

Prijedlog optimalnih rješenja za modernizaciju širokopojasnog pristupa u mreži Telekoma Srpske

Mišo Lazić, Željko Jungić
 Telekomunikacije RS, a.d. Banja Luka
 miso.lazic@mtel.ba, zeljko.jungic@mtel.ba

Sadržaj — U radu je dat prijedlog razvoja pristupne mreže Telekoma Srpske sa ciljem poboljšanja širokopojasnog pristupa internetu. Stalni zahtjevi za povećanjem brzine pristupa internetu i kvalitetnoj konekciji su nametnuli potrebu modernizacije postojeće i izgradnje nove pristupne mreže. U radu je pažnja posvećena analizi tri tehnologije: GPON, VDSL i P2P. Biće prikazane prednosti i nedostaci svake od njih i na osnovu trenutnog stanja u mreži i zahtjeva korisnika dat prijedlog izbora odgovarajuće tehnologije.

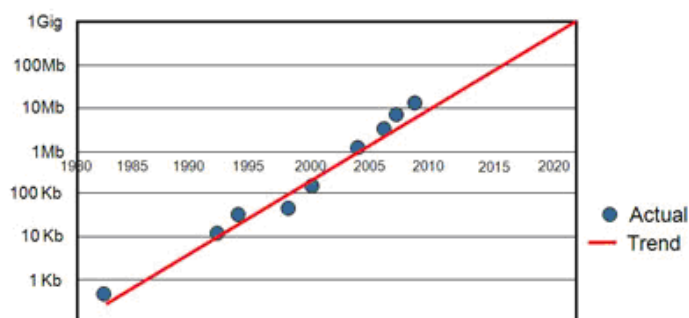
Ključne riječi: GPON; P2P; VDSL; korisnici, brzina pristupa

I. UVOD

Korisnici širokopojasnih usluga širom svijeta iz dana u dan povećavaju svoje zahtjeve kada su u pitanju bitske brzine pristupa internetu. Ovakvi zahtjevi su plod sve veće prisutnosti i dostupnosti interneta i sadržaja na njemu kao i novih servisa, a prije svega IPTV-a i interaktivnih video usluga. Dominantni telekom operatori na razvijenim svjetskim tržištima, sve više ulažu u nove tehnologije u pristupnom dijelu mreže, kako bi svojim korisnicima obezbijedili kvalitetan širokopojasni pristup sa velikim bitskim brzinama. Da bi se telekom operatori izborili sa sve većom konkurencijom, koju prije svega čine kablovski i alternativni operatori, nameće se potreba zamjene postojećih xDSL tehnologija, baziranih na bakarnoj pristupnoj mreži, sa novim FTTx tehnologijama po optičkim pristupnim mrežama. Ulaganje u nove tehnologije i izgradnja optičkih pristupnih mreža, čiji je primarni cilj zadržavanje postojećih korisnika, pridobijanje novih i ostvarivanje dodatnih prihoda od servisa koji će biti dostupni zahvaljujući novim tehnologijama. Obim, dinamika ulaganja i izbor adekvatne tehnologije novih optičkih pristupnih mreža moraju se brižljivo planirati kako bi se maksimalno iskoristile mogućnosti postojećih mreža po bakarnim paricama i uz minimalne investicione troškove došlo do optimalnih rješenja kako sa ekonomskog tako i sa tehničkog aspekta.

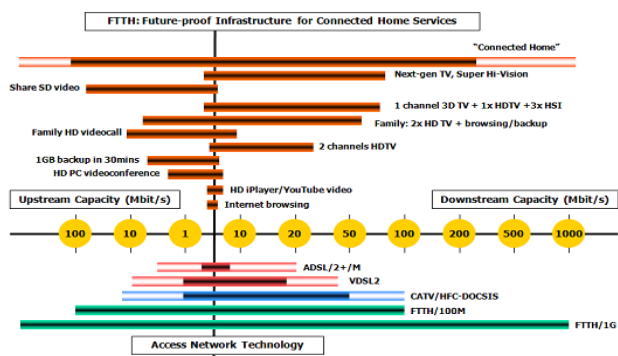
Zahtjevi korisnika za brzinom pristupa se stalno povećavaju, a Nelsonov zakon o godišnjem povećanju brzine za 50%, definisan 1984. godine, se i dalje pokazuje kao tačan. Sa Sl. 1 se vidi da se brzina pristupa, u razvijenim zemljama povećala i do 100Mbps u 2012. godini, što je znatno iznad prosječnih bitskih brzina u pristupnim mrežama dominantnih telekom operatora u Bosni i Hercegovini. Jasno je da će se zahtjevi za bitskim brzinama neprestano povećavati i da domaći operatori koji nude širokopojasni pristup internetu moraju bez odlaganja krenuti sa ulaganjima u nove

tehnologije, koje će kvalitetno zadovoljiti kako trenutne tako i buduće zahtjeve njihovih korisnika.



Slika 1. Nelsonov zakon o povećanju brzine

Trenutni širokopojasni marketing, uglavnom fokusiran na video servise (IPTV i video na zahtjev), zahtijeva veće bitske brzine u dolaznom smjeru (eng. *downstream*) ali u bliskoj budućnosti, zahvaljujući aplikacijama koje koriste komunikaciju u oba smjera (*two-way video sharing*, *cloud-based* servisi i slično) isti zahtjevi će se odnositi i na odlazni smjer (eng. *upstream*). Zahtjevi za bitskim brzinama najvažnijih trenutnih kao i očekivanih budućih aplikacija, za dolazni i odlazni smjer, prikazani su na slici Sl. 2.



Slika 2. Zahtijevane bitske brzine u dolaznom i odlaznom smjeru, najpopularnijih sadašnjih i očekivanih budućih aplikacija

Očekuje se da video doprinese značajnom povećanju saobraćaja na internetu. U 2010. godini, video saobraćaj je

predstavljao najveću komponentu u ukupnom internet saobraćaju. Razvijene su razne internet aplikacije koje se oslanjaju na video sadržaj, kao što su DVD rental (mogućnost da se putem interneta iznajmljuju i gledaju filmovi), HD video calling (ostavaranje video poziva u HD kvalitetu slike), Telepresence (Cisco sistem za video konferencije) i slično. Ono što će takođe povećavati potrebe za brzim pristupom su tzv. family paketi, kada jedna kuća ima potrebu za dva ili više televizora koji će prikazivati sliku u HD kvalitetu, kada svako od ukućana želi brzi pristup internetu u isto vrijeme ili žele da ostvare video poziv u HD kvalitetu. Sa slike Sl. 2 se vidi da za takav servisni scenario bakarne parice ne mogu zadovoljiti zahtjeve za potrebnim bitskim brzinama i izgradnja optičkih pristupnih mreža postaje neminovna. Budući razvoj video aplikacija će još više povećavati zahtjeve za bitskim brzinama, odnosno propusnim opsezima. Televizijski aparati u 3D tehnologiji sve više postaju dostupni i korisnici nameću zahtjeve za 3D sadržaje. TV produkcijske kuće su počele snimanje filmova u 3D formatu prije nekoliko godina (BBC je emitovao prvi 3D HD program uživo 2008. godine), tako da je za očekivati da 3D video postane široko dostupan u bliskoj budućnosti. Nakon HD kvaliteta video signala pojavljuje se „Super Hi-Vision“. Video ovog kvaliteta je već testiran od strane BBC-a i NHK-a (Japanska broadcasting kuća) i nudi 33 puta veću gustinu slike od HDTV standarda. Ovaj sistem, sa 33 miliona piksela (7680x4320), je još u fazi istraživanja i njegova šira komercijalna upotreba se ne očekuje prije 2020. godine. Zahtijevane bitske brzine za pristup „Super Hi-Vision“ sadržajima će biti oko 65Mbps.

Vodeći svjetski i evropski telekom operatori su prepoznali zahtjeve korisnika kao i razvoj ove oblasti u budućnosti i krenuli sa izborom novih tehnologija u pristupnom dijelu mreže. Vodeće zemlje po tom pitanju su Japan, Kina i Južna Koreja ali i mnoge evropske zemlje ne zaostaju na tom polju.

Sve ovo jasno ukazuje na potrebu što brže modernizacije i pristupne mreže Telekoma Srpske. Postoji više tehnologija koje se mogu implementirati, a u ovom radu će pažnja biti posvećena analizi tri tehnologije: GPON (Gigabit Passive Optical Network), P2P (Point-to-Point Network) kao cjelovite optičke mreže do stanova ili kuća i VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line) tj. kombinovane optičke i bakarne pristupne mreže, kako bi se što bolje iskoristio postojeći potencijal izgrađenih bakarnih mreža. Postavlja se pitanje koju od tehnologija i kojom dinamikom primijeniti u mreži Telekoma Srpske, koja predstavlja najbolje rješenje u ovom trenutku, a koja će ispuniti očekivanja u budućnosti i kako na najekonomičniji način razvijati pristupni dio mreže da se u potpunosti zadovolje zahtjevi korisnika i očuva dostignuta tržišna pozicija? Ovaj rad će pokušati dati odgovore na gornja, nimalo jednostavna, pitanja.

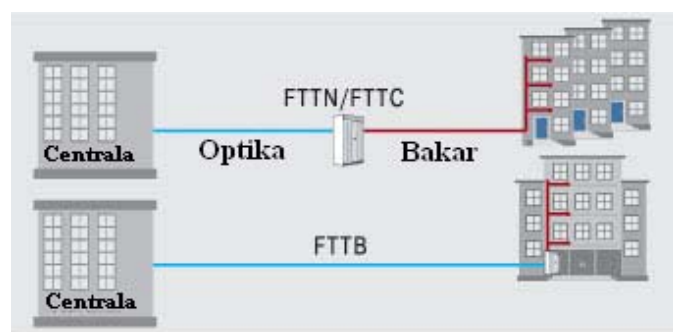
II. TEHNOLOGIJE U PRISTUPNOM DIJELU MREŽE

A. VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line)

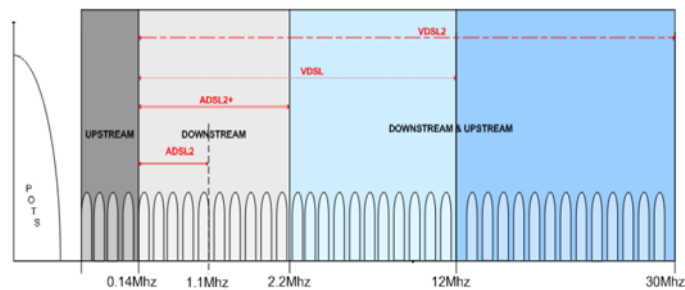
Sve veći zahtjevi za brzinom pristupa, ali i činjenica da telekom operatori već imaju široko izgrađene bakarne pristupne mreže, logično nameću VDSL tehnologiju kao dobro prelazno rješenje. Za maksimalne performanse VDSL modema neophodno je skraćivanje bakarne petlje ispod 300 metara što znači vrlo blizu korisnika. Konačne mogućnosti se ostvaruju sa

VDSL pristupnim uređajima postavljenim u ormarićima na ulazima stambenih zgrada, pri čemu VDSL petlju čini postojeća bakarna instalacija u zgradama. Na taj način se bakarne petlje smanjuju na dužinu kućne instalacije i omogućavaju pružanje novih servisa koji zahtijevaju veće brzine protoka podatka. Jedan primjer implementacije VDSL-a je prikazan na slici Sl. 3. Da bi se ostvarile maksimalne brzine potrebno je korisnicima prići sa optikom što je bliže moguće.

VDSL2 (eng. Very high-speed-bit-rate DSL 2) je najnovija i najnaprednija DSL tehnologija. Standardizovana je 2006. godine od strane ITU-T sa preporukom G.993.2. VDSL2 je tehnologija koja podržava prenosne brzine do 100 Mb/s u oba smjera. Prenos se obavlja preko jedne upredene parice, a maksimalnu brzinu postiže do udaljenosti od 350 metara. Kako bi se zadovoljile potrebe tržišta u pogledu zahtjevanih bitskih brzina, srednja snaga predajnika je povećana na 20dBm i tada se mogu doći brzine od 100Mb/s u oba smjera prenosa. Ovakvo povećanje brzine u odnosu na ostale DSL tehnologije postignuto je proširenjem prenosnog spektra do 30MHz i upotrebom većeg broja ortogonalnih podnosilaca, Sl. 4.



Slika 3. Primjer implementacije VDSL tehnologije



Slika 4. Spektar signala za xDSL

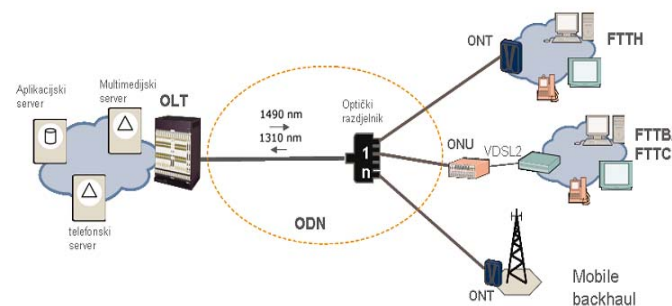
B. GPON (Gigabit Passive Optical Network)

GPON tehnologija (eng. Gigabit Passive Optical Network) se odnosi na pasivnu optičku mrežu (PON) gdje svaki korisnik ima optičko vlakno do svoje kuće ali se između centrale i pretplatnika koriste spliteri koji dijele optički signal za više korisnika. Do splitera dolazi jedno optičko vlakno iz centrale, a onda se tu grana na više vlakana. Standardni odnos ulaznih i izlaznih portova splitera je 1:32 ili 1:64. U ovom radu će se razmatrati spliteri sa odnosom dijeljenja 1:64. Opšta, dobra, karakteristika pasivnih optičkih mreža je nepostojanje aktivnih komponenti u distributivnoj mreži. OLT (eng. Optical Line Termination) je aktivna komponenta smještena u centrali (Central Office), dok se na strani korisnika nalaze optičke mrežne jedinice (ONU – eng. Optical Network Unit) ili optički mrežni terminali (ONT – eng. Optical Network Terminal).

GPON standardi omogućuju izbor različitih brzina, a brzina koja se danas koristi je 2.488 Gbps u dolaznom i 1.244 Gbps u odlaznom smjeru. Prvi standard za GPON je definisan i usvojen od strane ITU-T, preporukama G.984.1-G.984.3. Na slici Sl. 5 je prikazana jedna tipična GPON mreža i mogućnosti korištenja različitih tehnologija u spoju sa GPON. OLT koji se nalazi u centrali se sa optičkim splitterom povezuje samo preko jednog optičkog vlakna. Optički razdjelnik je pasivni uređaj koji ima jedan ulaz i više izlaza (najčešće 32 ili 64). Od optičkog razdjelnika do svakog korisnika dolazi po jedno optičko vlakno. Prenos podataka putem optičkog vlakna od centralnog uređaja do krajnjeg korisnika može se ostvariti na udaljenostima do 20 km. Kako se za komunikaciju koristi samo jedno optičko vlakno, onda se dolazni i odlazni signali dijele po talasnim dužinama, pri čemu se za dolazni smjer koristi talasna dužina od 1490 nm, a za odlazni 1310 nm.

Razvoj GPON mreža će svakako ići u smjeru povećanja brzine prenosa podataka. ITU-T je 2010. godine standardizovao 10 gigabitnu GPON mrežu (10GPON). To je asimetrična pasivna optička mreža koja omogućava brzine prenosa do 10 Gbps u dolaznom smjeru i 2.5 Gbps u odlaznom smjeru. Ova mreža se označava i sa XG-PON1, a njen opis je predstavljen u standardu G.987. U toku je razvoj XG-PON2 mreže koja omogućuje simetričnu vezu tj. identične brzine prenosa od 10Gbps u dolaznom i odlaznom smjeru.

Dobra osobina XG-PON1 mreže je što može da koegzistira sa postojećim GPON mrežama starije generacije. Postojeća GPON mreža se može nadograditi sa novom XG-PON1 po istim optičkim vlaknima, korištenjem različitih talasnih dužina. 10GPON koristi talasne dužine od 1575 nm do 1580 nm u dolaznom smjeru i od 1260 nm do 1280 nm u odlaznom smjeru. Na osnovu ovoga mreža može lagano da migrira na novu tehnologiju. Ovu činjenicu treba uzeti u obzir prilikom projektovanja novih pristupnih mreža, jer se GPON mreža može bez većih ulaganja nadograditi na novu tehnologiju.



Slika 5. Tipična arhitektura GPON mreže

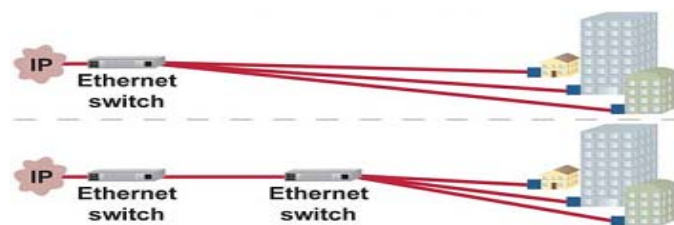
C. P2P (Point-to-Point)

P2P mrežna arhitektura podrazumijeva polaganje optičkog vlakna do svakog korisnika pojedinačno, odnosno iz centrale se za svakog korisnika povlači zasebno optičko vlakno. Svaki od korisnika radi nezavisno od drugih i kompletan kapacitet i sve prednosti vlakna su namijenjene za svakog od korisnika pojedinačno. Zbog činjenice da svaki korisnik dobija posebno vlakno, P2P mreža predstavlja najbolju pristupnu opciju tj. optičku mrežu koja će ispuniti sve zahtjeve korisnika u budućnosti.

Dužine optičkih vlakana za povezivanje korisnika zavise od snage lasera kojim se emituje signal i mogu biti i do 80km. Ovo ostavlja mogućnost da se sa jedne tačke opslužuje veliki broj korisnika mada velika koncentracija vlakana na strani centrale istovremeno stvara problem zbog potreba za većim prostorom u optičkim razdjelnicima.

Prepoznavanjem potrebe za Ethernetom u pristupnoj mreži, 2001. godine je formirana grupa EFM (eng. *Ethernet in the First Mile*). Ova grupa je standardizovala Ethernet u pristupnoj optičkoj mreži. P2P mreža je bazirana na Ethernet standardu i podržava simetrični prenos podataka brzinama od 100Mbps/1Gbps. 802.3z standard (1000BASE-X) opisuje P2P mrežu za prenos podataka brzinom od 1Gbps. Ova mreža pruža simetričan prenos podatak, a kako svaki korisnik ima svoje optičko vlakno to olakšava konfiguraciju, održavanje i pronalaženje eventualnih smetnji u mreži.

Na Sl. 6 su prikazana dva načina implementacije P2P mreže. Jedna je kada se iz centrale povlače vlakna do svakog korisnika, a druga je kada se na liniji veze dodatno postavljaju agregacioni Ethernet svičevi koji su bliže korisniku.



Slika 6. Dva načina implementacije P2P mreže

III. ANALIZA IZBORA TEHNOLOGIJE

Konkretna analiza izbora tehnologije u pristupnoj mreži Telekoma Srpske je izvršena za Banjaluku, kao najnaseljeniji grad u Republici Srpskoj, pa samim tim i najvećim brojem potencijalnih korisnika novih tehnologija. Osnovni parametri koji su potrebni da bi se sprovela jedna ovakava analiza su: broj stanovnika, gustina naseljenosti i tip organizacije stanovanja (urbano, prigradsko, ruralno naselje). Na osnovu relevantnih podataka i izvjesnih procjena o ukupnom broju stanovnika došlo se i do broja potencijalnih korisnika koji su razvrstani u četiri tipska oblika stanovanja, kao što je prikazano u TABELI I.

TABELA I. PODJELA GRADA NA OBLASTI

ID oblasti	Oblast	Broj stanovnika	Broj potencijalnih korisnika
I	Urbano	103339	35000
II	Manje urbano	80678	27000
III	Manje ruralno	27795	9000
IV	Ruralno	26196	8000

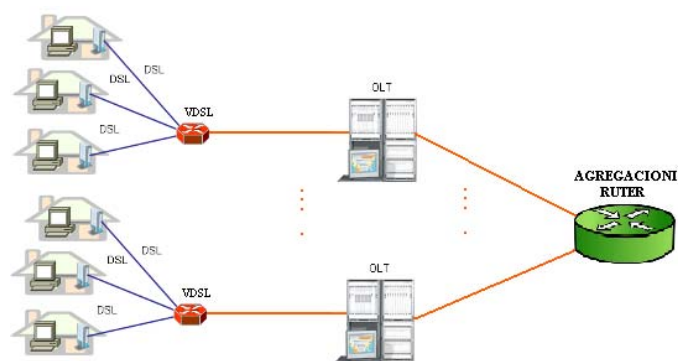
Postojeće stanje u pristupnoj mreži Telekoma Srpske, sa bakarnim paricama, značajno utiče na izbor nove tehnologije širokopojasnog pristupa. Da bi se smanjili troškovi, a u isto

vrijeme i ispunili zahtjevi korisnika za brzinom pristupa, Telekom Srpske nastoji da iskoristi što je više moguće postojeću bakarnu infrastrukturu. Kao najbolje rješenje za to se nameće VDSL tehnologija, koja će korisnicima pružiti brzine pristupa i do 100Mbps, a koristiće dio postojeće bakarne infrastrukture. U tom slučaju, a prema preporukama o iskoristivosti VDSL-a, bakarnu petlju je potrebno smanjiti ispod 300m. Dakle, potrebno je obezbjediti optička vlakna koja će dolaziti do zgrada tj. do ulaza u zgrade ili do manjih stambenih blokova i nizova kuća. Na ovaj način se maksimalno iskorištava postojeća bakarna mreža, a u isto vrijeme stvaraju mogućnosti za pružanje brzog pristupa internetu i novih servisa. Prednost Telekoma Srpske, koju treba iskoristiti, jeste činjenica da u svakom od naselja posjeduje svoje objekte, odnosno lokacije na kojima je instalirana telekomunikaciona oprema. Ti objekti se mogu iskoristiti za instalaciju agregacionih uređaja za VDSL, tako što će se na njih povezivati svi aktivni VDSL uređaji koji se postavljaju u zgradama ili naseljima. Topologija mreže u slučaju VDSL bi bila postavljanje agregacionih uređaja u postojeće objekte i instalacija pristupnih uređaja blizu korisnika (na udaljenostima manjim od 300m).

Implementacija GPON tehnologije zahtjeva instalaciju OLT uređaja na strani centrale i ONT na strani korisnika. Na ovaj način se obezbjeđuje optičko vlakno direktno do svakog korisnika, s tim što jedno vlakno dijeli više korisnika. Veliki nedostatak ove implementacije je potreba zamjene bakarne kućne instalacije sa novom optičkom. Ova činjenica značajno usložnjava implementaciju i povećava cijenu izgradnje. Prednost GPON-a i optičkih mreža uopšte, jeste mogućnost prenosa podataka na veće udaljenosti. GPON može da povezuje korisnike u prečniku od 20 km, što pruža mogućnost da se instalira samo jedna agregaciona tačka u krugu od 20km. S obzirom na ukupan broj potencijalnih korisnika u Banjaluci, ovo bi zahtjevalo veliki prostor za smještaj opreme za agregaciju svih korisnika, velike optičke razdjelnike i dobru organizaciju takvog prostora. S obzirom da Telekom Srpske već posjeduje svoje objekte u većini naselja, agregacioni uređaji se mogu instalirati na postojeće lokacije. Mogućnost jednostavne migracije sa VDSL na GPON mrežu, zahvaljujući činjenici da VDSL uređaji imaju optički uplink koji je GPON kompatibilan i mogu se jednostavno spojiti na GPON pristupni uređaj, dobrim dijelom opredjeljuje izbor tehnologije za Telekom Srpske u bliskoj budućnosti.

GPON OLT uređaji bi se instalirali na agregacionim tačkama tj. objektima Telekoma Srpske u naseljima i na njih bi se povezivali VDSL pristupni uređaji. Na ovaj način bi se još dogledno vrijeme efikasno koristio dio postojeće bakarne infrastrukture pri čemu bi buduća migracija prema potpunoj optičkoj GPON mreži bila jednostavna, skalabilna i ekonomična. U skladu sa budućim zahtjevima korisnika vršila bi se zamjena VDSL pristupnih uređaja sa GPON ONT uređajima i eventualnom izgradnjom optičkih kućnih instalacija dobila potpuna optička mreža bazirana na GPON tehnologiji. Najnovija rješenja kućnih pristupnih tačaka (eng. *home gateways*) bazirana na ITU standardu G.hn, koja će omogućiti kućno umrežavanje po svim postojećim kućnim instalacijama (koaksijalni kablovi, telefonske parice, elektroenergetski vodovi) bez potrebe za novom kablazom, kao i bežičnim povezivanjem brzinama od 1 Gbps, odložiće potrebu za izgradnjom optičkih kućnih instalacija na dugi period.

Topologija, prethodno spomenute implementacije, kombinovane VDSL- GPON mreže, prikazana je na slici Sl. 7.

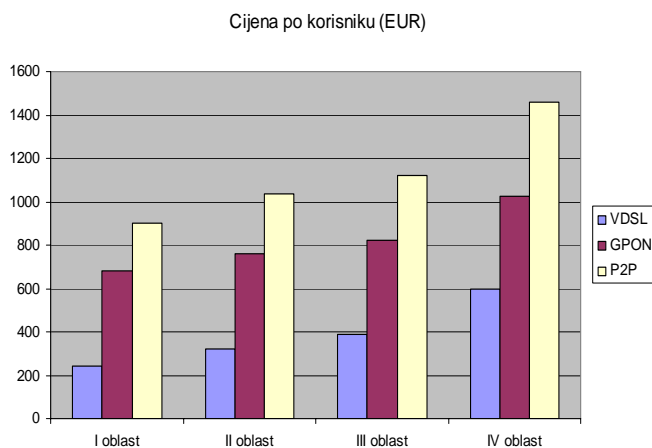


Slika 7. VDSL u kombinaciji sa GPON tehnologijom

Dodatna prednost ovakvog načina implementacije je mogućnost koegzistencije GPON tehnologije sa novom XG-PON1 tehnologijom, odnosno postojeća GPON mreža se može lako nadograditi sa novom XG-PON1, kada to bude potrebno. Ovo se postiže korištenjem različitih talasnih dužina za nove tehnologije odnosno standarde.

Implementacija P2P mreže zahtjeva povlačenje optičkog vlakna do svakog korisnika, što iziskuje velike napore i velika ulaganja. S obzirom da dužina vlakana u slučaju P2P mreže može biti i do 80km, moguće je za grad kao što je Banjaluka sa jedne centralne lokacije osplužiti sve korisnike. Analiza, koja će biti sprovedena dalje u ovom radu, pokazuje da u ovom trenutku P2P mreža, zbog velikih ulaganja, ne predstavlja ekonomski optimalno rješenje za Telekom Srpske. Prijedlog za Telekom Srpske je da se P2P mreža realizuje samo za velike poslovne (biznis) korisnike. Takvim korisnicima su potrebne velike brzine pristupa ali i veoma pouzdana mreža, što P2P svakako jeste.

Veliki uticaj na izbor konkretne tehnologije za implementaciju imaju ukupno raspoloživa ili potrebna sredstva za izgradnju pristupne mreže. Investicije u pristupnoj mreži će zavistiti od tehnologije, broja korisnika kao i od oblasti grada gdje se planira izgradnja nove mreže. Značajne uštede se mogu ostvariti ako se i dalje uspješno koriste potencijali postojeće bakarne mrežne infrastrukture Telekoma Srpske, a ova analiza je to uzela u obzir. Na osnovu parametara o cijeni opreme, troškova za izgradnju kablovske kanalizacije i polaganje kablova, kao i ostalih radova potrebnih za izgradnju mreže, dobijene su prosječne cijene po pretplatniku za određene tehnologije, po oblastima grada, kao što je prikazano na Sl. 8. Vrijednosti koje su navedene su dobijene na osnovu relevantnih podataka o cijeni opreme i radova koji su aktuelni u Telekomu Srpske. Sa slike Sl. 8 se jasno vidi da su najmanja sredstva po jednom korisniku potrebna za implementaciju VDSL tehnologije. Vrijednost ulaganja se povećava u ruralnim dijelovima grada, zbog veće razućenosti korisnika, a samim tim i većeg ulaganja u iskop tranšea i polaganje novih kablova. VDSL tehnologija zahtjeva

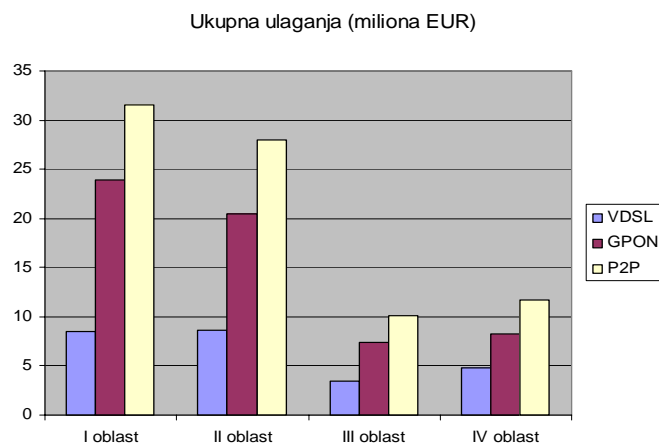


Slika 8. Cijena po korisniku za određene oblasti i tehnologije

najmanja ulaganja po korisniku, prije svega zbog korištenja dijela postojeće bakarne infrastrukture. Izgradnja GPON-a kao potpune optičke mreže znatno povećava ulaganja po pretplatniku, dok P2P mreža u ovom trenutku, prema očekivanjima, zahtjeva najveća ulaganja.

Na osnovu broja potencijalnih korisnika u pojedinim oblastima grada Banjaluka, dobijena je procjena ukupnih investicionih sredstava za određene tehnologije, kako je prikazano na Sl. 9. Analiza je pokazala da su najveća ukupna ulaganja potrebna u I oblasti, jer je tu i najveći broj potencijalnih korisnika. Međutim, analiza će pokazati da je upravo u I oblast najpovoljnije ulagati, jer će se investicija prije isplatiti u urbanim oblastima nego u ruralnim. Ovo prije svega zavisi od broja potencijalnih korisnika i njihove razuđenosti. Mali broj korisnika na velikom prostoru znatno povećava ukupnu cijenu implementacije određene tehnologije. S obzirom na ove rezultate, izgradnja novih i modernizacija postojećih pristupnih mreža bi trebala da krene od I oblasti. VDSL se nameće kao trenutno najisplativije rješenje, međutim u urbanim dijelovima grada gdje je gustoća korisnika najveća i konkurencija najoštrija, potrebno je od samog starta početi sa implementacijom potpuno optičkih mreža. Problem zamjene postojeće kućne bakarne instalacije, sa novom optičkom, potrebno je u početnoj fazi prevazići korištenjem *home gateway* prema pomenutom ITU-T standardu G.hn čija se pojava na tržištu očekuje već ove godine.

S obzirom na trenutno stanje u pristupnom dijelu mreže Telekoma Srpske i zahtjeve korisnika, prijedlog za postepenu i ekonomski opravdanu modernizaciju pristupne mreže jeste u početnoj masovnijoj implementaciji VDSL tehnologije, gdje god je to moguće, a u svim novim naseljima i zgradama polagati optička vlakna do krajnjeg korisnika i na taj način implementirati GPON ili P2P mreže. P2P jeste najbolje rješenje, koje će u budućnosti ispuniti sve zahtjeve korisnika i pružiti maksimalnu sigurnost, ali implementacija P2P mreže do krajnjeg, rezidencijalnog korisnika u ovom trenutku ne predstavlja ekonomski optimalno rješenje. P2P mrežu je moguće primjeniti samo u slučaju posebnih zahtjeva poslovnih korisnika, koji imaju velike zahtjeve za brzom i stabilnom konekcijom i spremni su da adekvatno plate ovu uslugu.



Slika 9. Vrijednost ukupnih ulaganja po odedenim oblastima i tehnologijama

Analiza je takođe pokazala koliki je procenat od ukupnog broja potencijalnih korisnika potreban po određenim oblastima i tehnologijama da bi ulaganje u takvu tehnologiju bilo isplativo za Telekom Srpske (TABELA II). Kao referentni period za povrat sredstava koja su uložena uzet je period od 5 godina, odnosno smatra se da je ulaganje u neku od tehnologija opravdano ako se sredstva mogu vratiti za 5 godina.

Realan procenat korisnika od ukupnog broja potencijalnih, koji se odlučuju za nove servise Telekoma Srpske (IPTV, širokopojasni internet) je nešto iznad 30%. S obzirom na ovo i analizu koja je sprovedena, vidi se da VDSL tehnologija u ovom trenutku predstavlja optimalno rješenje. Sa implementacijom GPON mreža treba početi u urbanom dijelu grada, gdje je najveći broj potencijalnih korisnika ali i najveća konkurencija zbog prisustva kablovskih i alternativnih operatora. Prijedlog je da se u novim naseljima i zgradama implementira GPON, a u starim VDSL tehnologija. P2P mrežu treba implementirati samo za velike poslovne korisnike.

TABELA II. POTREBAN BROJ KORISNIKA PO OBLASTIMA I TEHNOLOGIJAMA

	GPON	P2P	VDSL
I	38%	50%	14%
II	42%	58%	18%
III	45%	62%	22%
IV	57%	81%	33%

IV. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza jasno ukazuje na potrebu za brzom modernizacijom pristupne mreže i ulaganjima u nove tehnologije. Kako u mreži Telekoma Srpske postoji relativno dobra pristupna mreža sa bakarnim paricama, sa velikim procentom pristupnih petlji dužine ispod 1km, interes operatora i ekonomski imperativ je da se ovi potencijali što je moguće više iskoriste, tako da se VDSL tehnologija u velikom broju slučajeva pokazuje kao dobro rješenje za doglednu budućnost.

Analiza takođe pokazuje da se u ovom trenutku može krenuti i sa implementacijom GPON mreže u urbanim tj. gusto naseljenim gradskim područjima. Izgradnja P2P mreža s obzirom na troškove i način realizacije, se u ovom momentu pokazuje kao neisplativa kada su u pitanju rezidencijalni korisnici, pa se izgradnja P2P mreža preporučuje samo za poslovne oblasti tj. biznis korisnike koji zahtjevaju veći stepen sigurnosti u odnosu na onaj koji pružaju GPON mreže. Analiza koja je sprovedena u ovom radu se odnosi na grad Banja Luku, ali se rezultati mogu primjeniti i na druge regije u Republici Srpskoj, a posebno na urbana područja u drugim gradovima, gdje su zahtjevi korisnika strožiji i konkurencija oštrija.

LITERATURA

- [1] Prof. Dr. Steffen Hoernig, Stephan Jay, Dr. Karl-Heinz Neumann, Prof. Dr. Martin Peitz, Dr. Thomas Plückerbaum, Prof. Dr. Ingo Vogelsang, „Architectures and competitive models in fibre networks“, Bad Honnef, December 2010
- [2] Phil Winterbottom, „Next Generation Aon & PON Networks“, Ericsson AB 2010
- [3] Huawei, „Next-Generation PON Evolution“, Huawei Technologies Co., Ltd. 2010
- [4] FTTH Council Europe, „FTTH Handbook“, FTTH Council Europe 2012

- [5] Richard N. Clarke, „FTTn/VDSL2 Broadband Networks“, Norway 2008
- [6] John George, „Optical System Design Consideration for FTTP“, FTTH Conference 2003

ABSTRACT

Content - **This paper proposes the development of access networks in Telekom Srpske for better broadband connections. Constant demands for increased Internet speed and high-quality connection are creating the pressing need for modernization of the existing and construction of totally new optical access networks. This analysis compares three access technologies: GPON, VDSL and P2P and gives a clear overview of the advantages and disadvantages of each above mentioned technologies based on the current state of the Telekom Srpske's copper access network and user demands and also offer useful suggestions how to select an appropriate solution.**

THE PROPOSAL FOR OPTIMAL BROADBAND ACCESS SOLUTIONS IN TELEKOM SRPSKE NETWORK

Mišo Lazić
Željko Jungić