

Prelazak sa ADSL na VDSL pristupnu tehnologiju

Mira Vlajnić

Mtel a.d. Banja Luka, Direkcija za marketing i prodaju
Banja Luka, BiH
mira.vlanic@mtel.ba

Vesna Hrnjez

Mtel a.d. Banja Luka, Direkcija za marketing i prodaju
Banja Luka, BiH
vesna.hrnjez@mtel.ba

Sadržaj - Nove usluge kao što su video na zahtjev, interaktivna IP TV, HD TV, 3D TV, video konferencija, telemedicina i ostale aplikacije koje zahtjevaju značajniji kapacitet, glavni su pokretači razvoja novih i unapređenja postojećih tehnologija pristupnih mreža. Operatori moraju biti spremni da sa porastom zahtjeva tržišta postepeno evoluiraju od bakarne mreže ka optičkoj mreži. Dominantni operatori nastoje iskoristiti postojeću bakarnu infrastrukturu. U radu je dat pregled prednosti i nedostataka xDSL tehnologija, analizirana je primjena VDSL tehnologije kao i aktuelni izazovi sa kojima se susreću operatori prilikom unapređivanja pristupnih mreža.

Ključne riječi — xDSL, FTTH, NGA, kapacitet.

1. Uvod

Razvojem tehnologije pristupnih mreža omogućavaju se veći i brži prenosni kapaciteti, odnosno veća količina podataka prenosi se u kraćem vremenskom intervalu. Na samim počecima modemske veze su predstavljale revoluciju u smislu telekomunikacija, no ubrzo su njihovi prenosni kapaciteti postali mali za svakodnevnu upotrebu. U cilju unapređenja ponuda usluga, sa minimalnim ulaganjima, dolazimo do širokopolasne pristupne mreže. Njen glavni predstavnik je digitalna pretplatnička linija koja je iskoristila postojeću bakarnu infrastrukturu i zadovoljila potrebe tržišta za pružanjem novih usluga.

Od svih xDSL tehnologija ADSL je doživio najveću popularnost kod onih rezidencijalnih i SOHO (eng. *Small Office/Home Office*) korisnika koji su s lokalnom centralom povezani pomoću jedne upredene parice. ADSL tehnologija duguje svoj uspjeh velikoj popularnosti i širenju Interneta te je na telekomunikacionom tržištu zauzela dominantno mjesto kao tehnologija za pružanje usluga brzoga pristupa Internetu. S obzirom na digitalizaciju medija danas su u ponudi *triple play* usluge, koje pored pristupa Internetu i prenosa glasa uključuju i IPTV uslugu koja se može koristiti na više TV prijemnika u jednom domaćinstvu i u više formata (3D, HD) pa je za prosječnog korisnika potreban prenosni kapacitet od minimalno 30 Mbps.

EU je najavila da bi do 2020.godine svako domaćinstvo trebalo imati protok od bar 30 Mbps do kuće, a bar 50% domaćinstava i svih 100 Mbps, [1].

Navedeni protoci prevazilaze mogućnosti ADSL tehnologije, tako da se nameće potreba za iznalaženjem novih rješenja za povećanje pristupne brzine.

Optika do kuće bi bila najbolje rješenje i put kojim treba ići, ali praktično je neostvarivo i vrlo dugotrajno dovesti optiku do svake kuće ili stana. To bi bio kompleksan posao koji bi zahtjevao značajna finansijska sredstva. U pogledu budžeta i vremena za primjenu, prihvatljivo je i ekonomično uvođenje VDSL tehnologije na FTTH (*Fiber to the Building*) ili FTTN (*Fiber to the Node*) pristupnoj mreži. FTTH tehnologija je na postojećoj bakarnoj pristupnoj

mreži jeftinija od FTTH (*Fiber to the Home*), jer nema potrebe za izgradnjom kućne instalacije optičkih kablova – koristi se postojeća bakarna instalacija u zgradi a pristupne brzine zadovoljavaju potrebe telekomunikacionih usluga koje su u ponudi na tržištu. Većina *incumbent* operatora u zemljama srednje Evrope (Poljska, Češka, Slovačka, Mađarska) uveliko koristi VDSL tehnologiju, [2] [3]. Svako njeno unapređenje može pomoći *incumbent* operatorima u zadržavanju postojećih korisnika.

2. xDSL tehnologije

2.1. Opis xDSL tehnologije

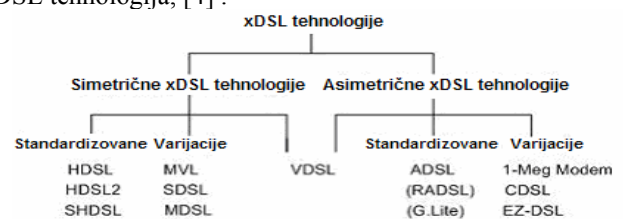
Nakon digitalizacije mreže ISDN tehnologijom (*Integrated Services Digital Network* – digitalna mreža integrisanih servisa), koja podrazumijeva potpunu digitalizaciju veze s kraja na kraj, u pristupne mreže telekom operatora uvedena je xDSL (*x-Digital Subscriber Line*) tehnologija. xDSL tehnologija omogućava da se preko postojeće infrastrukture bakarnih parica pruži istovremeno usluga prenosa glasa i prenos podataka sa velikim brzinama protoka podataka. xDSL tehnologija je iskoristila povoljnu okolnost da bakarne parice imaju mnogo veći informacijski kapacitet od onog koji je potreban za prenos govora i pružanje klasičnog telefonskog servisa, tako da je višak propusnog opsega upotrebljen za prenos podataka.

Tako je, uz relativno mala ulaganja, omogućeno pružanje širokopolasnih usluga krajnjim korisnicima. Osnovna prednost xDSL tehnologije je mogućnost brze, lake i jeftine nadogradnje postojeće telefonske mreže.

xDSL tehnologije se, u zavisnosti od vrijednosti brzina prenosa informacija od krajnjeg korisnika, odnosno prema krajnjem korisniku, mogu podijeliti u dvije glavne grupe:

- simetrične xDSL tehnologije koje omogućavaju istu brzinu prenosa podataka u oba smjera,
- asimetrične xDSL tehnologija kod kojih brzina prenosa podataka zavisi od smjera prenosa.

Za nazive smjerova prenosa xDSL-om koristi se sljedeća konvencija: smjer od lokalne centrale prema korisničkom području naziva se dolazni smjer (eng. *downstream* ili *downlink*), dok se suprotni smjer prenosa naziva odlazni smjer (eng. *upstream* ili *uplink*). Na Sl. 1. data je podjela xDSL tehnologija, [4].



Slika 1.: Podjela xDSL tehnologija.

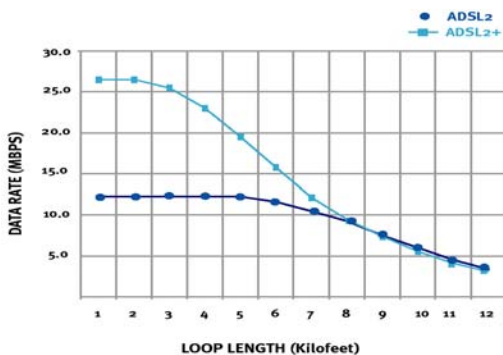
Simetrične širokopojasne tehnologije, kao što je npr. digitalna pretplatnička linija velike brzine prenosa (HDSL-*High bitrate DSL*) ili (SHDSL-*Symmetric High bitrate DSL*), nećemo posebno razmatrati budući da one, zbog svojih tehnoloških ograničenja (brzina prenosa i negativni efekt na susjedne parice), ne omogućavaju pružanje naprednih interaktivnih usluga, kao što je npr. IP televizija ili video na zahtjev.

2.2. ADSL/VDSL tehnologije

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) tehnologija ima značajno veću brzinu *download*-a u odnosu na brzinu *upload*-a. Podržava trajnu vezu (eng. *always on* ili *always connected*) krajnjih korisnika, te uspostava poziva nije potrebna. Izvorno je bio namijenjen prenosu video-na-zahhtjev sadržaja brzinama od 8 Mbit/s (*downstream*) i 640 Kbit/s (*upstream*). [2]

ADSL2 tehnologija predstavlja drugu generaciju širokopojasnih asimetričnih pristupnih tehnologija, a definisana je ITU-T preporukom G.992.3 (iz 2002.). U poređenju s ADSL tehnologijom, ADSL2 donosi poboljšanja u segmentu brzine prenosa i dometa. [2]

ADSL2+ tehnologija ratifikovana je 2003. godine i definisana ITU-T preporukom G.992.5. ADSL2+ koristi frekventni spektar do 2.2 MHz na bakarnoj parici, što je dvostruko više u poređenju s ADSL i ADSL2 tehnologijama koje koriste spektar do 1.1 MHz. Korištenjem proširenog frekventnog spektra, ADSL2+ tehnologija omogućava postizanje većih brzina prenosa na kraćim dužinama parica. Sa povećanjem dužine pretplatničke linije prenosna brzina se smanjuje i približava vrijednostima prenosnih brzina prethodnih ADSL tehnologija (Sl. 2). [2]



Slika 2.: ADSL2/ADSL2+ brzine u zavisnosti od dužini petlje

VDSL1 (*Very high bit rate Digital Subscriber Line*) je opisan G.993.1 ITU-T preporukama, ima mogućnost prenosa podataka brzinama od maksimalno 55 Mbps (*downstream*) i 15 Mbps (*upstream*). Cijena koju VDSL plaća zbog povećanja brzine u odnosu na ADSL je smanjeni domet prenosa. [2]

VDSL2 tehnologija definisana je ITU-T preporukom G.993.2 te je bazirana na ANSI i ETSI standardima. U ITU-T preporuci G.993.2, prenosne osobine VDSL2 tehnologije definisane su različitim profilima. Pojedini profil, na primjer, definiše koji se frekventni spektri koriste za prenos podataka, snagu emitovanja i sl. [2]

Tehnologija ADSL može se opisati kao sistem sa dvije pojasne širine u kojem se jedan dio frekventnog spektra koristi za *downstream*, a drugi dio se koristi za *upstream*. Tehnologija VDSL2, s druge strane, koristi više pojasnih širina i za *downstream* i za *upstream*, čime se povećava

fleksibilnost sistema kada je riječ o brzinama prenosa i simetriji podataka za *downstream* i za *upstream*. U Tabeli 1. dat je informativni prikaz ADSL/VDSL tehnologija, dok su u Tabeli 2. prikazani VDSL2 profili. [2]

Tabela 1.: ADSL/VDSL tehnologije (maksimalne brzine prenosa, korišteni frekventni opseg)

Tehnologija	Ratifikacija	Downstream max	Upstream max	Bandwidth
ADSL	1996	8 Mbps	1.0 Mbps	1.1 MHz
ADSL2	2002	12 Mbps	3.5 Mbps	1.1 MHz
ADSL2+	2003	24 Mbps	3.3 Mbps	2.2 MHz
VDSL	2004	52 Mbps	16.0 Mbps	12 MHz
VDSL2 17a	2006	100Mbps	50 Mbps	17 MHz
VDSL2 30a	2006	100Mbps	100Mbps	30 MHz

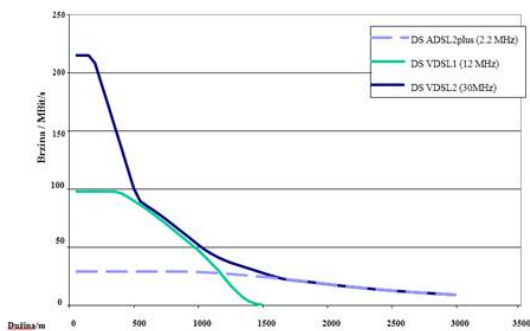
VDSL2 vectoring tehnologija poništava šum preslušavanja (međusobni uticaj, tzv. *interferencija*) između parica u kابلu tj. između VDSL2 linija. VDSL2 vectoring radi po jednoj parici na principu „potiskivanja šuma“. VDSL2 vectoring računa interferenciju između svih parica u kابلu i generiše signale za potiskivanje šuma u svakoj parici, čime se uspješno eliminiše preslušavanje. Na taj način se koristan signal pojačava od 30-100%. [2]

Tabela 2.: VDSL2 profili

Profile	Bandwidth (MHz)	Number of downstream carriers	Carrier bandwidth (kHz)	Maximum aggregate downstream transmit power (dBm)	Max. downstream throughput (Mbit/s)
8a	8.832	2048	4.3125	+17.5	50
8b	8.832	2048	4.3125	+20.5	50
8c	8.5	1972	4.3125	+11.5	50
8d	8.832	2048	4.3125	+14.5	50
12a	12	2783	4.3125	+14.5	68
12b	12	2783	4.3125	+14.5	68
17a	17.664	4096	4.3125	+14.5	100
30a	30	3479	8.625	+14.5	200

2.3. Teškoće u primjeni xDSL tehnologija

U poređenju sa modemima za prenos signala POTS kanalima, DSL tehnologije omogućavaju postizanje znatno većih prenosnih brzina i to upravo zbog toga što kod xDSL-a ne postoji ograničenje širine kanala na raspon od 300 do 3400 Hz. Međutim, proširenje prenosnog pojasa dovodi do većeg *prigušenja* (eng. *attenuation*) signala kao i do mnogih drugih problema koji su bili zanemarivi u prenosu POTS kanalima. Iskoristiva širina prenosnog pojasa lokalne petlje zavisi od brojnih faktora, kao što su dužina petlje, karakteristična impedansa linije, srednja snaga signala, frekvencija signala i tehnika linijskog kodovanja. Što je veća frekvencija signala to je veće i njegovo prigušenje te samim tim signal postaje slabiji na ulazu u prijemnik na drugom kraju lokalne petlje, što povećava vjerovatnoću greške prilikom detekcije primljenih simbola i rezultuje kraćim dometom prenosa lokalnom petljom. Osim slabljenja na liniji i preslušavanje (eng. *crosstalk*), naročito ono na daljem kraju može da degradira performanse VDSL2 veza čak i do 70%. Efekat preslušavanja na DSL linijama naročito je izražen ako su dužine linija kraće i ako se prenos obavlja na višim frekvencijama. Na Sl. 3. prikazane su brzine prenosa ADSL i VDSL tehnologija u zavisnosti od dužini pretplatničke parice. [2]



Slika 3.: ADSL/VDSL brzine prenosa u zavisnosti od dužine ptp parice

3. Širokopojasne mreže

Opšta podjela širokopojasnih mreža je na žični (uključujući optički) i bežični pristup. Kod žičnog pristupa imamo bakarnu paricu, optička vlakna, koaksijalni kabl te komunikaciju preko vodova energetske mreže. Veza optičkim kablom je podijeljena na optiku od tačke do tačke i pasivnu optičku mrežu. [4]

3.1. Segmentacija TK mreže

Telekomunikacione mreže možemo podijeliti na:

- pristupnu mrežu čiji je osnovni zadatak povezivanje krajnjih korisnika sa drugim mrežama i davaocima usluga. Tipovi pristupne mreže zavise od želja i mogućnosti korisnika i možemo ih podijeliti na žične i bežične.
- jezgreni dio čiji je zadatak da ostvaruje kontrolu i upravljačku funkciju, osigurava usluge u samoj mreži te povezuje sistem sa ostalim davaocima usluga. [4]

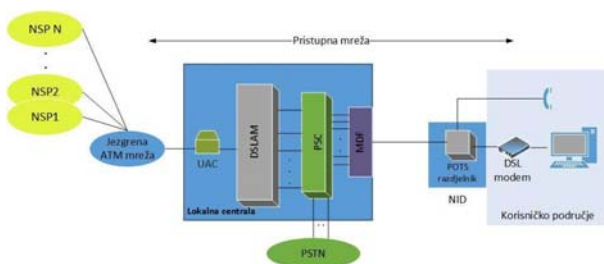
Osnovna arhitektura telekomunikacione mreže data je na Sl. 4. [4]



Slika 4.: Telekomunikaciona mreža

3.2. Arhitektura žičanih DSL širokopojasnih pristupnih mreža

Postojeća telefonska infrastruktura je stvorena prvenstveno za prenos glasa, i ova mreža nije izvorno prilagođena za prenos podataka velikom brzinom. Zbog toga su potrebna izvjesna prilagođenja i izmjene na postojećoj PTSN mreži. Da bi se napravila mreža za brži prenos podataka bazirana na DSL uslugama, potrebno je obezbjediti nekoliko vrsta mrežne opreme. Na Sl. 5. je prikazana osnovna arhitektura digitalne pretplatničke linije. [4]



Slika 5.: Arhitektura DSL pretplatničke linije

DSLAM (*Digital subscriber line access multiplexer*) je smješten u objektu davaoca usluge i predstavlja kamen temeljac DSL tehnologije. Njegova uloga je da vrši koncentraciju saobraćaja generisanog od strane korisnika, a pristiglog sa velikog broja DSL linija i da ih preko *backbone* linka spoji sa ostatkom mreže. **Splitter** (POTS razdjelnik) je uređaj koji se veže na oba kraja telefonske linije i služi za razdvajanje DSL signala od signala klasične telefonije ili ISDN-a. U slučaju kada se prenos glasa realizuje putem VoBB tehnologije ovaj mrežni element se izostavlja. **DSL terminalni uređaj** (DSL modem / DSL ruter) je s jedne strane spojen na DSL liniju, odnosno splitter (u slučaju kada je prenos glasa realizovan putem POTS/ISDN tehnologije) a sa druge strane na opremu kod pretplatnika (računar, STB...). [4]

3.3. Primjena VDSL2 tehnologije u širokopojasnoj pristupnoj mreži

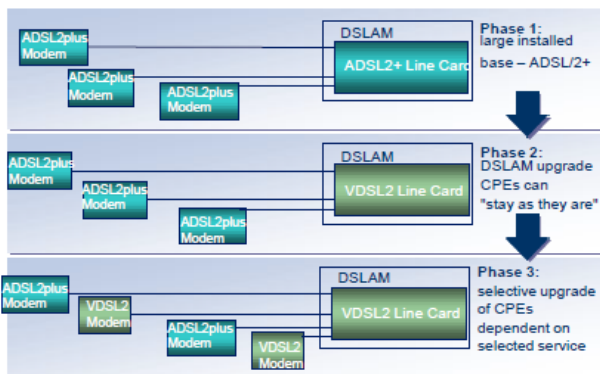
VDSL2 tehnologija donosi dvije značajne prednosti u razvoju širokopojasnih pristupnih mreža:

- u tehnološkom smislu: pomak prema arhitekturi baziranoj u potpunosti na Ethernet tehnologiji (ADSL tehnologije koriste ATM na relaciji DSLAM - CPE modem);
- u topološkom smislu: lokacija DSLAM čvora bliža je krajnjem korisniku (skraćenje petlje). [2]

Standard VDSL2 definiše nekoliko različitih profila, pri čemu je svaki profil pogodan za određeni scenario razvoja usluga baziranih na tehnologiji VDSL2. Sa stanovišta topologije mreže možemo definisati sljedeće VDSL2 topološke scenarije:

- Profili 8a-8b i 12a-12b koriste se u FTTC topologiji (čvor VDSL2 DSLAM je lociran u udaljenom čvoru najčešće uz postojeću telekomunikacionu opremu za pružanje POTS ili ISDN usluge. U ovom slučaju se obično vrši nadogradnja postojećih DSLAM-ova preko kojih je već realizovana ADSL tehnologija. Nedostatak ovakvog prelaska na VDSL tehnologiju je taj što su uglavnom pretplatničke petlje dosta dugačke i veliki broj korisnika se nalazi izvan dometa od 500 m).
- Profil 17a se najčešće koristi u FTTC topologiji (čvor VDSL2 DSLAM je lociran u uličnom kabinetu te optikom povezan na Ethernet/IP agregacionu mrežu). U ovom slučaju se pristupa poslovanju skraćivanjem pretplatničke petlje i instalaciji novih VDSL2 DSLAM pristupnih čvorova na odabranim lokacijama.
- Profil 30a primjenjuje se u FTTC topologiji (čvor VDSL2 DSLAM se nalazi na lokaciji krajnjeg korisnika, npr. u podrumu zgrade). [2]

Očito je da je za postizanje većih brzina prenosa potrebna kraća pretplatnička petlja do nekoliko stotina metara. To podrazumijeva smještanje DSLAM čvorova bliže krajnjim korisnicima (smanjivanje udaljenosti između jedinica DSLAM i CPE modema) te korištenje optičke infrastrukture za prenos podataka prema agregacionoj mreži. Na Sl. 6. prikazana je zamjena pristupne tehnologije i kompatibilnost CPE opreme. [2]



Slika 6.: Zamjena pristupne tehnologije i kompatibilnost CPE opreme

3.4. Skraćenje pretplatničke petlje u pristupnoj mreži

U sklopu pripremi radova za skraćenje pretplatničke petlje potrebno je pripremiti:

- **GIS podloge:**
 - GIS podloge postojeće TK kablovske mreže posmatranog područja,
 - GIS podloge postojećih spojnih puteva (optički kablovi) posmatranog područja,
 - GIS podloge postojeće TK kanalizacije,
 - GIS podloge s lokacijama postojećih pristupnih čvorova, primarnih i sekundarnih izvoda, KR-ova (zadržati konfiguraciju postojeće pristupne mreže, tj. planirati da svi postojeći objekti ostanu lokalna čvorišta mreže),
 - podatke o smetnjama u mreži na posmatranom području,
- **podatke o pretplatnicima:**
 - podatke o postojećim pretplatnicima,
 - podatke o zahtjevima za zasnivanje pretplatničkog odnosa,
 - podatke o planiranom broju pretplatnika na posmatranom području prema prostornom (katastrskom, regulacionom) planu,
- **podatke za uvođenje ograničenja:**
 - podloga problematičnih urbanističkih zona,
 - podloge elektroenergetskih postrojenja, dalekovaoda i kablova, i
 - podloge vodovodne i kanalizacijske mreže.

3.5. Osnovni principi pri rekonstrukciji postojeće pristupne mreže sa ciljem primjene VDSL2 tehnologije:

- Zadržati konfiguraciju postojeće pristupne mreže, tj. planirati da svi postojeći objekti ostanu lokalna čvorišta mreže.
- Maksimalna dužina pretplatničke petlje od DSLAM-a do korisnika 300m (u posebnim slučajevima, u suburbanim dijelovima grada, sa malim brojem pretplatnika do 500m), vodeći računa o kapacitetu VDSL portova na DSLAM uređaju.
- Raspoloživi kapacitet VDSL portova mora da zadovolji potrebe novih i supstituciju postojećih korisnika širokopojsnog pristupa.
- DSLAM uređaje planirati u objektima koji imaju veliki broj pretplatnika i obezbjeđuju najveći porast broja korisnika širokopojsnih servisa.

- Pri preuzimanju postojećih pretplatnika, težiti tome da se maksimalno iskoristi postojeća bakarna razvodna pristupna mreža.
- Prilikom planiranja povezivanja DSLAM uređaja optičkim kablovima sagledati prostorni raspored, grupisati ih i povezati na najbliži postojeći pristupni čvor.
- Prilikom određivanja kapaciteta optičkih kablova voditi računa o budućim potrebama.
- Trasu optičkih kablova, gdje god je to moguće, planirati kroz postojeću kablovsku kanalizaciju. Na mjestima gdje je to neophodno vršiti iskop i polaganje dvije PE cijevi malog prečnika.
- Nastavke na kablovima, čiji je položaj u mnogom određen i geografskim kriterijumima, predvidjeti, ukoliko je to moguće, u kablovskim oknima i u bezbjednoj i zaštićenoj zoni pristupa.
- Predvidjeti spojnice za optičke kablove koje imaju predviđene ulaze za veći broj kablova (više od 5).
- Prilikom planiranja kapaciteta spojnice uzeti u obzir buduća proširenja.

4. xDSL tehnologije u BiH i okruženju

Posljednjih godina širom svijeta sve više rastu potrebe korisnika za mnogo bržim Internetom tj. NGA (*Next Generation Access*) mrežama. Značajan pokazatelj stepena razvoja mreža sljedeće generacije je nivo razvijenosti širokopojsnih mreža čija se arhitektura zasniva na optici – optika do kuće, koja nije na zavidnom nivou u Evropi, a posebno u većini zemalja Balkana. Japan i Južna Koreja su vodeće zemlje u razvoju optičkih mreža, procenat fiksnog širokopojsnog pristupa Internetu putem optičke mreže iznosi preko 60% [3].

Danas, u Evropi, Internet se uglavnom zasniva na prvoj generaciji širokopojsnog pristupa. Evropa i dalje prilično zaostaje za azijskim zemljama, pa je iz tog razloga i donijeta *Digitalna agenda za Evropu* kako bi se ta razlika što više smanjila. Na nivou Evropske unije *Digitalna agenda za Evropu* donosi konkretne mjere i ciljeve te preporučene rokove za ispunjavanje tih ciljeva, kako bi se ostvarile najveće pogodnosti za privredu i stanovništvo. Po pitanju brzih pristupa (30 Mbps i više) cilj EU je da do 2020.godine 100% stanovništva EU ima mogućnost korišćenja pomenutih pristupnih brzina, dok bi ultra brzi pristup (100 Mbit/s ili više) trebalo koristiti 50% domova EU do 2020.godine [1].

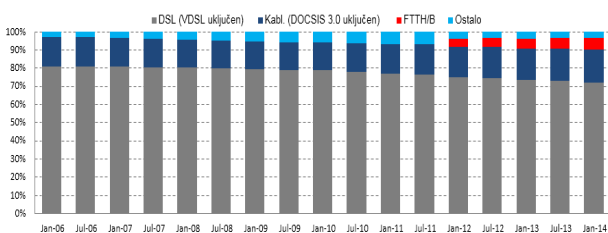
Države članice Evropske unije u posljednjih nekoliko godina samostalno donose nacionalne planove i strategije razvoja širokopojsnog pristupa. Nacionalne planove i strategije, između ostalog, odlikuje zajednički trend uvođenje mreža nove generacije, uz primjenu tehnologije optičkih niti temeljene na FTTx standardu u fiksnim komunikacionim mrežama.

Ukupan broj korisnika Interneta i dostupnost širokopojsnih priključaka u Evropi, kao i u svijetu, pokazuje tendenciju rasta.

Međutim, postoje razlike u zastupljenosti širokopojsnih priključaka između pojedinih zemalja. Udio širokopojsnog pristupa internetu putem DSL tehnologije (što uključuje i VDSL tehnologiju) kreće se od 100% u Grčkoj do 15% u Bugarskoj. EU prosjek na kraju decembra 2014. iznosio je 70%. Udio širokopojsnog pristupa Internetu putem kablovske mreže (što uključuje i DOCSIS 3.0 tehnologiju) kreće se od 51% u Belgiji do 0% u Grčkoj i Italiji s obzirom

da ista u navedenim državama nije prisutna (prosjeak EU 18%). Udio FTTH/B se kreće od 58% u Latviji do 0% u Grčkoj i Malti (prosjeak EU 8%). Udio ostalih tehnologija pristupa iznosio je 4% na nivou EU prosjeka. [5]

U državama koje imaju dobro razvijenu xDSL infrastrukturu, dostupnost širokopojasnog pristupa internetu putem fiksne mreže je najveća i iznosi više od 90% u većini država članica. Posmatrajući u zadnje tri godine, dostupnost širokopojasnog pristupa internetu putem fiksne mreže nije se značajno mijenjala, međutim značajan je napredak vidljiv u ruralnim krajevima gdje je ista porasla za 10%. Razlog sporijeg razvoja xDSL infrastrukture može se pronaći u činjenici da su se države članice više fokusirale na razvoj NGA infrastrukture i bežičnih tehnologija [5]. Udio FTTH/FTTB priključaka na nivou Evropske unije od 2012.godine bilježi pozitivan trend rasta, dok udio xDSL priključaka od 2010.godine bilježi blagu tendenciju pada (Sl. 7., period januar '06 – januar '14) [6].



Slika 7.: Udio pojedinih tehnologija na nivou EU

Hrvatska

U Hrvatskoj 83% ukupnog broja korisnika širokopojasnog pristupa Internetu pristupa putem xDSL tehnologije. Udio širokopojasnog pristupa Internetu realizovan putem kablovske mreže u Hrvatskoj iznosi 12%. Udio FTTH/B u Hrvatskoj je 2% dok je udio ostalih tehnologija pristupa iznosi 4% (decembar 2014.godine). Temeljni ciljevi koje Vlada Republike Hrvatske ističe u *Strategiji razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2016. do 2020. godine* su:

- pokrivenost pristupnim mrežama sljedeće generacije (NGA), koje omogućavaju pristup Internetu brzinama većim od 30 Mbit/s za sve stanovnike,
- najmanje 50% domaćinstava budu korisnici usluge pristupa Internetu brzinom od 100 Mbit/s ili većom. [5]

Potpuna pokrivenosti brzim širokopojasnim pristupom ambiciozan je cilj koji zahtijeva izgradnju pristupnih širokopojasnih mreža sljedeće generacije (NGA) na cijelom području Hrvatske.

U Hrvatskoj prevladava širokopojasni pristup Internetu putem xDSL tehnologije koji pruža većina operatora, ali da bi se omogućio značajan kvalitativni iskorak (eng. *step change*) u dostupnosti širokopojasnog interneta priključaka širokopojasnog i pristupnim brzinama operatori će morati nastaviti ulaganja u NGA infrastrukturu. Vlada Republike Hrvatske naglašava da je potrebno obratiti pažnju na ruralna područja, u kojima je širom svijeta razvijenost elektronskih komunikacija na nižem nivou nego u urbanim područjima, budući da nejednakosti (digitalni jaz) između pojedinih hrvatskih regija te između različitih korisničkih zajednica u zemlji trebaju biti prevladane ili barem ublažene. [5]

Srbija

U Srbiji preko 80% stanovništva ima širokopojasni pristup Internetu putem xDSL sistema. S obzirom na postojeću bakarnu infrastrukturu, ova tehnika je predstavljala najbolji način kojim se obezbeđuje njeno maksimalno iskorišćenje. Vlada Republici Srbiji, u *Strategiji razvoja elektronskih komunikacija od 2010. do 2020.godine*, je najavila da će glavni ciljevi koje će sprovođiti radi razvoja širokopojasnog pristupa biti:

- obezbeđivanje širokopojasnog pristupa po principu FTTH/B/C do svih korisnika,
- protok servisa elektronskih komunikacija od najmanje 100 Mb/s. [7]

Vlada Srbije ističe da xDSL nema opravdanja tamo gdje treba postaviti nove kablovske veze. U *Strategiji razvoja širokopojasnih mreža i servisa u RS do 2016.godine*, navodi se da će se ciljevi koje će Vlada sprovođiti radi razvoja širokopojasnog pristupa, zasnivati na sljedećim principima:

- tehnološka neutralnost mreža i servisa (ovaj princip se temelji na ideji da mreže sljedeće generacije mogu biti zasnovane na različitim tehnološkim platformama),
- širokopojasni pristup kao univerzalni servis (imajući u vidu da ovakve mreže iziskuju velike početne troškove, potrebno je da država odigra ključnu ulogu u podsticanju investiranja u nova tehnološka rješenja i bežične tehnologije),
- razvoj mreža sljedeće generacije. [8]

Bosna i Hercegovina

Na nivou BiH širokopojasni pristup Internetu putem fiksne mreže može se ostvariti putem različitih tehnologija: xDSL pristup, pristup putem kablovskih mreža, te iznajmljenih linija. Stopa penetracije korisnika Interneta putem fiksne mreže u trećem kvartalu 2015.godine iznosila je 68,74%, dok je, u istom periodu, ukupan broj priključaka širokopojasnog pristupa Internetu putem fiksne mreže iznosio 624.686. Obzirom na tehnološku zastupljenost dominira širokopojasni pristup putem xDSL pristupa sa 58,67% (366.530 priključaka), zatim kablovski pristup sa 31,34% (195.785 priključaka), dok pristup putem iznajmljenih linija čini 0,20% (1257 priključaka), a pristup putem FTTx tehnologije 0,06% (417 priključaka). [9]

Na području BiH i alternativni telekomunikacioni operatori (Telrad, Telemach, Elta-kabel) kao i dominantni operatori sa najvećim tržišnim učešćem Mtel i BH Telekom su u svoje mreže primijenili i FTTx tehnologiju.

Mtel razvoj postojeće mrežne infrastrukture temelji na uvođenju novih tehnologija, pri čemu su GPON i VDSL2+ vectoring označeni kao glavni pravci razvoja u fiksnom pristupu u narednom periodu [10].

U BH Telekom-u u posljednjih par godina pored instalacije VDSL2 tehnologije po bakarnoj parici, na centralnoj lokaciji sve više pribjegava VDSL2 preko FTTB i FTTH tehnologije. DSLAM je putem optičkog spojnog puta povezan sa centralnom lokacijom [11].

Telemach ima FTTx rješenja u ponudi za poslovne korisnike. Putem FTTx tehnologije Telemach implementira integrisana rješenja fiksne telefonije, VPN, pristup Internetu simetričnim brzinama, cloud rješenja.

Elta-kabel ima u ponudi širokopojasni pristup putem optičkih vlakana i za poslovne i za rezidencijalne korisnike, gdje su u komercijalnoj ponudi pristupne brzine i do 200/100 Mbps. Telrad je pristupnu mrežu

unaprijedio FTTH tehnologijom putem koje pruža pakete integrisanih usluga i pristup Internetu simetričnim pristupnim brzinama.

5. Ponuda usluga u okviru VDSL tehnologije

Telekom operatori se suočavaju sa sljedećim opštim trendovima u telekom industriji: sve jača konkurencija, sve zahtjevniji kupci, sve složenija oprema, sve komplikovaniji proizvodi, sve kompleksnije usluge, sve skuplji marketing, sve veće investicije, a sve manji profit. Vodeće telekomunikacione kompanije u domenu fiksne telefonije susreću se sa sve većom konkurencijom na tržištu. Dominantni telekom operatori (eng. *incumbent*) nastoje iskoristiti postojeću bakarnu infrastrukturu dok god to zahtjevi korisnika dozvoljavaju. Alternativni operatori su u drugačijoj poziciji s obzirom da su njihovi glavni ciljevi pridobijanje novih korisnika, jer su oni znatno kasnije ušli na tržište.

Gruba podjela usluga koje se pružaju putem širokopojasnih mreža je: fiksna telefonija (prenos glasa), usluga pristupa Internetu i IPTV usluga. S obzirom na pad prihoda od fiksne telefonije, telekom operatori vide šansu u IPTV-u koji bi mogao učvrstiti njihove poljuljane pozicije i u povećanju brzina pristupa Internetu. Navedene tri usluge se obično spajaju u jedan paket. Korisniku se nudi *triple play* usluga, uz praćenje ostalih trendova (povećanje opsega usluge, dodavanje aktualnih sadržaja u postojeće pakete, povećanje brzina pristupa Internetu), a sve u cilju zadržavanja postojećih i privlačenju budućih korisnika.

Sama xDSL i FTTx tehnologija ne mogu ponuditi nešto znatno drugačije od starih ISDN pristupa, osim boljih mrežnih performansi i naravno boljeg kvaliteta servisa. Povećavanjem kvaliteta usluge povećava se i potreba za prenosnim kapacitetima mreža. Budući da IPTV usluga dijeli mrežne resurse i sa ostalim uslugama, IP TV ima najviši prioritet u mreži iz razloga na osjetljivost kašnjenja (isto kao i govor) ali prvenstveno zbog potrebe veće propusnosti od ostalih usluga (govorna usluga zauzima 64 Kbit/s, dok gledanje HD sadržaja zauzima minimalno 10 Mbit/s). Kako bi isporuka ovakvih usluga bila potpuna moraju se prilagoditi uslovi u mreži kao što su dovoljni prenosni kapaciteti, visok kvaliteta transfera IP paketa i zadovoljavajuća nivo sigurnosti. Ukoliko korisnik koristi *triple play* uslugu potrebno je osigurati brzinu u dolaznom smjeru od minimalnih 20 do poželjnih 30 Mbit/s.

Specifičnosti IP TV tehnologije nameću veliki broj servisa i dodatnih usluga. Bez obzira na to što su dodatni servisi po pravilu sekundarni izvor prihoda i što pristup ovim servisima ima samo dio IP TV korisnika, oni mogu poslužiti kao stimulans za prelazak korisnika na mreže telekom operatora, kao provajdera TV servisa. Zbog toga je veoma važno da se telekom operatori u samom konceptu IP TV servisa fokusiraju na ponudu velikog broja sofisticiranih servisa sa dodatnom vrijednošću.

Sa razvojem tehnologije korisnicima se pruža širok spektar komunikacionih servisa. Kombinovani efekti povećane konkurencije i novih servisa dovode do porasta problema u prognoziranju broja korisnika sa kojima se suočavaju operatori i proizvođači u industriji. Iz tog razloga treba biti oprezan sa investiranjem u nove tehnologije.

6. Zaključak

U posljednjih nekoliko godina dogodio se snažan razvoj xDSL tržišta i usluga koje koriste xDSL kao prenosnu tehnologiju. Glavna osobina tog razvoja je želja da se krajnjim korisnicima istovremeno ponudi nekoliko usluga (pristup Internetu, prenos govora internet protokolom VoIP– *Voice over IP*, IP televizija, video na zahtjev...) preko jedne xDSL linije. Takve potrebe tržišta nameću nove zahtjeve na xDSL mrežne čvorove u pogledu linijske brzine prenosa te osiguranja kvaliteta usluge.

VDSL2 tehnologija obezbjeđuje da korisnici brže, preko postojećih bakarnih parica, dobiju bolji i atraktivniji servis, ali samo ukoliko se nalaze na do 500m udaljenosti od mrežnog čvorišta. VDSL2 se u tim slučajevima može naplatiti kao *premium* servis, što će provajderu donijeti dodatni prihod. VDSL2 se stalno razvija i unapređuje u cilju produženja „života“ bakarnim kablovima za pružanje novih usluga. Korišćenjem postojeće infrastrukture, operatori ostvaruju značajne uštede. Kombinovanje optičkog i bakarnog pristupa u ponudi *triple play* usluga je korak u pravom smjeru za operatore, jer iskorištava prethodne investicije u mrežu bakarnih kablova i omogućava troškovno prihvatljiv postepeni prelaz na FTTH, koji je konačno rješenje u pristupnoj mreži.

LITERATURA

- [1] <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en>
- [2] Dokumenti s web-stranice <http://www.broadband-forum.org>.
- [3] <http://www.ftthcouncilap.org/>
- [4] Alen Bažant, "Osnovne arhitekture mreža", Zagreb 2003.
- [5] <https://esavjetovanja.gov.hr/ECon/MainScreen?entityId=1512>
- [6] European commission, „Broadband markets“, Digital agenda Scoreboard, 2014.
- [7] Vlada Republike Srbije, „Strategija razvoja elektronskih komunikacija u Republici Srbiji od 2010. do 2020. godine“, maj 2009.
- [8] Vlada Republike Srbije, „Strategija razvoja širokopojasnih mreža i servisa u Republici Srbiji do 2016. godine“, avgust 2014.
- [9] Regulatorna agencija za komunikacije BiH, „Kvartalni uporedni podaci tržišta elektronskih komunikacija“, decembar 2015.
- [10] Mtel a.d. Banja Luka, „Godišnji izvještaj za poslovnu 2014.godinu“, Banja Luka 2015.
- [11] BH Telekom, „Strateško planiranje u BH Telekomu“, Sarajevo 2014.

ABSTRACT

New services such as video on demand, interactive IP TV, HD TV, 3D TV, video conferencing, telemedicine and other applications that require significant capacity are the main initiators of the development of new and improvement of existing access network technologies. Operators must be prepared to gradually evolve, with the market demand, from the copper network to the fiber optic network. Incumbent operators try to utilize existing copper infrastructure. The paper gives an overview of the advantages and deficiencies of xDSL technology, analyzed the application of VDSL technology, as well as current challenges faced by operators in access networks improvement.

Transit from ADSL to VDSL access technology

Mira Vlajnić, Vesna Hrnjez