



UNIVERZITET SINGIDUNUM

**DEPARTMAN ZA POSTDIPLOMSKE STUDIJE
FAKULTET ZA ELEKTROTEHNIKU I RAČUNARSTVO**

MASTER RAD

ANALIZA UTICAJA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA NA RAZVOJ EKOSISTEMA

Mentor:

Prof. dr Miroslav Dukić

Student:

Danijela Alurović

Br. indeksa: 2014/412026

Beograd, 2015.

SADRŽAJ

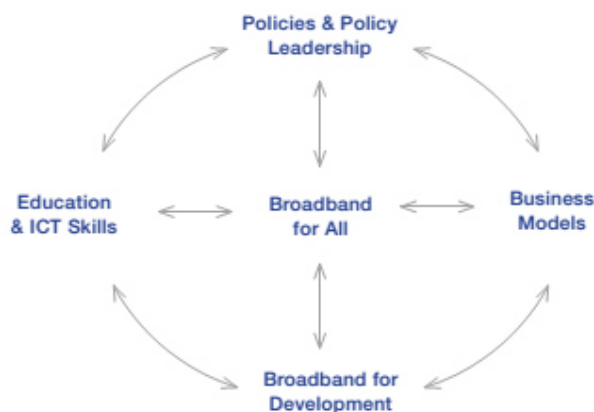
1. Uvod.....	- 3 –
2. Značaj širokopojasnog povezivanja.....	- 5 –
2.1. Prenosi podataka kroz fiksnu telefonsku liniju.....	- 5 –
2.2. Bežične tehnologije za povezivanje.....	- 7 –
2.2.1. Mobilne komunikacije	- 8 –
2.2.2. Širokopojasni wireless i Endholmov zakon.....	- 10 –
3. Pregled i specifikacija tehnologija širokopojasnog povezivanja.....	- 12 –
3.1. Značaj širokopojasnih mreža.....	- 12 –
3.2. 3G.....	- 12 –
3.2.1. Alternativa za 3G.....	- 13 –
3.2.2. Osnove mobilnih komunikacija.....	- 13 –
3.3. LTE.....	- 18 –
3.4. WiMAX.....	- 19 –
3.5. GPON/FTTH.....	- 20 –
3.6. DSL tehnologije.....	- 22 –
3.6.1. Klasifikacija DSL tehnologija.....	- 24 –
3.6.1.1. HDSL.....	- 24 –
3.6.1.2. HDSL-2.....	- 25 –
3.6.1.3. MVL.....	- 26 –
3.6.1.4. SDSL.....	- 26 –
3.6.1.5. SHDSL.....	- 27 –
3.6.1.6. MDSL.....	- 28 –
3.6.1.7. IDSL.....	- 28 –
3.6.1.8. ADSL.....	- 28 –
3.6.1.9. ADSL2 i ADSL2+.....	- 30 –
3.6.1.10. VDSL.....	- 31 –
3.6.1.11. RADSL.....	- 35 –
3.6.1.12. ReachDSL.....	- 35 –
3.6.1.13. G.Lite.....	- 35 –
3.6.2. Sistemi rada DSL tehnologija.....	- 36 –
3.6.2.1. Baseband sistemi.....	- 36 –
3.6.2.2. Passband sistemi.....	- 37 –
3.6.3. Problemi DSL tehnologija.....	- 40 –
3.6.4. Modeli DSL mreža.....	- 43 –
3.6.4.1. IP/LAN servisi bazirani na DSL-u.....	- 44 –
3.6.4.2. Frame relay servisi preko DSL-a.....	- 47 –
3.6.4.3. Nx64 kbit/s servisi preko DSL-a.....	- 48 –
3.6.4.4. ATM servisi preko DSL-a	- 49 –
3.6.4.5. VoDSL.....	- 49 –
3.6.4.6. Kvalitet poziva preko DSL-a.....	- 54 –
3.6.4.7. CVoDSL.....	- 55 –
3.7. CMTS.....	- 57 –

4. Uticaj širokopojasnih tehnologija na razvoj ekosistema.....	- 62 –
4.1. Značaj ekosistema.....	- 62 –
4.1.1. Servisi.....	- 63 –
4.1.2. Aplikacije.....	- 63 –
4.1.3. Korisnici.....	- 63 –
4.2. Razvoj ekosistema.....	- 64 –
4.3. Strategija za razvoj ekosistema.....	- 65 –
4.3.1. Definisanje strategija.....	- 65 –
4.4. Politike i programi za razvoj ekosistema.....	- 66 –
5. Uticaj širokopojasnih tehnologija na ekologiju.....	- 67 –
4.1. Razvoj širokopojasnog sistema u zemljama Jugoistočne Evrope.....	- 70 –
6. Ekonomski uticaj na širokopojasni pristup.....	- 74 –
6.1. Doprinos ekonomskom rastu.....	- 75 –
6.2. Uticaj ekonomije na produktivnost.....	- 76 –
6.3. Uticaj ekonomije na otvaranje novih radnih mesta.....	- 78 –
6.3.1. Pozitivan uticaj širokopojasne mreže na otvaranje novih radnih mesta.....	- 79 –
6.4. Uticaj širokopojasnih tehnologija na ekonomiju u razvijenim zemljama.....	- 79 –
7. Zaključak.....	- 80 –
Literatura.....	- 81 –
Spisak slika.....	- 82 –
Spisak tabela.....	- 85 –
Spisak skraćenica.....	- 86 –

1 Uvod

Širokopojasno povezivanje na internet velikom brzinom predstavlja osnov modernog društva. Takvo povezivanje nije više zastupljeno samo u elitnim redovima društva, već ga koristi mnogo veći deo populacije i time postaju dostizni novi načini pristupa uslugama i informacijama. Danas, rasprostranjenost širokopojasnog pristupa pruža veliki broj novih servisa putem kojih je omogućen mnogo bolji i brži pristup potrebnim podacima.

The Broadband Commission, komisija za digitalni razvoj, ima zadatak da promoviše usvajanje efikasne širokopojasne politike i prakse za postizanje razvoja ciljeva, tako da svi mogu da imaju korist od pogodnosti koje nudi širokopojasni pristup. Ova komisija traži da se podigne svest ljudi i da se poboljša razumevanje značaja širokopojasnih mreža, usluga i aplikacija za vođenje diskusija o međunarodnoj širokopojasnoj politici i kako bi se podržalo širenje širokopojasnog sistema tamo gde je najpotrebniji. U izveštaju koji je podnet za 2014. godinu nalaze se četiri glavne teme koje mogu biti od pomoći da se shvati potencijal širokopojasnog pristupa za sve. Na sledećoj slici prikazana je struktura pomenutog izveštaja:



Sl. 1.1– Struktura izveštaja [ITU,14]

Svaka zemlja treba da koristi odgovarajuće politike i strategije da bi širokopojasni pristup bio dostupan i time se omogućio razvoj modernog znanja društva. Time život postaje savremen i pristupa se lakše digitalnom obrazovanju, kulturi, zabavi, zdravstvu, kao i finansijama i različitim komercijalnim servisima. Da bi se ovo postiglo javni i privatni sektor moraju da rade zajedno.

Analiza rasta i trenutnog statusa širokopojasnog pristupa delimično zavisi od toga kako je on definisan, pošto tačna definicija širokopojasnog pristupa utiče na pretplatnike i statistike rasta. Biro za radiokomunikaciju koji pripada kompaniji ITU održava kategoričnu definiciju klastera bežičnih širokopojasnih zemaljskih i satelitskih tehnologija kao što su IMT – 2000 (3G) i unapređeni IMT koji obuhvata većina 4G tehnologija, dok se za IMT - 2020 smatra da će uspostaviti tehničke kriterijume za 5G tehnologiju. Očekuje se da će IMT-2020 dostići prenos podataka čija će brzina biti nekoliko puta veća u odnosu na unapređeni IMT. Smatra se da je bežični širokopojasni saobraćaj projektovan tako da će do 2020. godine moći da se poveća i do 1000 puta u odnosu na postojeću brzinu. Takav napredak je od velikog značaja za bežične komunikacione mreže jer će tim zahtevi za buduće usluge biti potpuno zadovoljeni.

Tokom proteklih godina Vlade, stvaraoci politike i regulatori napravili su imperativ kada je politika u pitanju i to na osnovu priznavanja rastućeg uticaja širokopojasnog pristupa kada se radi o nacionalnim ciljevima. Postoje jaki dokazi koji ukazuju na pozitivnu korist širokopojasnih servisa kroz rast produktivnosti i zapošljavanja.

Posmatrajući uticaj širokopojasnih mreža na razvoj društva sa stanovišta ekonomije, sociologije i obrazovanja, organizacija ITU postavila je kao svoj osnovni cilj razvoj širokopojasnog sistema do 2020. godine. Isti taj cilj predstavila je i Evropska Unija kroz Digitalnu Agendu EU. Vođena time, Digitalna Agenda za Srbiju će do 2020. godine razmatrati problem širokopojasnog pristupa koji čine širokopojasne mreže otvorenog tipa i otvoreni servisi.

Ovaj master rad je napisan i cilju da se što bolje predstave i prouče prednosti koje poseduju širokopojasne komunikacije i mreže. Sastoji se od šest glava u kojima je reč o širokopojasnom pristupu, servisima, različitim tehnologijama i načinima pristupa širokopojasnoj ekologiji i ekosistemu.

- U drugoj glavi predstavljen je značaj širokopojasnog povezivanja. Pomenuti su fiksni prenos podataka i navedene bežične tehnologije koje se koriste za povezivanje. Govori se i o mobilnim i wireless komunikacijama.
- U trećoj glavi napravljen je pregled i specifikacija tehnologija kojse služe za širokopojasno povezivanje. Predstavljen je značaj širokopojasnih mreža i detalno su opisane tehnologije 3G, LTE, WiMAX, GPON/FTTH, DSL i CMTS.
- U četvrtoj glavi reč je o ekosistemu vezanom za širokopojasne tehnologije. Predstavljen je njegov razvoj, servisi, aplikacije i značaj.
- U petoj glavi govori se o ekologiji koja se odnosi na širokopojasne tehnologije. Reč je o tome kakvo je stanje širokopojasnog sistema u zemljama u Jugoistočnoj Evropi.
- U šestoj glavi reč je o uticaju širokopojasnih tehnologija na ekonomiju. Opisan je uticaj ekonomije na produktivnost i stvaranje novih radnih mesta.

2 Značaj širokopojasnog povezivanja

U prošlosti da bismo se uspešno povezali na mrežu, korišćeni su bakarni kablovi. Tada je najuspešnija brzina prenosa podataka bila 56 kbps. Danas, za prenos podataka, brzina iznosi 24- 30 Mbps.

Širokopojasni pristup Internetu je zajednički naziv za načine povezivanja na internet koji omogućavaju velike brzine prenosa podataka.

Tehnologije koje su uobičajene kod privatnih korisnika, kablovski modem i ADSL, kao i SDSL, omogućavaju brzine veće od 144 kbps, što je ujedno i najniža granica da bi se pristup smatrao širokopojasnim.

Poslovni korisnici imaju i mogućnost pristupa preko digitalnih zakupljenih vodova koji se ostvaruju različitim tehnologijama DSL i optičkih vodova.

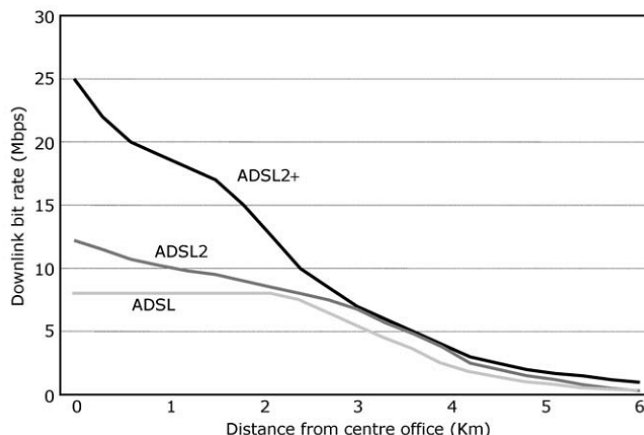
U žične tehnologije širokopojasnog pristupa internetu spada BPL (Broadband Over Powerline), koji koristi naponske vodove za prenos signala.

Određene usluge satelitskog pristupa internetu su širokopojasne, pogotovo dvosmerni satelitski internet. Ovakav pristup se uglavnom koristi na udaljenim, izolovanim lokacijama.

2.1 Prenosi podataka kroz fiksnu telefonsku liniju

Postoji više načina na koje se kompjuter povezuje na Internet. Veliki broj računara koristi LAN mrežu za međusobnu komunikaciju, kao i za komunikaciju sa bazama podataka, štampačima i Internetom. Kućni računari mogu koristiti dial up konekciju na Internet koja je povezana sa telefonskom linijom, ili se konektovati putem kabla koji je povezan na mrežu.

Od skoro moguća je konekcija putem modema koji pružaju veliku brzinu protoka. Kao alternativa, ISDN je standardizovan od strane ITU osamdesetih godina i pruža brzinu protoka čak i do 144 kbps putem telefonske linije. Ovaj servis podržalo je samo nekoliko operatera u svetu. To je trajalo do kasnih devedesetih kada je razvijen DSL koji je pružao neočekivano velike brzine konekcije od kuće. DSL tehnologija za konekciju koristi standardne telefonske bakarne kablove. Na sledećoj slici prikazana je moguća razlika između količina protoka u zavisnosti od udaljenosti od centra.



Sl. 2.1.1.– DSL stope u odnosu na udaljenost od centra [Esm,06]

Dok se u zemljama poput Japana i Koreje nudi DSL protok koji može da iznosi i na desetine mbps, DSL operateri u manje naseljenim zemljama nude servis od 256-512 kbps.

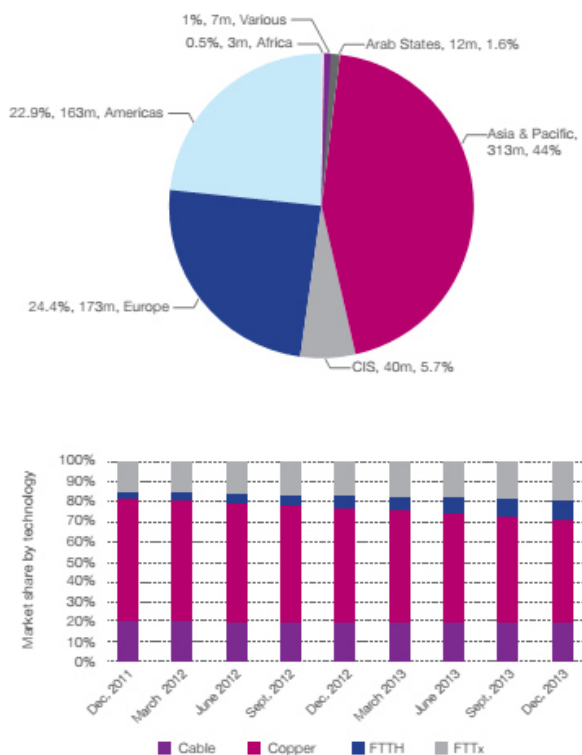
Veće brzine prenosa moguće su i sa FTTH servisom. Postoje optički kablovi koji direktno povezuju krućni računar na internet. Ipak, ovaj servis je predviđen za mesta sa većim brojem stanovnika.

Po istraživanju ITU fiksne širokopojasne mreže za pristup nastavljaju da beleže svoj napredak u svetu. ITU procenjuje da je na kraju 2013. godine bilo 673 miliona fiksnih širokopojasnih linija, dok je na kraju 2014. godine bilo čak 711 miliona pretplata na fiksnu širokopojasnu mrežu.

Što se tiče tehnologija fiksne širokopojasne mreže će nastaviti da rastu preko kablova i optičkih vlakana, iako postoje i određeni podaci koji ukazuju na to da je ukupan broj pretplatnika DSL linije možda dostigao svoj vrhunac i da je počeo da opada.

Kablovka i satelitska komunikacija nastavljaju da beleže svoj godišnji rast na 1,8% i 1,5%. Razvojem i napretkom VDSL2 tehnologije operateri bi mogli da produže vek trajanja postojećih tehnologija i mogao bi da se uspori pad broja korisnika DSL linija.

Danas, xDSL i dalje čini polovinu, možda i više fiksne širokopojasne linije, a sa optičkim vlaknom FTTx i FTTH čini oko četvrtinu ukupnog tržišta za fiksne širokopojasne mreže. Prikaz navedenog može se predstaviti sledećom slikom.



Sl. 2.1.2.– Status širokopojasnog povezivanja kroz fiksnu telefonsku liniju: prenos pretplata za širokopojasni pristup putem fiksne telefonske linije podeljen po geografskim regionima (gornji deo slike); razvoj pretplata za širokopojasno povezivanje putem fiksne telefonske linije po tehnologiji 2011- 2013 (donji deo slike) [ITU,14]

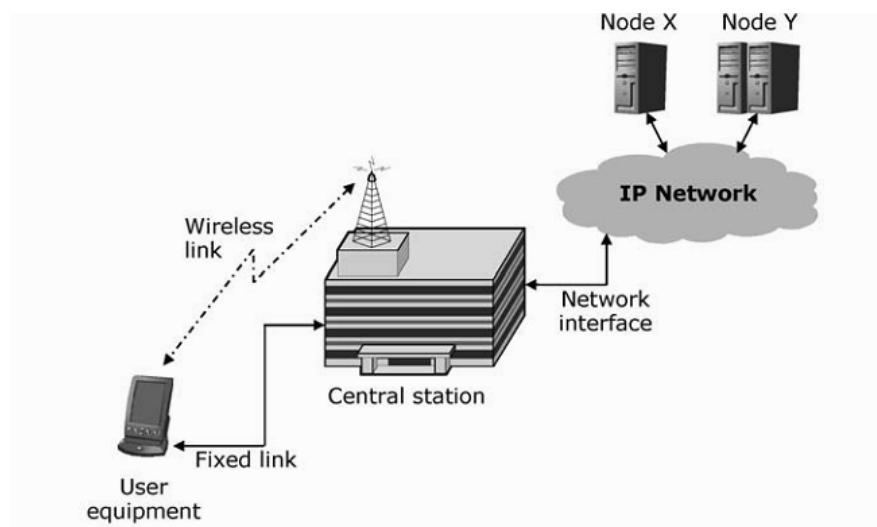
Korišćenje vlakana raste polako ali sigurno – FTTH/FTTB koristi više od petine povezanih domova u samo devet zemalja širom sveta od kojih je jedna u arapskom regionu, pet u Aziji, a tri u Evropi. FTTH Savet konstatuje da je veliki rast širokopojasnog pristupa u domaćinstvu ključni pokazatelj zrelosti tržišta za zemlje kako bi se potražnjom pretplatnika što bolje održao razvoj novih usluga.

2.2 Bežične tehnologije za povezivanje

Bežične tehnologije za povezivanje daju mogućnost da se sa bilo kog mesta može povezati na internet, i to bez ograničenja vremena trajanja konekcije i koristeći velike brzine protoka. Neke od bežičnih tehnologija su:

- WCDMA;
- CDMA – 2000;
- TD – CDMA;
- Wireless LAN IEEE 802.11;
- WiMAX IEEE 802.16;
- TD – SCDMA (MC);
- i – Burst;
- Flash – OFDM.

Na sledećoj slici prikazano je povezivanje bežičnom mrežom između krajnjeg korisnika i centralne stanice.



Sl. 2.2.1. – Interfejs za pristup Internetu [Esm,06]

Postoje dve vrste wireless tehnologija, a to su:

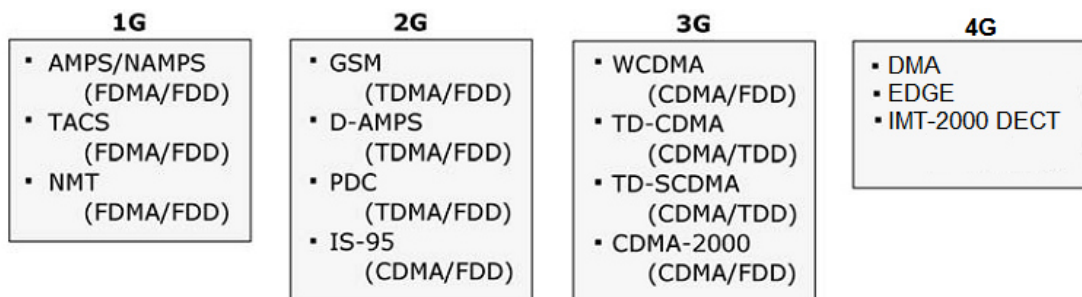
1. Širokopojasni pristup Internetu razvijen za komunikacije putem fiksne telefonske linije;
2. Wireless komunikacije razvijene za mobilne aplikacije.

Kombinacijom ove dve vrste wireless tehnologije došlo se do dve osnovne potrebe: jedna je povezivanje na Internet bez kablova, a druga je mogućnost povezivanja na Internet gde je fiksna opcija nemoguća. To zahteva tehnologije koje omogućavaju povezivanje na servise visokog prenosa koji su od posebnog značaja za krajnjeg korisnika.

2.2.1 Mobilne komunikacije

Moderne mobilne komunikacije počele su da se stvaraju osamdesetih godina, ali je u to vreme njihov napredak bio veoma spor. Zbog velikih troškova i glomazne veličine mobilnih uređaja, ovaj servis nije imao mnogo korisnika. Tek sredinom devedesetih godina ovi uređaji počeli su da se zamenjuju manjim, a operateri su nudili dostupne servis pakete. U razvijenijim zemljama ovaj servis je mnogo brže napredovao.

Tehnologije ovih servisa prošle su kroz četiri generacije tokom svog razvoja. Na sledećoj slici prikazana je klasifikacija tih tehnologija.

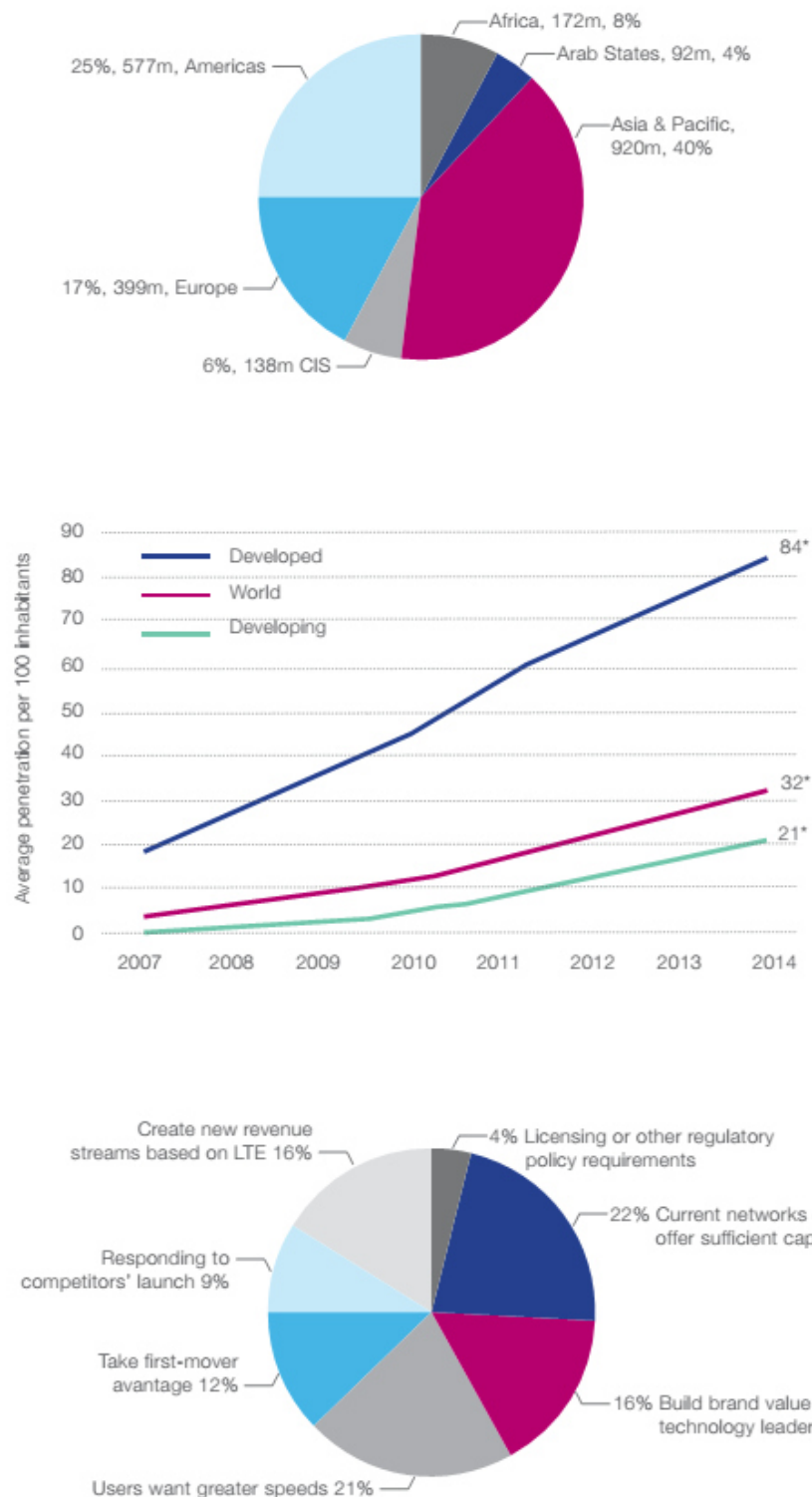


Sl. 2.2.2.– Četiri generacije mobilnih telekomunikacionih tehnologija

Prva generacija uređaja koristila je analogne tehnologije i prvenstveno je bila namenjena za glasovne servise, dok druga i treća generacija uređaja koriste digitalne tehnologije koje su pogodne i za druge vrste komunikacija.

Mobilne širokopojasne mreže (3G i 4G) nastavljaju sa svojim rastom tokom 2014. godine napredovale su za 20%. Od septembra 2013. godine zabeležena je 191 aktivna LTE mreža, dok je do kraja 2014. godine bilo oko 350 LTE mreža 4G.

LTE je sada raspoređen na devet mreža u sedam zemalja širom sveta, a do kraja 2014. godine dostignut je napredak od 40 mreža. Na sledećoj slici prikazani su razlozi za LTE raspoređivanje koji su raznovrsni.



Sl. 2.2.3.-Status mobilnog širokopojasnog povezivanja:geografska distribucija pretplatnika mobilne širokopojasne mreže prema regionu (gornji deo slike);evolucija mobilnog širokopojasnog pristupa 2007-2014 (srednji deo slike);razlog za primenu LTE tehnologija sredinom 2014. (donji deo slike) [ITU,14]

Na kraju 2014. godine mobilne širokopojasne pretplate prekoračile su fiksne u rasponu 3:1.

Sedam zemalja širom sveta beleži rast mobilnih širokopojasnih tehnologija sa više od 100 aktivnih pretplatnika po stanovniku (Singapur, Finska, Japan, Australija, Bahrei, Danska i Koreja).

Ukupan broj pretplatnika se, naravno, razlikuje od broja pretplatnika. Cisco je 2012. godine imao procenu da je bilo već oko 4 biliona jedinstvenih korisnika mobilnih telefona, a da će ih u 2016. godini biti 5 biliona. Ericsson je 2014. godine procenio da je u 2013. godini bilo 4,5 biliona mobilnih korisnika. GSMA tvrdi da je početkom 2014. godine bilo 3,4 biliona korisnika mobilnih telefona.

Wireless komunikacije posmatraju se kao rast na poslovnom planu mobilnih operatera. Ali, ovaj rast se može održati samo ako se pojačaju postojeći servisi i uvedu novi.

Za novije servise i aplikacije potreban je mnogo veći protok podataka, pa je zbog toga 2G servis unapređen na 3G servis i razvijene su slične tehnologije.

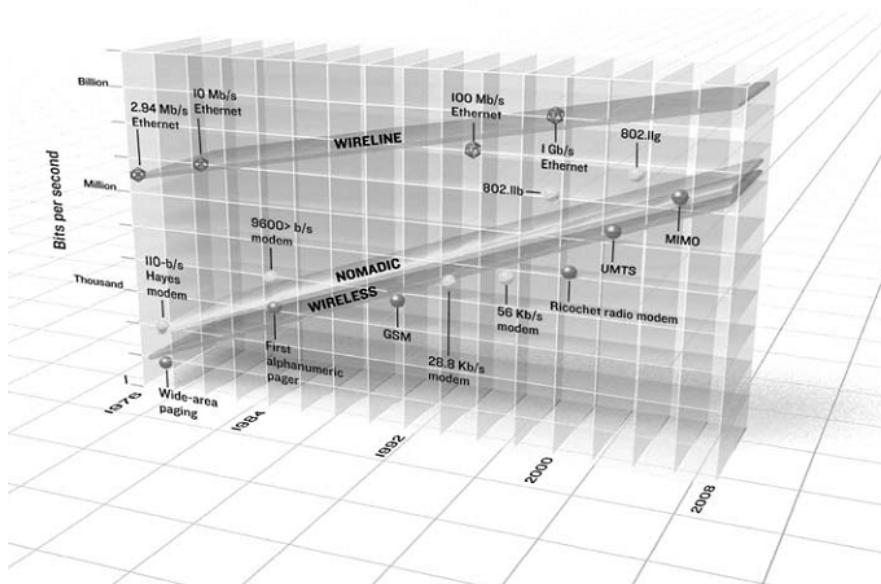
Wireless mobilne tehnologije postale su dostupne razvojem 2G sistema. Ovi sistemi davali su brzinu protoka i do nekoliko desetina kbps, što je bilo dovoljno za slanje SMS poruka ili jednostavno korišćenje internet pretraživača, ali nisu bile podržane aplikacije sa većim fajlovima i brži prenos podataka. Najveći razlog za nastanak 3G tehnologija je taj da bi lakše i brže mogli da budu isporučeni veći podaci. Na sledećoj tabeli prikazana je lista mogućih prenosa podataka za nekoliko postojećih tehnologija.

Access technology	Transmission rate
2G (GSM, PDC, D-AMPS)	~10 kbps
Enhanced 2G (GPRS, D-AMPS)	~144 kbps
3G (WCDMA, TD-CDMA)	384 kbps ~ 2 Mbps
Enhanced 3G	Up to 14 Mbps
HSDPA+HSUPA	Up to 56 Mbps

Tabela 2.2.1.– Količine prenosa podataka [Esm,06]

2.2.2 Širokopojasni wireless i Endholmov zakon

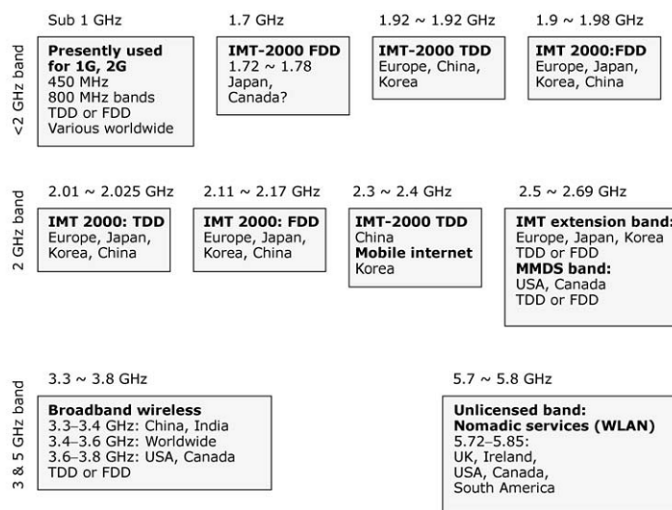
Rastom stope prenosa u fiksnim i wireless mrežama dolazi se do zaključka da će u budućnosti ove dve mreže postati uporedive, ako ne i jednake. Na sledećoj slici prikazano je upoređivanje stopa prenosa, što se pripisuje Filu Endholmu.



Sl. 2.2.4.– Endholmovo pravilo: količine prenosa podataka kroz bežičnu mrežu i putem fiksne telefonske linije [Esm,06]

Wireless komunikacije beleže mnogo brži napredak nego žične komunikacije.

Postoje dve vrste konekcija na internetu: brzi prenos i konstantna konekcija. Brzi prenos zahteva široke frekvencije. Šire talasne dužine moraju biti odobrene od strane Vlade i međunarodno prihvaćene. Na sledećoj slici je prikazan mogući spektar širokopojasnih wireless konekcija.



Sl. 2.2.5.– Mogući spektar za širokopojasno povezivanje [Esm,06]

Kada bude došlo do napretka ovih tehnologija moraće da se koriste mnogo jače frekvencije.

Dok se fiksna komunikacija vrši između dva korisnika, wireless komunikaciju može da koristi i više korisnika u istom trenutku. Važno je napomenuti da svaki korisnik mora da dobije neprekidivu konekciju.

Istraživanja i razvoj vezani za sledeću generaciju sistema 4G prati dva različita puta: jedan je da se prati 3G sistem, a drugi je da se stvori potpuno nova tehnologija.

3 Pregled i specifikacija tehnologija širokopojasnog povezivanja

Mobilne širokopojasne i bežične mreže za povezivanje svrstavaju se u red tehnologija koje su sve prisutnije u svakodnevnom životu. Može se reći da je razvoj ovih tehnologija imao veliki značaj za razvoj savremenog čovečanstva. Današnji život bi teško mogao da se zamisli bez mobilnih telefona, a nove tehnike širokopojasnih bežičnih komunikacija najavljuju njegovo dalje unapređenje. Pristup velikom broju informacija, obogaćenih multimedijalnim sadržajem, postaje svakodnevna realnost, a mogućnost da se tim informacijama pristupi jednostavno, brzo, sa svakog mesta i u bilo kom trenutku pruža našim životima sasvim nov kvalitet.

3.1 Značaj širokopojasnih mreža

U današnje vreme, širokopojasne mreže postaju sve zastupljenije širom sveta. Samim tim traže se što bolja rešenja kako bi se poboljšao širokopojasni pristup, kao i da bi se razvoj telekomunikacionih mreža i servisa podigao na viši nivo.

Koriste se različiti tipovi mreža i uređaja za povezivanje. Širokopojasne mreže nude veliku brzinu prenosa podataka, poboljšavaju multimedijalnu komunikaciju (glasovni i video zapisi), omogućavaju bolji pristup informacijama podržavaju visok kvalitet internet konekcije. Korisne su i za kućnu i za poslovnu upotrebu. Neki od poznatih širokopojasnih pristupa su:

1. 3G;
2. Long Term Evolution (LTE);
3. WiMAX;
4. GPON/FTTH;
5. xDSL;
6. Cable (CMTS).

Razvoj širokopojasnih mreža pozitivno utiče na razvoj privrede i društva. Širokopojasne tehnologije pružaju značajne mogućnosti kojima se unapređuje društveno-ekonomski položaj svakog pojedinca, a te mogućnosti su: pristupi različitim tipovima obrazovanja, različite vrste informisanja, mogućnost elektronskog plaćanja računa...

3.2 3G tehnologije

3G predstavlja treću generaciju mobilne telefonije. 3G sistem daje veoma širok spektar novih mogućnosti mobilnom telefonu. Mobilni telefon prvenstveno je bio namenjen za prenos glasa, SMS poruka, a kasnije i MMS poruka. Razvitkom 3G sistema omogućen je istovremeni prenos govora, podataka, teksta, slika, audio i video podataka.

3G uređaji promenili su tradicionalne granice između različitih tehnologija: računara, telekomunikacionih uređaja i uređaja široke potrošnje. Oni su istovremeno računar, telefon i PDA.

Sam 3G sistem omogućuje:

- mobilni pristup internetu velikom brzinom;
- veliku ponudu zabave različitih tipova (gledanje filmova na ekranu visoke rezolucije, slušanje muzike kada je u uređaje implementiran MP3 plejer);
- praćenje video konferencija uz pomoće male ugrađene kamere;
- mobilni šoping (m-komerc) koji pruža mogućnost on-line izbora i plaćanje elektronskim novcem;
- informacija o putovanjima (zакrčenje na putevima, polasci aviona, autobusa, voza ili metroa);
- uređaj služi kao telefon.

Kako je ovaj sistem bio veoma ambiciozno zamišljen, bilo je potrebno rešiti niz tehničkih izazova.

- brzina protoka podataka 3G uređaja je daleko iznad brzine koju su koristili već postojeći mobilni telefoni;
- mogućnost korišćenja 3G uređaja bilo gde u svetu. Ovo je jedan od glavnih principa na kojima je bazirana 3G telefonija;
- veoma je važna sigurnost korišćenja 3G uređaja;
- mali prenosivi multifunkcionalni uređaj mora u određenom periodu da radi bez prestanka tako da njegovo napajanje mora da bude zasnovano na punjivim baterijama visokog kapaciteta.

3.2.1 Alternativa za 3G

Bežična lokalna mreža (WLAN) je bežična mreža koja može da radi samo na malim rastojanjima, mnogo manjim od onih koje omogućava 3G. Ova rastojanja kreću se do 100 m. Zbog toga se WLAN može koristiti samo unutar zgrade. Glavni WLAN standard je Wi-Fi. WLAN je mnogo jeftiniji i mnogo brži nego 3G sistem.

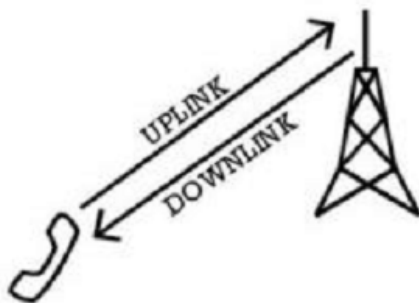
3.2.2 Osnove mobilnih komunikacija

Mnoge od tehnologija predstavljaju osnov na kome je bazirana i izgrađena treća generacija mobilne telefonije.

Razlika između simpleksa i dupleksa

Ako se komunicira preko toki-vokija samo jedan od učesnika u razgovoru u trenutku može da govori. Ovo se dešava zbog toga što toki-voki koristi samo jednu frekvenciju za komunikaciju, i takva radio komunikacija se naziva simpleks.

Na sledećoj slici prikazan je primer dupleks komunikacije. Dupleks komunikacija može da funkcioniše u TDD i FDD dupleks modu.

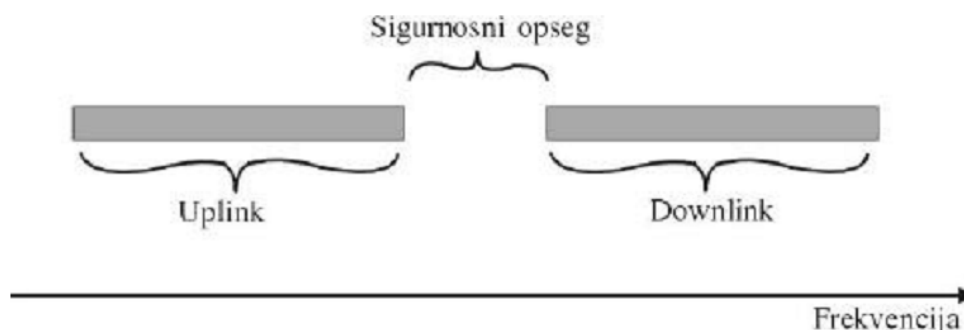


Sl. 3.2.1.– Dupleks komunikacija

Razlika između TDD i FDD dupleks moda

Mobilni telefoni istovremeno vrše dvosmernu komunikaciju i ovakav sistem se naziva dupleks. Komunikacioni kanal od bazne stanice ka mobilnom uređaju naziva se downlink, dok se komunikacioni kanal od mobilnog uređaja ka baznoj stanici naziva uplink. Postoje dva načina na osnovu kojih možemo ostvariti dupleks, a to su TDD i FDD.

Bežični dupleks se izvodi tako što se dodele dva odvojena frekventna opsega, jedan opseg za uplink i jedan opseg za downlink. Ova tehnika naziva se dupleks sa frekventnom raspodelom (Frequency Division Duplex – FDD). Dva frekventna opsega su podeljena sigurnosnim opsegom (Guard Band) koji vrši razdvajanje dva opsega. Na sledećoj slici prikazano je kako se koristi upareni spektar za FDD.



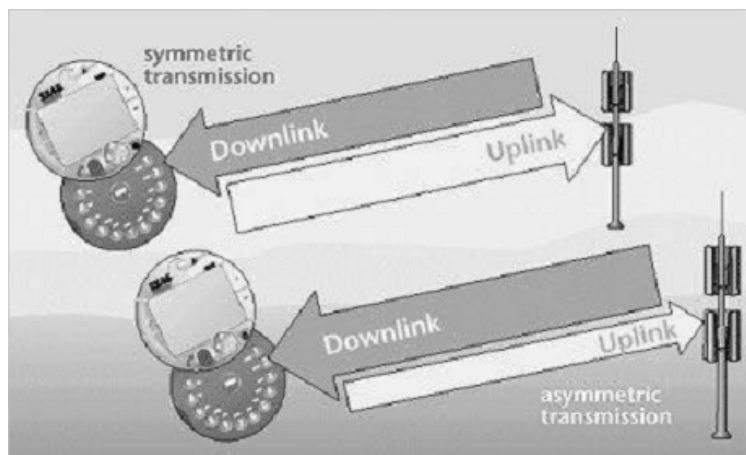
Sl. 3.2.2. – Korišćenje uparenog spektra za dupleks sa frekventnom raspodelom

Dupleks se takođe može izvesti i u vremenu, i to se mnogo češće koristi. U ovom slučaju uplink i downlink rade na istoj frekvenciji, ali se oni veoma brzo naizmenično uključuju i isključuju: u jednom trenutku se šalje uplink, a u drugom downlink. Zbog toga se čini kao da se uplink i downlink komunikacija odvija istovremeno. Ovo je tehnika sa vremenskom raspodelom (Time Division Duplex – TDD). TDD zahteva sigurnosni interval za razdvajanje prijema i predaje.

Razlika između simetrične i nesimetrične predaje

Prenos podataka je simetričan ako se podaci u downlink-u i podaci u uplink-u emituju istim brzinama protoka. Tipičan primer za to je prenos glasa – ista količina podataka se šalje u oba smera. Za internet konekciju i za difuznu predaju šalje se veća količina podataka od servera ka mobilnom uređaju.

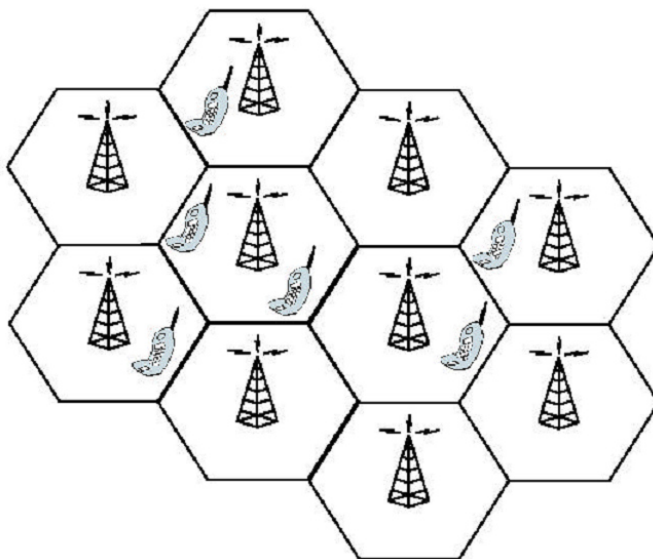
FDD nije dobro rešenje za ostvarivanje asimetrične predaje jer ovakav sistem koristi jednake frekventne opsege za uplink i downlink. TDD nema fiksnu strukturu. On dodeljuje promenljivu širinu opsega koja je posebno pogodna za asimetričnu predaju npr. za internet. Na sledećoj slici prikazano je kako funkcionišu simetrična i asimetrična predaja.



Sl. 3.2.3. – Simetrična i asimetrična predaja

Ćelijska organizacija mreže

Svi mobilni sistemi su ćelijske prirode. Ćelijski znači da je mreža podeljena na određeni broj ćelija, odnosno područja koja pokrivaju. Na sledećoj slici prikazana je ćelijska podela.

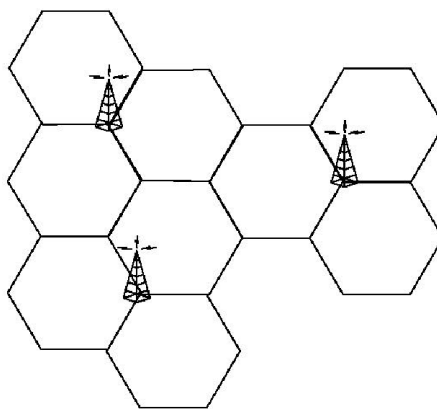


Sl. 3.2.4. – Čelijski sistem

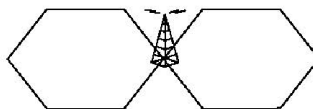
U svakoj od tih ćelija nalazi se bazna stanica u kojoj se nalazi prijemna i predajna oprema. Bazna stanica omogućava korišćenje usluga mreže za one korisnike koji se nalaze unutar te ćelije.

Osnovna stvar koja utiče na pokrivenost određene ćelije je predajna snaga bazne stanice, predajna snaga mobilne stanice, pojačavanje antene bazne stanice i konfiguracija terena.

Svaka ćelija ima različite frekvencije u zavisnosti od tehnologije kojoj pripada. Kod CDMA sistema sve ćelije mogu da koriste istu frekvenciju. Najčešće se koristi organizacija ćelija prikazana na sledećoj slici.



Trostepena konfiguracija



Dvostepena konfiguracija

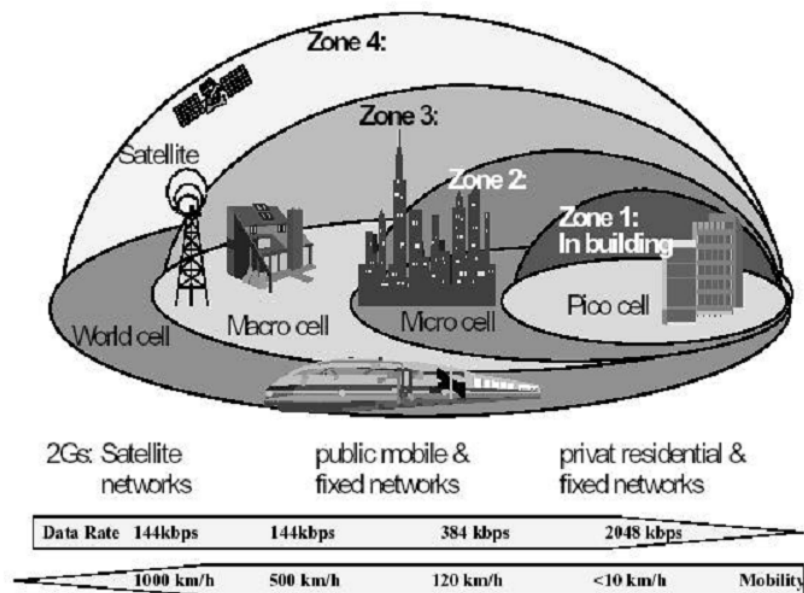
Sl. 3.2.5.– Organizacija ćelija

U ovom slučaju na jednoj ivici svake ćelije nalazi se bazna stanica koju koriste sve ćelije koje je dodiruju, a pomoću usmerenih antena obezbeđuje se pokrivenost svake ćelije. Neophodno je da svaka bazna stanica bude povezana sa komutacionim centrom i drugim mrežama.

I sistemi treće generacije zadržali su ćelijsku strukturu, ali uz male izmene. 3G sistem organizuje ćelije po hijerarhijskom nivou. To se dešava zato što se ćelija najnižeg hijerarhijskog nivoa koristi za veliki obim saobraćaja, na mestima gde je protok podataka maksimalan, a viši hijerarhijski nivoi služe za manji obim saobraćaja. Hijerarhijska struktura 3G mreže ima tri nivoa:

- makro ćelije – pokrivaju najveću oblast;
- mikro ćelije – imaju srednji nivo pokrivenosti;
- piko ćelije – imaju najmanji nivo pokrivenosti.

Na sledećoj slici prikazan je način organizacije hijerarhijske strukture koju koriste mreže treće generacije mobilnih telefona.



Sl. 3.2.6.– Hijerarhijska struktura 3G mreže

3.3 Long Term Evolution

3G tehnologija brzog paketskog pristupa (HSPA- High Speed Packed Access) postala je nosilac naglog širenja širokopojasnog mobilnog pristupa internetu. Iako je 3G tehnologija konstantno napredovala, zbog ograničenih mogućnosti podizanja performansi na viši nivo i zbog zahteva povećanja efikasnosti upotrebe resursa na radio-mreži, počela je da se razvija nova LTE tehnologija (Long Term Evolution). Ta tehnologija predstavljala je evoluciju 3G sistema.

LTE se razvija kao novi prihvaćeni 3GPP (Third Generation Partnership Project) standard za evoluiranu UTRAN (UMTS – Terrestrial Radio Access Network) mrežu (E-UTRAN) uz podršku u evoluiranoj core mreži (EPC – Evolved Packet Core).

Sedamdesetih godina razvijene su prve ćelijske mreže koje su se zasnivale na analognom FDMA pristupu, a komercijalno su pokrenute početkom osamdesetih godina.

Posle ovoga započet je razvoj paketskog prenosa podataka u 2G mrežama. Krajem devedesetih godina formiran je Projekt partnerstva za treću generaciju. U tome je učestvovalo više telekomunikacionih organizacija iz celog sveta i razvijena je tehnička specifikacija za WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) pristup u FDD i TDD modu UMTS sistema.

Prve komercijalne 3G mreže pokrenute su u Japanu 2001. godine, a 2003. godine u Evropi. Danas se vidi uspešna evolucija WCDMA mreža uvođenjem brzog paketskog prenosa kroz kontinuirana unapređenja koja donose nova izdanja 3GPP specifikacija. Zahvaljujući 3GPP razvijen LTE standard kao nova tehnologija na putu ka mobilnim mrežama četvrte generacije (4G).

2004. godine započet je razvoj LTE standarda od strane 3GPP grupe za tehničke specifikacije radio-interfejsa. Tada su definisani osnovni zahtevi.

- smanjenje troškova po bitu informacija;
- visoke brzine prenosa uz malo kašnjenje;
- poboljšanje pružanje velikog broja usluga;
- fleksibilnost upotrebe različitih frekvencijskih opsega;
- pojednostavljena arhitektura;
- otvoreni interfejsi;
- umerena potrošnja snage u terminalima.

Tokom 2007. godine LTE tehnologija je nastavila da napreduje. Glavni korak razvoja LTE tehnologije bilo je odobravanje specifikacija fizičkog sloja zasnovanog na OFDMA pristupu. Zbog velike zainteresovanosti operatera za upotrebu LTE tehnologije već krajem 2009. godine bila je moguća realizacija planova. Prvi put kreiran je jedan stvarno globalni telekomunikacioni standard. Čak i oni operateri koji koriste 3G tehnologije izvan 3GPP sveta prihvataju LTE kao tehnologiju za evoluciju svojih mreža.

Glavne performanse koje LTE treba da ispuni su:

- visoke brzine prenosa;
- smanjenje vremena čekanja;
- visoka spektralna efikasnost;
- umerena potrošnja snage u terminalima;
- fleksibilnost upotrebe različitih frekvencijskih opsega;
- pojednostavljena arhitektura;
- pojednostavljeno održavanje;
- isplativa migracija sa trenutnih mreža.

3.4 WiMAX

Do nedavno se pristup internetu odvijao na tri načina: broadband, wi-fi i dial-up.

Širokopojasna konekcija (broadband) najčešće je povezana sa domom i to korišćenjem ADSL ili kablovskog modema, što nije dostupno za udaljene regione. Wi-fi ima vrlo ograničen domet, a dial-up je spor i zastareo. Sada postoji i četvrta opcija koja može da se koristi i koja je rešila sve navedene nedostatke prethodne tri opcije, a to je WiMAX.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) predstavlja četvrtu generaciju (4G) bežičnog interneta. Poznat je kao standard koji je definisala organizacija IEEE pod nazivom 802.16.

WiMAX ima mogućnosti da zameni brze stacionarne internet konekcije kao što su mobilni telefoni zamenili fiksne. Vrlo brzo WiMAX će možda zameniti kablovske i DSL servise tako što će omogućavati internet pristup gde god se neko nalazio. Trebalo bi da se WiMAX ponaša kao mobilni telefon. Automatski se priključuje na najbliži predajnik omogućavajući pristup internetu bez ikakvih ili sa minimalnim podešavanjima.

Wi-fi tehnologija koja se već dugo koristi omogućava bežični pristup internetu, ali WiMAX nudi mnogo bolji kvalitet, veću sigurnost, veće brzine i dostupnost sa bilo kog mesta. WiMAX predstavlja kompletno rešenje za budućnost.

WiMAX se sastoji iz dva dela:

- WiMAX predajnik – sličan kao kod mobilnih telefona. Jedan takav predajnik omogućava pokrivenost velike regije;
- WiMAX prijemnik – prijemnik i antena treba da budu malih dimenzija.

WiMAX predajna stanica može direktno da se poveže na internet koristeći brzu žičnu konekciju ili može da bude povezana na drugi WiMAX predajnik tako što će koristiti mikrotalasnu vezu u slučaju optičke vidljivosti. Ova mogućnost međusobnog povezivanja predajnih stanica i ogromna pokrivenost jedne stanice omogućava da se ovom tehnologijom pokriju oblasti gde je jako teško dovesti žičnu vezu.

WiMAX tehnologija omogućava dve vrste servisa:

1. servis bez optičke vidljivosti (non-line-of-sight) – to je wi-fi tip servisa gde se malom antenom kompjutera povezuje na predajnik. Koristi se niži frekvencijski opseg (od 2 GHz do 11 GHz). Manje talasne dužine lakše prolaze kroz prepreke;

2. servis u kojem je omogućena optička vidljivost (line- of – sight)- u ovom slučaju postoji fiksirana antena uperena direktno u WiMAX predajnik. LOS veza je stabilnija i otpornija zbog čega se pošalje mnogo više podataka sa mnogo manje grešaka. LOS prenos koristi više frekvencija opsega do maksimalnih 66 GHz. Na većim frekvencijama manja je interferencija i znatno širi opseg.

Wi-fi princip pristupa je ograničen na 3-4 km prečnika. Najbrža Wi-Fi veza omogućava 54 Mbit/s u optimalnim uslovima. WiMAX bi trebalo da dostigne brzinu od 70 Mbit/s.

Najveća razlika između Wi-Fi i WiMAX tehnologije nije brzina, već domet. Wi-fi domet je 30 m, a WiMAX je kreiran tako da može da dostigne domet od 50 km. Povećan domet je zbog viših frekvencija i veće snage predajnika. Na maksimalnu udaljenost dometa mogu da utiču vremenski uslovi ili visoke zgrade, ali je i tada domet veći nego kod bilo koje tehnologije koja se danas koristi, osim optike.

WiMAX može biti fiksni i mobilni. Fiksni WiMAX koji je baziran na IEEE 802.16-2004 standardu pokazao se kao isplativa bežična alternativa kablovskom i DSL servisu. Mobilni WiMAX predstavlja širokopojasno bežično rešenje koje omogućava konvergenciju mobilne i fiksne širokopojasne mreže kroz zajedničku tehnologiju širokopojasnog radio-pristupa i fleksibilnu mrežnu arhitekturu. Vazdušni interfejs mobilnog WiMAX-a je usvojio OFDMA za poboljšane performanse višestrukog prostiranja u okruženjima gde se ne ostvaruje linija vidljivosti. Sistemski profil mobilnog WiMAX-a omogućava mobilnim sistemima da budu konfigurisani na uobičajen način što osigurava baznu funkcionalnost terminala i baznih stanica koje su potpuno interoperabilne i on pokriva 5,7,8,75 i 10 MHz širine radio-kanala za licencirani spektar na svetskom nivou u frekventnim područjima od 2,3 GHz, 2,5 GHz i 3,5 GHz. Mobilni WiMAX može da pruži kapacitet od nekoliko desetina megabita po sekundi sa svake bazne stanice sa uobičajenom konfiguracijom.

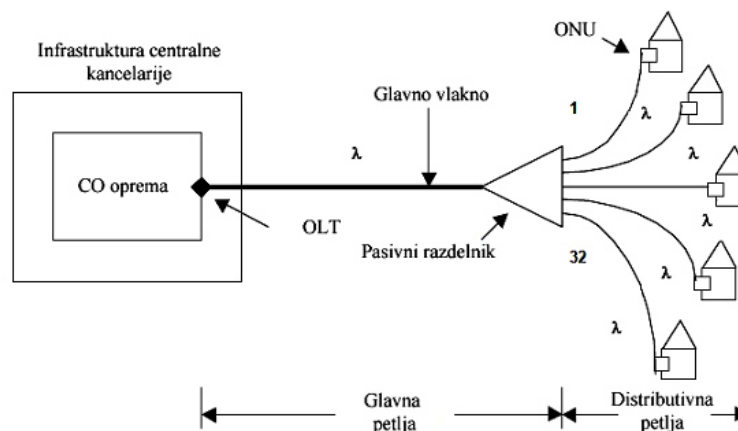
3.5 GPON/FTTH

Razmeštaj rezidencijalnog širokopojasnog Interneta raste širom sveta. Najrasprostranjenija rešenja širokopojasnog pristupa su digitalna pretplatnička linija (DSL) i javna antenska televizija (CATV), tj kablovski internet preko modema. Wireless (bežični internet) za rezidencijalni širokopojasni internet ima takođe mali prikaz. Optika do kuće (FTTH) je brzorazvojni metod pružanja izuzetno visokog propusnog opsega do korisnika i preduzeća.

FTTH je isporuka komunikacionih signala preko optičkih vlakana iz centralne kancelarije direktno do stanova, zgrada ili preduzeća radi obezbeđivanja jedinstvenog pristupa internetu velike brzine.

Pasivne optičke mreže (PON), kao najpopularnija FTTH tehnologija, imaju dovoljan propusni opseg za snabdevanje triple – play servisa, odnosno istovremeni prenos glasa, videa i podataka.

U PON mreži, spoljašnje postrojenje nema aktivnu elektroniku, pa zbog toga nije potrebno napajanje. Na sledećoj slici prikazan je izgled PON mreže.



Sl. 3.5.1.– Pasivna optička mreža PON [FTN,11]

Pasivni razdelnik replikuje downstream optički signal iz glavnog vlakna na individualna vlakna za prenos, preko maksimalne razdaljine od 20 km dok sprežuć udružuje upstream optičke signale iz individualnih domova na glavno vlakno do jedinice za završetak optičke linije. U upsstream smeru se koristi tehnika višestrukog pristupa sa vremenskom raspodelom da bi se izbeglo mešanje signala sa različitih optičkih mrežnih jedinica.

Postoje tri standardizovane verzije PON mreže:

- širokopojasni PON (BPON);
- ethernet PON (EPON);
- gigabit PON (GPON) koji predstavlja najkvalitetniji, najbrži i najekonomičniji širokopojasni multiservisni pristup.

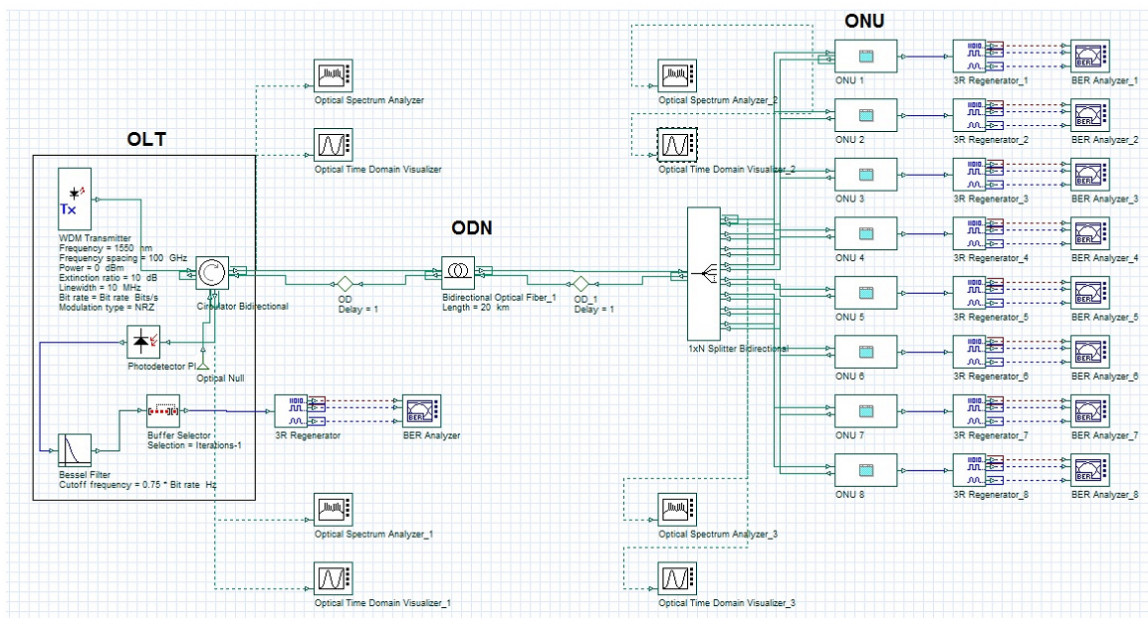
Sve navedene verzije koriste dve talasne dužine, 1310 nm za upstream prenos i 1490 nm za downstream prenos.

Prednost FTTH PON –a je činjenica da koriste čiste pasivne optičke komponente koje mogu da podnesu žestoke i zahtevne uslove okruženja izvan postrojenja bez potrebe potrošnje energije između centralne kancelarije i korisnika. Jedna od koristi za telekomunikacione operatere je to što mali zahtevi za održavanje ovih pasivnih optičkih komponenti značajno smanjuju troškove poboljšanja i operativnih rashoda.

Osnovne karakteristike GPON mreže su sledeće:

- simetrični bitski protok u oba smera je 2488 Mbps;
- downstream talasna dužina je 1550 nm;
- upstream talasna dužina je 1310 nm;
- koristi se monomodno dvosmerno optičko vlakno dužine 20 km;
- odnos deljenja RN –a je 1:8.

Na sledećoj slici prikazana je modelovana GPON mreža.



Sl. 3.5.2.– Modelovana GPON pasivna optička mreža [FTN,11]

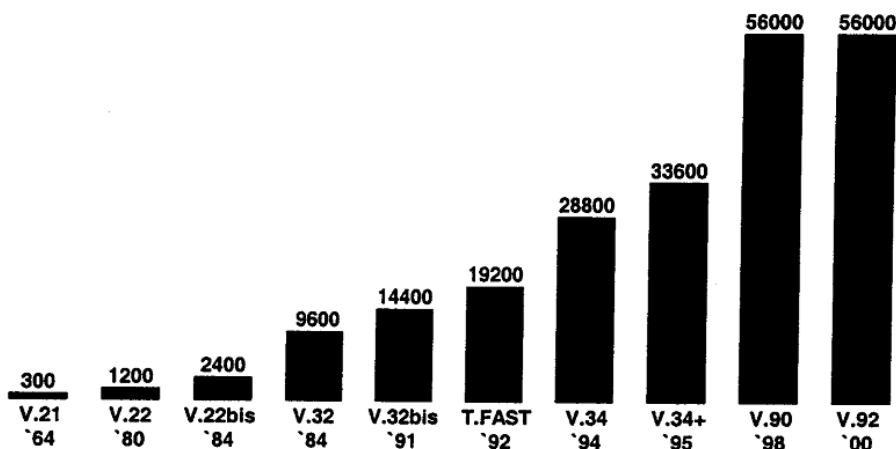
3.6 DSL tehnologije

Tehnologija pretplatničke linije ili DSL (Digital Subscriber Loop) je tehnologija koja omogućava brz prenos digitalnih informacija preko standardnih telefonskih pretplatničkih linija – bakarnih parica. Velike brzine prenosa postižu se različitim tehnikama koje se koriste za digitalni prenos. One mogu da dopune nedostatke koje imaju obične bakarne parice kao što su npr. slabljenje signala, razna preslušavanja i refleksije. Za ovakvu vrstu prenosa podataka neophodna je upotreba kompleksnih algoritama.

Pristupna mreža u okviru javne telefonske mreže (PSTN – Public Switched Telephony Network) koju čine bakarne parice povezuju skoro svaki dom i radno mesto u svetu. Većina parica može da se koristi za brz prenos signala upotrebom DSL-a.

Bakarne parice najpre su se koristile za prenos jednog govornog signala u frekvencijsko opsegu od 0 Hz do 3400 Hz. Nešto kasnije pojavili su se voice –band modemi koji su služili za prenos podataka analognim kanalom bakarne parice. Frekvencijski opseg ovih modema je između 300 Hz i 3400 Hz što ujedno predstavlja i opseg potreban za prenos govornog signala.

Voice-band modemi pojavili su se 1964. godine. Tada je odobren V.21 standard za modulaciju signala od strane ITU-T organizacije. Tako je omogućen prenos podataka preko jedne parice telefonske mreže ili analogne iznajmljene linije sa protokom do 300 bit/s. Takve linije danas mogu da podrže do 33,6 kbit/s po V.34 standardu, dok one rađene po standardima V.90 i V.92 mogu da dostignu brzine do 56 kbit/s od centrale ka korisniku i 48 kbit/s od korisnika ka centrali. Na sledećoj slici prikazan je tok razvoja voice-band standarda i odgovarajući protoci.

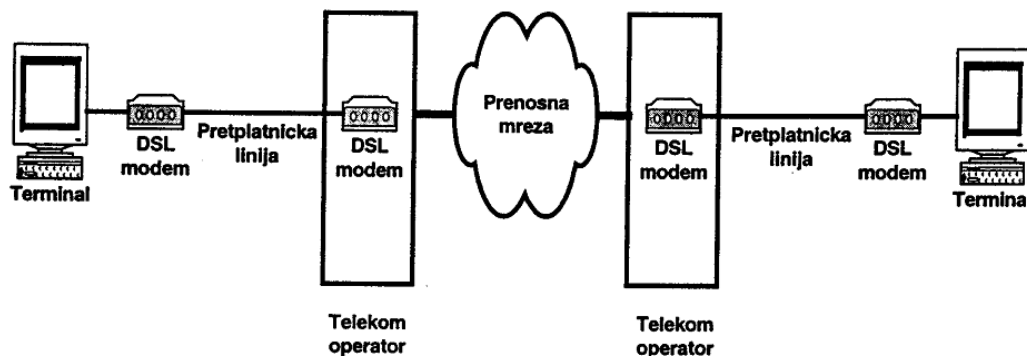


Sl. 3.6.1.– Razvoj standarda voice-band modema [FTN,03]

Prednost voice-band modema je u tome što poseduju mogućnost direktnog prenosa analognih signala preko infrastrukture postojeće telefonske mreže ali imaju i nedostatak, a to je da su ograničeni na protok samo do 56 kbit/s.

Za razliku od voice-band modema DSL koristi tehnologiju prenosa signala u osnovnom opsegu (baseband) i prenosa signala u propusnom opsegu (passband). Baseband sistemi koriste frekvencijski opseg čija je donja granična učestanost 0 Hz, a gornja nije precizno definisana. Passband sistemi koriste ograničen frekvencijski opseg čija je donja granična učestanost veća od 0.

Najveća razlika između DSL tehnologije i analognih modema je u njihovoj primeni. Analogni modemi se uvek nalaze na početku i kraju veze, odnosno kod krajnjih korisnika, ali nema potrebe da se nađu i na strani telefonske centrale. Kod DSL-a jedan od modema mora da se nađe i u telefonskoj kompaniji koja pruža usluge korišćenja DSL-a. Telefonska kompanija je u obavezi da prihvati podatke i prosledi ih mreži za prenos podataka putem koje stižu na odredište. Na sledećoj slici prikazan je referentni model DSL-a.



Sl. 3.6.2.– Referentni model DSL sistema [FTN,03]

DSL tehnologija podržava standardizovane formate i protoke kao što su T1 (1,544 Mbit/s) i E1 (2,048 Mbit/s). Nekada postoji mogućnost da podrži i neke dodatne protoke i

formate u zavisnosti od tipa. Pošto DSL koristi široki propusni opseg moguće je istovremeno preneti govor i podatak preko iste bakarne parice.

DSL tehnologija obezbeđuje simetričnu i asimetričnu konfiguraciju propusnog opsega u cilju podržavanja različitih zahteva za jednosmerni i dvosmerni prenos podataka. Ako je u pitanju simetričan prenos podataka onda se podrazumeva da su brzine prenosa podataka jednake u oba smera. Za razliku od simetričnog prenosa podataka kod asimetričnog se ove dve brzine razlikuju.

3.6.1 Klasifikacija DSL tehnologija

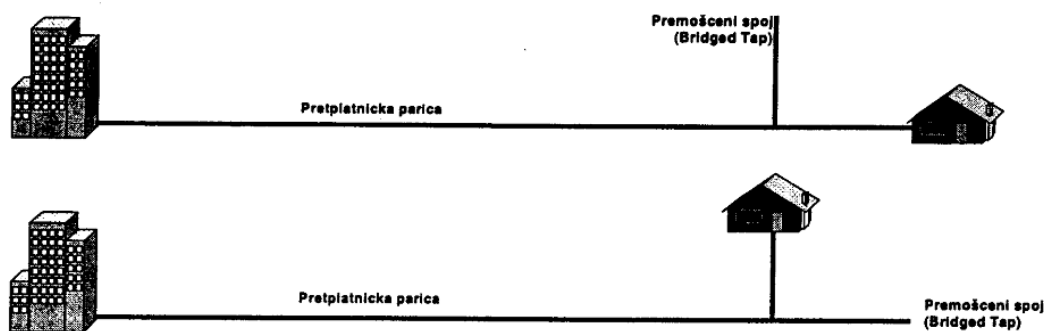
DSL se često može napisati kao xDSL i onda označava familiju standarda i tehnologija koje omogućavaju prenos podataka velikom brzinom. U zavisnosti od servisa o kome je reč ispred DSL se mogu naći još neke oznake pored oznake x, a to su: H,S,I,SH,M,V,A ili RA. DSL servisi su:

1. HDSL – High Speed Digital Subscriber Line;
2. HDSL2 – Second Generation HDSL;
3. MVL – Multiple Virtual Line;
4. SDSL – Symmetric DSL/Single Line DSL;
5. SHDSL – Symmetric High DSL;
6. MDSL – Moderate DSL / Multi – rate DSL;
7. IDSL – ISDN DSL;
8. ADSL – Asymmetric DSL;
9. ADSL2 i ADSL2+;
10. VDSL – Very High Bit rate DSL;
11. RADSL – Rate Adaptive DSL;
12. ReachDSL ;
13. G.Lite (DSL Lite).

3.6.1.1 HDSL

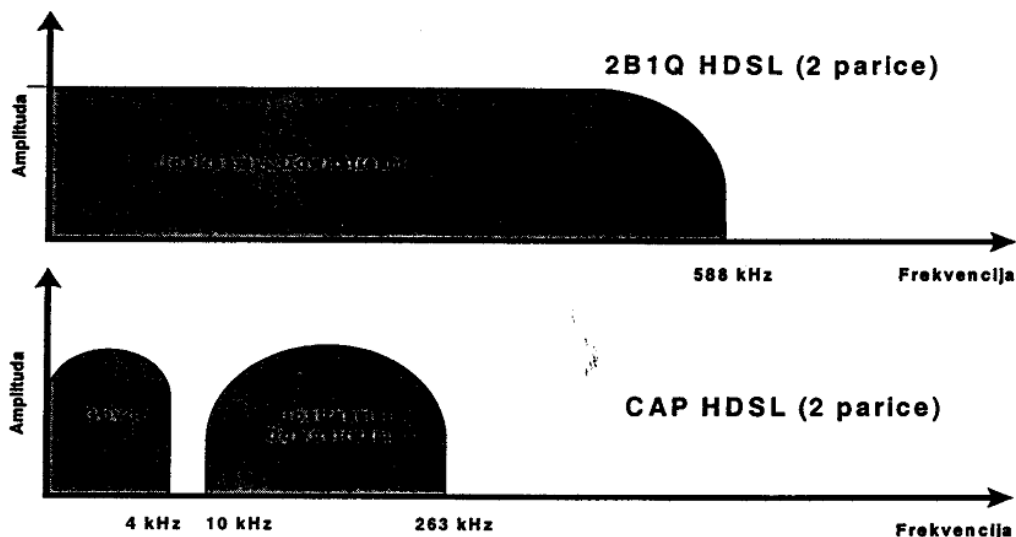
HDSL je DSL sa velikim protokom podataka. Pojavio se devedesetih godina kao zamena za T1 i E1 servise. HDSL je u vreme nastanka bila pouzdana i jeftina tehnologija za simetričan prenos podataka. Koristila je dve neopterećene parice za prenos. Preko jedne parice prenošeni su podaci od mreže ka korisniku, a druga je služila za prenos podataka od korisnika ka mreži.

Prednost HDSL tehnologije u odnosu na T1 i E1 je u tome što se upotrebom parice prečnika žice 0,5mm signal može preneti na razdaljinu od 3,6 km bez upotrebe regeneratora, a na paricama mogu postojati i premošćeni spojevi (bridged taps), što je kod servisa T1 i E1 bilo nemoguće. Na sledećoj slici prikazan je izgled premošćenih spojeva.



Sl. 3.6.3.– Premošćeni spojevi na pretplatničkoj petlji (bridged taps) [FTN,03]

Upotrebom HDSL servisa može se izbeći instaliranje regeneratora, sve procedure za njegovo napajanje, kao i detektovanje i otklanjanje kvarova. Da bi se obezbedio HDSL servis preko iste pretplatničke linije potrebno je samo pristustvo dva HDSL modema. HDSL koristi 2B1Q ili CAP (Carrierless Amplitude/Phase) modulaciju, a u zavisnosti od modulacije koristi različite frekvencijske opsege. Na sledećoj slici prikazan je frekvencijski spektar HDSL servisa.

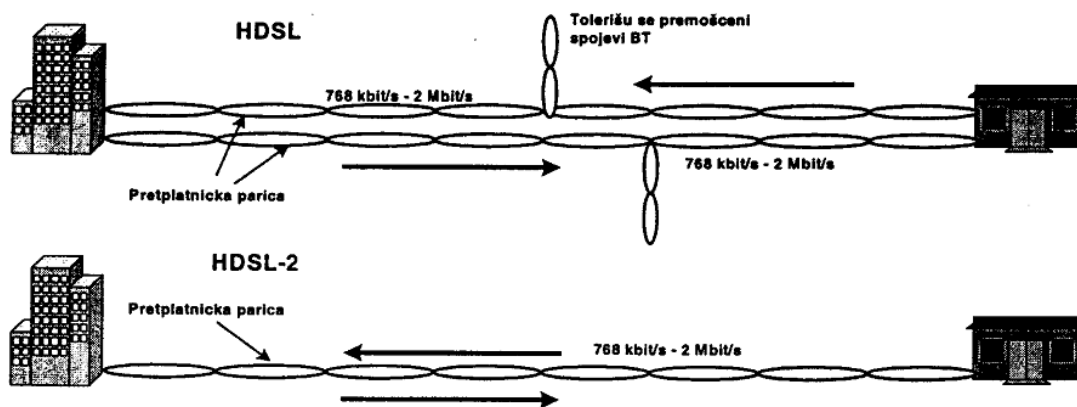


Sl. 3.6.4.– Frekvencijski spektar HDSL-a [FTN,03]

3.6.1.2 HDSL-2

HDSL 2 je generacija tehnologija koja se pojavila posle tehnologije HDSL. Stvorena je kako bi izbršila tri primarna zadatka:

- prenos podataka T1 i E1 brzinama (1,544 i 2Mbit/s) preko jedne bakarne parice odnosno 2 žice korišćenjem spektra frekvencija koji koristi HDSL;



Sl. 3.6.5.– HDSL koristi dve parice, a HDSL-2 samo jednu paricu [FTN,03]

- obezbeđivanje kompatibilnosti i interoperabilnosti opreme različitih proizvođača;
- pouzdan prenos na razdaljinu od 3,6 km.

HDSL-2 je obavezan da sprovodi sve ono što sprovodi HDSL, ali preko jedne parice. Za razliku od drugih rešenja koja koriste jednu paricu (npr. SDSL), HDSL-2 poseduje tačno definisane standarde. Podržava prenos govora, slike i podataka korišćenjem različitih tehnologija prenosa (ATM, T1 i Frame Relay). Koristi 16-nivovsku implulsnu amplitudsku modulaciju (16 – PAM). Kasnije se pojavio standard G.SHDSL koji je promovisala ITU-T organizacija.

3.6.1.3 MVL

Višestruka virtuelna linija (MVL- Multiple Virtual Line) predstavlja rešenje firme Paradyne koja obezbeđuje brzine od 128 kbit/s na razdaljinama do 7,3 km. Za razliku od HDSL i HDSL-2 obezbeđuje i POTS servis (Plain Old Telephony Service) korišćenjem razdelnika signala.

POTS razdelnici postoje na strani mreže (višestruki razdelnik) i na strani korisnika (pojedinačni razdelnik). Razdelnici mogu biti:

- pasivni – nema napajanja, manje se kvare, podržavaju POTS servis u slučaju nestanka struje;
- aktivni – zahtevaju napajanje.

3.6.1.4 SDSL

Simetrična digitalna pretplatnička linija SDSL, koja se često naziva i DSL preko jedne linije (single line DSL), je tehnologija koja korisnicima obezbeđuje simetričan prenos podataka. Korišćenjem jedne telefonske linije SDSL podržava prenos više servisa kao što su: privatna linija, prenos digitalizovanog glasa, prenos podataka Internet protokolom (IP) ili preko Frame Relay-a.

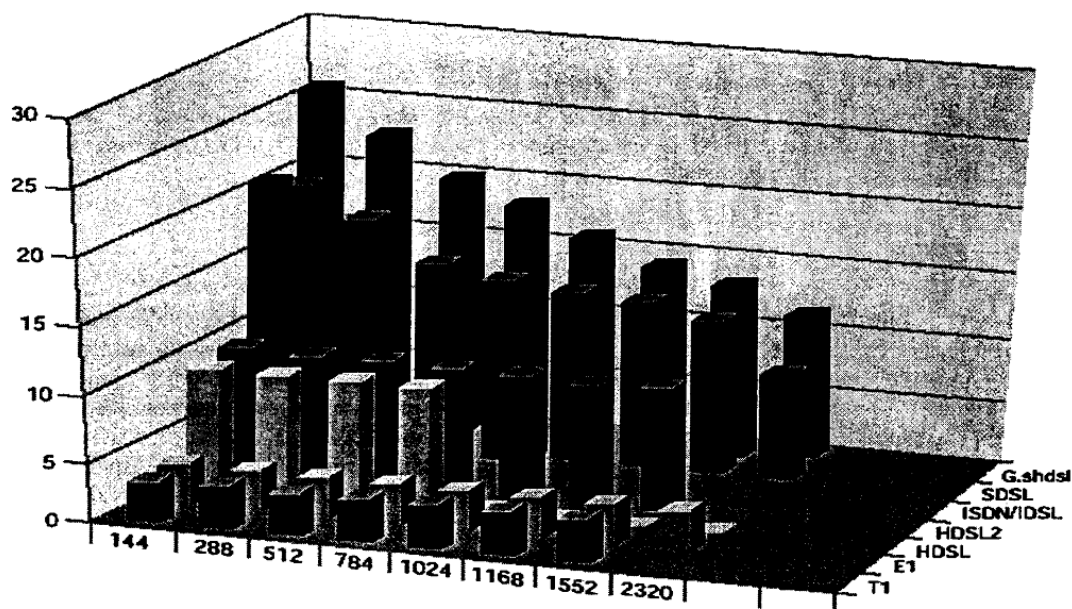
Maksimalne brzine su iste u silaznoj i uzlaznoj putanji (upstream i downstream), jer je servis SDSL simetričan. Njegove tipične brzine su 768 kbit/s, T1/E1 brzine i u nekim slučajevima do 2,3 Mbit/s u oba pravca.

3.6.1.5 SHDSL

ITU-T organizacija je 2001. godine ustanovila novi standard G.SHDSL i označila ga sa G.991.2. Standard je stvoren da bi se zamenile mnoge starije tehnologije koje su podrazumevale prenos digitalnog signala kroz pretplatničku petlju, a to su: HDSL, SDSL, HDSL-2, ISDN, T1, E1 i IDSL.

SHDSL predstavlja verziju simetričnog DSL-a sa adaptivnim protokom. Brzine protoka su od 192 kbit/s do 2,312 Mbit/s kada radi preko jedne parice. Ako se koriste dve parice onda brzine idu od 384 kbit/s do 4,624 Mbit/s. SHDSL omogućava maksimalne brzine protoka u oba smera. Za prenos podataka SHDSL koristi TC-PAM kod (Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation).

Kako bi SHDSL mogao da odredi koja je najveća moguća brzina koju određena parica može da podrži koristi G.hs (handshake) protokol. Brzina parice zavisi od dužine, propusnog opsega i tolerancije nedostataka. Na sledećoj slici prikazana je adaptivnost SHDSL protokola u zavisnosti od dužine pretplatničke linije u odnosu na druge tehnologije.



Sl. 3.6.6.– SHDSL brzine i domet (kft) u poređenju sa drugim tehnologijama [FTN,03]

SHDSL podržava i ATM i TDM prenos. Veoma je pogodan za višestruki prenos govora preko jedne linije, za pristup internetu ili za povezivanje udaljenog korisnika na LAN.

3.6.1.6 MDSL

Postoje dve DSL tehnologije koje imaju skraćenicu MDSL, a to su :

- DSL umerene brzine (Moderate bit rate) – radi na brzini od 768 kbit/s domet mu je manji od 6,4 km;
- Multi – rate DSL – obezbeđuje više nekomprimovanih PCM govornih kanala preko jedne parice.

3.6.1.7 IDSL

IDSL je tehnologija kod koje se predpostavlja da postoji ISDN uređaj kod krajnjeg korisnika koji komunicira sa ISDN kompatibilnom linijskom karticom koja se nalazi na drugoj strani bakarne parice. Kartica prihvata signale i šalje ih ka mreži za prenos podataka.

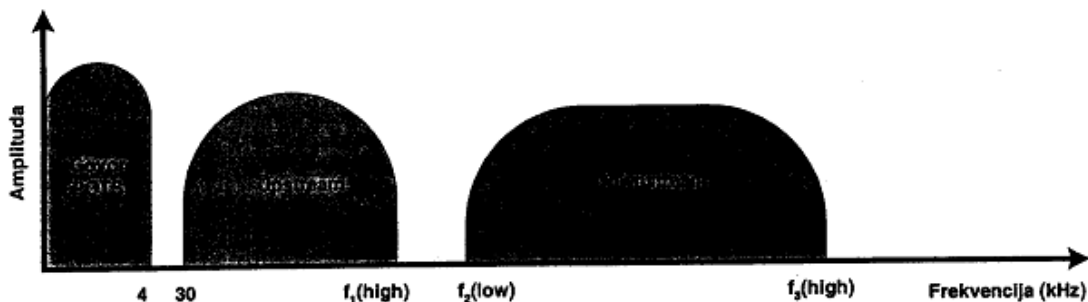
IDSL obezbeđuje vezu brzine 64,128 ili 144 kbit/s, a ne podržava prenos govora preko komutacionih sistema. Ne podržava prenos analognog govornog signala.

Kao i ISDN i IDSL koristi jednu bakarnu paricu za prenos signala na razdaljinu do 6 km.

3.6.1.8 ADSL

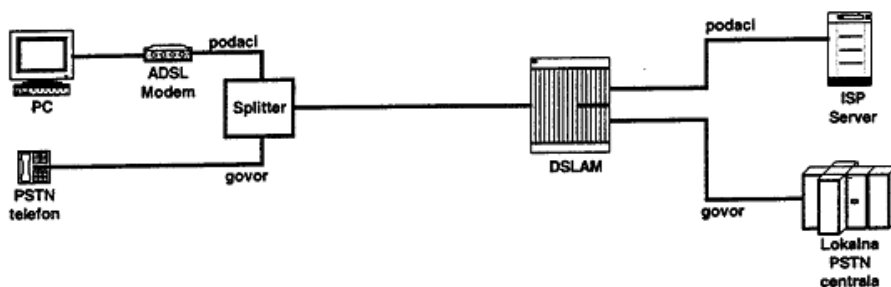
ADSL je asimetrični DSL. On je najrasprostranjeniji tip DSL tehnologije.

ADSL je tehnologija koja prenosi digitalne informacije korišćenjem širokog opsega preko postojeće telefonske linije. ADSL obezbeđuje stalno dostupnu vezu. Koristi frekvencijski opseg čija je donja granična vrednost veća od 25 kHz i ostavlja slobodan frekvencijski opseg od 0 do 4 kHz. Na sledećoj slici prikazan je frekvencijski spektar ADSL linije.



Sl. 3.6.7. – Izgled frekvencijskog spektra ADSL linije preko jedne parice [FTN,03]

Ako postoji razdelnik signala (splitter) sa obe strane, moguće je koristiti ADSL servis i klasičan telefonski servis preko iste linije. Na sledećoj slici prikazana je upotreba razdelnika u ADSL sistemu.

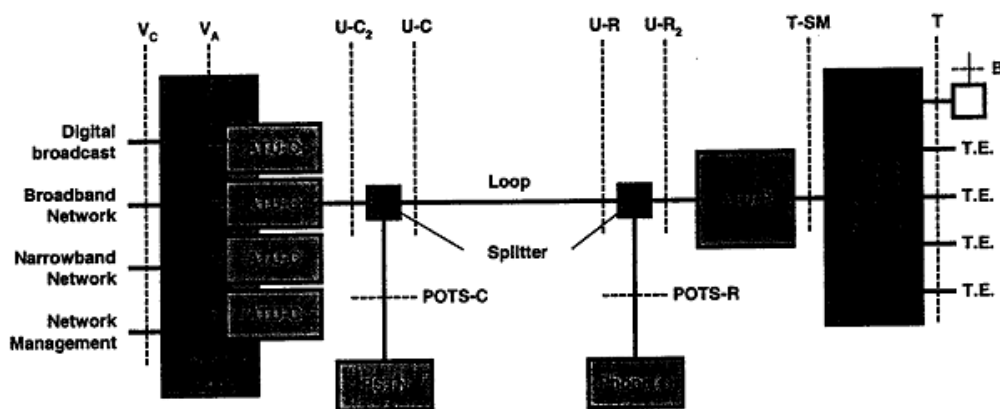


Sl. 3.6.8. – Upotreba razdelnika (splitter-a) u ADSL sistemu [FTN,03]

Glavna funkcija razdelnika jeste da kombinuje niskofrekventni signal govora i visokofrekventni signal kojim se vrši prenos podataka. U silaznom saobraćaju brzina prenosa ide do 9 Mbit/s, a u uzlaznom dostiže i brzine od 16 kbit/s do 1 Mbit/s. Brzina prenosa zavisi od dužine linije. Ovakav saobraćaj pogodan je za surfovanje po internetu, skidanje dokumenata sa mreže (File Downloads) ili učenje na daljinu (Distance Learning).

Grupa ANSI T1E1.4 je 1993. godine definisala ADSL standard koji koristi složenu modulacionu tehnologiju. Ta tehnologija naziva se Diskretna višetonska modulacija DMT (Discrete Multi Tone).

Konačna verzija standarda koju su odobrile i ITU i ANSI organizacija koristi DMT modulacionu tehniku i većina ADSL sistema se bazira na ovom standardu. Na sledećoj slici prikazana je referentna arhitektura ADSL sistema.



Sl. 3.6.9. – Referentna arhitektura ADSL sistema [FTN,03]

3.6.1.9 ADSL2,ADSL2+

U julu mesecu 2002. godine odobrene su i razvijene preporuke G.992.3 (G.dmt.bis) i G.992.4 (G.lite.bis) koje su zajedno dobile naziv ADSL2.

U januaru mesecu 2003. godine razvijena je preporuka G.992.5 i dobija naziv ADSL2+.Na sledećoj tabeli prikazan je pregled ITU-T ADSL preporuka.

ADSL	G.992.1 G.dmt	1999
ADSL	G.992.2 G.lite	1999
ADSL2	G.992.3 G.dmt.bis	2002
ADSL2	G.992.4 G.lite.bis	2002
ADSL2	G.992.5 ADSL PLUS	2003

Tabela 3.6.1. – Pregled ITU-T ADSL preporuka

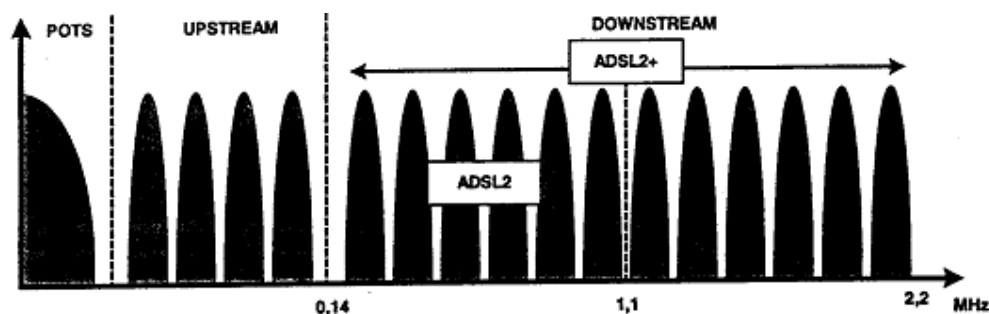
Glavnu ulogu u donošenju ADSL2 standarda imali su telekom operateri,provajderi servisa i korisnici tako što su obezbedili značajne informacije iz prakse,a ITU-T organizacija ih je iskoristila i donela standard koji donosi nove osobine i poboljšava performanse.Zbog toga je ADSL2 lakši za korišćenje,a operateri imaju veći profit.

Pored podrške za nove aplikacije i servise,ADSL2 donosi i druga poboljšanja:

- poboljšava interoperabilnost različitih proizvođača i opreme;
- povećava brzinu prenosa podataka i domet;
- smanjuje brzinu starta;
- unapređuje dijagnostiku,monitoring i rešavanje problema;
- štedi snagu;
- adaptira brzinu;
- više parica spaja u jedan link;
- nudi mogućnost kanalizovanja linije i prenosa govora;
- omogućava skroz digitalan mod (all-digital mode).

Preporukom G.992.5 udvostručava se propusni opseg i na taj način se povećava brzina prenosa podataka u silaznom toku na pretplatničkim paricama kraćim od 1,5 km.

ADSL2+ koristi frekvencijski opseg do 2,2 MHz,dok ADSL2 za silazni tok podataka koristi frekvencijski opseg do 1,1MHz.Na sledećoj slici prikazan je frekvencijski opseg ADSL2 i ADSL2+.

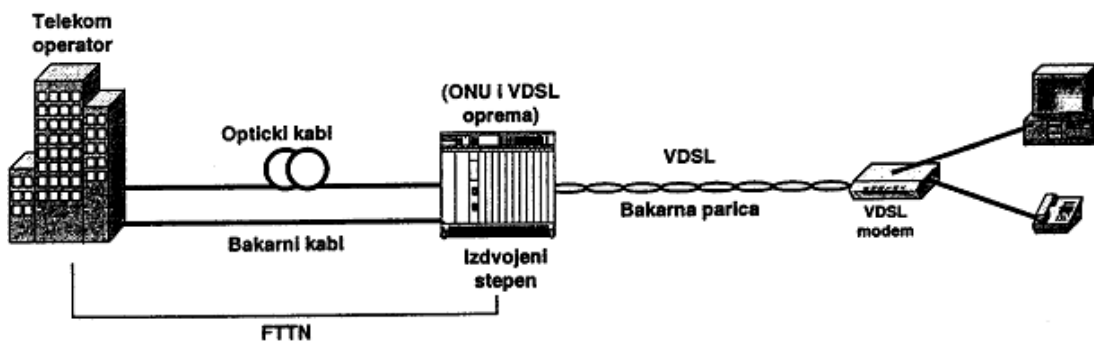


Sl. 3.6.10.– Frekvencijski opseg ADSL2 i ADSL2+ [FTN,03]

ADSL2+ može da se koristi za smanjivanje preslušavanja jer ima mogućnost da koristi samo tonove između 1,1 MHz i 2,2 MHz.

3.6.1.10 VDSL

VDSL predstavlja napredak ADSL-a ka većim brzinama i korišćenju većeg propusnog opsega. Koncept nazvan FTTN (Fiber To The Neighborhood) dovodi optiku do optičke mreže jedinice ONU (Optical Network Unit) koja se nalazi u blizini krajnjeg korisnika. Krajnji korisnik se za ONU povezuje postojećom bakarnom paricom. Da bi se postigle velike brzine na tako kratkoj parici koristi se VDSL. Na sledećoj slici prikazana je FTTN arhitektura u sprezi sa VDSL-om.

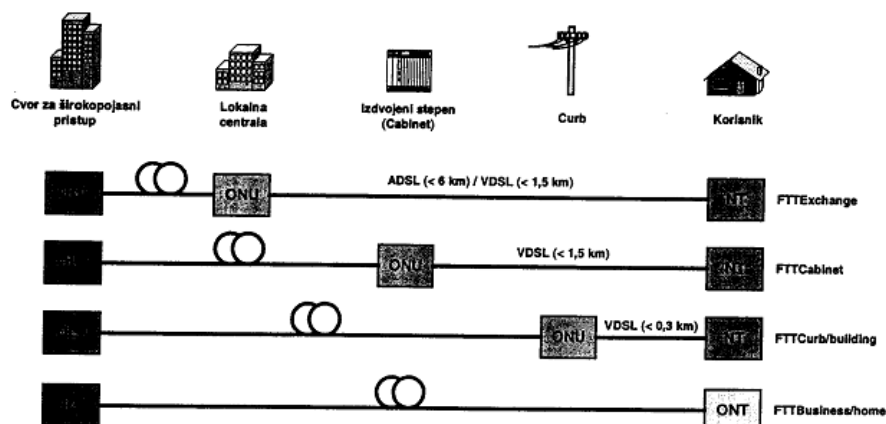


Sl 3.6.11.– FTTN sa VDSL-om [FTN,03]

Postoji više koncepata FTTN, a to su:

- FTTE(Fiber To The Exchange);
- FTTCab(Fiber To The Cabinet);
- FTTCurb(Fiber To The Curb/Building);
- FTTH(Fiber To The Home).

Na sledećoj slici prikazani su svi navedeni koncepti.



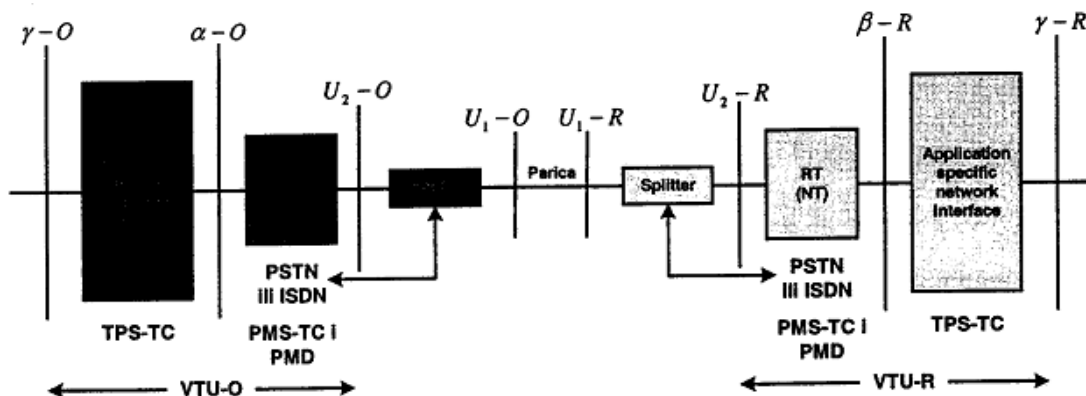
Sl. 3.6.12.– Fiber To The x topologije [FTN,03]

VDSL prenosi podatke velikim brzinama preko kratkih telefonskih bakarnih parica. Može da radi u simetričnom i asimetričnom režimu. Na sledećoj tabeli prikazane su tipične brzine VDSL-a u zavisnosti od dužine parice i režima rada.

asimetričan	1500	13	1,6
asimetričan	1000	26	3
asimetričan	300	52	6
simetričan	1000	13	13
simetričan	300	26	26

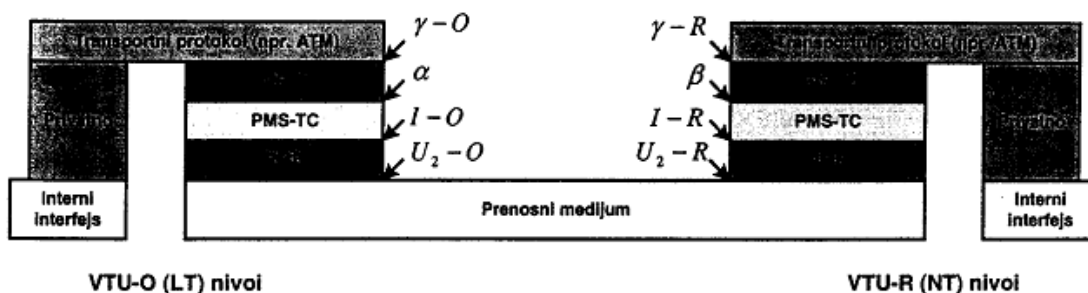
Tabela 3.6.2. – Tipične VDSL brzine

Na sledećoj slici prikazan je VDSL referentni model sa interfejsima. Interfejs y omogućava komunikaciju između aplikacije i transportnog nivoa. Na strani provajdera servisa nalazi se interfejs $y-O$, a na strani korisnika interfejs $y-R$.



Sl. 3.6.13. – VDSL referentni model [FTN,03]

Na sledećoj slici prikazan je VDSL referentni model protokola.



Sl. 3.6.14.– VDSL referentni model protokola [FTN,03]

Asimetrični VDSL

VDSL je projektovan tako da može da obezbedi pristup širokopojasnim servisima kao što su digitalna TV, VoD, brz pristup internetu, učenje na daljinu, telemedicina... Kako bi ovi servisi stigli do krajnjeg korisnika potrebna je veća brzina prenosa u silaznom saobraćaju, a manja u uzlaznom. Na sledećoj tabeli date su brzine asimetričnog VDSL-a koje su definisane ANSI T1E1.4 standardom.

Kratak 1kft (300 m)	51,84	12,96
	38,88	12,96
	29,16	9,27
	25,92	12,96
Srednji 3kft (900 m)	25,92	6,48
	22,68	5,67
	19,44	6,48
	19,44	4,86
	16,20	4,05
	14,5	4,86
	12,96	6,48
Veliki 4,5 kft (1400 m)	12,96	3,24
	9,72	3,24
	6,48	3,24

Kratak 1 kft (300 m)	6,48	0,81
	4,86	0,81
	3,24	0,81
	3,24	0,405
Srednji 3 kft (900 m)	2,43	0,405
	1,62	0,405
	3,24	0,405
	2,43	0,405
Veliki 4,5 kft (1400 m)	1,62	0,405

Tabela 3.6.3 – Brzine koje podržava asimetrični VDSL (ANSI T1E1.4)

Na sledećoj tabeli prikazane su brzine definisane od strane ETSI (European Telecommunication Standards Institute).

Class I (A4)	23,168	4,096
Class I (A3)	14,464	3,072
Class I (A2)	8,576	2,048
Class I (A1)	6,4	2,048

Tabela 3.6.4. – Brzine koje podržava asimetrični VDSL (ETSI)

Simetrični VDSL

VDSL je projektovan tako da pored asimetričnog može da pruži i simetrični servis. Simetrični VDSL servis može da se koristi kao zamena za T1 i E1 na kratkim rastojanjima, a podržava i brzine nxT1 preko jedne bakarne parice. Na sledećoj tabeli date su brzine koje podržava simetrični VDSL prema ANSI T1E1.4 standardu.

Kratak 1 kft (300 m)	25,92	6,48	7,29
	19,44	6,48	7,29
Srednji 3 kft (900 m)	12,96	3,24	4,05
	9,72	3,24	2,43
	6,48	3,24	3,24

Tabela 3.6.5.– Brzine koje podržava simetrični VDSL (ANSI T1E1.4)

Na sledećoj tabeli prikazane su brzine koje podržava simetrični VDSL prema ETSI standardu.

Class II (S5)	28,288	28,288
Class II (S4)	23,168	23,168
Class II (S3)	14,464	14,464
Class II (S2)	8,576	8,576
Class II (S1)	6,4	6,4

Tabela 3.6.6. – Brzine koje podržava simetrični VDSL (ETSI)

3.6.1.11 RADSL

RADSL ili DSL sa adaptivnim protokom je inteligentna verzija ADSL-a. RADSL modemi mogu automatski da procene karakteristike parice koje se na njih vezuju i da optimizuju brzinu protoka za dati kvalitet linije. RADSL modemi rade sa maksimalnim brzinama u slučaju optimalnih uslova, ali u slučaju da ti uslovi nisu ispunjeni mogu da rade i smanjenom brzinom kako bi se obezbedila ista verovatnoća greške.

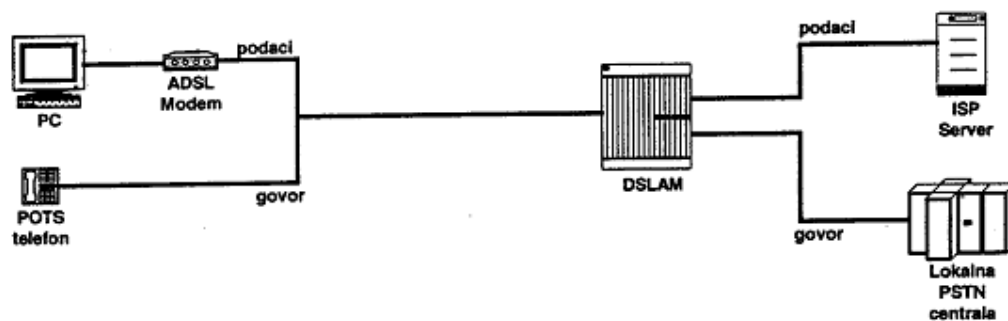
RADSL podržava maksimalne brzine u silaznoj putanji od 7 do 10 Mbit/s, a u uzlaznoj od 512 do 900 kbit/s. Na dužim paricama može da radi na brzinama od 512 kbit/s u silaznoj 128 kbit/s u uzlaznoj putanji.

3.6.1.12 ReachDSL

ReachDSL je DSL koji obezbeđuje servis na velikim razdaljinama (do 11 km). Može da radi u simetričnom i asimetričnom režimu. Dopunjuje ADSL standard i podržava brzine od 128 kbit/s do 1 Mbit/s. Ne zahteva postojanje razdelnika POTS i DSL signala na strani korisnika.

3.6.1.13 G.Lite

Standard G.Lite odobren je u junu 1999. godine od strane ITU organizacije kao G992.2 standard. Radi sa brzinama do 1,5 Mbit/s u silaznom i 512 kbit/s u uzlaznom saobraćaju. Ne zahteva postojanje razdelnika za klasičan telefonski servis na strani korisnika. Na sledećoj slici prikazano je moguće G.Lite rešenje bez razdelnika.



Sl. 3.6.15.– G.Lite varijanta DSL-a bez razdelnika [FTN,03]

Kada je u pitanju ADSL varijanta razdelnik ima dve osnovne funkcije:

- da oslabi šum koji potiče od POTS signala koji može da ošteti ADSL signal;
- da oslabi ADSL signale koji mogu da proizvedu šum u audio opsegu telefona.

3.6.2 Sistemi rada DSL tehnologija

Različiti tipovi DSL tehnologija mogu biti grupisani u dve velike kategorije:

1. Oni koji podatke preko bakarne parice prenose u osnovnom opsegu učestanosti (baseband) ;
2. Oni koji podatke prenose preko bakarne parice u propusnom opsegu učestanosti (passband).

ISDN, IDSL i HDSL rade u osnovnom opsegu učestanosti, a ADSL i još neki tipovi rade u propusnom opsegu.

Ove dve kategorije razlikuju se prema donjoj graničnoj učestanosti frekvencijskog spektra na kojem rade. Donja granična učestanost baseband sistema je nula, a kod passband sistema je veća od nule.

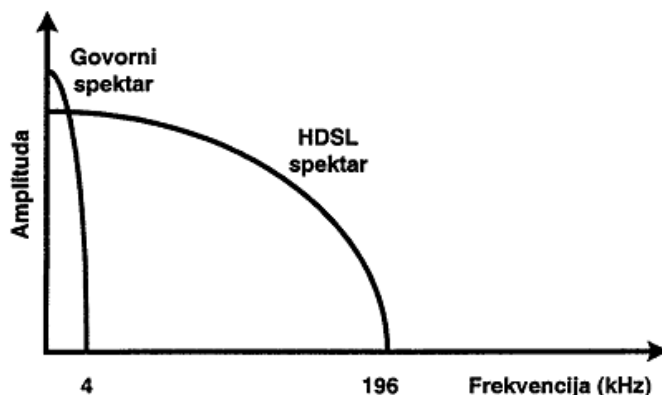
3.6.2.1 Baseband sistemi

Impulsna amplitudska modulacija (PAM-Pulse Amplitude Modulation) je fizički nivo ISDN i nekih HDSL veza. Modulacija se sastoji od slanja diskretnih amplitudskih nivoa. Pojedini HDSL i SDSL koriste impulsnu amplitudsku modulaciju sa četiri nivoa. Da bi se prikazale četiri moguće kombinacije od po 2 bita koriste se četiri analogna napona. HDSL-2 koristi trelis kodovanu TCM (Trellis Coded Modulation) PAM modulaciju sa 16 nivoa.

TCM je moderna tehnika koja koriste modulacione tehnike kao što su PAM, QAM,PSK. Te tehnike moraju da budu u sprezi sa konvolucionim kodovanjem. Time se postiže veći protok. Ovo predstavlja spajanje konvolucionog kodovanja i modulacije. Pri kodovanju se uzima u obzir kojim će se signalima u kanalu predstavljati biti sa izlaza konvolucionog koder. Tako se bez ikakvih promena mogu postići dobici od nekoliko decibela.

ISDN, IDSL i HDSL koriste jednostavnu 2B1Q tehniku linijskog kodovanja za prenos podataka. Kod ovog metoda podatke koji se prenose prihvata koder, dva po dva bita. Ima četiri kombinacije nula i jedinica (00, 01, 10, 11). Svaki od tih parova može se predstaviti jednim od četiri naponska nivoa. Svaki nivo šalje se preko bakarne parice. Ovakvim kodovanjem signala, prepolovljava se linijska brzina.

Ova tehnologija se naziba baseband zato što koristi spektar od 0 Hz do neke gornje vrednosti koja je određena linijskom brzinom. Na sledećoj slici prikazan je frekvencijski spektar 2B1Q signala.



Sl. 3.6.16– Spektar koji koristi HDSL i servis klasične telefonije [FTN,03]

Servis klasične telefonije zahteva deo spektra od 0 do 4 kHz i zato sistemi kao što je HDSL ne podržavaju ovaj servis preko iste parice.

Iako imaju relativno jednostavnu šemu kodovanja, baseband sistemi mogu biti kompleksni. U oba smera preko jedne parice šalje se signal brzine 80 kbit/s ako se radi o ISDN-u ili 392 kbit/s ako je reč o HDSL-u. Podaci se u isto vreme i šalju i primaju. Zbog toga baseband sistemi moraju imati hibridna kola koja povezuju prijemnik i predajnik tako da međusobno ne unose interferenciju. Hibridna kola moraju biti veoma precizno projektovana.

U ovakvim sistemima postoji i problem eha. Kako bi se eho sprečio koriste se uređaji za njegovu kompenziju. Oni detektuju prisustvo eha i oduzimaju zakasneli, fazno invertovani i oslabljeni predajni signal od signala na ulazu u prijemnik.

3.6.2.2 Passband sistemi

Passband sistemi generišu dva ili više kanala daleko iznad osnovnog opsega preko kojih prenose amplitudno i fazno modulirane signale slične onima koji se koriste kod analognih modema.

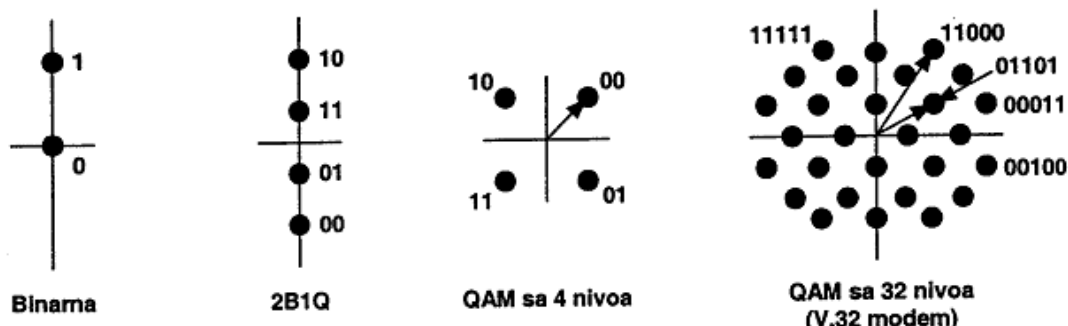
Sobzirom da baseband sistem može da podrži prenos govora, teži se da se u personalnim širokopojasnim servisima koriste passband sistemi.

U slučaju DSL tehnologije koriste se dve vrste modulacija:

1. CAP- Carrierless Amplitude and Phase;
2. DMT – Discrete Multi Tone.

CAP

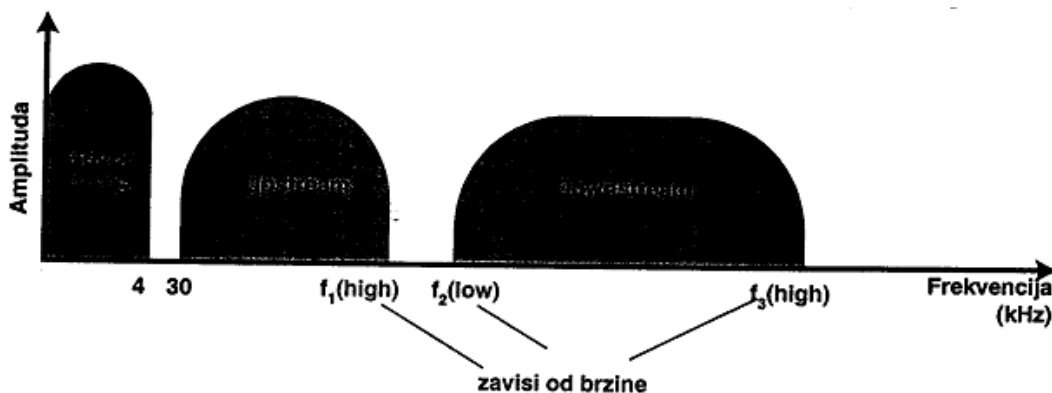
Na sledećoj slici prikazana je konstalacija različitih modulacionih šema.



Sl. 3.6.17.– Modulacione konstalacije [FTN,03]

Skroz levo na slici prikazana je jednostavna binarna modulacija nosioca. Amplituda uzima vrednost nula ili neki pozitivan nivo, a brzina prenosa je jednaka brzini generisanja podataka. Pored prikaza binarne modulacije nosioca prikazana je 2B1Q tehnika sa četiri nivoa amplitude koja se koristi kod ISDN-a i HDSL-a. Rezultat ovakve modulacije je dvostruko veća brzina prenosa. Za razliku od binarne modulacije naponski nivoi su mnogo bliži jedan drugom. Na trećem delu slike prikazana je kvadratura amplitudska modulacija sa četiri nivoa. Amplituda ostaje konstantna, a faza nosioca se menja. Za prenos podataka u oba smera CAP koristi dva nosioca na istim frekvencijama međudobno fazno pomerena za 90° . Sabiranjem ta dva modulisana nosioca dobija se rezultat koji predstavlja modulacionu konstalaciju sličnu prikazu na četvrtom delu predstavljene slike. Tu može da se nađe manji ili veći broj tačaka u zavisnost od broja nivoa.

U zavisnosti od brzine podataka koji se prenose i dužine bitskog intervala CAP sistemi mogu da koriste od 4 do 512 amplitude i faza za kodiranje podataka. Gornja granična frekvencija za silazni kanal može varirati najviše do 1,5 MHz. Na sledećoj slici dat je primer korišćenih frekvencija za CAP ADSL sistema.



Sl. 3.6.18.– Korišćeni frekvencijski spektar za CAP ADSL sisteme [FTN,03]

Govorni kanal je izolovan od kanala za prenos podataka. Postoji veliki razmak između gornje granične učestanosti govornog kanala i donje granične učestanosti ulaznog kanala za prenos podataka. To omogućava lako filtriranje ova dva kanala jednostavnom primenom

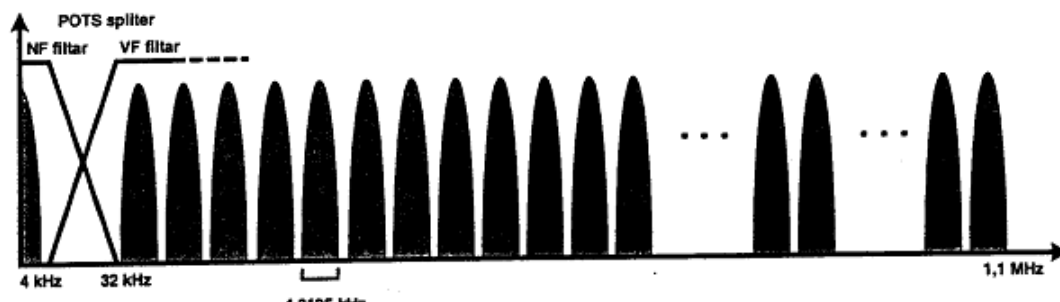
razdelnika. U slučaju CAP modulacije nisu potrebna hibridna kola i kola za poništavanje eha za prenos u full duplex režimu. Ovo je jedan od razloga zašto je ADSL asimetričan.

Pri prenosu signala preko bakarne parice javljaju se gubici, a postoje i nedostaci prenosne linije kao što su premošćeni spojevi, loši spojevi, promena prečnika bakarnog provodnika itd. Sve to utiče na frekvencijski odziv i na impedansu prenosne linije. Pošto CAP sistemi prenose signal u širokom opsegu, svi ovi nedostaci mogu značajno da ga oštete. Kako bi se ta oštećenja signala smanjila CAP modemi primenjuju proces koji se naziva adaptivna ekvalizacija.

DMT

DMT sistemi spektar iznad govornih frekvencija dele na 256 usliha podopsega ili kanala koji se nazivaju podkanali ili binovi. Svaki od njih širok je oko 4 kHz. Svi kanali su amplitudno i fazno modulirani i nose deo ukupne informacije. Svi nosioci međusobno moraju da budu ortogonalni. Pogodan način da se ta ortogonalnost obezbedi je brza Furijeova transformacija (FFT – Fast Fourier Transform).

DMT modulacija je slična ortogonalnom frekvencijskom multipleksiranju (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ili C-OFDM (Coded OFDM). To multipleksiranje izabrano je kao evropski DAB standard (Digital Audio Broadcast). DAB šalje zvuk CD kvaliteta i multimedijalne podatke do mobilnih korisnika. Na sledećoj slici prikazan je spektar signala DMT sistema.



Sl. 3.6.19.– DMT modulacija [FTN,03]

Govorni opseg razdvojen je od opsega za prenos podataka i jednostavan razdelnik signala može da razdvoji govor od ADSL podataka.

DMT sistemi rade sa fiksnim brojem kanala, a to je 256. DMT spektar se prostire od 32 kHz do približno 1 MHz. Ukoliko se na nekom od podkanala javi smetnja on se izbacuje, a podaci nastavljaju prenos drugim podkanalima. U svakom podkanalu se posebno prati odnos signal/šum, a podaci se prenose najboljim kanalima. U zavisnosti od tog odnosa signal/šum u određenom podkanalu njime će se prenositi više ili manje bita. Na nižim frekvencijama gde je slabljenje signala malo, a odnos signal/šum veliki, uglavnom se koristi veoma gusta konstelacija, - tipično više od 10 bit/sec/Hz. Ako na parici dođe do nepovoljnih uslova modulacija može da se podesi takoda odgovara niskom odnosu signal/šum – obično 4 bit/sec/Hz ili manje. Ukoliko karakteristike podkanala opadnu, biti kojima se prenosi informacija dodeljuju se negde drugde, a ako karakteristike padnu ispod

nekoj praga tada se kanal izbacuje iz upotrebe. Prenosjenjem podataka preko najboljih podkanala DMT konstantno nastoji da optimizuje odnos signal/šum.

DMT sistemi imaju mogućnost adaptacije protoka, jer mora da se smanji brzina prenosa ako neki od podkanala ne zadovoljava unapred zadate karakteristike.

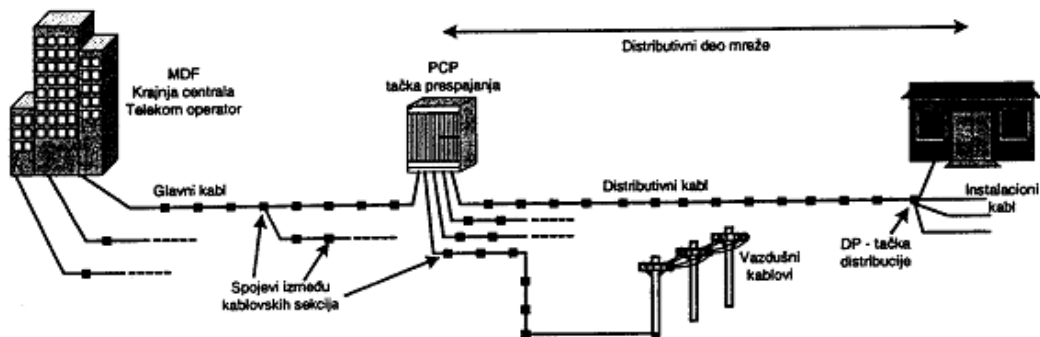
DMT sistemi koriste neke niže podkanale za prenos u oba smera, što znači da moraju da poseduju poništavače eha. Pošto su podkanali veoma uski potrebno je izvršiti adaptivnu ekvalizaciju.

DMT modulacija je standardizovana ANSI standardom T1.413.

3.6.3 Problemi DSL tehnologija

Relativno je lako projektovati prenosni sistem koji u laboratorijama za testiranje radi dobro, ali je veoma teško tu tehnologiju primeniti u praksi. Prebrz razvoj sistema koji koriste parice istog kabla može dovesti do uzajamne interferencije zbog preslušavanja. To se može desiti čak i ako se sistem dobro projektuje, ali se nepažnjom primeni na kabl za koji nije bio predviđen. Ponekad i male prenosne brzine jedne parice mogu da blokiraju bakarnu mrežu. Zbog svega navedenog obavezno je dobro razumeti probleme koji se mogu javiti pri prenosu DSL signala, a to su šum, preslušavanje i kompatibilnost spektra.

Na sledećoj slici prikazan je opšti izgled pristupne mreže.



Sl. 3.6.20. – Tipičan izgled bakarne pristupne mreže [FTN,03]

Sastoji se od velikih glavnih kablova koji se radijalno postavljaju od glavnog razdelnika (MDF-Main Distribution Frame) do tačaka prespajanja (PCP-Primary Cross-connection Point). Glavni razdelnik mora biti povezan na krajnju centralu. Mreža može biti sastavljena od više segmenata kabla koji su povezani.

Od PCP se prostire deo mreže koji se naziva distributivna mreža. Od tačke PCP prostiru se distributivni kablovi do tačke distribucije (DP-Distribution Point). Od DP tačke

postavlja se instalacioni kabl koji se povezuje na korisnički aparat. Distributivna mreža može biti postavljena podzemno ili vazdušno.

Najčešće korišćeni kablovi u pristupnoj mreži sastavljeni su od neoklopljenih upredenih parica (UTP-Unshielded Twisted Pair).

Prenosni sistem bakarne mreže je izložen različitim uticajima koji mogu da utiču na kvalitet prenosnog signala. Ti uticaji dele se na unutrašnje i spoljašnje.

Unutrašnji uticaji su:

- termalni šum;
- eho;
- refleksija;
- slabljenje;
- preslušavanje.

Postoje i komponente koje se nalaze u kablovskoj infrastrukturi, a mogu da utiču na DSL sisteme:

- talasni zaštitnici;
- RFI filteri;
- premošćeni spojevi;
- pupinovi kalemi

Postoje još neke stvari koje se odnose na kablovsku infrastrukturu, a mogu da utiču na kvalitet poslatog podatka:

- loše parice;
- curenje;
- mala otpornost izolacije;
- kontakti sa izvorom napajanja ili zemljom;
- visoko otporni spojevi.

Spoljašnji uticaj je impulsni šum koji potiče od električnih pražnjenja, električnih zaštita, strujnih kablova, električnih prekidača, električnih mašina, fluorescentnih svetiljki itd. Postoji i radio interferencija koja potiče od distributivnih i radio predajnika.

Šum

Izvori šuma mogu biti:

1. oni koji ograničavaju kapacitet (capacity limiting)-u ovakvu vrstu šuma spada termalni šum i preslušavanje. Najčešće se sporo menja.
2. oni koji ograničavaju performanse (performance limiting)-u ovakvu vrstu šuma spadaju impulsni šum i RFI. Javlja se u slučajnim vremenskim razmacima. Njegova pojava zavisi od geografskog područja i nepredvidljiva je.

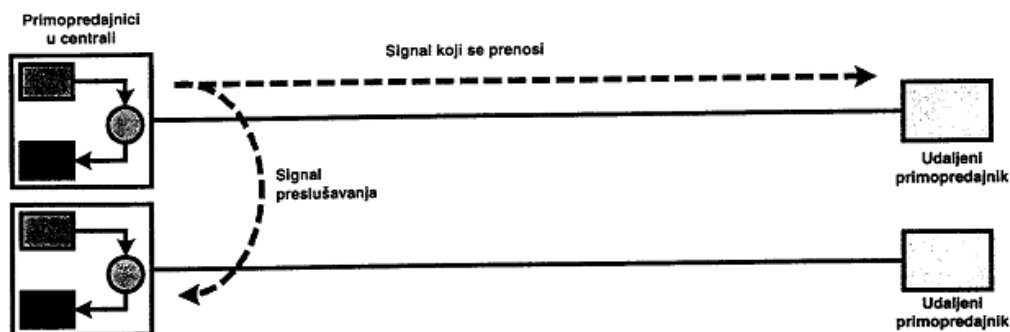
Preslušavanje

Za ostvarivanje velikih protoka preko DSL sistema preslušavanje predstavlja najveći problem. Nastaje kao neželjena posledica smetnje u jednoj upređenoj parici od drugog izvora. Tako izazvan šum može znatno da ošteti signal u parici tako što ga slabi i time se povećavaju greške u prenosu.

U pristupnoj mreži kablova postoje dva tipa preslušavanja:

1. NEXT (Near End CrossTalk)-preslušavanje na bližem kraju. Predstavlja interferenciju na jednoj parici koja je posledica emitovanja signala susedne

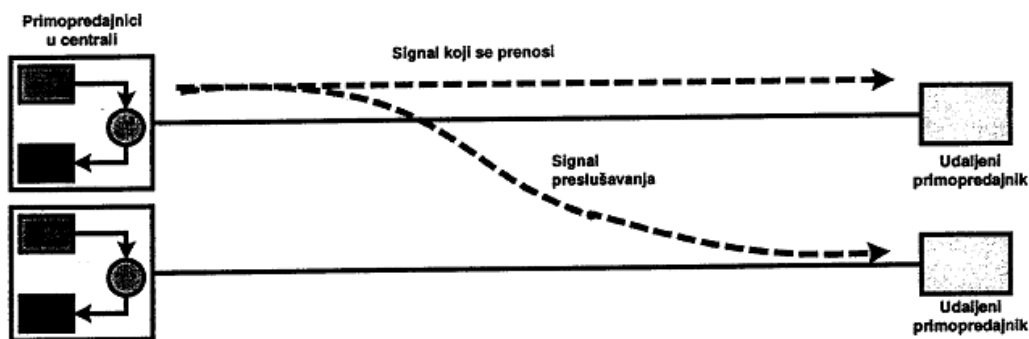
parice istog kabla sa istog kraja kabla. Na sledećoj slici prikazano je preslušavanje na bližem kraju.



Sl. 3.6.21. – Preslušavanje na bližem kraju-NEXT [FTN,03]

U ovoj situaciji predati signal jedne parice može da utiče na signal koji se prima na drugoj parici. Nivo interferencije ne zavisi od dužine kabla.

2. FEXT (Far End CrossTalk)-preslušavanje na daljem kraju. Predstavlja interferenciju koja nastaje na udaljenom kraju kabla kao posledica emitovanja signala sa susedne parice na suprotnom kraju kabla. Na sledećoj slici prikazano je preslušavanje na daljem kraju.



Sl. 3.6.22.– Preslušavanje na daljem kraju-FEXT [FTN,03]

Oslabljeni signal jedne parice utiče na neoslabljeni signal druge parice. Nivo interferencije je relativno mali jer je oslabljen bar onoliko koliko je oslabljen i signal koji uzrokuje interferenciju.

Ako u kablu funkcioniše samo jedan tip DSL servisa (npr ADSL i VDSL), tada se javlja intrasistemska preslušavanje (self crosstalk, S-NEXT, S-FEXT).

Ako u kablu funkcioniše više tipova DSL servisa (npr ADSL i SHDSL), tada se radi o intersistemskom preslušavanju (alien-crosstalk, A-NEXT, A-FEXT).

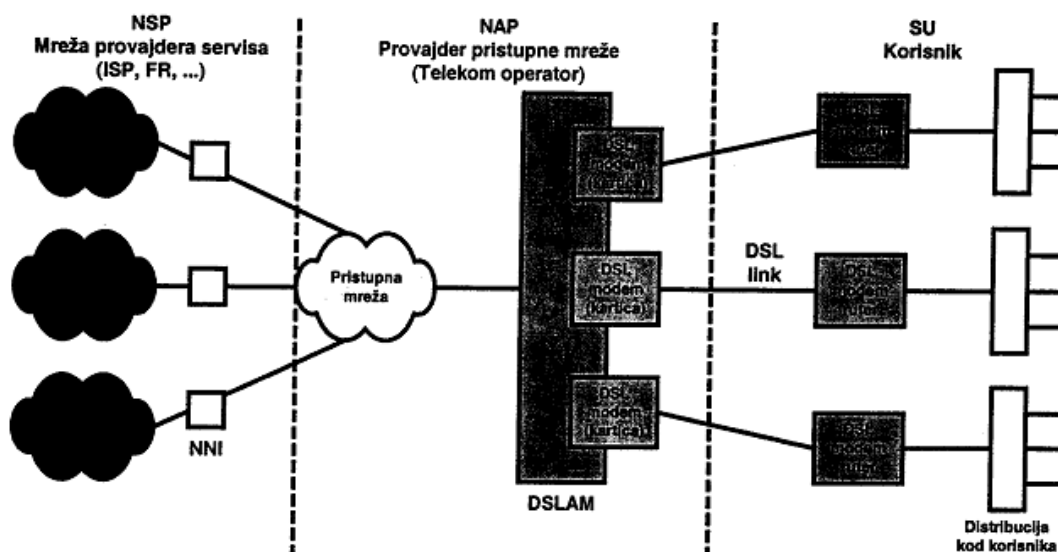
3.6.4 Modeli DSL mreža

DSL tehnologija predstavlja efikasno sredstvo da se korisnici povežu na mrežu velikih brzina. Prenos podataka može da funkcioniše na brzinama od 64 kbit/s do više desetina Mbit/s.

Servisi velikih brzina koje korisnici zahtevaju su:

- IP/LAN servisi kao što je pristup internetu, udaljenom LAN-u ili VPN-u;
- Frame Relay servisi;
- Nx64 servisi;
- ATM servisi;
- Govorni servisi-VoDSL.

Na sledećoj slici prikazan je referentni model za razvoj servisa koji su bazirani na DSL-u. Uz pomoć ovog modela detaljnije može da se prouči fizička i logička topologija mreže namenjena za prenos višestrukih servisa.



Sl. 3.6.23.– Referentni model za razvoj servisa baziranih na DSL-u [FTN,03]

Prikazana su tri različita domena:

- korisnički domen (SU-Service User);
- provajder mrežnih servisa (NSP-Network Service Provider);
- provajder pristupne mreže (NAP-Network Access Provider).

Takođe je prikazano da DSLAM ima više DSL pristupnih kartica. Potrebno je obezbediti istovremeni pristup ka više nezavisnih mreža koje pružaju višestruke servise. Korišćenje

ovih servisa na neki način predstavlja formiranje odvojenih privatnih mreža preko javnog NAP-a. Iz tog razloga kontrola pristupa i sigurnost moraju biti na izuzetno visokom nivou. Prikazani referentni model se može posmatrati kao uopšteni model bez obzira na specifičnost strukture servisa.

DSL sistem podržava višestruke servise ukoliko postoji neophodna logička podrška za prenos Frame Relay, IP/LAN, govornih Nx64, ATM servisa koristeći jednu DSLAM platformu.

3.6.4.1 IP/LAN servisi bazirani na DSL-u

Postoje tri različita modela za razvoj IP/LAN servisa. Neke arhitekture DSLAM-a imaju mogućnost da podrže više mrežnih modela u okviru jednog DSLAM-a. Posmatraju se sledeća tri modela:

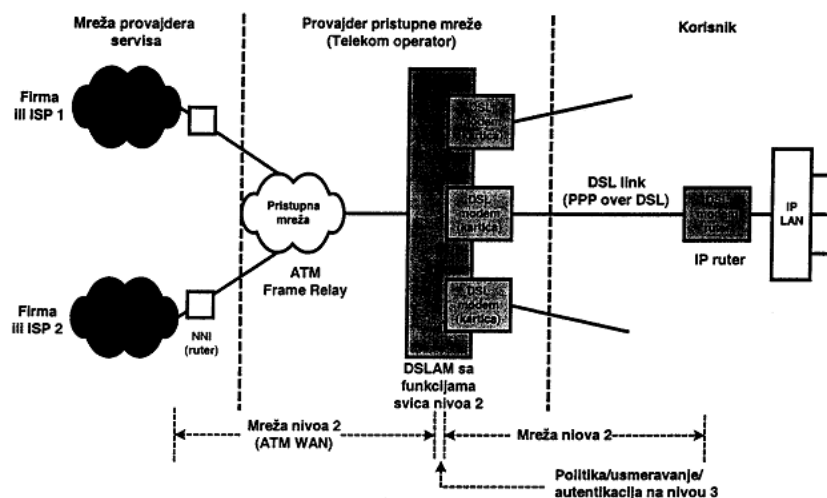
- Model nivoa 2;
- Model nivoa 3;
- ATM model.

Svaki od navedenih modela ima prednosti i mane u zavisnosti od specifičnosti servisa koji treba da podrži. Izbor odgovarajućeg modela zavisi od sledećih faktora:

- vremena potrebnog za razvoj;
- postojeće mrežne infrastrukture;
- strukture mreže;
- izbegavanja rizika.

IP/LAN servisi koji koriste model nivoa 2

Kada su u pitanju IP/LAN servisi koji koriste model nivoa 2, onda se koristi PPP (Point to Point Protocol) između DSL krajnjeg uređaja i DSLAM-a. DSLAM koncentriše pretplatničke podatke koristeći MAC (Media Access Control) protokol na drugom OSI nivou. Na drugom nivou se podaci koncentrišu Frame Relay PVC ili ATM PVC mreže. Na sledećoj slici prikazan je referentni model nivoa 2.



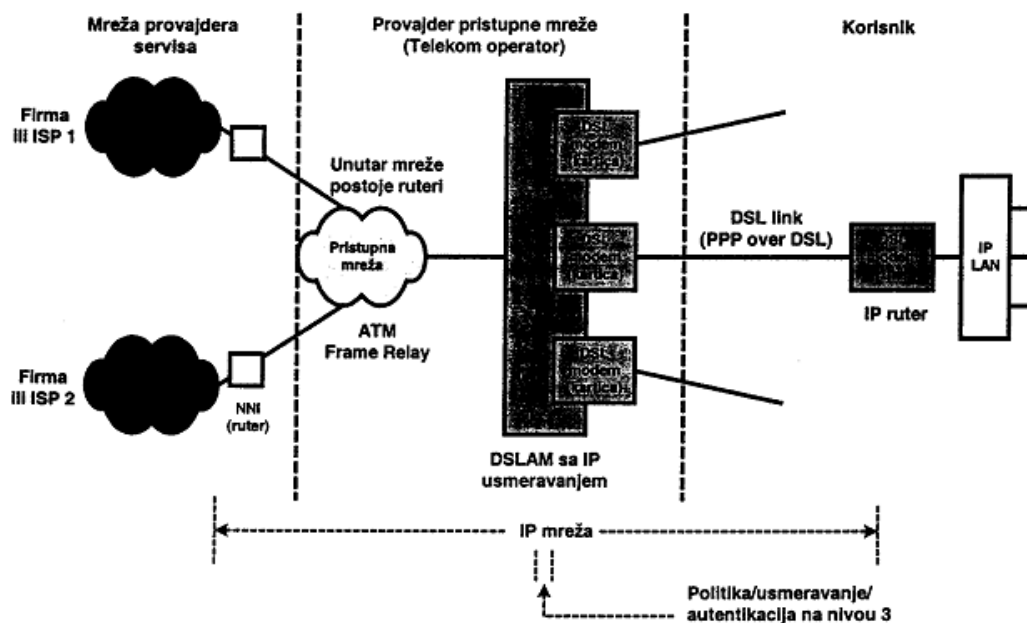
Sl. 3.6.24.– Referentni model IP/LAN servisa nivoa 2 [FTN,03]

U slučaju prikazanom na slici DSLAM posmatra protok paketa kroz svaki DSL interfejs kako bi mogla da se izvrši autentikacija, pojača sigurnost i dozvoli dinamička dodela IP adrese korišćenjem DHCP protokola.

Ova arhitektura je vrlo skalabilna i omogućava efikasno korišćenje WAN pogodnosti. Njena velika prednost je u tome što zahteva mali broj PVC veza u pristupnoj mreži.

IP/LAN servisi koji koriste model nivoa 3

Na sledećoj slici predstavljen je referentni model IP/LAN servisa nivoa 3 koji je dosta sličan modelu servisa koji koristi nivo 2. Jedina razlika je u tome što se u pristupnu mrežu uvode ruteri.



Sl. 3.6.25.– Referentni model IP/LAN servisa nivoa 3 [FTN,03]

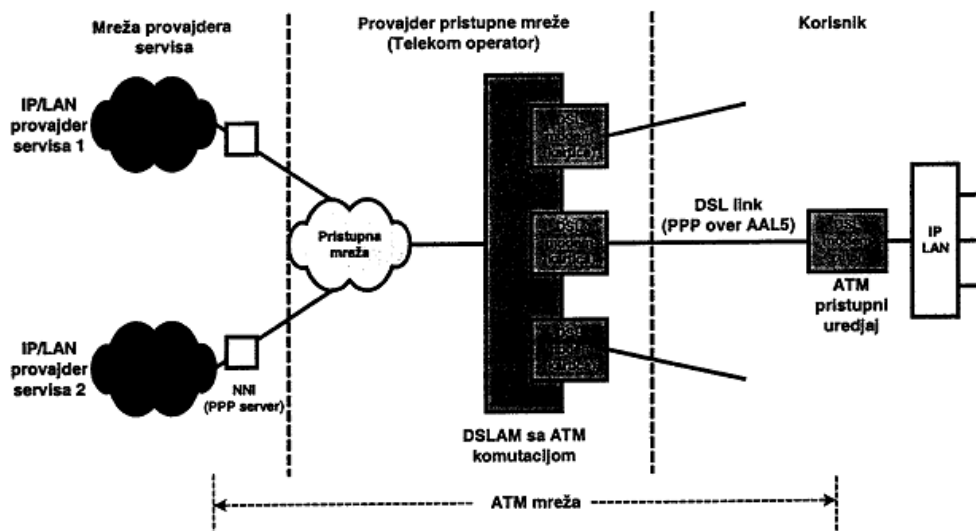
Sa uvođenjem rutera može da se primeti nekoliko stvari. U pristupnoj mreži može da se koristi više različitih WAN tehnologija (FR, ATM, iznajmljene veze). Ako je neophodno korišćenje FR ili ATM servisa, smanjuje se broj neophodnih PVC veza.

Nedostatak ovakvog pristupa je što mnoge provajdere pristupne mreže, NAP, zabrinjava uvođenje rutiranja na trećem nivou. Brine ih i to što nemaju mogućnost upravljanja ruterom između njih i njihovih korisnika. Zato je jako važno dobro razmisliti koji bi nivo mreže bio bolji pri izgradnji mreže.

IP/LAN servisi koji koriste ATM model

ATM pristupna mreža se može koristiti za obezbeđivanje IP/LAN servisa.

Na sledećoj slici prikazan je alternativni model. U ovom modelu ATM PVC veza se produžava n kroz DSLAM preko DSL veze do krajnjeg korisnika.



Sl. 3.6.26.– Referentni model IP/LAN servisa koji koriste ATM model [FTN,03]

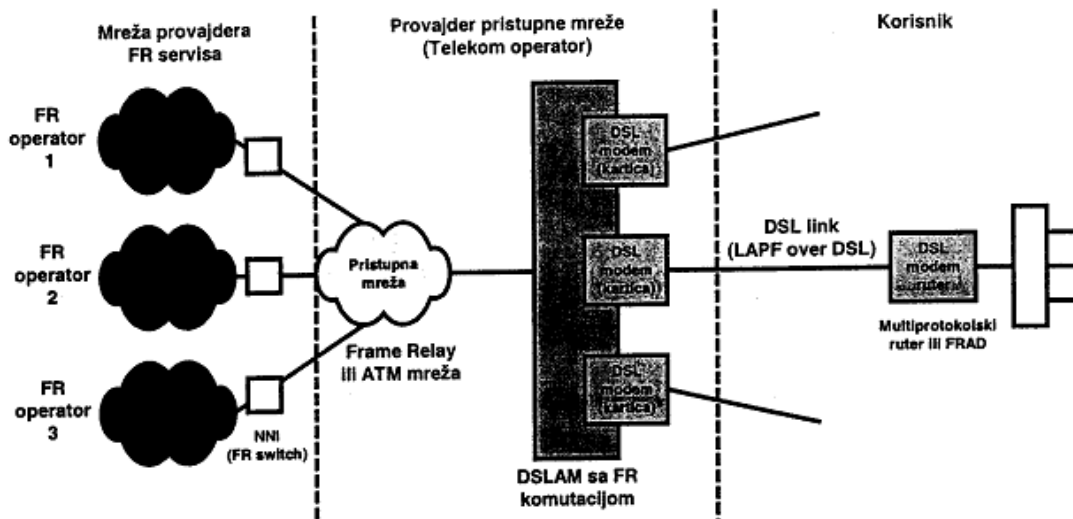
U okviru krajnjeg uređaja obavlja se funkcija rutiranja. Ovaj uređaj obezbeđuje interfejs ka DSL linku koristeći ATM.

Prednosti prikazanog modela su:

- u pristupnoj mreži se koristi jedna struktura na jednom nivou (ATM), tako nema potrebe za ruterima;
- omogućena je podrška multimedijalnim servisima baziranim na ATM-u, kao što je MPEG video;
- koristi se PPP protokol koji ima ugrađene sigurnosne mehanizme i mehanizme za autentikaciju pristupa (povoljno za dial-server aplikacije);
- obezbeđen je QoS .

3.6.4.2 Frame Relay servisi preko DSL-a

Na sledećoj slici prikazano je obezbeđivanje prenosa FR servisa preko DSL linije.

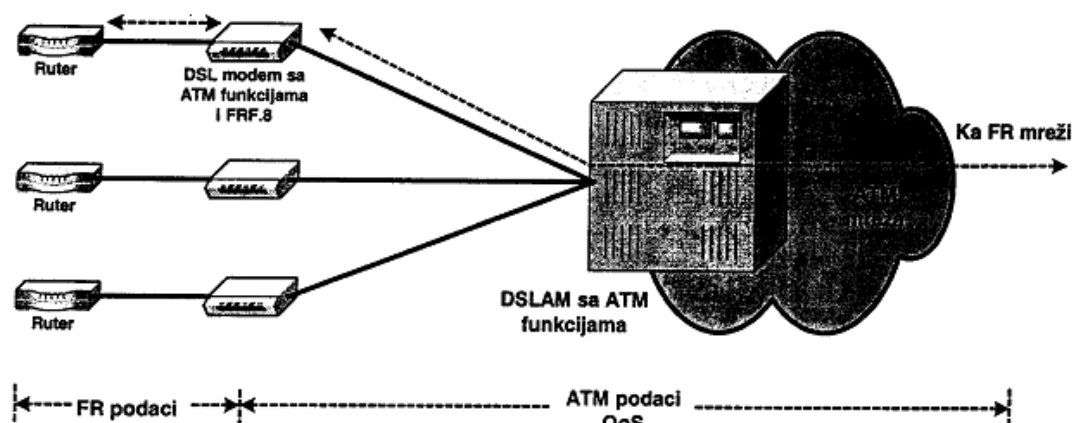


Sl. 3.6.27.– Referentni model Frame Relay servisa baziranih na DSL-u [FTN,03]

Frame Relay saobraćaj koji se prenosi preko DSL linije dolazi do DSLAM-a, a odatle se prosleđuje u pristupnu mrežu. Pristupna mreža može biti ili Frame Relay ili ATM mreža.

U slučaju prikazanom na predhodnoj slici uređaj koji prihvata saobraćaj od pristupne mreže je običan Frame Relay komutator. Taj komutator može imati i port sa ATM linijskim interfejsom kako bi preko ATM-a bio podržan FR. Multiservisni DSLAM ne obezbeđuje samo brzu komunikaciju sa pretplatničkim petljama, već obezbeđuje i koncentraciju paketa koristeći integrisanu FR tehnologiju. Ovakav model može se implementirati koristeći simetrične varijante DSL-a kao što su HDSL, HDSL2, SDSL, SHDSL, RADSL, jer se Frame Relay uglavnom koristi za vezu između LAN-ova gde su dolazni i odlazni saobraćaj približno jednaki.

Na sledećoj slici prikazan je referentni model upravljanja Frame Relay-om koristeći ATM.

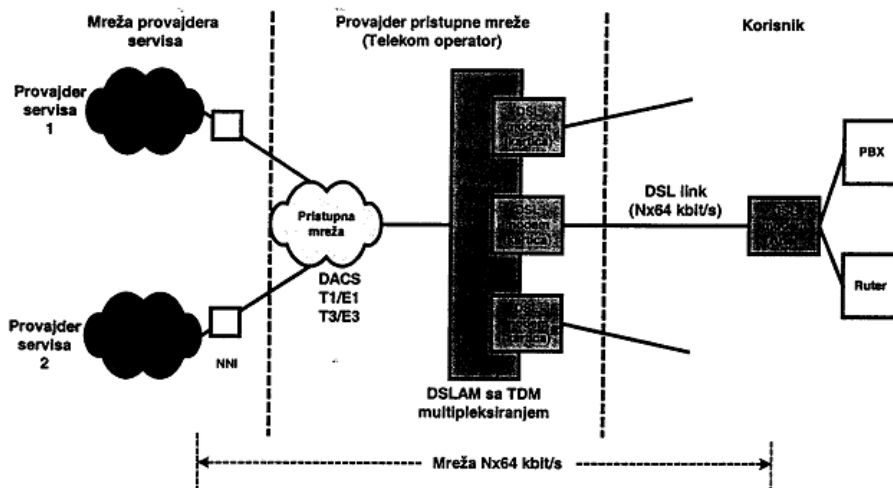


Sl. 3.6.28.– Referentni model upravljanja Frame Relay-om koristeći ATM [FTN,03]

Ovaj model koristi ATM transport kroz DSL mrežu kako bi se održali procesi upravljanja nivoima servisa. FR uređaj krajnjeg korisnika se može povezati sa FR DSL krajnjim uređajem ili FR DSL ruterom isto kao što bi se FR krajnji uređaj povezao na port FR mreže.

3.6.4.3 Nx64 kbit/s servisi preko DSL-a

Korišćenjem TDM (Time Division Multiplexing) tehnologije poslovni korisnici često zahtevaju vezu Nx64 kbit/s. Servisi poput TDM nisu prestali da se koriste uvođenjem naprednijih tipova servisa, jer ti servisi dozvoljavaju prenos govora i podataka preko jedne transportne linije i to na jeftin način. Na sledećoj slici prikazan je način na koji se ovi servisi obezbeđuju zajedno sa naprednim servisima u multiservisnoj arhitekturi.



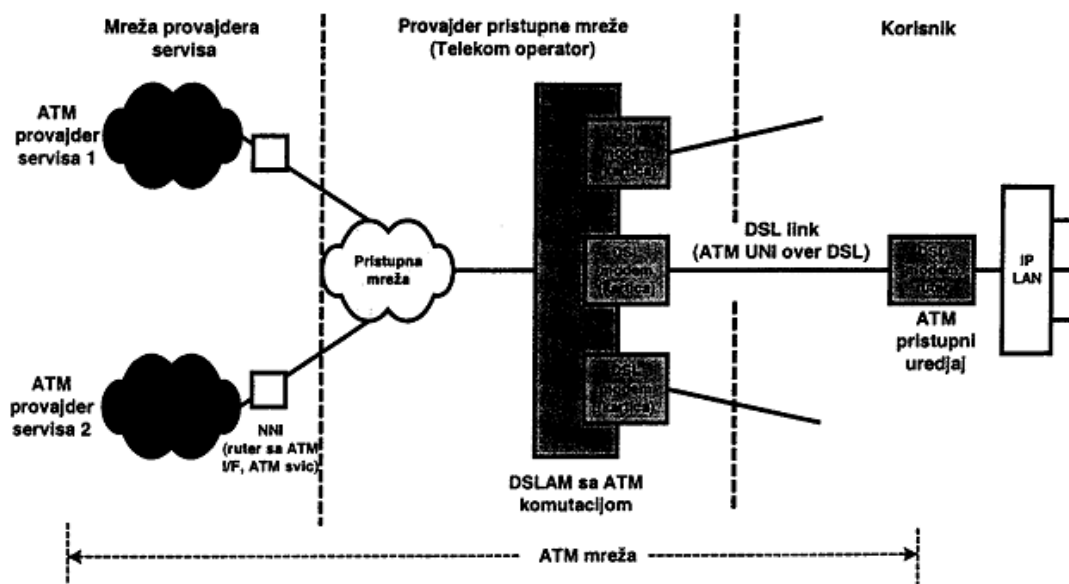
Sl. 3.6.29.– Referentni model Nx64 kbit/s servisa preko DSL-a [FTN,03]

Slično kao u FR modelu, unapred definisani vremenski kanal obezbeđuje određeni nivo sigurnosti i kontrolu pristupa.

Pošto TDM servis ima simetričnu prirodu, ovde se mogu koristiti simetrične varijante DSL-a

3.6.4.4 ATM servisi preko DSL-a

ATM servisi predstavljaju alternativnu brzinu FR servisima. Zbog toga DSLAM mora da podrži kako FR tako i ATM servise. Na sledećoj slici prikazan je referentni model ATM servisa preko DSL-a.



Sl. 3.6.30.– Referentni model ATM servisa preko DSL-a [FTN,03]

Kao što se sa slike vidi, ATM tehnologija je integrisana u DSL krajnjem uređaju u DSLAM-u. Korisnik servisa i NSP komuniciraju preko PVC veze koja je uspostavljena kroz pristupnu mrežu.

3.6.4.5 VoDSL

Na samom početku primene DSL-a bilo je neophodno da se jedna parica posebno Nameni DSL vezi, dok se za svaki telefonski broj koristila posebna parica. Ovakav model ima mnogo nedostataka i za provajdere i za korisnike.

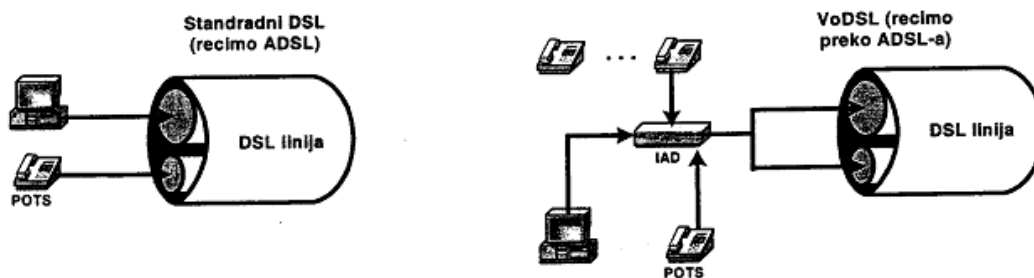
Rešenje koje se naziva VoDSL (Voice over DSL) predstavlja govor preko DSL-a i ima mogućnost da preko jedne parice obezbedi i DSL servis i višestruke govorne kanale. Broj kanala zavisi od modela koji se koristi za kompresiju signala i od propusnog opsega kojim DSL veza raspolaže. Taj broj ide od 2 do 32, ali u teoriji može da bude i mnogo veći, što se vidi na sledećoj tabeli.

384 kbit/s	6	do 40
768 kbit/s	12	do 80
1,1 Mbit/s	18	do 110
1,5 Mbit/s	25	do 150

Tabela 3.6.7.– Broj govornih veza preko DSL linije u zavisnosti od brzine i kompresije

VoDSL sistemi mogu da koriste različite tehnologije za transport signala kao što su IP, ATM, Frame Relay ili TDM. Većina ovih sistema razvijena je na ATM osnovi koristeći PVC ili SVC rute kroz pristupne mreže da bi se na kraju povezali sa PSTN mrežom. Ovo rešenje je veoma pogodno za sve operatore koji pružaju korisnicima govorne usluge.

Koncept VoDSL je promenljiv za različite tipove DSL-a. Niže frekvencije se koriste za prenos govora i klasične telefonije, a podaci se prenose na višim frekvencijama. Nedostatak ovakvog pristupa je što je moguće priključiti samo jedan aparat na dodatnu telefonsku liniju. Na sledećoj slici prikazan je klasičan prenos govora preko ADSL-a u odnosu na VoDSL.

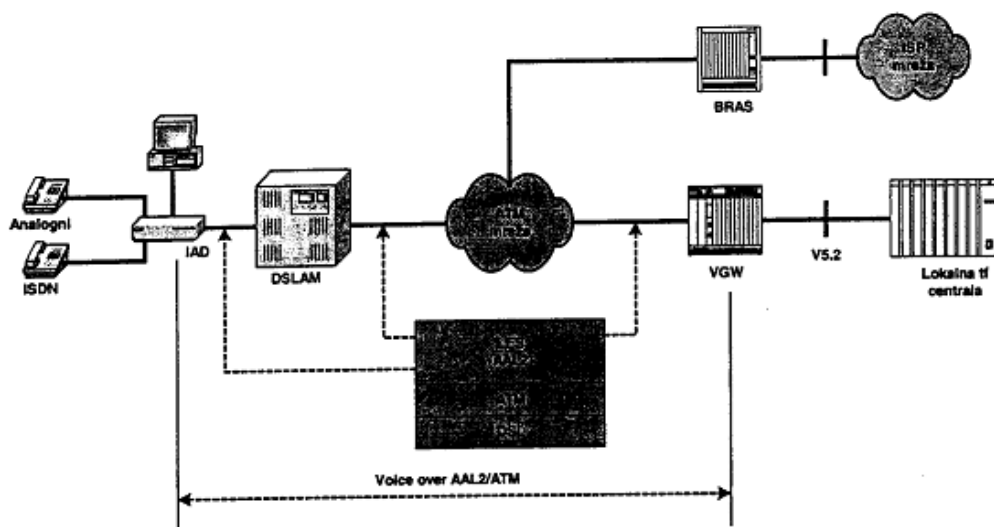


Sl. 3.6.31.– Klasičan prenos govora preko ADSL-a u poređenju sa VoDSL-om [FTN,03]

Sa leve strane ovo je prikazano kao dve cevi koje su objedinjene jednom velikom cevi. Sa desne strane prikazan je koncept VoDSL-a. Osnovno je postojanje dodatnog uređaja koji se naziva uređaj sa integrisanim pristupima IAD (Integrated Access Device). Njegova osnovna funkcija je da multipleksira saobraćaj koji stiže sa jednog ili više uređaja za prenos podataka i sa jednog ili više telefona i prosleđuje ga ka DSL liniji. Broj telefonskih aparata koji mogu da se priključe na ovakav način zavise najviše od propusnog opsega linije. Važno je reći da je u slučaju ADSL-a moguće priključiti i dodatni klasični telefonski aparat (POTS).

Arhitektura VoDSL sistema sa kraja na kraj

U VoDSL tehnologiji govor i podaci se predstavljaju u digitalnom obliku, a signali koji čine kombinaciju govora i podataka prosleđuju se dalje na mrežu preko pristupne DSL linije. Kako bi se ovo postiglo potrebno je uvođenje novih mrežnih elemenata kao što su IAD i Voice Gateway (VGW). Glavna funkcija IAD uređaja je da kombinuje govor i podatke. Na sledećoj slici prikazana je referentna arhitektura VoDSL-a.



Sl. 3.6.32.– Referentna arhitektura VoDSL sistema [FTN,03]

Može se primetiti da se kod krajnjeg korisnika kombinuju govor i podaci, a razdvajanje se vrši na kraju pristupne mreže. Sa jedne strane podaci se preko udaljenog pristupnog širokopojsnog servera (BRAS-Broadband Remote Access Server) prosleđuju ka provajderu servisa, a sa druge strane govorni podaci se preko Voice Gateway-a prosleđuju ka lokalnoj telefonskoj centrali. Arhitektura prikazana na slici odgovara servisu koji se naziva emulacija pretplatničke petlje, LES (Loop Emulation Service).

Način na koji se korisnik povezuje sa PSTN mrežom je:

- IAD uređaj koji se nalazi kod korisnika ima zadatak da konvertuje analogni govorni signal koji dobija u digitalni paketizovani signal koji je prilagođen za prenos preko DSL linije i obrnuto. IAD uređaj obavlja i funkcije DSL modema.
- DSLAM ima zadatak da prihvati DSL signal koji mu šalje IAD uređaj i da ga prosledi ka ATM mreži.
- ATM mreža vrši razdvajanje govora i podataka
- Voice Gateway dobijeni paketizovani govor pretvara u oblik koji odgovara lokalnoj centrali.

IAD uređaj poseduje interfejs koji omogućava priključenje više različitih uređaja kao što su analogni telefonski aparati, faks uređaji ili analogni modemi. Takođe obezbeđuje DSL vezu sa DSL provajderom. Glavne funkcije IAD uređaja su:

- terminacija interfejsa za prenos govora;
- multipleksiranje i demultipleksiranje na ATM AAL2 nivou;
- obrada govornog signala;
- generisanje i prosleđivanje signalizacije ka VGW-u u slučaju POTS saobraćaja i prosleđivanje signalizacije u slučaju ISDN saobraćaja;
- prihvatanje i interpretacija upravljačkih podataka od VGW-a preko in-band interfejsa.

Osnovne funkcije VGW-a da bi se pravilno povezao na PSTN mrežu su:

- terminacija govornih kola;
- multipleksiranje i demultipleksiranje na ATM AAL2 nivou;
- obrada govornog signala;
- terminacija signalizacije IAD-VGW i kontrola poziva;
- koncentracija govornih signala na zahtev;
- povezivanje sa lokalnom telefonskom centralom;
- upravljanje IAD-om preko in-band interfejsa.

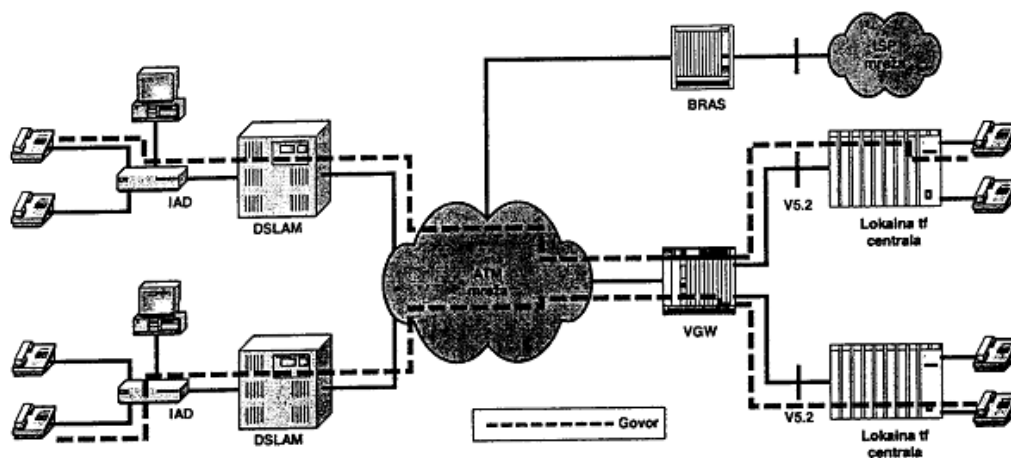
Glavna stvar u VoDSL arhitekturi je što omogućava simultani prenos govora i podataka do krajnjeg korisnika. Ova arhitektura dozvoljava centralizaciju dela za upravljanje servisima.

U praksi postoje dve varijante arhitekture ovog sistema:

- centralizovana arhitektura-VGW je poseban uređaj;
- decentralizovana arhitektura-VGW se nalazi u okviru DSLAM-a.

Centralizovana arhitektura VoDSL sistema

Centralizovana arhitektura je dobila naziv po tome što se na centralnom mestu u mreži nalazi samostalan VGW. To će biti prikazano na sledećoj slici.



Sl. 3.6.33.– Centralizovana arhitektura VoDSL sistema [FTN,03]

Svi DSLAM-ovi preko kojih korisnici obezbeđuju VoDSL servis se sa PSTN mrežom povezuju preko jednog VGW-a.

Ovakav pristup ima svojih nedostataka. Jedan od njih može da otkloni decentralizovana varijanta. Najveći nedostatak je činjenica da je potrebno prosleđivanje

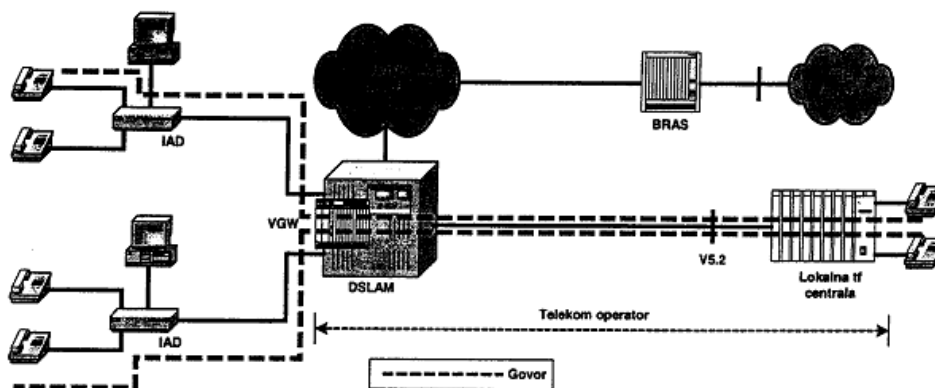
velike količine saobraćaja na relaciji VGW-PSTN, pa taj link mora da bude velikog kapaciteta.

Centralizovana arhitektura ima i prednosti ako se posmatra težnja ka razvoju centralizovanog servisa i centralizovane administracije korisnika, sistema naplate i upravljanja mrežom.

Važno je napomenuti da dalji razvoj centralizovane arhitekture može dovesti do problema skaliranja sistema.

Decentralizovana arhitektura VoDSL sistema

Decentralizovani VoDSL sistem znači da svaki pristup DSL servisu poseduje i funkcije VGW-a. To se izvodi jednostavno tako što se VGW integriše u DSLAM što je prikazano na sledećoj slici.



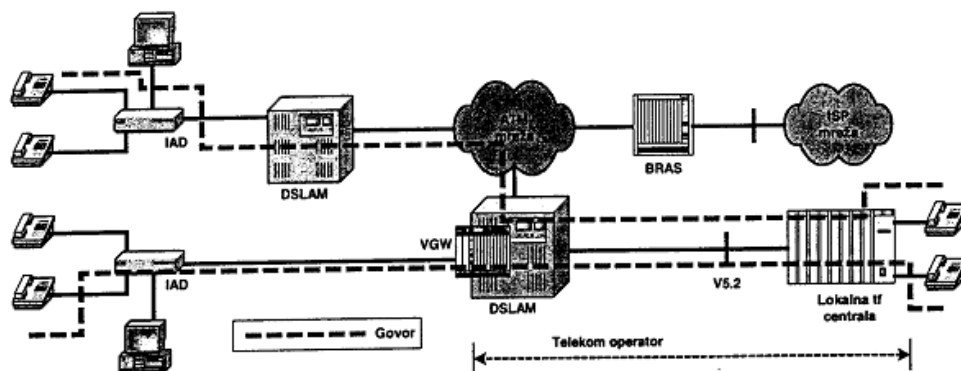
Sl. 3.6.34.– Decentralizovani VoDSL sistem sa integrisanim VGW-om [FTN,03]

Govor u VoDSL sistemu ne prolazi kroz ATM mrežu nego se direktno sa DSLAM-a prosleđuje ka lokalnoj centrali. Time je izbegnuta potreba za ATM opremom. Prednost ove arhitekture sistema je što integracija dovodi do jeftinijeg rešenja sistema, najviše zbog toga što neki delovi sistema mogu biti zajednički za DSLAM i VGW. U decentralizovanoj mreži količina saobraćaja koju treba proslediti preko ATM mreže svedena je na minimum. Decentralizovana arhitektura znatno smanjuje troškove koji su potrebni za skaliranje.

Decentralizovana arhitektura bolja je od centralizovane. Centralizovana je bolja samo u početnoj fazi jer je za njenu implementaciju potrebno manje troškova.

Kombinacija centralizovanog i decentralizovanog sistema

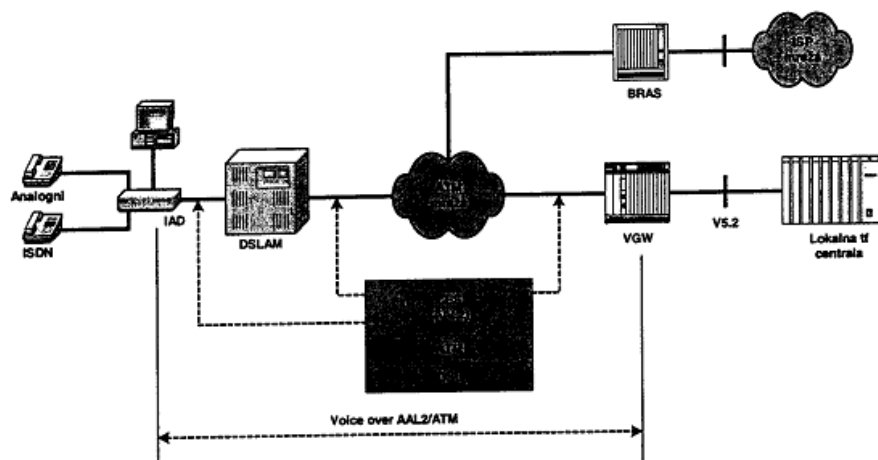
Jedan interesantan način razvoja za ILEC operatore je da u prvoj fazi VoDSL-a koriste integrisani VGW tamo gde postoji veliki DSLAM. Taj gateway bi mogao da preuzme VoDSL saobraćaj sa drugim manjih DSLAM-ova. Prikaz se može videti na sledećoj slici



Sl. 3.6.35.– Kombinacija centralizovanog i decentralizovanog VoDSL sistema [FTN,03]

3.6.4.6 Kvalitet poziva preko DSL-a

Kada se radi o prenosu govora u realnom vremenu preko paketske mreže najvažnije je proveriti može li se postići kvalitet koji odgovara prenosu govora preko mreža sa komutacijom kola. U VoDSL sistemu postoje dve mogućnosti. Prva mogućnost je prenos govora između VoDSL i PSTN telefona, a druga je između dva VoDSL telefona. Druga mogućnost sadrži dve varijante, jedna da se VoDSL poziv ostvaruje preko PSTN mreže, a druga je kada se VoDSL poziv ostvaruje direktno preko paketske mreže (ATM mreže). Na sledećoj slici predstavljena je referentna arhitektura scenarija poziva u VoDSL-u.



Sl. 3.6.36.– Referentna mreža sa kraja na kraj [FTN,03]

Na strani korisnika IAD multipleksira govor i podatke na DSL link koristeći ATM transportni nivo. Sve govorne veze se multipleksiraju u okviru jedne AAL2 ATM virtuelne veze i prosleđuju ka VGW-u gde se ATM VC terminira i obezbeđuje pristup PSTN mreži. Servis emulacije pretplatničke petlje definiše protokol kojim se vrši kontrola AAL2 kanal između IAD-a i VGW-a.

IAD u sebi sadrži nekoliko funkcija. IAD se ponaša kao VGW, uključujući kontrolu eha i demultipleksiranje različitih ATM veza. U slučaju povezivanja analognog telefona IAD ima zadatak da digitalizuje analogni signal govora. U slučaju povezivanja digitalnog

telefona (ISDN) prebacuje signal sa četiri na dve žice, a tom prilikom se generiše eho koji se mora potisnuti.

VoDSL uključuje najmanje dva VGW-a jedan u IAD-u i jedan koji predstavlja vezu sa PSTN-om.

IAD i DSLAM multipleksiraju i demultipleksiraju ATM veze koje prenose podatke između uređaja koji radi sa podacima i BRAS-a i ATM vezu koja prenosi govor između VGW-a.

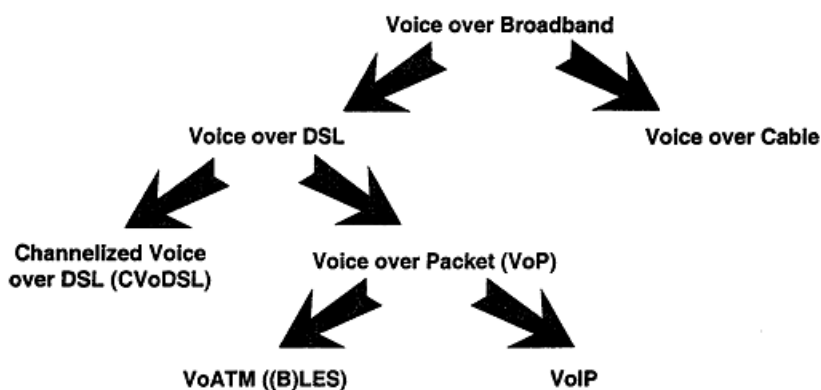
Za prenos govora preko ATM veze koriste se dve klase servisa:

- CBR – Constant Bit Rate;
- rt-VBR- real time Variable Bit Rate.

Obe klase servisa zadovoljavaju zahteve sa malim kašnjenjem i džiterom. Maksimalan broj simultanih poziva zavisi od full- duplex kapaciteta DSL linka.

3.6.4.7 CVoDSL

Pored načina prenosa govora preko DSL-a koji je baziran na ATM prenosu postoji način sa mnogo boljim karakteristikama, a to je „kanalizovani prenos govora preko DSL-a“ (CVoDSL – Channalized Voice over DSL). Na sledećoj slici prikazan je prenos govora preko širokopojasne mreže.



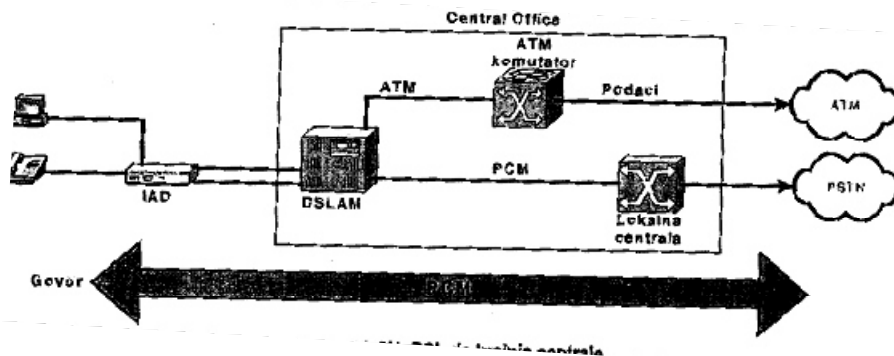
Sl. 3.6.37.– Prenos govora preko širokopojasne mreže [FTN,03]

CVoDSL projektovan je da bi se za DSLM obezbedio prenos govora pored podataka sa mogo manjim kašnjenjem nego ako se za prenos koristi ATM i bez potrebe instaliranja dodatnog gateway-a i uređaja za paketizaciju govora.

CVoDSL koristi kanale na fizičkim nivou DSL opsega koji se koristi za prenos podataka preko bakarne parice kako bi se uspostavio 64 kbit/s PCM kanal između korisničkog uređaja i pristupnog uređaja na strani mreže. CVoDSL rezerviše 64 kbit/s kanal u opsegu koji se koristi za uzlazni prenos i 64 kbit/s kanal koji se koristi za silazni prenos podataka preko DSL-a kako bi se formirao jedan full duplex kanal. Preostali opseg ostaje za prenos podataka.

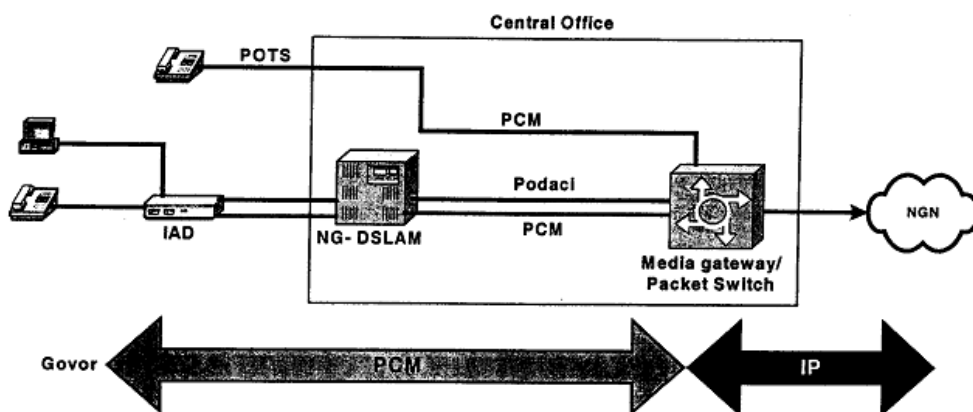
Arhitektura CVoDSL mreže

Na fizičkom nivou govor se može prenositi kao PCM podatak od korisničkog uređaja preko pristupne mreže do lokalne centrale. To je prikazano na sledećoj slici.

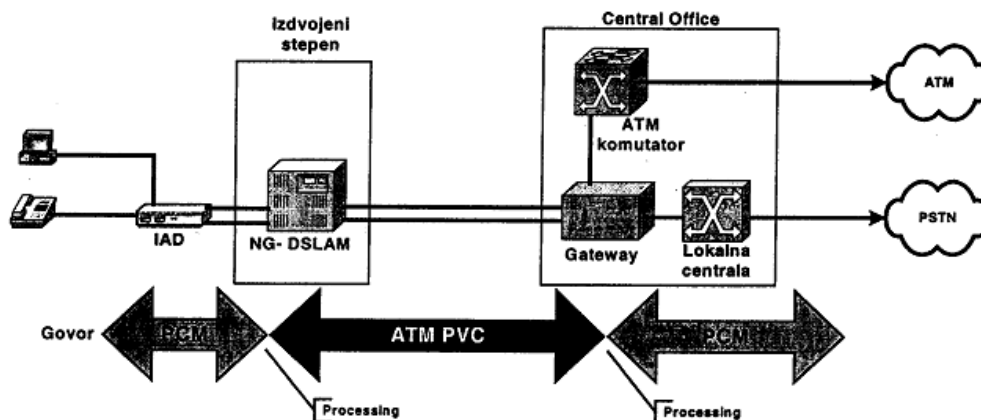


Sl. 3.6.38.– CVoDSL do krajnje centrale [FTN,03]

PCM govor može da se paketizuje kako bi se prosledio nekim paketskim mrežama (ATM, IP) koje dalje obrađuju govor (NGN – Next Generation Network) ili koje se nalaze između DSLAM-a i krajnje centrale, što je prikazano na sledećim slikama.



Sl. 3.6.39.– CVoDSL sa NGN mrežom [FTN,03]



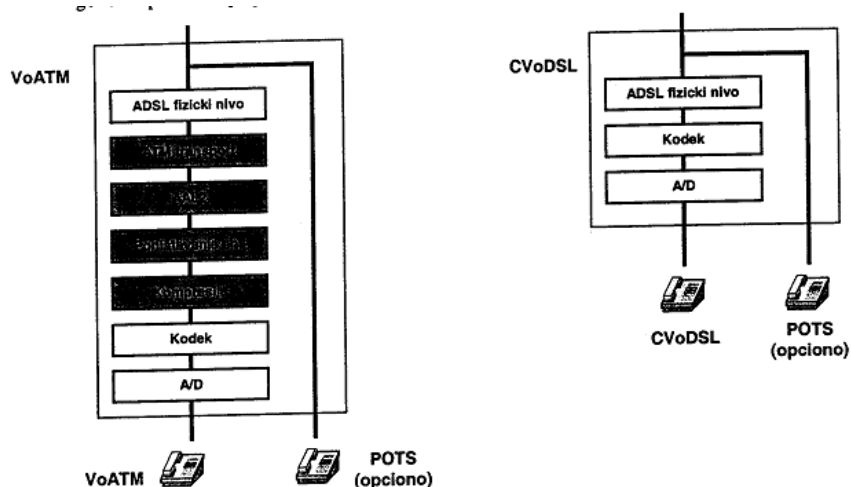
Sl. 3.6.40.– CVoDSL sa VoATM [FTN,03]

Prednosti CVoDSL u odnosu na VoDSL (VoATM)

CVoDSL unosi manje kašnjenje signala u odnosu na VoATM. To se dešava zato što se u okviru CVoDSL-a ne paketizuje govor što inače oduzima dosta vremena. Zato se skraćuje vreme prenosa i često nije potrebno poništavati eho koji je posledica kašnjenja.

CVoDSL bolje koristi propusni opseg jer ne poseduje zaglavlje ćelije ili paketa što je značajno ako se primenjuju ADSL ili G.Lite pošto ove tehnologije imaju mali propusni opseg za uzaltni saobraćaj. Efikasnost prenosa govora paketima (VoP – Voice over Packet) najviše zavisi od veličine paketa. Efikasnost raste sa povećanjem paketa, ali tada je kašnjenje veće.

CVoDSL ima kvalitetniji servis od VoDSL-a jer poseduje posebne kanale za prenos govora, tako da ne može da dođe do kašnjenja i zagušenja govora. Samim tim nema potrebe za prioritetima saobraćaja. CVoDSL je lakši i jeftiniji za ugrađivanje u DSLAM nego postavljanje VGW i nije potrebno upravljanje ATM PVC vezom koja bi prenosila govor. Korisnički uređaji su jeftiniji jer ne moraju da poseduju kola za poništavanje eha, kompresiju govora i paketizaciju govora, što je prikazano na sledećoj slici.

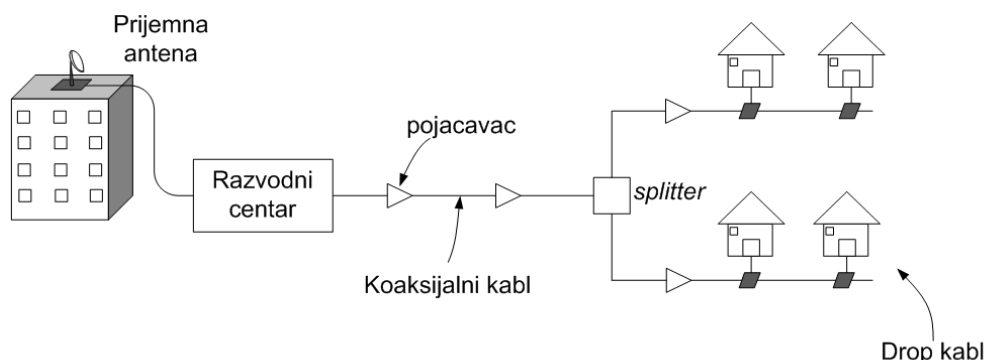


Sl. 3.6.41.– Ilustracija uštede na korisničkom uređaju CVoDSL-a [FTN,03]

3.7 Cable (CMTS)

Kablovska TV mreža počela je da se razvija kao video servis pružalac usluga, ali se ubrzo upotreba proširila prema poslovnim aplikacijama i pristupu internetu.

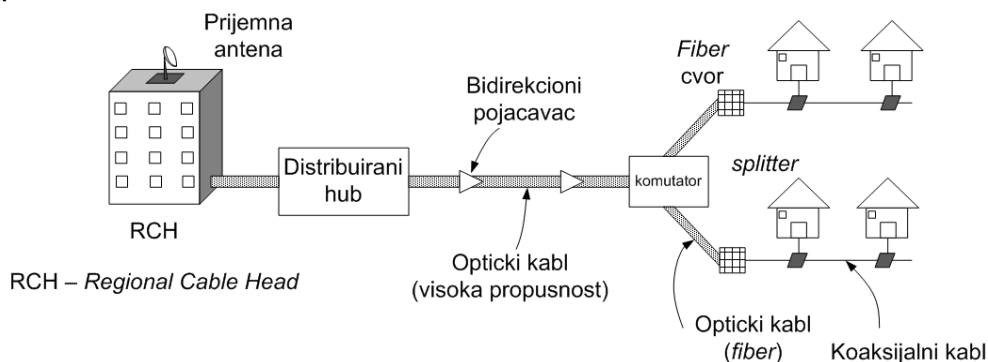
Još početkom 1940. godine kablovska TV mreža najpre je počela sa broadcast distribucijom video signala u naseljenim regionima koji imaju slab prijem. U to vreme je nazvana Community antenna TV (CATV), pošto je antena obično bila locirana na nekoj visokoj zgradi i primala signal od svih stanica, pa je te signale distribuirala koaksijalnim kablom do svih zgrada u okruženju. Na sledećoj slici prikazana je šema organizacije tradicionalne kablovske TV mreže.



Sl. 3.7.1.– Tadicionalna kablovska TV mreža

Razvodni centar koji se naziva head office prima video signale od broadcasting stanica, i prenosi te signale preko koaksijalnih kablova. Tokom prenosa signali slabe pa zbog toga moraju da postoje ugrađeni pojačivači. Između razvodnog centra i TV prijemnika dozvoljeno je da postoji do 35 pojačivača. Kako bi se na određenom mestu prenosnog puta signali razdvojili koristi se splitter. Prenos signala je jednosmeran što znači da se video signal prenosi od razvodnog centra do svakog pretplatnika.

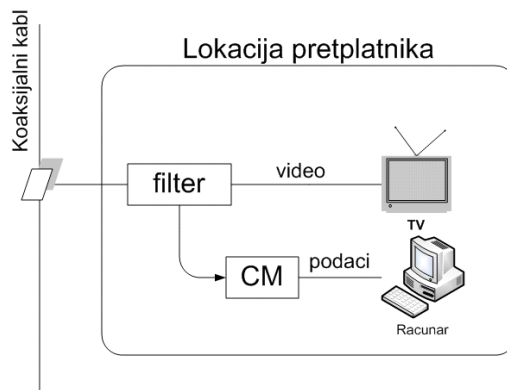
Druga generacija kablovskih mreža naziva se hybrid fiber – coaxial (HFC) networks. U ovakvim mrežama koristi se kombinacija fiber – optičkih i koaksijalnih kablova. Prenosni medijum od razvodnog TV centra do regionalnih centara je optički kabl, a lokalno na nivou ulica razvod se vrši koaksijalnim kablovima što je prikazano na sledećoj slici.



Sl. 3.7.2.– Hibridno optičko – koaksijalna (HFC) mreža

Kablovski internet je sredinom devedesetih godina doneo revoluciju u pristupu korisnika prema internetu. Dotadašnje tehnologije su nudile vrlo skromne brzine prenosa podataka i visoke cene pristupa. Sa pojavom prvih kablovskih modema pristup internetu je daleko olakšan i ubrzan. Kvalitet, brzina i cene koje nudi kablovski internet su glavni razlozi zbog kojih je on trenutno najpopularnija tehnologija u svetu za brzi pristup internetu.

Osnovna oprema koja se koristi za pristup kablovskom internetu je kablovski modem. Kablovski modem putem mreže kablovske televizije prenosi podatke između korisničkog računara i servisa internet provajdera. Instalira se na strani pretplatnika i sličan je ADSL modemu. Na sledećoj slici prikazana je njegova lokacija.

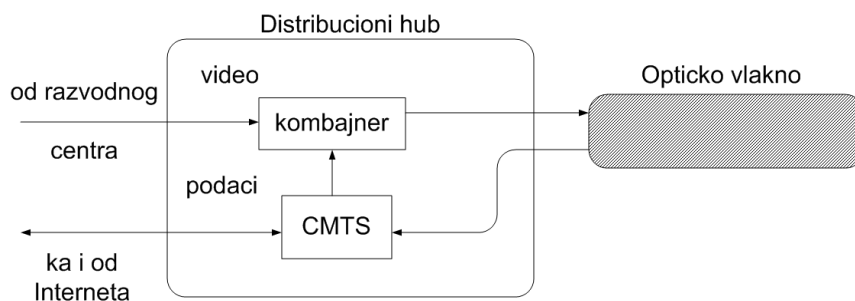


Sl. 3.7.3.– Mesto CM-a kod kablovske mreže

Kablovski modemi komuniciraju sa CMTS –om (Cable Modem Termination Syistem).Komunikacija preko kablovskog interneta se vrši na sledeći način:

- korisnik putem svog računara daje zahtev za internet resurs (web stranicu, E-mail...);
- zahtev se prenosi kablovskom modemu koji ga šifruje;
- šifrovani zatev se putem mreže kablovske televizije šalje na jednoj od frekvencija prema CMTS-u;
- CMTS dešifruje zahtev i prosleđuje ga serverima na obradu;
- Serveri po primanju zatraženog resursa šalju taj resurs nazad CMTS-u;
- CMTS šifruje resurs i šalje ga kablovskom modemu;
- Kablovski modem dešifruje resur i prosleđuje ga računaru.

CMTS se instalira unutar distribucionog hub-a od strane kablovske kompanije. Ovaj uređaj prihvata podatke od interneta i predaje ih kombajneru koji ih zatim šalje pretplatniku. CMTS takođe prima podatke od pretplatnika i predaje ih internetu. Na sedećoj slici prikazana je lokacija CMTS-a.



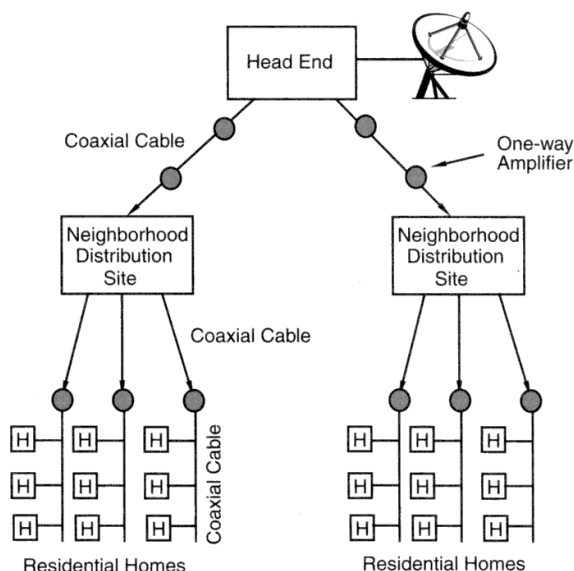
Sl. 3.7.4.– Mesto CMTS-a kod kablovske mreže

Komunikacija između većine kablovskih modema i CMTS-a vrši se po standardu DOCSIS. Princip te komunikacije ostaje isti nezavisno od tipa mreže kablovske televizije.

Kablovski modemi

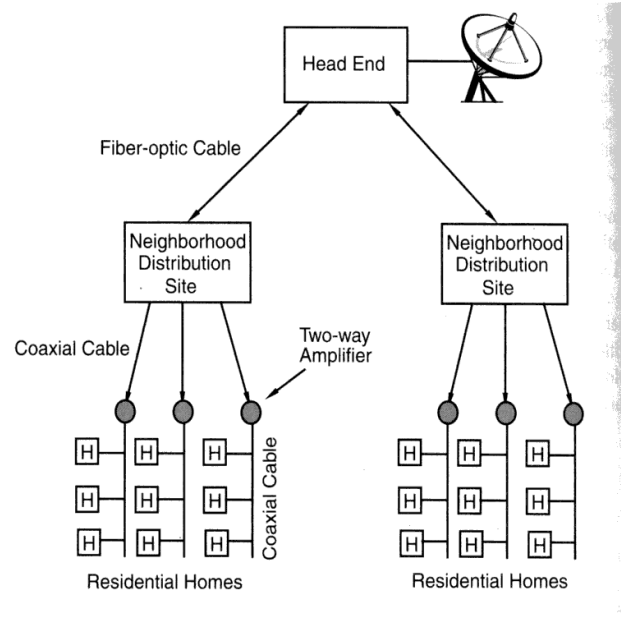
Kablovski modemi koriste kablovske televizijske linije za prenos podataka. Ove linije se realizuju pomoću široko-pojasnih koaksijalnih kablova. U odnosu na UTP kablove, koji se od strane telefonskih kompanija koriste za prenos informacije, kod kablovskog prenosa za potrebe prenosa dostupan je značajno širi propusni opseg.

Kablovske mreže su projektovane samo za downstream prenos. One se koriste za prenos televizijskog signala u jednom smeru. Modulirani signali, koji formiraju frekventni multipleks, se preko kablova prenose do neighborhood distribution site, a odatle se direktno isporučuju do kuća korisnika. Na sledećoj slici prikazan je jednostavan dijagram kablovsko bazirane instalacije.

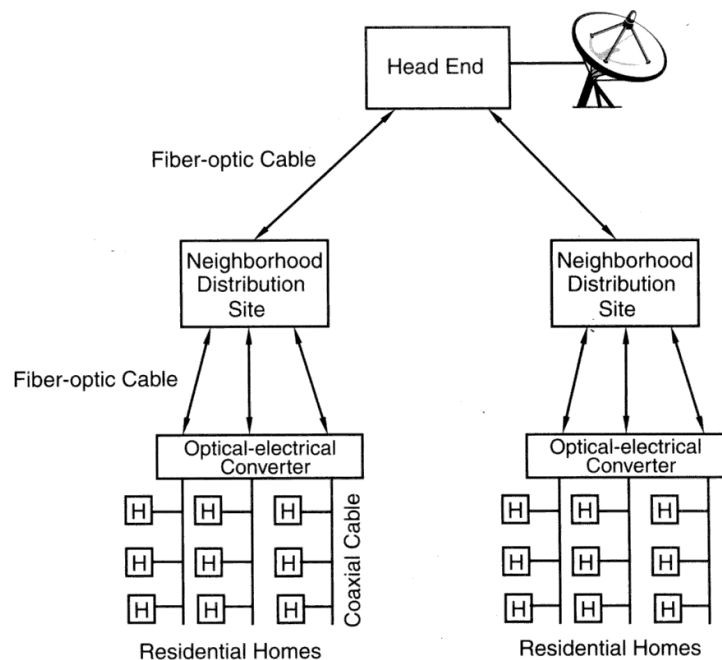


Sl. 3.7.5.– . Koaksijalno-bazirano kablovska mreža tipa stablo projektovana za prenos signala u jednom smeru. Pojačivači se koriste da očuvaju kvalitet signala, a povećaju rastojanje krajnjeg korisnika od izvora signala

Da bi se ostvario dvosmerni prenos kablovske najvažnije je da se ona nadogradi. Nadogradnja se izvodi u dve faze. U prvoj fazi se koaksijalni kablovi zamenjuju optičkim, oi tako se eliminiše potreba za ugradnjom dvosmernih pojačavača. Optičkim putem moguće je prenositi veću količinu podataka. Ovakav tip mreže se naziva hybrid fiber-coaxial (HFC) network. Druga faza uključuje izmene na strani neighborhood distribution site, koja se izvodi zamenom jednosmernih pojačivača sa optičko-električnim konvertorima, što je prikazano na sledećim slikama.



Sl. 3.7.6.– Hibridna optičko-koaksijlna (HFC) kablovska mreža koji čine fiber-optički kabl instaliran između head end-a i neighborhood distribution site-ova. Koaksijalni kablovi se i dalje koriste za dalji razvod od neighborhood-a ka krajnim korisnicima

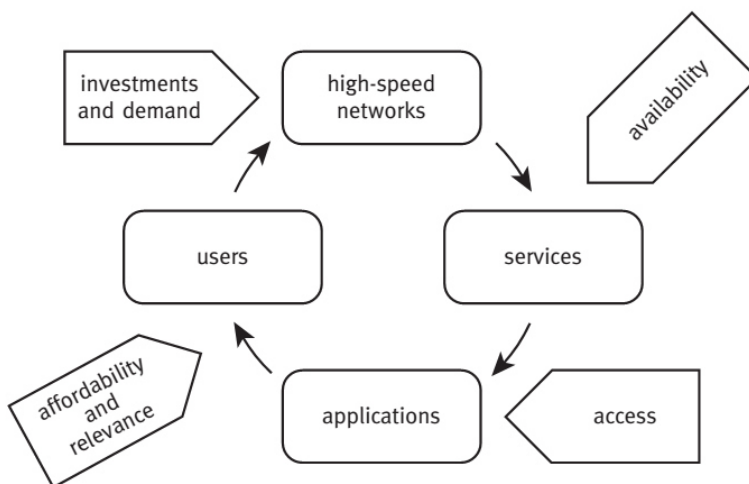


Sl. 3.7.7.– Kada je sistem kompletiran nadogradjenom kablovskom mrežom ostvaruju se veoma brzi servisi za dvosmerni prenos podataka, govora, i videa

4 Uticaj širokopojasnih tehnologija na razvoj ekosistema

Ekosistem obuhvata mreže koje podržavaju velike brzine prenosa podataka i servise koje te mreže pružaju. Tu su takođe uključene i aplikacije koje ti servisi nude i korisnici koji ih stvaraju i koriste. Investicije u ovakve sisteme bilo da se radi o privatnim investitorima ili različitim agencijama, kao i potražnja korisnika, povećava dostupnost brzih mreža za pristup. Te mreže povećavaju prisustvo visokog kvaliteta servisa i za korisnike i za aplikacije koje se koriste.

Aplikacije će putem servisa dobijati sve veći broj korisnika koji će iskoristiti dostupnost usluga koje te aplikacije pružaju.



Sl. 4.1.– Ekosistem [KKR,10]

4.1 Značaj ekosistema

Širokopojasna mreža predstavlja mnogo više od mogućnosti za povezivanje na mreže i servise. Ona je unapredila korišćenje telefona.

Širi konceptualni okvir dovodi do toga da treba dobro razmotriti glavne ciljeve za širokopojasne politike i strategije. Da bi se proširio ekosistem, vlasti moraju da stvore politike i programe bazirane na različitim komponentama ekosistema.

4.1.1 Servisi

Nekada, različiti servisi poput video i audio podataka bili su u ponudi. Ali, više ne postoje granice između ovih servisa, već se oni svi daju jednim Internet protokolom, u vidu paketa podataka. Na primer, širokopojasna mreža omogućila je korisnicima servise kao što su gledanje televizije putem IPTV ili strimovanje različitih video zapisa putem interneta.

Širokopojasni servis bazira se na pružanju velikih brzina prenosa podataka putem mreže. Preko njih mogu se koristiti različiti servisi kao što su glasovne konverzacije (skajp ili njemu slične aplikacije), video podaci (IPTV i slično).

Treba uzeti u obzir nekoliko aspekata. Jedan od njih je brzina konekcije. Brže konekcije imaju bolje funkcionalnosti. Postoje razni zahtevani opsezi za sve tipove digitalnog sadržaja.

Sledeća važna stavka kvaliteta širokopojasnog povezivanja je vreme koje je potrebno da podatak stigne sa odredišta na zadatu destinaciju što je veoma nezgodno ako se radi o aplikacijama koje zahtevaju prenos poruke u istoj sekundi, kao na primer razgovor, video emitovanje ili igranje online video igre ...

4.1.2 Aplikacije

Aplikacije predstavljaju posebne softvere koji koriste tok podataka da bi se sadržaj isporučio korisnicima. Aplikacije su postale centralni deo širokopojasnog ekosistema.

Prvobitno, aplikacijski softveri su se nalazili na računaru korisnika. Napretkom interneta i privatnih mreža, aplikacije su se smestale na „cloud“ sisteme.

Širokopojasna konekcija omogućava korisnicima povezivanje sa tim sistemima. Time im je dozvoljeno da koriste više uređaja za pristup istoj usluzi ili informaciji, dok su troškovi softvera i distribucije podataka veoma niski.

Sposobne i pouzdane širokopojasne konekcije omogućavaju korisnicima da mogu potpuno da se oslone na „cloud“ sisteme kada je reč o skladištenju i slanju aplikacija.

Predhodnih godina došlo je do još jednog velikog razvoja, a to su Web 2.0 aplikacija. Te aplikacije omogućavaju korisnicima da međusobno komuniciraju.

Web 2.0 aplikacije – uključujući komunikacije putem interneta, različite servise, web aplikacije, društvene mreže, sajtove za postavljanje slika i videa, razni blogovi – bazirane su na korisniku. One mu dozvoljavaju da deli sadržaj u realnom vremenu.

Društvene mreže preko kojih ljudi mogu da objavljuju sadržaj i da komuniciraju dobijaju sve veću popularnost. Jedan od najpopularnijih sajtova tog tipa je Facebook koji ima više od 200 miliona korisnika.

4.1.3 Korisnici

Korisnici predstavljaju četvrti deo širokopojasnog sistema. Oni koji koriste širokopojasne mreže za pristup imaju mnogo više različitih mogućnosti od onih koji koriste dial-up konekciju. Neke od mogućnosti su da koriste, stvaraju i dele multimedijalne sadržaje u različitim formatima uz pomoć velikog izbora jakih uređaja za korišćenje, kreiranje i deljenje sadržaja.

Širokopojasni uređaji omogućavaju mobilnost. Porastom broja mobilnih uređaja sa bežičnim povezivanjem na internet, širokopojasni pristup postao je stabilniji.

4.2 Razvoj ekosistema

Najbolji primer za razvoj širokopojasnog ekosistema je Republika Koreja. Postoje značajne vrednosti u samoj analizi razvoja širokopojasnog ekosistema zbog kojih se Koreja uzima kao najbolji primer, a to su:

- vlasti imaju poseban pristup razvoju širokopojasnog ekosistema;
- zemlja je doživela veoma brz i veliki rast na tržištu širokopojasnih mreža, i time nadmašila mnoge druge zemlje;
- šire društvene i ekonomske karakteristike Koreje čine je značajnom za zemlje sa niskim i srednjim prihodima.

Brojne politike i inicijative za razvoj dovele su tržište širokopojasnih mreža Koreje do stanja u kojem se trenutno nalazi. Sve strategije, politike i pravila koja su korišćena za razvoj ekosistema u Koreji prikazani su na sledećoj tabeli.

Komponenta	Promocija	Previd	Univerzalizacija
Definicija i strategija ekosistema	-prvi Nacionalni Informatizacioni promotivni plan -Sajber Koreja 21 -U-Koreja Master Plan -IT 839 strategija Uključujući konvergenciju širokopojasne mreže	-Okvirni zakon Telekomunikacija -Radni zakon Telekomunikacija -Zakon za trgovinu	-Prvi i drugi master plan za zatvaranje digitalne podele -Vizija e-Koreja 2006 -Vizija razvoja Širokopojasnih mreža u Koreji 2007
Mreže	-informaciona infrastruktura Koreje -tehnološki standardi širokopojasnih tehnologija -promocija tehnološke standardizacije -ultra konvergencija širokopojasne mreže	-Vlada poseduje KT od 2002. godine	-informaciona infrastruktura Koreje: kasniji fokus na seosko povezivanje -niskokamatni krediti za uvođenje mreža u seoska područja
Servisi	-širokopojasna mreža kao dodatna vrednost usluga -kvalitetan sistem nadzora i ugovori na nivou usluge	-širokopojasna mreža kao olakšavajući servis -propisi Internet povezivanja -regulacija povezivanja Internet servis provajdera -značajna tržišna regulacija snage -stvaranje regulacije -količina prenosivosti za glas kroz Internet protokol	-subvencionisane usluge za siromašne građane
Aplikacije	-okviri za promociju sadržaja -informatizacija promociionog fonda -industrijske inicijative poput poreskih olakšica za stvaranje Internet sektora, istraživanje i razvoj tehnologije i informacionih tehnologija u tradicionalnoj	-zaštita intelektualnih prava -jačanje online provera i sigurnosnih sistema kao što je npr. antivirus program	-poboljšanje dostupnosti aplikacija namenjenih osobama sa invaliditetom

	industriji -povećanje potražnje širokopojasnih usluga putem e-vlada, e-trgovina i e-edukacija portala		
Korisnici	-subvencije za kupovine preko računara za domaćinstva sa niskim prihodima -10 miliona ljudi na edukativnim programima preko Interneta	-etika upotrebe informacija	-besplatan Internet pristup u centrima u udaljenim područjima -širokopojasni pristup u svim školama

Tabela 4.2.1. - Strategije, politike i pravila korišćena za razvoj širokopojasnog ekosistema u Koreji

Na kraju svakog plana postignuto je sve planirano i počinju da se razmatraju planovi za sledeću godinu. Korišćenjem tih planova i podržavanjem politike, vlada često nastoji da promoviše određene sektore tržišta, pružajući inicijativu kroz strateške javne investicije, a zatim podstiče da se daju što veće investicije u privatni sektor.

Uloga vlade u razvoju tržišta je sprovođenje politika i propisa. Na taj način se stvara održivo i napredno tržište širokopojasnih mreža.

4.3 Strategija za razvoj ekosistema

Putem različitih studija koje su rađene, dolazi se do zaključka da postoji više strategija, politika i programa koji podržavaju rast širokopojasnog ekosistema. Jako je važno kako strategije koje su predviđene za napredak ekosistema prate razvoj politika i programa koji dovode do porasta na tržištu širokopojasnog ekosistema. To se sve radi da bi se razvila uloga vlade i javnog sektora kada je reč o širokopojasnim mrežama.

Javni sektor ima dve značajne uloge u predstavljanju rasta informacionih i komunikacionih tehnologija (ICT):

- da stvori efikasnije tržište;
- da svima obezbedi ravnopravan pristup.

Mnogi posmatrači su smatrali da bi širokopojasno tržište u ranoj fazi moglo da se razvije uz minimalna ulaganja vlade nekih naprednijih zemalja.

4.3.1 Definisanje strategije

Zemlje koje uspešno usvoje širokopojasni pristup u kratkom roku stvaraju svoju viziju i objavljuju ciljeve politike. Vodeće zemlje u napretku širokopojasnih mreža – Finska, Koreja, Holandija, Norveška, Švedska, Danska – imaju slične strategije.

Za razliku od tih zemalja Japan je 2001. godine razvio strategiju eJapan i dopunio je nekoliko puta.

Od sredine osamdesetih godina Koreja je razvila šest planova koji su pomogli da se oblikuje politika širokopojasnih mreža. Čak su i neka ekonomska tržišta koja isprva nisu

prihvatila javne strategije širokopojasnih mreža kasnije promenile svoje mišljenje. Te nacionalne strategije imaju neke zajedničke elemente.

Uz ciljeve vlade, strategije zahtevaju nadgledanje tržišta kako bi ona postala još efikasnija. Takođe je potrebno da širokopojasni pristup postane univerzalan i ravnopravan za sve.

Sve više se traži da se zadovolji potražnja širokopojasnog ekosistema tako što će se još u ranim fazama razvoja tržišta predstaviti njegova politika. Zemlje danas sve više počinju da cene uticaj širokopojasnih mreža.

4.4 Politike i programi za razvoj ekosistema

Strategije razvoja širokopojasnih mreža bazirane su na korišćenju politika, pravila i programa. Zemlje obuhvaćene istraživanjem pokazuju kako da se identifikuju i dodele politike da bi se povezale sa fazama razvoja tržišta. Na sledećoj tabeli sažeti su ključevi politike, regulacioni alati i programi koje su zemlje obuhvaćene istraživanjem koristile da bi razvile svoj širokopojasni ekosistem.

Komponenta	Rana faza: promovisanje	Masovno tržište: nadzor	Univerzalni servis: univerzalizacija
Mreže	-razvoj povoljnog okruženja putem politike i propisa koji promovišu ulaganje u ulazno tržište -smanjenje administrativnih opterećenja i obezbeđivanje podsticaja i subvencija za istraživanje i razvoj -izdvajanje i dodela spektra za bežične širokopojasne servise	-deljenje infrastrukture uključujući i nepodignute lokalne petlje -premeštanje spektra kako bi se povećao protok	-koristeći javno-privatno partnerstvo rasporediti otvoren pristup širokopojasnim mrežama visokih cena ili u udaljenim područjima -koordinacija pristupa na pravi način
Servisi	-obezbediti širokopojasne mreže u školama, vladinim agencijama i sl. -standardizacija i monitoring kvaliteta servisa	-stvaranje povoljnog okruženja za unutrašnju i spoljašnju konkurenciju -obezbediti nediskriminatorski pristup za servis, aplikaciju i primenu sadržaja provajdera	-razmotriti šire univerzalne servisne obaveze koje uključuju širokopojasni pristup
Aplikacije	-sprovesti potražnju Vladinih agencija -obezbediti e-Vladu i obrazovne Aplikacije -poboljšati stvaranje digitalnog sadržaja -razviti lokalni sadržaj i hardverske sektore	-podržati sigurne, privatne i pouzdane transakcije e-trgovine -sprovesti intelektualnu zaštitu	-razviti unapređene programe e-vlade -ponuditi unapređenje zajednici za potražnju širokopojasnih usluga
Korisnici	-obezbediti jeftine računare i druge uređaje (npr. u obrazovanju)	-uspostaviti etičke smernice za primenu informacija	-proširiti programe univerzalnog servisa na različite zajednice -stvoriti pristup centra

	-razviti digitalne programe za opismenjavanje građana		zajednice -subvencionisati korisničke uređaje za siromašna domaćinstva
--	---	--	---

Tabela 4.4.1.– Politike i programi za stvaranje širokopojasnog ekosistema

Najvažnije je da svaka zemlja podrgrnuta istraživanju nastoji da stvori povoljan ambijent za privatne investicije i tržišni mehanizam kako bi se razvile širokopojasne mreže.

5 Uticaj širokopojasnih tehnologija na ekologiju

Širokopojasni sistem ima ogroman potencijal da pomogne da svet počne da teži niskougljeničnoj ekonomiji i da se bavi izazovom klimatskih promena. Takav sistem mogao bi da postigne znatno bolju energetska efikasnost, ublažavanje, prilagođavanje, monitoring i hitne intervencije u realnom vremenu.

Jedan od najvećih izazova sa kojima se danas susrećemo jesu klimatske promene. Ono do čega one mogu da dovedu jesu velike vremenske promene kao što su jake suše ili ogromne količine padavina koje mogu da dovedu čak i do gubitka određenih područja zbog povećanja nivoa vode. Kako bi se sprečile nagle klimatske promene potrebno je da se smanji emisija gasova, a to se postiže efektom staklene bašte. Najvažnije je smanjiti emisiju CO₂. U tome značajnu ulogu imaju širokopojasne komunikacije i tako učestvuju u ublažavanju klimatskih promena.

Širokopojasnim komunikacijama, se dolazi do poboljšanja energetske efikasnosti, ublažavanja, adaptacije, praćenja u realnom vremenu i hitnom reagovanju, rastu bruto domaćeg proizvoda (BDP), otvaranju novih radnih mesta, boljem pristupu zdravlju i obrazovanju.

U zemljama gde je poznato da se širokopojasne komunikacije koriste za rešavanje mnogih društveno-ekonomskih ciljeva i koje su značajne kada je reč o klimatskim promenama razvoj komunikacija predstavlja najveći prioritet.

IKT je od velike koristi za smanjenje zavisnosti BDP od emisije CO₂. U današnje vreme tehnologije su mnogo razvijenije i obezbeđuju mnogo lakši i efikasniji pristup uslugama i podacima.

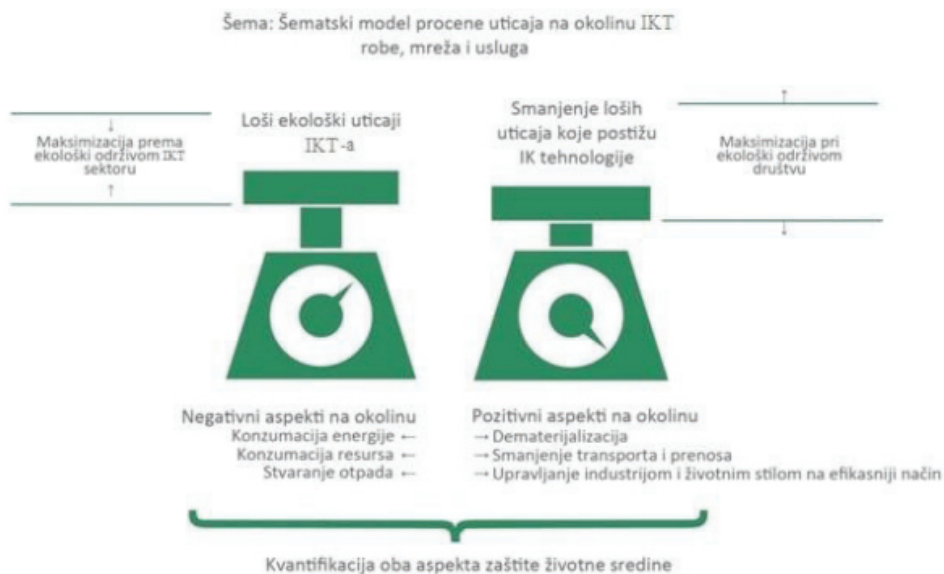
Napredak širokopojasne mreže po mnogim studijama vezuje se za globalni rast BDP-a. Na primer u Kini širenje širokopojasne mreže može dodatno povećati BDP za 2,5%.

Istraživanja sprovedena od strane Svetske banke pokazuju da za zemlje sa visokim prihodima 10% rasta širokopojasnog pristupa dodaje 1,21% ekonomskog rasta, ili za 1,38% ekonomskog rasta ako se radi o zemljama koje imaju srednje ili male prihode.

Da bi se stvorili uslovi za jačanje privrede i lakše suočavanje sa klimatskim promenama, potrebno je da se smanji emisija CO₂, a time se postiže smanjenje troškova za energente i proizvodnju.

Kada bi se uvele nove usluge i aplikacije bilo bi omogućeno stvaranje bržih širokopojasnih komunikacija velikog kapaciteta. One imaju ulogu u tri ključne oblasti

vezane za klimatske promene, a to su: transformacija, smanjenje klimatskih promena i klimatska adaptacija.



Sl. 5.1.– Šematski model procene uticaja na okolinu IKT-a [Tel,14]

Smanjenje emisije CO₂ kroz transformaciju

Širokopojasne komunikacije omogućavaju procese „dematerijalizacije“ i „virtuelizacije“ proizvoda koji pružaju razne načine da se razdvoji ekonomski rast od uticaja na prirodu i pritom pomažu ostalim sektorima da postanu efikasniji, inteligentniji i pristupačniji.

„Kružna ekonomija“ zasniva se na zatvorenoj petlji potrošnje materijala. Taj materijal napravljen je tako da je uvek moguće da se reciklira i time dovede do manje potrošnje energije. Osnovni cilj je da se kreira sistem proizvodnje koji bi gradio društveni i nacionalni kapital, a kvalitet života bi bio sve bolji. Za praktičnu primenu „kružne ekonomije“ značajni su IKT i širokopojasne komunikacije. „Dematerijalizacija“ je centar ovog modela ekonomije i zavisi od naprednih tehnologija kada se radi o smanjivanju zavisnosti od neobnovljivih konačnih resursa.

Pametni gradovi

Kada je reč o informaciono-komunikacionim tehnologijama promene će prvo biti sprovedene u gradovima. Jedna od najznačajnijih stvari koje treba uraditi jeste podizanje pametnih urbanih centara, jer se smatra da će do 2050. godine svetska populacija biti povećana na 9 milijardi.

Prednosti i značaj pametnog života u gradu testira se u Pekingu. Taj test sastavljen je od 60 projekata koji se sprovode da bi se unapredila informaciono-komunikaciona industrija u Kini. Ovakvim planom obuhvaćeni su: prevoz, zdravstvo, individualna potrošnja, kultura, obrazovanje, način rada, turizam i elektronsko upravljanje. Privatno-javna saradnja biće primenjena na nekim od programa kompanija i organizacija koje će primenjivati platformu za elektronsku trgovinu, učenje u pokretu, elektronsko zdravstvo i slično.

Pametne mreže

Pametne mreže predstavljaju oblast koja poseduje najjači razvoj privrede sa niskom emisijom CO₂. Tu kompanije koje distribuiraju struju koriste IKT i time smanjuju gubitke i sprečavaju nestanak struje.

Proizvodnja i potrošnja struje stvara 40% gasova staklene bašte na svetskom nivou što znači da ovaj sektor utiče na emisiju CO₂.

Inteligentne mreže koje se koriste u domovima mogu da kontrolišu unutrašnju temperaturu. Povodom toga je u Španiji 2009. godine pokrenuto projekat. Svaki stan dobio je mali merač preko koga su uz širokopojasne mreže stanari mogli da prate količinu potrošnje struje, gasa i vode. Deo ovog projekta baziran je na predstavljanju noviteta kada su u pitanju grejanje i hlađenje preko geotermalnih i tehnologija solarnih panela. Stvaranjem tih novih stvari i njihovim korišćenjem biće obezbeđene mnoge veće uštede energije.

Da bi se pametne mreže lakše primenile moraju da se iskoriste ključni elementi koji su za to neophodni, a to su interoperabilnost i standardizacija.

Pametna posao

Švedski operater TeliaSonera već godinama koristi rešenja pametnog posla Primer za to su: rad na daljinu, fleksibilan rad, virtuelno ili prisustvo na daljinu i fleksibilne kancelarije. Cilj svega toga je da se smanje putovanja avionom, automobilom i potrebe za kancelarijskim prostorom.

Zajedno sa kompanijom Erikson operater TeliaSonera izmerio je uticaj ovog rešenja. 2001. godine pokrenuta je studija kojom se došlo do zaključka gde je 2007. godine uz pomoć pametnog posla smanjena emisija CO₂ za preko 40% po zaposlenom, tačnije preko 2.8 tona CO₂ emisije po zaposlenom po godini. Ova studija pronašla je i neke druge inicijative koje bi isto tako mogle da smanje emisiju CO₂.

Primeri upotrebe širokopojasnog pristupa

Važnu ulogu u pomoći zemljama da se lakše prilagode i smanje posledice potencijalnih klimatskih promena imaju širokopojasne komunikacije. Klimatska adaptacija zahteva pametno planiranje i pouzdan pristup podacima za posmatranje klime kao i implementaciju ranih sistema upozorenja.

Takva rešenja posebno bi bila značajna u dostavljanju informacija o situacijama opasnim po život kao što su: cunami, tajfun, poplava i druge prirodne nepogode. 2011. godine Japanska meteorološka agencija poslala je obaveštenje o zemljotresu koristeći širokopojasne komunikacije i automatski je izdala upozorenje preko mobilnih i TV uređaja posle prvog manje opasnog zemljotresa kako bi ljudi imali vremena da se pripreme za sledeći. Taj sistem za upozorenje koji je zasnovan na širokopojasnim komunikacijama koristi se i za automatsko gašenje mnogih elektrana i industrijskih postrojenja, čime se smanjuje mogućnost većih problema na ovim lokacijama.

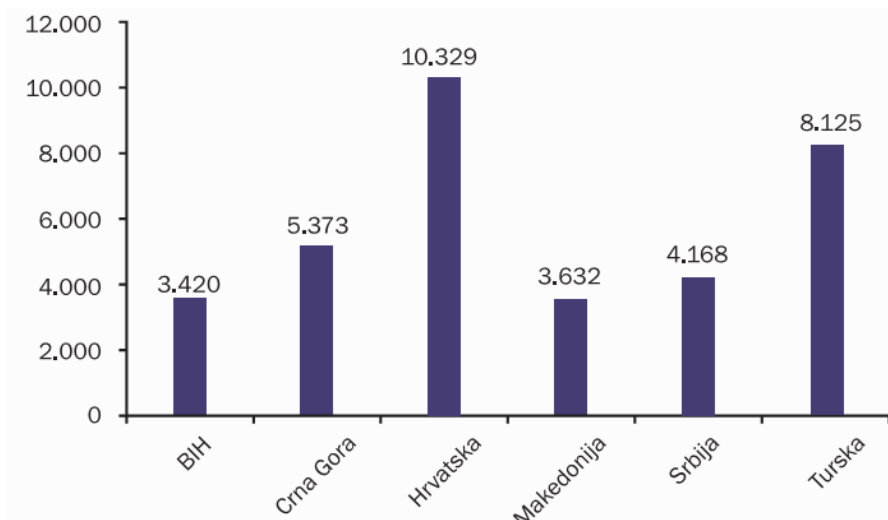
5.1 Razvoj širokopojasnog sistema u zemljama Jugoistočne Evrope

2013. godine sprovedena je komparativna analiza stanja širokopojasnog sistema i tržišta zemalja Jugoistočne Evrope. Tom analizom obuhvaćene su: Srbija, Hrvatska, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Makedonija, Albanija i Turska. Na sledećoj tabeli prikazani su broj stanovnika i nivo bruto domaćeg proizvoda u navedenim zemljama za 2012. godinu. Prema podacima koja je izdao Međunarodni monetarni fond u svim ovim zemljama zabaležen je pad BDP-a u odnosu na 2011. godinu. Bosna i Hercegovina 1,2%, Hrvatska 1,9%, Makedonija 0,4%, Crna Gora 2,5%, Srbija 1,5%, i Turska 2,2%.

Država	Broj stanovnika (u milionima)	BDP (u mlrd. evra)
Albanija	n/a	n/a
Bosna i Hercegovina	3,836	13,117
Crna Gora	0,623	3,346
Hrvatska	4,260	44,000
Makedonija	2,062	7,490
Srbija	7,182	29,932
Turska	75,627	614,459

Tabela 5.1.1.– Broj stanovnika i BDP u tekućim cenama (podaci iz 2012. godine) [Rat,14]

BDP po glavi stanovnika u tekućim cenama koji je prikazan na sledećoj slici pokazuje da je u 2012. godini najviši BDP po stanovniku imala Hrvatska, zatim Turska i Crna Gora, pa Srbija.



Sl. 5.1.1.– BDP po glavi stanovnika u tekućim cenama (u evrima, podaci iz 2012. godine) [Rat,14]

Nakon sporovođenja strategije prihoda 2010. godine i njihovog rasta 2011. godine, tržište nastavlja sa svojim rastom o i 2012. godini i to za 4,3%. Najznačajniji rast beleži se u oblasti prenosa podataka (38,8%) što je najviše istaknuto u Turskoj (66,3%). U svim ovim zemljama prihodi rastu od interneta, što je dovelo do ukupnog rasta te usluge (19,6%). Nešto manji rast beleži se u oblasti kablovske televizije (8,5%) i mobilne telefonije (7,2%), a prihodi od fiksne telefonije nastavljaju sa opadanjem (14,3%). Sve ovo predstavljeno je sledećom tabelom.

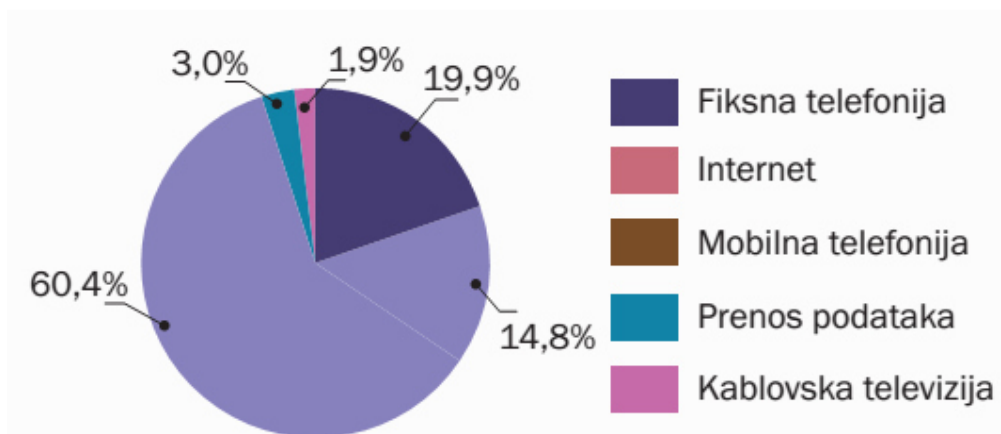
Usluga	2009.	2010.	2011.	2012.	Rast sektora 2011-2012.
Fiksna telefonija	4.183.524.600	4.076.763.763	3.880.011.968	3.324.770.755	-14,31%
Internet usluge	1.531.031.400	1.639.126.245	2.062.128.441	2.467.071.493	19,64%
Mobilna telefonija	9.126.823.000	9.142.852.083	9.384.038.670	10.061.813.763	7,22%
Prenos podataka	448.902.100	409.233.079	362.524.704	503.199.211	38,80%
Kablovska televizija*	181.364.900	225.346.894	289.687.575	314.357.326	8,52%
Ukupno	15.471.646.000	15.493.322.063	15.978.391.538	16.671.212.548	4,34%

Tabela 5.1.2.– Vrednost tržišta elektronskih komunikacija u Jugoistočnoj Evropi (prihodi u evrima) [Rat,14]

U Jugoistočnoj Evropi najveće učešće u prihodima tržišta elektronskih komunikacija ima mobilna telefonija. Ona ima konstantan udeo tokom godina, a u 2013. godini on je iznosio 60,4%. Kada je reč o fiksnoj telefoniji učešće opada, pa je u 2013. godini iznosilo 19,9%, za razliku od predhodne godine gde je procenat bio veći (24,3%).

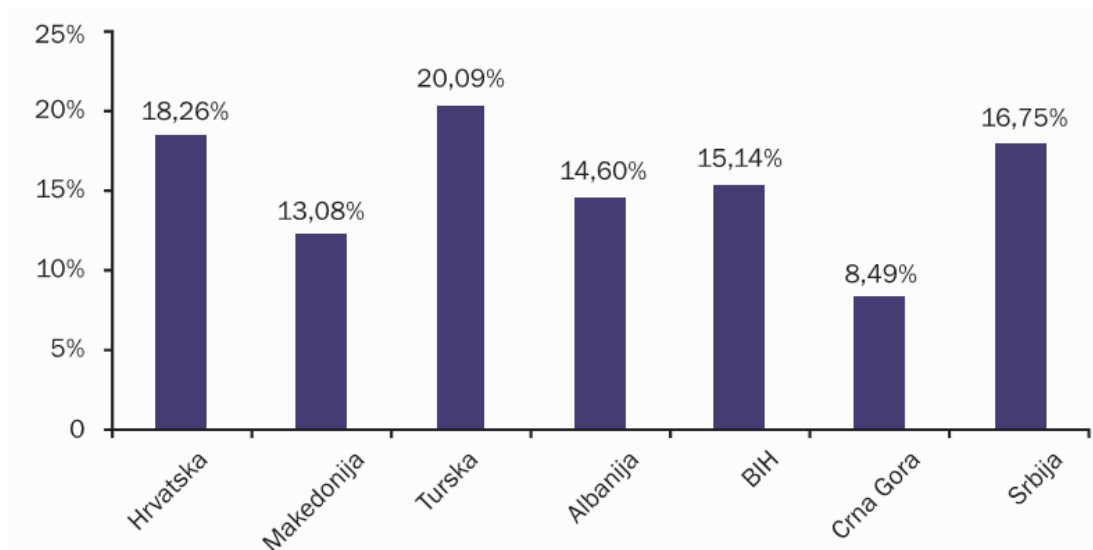
Korišćenje interneta konstantno raste, pa je sa 12,9% zabeleženih 2012. godine prešlo u 14,8% 2013. godine.

Kablovska televizija ne beleži neke značajne poraste, već je konstantna i iznosi 1,9%. Na sledećoj slici prikazano je učešće usluga tržišta elektronskih komunikacija.



Sl. 5.1.2.– Učešće usluga u prihodu tržišta elektronskih komunikacija u 2012. godini [Rat,14]

Na sledećoj slici prikazan je broj korisnika mobilne i fiksne telefonije u navedenim zemljama na 100 stanovnika na kraju 2012. godine. U periodu 2011-2012. godina zabeležen je porast u mobilnoj telefoniji samo u Bosni i Hercegovini (6,06%) i Turskoj (2,26%), a u Makedoniji nije bilo značajnih promena. U ostalim zemljama zabeležen je pad u mobilnoj telefoniji.

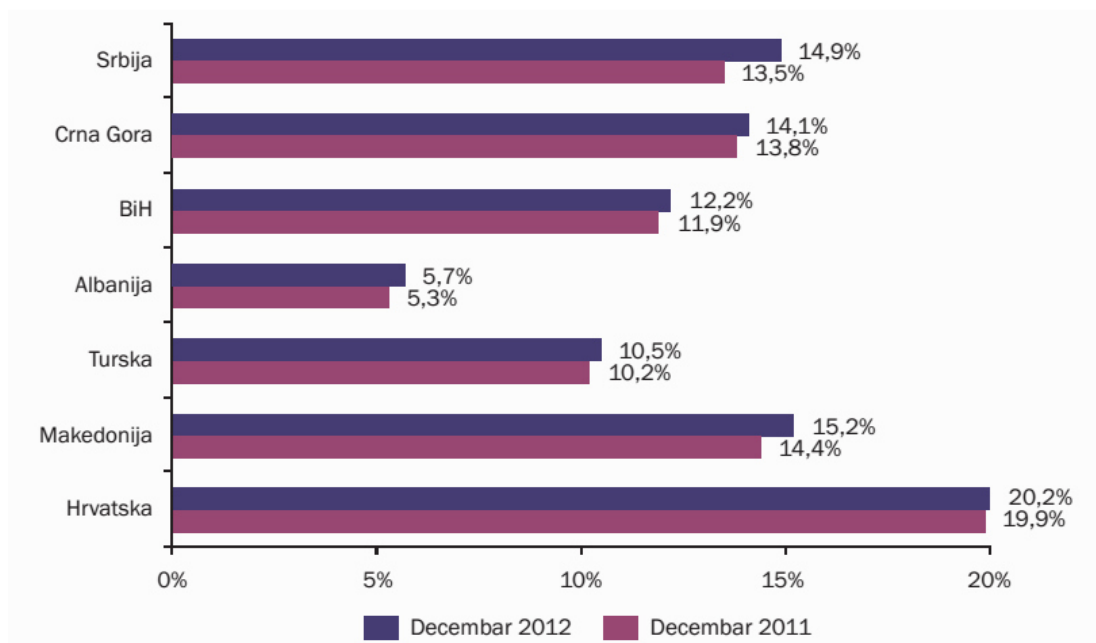


Sl. 5.1.3.– Udeo investicija u prihodima tržišta elektronskih komunikacija (podaci iz 2012. godine) [Rat,14]



Sl. 5.1.4.– Broj pretplatnika mobilne i fiksne mreže na 100 stanovnika (decembar 2012. godine) [Rat,14]

2013. godine u Srbiji je zabeležen porast broja internet korisnika i zajedno sa pretplatnicima 3G mreže iznosi 5.691.645. U odnosu na 2012. godinu taj porast iznosi 12,95%. Zbog stalnog razvoja telekomunikacija u oblasti širokopojasnog pristupa internetu broj korisnika je u konstantnom porastu. Za razliku od ovakvog načina pristupa internetu koji je u stalom napretku, broj korisnika dial up pristupa nastavlja da opada kako u Evropi tako i u zemljama u okruženju. Prikaz se može videti na sledećoj slici.

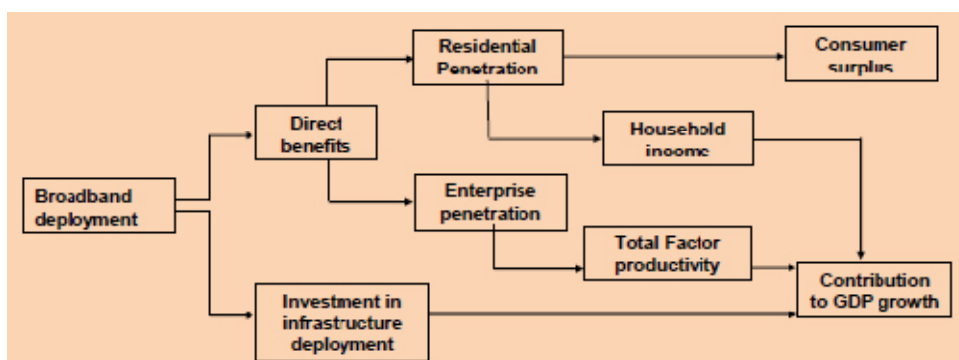


Sl. 5.1.5. – Penetracija fiksno širokopojasnog pristupa [Rat,14]

6 Ekonomski uticaj na širokopojasni pristup

Širokopojasni pristup postao je prioritet u 21. veku i smatra se da njegova moć transformacije može da bude okidač za ekonomski i društveni razvoj čineći ga sredstvom za osnaživanje ljudi i stvaranje okruženja u kome se neguju tehnološka inovacija, pozitivne promene u poslovnim procesima kao i u celom društvu. I u budućnosti kao do sada, zbog sve veće prihvaćenosti širokopojasnog pristupa, težiće se ka tome da se korisnicima pružaju usluge i aplikacije, ne samo koje širokopojasni pristup može da podrži, već koje su za njih pristupačne.

Ekonomski uticaj širokopojasnog pristupa se manifestuje kroz četiri vrste efekata. Oni su predstavljeni na sledećoj slici.



Sl. 6.1. – Uticaj širokopojasnih tehnologija na ekonomiju [ITU,12]

Prvi efekat predstavlja rezultat od izgradnje širokopojasne mreže i sličan je bilo kom projektu infrastrukture. Raspoređivanje širokopojasne mreže otvara nova radna mesta i deluje preko privrede putem multiplikatora.

Drugi efekat potiče od „prelivanja“ spoljnih uticaja koji obuhvataju i preuzeća i potrošače. Usvajanje širokopojasnog pristupa u vodećim firmama dovodi do produktivnosti i dobitaka, što doprinosi rastu BDP-a. Pored toga privatni korisnici imaju korist u vidu potrošačkog viška koji je definisan kao razlika između one sume koju bi bili spremni da plate za širokopojasne usluge i njenu cenu.

Poslednji parametar može biti zanačajan u predstavljanju koristi u smislu poboljšanja pristupa informacijama, zabavi i javnim službama.

Rađena su određena istraživanja vezana za stvaranje ekonomskog uticaja na širokopojasne mreže. Rezultatima tih istraživanja obuhvaćeno je pet oblasti:

1. Doprinos ekonomskom razvoju;
2. Doprinos rastu produktivnosti;
3. Doprinos zapošljavanju i izlaz širokopojasnog raspoređivanja;
4. Stvaranje potrošačkog viška;
5. Poboljšanje efikasnosti u firmama.

6.1 Doprinos ekonomskom rastu

Širokopojasne tehnologije doprinose ekonomskom rastu na nekoliko nivoa:

- Raspoređivanje širokopojasnih tehnologija u poslovnim preduzećima povećava produktivnost i poboljšava poslovne procese;
- Širokopojasne tehnologije ubrzavaju inovacije uvođenjem novih usluga i aplikacija za potrošače;
- Širokopojasne tehnologije dovode do efikasnijeg funkcionalnog rasporeda preduzaća povećanjem dometa do radnih mesta i potrošača.

Sprovedena su istraživanja koja daju čvrste dokaze o ekonomskom uticaju na širokopojasne mreže. Njihov pregled ukazuje na to da ima više pristupa za procenu takvog uticaja i to u rasponu od visoko sofisticiranih ekonomskih tehnika do kvalitetne slučajne studije na mikro nivou. Takvi pristupi nisu uvek pogodni za sve situacije. Izbor analitičkih tehnika vršiče se po raspoloživosti podataka i vrsti efekata koji treba da budu analizirani. Takva studija uticaja na privredni rast širokopojasnog pristupa obuhvata broje aspekte počev od njenog uticaja na rast BDP-a, diferencijalni uticaj širokopojasnog pristupa od strane industrijskog sektora, povećanje izvoza kao i promene potražnje i supstitucije uvoza. Iako su istraživanja o doprinosu širokopojasnog pristupa o rastu BDP-a potvrdila svoj pozitivan uticaj dalo je rezultate koji variraju. Zbog ograničene dostupnosti podataka analize su prvenstveno usmerene na zemlje Zapadne Evrope i Severne Amerike. Na sledećoj tabeli prikazani su rezultati istraživanja širokopojasnog uticaja na rast BDP-a.

Zemlja	Autor-Institucija	Podatak	Efekat
SAD	Crandall <i>et al.</i> (2007) – Brookings Institution	48 država u SAD-u za period 2003-2005.	Nestatistički značajni rezultati
	Thompson and Garbacz (2008) – Ohio University	46 država u SAD-u tokom perioda 2001-2005.	10 % povećanja širokopojasne penetracije je povezano sa 3,6 % povećanja efikasnosti
OECD	Czernich <i>et al.</i> (2009) – University of Munich	25 OECD zemalja između 1996. i 2007.	Povećanje širokopojasne penetracije za 10 % izaziva rast BDP-a po glavi stanovnika od 0.9-1.5%
	Koutroumpis (2009) – Imperial College	2002-2007. za 22 OECD zemlje	Porast širokopojasne penetracije za 10 % daje 0.25 % povećanja rasta BDP-a
Visoka ekonomska primanja	Qiang <i>et al.</i> (2009) – World Bank	1980-2002. za 66 zemalja sa visokim primanjima	Povećanje širokopojasne penetracije za 10 % dala je dodatnih 1.21 % rasta BDP-a
Niska i srednja ekonomska primanja	Qiang <i>et al.</i> (2009) – World Bank	1980-2002. za preostalih 120 zemalja (srednja i niska primanja)	Povećanje širokopojasne penetracije za 10 % dalo je dodatni rast BDP-a za 1,38 %

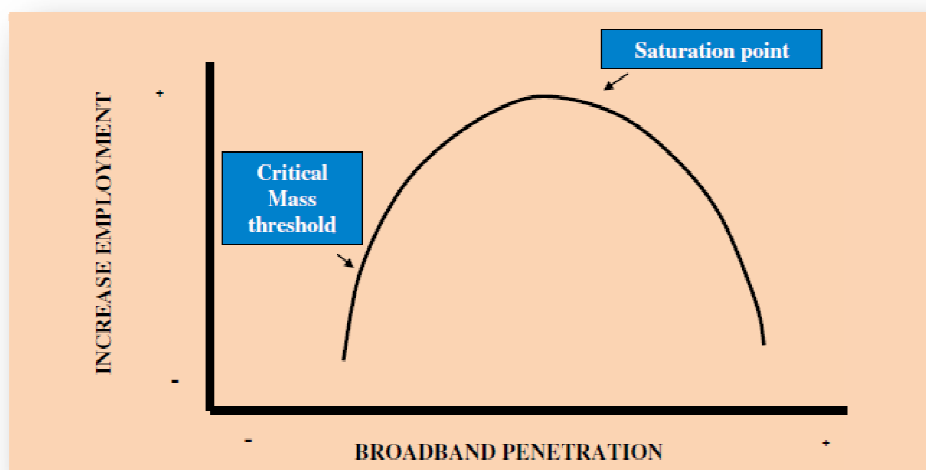
Tabela 6.1.1. – Rezultati istraživanja uticaja širokopojasnih tehnologija na rast BDP-a

Kako se po datoj tabeli može zaključiti većina širokopojasnih tehnologija ima uticaj na rast BDP-a. Međutim, može se primetiti da takvi doprinosi variraju od 0,25% do 1,38% za svako povećanje u 10% penetracije. Postoji više objašnjenja za ove suprotnosti. Do nekih od tih neslaganja dolazi zbog upotrebe različitih skupova podataka i specifikacije modela. U nekim slučajevima razlike mogu biti posledica metodoloških nedostataka.

Mnogi identifikovani problemi se dešavaju zbog dostupnosti podataka, jer istraživačima nedostaje mnoštvo korisnih promenljivih. Uprokos nekim odstupanjima istraživanja ukazuju na pozitivan uticaj širokopojasnih mreža na rast BDP-a. Pored merenja ukupnog ekonomskog uticaja na makro nivou, istraživanja o ekonomskom uticaju na širokopojasne mreže fokusiran je na specifične procese koji su u osnovi ovog efekta. Do sada su detaljno proučena dva pitanja:

1. Da li ekonomski uticaj širokopojasnih mreža raste sa penetracijom i da li se može odrediti prag zasićenja kada se on vraća na postojeći nivo penetracije?
2. Kako se mogu objasniti efekti koji zaustavljaju pozitivan uticaj širokopojasnih tehnologija na privredu?

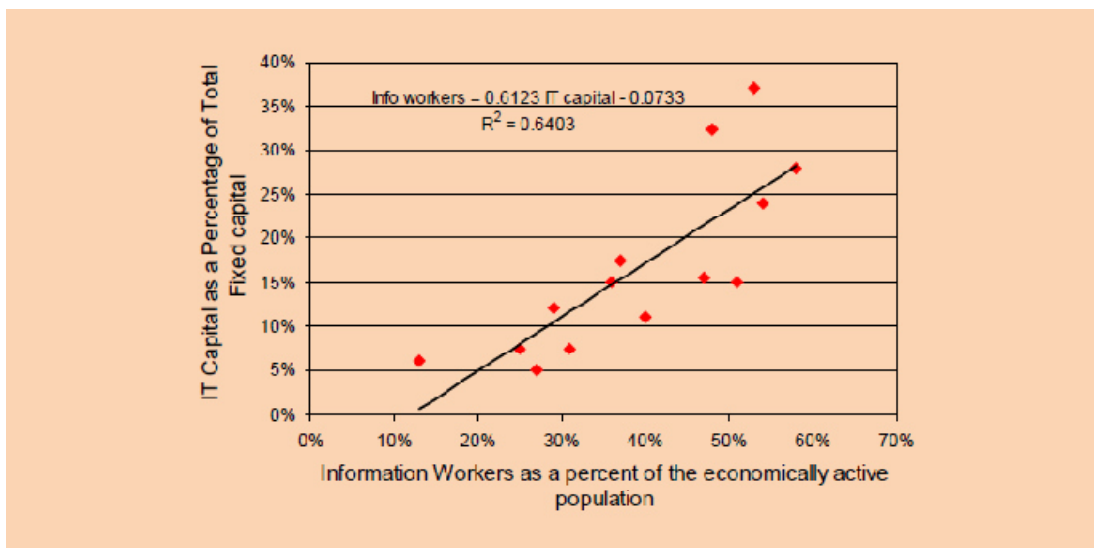
Ključni element u nastanku teorijskih okvira mreža širokopojasne tehnologije je uticaj nivoa infrastrukturne penetracije koja se može nalaziti na izlazu. Na sledećoj slici prikazan je uticaj širokopojasnih tehnologija na izlazu nad procesom difuzije.



Sl. 6.1.2.– Uticaj širokopojasnih tehnologija na izlazu u procesu difuzije [ITU,12]

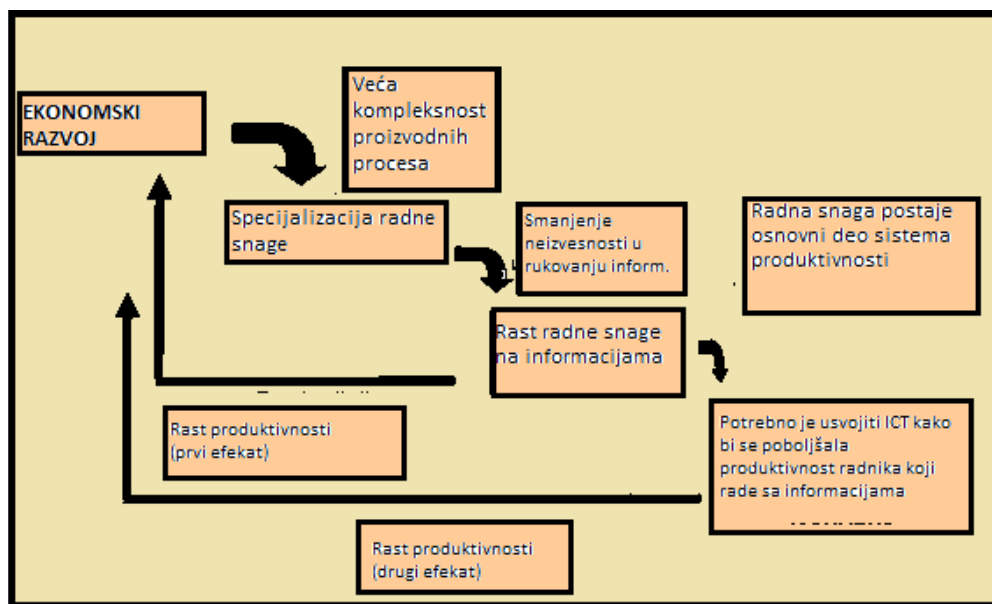
6.2 Uticaj ekonomije na produktivnost

Produktivnost informacionih radnika koji su definisani kao ekonomski aktivno stanovništvo direktno zavisi od ulaganja u ICT kapital. Sprovedene studije ukazuju na to da je veći deo radne snage posvećen informisanju za različite generacije.



Sl. 6.2.1. – Radnici na informacijama i ICT investicija [ITU,12]

Postoje razna pitanja o tome kako se teoretski može razlikovati i objasniti odnos između ICT-a i produktivnosti. U svojoj ekonomskoj disertaciji na Univerzitetu „Harvard“, Čarls Jonšer je 1982. godine podigao hipotezu da ako možemo da izmerimo uticaj mikro ekonomskog ICT-a na čvrstu produktivnost onda takođe treba biti u mogućnosti da se poveže rast informativnih zanimanja i usvoje tehnologije koje poboljšavaju svoju produktivnost na marko-ekonomskom nivou. Ovakav model prikazan je na sledećoj slici:



Sl. 6.2.2.– Uzročni model:ICT inovacija i difuzija vođena rastom informacione radne snage [ITU,12]

Prema ovom modelu ekonomski rast dovodi do povećanja procesa proizvodnje. Složenost u procesima proizvodnje rezultira povećanjem funkcionalne složenosti u firmi.

Dostupnost računarstva i komunikacija omogućava firmama da budu produktivnije i da imaju više informacija. Širokopojasne mreže su specifična komponenta koja obavlja važan deo poboljšanja produktivnosti.

6.3 Uticaj ekonomije na otvaranje novih radnih mesta

Izgradnja širokopojasne mreže utiče na zapošljavanje na tri načina:

1. Izgradnja mreže zahteva stvaranje direktnih radnih mesta za izgradnju objekata kao što su: tehničar telekomunikacija, građevinski radnici i potrebni proizvođači telekomunikacione opreme;
2. Stvaranje direktnih radnih mesta ima uticaj na indirektno zapošljavanje kao što su: kupoprodaja metala i električne opreme proizvodnih sektora;
3. Potrošnja domaćinstva na osnovu prihoda od direktnih i indirektnih radnih mesta stvara indukovano zaposlenje.

Na sledećoj tabeli prikazan je širokopojasni uticaj na otvaranje novih radnih mesta u nekoliko zemalja.

Zemlja	Autor-Institucija	Objektiv	Rezultati
SAD	Crandall <i>et al.</i> (2003) – Brookings Institution	Procena uticaja zapošljavanja širokopojasnog raspoređivanja u cilju povećanja usvajanja domaćinstva sa 60 % na 95 % koji ahtevaju investiciju od 63.6 dolara	-Stvaranje 140 000 poslova svake godine tokom 10 godina; -Totalni poslovi: 1.2 miliona (uključujući 546 000 za razvoj i 665 000 indirektno)
	Atkinson <i>et al.</i> (2009) – ITIF	Procena uticaja investicije od 10 biliona dolara u razvoj širokopojasnog sistema	-Totalni poslovi: 180 000 poslova po godini (uključujući 64 000 direktno i 116 000 indirektno)
Švajcarska	Katz <i>et al.</i> (2008b) – CITI	Procena uticaja raspoređivanja nacionalne širokopojasne mreže koja zahteva ulaganja od 13 biliona CHF	-Totalni poslovi: 114 000 tokom 4 godine (uključujući 83 000 direktno i 31 000 indirektno)
Engleska	Liebenau <i>et al.</i> (2009) – LSE	Procena uticaja ulaganja 7.5 biliona dolara da bi se dostigao cilj "Digital Britain" Plan	-Totalni poslovi: 211 000 poslova godišnje (uključujući 76 500 direktno i 134 500 indirektno)

Tabela 6.3.1. – Uticaj širokopojasnih tehnologija na otvaranje novih radnih mesta

6.3.1 Pozitivan uticaj širokopojasnih mreža na otvaranje novih radnih mesta

Pored zapošljavanja i izlaznog uticaja izgradnje mreže istraživači su proučavali i uticaj spoljnih faktora mreže na zapošljavanje. Studija spoljnih mrežnih faktora koje proističu iz širokopojasne penetracije dovela je do identifikacije brojnih efekata:

- Nove i inovativne aplikacije i usluge kao što su: telemedicina, internet pretraživanje, e-trgovina, online obrazovanje i društvene mreže;
- Novi oblici trgovine i finansijskoj posredovanja;
- Prilagođavanje proizvoda;
- Smanjenje viška zaliha i optimizacija lanca snabdevanja;
- Rast poslovnog prihoda;
- Rast uslužnih delatnosti.

6.4 Uticaj širokopojasnih tehnologija na ekonomiju u razvijenim zemljama

Različita istraživanja sprovedena su u razvijenim zemljama, pre svega na makro-ekonomskom nivou. Ona imaju za cilj da potvrde postojanje ekonomskog širokopojasnog uticaja na rast BDP-a i stvaranje posla. Ona takođe uključuju sledeće studije:

- SAD: stvaranje radnih mesta u okviru širokopojasnih tehnologija;
- Nemačka: uticaj nacionalnog širokopojasnog plana na ekonomski rast i otvaranje novih radnih mesta.

Metodologije koje su korišćene u ova dva slučaja su sledeće:

- Ulaz/izlaz analiza je korišćena za procenu zapošljavanja i BDP uticaj u širokopojasnoj izgradnji u SAD i u Nemačkoj;
- Mikro-ekonomske procene koje se oslanjaju na procenu doprinosa zapošljavanja koja proizilazi iz širokopojasne spoljašnjosti;
- Ekonometrijsko modelovanje koje se oslanja na slučaj širokopojasne spoljašnjosti i uticaju na BDP i zaposlenost u Nemačkoj.

7 Zaključak

Širokopojasne komunikacije bi trebalo da postanu mnogo zastupljenije u svim delovima društva i u svim sektorima. Da bi se u tome uspelo potrebno je predstaviti sve novitete vezane za datu oblast, da se uklone prepreke u korišćenju oblasti i da se podstakne privatni sektor na što veća ulaganja u širokopojasne mreže. Što pre počnu da se upotrebljavaju širokopojasne komunikacije, one će brže napredovati i preci sa ideje na realnost.

Ovaj rad je napisan sa ciljem da se što bolje prikažu prednosti širokopojasnih mreža za pristup. Opisan je njihov razvoj i sve ono što one obuhvataju. Uz širokopojasne mreže pristup internetu je mnogo lakši, brži i neograničen za razliku od vremena kada se koristio dial-up pristup koji je bio dosta sporiji i teži da se koristi, a uz to je i telefonska linija morala da bude zauzeta.

Širokopojasni pristup nudi mnogo brži protok i prenos podataka nego što je to ranije bio slučaj. Kako je tehnika napredovala sve je više bilo razvijeno bežičnih mreža, tako da je danas moguće internetu pristupiti sa bilo kog bežičnog uređaja i sa bilo kog mesta, pritom ne smanjujući brzinu prenosa.

U drugom delu rada opisan je značaj širokopojasnog povezivanja. Govori se o bežičnim tehnologijama koje su značajne kada je reč o konekciji na širokopojasnu mrežu. Predstavljene su mobilne i wireless komunikacije, njihov značaj i način rada.

U trećem delu rada opisane su tehnologije značane za širokopojasno povezivanje. U te tehnologije spadaju 3G, LTE, WiMAX, GPON/FTTH, DSL i CMTS. Predstavljena je i klasifikacija DSL tehnologija, pa su predstavljene i HDSL, HDSL2, MVL, SDSL, SHDSL, MDSL, IDSL, ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL, RADSL, ReachDSL i G.Lite tehnologije i standardi.

U četvrtom delu rada govori se o širokopojasnom ekosistemu čiji je razvoj veoma važan. Opisan je njegov značaj i sve ono što treba da poseduje kako bi lakše i brže napredovao. Postoje i strategije koje se koriste za podizanje širokopojasnog ekosistema.

U petom delu reč je o širokopojasnoj ekologiji. Predstavljen je značaj širokopojasnog ekosistema u borbi protiv naglih klimatskih promena i njegovom uticaju na njih. Govori se i o stanju širokopojasnog sistema u zemljama Jugoistočne Evrope.

U šestom delu opisana je širokopojasna ekonomija i njen uticaj na različite segmente društvenog života.

Literatura

- [SMA,09] Abdallah Shami, Martin Maier, Chadi Assi, **Broadband Access Networks**, Springer, New York, 2009. year
- [Gas,04] James E. Gasken, **Broadband Bible Desktop Edition**, Wiley, Indiana, 2004. year
- [HGB,07] Chris Hellberg, Dylan Greene, Truman Boyes, **Broadband Network Architectures**, Prentice Hall, Indiana, 2007 year
- [Esm,06] Riaz Esmailzadeh, **Broadband Wireless Communications Business**, Wiley, Chichester, 2006 year
- [KKR,10] Yangsoo Kim, Tim Kelly, Siddhartha Raja, **Building Broadband**, The World Bank, Washington, 2010 year
- [And,03] Harry R. Anderson, **Fixed Broadband Wireless**, Wiley, Chichester, 2003 year
- [ITU,14] A report by the broadband commission ITU, **The State of Broadband 2014: Broadband for all**, UNESCO, Geneva, September 2014 year
- [Tel,14] Telekomunikacioni forum TELFOR 2014., **Zbornik radova**, Beograd, Novembar 2014.
- [FTN,03] Fakultet tehničkih nauka, **Pristupne tehnologije-DSL, KDS**, Novi Sad, Novembar 2003.
- [ITU,12] A report by the broadband comission ITU, **The Boadband Bridge linking ict with climate action for a low-carbon economy**, UNESCO, Geneva, March 2012.
- [GDJ,08] Philip Golden, Herve Dedieu, Krista S. Jacobsen, **Implementation and Aplications of DSL Technology**, Auerbach Publications, New York, 2008 year
- [Rat,14] Republička agencija za elektronske komunikacije RATEL, **Pregled tržišta telekomunikacija u republici Srbiji u 2013. godini**, Beograd, 2014. godina
- [ITU,12] Telecommunication Development Sector ITU, **Impact of Broadband on the Economy**, Telecommunication Development Sector, 2012 year
- [FTN,11] Fakultet tehničkih nauka, **Modelovanje i simulacija pasivne optičke mreže**, Mart 2011, Novi Sad

Spisak slika

Sl. 1.1	Struktura izveštaja.....	- 3 –
Sl. 2.1.1	DSL stope u odnosu na udaljenost od centr.....	- 5 –
Sl.2.1.2	Status širokopojasnog povezivanja kroz fiksnu telefonsku liniju: prenos pretplata za širokopojasni pristup putem fiksne telefonske linije podeljen po geografskim regionima (gornji deo slike); razvoj pretplata za širokopojasno povezivanje putem fiksne telefonske linije po tehnologiji 2011-2013 (donji deo slike).....	- 6 –
Sl. 2.2.1	Interfejs za pristup Internetu.....	- 7 –
Sl. 2.2.2	Četiri generacije mobilnih telekomunikacionih tehnologija.....	- 8 –
Sl. 2.2.3	Status mobilnog širokopojasnog povezivanja: geografska distribucija pretplatnika mobilne širokopojasne mreže prema regionu (gornji deo slike);evolucija mobilnog širokopojasnog pristupa 2007-2014 (srednji deo slike);razlog za primenu LTE tehnologija sredinom 2014. (donji deo slike).....	- 9 –
Sl. 2.2.4	Endholmovo pravilo:količina prenosa podataka kroz bežičnu mrežu i putem fiksne telefonske linije.....	- 11–
Sl. 2.2.5	Mogući spektar za širokopojasno povezivanje.....	- 11–
Sl. 3.2.1	Dupleks komunikacija.....	- 14–
Sl. 3.2.2	Korišćenje uparenog spektra za dupleks sa frekventnom raspodelom.....	- 14–
Sl. 3.2.3	Simetrična i asimetrična predaja.....	- 15–
Sl. 3.2.4	Ćelijski sistem.....	- 16–
Sl. 3.2.5	Organizacija ćelija.....	- 16–
Sl. 3.2.6	Hijerarhijska struktura 3G mreže.....	- 17–
Sl. 3.5.1	Pasivna opštička mreža PON.....	- 21–
Sl. 3.5.2	Modelovana GPON pasivna optička mreža.....	- 22–
Sl. 3.6.1	Razvoj standarda voice-band modema.....	- 23–
Sl. 3.6.2	Referentni model DSL sistema.....	- 23–
Sl. 3.6.3	Premošćeni spojevi na pretplatničkoj petlji (bridge taps).....	- 25–
Sl. 3.6.4	Frekvencijski spektar HDSL-a.....	- 25–
Sl. 3.6.5	HDSL koristi dve parice a HDSL-2 samo jednu paricu.....	- 26–
Sl. 3.6.6	SHDSL brzine i domet (kft) u poređenju sa drugim tehnologijama.....	- 27–
Sl. 3.6.7	Izgled frekvencijskog spektra ADSL linije preko jedne parice..	- 28–
Sl. 3.6.8	Upotreba razdelnika (splitter-a) u ADSL sistemu.....	- 29–
Sl. 3.6.9	Referentna arhitektura ADSL sistema.....	- 29–
Sl. 3.6.10	Frekvencijski opseg ADSL2 i ADSL2+.....	- 31–
Sl. 3.6.11	FTTN sa VDSL-om.....	- 31–
Sl. 3.6.12	Fiber to the x topologije.....	- 32–
Sl. 3.6.13	VDSL referentni model.....	- 32–
Sl. 3.6.14	VDSL referentni model protokola.....	- 33–
Sl. 3.6.15	G.Lite varijanta DSL-a bez razdelnika.....	- 35–

Sl. 3.6.16	Spektar koji koristi HDSL i servis klasične telefonije.....	- 37–
Sl. 3.6.17	Modulacione konstalacije.....	- 38–
Sl. 3.6.18	Korišćeni frekvencijski spektar za CAP ADSL.sisteme.....	- 38–
Sl. 3.6.19	DMT modulacija.....	- 39–
Sl. 3.6.20	Tipičan izgled bakarne pristupne mreže.....	- 40–
Sl. 3.6.21	Preslušavanje na bližem kraju- NEXT.....	- 42–
Sl. 3.6.22	Preslušavanje na daljem kraju- FEXT.....	- 42–
Sl. 3.6.23	Referentni model za razvoj servisa baziranih na DSL-u.....	- 43–
Sl. 3.6.24	Referentni model IP /LAN servisa nivoa 2.....	- 44–
Sl. 3.6.25	Referentni model IP /LAN servisa nivoa 3.....	- 45–
Sl. 3.6.26	Referentni model IP /LAN servisa koji koriste ATM model.....	- 46–
Sl. 3.6.27	Referentni model Frame Relay servisa baziranih na DSL-u.....	- 47–
Sl. 3.6.28	Referentni model upravljanja Frame Relay-om koristeći ATM.....	- 48–
Sl. 3.6.29	Referentni model Nx64 kbit/s servisa preko DSL-a.....	- 48–
Sl. 3.6.30	Referentni model ATM servisa preko DSL-a.....	- 49–
Sl. 3.6.31	Klasičan prenos govora preko ADSL-a u poređenju sa VoDSL-om.....	- 50–
Sl. 3.6.32	Referentna arhitektura VoDSL sistema.....	- 51–
Sl. 3.6.33	Centralizovana arhitektura VoDSL sistema.....	- 52–
Sl. 3.6.34	Decentralizovani VoDSL sistem sa integrisanim VGW-om.....	- 54–
Sl. 3.6.35	Kombinacija centralizovanog i decentralizovanog VoDSL sistema.....	- 54–
Sl. 3.6.36	Referentna mreža sa kraja na kraj.....	- 54–
Sl. 3.6.37	Prenos govora preko širokopojasne mreže.....	- 55–
Sl. 3.6.38	CVoDSL do krajnje centrale.....	- 56–
Sl. 3.6.39	CVoDSL sa NGN mrežom.....	- 56–
Sl. 3.6.40	CVoDSL sa VoATM.....	- 56–
Sl. 3.6.41	Ilustracija uštede na korisničkom uređaju CVoDSL.....	- 57–
Sl. 3.7.1	Tradicionalna kablovska TV mreža.....	- 58–
Sl. 3.7.2	Hibridno optičko – koaksijalna (HFC)mreža.....	- 58–
Sl. 3.7.3	Mesto CM-a kod kablovske mreže.....	- 59–
Sl. 3.7.4	Mesto CMTS-a kod kablovske mreže.....	- 59–
Sl. 3.7.5	Koaksijalno-bazirano kablovska mreže tipa stablo projektovana za prenos signala u jednom smeru. Pojačivači se koriste da očuvaju kvalitet signala, a povećaju rastojanje krajnjeg korisnika od izvora signala.....	- 60–
Sl. 3.7.6	Hibridna optičko-koaksijalna (HFC) kablovska mreža koju čine fiber-optički kabl instaliran između head end-a i neighborhood distribution site-ova. Koaksijalni kablovi se i dalje koriste za dalji razvod od neighborhood-a ka krajnjim korisnicima.....	- 61–
Sl. 3.7.7	Kada je sistem kompletiran nadogradjenom kablovskom mrežom ostvaruju se veoma brzi servisi za dvosmerni prenos podataka, govora, i videa.....	- 61–
Sl. 4.1	Ekosistem.....	- 62–
Sl. 5.1	Šematski model procene uticaja na okolinu IKT-a.....	- 68–
Sl. 5.1.1	BDP po glavi stanovnika u tekućim cenama (u evrima, podaci iz 2012. godine.....	- 71–

Sl. 5.1.2	Učešće usluga u prihodu tržišta elektronskih komunikacija u 2012. godini	- 72–
Sl. 5.1.3	Udeo investicija u prihodima tržišta elektronskih komunikacija (podaci iz 2012. godine).....	- 72–
Sl. 5.1.4	Broj pretplatnika mobilne i fiksne mreže na 100 stanovnika (decembar 0 2012. godine).....	- 73–
Sl. 5.1.5	Penetracija fiksnog širokopojsnog.....	- 73–
Sl. 6.1	Uticaj širokopojsnih tehnologija na ekonomiju.....	- 74–
Sl. 6.1.2	Uticaj širokopojsnih tehnologija na izlazu u procesu difuzije..	- 76–
Sl. 6.2.1	Radnici na informacijama i ICT investicija.....	- 77–
Sl. 6.2.2	Uzročni model:ICT inovacija i difuzija vođena rastom informacione radne snage.....	- 77–

Spisak tabela

Tabela 2.2.1	Količina prenosa podataka.....	- 10 –
Tabela 3.6.1	Pregled ITU-T ADSL preporuka.....	- 30 –
Tabela 3.6.2	Tipične VDSL brzine.....	- 32 –
Tabela 3.6.3	Brzine koje podržava asimetrični VDSL (ANSI T1E1.4)....	- 33 –
Tabela 3.6.4	Brzine koje podržava asimetrični VDSL (ETSI).....	- 34 –
Tabela 3.6.5	Brzine koje podržava simetrični VDSL (ANSI T1E1.4)....	- 34 –
Tabela 3.6.6	Brzine koje podržava simetrični VDSL (ETSI).....	- 34 –
Tabela 3.6.7	Broj govornih veza preko DSL linije u zavisnosti od brzine i kompresije.....	- 50 –
Tabela 4.2.1	Strategije, politike i pravila korišćena za razvoj širokopojasnog ekosistema u Koreji.....	- 65 –
Tabela 4.4.1	Politike i programi za stvaranje širokopojasnog ekosistema.....	- 66 –
Tabela 5.1.1	Broj stanovnika i BDP u tekućim cenama (podaci iz 2012. godine).....	- 70 –
Tabela 5.1.2	Vrednost tržišta elektronskih komunikacija u Jugoistočnoj Evropi (prihodi u eurima).....	- 71 –
Tabela 6.1.1	Rezultati istraživanja uticaja širokopojasnih tehnologija na rast BDP-a.....	- 75 –
Tabela 6.3.1	Uticaj širokopojasnih tehnologija na otvaranje novih radnih mesta.....	- 78 –

Spisak skraćenica

ITU – International Telecommunication Union
IMT – 2000 – International Mobile Telecommunications – 2000
3G – Third Generation
3 GPP - Third Generation Partnership Project
LTE – Long Term Evolution
WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access
PON – Passive Optical Network
GPON – Gigabit Passive Optical Network
FTTH - Fiber to the Home
FTTN – Fiber to the Neighborhood
FTTE- Fiber To The Exchange
FTTCab -Fiber To The Cabinet
FTTCurb- Fiber To The Curb
DSL - Digital Subscriber Line
HDSL – High Speed Digital Subscriber Line
HDSL2 – Second Generation HDSL
MVL – Multiple Virtual Line
SDSL – Symmetric DSL
SHDSL – Symmetric High DSL
MDSL – Moderate DSL
IDSL – ISDN DSL
VDSL – Very High Bit rate DSL
VoDSL – Voice over DSL
VGW – Voice Gate Way
CVoDSL – Channalized Voice over DSL
RADSL – Rate Adaptive DSL
ISDN – Integrated Services Digital Network
CMTS- Cable Modem Termination System
CATV – Cable Television
HFC – Hybrid Fiber - Coaxial
SMS – Short Message Service
MMS – Multimedia Messaging Service
PDA – Personal Digital Assinstant
WLAN – Wireless Local Area Network
Wi-Fi - Wireless – Fidelity
TDD – Time – Division Duplexing
FDD – Frequency – Division Duplexing
UTRAN – Universal Terrestrial Radio Access Network
FDMA – Frequency Division Multiple Access
WCDMA – Wideband Code Division Multiple Access
OFDMA – Orthogonal Frequency – Division Multiple Access
PSTN - Public Switched Telephony Network
TC-PAM – Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation
ONU – Optical Network Unit
CAP- Carrierless Amplitude and Phase

DMT – Discrete Multi Tone
FFT – Fast Fourier Transform
DAB – Digital Audio Broadcast
PCP – Primary Cross – Connection Point
DP – Distribution Point
UTP – Unshielded Twisted Pair
NEXT – Near End CrossTalk
FEXT – Far End CrossTalk
SU – Service User
NSP – Network Service Provider
NAP – Network Access Provider
PPP – Point to Point Protocol
MAC – Media Access Control