

# Modeli konkurencije FTTH mreža

Suada Hadžović<sup>1</sup>, Šadi Matar<sup>2</sup> i Željko Popović<sup>3</sup>

**Sadržaj** — U radu je prikazan trenutni aspekt regulacije, penetracije i usporedbe nosilaca FTTH/B projekata u EU. Predočena je podjela i standardizacija, modeli konkurencije i koncept otvorenih poslovnih modela FTTH mreža.

**Ključne reči** — FTTH/B mreže, regulacija, konkurencija.

## I. UVOD

Danas su širokopolasne usluge u velikom broju zemalja uključene u set osnovnih telekomunikacionih usluga. Nedavna istraživanja širokopolasnosti [1] u Evropskoj uniji (EU) pokazala su slijedeće:

- Porast veličine kojom se izražava iznos širokopolasne brzine godišnje dostiže 50%;
- Porast broja velikih širokopolasnih potrošača po domaćinstvu iznosi 20% godišnje;
- Saobraćaj koji ostvare domaćinstva sa FTTH pristupom tri puta je veći u odnosu na ADSL.

Postoji više širokopolasnih tehnologija, s tim da je optička pristupna mreža do kuće (FTTH - Fiber To The Home) jedino rješenje koje dugoročno podržava zahtjev za velikim kapacitetom komunikacionih mreža. Sigurno je da će FTTH mreža uskoro biti jedna od četiri komunalne usluge tako da je njihova izgradnja neminovnost.

Na početku rada je izvršen osvrt na trenutni status regulative, penetracije i vrste nosilaca FTTH/B projekata. Potom su predloženi tipovi mreža. Opisani su modeli konkurencije i otvoreni poslovni model FTTH mreža.

## II. REGULATORNI ASPEKT FTTH MREŽA

U pojedinim zemljama EU (Nizozemska, Francuska, Portugal, Španija i Finska) [2] regulatori su uspostavili određeni skup obaveza koje se odnose na dijeljenje infrastrukture (određujući postupke pristupa kanalima, premjeravanja, uređivanja ukupne referentne ponude na terenu), za razliku od drugih zemalja gdje su uspostavljene samo opšte obaveze o dodjeli pristupa bez specificiranja detalja. Regulatorna iskustva u EU tek nastaju, holandski OPTA kao prvi regulator koji je nametnuo obavezu izdvajanja optičke petlje, tek je 19.12.2008. objavio dokument tarifne politike za izdvajanje optičke petlje [3].

Kako bi spriječila neželjenu divergenciju regulatornih pristupa koji bi mogli naštetiti razvoju jedinstvenog tržišta elektronskih komunikacija, Evropska komisija (EC) je predložila Nacrt Preporuke o reguliranom pristupu mrežama slijedeće generacije NGA (Next Generation Access). Nedavno, 24.7.2009. godine, završene su javne konsultacije na temu objavljene druge verzije Nacrta Preporuke [4]. EC je navela ciljeve Preporuke:

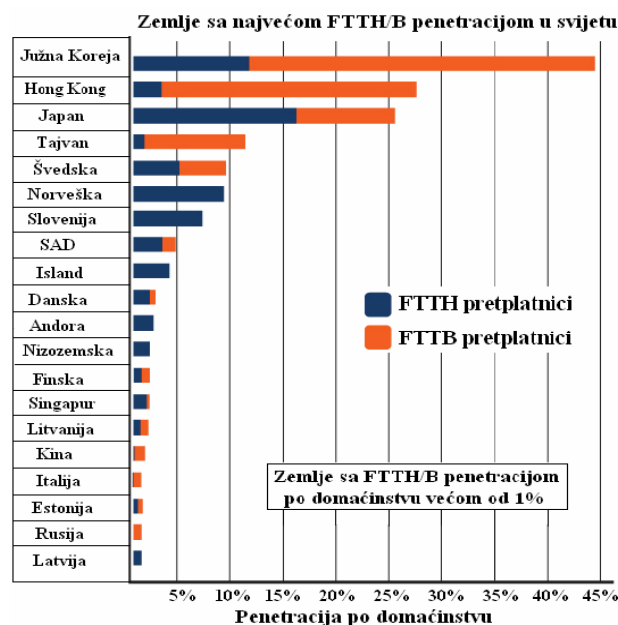
- Davanje vodiča regulatorima za postupak reguliranog pristupa mrežama slijedeće generacije;
- Sprječavanje fragmentacije unutrašnjeg tržišta;
- Podrška investiranju u mreže slijedeće generacije;
- Podsticanje konkurentnosti u novom okruženju.

Ukratko, EC planira da preporukom da jasan vodič za regulatorni pristup kako bi se otklonile sve nejasnoće i kako bi igrači na tržištu bili upoznati sa pravilima igre.

Na konsultacije se odazvao veliki broj operatora, ministarstava, regulatora i korisnika. Među brojnim komentarima susreću se i zahtjevi za pokretanjem diskusije na temu određivanja roka do kojeg će bakarna infrastruktura u cijelosti biti stavljena van funkcije [5].

## III. IMPLEMENTACIJA FTTH/B MREŽA U EU I SVIJETU

Status FTTH/B (Fiber To The Home/ Building) penetracije na svjetskom nivou prikazan na slici 1 pokazuje da su pojedine zemlje EU prestigle SAD koje su donedavno držale jednu od vodećih pozicija [6].



Sl. 1. Prikaz zemalja sa najvećom penetracijom FTTH/B mreža na svjetskom nivou

<sup>1</sup> Suada Hadžović, Regulatorna agencija za komunikacije BiH, Bosna i Hercegovina ( e-mail: shadzovic@rak.ba).

<sup>2</sup> Šadi Matar, Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, Bosna i Hercegovina (e-mail: sadi.matar@mkt.gov.ba).

<sup>3</sup> Željko Popović, Ericsson Nikola Tesla d.d. Hrvatska (e-mail: zeljko.popovic@ericsson.com).

Početak septembra 2009. godine FTTH Vijeće Evrope objavilo je ažuriranu rang listu prvih deset zemalja Evrope sa stanovišta implementacije FTTH/B mreža. Lista glasi: 1. Švedska, 2. Norveška, 3. Slovenija, 4. Andora, 5. Danska, 6. Island, 7. Litvanija, 8. Nizozemska, 9. Slovačka, 10. Finska [7]. U navedenim zemljama većinom je implementirana FTTH arhitektura sem u Švedskoj i Finskoj gdje su FTTH i FTTB mreže jednako zastupljene.

Usporedba učešća nosilaca FTTH/B projekata u zemljama EU prikazana je Tabelom 1 [8].

TABELA 1: PREGLED NOSILACA FTTH/B PROJEKATA

Pregled nosilaca FTTH/B projekata u Evropi (Broj domaćinstava sa optikom, decembar 2008.)				
Evropske države	Dominantni operatori	Opštine/komunalna preduzeća	Alternativni operatori/ISP-ovi	Grad. firme i ostali
Andora	16.500			
Austrija	3.500	32.500	5.000	
Belgija	500		4.000	
Hrvatska			14.000	
Kipar			100	
Češka R.		25.000		
Danska		550.000	72.000	
Estonija	20.000			
Finska	400.000	12.000	4.470	3.500
Francuska	500.000	5.200	3.950.000	
Njemačka		231.800	50.000	
Grčka	Nema pod.	Nema pod.	Nema pod.	
Island	1.500	22.000		
Irska	100		21.000	
Italija	7.200	103.000	2.000.000	
Latvija	3.000		60.500	
Litvanija	40.000			45.000
Nizozem.	Nema pod.	355.260	45.840	171.900
Norveška	Nema pod.	248.500	1.500	24.500
Poljska	265	40.000		
Portugal	50.000		150.000	
Rumunija			10.000	
Slovačka	200.000	15.000	215.000	
Slovenija	82.000		200.000	
Španija	250.000	38.000	10.000	
Švedska	120.000	316.000	426.600	47.400
Švicarska	10.000	11.500	780	
V. Britan.	Nema pod.	4.180	1.000	
Ukupno	1.704.565	2.009.940	7.241.790	292.300
Broj u %	15.2%	17.9%	64.4%	2.6%

Podaci iz Tabele 1 pokazuju da alternativni operatori predvode u izgradnji u odnosu na dominantne operatore koji nastoje da što više iskoriste postojeću bakarnu infrastrukturu. Istraživanja pokazuju da je sa 2008 god. u zemljama EU pokrenuto 224 FTTH/B projekata [8].

#### IV. PODJELA I RAZVOJ OPTIČKIH PRISTUPNIH MREŽA

FTTx (Fiber To The x) predstavlja generički termin za optičke mreže u zavisnosti od tačke na kojoj se optičko

vlakno završava. Najčešće se spominju FTTH optičke mreže do kuće, FTTB (B-Building) optičke mreže do zgrade i FTTC (C-Curb) optičke mreže do trotoara.

S obzirom na način polaganja optičkog vlakna postoje:

- PTP tačka – tačka (Point To Point) optičke mreže i
- PTMP tačka – više tačaka (Point To Multi Point).

S obzirom na posjedovanje aktivne opreme na terenu:

- AON aktivne mreže (Active Optical Network);
- PON pasivne mreže (Passive Optical Network).

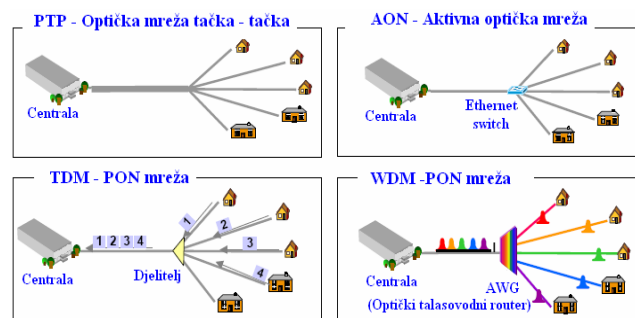
S obzirom na način multipleksiranja, imamo:

- TDM mreže sa vremenskim multipleksiranjem (Time Division Multiplexing);
- WDM mreže sa talasnim multipleksiranjem (Wavelength Division Multiplexing).

Standardizacijom TDM PON mreža imamo podjelu na:

- APON/BPON mreže (ATM based/Broadband PON) (ITU-T G.983 standard, 1998/2001) 622Mbps/155Mbps brzina - 20 km domet.
- GPON mreže (Gigabit -Capable PON) (ITU-T G.984 standard, 2003) 2,48 Gbps/1,24 Gbps brzina, 20 km domet, nadogradnja 10GPON.
- EPON mreže (Ethernet based PON) (IEEE 802.3ah standard, 2004) zovu se i GePON mreže (2005), 1,24/1,24 Gbps brzina, 20 km domet. Nadogradnja je IEEE 802.3av ili 10GigE.

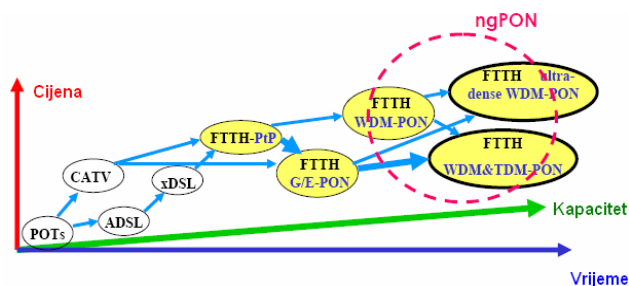
Na slici 2 prikazana je osnovna podjela optičkih pristupnih mreža [9]:



Sl. 2. Osnovna podjela optičkih pristupnih mreža

Kod WDM mreža zavisno od gustoće multipleksiranja postoje CDWDM (Coarse WDM – rijetko talasno multipleksiranje), DWDM (Dense WDM – gusto talasno multipleksiranje) i UDWDM (Ultra Dense WDM – veoma gusto talasno multipleksiranje) mreže.

Razvoj pristupnih mreža ka UDWDM PON mrežama slijedeće generacije predstavljen je slikom 3 [10].



Sl. 3. Pravac razvoja pristupnih mreža

Standardi koje je uspostavio ITU i IEEE značajno su poboljšali dizajn, kapacitet, održivost, sigurnost i

prilagodljivost optičkih pristupnih mreža, otvarajući mogućnost ekonomije masivnih razmjera i niže troškove. Što se troškova tiče, do 70-80% se odnosi na sistem kanala, pristupa zgradama, građevinske radove.

#### V. KONKURENCIJA U FTTH MREŽAMA

Generalno, postoje dva modela putem kojih se može ostvariti konkurencija na telekomunikacionom tržištu [11]:

- *Konkurencija zasnovana na mrežnoj infrastrukturi*  
Svaki servis provajder pruža usluge koristeći svoju vlastitu fizičku mrežu.  
Ovakav model konkurencije se rijetko koristi.
- *Konkurencija zasnovana na servisnom nivou*  
Servis provajderi dijele resurse zajedničke mreže kako bi pružili uslugu korisniku.

S obzirom na konkurenciju koja se zasniva na servisnom nivou, kod FTTH infrastrukture razlikuje se:

- *Konkurencija na optičkom nivou;*
- *Konkurencija na podatkovnom nivou* (UNE, Unbundled Network Element – izdvojeni mrežni element) i
- *Konkurencija na mrežnom (i višem) nivou* (Open Access).

##### A. Konkurencija na optičkom nivou

Postoje dva modela u kojem jedinstvena fizička mreža može podržati više konkurenata na optičkom nivou:

- *Model talasne dužine po servis provajderu*  
Više provajdera mogu istovremeno iznajmljivati različite talasne dužine jednog te istog optičkog vlakna. Svaki provajder pruža usluge putem podatkovne tehnologije po svom izboru preko iznajmljene talasne dužine. Ovaj model podržavaju WDM PON i PTP arhitekture, dok ga jednotalasni sistemi poput PON i AON mreža ne podržavaju.  
Kod WDM PON mreže zajedničko (feeder) optičko vlakno se terminira na port optičkog talasovodnog routera AWG (Arrayed Waveguide Gratings) koji svaku talasnu dužinu usmjerava na odgovarajući optički linijski terminal (OLT - Optical Line Terminal) servis provajdera. Kod PTP mreža nije potrebna dodatna oprema jer se svako optičko vlakno može direktno priključiti na OLT željenog servis provajdera.

- *Model talasne dužine po pretplatniku*  
Svatom pretplatniku se pružaju usluge putem različite talasne dužine. WDM PON treba imati opremu koja će usmjeriti svaku talasnu dužinu određenom servis provajderu. AON arhitektura ne podržava ni ovaj model. Kod PTP mreža svaki pretplatnik ima svoje optičko vlakno, tako da je ovaj model podržan bez potrebe za ugrađivanjem dodatne opreme.

Navedeni modeli konkurencije izdvajanjem talasnih dužina trenutno nisu ekonomski opravdani.

##### B. Konkurencija na podatkovnom nivou (UNE)

Konkurenti mogu iznajmljivati optičko vlakno (UNE izdvojeni mrežni element) i izabrati željenu tehnologiju podatkovnog nivoa.

Kako su svi korisnici usluženi putem jednog te istog PON djelatitelja (i putem istog udaljenog čvora u arhitekturi aktivne zvijezde), to oni trebaju biti usluženi istom

tehnologijom podatkovnog sloja, a kako PON fizička oprema ne može biti izdvojena, time i ovaj model konkurencije nije moguć za standardni PON, kao ni za AON. Model se jednostavno primjenjuje kod PTP arhitekture direktnim povezivanjem svakog pojedinačnog pretplatničkog optičkog vlakna na OLT željenog servis provajdera na podatkovnom nivou.

PON sa uspostavljenim optimalnim optičkim spreznim tačkama koje objedinjuju više djelatitelja (time i više distribucijskih vlakana ili domova) ima manju cijenu u odnosu na standardni PON, a prednost je i ta što podržava model konkurencije na podatkovnom nivou [11]. Objedinjavanje više djelatitelja na tačkama ne zahtijeva da svi domovi budu usluženi putem istog djelatitelja u istom susjedstvu. Djelatitelji u optimalnim tačkama mogu biti dodijeljeni različitim servis provajderima koji uslužuju različite OLT u centralama, koristeći tehnologiju podatkovnog nivoa prema izboru konkurenta.

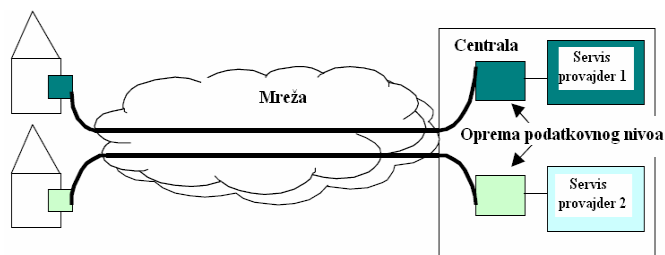
##### C. Konkurencija na mrežnom nivou (Open Access)

Različiti servis provajderi mogu koristiti tradicionalni "otvoreni pristup" kako bi pružali razne servise (Internet, govor, video). Moguća su dva modela:

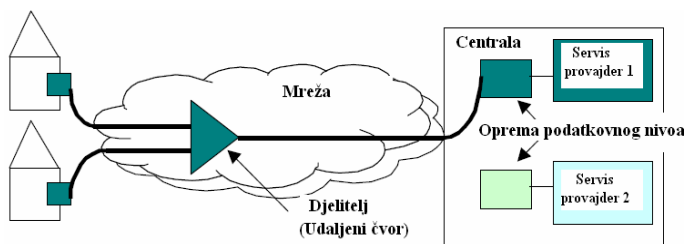
- Servis provajder vrši veleprodaju saobraćaja sa podatkovnog nivoa i preprodaje pakete servisa pretplatniku. Svatom pretplatniku je dodijeljen jedan jedini servis provajder. Ovo je slično trenutnim DSL i aranžmanima otvorenog kablovskog pristupa.
- Provajder podatkovnog nivoa vrši prodaju izdvojenog saobraćaja direktno ka pretplatniku. Pretplatnik može napraviti razdvojene aranžmane sa jednim ili više servis provajdera i može odabrati servis provajdera na zahtjev koristeći komutacijsku/usmjerivačku tehnologiju koju pruža provajder podatkovnog nivoa. Ovo je slično današnjem dialup Internet modelu pristupa.

Prisustvo velikog broja Internet servis provajdera pokazuje da su prepreke ulaska servis provajdera značajno niže nego kod konkurencije zasnovane na mrežnoj infrastrukturi ili na podatkovnom nivou.

Slike 4 i 5 opisuju konkurenciju PTP, PON i AON [11].



Sl. 4. PTP- Konkurencija na podatkovnom i višem nivou



Sl. 5. PON i AON - Konkurencija na višem nivou

### Usporedba konkurencije na podatkovnom i na mrežnom (i višem) nivou

Kod modela konkurencije na mrežnom nivou ostvareno je izdvajanje mreže na logičkom nivou i preprodaja servisa na podatkovnom nivou. Servis provajderi i pretplatnici se prilagođavaju nametnutoj tehnologiji podatkovnog nivoa tako da je monopol fizičkog nivoa sada preslikan na monopol podatkovnog nivoa. Stoga se preferira model konkurencije na podatkovnom nivou.

## VI. OTVORENI POSLOVNI MODELI ZA FTTH MREŽE

Usporedbom nosilaca projekata izgradnje FTTH infrastrukture uočava se velika raznolikost. Pored tradicionalnog učešća operatora u izgradnji telekomunikacione infrastrukture, u slučaju FTTH mreža uključuju se i drugi akteri poput stambenih poslodavaca, opština, gradova, država itd. Postoje razni poslovni modeli za tržište FTTH mreža, ali svi imaju tri osnovna nivoa:

- **Nivo 1.**  
Određuje ko eksploatira pasivnu infrastrukturu (distributivna telekomunikaciona kanalizacija, zdenci, šahtovi, optički kablovi i dr.).  
*Mrežni operator* osigurava pasivnu infrastrukturu, najčešće optičku kablovsku mrežu.
- **Nivo 2.**  
Određuje ko osigurava i eksploatira aktivnu mrežnu infrastrukturu (usmjernici, komutatori, prenosni optički komutatori i sl.).  
*Komunikacioni operator* osigurava aktivnu nrastrukturu, dok pasivnu infrastrukturu iznajmljuje od mrežnog operatora.
- **Nivo 3.**  
Određuje ko nudi pristup mreži, usluge i sadržaj.  
*Servis provajder* pruža usluge na mreži, plaća komunikacijskom operatoru pristup krajnjem korisniku i ima prihod od krajnjeg korisnika.

Dodjela različitih odgovornosti po nivoima poslovnog modela proizvodi i različite poslovne scenarije.

Na slici 6 prikazan je model otvorenog pristupa mreži koji osigurava krajnjim korisnicima izbor servis provajdera i podstiče tržišno takmičenje [12].



Sl. 6. Podjela uloga u FTTH otvorenom poslovnom modelu

## VII. ZAKLJUČAK

Evropske zemlje nakon drugog nacrtu očekuju finalnu preporuku EC-a o reguliranom pristupu mrežama slijedeće

generacije. Preporuka bi trebala dati smjernice kojima bi se podstaknuo brži razvoj mreža slijedeće generacije.

Evropske zemlje napreduju na svjetskoj rang listi penetracije FTTH/B mreža, a na evropskom nivou Švedska je i dalje vodeća zemlja.

U pokretanju FTTH/B projekata ističu se alternativni operatori sa 64,4 % udjela u broju domaćinstava do kojih je položena optika.

PTP optičke mreže podržavaju konkurenciju na podatkovnom i na višim nivoima. Pojedinačno vlakno može biti iznajmljeno kao izdvojeni mrežni element. Standardne PON i AON mreže ne podržavaju konkurenciju na podatkovnom nivou, a podržavaju je na višim nivoima. WDM PON podržava konkurenciju na podatkovnom nivou i višim nivoima. Ovdje pojedinačna talasna dužina može biti iznajmljena kao izdvojeni mrežni element.

Između mnogih poslovnih modela, izdvaja se poslovni model otvorenog pristupa FTTH mreži koji osigurava krajnjim korisnicima da izvrše izbor servis provajdera i koji ujedno podstiče inventivnost servisa i tržišno takmičenje.

## LITERATURA

- [1] <http://www.ftthcouncil.eu/documents/newsletter/Newsletter%209%20-%20English%20Version.pdf>
- [2] YankeeGroup, Dianne Northfield: "Next-generation Access Regulation Takes Shape in Europe", July 2009
- [3] <http://www2.opta.nl/download/202874+Policy+rules+tariff+regulation+fibre.pdf>
- [4] [http://ec.europa.eu/information\\_society/policy/ecommlibrary/public\\_consult/nga\\_2/index\\_en.htm#responses](http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecommlibrary/public_consult/nga_2/index_en.htm#responses)
- [5] [http://ec.europa.eu/information\\_society/policy/ecommlibrary/public\\_consult/nga/nga\\_ftth\\_final.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecommlibrary/public_consult/nga/nga_ftth_final.pdf)
- [6] [http://www.ftthcouncil.eu/documents/press\\_release/GlobalRankingPressRelease-FINAL-12.02.09.pdf](http://www.ftthcouncil.eu/documents/press_release/GlobalRankingPressRelease-FINAL-12.02.09.pdf)
- [7] [http://www.ftthcouncil.eu/documents/press\\_release/PR\\_EU\\_rankings\\_Final.pdf](http://www.ftthcouncil.eu/documents/press_release/PR_EU_rankings_Final.pdf)
- [8] FTTH European Panorama, December 2008, FTTH Council Europe Conference, [http://www.ftthcouncil.eu/documents/studies/Market\\_Data-December\\_2008.pdf](http://www.ftthcouncil.eu/documents/studies/Market_Data-December_2008.pdf)
- [9] Wayne Sorin, FTTx - Next Generation Broadband Access, [http://boss.solutions4theweb.com/Novera\\_Berkeley\\_FTTx\\_talk\\_Feb17.pdf](http://boss.solutions4theweb.com/Novera_Berkeley_FTTx_talk_Feb17.pdf)
- [10] Next Generation Architectures for Optical Access, Cannes, Sept. 2006, ECOC'06 [www.tsc.upc.edu/gco](http://www.tsc.upc.edu/gco)
- [11] Anupam Banerjee, Marvin Sirbu: "Towards Technologically and Competitively Neutral Fiber to the Home (FTTH) Infrastructure", <http://100x100network.org/papers/banerjee-tprc2003.pdf>
- [12] Željko Popović: "Izgradnja digitalnih gradova", Revija Ericsson Nikola Tesla, 2008.

## ABSTRACT

In this paper, we present current regulatory aspect of FTTH networks, EU and global FTTH ranking lists and breakdown of players involved in FTTH/B projects.

In addition, we present types of optical access networks, standardization and short overview of competition in the FTTH industry.

## COMPETITION IN THE FTTH INDUSTRY

Suada Hadžović, Šadi Matar, Željko Popović