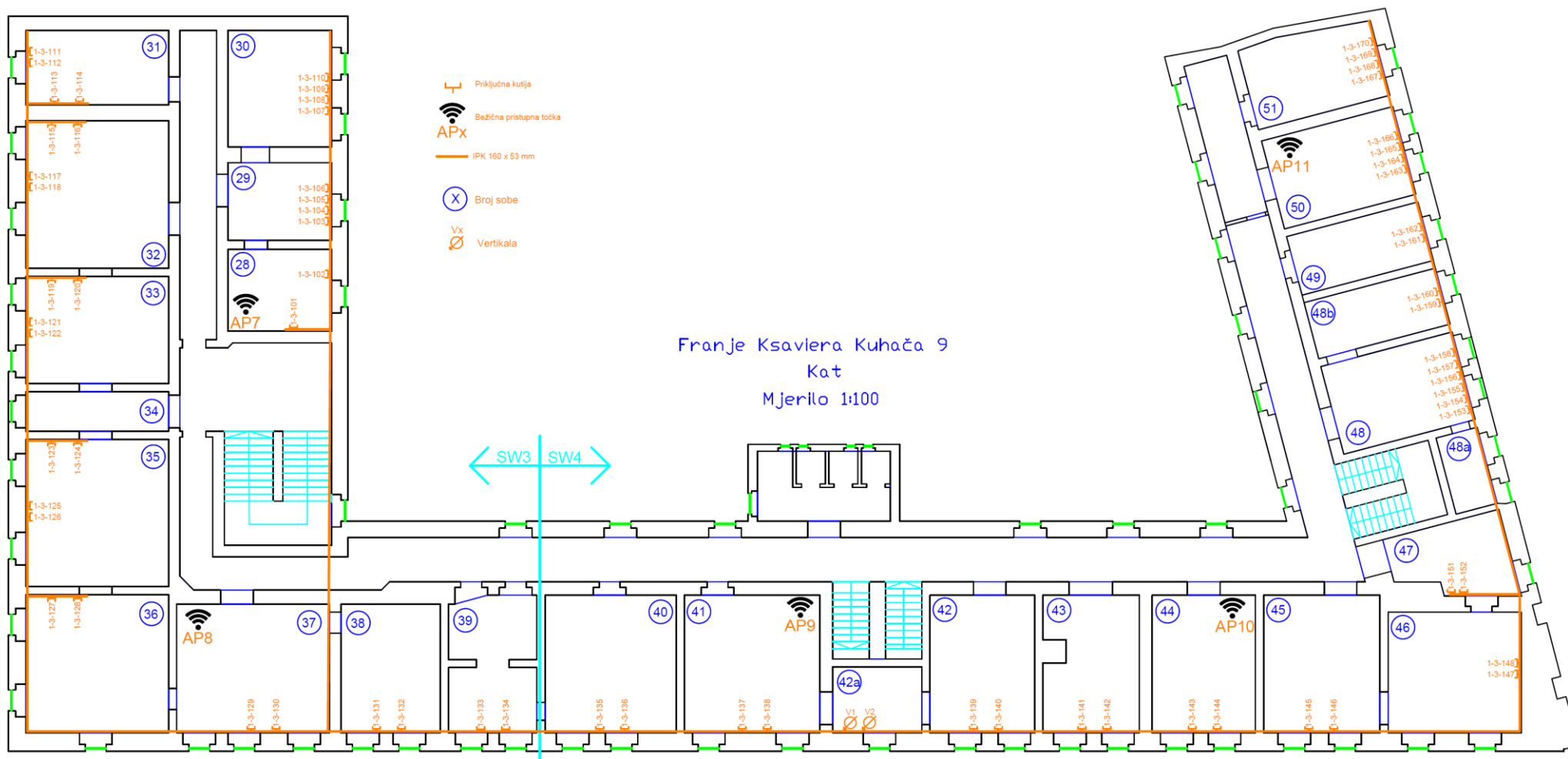
**Tablica 8.1** Projektantski troškovnik opreme i radova

## 9 Nacrt instalacije računalne mreže poslovne zgrade

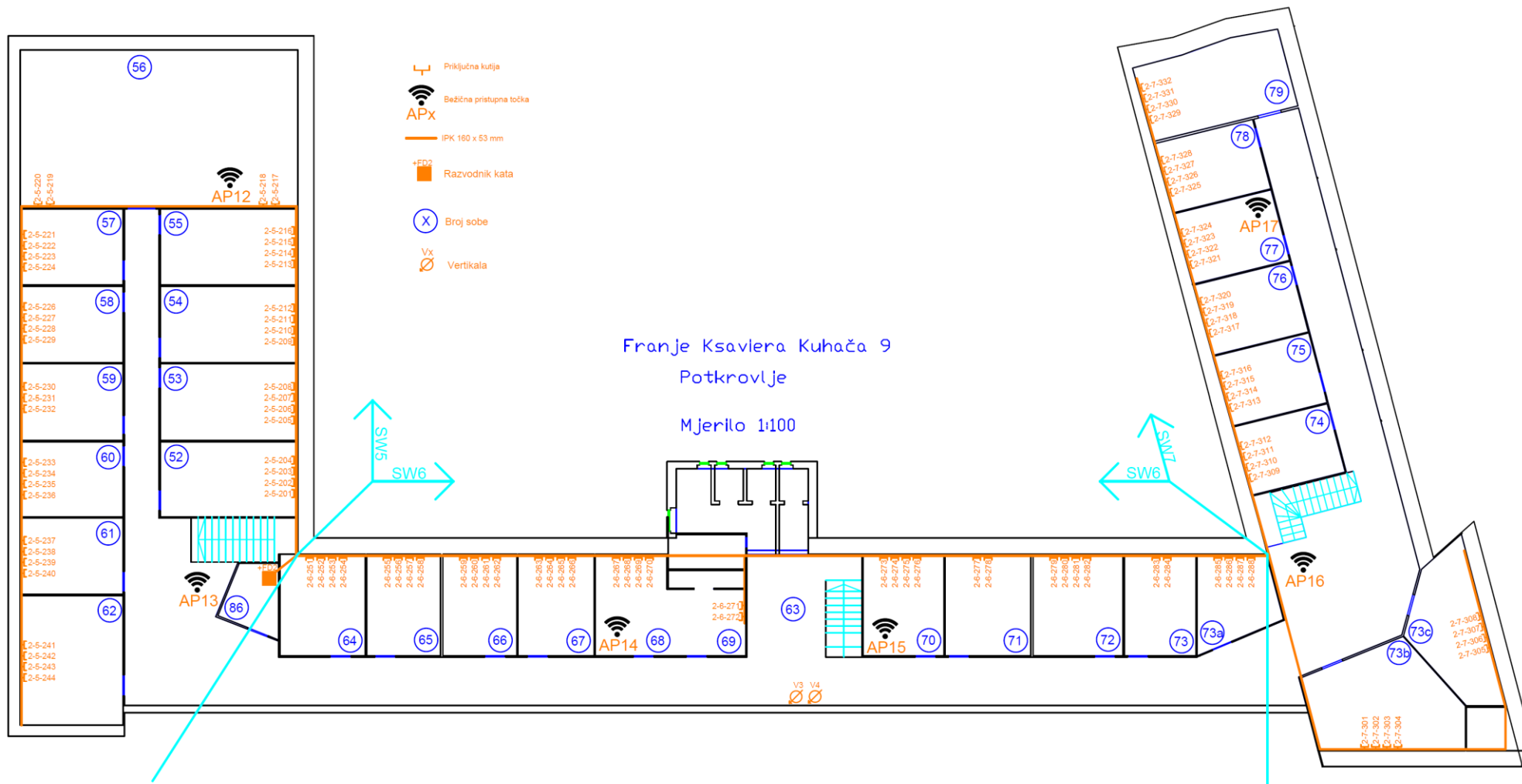
Slikama u nastavku dani su nacrti računalne mreže za prizemlje (slika 9.1), 1 kat (slika 9.2) i potkrovlje (slika 9.3).



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 preklonici 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. Objasnjava 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](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](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:

---