

Komparativna analiza širokopojasnog pristupa internetu u Republici Hrvatskoj

Letinić, Tin

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:119:525585>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Tin Letinić

**KOMPARATIVNA ANALIZA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA
INTERNETU U REPUBLICI HRVATSKOJ**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**KOMPARATIVNA ANALIZA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA
INTERNETU U REPUBLICI HRVATSKOJ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF BROADBAND INTERNET
ACCESS IN REPUBLIC OF CROATIA**

Mentor: Prof. dr. sc. Zvonko Kavran

Student: Tin Letinić, 0246002882

Zagreb, 2015.

KOMPARATIVNA ANALIZA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA INTERNETU U REPUBLICI HRVATSKOJ

SAŽETAK

Širokopojasni pristup Internetu je najrašireniji oblik pristupa Internetu u svijetu, koji pruža korisnicima velike pristupne brzine, jednom od mnogih tehnologija pristupa. Najraširenije tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu su xDSL tehnologije (*Digital Subscriber Line*), dok se najveće brzine pristupa ostvaruju optičkim pristupnim tehnologijama (FttX - *Fiber to the X*). Primjenom metodologije za određivanje indeksa digitalnog pristupa (DAI - *Digital Access Index*) izdanog od Međunarodne telekomunikacijske unije (*International Telecommunication Union - ITU*), izračunat je DAI indeks širokopojasnog pristupa Internetu u Republici Hrvatskoj i njenim županijama. Dobiveni rezultati su uspoređeni komparativnom analizom kako bi se pružio uvid u razinu razvijenosti širokopojasnog pristupa Internetu u Hrvatskoj, te ukazalo koje faktore širokopojasnog pristupa Internetu treba unaprijediti da bi se ta razina pristupa poboljšala.

KLJUČNE RIJEČI: širokopojasni pristup Internetu; indeks digitalnog pristupa

COMPARATIVE ANALYSIS OF BROADBAND INTERNET ACCESS IN REPUBLIC OF CROATIA

SUMMARY

Broadband Internet access is the most common form of access to the Internet in the world, which provides users with high access speeds, via one of the many broadband access technologies. The most widespread broadband access technologies are xDSL technologies (*Digital Subscriber Line*), while the maximum access speeds are achieved via optical access technologies (FTTx - *fiber to the X*). By applying the methodology for calculating the digital access index (DAI), issued by the International Telecommunication Union, we have calculated DAI index for broadband Internet access for Croatia and its regions. The results were compared using comparative analysis in order to provide insight into the current level of broadband Internet access in Croatia, and to point out what needs to be improved in order to enhance the level of broadband Internet access.

KEYWORDS: broadband Internet access; digital access index

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Širokopolasni pristup Internetu	2
2.1 Žični širokopolasni pristup Internetu.....	3
2.1.1 Širokopolasni pristup putem tehnologije Digitalne pretplatničke linije....	3
2.1.1.1 HDSL pristupna tehnologija (High data rate Digital Subscriber Line).	4
2.1.1.2 HDSL2 pristupna tehnologija	5
2.1.1.3 SDSL pristupna tehnologija (Single line Digital Subscriber Line)	5
2.1.1.4 SHDSL pristupna tehnologija (Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line)	6
2.1.1.5 ADSL pristupna tehnologija (Asymmetric Digital Subscriber Line).....	6
2.1.1.6 ADSL2 pristupna tehnologija	7
2.1.1.7 ADSL2+ pristupna tehnologija	7
2.1.1.8 VDSL pristupna tehnologija (Very high bit rate Digital Subscriber Line)	7
2.1.1.9 VDSL2 pristupna tehnologija	8
2.1.2 Širokopolasni pristup koaksijalnim kabelima	8
2.1.3 Širokopolasni pristup vodovima elektroenergetske mreže.....	9
2.2 Bežični širokopolasni pristup Internetu.....	10
2.2.1 Radijski širokopolasni bežični pristup	10
2.2.1.1 MMDS (Multi-channel Multipoint Distribution).....	11
2.2.1.2 LMDS (Local Multipoint Distribution Service)	11
2.2.1.3 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)	11
2.2.1.4 IEEE 802.11x.....	12
2.2.1.5 Tehnologije mobilnog širokopolasnog pristupa Internetu.....	14
2.2.2 Satelitski širokopolasni bežični pristup.....	15
2.2.3 Optički širokopolasni bežični pristup	15
2.3 Optički širokopolasni pristup Internetu.....	16
2.3.1 Fiber to the Cabinet (FTTCab)	17
2.3.2 Fiber to the Curb (FTTC).....	17
2.3.3 Fiber to the Building (FTTB)	18
2.3.4 Fiber to the Home (FTTH)	18
2.3.5 Aktivna i pasivna optička mreža	18

2.3.5.1	Aktivne optičke mreže	19
2.3.5.2	Pasivne optičke mreže	19
2.4	Raspodjela širokopojasnih priključaka u RH	21
3.	Metodologija Direct Access Index.....	22
3.1	Grupe rangiranja DAI indeksa	24
3.2	Kategorije DAI indeksa.....	29
3.3	Formula za izračun DAI indeksa.....	32
4.	Analiza postojećeg stanja u RH i izračun trenutnog DAI indeksa RH.....	34
4.1	Indeks Infrastrukture za RH	34
4.2	Indeks Cjenovne dostupnosti za RH	37
4.3	Indeks Obrazovanja za RH	38
4.4	Indeks Kvalitete usluge za RH	38
4.5	Indeks Upotrebe za RH	40
4.6	DAI indeks Republike Hrvatske	41
4.7	IDI indeks	42
5.	Case Study: Komparativna analiza rezultata dobivenih primjenom metodologije Direct Access Index-a	44
6.	Zaključak.....	53
	Popis kratica	55
	Literatura	58
	Popis slika	60
	Popis tablica.....	61

1. Uvod

Širokopojasni pristup Internetu je najrašireniji oblik pristupa Interneta u svijetu. Zbog svojih mnogih prednosti (velike brzine prijenosa podataka, stalna konekcija itd.) skoro je u potpunosti zamijenio dial-up pristup Internetu.

Kvaliteta i dostupnost usluga širokopojasnog pristupa Internetu neke zemlje, su dobar pokazatelj i same razvijenosti te zemlje, te sa poboljšanjem pristupa širokopojasnom Internetu povećava se i sam gospodarski rast zemlje. Prema procjeni Svjetske banke, povećanje u korištenju širokopojasnog interneta od 10 % povećava rast BDP-a za 1,5 %. Brzo spajanje i potpuna pokrivenost ključni su za uvođenje inovativnih tehnologija poput računalstva u oblaku i pametnih mreža.

U predloženom radu kroz pet poglavlja analizirat će se širokopojasni pristup u Republici Hrvatskoj , za pojedine županije kao i za Republiku Hrvatsku, primjenom metodologije određivanja „Digital Access Index-a“, izdanog od strane Međunarodne telekomunikacijske unije (International Telecommunication Union - ITU), na temelju pet kategorija: Infrastruktura (Infrastructure), Cjenovna dostupnost (Affordability), Obrazovanje (Knowledge), Kvaliteta usluge (Quality) i Upotreba (Usage).

U drugom poglavlju opisane su postojeće tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu, te trenutno stanje u Republici Hrvatskoj prema pojedinoj vrsti širokopojasnog pristupa. Treće poglavlje opisuje metodologiju izračuna *Digital Access Index-a* , po pojedinim kategorijama i njima pridruženim varijablama, te način rangiranja prema DAI indeksu.

U četvrtom i petom poglavlju metodologijom određivanja Digital Access Index-a, izračunat je DAI indeks Republike Hrvatske i županija Republike Hrvatske, te su dobiveni rezultati uspoređeni komparativnom analizom.

2. Širokopojasni pristup Internetu

S razvojem Interneta i TCP/IP-protokola osim govora pojavila se i potreba za prijenosom drugih usluga (prijenos podataka, glazbe, slika, videa, TV i radio programa...). Za prijenos takvih usluga potrebno je osigurati veće prijenosne kapacitete te s uskopojasne telefonske komunikacije (300-3400 Hz) prijeći na širokopojasnu komunikaciju odnosno povećati brzine prijenosa [4].

Prema OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*) Broadband Statistics izvješću tipičnom brzinom širokopojasnog pristupa smatra se brzina u download-u ≥ 256 kbit/s. Prema US FCC (*Federal Communications Commission*) tipičnom brzinom širokopojasnog pristupa smatra se brzina > 200 kbit/s [4].

Širokopojasni pristup internetu dijeli se prema prijenosnom mediju i pristupnim tehnologijama. Vrste pristupa prema prijenosnim medijima su sljedeće:

- Žični širokopojasni pristup Internetu
- Bežični širokopojasni pristup Internetu
- Optički širokopojasni pristup Internetu

Svaki od navedenih medija koristi različite pristupne tehnologije za ostvarivanje širokopojasnog pristupa internetu. Prijenosne medije dijelimo u dvije skupine: omeđeni (*guided*) i neomeđeni (*unguided*). U omeđene medije ubrajamo upredene parice (*twisted pair*), koaksijalne kabele (eng. *coaxial cable*) i optičke niti (*optical fiber*). Zajednički naziv za prijenos signala upredenim paricama i koaksijalnim kabelima je žični prijenos. Za prijenos neomeđenim medijem (zrak) koristi se naziv bežični prijenos (*wireless transmission*), koji pak može biti radijski, satelitski i dr. Dva najvažnija prijenosna parametra koji opisuju prijenosni medij su prijenosna brzina (*transmission rate*) i domet prijenosa (*transmission range*)[19].

2.1 Žični širokopojasni pristup Internetu

Žični širokopojasni pristup Internetu dijelimo na 3 vrste:

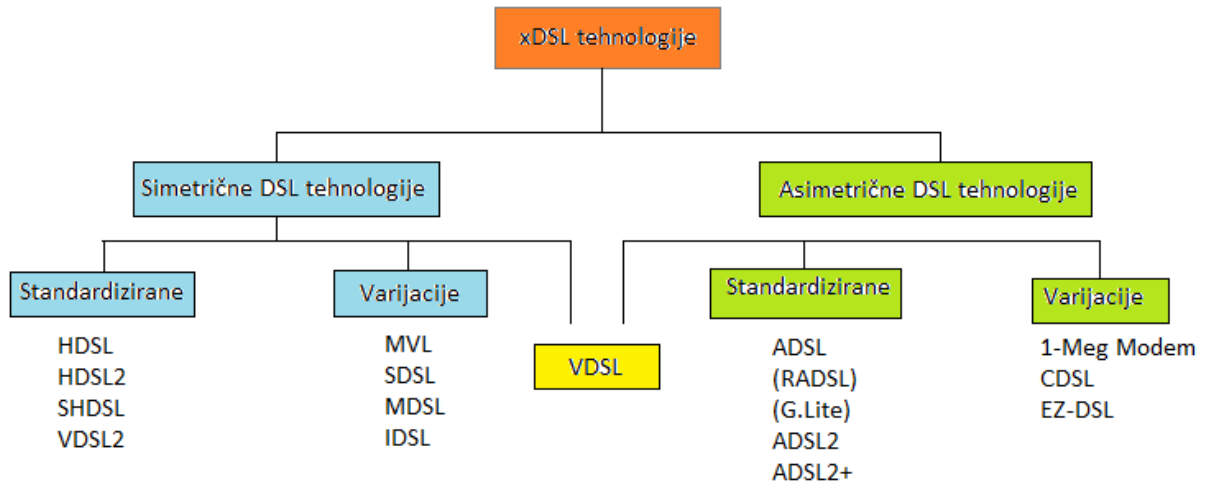
- Širokopojasni pristup putem tehnologije Digitalne pretplatničke linije (DSL - *Digital Subscriber Line*)
- Širokopojasni pristup koaksijalnim kabelima
- Širokopojasni pristup vodovima elektroenergetske mreže (BPL - *Broadband over Powerline*)

2.1.1 Širokopojasni pristup putem tehnologije Digitalne pretplatničke linije

Pristupna tehnologija digitalne pretplatničke linije (DSL - *Digital Subscriber Line*) predstavlja tehnologiju pristupa jezgrenoj mreži (*Core network*) koja se zasniva na pristupu putem postojećih fiksnih priključaka, koristeći postojeću bakrenu paricu korištenu za pružanje klasične telefonske usluge. Zbog toga xDSL pristupna tehnologija privlači pozornost kako korisnika, tako i davatelja usluga (*Service providers*) jer osigurava širokopojasnu isporuku podataka na raspršene lokacije uz relativno male promjene na postojećoj telekomunikacijskoj infrastrukturi što iziskuje i relativno male troškove [26].

DSL je revolucionarna tehnologija koja pored brzog prijenosa podataka (audio, video, multimedija, 3D slike,...) te brzog pristupa različitim podatkovnim servisima (npr. Internetu), istodobno omogućava nesmetanu uporabu analogne (*POTS - Plain Old Telephone Service*) ili digitalne (*ISDN - Integrated Services Digital Network*) telefonske linije [26], na način da se putem iste linije, prijenos telefonske veze odvija na nižem frekvencijskom području (300 to 3400 Hz), a prijenos digitalnih signala na višem frekvencijskom području.

DSL pristupne tehnologije dijele se na Simetrične i Asimetrične DSL pristupne tehnologije (slika 1.).



Slika 1. Podjela xDSL pristupnih tehnologija .

Simetrične xDSL pristupne tehnologije predstavljaju tehnologije kod kojih je brzina slanja (*upload speed*) i brzina skidanja jednaka (*download speed*), simetrična. Dok je kod asimetričnih xDSL pristupnih tehnologija brzina slanja manja nego brzina skidanja.

Digitalna pretplatnička linija velike prijenosne brzine (*High Bit-rate DSL - HDSL*) je bila prva DSL tehnologija koja je doživjela uspjeh na tržištu, dok je tehnologija asimetrične digitalne pretplatnička linije (*Asymmetric DSL - ADSL*) doživjela najveći rast na tržištu.

2.1.1.1 HDSL pristupna tehnologija (High data rate Digital Subscriber Line)

Digitalna pretplatnička linija velike prijenosne brzine je jedna od najstarijih izvedbi DSL pristupnih tehnologija. Predstavlja simetričnu tehnologiju širokopoasnog pristupa Internetu. Prijenosni pojas kojeg koristi HDSL obuhvaća područje frekvencija od 80 kHz do 240 kHz. HDSL podržava jednake brzine za odlazni i dolazni smjer i to 1,5 Mbit/s u Sjevernoj Americi i Japanu a 2 Mbit/s u većini ostalih područja što odgovara postojećim T1 odnosno E1 brzinama .

Prijenos se ostvaruje preko dvije parice, svaka prenosi 784 kbit/s u oba smjera, a postoji i varijacija s tri parice. Doseg HDSL tehnologije je do 3,7 km, ali se uporabom obnavljača signala (*repeater*) doseg može povećati na 7,32 km. Ukoliko se koriste dva obnavljača (time se doseg povećava do 11 km) potrebno je osigurati napajanje drugog obnavljača iz korisničkog dijela što predstavlja velik nedostatak ove tehnologije. [4].

2.1.1.2 HDSL2 pristupna tehnologija

HDSL2 predstavlja novu generaciju HDSL pristupne tehnologije, sa ispravljenim ograničenjima prijašnje generacije.

Dvosmjerni prijenos 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 Osigurava istodoban prijenos podataka i govora. Modulacijske tehnike koje ovaj standard koristi su CAP (*Carrierless amplitude phase modulation*¹) ili PAM (*Pulse Amplitude Modulation*²) [4].

2.1.1.3 SDSL pristupna tehnologija (Single line Digital Subscriber Line)

SDSL je verzija simetričnog DSL-a slična HDSL-u, koja za razliku od HDSL za istovremeni prijenos signala u oba smjera koristi jednu uparenu bakrenu paricu. Ova tehnologija prijenosa podržava POTS i SDSL istovremeno, s jednakom brzinom prijenosa (do 2.3Mbps) u oba smjera.

SDSL ima maksimalni domet od oko 3 km. Nedostatci ove tehnologije su da radi simetričnog prijenosa podataka ima problem preslušavanja (*crosstalk*³).

¹ CAP - amplitudno-fazna modulacija s potisnutim nosiocem

² PAM - Modulacija amplitude impulsa

³ Crosstalk - Preslušavanje je poremećaj uzrokovan električnim ili magnetskim poljima jednog telekomunikacijskog signala koji utječu na signal u susjednom prijenosnom kanalu.

2.1.1.4 SHDSL pristupna tehnologija (Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line)

Simetrična digitalna pretplatnička linija velike prijenosne brzine podržava prijenos podataka brzinama od 192 kbit/s do 2,3 Mbit/s preko jedne parice, te do 4.6 Mbit/s preko dvije parice.

SHDSL pruža potpuno simetričnu prijenosnu uslugu na udaljenostima većim od drugih DSL-tehnologija. Domet prijenosa pri maksimalnoj brzini bez korištenja regeneratora iznosi 4 km. Korištenjem linijski napajanih regeneratora (do ukupno 7 na jednoj lokalnoj petlji) domet prijenosa se može povećati, te usluga SHDSL može biti pružena i na udaljenostima većima od 9144 metara [5].

SHDSL je razvijen kao zamjena za sve postojeće simetrične DSL-tehnologije: IDSL, HDSL, HDSL2 i inačice SDSL-a (SHDSL je u stvari formalni standard ITU-T-a za SDSL), kao i 16 zamjena za prijenosne tehnologije E1/T1 [19].

2.1.1.5 ADSL pristupna tehnologija (Asymmetric Digital Subscriber Line)

ADSL je pristupna tehnologija bazirana na asimetričnom prijenosu digitalnog signala putem sustava bakrenih parica. Bazira se na činjenici da je krajnjem korisniku potrebna veća brzina skidanja / silazna brzina (*download / downstream*), nego li brzina slanja / uzlazna brzina (*upload / upstream*).

Od svih DSL-tehnologija ADSL je doživio najveću popularnost kod onih rezidencijalnih i SOHO korisnika (*Small Office / Home Office*) koji su s lokalnom centralom povezani pomoću jedne upredene parice. ADSL omogućava istovremeni prijenos POTS-kanala istom paricom kojom se prenose i ADSLpodaci. Na taj način krajnji korisnici mogu istovremeno koristiti tradicionalnu fiksnu analognu telefonsku uslugu i brzi pristup Internetu [19].

Maksimalne brzine prijenosa koje omogućava ADSL1 pristupna tehnologija su 10 Mbit/s *downstream* i 1 Mbit/s *upstream*.

2.1.1.6 ADSL2 pristupna tehnologija

ADSL2 je posebno dizajniran 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. ADSL2 omogućava *downstream* brzinu do otprilike 12 Mbit/s i *upstream* brzinu do 1 Mbit/s.

2.1.1.7 ADSL2+ pristupna tehnologija

ADSL+ pristupna tehnologija koristi frekvencijski spektar do 2.2 MHz na bakrenoj parici, što je dvostruko više u usporedbi sa ADSL i ADSL2 tehnologijama koje koriste frekvencijski spektar do 1.1 MHz. Iz tog razloga ADSL2+ tehnologija postiže puno veće *downstream* brzine na kraćim duljinama parica.

Maksimalne brzine *downstream* prijenosa su 28 Mbit/s, a *upstream* brzine prijenosa 1.5 Mbit/s.

2.1.1.8 VDSL pristupna tehnologija (Very high bit rate Digital Subscriber Line)

VDSL pristupna tehnologija podržava simetričan i asimetričan prijenos. Ova tehnologija predstavlja daljnji napredak DSL tehnologije, nastao iz potrebe korisnika kojima ADSL, ADSL2 i ADSL+ nije nudio dovoljno velike prijenosne brzine za korištenje govornih, video i podatkovnih usluga.

VDSL pristupna tehnologija predstavlja FTTN (*Fiber to the Neighbourhood*) arhitekturu sastavljenu od kombinacije optičkih niti i upredenih parica. VDSL tehnologija koristi frekvencijski spektar do 12 MHz. Na kraćim udaljenostima, do 300 metara, u asimetričnom prijenosu moguće je postići maksimalne brzine prijenosa (*downstream*) do 52 Mbit/s, te maksimalne brzinu *upstream-a* 1.5 Mbit/s. Kod simetričnog prijenosa VDSL tehnologijom moguće je postići brzine *upstream-a* i *downstream-a* do 10 Mbit/s, na udaljenostima do 1300 metara.

2.1.1.9 VDSL2 pristupna tehnologija

VDSL2 pristupna tehnologija predstavlja 2 inačicu VDSL tehnologije. Objavljena je 2005. godine preporukom ITU G.993.2. VDSL2 koristi prošireni frekvencijski spektar do 30 MHz, čime je omogućen simetričan prijenos u oba smjera brzinama od 100 Mbit/s jednom upredenom paricom do udaljenosti od 350 metara.

VDSL2 je prije svega specificiran kako bi podržao prijenos višekanalskog HDTV-a, videa na zahtjev i videokonferencija, te transfer govora protokolom IP (Voice over Internet Protocol - VoIP) [19].

2.1.2 Širokopojasni pristup koaksijalnim kabelima

Za razliku od DSL pristupne tehnologije koja je razvijena na infrastrukturi postojeće telefonske mreže, tehnologija širokopojasnog pristupa koaksijalnim kablovima koristi postojeću mrežu kabelaške televizije (CATV - *Community Access Television*) [4].

Tri glavne komponente kod pristupne tehnologije putem koaksijalnih kablova su:

- CMTS (*Cable Modem Termination System*): završni sustav na strani kabelaškog operatera.
- Kabelaški modem (CM – *Cable Modem*): na strani krajnjeg korisnika.
- Koaksijalni ili hibridni optičko-koaksijalni medij (kod HFC - *Hybrid Fiber/Coax* mreža)

Širokopojasni pristup koaksijalnim kablovima zasniva se na standardu DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*), izdanom 1997. godine. Europska verzija standarda naziva se EuroDOCSIS, i nastala je zbog razlike upotrebljive širine frekvencijskog spektra kod kabelaških sustava u Europi koji koriste PAL (*Phase Alternating Line*) standard širine frekvecijskog spektra od 8 Mhz, nasprem onih u Sjevernoj Americi koji koriste ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) standard širine frekvecijskog spektra od 6 Mhz.

Prigodom korištenja kablinskih modema za pristup Internetu svi korisnici koji su povezani sa CMTS-om s pomoću zajedničkog koaksijalnog kabela dijele ukupnu prijenosnu brzinu.

Mreža koja povezuje operatorov koncentrador s kabliskim modemima može biti izvedena na dva načina: isključivo s pomoću koaksijalnih kabela ili kao hibridna optičko-koaksijalna mreža - HFC, što je danas najčešći slučaj u svijetu. U HFC mreži signali se iz centrale optičkim nitima prenose do optičkih čvorova od kojih se dalje koaksijalnim kabelima distribuiraju krajnjim korisnicima [19].

Maksimalne brzine pristupa su; za *downstream* 400 Mbit/s za poslovne korisnike, do 250 Mbit/s za rezidencijalne korisnike, a za *upstream* od 384 kbit/s do više od 20 Mbit/s. Pošto se promet dijeli prema korisnicima koji koriste zajedničkog koaksijalnog kabela, brzina po korisniku je otprilike od 500 do 1000 kbit/s u dolaznom smjeru i od 256 do 500 kbit/s u odlaznom smjeru.

2.1.3 Širokopolasni pristup vodovima elektroenergetske mreže

Širokopolasni pristup putem vodova elektroenergetske mreže (BPL - *Broadband over Power Line*) omogućava prijenos podataka do krajnjih korisnik, postojećim vodovima elektroenergetskih mreža niskog i srednjeg napona. BPL je također poznat i pod kraticom PLC (*Power-line Communications*).

Krajnji korisnik ostvaruje širokopolasni pristup putem vodova elektroenergetske mreže pomoću modema uključenog u strujnu utičnicu, te plaća pretplatu Pružatelju usluge na isti način na koji bi to činio da koristi DSL, kablinski širokopolasni pristup ili bilo koji drugi način širokopolasnog pristupa Internetu.

BPL se na dva tipa pristupne tehnologije:

- Pristupni BPL (*Access BPL*)
- BPL unutar zgrade (*In-House BPL*)

Pristupni BPL predstavlja širokopolasnu pristupnu tehnologiju putem elektroenergetske mreže srednjeg napona, npr. putem vodova na rasvjetnim stupovima.

BPL unutar zgrade predstavlja širokopojasnu pristupnu tehnologiju putem elektroenergetske mreže niskog napona, unutar ureda/doma korisnika.

BPL brzine su usporedive s DSL-om i kablskim modemom. BPL je tehnologija u nastajanju koja je odavno poznata ali dostupna na vrlo ograničenom području, zbog raznih tehnoloških prepreka iako ima veliki potencijal pošto su dalekovodi/električni vodovi instalirani gotovo posvuda, što umanjuje potrebu izgradnje nove širokopojasne infrastrukture za moguće korisnike/ pružatelje usluga.

2.2 Bežični širokopojasni pristup Internetu

Bežični širokopojasni pristup Internetu moguć je korištenjem sljedećih tehnologija pristupa:

- Radijski širokopojasni bežični pristup
- Satelitski širokopojasni bežični pristup
- Optički širokopojasni bežični pristup

2.2.1 Radijski širokopojasni bežični pristup

Podjednako je primjenjiv kod rezidencijalnih i poslovnih korisnika, a trenutno je standardima predviđeno korištenje frekvencija od 2 GHz do 66 GHz. Velika prednost bežičnih tehnologija pred žičnim i optičkim tehnologijama je relativno niska cijena implementacije. Međutim, trenutno bežične pristupne mreže još uvijek po svojim prijenosnim performansama ne mogu parirati žičnim i optičkim mrežama [19].

Najznačajnije tehnologije širokopojasnog fiksnog bežičnog pristupa, kao ciljne skupine tehnologija koje mogu ponuditi kvalitetan širokopojasni pristup Internetu, su: LMDS (Local Multipoint Distribution Service), MMDS (Multi-channel Multipoint Distribution Service), IEEE 802.16 (komercijalno nazvan WiMAX), IEEE 802.11 (komercijalno nazvan Wi-Fi) i LTE (za mobilne mreže) [5].

2.2.1.1 MMDS (Multi-channel Multipoint Distribution)

MMDS bežična pristupna tehnologija je prvotno zamišljena kao tehnologija za bežičnu (sličnu kablskoj) televizijsku uslugu, te za učenje na daljinu. Koristi frekvencijsko područje između 2500 MHz – 2686 MHz.

Ostvarive prijenosne brzine kreću se u rasponu od 500 do 1000 kbit/s, iako neki tvrde da je moguće postići i do 10 Mbit/s. Domet je 5 kilometara, te je sama tehnologija prikladna za rezidencijalne i SOHO korisnike.

2.2.1.2 LMDS (Local Multipoint Distribution Service)

LMDS predstavlja bežičnu širokopojanu pristupnu tehnologiju, koju je moguće implemetirati kao tehnologiju *point-to-point* ili *point-to-multipoint*⁴.

Ostvarive prijenosne brzine kod *point-to-point* LMDS-a kreću se u rasponu od 155 Mbit/s do 622 Mbit/s. Realno postizive prijenosne brzine sežu do 45 Mbit/s, odnosno do 311 Mbit/s pri prijenosu snopova (*bursts*) podataka [19].

Ciljana skupina korisnika LMDS pristupne tehnologije su srednje i velike tvrtke

2.2.1.3 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

WiMAX je bežična tehnologija koja omogućava širokopojasni bežični pristup Internetu uz upotrebu radio frekvencijskog spektra od 2 do 11 GHz. WiMAX tehnologija je zasnovana na Ethernetu, na porodici normi IEEE 802, točnije na standardima IEEE 802.16.

Dva ključna standarda su su IEEE 802.16-2004, koji definira fiksni WiMAX (*Fixed Broadband Wireless Access System*), i standard 802.16e, koji definira mobilni WiMAX (*Mobile Broadband Wireless Access System*). Standard 802.16d je namijenjen fiksnoj mreži kao cjenovna alternativa kablskom širokopojasnom pristupu ili DSL širokopojasnim tehnologijama pristupa.

⁴ **Point-to-multipoint:** predstavlja fizički prijenos podataka (digitalni tok bitova) iz jedne točke u više njih (point-to-multipoint) preko komunikacijskih medija.

Standard IEEE 802.16e uveden je s namjerom da omogući korištenje u mobilnim aplikacijama. Nazvan je Mobile WiMAX, iako ga je moguće koristiti i za fiksne aplikacije te se i u tom segmentu uporabe postižu značajne prednosti [9].

Tako za korištenje WiMAX pristupne tehnologije nije potrebno imati telefonski priključak, već samo vanjsku jedinicu poput modema, antene ili primopredajnika, koja se UTP (*unshielded twisted pair*) kablom spaja sa unutarnjom jedinicom spojenom na računalo.

Maksimalne prijenosne brzine kod WiMAX pristupne tehnologije su do 75 Mbit/s. WiMAX tehnologiju pristupa također krase velika pokrivenost, od 15 do 50 kilometara, te velika propusna moć.

2.2.1.4 IEEE 802.11x

IEEE 802.11x ili još poznat kao WLAN (*Wireless Local Area Network*) predstavlja skup bežičnih tehnologija širokopojasnog pristupa definiranih standardima IEEE 802.11x, gdje se podaci prenose radijskim signalom, u frekvencijskom području 5GHz i 2.4 GHz.

Kod IEEE 802.11 standarda uglavnom su prisutne dvije *spread spectrum*⁵ modulacijske tehnike: FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) i DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*).

802.11 - vrijedi za bežične LAN mreže i pruža prijenosne brzine 1 do 2 Mbit/s, u frekvencijskom spektru od 2,4 GHz koristeći FHSS i DSSS modulacijske tehnike

802.11a - predstavlja proširenje na standard 802.11 koji se odnosi na bežične LAN mreže i omogućuje brzine prijenosa do 54 Mbit/s u frekvencijskom spektru od 5GHz. 802.11a koristi modulaciju Ortogonalnog multipleksiranja raspodjelom frekvencija (OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) umjesto modulacijskih tehnika FHSS ili DSSS.

802.11b (također se naziva 802.11 *High Rate* ili Wi-Fi) - predstavlja proširenje 802.11 standarda koji se odnosi na bežične LAN mreže i pruža 11 Mbit/s prijenosne brzine (sa vraćanjem na 5.5, 2 i 1 Mbit/s) u frekvencijskom spektru od 2,4 GHz. 802.11b koristi samo DSSS modulacijsku tehniku. 802.11b je ratifikacija izvornog

⁵ **Spread Spectrum**: predstavlja tehniku prijenosa signala u proširenom spektru

standarda 802.11, koja omogućuje bežičnu funkcionalnost usporedivu sa Ethernet⁶-om.

802.11e - predstavlja nacrt bežičnog standarda koji definira podršku za kvalitetu usluge (QoS - *Quality of Service*) za LAN (*Local Area Network*) mreže, i predstavlja poboljšanje specifikacija WLAN-a u odnosu na verzije standarda 802.11a i 802.11b.

802.11e dodaje QoS i multimedijску podršku postojećim IEEE 802.11b i IEEE 802.11a bežičnim standardima, zadržavajući punu kompatibilnost sa ovim standardima.

802.11g - vrijedi za bežične LAN mreže i koristi se za prijenos na kratke udaljenosti, brzinama prijenosa do 54 Mbps u 2.4 GHz frekvencijskom spektru.

802.11n - se nadovezuje na prethodne 802.11 standarde dodavanjem tehnologije MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*), koji se odnosi na matematički model komunikacijskog sustava s više prijamnih i odašiljačkih antena. Dodatne odašiljačke i prijemne antene omogućuju znatna poboljšanja u propusnosti i dometu bez potrebe za povećanjem frekvencijskog opsega ili odašiljačke snage. Prijenosna brzina može biti do 100 Mbit/s (do čak 250 Mbit/s), odnosno čak 4 do 5 puta brža od brzina definiranih standardom 802.11g.

802.11ac - nadovezuje se na 802.11n standard, kako bi isporučio brzinu prijenosa podataka od 433Mbit/s ili 1.3Gbit/s kod konfiguracije sa tri antene. Radi u 5 GHz frekvencijskom spektru

802.11ac Wave 2 - predstavlja poboljšanje izvornog 802.11ac standarda. Koristi se MU-MIMO tehnologija kako bi se povećala teoretska maksimalna prijenosna brzina do 6,93 Gbit/s.

802.11ad - 802.11ad je bežična specifikacija u razvoju koja će djelovati na 60GHz frekvencijskom spektru i nuditi mnogo veće brzine prijenosa od prijašnjih 802.11 standarda, s teorijskim maksimalnim brzinama prijenosa do 7Gbit/s.

⁶ **Ethernet:** definiran standardom 802.3, predstavlja danas najzastupljeniju računalnu mrežu koja se koristi za izgradnju lokalnih i gradskih mreža. Brzine prijenosa u Ethernet mreži danas se kreću u rasponu od 10 Mbit/s do 10 Gbit/s, a kao prijenosni medij u lokalnim mrežama najčešće se koristi UTP kabel.

2.2.1.5 Tehnologije mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu

Mobilni širokopojasni pristup Internetu trenutno predstavlja jedan od najraširenijih načina širokopojasnog pristupa Internetu u svijetu. Pretpostavlja se da trenutno u svijetu ima više pretplata na usluge mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu nego što ima ukupnog ljudskog stanovništva.

Tehnologije mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu dijelimo na tehnologije 3G+ generacije i 4G generacije:

- 3G+:
 - HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*)
 - HSPA + (*High-Speed Packet Access*)
- 4G: LTE (*Long Term Evolution*)

3G+ mobilne tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu

Nakon 2000. godine počela je evolucija 3G mobilnih tehnologija i pojavio se protokol HSDPA, poboljšani protokol za komunikaciju iz obitelji HSPA. HSDPA protokol koriste mreže temeljene na sustavu UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). UMTS pruža veće brzine prijenosa i veći kapacitet za prijenos podataka. Trenutni HSDPA protokoli podržavaju prijenos brzinama 1.8, 3.6, 7.2 i 14 Mbit/s.

Protokol HSPA+ je napredak na prijašnju tehnologiju i pruža brzine do 42 Mbit/s i 84 Mbit/s.

4G mobilne tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu

LTE predstavlja mobilnu telekomunikacijsku tehnologiju četvrte generacije koja se zasniva na upotrebi ortogonalnog multipleksiranja frekvencijskim odvajanjem (OFDM – *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*).

LTE podržava prijenosne brzine od 20Mbit/s pa sve do 150 Mbit/s, s time da su neke zemlje poput Južne Koreje predstavile GiGA LTE tehnologiju mobilnog pristupa Internetu sa prijenosnim brzinama od 1 Gbit/s.

LTE tehnologija nudi velike brzine prijenosa uz vrlo malo kašnjenje pri prijenosu i uspostavi konekcije (do 10 ms), uz mogućnost istodobnog pružanja širokopojasnog pristupa velikom broju korisnika mobilne mreže.

2.2.2 Satelitski širokopojasni bežični pristup

Ova pristupna tehnologija utemeljena je na tehnologijama kao što su *Digital Video Broadcast with Return Channel via Satellite* (DVB-RCS), i *Digital Video Broadcast with Return Channel Terrestrial* (DVB-RCT). DVB sustavi su primarno namijenjeni razaslanju videa, ali se satelitski kanali mogu koristiti i za povezivanje s Internetom.

Za korištenje širokopojasnog pristupa putem satelitskih veza, potrebna je optička vidljivost između satelita i satelitske antene, tako da prepreke na tom putu mogu znatno utjecati na kvalitetu internetske veze i znatno smanjiti brzine prijenosa.

Usluga širokopojasnog pristupa Internetu putem satelitskih veza i dalje kaska za drugim pristupnim tehnologijama, iako je postignut znatan napredak i na tom području, tako da su trenutno moguće brzine *downstream-a* do 20 Mbit/s (iako najčešće samo tokom noći i jutarnjih sati, tako da su prosječne brzine od 12 - 15 Mbit/s), te brzine *upstream-a* do 6 Mbit/s.

2.2.3 Optički širokopojasni bežični pristup

Optički širokopojasni bežični pristup ili *Free Space Optics - FSO*, predstavlja *point-to-point*⁷ pristupnu tehnologiju gdje se optički signal prenosi bežičnim putem do korisnika. FSO prenosi signale između dvije točke koje imaju izravnu optičku vidljivost (*line-of-sight*) koristeći lasersku tehnologiju prijenosa.

Bežična optička veza može se koristiti na dvije osnovne razine telekomunikacijske mreže. U gradskoj mreži (engl. MAN – Metropolitan Area Network) koristi se za povezivanje korisnika u topologiji od točke do točke (engl. point to point). To je alternativa povezivanju korisnika svjetlovodnom kabelskom mrežom prema konceptu uvođenja svjetlovodne niti čim bliže krajnjem korisniku (FTTx – Fiber To The x). Drugo područje primjene je korištenje bežičnih optičkih komunikacija u lokalnim mrežama unutar zgrade kao zamjena ili nadopuna postojećoj skupini

⁷ **Point-to-point:** - mrežna topologija se sastoji od dva čvora i veze (*linka*) između njih. Ti čvorovi međusobno neposredno komuniciraju. Veza između čvorova može biti stalna (*permanent*) ili dinamička (*circuit switched, packet switched*).

standarda IEEE 802.11x namijenjenih bežičnim lokalnim mrežama (engl. WLAN – Wireless Local Area Network) [16].

Trenutno je FSO pristupnom tehnologijom moguće ostvariti prijenosne brzine do 2.5 Gbit/s. Tipični domet linkova je od 300 metara do 5 kilometara, iako je moguće ostvariti i vezu dometa od 8 do 11 kilometara.

2.3 Optički širokopojasni pristup Internetu

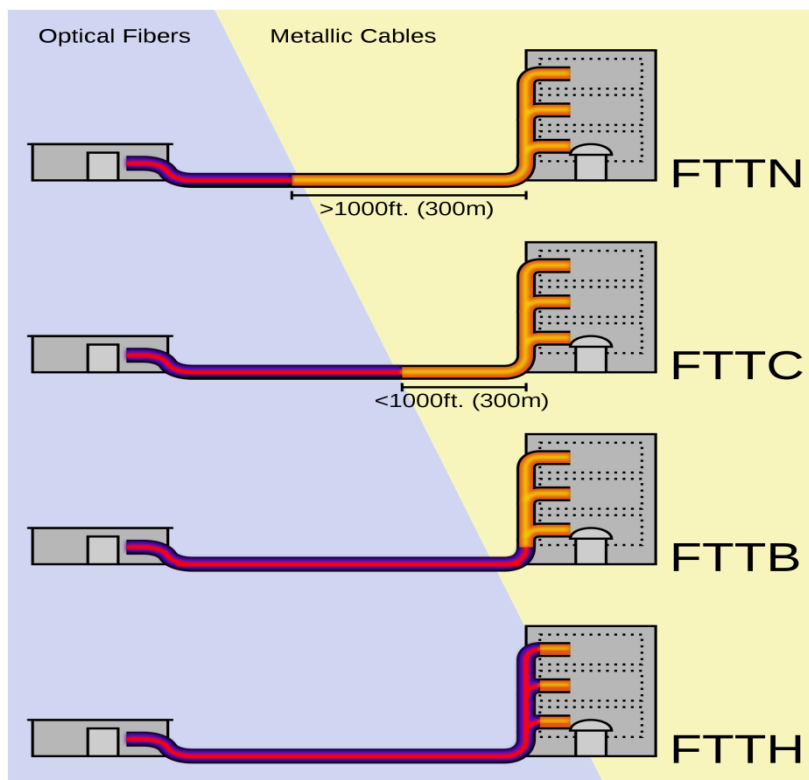
Primjena optike ili svjetlovodne tehnologije kod širokopojasnog pristupa Internetu, po svojim prijenosnim karakteristikama smatra se najboljom od dosad navedenih tehnologija širokopojasnog pristupa. Optički širokopojasni pristup moguće je ostvariti bežičnim putem (ranije opisano u poglavlju " *Optički širokopojasni bežični pristup*") i žičanim putem (optičkim nitima).

Optički širokopojasni pristup putem optičkih niti može se podijeliti prema FTTx (*Fiber to the x*) porodici tehnologija:

- optičke niti do kabineta – *Fiber to the Cabinet* (FTTCab)
- optičke niti do pločnika – *Fiber to the Curb* (FTTC)
- optičke niti do zgrade – *Fiber to the Building* (FTTB)
- optičke niti do doma – *Fiber to the Home* (FTTH)

Infrastruktura kod izgradnje FTTx (optičkih) pristupnih mreža je skuplja u odnosu na druge pristupne tehnologije, sa elektroničkim elementima životnog vijeka od nekoliko godina. No razvojem optičkih mreža padaju i cijene opto-elektronike, reduciraju se troškovi te se primjerenom strategijom razvoja i planiranja optičkih mreža ostvaruje komercijalno konkurentna ponuda optičkih usluga pristupa širokopojasnom Internetu kako u svijetu, tako i u Republici Hrvatskoj.

Tako da u Republici Hrvatskoj najveći pružatelji širokopojasnog pristupa Internetu, već u svojim ponudama imaju pakete koji nude korisnicima širokopojasni pristup Internetu po prihvatljivim cijenama.



Slika 2. FTTx tehnologije pristupa⁸

2.3.1 Fiber to the Cabinet (FTTCab)

FTTCab ili FTTN (*Fiber to the neighbourhood*) tehnologija širokopojasnog optičkog pristupa, predstavlja arhitekturu optičke pristupne mreže u kojoj se širokopojasni signali optičkim vlaknom dovode do skupine korisnika (max. 300 m) gdje se nalazi ormarić u kojem se provodi optičko-električka pretvorba. Signali se potom distribuiraju do korisnika pojedinačno putem VDSL modema i telefonske parice na udaljenosti od 300 do 1500 metara [4].

2.3.2 Fiber to the Curb (FTTC)

Kod FTTC tehnologije širokopojasnog optičkog pristupa, optičko vlakno se dovodi na udaljenosti od nekoliko metara do nekoliko stotina metara od korisnika.

⁸ Izvor: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9e/FTTX.svg/2000px-FTTX.svg.png>

Kako je promjer pretplatničke skupine ovdje manji broj pretplatnika u njoj se kreće oko 100 [4].

2.3.3 Fiber to the Building (FTTB)

FTTB tehnologija širokopojasnog optičkog pristupa je inačica FTTC-a gdje je optička mrežna jedinica smještena u podrumu zgrade. Slična je tehnologiji FTTH, samo za razliku od FTTH-a istodobno poslužuje više korisnika [4].

2.3.4 Fiber to the Home (FTTH)

FTTH tehnologija širokopojasnog optičkog pristupa je krajnja faza razvoja sveoptičke pristupne mreže gdje je optičko vlakno u potpunosti istisnulo potrebu za telefonskom bakrenom paricom, i optička vlakna su dovedena izravno do korisnika. Vlakno do pojedinih korisnika dolazi nakon optičkih razdjelnika koji dijele signal u različitom omjeru [4].

Infrastruktura kod FTTH tehnologije je skupa, no gušenje signala i preslušavanje je puno manje, nego kod bakrenih parica, uz puno veću propusnost.

2.3.5 Aktivna i pasivna optička mreža

Optičke pristupne mreže putem FTTx tehnologije, prema arhitekturi mogu biti podijeljene na:

- Aktivne optičke mreže (AON - Active Optical Network)
- Pasivne optičke mreže (PON - Passive Optical Network)

Aktivna i pasivna optička mreža dijele se prema načinu na koji razdijeljuju podatke i usmjeravaju ih prema odgovarajućem odredištu od centrale. Oba rješenja imaju velik nedostatak nemogućnosti efikasnog proširivanja na rastući broj korisnika, odnosno lošu skalabilnost sustava [23].

2.3.5.1 Aktivne optičke mreže

Aktivne optičke mreže znane još kao i *Point-to-Point mreže* (P2P), koriste električnu opremu kao što su usmjerivači (*routers*) ili preklopnik⁹ (*switch*) za distribuciju podataka/signala od centrale prema krajnjim korisnicima, kojima su ti podaci i namijenjeni. Oni osiguravaju da odlazne i dolazne informacije idu prema pravom odredištu. U AON optičkoj arhitekturi optika ide skroz do korisnikova doma, odnosno korisniku je dodijeljeno jedno ili više optičkih vlakana koje se proteže od centrale.

2.3.5.2 Pasivne optičke mreže

Pasivne optičke mreže, još znane kao i *Point-to-Multipoint* mreže, za razliku od aktivnih nemaju električnu opremu pomoću koje usmjeravaju promet od centrale do korisnika, već koriste pasivne optičke razdjelnike¹⁰ (*optical splitters*) za dijeljenje i prikupljanje optičkih signala. Optički razdjelnik se ubraja u pasivnu optičku opremu, pa mu ne treba dodatni izvor napajanja. Snaga signala koji se šalju prema krajnjim korisnicima dijeli se u omjeru 1:N, pri čemu je N broj krajnjih korisnika vezanih na pasivni optički razdjelnik. Na ovaj način više korisnika koristi istu optičku vezu prema centralnom poslužitelju, te je osnovna prednost korištenja pasivnih optičkih mreža nasprem aktivnih optičkih mreža, ušteda u izgradnji kableske infrastrukture, jer uporaba PON-a smanjuje potrebnu količinu optičkih niti [16].

Kada primjeniti koju vrstu PON-a, ovisi ponajviše o fizičkom rasporedu korisnika i postojećoj kanalizacijskoj mreži i općenito o strategiji razvoja širokopojasne mreže. Davatelji usluga skloniji su centralizaciji u OLT čvoru, čime se minimizira potreban broj optičkih razdjelnika, ali i aktivne komunikacijske opreme u centralnom čvorištu. Dijagnostika kvara u pasivnom dijelu mreže je brža i jednostavnija, a ukupno gušenje PON-a manje, po principu manji broj razdjelnika – manje intrinzično gušenje i manje kvarova [23].

⁹ **Switch:** dijeli mrežni promet te ga šalje na određena odredišta

¹⁰ **Optički razdjelnik (Optical splitter):** je element mreže koji dijeli jednu optičku nit na više njih čime se dobiva konfiguracija od jednog ulaza i više izlaza. Signal na izlazu sadrži istu informaciju kao što je na ulazu samo je snaga signala manja.

PON-ove također možemo klasificirati prema vrsti multipleksiranja koja se koristi, pa tako imamo:

- APON (ATM over PON)
- EPON (Ethernet over PON)
- BPON (Broadband PON)
- GPON (Gigabit PON)

APON koristi ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) kao protokol nad fizičkim slojem. Prijenosne brzine koje podržava APON kreću se do 622,080 Mbit/s u dolaznom smjeru i do 155,520 Mbit/s u odlaznom 1-13 smjeru. Domet prijenosa iznosi do 20 km, a optička poveznica koja povezuje OLT i ONU može posluživati najviše 32 krajnja korisnika [16].

BPON definira PON-ove koji omogućavaju pristup dolaznom brzinom do 1.244,16 Mbit/s i odlaznom brzinom do 622,080 Mbit/s. APON je jedna od inačica BPON-a, koja koristi ATM [16].

GPON koristi brzine prijenosa (simetrične ili asimetrične) od 155,520 Mbit/s, 622,080 Mbit/s, 1.244,16 Mbit/s i 2,488.32 Mbit/s. Domet prijenosa iznosi do 20 km (uz uporabu regeneratora i do 60 km) [16].

EPON (sinonim za EPON je EFMP) podržava prijenosne brzine definirane Ethernet standardima: 10 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1 Gbit/s ili 10 Gbit/s. Definirana su dva EFMP standarda fizičkog sloja: - 1000BASE-PX10, domet prijenosa 10 km, i - 1000BASE-PX20, domet prijenosa 20 km. Broj krajnjih korisnika u EPON-u ograničen je na 16 ili 32 [16].

2.4 Raspodjela širokopojasnih priključaka u RH

Prema posljednjem izvješću HAKOM-a¹¹ za drugo tromjesečje 2015.godine za dosad promatrano razdoblje bilo je:

- Broj priključaka putem vlastite bakrene pristupne mreže: 483.572
- Broj xDSL priključaka putem izdvojenog pristupa lokalnoj petlji: 189.499
- Broj xDSL priključaka putem dijeljenog pristupa lokalnoj petlji: 199
- Broj FttX priključaka: 20.393
- Broj priključaka putem usluge bitstream pristupa: 119.916
- Broj priključaka putem kablskih mreža: 119.366
- Broj priključaka putem ostalih tehnologija pristupa: 33.100

Ove brojke predstavljaju povećanje od 3.13% u odnosu na prošlu godinu, i 1.16% u odnosu na prvu četvrtinu 2015. godine.

¹¹ HAKOM - TROMJESEČNI USPOREDNI PODACI TRŽIŠTA ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA U REPUBLICI HRVATSKOJ Drugo tromjesečje 2015. godine (Podacima pristupljeno 28. kolovoza 2015.)

3. Metodologija Direct Access Index

Digital Access Index je metodologija za određivanje indeksa digitalnog pristupa razvijena od strane Međunarodne telekomunikacijske unije (*International Telecommunication Union* - ITU) 2003. godine, sa ciljem da se prikaže sposobnost stanovnika neke države da pristupe i koriste informacijske i komunikacijske tehnologije. DAI indeks predstavlja prvi globalni indeks za rangiranje ICT (*Information and communications technology*) pristupa, koji pokriva više od 175 zemalja svijeta.

Pomoću DAI indeksa zemlje se rangiraju po sljedećim grupama:

- *High Access economies* - zemlje sa jako visokom razinom pristupa ICT tehnologijama, DAI indeksa vrijednost 0.7 i više
- *Upper Access economies* - zemlje sa visokom razinom pristupa ICT tehnologijama, DAI indeksa vrijednosti između 0.7 i 0.5
- *Medium Access economies* - zemlje sa srednjom razinom pristupa ICT tehnologijama, DAI indeksa vrijednosti između 0.5 i 0.3
- *Low Access economies* - zemlje sa niskom razinom pristupa ICT tehnologijama, DAI indeksa vrijednosti manje od 0.3

Top 10 rangiranih zemalja prema DAI indeksu su: Švedska, Danska, Island, Južna Koreja, Norveška, Nizozemska, Hong Kong, Finska, Tajvan i na desetom mjestu Kanada.

DAI indeks svake zemlje izračunava se preko 5 faktora/kategorija: Infrastruktura, Cjenovna dostupnost, Obrazovanje, Kvaliteta usluge i Upotreba. Do sada se vjerovalo kako nerazvijena infrastruktura predstavlja najveću prepreku za razvoj i pristup informacijsko-komunikacijskim tehnologijama. No istraživanja koja je sproveo ITU pokazuju da Cjenovna dostupnost, zajedno sa Obrazovanjem čine jednako važne faktore/prepreke kod razvoja i pristupa ICT tehnologijama. Peti faktor, stvarna upotreba ICT tehnologija, predstavlja ključni faktor za izradu DAI indeksa te omogućuje usporedbu indeksa sa stvarnim stanjem neke zemlje [24].

Točnije, DAI indeks svake zemlje izračunava se pomoću 8 varijabi podijeljenih u 5 kategorija, a to su:

- Infrastruktura (*Infrastructure*):
 - Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika
 - Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika
- Cjenovna dostupnost (*Affordability*):
 - Cijena Internet priključka kao postotak bruto nacionalnog dohotka po stanovniku
- Obrazovanje (*Knowledge*):
 - Postotak pismenosti odraslih
 - Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete
- Kvaliteta usluge (*Quality*):
 - Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku
 - Broj korisnika usluga širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika
- Upotreba (*Usage*):
 - Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika
- Indeks digitalnog pristupa: Iznosi prosjek vrijednosti dobivenih za pojedinu kategoriju

Rezultati dobiveni indeksima poput DAI indeksa, izračunati preko više pomno odabranih pokazatelja, pružaju širu, kompletniju sliku o stvarnom stanju neke zemlje, nego li što bi to bilo moguće ostvariti samo jednim pokazateljem. Rezultati zasnovani na jednom pokazatelju pružaju samo djelomičnu, te ponekad i pogrešnu sliku stvarnog stanja zemlje, što je također jedan od razloga zašto je bilo potrebno razviti metodologiju za određivanje DAI indeksa.

3.1 Grupe rangiranja DAI indeksa

Zemlje se prema vrijednosti indeksa digitalnog pristupa rangiraju u četiri grupe: *High access economies*, *Upper access economies*, *Medium access economies* i *Low access economies*.

High access economies

Ekonomije zemalja u ovoj grupi su postigle visoku razinu pristupa digitalnim tehnologijama za većinu svoga stanovništva. Ekonomije u ovoj kategoriji imaju dovoljno razvijenu infrastrukturu, cijene usluga pristupa su pristupačne, razina obrazovanja je visoka te se ulažu dodatni napor kako bi se dodatno poboljšala razina kvalitete pružanjem još bržeg pristupa digitalnim tehnologijama. Zemlje u ovoj grupi imaju DAI indeks iznad 0.7 (1 je maksimalna vrijednost indeksa).

Glavni faktor kojim se razlikuju/rangiraju pojedine zemlje unutar ove kategorije, je Upotreba. Faktor "Upotrebe" najčešće ovisi o socijalno-kulturološkim karakteristikama neke nacije, više nego što to ovisi bilo koji drugi faktor DAI indeksa.

Ako rangiramo ekonomije unutar ove grupe prema individualnim faktorima, vidjet ćemo da su razlike minimalne, stoga male razlike u izračunu mogu rang neke zemlje promijeniti i za nekoliko mjesta. To se posebno odnosi na statističke izračune temeljene na općim pretpostavkama koje ponekad ne reflektiraju realnu sliku stanja neke zemlje, te time mogu znatno utjecati na njihov indeks, a time i rang. Na primjer, zemlje poput Kanade, Južne Koreje, Japana i SAD-a imaju relativno slabe rezultate kad se gleda pokazatelj "Međunarodna propusnost (bitovi) po stanovniku". Razlog tome je da te zemlje imaju popriličnu domaću bazu podataka, stoga je smanjena potreba stanovnika tih zemalja za pristupom sadržaju na web stranicama drugih zemalja.

Faktor Upotrebe je najosjetljiviji na usporedbe jer se ankete Internet korisnika razlikuju prema dobnim skupina i učestalosti korištenja Interneta. Zemlje rangirane u samom vrhu, sa DAI indeksom iznad vrijednosti 0.8, uglavnom su Skandinavske zemlje poput Švedske, Danske i Islanda, koje tradicijski teže ravnopravnosti, sklone su tehnologiji i imaju vrhunsku infrastrukturu [24].

Skoro sve zemlje, unutar High-access grupe, dolaze iz Zapadne Europe, Sjeverne Amerike, Istočne Azije i Pacifika, te su klasificirane kao napredne ekonomije od strane Monetarnog fonda [24].

HIGH ACCESS ZEMLJE					
Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI
1.	Sweden	0.85	14.	Singapore	0.75
2.	Denmark	0.83	15.	Japan	0.75
3.	Iceland	0.82	16.	Luxembourg	0.75
4.	Korea (Rep.)	0.82	17.	Austria	0.75
5.	Norway	0.79	18.	Germany	0.74
6.	Netherlands	0.79	19.	Australia	0.74
7.	Hong Kong, China	0.79	20.	Belgium	0.74
8.	Finland	0.79	21.	New Zealand	0.72
9.	Taiwan, China	0.79	22.	Italy	0.72
10.	Canada	0.78	23.	France	0.72
11.	United States	0.78	24.	Slovenia	0.72
12.	United Kingdom	0.77	25.	Israel	0.70
13.	Switzerland	0.76			

Tablica 1. High Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU: podaci za 2003.godinu a)

Upper-access economies

Zemlje unutar ove grupe su uspjele postići prihvatljivu razinu pristupa za većinu svoga stanovništva. Ono po čemu se ova grupa razlikuje od High-access grupe je neravnoteža pojedinih DAI faktora, što utječe na njihov rang. Primjer su zemlje sa dobro razvijenom infrastrukturom za pristup digitalnim tehnologijama, ali Cjenovna dostupnost, zbog visine cijene usluga pristupa Internetu, ruši im ukupni DAI rang.

Ova grupa se sastoji od zemalja srednje i istočne Europe, Kariba, Zemalja Arapskog poluotoka i Latinoameričkih zemalja. To je natjecateljski skup zemalja, gdje mnoge zemlje ciljaju napredovati na višu razinu digitalnog pristupa. Neke zemlje žele ovo postići kroz ambiciozne državne projekte (Dubai tu prednjači), dok se drugi nadaju da će liberalizacija tržišta poslužiti kao poticajna sila za daljni napredak, dok većina zemalja napredak zasniva na kombinaciji jednog i drugog [24].

UPPER ACCESS ZEMLJE								
Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI
26.	Ireland	0.69	40.	Poland	0.59	54.	Argentina	0.53
27.	Cyprus	0.68	41.	Slovak Republic	0.59	55.	Trinidad & Tobago	0.53
28.	Estonia	0.67	42.	Croatia	0.59	56.	Bulgaria	0.53
29.	Spain	0.67	43.	Chile	0.58	57.	Jamaica	0.53
30.	Malta	0.67	44.	Antigua & Barbuda	0.57	58.	Costa Rica	0.52
31.	Czech Republic	0.66	45.	Barbados	0.57	59.	St. Lucia	0.52
32.	Greece	0.66	46.	Malaysia	0.57	60.	Kuwait	0.51
33.	Portugal	0.65	47.	Lithuania	0.56	61.	Grenada	0.51
34.	UAE	0.64	48.	Qatar	0.55	62.	Mauritius	0.50
35.	Macao, China	0.64	49.	Brunei Darussalam	0.55	63.	Russia	0.50
36.	Hungary	0.63	50.	Latvia	0.54	64.	Mexico	0.50
37.	Bahamas	0.62	51.	Uruguay	0.54	65.	Brazil	0.50
38.	Bahrain	0.60	52.	Seychelles	0.54			
39.	St. Kitts and Nevis	0.60	53.	Dominica	0.54			

Tablica 2. Upper Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU podaci za 2003.godina)

Medium access economies

Najveću prepreku za postizanje visoke razine digitalnog pristupa, u ovoj grupi, čini nedostatak infrastrukture. Grupa se sastoji primarno od Latinoameričkih zemalja i zemalja Jugoistočne Azije, uz poneku zemlju iz Afrike i Bliskog istoka. Veća liberalizacija ICT tržišta ovih zemalja je nužna, kako bi postale atraktivne za investitore [24].

MEDIUM ACCESS ZEMLJE								
Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI
66.	Belarus	0.49	86.	Botswana	0.43	106.	Sri Lanka	0.38
67.	Lebanon	0.48	87.	Iran (I.R.)	0.43	107.	Bolivia	0.38
68.	Thailand	0.48	88.	Ukraine	0.43	108.	Cuba	0.38
69.	Romania	0.48	89.	Guyana	0.43	109.	Samoa	0.37
70.	Turkey	0.48	90.	Philippines	0.43	110.	Algeria	0.37
71.	TFYR Macedonia	0.48	91.	Oman	0.43	111.	Turkmenistan	0.37
72.	Panama	0.47	92.	Maldives	0.43	112.	Georgia	0.37
73.	Venezuela	0.47	93.	Libya	0.42	113.	Swaziland	0.37
74.	Belize	0.47	94.	Dominican Rep.	0.42	114.	Moldova	0.37
75.	St. Vincent	0.46	95.	Tunisia	0.41	115.	Mongolia	0.35
76.	Bosnia	0.46	96.	Ecuador	0.41	116.	Indonesia	0.34
77.	Suriname	0.46	97.	Kazakhstan	0.41	117.	Gabon	0.34
78.	South Africa	0.45	98.	Egypt	0.40	118.	Morocco	0.33
79.	Colombia	0.45	99.	Cape Verde	0.39	119.	India	0.32
80.	Jordan	0.45	100.	Albania	0.39	120.	Kyrgyzstan	0.32
81.	Serbia & Montenegro	0.45	101.	Paraguay	0.39	121.	Uzbekistan	0.31
82.	Saudi Arabia	0.44	102.	Namibia	0.39	122.	Viet Nam	0.31
83.	Peru	0.44	103.	Guatemala	0.38	123.	Armenia	0.30
84.	China	0.43	104.	El Salvador	0.38			
85.	Fiji	0.43	105.	Palestine	0.38			

Tablica 3. Medium Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU: podaci za 2003.godinu)

Low access economies

Zemlje unutar ove kategorije čine najsiromašnije zemlje svijeta i većina su zemlje u razvoju (LDC - *Less developed country*). Imaju minimalan pristup informacijskom društvu, te je taj nedostatak digitalnog pristupa samo jedan od nedostataka ovih zemalja, čiji su glavni problemi siromaštvo, glad i nedostatak minimalnih ljudskih nužnosti kao što su sklonište, čista voda i adekvatna medicinska njega.

Osim nedostatne komunikacijske infrastrukture, još jedan faktor je zajednički gotovo svim zemljama u ovoj grupi, a to su relativno visoke cijene pristupa ICT tehnologijama. U većini ovih zemalja, jedan sat pristupa Internetu premašuje prosječni dnevni dohodak. Ukoliko se cijene drastično ne smanje, teško je predvidjeti pridruživanje ovih zemalja informacijskom društvu. Čimbenici koji pridonose visokim cijenama pristupa Internetu unutar ove grupe, su ograničena domaća tržišna natjecanja, nedostatak prometa i to što su to većinom male ekonomije.

Iako su većini zemalja unutar ove grupe zajedničke visoke cijene pristupa Internetu, ipak postoje značajne varijacije među različitim DAI kategorijama, posebice obrazovanje i pismenost. Obrazovanje i pismenost se pokazalo kao jedan od glavnih faktora koji utječe na DAI rang zemalja unutar ove grupe. To nadalje pokazuje da zemlje sa visokim razinama obrazovanja, poput Zimbabvea (razine obrazovanja i pismenosti među najvišima u Africi), imaju veliki potencijal za unapređenjem svojeg DAI indeksa, ukoliko se ostali faktori uspiju unaprijediti. Tako bi Zimbabve na primjer, sa infrastrukturom na razini Sirije koja je također u ovoj grupi, bio rangiran među *Medim-access* ekonomijama [24].

LOW ACCESS ZEMLJE								
Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI	Rang	Zemlja	DAI
124.	Zimbabwe	0.29	143.	Uganda	0.17	162.	Comoros	0.13
125.	Honduras	0.29	144.	Zambia	0.17	163.	Côte d'Ivoire	0.13
126.	Syria	0.28	145.	Myanmar	0.17	164.	Eritrea	0.13
127.	Papua New Guinea	0.26	146.	Congo	0.17	165.	D.R. Congo	0.12
128.	Vanuatu	0.24	147.	Cameroon	0.16	166.	Benin	0.12
129.	Pakistan	0.24	148.	Ghana	0.16	167.	Mozambique	0.12
130.	Azerbajdžan	0.24	149.	Lao P.D.R.	0.15	168.	Angola	0.11
131.	S. Tomé & Príncipe	0.23	150.	Malawi	0.15	169.	Burundi	0.10
132.	Tadžikistan	0.21	151.	Tanzania	0.15	170.	Guinea	0.10
133.	Equatorial Guinea	0.20	152.	Haiti	0.15	171.	Sierra Leone	0.10
134.	Kenya	0.19	153.	Nigeria	0.15	172.	Central Af. Rep.	0.10
135.	Nicaragua	0.19	154.	Djibouti	0.15	173.	Ethiopia	0.10
136.	Lesotho	0.19	155.	Rwanda	0.15	174.	Guinea-Bissau	0.10
137.	Nepal	0.19	156.	Madagascar	0.15	175.	Chad	0.10
138.	Bangladeš	0.18	157.	Mauritania	0.14	176.	Mali	0.09
139.	Yemen	0.18	158.	Senegal	0.14	177.	Burkina Faso	0.08
140.	Togo	0.18	159.	Gambia	0.13	178.	Niger	0.04
141.	Solomon Islands	0.17	160.	Bhutan	0.13			
142.	Cambodija	0.17	161.	Sudan	0.13			

Tablica 4. Low Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU: podaci za 2003.godinu)

3.2 Kategorije DAI indeksa

U ovom poglavlju prikazane su kategorije indeksa digitalnog pristupa, koje se dijele u pet kategorija: Infrastruktura, Obrazovanje, Cjenovna dostupnost, Kvaliteta usluge i Upotreba.

Infrastruktura

Kategorija Infrastrukture sadrži varijable koje pokazuju ukupnu razvijenost mreže neke zemlje, preko varijabli koje pokazuju broj pretplatnika fiksnih i mobilnih telefonskih usluga:

- Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika
- Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika

Fiksne i mobilne telefonske mreže predstavljaju sredstvo za glasovnu, tekstualnu, video i podatkovnu komunikaciju među korisnicima. Ciljana vrijednost broja pretplatnika fiksne telefonske usluge na 100 stanovnika iznosi 60, dok za mobilne telefonske usluge, ciljana brojka na 100 stanovnika je 100, što bi značilo da svaka odrasla osoba posjeduje barem jedan mobilni uređaj [24].

Obrazovanje

Razina obrazovanja zemlje ima znatan utjecaj na njenu sposobnost da primjeni nove tehnologije, te samim time i na njen razvoj i primjenu ICT tehnologija. Pismenost¹² odraslih osoba, te ukupan broj osoba koje pohađuju neku vrstu obrazovne ustanove (osnovna škola, srednja škola ili fakultet) koriste se kao pokazatelji kapaciteta neke zemlje i njenog stanovništva da se služe ICT tehnologijama.

Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete, definira se kao broj studenata (učenika) podijeljen sa brojem stanovništva tog školskog uzrasta.

¹²**Pismenost:** - Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP - *United Nations Development Programme*) definira pismenost kao postotak stanovništva u dobi od 15 godina i više koji su u stanju, sa razumijevanjem, pročitati i napisati kratku i jednostavnu izjavu o svojoj svakodnevici.

Varijable korištene za izračun razine Obrazovanja kod DAI indeksa, su također korištene za izračun Indeksa ljudskog razvoja (HDI - *Human Development Index*). Ciljane vrijednosti za obje varijable iznose 100 [24].

Cjenovna dostupnost

Pristup ICT tehnologijama, uz razvijenu infrastrukturu koja omogućuje pristup što većem broju stanovništva neke zemlje, mora također biti i cjenovno pristupačan. Cjenovna dostupnost se mjeri preko cijene Internet priključka kao postotka bruto nacionalnog dohotka po stanovniku.

Cijene pristupa Internetu korištene za izračun DAI indeksa, pretpostavljaju faktor upotrebe Interneta od 1 sata po radnom danu. Kad se od ukupnog mjesečnog prihoda pojedinca oduzme postotak koji se troši na pristup Internetu, dobivamo vrijednost koja pomnožena sa 100 daje indikator cjenovne dostupnosti. Logika iza ovakve pretvorbe faktora cjenovne dostupnosti, leži u potrebi da se kreira indikator gdje je visoka vrijednost indikatora poželjna (predstavlja pozitivnu vrijednost), kako bi bila usuglašena sa ostalim indikatorima DAI indeksa. Ciljana vrijednost faktora iznosi 100, te takva vrijednost faktora cjenovne dostupnosti znači besplatan pristup Internetu. Ukoliko je vrijednost faktora cjenovne dostupnosti negativna, to bi značilo da je cijena pristupa Internetu skuplja od mjesečnog prihoda pojedinca [24].

Kvaliteta usluge

Kategorija Kvalitete usluge prikazuje učinak koji iskustvo korisnika pri korištenju ICT tehnologija ima na indeks digitalnog pristupa. Tako na primjer u slučaju kad je iskustvo korištenja ICT tehnologija loše zbog sporih brzina prijenosa, manje korisnika će htjeti koristiti ICT tehnologije, ili ih neće moći koristiti na efikasan i produktivan način. Pomoću ove kategorije moguće je bolje i finije rangirati zemlje prema DAI indeksu, posebice visoko razvijene zemlje od kojih većina postiže visoke rezultate u ostalim kategorijama (Infrastruktura, Cjenovna dostupnost i Obrazovanje).

Koriste se dvije varijable za određivanje kvalitete usluge: "Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku" i "Broj korisnika usluga širokopojsnog pristupa Internetu na 100 stanovnika"

Prva varijabla je značajna kod zemalja u razvoju gdje se putem Interneta pristupa stranicama i sadržaju koji se nalazi u inozemstvu, pa stoga količina Međunarodnog prometa po stanovniku može imati jako veliki utjecaj na faktor Kvalitete usluge. Kod razvijenih zemalja, većina sadržaja i stranica kojima korisnici pristupaju su lokalne stranice, i stoga količina Međunarodnog prometa nije bitna koliko lokalna brzina prijenosa, mjerena pomoću indikatora o broju pretplatnika na usluge širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika.

Ciljana vrijednost kod međunarodnog prometa po stanovniku postavljena je na 10000, a za broj pretplatnika na usluge širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika, ona iznosi 30. Svaka od ovih varijabli ima jednaku važnost u izračunu konačne vrijednosti faktora Kvalitete usluge [24].

Upotreba

Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika koristi se kao pokazatelj u kolikoj mjeri se koriste ICT tehnologije u nekoj zemlji. Ciljana vrijednost varijable iznosi 85.

Ciljana vrijednost je bazirana na činjenici da je nerealno očekivati da se svaki stanovnik služi Internetom. Za dio stanovništva, poput male djece, smatra se da nemogu u potpunosti i efikasno koristiti Internet, što je još jedan od razloga zašto ciljana vrijednost ne može iznositi 100. Također je vidljivo da broj korisnika Interneta na 100 stanovnika varira od zemlje do zemlje, s obzirom na dobnu strukturu te zemlje. Stoga je ciljana vrijednost od 85 odabrana na temelju prosječnog postotka stanovništva starog 10 godina i više, gledano na svjetskoj razini [24].

3.3 Formula za izračun DAI indeksa

U nastavku se nalazi tablica koja prikazuje formulu za izračun vrijednosti indeksa za pojedine kategorije, te za ukupnu vrijednost DAI indeksa (Tablica 5.):

Kategorija	Varijabla	Južna Koreja	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa	
Infrastruktura	Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika	48,6	60	0,81	0,5	0,4	0,74
	Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika	67,9	100	0,68	0,5	0,3	
Cijenovna dostupnost	Cijena Internet priključka kao postotak bruto nacionalnog dohotka po stanovniku	98,8	100	0,988	1		0,99
Obrazovanje	Postotak pismenosti odraslih	97,9	100	0,98	0,66	0,7	0,96
	Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete	91	100	0,91	0,33	0,3	
Kvaliteta usluge	Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku	362	10000	0,74*	0,5	0,4	0,74
	Broj korisnika usluga širokopoljnog pristupa Internetu na 100 stanovnika	21,9	30	0,73	0,5	0,4	
Upotreba	Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika	55,2	85	0,65	1		0,65
Vrijednost DAI indeksa (prosjeak vrijednosti indeksa po kategorijama)							0,82

*Zbog velikog raspona vrijednosti među zemljama, koristi se sljedeći logaritam za izračunavanje ove vrijednosti: $(\text{LOG}(362) - \text{LOG}(0.01)) / (\text{LOG}(10000) - \text{LOG}(0.01))$

Tablica 5. Izračun DAI indeksa na primjeru Južne Koreje (Izvor ITU)

Vrijednost indeksa pojedine kategorije dobiva se dijeljenjem vrijednosti varijable sa vrijednošću ciljane vrijednosti. U slučaju više varijabli rezultat predstavlja vrijednost indikatora te pojedine varijable. Dobivena vrijednost se množi sa težinom vrijednosti (*weight*), te dobivamo vrijednost indeksa za pojedinu varijablu. Konačnu vrijednost indeksa kategorije dobivamo zbrojem dobivenih indeksa za pojedinu kategoriju.

Ukoliko kategorija sadrži samo jednu varijablu, u tom slučaju indikator predstavlja konačnu vrijednost indeksa te kategorije.

	Godina										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika											
Afrika	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,1	1,2	1,2
Araapske države	9,4	9,6	10,1	10,3	9,9	9,8	9,8	9,6	8,9	8,1	7,3
Azija i Pacifik	15,1	15,5	15,3	14,9	14,9	14,2	13,7	13,3	12,5	11,9	11,3
Europa	45,5	45,3	43,7	42,7	43,6	42,8	41,6	40,3	39,4	38,3	37,3
Amerika	33,0	31,9	30,9	31,2	29,9	29,2	28,3	27,6	27,0	26,2	25,4
Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika											
Afrika	12,4	17,8	23,5	32,2	38,0	45,4	52,3	58,9	65,6	71,2	73,5
Araapske države	26,8	38,8	52,6	63,2	76,5	87,9	99,1	105,4	110,4	109,7	108,2
Azija i Pacifik	22,6	28,8	37,1	46,6	56,3	67,3	76,5	80,9	86,7	90,6	91,6
Europa	91,7	101,2	111,7	117,0	116,8	115,0	117,9	119,6	120,1	120,5	120,6
Amerika	52,1	62,0	72,1	80,8	87,3	94,0	100,6	103,9	107,7	108,2	108,1
Broj korisnika usluga mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika											
Afrika	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,8	4,6	8,5	10,3	12,9
Araapske države	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,1	13,1	16,1	27,3	36,1
Azija i Pacifik	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7,4	11,0	15,3	18,5	29,7
Europa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	30,5	39,4	49,1	56,1	69,3
Amerika	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24,6	34,1	41,9	55,7	77,6
Broj korisnika usluga fiksnog širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika											
Afrika	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Araapske države	0,3	0,5	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,4	3,7
Azija i Pacifik	2,2	2,8	3,2	4,0	4,7	5,5	6,4	7,0	7,8	8,3	8,9
Europa	10,9	14,8	18,4	20,4	22,1	23,6	24,8	25,7	27,7	28,6	29,6
Amerika	7,5	9,0	10,9	12,3	13,0	14,0	15,0	15,8	17,0	17,4	18,0
Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika											
Afrika	2,4	3,3	3,9	5,9	7,3	9,8	12,6	14,4	16,7	18,9	20,7
Araapske države	8,3	11,1	13,4	16,2	19,1	24,3	26,5	29,4	32,2	34,7	37,0
Azija i Pacifik	9,4	10,6	13,4	16,2	18,9	22,5	25,2	28,4	30,7	33,8	36,9
Europa	46,3	49,7	56,0	60,2	63,2	66,6	67,8	70,0	71,7	74,5	77,6
Amerika	35,9	38,8	42,7	44,1	46,1	48,6	51,0	56,4	60,4	63,1	66,0

Tablica 6. Vrijednosti ključnih varijabla za izračun širokopojasnog pristupa Internetu za pojedine svjetske regije (Izvor ITU¹³)

¹³ Pristupljeno podacima 07. rujna 2015.

4. Analiza postojećeg stanja u RH i izračun trenutnog DAI indeksa RH

U ovom poglavlju analizirani su trenutno dostupni podaci za Republiku Hrvatsku, prema odabranim kategorijama i pripadajućim varijablama:

- Infrastruktura (Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika; Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika)
- Cjenovna dostupnost (Cijena Internet priključka kao postotak bruto nacionalnog dohotka po stanovniku)
- Obrazovanje (Postotak pismenosti odraslih, Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete)
- Kvaliteta usluge (Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku; Broj korisnika usluga širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika)
- Upotreba (Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika)

Te na temelju dobivenih vrijednosti indeksa za pojedinu kategoriju, prikazat će se trenutni DAI indeks Republike Hrvatske.

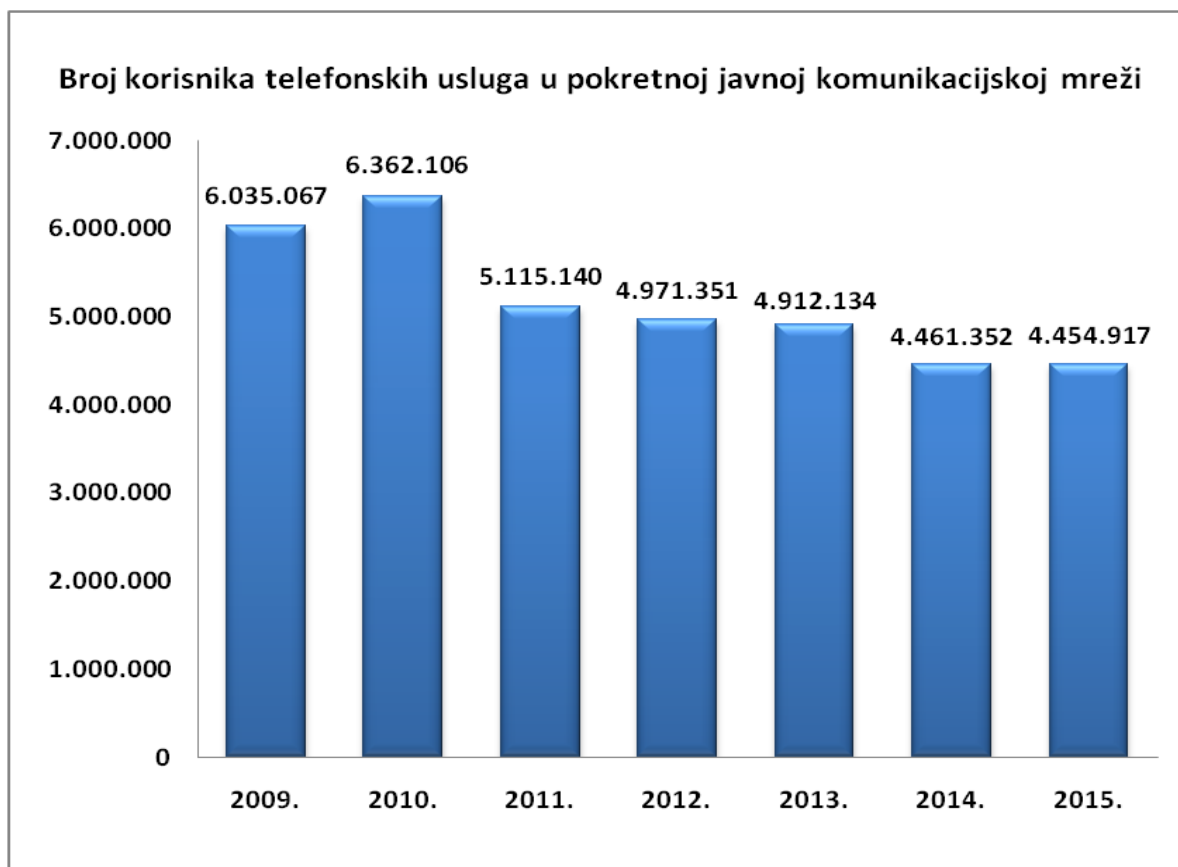
4.1 Indeks Infrastrukture za RH

Broj stanovnika u Republici Hrvatskoj za 2015. godinu iznosi otprilike 4,225,300. Nažalost primjetan je znatan pad broja stanovnika u Republici Hrvatskoj u zadnjih deset godina, što zbog iseljavanja a što zbog nedovoljne stope nataliteta.

Na 4,225,300 stanovnika Republike Hrvatske, broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži iznosi 4,395,557¹⁴, odnosno 104.02 korisnika na 100 stanovnika. Ciljana vrijednost ove varijable iznosi 100, što znači da je Hrvatska prema ovoj varijabli u potpunosti ispunila zahtjeve, te vrijednost indeksa

¹⁴ Izvor Hakom - Tromjesečni podaci i pokazatelji tržišta pošte, elektroničkih komunikacija i željezničkih usluga u RH (Pristupljeno podacima 20. kolovoza 2015.)

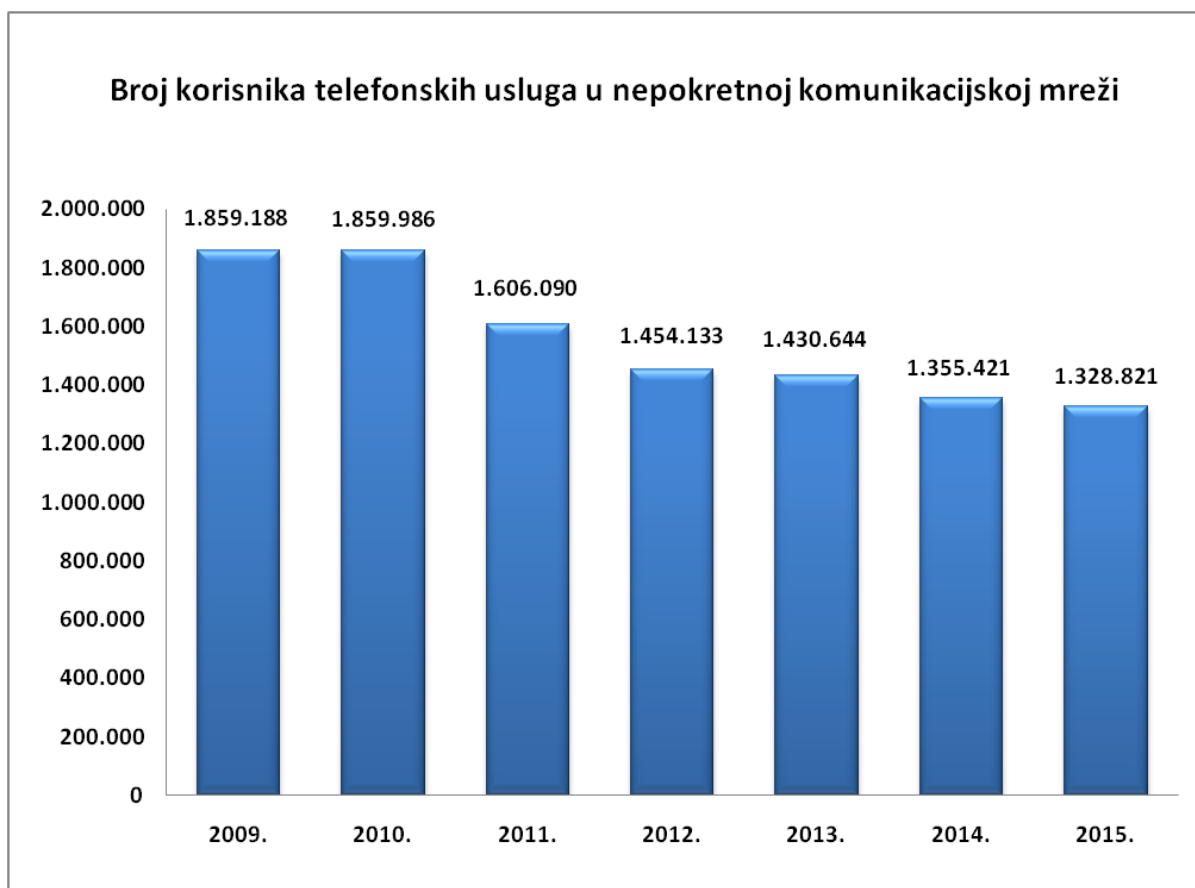
varijable "Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100" pomnožen sa težinskom vrijednošću (0.5) iznosi 0.52.



Tablica 7. Broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj komunikacijskoj mreži (izvor HAKOM)

Broj korisnika telefonskih usluga u nepokretnoj komunikacijskoj mreži iznosi 1,340,176¹⁵, odnosno 31.71 korisnika na 100 stanovnika. Ciljana vrijednost varijable iznosi 60, i tu je vidljiv trend opadanja broja korisnika (Tablica 8.), tako da se ciljana vrijednost čini nedostižnom u skorašnje vrijeme s obzirom da su mobilne tehnologije preuzele primat među korisnicima telefonskih usluga.

¹⁵ Izvor HAKOM - Tromjesečni podaci i pokazatelji tržišta pošte, elektroničkih komunikacija i željezničkih usluga u RH (Pristupljeno podacima 20. kolovoza 2015.)



Tablica 8. Broj korisnika telefonskih usluga u nepokretnoj komunikacijskoj mreži
(izvor HAKOM)

Vrijednost indeksa varijable "Broja pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika" za Republiku Hrvatsku iznosi 0.26.

Zbrojem dviju dobivenih vrijednosti varijabla (0.52 i 0.26) dobiven je indeks za kategoriju Infrastrukture koji iznosi 0.78 (Tablica 9.).

Kategorija	Varijabla	Republika Hrvatska	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa	
Infrastruktura	Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika	31,71	60	0,52	0,5	0,26	0,78
	Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika	104,02	100	1,04	0,5	0,52	

Tablica 9. Izračun indeksa Infrastrukture za RH

4.2 Indeks Cjenovne dostupnosti za RH

Indeks Cjenovne dostupnosti za Republiku Hrvatsku iznosi 0.98. Vrijednost indeksa dobivena je prema cijeni Internet priključka kao postotku bruto nacionalnog dohotka po stanovniku.

BDP po stanovniku Republike Hrvatske u 2014. godini je iznosio 13507.4¹⁶ USD, što na mjesečnoj razini iznosi 1125.58 USD. Prosječna cijena Internet priključka u Republici Hrvatskoj iznosi 18.2 USD, što čini udio od 1.6 % u mjesečnom BDP-u stanovnika Republike Hrvatske. Udio od 1.6% oduzmemo od ukupnih 100%, i dobijemo vrijednost od 98.4, koja podijeljena sa Ciljanom vrijednosti od 100 (besplatan Internet) daje Vrijednost indeksa Cjenovne dostupnosti od 0.98 za RH (Tablica 10.).

Kategorija	Varijabla	Republika Hrvatska	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa
Cjenovna dostupnost	Cijena Internet priključka kao postotak bruto nacionalnog dohotka po stanovniku	98,4	100	0,98	1	0,98

Tablica 10. Izračun indeksa Cjenovne dostupnosti za RH

¹⁶ Izvor Svjetska banka (Pristupljeno podacima 18. kolovoza 2015.)

4.3 Indeks Obrazovanja za RH

Indeks Obrazovanja Republike Hrvatske izračunava se pomoću varijable "Postotak pismenosti odraslih" koja iznosi 0.65. Iznos varijable dobiven je dijeljenjem postotka pismenih odraslih osoba u Hrvatskoj (99%¹⁷) sa ciljanom vrijednošću (100), te pomnožen sa težišnom vrijednošću od 0.66.

Druga varijabla koja se koristi pri izračunu indeksa Obrazovanja je varijabla "Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete" koja se dobiva dijeljenjem postotka upisanih u primarne, sekundarne i tercijarne obrazovne ustanove (iznosi 86.47¹⁸) sa ciljanom vrijednošću od 100%. Dobivena vrijednost pomnožena sa težišnom vrijednošću od 0.33, daje vrijednost indeksa varijable od 0.29.

Zbroj tih dviju vrijednosti indeksa varijable daju indeks Obrazovanja za Republiku Hrvatsku koji iznosi 0.94 (Tablica 11.).

Kategorija	Varijabla	Republika Hrvatska	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa	
Obrazovanje	Postotak pismenosti odraslih	99	100	0,99	0,66	0,65	0,94
	Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete	86,47	100	0,86	0,33	0,29	

Tablica 11. Izračun indeksa Obrazovanja za RH

4.4 Indeks Kvalitete usluge za RH

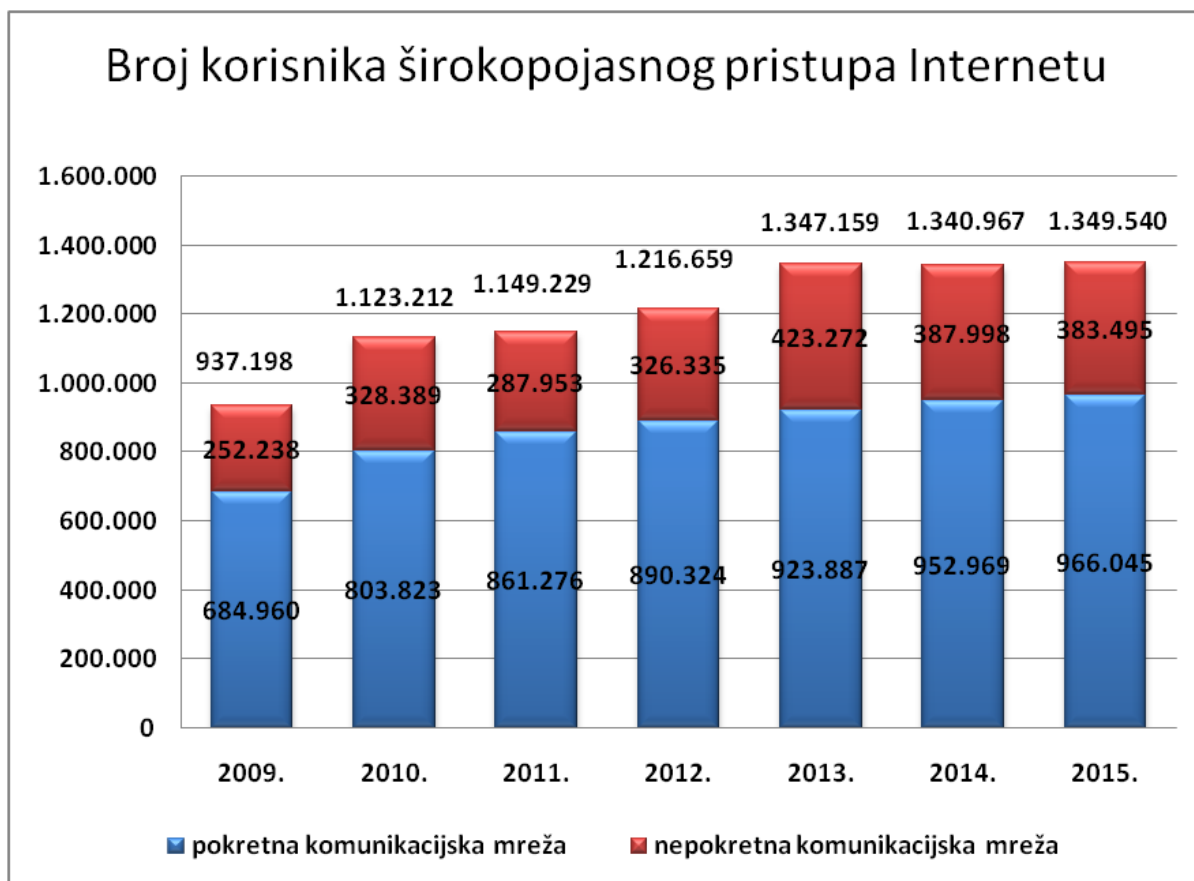
Indeks Kvalitete usluge se temelji na dvije varijable "Broj korisnika širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika" i "Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku".

Međunarodni promet iznosio je 40513 bita po stanovniku, te indeks varijable iznosi 0.5. Ciljana vrijednost je postavljena na 10000, što je u današnje vrijeme lako dostižna vrijednost s obzirom na količinu podatkovnog prometa, u odnosu na 2003. godinu kada je DAI indeks izdan.

¹⁷ Izvor Svjetska banka (Pristupljeno podacima 20. kolovoza 2015.)

¹⁸ Izvor Svjetska banka (Pristupljeno podacima 20. kolovoza 2015.)

U 2015. godini u Hrvatskoj imamo 1,349,540¹⁹ korisnika širokopojasnog pristupa Internetu, od čega je 966,045 priključaka nepokretne komunikacijske mreže, a 383,495 priključaka pokretne komunikacijske mreže. Posljednjih par godina (od 2013. do danas) broj korisnika širokopojasnog pristupa Internetu je na podjednakoj razini, u odnosu na 2009. godinu kada je bilo svega 937,138 korisnika širokopojasnog pristupa Internetu (Tablica 12.).



Tablica 12. Broj korisnika širokopojasnog pristupa Internetu od 2009. do 2015. godine
(Izvor HAKOM)

Na temelju ukupnog broja korisnika širokopojasnog pristupa Internetu, koji uključuju priključke pokretnih i nepokretnih komunikacijskih mreža, dobivena je vrijednost od 31,53 korisnika širokopojasnog Interneta na 100 stanovnika. Ciljana vrijednost iznosi 30, što znači da je Republika Hrvatska dosegla željenu vrijednost, no ako gledamo samo priključke u nepokretnoj komunikacijskoj mreži, dolazimo do brojke od 22,86 priključaka na 100 stanovnika, i ova vrijednost u stvari predstavlja vrijednost korištenu pri izračunu DAI indeksa, kada je indeks prvotno izdan.

¹⁹ Izvor HAKOM - Tromjesečni podaci i pokazatelji tržišta pošte, elektroničkih komunikacija i željezničkih usluga u RH (Pristupljeno podacima 25. kolovoza 2015.)

Zbrojem indeksa ove dvije varijable, dolazimo do indeksa Kvalitete usluge koji za Republiku Hrvatsku iznosi 0.88 (Tablica 13.).

Kategorija	Varijabla	Republika Hrvatska	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa
Kvaliteta usluge	Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku	40513	10000	1,01	0,5	0,5
	Broj korisnika usluga širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika	22,86	30	0,75	0,5	0,38
						0,88

Tablica 13. Izračun indeksa Kvalitete usluge za RH

4.5 Indeks Upotrebe za RH

Indeks Upotrebe dobiva se dijeljenjem ciljane vrijednosti 85, sa vrijednošću broja korisnika Interneta na 100 stanovnika. Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika za Republiku Hrvatsku iznosi 68,6²⁰, što daje vrijednost indeksa Upotrebe od 0.8 (Tablica 14.).

Kategorija	Varijabla	Republika Hrvatska	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa
Upotreba	Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika	68,60	85	0,8	1	0,8

Tablica 14. Izračun indeksa Upotrebe za RH

²⁰ Izvor Svjetska Banka (Pristupljeno podacima 25. kolovoza 2015.)

4.6 DAI indeks Republike Hrvatske

DAI indeks Republike Hrvatske iznosio je 2003. godine 0.59, i smještao je Hrvatsku na 42. mjesto, te je pripadala grupi *Upper Access Economies* zemalja.

Zbrojem indeksa pojedinačnih kategorija i izračunom njihove prosječne vrijednosti dobiva se DAI indeks Republike Hrvatske za 2015. godinu koji iznosi 0.876, što bi Hrvatsku smještalo u grupu *High Access* zemalja (Tablica 15.).

Kategorija	Varijabla	Republika Hrvatska	/ Ciljana vrijednost	= Indikator	* Težina (Weight)	= Vrijednost Indeksa
Infrastruktura	Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika	31,71	60	0,52	0,5	0,26
	Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika	104,02	100	1,04	0,5	0,52
Cjenovna dostupnost	Cijena Internet priključka kao postotak bruto nacionalnog dohotka po stanovniku	98,4	100	0,98	1	0,98
Obrazovanje	Postotak pismenosti odraslih	99	100	0,99	0,66	0,65
	Kombinirani pokazatelj svih upisanih u škole, srednje škole i fakultete	86,47	100	0,86	0,33	0,29
Kvaliteta usluge	Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku	40513	10000	1,01	0,5	0,5
	Broj korisnika usluga širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika	22,86	30	0,75	0,5	0,38
Upotreba	Broj korisnika Interneta na 100 stanovnika	68,60	85	0,8	1	0,8
Vrijednost DAI indeksa (prosjeak vrijednosti indeksa po kategorijama)						0,876

Tablica 15. DAI indeks Republike Hrvatske za 2015. godinu

4.7 IDI indeks

Trenutno je u svijetu aktualna metodologija određivanja IDI indeksa (*ICT Development Index*) propisana od ITU-a, kojom se mjeri razvijenost informacijsko-komunikacijskih tehnologija pojedine zemlje na temelju jedanaest indikatora podijeljenih u 3 kategorije:

- ICT pristup
 - Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika
 - Broj pretplatnika telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži na 100 stanovnika
 - Međunarodni promet podataka (u bitovima) po stanovniku
 - Postotak kućanstva sa računalom
 - Postotak kućanstva sa Internet pristupom
- ICT upotreba
 - Postotak korisnika Interneta
 - Broj korisnika usluga fiksnog širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika
 - Broj korisnika usluga mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika
- ICT vještine
 - Postotak pismenosti odraslih
 - Postotak osoba koje pohađaju sekundarne obrazovne ustanove
 - Postotak osoba koje pohađaju tercijarne obrazovne ustanove

Zadnji izračunati IDI indeks Republike Hrvatske, izračunat 2013. godine, iznosi 6.90, što smješta Republiku Hrvatsku na 37. mjesto svjetske rang liste prema *ICT Development Index*-u.

Economy	Rank 2013	IDI 2013	Rank 2012	IDI 2012	Economy	Rank 2013	IDI 2013	Rank 2012	IDI 2012
Denmark	1	8.86	2	8.78	Albania	84	4.72	85	4.42
Korea (Rep.)	2	8.85	1	8.81	Maldives	85	4.71	82	4.50
Sweden	3	8.67	3	8.68	China	86	4.64	86	4.39
Iceland	4	8.64	4	8.58	Jordan	87	4.62	84	4.48
United Kingdom	5	8.50	7	8.28	Ecuador	88	4.56	88	4.28
Norway	6	8.39	6	8.35	Egypt	89	4.45	87	4.28
Netherlands	7	8.38	5	8.36	South Africa	90	4.42	89	4.19
Finland	8	8.31	8	8.27	Fiji	91	4.40	103	3.90
Hong Kong, China	9	8.28	11	8.08	Mongolia	92	4.32	90	4.19
Luxembourg	10	8.26	9	8.19	Cape Verde	93	4.30	104	3.86
Japan	11	8.22	10	8.15	Iran (I.R.)	94	4.29	97	4.02
Australia	12	8.18	12	8.03	Mexico	95	4.29	94	4.07
Switzerland	13	8.11	13	7.94	Morocco	96	4.27	92	4.09
United States	14	8.02	14	7.90	Jamaica	97	4.26	98	4.01
Monaco	15	7.93	17	7.72	Suriname	98	4.26	93	4.08
Singapore	16	7.90	15	7.85	Tunisia	99	4.23	96	4.07
Germany	17	7.90	18	7.72	Palestine	100	4.16	95	4.07
France	18	7.87	16	7.73	Viet Nam	101	4.09	99	3.94
New Zealand	19	7.82	19	7.62	Dominican Rep.	102	4.06	105	3.78
Andorra	20	7.73	24	7.41	Philippines	103	4.02	102	3.91
Estonia	21	7.68	21	7.54	Botswana	104	4.01	100	3.94
Macao, China	22	7.66	20	7.59	Peru	105	4.00	101	3.92
Canada	23	7.62	25	7.37	Indonesia	106	3.83	106	3.70
Austria	24	7.62	23	7.46	Bolivia	107	3.78	109	3.52
Belgium	25	7.57	26	7.33	Kyrgyzstan	108	3.78	107	3.69
Ireland	26	7.57	22	7.48	Paraguay	109	3.71	108	3.56
Bahrain	27	7.40	28	7.22	El Salvador	110	3.61	110	3.47
Spain	28	7.38	29	7.14	Guyana	111	3.48	111	3.44
Israel	29	7.29	27	7.25	Syria	112	3.46	112	3.39
Malta	30	7.25	30	7.08	Ghana	113	3.46	115	3.29
Slovenia	31	7.13	31	6.96	Algeria	114	3.42	114	3.30
United Arab Emirates	32	7.03	46	6.27	Uzbekistan	115	3.40	116	3.27
Latvia	33	7.03	33	6.84	Sri Lanka	116	3.36	113	3.31
Qatar	34	7.01	42	6.46	Namibia	117	3.24	118	3.08
Barbados	35	6.95	32	6.87	Guatemala	118	3.20	117	3.11
Italy	36	6.94	36	6.66	Honduras	119	3.18	119	3.01
Croatia	37	6.90	34	6.70	Nicaragua	120	2.96	120	2.78
Belarus	38	6.89	43	6.45	Zimbabwe	121	2.89	123	2.68
Greece	39	6.85	35	6.70	Sudan	122	2.88	121	2.69
Lithuania	40	6.74	40	6.50	Bhutan	123	2.85	126	2.58
Czech Republic	41	6.72	38	6.57	Kenya	124	2.79	124	2.62
Russian Federation	42	6.70	41	6.48	Cuba	125	2.77	122	2.69
Portugal	43	6.67	39	6.57	Gabon	126	2.66	125	2.61
Poland	44	6.60	37	6.63	Cambodia	127	2.61	127	2.54
Slovakia	45	6.58	45	6.30	Swaziland	128	2.60	128	2.43
Hungary	46	6.52	44	6.35	India	129	2.53	129	2.42
Saudi Arabia	47	6.36	50	6.01	Senegal	130	2.46	133	2.20
Uruguay	48	6.32	51	5.92	Nepal	131	2.37	134	2.20
Bulgaria	49	6.31	47	6.12	Lesotho	132	2.36	131	2.22
Serbia	50	6.24	49	6.07	Nigeria	133	2.35	135	2.14
Cyprus	51	6.11	48	6.09	Lao P.D.R.	134	2.35	130	2.25
Oman	52	6.10	61	5.43	Gambia	135	2.31	136	2.12
Kazakhstan	53	6.08	53	5.80	Solomon Islands	136	2.29	132	2.22
St. Kitts and Nevis	54	6.01	52	5.89	Congo (Rep.)	137	2.24	137	2.09
Costa Rica	55	5.92	55	5.64	Yemen	138	2.18	138	2.07
Chile	56	5.92	54	5.68	Angola	139	2.17	139	2.06
Antigua & Barbuda	57	5.89	59	5.49	Cameroon	140	2.10	142	1.98
Romania	58	5.83	58	5.52	Djibouti	141	2.08	140	2.01
Argentina	59	5.80	56	5.58	Pakistan	142	2.05	141	2.01
TFYR Macedonia	60	5.77	62	5.42	Mali	143	2.04	147	1.86
Moldova	61	5.72	60	5.44	Zambia	144	2.02	143	1.97
Lebanon	62	5.71	64	5.32	Bangladesh	145	1.97	146	1.90
Montenegro	63	5.67	57	5.52	Uganda	146	1.94	144	1.90
Azerbaijan	64	5.65	65	5.22	Mauritania	147	1.91	145	1.90
Brazil	65	5.50	67	5.16	Rwanda	148	1.86	151	1.74
Brunei Darussalam	66	5.43	63	5.36	Benin	149	1.84	149	1.75
Trinidad & Tobago	67	5.29	70	4.99	Myanmar	150	1.82	148	1.75
Turkey	68	5.29	68	5.12	Côte d'Ivoire	151	1.80	150	1.74
Bosnia and Herzegovina	69	5.23	74	4.89	Tanzania	152	1.76	152	1.72
Mauritius	70	5.22	72	4.96	Liberia	153	1.70	154	1.57
Malaysia	71	5.20	66	5.18	Guinea-Bissau	154	1.67	153	1.60
St. Vincent and the Gren.	72	5.17	69	5.04	Afghanistan	155	1.67	155	1.57
Ukraine	73	5.15	71	4.97	Burkina Faso	156	1.56	160	1.35
Armenia	74	5.08	73	4.89	Congo (Dem. Rep.)	157	1.56	157	1.47
Seychelles	75	4.97	76	4.70	Malawi	158	1.52	156	1.50
Grenada	76	4.96	75	4.83	Mozambique	159	1.52	159	1.40
Colombia	77	4.95	80	4.61	Madagascar	160	1.42	158	1.43
Georgia	78	4.86	83	4.48	Guinea	161	1.42	161	1.31
St. Lucia	79	4.81	79	4.66	Ethiopia	162	1.31	162	1.24
Venezuela	80	4.81	78	4.68	Eritrea	163	1.20	163	1.18
Thailand	81	4.76	91	4.09	Chad	164	1.11	164	1.09
Panama	82	4.75	77	4.69	Niger	165	1.03	165	0.97
Dominica	83	4.72	81	4.58	Central African Rep.	166	0.96	166	0.93

Slika 3. Rang lista zemalja prema IDI indeksu (izvor <http://www.itu.int/>²¹)

²¹ Pristupljeno podacima 8. rujna 2015.

5. Case Study: Komparativna analiza rezultata dobivenih primjenom metodologije Direct Access Index-a

Prema dostupnim podacima izračunat je DAI indeks širokopojsnog pristupa za pojedine županije Republike Hrvatske u rasponu od 2013. do 2015. godine. Dobiveni rezultati su upoređeni komparativnom analizom.

U nedostatku novijih podataka broj stanovnika županije preuzet je iz zadnjeg popisa stanovništva napravljenog 2011. godine. Broj širokopojsnih priključaka po županiji preuzet je od HAKOM-a (Tablica 16.).

Županija	Broj stanovnika	Broj širokopojsnih priključaka (2013.godina)	Broj širokopojsnih priključaka (2014.godina)	Broj širokopojsnih priključaka (2015.godina)
Zagrebačka županija i Grad Zagreb	1107623	299937	309449	309158
Splitsko-dalmatinska županija	454798	104238	108663	111421
Primorsko-goranska županija	296195	79274	81396	83209
Osječko-baranjska županija	305032	59570	60106	60783
Istarska županija	208055	51093	55406	56933
Zadarska županija	170017	37089	38620	40508
Varaždinska županija	175951	30901	31960	32449
Dubrovačko-neretvanska županija	122568	29294	30656	31419
Vukovarsko-srijemska županija	179521	28435	29075	29390
Sisačko-moslavačka županija	172439	28427	28438	28837
Brodsko-posavska županija	158575	24020	24590	25091
Šibensko-kninska županija	109375	20943	22334	23136
Karlovačka županija	128899	22181	22458	22648
Krapinsko-zagorska županija	132892	20269	21398	21699
Međimurska županija	113804	18438	19626	19680
Bjelovarsko-bilogorska županija	119764	18684	18668	19012
Koprivničko-križevačka županija	115584	17998	17333	17493
Virovitičko-podravska županija	84836	12649	12422	12111
Požeško-slavonska županija	78034	11269	11335	11524
Ličko-senjska županija	50927	9178	9036	9364

Tablica 16²². Broj stanovništva i širokopojsnih priključaka po županijama za razdoblje od 2013. do 2015. godine

²² Pristupljeno podacima 20. kolovoza 2015.

Na temelju tih vrijednosti izračunat je broj širokopojasnih priključaka na 100 stanovnika, za svaku godinu po županiji (Tablica 17.).

Županija	Broj širokopojasnih priključaka na 100 stan.(2013.god)	Broj širokopojasnih priključaka na 100 stan.(2014.god)	Broj širokopojasnih priključaka na 100 stan.(2015.god)
Primorsko-goranska županija	26,76	27,48	28,09
Grad Zagreb i Zagrebačka županija	27,08	27,94	27,91
Istarska županija	24,56	26,63	27,36
Dubrovačko-neretvanska županija	23,90	25,01	25,63
Splitsko-dalmatinska županija	22,92	23,89	24,50
Zadarska županija	21,81	22,72	23,83
Šibensko-kninska županija	19,15	20,42	21,15
Osječko-baranjska županija	19,53	19,70	19,93
Varaždinska županija	17,56	18,16	18,44
Ličko-senjska županija	18,02	17,74	18,39
Karlovačka županija	17,21	17,42	17,57
Međimurska županija	16,20	17,25	17,29
Sisačko-moslavačka županija	16,49	16,49	16,72
Vukovarsko-srijemska županija	15,84	16,20	16,37
Krapinsko-zagorska županija	15,25	16,10	16,33
Bjelovarsko-bilogorska županija	15,60	15,59	15,87
Brodsko-posavska županija	15,15	15,51	15,82
Koprivničko-križevačka županija	15,57	15,00	15,13
Požeško-slavonska županija	14,44	14,53	14,77
Virovitičko-podravska županija	14,91	14,64	14,28

Tablica 17. Broj širokopojasnih priključaka na 100 stanovnika po županiji

Dobivene vrijednosti za varijablu Broja priključaka širokopojasnog pristupa Internetu na 100 stanovnika, zbrojene sa vrijednosti varijable Međunarodnog prometa po stanovniku²³, daju konačnu vrijednost indeksu Kvalitete usluge (Tablica 18.).

Grad Zagreb i Zagrebačka županija su 2013. i 2014. godine imale najveći indeks Kvalitete usluge, no ove godine indeks Kvalitete usluge najviši je za Primorsko-goransku županiju. Također je vidljiv trend rasta u većini županija u odnosu na prethodne godine, uz iznimku Koprivničko-križevačke županije i Virovitičko-podravske županije, koje bilježe blagi pad od 0.02 vrijednosti indeksa u odnosu na 2013. godinu. Županije sa izraženijim rastom vrijednosti indeksa Kvalitete usluge su Istarska županija (bilježi najveći rast vrijednosti indeksa od 0,09),

²³ Vrijednost varijable Međunarodnog prometa po stanovniku za RH iznosi više od 10000 bita po stanovniku u posljednjih 5 godina, čime je vrijednost ovog indikatora jednaka 1, što daje vrijednost varijable od 0.5 kada se pomnoži sa težišnom vrijednošću.

Šibensko-kninska županija (rast od 0,07), te Zadarska i Splitsko-dalmatinska županija (rast od 0.06).

Županija	Kvaliteta usluge (2013.godina)	Kvaliteta usluge (2014.godina)	Kvaliteta usluge (2015.godina)
Primorsko-goranska županija	0,892	0,916	0,936
Grad Zagreb i Zagrebačka županija	0,903	0,931	0,930
Istarska županija	0,819	0,888	0,912
Dubrovačko-neretvanska županija	0,797	0,834	0,854
Splitsko-dalmatinska županija	0,764	0,796	0,817
Zadarska županija	0,727	0,757	0,794
Šibensko-kninska županija	0,638	0,681	0,705
Osječko-baranjska županija	0,651	0,657	0,664
Varaždinska županija	0,585	0,605	0,615
Ličko-senjska županija	0,601	0,591	0,613
Karlovačka županija	0,574	0,581	0,586
Međimurska županija	0,540	0,575	0,576
Sisačko-moslavačka županija	0,550	0,550	0,557
Vukovarsko-srijemska županija	0,528	0,540	0,546
Krapinsko-zagorska županija	0,508	0,537	0,544
Bjelovarsko-bilogorska županija	0,520	0,520	0,529
Brodsko-posavska županija	0,505	0,517	0,527
Koprivničko-križevačka županija	0,519	0,500	0,504
Požeško-slavonska županija	0,481	0,484	0,492
Virovitičko-podravska županija	0,497	0,488	0,476

Tablica 18. Indeks Kvalitete usluge po županijama

Indeks infrastrukture je izračunat za svaku godinu na razini države, te primjenjen za svaku županiju. Prilikom mjerenja indeksa Infrastrukture uzet je u obzir broj stanovnika za tu godinu i Broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj i nepokretnoj mreži, te na temelju tih vrijednosti izračunat indeks pojedine varijable, čijim zbrojem je dobivena ukupna vrijednost indeksa Infrastrukture (Tablica 19.).

	2013.	2014.	2015.
Broj korisnika telefonskih usluga u nepokretnoj mreži	1.430.644	1.355.421	1.328.821
Broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj mreži	4.912.134	4.461.352	4.454.917
Indeks Infrastrukture	0,857	0,793	0,789

Tablica 19. Indeks Infrastrukture

Indeks Cjenovne dostupnosti izračunat je prema podacima dostupnima iz izvješća Državnog zavoda za statistiku o BDP-u²⁴ po stanovniku (u USD dolarima) za svaku pojedinu županiju. Isti Indeks primjenjivat će se za sva 3 vremenska razdoblja pošto nije bilo moguće doći do novijih informacija (Tablica 20.).

Županija	Godišnji BDP po stanovniku u dolarima (USD)	Mjesečni BDP po stanovniku u dolarima (USD)	Cijena Internet priključka kao postotak BDP-a po stanovniku	Indeks Cjenovne dostupnosti
Zagrebačka županija i Grad Zagreb	16036,29	1336,36	98,64	0,986
Istarska županija	15849,02	1320,75	98,62	0,986
Primorsko-goranska županija	15523,28	1293,61	98,59	0,986
Dubrovačko-neretvanska županija	11964,54	997,05	98,17	0,982
Koprivničko-križevačka županija	10399,28	866,61	97,90	0,979
Međimurska županija	10319,98	860,00	97,88	0,979
Zadarska županija	10128,44	844,04	97,84	0,978
Varaždinska županija	10107,7	842,31	97,84	0,978
Osječko-baranjska županija	10090,62	840,89	97,84	0,978
Sisačko-moslavačka županija	10021,08	835,09	97,82	0,978
Ličko-senjska županija	9858,82	821,57	97,78	0,978
Splitsko-dalmatinska županija	9847,84	820,65	97,78	0,978
Šibensko-kninska županija	9674,6	806,22	97,74	0,977
Karlovačka županija	9404,98	783,75	97,68	0,977
Bjelovarsko-bilogorska županija	8579,04	714,92	97,45	0,975
Virovitičko-podravska županija	7726,26	643,86	97,17	0,972
Krapinsko-zagorska županija	7686	640,50	97,16	0,972
Požeško-slavonska županija	7662,82	638,57	97,15	0,971
Vukovarsko-srijemska županija	7584,74	632,06	97,12	0,971
Brodsko-posavska županija	7176,04	598,00	96,96	0,970

Tablica 20. Indeks Cjenovne dostupnosti po županijama RH

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da opet prednjače Grad Zagreb i Zagrebačka županija, Istarska županija i Primorsko-goranska županija. Najlošiji indeks ima Brodsko-posavska županija, ali sveukupno gledano razlike su male i cjenovna dostupnost na području cijele Hrvatske ima zadovoljavajuće vrijednosti indeksa.

Indeks Upotrebe izračunat je za 2013. godinu i 2014. godinu prema podacima Svjetske banke o "Broju korisnika Interneta na 100 stanovnika", koja je 2013. iznosila 66.7 korisnika na 100 stanovnika, a 2014. godine 68.6 korisnika na 100 stanovnika. Potonja vrijednost je uzeta za izračun vrijednosti indeksa Upotrebe i za 2015. godinu, pošto noviji podaci nisu bili dostupni.

²⁴ Izvor DZS: Priopćenje - Bruto domaći proizvod za Republiku Hrvatsku, NKPJS - 2. razina i županije u 2011.

Godina	Broj korisnika Interneta na 100	Indeks Upotrebe
2013.	66,7	0,78
2014. (2015.)	68,6	0,80

Tablica 21. Indeks Upotrebe

Za indeks Obrazovanja, za cijelo vremensko razdoblje (od 2013. do 2015. godine), uzeta je vrijednost od 0.94, izračunata prema zadnjim dostupnim podacima, pošto na području Obrazovanja ne bi trebalo biti većih oscilacija u vrijednosti indeksa unazad par godina.

Županija	Indeks Infrastrukture (2013.godina)	Indeks Infrastrukture (2014.godina)	Indeks Infrastrukture (2015.godina)	Cjenovna dostupnost	Obrazovanje	Kvalitete usluge (2013.godina)	Kvalitete usluge (2014.godina)	Kvalitete usluge (2015.godina)	Indeks Upotrebe (2013.godina)	Indeks Upotrebe (2014. i 2015. godina)
Zagrebačka županija i Grad Zagreb	0,857	0,793	0,789	0,986	0,940	0,903	0,931	0,930	0,78	0,80
Krapinsko-zagorska županija	0,857	0,793	0,789	0,972	0,940	0,508	0,537	0,544	0,78	0,80
Sisačko-moslavačka županija	0,857	0,793	0,789	0,978	0,940	0,550	0,550	0,557	0,78	0,80
Karlovačka županija	0,857	0,793	0,789	0,977	0,940	0,574	0,581	0,586	0,78	0,80
Varaždinska županija	0,857	0,793	0,789	0,978	0,940	0,585	0,605	0,615	0,78	0,80
Koprivničko-križevačka županija	0,857	0,793	0,789	0,979	0,940	0,519	0,500	0,504	0,78	0,80
Bjelovarsko-bilogorska županija	0,857	0,793	0,789	0,975	0,940	0,520	0,520	0,529	0,78	0,80
Primorsko-goranska županija	0,857	0,793	0,789	0,986	0,940	0,892	0,916	0,936	0,78	0,80
Ličko-señska županija	0,857	0,793	0,789	0,978	0,940	0,601	0,591	0,613	0,78	0,80
Virovitičko-podravska županija	0,857	0,793	0,789	0,972	0,940	0,497	0,488	0,476	0,78	0,80
Požeško-slavonska županija	0,857	0,793	0,789	0,971	0,940	0,481	0,484	0,492	0,78	0,80
Brodsko-posavska županija	0,857	0,793	0,789	0,970	0,940	0,505	0,517	0,527	0,78	0,80
Zadarska županija	0,857	0,793	0,789	0,978	0,940	0,727	0,757	0,794	0,78	0,80
Osječko-baranjska županija	0,857	0,793	0,789	0,978	0,940	0,651	0,657	0,664	0,78	0,80
Šibensko-kninska županija	0,857	0,793	0,789	0,977	0,940	0,638	0,681	0,705	0,78	0,80
Vukovarsko-srijemska županija	0,857	0,793	0,789	0,971	0,940	0,528	0,540	0,546	0,78	0,80
Splitško-dalmatinska županija	0,857	0,793	0,789	0,978	0,940	0,764	0,796	0,817	0,78	0,80
Istarska županija	0,857	0,793	0,789	0,986	0,940	0,819	0,888	0,912	0,78	0,80
Dubrovačko-neretvanska županija	0,857	0,793	0,789	0,982	0,940	0,797	0,834	0,854	0,78	0,80
Međimurska županija	0,857	0,793	0,789	0,979	0,940	0,540	0,575	0,576	0,78	0,80

Tablica 22. Indeks po DAI kategorijama za županije RH u razdoblju od 2013. do 2015. godine

Županija	DAI indeks (2013.godina)	DAI indeks (2014.godina)	DAI indeks (2015.godina)
Primorsko-goranska županija	0,891	0,887	0,890
Zagrebačka županija i Grad Zagreb	0,893	0,890	0,889
Istarska županija	0,876	0,881	0,886
Dubrovačko-neretvanska županija	0,871	0,870	0,873
Splitsko-dalmatinska županija	0,864	0,861	0,865
Zadarska županija	0,857	0,854	0,860
Šibensko-kninska županija	0,839	0,838	0,842
Osječko-baranjska županija	0,841	0,834	0,834
Varaždinska županija	0,828	0,823	0,824
Ličko-senjska županija	0,831	0,820	0,824
Karlovačka županija	0,826	0,818	0,818
Međimurska županija	0,819	0,817	0,817
Sisačko-moslavačka županija	0,821	0,812	0,813
Vukovarsko-srijemska županija	0,815	0,809	0,809
Krapinsko-zagorska županija	0,811	0,808	0,809
Bjelovarsko-bilogorska županija	0,814	0,805	0,807
Brodsko-posavska županija	0,810	0,804	0,805
Koprivničko-križevačka županija	0,815	0,802	0,803
Požeško-slavonska županija	0,806	0,798	0,799
Virovitičko-podravska županija	0,809	0,799	0,795

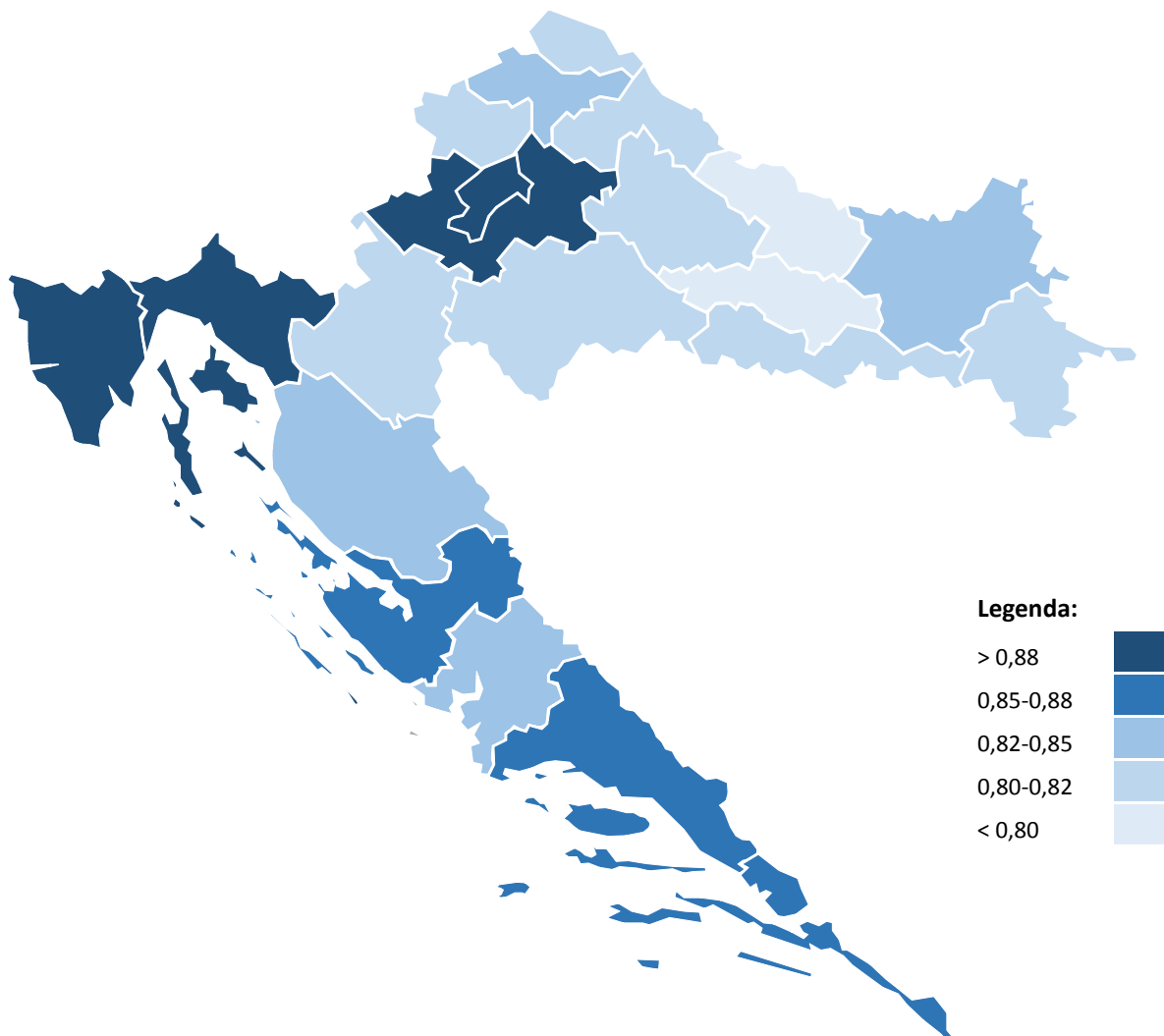
Tablica 23. DAI indeks po županijama RH za razdoblje od 2013. do 2015. godine

Zbrojem dobivenih vrijednosti indeksa kategorija (Tablica 22.), i izračunavanjem prosjeka zbroja, dobiva se DAI indeks širokopojasnog pristupa po županijama Republike Hrvatske za razdoblje od 2013. do 2015. godine (Tablica 23.).

Iz konačnog poredka može se vidjeti da Primorsko-goranska županija ima najviši DAI indeks u tekućoj 2015. godini, vrijednosti 0.890, uz minimalnu razliku od

0.01, naspram Grada Zagreba i Zagrebačke županije koji se nalaze na drugom mjestu sa DAI indeksom od 0.889.

Najniži DAI indeks imaju Požeško-slavonska županija 0.799, i na samom dnu ljestvice Virovitičko-podravska županija sa DAI indeksom od 0.795.



Slika 4. Prikaz županija RH na interaktivnoj karti prema vrijednosti DAI indeksa.

Iz prikaza na interaktivnoj karti Hrvatske vidljivo je kako Slavonija najlošije kotira, kao regija, što se tiče pristupa širokopojanom Internetu u RH. Ako zanemarimo Grad Zagreb i Zagrebačku županiju i u Središnjoj Hrvatskoj još ima mjesta za napredak. Dok se Istra i cijeli Jug Hrvatske nalaze pri samom vrhu po

pristupu širokopojasnom Internetu u Republici Hrvatskoj sa trendom rasta DAI indeksa.

Presudan faktor se pokazao broj širokopojasnih priključaka na 100 stanovnika, odnosno indeks Kvalitete usluge gdje se nazirala velika razlika između top rankiranih županija i onih na dnu ljestvice što je vidljivo iz Tablica 17. i 18.

6. Zaključak

U diplomskom radu predstavljene su tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu, koje dijelimo na optičke, žične i bežične. Optičke tehnologije nude najviše brzine pristupa i predstavljaju budućnost širokopojasnog pristupa Internetu, ali zbog skupoće nisu još u potpunosti implementirane. Primat među tehnologijama širokopojasnog pristupa predstavljaju tehnologije iz xDSL grupe, koje su i najraširenije među korisnicima širokopojasnog pristupa Internetu. Tehnologije širokopojasnog pristupa ADSL i VDSL, te njihove unapređene verzije (ADSL2, ADSL2+ i VDSL2) nude velike brzine prijenosa, dostatne za korištenje velikog spektra ICT usluga.

Prema izvješćima Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti, vidljivo je da najviše korisnika koristi usluge širokopojasnog pristupa Internetu, putem vlastite bakrene pristupne mreže (483,572), također veliki broj pristupa putem kabelskih mreža (119,336). Tek mali broj pristupa putem jedne od FTTx pristupnih tehnologija (20,393), ali vidljiv je sve veći broj korisnika FTTx pristupnih tehnologija, što se očituje u povećanju od 14.78% u drugom kvartalu 2015. godine, nasprem prvog kvartala iste godine.

Vidljiv je značajan rast vrijednosti *Digital Access Index*-a (indeksa digitalnog pristupa) u odnosu na 2003. godinu, kada je sama metodologija određivanja DAI indeksa razvijena od ITU-a, i kada je DAI indeks Republike Hrvatske iznosio 0.59, te je bila smještena u grupu *Upper Access* zemalja. Izračunat na temelju zadnjih dostupnih podataka, DAI indeks Republike Hrvatske, iznosio bi 0.876, što bi Hrvatsku svrstalo među *High Access* zemlje. Ovakav rezultat ukazuje na veliki napredak Republike Hrvatske u moderniziranju svoje infrastrukture i pružanju ICT usluga svojim stanovnicima. Ovakvim ostvarenim rezultatima pogodovao je napredak samih tehnologija širokopojasnog pristupa, čime implementacija takve infrastrukture postaje cjenovno prihvatljivija i dostupnija široj populaciji.

Pošto je jedna od značajnih uloga DAI indeksa da pruža kontinuirani pregled napredovanja određene zemlje u nastojanjima da omogući svojim građanima što bolji pristup ICT tehnologijama, metodologija za izračun DAI indeksa je primjenjena na razini županija Republike Hrvatske u razdoblju od 2013. do 2015. godine. Dobiveni rezultati ukazuju na visok indeks digitalnog pristupa za sve županije Republike

Hrvatske. Najveća razlika je vidljiva u broju širokopojasnih priključaka na 100 stanovnika, gdje su najbolje rangirane Istra i Jug Hrvatske , uz Zagreb i Zagrebačku županiju, sa prosječnom vrijednošću od 26.5 širokopojasnih priključaka na 100 stanovnika. Slavonija i njene županije imaju najmanji broj priključaka po 100 stanovnika sa prosječnom vrijednošću od 15, što je u konačnici rezultiralo da su dvije najlošije rangirane županije prema DAI indeksu Požeško-slavonska županija i na posljednjem mjestu, sa DAI indeksom od 0.795, Virovitičko-podravska županija.

Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da Republika Hrvatska i njene županije omogućavaju kvalitetan širokopojasni pristup Internetu svojim građanima, te je vidljiv trend napretka iz godine u godinu.

Popis kratica

DAI - Digital Access Index

ICT - Information and communications technology

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol

OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development

FCC - Federal Communications Commission

DSL - Digital Subscriber Line

BPL - Broadband over Powerline

POTS - Plain Old Telephone Service

ISDN - Integrated Services Digital Network

HDSL - High Bit-rate DSL

ADSL - Asymmetric DSL

CAP - Carrierless amplitude phase modulation

PAM - Pulse Amplitude Modulation

SDSL - Single line Digital Subscriber Line

SHDSL - Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line

VDSL - Very high bit rate Digital Subscriber Line

VoIP - Voice over Internet Protocol

ITU - International Telecommunication Union

CATV - Community Access Television

CMTS - Cable Modem Termination System

CM – Cable Modem

HFC - Hybrid Fiber/Coax

DOCSIS - Data Over Cable Service Interface Specification

PAL - Phase Alternating Line

ATSC - Advanced Television Systems Committee

PLC - Power-line Communications

LMDS - Local Multipoint Distribution Service

MMDS - Multi-channel Multipoint Distribution Service

FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum

DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum

OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing

QoS - Quality of Service

LAN - Local Area Network

MIMO - Multiple-Input Multiple-Output

HSDPA - High-Speed Downlink Packet Access

HSPA + - High-Speed Packet Access

LTE - Long Term Evolution

UMTS - Universal Mobile Telecommunications System

FSO - Free Space Optics

MAN – Metropolitan Area Network

FTTCab - Fiber to the Cabinet

FTTC – Fiber to the Curb

FTTB – Fiber to the Building

FTTH – Fiber to the Home

FTTN - Fiber to the neighbourhood

AON - Active Optical Network

PON - Passive Optical Network

P2P - Point-to-Point

ATM - Asynchronous Transfer Mode

APON - ATM over PON

EPON - Ethernet over PON

BPON - Broadband PON

GPON - Gigabit PON

LDC - Less developed country

HDI - Human Development Index

HAKOM - Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti

DZS - Državni zavod za statistiku

Literatura

- [1]Bošnjak I., Telekomunikacijski promet 1, FPZ, Zagreb 2001.
- [2]Bošnjak I., Tehnologija telekomunikacijskog prometa II, FPZ, Zagreb 2001.
- [3]Mikula, M., Kavran, Z. : Planiranje TK mreža, FPZ, Zagreb, 1999.
- [4]Zvonko Kavran:Predavanja iz kolegija „Planiranje telekomunikacijskih mreža“, FPZ, Zagreb, 2014.
- [5]<URL: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/dai/>>
- [6]<URL: <http://www.hakom.hr>>
- [7] Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2015. godine <URL: <http://www.propisi.hr/print.php?id=11481>>
- [8] Statistički podaci o informacijskom društvu – kućanstva i građani <URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Information_society_statistics_-_households_and_individuals/hr&oldid=216793>
- [9] Fornefeld M., Delaunay G., Elixmann D., "The Impact of Broadband on Growth and Productivity", MICUS Management Consulting GmbH, 2008.
- [10]"The impact of broadband in Eastern and Southeast Europe", Frontier Economics Ltd, 2010.
- [11]"Measuring the Information Society Report 2014", International Telecommunication Union, Geneva Switzerland, 2013.
- [12] Angani P., Kim T., Guleri U., Misawa Y., "Broadband Quality Score-A global study of broadband quality", Sveučilište u Oxfordu (Poslovna škola Saïd) i Sveučilište u Oviedu, 2008.
- [13] Lesame Z., "The South African Digital Access Index", University of South Africa, Mediterranean Journal of Social Sciences - MCSER Publishing, Rome-Italy 2014.
- [14] Gaaloul H., Khalfallah S., "Application of the "Benefit-Of-the-Doubt" Approach for the Construction of a Digital Access Indicator: A Revaluation of the Digital Access Index" , 2013.

[15] Birdsall S.A., Birdsall W.F., "Geography matters: Mapping human development and digital access", First Monday, Vol. 10, Number 10, 2005.

[16]Bažant, A., G. Gledec, Ž. Ilić, G. Ježić, M. Kos, M. Kunštić, I. Lovrek, M. Matijašević, B. Mikac, V. Sinković. Osnovne arhitekture mreža, Element, Zagreb, 2004.

[17]WIMAX 802.16 STANDARD Padariü D.1 , Kukec M.2 1 C TIM d.o.o., Čakovec, Hrvatska 2 Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

[18]Bežične optičke mreže – mobilne komunikacije uporabom vidljivog svjetla; I. Jurdana, M. Štrlek, S. Kunić

[19]Prof.dr.sc. Alen Bažant , Predavanja na temu "Osnove prijenosa podataka
<URL: "https://www.fer.hr/_download/repository/BA-knjiga.pdf">

[20]<URL: http://www.alliedtelesis.com/media/pdf/dsl_wp.pdf>

[21]<URL: http://www.state.nj.us/rpa/BPLwhitepaper.pdf>

[22]<URL: http://sistemac.carnet.hr/node/379>

[23]<URL:http://netiks.hr/wp-content/uploads/2014/12/KOM2006-TEHNOLOSKE_IZVEDBE_FTTx_KABELSKIH_SUSTAVA.pdf>

[24]<URL: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/dai/material/>>

[25]<URL: http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2010/04.pdf>

[26] <URL: http://www.angelfire.com/ultra/sslazio/diplomski.pdf>

[27] <URL: http://www.hakom.hr/>

[28] <URL: http://www.dzs.hr/>

[29] <URL: http://data.worldbank.org/>

Popis slika

Slika 1. Podjela xDSL pristupnih tehnologija	4
Slika 2. FTTx tehnologije pristupa.....	17
Slika 3. Rang lista zemalja prema IDI indeksu (izvor http://www.itu.int/)	43
Slika 4. Prikaz županija RH na interaktivnoj karti prema vrijednosti DAI indeksa.	51

Popis tablica

Tablica 1. High Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU: podaci za 2003.godinu a).....	25
Tablica 2. Upper Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU podaci za 2003.godina)	26
Tablica 3. Medium Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU: podaci za 2003.godinu)	27
Tablica 4. Low Access zemlje rangirane prema DAI indeksu (Izvor ITU: podaci za 2003.godinu).....	28
Tablica 6. Vrijednosti ključnih varijabla za izračun širokopojasnog pristupa Internetu za pojedine svjetske regije (Izvor ITU).....	33
Tablica 7. Broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj komunikacijskoj mreži (izvor.....	35
HAKOM).....	35
Tablica 9. Izračun indeksa Infrastrukture za RH	36
Tablica 10. Izračun indeksa Cijenovne dostupnosti za RH	37
Tablica 11. Izračun indeksa Obrazovanja za RH	38
Tablica 12. Broj korisnika širokopojasnog pristupa Internetu od 2009. do 2015. godine (Izvor HAKOM).....	39
Tablica 13. Izračun indeksa Kvalitete usluge za RH	40
Tablica 14. Izračun indeksa Upotrebe za RH	40
Tablica 15. DAI indeks Republike Hrvatske za 2015. godinu.....	41
Tablica 16. Broj stanovništva i širokopojasnih priključaka po županijama za razdoblje od 2013. do 2015. godine	44
Tablica 17. Broj širokopojasnih priključaka na 100 stanovnika po županiji. ...	45
Tablica 18. Indeks Kvalitete usluge po županijama	46
Tablica 19. Indeks Infrastrukture	46

Tablica 20. Indeks Cjenovne dostupnosti po županijama RH	47
Tablica 21. Indeks Upotrebe	48
Tablica 23. DAI indeks po županijama RH za razdoblje od 2013. do 2015. godine.....	50



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

METAPODACI

Naslov rada: KOMPARATIVNA ANALIZA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA INTERNETU
U REPUBLICI HRVATSKOJ

Autor: Tin Letinić

Mentor: prof. dr. sc. Zvonko Kavran

Naslov na drugom jeziku (engleski):

COMPARATIVE ANALYSIS OF BROADBAND INTERNET ACCESS IN
REPUBLIC OF CROATIA

Povjerenstvo za obranu:

- prof. dr. sc. Dragan Peraković , predsjednik
- prof. dr. sc. Zvonko Kavran , mentor
- dr. sc. Ivan Grgurević , član
- prof. dr. sc. Slavko Šarić , zamjena

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

Zavod: Zavod za informacijsko komunikacijski promet

Vrsta studija: diplomski

Naziv studijskog programa: Promet

Stupanj: _____

Akademski naziv: univ. bacc. ing. traff.

Datum obrane diplomskog rada: 24. 09. 2015.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada

pod naslovom **KOMPARATIVNA ANALIZA ŠIROKOPOJASNOG PRISTUPA**

INTERNETU U REPUBLICI HRVATSKOJ

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, _____ 8.9.2015 _____

(potpis)

