Usporedba značajki širokopojasnog žičnog pristupa Internetu

Ivandić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:223408

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

USPOREDBA ZNAČAJKI ŠIROKOPOJASNOG ŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU

COMPARISON OF CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF HARDWIRED BROADBAND INTERNET ACCESS

Mentor: izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj

Student: Luka Ivandić

JMBAG: 0135225720

Zagreb, lipanj 2016.

USPOREDBA ZNAČAJKI ŠIROKOPOJASNOG ŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU

SAŽETAK

U radu su prikazane i analizirane tehnologije karakteristične za širokopojasni žični pristup Internetu. Načinjena je komparativna analiza brzina prijenosa pojedinih tehnologija, analizirana je dostupnost i korištenost usluge širokopojasnog pristupa Internetu u svijetu i u Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu, brzina pristupa, dostupnost širokopojasnog pristupa Internetu, korištenost usluge

SUMMARY

The paper describes and analyzes the technology characteristic for hardwired broadband Internet access. There are also made comparative analysis of the speed rate of individual technology, an analysis for the availability and usability of broadband Internet access in the world and in Croatia.

KEYWORDS: Internet access broadband technology, access speed, broadband Internet access availability, use of service

SADRŽAJ:

1.UVOD 1
2. TEHNOLOGIJE ŠIROKOPOJASNOG ŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU 3
2.1. *Multilink dial-up* 4
2.2. Digitalna mreža integriranih usluga 4
2.3. Iznajmljene linije 5
2.4. Širokopojasni pristup koaksijalnim kabelima 5
2.5. Digitalna pretplatnička linija 7
2.5.1. DSL velike prijenosne brzine 9
2.5.2. DSL velike prijenosne brzine druga inačica 9
2.5.3. Asimetričan DSL 9
2.5.4. ADSL2 10
2.5.5. ADSL2+ 10
2.5.6. Bezrazdjelni ADSL (splitterless ADSL ili G.Lite) 10
2.5.7. DSL vrlo velike prijenosne brzine 11
2.5.8. VDSL2 11
2.5.9. Simetričan DSL velike prijenosne brzine 12
2.6. DSL prsten 12
2.7. Širokopojasni pristup uz pomoć optičkih niti 13
3. DOSTUPNOST USLUGE ŠIROKOPOJASNOG ŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU 17
3.1. Analiza dostupnosti širokopojasnog žični pristupa Internetu u svijetu 17
3.2. Analiza dostupnosti širokopojasnog žičnog pristupa Internetu u RH 21
4. KOMPARACIJA TEHNOLOGIJA PO PRISTUPNOJ BRZINI 27
4.1. Pristupne brzine xDSL tehnologija i ISDN tehnologije 27
4.2. Pristupne brzine kabelskih mreža i optičkih niti 27
4.3. Pristupne brzine iznajmljenih vodova, *mutilink dial-up-a* i DSL prstena 28
5. STATISTIČKA ANALIZA PORASTA BROJA KORISNIKA 31
5.1. Pristup Internetu 31
5.2. Korištenje Internetom 34
6. RANGIRANJE NAČINA PRISTUPA INTERNETU PREMA CIJENI 35
6.1. B.net 35
6.2. Hrvatski telekom 36
6.3. Vipnet 38

6.4. Komparacija cijena pristupa prema tehnologiji u RH 39
7. ZAKLJUČAK 41
LITERATURA 43
POPIS KRATICA 45
POPIS SLIKA 47
POPIS TABLICA 48
POPIS GRAFIKONA 49

1.UVOD

Razvojem usluga koje zahtijevaju veće brzine javlja se potreba za povećanjem kapaciteta mreža kako bi se udovoljilo zahtjevima tih aplikacija i kako bi smanjile mogućnosti zagušenja u mreži. Definicija širokopojasnosti se razvija odkada je širokopojasnih tehnologija te se ne odnosi na određenu brzinu ili uslugu, već objedinjuje propusnost veze i brzinu. Na početku 21. stoljeća, širokopojasni pristup Internetu je postao jedan od ključnih smjernica komunikacija pa tako pristup Internetu više nije mjera tehnološke razvijenosti nekog društva, nego govori o razvoju društva u cjelini. Naslov završnog rada je: Usporedba značajki širokopojasnog žičnog pristupa Internetu**.** Rad je podijeljen je u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Tehnologije širokopojasnog žičnog pristupa Internetu
3. Dostupnost usluge širokopojasnog žičnog pristupa Internetu
4. Komparacija tehnologija po pristupnoj brzini
5. Statistička analiza porasta broja korisnika
6. Rangiranje načina pristupa Internetu prema cijeni
7. Zaključak

U drugom poglavlju su opisane tehnogije žičnog pristupa Internetu po bakrenim paricama, optičkoj pristupnoj tehnologiji, te pristupne tehnologije preko koaksijalnog kabela ili hibridne optičko-kabelske mreže.

Treće poglavlje opisuje dostupnost usluge širokopojasnih žičnih pristupa Internetu u svijetu i u RH. Dostupnost Internetu u svijetu se kreće od 6,7 % za manje razvijene zemlje do 82,1% za Europu.

U četvrtom poglavlju prikazana je komparacija tehnologija po pristupnoj brzini, te je jasno prikazana razlika u maksimalnim brzinama DSL tehnologija, kabelskih mreža i optičkim nitima. Na pristupnu brzinu utječe dužina i tip parice, odnosno koaksijalnog kabela i optičkih niti.

Peto poglavlje analizira porast broja korisnika prema pristupu Internetu i prema korištenju internetskih usluga. Pristup Internetu prikazuje porast širokopojasnih priključaka, odnosno rast kućanstava sa pristupom Internetu, dok korištenje Internetom prikazuje kako razina

prihoda po kvartilima može utjecati na razinu pristupa Internetu u kućanstvima i učestalost korištenja Interneta.

Šesto poglavlje prikazuje rangiranje načina pristupa Internetu prema cijeni. U poglavlju su obrađene DSL tehnologije, optičke i kabelske tehnologije, te pristupne tehnologije iznajmljenih linija kod B.net, HT i Vipnet operatera. Na cijenu priključka utječe pristupna tehnologija i željena prijenosna brzina.

2. TEHNOLOGIJE ŠIROKOPOJASNOG ŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU

Pojavom širokopojasnih usluga kao videokonferencije, telemedicine, prijenosa digitalnog televizijskog signala, mrežnih igara i ostalih, brzine računalnih komunikacija neprestano su u porastu te je sve češći problem zagušenja postojeće javne prijenosne mreže i sve veća potreba za povećanjem kapaciteta mreža do svakog korisnika. Moguća rješenja za povećanje prijenosnog kapaciteta prema jednom ili grupi korisnika se pojavljuju kao napredne tehnologije pristupa:

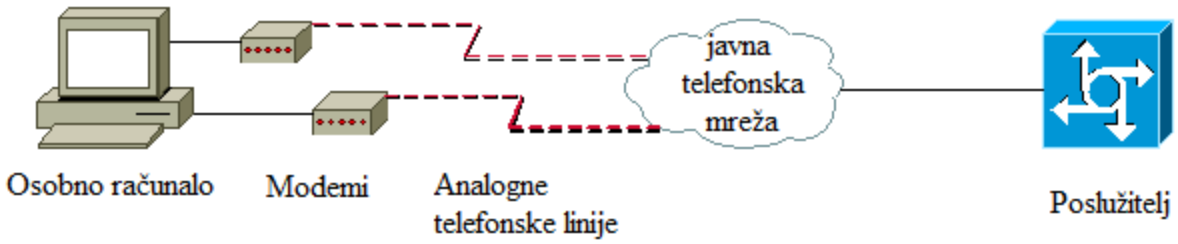
a) Pristupna tehnologija po bakrenim paricama (*Digital Subscriber Line*-DSL)
b) Optička pristupna tehnologija (FTTx)
c) Pristupna tehnologija preko koaksijalnog kabela ili tehnologija po optičkoj parici i koaksijalnom kabelu (*Hybrid Fiber Coax*-HFC), [1].

Širokopojasnost se često povezuje sa prijenosnim brzinama ili određenim setom usluga, primjerice DSL-a ili neke druge naprednije tehnike pristupa. Odkada je širokopojasnih tehnologija, odonda se one i razvijaju, pa s njima i definicija širokopojasnosti. Današnja definicija širokopojasnosti opisuje Internetsku vezu od 5 do 2000 puta bržu no u vrijeme *dial-up* tehnologija, no pojam širokopojasnosti se ne odnosi na određenu brzinu ili uslugu, već objedinjuje kapacitet veze (propusnost) i brzinu. Međunarodna telekomunikacijska unija (*Internacional Telecommunication Union*-ITU) termin širokopojasnosti definira kao prijenosni kapacitet koji je brži od primarnog pristupa digitalne mreže integriranih usluga, [2].

Paralelno s razvojem Interneta tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća razvijen je i koncept širokopojasne digitalne mreže integriranih usluga (*Broadband Integrated Services Digital Network*-B-ISDN). Granica između uskopojasne i širokopojasne komunikacije postavljena je na 2 Mbit/s, odnosno na brzinu veću od brzine primarnog ISDN-a (PRA-ISDN). No, naknadno je ta granica pomaknuta na 144 kbit/s koliko iznosi brzina osnovnog pristupa ISDN-u (BRA-ISDN) za podatkovni promet. Početkom 21. stoljeća širokopojasni pristup Internetu postao je jedna od ključnih smjernica suvremenih telekomunikacija pa tako širokopojasni pristup Internetu više nije isključivo mjera tehnološke razvijenosti nekog društva, nego govori i o njegovom razvoju u cjelini, [3]. U nastavku ovog poglavlja bit će prikazane i analizirane značajke i rješenja pristupnih tehnologija.

2.1. *Multilink dial-up*

Multilink dial-up (slika 1) je već povijesna i relativno rijetka metoda širokopojasnog pristupa Internetu. Odnosi se na "podebljanje/poduplavanje" kanala i kao takva povećava propusnost mreže povećavajući broj kanala. U praksi to znači da korisnik koristi *multilink dial-up* kombinacijom dviju ili više *dial- up* veza koje se ponašaju kao jedna. Slaba strana te metode je u tome što zahtjeva dva ili više modema, telefonskih linija i *dial-up* računa što ujedno povećava trošak. Također, Internetski poslužitelj mora podržavati *multilinking*. Metoda se može nazvati inverzno multipleksiranje i bila je popularna prije postavljanja digitalne mreže integriranih usluga (*Integrated Services Digital Network*-ISDN), DSL-a i drugih tehnologija na tržište, [4].



Slika 1: Mrežni dijagram *multilink dial-up* veze
Izvor: [5]

2.2. Digitalna mreža integriranih usluga

ISDN je internacionalni standard napravljen za slanje digitalnog signala preko javne komutirane telefonske mreže (*Public Swiched Telephone Network*-PSTN). ISDN linija se sastoji od dvije vrste kanala:

- nosioca (*bearer*-B), brzine 64 kbit/s koji služi za prijenos glasa, videa, zvuka i drugih vrsta podataka, te
- podatkovnog (*data*-D), brzine 16/64 kbit/s (zavisno o vrsti ISDN-a) koji služi za signalizaciju (uspostavljenje i prekid veze, prijenos kontrolnih podataka i slično), [4]

Postoje dvije vrste ISDN-a, osnovni (*Basic Rate Access*-BRA) i primarni (*Primary Rate Access*-PRA) pristup.

BRA-ISDN pruža 2 B i 1 D kanal ukupne brzine 144 kbit/s (2x64) + 16 kbit/s. B kanali se ponašaju kao odvojeni i mogu prenositi glas i podatke ili oboje simultano i odvojeno jedno od

drugog. Ta dva B kanala mogu biti kombinirana da efektivno "propuštaju" maksimalnu količinu podataka od 128 kbit/s, te se taj proces naziva združivanje (*bonding*). Većina kućanstva je koristila osnovni pristup zato što je to najekonomičniji tip ISDN-a, [6].

PRA-ISDN se sastoji od 30 B i 1 D kanala ukupne brzine 1.920 kbit/s (30x64) + 64kbit/s (Europski standard). Manje je korišten od strane individualnih korisnika pošto je namijenjen poduzećima i drugim organizacijama kojima treba veće propusnost. Kao i kod BRA-ISDN-a, tako i ovdje kanali mogu biti nezavisni jedni od drugih ili združeni zajedno. U Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) PRA-ISDN se sastojao od 23 B i 1 D kanala, [4].

2.3. Iznajmljene linije

Iznajmljene linije prvobitno su namjenjene upotrebi Internetskim poslužiteljima i raznim poduzećima kako bi mogli povezati razne dislocirane urede. Za razliku od *dial-up* veza, iznajmljene linije uvijek su aktivne, a cijena mjesečne rate ovisi o udaljenosti povezanih područja i brzini između njih. Pošto linije prenose samo promet povezanih ureda garantirana je razina kvalitete usluge, [7].

U prošlosti iznajmljene linije bi obično davale propusnost od 56 kbit/s, a za veću propusnost trebala bi "veća" podatkovna linija gdje se pojavljuje *T-carrier* (u Europi *E-carrier*).

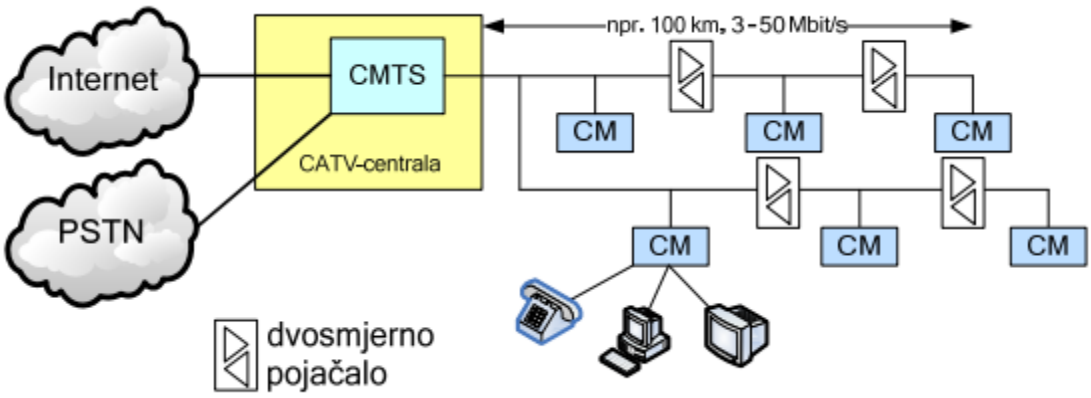
Sustav *T-carrier* je nastao 60-ih godina prošlog stoljeća sa strane *Bell Telephone System* u SAD-u te je korišten za digitalni prijenos informacija. Prva ponuđena usluga bila je T1 prijenosne brzine 1.544 Mbit/s. Ukoliko je bila potrebna veća prijenosna brzina moguće je ugovoriti T2 (6,312 Mbit/s), T3 (44,735 Mbit/s) ili T4 (274,186 Mbit/s) liniju, [7].

T-carrier se služi multipleksiranjem vremenskom razdiobom (time division multiplex-TDM) preko dvosmjernog kanala (jedan za slanje, drugi za primanje) kako bi podijelio jedan kanal na više kanala. U ovom slučaju multipleksiranje omogućuje jednom T1 kanalu da prenosi 24 kanala, svaki kapaciteta 64 kbit/s, te sposobnog da prenositi bilo kakvu vrstu podataka, [6].

2.4. Širokopojasni pristup koaksijalnim kabelima

Širokopojasni pristup Internetu koaksijalnim kabelima ostvaruje se uz pomoć kabelskih modema (*Cable Modem*-CM). Modemi su povezani koaksijalnim kabelima sa završnim

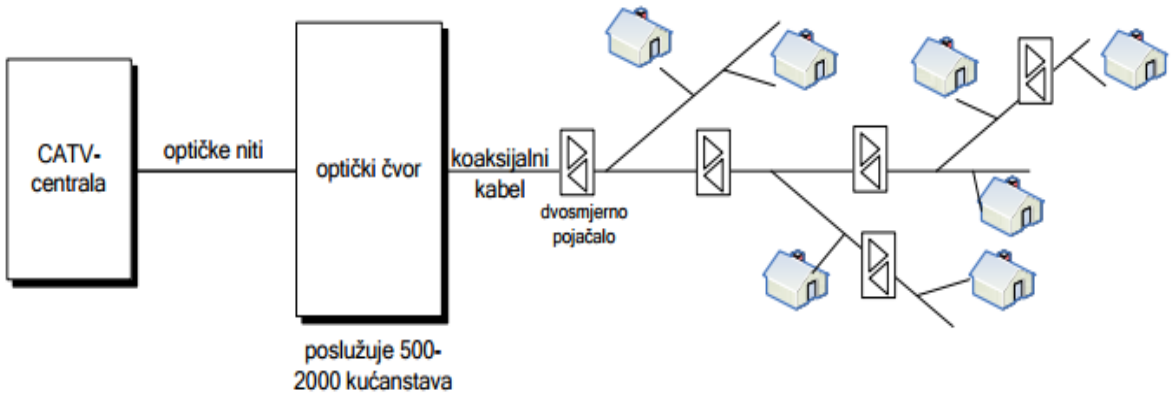
sustavom (*Cable Modem Termination System*-CMTS) koji je ujedno sastavni dio CATV (kabelska televizija) centrale (*head-end*) operatora kabelske mreže. Navedeno je prikazano na slici 2, [3].



Slika 2: Osnovna arhitektura pristupa Internetu kabelskim modemima, [3]

Zahvaljujući uporabi pojačala domet sustava može biti vrlo velik. Na taj je način moguće razašiljati signal kabeske televizije (CATV) velikoj skupini korisnika uz relativno mali broj kabela (jedan CMTS poslužuje i do 2000 korisnika po jednom TV kanalu). Prilikom korištenja kabelskih modema za pristup Internetu, svi korisnici povezani sa CMTS-om s pomoću zajedničkog koaksijalnog kabela, dijele ukupnu prijenosnu brzinu. S time u vezi, dijeljeni pristup kabelu prouzrokuje problem sigurnosti, odnosno privatnosti komunikacije, [3].

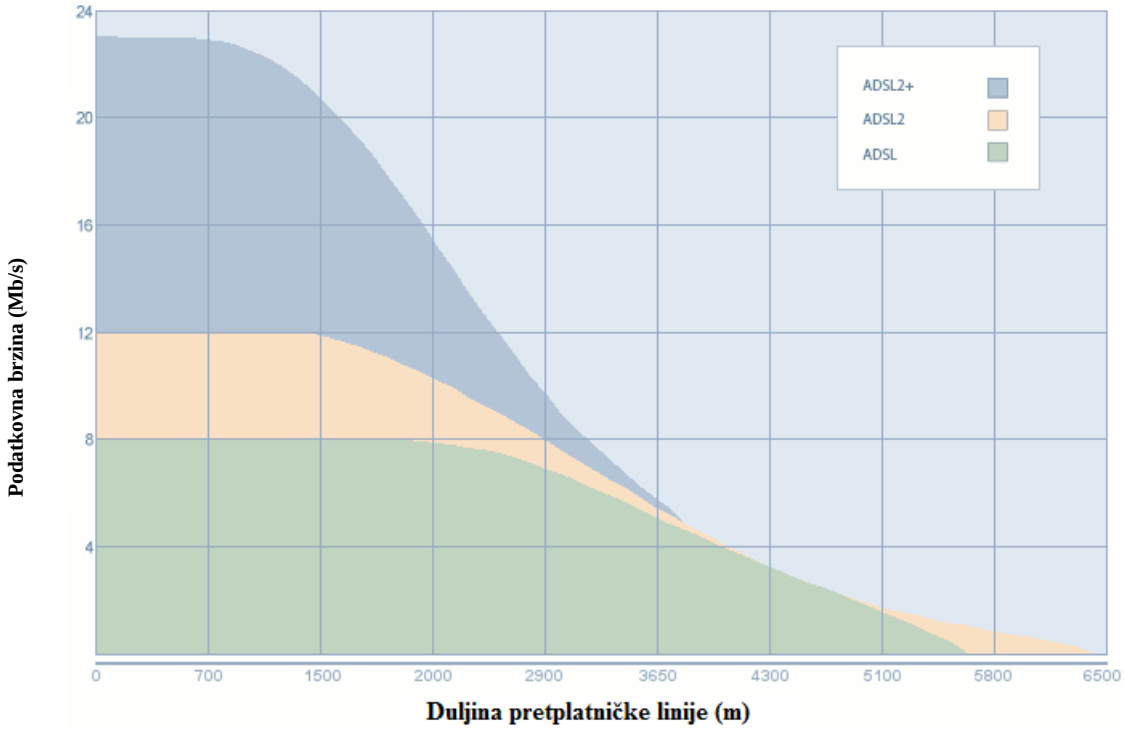
Mrežu, koja povezuje kabelske modeme sa operatorovim koncentratorom, moguće je izvesti na dva načina: isključivo sa koaksijalnim kabelima ili kao hibridnu optičko-koaksijalnu mrežu (*Hybrid Fiber/Coax*-HFC). HFC mreža je danas najčešće upotrjebljena u svijetu; u usporedbi sa mrežom s isključivo koaksijalnim kabelima. Signali se iz centrale optičkim nitima prenose do optičkih čvorova od kojih se dalje koaksijalnim kabelima distribuiraju krajnjim korisniima (slika 3), [3].



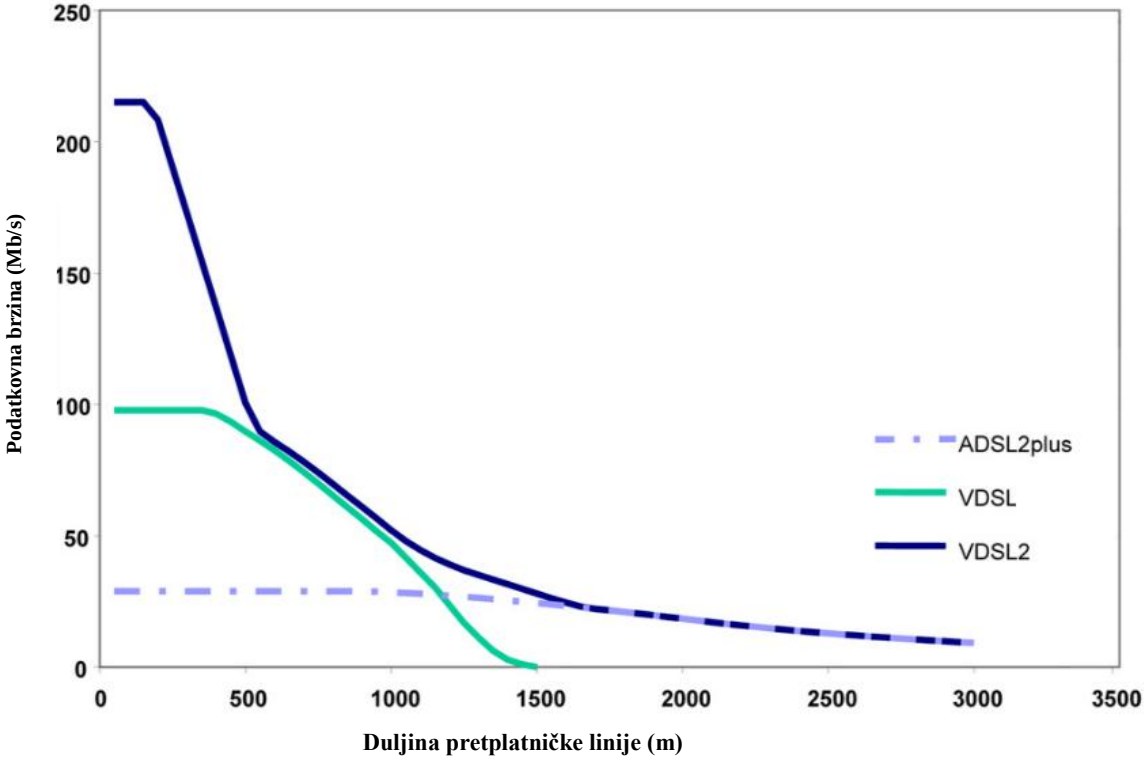
Slika 3: Topologija HFC mreže, [3]

2.5. Digitalna pretplatnička linija

DSL skup je prijenosnih tehnologija koje izlaze u susret korisnicima sa sve većim brzinama prijenosa podataka. Sve tehnologije iskorištavaju raspoloživi prijenosni spektar u bakrenim telefonskim linijama koristeći se naprednim tehnikama modulacije za prijenos podataka velikim brzinama. Osnovna razlika između DSL tehnologija u njihovim je brzinama prijenosa, dozvoljenim udaljenostima i vrsti usluge koje podržavaju; dok je osnovna podjela na asimetrične i simetrične tehnologije. Simetričnost se odnosi na prijenosne brzine u dolaznom i odlaznom smjeru prijenosa podataka. Dolazni smjer (*downstream* ili *downlink*) je od lokalne centrale do korisničkog područja, a odlazni je suprotan smjer prijenosa podataka. Ukoliko su brzine prijenosa jednake u oba smjera riječ je o simetričnoj DSL tehnologiji, a u suprotnom se radi o asimetričnoj DSL tehnologiji, [3][1]. U nastavku su opisane neke od najčešće korištenih vrsta DSL tehnologija, a slike 4 i 5 prikazuju podatkovne brzine prijenosa raznih tehnologija te kako brzine opadaju na dužim pretplatničkim petljama. Više o usporedbi DSL tehnologija u poglavlju 4.1.



Slika 4: Podatkovne brzine i dometi prijenosa koje podržavaju ADSL, ADSL2 i ADSL2+ tehnologije
Izvor: [8]



Slika 5: Podatkovne brzine i dometi prijenosa koje podržavaju ADSL2+, VDSL i VDSL2 tehnologije
Izvor: [9]

2.5.1. DSL velike prijenosne brzine

DSL velike prijenosne brzine (*High bit rate* DSL-HDSL) je prva DSL tehnologija te je prva doživjela uspjeh na tržištu. Razvijena je 1991. godine i standardizirana je od strane Američkog nacionalnog instituta za standarde (American National Standards Institute-ANSI) i Europskog instituta za telekomunikacijske norme (European Telecommunications Standards Institute-ENSI). Razlika u te dvije standardizirane udruge je u načinu izvedbe HDSL modema. Po ANSI standardu modem radi na dvije parice i svaka parica prenosi 784 kbit/s (jedan T1). ENSI definira prijenosni sustav E1 na dvjema paricama s prijenosnom brzinom od 1168 kbit/s po parici, te E1 s trima paricama uz brzinu od 784 kbit/s na svakoj parici, [1].

Uz promjer parice 0,4 i 0,5 mm domet HDSL-a seže do 3,6 km, a koristeći regeneratore signala do 8 km. Na duljini manjoj od 1,5 km dopušteno je postojanje dva premoštena odvojka koji ne utječu na smanjenje brzine prijenosa, [1].

2.5.2. DSL velike prijenosne brzine druga inačica

U drugoj inačici (1998. godina) DSL-a velikih prijenosnih brzina (*High bit rate* DSL *type* 2-HDSL2), sva ograničenja koja su se pojavila kod prvih HDSL proizvoda su ispravljena. Standard HDSL2 definira prijenosnu tehniku koja omogućuje digitalni prijenos signala velike brzine preko jedne upredene parice s dvosmjernim prijenosom podataka brzinama 2,048 Mbit/s po jednoj parici uz domet od 4 km i 4 Mbit/s preko dvije parice uz domet od 4 km. Također je standardom definiran i kontrolni kanal brzine 272 kbit/s kojim se izvršavaju operacije upravljanja i održavanja, [1].

2.5.3. Asimetričan DSL

Asimetričan DSL (*Asymmetric* DSL-ADSL), standardiziran 1993. godine, dio je mrežne arhitekture koja malim korisnima omogućuje korištenje širokopojanih usluga, poput bržeg pristupa Internetu, videa na zahtjev (*Video on Demand*-VoD), raznih mutimedijskih usluga, te interaktivne trgovine. Razvijen je tako da iskoristi postojeću infrastrukturu bakrenih parica za prijenos telefonskog i podatkovnog prometa. Prijenos informacija je asimetričan, odnosno izvodi se različitim brzina prijenosa u odlaznom i dolaznom smjeru. U smjeru od korisnika (*upload*) brzine se kreću u rasponu od 16 kbit/s do 640 kbit/s, a u dolaznom smjeru (*download*) od 1,5 Mbit/s do 8 Mbit/s (u realnosti oko 6 Mbit/s). ADSL sustav koristi razdjelnik (*splitter*) za razdvajanje govornih i podatkovnih signala, odnosno omogućuje prenošenje frekvencijskog pojasa širine 4 kHz 'ispod' digitalnog pojasa na ADSL liniji, [1].

2.5.4. ADSL2

ADSL2 dizajniran je radi poboljšanja brzine i dometa prijenosa u odnosu na izvornu inačicu ADSL-a, a ima i bolje performanse na dugačkim linijama u prisutnosti uskopojasnih smetnji. Dolazne brzine ADSL2 su otprilike do 12 Mbit/s, a odlazne do 1 Mbit/s te ovise o duljini lokalne petlje i drugim relevantnim čimbenicima. ADSL2 primopredajnici su poboljšani dodavanjem opsežnih dijagnostičkih mogućnosti, smanjenjem potrošnje električne energije, prilagodbom prijenosne brzine te združivanjem linija. ADSL2 podržava združivanje do najviše 32 upredene parice u jednu ADSL2 poveznicu, te tako postiže veće prijenosne brzine, što dovodi i do povećanja broja krajnjih korisnika kojima je moguće ponuditi takvu uslugu (povećava se pokrivenost uslugom). Nadalje, poboljšana je međusobna operabilnost između primopredajnika različitih proizvođača, brža uspostava poveznice (skraćeno trajanje inicijalizacije poveznice s 10 sekundi na manje od tri sekunde) te podrška paketskim uslugama (primjerice prijenos *Ethernet* okvira), [3].

2.5.5. ADSL2+

Za razliku od prvih dviju članova skupine ADSL standarda, koji specificiraju korištenje dolaznog kanala do gornje granične frekvencije od 1,1 MHz, gornja granična frekvencija dolaznog kanala u ADSL2+ postavljena je na 2,2 MHz i kao rezultat toga je znatno povećanje dolaznih prijenosnih brzina na lokanim petljama kraćim od otprilike 1 500 m. Dolazna prijenosna brzina seže do 25 Mbit/s, a odlazna prijenosna brzina do 1 Mbit/s, te obje brzine ovise o uvjetima u lokalnoj petlji, [3].

2.5.6. Bezrazdjelni ADSL (splitterless ADSL ili G.Lite)

Bezrazdjelni ADSL (*Splitterless* ADSL ili *G.Lite*) je sličan uobičajenoj inačici ADSL-a po tome što ima mogućnost prilagodbe prijenosne brzine uvjetima na liniji, no *G.Lite* nema razdjelnika između POTS uređaja (telefon, faks) i *G.Lite* modema nego mikrofilter koji instalira sam korisnik. Prijenosna brzina prema korisniku je 1,5 Mbit/s, a od korisnika 512 kbit/s. Kako bi se izbjeglo međudjelovanje *G.Lite* modema i POTS uređaja, modem smanjuje brzinu na liniji tako brzo kako detektira aktivnost nekog od POTS uređaja. To zahtjeva tehniku 'brzog oporavka' modema koja omogućava mijenjanje prijenosnih brzina. Pa tako kada detektira aktivnost POTS uređaj modem prekida slanje podataka u trajanju od nekoliko sekundi, kako bi se prebacio na nižu prijenosnu brzinu, [1].

2.5.7. DSL vrlo velike prijenosne brzine

DSL vrlo velike prijenosne brzine (*Very high data rate* DSL-VDSL) predstavlja sljedeću razvojnu stepenicu tehnologije DSL, koja podržava najveće brzine na manjim udaljenostima, od svih DSL tehnologija zahvaljujući tome što omogućuje ostvarenje koncepta optičkih niti do susjedstva (*Fiber to the Neighbourhood*-FTTN). Arhitekturu FTTN-a čini kombinacija optičkih niti, koje povezuju lokalnu centralu (*Local Exchange*-LE) s optičkim mrežnim jedinicama (*Optical Network Unit*-ONU), i upredenih parica koje povezuju krajnje korisnike s ONU-ima. VDSL modemi su instalirani na oba kraja svake lokane petlje VDSL-a, realizirane jednom upredenom paricom. Arhitektura FTTN-a, odnosno VDSL-a prikazana je slikom, [3].

VDSL podržava simetričan i asimetričan prijenos te se koristi frekvencijkim područjem do 12 MHz. Posljedica povećanja brzine u odnosu na ADSL jest smanjeni domet prijenosa VDSL-a (tablica 1). Dolazne brzine podržane VDSL-om sežu od 12,96 Mbit/s do 51,84 Mbit/s, a odlazne se mogu podjeliti u tri skupine: 1,6-2,3 Mbit/s, 19,2 Mbit/s i brzine koje su jednake dolaznoj, [3].

Tablica 1: Prijenosne brzine podržane VDSL-om

Inačica VDSL-a	Domet (m)	Dolazna brzina (Mbit/s)	Odlazna brzina (Mbit/s)
asimetrična	900	26	3
asimetrična	300	52	6
simetrična	900	13	13
simetrična	300	26	26

Izvor: [3]

2.5.8. VDSL2

Godine 2005. međunarodna telekomunikacijska unija (International Telecommunication Union-ITU) objavljuje preporuku kojom se definira druga inačica VDSL tehnologije skraćenog naziva VDSL2. Proširenjem frenkvencijskog pojasa VDSL2 sve do 30 MHz novi primopredajnici podržavaju simetrične brzine od 100 Mbit/s jednom upredenom paricom do udaljenosti od 350 metara. Specificiran je kako bi podržavao prijenos višekanalske televizije visoke kvaliteta (High Definition Television-HDTV), videa na zahtjev i videokonferencija te prijenos govora protokolom IP (VoIP) pa s time u vezi predstavlja dobro rješenje za *triple play* usluge, [1].

2.5.9. Simetričan DSL velike prijenosne brzine

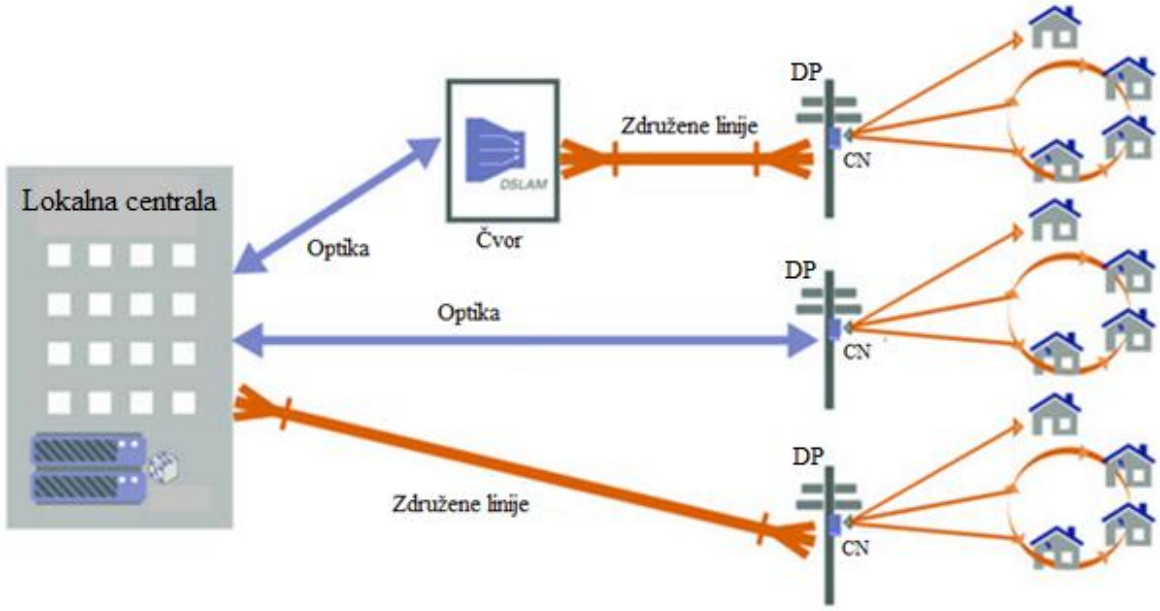
Simetričan DSL velike prijenosne brzine (*Symmetric high bit rate* DSL-SHDSL) je međunarodno prihvaćena simetrična DSL usluga. Podržava prijenosne brzine u rasponu od 192 kbit/s do 2,320 Mbit/s. Domet prijenosa pri maksimalnoj brzini iznosi 4 km bez korištenja regeneratora. SHDSL je razvijen kao zamjena za sve postojeće simetrične tehnologije te je utemeljen na modifikaciji tehnologije HDSL2 koja koristi linijski kod TC-PAM koji signal kodira u 16 razina umjesto četiri koliko ih koristi 2B1Q (povećana iskoristivost spektra). Standardi simetričnih DSL tehnologija su razvijani kako bi podržavali rad sustava pomoću regeneratora, korištenje linijskih napajanja regeneratora što omogućava postizanje velikog dometa korisnicima te DSL tehnologije. Višestruki regeneratori (maksimalno 7 na jednoj lokalnoj petlji) su korišteni za postizanje vrlo velikih dometa, do 9 144 metara. Pored svega, SHDSL podržava i združivanje linija, odnosno parica, koje omogućuju paralelni prijenos preko dvije ili više upredenih linija (parica) po udvostručenim (ili više) prijenosnim brzinama koje se kreću u rasponu od 384 kbit/s do 4,624 Mbit/s za dvije upredene parice, [10].

2.6. DSL prsten

Arhitektura DSL prstena (*DSL Ring*-DSLR) vidljiva na slici 6, patentirana je od *Genesis Technical System*-a te daje korisnicima dvadesetak puta veću propusnost (pojasnu širinu), do 400 Mbit/s, uz postojeću mrežu bakrenih parica. Također je dizajniran i razvijen da bude u skladu s pružateljima telekomunikacijskih usluga, odnosno s njihovom postojećom infrastrukturom. Lako se implementira pošto ne iziskuje nova tehnička rješenja ili cestovne radove. Pogodan je za pružatelje usluga, kupce i korisnike radi toga što preko bakrene telefonske mreže omogućuje superbrzi širokopojasni pristup Internetu po znatno nižim cijena od optičkih vlakana. DSL prsten je sastavljen od dvije komponente: konvergentnog čvora (*Convergence Node* - CN) koji je instaliran u točki distribucije (*Distribution Point*-DP) kako bi upravljao s do 16 kuća ili poslovnih prostora i glavnog pristupnika (*Home Gateway*-HGW) kojim je opremljena svaka kuća. U lokalnoj centrali, instaliran je softver proizveden za nadziranje svih prstena uključenih u mrežu kojima su neki od zadataka upravljanje mrežnim sustavima, dodjela prioriteta i funkcija automatskog oporavka. Neke od prednosti i značajki DSL prstena:

a) Suberbrzi širokopojasni pristup Internetu uz mali dio troška potrebnog za pristup putem optike;

b) Nepotrebna ulaganja u infrastrukturu. DSL prsten predstavlja sustavno rješenje čiji se troškovi mogu povratiti u dvije godine;
c) DSL prsten je siguran i podržava bežični pristup Internetu, govor putem Internet protokola, televiziju visoke razlučivosti putem Internet protokola, videa na zahtjev i drugo. Dizajniran je da omogući enkripciju isto kao i upravljanje kvalitetom usluge (*Quality of Service* - QoS);
d) Združene linije su korištene za maksimalnu propusnost između lokalne centrale i distribucijske točke. CN je napajan preko bakrene žice iz lokalne centrale;
e) Studije pokazuju da je u većinu slučajeva udaljenost od DP do kuće ili poslovnog prostora manja od 250 metara pa se tako postiže VDSL2 prijenosna brzina do 200 Mbit/s, [11].



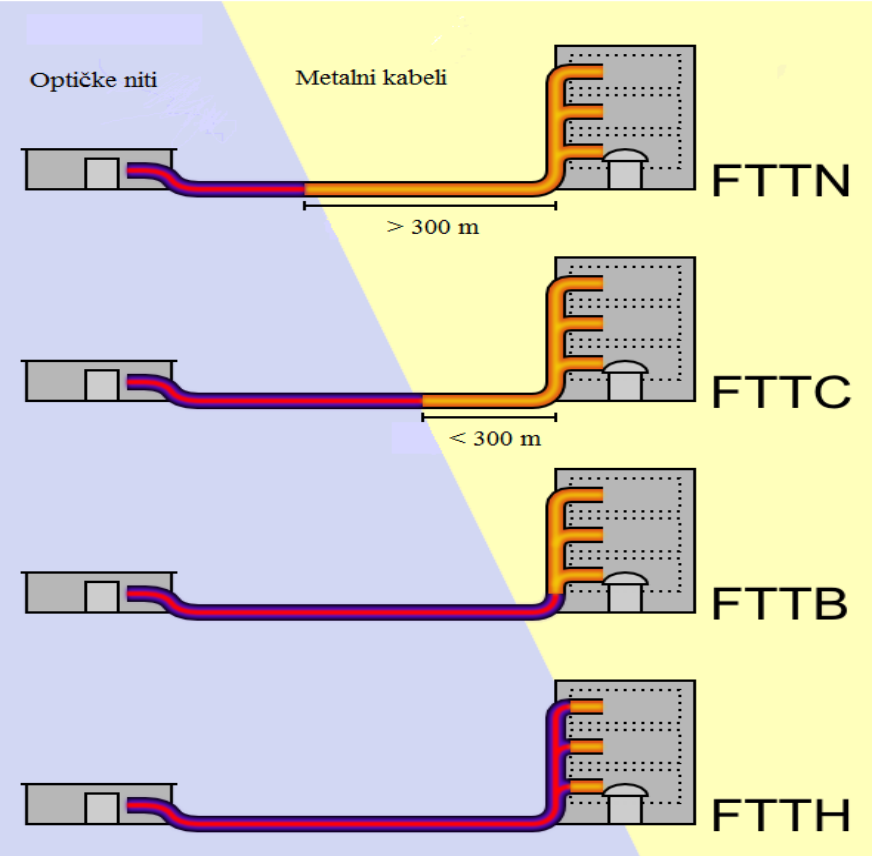
Slika 6: Arhitektura DSLR-a
Izvor: [11]

2.7. Širokopojasni pristup uz pomoć optičkih niti

Pristup optičkim mrežama moguće je realizirati uz pomoć optičkih niti i bežično. Ukoliko se radi o pristupu pomoću optičkih niti onda je riječ o konceptima *Fiber to the x* (FTTx):

a) Optičke niti do kabineta-*Fiber to the Node* (FTTN)
b) Optičke niti do pločnika-*Fiber to the Curb* (FTTC)
c) Optičke niti do zgrade-*Fiber to the Building* (FTTB)
d) Optičke niti do kuće-*Fiber to the Home* (FTTH)

FTTx tehnologije su uvijek predstavljale najkvalitetniju varijantu širokopojasnog pristupa jer omogućuje postizanje velikih prijenosnih brzina i dometa prijenosa. Jedina zamjerka jest njihova cijena i regulatorni uvjeti koji zahtijevaju opsežne i skupe zahvate na kabelskoj infrastrukturi što za dugoročnu posljedicu ima visoku cijenu usluge, [3]. Slika 7 opisuje razlike između koncepata optičkih mreža.



Slika 7: Izvedbe FTTx tehnologija
Izvor: [12]

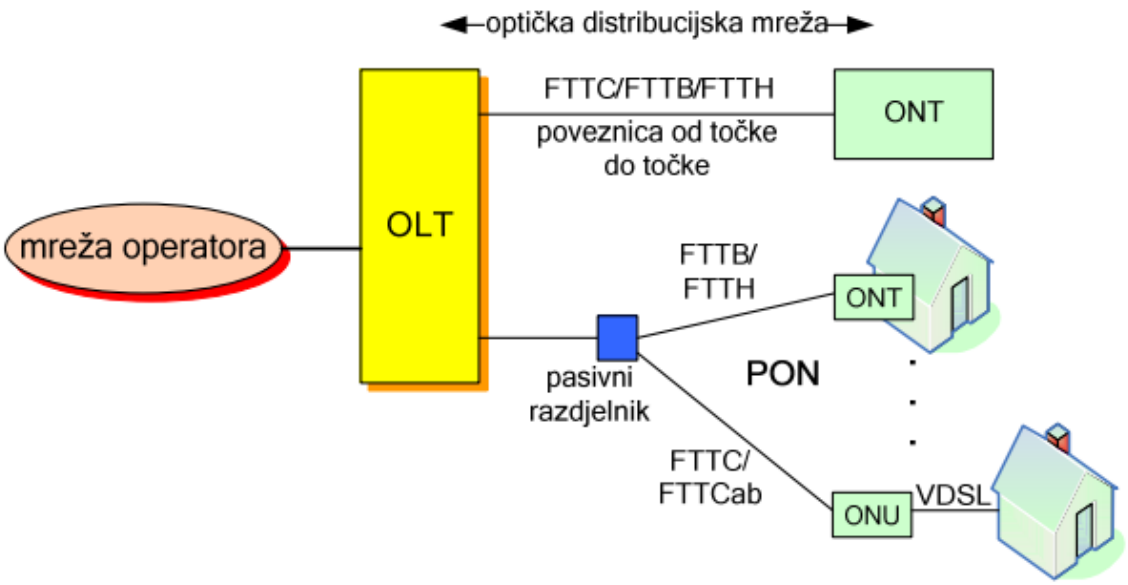
FTTN (nit do kabineta) je arhitektura optičke pristupne mreže u kojoj se širokopojasni signali optičkim vlaknom dovodi do skupine korisnika (maksimano 300) gdje se nalazi ormarić u kojem se provodi optičko-električna pretvorba. Nakon ormarića, signali se distribuiraju do korisnika pojedinačno putem VDSL modema i telefonske parice na udaljenosti od 300 do 1500 metara, [1].

U FTTC (nit do ormarića) arhitekturi, optičko vlakno se dovodi na udaljenost od nekoliko metara do nekoliko stotina metara od korisnika. Kako je promjer pretplatničke skupine manji kod ove tehnologije, svega 100 korisnika je u mogućnosti koristiti ovaj koncept arhitekture.

FTTB (nit do zgrade) inačica je FTTC-a, gdje je optička jedinica smještena u podrumu zgrade, [1].

FTTH (nit do kuće) predstavlja krajnju fazu razvoja sveoptičke pristupne mreže. Ovdje je optičko vlakno u potpunosti istisnulo potrebu za telefonskom paricom. Optičko vlakno dolazi do pojedinih korisnika nakon optičkih razdjelnika koji dijele signal u različitom omjeru, [1].

Slika 8 prikazuje arhitekturu FTTx sustava. Kod FTTH i FTTB arhitekture, optički linijski terminal (*Optical Line Terminal*-OLT) je povezan s pomoću optičkih niti s optičkim mrežnim završetcima (*Optical Network Termination*-ONT) instaliranim u kućama ili zgradama, dok kod FTTC-a i FTTN-s OLT je s pomoću optičkih niti povezan s optičkim mrežnim jedinicama (*Optical Network Unit*-ONU) smještenim u blizini skupine kuća ili zgrada koje su nekom od DSL tehnologija (VDSL ili ADSL) povezane s mrežnim završecima (*Network Termination*-NT) unutar samih kuća ili zgrada. Pristupnu mrežu FTTx tehnologija moguće je provesti poveznicom od točke do točke (svaka izravno povezuje centralu i krajnjem korisnika) ili uz pomoć pasivne optičke mreže (*Passive Optical Network*-PON), [3].



Slika 8: Arhitektura FTTx sustava, [3]

Prednost pasivnih optičkih mreža je u uštedama u izgradnji kabelske infrastrukture pošto PON smanjuje potrebnu količinu optičkih niti pa je tako snaga signala koji se šalju krajnjim korisnicima u omjeru 1:N, pri čemu je N broj krajnjih korisnika vezanih za pasivni optički razdjelnik (*Passive Optical Splitter*). Kod PON-a utemeljenog na vremenskom multipleksiranju (*Time Division Multiplexing*-TDM) podaci prema korisniku se prenose

razašiljanjem (*broadcast*), a od korisnika višestrukim pristupom mediju (*multiple medium access*), odnosno ukupan raspoloživi pojas poveznice koja povezuje OLT s ONU-om dijeli se između krajnjih korisnika. PON-ove je isto tako moguće iskoristiti zajedno s valnim multipleksiranjem (*Wavelength Division Multiplexing*-WDM). Tada je svakom korisniku dodijeljena zasebna valna duljina te je problem višestrukog pristupa zajedničkom mediju jednostavniji, a prijenosne brzine koje je moguće postići po svakom korisniku puno su veće. No, važno je napomenuti da je negativna strana WDM-PON-ova u njihovoj visokoj cijeni u odnosu na tradicionalne PON-ove, [3].

3. DOSTUPNOST USLUGE ŠIROKOPOJASNOG ŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU

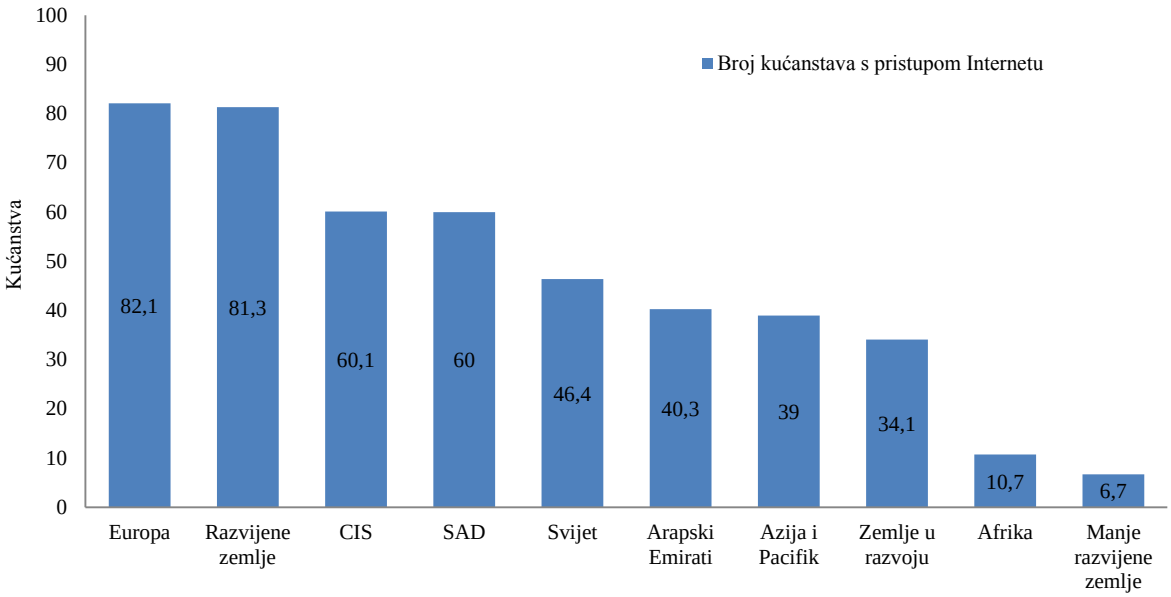
Najnovije širokopojasne usluge (obrazovanje putem Interneta, društveno umrežavanje, televizija visoke kakvoće, rad od kuće i drugo) zahtijevaju odgovarajuće prijenosne kapacitete koji dosežu i više od 20 Mbit/s koje je moguće ostvariti pomoću svjetlovodne pristupne infrastrukture i odgovarajućih bežičnih tehnologija nove generacije, [13].

Osnovna usluga koja se pruža putem širokopojasnih priključaka je brži pristup Internetu koji omogućava korisnicima korištenje čitavog niza aplikacija s raznim namjenama (edukativne, poslovne, informativne i ostale). Posebno se ističu elektronički sustavi i aplikacije na Internetu, koje građanima omogućuju dostupnost i uporabu javnih usluga kao što su e-obrazovanje, e-zdravstvo, e-uprava; te skup aplikacija za poslovanje i trgovinu putem Interneta, kao na primjer e-poslovanje, e-trgovina i e-bankarstvo. Širokopojasni priključak omogućuje pružanje usluga distribucije televizijskog sadržaja te uobičajenu javnu govornu uslugu, [13].

3.1. Analiza dostupnosti širokopojasnog žični pristupa Internetu u svijetu

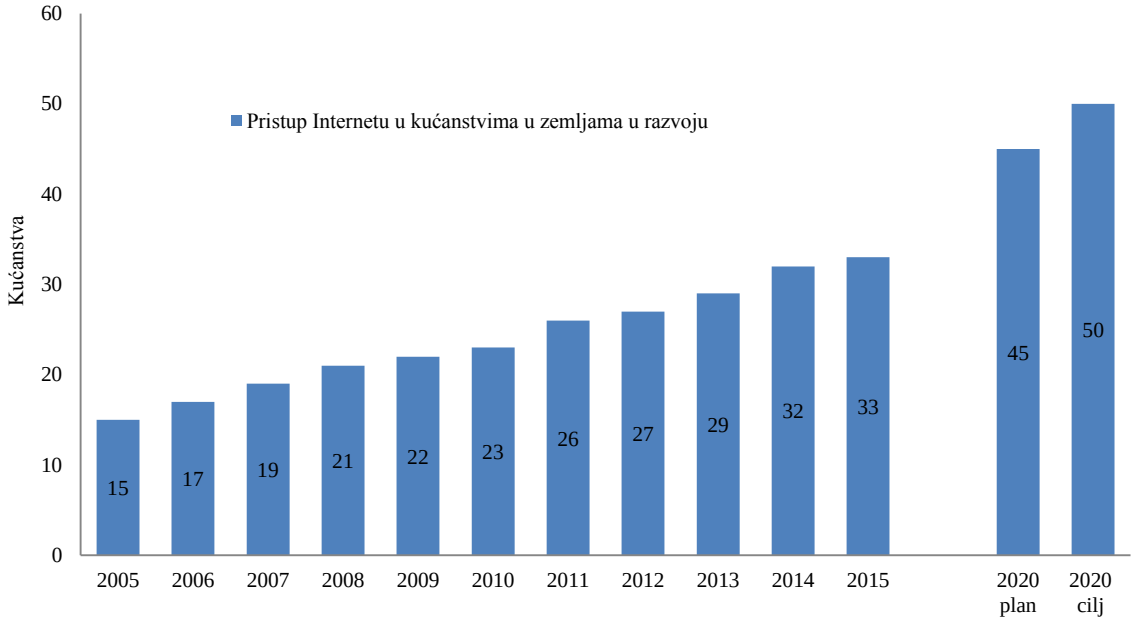
ITU je prije 10 godina na svijetskom samitu za informacijsko društvo (*World Summit on the Information Society*-WSIS) odredio ciljeve kojima će mijeriti, odnosno poticati rast informacijskog društva pa je tako pristup i uporaba informacijsko komunikacijskih tehnologija znatno porasla. Broj internetskih korisnika brzo je porastao te sada iznosi više od 40% svijetske populacije, dok je broj korisnika širokopojasnog žičnog pristupa Internetu procjenjen na 0,8 bilijuna ljudi, [14].

Razina pristupa Internetu u domaćinstvima (grafikon 1) je mnogo veća u razvijenim zemljama nego u zemljama u razvoju, a mnogo veća u zemljama u razvoju nego u manje razvijenim zemljama i Africi. Europa je vodeća sa 82,1%, a najnižu razinu pristupa Internetu imaju Afrika sa 10,7% i manje razvijene zemlje sa 6,7%, [14].



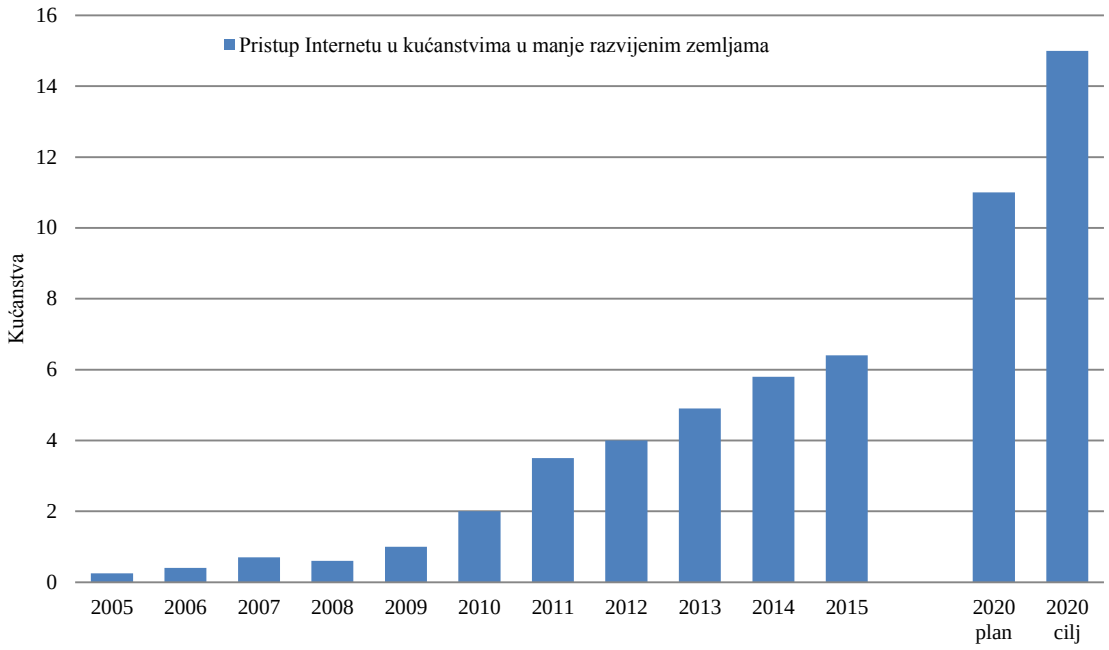
Grafikon 1: Pristup Internetu u kućanstvima, po regiji i statusu razvoja
Izvor: [14]

Grafikon 2 prikazuje trend broja kućanstava koji imaju pristup Interentu u odnosu na 100 kućanstava kod zemalja u razvoju, za razdoblje od 2005.-2015. godine. Godišnja stopa rasta (*Compound Annual Growth Rate*-CAGR) između 2005. i 2015. godine bila je 15,4%, a 15,7% u razdoblju između 2010. i 2015. godine. ITU procjenjuje da će 45% kućanstava u zemljama u razvoju imati pristup Internetu do 2020. godine.



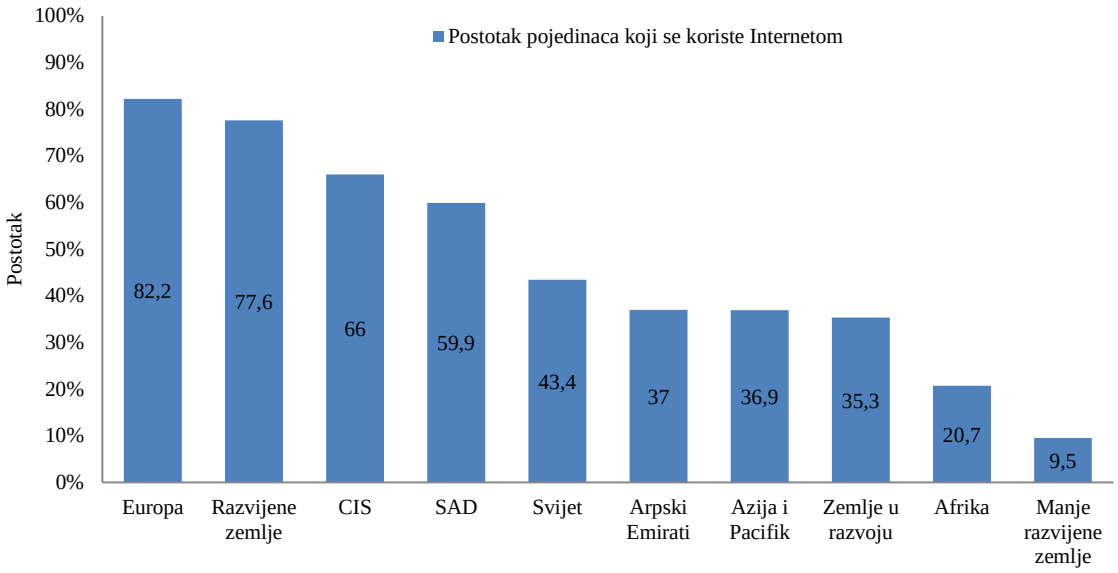
Grafikon 2: Pristup Internetu u domaćinstvima u zemljama u razvoju od 2005. do 2015. godine
Izvor: [14]

Trend broja kućanstava koji imaju pristup Internetu u odnosu na 100 kućanstava kod manje razvijenih zemalja prikazan je na grafikonu 3. CAGR u ovom slučaju iznosi 33,9% u razdoblju od 2005. do 2015. godine, a 25,6% u razdoblju između 2010. i 2015. godine što je znatno više od zemalja u razvoju. ITU procjenjuje da će 11% kućanstava u manje razvijenim zemljama imati pristup Internetu do 2020. godine, [14].



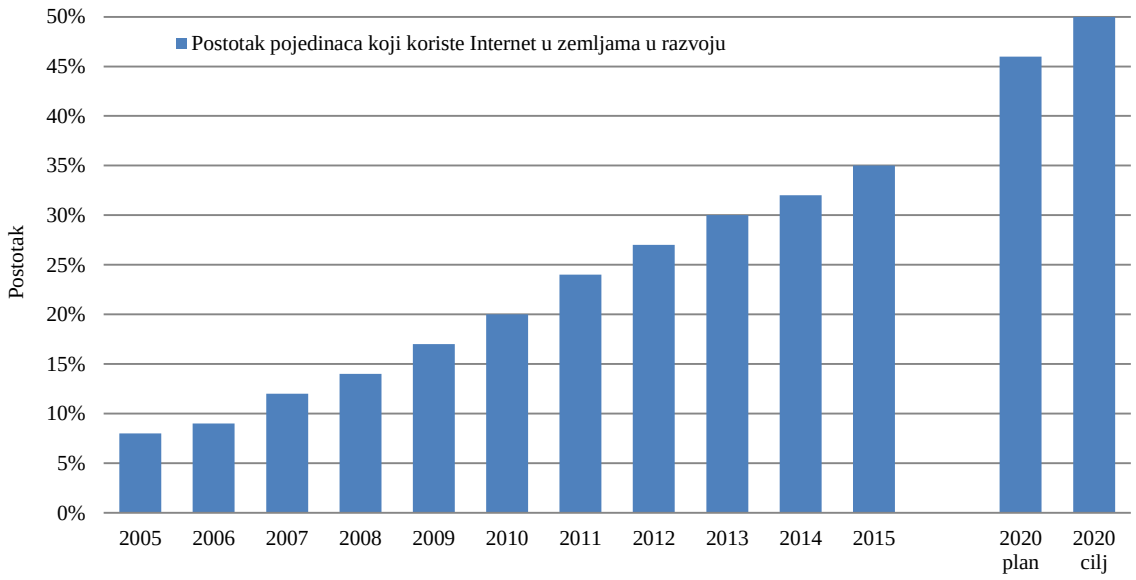
Grafikon 3: Pristup Internetu u domaćinstvima u manje razvijenim zemljama od 2005. do 2015. godine
Izvor: [14]

Kao i kod pristupa u domaćinstvima, postoje značajne razlike između rezultata za različite regije i kategorije razvoja za taj pokazatelj. Grafikon 4 pokazuje da, kao i kod pristupa u kućanstvima, razina korištenja Interneta je mnogo veća u razvijenim zemljama nego u zemljama u razvoju, a mnogo veća u zemljama u razvoju u ukupnom poretku u odnosu na manje razvijene zemlje, [14].



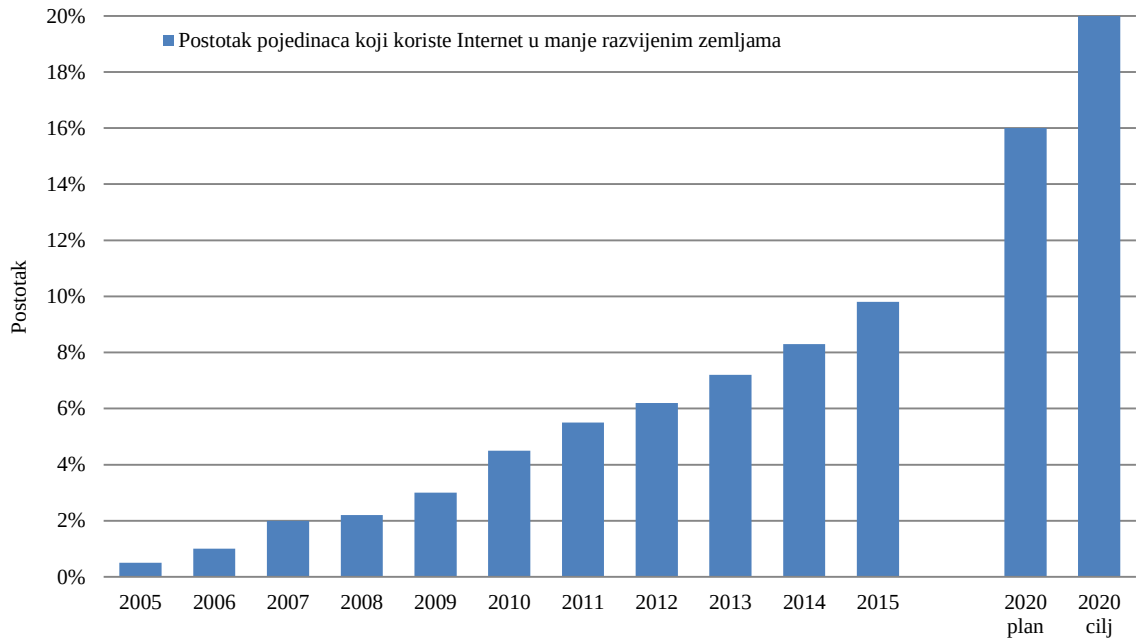
Grafikon 4: Postotak pojedinaca koji se koriti Internetom, po regiji i statusu razvoja, 2015 godina
Izvor: [14]

Grafikon 5 daje prikaz trenda korištenja Interneta u zemljama u razvoju za razdoblje od 2005. i 2015. godine. Ovaj pokazatelj je zabilježio CAGR od 16,4% za zemlje u razvoju. ITU procjenjuje da će 46% pojedinaca u zemljama u razvoju (uključujući i manje razvijene zemlje) koristiti Internet do 2020. godine, što je 4% manje od predviđenoga. Kao i kod pristupa u domaćinstvima moguće je da drugi čimbenici, kao što su regulatorne promjene, ulaganja uključujući i nova javno-privatna partnerstva, te daljnji tehnološki razvoj, mogu imati pozitivan utjecaj koji će pomoći pri bržem postizanju cilja, [14].



Grafikon 5: Postotak pojedinaca koji koriste Internet u zamljama u razvoju od 2005. do 2015. godine
Izvor: [14]

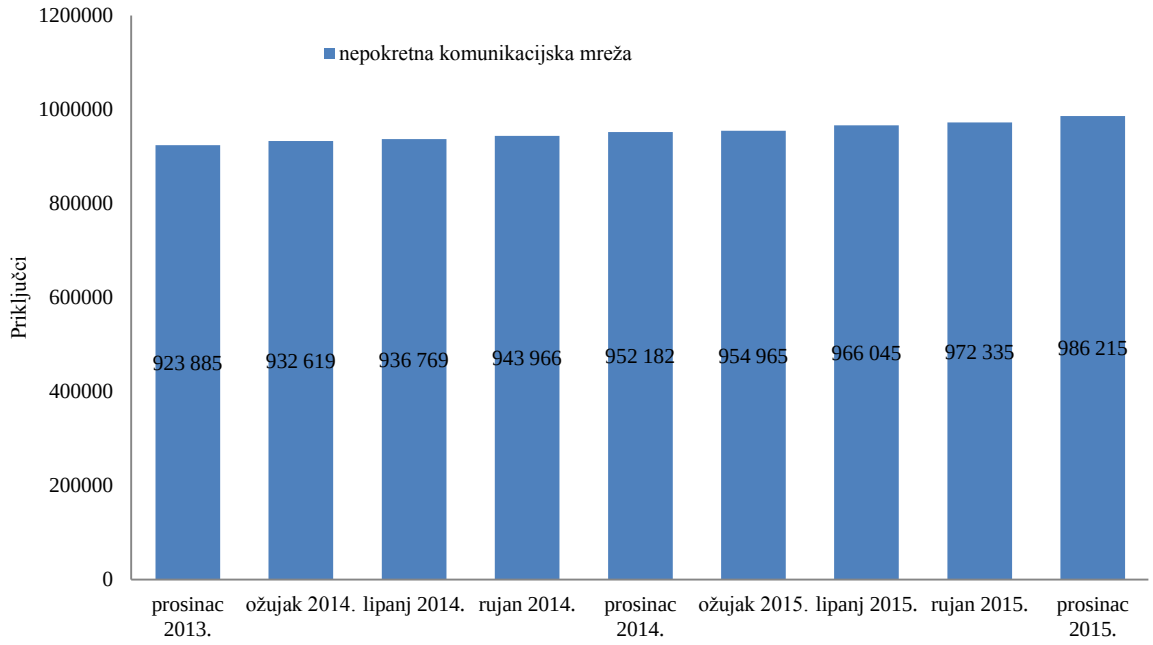
Grafikon 6 prikazuje usporedive podatke korištenja Interneta u manje razvijenim zemljama. CAGR je u ovom slučaju 28,4% u razdoblju od 2005. do 2015. godine. ITU procjenjuje da će 16% pojedinaca u manje razvijenim zemljama koristiti Internet do 2020. godine.



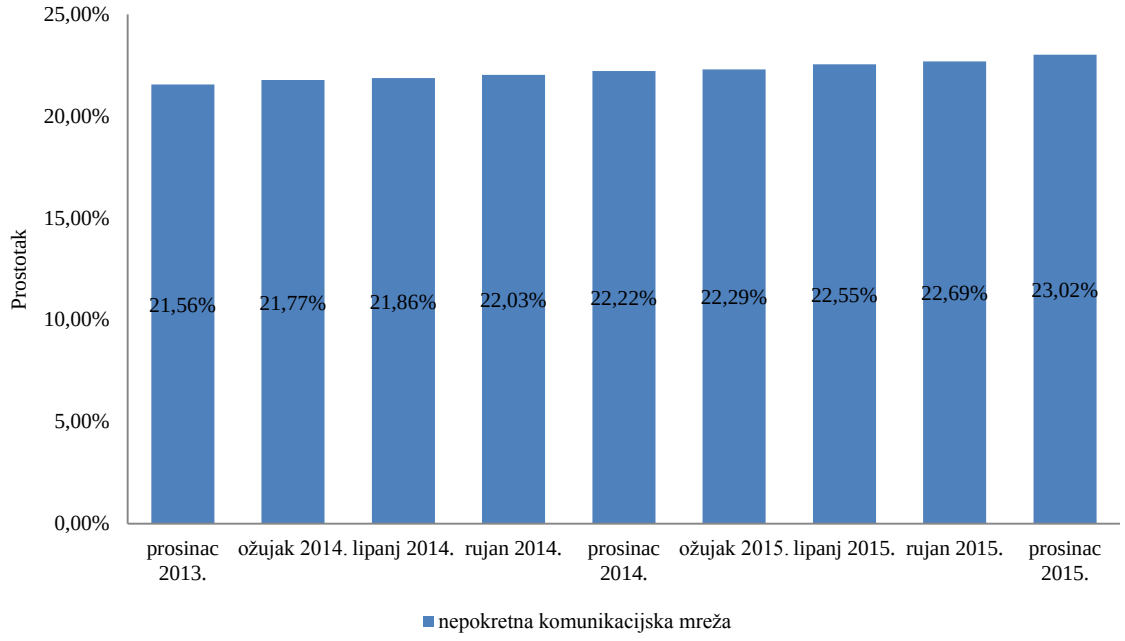
Grafikon 6: Postotak pojedinaca koji koriste Internet u manje razvijenim zemljama
Izvor: [14]

3.2. Analiza dostupnosti širokopojasnog žičnog pristupa Internetu u RH

Prema podacima koje Hrvatska regulativna agencija za mrežne djelatnosti (HAKOM) redovito prikuplja na tromjesečnoj razini broj priključaka širokopojasnog pristupa Internetu (grafikon 7) putem nepokretne mreže na kraju 2015. godine iznosio je 986 215, što daje prosječnu gustoću širokopojasnih priključaka (grafikon 8) od 23,02 %, što u postocima i ne daje tako veliku razliku na prethodno tromjesečje, [15].



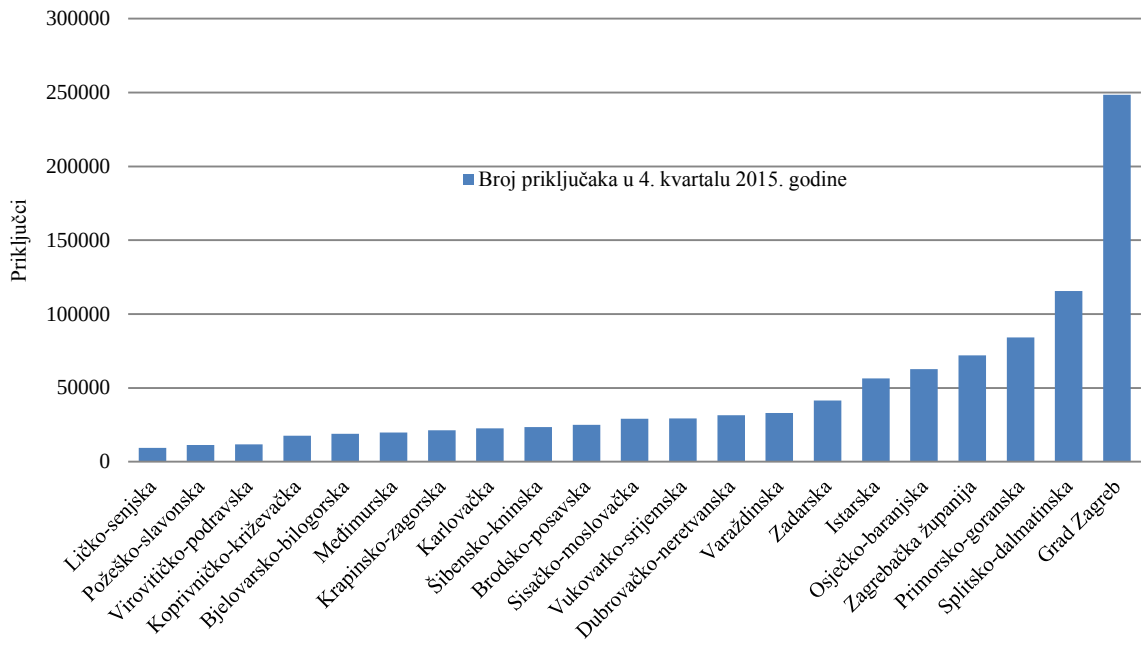
Grafikon 7: Broj priključaka u nepokretnoj mreži
Izvor: [15]



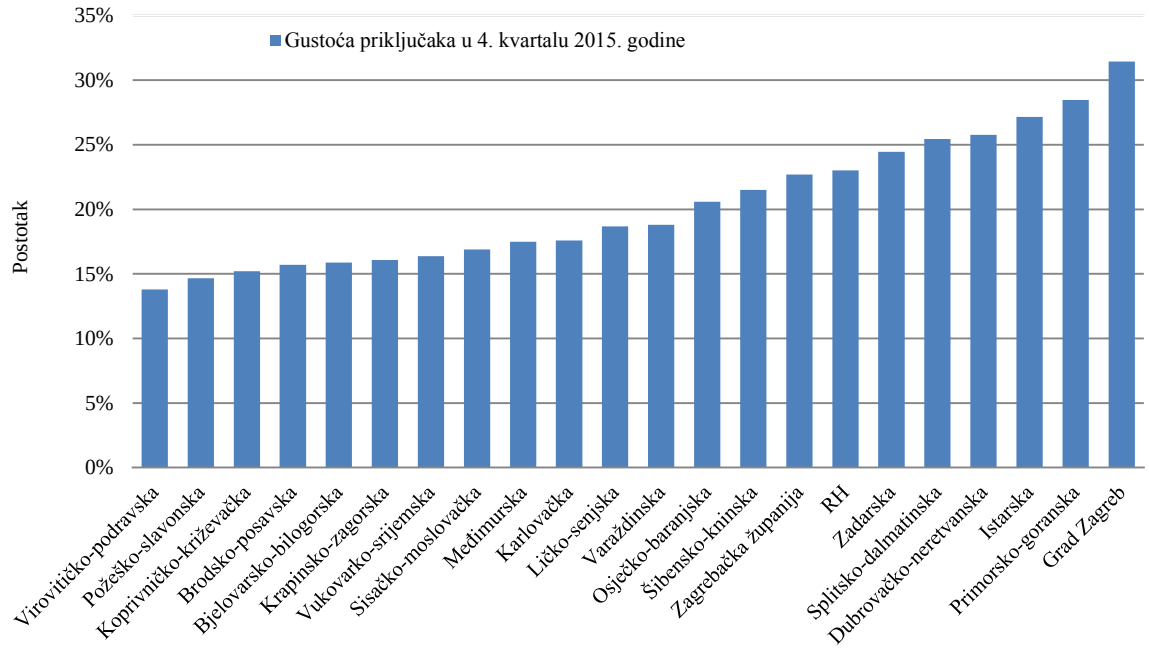
Grafikon 8: Gustoća priključaka u nepokretnoj mreži
Izvor: [15]

U RH je prisutna značajna regionalna neravnomjernost u broju i gustoći priključaka širokopojasnog pristupa Internetu u nepokretnoj komunikacijskoj mreži. Kao što je prikazano na grafikonu 9 najveći broj širokopojasnih priključaka ima grad Zagreb, njih čak 248 422, dok je najmanji broj zabilježen u Ličko-senjskoj županiji (9 509 priključaka). S obzirom na to

da grad Zagreb ima najveći broj širokopojasnih priključaka, gustoća širokopojasnih priključaka (grafikon 10) je neznatno veća od gustoće priključaka u Primorsko-goranskoj županiji koja ima samo 3% manju gustoću priključaka, [15],[16].



Grafikon 9: Broj priključaka po županijama RH
Izvor: [15]

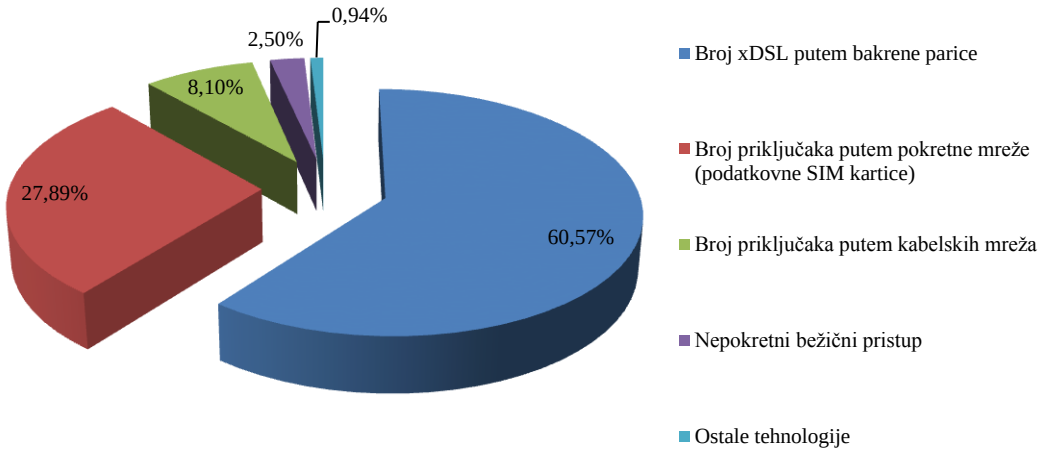


Grafikon 10: Gustoća priključaka po županijema RH
Izvor: [15]

Analiza trenutačne tehnološke zastupljenosti pokazuje dominaciju jedne vrste pristupa vezane uz postojeću komunikacijsku mrežu bakrenih barica, koja zadovoljava trenutačne mogućnosti, ali ne omogućuje značajniji kvalitativni iskorak u dostupnosti širokopojasnog Interneta i pristupnim brzinama, [12].

Prema podacima koji su prikupljeni upitnicima i prezentirani u [16] , krajnji korisnici u RH uslugu širokopojasnog pristupa Internetu koriste na sljedeće načine:

- xDSL pristup putem bakrene parice
- pristup putem pokretne mreže
- pristup putem kabelskih mreža
- nepokretni bežični pristup
- pristup putem iznajmljenih vodova (različito od xDSL-a pristupa putem bakrene parice, nepokretnog bežičnog pristupa te pristupa putem svjetlovodnih kabela)
- pristup putem svjetlovodne niti
- pristup putem satelitskih veza.



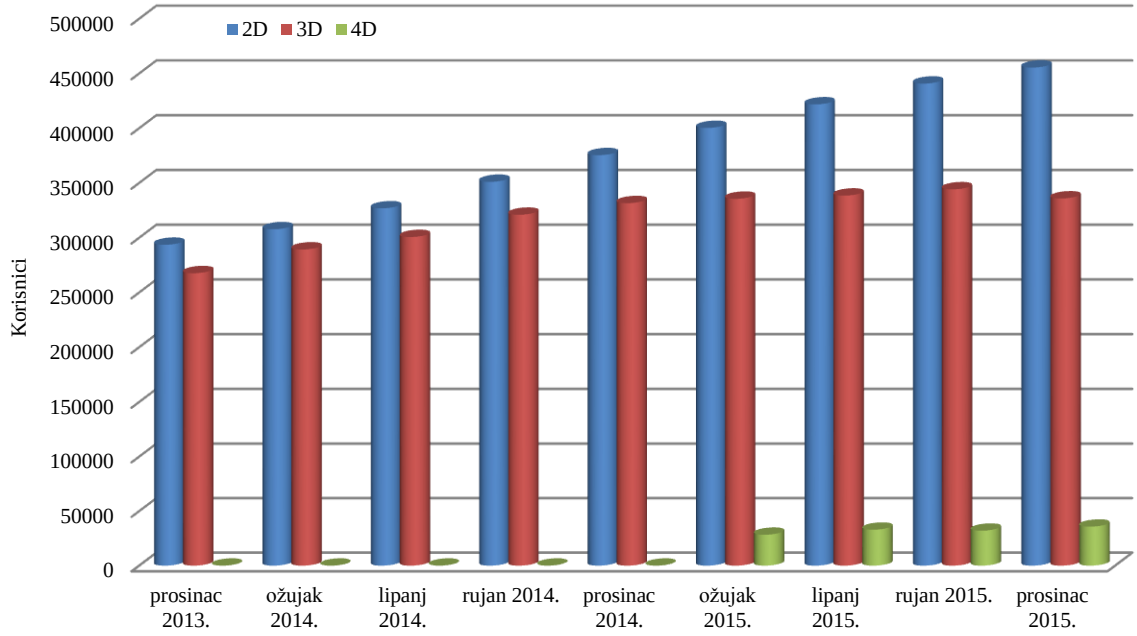
Slika 9: Krajnji korisnici usluge širokopojasnog pristupa Internetu prema načinu pristupa
Izvor: [16]

Prema podacima koji su u prvoj polovici 2014. godine dostavljeni (slika 9), xDSL pristup putem bakrene parice je ostao najzastupljeniji način širokopojasnog pristupa Internetu s

udjelom od 60,57%, a tu su i: pristup putem pokretnih mreža s udjelom od 27,89%, širokopojasni pristup Internetu putem kabelskih mreža s udjelom od 8,10% te nepokretni bežični pristup s udjelom od 2,50%, dok ostale tehnologije imaju udio od tek 0,94%. Većina xDSL pristupa odnosi se na ADSL pristup, dok je VDSL slabije zastupljen iako je u stalnom rastu, [16].

Hrvatski telekom (HT), koji je bivši monopolist i vlasnik javne elektroničke komunikacijske mreže s daleko najvećim brojem aktivnih bakrenih parica, ima u svome vlasništvu najveći broj bakrenih parica u RH. Zemljopisna dostupnost odnosno raširenost tih bakrenih parica je vrlo široka zato što je HT kao operator univerzalnih usluga obvezan svim korisnicima ponuditi pristup svojoj mreži, [16].

Također se može primijeniti i trend korištenja paketa usluga (grafikon 11) koji, osim pristupa širokopojasnom Internetu, obuhvaća i javno dostupnu telefonsku uslugu u nepokretnoj i pokretnoj mreži, te uslugu televizije preko Internetskog protokola (*Internet protocol television*-IPTV), [15]. 2D paket usluga opisuje korisnike koji imaju dvije elektroničke komunikacijske usluge zajedno (javno dostupnu telefonsku uslugu u nepokretnoj mreži, širokopojasni pristup Internetu, teviziju ili javno dostupnu telefonsku uslugu u pokretnoj mreži), 3D paket usluga pruža krajnjim korisnicima tri elektroničke komunikacijske usluge zajedno (javno dostupna telefonska usluga, širokopojasni pristup Internetu i televiziju), dok 4D paket usluga opisuje korisnike koji koriste četiri elektroničke komunikacijske usluge zajedno (javno dostupnu telefonsku uslugu u nepokretnoj mreži, širokopojasni pristup Internetu, televiziju i javno dostupnu telefonsku uslugu u pokretnoj mreži), [17].



Grafikon 11: Broj korisnika paketa usluga
Izvor: [15]

4. KOMPARACIJA TEHNOLOGIJA PO PRISTUPNOJ BRZINI

4.1. Pristupne brzine xDSL tehnologija i ISDN tehnologije

ADSL pristup putem bakrene parice omogućuje prijenos podataka većom brzinom u smjeru prema korisniku i manjom prema ponuditelju usluge, te je primjeren za prijenos podataka velikim brzinama, pri čemu prijenosna brzina ovisi o dužini i tipu parice. xDSL tehnologija na maloprodajnoj razini je primjerena za upotrebu Interneta i multimedijskih usluga koje zahtijevaju veću širinu pojasa prema korisniku i manju u suprotnom smjeru. U vrijeme kada se na tržištu pojavio DSL, pristupnoj jezgrenoj mreži se moglo pristupiti POTS kanalima s pomoću modema prijenosnim brzinama 33600 bit/s ili najviše 56 kbit/s. Također se pristupalo osnovnim i primarnim pristupom ISDN-a, mrežom kabelske televizije s pomoć kabelskih modema, te prijenosnim E1-sustavima, [3]. Tablica 2 prikazuje usporedbu DSL tehnologija s obzirom na maksimalne brzine u oba smjera (od i prema mreži) i maksimalni domet.

Tablica 2: Usporedba DSL tehnologija

xDSL	Standard?	Maksimalna dolazna brzina	Maksimalna odlazna brzina	Maksimalni domet	Regeneracija signala?
ISDN	Da	128 kbit/s	128 kbit/s	5486 m	Ne
IDSL	Da	144 kbit/s	144 kbit/s	5486 m	Ne
HDSL	Ne	2,320 Mbit/s	2,320 Mbit/s	3658 m	Da
HDSL2	Da	1,544 Mbit/s	1,544 Mbit/s	3658 m	Da
SDSL	Ne	2,320 Mbit/s	2,320 Mbit/s	5486 m	Ne
SHDSL	Da	2,320 Mbit/s	2,320 Mbit/s	5486 m	Da
ADSL	Da	8 Mbit/s	640 kbit/s	5486 m	Da
ADSL2	Da	12 Mbit/s	1 Mbit/s	5686 m	-
ADSL2+	Da	25 Mbit/s	1 Mbit/s	5486 m	-
G. Lite	Da	1,5 Mbit/s	512 kbit/s	5486 m	Da
VDSL	Ne	56 Mbit/s	13 Mbit/s	1372 m	Planirano
VDSL 2	Da	100 Mbit/s	100 Mbit/s	3000 m	-

Izvor: [1], [3]

4.2. Pristupne brzine kabelskih mreža i optičkih niti

Pristup putem kabelskih mreža je širokopojasni pristup Internetu koji korisniku omogućava povezivanje upotrebljavajući koaksijalni kabel kojim se ujednorazašilje i signal

kabelske televizije. Iako je prvotna namjena kabelske mreže bila pružanje televizijskog sadržaja, danas sve više kabelskih operatora, pomoću određenih tehničkih preinaka na mreži, može svojim krajnjim korisnicima pružati javno dostupno telefonsku uslugu i prijenos podataka. Širokopojasni pristup Internetu putem kabelskih mreža može se, osim samostalno, pružati i u kombinaciji s javno dostupnom telefonskom uslugom. HAKOM je u ovom slučaju zauzeo isti stav kao i kod ADSL pristupa putem bakrene parice. Širokopojasni pristup Internetu putem kabelskih mreža osigurava prijenos podataka s približno jednakim brzinama kao i xDSL pristup putem bakrene parice. Tako na primjer usluga maloprodaje širokopojasnog pristupa Internetu putem kabelskih operatora korisnicima u RH omogućuje pristupne brzine do 10 Mbit/s, uz mogućnost povećanja iste do 120 Mbit/s, dok usluga maloprodaje širokopojasnog pristupa Internetu putem xDSL-a omogućuje pristupne brzine od 2 Mbit/s do 50 Mbit/s, [16].

Usluge širokopojasnog pristupa Internetu velikih brzina putem FTTH mreže (detaljnije objašnjeno u poglavlju 2.7) omogućuju značajno brži pristup Internetu u odnosu na prevladavajući ADSL i manjim dijelom kabelski pristup. Takva usluga putem FTTH mreže nudi i simetričnost pristupnih brzina u silaznom i uzlaznom smjeru. FTTH poslužuje samo jednog korisnika te koristi PON vrstu mreža, prenoseći na taj način signal od centrale do višestrukih korisnika uz pomoć 1:32 optičkog razdjelnika koji se nalazi u "pasivnom" kabinetu, te nakon toga on ide sve do mrežnog sučelja koje se nalazi izvan kuće. PON standardi su u početku karakterizirali FTTH sustave sa *downsteam* brzinama podataka od 622 Mbit/s i *upstream* brzinama od 155 Mbit/s koristeći asinkroni način prijenosa. Kasnije je ATM pristup proširio na 2,5 Gbit/s *downstream* i 622Mbit/s *upstream.* Danas je jasno da je za FTTH sustave korisnička propusnost od 100 Mbit/s razumna i da bi se ona vrlo vjerojatno mogla pomaknuti do gigabitskih vrijednosti uvođenjem statističkog multipleksiranja koji bi bio nerazdvojivi dio *ethernet* protokola, [16].

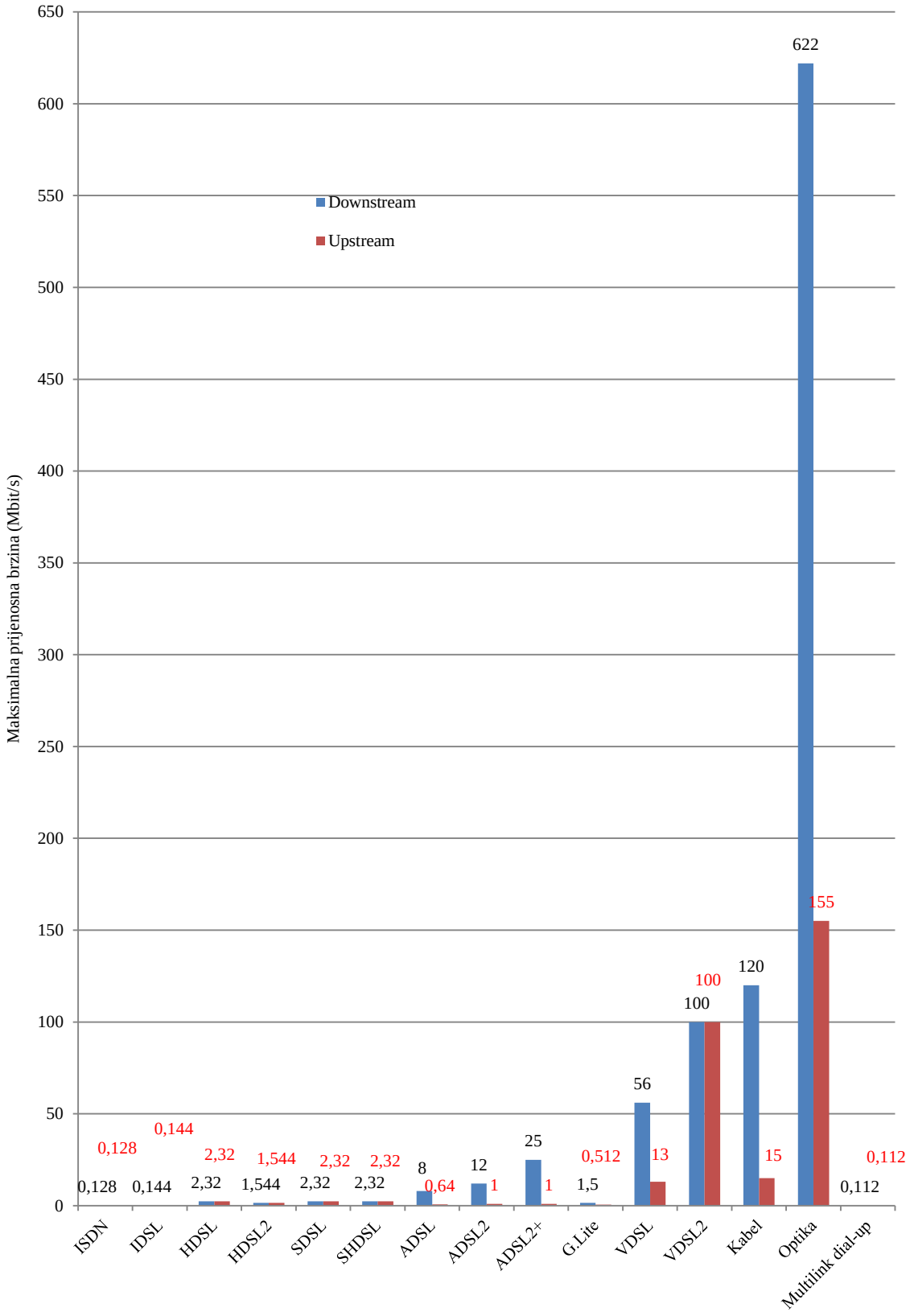
4.3. Pristupne brzine iznajmljenih vodova, *mutilink dial-up-a* i DSL prstena

Usluga iznajmljenog voda podrazumijeva iste brzine dolaznog i odlaznog prijenosnog kapaciteta, odnosno simetričnost prijenosa podataka, što se funkcionalno razlikuje od usluge ADSL pristupa putem bakrene parice koja omogućava asimetričan prijenos podataka, odnosno različite brzine u dolaznom i odlaznom smjeru. Usluga pristupa Internetu putem iznajmljenih vodova, s obzirom na funkcionalne i cjenovne karakteristike, ne predstavlja odgovarajuću zamjensku usluga ADSL pristupa putem bakrene parice, [16]. Brzine HT-ovih

tradicionalnih digitalnih vodova u RH moguće je zakupiti po brzinama: 64 kbit/s, 2 Mbit/s, 34 Mbit/s, 155 Mbit/s i 622 Mbit/s; *ethernet* vodove od 512 kbit/s do 10 Gbit/s, te xWDM vodove od 1 Gbit/s do 40 Gbit/s, [18].

Za *multilink diap-up* uslugu, opisanu u poglavlju 2.1., potrebna su barem dva modema, dvije telefonske linije i *dial-up* račun pa je tako pristupna brzina 112 kbit/s, a za tri modema, tri pretplatničke linije i tri *dial-up* računa 168 kbit/s, [4].

DSL prsten je baziran na VDSL2 tehnologiji koja u većini slučajeva povezuje DP sa krajnjim korisnikom na udaljenosti manjoj od 250 metara pa tako pruža pristupnu brzinu od 200 Mbit/s (kombinacija *downstream*-a i *upstream*-a), [11]. Grafikon 12 prikazuje sve opisane vrste tehnologija te njihove brzine u *downstream*-u i *upstream*-u.



Grafikon 12: Tehnologije i njihove maksimalne podatkovne brzine
Izvor: [1], [3], [16]

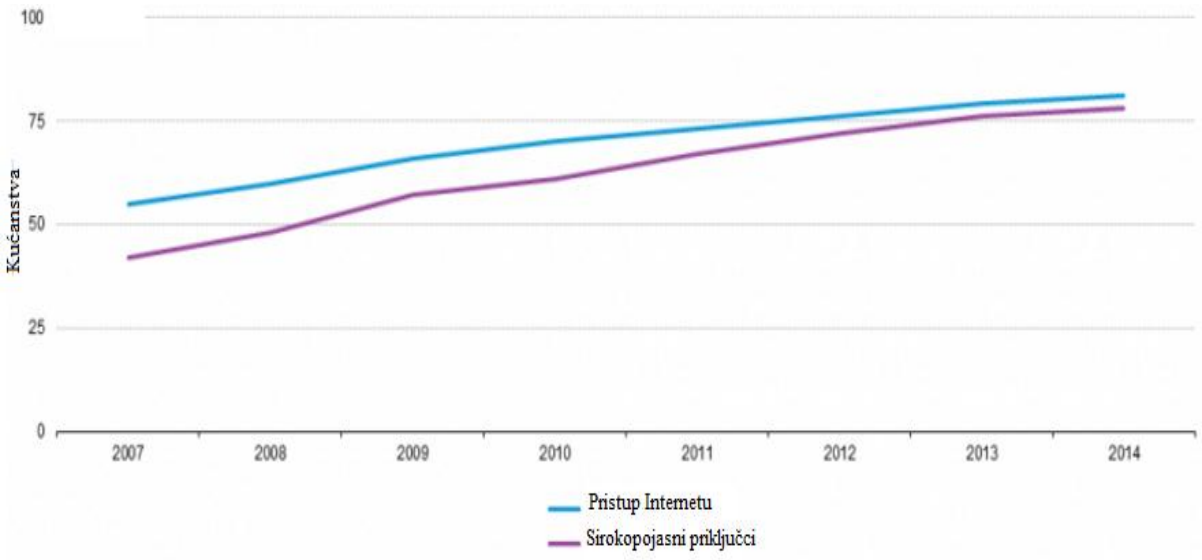
5. STATISTIČKA ANALIZA PORASTA BROJA KORISNIKA

Informacijske i komunikacijske tehnologije utječu na svakodnevni život pojedinca na razne načine, na poslu i u kući, na primjer kada se radi o internetskoj komunikaciji ili kupovini. Politikama EU-e obuhvaćeno je sve od uređenja cjelokupnih područja kao što je e-trgovina do nastojanja da se zaštiti privatnost pojedinca, [19]. U nastavku su korišteni podaci zaključno s 2014. godinom s obzirom na to da za 2015. nisu dostupni svi podaci.. Planirano ažuriranje postojećih podatka za 2015. godinu je rujan 2016.

5.1. Pristup Internetu

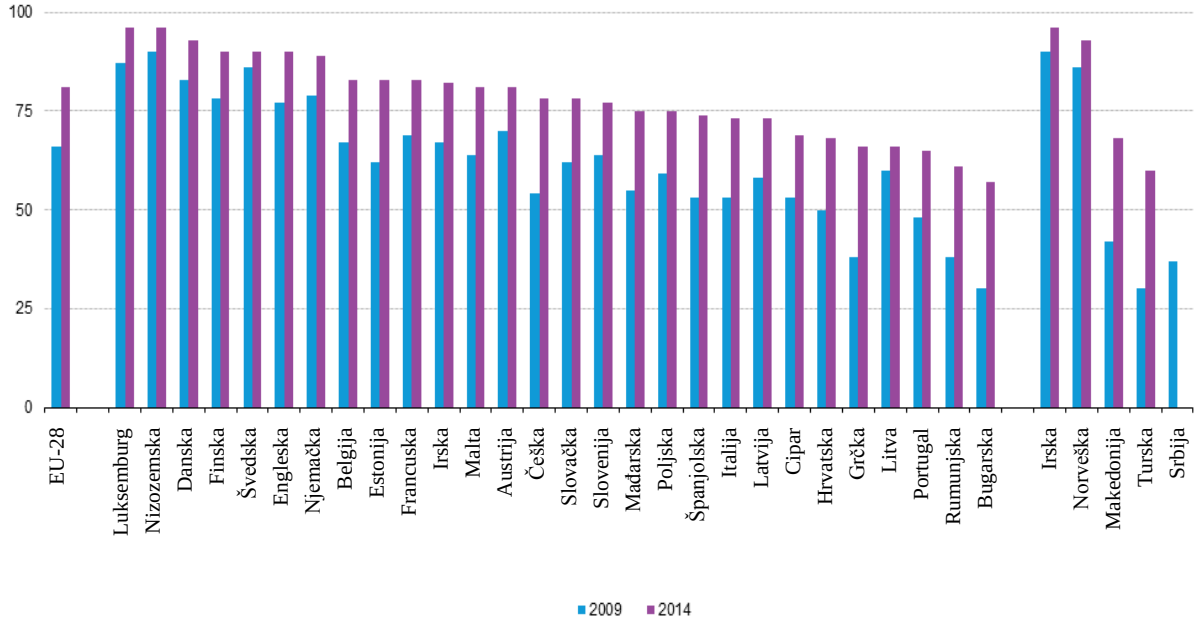
Informacijske i komunikacijske tehnologije postale su vrlo dostupne stanovništvu, sa aspekta pristupa i sa aspekta cijene. Granica je pronađena 2007. godine kada je većina od 55% kućanstava u skupini država EU-28 imala pristup Internetu. Rast tog udjela se povećao u 2014. godini i dostigao je 81%, odnosno 2 postotna boda više nego u 2013. godini, [19].

Široko raširen i cjenovno pristupačan širokopojasni pristup Internetu jedan je od glavnih načina kako bi se promicalo društvena znanja i informirala javnosti. Širokopojasni pristup bio je najčešći oblik pristupa Internetu u svim državama članicama EU, a njime se koristilo 78% kućanstava u skupini država EU-28 tijekom 2014. godine, to jest 36% više u odnosu na 2007. kao što je prikazano na grafikonu 13, [19].



Grafikon 13: Pristup Internetu i širokopojasni pristup Internetu u kućanstvima za EU-28
Izvor: [19]

Najveći postotak, čak 96%, kućanstava s pristupom Internetu zabilježen je 2014. godine u Luksemburgu i Nizozemskoj, dok je u Danskoj, Finskoj, Švedskoj i Ujedinjenom kraljevstvu zabilježeno barem 9 od 10 kućanstava imalo pristup Internetu 2014. godine (grafikon 14). Država članica EU s najnižim udjelom kućanstava s pristupom Internetu je Bugarska sa 57%, no između 2009. i 2014. godine broj kućanstava s pristupom Internetu u Bugarskoj je naglo porastao za 27%. Među državama članicama, to povećavanje je premašila samo Grčka sa 28%, dok je Turska imala prednost za 2%. Češka, Rumunjska, Estonija, Španjolska, Mađarska i Italija su isto tko zabilježile povećanje od 20% ili više u istom vremenskom razdoblju. U nekoliko država članica (Švedska i Nizozemska) je zabilježen relativno mali rast, iako je Litva zabilježila najniže povećanje od 6% unatoč relativno niskom udjelu pristupa Internetu u 2014. godine koji doseže 66%, [19].



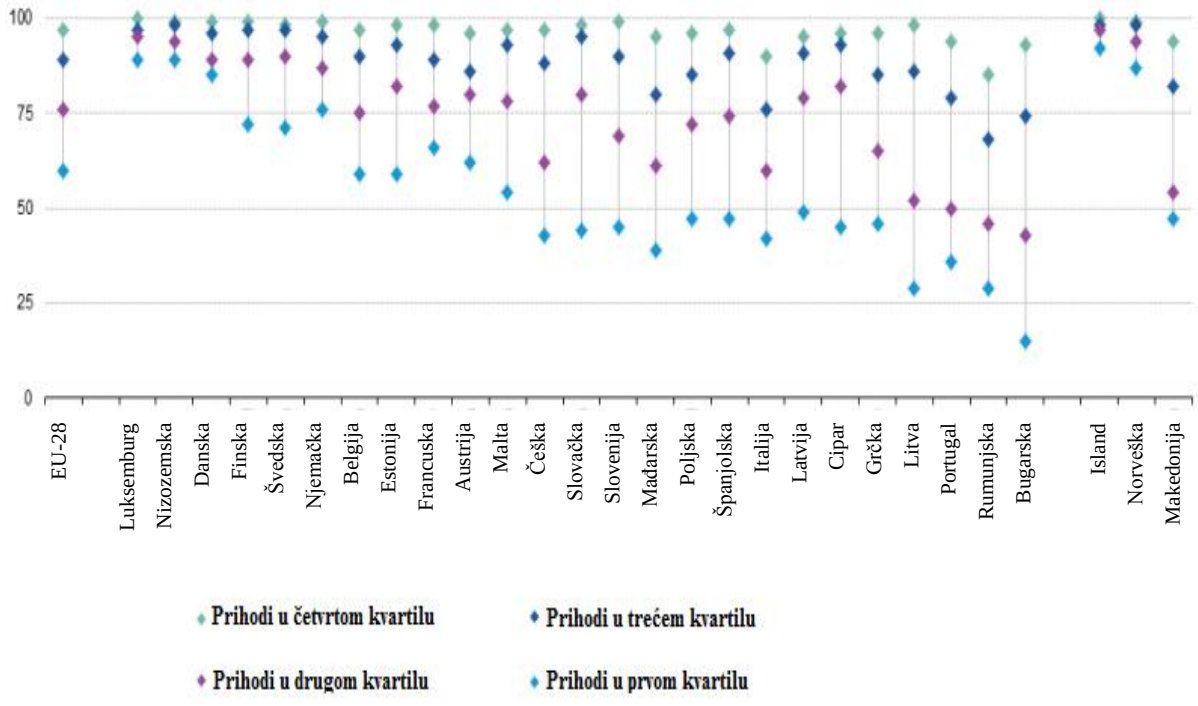
Grafikon 14: Pristup Internetu u kućanstvima, 2009. i 2014. godine
Izvor: [19]

Grafikon 15 prikazuje kako razina prihoda može utjecati na razinu pristupa Internetu u kućanstvima. Za skupinu država EU-28 udio kućanstava s pristupom Internetu u 2014. godini se kretao od 60% među kućanstvima u prvom kvartilu prihoda (25% kućanstava s najnižim prihodima) te se povećao u drugom i trećem kvartilu prihoda sve do 97% među kućanstvima u četvrtom kvartilu prihoda (25% kućanstava sa najvišim prihodima), [19].

Svaka država članica EU-a je pokazala isti osnovni uzorak, to jest udio pristupa Internetu najniži je u kućanstvima koja se nalaze u prvom kvartilu prihoda te se postepeno u svakom

kvartilu povećava do vrhunca u kućanstvima u četvrtom kvartilu prihoda. Države članice su s visokom ukupnom stopom pristupa Internetu, kao na primjer Nizozemska i Luksemburg, prijavile relativno male razlike u pristupu Internetu među kvartilima prihoda. Veće razlike su zabilježene među onim državama članicama koje su imale nižu ukupnu razinu pristupa Internetu, a većina se radi o južnim i istočnim državama članicama EU-a i baltičkim državama članicama, [19].

Među kućanstvima u četvrtom kvartilu prihoda, razlike između država članica u odnosu na udio kućanstava s pristupom Internetu bile su relativno male: od 93% u Bugarskoj do 100% u Luksenburgu, a samo su Italija sa 90% (podatak iz 2013. godine) i Rumunjska sa 85% bile ispod tog raspona. Među kućanstvima u prvom kvartilu prihoda, razlike među državama članica u odnosu na udio kućanstava s pristupom Internetu bile su puno veće. Najveći udio su imale Luksemburg i Nizozemska sa 89%, pa zatim Rumunjska sa 29%, te Bugarska koja se sa 15% nalazila ispod tog raspona, [19].

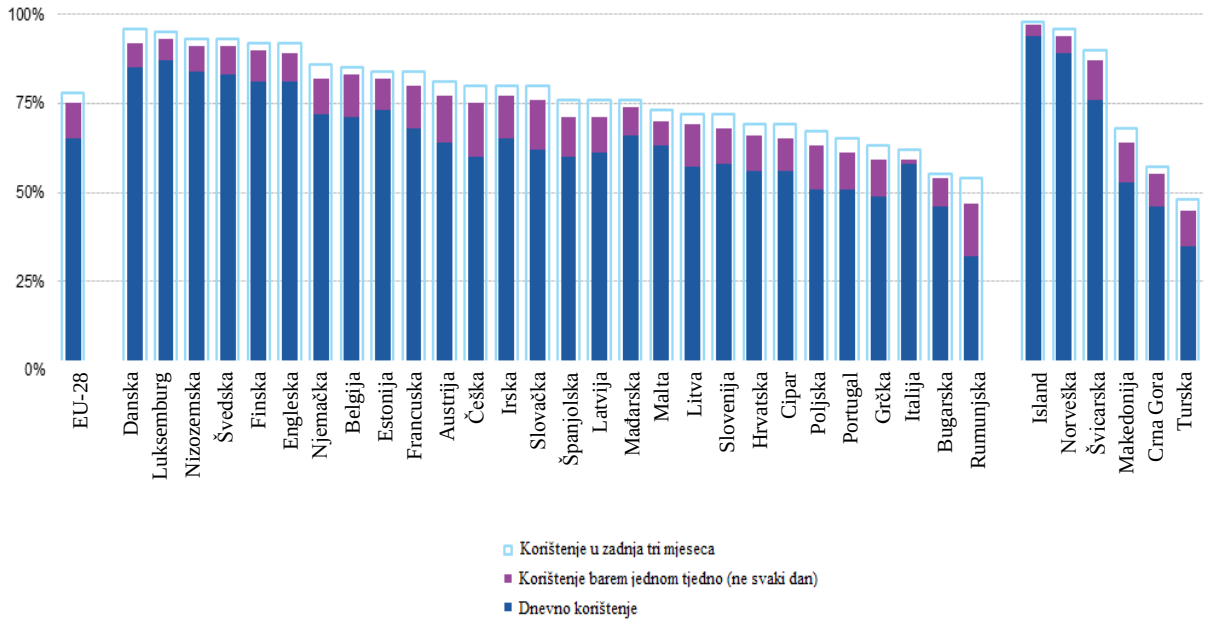


Grafikon 15: Pristup Internetu u kućanstvima prema kvartilu prihoda
Izvor: [19]

5.2. Korištenje Internetom

Od početka 2014. godine 78% (nešto više od tri četvrtine) svih pojedinaca u skupini država EU-28 u dobi od 16 do 74 godine koristilo se Internetom barem jednom u tri mjeseca prije nego što je anketa provedena. U Danskoj, Luksemburgu, Nizozemskoj, Finskoj, Švedskoj i Ujedinjenom kraljevstvu 9 od 10 stanovnika koristilo se Internetom. S druge strane, u Portugalu, Grčkoj, Italiji, Bugarskoj i Rumunjskoj Internetom se koristilo manje od dvije trećine svih stanovnika u dobnoj skupini od 16 do 74 godine, [19]. U 2014. godini 18% stanovnika skupine država EU-28 nije se nikad koristio Internetom, što je 2% manje u odnosu na prethodnu godinu te 30% manje na 2009 godinu. Jedan od ciljeva digitalne agende je bio da do 2015. godine ne smije biti više od 15% stanovnika skupine država EU-28 koji se nikad nisu koristili Internetom, [19].

Gotovo dvije trećine, odnosno 65% pojedinaca je pristupalo svakodnevno Internetu tijekom 2014. godine što je vidljivo iz grafikona 16, a dodatnih 10% koristio se njime najmanje jednom tjedno ako ne svaki dan. Prema tome, 75% pojedinaca su bili redoviti korisnici Interneta te su ga koristili najmanje jednom tjedno, što je razina korištenja kojom se godinu dana prije roka-zadovoljava cilj digitalne agende od 75% koje je utvrđen za 2015. godinu. U EU se udio svakodnevnih korisnika Interneta kretao u rasponu od 45 do 95% ; vodeći je bio Island sa 97%, zatim slijede Norveška sa 95%, Luksemburg sa 93%, Nizozemska sa 91%, Slovačka, Irska i Češka sa 76% i naposljetku Turska sa 45%, [19].



Grafikon 16: Učestalost korištenja Internetom (% pojedinaca u dobi od 16 do 67 godina)
Izvor: [19]

6. RANGIRANJE NAČINA PRISTUPA INTERNETU PREMA CIJENI

Visok je stupanj integracije informacijsko komunikacijskih tehnologija u poslovanju: 90% poduzeća upotrebljava računala, 90% poduzeća ima pristup Internetu, a 71% poduzeća posjeduje Internetsku stranicu. Prevladava uporaba širokopojasnog pristupa Internetu: 87% poduzeća koristi neki oblik fiksne širokopojasne veze, a 80% poduzeća upotrebljava mobilni širokopojasni pristup Internetu. Širokopojasni fiksni pristup kao što je DSL, kabelski Internet te zakupljene vodovekoristi 87% poduzeća što je ujedno pad od 6%, [20].

Već godinama postoji tendencija da svijet postaje digitalan. ISDN tehnologija je način spajanja komunikacijske opreme raznih tipova. Porastom popularnosti snizio je cijenu opreme i učinio uređaje za spajanje lako dostupnim. ISDN tehnologija je standardizirana i omogućuje komunikaciju između dvije krajnje točke preko postojeće telefonske mreže širom svijeta. Međutim. ISDN polako zamire kao tehnologija i rabi se samo u dijelovima gdje DSL nije dostupan, s obzirom na to da DSL pruža mnogo brže pristupne brzine, [21].

6.1. B.net

Prema [13] najveći kabelski operator B.net (Vip), u svojoj ponudi ima Super+ Internet pakete koji su prikazani u tablici 3. U pakete je uključen neograničen Internet promet i prva tri mjeseca 0 kn rate. Uz paket još je potrebno doplatiti priključak i aktivaciju usluge koja uz ugovornu obvezu na 24 mjeseca iznosi 1 kn, dok primjerice na 12 mjeseci jednokratna naknada iznosi 1.015,24 kn, [22].

Tablica 3: Atributi paketa usluga pristupa Internetu

Paket	Brzina (Mbit/s)	Mjesečna naknada
Super+ internet	Od 14/2,5 do 20/5 Mbit/s	149,00 kn
Super+ CARNet internet	Od 14/2,5 do 20/5 Mbit/s	135,00 kn

Izvor: [22]

Ako brzina Super+ internet paketa nije dovoljna korisniku, B.net ima u ponudi opcije koje predstavljaju nadogradnju Internet paketa (tablica 4). Dodatne opcije nisu uključene u cijenu paketa i nisu obavezne. Kod Turbo+ internet 60 opcije brzine Interneta mogu variti u rasponu od 42/10,50 do 60/15,00 Mbit/s (*download/upload*), a kod Turbo+ internet 120 od 84/10,50 do 120/15,00 Mbit/s, [22].

Tablica 4: Opcije za nadogradnju osnovnog paketa usluga pristupa Internetu

Internet	Mjesečna naknada bez ugovorne obveze	Mjesečna naknada uz ugovornu obvezu 12 mjeseci	Mjesečna naknada uz ugovornu obvezu 24 mjeseca	Prvih šest mjeseci
Turbo+ internet 60	100,00 kn	90,00 kn	80,00 kn	0,00 kn
Turbo+ internet 120	200,00 kn	180,00 kn	160,00 kn	0,00 kn

Izvor: [22]

6.2. Hrvatski telekom

Usluga iznajmljenog voda podrazumijeva iste brzine dolaznog i odlaznog prijenosnog kapaciteta, odnosno simetričnost prijenosa podataka, što se funkcionalno razlikuje od usluge xDSL pristupa putem bakrene parice koja omogućava asimetričan prijenos podataka, odnosno različite brzine u dolaznom i odlaznom smjeru. Usluge iznajmljenog voda se razlikuju po brzini prijenosa, kakvoći usluge, udaljenosti između priključnih točaka i prema namjeni (primjerice za povezivanje mreža, mrežnih elemenata unutar iste mreže, izgradnju vlastite mreže ili za pružanje pristupa krajnjim korisnicima). Izvedene mogu biti različitim prijenosnim tehnologijama kao što je pleziokrona digitalna hijerarhija (PDH), sinhrona digitalna hijerarhija (SDH), (S)HDSL, *Ethernet* na različitim prijenosnim medijima (bakrena parica, svjetlovodna nit, radijska veza), [23]. Pošto su usluge putem iznajmljenih vodova namijenjene poslovnim korisnicima sa zahtjevima za visokom kvalitetom usluge i specifičnim uslovima, to ih razlikuje od xDSL usluga koje su namijenjene za masovno tržište. Zbog navedenih funkcionalnih razlika, cijene usluge pristupa putem iznajmljenih vodova značajno su veće od cijene usluge xDSL pristupa putem bakrene parice (za usporedbu cijena pogledati u poglavlje 6.4), [16].

Uz svaku pristupnu brzinu HT nudi korisniku određenu količinu prometa, odnosno nudi paket prometa MAXadsl Start koji ima minimalnu mjesečnu naknadu od 20,49 kn (promet se obračunava u blokovima od 1 GB). Također nudi paket MAXadsl 15 GB u kojem se dodatni promet obračunava u blokovima od 1 GB i MAXadsl Flat s neograničenim prometom. Tablica 5 prikazuje prometne pakete koje HT trenutno nudi uz ugovorenu obvezu od 12 mjeseci, [16].

Tablica 5: Mjesečna naknada za promet unutar tarifnih paketa HT-a

Naziv paketa	Cijena u kn (PDV uključen)
MAXadsl Start 1GB	20,49 (po GB)
MAXadsl 15GB	48,79
MAXadsl Flat	80,29

Izvor: [16]

Pristupna brzina xDSL-a koju nudi HT je osnovna brzina *downloada* od 2 do 4 Mbit/s, te *uploada* od 256-512 kbit/s po cijeni od 80,94 kn mjesečno što znači ukoliko se uzme neograničeni promet i osnovna pristupna brzina plaća se 161,23 kn mjesečno uz ugovorenu obvezu od 12 mjeseci. Ukoliko se ugovori obveza na 24 mjeseca cijena neograničenog prometa je 60,49 kn mjesečno pa je ujedno mjesečni račun jeftiniji za dvadesetak kuna. Uz osnovnu brzinu MAXadsl-a u ponudi je i dodatna brzina po izboru, [24]. Opcije koje je moguće odabrati za dodatnu brzinu su prikazane u tablici 6 te prema [25] ih je moguće aktivirati na osnovnu brzinu ovisno o tehničkim mogućnostima uz dodatnu cijenu od 10 kn.

Tablica 6: Dodatna brzina i cijena HT-ovog MAXadsl-a

Dodatna brzina po izboru	Cijena za dodatnu brzinu (s PDV-om)
Opcija 'Turbo 10' omogućava brzinu pristupa od 5120/320 kbit/s do 10240/640 kbit/s	10 kn
Opcija 'Turbo 20' omogućava brzinu pristupa od 14/1 Mbit/s do 20/2 Mbit/s	10 kn
Opcija 'Turbo 30' omogućava brzinu pristupa od 21/2,5 Mbit/s do 30/5 Mbit/s	10 kn
Opcija 'Tubro+ 40' omogućava brzinu pristupa od 28/3 Mbit/s do 40/6 Mbit/s	10 kn
Opcija 'Turbo+ 50' omogućava brzinu pristupa od 35/5 Mbit/s do 50/10 Mbit/s	10 kn

Izvor: [25]

HT u ponudi ima i pristup putem optike i kao takav nudi ULTRA MAXNET paket po brzini od 100/20 Mbit/s prva tri mjeseca za 220 kn (s PDV-om) uz ugovornu obvezu u trajanju od 12 mjeseci-promotivna ponuda. Nakon tri mjeseca pristupna brzina se smanjuje na 50/10 Mbit/s. U tablici 7 su prikazane dodatne opcije za još brži optički pristup Internetu, [26].

Tablica 7: Pristup putem optike, opcije i naknade

Opcije za još brži pristup Internetu	Cijena usluge (s PDV-om)
TURBO++ 500 omogućuje povećanje brzine na 500 Mbit/s za *download* i 250 Mbit/s za *upload*	200 kn mjesečno
TURBO+ 200 omogućuje povećanje brzine na 200 Mbit/s za *download* i 100 Mbit/s za *upload*	30 kn mjesečno
TURBO 100 omogućuje povećanje brzine na 100 Mbit/s za *download* i 20 Mbit/s za *upload*	10 kn mjesečno

Izvor: [26]

6.3. Vipnet

Vipnet putem napredne hibridno optičko-kabelske mreže nudi najbrži i najstabilniji fiksni Internet sa brzinama *downloada* do 120 Mbit/s. Ukoliko se korisnik odluči kombinirati fiksni Internet s drugim fiksnim uslugama, ostvaruje 50 kn popusta na mjesečnu naknadu za svaku priključenu uslugu. Uslugu samostalnog Interneta moguće je odabrati u Internet S, Internet M i Internet L paketu kao što se može vidjeti u tablici 8, [27].

Tablica 8: Vip-ova ponuda samostalnog Interneta putem hidribno optičko-kabelske mreže

Paket	**Internet S**	**Internet M****	**Internet L*****
Internet promet	FLAT	FLAT	FLAT
Download brzine	Od 2 Mbit/s do 4 Mbit/s	Od 5 Mbit/s do 50 Mbit/s	Od 84 Mbit/s do 120 Mbit/s
Upload brzine	Od 0,256 Mbit/s do 0,512 Mbit/s	Od 0,512 Mbit/s do 7,5 Mbit/s	Od 10,5 Mbit/s do 15 Mbit/s
Cijena	170,00 kn*****	220,00 kn*****	360,00 kn*****
*** cijena uz ugovorenu obvezu na 24 mjeseca**			
**** ukoliko se aktivira Internet M usluga preko postojeće linije, maksimalna brzina ovisi o propusnosti i kvaliteti iste. Brzine prijenosa podataka mogu biti u sljedećim rasponima: *download* od 5 do 10 Mbit/s te *upload* od 0,512 do 1 Mbit/s, *download* od 14 do 20 Mbit/s te *upload* od 0,77 do 1 Mbit/s, *download* od 21 do 30 Mbit/s te *upload* 3,85 do 5 Mbit/s, *downoad* od 28 do 40 Mbit/s te *upload* od 4,62 do 6 Mbit/s, i *download* od 25 do 50 Mbit/s te *upload* od 5,77 do 7,5 Mbit/s**			
***** na svjetovodnoj mreži dostupne su *download* brzine od 350 do 500 Mbit/s, te *upload* brzine od 84 do 120 Mbit/s**			

Izvor: [27]

Uz cijenu paketa potrebno je još platiti jednokratnu aktivacijsku naknadu ovisnu o ne/ugovorenoj obvezi. Cijena aktivacijske naknade uz ugovorenu obvezu na 24 mjeseca iznosi 1 kunu, na 12 mjeseci 500 kn, dok cijena aktivacijske naknade bez ugovorene obveze iznosi 1000 kn, [27]**.**

6.4. Komparacija cijena pristupa prema tehnologiji u RH

Cijena usluge pristupa iznajmljenim vodovima se sastoji od jednokratne naknade za priključenje usluge, te mjesečnih naknada po priključnoj točki na mreži, za uporabu iznajmljenog voda i zakupa terminalnog uređaja . U tablici 9 je prikazana naknada za uporabu vodova na dužinama od 2 do 600 km, te ostale tehnologije i njihovi rasponi brzina, odnosno cijena, [18].

Tablica 9: Kompracija pristupnih tehnologija i njihovih brzina i cijena

Pristupna tehnologija	**Raspon brzina (*download/upload*)**	**Cijena (kn) / mj**
DSL pristup	2/0,256 Mbps-50/10 Mbps	161,23-171,23
Pristup putem optike	100/20 Mbps-500/100 Mbps	220-420
Pristup koaksijalnim kabelom	14/2,5 Mbps-120/15 Mbps	149-309
Hibridna optičko-kabelska mreža	2/0,256 Mbps-120/15 Mbps	170-360
Pristup tradicionalnim iznajmljenim vodovima[15]	64 Kbps-622 Mbps	64-269.428,00
Pristup *Ethernet* vodovima (*Voice* kvaliteta)	512 Kbps-10 Gbps	33,00-25.520,00
Pristup *Ethernet* vodovima (*Best effort* kvaliteta)	512 Kbps-10Gbps	22,76-17.601,14
Pristup xWDM vodovima	1 Gbit/s-40 Gbit/s	2.326,00-166 419,00

Izvor: [18], [22], [25-27]

7. ZAKLJUČAK

Osnovna usluga koja se pruža putem širokopojasnih priključaka je brzi pristup Internetu, koji zatim omogućuje korisnicima uporabu cijelog niza aplikacija edukativne, poslovne, informativne i ostale namjene. Treba istaknuti cijeli niz elektroničkih sustava i aplikacija na Internetu koje građanima omogućuju pristup i korištenje niza javnih usluga (primjerice kao e-obrazovanje, e-zdravstvo), te aplikacija za poslovanje i trgovinu na Internetu (na primjer e-poslovanje, e-trgovina, e-bankarstvo) zahvaljujući pristupnim tehnologijama po bakrenoj parici, optičkih tehnologija, te pristupnih tehnologija preko koaksijalnog kabela ili hibridne optičko-koaksijalne mreže.

Razina korištenja, odnosno dostupnost Interneta, znatno je veća u razvijenim zemljama nego u zemljama u razvoju, a mnogo veća u zemljama u razvoju u ukupnom poretku u odnosu na manje razvijene zemlje. U RH je prisutna značajna regionalna neravnopravnost u broju i gustoći priključaka širokopojasnog pristupa Internetu u nepokretnoj komunikacijskoj mreži. Analizom tehnološke zastupljenosti pokazuje se dominacija jedne vrste pristupa vezane uz postojeću komunikacijsku mrežu bakrenih parica koja trenutno zadovoljava mogućnosti, ali ne omogućuje značajniji kvalitativni skok u dostupnosti širokopojasnog pristupa Internetu i pristupnim brzinama. Pristupne brzine širokopojasnih tehnologija znatno se razlikuju, pa se tako kod DSL tehnologija pristupne brzine kreću od nekoliko stotina kbit/s do nekoliko stotina Mbit/s. Za veću pristupnu brzinu upotrebljava se koaksijalni kabel kojemo pristupne brzine sežu do 120 Mbit/s, dok su pristupne brzine do gigabitskih vrijednosti realizirane putem FTTx mreža.

Pristup širokopojasnom Internetu bio je najčešći oblik pristupa Internetu u svim državama članicama EU te je porastao sa 36% u 2007. godini na 78% u 2015. godini. Čak 96 % kućanstava u Luksemburgu i Nizozemskoj imalo je pristup Internetu u 2014. godini, a u Danskoj, Finskoj, Švedskoj i Ujedinjemoj kraljevstvu je zabilježeno barem 9 od 10 kućanstava sa pristupom Internetu.

Cijena DSL pristupa širokopojasnom Internetu je najjeftinija od svih drugih pristupa, no maksimalne pristupne brzine su do 50 Mbit/s. Za brzine veće od te vrijednosti potrebno je platiti približno dvostruku cijenu DSL pristupa za pristup putem kabelskih i optičkih mreža, a da bi se na korištenje dobio cijeli kapacitet pristupne linije (ponajviše potrebno poduzećima), odnosno osigurala kvaliteta usluga potrebno je iznajmiti linije kojima brzine pristupa sežu do 40 Gbit/s uz cijenu do nekoliko stotina tisuća kuna mjesečne naknade.

Razvoj kvalitetnijih, bržih, pouzdanijih i jeftinijih javnih usluga i poslovanja u javnom sektoru, djelovanje državne i lokalne (samo)uprave, zdravstva, obrazovanje i kulture-kao i poslovanje gospodarstva, ovisi o stupnju pokrivenosti teritorija telekomunikacijskom infrastrukturom određene tehnološke razine.

LITERATURA

[1.] Bažand, A., Kunštič, M., Gledac, G., Lovrek, I., Ilić, Ž., Matijašević, M., Ježić, G., Mikac, B., Kos, M., Sinković, V.: *Osnovne arhitekture mreža*, drugo izdanje, Zagreb, Element, 2007.

[2.] Službena internetska stranica *International Telecommunication Union*-e, URL: http://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq.html (pristupljeno: lipanj 2016.)

[3.] Bažand, A., Car, Ž., Gledec, G., Jevtić, D., Ježić, G., Kunštić, M., Lovrek, I., Matijašević, M., Mikac, B., Skočir, Z.: *Telekomunikacije-tehnologija i tržište*, prvo izdanje, Zagreb, Element, 2007

[4.] Penttinen, J. T. J.: *The telecommunications handbook: Engineering guidelines for fixed, mobile and satellite systems*, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2015, URL: https://books.google.hr/books?id=EPMwBgAAQBAJ&pg=PA102&lpg=PA102&dq=multilink+dial+up&source=bl&ots=OmfUmxNQHF&sig=gFBREaJZB81RAMhiasmdQxRLAl0&hl=hr&sa=X&ved=0ahUKEwjW2evyx6zLAhXhHJoKHVWhBpk4ChDoAQhDMAY#v=onepage&q=multilink%20dial%20up&f=false (pristupljeno: ožujak 2016.)

[5.] Async Multilnk PPP Dialup from Microsoft Windows Client, 2008, URL: http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/dial-access/asynchronous-connections/9553-async-multilink.html (pristupljeno: travanj 2016.)

[6.] Dean, T.: *Network+ Guide to Networks*, Course Technology, 2010, URL: http://panthercubs.org/Network+%20Guide%20to%20Networks%205th%20edition%20-%20Tamara%20Dean.pdf (pristupljeno: ožujak 2016.)

[7.] Mueler, S., Ogletree, T. W.: *Upgrading and repairing networks*, Que Publishing, 2004, URL:https://books.google.hr/books?id=ZHXeT01OSXcC&pg=PA1232&lpg=PA1232&dq=Terry+William+Ogletree.+Upgrading+and+repairing+networks&source=bl&ots=wGauTE5qHX&sig=EYECB3mxNLiFb-5br1lOLjFe_Go&hl=hr&sa=X&ved=0ahUKEwjNx7iJ873LAhUGjnIKHa5vBH4Q6AEIKzAC#v=onepage&q=Terry%20William%20Ogletree.%20Upgrading%20and%20repairing%20networks&f=false (pristupljeno: ožujak 2016.)

[8.]URL:http://www.broadbandspeedchecker.co.uk/guides/adsl_and_distance.aspx (pristupljeno: lipanj 2016.)

[9.] Lindecke, S.: *DSL technology and deployment (VDSL2)*, URL: http://slideplayer.com/slide/3062224/ (pristupljeno: lipanj 2016.)

[10.] Bažand, A.: *Uvod u xDSL i ADSL*, URL: http://www.ieee.hr/_download/repository/xDSL-uvod.pdf (pristupljeno: svibanj 2016.)

[11.] Službena Internetska stranica *Genesis Technical System*, URL: http://www.genesistechsys.com/products/dsl-rings (pristupljeno: svibanj 2016.)

[12.] URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/FTTX.png (pristupljeno: lipanj 2016.)

[13.] Lator d.o.o. Brašćenskoga 11, Zagreb: *Razvoj širokopojasnog pristupa Internetu na otocima: Metodologija i model projektiranje* ožujak 2011, URL: http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2011/vijesti_najave_rasprave/Studija_otoci.pdf (pristupljeno: travanj 2016)

[14.] International Telecommunication Union: *Measuring the Information Society Report*, Geneva Switzerland: Place des Nations, 201,. Dostupno sa: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2015/MISR2015-w5.pdf (pristupljeno: travanj 2016.)

[15.] URL: http://www.hakom.hr/default.aspx?id=60 (pristupljeno: travanj 2016.)

[16.] HAKOM: *Tržište maloprodaje širokopojasnog pristupa Internetu*, URL: https://www.hakom.hr/UserDocsImages/2015/odluke_rjesenja_presude/Dokument-T3M_tr%C5%BEi%C5%A1te%20maloprodaje%20%C5%A0PI%20-20150709.pdf (pristupljeno: svibanj 2016.)

[17.] HAKOM: *Pojmovnik o značenju pokazatelja i načinu ispunjavanja perodičkih upitnika o pregledu tržišta elektroničkih komunikacija u RH*, URL http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2013/analiza_trzista/Pojmovnik-v7.0.pdf (pristupljeno: lipanj 2016.)

[18.] Hrvatski Telekom d.d., *Standardna ponuda Hrvatskog Telekoma d.d. za iznajmljene elektroničke komunikacije*, Zagreb, 2012, URL: https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/veleprodaja/fiksni-operatori/regulativa (pristupljeno: travanj 2016.)

[19.] Službena Internetska stranica Eurostata, *Statistički podaci o informacijskom društvu-kućanstva i pojedinci*, lipanj 2015, URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Information_society_statistics_-_households_and_individuals/hr#Glavni_statisti.C4.8Dki_nalazi (pristupljeno: užujak 2016.)

[20.] Državni zavod za statistiku, *Primjena informacijskih i komunikacijskih tehnologija (IKT) u poduzećima u 2015*. Zagrebu, 2015, URL: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/02-03-01_01_2015.htm (pristupljeno: travanj 2016.)

[21.] URL: http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/1999/isdn/isdn.htm (pristupljeno: svibanj 2016)

[22.] URL: http://www.bnet.hr/internet/super_internet#?of=tab1 (pristupljeno: svibanj 2016.)

[23.] HAKOM. *Tržište veleprodajnih prijenosnih segmenata iznajmljenih vodova*, svibanj 2015 URL: http://www.hakom.hr/userdocsimages/javnaRasprava/Analiza-Tr%C5%BEi%C5%A1te%20veleprodajnih%20prijenosnih%20segmenata%20iznajmljenih%20vodova-v1.0.pdf (pristupljeno: lipanj 2016.)

[24.] URL: https://www.hrvatskitelekom.hr/internet/usporedna-tablica-paketa (pristupljeno: svibanj 2016.)

[25.] Hrvatski Telekom d.d.: *Cijenik Internet Usluga*, 2016, URL: https://www.hrvatskitelekom.hr/pravne-napomene/cjenici (pristupljeno: lipanj 2016.)

[26.] URL: https://www.hrvatskitelekom.hr/optika#tarifs (pristupljeno: svibanj 2016.)

[27.] URL: http://www.vipnet.hr/fiksni-internet/samostalni-internet (pristupljeno: svibanj 2016.)

POPIS KRATICA

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) asimetrična digitalna pretplatnička linija

ANSI (American National Standards Institute) Američki nacionalni institut za standarde

BRA (Basic Rate Access) osnovni pristup

CAGR (Compound Annual Growth Rate) godišnja stopa rasta

CATV (cabel television) kabelska televizija

CM (Cable Modem) kabelski modem

CMTS (Cable Modem Termination System) koaksijalni kabel sa završnim sustavom

CN (Convergence Node) konvergentni čvor

DP (Distribution Point) točka distribucije

DSL (Digital Subscriber Line) digitalna pretplatnička linija

DSLR (Digital Subscriber Line Ring) prsten digitalne pretplatničke linije

ENSI (European Telecommunications Standards Insitute) europski standard za telekomunikacijske norme

FTTB (Fiber to the Building) optičke niti do zgrade

FTTC (Fiber to the Curb) optičke niti do pločnika

FTTH (Fiber to the Home) optičke niti do kuće

FTTN (Fiber to the Node) optičko vlakno do kabineta

HAKOM Hrvatska regulativna agencija za mrežne djelatnosti

HDSL (High bit rate DSL) DSL velike brzine

HDTV (High Definition Television) televizija visoke kvalitete

HFC (Hybrid Fiber/Coax) hibridna optičko-kabelska mreža

HGW (Home Gateway) glavni pristupnik

HT Hrvatski telekom

IPTV (Internet protocol television) televizija preko Internetskog protokola

ISDN (Integrated Services Digital Network) digitalna mreža integriranih usluga

ITU (Internacional Telecommunication Union) međunarodna telekomunikacijska unija

LE (Local Exchange) lokalna centrala

NT (Network Termination) mrežni završeci

OLT (Optical Line Terminal) optički linijski terminal

ONT (Optical Network Termination) optički mrežni završetak

ONU (Optical Network Unit) optička mrežna jedinica

PDH (Plesiochronous Digitl Hierarchy) pleziokrona digitalna hijerarhija

PON (Passive Optical Network) pasivna optička mreža

POS (Passive Optical Splitter) pasivni optički razdjelnik

POTS (Plain Old Telephone Service) analogna telefonska linija preko bakrene parice

PRA (Primary Rate Access) primarni pristup

PSTN (Public Swiched Telephone Network) javna komutirana telefonska mreža

QoS (Quality of Service) kvaliteta usluge

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) sinhrona digitalna hijerarhija

SHDSL (Symmetric high bit rate DSL) simetričan DSL velike prijenosne brzine

TDM (Time Division Multiplexing) vremensko multipleksiranje

VDSL (Very high data rate DSL) vrlo velika prijenosna brzina DSL-a

VoD (Video on Demand) video na zahtjev

VoIP (Voice over Internet Protocol) prijenos govora Internetskim protokolom

WDM (Wavelength Division Multiplexing) valno multipleksiranje

WSIS (World Summit on the Information Society) svijetski samit za informacijsko duštvo

POPIS SLIKA

SLIKA 1: MREŽNI DIJAGRAM *MULTILINK DIAL-UP* VEZE 4

SLIKA 2: OSNOVNA ARHITEKTURA PRISTUPA INTERNETU KABELSKIM MODEMIMA, [3] 6

SLIKA 3: TOPOLOGIJA HFC MREŽE, [3] 7

SLIKA 4: PODATKOVNE BRZINE I DOMETI PRIJENOSA KOJE PODRŽAVAJU ADSL, ADSL2 I ADSL2+ TEHNOLOGIJE 8

SLIKA 5: PODATKOVNE BRZINE I DOMETI PRIJENOSA KOJE PODRŽAVAJU ADSL2+, VDSL I VDSL2 TEHNOLOGIJE 8

SLIKA 6: ARHITEKTURA DSLR-A 13

SLIKA 7: IZVEDBE FTTX TEHNOLOGIJA 14

SLIKA 8: ARHITEKTURA FTTX SUSTAVA, [3] 15

SLIKA 9: KRAJNJI KORISNICI USLUGE ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA INTERNETU PREMA NAČINU PRISTUPA 24

POPIS TABLICA

TABLICA 1: PRIJENOSNE BRZINE PODRŽANE VDSL-OM 11

TABLICA 2: USPOREDBA DSL TEHNOLOGIJA 27

TABLICA 3: ATRIBUTI PAKETA USLUGA PRISTUPA INTERNETU 35

TABLICA 4: OPCIJE ZA NADOGRADNJU OSNOVNOG PAKETA USLUGA PRISTUPA INTERNETU 36

TABLICA 5: MJESEČNA NAKNADA ZA PROMET UNUTAR TARIFNIH PAKETA HT-A 37

TABLICA 6: DODATNA BRZINA I CIJENA HT-OVOG MAXADSL-A 37

TABLICA 7: PRISTUP PUTEM OPTIKE, OPCIJE I NAKNADE 38

TABLICA 8: VIP-OVA PONUDA SAMOSTALNOG INTERNETA PUTEM HIDRIBNO OPTIČKO-KABELSKE MREŽE 39

TABLICA 9: KOMPRACIJA PRISTUPNIH TEHNOLOGIJA I NJIHOVIH BRZINA I CIJENA 40

POPIS GRAFIKONA

GRAFIKON 1: PRISTUP INTERNETU U KUĆANSTVIMA, PO REGIJI I STATUSU RAZVOJA 18

GRAFIKON 2: PRISTUP INTERNETU U DOMAĆINSTVIMA U ZEMLJAMA U RAZVOJU OD 2005. DO 2015. GODINE 18

GRAFIKON 3: PRISTUP INTERNETU U DOMAĆINSTVIMA U MANJE RAZVIJENIM ZEMLJAMA OD 2005. DO 2015. GODINE 19

GRAFIKON 4: POSTOTAK POJEDINACA KOJI SE KORITI INTERNETOM, PO REGIJI I STATUSU RAZVOJA, 2015 GODINA 20

GRAFIKON 5: POSTOTAK POJEDINACA KOJI KORISTE INTERNET U ZAMLJAMA U RAZVOJU OD 2005. DO 2015. GODINE 20

GRAFIKON 6: POSTOTAK POJEDINACA KOJI KORISTE INTERNET U MANJE RAZVIJENIM ZEMLJAMA 21

GRAFIKON 7: BROJ PRIKLJUČAKA U NEPOKRETNOJ MREŽI 22

GRAFIKON 8: GUSTOĆA PRIKLJUČAKA U NEPOKRETNOJ MREŽI 22

GRAFIKON 9: BROJ PRIKLJUČAKA PO ŽUPANIJAMA RH 23

GRAFIKON 10: GUSTOĆA PRIKLJUČAKA PO ŽUPANIJEMA RH 23

GRAFIKON 11: BROJ KORISNIKA PAKETA USLUGA 26

GRAFIKON 12: TEHNOLOGIJE I NJIHOVE MAKSIMALNE PODATKOVNE BRZINE 30

GRAFIKON 13: PRISTUP INTERNETU I ŠIROKOPOJASNI PRISTUP INTERNETU U KUĆANSTVIMA ZA EU-28 31

GRAFIKON 14: PRISTUP INTERNETU U KUĆANSTVIMA, 2009. I 2014. GODINE 32

GRAFIKON 15: PRISTUP INTERNETU U KUĆANSTVIMA PREMA KVARTILU PRIHODA 33

GRAFIKON 16: UČESTALOST KORIŠTENJA INTERNETOM (% POJEDINACA U DOBI OD 16 DO 67 GODINA) 34

METAPODACI

Naslov rada: Usporedba značajki širokopojasnog pristupa Internetu

Student: Luka Ivandić

Mentor: izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj

Naslov na drugom jeziku (engleski):

COMPARISON OF CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF HARDWIRED BROADBAND INTERNET ACCESS

Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Niko Jelušić — predsjednik
- izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj — mentor
- dr. sc. Marko Matulin — član
- prof. dr. sc. Zvonko Kavran — zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za informacijsko komunikacijski promet

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Promet

Datum obrane završnog rada: 4.7.2016.

Napomena: pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.