

FTTH – realnost i perspektiva

Saša Stamenković, dipl.inž.

Sadržaj - U ovom radu data je analiza i poređenje tehnologija koje se danas primenjuju u FTTH projektima. Dat je i pregled aktuelne situacije i kretanja na FTTH tržištu kroz primere i iskustva telco-operatora.

Ključne reči – Ethernet, FTTH, GPON, optika, PON.

I. UVOD

Izgradnjom optike do kuće (FTTH, Fiber To The Home) u pristupnoj mreži se otvaraju mogućnosti za lako povećanje binarnog protoka, a samim tim i povećanje broja pruženih servisa, uz njihov garantovani kvalitet (QoS) i povećan stepen sigurnosti mreže. Poslednjih godinu dana, svedoci smo sve većeg razvoja i implementacije FTTH tehnologije, pri čemu je izvesno i očigledno da optika do korisnika sve više postaje glavni trend i u Evropi

Zašto FTTH ili bar FTTx (optika do negde) ? Zato jer se, usled porasta ponude i potražnje multimedijalnih usluga i HDTV, pojavljuje potreba za sve većim protokom tj. propusnim opsegom i raste potreba za simetričnim bidirekcionim prenosom podataka (veliki upload-veliki download fajlova, peer-to-peer prenos video sadržaja, home working). Operatori moraju biti spremni da sa porastom zahteva tržišta evoluiraju od bakarne mreže ka optičkoj mreži, što će pored ulaganja u kablovsku infrastrukturu zahtevati i ulaganja u novu opremu neophodnu za optičku mrežu, ali i nadgradnju i zamenu postojeće opreme u sadašnjim multiservisnim platformama.

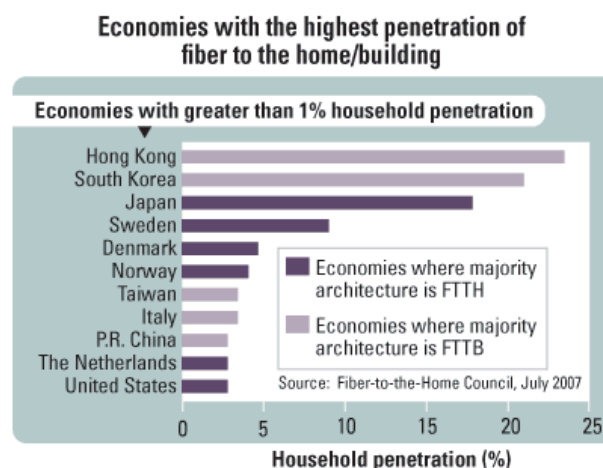
Danas ne postoje praktično nikakve tehnološke prepreke za implementaciju optike do kuće. Već postoje konektori u kojima se mehanički vrši spajanje optičkih kablova (nema potrebe za splajsovanjem), postoje optički kablovi koji dozvoljavaju velika savijanja ($r < 10\text{mm}$) bez izazivanja pojave slabljenja, postoje fleksibilni i kompaktni ormani koji služe kao optičko-kablovski izvodi... Sva ova oprema smanjuje potreban broj operativaca - osoblja, ne zahteva njihov visok stepen obučenosti, kao i potrebu za specijalnim alatom i instrumentima.

II. FTTH NA TRŽIŠTU

Do nedavno je realnost bila takva da je implementacija FTTB/FTTH rešenja u Evropi znatno kasnila u odnosu na Aziju i Severnu Ameriku. U Evropi je bilo tek nekoliko FTTH projekata, međutim najnoviji ovogodišnji podaci

Saša Stamenković Autor, Telekom Srbija, Direkcija za mrežu, Bulevar umetnosti 16a, 10070 Novi Beograd (tel. 381-11-3200-217; e-mail : sasast@telekom.yu)

pokazuju da se situacija u toj oblasti menja [1]. Dok je Azija sa svoja tri najrazvijenija tržišta (Japan, Hong Kong, Južna Koreja) neprikosnovena, Evropa je na svojih 5 tržišta pretekla SAD (vidi sliku 1).



Sl. 1: Penetracija FTTH/FTTB u domaćinstvima u svetu (Izvor : FTTH Council, jul 2007.)

Danas u Aziji ima oko 7 miliona FTTH korisnika, u SAD oko milion korisnika, a u Evropi «tek» 800.000, što je manje od 1% svih evropskih broadband korisnika ! Očekuje se da se u narednih 5 godina broj FTTH korisnika u Evropi poveća 5-7 puta, a najoptimističnije prognoze idu i do 10 puta. Glavni uzrok raskoraka Azije i Evrope u broju FTTH korisnika je regulativa, uređenje odnosa operatora i podsticaj državnih i gradskih struktura, mada se mora voditi računa i o ekonomskoj i edukativnoj spremnosti tržišta da prihvati FTTH. U zemljama u kojima je naglašen rast kako FTTH tako i broadband usluga, glavna zajednička karakteristika je deregulacija tržišta i podsticaj konkurencije (*unbundling* svega !)

Kao i u Americi, i u Evropi su prvi projekti za izgradnju FTTH infrastrukture potekli od alternativnih telco-operatora, ali i od gradskih vlasti i njihovih „komunalnih“ (*utility*) preduzeća. U tome su prednjačile skandinavske zemlje.

Trenutno je Francuska u fokusu FTTH dešavanja, jer je na pomolu velika konkurentna utakmica između France Telecoma i alternativnih operatora Free telecom i Neuf Cegetel. France Telecom započinje svoj pilot-projekat FTTH, a najagresivniji u nastupu na tržištu je operator Free koji planira da dostigne milion FTTH pretplatnika do kraja 2008. godine. Glavna meta ovih operatora je naravno grad Pariz. France Telecom se odlučio za GPON tehnologiju, a Free će koristiti FTTH p2p.

U Aziji i SAD kao tehnologija dominira PON (EPON, GPON). Evropski *incumbent* operatori Telefonica i BT planiraju implementaciju FTTH/GPON za sada samo u nekim greenfield pilot-projektima. Agencija Infonetics

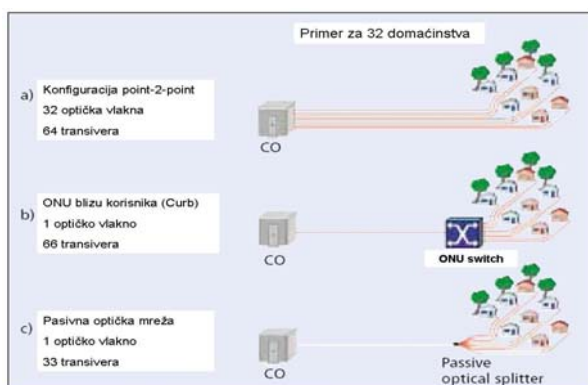
Research je u svojim analizama došla do zaključka da će prodaja PON opreme porasti sa skoro 19 miliona dolara u 2006. godini na 239 miliona dolara u 2010. godini. Za razliku od France Telecoma koji se opredelio za GPON, Deutsche Telecom se, kao i Belgacom, zadovoljio FTTH/VDSL2 infrastrukturom, možda kao odgovor na obavezu iznajmljivanja svoje infrastrukture konkurenciji.

Prognoze kazuju da će 2011. godine biti oko 29 miliona GPON pretplatnika u svetu, a da će odnos tehnologija na tržištu tada biti 45% EPON, 40% GPON i 15% P2P Ethernet [2].

III. FTTH vs. FTTH

Postoje dva glavna faktora o kojima treba voditi računa u donošenju odluke koliko blizu korisniku uvesti optiku. Prvi faktor je zahtevani propusni opseg po korisniku i korisnikovo rastojanje od centralne lokacije. To rastojanje utiče na fizička ograničenja u prenosu preko bakarnih kablova. Drugi faktor je balans CAPEX i OPEX. Za ulaz optikom što bliže korisniku potrebna su veća inicijalna ulaganja, što sa druge strane smanjuje troškove održavanja, jer ima manje čvorova u mreži koje treba održavati i kontrolisati.

Normalno je da operatori koji su poslednjih nekoliko godina dosta uložili u izgradnju i proširenje bakarne mreže budu želeli da što veći deo te mreže zadrže što duže i da će u izgradnju optike ići sa malom zadržkom, želeći da ostvare što veći povrat investicija. Za njih je najbolje da idu sa FTTH (Fiber To The Node) tehnologijom a da postepeno grade i optiku kako se zahtevi njihovih korisnika budu uvećavali. Operatori koji nisu ulagali u bakarnu mrežu trebalo bi odmah da grade optiku što bliže korisniku, po mogućstvu do kuće (FTTH).



Sl. 2: Scenario primene FTTH

Analize pokazuju da će DSL pristup u Evropi imati svoj rast sve do sredine sledećeg desetleća i da će ga tek tada postepeno zamenjivati pristup baziran na optici, da bi se zadovoljili narastajući zahtevi za protokom. Taj trend je u Aziji već prisutan i broj DSL konekcija konstantno opada u korist porasta broja FTTH veza. Cena opreme za PON je još uvek značajno veća u odnosu na DSL opremu i taj trend će ostati i narednih nekoliko godina. Iako je danas ADSL2+ znatno zastupljeniji, jer je jeftiniji i pruža sasvim dobre uslove za brzi Internet i IPTV, u budućnosti će sa većom implementacijom FTTH tehnologije doći i do

porasta VDSL2 pristupa. VDSL2 obezbeđuje protok i do 50 Mbps, što je dovoljno i za prenos nekoliko HDTV stream-ova. Takav protok kod VDSL2 tehnologije moguće je ostvariti na kraćim rastojanjima (oko 150m). Obzirom da je cena VDSL CPE opreme skoro 2 puta veća od cene ADSL2+ opreme, ta razlika je isplativa jedino u slučaju pružanja i naplate visokokvalitetnih video usluga (tj. usluga sa dodatnom vrednošću).

Smatra se da je danas FTTC (C=Curb, optika do trotoara) realnost i da je danas dovoljan protok 10 Mb/s po domaćinstvu, a da će 2010. godine optika do korisnika (FTTH/B) biti realnost i da će prenos 50 Mb/s do korisnika moći da zadovolji tadašnje zahteve za servisima. Međutim, ovaj uslov ispunjen je i sa VDSL2 tehnologijom, što znači da je optikom dovoljno prići do zgrade (FTTB) ili do trotoara (FTTC), na rastojanje od 150m do krajnjeg korisnika. U analizama i prognozama treba uzeti u obzir i da će se u narednih nekoliko godina raditi kako na unapređenju NG PON, tako i DSL rešenja, u kojima očekuju eliminisanje crosstalk uticaja.

IV. PON – PASIVNE OPTIČKE MREŽE

Tržište pasivnih optičkih mreža (PON) danas je podeljeno između EPON i GPON tehnologije. EPON je naročito i pretežno zastupljen u azijskim zemljama, pre svega zbog jeftinog i masovno zastupljenog Ethernet priključka. GPON ima svoju primenu kako u Aziji, tako sve više i u Evropi i Americi, iako je znatno skuplji i zahteva posebne terminacije u zgradama. Ponuđači GPON rešenja (a među njima su i svi veliki proizvođači) smatraju da će cena PON opreme padati još više sa masovnijom primenom.

Ne može se osporiti da kod rezidencijalnih oblasti GPON ima značajne prednosti za operatora : može obezbediti do 100Mb/s po korisniku, koristi pasivnu opremu - optičke splittere u mreži (što znači smanjen OPEX, dobra fleksibilnost mreže), polaže se manje kablova.

"ZA"	"PROTIV"
Capex <ul style="list-style-type: none"> potrebno manje optičkih kablova / TTK manji broj aktivnih interfejsa Opex <ul style="list-style-type: none"> nema aktivne opreme u uličnim kabinetima Potrebno manje prostora za smeštaj opreme u CO manja potrošnja 	Capex <ul style="list-style-type: none"> zajedničko korišćenje ograničenog download linka asimetrična podela propusnog opsega, što ograničava broj i zahteve servisa Opex <ul style="list-style-type: none"> teškoće u slučaju potreba za deljenjem infrastrukture (<i>unbundling</i>) kompleksnija lokalizacija i otklanjanje smetnji

Sl. 3 : PON – ZA i PROTIV

Nepovoljnost kod PON-a je, osim deljenja prenosnog medijuma (do uvođenja WDM PON, gde će svaki korisnik imati svoju λ), i to što ne podržava postojeće ISDN pretplatnike i što je cena ONT («CPE za PON») još uvek visoka. Takođe, operator se mora suočiti sa eventualnim problemom unutrašnjeg kabliranja u zgradi, što važi i za FTTH p2p rešenja.

V. FTTH KONCEPT

Postoje dva pristupa za realizaciju FTTH koncepta : FTTH sa p2mp PON ili FTTH kao p2p active Ethernet. Radi pravilnog tumačenja – postoji razlika između termina FTTH p2p i FTTH p2p aktivni Ethernet – aktivni Ethernet podrazumeva postojanje aktivne opreme kod korisnika !

FTTH rešenja su znatno skuplja u odnosu na FTTC/FTTB rešenja, a glavni uzrok tome su visoke cene optičkih terminala ONT i polaganje privodnih kablova kod korisnika (tzv. drop fiber). Ipak, FTTH ima veće prednosti u uštedi OPEX-a, jer obezbeđuje veće pokrivanje optikom, manje aktivnih čvorova, jednostavniju uspostavu servisa i jeftinije održavanje. Analiza pokazuje da u roku od 5-6 godina, ušteda na OPEX-u je tolika da kompenzuje startnu CAPEX razliku između FTTH i FTTC/B.

U SAD je OPEX bio glavni razlog prelaska na FTTH, a u Japanu su procenili da prelaz na FTTH štedi oko 60% OPEX-a godišnje. I na kraju, primer iz Švedske, gde u novoj FTTH mreži svega 4 operativca održava mrežu sa 50.000 portova [3].

U greenfield investicijama, izgradnja FTTH/PON košta gotovo isto kao i izgradnja bakarne mreže. Troškovi polaganja optike smanjuju se duplo ukoliko nema radova na kopanju tj. polaganja kanalizacije, a najopimalniji rezultati se ipak postižu kombinovanjem raspoloživih tehnologija.

"ZA"	"PROTIV"
Capex <ul style="list-style-type: none">• dugoročno rešenje Opex <ul style="list-style-type: none">• nema aktivne opreme u uličnim kabinetima• lakše proširenje propusnog opsega• jednostavniji <i>unbundling</i> tj. bolje mogućnosti za deljenje infrastrukture	Capex <ul style="list-style-type: none">• veće ulaganje u optičke kablove• veći broj mrežnih interfejsa Opex <ul style="list-style-type: none">• potrebno više prostora za smeštaj opreme u CO• veća potrošnja• optički razdelnici većeg smeštajnog kapaciteta

Sl. 4: FTTH P2P – ZA i PROTIV

Active Ethernet p2p se danas uglavnom koristi za biznis-korisnike i za FTTH rešenja u rezidencijalno gusto naseljenim oblastima, obezbeđuje bez problema 100 Mb/s do korisnika uz veliki domet. Izazovi sa kojima se treba suočiti kod njegove implementacije su unutrašnje kabliranje u zgradama, ne podržava postojeći ISDN i uglavnom zahteva i O/E konvertore kod korisnika za povezivanje opreme. U principu, FTTH p2p je trajno (*end-game*) rešenje, jer u budućnosti obezbeđuje jednostavno i neograničeno proširenje potreba za protokom.

Ukoliko regulatori obavežu *incumbent* operatore da moraju da dele i rentiraju svoju kablovsku infrastrukturu (a u većini EU zemalja je upravo to slučaj), onda će kod aktivnih point-to-point (p2p) mreža to operatorima biti lakše i jednostavnije nego ako imaju GPON infrastrukturu.

Procena je da u Evropi uvođenje FTTH po korisniku košta oko 2500 Eura (samo dovesti optiku do kuće tj. stana !). Iskustva operatora koji grade FTTH pokazuju da je cena po korisniku 2006. godine bila oko 5000 Eura, a očekuje se da će u 2008. pasti na oko 2000 Eura po korisniku. U troškovima gradnje 60% odlazi na opremu i infrastrukturu, 10% na CPE, a 20% na instalacije u zgradi [3]. Smatra se da su u boljoj poziciji oni koji grade greenfield FTTH od npr. *incumbent-a* koji već ima bakarnu mrežu. Povratak investicija se apsolutno ne očekuje u prvih 2-3 godine (čak i duže).

Danas su najveća ulaganja i poslovi oko FTTH u Parizu, Stokholmu, Amsterdamu i Beču (ali ih ne vode glavni i najveći telco-operatori). Očekuje se rast FTTH korisnika u Evropi po stopi od 15% godišnje. Trenutno nema mnogo velikih operatora koji su otpočeli sa uvođenjem FTTH (npr. France Telecom startuje sa pilot-projektom i iduće godine planira da uloži 270 miliona Eura u FTTH GPON, a DT je već investirao 3 biliona Eura u FTTC/VDSL2 mrežu u 26 najvećih gradova u Nemačkoj). Smatra se da će realno tek 2012. u Evropi doći do značajnijih ulaganja u FTTH [3].

Praksa velikih operatora pokazuje da se teško dolazi do dozvola za raskopavanje da bi se polagala nova optika, a uz to još i prilično košta (60-70% svih troškova je za radove na iskopavanju !). Zato svi idu na maksimalno iskorišćenje postojećih optičkih kablova i bakarne infrastrukture uz balans OPEX-a i CAPEX-a u odnosu na zahteve korisnika.

VI. ŠTA KAŽU PROIZVOĐAČI OPREME

Stavovi proizvođača kad je u pitanju implementacija optike u pristupnoj mreži su sledeći:

Siemens (tj. SNS) i Ericsson smatraju da ne postoji dilema «GPON ili FTTH p2p» već «i GPON i FTTH p2p». Alcatel-Lucent, Huawei i ECI preferiraju GPON, a Cisco (naravno) FTTH p2p active Ethernet.

Može se primetiti da podrška određenoj tehnologiji potiče, pre svega, od sopstvenog proizvodnog programa i zasniva se na uštedi troškova operatora i dosadašnjem učešću i poziciji proizvođača na FTTH tržištu. Kao ilustracija izrečenog može da posluži primer Alcatel-Lucent-a koji već ima preko 40 BPON klijenata u svetu, kojima nastavlja da nudi GPON kao nadgradnju postojećih rešenja.

VII. ISKUSTVA OPERATORA - PRIMERI

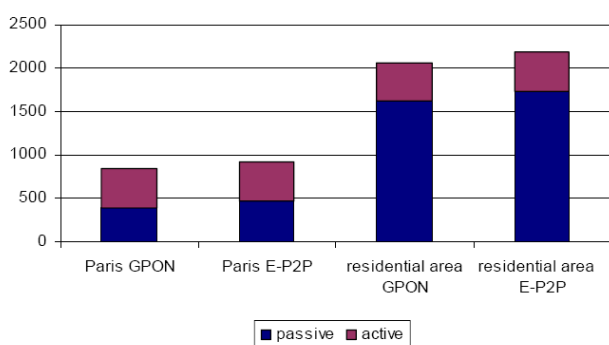
Različiti operatori imaju različite strategije, a svako tržište ima svoje specifične potrebe, mogućnosti i uslove. Nema univerzalnog pristupa i univerzalnih rešenja.

Telekom Slovenija je protekle 2006. godine doneo stratešku odluku izgradnje P2P FTTH mreže do rezidencijalnih korisnika, a ove godine imaju već i prve FTTH korisnike kojima pružaju TriplePlay uslugu. Interesantno je da je Telekom Slovenija jedan od retkih ILEC operatera koji se odlučio za P2P FTTH instalaciju, ali njihova business case analiza je pokazala da je to prava odluka. Pored P2P FTTH, Telekom Slovenije ima i

rešenja sa FTTx/VDSL2 i ADSL2+ na područjima gde je to povoljnija varijanta za pružanje usluga. Njihov BP 2007 predviđa izgradnju 100.000 BB priključaka, od čega 60.000 FTTH, 10.000 ADSL2+ i 30.000 VDSL2. Do 2010. planirali su da imaju 300.000 FTTx korisnika (dakle, ADSL2+, VDSL2, FTTH). Izgradnjom P2P FTTH Telekom Slovenije smatra da strateški dugoročno zauzima deo tržišta i obezbeđuje neograničene mogućnosti za uvođenje novih servisa [3].

Hong Kong karakteriše velika gustina naseljenosti (6200 ljudi na 1 km²), što predstavlja tzv.masovno tržište i time smanjuje troškove izgradnje mreže. Kao greenfield investiciju, FTTH mrežu za 1,3 miliona korisnika gradili su 4 godine. Više od 50% korisnika ima simetričnih 25-100 Mb/s, a cena za paket (100M up/100M down) iznosi 29 Eura mesečno ! Biznis korisnike paket (200M up/200M down) košta 65 Eura, a (1G up/1G down) 160 Eura. Garantuju 80% protoka u SLA. Raspoloživi bandwidth njihovi korisnici uglavnom koriste za razmenu video sadržaja sa PC-a [3].

FREE Telecom Francuska : Izgradnja *greenfield* FTTH GPON koštala je 850 Eura po pretplatniku kad je gradska sredina u pitanju, dok je za rezidencijalne sredine (pojedinačna domaćinstva) ta cena 2,5 puta veća i iznosi oko 2000 Eura. Interesantno je da je njihova analiza business case-a pokazala da bi cena izgradnje FTTH p2p koštala svega 10% skuplje u oba slučaja (gradska-«seoska» sredina) [4].



Sl. 5 : Poređenje troškova GPON i P2P greenfield implementacije (Eura / kućni priključak) (Izvor IDATE)

Češka O2 Telefonica ima oko 10.000 TriplePlay (IPTV) korisnika, kojima garantuje isporuku 2 video streama istovremeno. Sve ovo radi preko ADSL2+ koji im trenutno zadovoljava masovnu isporuku servisa koji se traže. FTTH projekat planiraju možda tek za 5 godina [3].

Švedska je već nekoliko godina unazad stalno na prvom mestu u svetu po broju BB korisnika na 100 stanovnika. Gradske vlasti u Stokholmu su formirale svoje preduzeće (Stokab) koje gradi «gradsku optiku» i iznajmljuje je (kao dark-fiber uslugu) operatorima i servis-provajderima. Ideja im je da izgrade operator-nezavisnu FTTH mrežu za preko 90.000 domaćinstava u naredne 2 godine, a već su povezali sve objekte gradskih vlasti, sva objekte gde se održavaju veliki skupovi, škole, univerzitete, dečje vrtiće [3].

VIII. ZAKLJUČAK

Tržište u Evropi danas još uvek nije zrelo za FTTH, ali se u novim investicijama mora itekako voditi računa o budućim potrebama. Sama optika do korisnika bez servisa ne znači ništa i ne može sama sebi biti cilj ! Za operatore balans CAPEX-a i OPEX-a u sprezi sa uticajem tržišnog okruženja treba da ima odlučujući uticaj na izbor i primenu tehnologije. U tom smislu najvažnija je dobra i iscrpna tržišno-tehnološka analiza na osnovu koje bi se napravio pravi izbor tehnologije i ponudile prave i profitabilne usluge. Najveći procvat FTTH rešenja treba očekivati u *greenfield* i slabo pokrivenim (*underserved*) oblastima, u pre svega ekonomski razvijenim zemljama.

LITERATURA

- [1] S. Hardy, „*Europe ponders FTTH approaches*“, LightWave Europe, septembar 2007.
- [2] K. Ruderman, „*European FTTH debates*“, LightWave Europe, januar 2007.
- [3] Materijal sa IIR konferencija „*FTTx Summit*“, private communication, Minhen, jun 2007
- [4] R. Montagne, „*FTTH deployment dynamics : Cost model & French case*“ presented at „*FTTx Summit*“, Minhen, jun 2007

ABSTRACT

This paper analyse and compare FTTH deployment technologies. The overview of actual situation and the moving on the FTTH market, especially in Europe, is treated also, through the strategic view and the experiances of telco operators.

FTTH – REALITY AND PERSPECTIVE

Saša Stamenković