

Primjena mikrocijevnih sistema u izgradnji FTTH kućnih instalacija

Sanja Đuraš Živković

Dipl.inženjer saobraćaja, student drugog ciklusa studija
Saobraćajni fakultet
Doboj, BiH
sanjadjuras@gmail.com

Sažetak—U radu su prikazani načini korištenja mikrocijevnih sistema pri izgradnji FTTH mreža. Najveći troškovi razvoja mreže su građevinski radovi izgradnje nove mreže standardnim PEHD i PVC cijevima, pa smanjenje njihovog opsega direktno utiče na smanjenje troškova razvoja. Prikazani su načini korištenja mikrocijevi kako bi se iskoristio slobodan prostor u cijevima u postojećoj infrastrukturi, kao i načini korištenja postojećih vodovodnih i drugih instalacija za uvlačenje mikrocijevi, a potom i optičkog kabla.

Ključne riječi—FTTH mreža; mikrocijevni sistemi;

I. UVOD

Optičke kablove moguće je polagati i voditi duž trasa FTTH mreža na različite načine. Najčešći način je polaganje odnosno uduvanje optičkih kablova u plastične cijevi koje predstavljaju podzemnu kablovsku kanalizaciju telekomunikacionog operatera. Drugi način koji se u većini slučajeva koristi u ruralnim područjima gdje korisnici nisu gusto naseljeni je vođenje kablova nadzemno pri čemu se oni pričvršćuju na armirano betonske ili drvene stubove.

Veoma bitan dio izgradnje FTTH mreža predstavlja kućna instalacija optičkog voda. Za pojedinačna domaćinstva to predstavlja optički privod od kuće do voda na glavnoj trasi, dok za stambene zgrade predstavlja cijelu instalaciju od ulaza u zgradu do svakog korisnika pojedinačno.

Pri proračunu troškova razvoja FTTH mreža u nekom području postoji niz faktora, od geografskog položaja korisnika do kablova i opreme koja se koristi pri razvoju mreže. Svaki faktor nudi smanjenje troškova razvoja FTTH mreže, a jedan od najvećih faktora su građevinski radovi pri izgradnji nove mreže, odnosno cijena iskopa i polaganja novih standardnih PEHD ili PVC cijevi. Pri smanjenju troškova, a samim tim i bržem razvoju FTTH mreža mogu se koristiti mikrocijevni sistemi, kako bi se iskoristio slobodan prostor u postojećoj infrastrukturi, a i za građenje nove infrastrukture, naročito u stambenim zgradama pri čemu mikrocijevi zauzimanju manje prostora od standardnih cijevi, a pri pravilnoj ugradnji pružaju dovoljnu sigurnost jer štite mikrokablove od mehaničkih oštećenja. Sl. 1. predstavlja različite mikrocijevne strukture.



Slika 1. Mikrocijevne strukture[1]

Mikrocijevi predstavljaju cijevi malog prečnika najčešće od 3 do 16mm i služe za uduvanje mikrokablova kojima su potrebni radi mehaničke zaštite. U zavisnosti od toga gdje ih koristimo postoje mikrocijevi koje se polažu direktno u zemlju i imaju deblju stijenku i mikrocijevi sa manjom stijenkom koji služe za kućne instalacije i instalacije u stambenim zgradama.[1]

II. DIJELJENJE INFRASTRUKTURE

Pri izgradnji FTTH mreža mora se uzeti u obzir postojeća mreža kablovske kanalizacije koja je najčešće izgrađena standardnim PVC i PEHD cijevima. Međutim, zbog velikog prečnika bakarnih kablova koju su korišteni pri izgradnji postojeće mreže često u ovim kablovskim kanalizacijama nedostaje prostora u cijevima. Za maksimalno iskorištavanje prostora mogu se koristiti mikrocijevne strukture. Mikrocijevne strukture su sastavljene od nekoliko pojedinačnih mikrocijevi, od kojih je svaka predviđena za uvlačenje pojedinačnog optičkog mikrokabla.

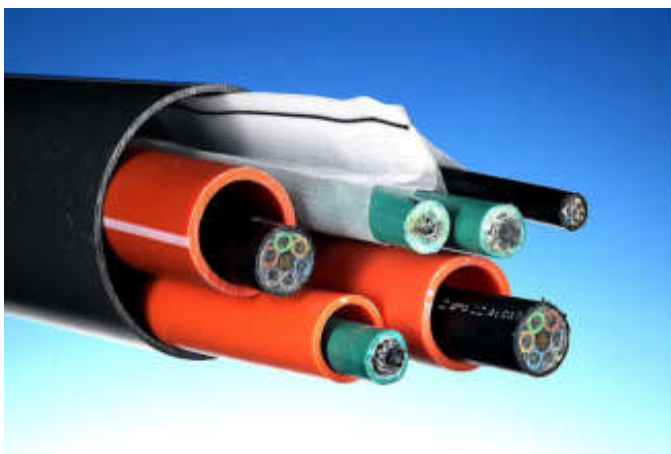
Sa ciljem smanjenja troškova razvoja FTTH mreža javlja se potreba za dijeljenjem odnosno iznajmljivanjem slobodnog prostora u kablovskoj kanalizaciji koji predstavlja jednostavan način da se izbjegnu troškovi izgradnje nove infrastrukture.

Neke od prednosti dijeljenja infrastrukture su za operatera koji ima slobodan prostor u cijevima brža isplativost investicije izgradnje infrastrukture, a za operatera koji

iznajmljuje prostor brža izgradnja sisitema zbog korištenja postojeće infrastrukture.

U Francuskoj 2008. godine definisana su pravila za dijeljenje cijevi. Od tada su alternativni operateri prestali izgradnju nove infrastrukture i počeli da uduvavaju kablove u cijevi postojeće infrastrukture koja je u vlasništvu Francuskog Telekom. Postoje dva glavna pravila: kablovi koji pripadaju drugim operaterima moraju biti fizički razdvojeni što najčešće podrazumijeva uvlačenje mikrocijevi i operator koji iznajmljuje prostor u cijevima mora obezbjediti da pri iznajmljivanju preostali prostor je najmanje iste veličine iznajmljenog prostora kako bi konkurentni operater u istom dijelu infrastrukture mogao uduvati kabal istog prečnika. Cijena iznajmljenog prostora je u direktnoj vezi sa prečnikom kabla koji se uduvava, pa su operateri prinuđeni koristiti kablove manjeg prečnika kako bi zauzeli manje prostora. Na ovaj način se slobodni prostor u cijevi koristi na najefikasniji način. [2]

Na Sl. 2. su prikazane mikrocijevi i fleksibilne cijevi koje se koriste da bi se slobodni prostor u cijevima maksimalno iskoristio.



Slika 2. Fleksibilne unutrašnje cijevi i mikrocijevi unutar postojećih standardnih PEHD cijevi [2]

U nekim postojećim PEHD cijevima gdje su već uvučene mikrocijevi, ali je ostao određeni prostor koji nije dovoljan za uvlačenje mikrocijevi. U ovom slučaju mogu se koristiti fleksibilne cijevi, napravljene od platna, koje zauzimaju veoma malo prostora, ali i dalje omogućavaju dijeljene cijevi na način koji je prihvatljiv za više operatera, a to je da svaki kabal bude fizički odvojen od drugog.

Primjer u regionu definisanja korištenja slobodnog prostora u kablovskoj kanalizaciji nalazi se u „Pravilniku o načinu i uslovima pristupa i zajedničkog korištenja elektronske komunikacione infrastrukture i druge povezane opreme“ koji donosi HAKOM (Hrvatska agencija za poštu i elektronske komunikacije), gdje su navedene kombinacije iskorištavanja slobodnog prostora pomoću cijevi malog prečnika i mikrocijevi (MC), a u Tabeli 1 su navedene kombinacije u slučaju cijevi velikog prečnika $\phi 110\text{mm}$ koja je zauzeta jednim kablom.

TABELA I. KOMBINACIJE MIKROCIJEVI I CIJEVI MALOG PREČNIKA U CIJEVI $\phi 110\text{MM}$ [3]

Red.br	Prečnik postojećeg kabla (mm)	Kombinacija cijevi sa kojom se popunjava slobodni prostor
1	$\phi \leq 40$	PE40+2xPE32
2	$40 < \phi \leq 50$	PE32+2xPE25
3	$40 < \phi \leq 50$	PE25+2xPE20
4	$50 < \phi \leq 60$	PE20+2xMC ^a 16/12
5	$50 < \phi \leq 60$	MC16/12+2xMC14/10
6	$60 < \phi \leq 70$	MC14/10+2xMC12/8
7	$70 < \phi \leq 80$	MC12/8+2xMC7/4
8	$70 < \phi \leq 80$	2xMC7/4
9	$\phi > 80$	-

a. MC=Mikrocijev

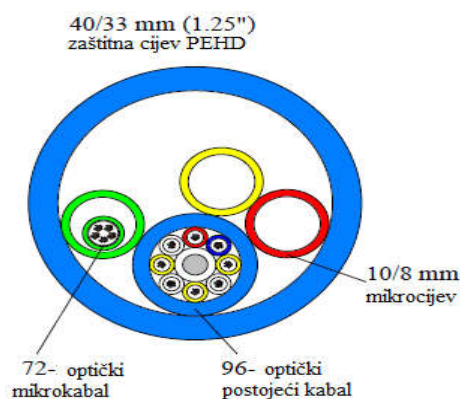
Ako se koristi slobodan prostor u postojećim cijevima velikog prečnika kao što je navedena PVC 110mm, koriste se pojedinačne mikrocijevi debljine stijenke 1,5 do 2mm ili snopovi cijevi. Snopovi cijevi imaju fleksibilni vanjski plašt od PEHD materijala oko mikrocijevi, debljine stijenke 0,5 ili više mm. Postoje različite vrste snopova mikrocijevi, po kapacitetu i vrsti mikrocijevi, a biraju se prema tehničkom rješenju po vrsti i broju kablova koji će se koristiti.

U navedenom Pravilniku definisano je da se pod slobodnim prostorom podrazumijeva prostor koji nije zauzet kablom ili prostor koji je zauzet kablom, ali koji nije u funkciji duže od 120 dana, pod uslovom da navedeni prostor nije predviđen kao neophodni servisni prostor za potrebe održavanja postojećih kapaciteta.

Načini za ostvarivanje slobodnog prostora su:

- izvlačenje nekorisćenih kablova;
- preusmjeravanje postojećih korisnika na najbliže čvorove;
- proširenje i dopuna postojećih kapaciteta;
- sređivanje postojećeg stanja.

Na Sl.3 je prikazan jedan način dijeljenja slobodnog prostora u postojećoj cijevi prečnika 40mm u kojoj se nalazi kabal, a u koju su uvučene mikrocijevi.



Slika 3. PEHD cijev 40mm sa uvučenim mikrocijevima[4]

III. MIKROCIJEVNI SISTEMI ZA POJEDINAČNA DOMAĆINSTVA

Kada se posmatraju pojedinačna domaćinstva bitno je utvrditi njihov geografski položaj, pa postoji razlika između sledećih domaćinstava:

A. Domaćinstava u ruralnom području

Bitna karakteristika ruralnog područja je da ona nisu gusto naseljena, što znači da postoji veća dužina privoda od kuće do glavnog optičkog voda, što utiče na povećanje građevinskih radova i dužine optičkog kabl u zavisnosti od mjesta spajanja optičkog kabl privoda na glavni vod (mjesto spojnice).

B. Domaćinstava u urbanom području

Za razliku od ruralnog područja domaćinstva koja se nalaze u urbanom području su najčešće veoma gusto naseljena pa se smatra da je dužina privoda dosta manja. Međutim, u urbanom području postoje druge prepreke, kao što su uređene asfaltirane površine za koje je često potrebno dobiti dozvole za prekop javnih površina. Takođe, problem predstavlja i ograničen prostor zbog postojećih instalacija u zemlji.

Kada se uzmu u obzir svi značajni faktori može se uočiti da građevinski radovi prilikom izgradnje FTTH mreža predstavljaju najveći problem kako zbog troškova tako i mogućnosti izvođenja.

Bez obzira gdje se nalaze domaćinstva građevinski radovi predstavljaju do 80% troškova razvoja FTTH mreža, pa na taj način predstavljaju ciljan dio razvoja za smanjenje kako bi se ujedno smanjili troškovi izgradnje mreže. Postoji nekoliko načina na koji se može riješiti ovaj problem.

Prvi način priključivanja domaćinstva na glavni vod je postavljanje mikrocijevi od kuće direktno u rov do glavnog voda. Na ovom mjestu nema potrebe za ugrađivanjem montažnih okana da bi se izvršilo spajanje na glavni vod. Spajanje se može izvesti pomoću mikrocijevnih spojnica, tako da se mikrocijev iz privoda spoji direktno na jednu mikrocijev iz mikrocijevne structure i na taj način optički kabl pri uduvavanju vodi direktno od kuće kroz glavni vod do mjesta spojnice optičkog kabl. Sl.4. prikazuje spajanje mikrocijevi na ovaj način.



Slika 4. Mikrocijevna spojnica [2]

Mikrocijevne structure su obložene plaštom adekvatne debljine i on obezbjeđuje fizičku zaštitu i mehaničku čvrstoću, pa se takve cijevi mogu polagati direktno u zemlju.

Kada se mikrocijevi polažu direktno u zemlju postoji mogućnost pravljenja mikrocijevnih sistema tako da na mjestu spajanja privoda optičkog kabl od pojedinačnog domaćinstva sa distributivim vodom nema potrebe za postavljanjem montažnih okana na svakoj račvi. U tim tačkama je dovoljno povezati mikrocijev od domaćinstva sa jednom mikrocijevi koja je izvojena iz plašta glavnog voda sa mikrocijevnom spojnicom. Na ovaj način se uvlačenjem optičkih mikrokablova može pristupiti svim segmentima mreže.

Drugi način spajanja domaćinstava u ruralnom području je iskorištavanje vodovodne mreže ili neke druge infrastrukture ukoliko ona postoji i uvlačenje mikrocijevi u već položene cijevi.

Ovaj način pruža znatno smanjenje cijene privoda, tako što utiče na smanjenje građevinskih radova. Potrebno je iskopati dvije rupe, jednu na početku vodovodne cijevi i drugu u blizini kuće. Na oba mjesta se sječe jedan dio cijevi i postavlja "Y" račva koja omogućava uvlačenje mikrocijevi. Mikrocijev prečnika 5mm se uvlači između dvije račve i tako zatvara vodovodnu cijev. Mikrokabal se uduvava kroz mikrocijev i na taj način ne dolazi u dodir sa vodom unutar cijevi. Na Sl. 5. je šematski prikaz izgradnje privoda do kuće pomoću mikrocijevi koje se uvlače u vodovodne cijevi.

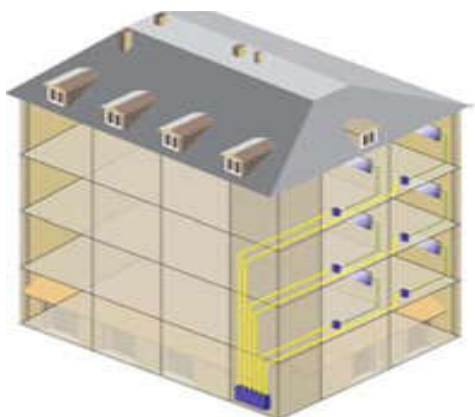
Slika 5. Uvlačenje mikrocijevi u vodovodne cijevi[2]



IV. MIKROCIJEVNI SISTEMI U STAMBENIM ZGRADAMA

Za razliku od pojedinačnih domaćinstava stambeno poslovne zgrade predstavljaju poseban izazov za razvoj FTTH mreža zbog nepristupačnosti, jer postoji potreba za privodom optičkog vlakna do svake stambene jedinice pojedinačno. Vertikalne linije za vođenje instalacija su najčešće zatvorene ili napunjene ostalim instalacijama, a rebraste cijevi koje se najčešće predviđaju za instalacije u stanovima su prignječene i nepristupačne.

Na Sl.6. je prikazana jedna FTTH instalacija pomoću mikrocijevi.

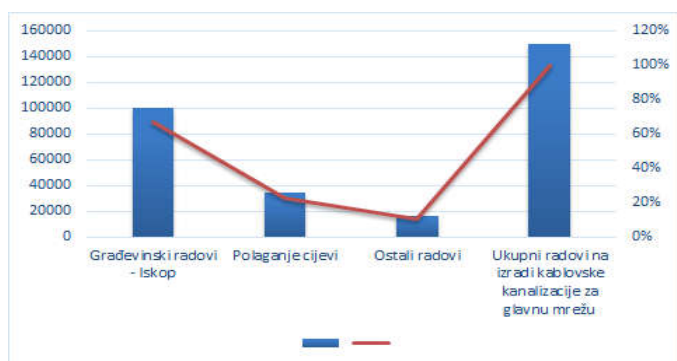


Slika 6. Instalacija Mikrocijevi u stambenoj zgradi [5]

Polazna tačka instalacije FTTH mreže u stambeno poslovnom zgradama je glavni razdjelni ormar koji su najčešće nalazi na ulazu u zgradu. U ovaj ormar sa jedne strane dolazi vanjska instalacija glavne mreže za priključak, a sa unutrašnje strane postavljaju se snopovi halogen free – negorivih mikrocijevi 5/3,5mm. Horizontalna instalacija se gradi pomoću jednog snopa mikrocijevi i dolazi do vertikalne linije ili spratne kutije, na tom mjestu se pojedinačna mikrocijev iz stambene jedinice spaja spojnicom. Mikrocijev se označava brojem stambene jedinice, kako ne bi bilo zabune prilikom uduvanja mikrokabla. Na ovaj način postoji direktna veza od stambene jedinice do glavnog razdjelnog ormara na ulazu.

V. PROJEKAT IZGRADNJE KABLOVSKE KANALIZACIJE ZA FTTH MREŽU UZ VODOVODNU MREŽU

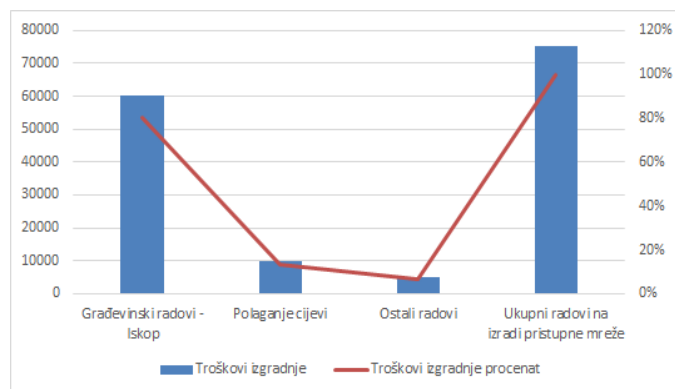
Pri izgradnji vodovodne mreže u mjestu u blizini Dervente polagane su standardne mikrocijevi za izgradnju glavne FTTH mreže i za izgradnju pristupne FTTH mreže do domaćinstava za razvoj FTTH mreže za 150 domaćinstava u ovom mjestu. Polaganjem cijevi u već iskopan i pripremljen rov izbjegli su se svi građevinski radovi pa su troškovi razvoja bili znatno manji. Na Sl.7 prikazani su troškovi polaganja i spajanja cijevi koji iznose 23% ukupnih troškova izgradnje, građevinski radovi koji se odnose na iskop, zatrpavanje, bušenje saobraćajnica iznose 67% troškova, dok 10% troškova predstavljaju ostali sitni radovi.



Slika 7. Troškovi izgradnje kablovske kanalizacije za glavnu FTTH mrežu

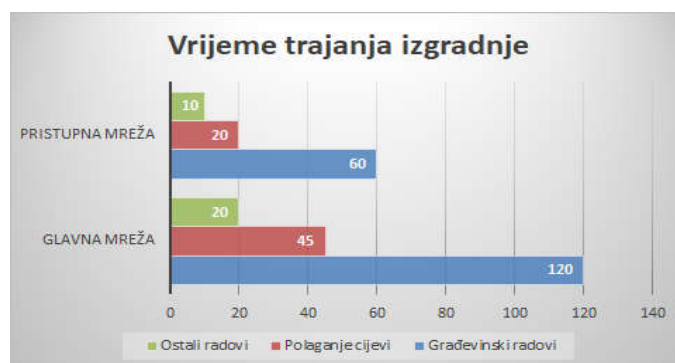
Polaganjem mikrocijevi u pripremljen rov sa vodovodnim cijevima do svakog domaćinstava za izgradnju pristupne FTTH mreže nisu se izvodili građevinski radovi koji

predstavljaju 80% vrijednosti projekta pristupne mreže. Samo polaganje cijevi predstavlja 13%, dok su ostali radovi 7% vrijednosti projekta. Na Sl. 8. Prikazani su troškovi izgradnje pristupne FTTH mreže.



Slika 8. Troškovi izgradnje pristupne FTTH mreže

Kako građevinski radovi predstavljaju do 80% ukupnog projekta može se pretpostaviti da je i vremensko trajanje ovih radova dosta duže u odnosu na druge radove. Na Sl.9 je prikazano vrijeme trajanja izgradnje građevinskih radova u odnosu na polaganje cijevi i ostale sitne radove za glavnu i pristupnu FTTH mrežu.



Slika 9. Vrijeme trajanja izgradnje kablovske kanalizacije

VI. ZAKLJUČAK

Postojeće mreže ne zadovoljavaju sve zahtjeve korisnika za multimedijalnim uslugama, pa je prelazak na FTTH logičan kao sledeću najbolju tehnologiju. Međutim, FTTH zahtjeva u potpunosti novu mrežu kablova koji se moraju postavljati od centrala do krajnjeg korisnika. Iz tog razloga FTTH predstavlja veliku investiciju pa je to najčešći razlog slabog rastoja u našem regionu.

Mikrocijevni sistemi omogućavaju optimalno iskorištavanje postojeće kablovske kanalizacije i stanja na terenu. Mikrocijevi se lako uvlače u postojeće cijevi čime omogućavaju prolaz mikrokablovima. Ovakva mreža se lako nadograđuje po potrebi, a ne predstavlja veliku investiciju na početku izgradnje mreže.

Mikrocijevni sistemi omogućavaju maksimalno iskorištavanje slobodnog prostora, a njihova nabavna cijena je manja od standardnih PEHD cijevi koje su u odnosu na mikrocijevi krute, zauzimaju više prostora a nemaju toliku mogućnost i jednostavnost nadogradnje kao mikrocijevi. Zbog malog prečnika mikrokablova koji se trenutno koriste i koji će se koristiti u budućnosti mikrocijevi zadovoljavaju potrebe za kapacitetom.

Pri izgradnji FTTH mreže zbog nemogućnosti nadogradnje postojećih sistema, potrebno je maksimalno iskoristiti postojeću infrastrukturu, slobodan prostor u kablovskoj kanalizaciji operatera. Ukoliko postoji mogućnost izgradnje kablovske kanalizacije sa nekim drugim instalacijama postoji mogućnost uštede od „60 – 80% troškova izgradnje“ koji odlaze na građevinske radove. Ova ušteda se može ostvariti i dijeljenjem postojeće infrastrukture odnosno iznajmljivanjem slobodnog prostora u cijevima. Kada se eliminišu građevinski radovi „vrijeme trajanja projekta se smanjuje skoro za 50%“.

LITERATURA

- [1] R.Zao, K.Ahl, J.Bygrave, G.Ehrlich, J.Dewinter, A. Grooten, M.Harrop, „FTTH Handbook” , 7th ed, pp. 86-89, Fiber to theHome Council Europe, rev.date:16.02.2016.
- [2] G.Dupree, J.Dewinter, T.Eaves, A.Harris, D.Jenkins, E.K.Nagelvoort i drugi, „White Paper: Innovative FTTH Deployment Technologies“, FTTH Council Europe, pp.5-16I. S. Jacobs and C. P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.

- [3] HAKOM, „Pravilnik o načinu i uvjetima pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i durge povezane opreme“, 2011.
- [4] W. Griffioen, A. van Wingerden, C. van 't Hul, A. van der Tuuk, K. Crowe, „Versatile access to homes using microduct-cabling, FttH Conference (New Orleans), 2003
- [5] D.Verdegem i drugi, „Optimising Fibre Installation Inside the Multiple Dwelling Unit, Fibre to the Home Council Europe

ABSTRACT

In this paper are presented the methods of using microduct systems in the construction of FTTH networks. The largest costs of network deployment are the excavation works of building a new network with standard PEHD and PVC ducts, and the reduction of their scope directly affects the reduction of deployment costs. Methods of using microduct structures are presented in order to take advantage of the free space in the ducts in the existing infrastructure, as well as the ways of using existing water supply and other installations for the retrieval of microduct structures, and then the optical cable.

MICRODUCT SYSTEMS APPLICATION IN BUILDING FTTH HOME INSTALLATIONS

Sanja Đuraš Živković