

# Usporedba značajki širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu

---

**Kevo, Kristian**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:119:599525>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**Kristian Kevo**

**USPOREDBA ZNAČAJKI  
ŠIROKOPOJASNOG BEŽIČNOG PRISTUPA  
INTERNETU**

**ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**USPOREDBA ZNAČAJKI ŠIROKOPOJASNOG  
BEŽIČNOG PRISTUPA INTERNETU**

**COMPARISON OF WIRELESS BROADBAND  
INTERNET ACCESS CHARACTERISTICS**

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

Student: Kristian Kevo, 0135218537

Zagreb, 2017.

## Sažetak i ključne riječi:

U radu su definirane i obrađene tehnologije širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu. Napravljena je sistematizacija tehnologija po kriterijima dometa i područja pokrivenosti zajedno s pristupnim brzinama pojedinih tehnologija. Nadalje, napravljena je analiza porasta broja korisnika u svijetu i Republici Hrvatskoj te je napravljena komparativna analiza pružatelja usluga bežičnog pristupa Internetu po dostupnoj količini podataka, dostupnosti, pristupnoj brzini te cijeni tarifnog paketa.

**Ključne riječi:** Tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu, dostupnost širokopojasnog pristupa Internetu, pristupna brzina, frekvencijski spektar , Wi-Fi, WiMAX, 3G, 4G

## Summary and keywords:

The technologies of broadband Internet access are defined and analysed in this paper. The systematisation of access technologies has been conducted based on range, coverage and access speed of certain technologies. Furthermore, an analysis of the increase of Internet users in the world and Croatia has been conducted and a comparative analysis of wireless broadband Internet access service providers has been conducted based on accessible data, availability, access speed and package prices.

**Keywords:** Internet access broadband technology, broadband Internet access availability, access speed, frequency spectrum, Wi-Fi, WiMAX, 3G, 4G

## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Tehnologije širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu .....	3
2.1.	Širokopojasni pristup Internetu .....	3
2.2.	Bežični širokopojasni pristupni sustav .....	4
2.2.1.	Modulacija .....	6
2.2.2.	Tehnologija bežičnog optičkog sustava.....	6
2.2.3.	Satelitski širokopojasni pristup.....	6
2.2.4.	Pristupne tehnologije .....	8
2.2.5.	Arhitektura bežičnog širokopojasnog sustava .....	9
3.	Dostupnost usluge širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu .....	11
3.1.	Dostupnost širokopojasnog mobilnog pristupa Internetu u Republici Hrvatskoj .....	11
3.2.	Usporedba s državama članicama Europske unije .....	14
4.	Komparacija tehnologija po pristupnoj brzini.....	18
4.1.	Wi – Fi.....	18
4.2.	Wireless ISP .....	18
4.3.	WiMAX.....	19
4.4.	Mobilni širokopojasni pristup Internetu.....	22
4.4.1.	Treća generacija (3G).....	22
4.4.2.	Četvrta generacija (4G) .....	23
5.	Statistička analiza porasta broja korisnika .....	26
5.1.	Analiza porasta broja korisnika mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu u svijetu .....	26
5.2.	Analiza porasta broja korisnika širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu u Hrvatskoj .....	29
6.	Rangiranje načina pristupa Internetu prema cijeni.....	30
6.1.	Satelitski širokopojasni pristup .....	30

6.2.	Širokopojasni mobilni pristup Internetu.....	30
6.2.1.	T-HT Hrvatski Telekom.....	30
6.2.2.	VipNET d.o.o. ....	32
6.2.3.	Tele2.....	33
6.2.4.	Bon Bon.....	33
7.	Zaključak.....	34
	Literatura .....	36
	POPIS KRATICA .....	37
	POPIS SLIKA .....	38
	POPIS GRAFOVA.....	39
	POPIS TABLICA.....	39

# 1. Uvod

Jedan od temeljnih problema u telekomunikacijama danas je svakako problem pristupne mreže, odnosno povezivanje krajnjih korisnika odgovarajućom vezom koja bi podržala korištenje danas tehnološki ostvarivih usluga. Ponekad se, zbog nedovoljne propusnosti postojeće pristupne mreže te usluge ne mogu u potpunosti implementirati. Kroz posljednje desetljeće je ostvaren znatan napredak u tom smjeru te su analogno tome osmišljene brojne tehnologije na koje takvi nedostaci nemaju značajan utjecaj.

Širokopolasni pristup Internetu (eng. broadband Internet access) je naziv za određene načine povezivanja na Internet koji omogućuju velike brzine prijenosa podataka. Bežična širokopolasna veza povezuje privatnog ili poslovnog korisnika koristeći radijsku vezu između korisničke lokacije i infrastrukturne jedinice pružatelja usluga. Bežične tehnologije koje koriste dalekometnu usmjerenu infrastrukturu omogućuju pristup Internetu na udaljenim ili slabo naseljenim mjestima gdje bi implementacija DSL ili modem tehnologije bila neprofitabilna.

Bežični širokopolasni pristup Internetu putem fiksnih mreža omogućuje korisnicima pristup Internetu s fiksne pozicije te najčešće zahtjeva prostor bez ikakvih prepreka između odašiljača i primatelja signala. Bežične lokalne mreže (eng. WLAN – Wireless Local Area Network) omogućuju pristup Internetu na većem području te se koriste i u obliku proširenja žičane infrastrukture kao posljednji element takve veze.

Usluga mobilnog bežičnog pristupa Internetu postala je dio svakodnevnice. Korisnici stolnih računala također mogu koristiti takve usluge putem spajanja na mobilni uređaj kao pristupnu točku (eng. Hot Spot) ili mogu izravno na mobilnom uređaju koristiti Internet uslugu. Najčešće ovakva veza pruža manje brzine prijenosa podataka do nekoliko stotina Kbit/s. Naslov završnog rada je: Usporedba značajki širokopolasnog bežičnog pristupa Internetu te se sastoji od sedam poglavlja.

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

Drugo poglavlje, pod nazivom, „Tehnologije širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu“ daje kratak opis navedenih tehnologija te njihovog razvoja kroz vrijeme od samih početaka bežičnog pristupa Internetu pa sve do danas. Riječ je o pristupnim tehnologijama, kategorijama usluga te arhitekturi širokopojasnog pristupa Internetu.

U trećem poglavlju prikazana je dostupnost usluga širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu u svijetu i Hrvatskoj. Napravljena je i komparativna analiza po pristupnoj brzini 4G mreže te dostupnosti iste u Hrvatskoj te ostalim zemljama svijeta.

Nadalje, provedena je komparacija tehnologija, pod koje spadaju Wi-Fi, WiMAX, Wireless ISP i mobilni bežični pristup, po pristupnoj brzini, dometu i ostalim karakteristikama.

Petim poglavljem predstavljena je statistička analiza porasta broja korisnika u Hrvatskoj i na globalnoj razini.

U šestom poglavlju napravljena je usporedba dostupnih bežičnih načina pristupa Internetu u Republici Hrvatskoj prema dostupnoj količini podataka, pokrivenosti, pristupnoj brzini i cijeni tarifnog paketa.



## 2. Tehnologije širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu

Jednostavnije rečeno pristupna mreža sastoji se od lokalnih petlji za koje se ponekad rabi naziv pretplatničke linije te od pridružene im mrežne opreme. Pristupna mreža krajnjim korisnicima omogućava povezivanje s jezgrenom mrežom preko koje pristupaju raznim uslugama. Lokalne petlje povezuju lokacije krajnjih korisnika usluge s lokalnim centralama [1]. Značajan korak za operatore, a i za krajnje korisnike predstavlja uvođenje širokopojasnih tehnologija na telekomunikacijsko tržište. Nove tehnologije donose nove usluge za krajnjeg korisnika, ali i nove poslovne modele za operatora [2]. Počeci prijenosa većih količina raznovrsnijih podataka bili su definirani TCP/IP (eng. TCP/IP – Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) protokolima, odnosno njihovim razvojem omogućen je prijenos slika, zvukova, videa te daljnjim razvojem i televizijskih i radio signala. Pojam širokopojasnosti mijenjao se kroz vrijeme, a današnja definicija širokopojasnog pristupa kaže da je to internetska veza od 5 do 2000 puta brža od veze ostvarene *dial up* tehnologijom. Važno je napomenuti kako širokopojasnost nije definirana isključivo prijenosnim brzinama već i propusnošću, ali je prijenosna brzina definirana kao razdjelni parametar koji dijeli širokopojasnu od uskopojasne komunikacije. Granica između ovih dvaju primarno je postavljena na 2 Mbit/s, a naknadno je smanjena na 144 kbit/s na brzinu prijenosa osnovnog ISDN-a [1].

Korištenje širokopojasnih tehnologija omogućuje učinkovitu distribuciju medija u telekomunikacijskim mrežama, tj. prijenos velikih količina podataka u jedinici vremena [3]. Svakako, navedeno je od velikog značaja, pogotovo u današnje vrijeme, kada je prijenos podataka putem telekomunikacijskih mreža jedna od osnovnih stvari s kojima se moderan čovjek svakodnevno služi.

### 2.1. Širokopojasni pristup Internetu

U posljednjim godinama fiksni, a zatim i mobilni širokopojasni pristup Internetu postao je neizbježna potreba ljudi u svakodnevnicima, a danas je to jedno od najaktivnijih područja elektrotehnike i informacijske tehnologije unutar kojeg se razina inovativnosti pomiče iz dana u dan. Napreći u zadnja dva desetljeća na ovim područjima drastično su promijenila način dijeljenja informacija, poslovanja i zabave [4]. Dijeljenje informacija je ovim putem olakšano u potpunosti. Mobilni širokopojasni pristup Internetu omogućava dostupnost podataka u bilo koje vrijeme i gotovo na bilo kojem mjestu. Internet je postao

sveprisutna pojava i gotovo neizbježan medij današnjice, prema statističkim podacima može se zaključiti da je broj ljudi koji ne koriste Internet izuzetno nizak.

Širokopojasni pristup Internetu ili često samo širokopojasni Internet zajednički je naziv za načine povezivanja na Internet koji omogućuju velike brzine prijenosa podataka [5]. Izvorno riječ „broadband“ je imala tehničko značenje, no tijekom godina postala je marketinški izraz za sve relativno velike brzine pristupa Internet tehnologiji [6]. Velike brzine omogućuju olakšano korištenje raznim aplikacijama, koje su neizostavna stavka svakog pametnog telefona.

Bitno je napomenuti da su najučestalije tehnologije širokopojasnog pristupa Internetu kod privatnih korisnika kabelski modem, asimetrična digitalna pretplatnička linija (eng. ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line) te simetrična digitalna pretplatnička linija (eng. SDSL Symmetric Digital Subscriber Line), no ovim radom biti će obrađena bežična tehnologija pod koju spadaju Wi-Fi, WiMAX, Wireless ISP, satelitski pristup Internetu (eng. satellite Internet Access), mobilni pristup Internetu (eng. mobile Internet Access) te Usluga distribucije podataka prema više točaka na ograničenom području (eng. Local Multipoint Distribution Service). Određene usluge satelitskog pristupa Internetu su širokopojasne, pogotovo dvosmjerni satelitski Internet. Ovakav pristup se većinom isplati na udaljenim, izoliranim lokacijama.

Osnovna tehnološka ideja širokopojasnog pristupnog sustava temelji se na bežičnom povezivanju u formi točka-više točaka. To bi značilo da se radi o sektorskim antenama koje pokrivaju određeno područje unutar kojeg se mogu nalaziti pristupni terminali s pripadajućim usmjerenim antenama. Samo čvorište se može sastojati od jedne ili više antena koje pokrivaju određeni sektor pod kutom od 30, 45, 60 ili pak 90 stupnjeva. Osnovnim tehničkim parametrima sustava, kao što su frekvencija, vrsta modulacije, kapacitet sektora, domet sustava i širina sektora, određene su najvažnije karakteristike sustava [7].

## **2.2. Bežični širokopojasni pristupni sustav**

Bežični širokopojasni pristupni sustav (Wireless Broadband Access System) omogućava brzu implementaciju i jednostavno pokrivanje određenoga područja na kojemu je kasnije vrlo jednostavno priključivanje novih korisnika, uz brzine prijenosa od nekoliko desetaka Mbit/s [7].

Prema statistici ITU-a (eng. ITU – The International Telecommunication Union) DSL tehnologije i dalje dominiraju na tržištu, no vidljivo je da se telekom operatori se sve više orijentiraju na bežične tehnologije. Smatra se da je ovakva tehnologija jednako primjenjiva

kako kod privatnih tako i kod poslovnih korisnika. Frekvencijski spektar od 2 GHz do 66 GHz definiran je za standardnu upotrebu. Bežične tehnologije ostvaruju prednost pred žičanim ili optičkim tehnologijama svojom cijenom implementacije, no s druge strane još uvijek nisu u potpunosti konkurentne istima po pitanju prijenosnih performansi. Postoji velik broj različitih bežičnih tehnologija koje služe za stalno povezivanje određenih lokacija. S obzirom na različite mogućnosti primjene i različita ciljana tržišta, prednosti takvih tehnologija u potpunosti ne nailaze na razumijevanje [8]. Radi se o različitim frekvencijskim područjima i kapacitetima prijenosa:

- Bežična lokalna petlja (WLL-Wireless Local Loop) funkcioniра na frekvencijama od 2,5 do 3,5 GHz te unatoč velikoj pokrivenosti i izrazito velikom dometu (do 30 km) ima znatno ograničene kapacitete prijenosa. Najčešće se upotrebljava za izravno povezivanje telefona ili ISDN terminala i za prijenos podataka smanjenim brzinama, primjerice oko 256 Kbit/s.
- Usluga distribucije podataka prema više točaka putem više kanala (MMDS – Multichannel Multipoint Distribution System) je licencirana usluga dometa 10-15 km na frekvencijama do 10 GHz, što znači da jedan antenski sustav može uz dovoljnu snagu zračenja pokriti područje cijelog grada. Bitno je naglasiti da krajnji korisnici zajednički dijele raspoložive kanale i da je propusnost (*throughput*) veza u obrnuto proporcionalnom odnosu s brojem krajnjih korisnika. Ostvarive prijenosne brzine kreću se u rasponu od 500 do 1000 Kbit/s, iako su određena ispitivanja pokazala da je moguće postići i brzinu od 10 Mbit/s.
- Usluga distribucije podataka prema više točaka na ograničenom području (LMDS – Local Multipoint Distribution Service) djeluje na višem frekvencijskom području od 24 do 31 GHz, što omogućava veće kapacitete prijenosa od 10 Mbit/s i više [89]. Ovakav sustav moguće je koristiti na dva načina. Kao tehnologiju od točke do točke (eng. P-P – *point-to-point*) ili od točke prema većem broju točaka (eng. P-MP – *point-to-multipoint*). Maksimalne ostvarive prijenosne brzine LMDS u PTP tehnologiji kreću se između 155 i 622 Mbit/s uz domet od 2 km. Stvarne brzine koje se mogu postići penju se do 45 Mbit/s, odnosno do 311 Mbit/s kod prijenosa snopova (eng. bursts) podataka. U usporedbi s MMDS tehnologijom, koja je prikladnija privatnim korisnicima, ciljana skupina korisnika LMDS-a su srednje i velike tvrtke. Sam naziv „Usluga distribucije podataka prema više točaka na ograničenom području“ osmišljen

je za američko tržište. Isti sustav se naziva i „Bežični širokopojasni pristupni sustav“ (WBAS – Wireless Broadband Access System) u Europi [8].

### **2.2.1. Modulacija**

Modulacija definira spektralnu djelotvornost odnosno učinkovitost sustava te je upravo zbog toga jedan od najvažnijih parametara sustava. Osnovni tipovi koji se koriste su diskretna modulacija faze (PSK- Phase Shift Keying) i kvadraturna amplitudna modulacija (QAM- Quadrature Amplitude Modulation) u kojoj se mijenjaju faze i amplitude stanja [10]. Svakako postoje i mnoge podvrste i kombinacije navedenih vrsta. Prijenos bitova u određenom stanju modulacije u korespondenciji je s kvalitetom i kvantitetom stanja signala, veći broj različitih stanja omogućava prijenos veće količine podataka. Veličina kojom se to definira izražava se kao bit/s/Hz što ukazuje da efikasnost nije jedini parametar za odabir modulacije. Porastom broja stanja povećava se i osjetljivost na smetnje te se ujedno povećava vjerojatnost interferencije [7].

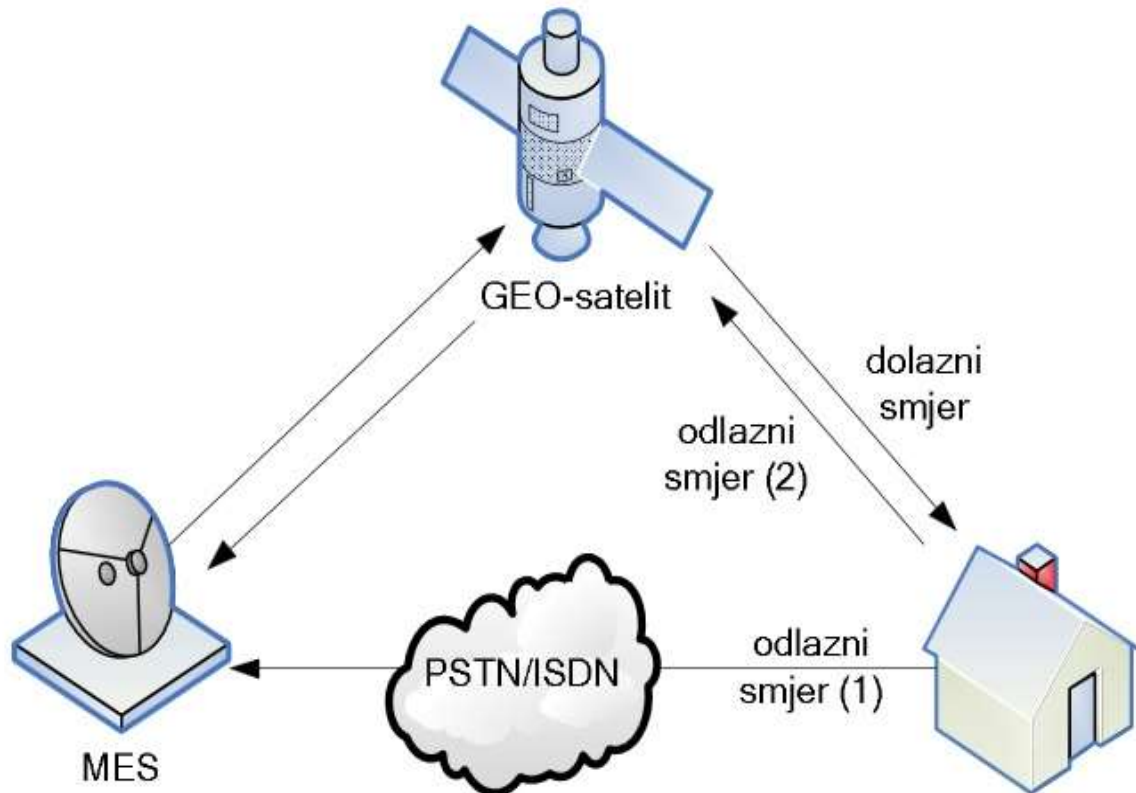
### **2.2.2. Tehnologija bežičnog optičkog sustava**

Bežični optički pristup (eng. FSO – Free Space Optics) omogućava *point-to-point* veze s prijenosnim brzinama do 1,25 Gbit/s. Trenutno se unaprjeđuje oprema koja će podržavati brzine od 10 Gbit/s pa nadalje, a traženi domet ove tehnologije porastao je s 1,5 na 3 do 5 kilometara. Pouzdanost FSO poveznice nije uvijek jednaka zato što ona ovisi o svojoj duljini i prijenosnoj brzini i upravo zbog toga nije najprivlačniji izbor komercijalnim pružateljima telekomunikacijskih usluga. Ova tehnologija prikazuje povećani broj grešaka u signalu na srednjim udaljenostima (400 do 500 metara). Povećanjem udaljenosti pouzdanost se smanjuje što ne ostavlja dobar dojam potencijalnim korisnicima ove tehnologije. U području FSO-a manjkaju dovršeni standardi na svjetskoj razini. Uglavnom su standardizirane samo pojedine komponente sustava, ali ne i sustav u cjelini [11].

### **2.2.3. Satelitski širokopojasni pristup**

Satelitski širokopojasni pristup Internetu moguće je realizirati na više načina, a značajan dio utemeljen je na tehnologijama kao što su digitalni video prijenos s povratnim kanalom putem satelita (eng. DVB-RCS – Digital Video Broadcast with Return Channel via Satellite), i digitalni video prijenos s povratnim zemaljskim kanalom (eng. DVB-RCT – Digital Video Broadcast with Return Channel Terrestrial). Iz samog imena moguće je shvatiti da su DVB sustavi namijenjeni odašiljanju videa, ali se ti isti kanali mogu koristiti i za povezivanje s Internetom. Počeci satelitske tehnologije ostvareni su kroz prijenos radio-

televizijskih signala od centrala prema korisnicima. Razmjena signala tada nije bila aktualna te zbog toga u počecima korištenja ove tehnologije nije stavljen naglasak na povratnu vezu. Pojavom i razvojem Interneta stvorena je jaka potreba za dvosmjernom vezom gdje je problem realizacije prijenosa signala od krajnjih korisnika prema mreži. DVB-RCS koncept ima implementiranu dvosmjernu satelitsku vezu (two-way satellite). Za razliku od toga DVB-RCT koncept podržava povratni put zemaljskom vezom, putem čvorišta (*hub and spoke* sustav) ili nekom drugom opcijom (Slika 1.) Pored DVB koncepata, za ostvarivanje širokopojsnog pristupa Internetu putem satelita koriste se i VSAT-sustavi (eng. Very Small Aperture Terminal). VSAT-sustavi sastavljene su od tri, jednako bitne, komponente: VSAT-stanice krajnjeg korisnika (eng. VSAT remote earth station), glavne zemaljske VSAT-stanice (eng. Master Earth Station – MES) i geostacionarnog (GEO) satelita. Većina satelitskih sustava nudi brzine u rasponu od 1 Mbit/s do 40 Mbit/s krajnjim korisnicima kojih može biti od 100 do 4000. Cijena ovakve tehnologije u SAD-u iznosi od 3 do 5 američkih dolara po 1 megabajtu prometa, a cijena modema je oko 1000 američkih dolara. Smatra se da je satelitski prijenos najkvalitetnijim rješenjem za udaljene korisničke lokacije (ruralna područja), iako je cijena satelitskih veza ekstremno visoka i stoga ovaj način prijenosa nije konkurentan drugim pristupnim tehnologijama [11].



Slika 1. Satelitski pristup s povratnim kanalom (1) kroz PSTN/N-ISDN ili (2) realiziranim satelitskom poveznicom

Izvor: [11]

#### 2.2.4. Pristupne tehnologije

U mreži koja se sastoji od većeg broja korisnika kojima je potreban pristup do istog komunikacijskog kanala potrebno je jasno definirati tehnologiju pristupa čime bi se omogućila upotreba zasebnog komunikacijskog kanala za svaku pristupnu točku. Odijeljivanje je moguće na sljedeća tri načina:

- Frekvencijsko odijeljivanje podrazumijeva ravnomjernu fragmentiranost raspoloživog frekvencijskog spektra na pojedinačne frekvencijske kanale. Svaka pristupna točka dobiva jedan frekvencijski kanal, a više pristupnih točaka dodatno komplicira situaciju na centralnoj lokaciji jer su za svaki smjer potrebni zaseban modulator i primopredajna jedinica. Samim time povećava se kompleksnost sustava te ujedno i opada spektralna efikasnost.
- Vremensko odijeljivanje koje u komparaciji s frekvencijskim odijeljivanjem koristi cijeli frekvencijski spektar ali ne konstantno već u jasno definiranim vremenskim intervalima. Za sve pristupne točke potrebna je samo jedna prijenosna frekvencija što značajno smanjuje kompleksnost sustava, a i povećava spektralnu efikasnost.

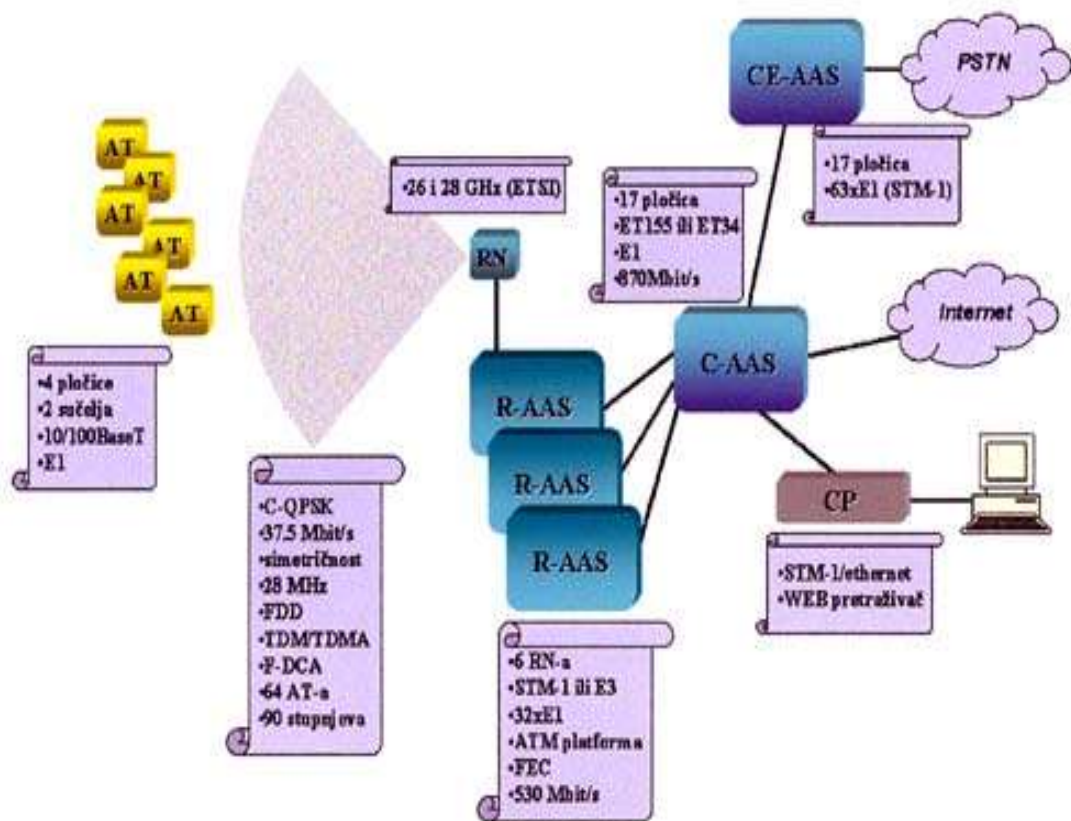
Ovom se tehnologijom dinamički upravlja pristupnim kapacitetom na način da se dio ili ukupan kapacitet, prema potrebi, preusmjeruje na željenu točku.

- Kodno odjeljivanje kod kojega se svakoj pristupnoj točki omogućava pristup čitavom frekvencijskom spektru cijelo vrijeme. Svaki kanal se pojedinačno kodno programira tako da je se na prijemnoj točki mogu razdvojiti frekvencijski kanali. Ova tehnologija ostvaruje uvjete za jako malo kašnjenje, interferencijsku otpornost, jednostavno dijeljenje u ćelije i dinamičko dodjeljivanje kapaciteta prema potrebi. Unatoč ovim boljkama dovodi se u pitanje kompleksnost centralne jedinice te ograničenje prijenosne brzine podataka [8].

### **2.2.5. Arhitektura bežičnog širokopojasnog sustava**

Arhitektura sustava koji omogućava bežični širokopojasni pristup sastoji se od čvorišta (hubs) koji pokrivaju određeno područje sa sektorskim antenama. Unutar područja pokrivanja postavljaju se pristupni terminali (eng. CPE - Customer Premises Equipment). Određena se čvorišta zajedno povezuju u točki koncentracije putem koje je omogućeno spajanje sustava na vanjske mreže, bilo da se radi o temeljnoj mreži (eng. backbone), javnoj komutiranoj telefonskoj mreži (eng. PSTN - Public Switching Telephone Network) ili Internet mreži (Slika 2.)

Bežični mobilni Internet je marketinški termin koji se koristi za bežični pristup Internetu putem prijenosnih modema, mobilnih uređaja, USB prijenosnih modema, tableta ili drugih prijenosnih uređaja. Širokopojasni pristup Internetu započeo je 2001. godine s povećanjem prijenosnih brzina odnosno definiranjem 3G standarda. U početku su prijenosne brzine pri korištenju UMTS (eng. Universal Terrestrial Mobile System) standarda bile 0,4 Mbit/s pri *downloadu* i *uploadu*. Uvođenjem CDMA standarda (eng. Code Division Multiple Access) povećane su pristupne brzine od 2.5 do 4.9 za *download*, te od 0.15 do 1.8 za *upload*.



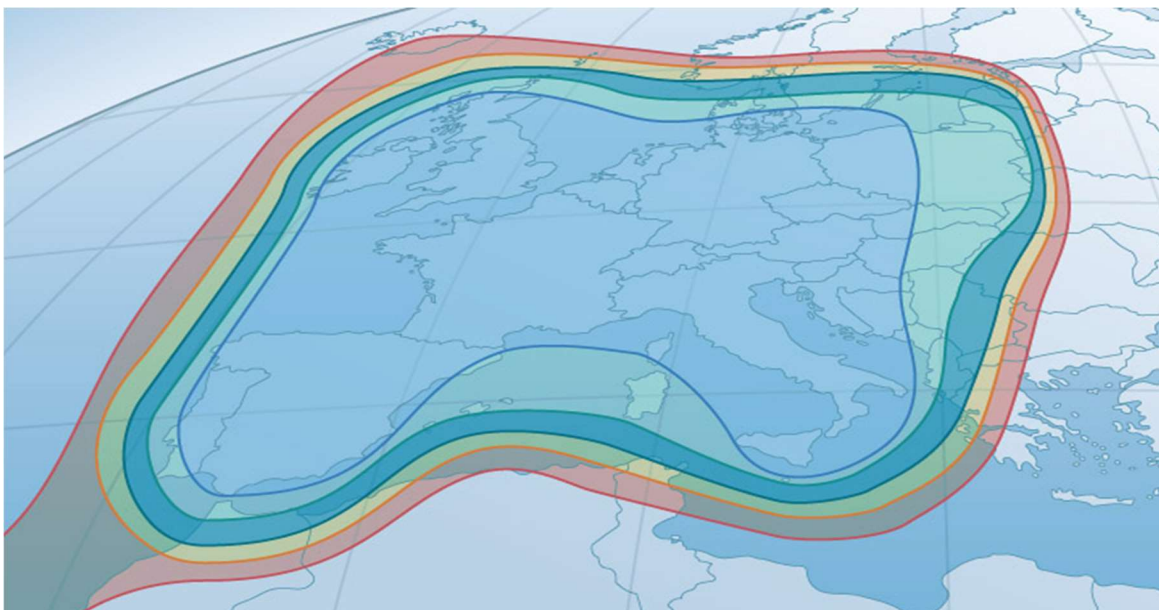
Slika 2. Prikaz arhitekture sustava širokopolasnog bežičnog pristupa Internetu

Izvor: [8]



### 3. Dostupnost usluge širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu

U Hrvatskoj su tehnologije širokopojasnog bežičnog pristupa još uvijek slabije zastupljene. WiMAX uslugu omogućava samo jedan pružatelj usluga (micro-link) ali samo na urbanom području grada Čakovca što je nedovoljno za uzimanje u obzir pri provođenju analize dostupnosti. Nadalje, satelitski pristup u Hrvatskoj pružaju dva operatora (Tooway i ViasatNET). Prednost satelitske veze je što jako malo ovisi o zemaljskoj opremi te kvaliteta usluge ne opada s udaljenošću od baznih stanica. Pokrivenost signalom satelitskog pristupa prikazana je slikom 3. Ovisno o lokaciji, promjer satelitskog tanjura naznačen je bojama. Svijetlo plava označava područje za koje je potreban tanjur od 50 centimetara, svijetlo zelena označava područje koje zahtjeva tanjur od 60 cm. Tamnoplavo područje zahtjeva tanjur od 75 cm, žuto od 90 te crveno područje zahtjeva tanjur promjera 120 cm.

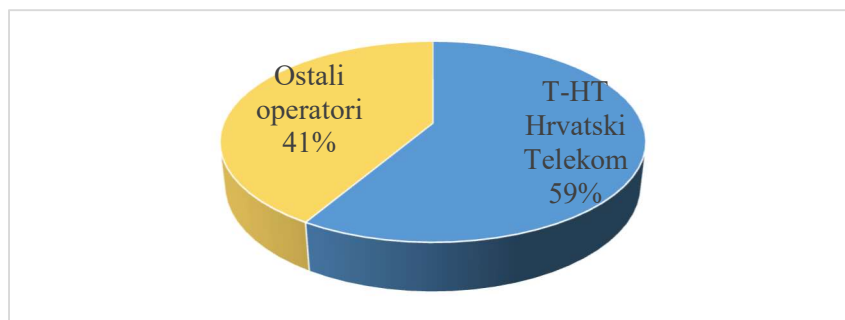


Slika 3. Pokrivenost signalom širokopojasnog satelitskog pristupa Internetu

Izvor: [12]

#### 3.1. Dostupnost širokopojasnog mobilnog pristupa Internetu u Republici Hrvatskoj

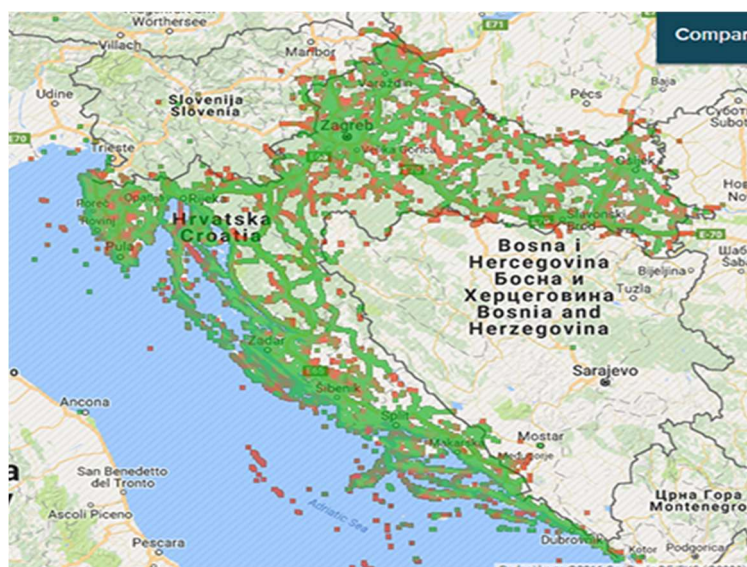
Hrvatsko se tržište mobilnih telekomunikacijskih usluga što ujedno i obuhvaća širokopojasni pristup Internetu sastoji se od sedam pružatelja usluga (BonBon, Multiplus Mobile, Simpa, T-HT Hrvatski Telekom, Tomato, Tele2 i VipNET). T-HT Hrvatski telekom je uvjerljivo najveći pružatelj usluga. Grafom 1. prikazani su tržišni udijeli prema ukupnom broju korisnika.



Graf 1. Tržišni udio pružatelja mobilnih usluga prema ukupnom broju korisnika

Izvor: [13]

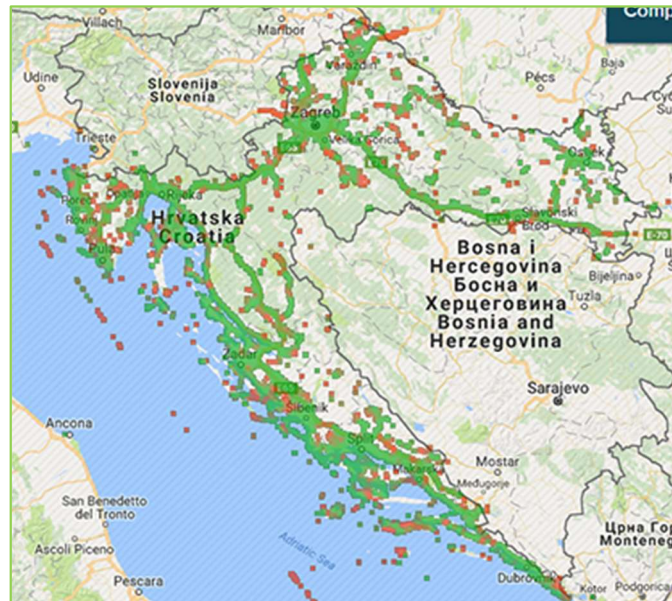
Od prethodno navedenih sedam operatera jedino T-HT Hrvatski Telekom i VipNET pružaju uslugu mobilnog Interneta putem podatkovnih kartica uz pomoć prijenosnih USB ili zasebnih modema. U analizi dostupnosti u obzir je uzeta isključivo 4G brzina zbog ažurnosti podataka i lakše usporedbe s drugim zemljama svijeta u kontekstu unaprjeđenja dostupne tehnologije. Prema statističkim podacima OpenSignal organizacije o stanju LTE/4G mreža Tele2 na urbanom području grada Zagreba ima najveću pristupnu brzinu od 40,1 Mbit/s, VipNET ima 32,6 dok T-HT Hrvatski Telekom ima 30,6 Mbit/s, jednaki poredak vrijedi i po kriteriju pokrivenosti signala. Vodeći operator u sveukupnoj pokrivenosti signalom za širokopolasni mobilni pristup Internetu je VipNET te za njim ide T-HT Hrvatski Telekom pa Tele2. Slikom 4. prikazana je pokrivenost signalom T-HT Hrvatskog Telekoma. Zelenom bojom označena su područja na kojima je dostupna 4G brzina, što naravno podrazumijeva dostupnost 3G, dok su narančastom bojom izdvojena područja u kojima je dostupna samo 3G mreža s najvećom brzinom.



Slika 4. Pokrivenost 4G signalom T-HT Hrvatskog Telekoma

Izvor: [14]

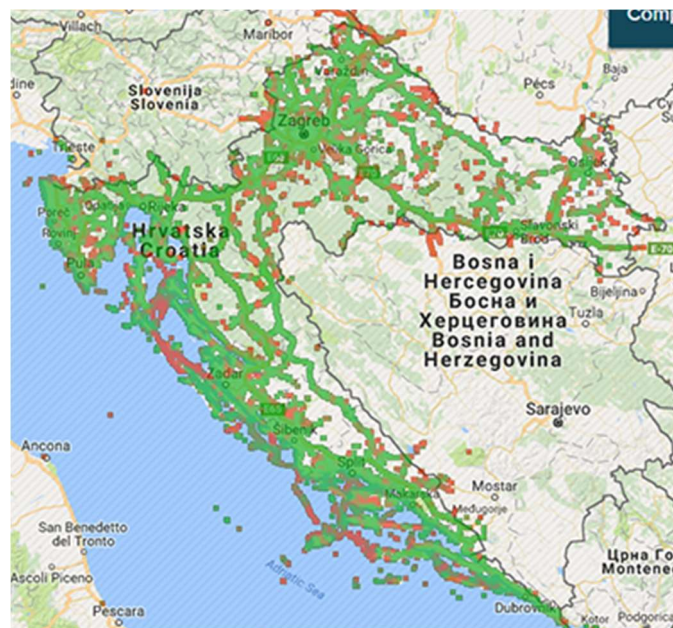
Na području središnje Hrvatske najveću pokrivenost svim vrstama mreže ima T-HT no pruža najmanje pristupne brzine. U Slavoniji te Istri i Kvarneru Tele2 pruža najveću dostupnost i najveće brzine na 4G mreži (slika 5.).



Slika 5. Pokrivenost 4G signalom Tele2 operatora

Izvor: [14]

VipNET na području Dalmacije ima najbolji 4G signal (slika 6.) no valja naglasiti kako Tele2 i na tom području pruža najveće pristupne brzine (35,5 Mbit/s). Uzme li se u obzir i 3G signal T-HT Hrvatski Telekom ima najveću pokrivenost no ujedno omogućava i najmanju pristupnu brzinu (4,9 Mbit/s) [14].



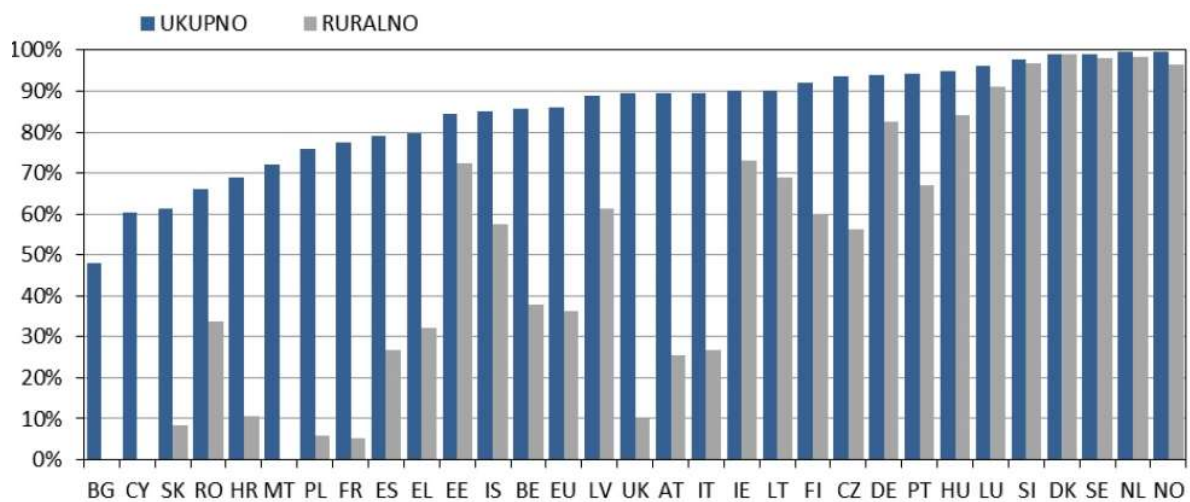
Slika 6. Pokrivenost 4G signalom VipNET operatora

Izvor: [14]

### 3.2. Usporedba s državama članicama Europske unije

Zbog porasta broja korisnika, a time i povećanjem potražnje za novijim i naprednijim uslugama u mobilnim mrežama na području Republike Hrvatske te ujedno i Europske unije, očituje se značajan razvoj LTE tehnologije. Sve kompleksnije i zahtjevnije aplikacije, prijenos televizije preko mobilnih uređaja te ostale multimedijalne usluge glavni su pokretač razvoja i implementacije naprednijih tehnologija.

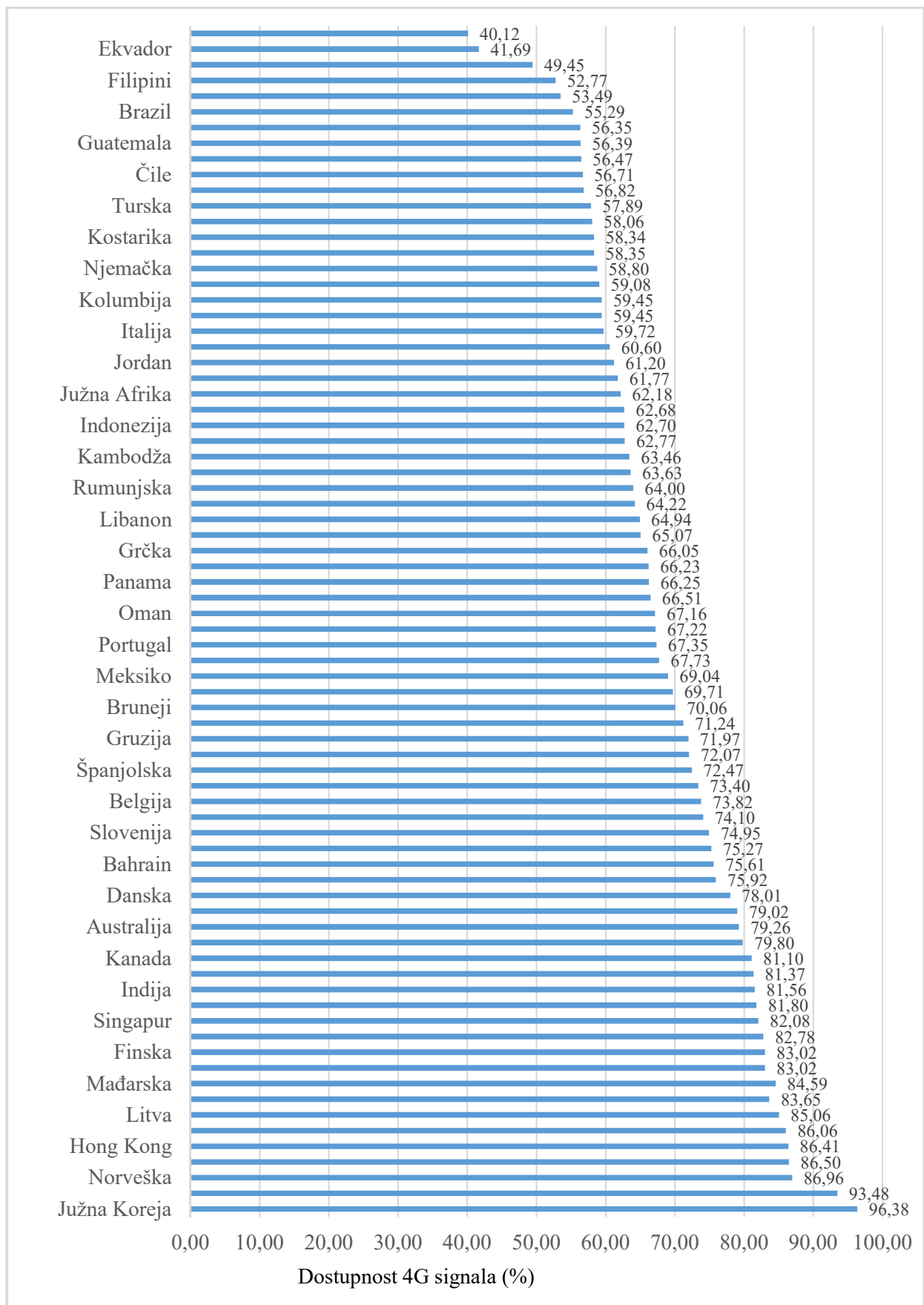
Prema statističkim podacima ITU-a iz lipnja 2015. godine prosječna dostupnost LTE tehnologije na području Europske unije iznosila je 85,9%. Najviše vrijednosti u dostupnosti LTE tehnologije u Europi od oko 100% imale su Norveška i Nizozemska, dok je najnižu vrijednost dostupnosti imala Bugarska s 48,1%. U tom periodu dostupnost LTE tehnologije u Republici Hrvatskoj iznosila je 68,9%. Graf 2. prikazuje dostupnost 4G/LTE tehnologije prema podacima iz 2015. godine gdje je Republika Hrvatska bila nisko rangirana i po kriteriju ukupne dostupnosti navedene tehnologije i dostupnosti iste u ruralnim područjima [15].



Graf 2. Dostupnost 4G /LTE) tehnologije u Europskoj Uniji

Izvor: [15]

Prema podacima OpenSignal organizacije s početka lipnja 2017. godine očituje se veoma upečatljiv i pozitivan pomak Republike Hrvatske u usporedbi s ostalim državama Europske unije. Republika Hrvatska spada u najboljih 15 država Europe koja pruža 4G širokopolasni pristup Internetu s brzinom od preko 30 Mbit/s. Grafom 3. rangirane su Europske zemlje po dostupnosti 4G tehnologije, bitno je naglasiti kako u provedenom istraživanju nije uzeta u obzir geografska pokrivenost već konstantnost 4G signala od ukupnog vremena spojenog na mrežu.

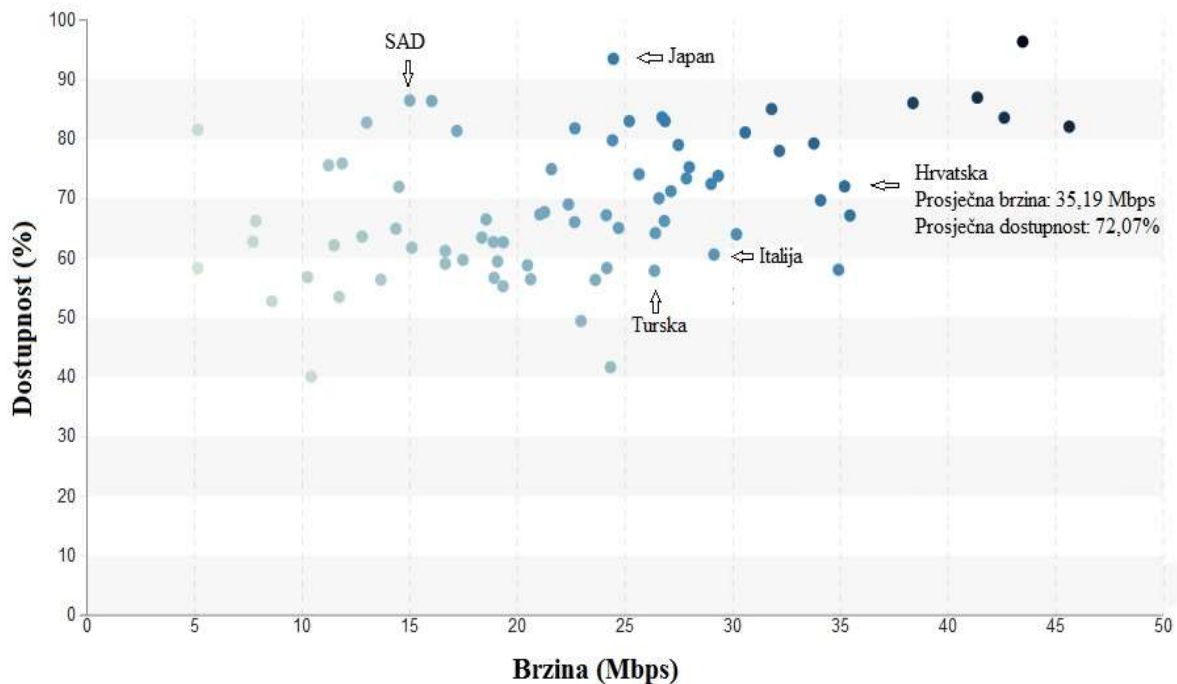


Graf 3. Dostupnost 4G signala u Hrvatskoj i u svijetu

Izvor: [16]

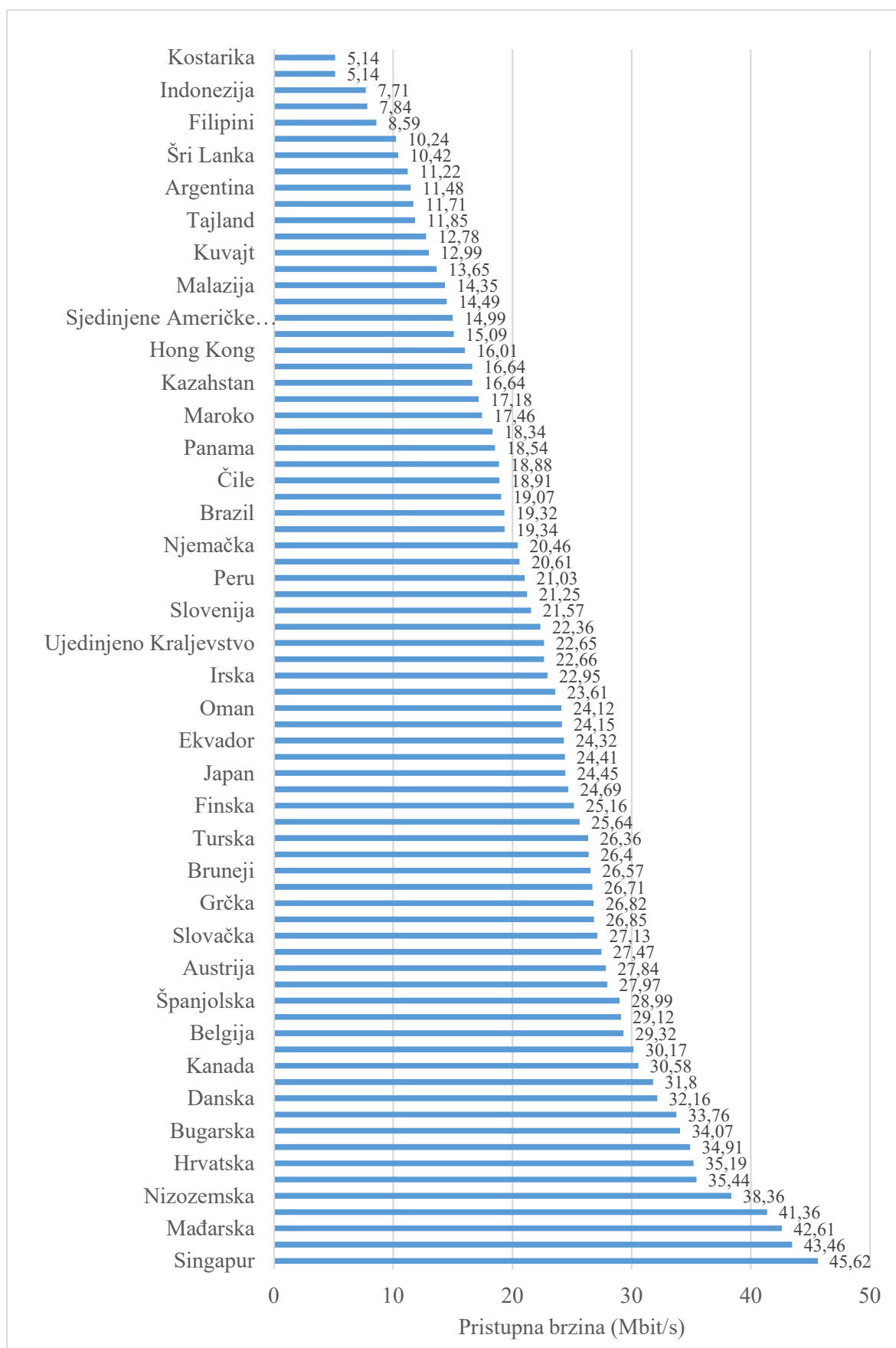
Graf 4. prikazuje usporedbu pristupne brzine i dostupnosti za 4G mrežu u zemljama svijeta. Zbog kompleksnosti grafa nisu naznačene sve zemlje već nekoliko zemalja uz Hrvatsku radi usporedbe odnosa brzine i dostupnosti.

Graf 5. prikazuje prosječnu brzinu *download*-a koju korisnici vide u svakoj od navedenih zemalja svijeta pri spajanju na LTE mreže. U statistiku su uzeti samo 4G testovi brzine u navedenim zemljama te brzina izražena u Mbit/s. Republika Hrvatska je od 2015. godine do lipnja 2017. godine napravila ogroman korak unaprijed. Razvoj infrastrukture te implementacija 4G mreža omogućili su prepoznatljiv napredak u širokopojasnom mobilnom pristupu Internetu. Hrvatska je trenutno rangirana na sedmo mjesto u svijetu s prosječnom brzinom *download*-a od 35,19 Mbit/s. Na prvom mjestu nalazi se Singapur sa znatno većom brzinom (45,62 Mbit/s), a druga je Južna Koreja s 43,46 Mbit/s.



Graf 4. Prikaz komparacije dostupnosti i pristupnih brzina 4G mreža u zemljama svijeta

Izvor: [16]



Graf 5. Pristupna brzina u Hrvatskoj i u svijetu

Izvor: [16]

## **4. Komparacija tehnologija po pristupnoj brzini**

U ovom poglavlju biti će navedene i objašnjene tehnologije bežičnog širokopojasnog pristupa Internetu. Današnje društvo nezamislivo je bez komunikacije bazirane na širokopojasnim (broadband) pristupnim tehnologijama. Tržište ovakvim uslugama trenutačno broji preko 290 milijuna korisnika, a najveći segment širokopojasnog tržišta, odnosno oko 200 milijuna korisnika, svoj pristup ostvaruje putem digitalnih pretplatničkih linija. Iz dana u dan ti brojevi se povećavaju te ekspanzija ovakvoga pristupa Internetu ne bi trebala biti previše začuđujuća. S obzirom da je današnje stanovništvo velikim dijelom obrazovano, pristup Internetu je postao dio svakodnevnice koji je neizostavan [15].

### **4.1. Wi – Fi**

Wi-Fi (eng. Wireless-Fidelity) (IEEE 802.11) je bežična vrsta mreža u kojoj se podaci između poslužitelja i/ili korisnika prenose pomoću radio frekvencija umjesto materijalnim medijima. U počecima korištenja ove mreže najučestaliji pristup je bio lokalni (WLAN mreže) no razvojem tehnologije ubrzo je omogućen i bežični pristup WAN mreži [18]. Wi-Fi je brandirala Wi-Fi Aliansa koja ujedno ima ulogu definiranja standarda i certifikacije svih Wi-Fi uređaja. 1991. godine Nizozemska NCR Korporacija/AT&T izumila je Wi-Fi te je na prvoj mreži (WaveLAN) radila na brzinama od 1 do 2 Mbit/s. Vic Hayes je zaslužan za definiranje raspona frekvencijskog spektra i prijenosnih brzina koje su korištene i koje se još uvijek koriste u standardima IEEE 802.11b, 802.11a i 802.11g. Wi-Fi je u današnje doba veoma rasprostranjen u urbanim područjima gdje je jako teško naći tvrtku, kafić ili restoran koji ne nudi pristup Internetu putem Wi-Fi-a [19].

### **4.2. Wireless ISP**

Bežični davatelj internetskih usluga (eng. WISP - Wireless Internet Service Provider) je davatelj internetskih usluga s mrežom utemeljenom na bežičnom pristupu [20]. Ovakvi pružatelji usluga obično koriste jeftinije IEEE 802.11 Wi-Fi radio sustave za povezivanje definiranih lokacija preko velikih udaljenosti (Long-range Wi-Fi). Tradicionalni 802.11b standard omogućava odašiljanje višesmjernog signala na udaljenosti između 100 i 150 metara. Kada bi se signal fokusirao i odašiljao usmjeravajućom antenom 802.11b standard bi mogao raditi pouzdano na mnogo većim udaljenostima. U usporedbi sa žičanim tehnologijama postoje značajni rizici pri korištenju ove tehnologije. Ukoliko se ne implementiraju sigurnosni protokoli brzine prijenosa mogu biti znatno manje (od dva do 50 puta sporije) te signal može biti veoma nestabilan zbog smetnji drugih bežičnih uređaja i mreža. WISP d.o.o. je prvi



hrvatski bežični davatelj internetskih usluga osnovan 2004 godine. WISP svoje usluge pruža na frekvencijama 2.4GHz i 5GHz, pomoću 802.11 a/b/g/n standarada. WISP u ponudi svojih usluga ima osnovni paket koji na području grada Zagreba omogućava pristupne brzine do 8Mb - 8000 Kbit/s te mu je cijena 70 kn mjesečno s time da se mjesečni promet dodatno ne naplaćuje [21].

### **4.3. WiMAX**

Bežični širokopolasni pristup Internetu jedan je od najvažnijih razvojnih segmenata u sve naprednijem polju telekomunikacija. Osnovna namjena WiMAX (eng. Worldwide Interoperability for Microwave Access) tehnologije je pružiti korisnicima bežični Internet tamo gdje je gradnja žičane infrastrukture komplicirana ili neisplativa, odnosno pružiti takvu uslugu primjerice u ruralnim područjima [22].

WiMAX je uobičajeni naziv standarda za ostvarivanje gradskih bežičnih mreža, a prva inačica standarda nazvana je IEEE 802.16. IEEE je kao svjetska organizacija za standarde 1998. godine formirala radnu skupinu nazvanu 802.16 Working Group koja je bila zadužena za istraživanje i razvoj bežičnih standarda za gradske mreže [23]. WiMAX prije svega treba promatrati kao tehnologiju za realizaciju fiksnog bežičnog pristupa (eng. FWA – Fixed Wireless Access). Prvom inačicom definiran je sustav koji koristi frekvencijski spektar od 10 GHz do 66 GHz. Važno je napomenuti kako je ova inačica sustava trebala imati jasno vidljiv optički kanal između predajnika i prijemnika, stoga je prethodno spomenuta radna skupa nastavila razvijati i drugu inačicu, pod imenom IEEE 802.16a, koja koristi frekvencijsko područje od 2 GHz do 11 GHz i funkcionira bez optičke vidljivosti između predajnika i prijemnika.

Novija je inačica upravo zbog unaprjeđenja puno lakša za implementaciju i prilagođenija je za upotrebu u urbanim područjima. Nakon objave standarda IEEE 802.16a 2001. godine, 2004. godine objavljena je doradana inačica IEEE 802.16d (ili IEEE 802.16-2004). Sljedeća inačica WiMAX standarda omogućila je bolje performanse poveznica u odlaznom smjeru komunikacije. Posljednja inačica standarda nazvana IEEE 802.16 trebala je eliminirati problem kretanja, odnosno mobilnosti krajnjeg korisnika, kao i asimetrično sučelje za prijenos na računala i komunikatore. Takve karakteristike trebale su ostvariti uvjete za izravnu povezanost pomoću ugrađene mrežne kartice s WiMAX mrežom (a ne putem bežičnog LAN-a). U svrhu globalizacije ove tehnologije 2001. godine osnovan je WiMAX Forum, neprofitna organizacija, s ciljem promoviranja WiMAX tehnologije. HIPERACCESS i HIPERMAN su jedini standardi organizacije ETSI koji su kompatibilni sa standardom IEEE

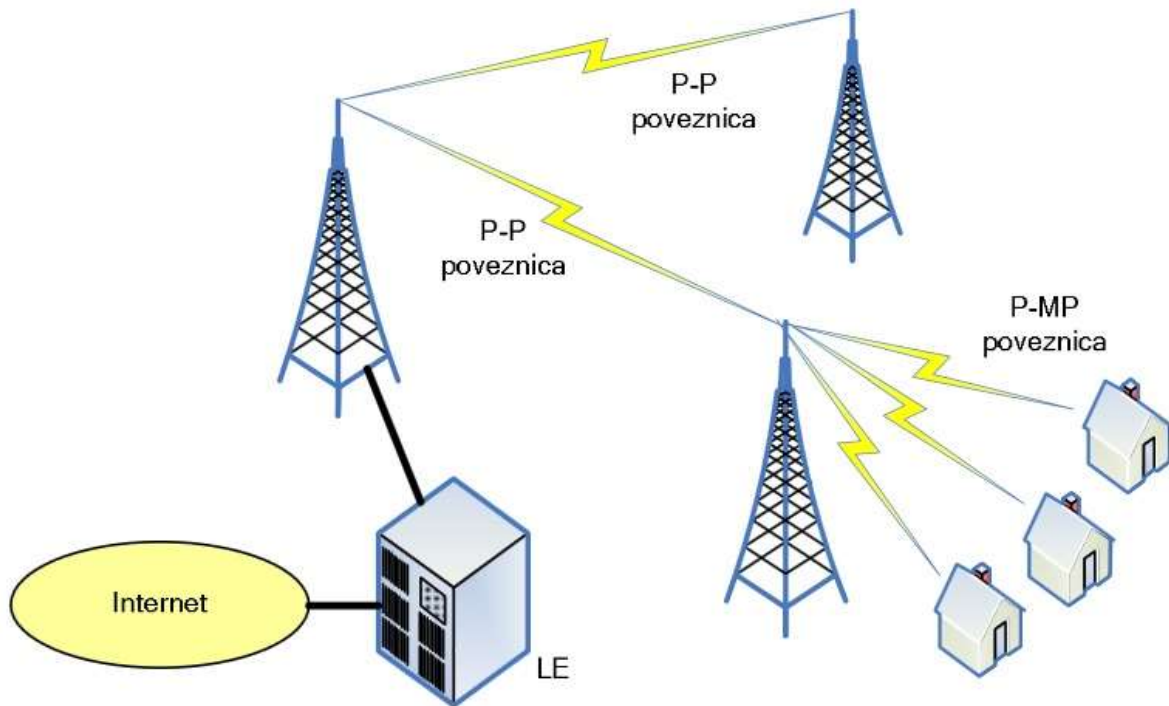
802.16. WiMAX je tehnologija koja je zbog svojih karakteristika lakše primjenjiva u područjima gdje je telekomunikacijska infrastruktura slabije razvijena. Implementacija WiMAX-mreže u takvim područjima lakša je, a ujedno i isplativija za operatore od izgradnje parične infrastrukture za xDSL-tehnologije ili optičke infrastrukture. Implementacija WiMAX-a slabije naseljenim područjima trebala bi korisnicima omogućiti širokopojasni pristup telekomunikacijskoj mreži i uslugama i samim time smanjiti digitalni jaz. S druge strane implementacija ove tehnologije u gradskim područjima otežana je zbog već postojeće parične ili optičke infrastrukture pa iz te perspektive može se pretpostaviti porast konkurentnosti između žično-optičkih i bežičnih mreža na tržištu telekomunikacijskih usluga. Konkurentnost WiMAX tehnologije ovisi o prijenosnim brzinama i dometima, kao i o kvaliteti prijenosne usluge koju ova tehnologija svojom arhitekturom može pružiti krajnjim korisnicima. U inicijalnim fazama WiMAX je bio predviđen za bežični prijenos govora i podataka privatnih i poslovnih korisnika. Konstantna unaprjeđenja prijenosne usluge pridodala su WiMAX skupu onih tehnologija koje pružaju visoku kvalitetu prijenosa *triple play*<sup>1</sup> usluga.

U komparaciji s mobilnim mrežama WiMAX pruža znatno širi prijenosni spektar frekvencija, a samim time omogućava se veća brzina prijenosa podataka. Podizanje dometa na 20 kilometara stvara veoma dobru pokrivenost velikog područja s relativno malim brojem baznih stanica. Arhitektura WiMAX mreže podržava podjednako poveznice od točke do točke (P-P) i od točke prema većem broju točaka (P-MP) (Slika 7.). U P-P topologiji mrežu sačinjavaju jedna ili više P-P poveznica s usmjerenim antenama. U P-MP sustavu mreža se sastoji od baznih stanica koje su povezane s krajnjim korisničkim uređajima putem P-MP-poveznica. U mješovitoj mrežnoj topologiji krajnji korisnici imaju mogućnost primanja signala od baznih stanica te prosljeđivati promet prema drugim krajnjim korisnicima. Time se povećava pokrivenost terena jer svaki pojedini krajnji korisnik može poslužiti kao nova bazna stanica. WiMAX mreže u današnjici koriste kombinaciju obaju topologija. Najčešći oblik kombinirane upotrebe je onaj gdje se putem P-P-poveznica bazne stanice povezuju s temeljnom mrežom, a krajnji korisnici se prema stanicama povezuju P-MP poveznicama. Bazne stanice se najčešće žično povezuju s temeljnom mrežom iako je tu vezu moguće ostvariti i pomoću P-P-poveznica izvedenih optičkim nitima. Važno je istaknuti da su područja pokrivanja svake bazne stanice podijeljena u sektore, svaki sa zasebnom usmjerenom antenom, čime povećava snaga signala, a samim time veća prijenosna brzina i

---

<sup>1</sup> Triple play – Marketinški termin kojim se definira pojedinačna širokopojasna veza koja osigurava pristup Internetu, televiziji te telefonskim uslugama.

naravno veći domet prijenosa za razliku od slučaja kada bazna stanica ima jednu svesmjernu antenu za širenje signala.



Slika 7. Širokopolasni bežični pristup tehnologijom WiMAX

Izvor: [11]

WiMAX za primjenu uzima frekvenzijska područja oko 2,5, 3,5 i 5,8 GHz. U Hrvatskoj je planom dodjele frekvenzijskog spektra za širokopolasne nepokretne bežične sustave krajem prosinca 2016. predviđeno područje od 3,4 do 3,8 GHz (Hrvatska agencija za telekomunikacije je ovlašteno tijelo za izdavanje dozvola za korištenje ovog područja), kao i područje od 24,5 do 26,5 GHz (uz dozvolu). Za FWA mogu se upotrebljavati i ISM-frekvenzijski pojasevi (eng. ISM – Industrial, Scientific and Medical) za čije korištenje nije potrebna dozvola. U Republici Hrvatskoj definirani su pojasevi od 2,4 GHz do 2,5 GHz (za civilnu uporabu), te pojasevi od 5,725 do 5,83 GHz (za civilnu i vojnu uporabu) i od 5,85 GHz do 5,925 GHz (samo za civilnu uporabu). Veoma je bitna informacija da je korištenje tih pojaseva je rizik zbog istovremenog korištenja istog od strane mnogih bežičnih mikrovalnih sustava što značajno povećava mogućnost interferencije nego u definiranim namjenskim pojasevima. Prema standardu IEEE 802.16 dolazni i odlazni smjer komunikacije definirani su vremenskim multipleksiranjem (eng. TDM – Time Division Multiplexing), gdje se svakom krajnjem korisniku pridjeljuje jedan ili više vremenskih intervala. Širina pojedinog frekvenzijskog kanala u Europi definirana je na 28 MHz. Problem dvosmjernosti komunikacije rješava se frekvenzijski (eng. FDD – Frequency Division Duplex) ili vremenski

(eng. TDD – Time Division Duplex). S druge strane standard IEEE 802.16a predviđen je za korištenje modulacijskog postupka OFDM (eng. OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing) i primjenjivu tehniku višestrukog pristupa OFDM-a. Protokol kojeg WiMAX tehnologija koristi na podsloju upravljanja pristupom mediju (eng. MAC – Medium Access Control) spojno je orijentiran pa se i nespojne usluge preslikavaju u veze. Posebna je pažnja u dizajnu podsloja i MAC protokola posvećena je performansama i kvaliteti usluge kojom su predviđene tri vrste veza:

- osnovna veza koja se koristi za prijenos kratkih i vremenski kritičnih poruka;
- veze koje se koriste za prijenos standardnih protokola kao što su DHCP, TFTP, SNMP i drugi; i
- ostale vrste veza kao što su veze rezervirane za razošiljanje signala.

Bazna stanica dodjeljuje dozvole krajnjim korisnicima za pristup u mrežu čime se osigurava djelotvorno funkcioniranje QoS mehanizama (eng. QoS – Quality of Service). IEEE 802.16 standard podržava prijenosne brzine koje mogu biti veće i od 70 Mbit/s, dok standard IEEE 802.16a podržava prijenosne brzine do 25 Mbit/s. Frekvencijski kanali mogu varirati u širini od 1,5 do 20 MHz, a domet prijenosa WiMAX tehnologijom može dostići i do 50 km, uz tipičan promjer ćelije od 13 do 20 km [11].

#### **4.4. Mobilni širokopojasni pristup Internetu**

Mobilni širokopojasni pristup Internetu (eng. Mobile broadband) je izraz koji obuhvaća bežični pristup Internetu kroz prijenosni modem, mobilni uređaj, bežični USB modem, tablet ili ostale mobilne uređaje. Ovakva vrsta pristupa Internetu koristi frekvencijski spektar od 225 do 3700 MHz-a. Kako prva i druga generacija mobilnog pristupa Internetu nisu bile širokopojasne po svojim karakteristikama one neće biti obrađene u podpoglavljima 4.4.1. te 4.4.2. Tablica 1. prikazuje popis zahtijevane propusnosti za pojedinu vrstu aplikacije gdje se jasno očituje potreba za širokopojasnim pristupom Internetu.

##### **4.4.1. Treća generacija (3G)**

Zbog tehničkih nedostataka EDGE sustava koji su limitirali maksimalnu protočnost podataka te različitosti između standarada za razvoj mreža na različitim dijelovima svijeta bilo je potrebno poduzeti određene korake. Odlučeno je implementirati globalnu mrežu s istim standardima koja će pružati jednake usluge, a pritom biti neovisna o tehnološkoj platformi, što je dovelo do stvaranja 3G sustava. Međunarodna telekomunikacijska unija je IMT-2000 standardom definirala zahtjeve za 3G mobilne mreže. U Europi je osnovana organizacija pod

nazivom UMTS (eng. Universal Terrestrial Mobile System) koja je imala za zadatak reviziju i kompatibilnost mobilnih sustava sa IMT-2000 standardom. Isti ovaj standard u Sjedinjenim Američkim Državama nosi naziv CDMA2000. 3G mreža omogućava mrežnim operatorima pružanje većeg spektra naprednijih usluga s većim kapacitetom mogućih korisnika pošto je povećana učinkovitost korištenja frekvencijskog spektra. Neke od usluga koje 3G sustav podržava su bežična govorna telefonija, video pozivi te širokopojasni pristup Internetu. Dodatne karakteristike omogućuju HSPA (eng. HSPA – High Speed Packet Access) prijenos podataka koji podržava prijenosne brzine do 14.4 Mb/s pri *downloadu* te 5.8 Mb/s pri *uploadu*.

Bitno je naglasiti kako 3G mreže ne koriste jednake radio frekvencije kao 2G, što znači da su mobilni operatori morali implementirati potpuno nove mreže te licencirati potpuno nove frekvencije. Ovaj korak se odužio u nekolicini svjetskih zemalja pošto su projekti zahtijevali velika financijska ulaganja. Prva pojava 3G usluga u Africi bila je 2006. godine dok je Kina poprilično dugo čekala za implementaciju istih te ju napokon ostvarila 2009. godine [24].

#### **4.4.2. Četvrta generacija (4G)**

Pojava novih tehnologija u mobilnim komunikacijskim sustavima i stalan porast broja korisnika potaknuli su industriju i znanstvenike da osmisle još noviju generaciju sustava (4G). Za razliku od 3G sustava, 4G je osmišljen kako bi omogućio nove razine korisničkog iskustva i kapacitet s više usluga unutar kojeg bi bile integrirane dosadašnje mobilne tehnologije (GSM, GPRS, IMT-2000, WiFi, Bluetooth i slično). Osnovni razlog prelaska na IP tehnologiju je implementacija zajedničke platforme za sve tehnologije koje su u uporabi i usklađivanje istih s očekivanjima i željama korisnika. Osnovna razlika između 3G i 4G sustava je prijenos funkcionalnosti mrežnih radio kontrolera (eng. RNC – Radio Network Controllers) i kontrolera bazne stanice (eng. BSC – Base Station Controller) na bazni primopredajnik (eng. BTS – Base Transceiver Station) i određene servere. 4G mobilne komunikacijske usluge plasirane su na tržište 2010., ali se smatra da su početkom 2016. godine uvrštene u masovno korištene usluge. LTE (eng. LTE – Long Term Evolution) će zbog većih pristupnih brzina, koje s vremenom rastu u ovisnosti s potrebama aplikacija i aktivnostima koje se obavljaju putem mobitela, sigurno dovesti do daljnjeg povećanja korištenja mobilnog širokopojasnog pristupa (tablica 1.). LTE tehnologija efikasnije iskorištava frekvencijski spektar, povećava kapaciteta sistema, osigurava znatno manja kašnjenja (ispod 5ms što je odlično za VoIP – Voice over Internet Protocol), manje troškove

(capex, opex, €/MB) te također osigurava najmanje 200 istovremenih razgovora u spektralnom opsegu od 5 MHz. LTE pruža mogućnost *download*-a od 100 Mb/s i *upload*-a od 50 Mb/s za svakih 20 MHz iskorištenog spektra.

Tablica 1. Zahtijevana propusnost u ovisnosti o vrsti aplikacije ili aktivnosti

Aktivnost	Minimalna potrebna brzina <i>download</i> -a (Mbit/s)
Elektronička pošta	0,5
Interaktivne web stranice i kratki videi	1
<i>Stream</i> radija	Manje od 0,5
Telefonski pozivi (VoIP)	Manje od 0,5
Standardni <i>stream</i> videa	0,7
<i>Stream</i> filmova	1,5
<i>Stream</i> videa visoke kakvoće (HD)	4
Video konferencija	1
Video konferencija visoke kakvoće	4
Igranje igrica visoke kakvoće u vezi s Internetom	1
Dvosmjerno <i>online</i> igranje igrica	4

Izvor: [25]

Veličina kanala promjenjiva je, te se prema potrebi može se razmjerno podešavati od 1,25 MHz do 20 MHz što je u zavisnosti s potrebama korisnika za propusnim opsegom i količinom podataka (3G WCDMA – (Wideband Code Division Multiple Access) traži multiple 5MHz). Veća spektralna učinkovitost postignuta je korištenjem naprednih MIMO antena (Multiple *Input*/ Multiple *Output*). LTE se može održati na već postojećim standardima GSM i 3G. Također, koristi se isti ili novi frekvencijski spektar te čak može koristiti i iste GSM bazne stanice što smanjuje troškove infrastrukture [26]. U tablici 2. uspoređene su karakteristike 3G i 4G tehnologije.

Unaprijeđeni IMT standard predstavlja globalnu platformu koja ima dovoljno prostora i karakteristika za daljnji napredak i razvoj novih sustava. Neke od stavaka koje ugovor o zahtjevima za unaprijeđeni IMT standard sadrži su:

- Najveću brzinu downloada od 1 Gb/s za *download* te 500 b/s za *upload*.
- Po pitanju latencije, vrijeme praznog hoda do povezanosti treba biti manje od 100 ms;

- Prosječna spektralna učinkovitost treba biti 2.2 b/s/Hz/cell za *download* te 1.4 b/s/Hz/cell za *upload*.
- Po unaprijeđenom standardu dopustiva je mobilnost do brzine od 350 km/sat [24].

Tablica 2. Usporedba karakteristika tehnologija 3G i 4G

	3G	4G
Početak razvoja	1990.	2000.
Završetak razvoja	2002.	2006.
Propusnost	2 Mb/s	200 Mb/s
Standardi	IMT-2000 WCDMA	Jedinstveni
Tehnologija	Širokopropusna CDMA	Jedinstvena IP tehnologija
Omogućene usluge	Integrirani visokokvalitetni zvuk i video	Dinamički pristup podacima

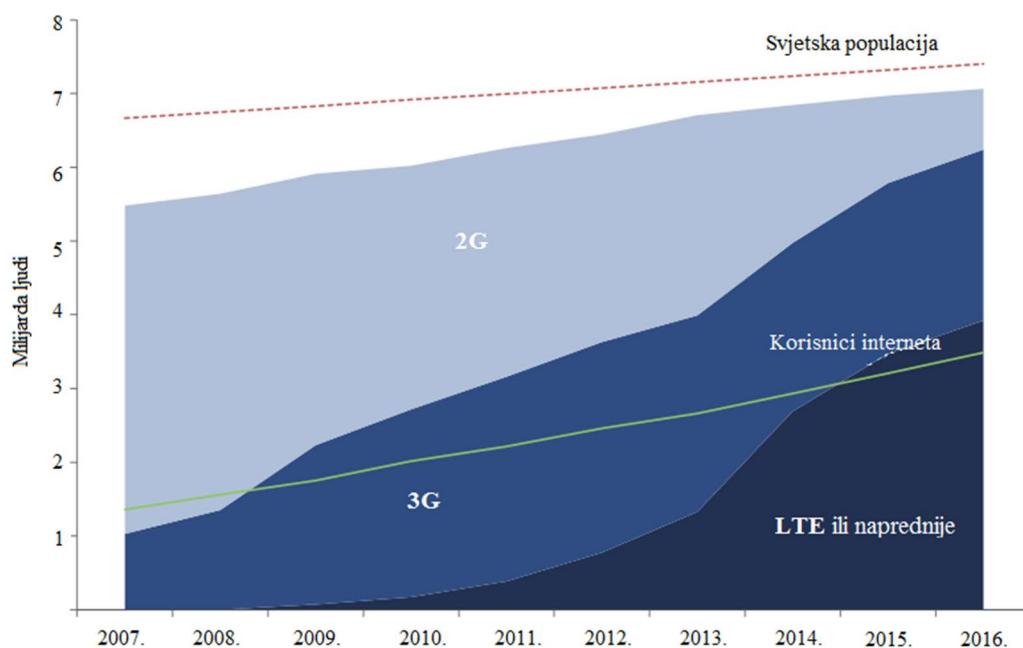
Izvor: [19]

## 5. Statistička analiza porasta broja korisnika

Tijekom 2016. godine definirani su održivi razvojni ciljevi u Europi od strane Međunarodne telekomunikacijske unije koja kao nadležno izvršno tijelo nadzire njihovo postizanje. Noviji podaci pokazuju kako dvije trećine svjetske populacije živi unutar područja s razvijenom mobilnom širokopojasnom mrežom te da su cijene telekomunikacijskih usluga prihvatljivije većem broju ljudi iz godine u godinu.

### 5.1. Analiza porasta broja korisnika mobilnog širokopojasnog pristupa Internetu u svijetu

Sedam milijardi ljudi, odnosno 95% svjetske populacije živi unutar područja koje je pokriveno barem jednom mrežom mobilnog operatora. Mobilne širokopojasne mreže naprednije generacije (3G ili više) dostupne 84% svjetske populacije. LTE mreže pokazale su rapidan napredak u posljednje tri godine te su dostigle broj od otprilike četiri milijarde korisnika širom svijeta, ubrzavajući pritom pristup Internetu (graf 6.) [27].



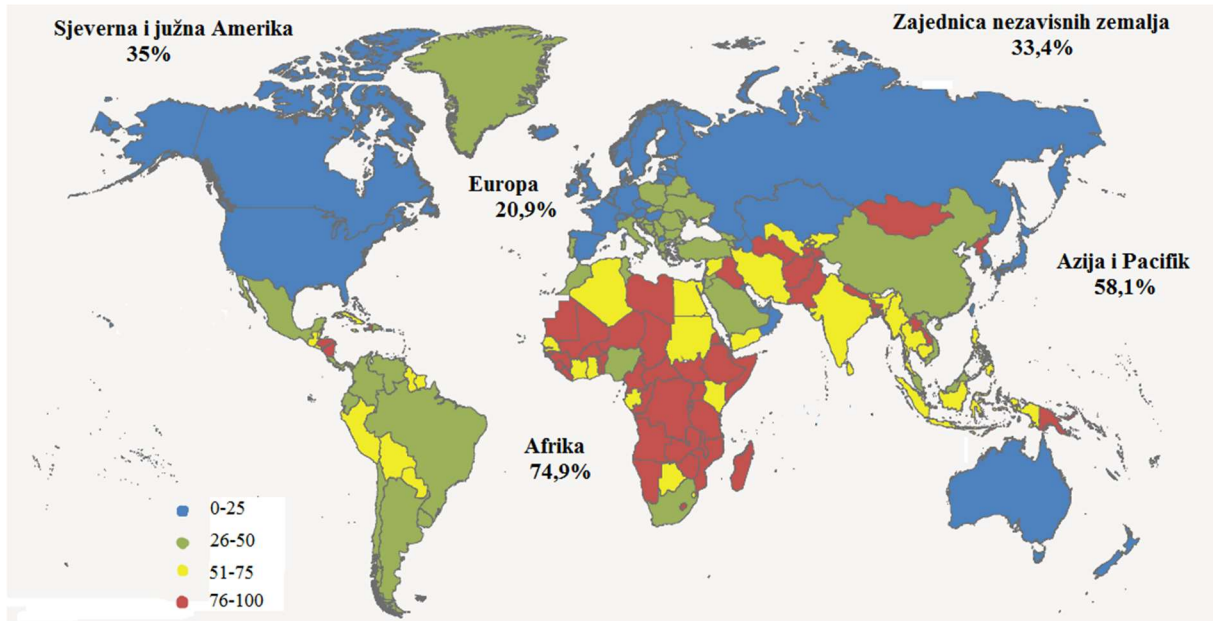
Graf 6. Pokrivenost mobilnim širokopojasnim pristupom Internetu

Izvor: [27]

Veoma su zanimljivi podaci o broju ljudi u svijetu koji ne koristi Internet. Dakle do kraja 2016. godine izračunat je broj od 3,9 milijardi ljudi koji ne koriste Internet. U sjevernoj i južnoj Americi te regiji zajednice nezavisnih država, odnosno bivših država SSSR-a otprilike jedna trećina stanovništva ne koristi Internet. Svakako je bitno uzeti u obzir i starosnu



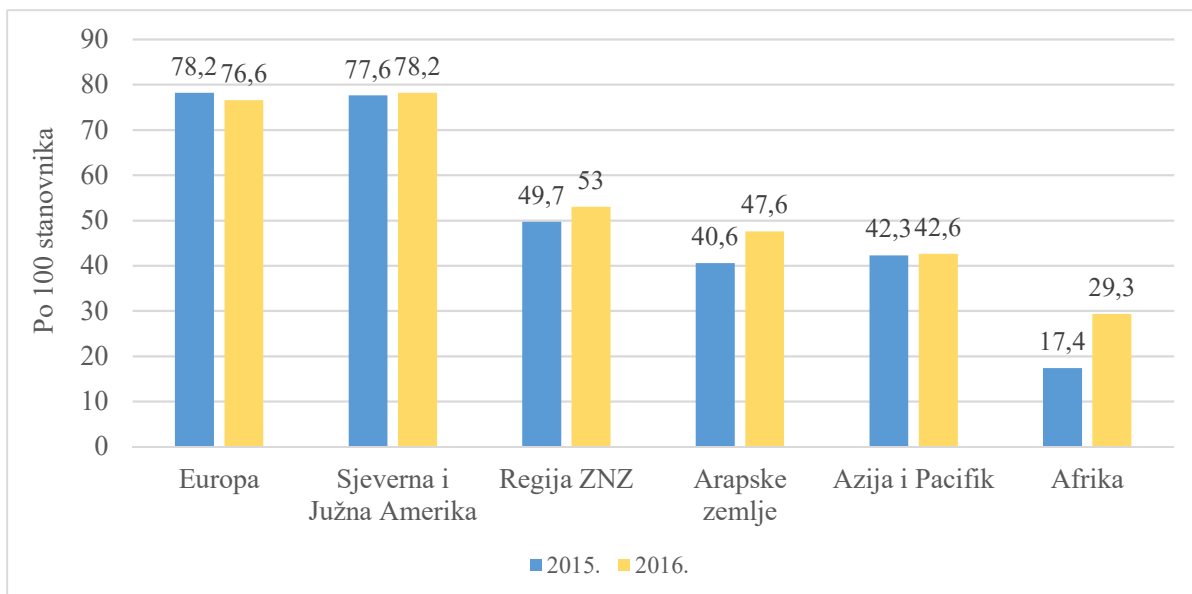
strukturu društva i digitalni jaz između najstarijih i mlađih generacija. Nadalje, gotovo se tri četvrtine Afrike ne koristi Internetom dok je s druge strane u Europi samo 21% stanovništva bez Interneta. I regiji Azija i Pacifik te Arapskim zemljama postotak populacije koja ne koristi Internet iznosi oko 58%. Prethodno navedene stavke prikazane su slikom 9 [27].



Slika 8. Prikaz broja stanovnika koji se ne koriste Internetom po regijama

Izvor: [27]

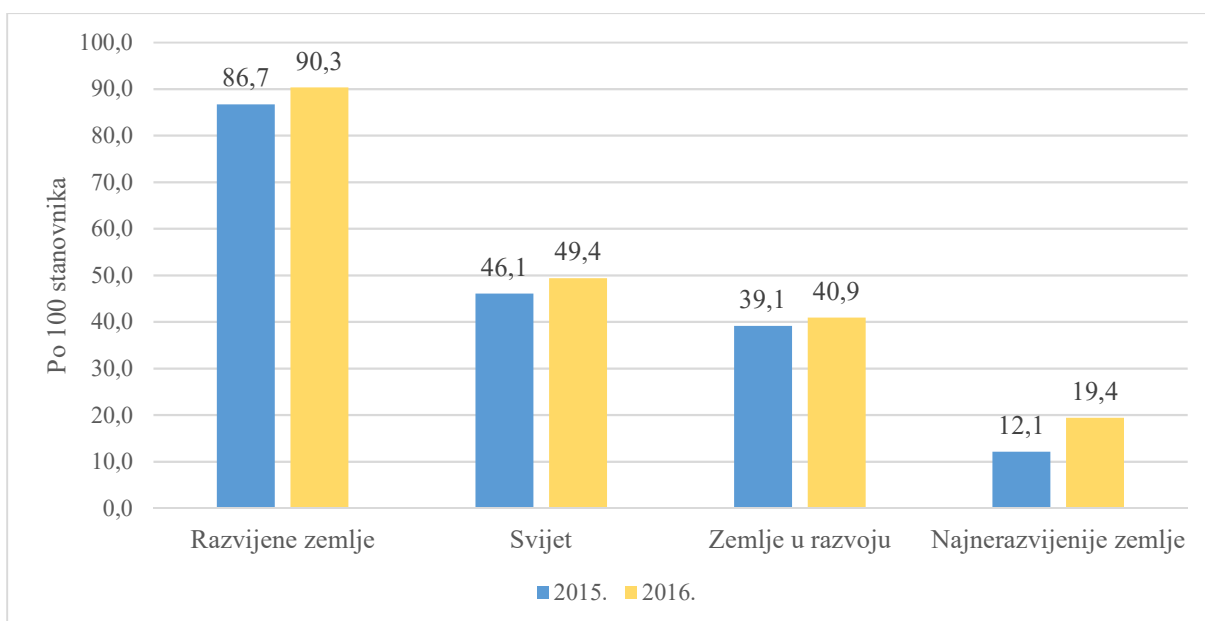
Kako većina širokopojsnih tehnologija bežičnog pristupa Internetu nije toliko zastupljena u svijetu u usporedbi sa žičnim, pri provođenju statističkih analiza rijetko se uzimaju u obzir. Nadalje će se analiza bazirati na mobilni širokopojsni pristup Internetu. Tako graf 7. prikazuje odnos 2015. te 2016. godine po 100 stanovnika po regijama svijeta koji imaju mobilnu pretplatu. Bitno je naglasiti da se u te podatke svrstavaju korisnici koji su imali bar jedan potrošen megabajt podatkovnog prometa u istraživanom periodu koji je proveo ITU. Iz prikaza se može vidjeti znatan skok u broju korisnika u Africi te značajniji porast unutar regije zajednice nezavisnih zemalja te Arapskih zemalja. Također, začuđujuće je kako je u doba sve veće dostupnosti Interneta i velike konkurencije pružatelja telekomunikacijskih usluga vidljiv pad u broju korisnika mobilnog širokopojsnog pristupa Internetu u Europi.



Graf 7. Odnos broja korisnika koji koriste mobilni širokopolasni pristup Internetu po regijama za 2015. te 2016. godinu

Izvor: [27,28]

Graf 8. prikazuje odnos broja korisnika koji koriste mobilni širokopolasni pristup Internetu, ali prema statusu razvoja. Za potrebe statističkih analiza ITU dijeli države svijeta na tri skupine prema statusu razvoja. U skupinu razvijenih zemalja spada većina Europskih zemalja te Australija, Japan, Novi Zeland i SAD. U skupinu država u razvoju spada većina zemalja bliskog istoka, Meksiko te poneke zemlje Afrike. Ostatak zemalja Afrike te južne Azije spada u skupinu najnerazvijenijih zemalja.

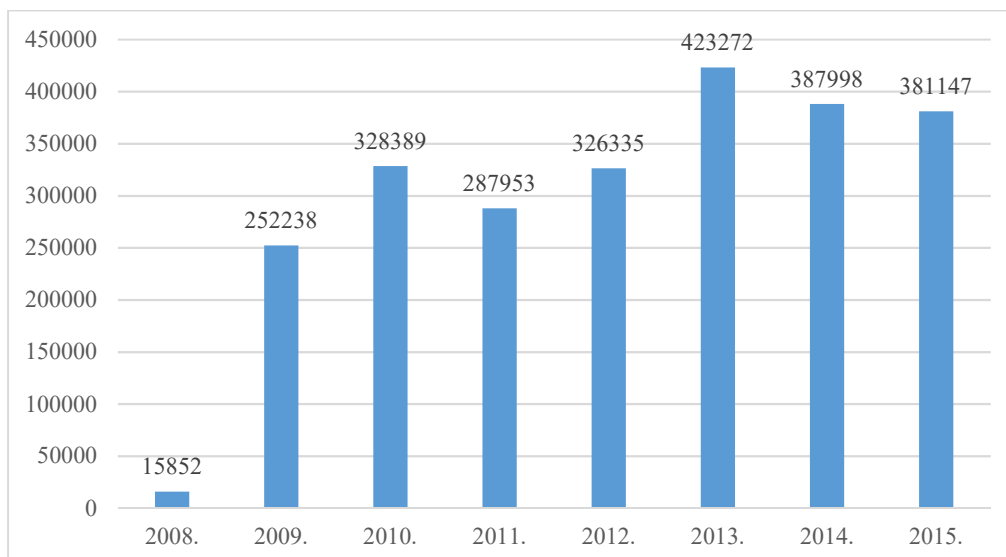


Graf 8. Odnos broja korisnika koji koriste mobilni širokopolasni pristup Internetu po statusu razvoja za 2015. te 2016. godinu

Izvor: [27,28]

## 5.2. Analiza porasta broja korisnika širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu u Hrvatskoj

Početakom 2012. godine prepoznata je važnost razvoja širokopojasnih usluga kao jednog od glavnih pokretača gospodarskog razvoja te je kao platforma usvojena nacionalna Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici hrvatskoj u do 2015. godine. Definirani su i glavni ciljevi od kojih je glavni bio omogućavanje preduvjeta za ubrzani razvoj infrastrukture koja bi služila kao temelj za stvaranje unaprjeđenog informacijskog društva te razvoj širokopojasnog pristupa Internetu te ostalih širokopojasnih usluga. Na grafu 9. se može jasno vidjeti pomak u broju priključaka širokopojasnog pristupa Internetu u pokretnoj telekomunikacijskoj mreži koji je izravno u svezi s definiranom Strategijom.



Graf 9. Broj priključaka širokopojasnog pristupa Internetu u pokretnoj komunikacijskoj mreži u Republici Hrvatskoj

Izvor: [15]

Statistički podaci s kraja 2015. godine ukazuju da oko 75% stanovnika pristupa Internetu putem pokretne telekomunikacijske mreže, što je rezultat porasta broja korisnika pametnih telefona.

Širokopojasni pristup putem pokretne mreže zahvaća sve veći udio tržišta za što je zaslužan porast broja korisnika koji zahtijevaju pristup Internetu u pokretu putem pametnih telefona i prijenosnih računala. Prema statističkim podacima gustoća usluge širokopojasnog pristupa Internetu, uzimajući u obzir i korisnike koji pristupaju Internetu putem podatkovnih kartica, iznosila je 74,9% krajem 2015. godine što je u korak s prosjekom Europske unije koji je prema zadnjim podacima iznosio 75,3% [15].

## 6. Rangiranje načina pristupa Internetu prema cijeni

### 6.1. Satelitski širokopojasni pristup

Kako je već navedeno u trećem poglavlju u Republici hrvatskoj postoje samo dva pružatelja usluga satelitskog širokopojasnog pristupa Internetu. Prvi pružatelj usluga je „Tooway“ kojem cijene usluga nisu javno dostupne pa je nemoguće napraviti komparaciju s drugim operatorom, no na web stranicama je naglašena ponuda u kojoj se nudi paket širokopojasnog Interneta za privatne korisnike već od 105 kuna te će se u svrhu analize uzeti da je to cijena najmanjeg paketa (Tooway 2/dl:2,ul:1, 2Gb). Time se dobije računica od 52,50 kuna po jednom Gigabajtu podatkovnog prometa.

Sljedeći operator je ViasatNET koji ima širok raspon paketa, no neće biti svi obrađeni. U svrhu analize i komparacije uzet će se paket koji je najbliži po svim karakteristikama paketu kojeg pruža Tooway, a to je ViasatNET Hylas 2000 2/0,5 (dl:2,ul:0,5,6 Gb) i cijena paketa iznosi 35€ + PDV što daje finalni iznos od 332,75 kuna. Podijelivši s brojem dostupnih Gigabajta dobije se cijena od 55,41 kunu, što je veća jedinična cijena u odnosu na drugog operatora te valja naglasiti da je i brzina *upload*-a kod Tooway-a također povoljnija.

### 6.2. Širokopojasni mobilni pristup Internetu

U ovom će se poglavlju usporediti samo T-HT Hrvatski telekom, VipNET, Tele2 te Bon Bon pošto su to jedini pružatelji telekomunikacijskih usluga u Hrvatskoj koji nude zaseban podatkovni promet koji se može koristiti izravnim umetanjem kartice u prijenosno računalo ili povezivanjem pute USB ili prijenosnih modema.

#### 6.2.1. T-HT Hrvatski Telekom

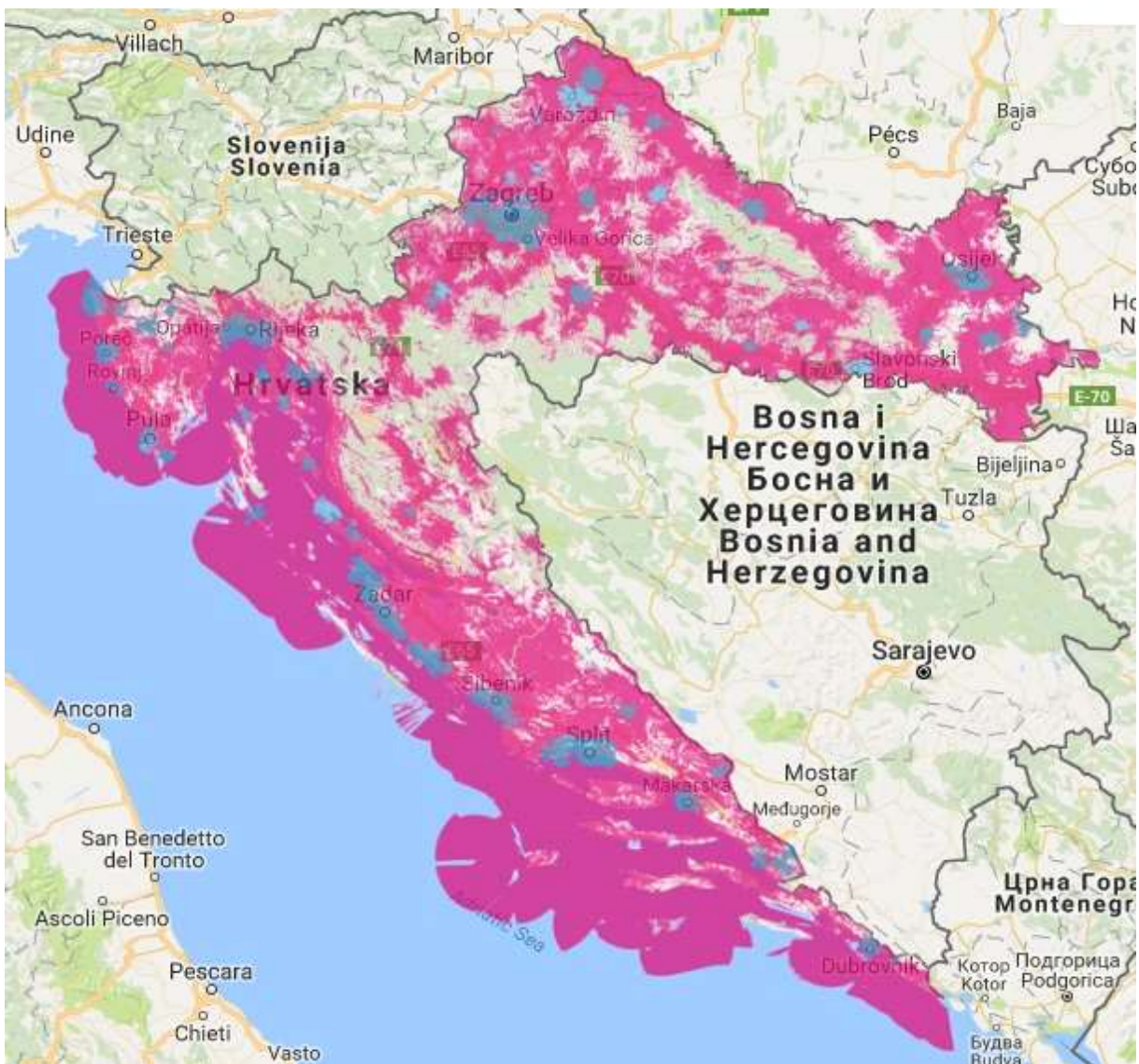
T-HT Hrvatski Telekom na svojim stranicama ima ponudu paketa podatkovnog prometa prema cijenama prikazanim u tablici 3.

Tablica 3. Paketi podatkovnog prometa u T-HT Hrvatskom Telekomu

Podatkovni paket	Mjesečna cijena uz ugovornu obavezu na 24. mjeseca	Mjesečna cijena bez ugovorne obaveze
Najbolji mobile net 2Gb	79 kn	89 kn
Najbolji mobile net 7 Gb	139 kn	159 kn
Najbolji mobile net 25 Gb	219 kn	249 kn

Izvor: [29]

Glavne značajke paketa su da se mogu spajati i na 3G i na 4G mreže te da ih podržavaju Windows i Mac Os operativni sustavi. Pristupna brzina je do 262,5 Mbit/s no to uvelike ovisi o geografskom položaju te je zbog toga karta pokrivenosti prikazana slikom 15. Brzine do 262,5 Mbit/s označene su svijetlo plavom bojom te ih je moguće postići u pojedinim gradovima (Zagreb, Požega, Slavonski Brod), brzine do 225 Mbit/s označene su tamnoplavom bojom te ih je moguće postići u većini povećih hrvatskih gradova (Pula, Rijeka, Split, Vinkovci, Osijek). U području označenom magenta (rozom) bojom na slici 9. moguće je postići brzine do 150 Mbit/s. Bitno je napomenuti kako se nakon potrošnje podatkovnog paketa brzina smanjuje na najviše 64 kbit/s na sljedeća 24 sata te se nakon toga pristup Internetu onemogućava.



Slika 9. Karta pokrivenosti T-HT Hrvatskog Telekom

Izvor:[30]

## 6.2.2. VipNET d.o.o.

VipNET d.o.o. na svojim stranicama ima ponudu paketa podatkovnog prometa prema cijenama prikazanim u tablici 4.

Tablica 4. Paketi podatkovnog prometa u VipNET-u

Podatkovni paket	Promet uz maksimalnu brzinu	Mjesečna cijena uz ugovornu obavezu na 24. mjeseca	Mjesečna cijena bez ugovorne obaveze
S	512 MB	25 kn	40 kn
M	3GB	59 kn	59 kn
L	10 GB	109 kn	109 kn
XL	30 GB	159 kn	159 kn

Izvor: [31]

Osnovne značajke paketa su da se mogu spajati i na 3G i na 4G mreže te da ih podržavaju Windows i Mac Os operativni sustavi. Pristupna brzina je do 225 Mbit/s koja također uvelike ovisi o geografskom položaju. Brzine koji se na većinskom području Republike Hrvatske postižu su do 112 Mbit/s, a brzine do 225 Mbit/s dostupne su u većim gradovima Hrvatske. Zlatnom bojom označena su područja unutar kojih je moguće spajanje na 4G mrežu po najvećim brzinama, a žutom bojom označeno je područje unutar kojeg je najveća dostupna mreža 3G.



Slika 10. Karta pokrivenosti VipNET d.o.o.-a

Izvor: [32]

### 6.2.3. Tele2

Tele2 na svojim stranicama ima ponudu paketa podatkovnog prometa prema cijenama prikazanim u tablici 5.

Tablica 5. Paketi podatkovnog prometa Tele2 operatora

Podatkovni paket	Promet uz maksimalnu brzinu	Mjesečna cijena bez ugovorne obaveze
Bezbroj GB	Neograničen	169 kn
Sto GB	100 GB	159 kn
Pedeset Gb	50 GB	139 kn
Deset GB	10 GB	99 kn

Izvor: [33]

Jasno je vidljivo kako Tele2 u odnosu na prethodna dva pružatelja usluga ima znatno niže cijene podatkovnih paketa. U usporedbi s ponudom VipNET-a vidljivo je da se za istu cijenu može dobiti paket koji je veći za više od 300%, a u usporedbi s T-HT Hrvatskim Telekomom se za 100 kuna manje (uzme li se u obzir ponuda bez ugovorne obaveze) dobije četiri puta više podatkovnog prometa.

### 6.2.4. Bon Bon

Bon Bon na svojim stranicama ima ponudu paketa podatkovnog prometa prema cijenama prikazanim u tablici 6.

Tablica 6. Paketi podatkovnog prometa Bon Bon operatora

Podatkovni paket	Promet uz maksimalnu	Mjesečna cijena
Dnevni Internet paket	9 GB	90 kn
Veliki dnevni Internet paket	150 GB	300 kn
Jako veliki Internet paket	6 GB	55 kn

Izvor: [34]

Dnevni i Veliki dnevni Internet paket nude korištenje Internetom na 24 sata ali su podaci navedeni u tablici množeni s 30 kako bi se dobio mjesečni iznos količine podataka i cijena

Bon Bon je operator koji je u rangu prva dva navedena u ovom podpoglavlju. U analizi pružatelja usluga definitivno se ističe ponuda Tele2 kojoj trenutno nema konkurencije, a bitno je i naglasiti kako Tele2 ima izrazito dobru pokrivenost na području Republike Hrvatske te najbolju u gradu Zagrebu kako je i objašnjeno u trećem poglavlju rada.

## 7. Zaključak

Retrospektivno gledajući ekspanzija korisnika Interneta započela je početkom 21. stoljeća te još uvijek ne pokazuje znakove reduciranja. Čak nasuprot broj korisnika Interneta se povećava iz godine u godinu, a razvoj infrastrukture omogućava pristup Internetu i u mjestima i regijama koje nisu veoma razvijene niti gusto naseljene. Internet je u početku služio kao pomoćno sredstvo za razvoj znanja, zabavu, prijenos manje količine podataka i informacija, no danas je Internet univerzalna platforma koja čini osnovu velike većine društvenih, gospodarskih, ekonomskih i financijskih procesa. U današnje se doba sve više i više funkcija prebacuje na Internet (e-bakarstvo, sustav e-građani, e-obrazovanje, e-imenik) kako bi u svako doba bili dostupni korisnicima. Jedina promjena zadnjih desetak godina je potreba konstantne mogućnosti pristupa podacima. Životni stil se na globalnoj razini znatno ubrzo te ljudi nemaju više vremena čekati učitavanje podataka kod pristupnih točaka već se sve radi u pokretu. Većina funkcija koje su se prije radile po ustanovama sada se rade putem prijenosnih računala ili pametnih telefona, no takva dostupnost Interneta traži izrazito razvijenu infrastrukturu i tehnologije koje omogućavaju visoke razine pokrivenosti.

U mreži koja se sastoji od većeg broja korisnika kojima je potreban pristup do istog komunikacijskog kanala potrebno je jasno definirati tehnologiju pristupa čime bi se omogućila upotreba zasebnog komunikacijskog kanala za svaku pristupnu točku. Odijeljivanje može biti frekvencijsko, vremensko ili kodno. Trenutno u svijetu postoji niz bežičnih tehnologija ja širokopojasni pristup Internetu, a najučestaliji je mobilni širokopojasni pristup Internetu putem 3G i 4G odnosno LTE mreža. Podatak da 95% svjetske populacije živi unutar područja koje je pokriveno barem jednom mrežom mobilnog operatora daje prostora pružateljima telekomunikacijskih usluga za povećanje dostupnosti i razvoj Interneta u slabije razvijenim zemljama svijeta. Povećanje dostupnosti Interneta u zemljama Afrike i bliskog istoka omogućilo bi razvoj školstva i digitalni razvoj. Mobilne širokopojasne mreže naprednije generacije (3G ili više) trenutno su dostupne 84% svjetske populacije.

Tijekom 2016. godine definirani su održivi razvojni ciljevi u Europi od strane Međunarodne telekomunikacijske unije koja kao nadležno izvršno tijelo nadzire njihovo postizanje. Noviji podaci pokazuju kako dvije trećine svjetske populacije živi unutar područja s razvijenom mobilnom širokopojasnom mrežom te da su cijene telekomunikacijskih usluga prihvatljivije većem broju ljudi iz godine u godinu.

Širokopojasni pristup putem pokretne mreže zahvaća sve veći udio tržišta za što je zaslužan porast broja korisnika koji zahtijevaju pristup Internetu u pokretu putem pametnih



telefona i prijenosnih računala. Prema statističkim podacima gustoća usluge širokopojasnog pristupa Internetu, uzimajući u obzir i korisnike koji pristupaju Internetu putem podatkovnih kartica, iznosila je 74,9% krajem 2015. godine što je u korak s prosjekom Europske unije koji je prema zadnjim podacima iznosio 75,3%. Valjalo bi i napomenuti dvogodišnji napredak Republike Hrvatske koji je ostvaren zahvaljujući definiranju strategije razvoja širokopojasnog pristupa. Republika Hrvatska trenutno spada u najboljih 15 država Europe koja pruža 4G širokopojasni pristup Internetu s brzinom preko 30 Mbit/s.

## Literatura

1. URL: <http://www.fer.unizg.hr/download/repository/Sirokopjasni-pristup.pdf> (pristupljeno: travanj 2017.)
2. Ayanoglu, E., Akar, N.: „*B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network)*“, Center for Pervasive Communications and Computing, UC Irvine, July. 2011.
3. Fabeta, T.: „*Evolucija širokopojasnih pristupnih mreža*“, Revija 21/2007/2, 2007., str. 4
4. Medić, A.: „LTE-mobilni širokopojasni pristup“, InfoSys d.o.o., 2003., str. 1.
5. Carty, G.: „Broadband Networking“, McGrawHillOsborne, str. 4.
6. URL: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.16.html> (pristupljeno: siječanj 2017.)
7. URL: [http://www.ericsson.hr/etk/revija/Br\\_1\\_2\\_2002/wireless.htm](http://www.ericsson.hr/etk/revija/Br_1_2_2002/wireless.htm) (pristupljeno: ožujak 2017.)
8. Šparica, N.: „*Bežični širokopojasni pristupni sustav*“, Revija 1-2, 2002.,
9. Tipparaju, V. :“*Local Multipoint Distribution Service (LMDS)*“, CiteseerX, November, 1999.
10. Proakis, John, G.: „*Digital Communications*“, Singapore: McGraw Hill, 1995.
11. URL: <http://www.ieee.hr/download/repository/BA-knjiga.pdf> (pristupljeno: ožujak 2017.)
12. URL: [http://www.viasatnet.com.hr/index.php?option=com\\_content&view=section&layout=blog&id=7&Itemid=66](http://www.viasatnet.com.hr/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=7&Itemid=66) (pristupljeno: lipanj 2017.)
13. URL: [https://www.hakom.hr/UserDocsImages/2016/e\\_trziste/GOD%20HRV%202015/Udio%20operatora\\_nepokretna.pdf](https://www.hakom.hr/UserDocsImages/2016/e_trziste/GOD%20HRV%202015/Udio%20operatora_nepokretna.pdf) (pristupljeno: lipanj 2017.)
14. URL: <http://www.usporadi.hr teme/brzine-i-pokrivenost-mobilnog-interneta> (pristupljeno: lipanj 2017.)
15. Vlada Republike Hrvatske: „*Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2016. do 2020. godine*“
16. URL: <https://opensignal.com/reports/2017/06/state-of-lte> (pristupljeno: lipanj 2017.)

17. Fabeta, T.: „Evolucija širokopoljnih pristupnih mreža“, Revija 21/2007/2, 2007., str. 4
18. Mercer, P.: „Wi-Fi, dual flush loos and eight more Australian inventions“, BBC News, 2012.
19. „What is Wi-Fi?“ – A Word Definition from the Webopedia Computer Dictionary
20. „FCC: Wireless Service: 3650-3700 MHz Radio Service“, federal Communications Commission, 2008.
21. URL: <http://wisp.hr> (pristupljeno: ožujak 2017.)
22. Padarić, D., Kukec, M.: „WIMAX 802.16 standard“, Tehnički glasnik, Vol. 3, No. 1-2., prosinac, 2009., str, 54
23. Nižetić, M., Vrdoljak, M.: „Lokalne i pristupne mreže“, skripta, str. 108
24. URL: <http://www.iject.org/pdf/amit.pdf> (pristupljeno: travanj 2017.)
25. URL: <https://www.fcc.gov/reports-research/guides/broadband-speed-guide> (pristupljeno: lipanj 2017.)
26. URL: <http://telekomsvet.blogspot.com/2008/02/lte-4g-ili-399g.html> (pristupljeno: ožujak 2017.)
27. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf> (pristupljeno: lipanj 2017.)
28. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf> (pristupljeno: lipanj 2017.)
29. URL: [www.hrvatskitelekom.hr/mobine-tarife/surfanje-uz-pretplatu](http://www.hrvatskitelekom.hr/mobine-tarife/surfanje-uz-pretplatu) (pristupljeno: lipanj 2017.)
30. URL: [www.hrvatskitelekom.hr/karta-pokrivenosti](http://www.hrvatskitelekom.hr/karta-pokrivenosti) (pristupljeno: lipanj 2017.)
31. URL: [www.vipnet.hr/mobilni-internet/tarife-na-pretplatu](http://www.vipnet.hr/mobilni-internet/tarife-na-pretplatu)(pristupljeno: lipanj 2017.)
32. URL: [www.vipnet.hr/karta-pokrivenosti](http://www.vipnet.hr/karta-pokrivenosti) (pristupljeno: lipanj 2017.)
33. URL: [www.tele2.hr/privatni-lorisnici/internet/start-paket/uz-pretplatu/](http://www.tele2.hr/privatni-lorisnici/internet/start-paket/uz-pretplatu/) (pristupljeno: lipanj 2017.)
34. URL: <https://www.bonbon.hr/ponuda/na-bonove/internet-sim-paketi> (pristupljeno: lipanj 2017.)

## POPIS KRATICA

WLAN – Wireless Local Area Network – Bežične lokalne mreže

TCP/IP – Transmission Control Protocol/ Internet Protocol)

ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line - asimetrična digitalna pretplatnička

SDSL – Symmetric Digital Subscriber Line linija – Simetrična digitalna pretplatnička linija

WLL – Wireless Local Loop – Bežična lokalna petlja

MMDS – Multichannel Multipoint Distribution System – Usluga distribucije podataka prema više točaka putem više kanala

LMDS – Local Multipoint Distribution Service – Usluga distribucije podataka prema više točaka na ograničenom području

WBAS – Wireless Broadband Access System – Bežični širokopojasni pristupni sustav

FSO – Free Space Optics – Bežični optički pristup

DVB-RCS – Digital Video Broadcast with Return Channel via Satellite – Digitalni video prijenos s povratnim kanalom putem satelita

DVB-RCT – Digital Video Broadcast with Return Channel Terrestrial – Digitalni video prijenos s povratnim zemaljskim kanalom

CPE - Customer Premises Equipment – Pristupni terminali (eng.)

PSTN – Public Switching Telephone Network – Javnoj komutiranoj telefonskoj mreži (eng.)

Wi-Fi – Wireless-Fidelity

WISP - Wireless Internet Service Provider – Bežični davatelj internetskih usluga

WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access

TDM – Time Division Multiplexing – Vremensko multipleksiranje

HSPA– High Speed Packet Access) – Prijenos paketa podataka visokom brzinom

LTE – Long Term Evolution

WCDMA – Wideband Code Division Multiple Access

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Satelitski pristup s povratnim kanalom (1) kroz PSTN/N-ISDN ili (2) realiziranim satelitskom poveznicom .....	8
Slika 2. Prikaz arhitekture sustava širokopojasnog bežičnog pristupa Internetu .....	10
Slika 3. Pokrivenost signalom širokopojasnog satelitskog pristupa Internetu .....	11
Slika 4. Pokrivenost 4G signalom T-HT Hrvatskog Telekomu .....	12
Slika 5. Pokrivenost 4G signalom Tele2 operatora .....	13
Slika 6. Pokrivenost 4G signalom VipNET operatora .....	13
Slika 7. Širokopojasni bežični pristup tehnologijom WiMAX .....	21

Slika 8. Prikaz broja stanovnika koji se ne koriste Internetom po regijama .....	27
Slika 9. Karta pokrivenosti T-HT Hrvatskog Telekoma .....	31
Slika 10. Karta pokrivenosti VipNET d.o.o.-a .....	32

## POPIS GRAFOVA

Graf 1. Tržišni udio pružatelja mobilnih usluga prema ukupnom broju korisnika .....	12
Graf 2. Dostupnost 4G /LTE) tehnologije u Europskoj Uniji .....	14
Graf 3. Dostupnost 4G signala u Hrvatskoj i u svijetu.....	15
Graf 4. prikaz komparacije dostupnosti i pristupnih brzina 4G mreža u zemljama svijeta.....	16
Graf 5. Pristupna brzina u Hrvatskoj i u svijetu .....	17
Graf 6. Pokrivenost mobilnim širokopolasnim pristupom Internetu.....	26
Graf 7. Odnos broja korisnika koji koriste mobilni širokopolasni pristup Internetu po regijama za 2015. te 2016. godinu.....	28
Graf 8. Odnos broja korisnika koji koriste mobilni širokopolasni pristup Internetu po statusu razvoja za 2015. te 2016. godinu.....	28
Graf 9. Broj priključaka širokopolasnog pristupa Internetu u pokretnoj komunikacijskoj mreži u Republici Hrvatskoj .....	29

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Zahtijevana propusnost u ovisnosti o vrsti aplikacije ili aktivnosti .....	24
Tablica 2. Usporedba karakteristika tehnologija 3G i 4G .....	25
Tablica 3. Paketi podatkovnog prometa u T-HT Hrvatskom Telekomu .....	30
Tablica 4. Paketi podatkovnog prometa u VipNET-u .....	32
Tablica 5. Paketi podatkovnog prometa Tele2 operatora .....	33
Tablica 6. Paketi podatkovnog prometa Bon Bon operatora.....	33