

PLANIRANJE I REALIZACIJA OPTIČKIH PRISTUPNIH MREŽA

Maja Krsmanović, Milan Jovanović
Logo D.O.O.

Sadržaj: *Velike investicije zahtevaju pažljivo planiranje kako bi se minimizovao potencijalni finansijski rizik. Dobro isplanirana mreža je ključ u minimizaciji investicija, što dovodi do povećanja prosečnog profita po korisniku.*

Ključne reči: *Investicije, planiranje, optimizacija*

1. Uvod

Prilikom implementacije svake FTTH (*Fiber-To-The-Home, optika do stana*) mreže, glavni cilj je ispuniti očekivanja investitora po pitanju prihoda, definisanog po utvrđenim poslovnim parametrima, ali i pružiti krajnjim korisnicima dogovoreni kapacitet linka i servis, koristeći optimalni proces implementacije. Do ovakvog cilja se može doći samo pažljivim planiranjem FTTH mreže, i pridržavanjem dogovorenih odluka u fazi implementacije mreže.

Planiranje se odnosi na kompletan proces pripreme za implementaciju FTTH (*Fiber-To-The-Home, optika do stana*) mreže. Razlikuju se tri faze u planiranju FTTH mreže. Prvu fazu planiranja FTTH mreža predstavlja **Strateško planiranje mreže** i kroz nju se dobijaju dva važna odgovora. Prvi je opravdanost ulaganja u instalaciju FTTH mreže za određenu geografsku regiju. Drugi značajan rezultat je, npr., koja arhitektura mreže bi trebala da bude izabrana, odnosno koji kabl i koja tehnologija polaganja kabla treba biti izabrana. **High-level planiranje mreže** predstavlja fazu u kojoj se donose strukturalne odluke za određeno geografsko područje. Ova faza planiranja podrazumeva postavljanje distributivnih tačaka, u zavisnosti od geografsko-demografskih faktora. Takođe, tada se pravi preliminarne predmer opreme potrebne za instalaciju mreže, koji obuhvata dužine kablova i kablovske kanalizacije (dužina cevovoda i broj okana), kao i količine različitih tipova aktivne i pasivne opreme. Cilj nam je da za rezultat dobijemo mrežu optimalne cene, pritom vodeći računa na ograničenja koja su rezultat prethodnog koraka planiranja. Treća faza planiranja se odnosi na **Detaljno planiranje mreže, koje** predstavlja izradu detaljnog tehničkog opisa, koji će biti prosleđen izvođaču radova. Ova dokumentacija sadrži planove splajsovanja, raspored *Rack* ormana i patch panela u *Rack* ormanima.

Generalno, navedene tri faze prate jedna drugu sekvencijalno tokom trajanja celokupnog projekta. Međutim, neke odluke koje su donešene na samom početku projekta treba, ponekad, revidirati na osnovu novodobijenih činjenica. U takvim situacijama, veoma je važno da omogućimo vraćanje korak unazad, kako bi se odluka revidirala na

osnovu novih činjenica. Za ovakve operacije idealno je koristiti softverske alate koji nam pružaju visok nivo automatizacije i optimizacije procesa planiranja.

U početku, projekti mreže su bili izrađivani ručno, crtajući objekte na već pripremljenoj mapi, prvo na papiru, a kasnije pomoću CAD (*Computer-Aided Design*) softverskih paketa. U svakom slučaju, samo planiranje je bilo ručno, i kao takvo bilo je vremenski neefikasno i podložno greškama. Iz tog razloga, tadašnji projekti su često bili ignorisani, ili tretirani kao teoretski projekat, a planer bi se odmah zatim fokusirao na detaljnu fazu planiranja. Druga mana ovakvog pristupa, je ta što plan nije sadržao, ili je sadržao vrlo malo, naprednih podataka o samim komponentama mreže, zato što nije bilo nikakve baze podataka o njima, što je činilo mreže izrađene na osnovu ovakvih projekata teške za održavanje. Danas, mnogi od ovih problema su rešeni korišćenjem *GIS-based* softvera. Ovakav softver povezuje automatski objekte na mapi sa svim objektima iz baze podataka, prateći sve podatke iz drugih baza podataka o zadatim komponentama u mreži, a koji mogu biti ograničavajući faktori. FTTH alati za planiranje čine proces planiranja efikasnijim, ne samo u pogledu vremena (automatizacija procesa), već i zbog kvaliteta mrežnog planiranja (korišćenje predefinisanih modela planiranja) i nivoa optimizacije planova (inteligentni optimizacioni algoritmi).

Ovaj rad je koncipiran na sledeći način. Nakon uvodnog dela sledi opisivanje procesa planiranja, gde su detaljno opisane sve operacije i međurezultati faza planiranja, kao i dokumentacija koju je potrebno prikupiti i pripremiti kako bi proekat bio validan. Takođe je predstavljen jedan uspešan primer planiranja, projektovanja i izvođenja optičke okosnice na objektu Studentski grad u Beogradu.

2. Resursi planiranja mreže

Kako bi se napravio dobar plan projekta, svaka odluka mora biti doneta na čvrstim informacijama. Zbog toga je od ključnog značaja imati tačne, pre svega geografske informacije, o regiji za koju se izrađuje plan. Softverski alati, nakon toga, mogu koristiti te podatke kako bi napravili više različitih topologija mreže, pod različitim pretpostavkama, kako bi uporedili moguća scenarija i izabrali najrealniji. Tip i tačnost prikupljenih podataka će varirati u skladu sa trenutnom fazom planiranja. Najvažniji tipovi podataka potrebnih za pravilno planiranje mreže su:

- geografski podaci i
- specifikacija opreme i troškovi.

2.1. Geografski podaci

Geografske karakteristike regije, nad kojom se vrši planiranje optičke mreže, moraju biti uzete u obzir, tokom svih faza planiranja. Postoje dva glavna tipa geografskih podataka koje je neophodno prikupiti:

- topologija ulica, uključujući pešačke prelaze i ivičnjake,...
- lokaciju zgrada, i ukoliko je moguće broj fizičkih i/ili pravnih lica unutar zgrade, koja će biti priključena, po vlaknu.

Tipično se podaci topologije ulica prikupljaju pomoću različitih baza podataka geografsko informacionih sistema (GIS), mada neretko se koriste *web* sajtovi za mapiranje

i planiranje ruta kao što su [maps.google.com](https://www.google.com/maps) ili www.openstreetmap.org. Informacije o zgradama i stanovnicima tih zgrada je teže prikupiti. Ponekad se ove informacije dobijaju iz podataka dobijenih na višem nivou planiranja, npr. od lokalne elektrodistribucione kompanije. Ukoliko ne postoji validan izvor informacija, jedini način da se prikupe ovie informacije je ići od zgrade do zgrade i brojati stanove.

2.2. Specifikacija opreme

Oprema za izgradnju FTTH mreže obuhvata aktivne (CWDM - *Coarse Wavelength Division Multiplexing* i DWDM - *Dense Wavelength Division Multiplexing* multipleksere, pojačavače, optičke svičeve, Media konvertere,...) i pasivne komponente (optičke distributivne ormane, spojnice, splitere, kablove, završne optičke kutije). Kod specifikacije opreme, potrebno je voditi računa o brojnim elementima kao na primer:

- kablovima koji se mogu instalirati u transportnoj, distributivnoj i pristupnoj mreži?
- dijimetru kablovskih cevovoda kroz koje će biti uduvavani kablovi
- opremi koja se ugrađuje u distributivnim tačkama, zgradama i kod krajnjeg korisnika?
- merenjima koje treba izvršiti pre puštanja u rad mreže?

2.3. Troškovi

Jedan od glavnih ciljeva pri planiranju optičke mreže jeste kontrola troškova, unutar datog seta ograničenja i zahteva koji se projektom moraju ispuniti. Kako bi se ovi troškovi što preciznije predvideli, moraju se sagledati svi aspekti izgradnje i održavanja optičke FTTH mreže. Ovo uključuje:

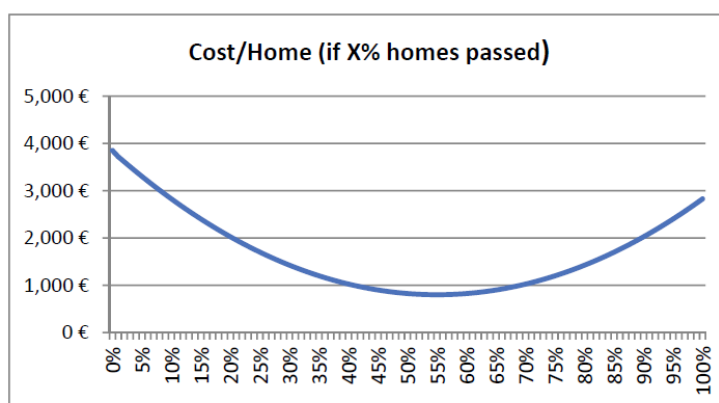
- troškove radne snage
- troškove materijala za izradu FTTH mreže
- troškove instalacije, testiranja i sertifikacija mreže
- troškove održavanja mreže
- troškove utoršene električne energije za napajanje aktivne opreme koja se koristi u optičkoj mreži
- troškove izgradnje i održavanja optičkih distributivnih tačaka

3. Strateško planiranje mreže

U ovoj fazi planiranja donosimo glavne poslovne odluke. Ključno pitanje je da li investirati uopšte u FTTH mrežu. Kako bi odgovorio na ovo pitanje, projektant mora da ima što tačnije procene troškova, ne samo za instalaciju mreže, već i za puštanje mreže u rad i održavanje mreže tokom perioda eksploatacije. Takođe, treba imati realne predikcije, koliko će se korisnika koristiti servise, koje će im omogućiti FTTH mreža. Veoma je važno bazirati predviđene troškove na realnim podacima, vezanim za konkretno geografsko područje, pošto se područja razlikuju, čak i ona sa sličnom populacijom (računarska pismenost, prosečna starost građana, nivo zaposlenosti stanovništva). Ekstrapolacija i *benchmarking* nisu poželjne metode planiranja. Ukoliko se donese odluka da je investicija u FTTH mrežu opravdana, postavljaju se sledeća dodatna pitanja:

- 1) Gde će mreža biti instalirana?

Komparacijom različitih regiona u pogledu troškova i prihoda, dolazimo do odgovora gde ćemo instalirati FTTH mrežu. U praksi, postoje različiti profili investitora u FTTH mreže. Privatni investitori će se opredeliti za finansijski najisplativija geografska područja, dok će javni investitori biti u obavezi da se prema svim potencijalnim korisnicima ophode isto. Idealan slučaj bi bio kada bi se finansijski interesi i interesi dostupnosti servisa, uzeli u razmatranje, unakrsno. Na slici 1 može se videti tipična cena koštanja instalacije optičke mreže po korisniku, iz čega se jasno vidi koji bi procenat konektovanih korisnika bio optimalan.



Slika1. Tipičan trošak instalacije po korisniku u zavisnosti od procenta konektovanih korisnika

2) Kojim redosledom će se zone mreže razvijati?

Kada FTTH mreža treba da pokrije veliku geografsku oblast, sama izgradnja mreže može da potraje nekoliko godina. Što je duži rok završetka radova na FTTH mreži, sve je važnije napraviti optimalan plan povezivanja zona te geografske regije. Ovaj plan često zavisi od poređenja troškova potrebnih za izgradnju mreže i potencijalnog prihoda koji bi nova mreža mogla da donese investitoru.

3) Koje metode, tehnologije i komponente treba koristiti pri izgradnji FTTH mreže?

Postoji mnoštvo mogućih tehnologija i komponentata za izgradnju FTTH mreže. Troškovno najisplativnija opcija, će biti ona koja uporednom analizom više mogućih tehnologija i komponentata, primenjujući na njima određene uslove i ograničenja, bude najjeftinija. Ovakva analiza se mora izvršiti za svaki projekat ponaosob, obzirom da svako područje ima drugačije geografsko-demografske karakteristike.

4. „High-level“ planiranje mreže

Kada se odluči koja će se geografska površina pokriti FTTH mrežom, vrši se detaljnije planiranje strukture same mreže. Rezultat ove faze planiranja su pouzdane procene predviđenih investicija, lokacije optičkih distributivnih tačaka, kablovskih kanala, plan splajsovanja i predmer potrebne opreme. „High-level“ planiranje mreže se

oslanja na rezultate dobijene u prethodnoj fazi, strateško planiranje mreže. Početni parametri su:

- definisano geografsko područje za planiranje mreže
- budžet
- arhitektura mreže (P2P, PON ili hibridna mreža)
- način kabliranja
- strategija kabliranja i konekcije unutar zgrade (npr. broj vlakana po zgradi)

Često ne postoje svi potrebni početni parametri, pa se u takvim slučajevima, mora razviti više scenarija planiranja optičkih mreža u zavisnosti od parametara koji nedostaju, kako bi se stvorila pouzdana predikcija očekivanih investicija na projektu. U ovoj fazi planiranja treba da se dobiju odgovori na sledeća pitanja:

1) Gde će biti locirane optičke distributivne tačke?

Obzirom da veće FTTH mreže obično zahtevaju kompleksno planiranje mreže, projektant mora da odluči koliko će biti optičkih distributivnih tačaka u mreži, gde će postaviti optičke distributivne ormane, gde će smestiti aktivnu opremu potrebnu za ispravno funkcionisanje mreže, kao i sa koje optičke distributivne tačke će biti opsluženi koji korisnici. Za manje mreže, gde je dovoljna jedna optička distributivna tačka, ta lokacija se bira na osnovu grupe predefinisanih opcija, koje zavise od broja zgrada koje su dostupne operatoru na tom geografskom području.

2) Broj optičko distributivnih tačaka

Jedan od zadataka „*high-end*“ planiranja je da dobijemo optimalni broj optičko distributivnih tačaka. Projektant ima obavezu da odluči koji će korisnik biti konektovan na koju optičko distributivnu tačku, kao i kakvo rešenje za menadžment optičkim kablovima treba koristiti u distributivnim tačkama.

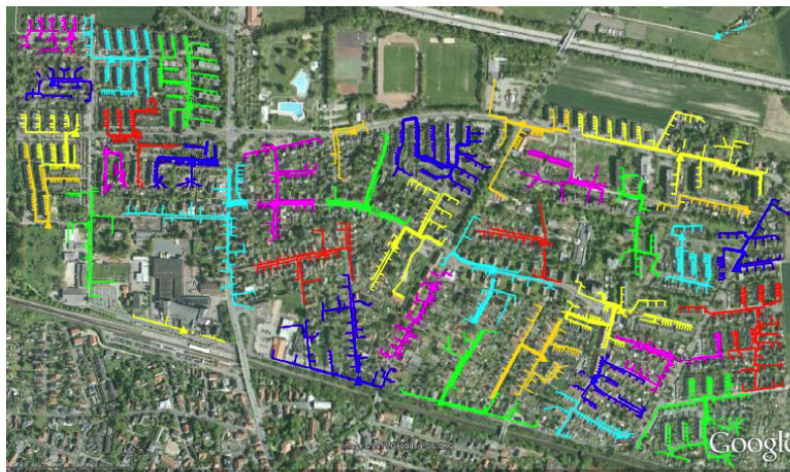
3) Predmer opreme

Nakon definisanja plana splajsovanja, takođe treba odrediti koji će se kablovi koristiti i kakva kablovska kanalizacija. Zajedno sa hardverskim zahtevima (u koje se ubrajaju i spojnice, spliteri, aktivni svičevi,...), ova informacija se može iskoristiti za generisanje grubog predmera opreme i materijala koji može koristiti dobavljačima kao indikator količina koje bi trebalo isporučiti. Konačna specifikacija opreme se pravi u sledećoj fazi planiranja.

Preporučljivo je koristiti, u ovoj fazi planiranja, automatske softverske alate, obzirom da oni mogu da obrade sve relevantne podatke, kao i njihove međuzavisnosti, u jednom koraku. U ovakvom okruženju, projektant određuje koji su parametri relevantni i koja ograničenja treba uvesti u alat za planiranje i optimizaciju mreže. Na slici 2 se vidi grafički rezultat ove faze planiranja.

5. Detaljno planiranje mreže

U ovom stadijumu procesa planiranja, rezultate *high-level* planiranja konvertujemo u izvođačke projekte. Postoji jedna bitna razlika između *high-level* i detaljnog planiranja mreže. Prvi definiše plan mreže koji bi trebao da bude izvodljiv, uz minorne strukturne promene. Suprotno tome, detaljni plan mora da bude tačan i dovoljno detaljan kako bi se obezbedile sve potrebne izvođačke dozvole i da bi se napravio plan radova.



Slika 2. Grafički rezultat *high-end* planiranja

Ova konceptualna promena implicira da je potreban još bolji kvalitet geografski-orijantiranih podataka; podrška softverskim alatom je obavezna kako bi mogli da vršimo grafičku manipulaciju i ispitivanje konzistentnosti projektovane mreže, kao i da je potrebno postojanje jedinstvene baze podataka za dokumentaciju, plan operacija prilikom izgradnje FTTH mreže, probleme koji su se desili prilikom izgradnje, marketinške akcije, kao i ucertane sve trase mreže, kako ne bi došlo do oštećenja kablova ili kablovske kanalizacije prilikom nekih drugih radova na tom terenu.

Svi podaci koji su korišćeni u prethodnim fazama planiranja sada bi trebalo da se ponovo uzmu u obzir, npr. geografski podaci o položajima ulica, zgrada, stanova unutar zgrada, kao i tabele iz baze podataka o komponentama mreže i troškovima opreme i instalacije. Takođe strukturalne odluke donešene u *high-level* fazi planiranja bi trebalo da budu polazna tačka za ovu fazu planiranja:

- Broj i geografska lokacija optičko distributivnih tačaka
- Oblasti opsluživanja svake od optičko distributivnih tačaka
- Trase kablova i kablovske kanalizacije

Uglavnom, korišćeni softverski alati omogućavaju ponovno korišćenje rezultata iz prethodne faze planiranja što dosta olakšava posao projektantima. Vrlo je korisno da rezultate dobijene u ovoj fazi planiranja, linkujemo sa nekim GIS alatom, kao što je *Google Street View* kako bi lakše izvršili proveru površine koje smo planiranjem odredili za trase kablovske kanalizacije i optičkih distributivnih tačaka. Takvi alati nam omogućavaju da lakše sagledamo detalje površine, kao što su položaj drveća pored ulica, tipove ulica, itd. Kako bi izbegli koliziju sa postojećom infrastrukturom ispod zemlje, softverski alati uglavnom omogućavaju uvoz podataka o pozicijama energetskih i bakarnih telekomunikacionih kablova kao i cevovode za gas i vodu.

Pored toga, važno je da imamo tačnu specifikaciju opreme koja će se koristiti pri izgradnji FTTH mreže kako bi se izbegle nekompatibilnosti opreme kao npr: raspored splajsovanja po bojama vlakana i tuba sa vlaknima; kompatibilnost konektora, npr. konektor sa APC (*Angled Polished ferrule Connector* – ferulom poliranom pod uglom)

ferulom neće biti kompatibilan sa konektorima sa PC (*Polished ferrule Connector* – polirana ferula) ferulom iako su istog tipa; ograničenja u vidu kompatibilnosti pri splajsovanju optičkih vlakana, npr. splajsovanje G.652D vlakna sa G.657B vlaknom je moguće. Kao rezultat detaljnog planiranja mreže dobija se Izvođački plan iz kojeg se vidi:

- Obeležavanje – svaka komponenta u mreži mora da bude unikatno obeležena prema planu iz projekta, kako bi je izvođač radova lakše identifikovao
- Konfiguracija kablova i kablovske kanalizacije – za svaki kabl koji se ne polaže direktno u zemlju mora se znati u koju cev se uduvava ili provlači. Uz to potrebno je znati prečnike kablova i prečnike cevi u koju se uduvavaju, što zbog izbegavanja problema na terenu tako i zbog određenih reduktora koji su potrebni da bi mašina za uduvavanje ispravno radila.
- Detaljni plan konekcije do korisnika – svaka konekcija do korisnika (od uličnog kabineta do ZOK-a u stanu), mora biti jasno pozicionirana, a trasa ucrtana u projektima izvođačkog plana.
- Detaljni plan splajsovanja i menadžment vođenja kablova – u optičkim distributivnim ormanima i koncentracionim tačkama je neophodno, u svakom trenutku, da znamo koji par optičkih vlakana se splajsuje sa kojim.

6. Dokumentacija

Izgrađena mreža nije uvek u identična sa projektom iz izvođačkog plana. Ukoliko su bilo kakve promene pri izvođenju napravljene, izvođački plan se mora ažurirati. Takav, ažurirani plan, se naziva projekat izvedenog stanja, i predstavlja bazu za kompletiranje dokumentacije o izrađenoj telekomunikacionoj mreži. Projekat izvedenog stanja treba da sadrži:

- Naziv i adresu firme koja je izvodila radove
- Trase polaganja optičkih kablova
- Skenirane građevinske dozvole
- Tehničku dokumentaciju korišćene opreme, odakle se jasno može videti proizvođač i tip opreme
- Skenirana odobrenja za bavljenje instaliranjem optičkih kablova od svih nadležnih ustanova

Konačno, za svaku zgradu ponaosob, u projekat izvedenog stanja treba uključiti i sledeću dokumentaciju: dozvole zemljoposjednika za polaganje optičkih kablova, kroz čija imanja prolaze optički kablovi i rezultate merenja izvedene mreže

7. Upravljanje projektom

Nakon što su sve faze planiranja gotove, pravi se osnovni mrežni dijagram upravljanja tajmingom, akcijama i resursima za konektovanje korisnika na FTTH mrežu, i to za:

- potreban broj ljudi (tehničara, inženjera)
- uduvavanje/polaganje kablova
- splajsovanje optičkih vlakana
- merenje izvedene mreže

- puštanje u rad

Ovi koraci treba da budu integrisani i u dokumentaciju izvođačkog projekta i u projektu izvedenog stanja. Obično se upravljanje projektom izvršava na sledeći način: Softver za detaljno planiranje mreže komunicira sa Web-baziranim sistemom na terenu, tako što mu šalje delove tog mrežnog dijagrama, pokazivajući mu u svakom trenutku koji sledeći je sledeći korak. Ovakav vid komunikacije je moguć ukoliko na terenu imamo bežični sistem komunikacije, pomoću kojeg se tehničarima i inženjerima na terenu šalju zadaci, a oni odgovaraju izveštajima o stanju na terenu i izvršenim zadacima.

8. Primer instalacije optičke okosnice na objektu Studentski grad

Radi uvođenja integralnog komunikacionog sistema Studentskog grada ukazala se potreba za uvođenjem kablovske infrastrukture na ovom objektu. Takva infrastruktura bi obuhvatila više odvojenih lokacija u Studentskom gradu (svi blokovi smeštaja studenata, portirnica i restoran) kao i njihovo međusobno povezivanje. Mrežni saobraćaj bi se odvijao korišćenjem standardnih protokola (TCP/IP,...). Projektnim rešenjem bi trebalo obezbediti da kroz projektovanu kablovsku infrastrukturu mogu omogućiti implementacija nivoa po OSI referentnom modelu. Takođe se projektnim rešenjem mora obezbediti nesmetano funkcionisanje LAN mreže, PTT komunikacija i video nadzor. Tehničko rešenje rađeno je u skladu sa principima zvezdaste arhitekture mreže. Projektovani kablovski sistem ima sledeće osobine:

- Oslanja se na važeće svetske standarde propisane za kablove, konektore i distributivne elemente koji se koriste
- Smanjuje troškove održavanja
- Olakšava širenje i modifikacije mreže

Korišćeni optički kablovi su monomodni optički kablovi sa 8 i 24 vlakana, prečnika 9/125μm. Montiranje pasivnih optičkih razdelnika (optičkih patch panel-a), postavljanje optičkih konektora, spajanje vlakana (splajsovanje), obrada krajeva kabla izvedena je profesionalnim alatom od strane obučanih, sertifikovanih instalatera. Projektovani elementi za terminisanje optičkih kablova proizvod su firme Huber+Suhner. Optički kablovi se terminišu optičkim SC konektorima. Spajanje optičkih vlakana izvršena je termičkim spajanjem, splajsovanjem, profesionalnim uređajem za termičko spajanje. Mesta na kojima je izvršeno spajanje vlakana zaštićena su adekvatnim optičkim kutijama.

8.1. Konceptualni opis mreže

Izvedenom optičkom okosnicom u objektu Studentski Grad u Beogradu omogućeno je povezivanje sledećih lokacija: 1G krilo; 2G krilo; 3G krilo; 4G krilo; 1F krilo; 2F krilo; 3F krilo; 4F krilo; Restoran i Portirnica

Centralno čvorno mesto se nalazi u krilu 3G i obeleženo je sa CD. Čvorište predstavlja komunikacioni orman u kome su smešteni *patch paneli* na kojima su terminisani optički kablovi. Terminisana su:

- Tri kabla sa monomodnim vlaknima dimenzija 9/125μm i svi sadrže 24 vlakna.
- Samonosivi kabl sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125μm koji sadrži 8 vlakana.

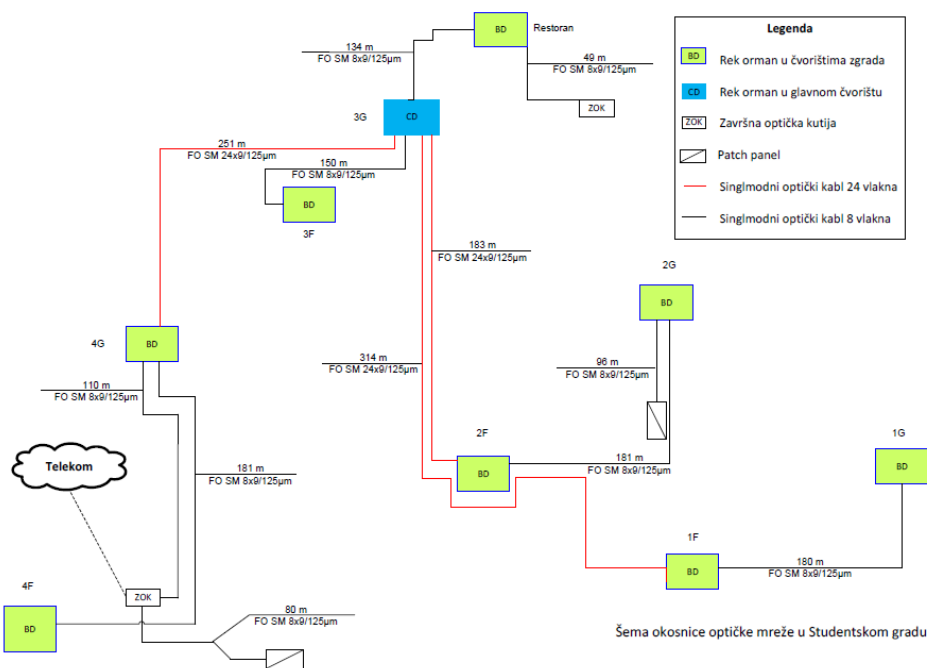
- Kabl sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m koji sadrži 8 vlakana.

Sva vlakna su terminisana sa SC/APC konektorima. Uz pomoć ovih kablova direktno su povezani ostali objekti na ovo centralno čvorište, a u daljem tekstu će biti objašnjeno na koji način je to ostvareno.

Drugo čvorno mesto je smešteno u RESTORANU. Jedan kabl je povezan na centralno čvorište i to je samonosivi kabl sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m koji sadrži 8 vlakana. Drugi kabl je takođe sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m, sadrži 8 vlakana, od kojih 6 završava na ZOK-u, dok preostala 2 vlakna čine rezervu.

Treće čvorno mesto je smešteno u 4G. Jedan kabl je povezan na centralno čvorište i to je samonosivi kabl sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m koji sadrži 24 vlakana. Drugi i treći kabl je takođe sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m, sadrže 8 vlakana, od kojih jedan završava na ZOK-u, dok drugi završava u čvorištu koje je smešteno u 4F.

Četvrto čvorno mesto je smešteno u 2F. Jedan kabl je povezan na centralno čvorište i to je samonosivi kabl sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m koji sadrži 24 vlakana. Drugi kabl je takođe sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m, sadrže 8 vlakana, koji završava u čvorištu koje je smešteno u 2G.



Slika 3. – Šema okosnice optičke mreže u Studentskom centru

Peto čvorno mesto je smešteno u 1F. Jedan kabl je povezan na centralno čvorište i to je samonosivi kabl sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m koji sadrži 24 vlakana. Drugi kabl je takođe sa monomodnim vlaknom dimenzije 9/125 μ m, sadrže 8 vlakana, koji završava u čvorištu koje je smešteno u 1G.

Kompanija Logo D.O.O. je izvršila isporuku i instalaciju opreme, terminaciju optičkih kablova kao i sertifikaciju izvršene mreže. Celokupan projekat je trajao 35 dana i na njemu je učestvovalo 4 tehničara i 3 inženjera. Na projektu je instalirano 8 *Rack* ormana, 2 km optičkog kabla i urađeno je ukupno 156 konekcija.

Izrađena optička okosnica će se koristiti za potrebe povezivanja (ravan kampusa) pojedinačnih LAN mreža po blokovima Studentskog grada. Projekat instalacije LAN mreža po blokovima Studentskog grada je već urađen, i uskoro se očekuje njegova realizacija.

10. Zaključak

Danas, obzirom da je konkurencija na tržištu telekomunikacionih usluga velika, konkurenti preuzimaju inicijativu, ne čekajući da tržište stvori potrebu za kapacitetom prenosnih linkova, već sami traže načine da ponude što veće kapacitete prenosa do krajnjih korisnika.

Uspešna realizacija FTTH mreže obuhvata analiziranje, implementaciju i puštanje u rad, počevši od inicijalne studije slučaja (opravdanost ulaganja) do puštanja u rad servisa do krajnjeg korisnika. Prilikom realizacije FTTH mreže mora se ići tačno utvrđenim koracima koji se odnose na pripremu i čuvanje sve potrebne dokumentacije vezano za sve donešene odluke; instaliranje pasivne opreme; instaliranje aktivne opreme; puštanje u rad servisa do krajnjeg korisnika i održavanje mreže.

Literatura

- [1] Eileen Connolly Bull, "FTTH Handbook", Januar 2012, Connolly Communication AB
- [2] Josep Prat, Pere E. Balaguer, Joan M. Gené "Fiber-to-the-home technologies", Jul 2002, Kluwer Academic Publishers
- [3] Jim Hayes "Fiber Optic Technician's manual", septembar 2010, Thomson Delmar Learning
- [4] Projekat izvedenog stanja objekat Studentski grad, novembar 2011, LOGO D.O.O.
- [5] Optellent Inc. "Optical Network Installation guide", februar 2007, Optellent Inc.

Abstract: *Large investments require careful planning in order to minimize potential financial risk. Well-planned network is the key to minimizing the investment, which leads to an increase in average profit per customer.*

Keywords: *Investments, planning, optimisation*

PLANNING AND INSTALLATION OF FTTH NETWORKS

Maja Krsmanović, Milan Jovanović