

4. PROJEKTIRANJE LOKALNIH MREŽA

Proces dizajniranja mreže je formiranje mreže od početnih postavki do plana realizacije. Ovdje je proces dizajniranja odvojen od postavljanja mreže. Dizajniranje mreže se provodi u koracima donošenja odluka, sve do izbora aktivne mrežne opreme, a postavljanje mreže obuhvaća podešavanje rada uređaja kako bi se izgradila funkcionalna mreža. U svim fazama bitno je grafički prikazati mrežu, kako bi se lakše uočila optimalna rješenja.

Projektiranje lokalnih mreža može se podijeliti na dvije faze, na fazu projektiranja ožičenja, te na fazu projektiranja mreže kao cjeline povezanih radnih stanica i čvorišta. Kod projektiranja zgrade za nepoznatog korisnika projektira se ožičenje po principima strukturnog kabliranja. Nakon useljenja korisnika, projektira se sama mreža poštujući mogućnosti već postavljenog ožičenja. Kod zgrada koje nemaju izvedeno ožičenje, oba koraka projektiranja izvode se istovremeno.

4.1 RADNE GRUPE

Radna grupa je skup umreženih računala među kojima postoji neki odnos. Za potrebe projektiranja mreže, radna grupa je dio mreže koji generira promet i doprinosi opterećenju i zagušenju mreže. Logičan i dobro osmišljen plan radnih grupa, definiran po usvojenim kriterijima, osnova je za dugoročan efikasan rad mreže.

Osnovna ideja korištenja radnih grupa zasniva se na pretpostavci da većina prometa radne grupe ima određite unutar same grupe, dok samo manji dio prometa ide ka odredištima koja su članovi drugih radnih grupa. Ako je ta pretpostavka točna, što ovisi o ispravnom formiranju radnih grupa, tada je optimalno podijeliti (segmentirati) mrežu prema radnim grupama. U tako podijeljenoj mreži, promet jedne radne grupe neće opterećivati dijelove mreže drugih radnih grupa. Podjela ne mora slijediti isključivo kriterij radnih grupa, već mora rezultirati u ekonomičnoj, pouzdanoj i fleksibilnoj mreži.

4.1.1 Kriteriji uspostave radnih grupa

Radne grupe možemo definirati prema kriterijima smještaja radnih stanica, po organizacijskoj shemi poduzeća, po zajedničkim poslovima i na osnovu prioriteta.

Po smještaju radnih stanica, radna grupa se sastoji od računala koja su smještena u istom ili susjednim prostorima. Kriterij se zasniva na pretpostavci da su radna mjesta neke službe smještena u istom prostoru. Iako jednostavan, kriterij ne garantira optimalne rezultate po pitanju prometa jer ne vodi računa o stvarnoj funkciji pojedinog radnog mjesta. Sa druge strane, realizacija strukture mreže prema bliskim radnim prostorima ima mnoge prednosti u realizaciji i održavanju. Pristup po smještaju jedino je moguć kada se unaprijed ne zna namjena mreže, omogućava pokrivanje prostora kablovima najmanje duljine, dok u fazi održavanja omogućava jednostavno lociranje kvara.

Po organizacijskoj shemi poduzeća, podjela na radne grupe je moguća jer svako radno mjesto ima svoje specifične zadatke prema opisu radnog mjesta. Te zadatke impliciraju pristup određenim dijelovima i vrstama podataka. Tako ljudi zaposleni u proizvodnji trebaju podatke vezane za proizvodnju, oni zaposleni u računovodstvu bave se prodajom, profitom i financijama, dok stručnjaci iz razvoja trebaju podatke vezane za dizajn i ispitivanje prototipova. Najveći dio vremena radnici nekog odjela razmjenjuju podatke među sobom ili među srodnim radnim grupama (npr. knjigovodstvo, kadrovska služba, obračun plaća). Stoga podjela na radne grupe po organizacijskoj shemi poduzeća daje optimalne rezultate po pitanju podjele mreže, pa predstavlja prirodni kriterij definiranja radnih grupa. Također, ova podjela omogućava jednostavno proširenje radne grupe paralelno s povećanjem obima poslova odjela. Međutim, radni ljudi nekog odjela ne moraju nužno biti locirani u cjelovitom prostoru, pa to može izazvati poteškoće kod upravljanja i održavanja mreže. Kriterij organizacijske sheme rezultira nešto kompleksnijom mrežom, koja po pitanju pouzdanosti predstavlja kompromis: veća mogućnost kvara kompenzirana je činjenicom da se efekti kvara najčešće ograničavaju na samo jednu službu poduzeća.

Po zajedničkim poslovima, u radnu grupu svrstavaju se radna mjesta na kojima se obavljaju slični poslovi iako pripadaju različitim odjelima poduzeća. Npr. poslovi dokumentacije, iako raspršeni po

raznim odjelima, mogu formirati zasebnu radnu grupu. Ovakav pristup doprinosi efikasnosti rada na radnim mjestima zajedničkih poslova, ali nauštrb efikasnosti mreže kao cjeline.

Po prioritetu, radnu grupu čine radna mjesta podjednake važnosti. Ovo je vrlo efikasan i fleksibilan kriterij koji omogućava realizaciju vrlo pouzdane mreže za onu opremu čija je funkcija vitalna za rad poduzeća. Rezultirajuća mreža, međutim, ima sva loša svojstva ostalih pristupa, od neefikasne podjele prometa do otežanog održavanja. Primjer organizacije mreže prema prioritetu je smještaj poslužnika na brzu redundantnu osnovnu mrežu (server farming), najčešće u izdvojenu prostoriju s ograničenim pristupom.

4.1.2 Organizacija radnih grupa

Nakon što je obavljen raspored radnih stanica po radnim grupama, potrebno je odrediti odnose među njima. Odnosi među radnim grupama određuju na koji će način mreža biti podijeljena, te koja će oprema biti izabrana kako bi mreža funkcionirala, a radne grupe međusobno komunicirale.

Radne grupe mogu biti povezane unutar jedne, nepodijeljene mreže, ili mreža može biti podijeljena na najrazličitije načine. Kada je ukupni promet na mreži mali, optimalno je koristiti nepodijeljenu mrežu. Kako promet raste, podjela mreže postaje sve važnija. Prije podjele mreže, treba voditi računa o slijedećim iskustvenim spoznajama:

- svaka lokacija koja u redovitim periodima generira velike količine podataka predstavlja veliko opterećenje za čitavu mrežu ako nije segmentirana
- kada dvije redne grupe koriste mrežu u različitim vremenima, segmentiranje nije potrebno
- treba koristiti pravilo 80/20, po kojem 80% prometa radne grupe treba zadržati unutar segmenta mreže, a 20% smije biti usmjereno prema drugim segmentima.

Organizacija radnih grupa daje najbolje rezultate, kada je obavljena po kriteriju prometa. Grupe koje imaju veće zahtjeve za prijenosom podataka, veće zahtjeve za pouzdanošću ili veliki broj članova, trebaju biti izdvojene.

Optimalna organizacija radnih grupa određuje se ocjenom radnih grupa po kriterijima broja učesnika, prioriteta radne grupe i unutrašnjeg prometa. Ocjene po svim kriterijima se zbroje. Grupe koje imaju najviše zbrojeve, kandidati su za posebne segmente mreže. Stvarna podjela mreže obavi se prema dodatnom kriteriju vanjskog prometa.

Po kriteriju broja učesnika, u prvom koraku formiramo primarne radne grupe prema organizacijskoj strukturi poduzeća. Usporedi se broj zaposlenika po odjelima i svaka se radna grupa ocijeni brojem od 1 do 5. Male radne grupe mogu koristiti isti segment mreže, dok velike možda treba dijeliti na više segmenata.

Prioritet radne grupe je sljedeći kriterij za ocjenu grupe. Grupa se ocjenjuje ovisno potrebnoj brzini mreže, vremenu pristupa, pouzdanosti ili o kombinaciji svih faktora. U usporedbi s ostalima, grupa se ocjenjuje ocjenom 1 do 3, pazeći da pripadnici grupe ne utječu na objektivnost ocjene.

Unutrašnji promet je osnovni kriterij za segmentaciju mreže. Obično je povezan s brojem učesnika grupe, ali je također u znatnoj mjeri ovisan o poslovima radne grupe. Unutrašnji promet ocjenjujemo ocjenom od 1 do 4.

Vanjski promet je dodatni kriterij, čija se ocjena razmatra nezavisno, u odnosu na sumu ostalih ocjena. Ukoliko dvije radne grupe međusobno komuniciraju, ne treba ih razdvajati velikim brojem čvorišta kako bi kašnjenje i pouzdanost veze bili što bolji.

Nakon zbrajanja ocjena po primarnim radnim grupama, mreža se segmentira na dijelove s podjednakim zbrojem ocjena. Optimalna topologija mreže se određuje s obzirom na prometne tokove.

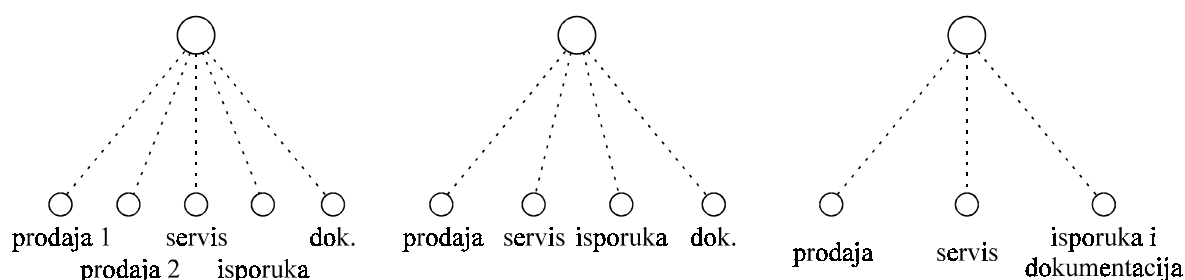
Gornji postupak ilustrirat ćemo na primjeru poduzeća, koje ima odjele prodaje, servisa, isporuke i dokumentacije. Odjel prodaje je iznimno velik, zahtijeva relativno efikasnu mrežu, ali rijetko komunicira s drugim grupama izuzev isporuka. Odjel servisa je mali, ali najznačajniji segment poduzeća. Odjeli isporuke i dokumentacije su relativno mali i često međusobno komuniciraju, ali ne traže naročito

efikasnu mrežu. Nakon svakog radnog dana, odjel dokumentacije radi potpunu kopiju svih podataka, što zahtjeva puni kapacitet mreže u trajanju od oko pola sata. Ocjene su prikazane su u tablici 4.1.

| Radna grupa | prodaja | servis | isporuka | dokument. |
|-------------------------------|---------|--------|----------|-----------|
| radnika | 100 | 10 | 25 | 20 |
| ocjena po broju radnika | 5 | 1 | 2 | 2 |
| ocjena po prioritetu | 2 | 3 | 1 | 1 |
| ocjena po unutrašnjem prometu | 4 | 3 | 1 | 2 |
| UKUPNO | 9 | 7 | 4 | 5 |
| ocjena po vanjskom prometu | 1 | 2 | 2 | 4 |

Tablica 4.1. - Primjer ocjena radnih grupa

Na osnovu tablice možemo predložiti jednu od tri optimalne topologije: mrežu u 3, 4 ili 5 segmenata, slika 4.1. Za konačnu odluku potrebno je uzeti u obzir smještaj radnih stanica i planove razvoja.



Slika 4.1. - Optimalne topologije za primjer radnih grupa

4.2 IZBOR TEHNOLOGIJE RADNIH GRUPA

Izbor tehnologije lokalne mreže treba omogućiti efikasnu realizaciju podjele mreže na segmente. Dok su ranije postojale dileme oko izbora mrežne tehnologije, posebno za horizontalnu i posebno za vertikalnu mrežu, danas se dominantno sve razine lokalne mreže ostvaruju korištenjem Ethernet tehnologije. Niska cijena ove tehnologije kao rezultat masovne primjene, prilagođenost strukturnom kabliranju (korištenjem zvjezdista i prospojnika), izbor prijenosnih medija (UTP i optička vlakna), te izbor brzina (10, 100 i 1000 Mb/s) čine Ethernet mrežom izbora u projektiranju lokalnih mreža. Eventualni prelazak na lokalne mreže ATM tehnologije, iako trenutno nije na vidiku, jednostavno je obaviti zamjenom elektroničke opreme, bez potrebe da se mijenja sama instalacija (ožičenje). Stoga ćemo projektiranje lokalnih mreža obaviti prema kriterijima i mogućnostima Ethernet tehnologije.

4.2.1 Domena kolizije mreža Ethernet

Osnovno svojstvo mreže Ethernet je u korištenju višespojnog povezivanja s distribuiranom kontrolom pristupa (CSMA/CD). Višespojno povezivanje, odnosno osnovna topologija sabirnice, omogućavaju jednostavnu komunikaciju po principu "svatko sa svakim".

Na sabirničkom mediju (npr. koaksijalni kabel) istovremeno može emitirati samo jedna stanica (računalo), u suprotnom dolazi do kolizije signala i gubitka djela kapaciteta kanala. Zbog tog ograničenja, ukupni maksimalni kapacitet prijenosa po jednom višespojnom mediju jednak je nazivnom kapacitetu, bez obzira od koliko se pojedinačnih segmenata medija sastojao. Takav višespojni medij nazivamo **domenom kolizije**.

Dodavanjem radnih stanica u domen kolizije povećava se promet kroz medij, te se povećava vjerojatnost kolizije. Stoga mreža Ethernet kod visokih opterećenja pokazuje svojstvo pada efikasnosti.

Da bi kolizija bila pouzdano detektirana, mora postojati čvrsti odnos između minimalne duljine okvira, brzine emitiranja i maksimalne udaljenosti između dvije stanice na mreži. U praksi je razumno

pretpostaviti da će se stvarno vrijeme kašnjenja sastojati od vremena propagacije i kašnjenja na aktivnim uređajima. Osim toga, gubici i preslušavanje na mediju ograničavaju mogući krajnji domet. Zbog toga su maksimalne dozvoljene udaljenosti, ovisno o vrsti medija, znatno kraće od teoretski mogućih po kriteriju vremena prostiranja.

Za **10 Mb/s Ethernet**, maksimalno vrijeme kašnjenja s kraja na kraj mreže smije biti 25,6 μ s, odnosno maksimalno vrijeme obilaska 51,2 μ s. Uz 10 Mb/s, slijedi minimalna duljina okvira od 512 bita. Domena kolizije je, za 10 Mb/s Ethernet, višespojni medij na kojem istovremeno predaju obavlja samo jedna stanica, te na kojem maksimalno kašnjenje između dvije stanice iznosi 25,6 μ s. Pri tome nema značaja od koliko se segmenata domena kolizije sastoji. Ipak, podsjetimo se pravila 5-4-3, koje govori o 5 segmenata, 4 zvjezdišta, te o tri segmenta koja smiju biti višespojna.

10Base5 koristi debeli koaksijalni kabel. Mogući domet po segmentu je 500 m, odnosno ukupno 2500 m. **10Base2** koristi tanki koaksijalni kabel. Mogući domet po segmentu je 185 m, odnosno ukupno 925 m. U kombinaciji tankog i debelog Etherneta moguće je postići udaljenosti između 925 i 2500 m.

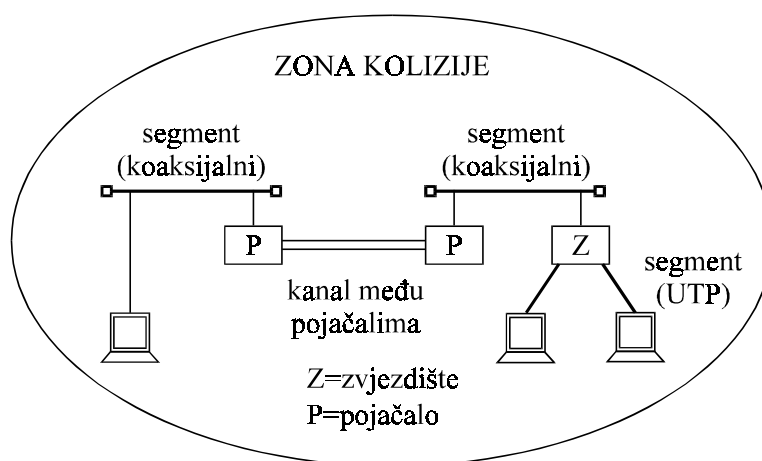
10BaseT koristi neokloplenu paricu. Zbog gušenja signala i preslušavanja, maksimalna duljina UTP segmenta je 100 m (90+10), pa je maksimalna udaljenost za 10BaseT oko 500 m. U praksi se postiže 400 m jer simetrija stablaste topologije implicira paran broj segmenata.

Za **100BaseTX** ostavljena je ista minimalna duljina okvira (512 bita), ali su vremena kašnjenja 10 puta manja od 10BaseT, odnosno 2,56 i 5,12 μ s. Kako se radi isključivo o zvjezdastoj topologiji, dozvoljena su maksimalno 2 segmenta i jedno zvjezdište, s time da na segmentu mreže vrijeme prostiranja ne smije biti veće od 1 μ s. Za zvjezdište, dozvoljeno vrijeme kašnjenja je 0,5 μ s. I ovdje je ograničenje duljine segmenta prvenstveno određeno gušenjem i preslušavanjem (100 m).

Kod **1000BaseTX** nije se moglo ići na skraćivanje vremena prostiranja, jer bi to rezultiralo neupotrebljivo kratkim udaljenostima (oko 10 m). Stoga su vremena ostala ista kao kod 100BaseTX, ali je minimalna duljina okvira povećana 10 puta, na 5120 bita.

Kod korištenja optičkih niti, gušenje je manje, pa je maksimalna udaljenost određena kašnjenjem. Za **10BaseFL** maksimalna udaljenost je 2000 m (1500+500), za **100BaseFX** je 412 (obosmjerno) i 2000 m (dvosmjerno), a za **1000BaseFX** je 550 m.

Povezivanje segmenata unutar domene kolizije postiže se upotrebom pojačala ili zvjezdišta, slika 4.2.



Slika 4.2. - Domena kolizije mreže Ethernet

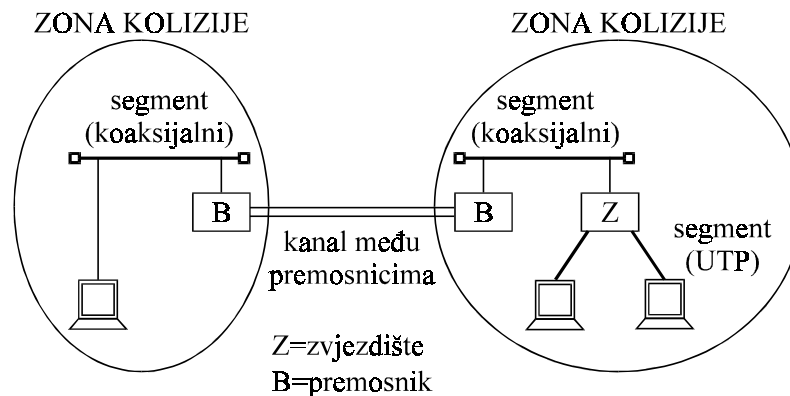
Pojačala mogu neposredno povezivati dva segmenta, ili posredstvom kanala među pojačalima ako su segmenti međusobno udaljeni. Zvjezdišta obično neposredno povezuju segmente. Po pravilu 5-4-3 od najviše 5 segmenata s kraja na kraj mreže, najviše tri smiju biti višespojna (koaksijalni kabel), a ostali moraju biti jednospojni. U jednospojne računamo i kanale među pojačalima.

4.2.2 Segmentirana mreža Ethernet

Ideja segmentacije na osnovu radnih grupa ostvaruje se kod mreža Ethernet korištenjem inteligentnih čvornih uređaja, prenosnika (bridge). Premosnici su razvijeni od pojačala, kada je osnovnoj funkciji obnavljanja signala između dva segmenta mreže dodana funkcija **filtriranja prometa**. Premosnik ne prenosi slijepo okvire sa segmenta na segment, već samo one čije je odredišno računalo na drugom segmentu, te one s univerzalnom (broadcast) adresom odredišta.

Funkcijom filtriranja prometa, efikasno je ostvareno razdvajanje prometa dvaju segmenata. Funkciju filtriranja prenosnik obavlja automatski, primjenom samoučenja. Pri tome koristi dinamičku tablicu adresa (SAT, Source Address Table). Na početku rada tablica je prazna, i prenosnik šalje sve okvire sa segmenta na segment. Kako svaki okvir sadrži i adresu izvorišta, prenosnik popunjava tablicu adresa i tako vrlo brzo sam nauči gdje je koje računalo priključeno.

U radu prenosnika važno je svojstvo da on (načelno) prima okvir kao cjelinu, te ga tek nakon toga šalje na drugi segment (prema pravilima filtriranja). Ukoliko je na prvom segmentu detektirana kolizija, prenosnik će odbaciti djelomice primljeni okvir kao da nije ni postojao. Kod prosljeđivanja ispravno primljenog okvira na drugi segment, također može doći do kolizije. Premosnik mora pokušavati ponovo poslati taj okvir, sve dok ga ne prenese bez kolizije, pri tome ne opterećujući nimalo segment sa kojeg je okvir izvorno primljen. Posljedično, kolizija s jednog segmenta neće imati utjecaja na rad drugog segmenta. Stoga prenosnik **razdvaja domene kolizije** mreže Ethernet. Na svakom od segmenata povezanih prenosnikom imamo pravo koristiti puno kašnjenje na mediju, slika 4.3.



Slika 4.3. - Segmentirana mreža Ethernet

Premosnici su izvorno dizajnirani za povezivanje dvaju segmenata mreže, slično kao pojačala. Najčešće se koriste za ožičenja izvedena koaksijalnim kabelom. Iako je moguće postići najrazličitije topologije, od čiste sabirnice do stablaste strukture, danas upotreba prenosnika nije opravdana. Na čisto lokalnim mrežama, njih su istisnuli uređaji s više priključaka, prospojnici.

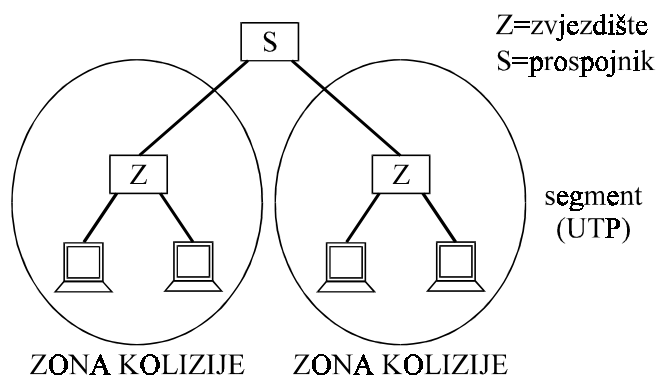
Premosnici nalaze svoju primjenu u slučajevima kada je potrebno povezati dva segmenta mreže koji su međusobno znatno udaljeni. Takve mreže povezujemo prenosnicima, između kojih postavljamo međupremosnički kanal potrebnog kapaciteta (prema zahtjevu vanjskog prometa radnih grupa). Premosnici omogućuju i povezivanje lokalnih mreža različitih tehnologija.

Filtriranje prometa i razdvajanje domene kolizije čine prenosnik prihvatljivim rješenjem za segmentaciju mreža Ethernet prema zahtjevima radnih grupa. Broj prenosnika ovisi o broju i načinu povezivanja domena kolizije. U praksi se, međutim, daleko češće koriste prospojnici.

4.2.3 Prospojena mreža Ethernet

Prospojnici (switch) su se razvili iz zvjezdišta slično kao prenosnici iz pojačala, tako da im je ugrađena funkcija razdvajanja prometa i razdvajanja domena kolizije. Karakterizira ih veći broj priključaka. Prospojnik je slično kao zvjezdište, a nasuprot prenosniku, uređaj koji se idealno uklapa u stablastu topologiju strukturalnog kabliranja.

U postupku projektiranja mreže primjena prospojnika znatno olakšava donošenje odluka. Dok je kod segmentirane mreže broj prenosnika neposredno ovisio o broju domena kolizije, pa treba precizno odrediti strukturu mreže, primjenom prospojnika gradimo zvjezdastu mrežu kod koje je svaki priključak zasebna domena kolizije, slika 4.4.



Slika 4.4. - Prospojena mreža Ethernet

Ugradnjom prospojnika s dovoljnim brojem priključaka lako se postiže finije razdvajanje prometa od razdvajanja predviđenog projektom radnih grupa. Uočimo da je svaka grana stabla zasebna domena kolizije, na koju se primjenjuje pravilo 5-4-3.

Upotreba prospojnika u korjenu stabla omogućava povezivanje do 3 razine stabla. Kad je prosjojn timer smješten u razdjelniku zgrade, prvu razinu stabla čini vertikalna mreža s razdjelnikom kata, a drugu razinu horizontalna mreža s priključnicom, dok treću razinu može činiti korisnikovo zvjezdište u radnom prostoru s instalacijom radnog prostora (nije dio instalacije zgrade). Kod mreže s 3 razine okviri među radnim stanicama prolaze kroz najviše 4 segmenta, a od radne stanice do korijena mreže kroz najviše 3 segmenta. Kad je potrebno postići više razina stabla, prospojници se koriste umjesto zvjezdišta na nižim razinama.

4.2.4 Virtualne lokalne mreže

Do sada smo lokalne mreže uvijek smatrali jednom cjelinom, koju eventualno dijelimo na segmente radi razdvajanja prometa. Na neki način se je podrazumijevalo da će dva segmenta povezana pojačalom, zvjezdištem ili prenosnikom predstavljati jednu mrežu, eventualno s više domena kolizije. Pod jedinstvenom mrežom pretpostavljamo u prvom redu prenošenje okvira s univerzalnom adresom na sve segmente mreže.

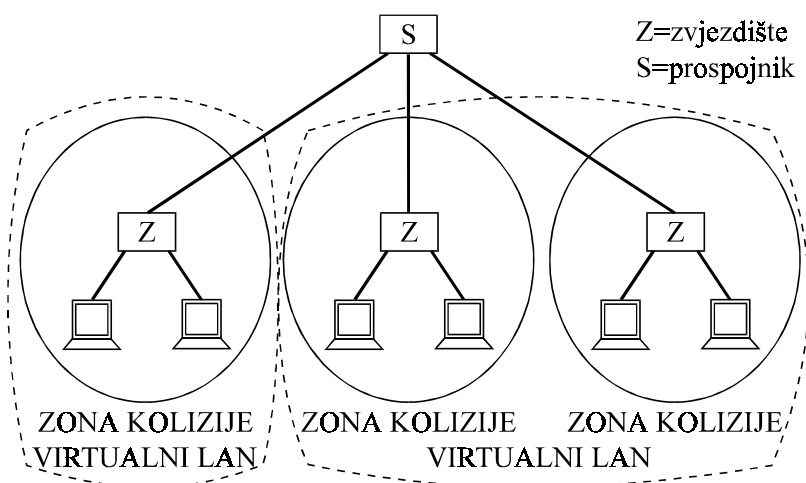
Uvođenjem prospojnika, cjelovitost mreže nije narušena. U osnovnom načinu rada, prosjojn timer smatra sve segmente jedinstvenom mrežom, te samo razdvaja promet i domene kolizije. Okviri s univerzalnom adresom prenose se na sve segmente.

Zamislimo sada slučaj velike poslovne zgrade u kojoj je smješteno više različitih firmi. Kod izgradnje lokalnih mreža za nepoznatog korisnika, kada je samo ožičenje dio infrastrukture poslovne zgrade, može se pojaviti situacija da će tu instalaciju koristiti dvije ili više nepovezanih organizacija. Logičan je u tom slučaju zahtjev da se njihove lokalne mreže i fizički razdijele, kako podaci jednog korisnika ne bi prolazili mrežom drugog.

Fizička dioba mreže može se ostvariti dupliciranjem aktivnih uređaja (zvjezdišta i prospojnika) u razdjelnicima. Ovo rješenje može biti prihvatljivo kada svaki korisnik ugrađuje vlastitu opremu u razdjelnike. Mane su mu neekonomičnost i nefleksibilnost u upravljanju, kada se postavlja pitanje nadležnosti upravljanja i otklanjanja kvarova, te povezivanja na javnu mrežu.

Fizička dioba vlastitom opremom nije opravdana kada aktivnu opremu smatramo dijelom infrastrukture zgrade, kojom upravlja i koju održava uprava zgrade. Tada nam je potreban drugi mehanizam fizičkog dijeljenja mreže, koji bi bio daleko efikasniji i fleksibilniji od dupliciranja opreme. To je mehanizam **virtualnih lokalnih mreža**, koje ostvaruju prospojници.

Kod virtualnih lokalnih mreža, prospojniku se zadaju priključci (segmenti) koji predstavljaju jednu lokalnu mrežu. Moguća je bilo koja kombinacija, od jedne lokalne mreže kojoj pripadaju svi priključci (ranije spomenuti osnovni način rada) do zasebne lokalne mreže za svaki pojedini priključak. Primjer virtualnih lokalnih mreža prikazan je na slici 4.5. Lijeva virtualna lokalna mreža sadrži jednu, a desna dvije zone kolizije.



Slika 4.5. - Virtualne lokalne mreže

Virtualne lokalne mreže fleksibilno se povezuju i kada je u stablu prisutna složena struktura prospojnika.

Računala na raznim virtualnim mrežama mogu međusobno komunicirati na višim razinama, posredstvom usmjernika. Na taj način svi korisnici mogu npr. pristupati javnoj mreži za prijenos podataka posredstvom zajedničkog priključka.

4.2.5 Redundantne lokalne mreže

Kod mnogih primjena lokalnih mreža važan je dodatni zahtjev za visokom funkcionalnom pouzdanošću dijela mreže. Ta se pouzdanost postiže izborom kvalitetnih (aktivnih) uređaja, te udvajanjem veza. Računala, čija je dostupnost korisnicima neophodna za njihov rad, mogu imati dvostruke ili višestruke veze prema lokalnoj mreži. To su najčešće poslužnička računala, koja povezujemo na udvojenu osnovnu mrežu.

Udvajanjem veza pojavljuje se opasnost stvaranja petlji u topologiji lokalne mreže. Za razliku od prstenastih mreža, gdje je petlja osnovni resurs mreže, pojava petlje kod mreža koje su u osnovi stablaste može biti izuzetno opasna. Prospojnici i prenosnici će prosljeđivati okvire kroz petlju, i takav okvir će se beskonačno u njoj okretati. Petlje formirane preko pojačala i zvezdišta uzrokovati će kolizije okvira samog sa sobom, te po definiciji neće raditi.

Da se izbjegne beskonačno prospajanje prometa kroz petlju, u prenosnike i prospojnike se ugrađuje algoritam izbjegavanja petlji, tzv. STA (Spanning Tree Algorithm), algoritam razapinjućeg stabla. Po ovom algoritmu, za vrijeme inicijalizacije prenosnici i prospojnici šalju posebne ispitne okvire koji sadrže identifikaciju uređaja i priključka sa kojeg su poslani. Ako isti okvir stigne na neki drugi priključak, detektirana je petlja. Podaci o tako dobivenim petljama koriste se kod prospajanja alternativnim stazama, ali i za izbjegavanje kruženja podataka u petlji. Svaka staza označi se težinom (troškom), koja ima značenje broja prospajanja na stazi. Promet se uvijek usmjerava stazama s manjom težinom. U toku rada moguć je kvar nekog od uređaja ili segmenta. Prospojnik koji otkrije kvar o tome obavijesti ostale, te nastavi usmjeravati promet alternativnim putem.

4.2.6 Optimalna tehnologija radnih grupa

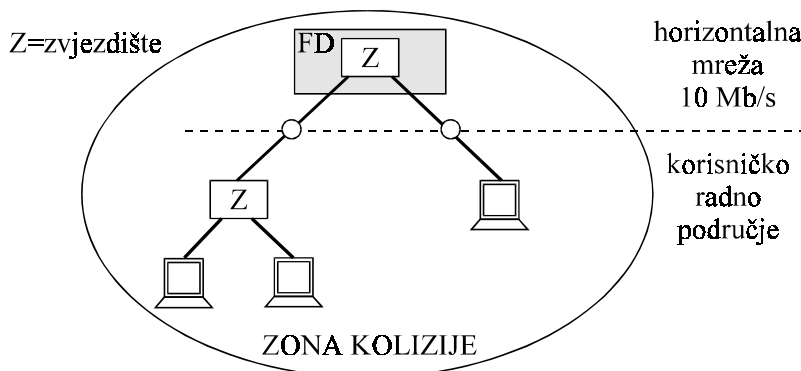
Prospojeni Ethernet s virtualnim lokalnim mrežama optimalno je rješenje kod izgradnje lokalnih mreža na bazi strukturnog kabliranja.

4.3 OPTIMALNE TOPOLOGIJE LOKALNIH MREŽA

Različite optimalne topologije lokalnih mreža svrstati ćemo u male, srednje i velike mreže, sve brzine 10 Mb/s, te brze srednje i velike mreže, koje uključuju 100 Mb/s Ethernet. Posebno ćemo razmotriti mogućnosti povezivanja udaljene lokalne mreže, te priključivanja na javne mreže (Internet).

4.3.1 Mala mreža

Za male mreže, koje se grade za područje jednog kata ili svega nekoliko prostorija, topologija strukturnog kabliranja reducira se na razdjelnik kata (FD) i horizontalnu instalaciju, slika 4.6. Samu instalaciju izvesti ćemo prema kategoriji 5 radi eventualnih budućih potreba, ali ćemo koristiti brzinu prijenosa 10 Mb/s i tehnologiju 10BaseT Ethernet. Čitava mreža predstavljat će jednu zonu kolizije.

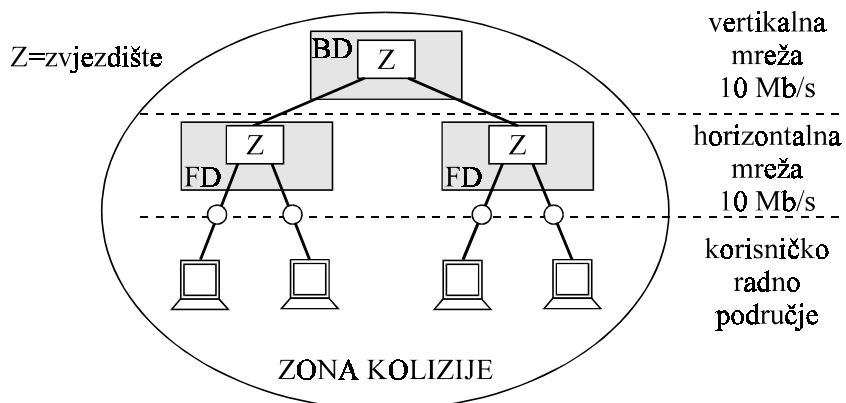


Slika 4.6. Mala lokalna mreža

Topologija male mreže omogućava postavljanje zvezdišta u korisničkom radnom području.

4.3.2 Srednje velika mreža

Mrežama srednje veličine smatramo one, kod kojih se područje pokrivanja proteže na nekoliko katova, ali je korisnički promet tako malen i zahtjevi za segmentacijom slabo izraženi, da čitava mreža može funkcionirati kao jedna zona kolizije, slika 4.7. Mrežu izvodimo po kategoriji 5 i koristimo 10 Mb/s tehnologiju 10BaseT Ethernet. Uvjet korištenja je udaljenost između razdjelnika zgrade i katova manja od 90 m.

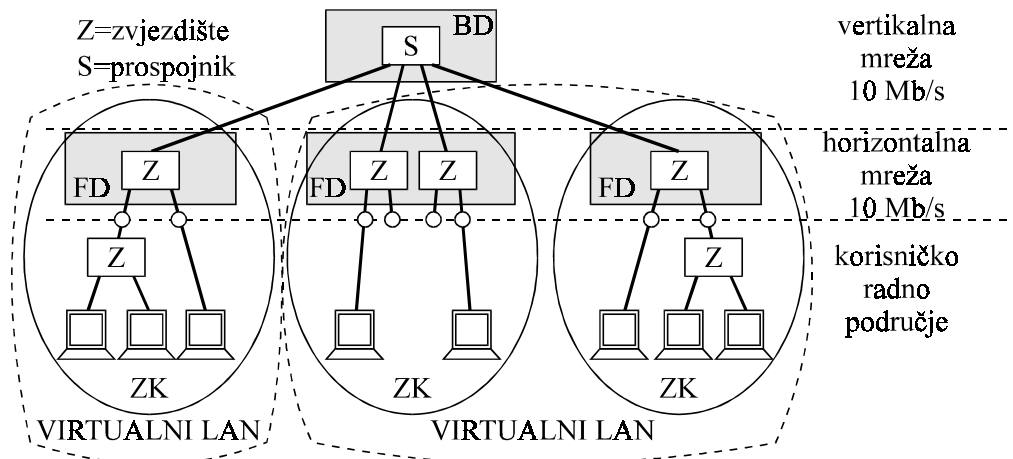


Slika 4.7. - Srednja lokalna mreža

Mana mreže srednje topologije je prvenstveno u nemogućnosti postavljanja zvezdišta u korisničkom radnom području (osim možda jednog) zbog narušavanja pravila 5-4-3, te u nemogućnosti segmentiranja na više zona kolizije. Stoga se ova topologija koristi samo kao nužni kompromis i prijelazno stanje, kada u nedostatku finansijskih sredstava nismo u stanju izgraditi veliku (prospojenu) mrežu. Dobra je strana izvedbe u tome što je kabliranje identično kabliranju velike mreže, tako da zamjenom opreme u razdjelniku zgrade jednostavno možemo ostvariti veliku mrežu.

4.3.3 Velika mreža

Velikom mrežom smatramo onu, koja pokriva područje čitave zgrade, a korisnički promet i ostale neophodne karakteristike zahtijevaju segmentaciju mreže na više zona kolizije i na više virtualnih lokalnih mreža. U razdjelniku zgrade koristimo prospojnik, a u razdjelnicima katova zvjezdišta, slika 4.8. Mrežu izvodimo po kategoriji 5 i koristimo 10 Mb/s tehnologiju 10BaseT Ethernet. Ako su udaljenosti između razdjelnika kata i zgrade veće od 90 m, za vertikalnu instalaciju se koriste optički kablovi. Čak kada je ta udaljenost manja, potrebno je ozbiljno razmotriti korištenje optičkih kablova u vertikalnoj instalaciji radi veće pouzdanosti i kasnijeg lakšeg uvođenja većih brzina prijenosa.

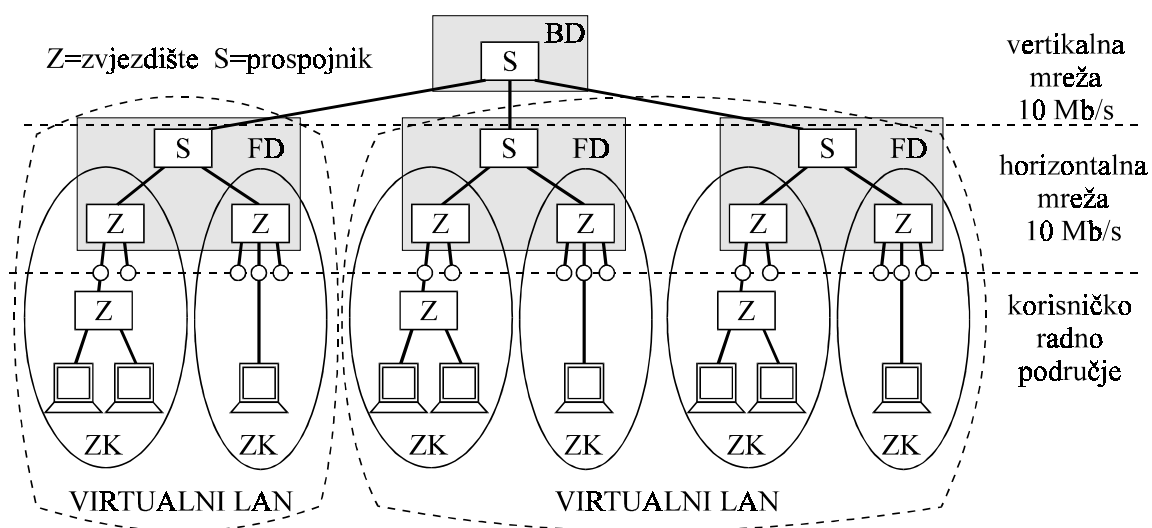


Slika 4.8. - Velika lokalna mreža

Kada u razdjelnicima kata koristimo više zvjezdišta, optimalno je svako vlastitim vodom spojiti na razdjelnik zgrade. Prednost je velike mreže u mogućnosti segmentiranja mreže na zone kolizije i na virtualne lokalne mreže. Omogućava postavljanje zvjezdišta u korisničkom radnom području. Ovo je najčešća topologija, koja u praksi zadovoljava gotovo sve korisničke zahtjeve.

4.3.4 Proširena velika mreža

Proširena velika mreža gradi se ugradnjom Ethernet prospojnika u razdjelniku katova, slika 4.9. Koristi se kada je broj korisnika velik, ali još nije opravdano uvođenje 100BaseTX tehnologije. Ožičenje se izvodi kao kod velikih mreža.

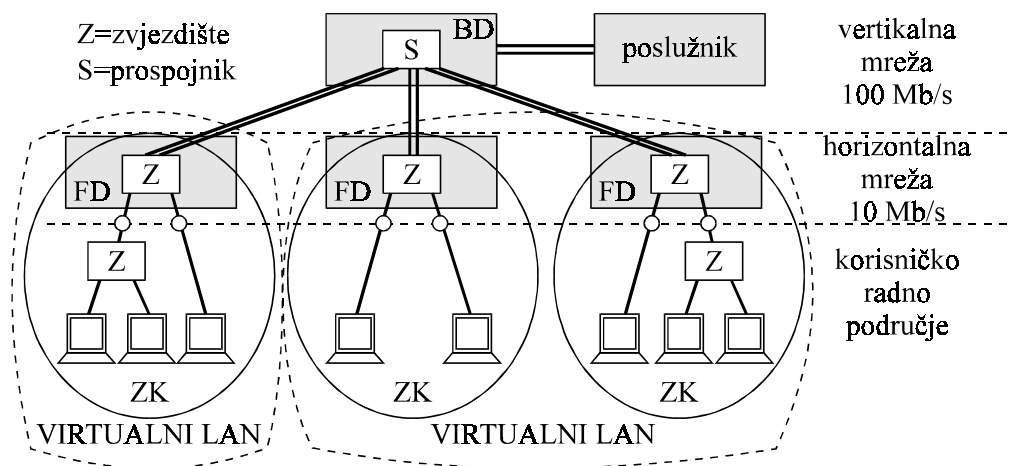


Slika 4.9. - Proširena velika lokalna mreža

Proširena velika mreža omogućava finije segmentiranje na zone kolizije i virtualne mreže. Omogućava efikasno uvođenje 100 Mb/s tehnologije.

4.3.5 Brza srednja mreža

Brze srednje mreže karakterizirane su prijenosom brzine 100 Mb/s na vertikalnoj mreži i 10 Mb/s na horizontalnoj instalaciji, s time da se u razdjelnicima kata koriste zvjezdišta s jednim brzim priključkom, slika 4.10. U razdjelniku zgrade instaliramo brzi prospojnik. Ožičenje se izvodi kao kod velikih mreža.

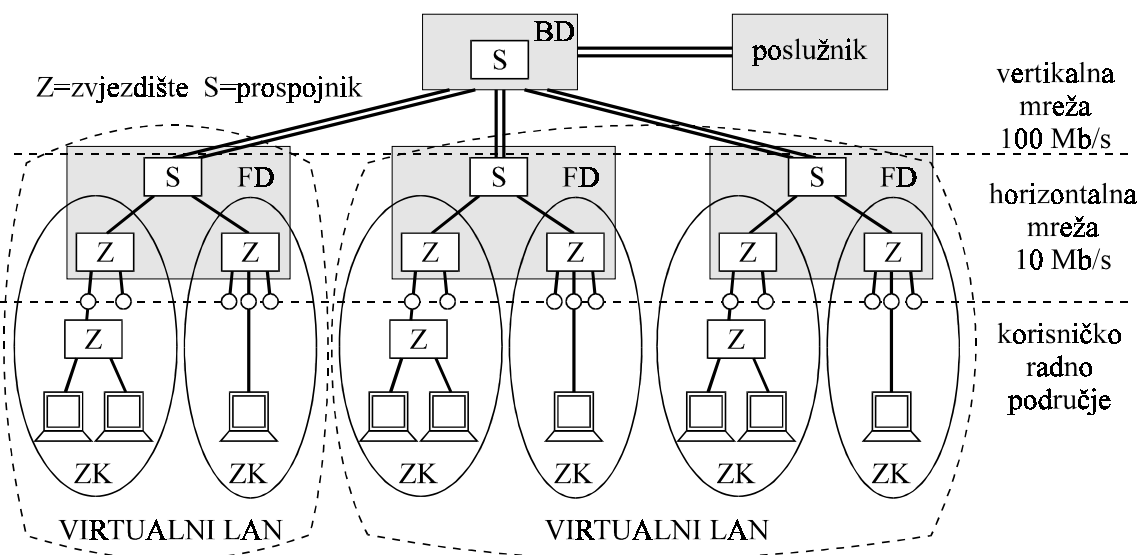


Slika 4.10. - Brza srednja lokalna mreža

Kako je svako zvjezdište zona kolizije, bez obzira na brzi priključak prema razdjelniku zgrade, korištenje brzog prijenosa ne donosi nikakvo povećanje propusnosti za pojedinačne korisnike. Međutim, uvođenje brzog prijenosa na razini zgrade omogućava efikasno povezivanje poslužničkih računala.

4.3.6 Brza velika mreža

Brza velika mreža razlikuje se od srednje po tome što se u razdjelnicima kata koriste prospojnici, slika 4.11. Kao i kod velike mreže oni doprinose finijoj segmentaciji, koja ovdje ima dodatnu ulogu optimalnog korištenja 100 Mb/s vertikalne mreže.



Slika 4.11. - Brza velika lokalna mreža

Brza velika lokalna mreža u potpunosti opravdava uvođenje 100 Mb/s tehnologije, te omogućava efikasno povezivanje poslužničkih računala. Kombinacija brzog prijenosa i fine segmentacije čini ovu topologiju optimalnom za većinu velikih mreža, kod kojih pojedinačna računala nije potrebno povezivati brzinom većom od 10 Mb/s.

4.3.7 Potpuna i kombinirana brza mreža

Potpuna brza mreža gradi se kada postoji ozbiljan razlog da se sva korisnička računala povezuju brzinom 100 Mb/s. Kako ova brzina prijenosa izaziva povećane troškove u radnim stanicama korisnika i kod mrežne opreme, a istovremeno je osjetljivija na odstupanja izvedene instalacije od minimalnih uvjeta, u praksi je bolje izbjegavati potpunu brzu mrežu. Kod potpune brze mreže potrebno je voditi računa da vrijedi pravilo 2-1-0, odnosno da je dozvoljeno samo jedno zvjezdište i dva kanala. Stoga je nužno koristiti prospojnike, što dalje poskupljuje mrežu.

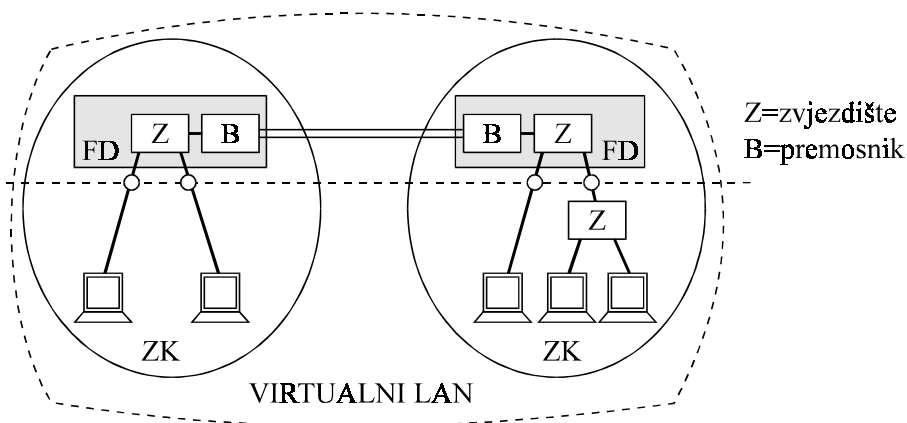
Daleko je bolje koristiti **kombiniranu mrežu**, čija je topologija identična brznoj velikoj mreži, ali u razdjelniku kata imamo dio opreme koja radi na 10, a dio koja radi na 100 Mb/s. Na osnovi pretpostavke da samo neka računala stvarno trebaju 100 Mb/s priključak, ostvarujemo ekonomično rješenje kod kojeg većina računala raspolaže samo s jeftinim 10 Mb/s priključkom. Računala koja zahtijevaju brzi priključak prespojimo na brzu opremu razdjelnika.

4.3.8 Povezivanje udaljenih lokalnih mreža

Dvije udaljene lokalne mreže možemo povezati na fizičkoj ili podatkovnoj razini, kako bi postale jedinstvena (virtuelna) lokalna mreža. Na mrežnoj razini, lokalnu mrežu povezujemo s javnom mrežom.

Na fizičkoj razini dvije mreže povezujemo pojačalima. Ukoliko pojačalo (repeater) neposredno priključimo na dva segmenta mreže, postigli smo samo povećanje maksimalne udaljenosti. Između para pojačala može se koristiti neki komunikacijski kanal (IRL, Inter Repeater Link), pa se udaljenost povećava, slika 4.2. IRL treba biti istog kapaciteta kao i mreža (10 Mb/s), a maksimalna duljina mu je određena najvećim dozvoljenim kašnjenjem od $2,57 \mu\text{s}$ i (uz pretpostavljeni faktor brzine od oko 0,7) iznosi oko 540 m. IRL može biti par optičkih vlakana, pa se pojačalo zove optički pretvornik (FOT, Fiber Optic Transmitter). Kod povezivanja dvaju mreža na fizičkoj razini, one postaju jedna zona kolizije. Vrijedi pravilo 5-4-3.

Na podatkovnoj razini dvije mreže povezujemo prenosnicima. Ukoliko je prenosnik (bridge) neposredno priključen na dva segmenta mreže, postiže se segmentacija i povećanje udaljenosti. Međutim, ako između para prenosnika koristimo komunikacijski kanal, tada je moguće znatno povećati udaljenost, što ovisi o karakteristikama (gušenju) kanala, slika 4.12.



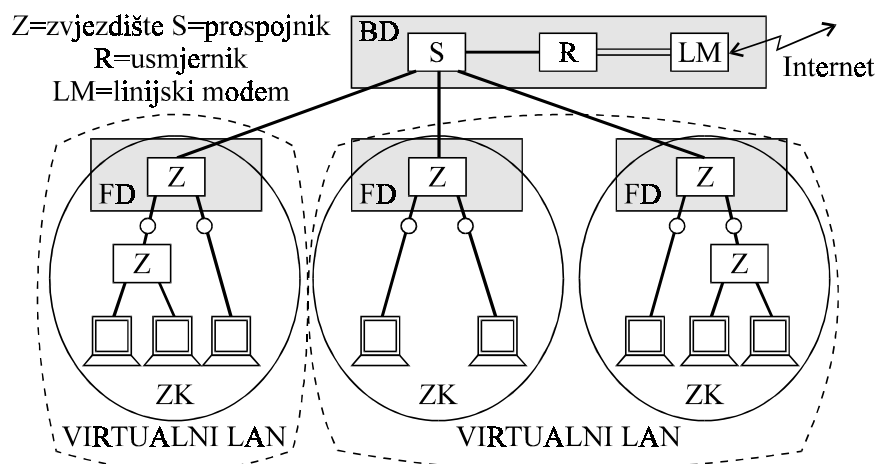
Slika 4.12. - Povezivanje dviju lokalnih mreža na podatkovnoj razini

Kanal ne mora biti istog kapaciteta kao sama mreža, a kašnjenje na fizičkoj nije ograničeno razini jer dvije mreže i dalje predstavljaju odvojene zone kolizije. Premosnici jedino odbacuju okvire koji čekaju dulje od 2 s. IRL može biti telefonski kanal (do 33,6 kB/s), ISDN kanal (64 kb/s), parica s digitalnim modemom (do 2 Mb/s), bežična lokalna mreža (3 ili 11 Mb/s) ili optički kabel (10 Mb/s ili više).

4.3.9 Povezivanje lokalnih na javne mreže

Povezivanje lokalne mreže na javnu, najčešće Internet, obavljamo na mrežnoj razini. Za tu svrhu na pogodnom mjestu, najčešće u korijenu stablaste topologije, instaliramo usmjernik (router), te ostale

neophodne uređaje (npr. mrežni poslužnik, računalo koje obavlja zajedničke funkcije prevođenja imena, WEB i FTP poslužnika, te E-MAIL poslužnika), slika 4.13.



Slika 4.13. - Povezivanje lokalne mreže na Internet

U primjeru na slici 4.13. usmjernik je s jedne strane povezan na prospojnik u korjenu stablaste topologije, a s druge strane brzim sučeljem (npr. X.21) na kanal. "Linijski modem" je bilo koja odgovarajuća telekomunikacijska oprema neophodna za prijenos podataka prema javnoj mreži. Na raspolaganju su kanali opisani kod povezivanja dvaju mreža, ali i razne vrste kanala većeg kapaciteta koje iznajmljuju telefonske kompanije. U klasičnoj PCM arhitekturi tu su 2,048 i 8,192 Mb/s primarni i sekundarni multipleks, a u ATM arhitekturi 155 i 625 Mb/s priključci. Cijene drastično rastu s brzinom.

Ovisno o prometu prema javnoj mreži, dimenzionira se kapacitet usmjernika (sposobnost prospajanja određenog broja paketa u sekundi) i kapacitet priključka na javnu mrežu. Za vrlo male mreže dovoljan je povremeni modemski pristup preko komutiranog telefonskog kanala. Kako i najsporiji stalni priključak izaziva znatne troškove, dobra je alternativa koristiti mrežne poslužitelje javne mreže i samo povremeni pristup mreži.

Ukoliko je potrebna stalna ali spora veza s Internetom, koristi se modemski pristup preko iznajmljene parice. Usmjernik i linijsku opremu optimalno je realizirati korištenjem nekog starog osobnog računala s modemom, opskrbljenog potrebnom programskom opremom.

Za stalnu vezu srednje brzine optimalno je koristiti usmjernik manjeg kapaciteta koji je integriran s prospojnikom ili zvezdištem, a često ima ugrađen modem. Povećanjem brzine veze, koriste se sve snažniji usmjernici. Radi se o vrlo velikim investicijama, pa je nužno odabrati optimalno rješenje prema trenutnim i budućim zahtjevima korisnika mreže.

4.4 IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Nakon sagledavanja potreba korisnika, određivanja radnih grupa, izbora optimalne topologije mreže, izbora aktivne opreme (po fazama rasta mreže), te određivanja približnih fizičkih pozicija priključnica i razdjelnika, potrebno je izraditi projektnu dokumentaciju.

Postojanje kvalitetne projektne dokumentacije je od vitalnog značaja za faze odluke, izgradnje i korištenja mreže. U fazi odluke investitor na osnovi predloženog idejnog rješenja lakše donosi odluku o vlastitim zahtjevima i obimu izgradnje. Na osnovi projektne dokumentacije moguće je efikasno prikupiti ponude izvođača i odabrati ponudu najpovoljniju po kvaliteti i cijeni izvođenja. U fazi izvođenja investitor preko nadzornog organa lako kontrolira suglasnost izvedene s projektiranom mrežom, uključujući kvalitetu izvedenih radova. Nakon usklađivanja s izvedenim stanjem, dokumentacija postaje nezamjenjivo pomagalo u svakodnevnom korištenju mreže, održavanju mreže, te kod proširenja kapaciteta mreže.

Projektну dokumentaciju izrađuje ovlaštena osoba prema zakonskim propisima.

4.4.1 Označavanje komponenti i dijelova projekta strukturnog ožičenja

Standardom IEC 750 propisan je način označavanja dijelova sustava strukturnog kabliranja. Sustav označavanja je modularan i hijerarhijski, a odnosi se na dijelove projekta (dokumente), instalacije (prespojne naprave, kabele, priključne kutije) i na aktivnu opremu u razdjelnicima. Svaki element može se označiti punom ili skraćenom oznakom, tako da skraćena jednoznačno zamjenjuje punu.

Propisane oznake dijelova projekta i komponenti sustava opisane su u sljedećim poglavljima.

4.4.2 Sadržaj projektne dokumentacije

Projektna dokumentacija se dijeli u 6 cjelina, označenim oznakama =Lx, tablica 4.2. To su opći dio (L), opis tehničkog rješenja (L0), projekt glavne mreže kruga (L1), projekt glavne mreže zgrade (L2), projekt horizontalne mreže (L3) i projekt opreme mreže (L4).

| oznaka puna | značenje |
|-------------|---|
| =L | Opći dio |
| =L0 | Tehnički opis |
| =L1 | Glavna mreža kruga s razdjelnikom kruga |
| =L2 | Glavna mreža zgrade s razdjelnikom zgrade |
| =L3 | Horizontalna mreža s razdjelnicima kata |
| =L4 | Oprema računalne mreže |

Tablica 4.2. - Označavanje dijelova projekta

Unutar projekta, pojedini dokumenti označavaju se oznakama prema tablici 4.3.

| oznaka puna | značenje |
|-------------|--|
| -D | Dokument u obliku crteža (Drawing) |
| -DCxx | Plan polaganja kabela xx (Cabling) |
| -DPxx | Plan razmještaj opreme xx (Positioning) |
| -DVxx | Pregledni nacrt xx |
| -S | Dokument u obliku teksta (String) |
| -SFxx | Naslovna stranic xx (Frame) |
| -STxx | Tehnički opis xx (Text) |
| -T | Dokument u obliku tablice (Table) |
| -TCxx | Tablica kabela xx (Cable) |
| -TDxx | Popis dokumenata xx (Document) |
| -TIxx | Tablica prespajanja xx (Inetrconnect) |
| -TExx | Tablica prespajanja aktivne opreme (Equipment) |

Tablica 4.3. - Označavanje dokumenata u projektu

Svaki dokument može imati više stranica.

4.4.3 Opći dio projekta (L)

Opći dio sadrži:

- naslovnu stranicu,
- sadržaj dokumentacije,
- projektni zadatak s idejnim rješenjem,
- autore projekta,
- mjere zaštite i
- tehničke uvjete za opremu i radove.

Naslovna stranica sadrži naziv projekta, naziv investitora, naziv projektantske organizacije, oznaku revizije projekta i datum dovršenja projekta.

Sadržaj dokumentacije je popis dokumenata ili poglavlja i nacrt dokumentacije, s oznakama broja listova, veličine listova i broja stranice.

Projektni zadatak opisuje ukratko što je bio zadatak projektanta, te uvjete i propise koje propisuje investitor. Najčešće se spominju standardi izrade dokumentacije ISO/IEC 750 i izvođenja instalacije ISO/IEC 11802.

Idejno rješenje može se navesti kao dio projektnog zadatka ili kao samostalni dokument. Idejno rješenje potanko definira zahtjeve investitora kroz načelno rješenje umrežavanja.

Autori projekta su osobe koje su učestvovala u izradi projekta.

Mjere zaštite su popis propisa kojima se regulira zaštita na radu i zaštita od požara za vrijeme izvođenja i korištenja mreže. Mjere zaštite na radu precizirane su Zakonom o građenju (NN 77/92) i Zakonom o zaštiti na radu (NN 19/83, 17/91 i 46/92). Mjere zaštite od požara izvode se prema Zakonu o građenju (NN 77/92) i prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 1/91, 13/91 i 14/91).

Tehnički uvjeti za opremu i radove sadrži popis karakteristika kojima treba udovoljavati izvedena instalacija i ugrađena oprema. Ovdje se mogu popisati svi propisi i standardi, ali se isto tako može pozvati na standarde i propise koji se po dijelovima instalacije spominju u tehničkom opisu.

4.4.4 Tehnički opis (L0)

Tehnički opis sadrži:

- tekstualni dio
- norme koje mora zadovoljavati instalacija i oprema (ako nisu dane u općim uvjetima),
- objašnjenje sustava označavanja opreme,
- način povezivanja kabela,
- način izvođenja instalacije
- način izvođenja uzemljenja i
- logičku shemu mreže.

Tekstualni dio potanko opisuje rješenja korištena u projektu. Može sadržavati podloge projekta, postojeće stanje objekta, podjelu mreže na radne grupe, organizaciju mreže, tehnološke osnove realizacije mreže, opis opreme, način izvođenja i procedure puštanja u rad.

Popis normi daje se kao posebno poglavlje ili u sklopu pojedinih dijelova tekstualnog dijela. Spominju se svi standardi kojima moraju udovoljavati dijelovi mreže i način izvođenja. Popis normi alternativno može biti naveden u općem dijelu.

Objašnjenje sustava označavanja bitno je za lakše razumijevanje i čitanje projektne dokumentacije. Sustav označavanja je objašnjen u kasnijim poglavljima.

Način povezivanja kablova definira se prema izabranom standardu, npr. T568A ili T568B, kako bi se izbjegli nesporazumi kod izvođenja instalacije.

Način izvođenja instalacije je dio tehničkog opisa kod kojeg se navode osnovne pretpostavke i tehnike postavljanja instalacije. U tom dijelu nalaze se upute i praktični savjeti izvođaču kojih se treba držati kod izvođenja mreže.

Način izvođenja uzemljenja navodi se prema Zakonu o građenju, i određuje jednu od tehnika prema situaciji na objektu.

Logička shema mreže je pojednostavljena shema cjelokupnog sustava, potrebna za jednostavnije razumijevanje nacrt.

Po potrebi, tehnički opis sadrži i druge podatke. Kompleksnost tehničkog opisa ovisi o veličini mreže. Kod malih mreža tehnički opis se može pojednostavniti na neophodne dijelove vezane za potpunu jasnoću i jednoznačnost projekta. Dijelovi koji definiraju primjenu zakonskih propisa i tehničkih uvjeta ne mogu se izostaviti.

4.4.5 Projekt mreže kruga, zgrade i kata (L1, L2 i L3)

Projekt mreže kruga, zgrade i kata sadrži nacрте, tablice i sheme koji konkretno definiraju odgovarajući dio mreže. Projekt sadrži:

- naslovnu stranicu i popis dokumenata,
- tablicu kabela,
- tablicu spajanja,
- dispozicijski nacrt opreme,
- logičku shemu polaganja kabela
- nacrt polaganja kabela.

Tablica kabela definira pojedine kablove i točke koje povezuje. Kod mreže kruga i zgrade kablovi povezuju priključnice prespojnih panela razdjelnika. Kod mreže kata kablovi povezuju priključnice prespojnog panela razdjelnika kata s priključnim kutijama u sobama. U tablici se navode duljine pojedinih vodova.

Tablica spajanja definira način spajanja pojedinih vodiča kabela. Ovaj dio se može izostaviti, ako je način spajanja jasan iz tehničkog opisa.

Dispozicijski nacrt opreme definira razmještaj opreme u prostoru, a sastoji se od tlocrta dijela zgrade s ucrtanim pozicijama telekomunikacijskih ormara i priključnica.

Logička shema polaganja kabela slična je logičkoj shemi mreže, a sadrži oznake pojedinih kabela. Kod manjih mreža, može se koristiti zajednička shema spajanja za čitavu mrežu.

Nacrt polaganja kabela određuje trase u prostoru kojima se vode kabeli mreže. Duljine dijelova kabela moraju odgovarati projektiranim trasama.

Neki od gornjih dijelova mogu se kombinirati. Tako npr. dispozicijski nacrt opreme i nacrt polaganja kabela mogu biti kombinirani u jednom nacrtu. Kompleksnost projekta ovisi o veličine mreže.

4.4.6 Projekt opreme mreže (L4)

Projekt opreme mreže zapravo je projekt telekomunikacijskih ormara. Projekt sadrži:

- naslovnu stranicu i popis dokumenata,
- popis pasivne opreme,
- popis aktivne opreme,
- dispozicijski nacrt pasivne opreme,
- dispozicijski nacrt aktivne opreme,
- tablicu spajanja aktivne opreme,
- dispozicijski nacrt ormara,
- nacrt polaganja kanalica.

Popis pasivne opreme sadrži nazive, karakteristike i količine pojedinih dijelova pasivne opreme. U to su uključeni prespojni paneli, prespojni kablovi, utične kutije, utični moduli, kablovi, optički konektori, optički kablovi, optički spojnici, paneli za polaganje kablova i optičkih kablova, oprema za označavanje kabela i utičnica, ormari, te svi drugi dijelovi neophodni za potpunu izradu instalacije. Dijelovi opreme moraju biti grupirani prema oznakama u nacrtu. Po potrebi, može se izraditi tablica zbirnih količina pojedinih dijelova opreme.

Popis aktivne opreme sadrži oznake, nazive, karakteristike i količine pojedinih aktivnih uređaja mreže. Tu spadaju zvjezdišta, prospojnici, premosnici, usmjernici i drugi aktivni dijelovi mreže.

Dispozicijski nacrt pasivne opreme sadrži nacрте (skice) pojedinih elemenata pasivne opreme s rasporedom priključnica i njihovim oznakama. Na taj način se jednoznačno određuje pozicija pojedine priključnice na pasivnom dijelu opreme.

Dispozicijski nacrt aktivne opreme sadrži nacрте (skice) pojedinih aktivnih uređaja s rasporedom priključnica i njihovim oznakama. Na taj način se jednoznačno određuje pozicija pojedine priključnice na aktivnim uređajima.

Tablica spajanja aktivne opreme sadrži način polaganja prespojnih kablova između prespojnih panela i aktivnih uređaja. Često se daju samo prazne tablice, tako da se kasnije u fazi korištenja popune prema stvarno izvedenom prespajanju.

Dispozicijski nacrt ormara prikazuje način montaže aktivne i pasivne opreme u pojedine telekomunikacijske ormare.

Nacrt polaganja kanalica prikazuje staze kojima se polažu kabelaške kanalice. Često puta je identičan nacrtu polaganja kabela, pa se može izostaviti. Koristi se kada se samo dio kabela polaže u kanalice (a ostatak u postojeću kabelašku kanalizaciju zgrade).

4.4.7 Označavanje razdjelnika

Razdjelnici se dijele u tri grupe, koje odgovaraju razdjelniku kruga, zgrade i kata. Pretpostavlja se da su razdjelnici smješteni u jedan ili više ormara. Svaki ormar identificiran je brojem, s time da ispred oznake ormara možemo koristiti oznaku pozicije, npr. oznaku kata i oznaku položaja. Kratice odgovaraju engleskom: CC = Campus Closet, MC = Master Closet i TC = Telecommunications Closet. Pojedini elementi modularne oznake započinju znakom +. Oznaka kata (+x) koristi se u formi +1 = prvi kat, +2 = drugi kat itd., a oznaka položaja slobodno prema potrebi projekta, npr. +A = južno, +B = sjeverno, tablica 4.4.

| oznaka puna | skraćena | značenje |
|--------------|----------|---|
| =L1+x+y+CCzz | =L1+CCzz | ormar razdjelnika kruga broj zz na katu x pozicija y |
| =L2+x+y+MCzz | =L2+MCzz | ormar razdjelnika zgrade broj zz na katu x pozicija y |
| =L3+x+y+TCzz | =L3+TCzz | ormar razdjelnika kata broj zz na katu x pozicija y |

Tablica 4.4. - Označavanje ormara

Ukoliko svakom ormaru dajemo poseban broj, moguće je koristiti skraćenu oznaku, a izostaviti poziciju koja se podrazumijeva. Međutim, ako je oprema nekog razdjelnika smještena u više ormara, brojevi ormara po pozicijama se mogu ponoviti, pa je nužno koristiti pune oznake.

Pozicija opreme unutar ormara definira se koordinatno, smještena na lijevom boku, sprijeda, ili na desnom boku, te na poziciji koji numeriramo od gore prema dole, tablica 4.5.

| oznaka | značenje |
|---------|----------------------------------|
| +TCx+Ay | pozicija y u ormaru TCx lijevo |
| +TCx+By | pozicija y u ormaru TCx sprijeda |
| +TCx+Cy | pozicija y u ormaru TCx desno |

Tablica 4.5. - Označavanje pozicija u ormaru

Redni broj pozicije od gore prema dole odnosi se na redak montaže širine 1U (44 mm) u ormaru standardne širine 19" (483 mm).

4.4.8 Označavanje opreme

Oprema se označava prema vrsti, tablica 3.10.

| oznaka | značenje |
|----------|--|
| -Pxx | prespojni panel xx (Panel) ili modul uređaja |
| +xxx-Xyy | priključak yy u sobi xxx |
| -Exx | aktivni uređaj xx (Equipment) |
| -Wxx | kabel xx (Wire) |
| -TOxxxxy | priključnica y u sobi xxx |

Tablica 3.10. - Označavanje opreme

Pojedini uređaj može se sastojati od više modula. Priključnice mogu biti smještene u sobama, identificirane prefiksom +xxx.

4.4.9 Primjeri označavanja

Za malu mrežu koja se sastoji od jednog zvjezdišta i dvije priključnice dijelovi projekta bi bili:

Tablica kabela s tablicom spajanja:

| Vod | Priključnica | Prespojni panel | m |
|-------|--------------|-----------------|----|
| -W101 | +101-X01 | -P1-X01 | 40 |
| -W102 | +101-X02 | -P1-X02 | 35 |

Popis opreme:

| Oznaka puna | skraćen a | Opis | količ. |
|-------------|-----------|---|--------|
| +TC1 | TC1 | Ormar razdjelnika mreže tip ... | 1 kom |
| +TC1+B1-E1 | -E1 | Zvjezdište E1 smješteno u prvom redu ormara sprijeda, tip | 1 kom |
| +TC1+B3-P1 | -P1 | Prespojni panel P1 CAT 5 smješten u trećem redu tip | 1 kom |
| | | Kabel UTP CAT5 tip ... | 75 m |
| | | Utična kutija tip ... | 2 kom |
| | | Utični modul CAT 5 tip ... | 2 kom |

Popis priključnica:

| Oznaka puna | Oznaka skraćena | Napomena |
|-------------|-----------------|-----------------|
| +101-X01 | 101X01 | soba 101 jug |
| +101-X02 | 101X02 | soba 101 sjever |

Dispozicijski nacrt opreme:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X01 | X02 | X03 | X04 | X05 | X06 | X07 | X08 | X09 | X10 | X11 | X12 | X13 | X14 | X15 | X16 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Puna oznaka treće priključnice zvjezdišta glasi: +TC1+B1-E1-X03, a skraćena oznaka devete priključnice na prespojnom panelu glasi -P1-X09.

Dispozicijski nacrt ormara:

| | |
|---|--------|
| 1 | -E1 |
| 2 | prazno |
| 3 | -P1 |
| 4 | prazno |

Tablica spajanja opreme:

| Priključak 1 | Priključak 2 | Napomena |
|--------------|--------------|----------------|
| -E1-X01 | -P1-X01 | prema +101-X01 |
| -E1-X02 | -P1-X02 | prema +101-X02 |

U gornjim primjerima izostavljen je prefiks dijela dokumentacije (Lx). U ovom primjeru čitava mreža je mreža kata, pa se podrazumijeva prefiks =L3. Također je ispuštena oznaka kata i pozicije ormara TC1. Ukoliko bi ormar bio smješten na trećem katu u sobi 309, puna oznaka bi glasila =L3+3+309+TC1.