

**OSOBINE I PRIMERI PRIMENE PASIVNIH OPTIČKIH MREŽA****PASSIVE OPTICAL NETWORKS**Tamara Bulović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – POŠTANSKI SAOBRAĆAJ I TELEKOMUNIKACIJE**

**Kratak sadržaj** – U radu je opisan postupak projektovanja pasivne optičke mreže (FTTX). Posebno je analiziran koncept i arhitektura FTTX, opisane su mreže sa „otvorenim pristupom“, kao i koncept, razvoj i primer mreže do kuće, FTTH.

**Ključne reči:** Optičke mreže, FTTX tehnologije, FTTH koncept

**Abstract** – Passive optical networks (FTTX), concept and architecture are described in this paper. Particular analysis is given for "open access" networks and concept, development and example of FTTH.

**Keywords:** Optical networks, FTTX technologies, FTTH concept

**1. UVOD**

Pasivne optičke mreže, PON (Passive Optical Networks) smatraju se jednom od najpogodnijih rešenja za realizaciju različitih optičkih mreža za pristup do krajnjeg korisnika FTTH (Fiber To The Home). Sadrže ključne prednosti nad ostalim mrežama zbog toga što su zasnovane na potpuno pasivnim komponentama, koje ne zahtevaju napajanje niti primenu dodatnih uređaja za instalaciju opreme na licu mesta.

Pasivne optičke mreže su počele da se koriste krajem 80-tih godina prošlog veka, prvobitno kao optičke infrastrukture za telefoniju. Danas su PON širokopoljasne mreže i predstavljaju jedno od najprivlačnijih rešenja za kvalitetan, brz, ekonomičan i pouzdan pristup internetu.

Pasivne optičke mreže postale su alternativna rešenja za najveći deo postupaka optičkog pristupa od krajnjeg korisnika (FTTH).

**2. PASIVNE OPTIČKE MREŽE**

Varijante pasivnih optičkih mreža su:

1. A/BPON (ATN/BROAD)
2. EPON (Ethernet PON)
3. GPON (Gigabit PON)

FTTH arhitektura obezbeđuje niže troškove po korisniku deljenjem ukupne cene optičkog vlakna i opreme na veći broj korisnika.

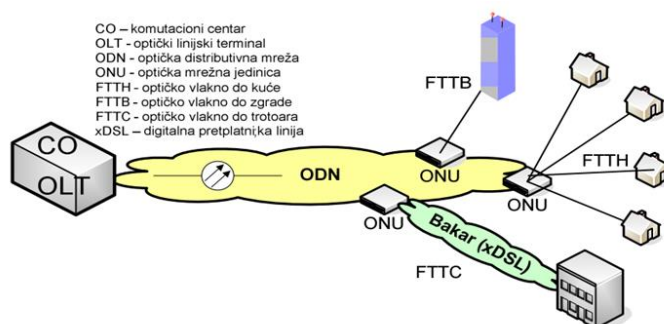
**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, red. prof.

**2.1. Arhitektura PON mreže**

PON mreže sastoje se od optičkih linijskih terminala (OLT, Optical Line Terminal) smeštenih u centrali (CO) i skupa optičkih mrežnih jedinica (ONU, Optical Network Unit), smeštenih u neposrednoj blizini ili na lokaciji korisnika. Između OLT i ONU nalazi se optička distributivna mreža (ODN, Optical Distribution Network) koja se sastoji od optičkih vlakana i pasivnih kombajnera optičkog snopa.

OLT povezuje optičku mrežu za pristup sa MAN/WAN mrežama, ONU predstavlja interfejs između korisnika i PON mreže. Funkcija ONU jedinice jeste da primi saobraćaj u optičkom domenu i da ga konvertuje u električni i razdvoji signal.



Slika 1. Arhitektura PON mreže [1]

**2.2. Standardizovana verzija PON mreže**

U Tabeli 1. date su osnovne karakteristike standardizovanih verzija PON mreže.

**2.3. Koncept FTTX mreže**

FTTX (Fiber to the-X) predstavlja širokopoljasnu pristupnu mrežu koja koristi optička vlakna u svojoj strukturi radi komunikacije sa krajnjim korisnikom.

Kod FTTX prva tri sloja znače da se radi o mreži sa optičkim vlaknom, dok X označava tačku na kojoj se optičko vlakno nalazi.

U širem smislu FTTX mreže dele se na:

1. FTTN - optika do čvora,
2. FTTC - optika do ivičnjaka,
3. FTTB - optika do granice zgrade,
4. FTTH - optika do kuće,
5. FTTD - optika do stola,
6. FTTP - optika do lokala.

Tabela 1. Karakteristike standardizovanih TDM-PON tehnologija [1]

	BPON	GPON	EPON
Standard/godina	ITU-T G.983.x / od 1998	ITU-T G.984.x / 2003	IEEE 802.3ah/ 2004
Binarni protok <i>downstream</i> [Mb/s]	155, 622 ili 1244	1244 ili 2488	1000
Binarni protok <i>upstream</i> [Mb/s]	155 ili 622	155, 622, 1244, 2488	1000
Korisnika/PON	32	64	16
Binarni protok po korisniku [Mb/s]	20	40	60
Maksimalan domet [km]	20	20	20
Jedinica za prenos podataka	ATM ćelija	GEM ram	Ethernet ram
Servisi	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Ethernet servisij
Procenjeni troškovi	Mali	Srednji	najmanji

Postoje nekoliko FTTX tehnologija, najpoznatije od njih su:

- Point-to-point arhitektura
- Point-to-multipoint arhitektura.

Pristupne mreže se koriste kako bi povezale:

- Bazne stanice mobilne mreže,
- Fiksne bežične mrežne antene (wireless LAN ili WiMax),
- Uređaje za kontrolu i nadzor (kamere, alarmi, kontrolni uređaji...),
- Ustanove kao što su bolnica, škola, policija itd.

#### 2.4. "Last mile"

Last mile (poslednja milja) je termin koji se koristi za provodnike između telefonske centrale i pretplatnika. Ta dužina koja iznosi do 1600 metara je maksimalno dovoljno rastojanje pretplatnika do telefonske centrale uslovljeno je strujom daljinskog napajanja mikrotelefonske kombinacije tj. telefonskog aparata.

Neke od čestih Last mile tehnologija su:

- xDSL,
- Cable modem (CATV),
- Ethernet,
- WiMax.

#### 2.5. FTTX okruženje

Optičko vlakno mora biti postavljeno što bliže pretplatniku, u zavisnosti da li se mrežna infrastruktura nalazi na javnom ili privatnom zemljištu ili je u sklopu javnih ili privatnih poseda.



Slika 2. Tip FTTX okruženja [5]

Fizičko okruženje delimo na:

- Gradsko,
- Ruralno,
- Otvoreno stambeno,
- Prema tipu zgrada i gustine naseljenosti.

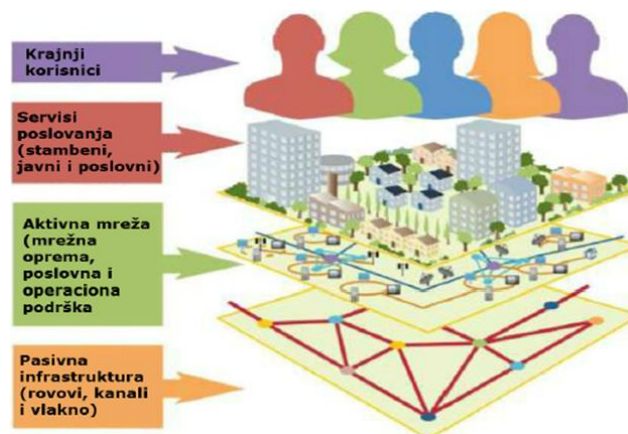
Tipovi terena mogu biti:

- Greenfield - predstavlja novogradnju na kojoj se mreža instalira paralelno sa izgradnjom objekta,
- Brownfield- urbano mesto gde su objekti u fazi izgradnje, ali je postojeća infrastruktura veoma niskog standarda,
- Overbuild - nadgradnja na već postojeću infrastrukturu.

Faktori od kojih zavisi kakva će infrastruktura biti jesu sledeći:

- Veličina FTTX mreže,
- Tip FTTX mreže,
- Tekući troškovi za održavanje i rad mreže (OPEX),
- Inicijalni troškovi implanitiranja infrastructure (CAPEX),
- Vrste mrežne arhitekture,
- Lokalni uslovi koji obuhvataju troškove radne snage, kontrolu saobraćaja i lokalna ograničenja i drugo.

#### 2.6. Mreže sa "otvorenim pristupim"

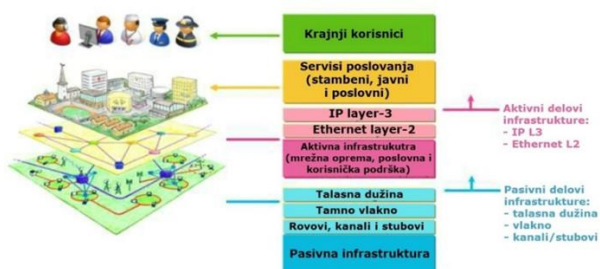


Slika 3. FTTX mrežni slojevi [6]

#### 2.7. Mreže sa "otvorenim pristupim"

Mreža sa "otvorenim pristupom" čini resurse koji je na raspolaganju vlasnika i svim klijentima. Cena pristupa je ista za sve klijente i niža od cene koju bi platili za izgradnju sopstvene mreže, kada se govori o "otvorenom pristupu" u svetu telekomunikacije, to obično podrazumeva odabran pristup provajderima radi

komunikacije sa korisnicima, bez potrebe kreiranja i razvijanja sopstvene optičke mreže.



Slika 4. Mreže sa „otvorenim pristupom“ [6]

## 2.8. Primeri u telekomunikacionom saobraćaju

Mobilna mreža Telekoma Srbija osnovana je 9.6.1997. godine. Kompanija je počela da pruža usluge mobilne telefonije 1998. godine. 3G tehnologija i usluga ADSL interneta su uvedeni 2006, multimedijalni servisi (IPTV) 2008. godine, a 2015. uvedena je LTE (4G) tehnologija. Danas kompanija Telekom Srbija pruža sledeće usluge:

- fiksna telefonija (POTS i VoIP)
- mobilna telefonija (GSM, UMTS, LTE)
- internet (kablovski, DSL, optički i mobilni)
- ICT servisi
- digitalna televizija (kablovska, IPTV, satelitska, zemaljska)
- Integrisane usluge - mts BOX paketi, mts Biz paket, Super PLAN paket
- Telefonski imenik
- Prodaja uređaja za privatne i poslovne korisnike [10].

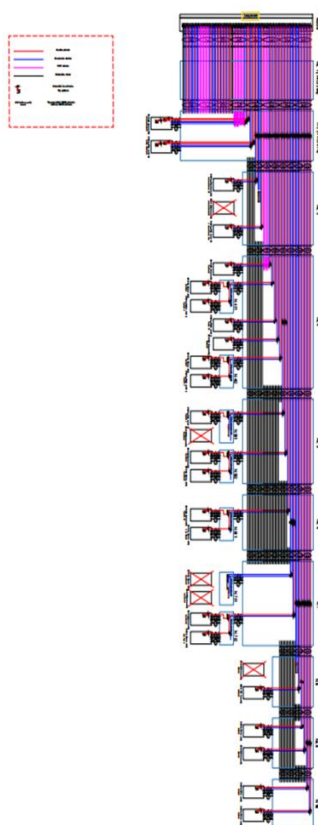
## 2.9. Primeri FTTH mreže u Subotici

Područje Subotice može se smatrati urbanim područjem, prema površini koju zauzima i gustini naseljenosti.

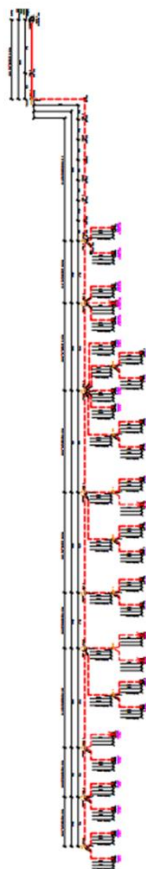
Na području klastera 10 Subotica primarna mreža je podzemna kao i sekundarna mreža.



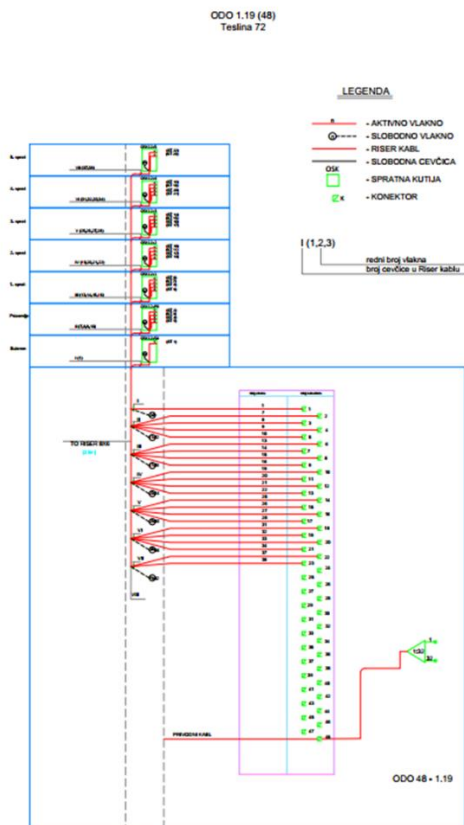
Slika 5. Situacija trase



Slika 6. Plan namene vlakana



Slika 7. Detaljan šematski plan



Slika 8. Blok šema vertikalne instalacije

### 3. ZAKLJUČAK

Zbog mogućnosti prenosa velike količine informacija kao i svoje brzine i sigurnosti usluge, pasivne optičke mreže stekle su veliko poverenje. Ostali razlozi za primenu jesu jednostavna infrastruktura, jeftino održavanje i brzina prenosa. PON mreže su najčešće korišćene za komunikaciju do krajnjeg korisnika.

PON predstavljaju najbolju opciju za krajnje korisnika zbog niže cene u odnosu na konkurenckne tehnologije i lakšeg uklapanja u okruženje.

FTTX tehnologije u velikoj meri utiču na bolji životni standard tako što otvara bolje mogućnosti na tržištu, kreira lakše poslovne poduhvate i predstavljaju magnet za investicije u privrednim granama. Kvalitetna i brza usluga kao i stabilna infrastruktura izdvajaju je od ostalih tehnologija.

Optičke mreže napravile su veliki pomak u razvoju distribucije digitalnog sadržaja i tržišta elektronskih usluga. Optičke pristupne mreže su kvalitetnim uslugama i zadovoljstvom korisnika kreirale temelj u sadašnjosti i napravile osnovu za pružanje odgovora na sve zahteve korisnika i razvoj u budućnosti.

### 4. LITERATURA

- [1] Vladanka Aćimović-Raspopović, Goran Marković, Vesna Radonjić, „Pasivne optičke mreže za pristup“, Beograd, 2007.
- [2] Željko Popović, „Sljedeća generacija pasivnih optičkih mreža“, Zagreb, 2010.
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber\\_to\\_the\\_x](https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x)
- [4] Igor Karaica, „FTTx MREŽNE TEHNOLOGIJE“, Zagreb, 2009.
- [5] P. Rigby, “FTTH Handbook,” FTTH Counc. Eur., no. 5, pp. 1–161, 2011.
- [6] P. Rigby, “FTTH Handbook,” FTTH Counc. Eur., no. 5, pp. 1–161, 2011.
- [7] Elmedin Biberović, „Upotreba FTTH mreže i njena ekonomska opravdanost“, mart, 2014.
- [8] S. Budimir, “Razvoj FTTx optičkih mreža,” Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, 2015.
- [9] <http://www.topip.rs/content/view/81/22/1/1/>, avgust, 2011.
- [10] [http://sh.wikipedia.org/wiki/Telekom\\_Srbija](http://sh.wikipedia.org/wiki/Telekom_Srbija)
- [11] INSTALLATION OF OPTICAL CABLES IN ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA B. Arsenijević, R. Pjevčević, R. Čeramilac, D. Maksić, N. Jotić
- [12] Velimir Radlovački - Računarske mreže i komunikacije, 2008
- [13] <https://optickikonektori.weebly.com/>

### Kratka biografija:



**Tamara Bulović** rođena je u Glini 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2024.god.  
kontakt:  
tamarasamardzija94@gmail.com