

## PROJEKTOVANJE OPTIČKE MREŽE U NASELJU SREDNJE VELIČINE OPTICAL NETWORK DESIGN FOR MEDIUM SIZED CITY

Aleksandra Kerezović, Željens Trpovski, Dejan Nemeć, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

### Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

**Kratak sadržaj** – Rad se bavi pasivnim optičkim mrežama i njihovim podelama. Posebno se razmatra Gigabit pasivna optička mreža (GPON) i njene prednosti. Pored toga rad se bavi izgradnjom pristupne optičke mreže u Rumi, gde se razmatra polaganje optičkog kabla i povezivanje miniIPAN/IPAN uređaja u jednom delu naselja.

**Ključne reči:** Optika, optičko vlakno, FTTx, GPON, miniIPAN/IPAN

**Abstract** – The paper deals with passive optical networks and their types. The Gigabit Passive Optical Network (GPON) and its benefits are specifically considered. In addition, the paper deals with the construction of an optical access network in Ruma, where the construction of an optical cable and the connection of miniIPAN / IPAN devices in the part of city are discussed.

**Keywords:** Optics, fiber, FTTx, GPON, passive optical networks, miniIPAN/IPAN devices

### 1. UVOD

U ovom radu opisan je postupak projektovanja optičke mreže u naselju srednje veličine. Dat je konkretan primer izgradnje trase optičkog kabla kroz kratku ulicu u Rumi. Prikazan je osnovni princip arhitekture, topologije i realizacije FTTx (*Fiber To The x*) mreža. Opisane su pasivne optičke arhitekture i princip planiranja pristupne mreže, GPON (*Gigabit Passive Optical Network*), kao i povezivanje miniIPAN i IPAN (*Internet Protocol Access Node*) uređaja. Na kraju su dati podaci o pokrivenosti domaćinstava kao „home passed“ ili „home connected“.

### 2. FTTX (*Fiber To The X*) KONCEPTI I APLIKACIJE

*Fiber to the X* (FTTx) je opšti naziv za bilo koju širokopojasnu mrežnu arhitekturu koja koristi optička vlakna kao zamenu bakarnih lokalnih petlji koje se koriste za telekomunikacije u poslednjem kilometru mreže, do korisnika.

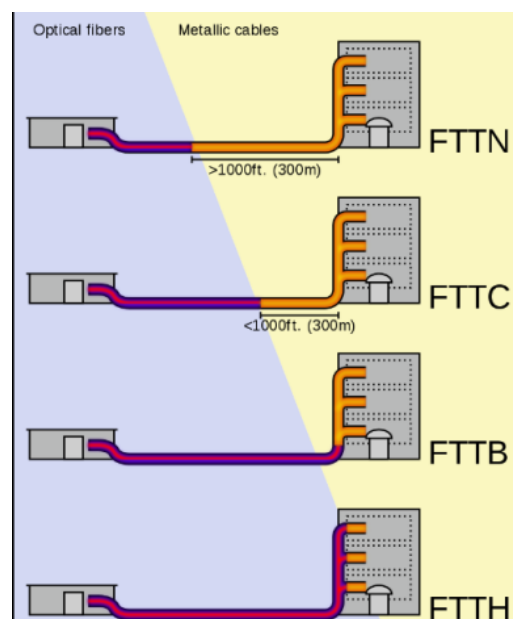
Generički termin je bio prvobitna generalizacija nekoliko različitih konfiguracija optičke realizacije (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH itd.)

#### NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željens Trpovski.

Početna tri slova FTT uvek su bila ista, a konfiguracije su se razlikovale po poslednjem slovu, koje se menjalo u zavisnosti od generacije sistema. Neki primeri tih konfiguracija prikazani su na slici 1:

- FTTN (*Fiber To The Node*) – optika do izdvojenog stepena.
- FTTC (*Fiber To The Curb/Cabinet*) – optika do telefonskog stuba ili kabineta/ormana.
- FTTB (*Fiber To The Building/Basement*) – optika do objekta koji se povezuje na mrežu.
- FTTH (*Fiber To The Home*) – optika do kuće.
- FTTD (*Fiber To The Desk*) – optika do stola/računara.
- FTTP (*Fiber To The Premises*) – optika do prostorije.
- FTТУ (*Fiber To The User*) – optika do korisnika [1].



Slika 1. Varijante FTTx arhitekture [1]

### 3. PASIVNE OPTIČKE MREŽE (PON/GPON)

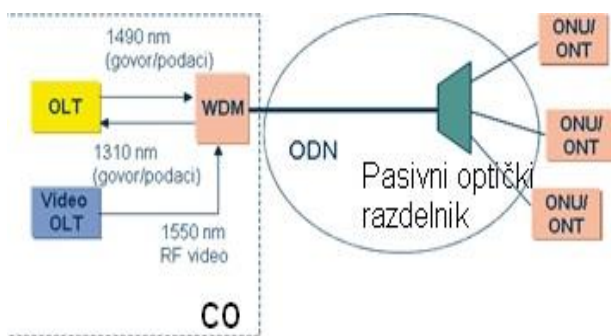
Za razliku od konvencionalnih mreža, pasivne optičke mreže PON (*Passive Optical Network*) nemaju aktivnih komponenta između glavnog komutacionog centra i korisničkih prostorija. Koriste se samo potpuno pasivne optičke komponente, kako bi vodile informacione signale sadržane u pojedinim talasnim dužinama.

Pasivne optičke mreže (PON) postale su alternativa u rešavanju problema optičkog pristupa do krajnjeg

korisnika FTTH. Ključna prednost PON sistema, zasnovanih na potpuno pasivnim komponentama, jeste u tome što ne zahtevaju napajanje, niti primenu dodatnih uređaja za instalaciju opreme na licu mesta.

### 3.1. Osnovne PON arhitekture

Pasivne optičke mreže (PON) ne sadrže nikakve aktivne optičke elemente na svojim mrežnim trasama. Slika 2. ilustruje osnovnu arhitekturu tipične PON mreže, u kojoj optička mreža povezuje svičeve u glavnoj centrali sa brojnim pretplatnicima usluga.



Slika 2. Arhitektura PON mreže [2]

Primeri telekomunikacione opreme u centrali, koja može da se povezuje PON mrežom, jesu komutacioni čvorovi fiksne telefonije PSTN (*Public Switched Telephone Network*), IP ruteri, video serveri koji obezbeđuju servis video na zahtev VoD (*Video on Demand*), ethernet svičevi, ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) svičevi, kao i bekap sistemi za skladištenje [2].

## 4. OPTIČKA MREŽA U RUMI

Na teritoriji Vojvodine položeni su optički kablovi do svih naseljenih mesta, a u većini slučajeva napravljeni su i optički prstenovi, koji predstavljaju alternativne pravce u slučaju prekida optičkog kabla na nekim pravcima. U mestima srednje veličine, poput Rume, mreža je decentralizovana, tj. podeljena na manja područja kako bi se smanjila dužina pretplatničke petlje, koja utiče na rad VDSL (*Very High Speed Digital Subscriber Line*) uređaja koji daje mogućnost da se preko klasične telefonske parice pristupa mreži brzinom do 100 Mbit/s, preko kojih radi internet odnosno digitalna televizija.

Kao što se vidi na slici 3, optika je povučena i do industrijskih zona, zatim do državnih ustanova, škola, domova zdravlja, staračkih domova, banaka, i drugih zainteresovanih pravnih i fizičkih lica. Optika je povučena i do baznih stanica mobilne telefonije, kao i do drugih pružalaca usluga interneta i televizije (npr. Kablovski operator Kopernikus u Rumi).

Trenutni trend u Preduzeću za telekomunikacije Telekom Srbija a.d, jeste izgradnja optičke mreže do korisnika FTTH (*Fiber To The Home*) odnosno do zgrade FTTB (*Fiber To The Building*). U nekim gradovima u Vojvodini (Novi Sad, Subotica) već se krenulo sa ovim tehnologijama, a u planu za naredni period su i veća mesta u Sremu. Na slici 3 prikazano je gde je sve optika prošla kroz Rumu.



Slika 3. Optička mreža u Rumi [3]

### 4.1. GPON optička pristupna mreža do krajnjih korisnika

Kao što je napred istaknuto, princip implementacije planskog širenja optičke pristupne mreže u područjima velikog tržišnog potencijala, potrebno je da bude realizovan kroz „*home passed*“ i „*home connected*“ model. Naime, do sada je kod nas primenjivan gotovo isključivo „*home connected*“ koncept GPON rešenja na pojedinačnim izolovanim zonama i objektima kolektivnog stanovanja koji se nije pokazao kao ekonomski isplativ i široko primenljiv.

Široka implementacija GPON rešenja treba da se oslanja na „*home passed*“ model. To znači da se okosnica GPON mreže planira tako da zadovolji kompletno područje, a sami pojedinačni elementi GPON mreže lociraju i dimenzionišu na osnovu procenjenog broja korisnika za konekciju u prvoj fazi.

Povezani korisnici će biti „*home connected*“, dok će oni kod kojih je povezivanje na GPON mrežu omogućeno naknadnom izgradnjom kratkih optičkih privoda i/ili optičke instalacije i eventualnog dodavanja splitera, imati status „*home passed*“ korisnika.

Potencijalni načini realizacije ovih mreža se razlikuju u *brownfield* (postojeće mreže) i *greenfield* (nove mreže) slučajevima, a osim toga zavise i od korisničkog potencijala područja, kao i očekivane dinamike prema kojoj će korisnici GPON sistema usloviti perspektivnu nadogradnju sistema. Na slici 4. prikazana je arhitektura GPON mreže.

### 4.2. Povezivanje miniIPAN/IPAN uređaja (FTTB)

Za svaki IPAN je potrebno obezbediti minimalno jedan par aktivnih optičkih vlakana. Optičku mrežu bi trebalo projektovati tako da se do svake krajnje tačke odnosno svakog IPAN uređaja obezbedi par optičkih vlakana direktno povezanih na nadređenu agregaciju i minimalno jedan par optičkih vlakana za potencijalni međusobni sabtending (*subtend*) uređaja u zavisnosti od topologije pristupne mreže.

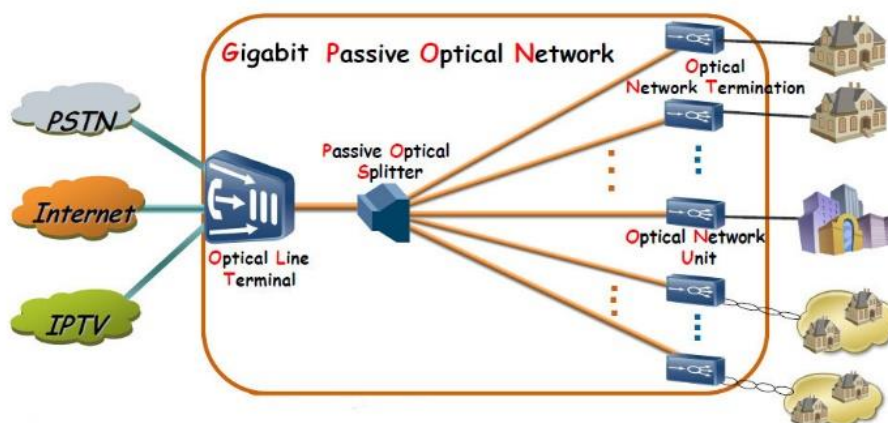
Mogućnost sabtendovanja IPAN uređaja, kao i potencijalna izgradnja novih agregacionih čvorišta bliže korisnicima, ne treba da budu restriktivni kriterijum prilikom projektovanja optičke mreže. U zavisnosti od topologije mreže, može se predvideti sabtend do dva pristupna čvora na određeni IPAN/miniIPAN uređaj. Odabir AN za sabtendovanje treba vršiti po pre svega prostornim kriterijumima područja, vodeći pri tome računa o dužini i optimalnom korišćenju vlakana raspoložive optičke mreže [3].

### 5. miniIPAN DRVARSKA („home passed“ ili „home connected“)

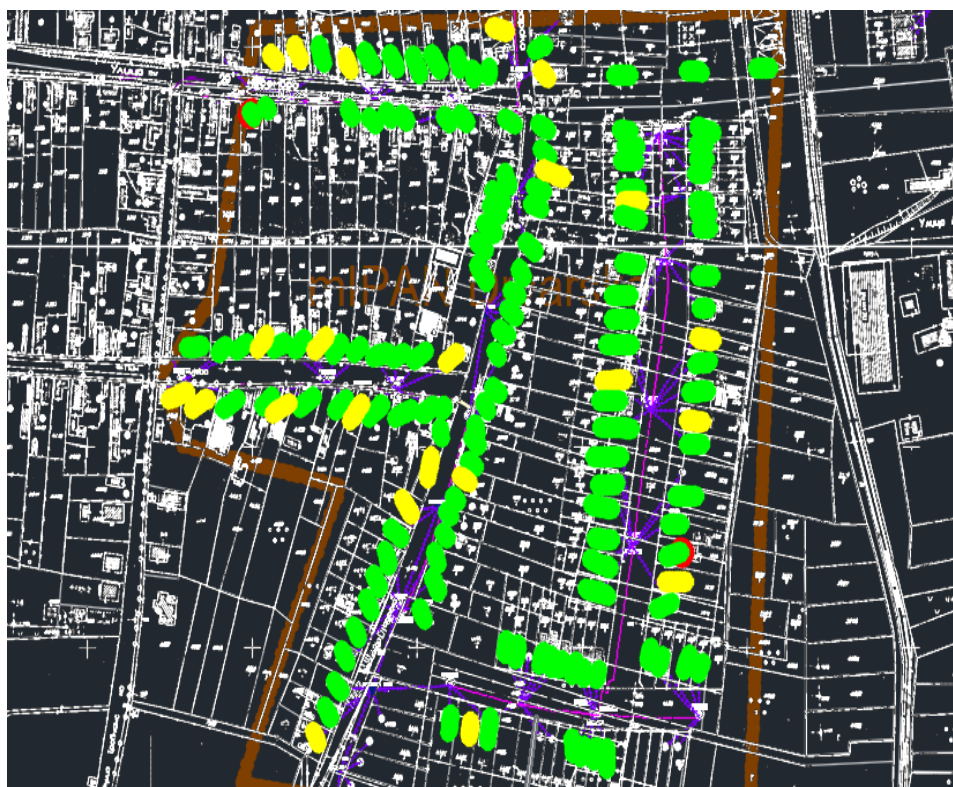
Kao što je već rečeno, široka implementacija GPON rešenja treba da se oslanja na „home passed“ model. To znači da se okosnica GPON mreže planira tako da zadovolji kompletno područje, a sami pojedinačni elementi GPON mreže lociraju i dimenzionišu na osnovu

procenjenog broja korisnika za konekciju u prvoj fazi. Povezani korisnici će biti „home connected“, dok će oni kod kojih je povezivanje na GPON mrežu omogućeno naknadnom izgradnjom kratkih optičkih privoda i/ili optičke instalacije i eventualnog dodavanja splitera, imati status „home passed“ korisnika.

Na slici 5. prikazan je deo grada Rume koji obuhvata privodni optički kabl miniIPAN Drvarska. Deo sa slike obuhvata četiri ulice, a to su Atanasije Stojkovića, Pinkijeva, Bore Gavrilovića i Drvarska. Za ove četiri ulice obeleženo je svako domaćinstvo koje je pokriveno kao „home passed“, žutom bojom, i svako domaćinstvo pokriveno kao „home connected“, zelenom bojom. Pokrivenost „home passed“ je 16% od ukupnog broja domaćinstava koje obuhvata miniIPAN Drvarska. „Home passed“ menja bakar za optiku i pruža korisnicima mnogo bolji signal, bolji protok, jednom rečju bolju uslugu.



Slika 4. Arhitektura GPON mreže [4]



Slika 5. Prikaz miniIPAN Drvarska [3]



## 6. ZAKLJUČAK

Danas je svuda zastupljena digitalna tehnika i optički prenos podataka što je uticalo na formiranje novih tehnika prenosa, sa kojim se započela nova faza u evoluciji telekomunikacionih mreža. Ovaj napredak će dovesti do značajnih mogućnosti pružanja novih servisa znatno većih binarnih protoka.

To dovodi do razvoja novih optičkih mreža koje već sada omogućavaju prenos ogromne količine podataka daleko većim brzinama, nego što je to bio slučaj pre deset godina.

Optičke mreže, bazirane na pojavljivanju optičkog sloja u transportnim mrežama, obezbeđuju veće kapacitete i smanjuju troškove novim aplikacijama kao što su internet, video i multimedijalna interakcija i moderni digitalni servisi [5].

Osnovni cilj razvoja savremenih telekomunikacionih mreža jeste skraćivanje pretplatničke petlje i približavanje širokopolasne mreže korisnicima usluga. Na području Rume u ulici Drvarska izvršena je izgradnja miniIPAN Drvarska i obezbeđeni su potrebni brojevi telefonskih priključaka za korisnike kojima su priključci bili neophodni. Izgradnjom ovog optičkog kabla "Telekom Srbija" dobija nove pretplatnike, korisnike usluga, a samim tim i bolju zaradu.

## 7. LITERATURA

[1] <https://networks.nokia.com/products/7330-isam-fttn-ansi>, Februar 2019.

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_optical\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Passive_optical_network), Februar 2019.

[3] Telekom Srbija, primeri projektne dokumentacije za izgradnju optičkih mreža, 2014.

[4] <https://www.fs.com/overview-of-gpon-technology-aid-500.html>, Februar 2019.

[5] Nemanja Andrić, Optičko kabliranje, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, 2016.

### Kratka biografija:



**Aleksandra Kerezović** rođena je u Rumi 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Komunikacione tehnologije – Telekomunikacioni sistemi odbranila je 2019. god.



**Željen Trpovski** rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.



**Dejan Nemec** rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.