

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Blaženka Grabovac

**ZNAČAJKE APLIKACIJA ZA MJERENJE OSTVARENOG
PODATKOVNOG PROMETA PAMETNIH TELEFONA
ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**ZNAČAJKE APLIKACIJA ZA MJERENJE OSTVARENOG
PODATKOVNOG PROMETA PAMETNIH TELEFONA**

**FEATURES OF APPLICATIONS FOR MEASURING
GENERATED SMARTPHONES DATA TRAFFIC**

Mentor: dr. sc. Siniša Husnjak

Student: Blaženka Grabovac

JMBAG: 0135235867

Zagreb, srpanj 2018.

ZNAČAJKE APLIKACIJA ZA MJERENJE OSTVARENOG PODATKOVNOG PROMETA PAMETNIH TELEFONA

SAŽETAK

Pod pojmom terminalni uređaji podrazumijevaju se uređaji koji imaju mogućnost pristupa podatkovnim mrežama te samim time ostvaruju mogućnost generiranja podatkovnog prometa. Količina podatkovnog prometa koja se generira u vidu ostvarenog podatkovnog prometa između ostalog ovisi i o značajkama uređaja te uslugama koje isti koristi. Pristup podatkovnim mrežama također je jedan od ključnih čimbenika koji određuju količinu generiranog podatkovnog prometa. U radu je izvršena usporedba količine generiranog podatkovnog prometa prilikom preslušavanja istog video zapisa putem YouTube aplikacije u jednakom vremenskom trajanju. Za mjerenje količine prometa koristile su se tri različite aplikacije: GlassWire aplikacija, My Data Manager aplikacija i 3G Watchdog aplikacija. Za svaku od navedenih aplikacija mjerenje se provodilo putem pristupa Wi-Fi mreži te putem pristupa pokretnoj komunikacijskoj mreži. Nakon provedenog mjerenja dobiveni su rezultati koji su uspoređeni u vidu prikaza količine generiranog podatkovnog prometa na svakoj od aplikacija.

KLJUČNE RIJEČI: terminalni uređaji; podatkovni promet; mjerenje prometa; aplikacije

SUMMARY

Under the term “terminal devices”, implied are devices with accessibility to data network, and possibility of generating data traffic. The amount of data traffic being generated in a form of achieved data traffic, besides other factors, depends on the features of a device, and services used by the same one. The access to data network is, as well, one of the key factors in determining the amount of generated data traffic. During the operation, while interrogation of the same-duration video recording from the YouTube application, the comparison of the amount of generated data traffic has been executed. For measuring the amount of traffic, three different applications were being used. GlassWire, My Data Manager, and 3G Watchdog application. For each application, measuring was being implemented via accessing the Wi-Fi network, and mobile communication network. After the measurement had been operated, the results obtained have been compared considering the amount of generated data traffic in each of the applications.

KEY WORDS: terminal devices; data traffic; measuring data traffic; applications

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Korištenje terminalnih uređaja.....	3
2.1. Vrste terminalnih uređaja	3
2.2. Negativni utjecaji korištenja terminalnih uređaja.....	7
3. Generiranje podatkovnog prometa terminalnih uređaja.....	10
3.1. Uređaji	11
3.1.1. Operativni sustav i postavke uređaja.....	12
3.1.2. Mogućnosti instaliranih aplikacija i kategorije uređaja	12
3.1.3. Veličina i rezolucija zaslona	16
3.2. Informacijsko – komunikacijske mreže.....	17
3.2.1. Komunikacijske tehnologije generacija mobilnih mreža.....	17
3.2.2. Bežične mrežne tehnologije	19
3.2.3. Postupak ažuriranja aplikacija i sustava.....	22
4. Značajke aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa.....	23
4.1. Značajke GlassWire aplikacije	23
4.2. Značajke My Data Manager aplikacije.....	24
4.3. Značajke 3G Watchdog aplikacije.....	25
5. Usporedba rezultata različitih aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa	28
5.1. Testiranje GlassWire aplikacije.....	30
5.2. Testiranje My Data Manager aplikacije	32
5.3. Testiranje 3G Watchdog aplikacije	34
5.4. Usporedba rezultata testiranja	36
6. Zaključak.....	38
Literatura	41
Popis kratica	46
Popis slika	48
Popis grafikona.....	48
Popis tablica	48

1. Uvod

Terminalni uređaji su oni uređaji koji se nalaze na krajevima telekomunikacijske mreže, čija je osnovna uloga pretvorba informacija u signale pogodne za prijenos telekomunikacijskom mrežom s jednog kraja na drugi. U skupinu terminalnih uređaja pripadaju oni uređaji čija je odlika mogućnost povezivanja na sve vrste telekomunikacijskih mreža. Shodno tome, svaki takav uređaj ostvaruje određenu količinu generiranog podatkovnog prometa. Pod pojmom generirani podatkovni promet podrazumijeva se ostvarena količina podatkovnog prometa nastala u procesu učitavanja (engl. *uploading*) i preuzimanja (engl. *downloading*) određene količine podataka posredstvom nekog od terminalnih uređaja koji imaju mogućnost pristupa podatkovnim mrežama.

U današnje vrijeme najveći udio u ukupnom internetskom prometu u svijetu čini mobilni podatkovni promet koji je ostvaren od strane mobilnih uređaja koji predstavljaju dio svakodnevnice današnjeg čovječanstva. Upravo iz razloga što danas korisnici u svojem svakodnevnom životu kao neizostavni dio koriste pametne mobilne uređaje, generiranje podatkovnog prometa smatra se neizostavnim dijelom svakog od tih uređaja. Svaki od tih uređaja sadrži veliki broj raznovrsnih aplikacija te funkcionalnosti koje omogućuju određivanje primjerice lokacije korisnika ili uspostava zvučne komunikacije korištenjem internetske veze te samim time dolazi do enormnog porasta u količini generiranog podatkovnog prometa. Korisnik, vrsta terminalnog uređaja te informacijsko-komunikacijska mreža koju korisnik koristi imaju značajan utjecaj na količinu generiranog podatkovnog prometa.

Cilj ovog završnog rada je usporediti količinu ostvarenog podatkovnog prometa te će se za mjerenje istog koristiti tri različite vrste aplikacija. Završni rad je strukturiran unutar šest poglavlja:

1. Uvod
2. Korištenje terminalnih uređaja
3. Generiranje podatkovnog prometa terminalnih uređaja
4. Značajke aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa
5. Usporedba rezultata različitih aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa
6. Zaključak

Unutar drugog poglavlja biti će opisan razlog zbog kojeg je došlo do porasta u broju korisnika terminalnih uređaja. Također, biti će prikazana raznovrsnost terminalnih uređaja te mogućnosti istih. Ujedno pomoću grafova će biti prikazan očekivani porast u broju korisnika pametnih telefona u godinama koje slijede. Nadalje, unutar istog poglavlja opisivati će se također i negativni utjecaji na korisnika prilikom korištenja terminalnih uređaja.

Trećim poglavljem će se obraditi tematika pod nazivom generiranje podatkovnog prometa od strane terminalnih uređaja. Unutar njega biti će definirani terminalni uređaji te parametri koji utječu na količinu ostvarenog podatkovnog prometa. Također, biti će prikazan očekivani porast generiranog podatkovnog prometa u godinama koje slijede. Unutar ovog poglavlja definirat će se terminalni uređaji te će biti prikazana prosječna aktivnost korisnika na pojedinim uređajima. Nadalje, opisivati će se operativni sustavi te postavke uređaja, zatim će

biti opisane mogućnosti instaliranih aplikacija, generacije mobilnih mreža, veličina i rezolucija zaslona koji imaju znatan utjecaj na količinu generiranog podatkovnog prometa. Ovim poglavljem biti će obuhvaćene informacijsko-komunikacijske mreže zajedno s parametrima koji utječu na ostvareni podatkovni promet te će se također obuhvatiti komunikacijske tehnologije i bežične mrežne tehnologije, a biti će opisan postupak ažuriranja aplikacija i sustava.

U četvrtom poglavlju biti će opisane značajke aplikacija koje su se unutar ovog završnog rada koristile za mjerenje podatkovnog prometa. Svaka od tih aplikacija biti će opisana od trenutka njihovog preuzimanja pa sve do trenutka korištenja istih. Unutar ovog završnog rada za mjerenje količine ostvarenog podatkovnog prometa koristit će se sljedeće aplikacije: GlassWire, My Data Manager i 3G Watchdog aplikacija.

Petim poglavljem će se obrađivati usporedba rezultata ostvarenog podatkovnog prometa dobivenih od strane prethodno navedenih aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa. Kako bi rezultati mjerenja bili što precizniji, tijekom provedenog testiranja koristit će se nepromijenjena lokacija zajedno s istim terminalnim uređajem, istom Wi-Fi mrežom i istom mobilnom mrežom, a pregledavati će se također isti video sadržaj unutar unaprijed dogovorenog vremenskog intervala u trajanju od tri minute preko YouTube aplikacije. Na samom kraju poglavlja biti će uspoređeni dobiveni rezultati mjerenja.

2. Korištenje terminalnih uređaja

U današnje vrijeme došlo je do velikog porasta u korištenju terminalnih uređaja. Terminalnim uređajima se smatraju uređaji koji se nalaze na rubnim dijelovima telekomunikacijske mreže, a vrše pretvorbu informacija u signale koji se prenose s jednog kraja na drugi kraj te iste mreže, [1].

U samim počecima terminalni uređaji nisu pružali toliki spektar mogućnosti kao što isti danas pružaju. Shodno tome, razvojem istih došlo je i do porasta broja korisnika koji koriste terminalne uređaje. Razvojem tehnologije dolazi do sve veće potrebe za korištenjem terminalnih uređaja bilo u privatne ili poslovne svrhe. Također, njihovim razvojem korisnici mijenjaju i načine korištenja čime dolazi do porasta u broju korištenih terminalnih uređaja od strane svakog korisnika, točnije danas korisnici ne koriste samo jedan uređaj već na dnevnoj bazi koriste njih više kako bi zadovoljili svoje informacijsko – komunikacijske potrebe. Jedna od ključnih prednosti današnjih terminalnih uređaja je ta što su mobilni tj. omogućavaju korisnicima da ih nesmetano koriste.

2.1. Vrste terminalnih uređaja

Pod pojmom terminalni uređaji spadaju različite vrste istih kao što su: računala, poslužitelji, terminali, mobilni uređaji, čitači e-knjiga, igrače konzole, ugrađeni terminalni uređaji, nosivi terminalni uređaji i ostali terminalni uređaji, a odlika svih njih je mogućnost spajanja na Internet mrežu i omogućavanje korisnicima da pristupe istoj, [1].

Računala kao terminalne uređaje s obzirom na njihovu funkcionalnost je moguće podijeliti na: stolno računalo, prijenosno računalo, tablet i netbook. Odlika osobnih računala je mogućnost samostalnog izvođenja radnji kao što su unos, pohrana, procesiranje i daljnji prijenos informacije od strane jednog korisnika prema drugom korisniku. Ključna razlika između stolnog i prijenosnog računala je ta što stolno računalo sadrži fiksnu lokaciju, odnosno njegove dijelove nije praktično prenositi, jer su oni vezani uz korisnikov radni stol, dok prijenosna računala omogućuju korisnicima jednostavan prijenos istih, odnosno nesmetanu promjenu lokacije.

Razvojem računala, pojavljuje se i ručno računalo koje ima specifikacije terminalnog uređaja, a pruža različite mogućnosti te ga je jednostavno prenositi iz razloga što ga je moguće držati u ruci, njihova primjena se javlja u sklopu logistike, raznovrsnih dostava, naplate parkinga i sl. Također, postoje superračunala koja predstavljaju tip računala s iznimno velikim performansama i enormno visokim cijenama, a glavna namjena im je korištenje za potrebe istraživanja te rješavanje specifičnih i zahtjevnih projekata. Poslužitelji predstavljaju terminalne uređaje koji pružaju raznovrsne usluge ostalim terminalnim uređajima koji se nalaze u mreži. Jednim od najvećih poslužitelja smatra se Mainframe koji predstavlja velik i skup poslužitelj, [2].

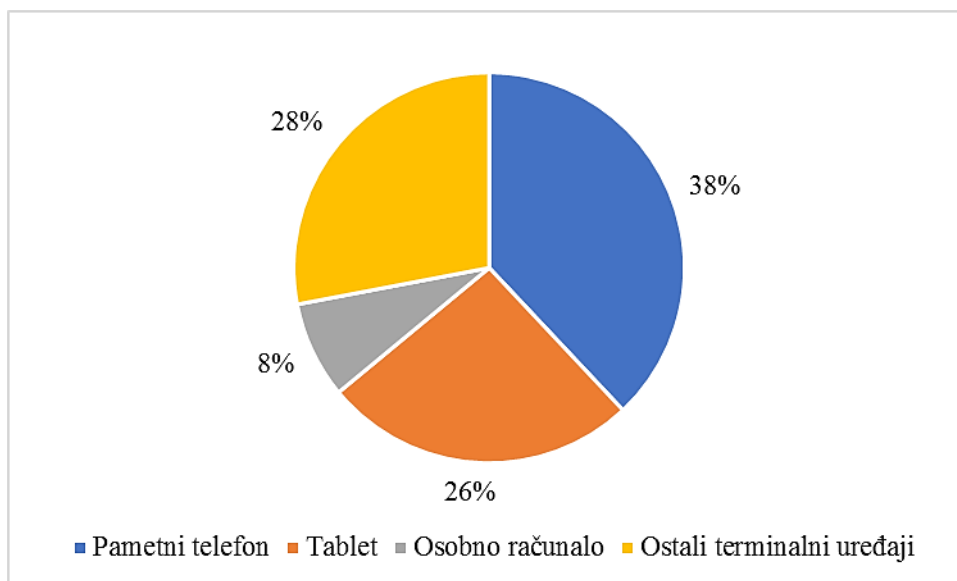
U terminale pripada skupina terminalnih uređaja koji pružaju korisnicima mogućnost slanja i zaprimanja podataka s nekog drugog poslužitelja ili računala, a to su: POS (*Point-of-sale*) terminalni uređaj, bankovni terminalni uređaji te samoposlužni kiosci. POS uređaji predstavljaju terminalne uređaje čija je osnovna svrha da zamjeni gotovinsku blagajnu. Zatim,

bankomati kao terminalni uređaji se, uz pomoć informacijsko-komunikacijske mreže, povezuju na primarno računalo i kao takvi pružaju mogućnost samoposluge. Nadalje, samoposlužnim kioskom smatra se samostojeći terminal koji je povezan na mrežu te sadrži zaslon osjetljiv na dodir kako bi bila moguća interakcija korisnika s istim.

Terminalni uređaji čija je funkcija određivanje pozicije i pružanje navigacijskih mogućnosti korisnicima nazivaju se globalni navigacijski satelitski sustavi u koje pripadaju: GPS, Glonass, Galileo i Beidou. Ugrađenim terminalnim uređajima smatraju se oni terminalni uređaji koji sadrže raznovrsne namjene, ali odlika istih je ta da isključivo funkcioniraju kao dio nekog većeg proizvoda. Nosivi terminalni uređaji predstavljaju terminalne uređaje ekstremno malih dimenzija koji su ugrađeni, odnosno koji se nose ispod ili iznad odjeće, [3].

Raznovrsnost senzorskih tehnologija dovela je do mogućnosti olakšavanja života osobama s poteškoćama, odnosno došlo je do nastanka AAL (*Ambient Assisted Living*) koncepta čija je osnovna svrha razvoj raznovrsnosti inovativnih rješenja koji svoje temelje sadrže unutar suvremenih informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Ovaj koncept temelji se na AmI (*Ambient Intelligence*) konceptu koji poboljšanje ljudskog života omogućava postupkom prikupljanja informacija iz okoline uz pomoć senzorskih tehnologija sa ciljem stvaranja percepcije okruženja korisnika kojemu su te informacije neophodne kako bi mogao nesmetano funkcionirati. Korisnici koji koriste ove koncepte svrstavaju se u skupine osoba s određenim stupnjem invaliditeta te u skupine osoba sa smanjenom ili otežanom pokretljivošću. Senzorske tehnologije čija je osnovna namjena prikupljanje informacija u svrhu olakšavanja pokretljivosti su sljedeće: RFID (*Radiofrequency Identification*), NFC (*Near Field Communication*), Bluetooth, Wi-Fi (*Wireless-Fidelity*), IoT (*Internet of Things*) i sl., [4].

Razvojem mobilnosti terminalnih uređaja dolazi do nastanka velikog broja istih kao što su: pametni telefoni, pametne narukvice, pametni satovi, pametni prsteni, pametne naočale, laptopi, netbook, tableti, mobilni uređaji i dr. Prednost ovakvih terminalnih uređaja je ta što isti korisnicima omogućuju široki spektar raznovrsnih mogućnosti u cilju ispunjavanja korisnikovih zahtjeva nevezano uz lokaciju na kojoj se korisnik nalazi. U zadnjih nekoliko godina najveći postotak korištenja zauzima pametni telefon, a prate ih tableti, osobna računala te ostali terminalni uređaji poput pametnih satova, pametnih prstena, pametnih naočala i sl. što je jasno vidljivo iz grafikona 1.



Grafikon 1. Prikaz povećanja korištenja terminalnih uređaja

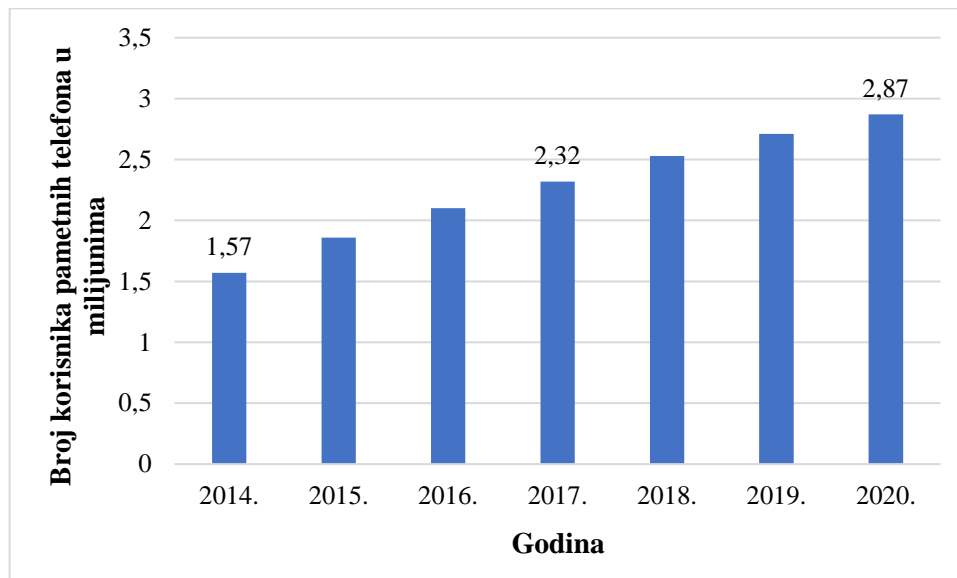
Izvor: [32]

Pametni telefoni su mobilni terminalni uređaji koji sadrže širok opseg performansi te mogućnosti koje služe za pohranu podataka te prijenos i povezivanje. Oni s obzirom na primjenu terminalnih uređaja vode glavnu ulogu iz razloga jer pružaju široki spektar mogućnosti korisnicima u svako trenutku. Njihovim razvojem došlo je do nastanka pametnih terminalnih uređaja koji sadrže raznovrsne performanse koje su usko vezane uz računala, samim time korisnici su počeli koristiti pametne telefone i za svrhe koje su prije bile obavljane od strane osobnih računala. Oni se smatraju izrazito praktičnim jer zbog svojih dimenzija omogućavaju korisnicima laki prijenos istih, a ujedno korisnici imaju putem Internet mreže pristup sadržaju koji ih interesira u bilo kojem trenutku. Pametni telefoni se prvenstveno koriste za obavljanje komunikacijskih potreba korisnika, no uz to omogućavaju praćenje lokacije, pregledavanje vremena, audio i video sadržaja te preslušavanje vijesti dana i sl.

Na grafikonu 2 prikazana je statistika koja se odnosi na ukupan broj korisnika pametnih telefona u svijetu u razdoblju od 2014. godine do 2020. godine. Tijekom 2016. godine broj korisnika pametnih telefona procijenjen je na 2,1 milijardu, a očekuje se da će do 2019. godine ta brojka porasti iznad pet milijardi. Najboljim primjerom za pregled porasta u korištenju pametnih telefona je Kina iz razloga što je to najnaseljenija zemlja na svijetu, a ujedno vodi jednu od glavnih riječi u industriji pametnih telefona. Shodno tome, porast broja korisnika pametnih telefona u Kini za 2016. godinu iznosi 563 milijuna, a za 2019. godinu očekuje se porast na gotovo 675 milijuna korisnika.

Također, Sjedinjene Američke Države su bitne u industriji pametnih telefona te korištenju istih kod kojih je zabilježeno oko 223 milijuna korisnika pametnih telefona za 2017. godinu, a do 2019. godine očekuje se da će taj broj porasti na 247,5 milijuna korisnika pametnih telefona. Dva najpopularnija operativna sustava koja se danas koriste su Android i iOS na pametnim telefonima. Zabilježeno je da su se u svijetu samo u 2016. godini prodali 1,5 milijardi pametnih telefona koji su sadržavali te operativne sustave. Nadalje, Android zauzima 80% od ukupne

prodaje pametnih telefona u svijetu, dok iOS zauzima 15% od ukupne prodaje. Vodećim prodavačima pametnih telefona smatraju se Samsung i Apple koji sadrže 20% do 25% ukupnog udjela pametnih telefona, a nakon njih slijede Huawei, vivo i dr.



Grafikon 2. Prikaz očekivanog porasta u broju korisnika pametnih telefona u razdoblju od 2014. godine do 2020. godine

Izvor: [5]

Tableti se smatraju uređajima koji sadrže funkcionalnosti i performanse između računala i pametnih telefona. Vrlo su lagani, tanki te lako prenosivi te ih se može koristiti u bilo kojem trenutku gdje god da se korisnik nalazi. Sadrže baterije koje, uz korištenje tableta primjerice tri sata dnevno, mogu izdržati i do tri dana, ovisno od kojeg proizvođača je uređaj kupljen. Svi tableti imaju mogućnost pristupa Internet mreži putem Wi-Fi konekcije. Također, neki tableti imaju mogućnost spajanja na Internet mrežu putem 3G ili 4G mreže i to ih čini dosta skupljima od običnih. Jedna od prednosti tableta je ta što su uvijek dostupni, odnosno pokretanje sustava traje vrlo kratko (20 do 30 sekundi), dok primjerice računalo koje koristi operativni sustav Windows 7 potrebno je jedna minuta za pokretanje sustava.

Tableti također pružaju mogućnost igranja zabavnih igara iako sadrže zaslon osjetljiv na dodir. Vrlo su korisni za poslovne svrhe, jer lako se mogu zapisivati bilješke primjerice tokom sastanka u nekoj firmi te pregledavati razne prezentacije. Još jedna od prednosti je ta što imaju veću gustoću piksela za razliku od prijenosnih računala, a i pružaju puno veće kapacitete baterije te su puno jeftiniji od istih. Mogućnosti tableta je moguće unaprijediti korištenjem pametne olovke koja uvelike olakšava korištenje ovog terminalnog uređaja. Jedan od proizvođača takvog tableta je Samsung. Također, tableti kao i pametni telefoni može izvršavati ulogu fotoaparata, a omogućuje korisnicima jednostavno i pregledno čitanje internetskih knjiga. Nadalje, omogućuje preslušavanje i pregledavanje različitog audio i video sadržaja te preuzimanje i pohranjivanje različitih muzičkih i ostalih datoteka. Nedostaci tableta su ti što uglavnom sadrže zaslone malih dimenzija nego prijenosna računala korisnika. U prošlosti još jedan od problema tableta je bio taj što nisu sadržavali fizičke tipkovnice, no kako se tehnologija

razvijala kroz godine došlo je i do nastanka fizičke tipkovnice namijenjene samo za tablete koje uvelike olakšavaju unošenje raznovrsnih tekstualnih podataka, [6].

2.2. Negativni utjecaji korištenja terminalnih uređaja

Povećanim korištenjem terminalnih uređaja dolazi i do povećane razine negativnih utjecaja istih. Negativni utjecaji ne očituju se samo u okolišu već i na samog čovjeka. Različiti terminalni uređaji uzrokuju elektromagnetsko zračenje što predstavlja tehnička zračenja koja mogu biti ionizirajuća ili ne ionizirajuća te sadrže električnu i magnetsku komponentu. Primjeri takve vrste zračenja su: radio komunikacije, televizija, radar, mikrovalne pećnice, magnetne rezonance, laseri, rendgeni i sl. Elektromagnetsko zračenje kod ljudi koji su svakodnevno izloženi istom, izaziva biokemijske promjene, stalan stres u središnjem živčanom sustavu, poremećaje funkcija mozga te psihička oštećenja. Najveći problem elektromagnetskog zračenja je taj što ga čovjek ne može svojim osjetilima osjetiti, ali njegovo štetno djelovanje na ljudski organizam tokom vremena znatno se osjeti, [7].

Povećanjem broja mobilnih terminalnih uređaja dolazi do povećanog emitiranja radio frekvencijskog zračenja koje se sastoji od X i gamma zraka koje uzrokuju različite kemijske reakcije, a posljedica njih su ionizirane materije. Mobilni terminalni uređaji su prije sa svojih antena emitirali enormnu količinu radiofrekvencijskog zračenja, no razvojem tehnologija došlo je i do razvoja terminalnih uređaja koji zrače manju količinu radiofrekvencija u odnosu na prijašnje. Radijacija kod mobilnih terminalnih uređaja generira se na strani predajnika te se putem antene prenosi. Glavnim izvorom radiofrekvencijskog zračenja smatraju se antene od baznih postaja, a povećana uporaba istih ne znači povećano izlaganje radiofrekvencijskom zračenju. Takvi tipovi antena se u najvećem broju slučaja smještaju na uzdignutim položajima kako oko njih ne bi bilo nikakvih geografskih prepreka koje bi mogle uzrokovati sprječavanje emitiranja. Radiofrekvencijsko zračenje koje je emitirano od strane antena vrši znatno manje zračenje na korisnika u odnosu na zračenje koje uzrokuju mobilni terminalni uređaji koje korisnici drže u svojoj neposrednoj blizini, [8].

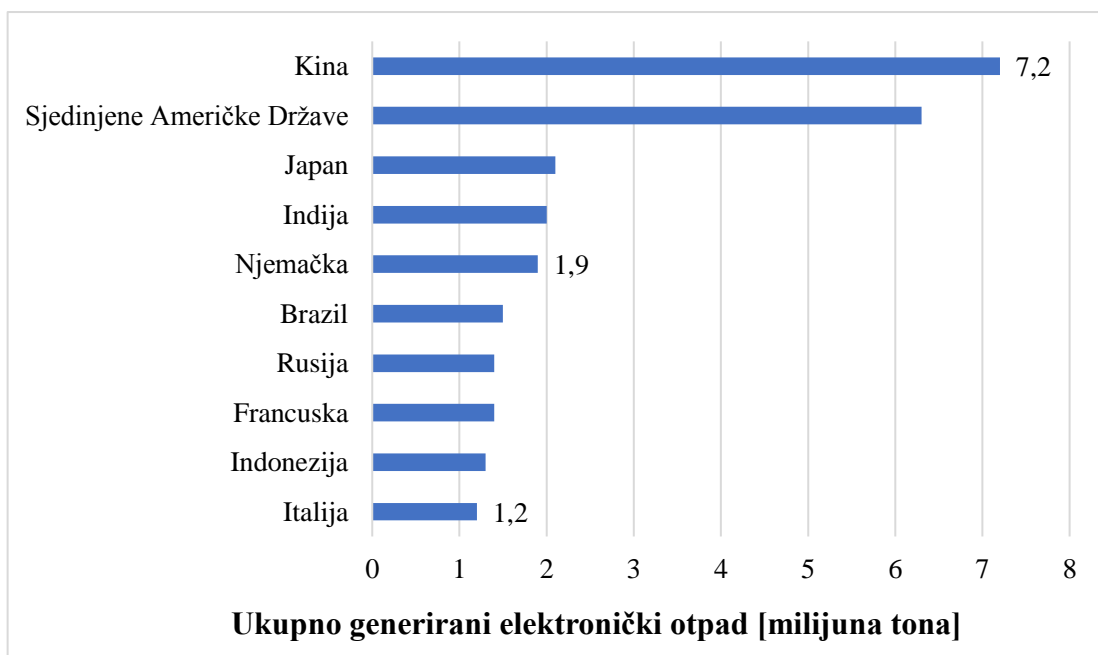
Razvojem novih generacija mobilnih uređaja, odnosno treće i četvrte generacije mobilnih mreža, došlo je i do razvoja nove vrste mobilnih terminalnih uređaja koji zrače znatno manjim snagama u odnosu na one uređaje prijašnjih generacija pa s obzirom na to GSM uređaji emitiraju znatno veću količinu elektromagnetskog zračenja u odnosu na CDMA (*Code Division Multiple Access*) uređaje, odnosno uređaje koji koriste višestruki pristup s kodnom raspodjelom. Na osnovu provedenih mnogobrojnih istraživanja, došlo je do zaključka da djeca u odnosu na odrasle osobe apsorbiraju znatno veće količine radiofrekvencijskog zračenja i elektromagnetskog zračenja zbog toga što njihov moždano tkivo ima sposobnost upijanja veće količine tih zračenja, lubanja im je u postupku razvoja znatno tanja od lubanje odrasle osobe te je i veličina djeteta manja od odrasle osobe.

Specifičnim stupnjem apsorpcije omogućuje se mjerenje apsorpcije energije od strane radiovalova unutar tjelesnog tkiva koje je emitirana od strane mobilnih terminalnih uređaja. Postoje granice koje određuju limit za specifični stupanj apsorpcije pa primjerice u SAD-u limit za specifični stupanj apsorpcije iznosi 1,6 W/kg, dok u Europskoj uniji taj isti limit iznosi 2 W/kg. U Hrvatskoj su bazne stanice koje uzrokuju emitiranje radiovalova postavljene ispod

normi koje su provedene u ostalim državama. Tim specifičnim stupnjem apsorpcije moguće je najdetaljnije prikazati kojim intenzitetom radiovalovi vrše radijaciju na ljudski organizam korištenjem ne ionizirajućeg zračenja. Upravo ovim parametrom moguće je najdetaljnije prikazati opasnost od zračenja uzrokovanog prekomjernim korištenjem pametnih telefona od strane korisnika, [9].

Razina zračenja na ljudski organizam od strane mobilnog terminalnog uređaja ovisi i o načinu korištenja istog te vremenskom intervalu korištenja uređaja. Mobilni terminalni uređaji izrazito su nepogodni za zdravlje čovjeka. Tako je provedenim istraživanjem naglašeno sedam osnovnih nepogodnosti istih u koje pripadaju: neprikladan sigurnosni standard, negativni učinci na zdravlje, muška neplodnost, utjecaj na vožnju, utjecaj na okolinu, utjecaj na djecu te povećana razina stresa. Najvećim i najznatnijim negativnim utjecajem korištenja mobilnih terminalnih uređaja smatra se korištenje istih tijekom vožnje koji prilikom nje smanjuju koncentraciju korisnika te usporavaju njegovu reakciju na sprječavanje nastanka nesreće. Primjenom mobilnih terminalnih uređaja tijekom vožnje povećava se mogućnost da dođe do prometne nesreće čak do pet puta, [10].

Pod e-otpadom podrazumijeva se električna i elektronička oprema u koju spadaju sklopovi i sastavni dijelovi koji nastaju u sklopu gospodarstva. Električnom i elektroničkom opremom podrazumijevaju se svi uređaji koji za svoj rad trebaju koristiti električnu energiju ili elektromagnetska polja. Elektroničkim otpadom podrazumijevaju se monitori, televizori, računala, printeri i dr. Ovakav otpad smatra se jednim od rastućih problema jer upravo elektronička oprema sadrži različite štetne dijelove primjerice u Republici Hrvatskoj svake godine dolazi do nastanka 30 000 tona do 45 000 tona e-otpada, odnosno po glavi stanovnika to u prosjeku ispadne od 6,67 kg do 10,11 kg, a u Europi taj broj po stanovniku iznosi i do 14 kg, [11].



Grafikon 3. Prikaz ukupno generiranog elektroničkog otpada u svijetu

Izvor: [12]

Iz prethodnog grafikona 3 vidljiva je ukupna količina generiranog elektroničkog otpada za 2016. godinu u svijetu. Prema izvješću koje je objavljeno od strane Sveučilišta Ujedinjenih naroda, Međunarodne udruge za telekomunikacije i Međunarodnog udruženja za kruti otpad čovječanstvo je tijekom 2016. godine generiralo 44,7 milijuna tona elektroničkog otpada, odnosno 6,1 kilogram po osobi. Rezultati izvješća ukazuju na to da je samo 20% elektroničkog otpada pravilno reciklirano u 2016. godini, dok je ostalih 80% nedokumentirano, odnosno reciklirano u lošim uvjetima.

Problem elektroničkog otpada i dalje raste te kako bi se taj problem što bolje riješio potrebno je poboljšati mjerenje elektroničkog opada. Naime, postojeće globalne procjene koje se temelje na statistici proizvodnje i trgovine ne pokrivaju na odgovarajući način zdravstvene i ekološke rizike koji se tiču neispravnog zbrinjavanja elektroničkog otpada postupkom spaljivanja ili odlaganja istog, [12].

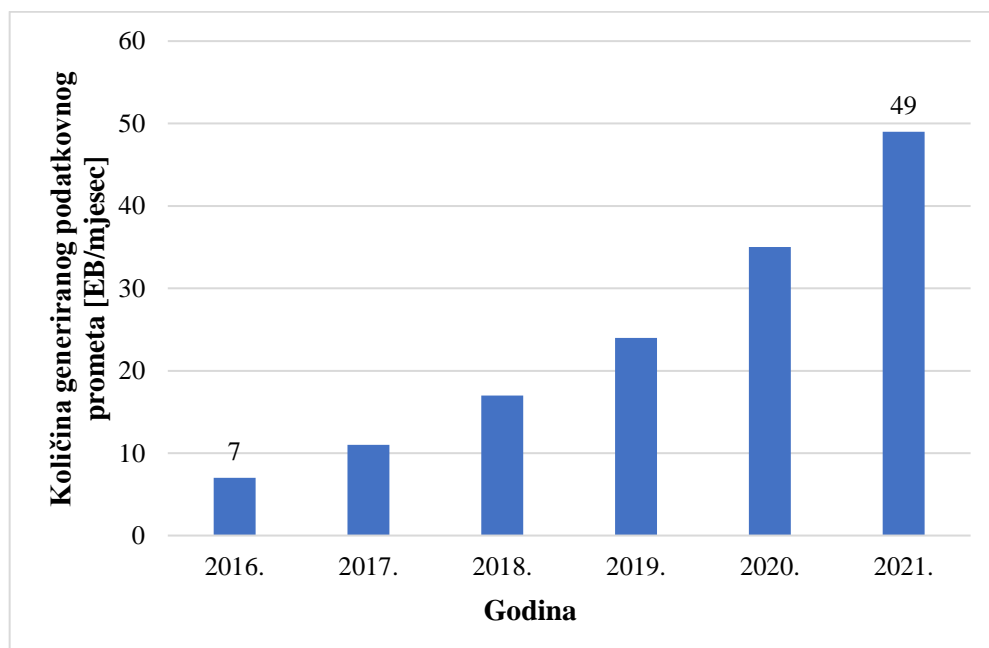
E-otpada sadrži veliki broj štetnih tvari, a teški metali koji se nalaze u njemu su: živa, ugljik, olovo, bakar i silicij. Također opasnim elementima smatraju se i nezapaljive tvari koje sadrže brom te elementi koji ne sadrže organsko podrijetlo primjerice svaki mobilni terminalni uređaj je u prosjeku sastavljen od 40% plastike, 40% metala i 20% ostaloga. Postupkom recikliranja omogućuje se odgovarajući način zbrinjavanja elektroničkog i električnog otpada. U postupku recikliranja prvenstveno se ručno razvrstavaju dijelovi opreme, zatim se mehaničkom obradom usitnjavaju i režu dijelovi na sitne elemente. Nadalje, spaljivanjem i pročišćavanjem detaljno se razdvajaju i obrađuju dijelovi, a na posljetku se vrši kemijska obrada. Postupkom recikliranja u stvarnosti ako se reciklira milijun takvih uređaja moguće je dobiti 4 kg zlata i 250 kg srebra, [9].

3. Generiranje podatkovnog prometa terminalnih uređaja

Terminalni uređaji su krajnji uređaji telekomunikacijske mreže, unutar kojih dolazi do pretvaranja različitih oblika informacija u električne signale i obrnuto, [1]. Jedna od njihovih mogućnosti je generiranje podatkovnog prometa. Razvojem i poboljšanjem funkcija te performansi terminalnih uređaja, povećava se broj korisnika koji koriste te uređaje, a shodno tome dolazi do globalnog povećanja količine generiranja podatkovnog prometa.

Podatkovni promet predstavlja količinu podataka koja se putem uređaja, koji je povezan na bežičnu mrežu, preuzima i učitava, [13]. Korisnici uređaja imaju mogućnost nadziranja podatkovnog prometa, dok je samo vlasnik uređaja ovlašten za mijenjanje postavki istog. Postoje parametri koji utječu na količinu ostvarenog podatkovnog prometa, stoga niti jedan terminalni uređaj ne generira jednaku količinu podatkovnog prometa. Unutar ovog završnog rada analizirati će se sljedeći parametri: uređaji i informacijsko – komunikacijska mreža.

Razvojem mogućnosti terminalnih uređaja korisnici svakodnevno koriste različite načine razmjene informacija koje uključuju prijenos multimedijskog sadržaja poput slika, glasa, videa i sl. putem Internet mreže. U današnje vrijeme došlo je do razvoja brojnih aplikacija koje korisnici koriste za svoje privatne i poslovne svrhe. Neke od brojnih aplikacija koje se svakodnevno koriste omogućuju korisnicima korištenje društvenih mreža, mobilni chat, glasovni ili video poziv, mobilno plaćanje i sl. što se odvija putem Internet mreže, a pošto su danas popularni mobilna terminalni uređaji rezultat toga je enorman porast generiranja podatkovnog prometa, [1].



Grafikon 4. Prikaz očekivanog porasta generiranog podatkovnog prometa u razdoblju od 2016. godine do 2021. godine

Izvor: [14]

U razdoblju 2016. godine zabilježen je podatkovni promet koji je iznosio 7 eksabajta¹ po jednom mjesecu te iz godine u godinu količina podatkovnog prometa je rasla pa se za 2021. godinu predviđa porast prometa do 49 eksabajta po mjesecu, što je vidljivo na prethodnom grafikonu 4.

U budućnosti se predviđa još veći porast ostvarenog podatkovnog prometa zbog razvoja novih vrsta i mogućnosti aplikacija kojima je Internet mreža potrebna za rad. Primjerice, aplikacije društvenih mreža danas generiraju u prosjeku tri do sedam puta više mobilnog podatkovnog prometa od aplikacija za razmjenu poruka ili zabavne igre. Također, jedan od ključnih pokretača povećanja ostvarenog mobilnog podatkovnog prometa među korisnicima je porast korištenja usluga prijenosa video sadržaja na pametnim mobilnim uređajima, što zauzima 45-55% ukupno ostvarenog mobilnog podatkovnog prometa, [1].

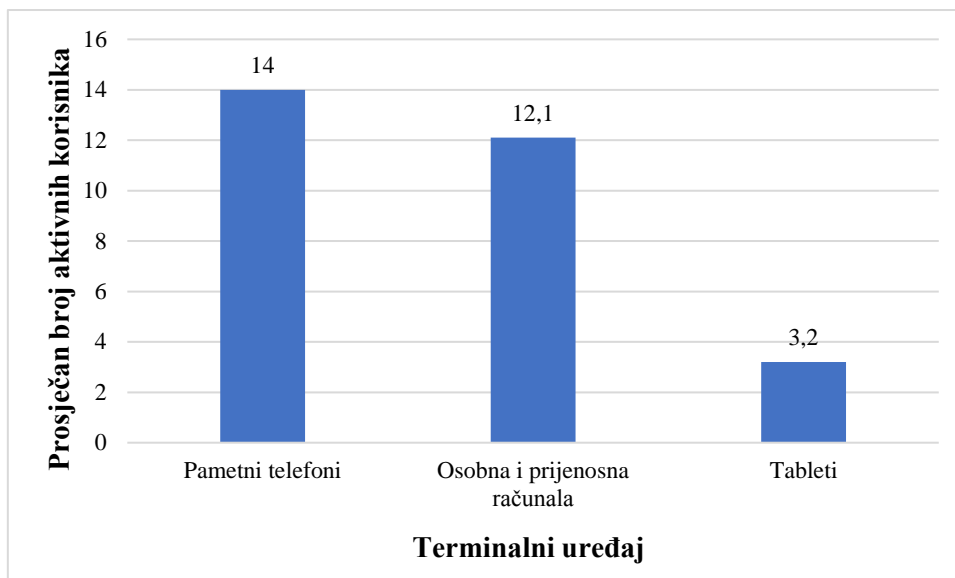
3.1. Uređaji

Već prethodno definiranim terminalnim uređajima pripadaju različite vrste uređaja, primjerice: pametni telefoni, tableti, prijenosna računala, stolna računala i sl. Njihova odlika kao terminalnih uređaja je mogućnost spajanja na mrežu te prijenos informacija putem iste. Uređaji se međusobno razlikuju po brojnim značajkama kao što su: veličina i rezolucija zaslona, operativni sustav koji koriste, količina dostupne memorije za pohranu podataka, mobilnost, vrste senzora koje posjeduju, vrste aplikacija koje mogu koristiti i sl.

Svojom mobilnošću i raznovrsnim funkcijama uređaji korisnicima pružaju razne pogodnosti. Samim time svakodnevna upotreba istih je pojednostavljena. Korisnicima je omogućen prijenos uređaja na bilo koju lokaciju pa samim time oni biraju mobilne uređaje manjih dimenzija, no jednakih funkcionalnosti i mogućnosti kao osobna računala. Također, veliki broj korisnika nije upoznat s količinom generiranog prometa koju njihovi terminalni uređaji vrše. Sama aktivacija ili osvježavanje određenih aplikacija već ostvaruje određenu količinu podatkovnog prometa. Primjerice korisnici nisu ni svjesni da sat koji imaju na svojim mobilnim terminalnim uređajima također generira određenu količinu podatkovnog prometa, jer informacije o točnom vremenu prikuplja s Internet mreže, [15].

Danas su vrlo popularni pametni telefoni zbog svojih mogućnosti i performansi koje odgovaraju korisnicima u svakodnevnoj primjeni. Iz grafikona 5 vidljivo je da korisnici najviše koriste mobilne terminalne uređaje, najčešće pametne telefone, za pristup Internet mreži te preuzimanje i pregledavanje sadržaja preko iste.

¹ Eksabajt – Jedan eksabajt je ekvivalentan sa milijardu gigabajta



Grafikon 5. Prikaz prosječnog broja aktivnosti na pojedinom uređaju u drugoj polovici 2017. godine

Izvor: [16]

Kod uređaja na količinu generiranja podatkovnog prometa utječu različiti faktori, a neki od tih faktora su: postavke uređaja, operativni sustav uređaja, mogućnosti instaliranih aplikacija, generacije mobilnih mreža, veličina i rezolucija zaslona i dr.

3.1.1. Operativni sustav i postavke uređaja

Uređaji ne bi mogli funkcionirati bez operativnog sustava, a on čini softverski dio svakog terminalnog uređaja čija je uloga kontroliranje načina korištenja hardverskih programa. Vrste operativnih sustava su: Android, Windows, Linux, iOS i drugi, [17]. iPhone uređaji ne koriste preglednike koji pružaju automatsku kompresiju podataka, za razliku od ostalih uređaja, što rezultira da iPhone uređaji koji se temelje na iOS platformi generiraju veću količinu mobilnog podatkovnog prometa za razliku od ostalih operativnih sustava.

Svaki terminalni uređaj sadrži postavke koje omogućuju korisnicima da samostalno odrede granicu količine generiranog podatkovnog prometa te kada korisnik dođe do definirane granice, uređaj ga obavještava. Putem web stranice korisnikovog mobilnog operatora moguće je vršiti provjeru količine ostvarenog podatkovnog prometa. Također, uređaj pruža mogućnost praćenja generiranja podatkovnog prometa na mjesečnoj razini, [18].

3.1.2. Mogućnosti instaliranih aplikacija i kategorije uređaja

Pod mogućnostima instaliranih aplikacija svrstavaju se dva najčešće korištena web preglednika, a to su: Google Chrome i Opera Mini. Google Chrome sadrži mogućnost smanjenja količine generiranog podatkovnog prometa na način da se nad web stranicama, koje su prenesene internetskom mrežom, vrši kompresija. Opera Mini omogućava kompresiju slika i video sadržaja te mogućnost kompresije dijelova web stranice nakon procesa identifikacije istih, [1]. Jedna od odlika Google Chroma je ta što on sadrži opciju koja omogućava smanjenje količine generiranog podatkovnog prometa, a time se postiže veća brzina učitavanja web

stranica, bez obzira na brzinu veza koje koriste, jer je količinu podataka koju sadrže mala. Opera Mini sadrži opciju pomoću koje se smanjuje sadržaj podataka, a samim time smanjuje se generiranje podatkovnog prometa što omogućava da se video sadržaj pregledava dulji period, [19].

Kroz kategorije i klase uređaja moguće je definirati uređaje s obzirom na generaciju mobilne mreže i klasu kojoj pripadaju. Ovisno o svakoj generaciji ili klasi uređaji se mogu razlikovati prema brzini prijenosa podataka, mrežnim mogućnostima uređaja te nadalje prema vrsti modulacijskih postupaka i antenskih sustava, [1].

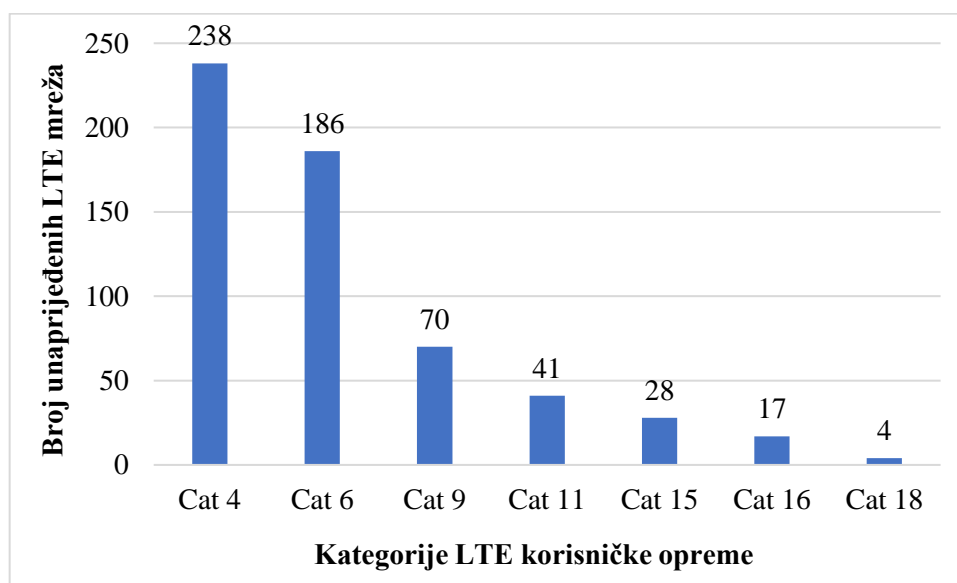
Postoje četiri generacije mobilnih mreža, shodno tome moguće je podijeliti uređaje u isto tako četiri generacije. Na osnovu toga prva generacija mobilnih telefona započinje primjenom višestrukih ćelija i većim performansama hardvera. Iz tog razloga korisniku je omogućeno da nesmetano započne razgovor unutar jedne ćelije koja je pod nadzorom jednog mobilnog operatora, a nastavi razgovor unutar druge ćelije pod nadzorom drugog operatora. Predstavnik prve generacije mobilnih mreža (1G) je NMT (engl. *Nordic Mobile Telephony*) standard razvijen u Nordijskim zemljama, 1981. godine. On pripada analognom sustavu koji se koristio frekvencijama od 450 MHz, [20]. Za prvu generaciju poznato je da je sadržavala nisku kvalitetu glasa te nisku gustoću prometa, a za prijenos se koristio nesiguran prijenosni medij što je rezultiralo mogućnošću podvale identiteta. Prvenstvena namjena prve generacije mobilnih mreža bila je prijenos govora dok se u njezinoj izradi potpuno zanemario prijenos podataka, [21].

U 20. stoljeću pojavljuje se druga generacija telefonskih sustava koji su koristili drugu generaciju mobilnih mreža. Predstavnik druge generacije mobilnih mreža (2G) je GSM (engl. *Global System for Mobile Communications*). On pripada digitalnom sustavu te radi na frekvencijskom području od 900 MHz i 1800 MHz. Njezinim razvojem omogućio se digitalni prijenos podataka u telefonskim sustavima druge generacije, koji se vrši pomoću SIM (engl. *Subscriber Identity Module*) tehnologije. Također, došlo je do razvoja mobilnih terminalnih uređaja te njihovih dimenzija pri čemu su se smanjile dimenzije i težine istih. Nadalje, omogućena je autentifikacija korisnika kako bi se postigla identifikacija koja sprječava pojavu prisluškivanja, a samim time je i bolja sigurnost GSM sustava, [22]. Za razliku od prve generacije koristio se veći broj ćelija te odašiljača, a baterija je imala duži vijek trajanja, [20].

UMTS (engl. *Universal Mobile Telecommunication System*) je Europska norma za treću generaciju mobilnih mreža (3G). Do njezinog nastanka došlo je iz razloga jer tehnologije druge generacije mobilnih mreža nisu imale mogućnost pružanja usluga u potrebnoj mjeri. U Japanu 2001. godine pokrenuta je prva nekomercijalna 3G mreža, [20]. Mobilna mreža treće generacije također koristi digitalni sustav, ali frekvencijsko područje na kojem radi je puno većeg raspona te iznosi od 1900 do 2200 MHz, [21]. Razvojem treće generacije mobilnih mreža došlo je do razvoja većih brzina prijenosa te se po prvi put pojavljuje prijenos multimedijskog sadržaja na mobilne uređaje. Nadalje, uvođenjem novih specijalnih uređaja omogućio se pristup mobilnom Internetu, koji je i u prethodnim generacijama bio moguć, no tek pojavom treće generacije mobilnih mreža je pristup Internet mreži putem mobilnih terminalnih uređaja postao dio svakodnevnice. Uređaji su sadržavali razne inovacije kao što su: zaslon osjetljiv na dodir, zaslone puno većih dimenzija te su uvedene nove usluge i same funkcionalnosti, [20].

Pojava prvih uređaja s ugrađenim bežičnim Internetom potaknula je razvoj četvrte generacije mobilne tehnologije. LTE (engl. *Long Term Evolution*) i WiMAX (engl. *World Wide Interoperability for Microwave Access*) predstavljaju prve dvije komercijalne tehnologije. WiMAX je standard koji je ponuđen od strane Sjedinjenih Američkih Država, dok je LTE ponuđen od strane Skandinavskih zemalja, [20], [23]. Četvrta generacija mobilnih mreža pruža raznovrsne nove usluge te smanjenje kašnjenja, a obilježavaju je pametni telefoni. Mobilni telefoni 4G mreže kako bi izvršili samostalno konfiguriranje unutar ad hoc mreža, zahtijevaju unaprijeđenu inteligenciju te im se upotrebom paketnih mreža ostvaruje mogućnost usmjeravanja, [22].

LTE uređaji mogu se podijeliti na osnovu kategorija, a shodno tome na grafikonu 6 i u tablici 1 koji slijede moguće je vidjeti kategorije koje podržavaju različite brojeve unaprijeđenih LTE mreža i brzine u uzlaznim i silaznim vezama pojedinih kategorija.



Grafikon 6. Prikaz broja unaprijeđenih LTE mreža koje podržavaju pojedine kategorije LTE korisničke opreme

Izvor: [24]

Iz priloženog grafikona 6 vidljiv je broj unaprijeđenih LTE mreža koje podržavaju sljedeće kategorije korisničke opreme: Cat 4, Cat 6, Cat 9, Cat 11, Cat 15, Cat 16 i Cat 18. Kategorija Cat 4 podržava najveći broj unaprijeđenih LTE mreža koji iznosi 238, dok kategorija Cat 18 podržava najmanji broj istih te iznosi 4.

Tablica 1. Prikaz brzina u silaznoj i uzlaznoj vezi ovisno o pojedinoj kategoriji korisničke opreme

Kategorija korisničke opreme	Silazna veza [Mbit/s]	Uzlazna veza [Mbit/s]	3GPP Release
NB1	0,68	1,0	Rel 13
M1	1,0	1,0	
0	1,0	1,0	Rel 12
1	10,3	5,2	Rel 8
2	51,0	25,5	
3	102,0	51,0	
4	150,8	51,0	
5	299,6	75,4	
6	301,5	51,0	
7	301,5	102,0	Rel 10
8	2998,6	1497,8	
9	452,2	51,0	Rel 11
10	452,2	102,0	
11	603,0	51,0	
12	603,0	102,0	
13	391,7	150,8	Rel 12
14	3,917	9,505	
15	750	226	
16	979	n/a	
17	25,065	n/a	Rel 13
18	1174	n/a	
19	1566	n/a	

Izvor: [25]

U prethodnoj tablici 1 prikazane su kategorije korisničke opreme. LTE koristi kategorije korisničke opreme čime se vrši specifikacija izvedbe pojedinih LTE uređaja te pruža mogućnost da LTE bazna stanica i uređaji učinkovito komuniciraju poznajući razinu performansi LTE uređaja. Preusmjeravanjem informacija o određenoj kategoriji LTE uređaja, bazna stanica određuje izvedbu uređaja te u skladu s tim određuje način komunikacije s istim. Postoji 20 kategorija LTE uređaja. Razlikuju se po tome što imaju široki spektar podržanih parametara i performansi. Primjerice, LTE kategorija 1 ne podržava sustav s više predajnika i više prijamnika (MIMO – *Multiple Input Multiple Output*), dok LTE kategorija 5 podržava 4x4 MIMO. Neke od poznatijih kategorija LTE uređaja su: LTE Cat 3, LTE Cat 4 i LTE Cat 0. LTE Cat 7 i LTE Cat 8 pripadaju u novije kategorije. 3GPP Release 8 definira pet LTE kategorija uređaja koje se međusobno razlikuju u maksimalnoj brzini prijenosa podataka te podrži MIMO mogućnosti. Daljnjim razvojem 3GPP Release 10 koji se naziva LTE Advanced uvedene su tri nove kategorije, a s 3GPP Release 11 uvedene su još četiri nove kategorije, [25].

3.1.3. Veličina i rezolucija zaslona

Na samim počecima razvoja terminalnih uređaja i njihovih performansi rezolucijom zaslona se smatrao horizontalni i vertikalni broj piksela na zaslonu, a primjer izračuna ukupnog broja piksela je bio jednak umnošku horizontalnog i vertikalnog broja istih što je rezultiralo ukupnim brojem piksela. Grafička kartica je bila ključna za pružanje različitih mogućnosti, a njezine performanse su se razlikovale od proizvođača do proizvođača. Rezolucija koja je bila pohranjena unutar računala poprilično je bila ograničena te ujedno i limitirana, a ako se htjela poboljšati potrebno je bilo koristiti driver koji je služio za poboljšanje rada grafičke kartice, a samim time bi se postizalo i poboljšanje rezolucije. Ona danas predstavlja broj piksela raspoređenih ravnomjerno po jedinici površine a ne ukupan broj piksela kao što se to prije smatralo, [26].

Omjer slike je još jedan od bitnih faktora čija je uloga prikazivanje širine slike u odnosu na njezinu visinu. Prvobitna računala su kao i ograničenu rezoluciju, također imali i ograniče omjer slike koji je iznosio 4:3, nadalje razvojem računala je došlo i do razvoja omjera iz razloga jer su se u postupku razvoja znatno mijenjale veličine zaslona, a to je doprinijelo povećanjem omjera zaslona. Pa je shodno tome nakon prvobitnog omjera od 4:3 slijedio sljedeći omjeri koji je iznosio 16:10, a on se koristio sve do 2010. godine. Daljnjim razvojem terminalnih uređaja došlo je i do nastanka visoke rezolucije koja je iznosila 720p i 1080p, a samim razvojem rezolucije je došlo i do povećanja omjera zaslona koji je iznosio 16:9.

Korisnicima se rezolucija zaslona prikazuje u brojkama uz koje je zapisano slovo „p“ čija je uloga označavanje načina na koji je slika na monitoru obojana, a to slovo označava progresivno. Pod progresivnim skeniranjem se podrazumijevaju linije koje su posložene u nizu na slici koja se nalazi na monitoru računala. Shodno tome ako korisnik ima želju za rezolucijom koja iznosi 1080p, podrazumijeva se to da on želi da se slika koja se nalazi na zaslonu sastoji od 1080 vodoravnih linija koje sadrže vertikalnu rezoluciju, te su kao što slovo označava progresivno skenirane. U današnjici je najtraženija 2160p rezolucija koja se također naziva i 4K, ona je postala tražena iz razloga jer su dimenzije televizije u današnje vrijeme sve veće i veće a ona pruža rezoluciju koja je četiri puta veća od one koju pruža 1080p. Dok kod računala veličina monitora nije primarna stvar jer povećanjem rezolucije dolazi do smanjenja slike na istom, primjerice ako je monitor velik korisnik tog računala ima mogućnost povećati rezoluciju zaslona na istom, no ako je gustoća piksela neskladna tome monitor će u najvećem broju slučajeva biti zacrnjen jer Windows ne podržava taj zahtijevani omjer. Ovim primjerom je najbolja mogućnost razlikovanja kvalitetnih i nekvalitetnih računala ovisno o njihovoj cijeni. Pa s obzirom na to terminalni uređaji koji sadrže veliku rezoluciju i omjer slike generiraju znatno veću količinu podatkovnog prometa iz razloga jer veća rezolucija rezultira boljim omjerom slike, [26].

3.2. Informacijsko – komunikacijske mreže

Unutar informacijsko – komunikacijske mreže naglašena su tri parametra koji imaju značajan utjecaj na količinu generiranog podatkovnog prometa, a u te parametre pripadaju: komunikacijske tehnologije, bežične mrežne tehnologije te ažuriranje aplikacija i sustava.

Kao što je prethodno navedeno, svaki od tih parametara ima ključan utjecaj u količini ostvarenog podatkovnog prometa. Shodno tome, količina generiranog podatkovnog prometa ovisno o komunikacijskim tehnologijama bitno ovisi o vrsti mobilne mreže, jer svaka mobilna mreža može sadržavati različite komunikacijske tehnologije.

Parametar pod nazivom bežične mrežne tehnologije je moguće još nazvati komplementarnim pristupnim mrežama čija je osnovna zadaća omogućavanje bežičnog povezivanja korisnika na Internet mrežu. Najpoznatiji pripadnik komplementarnih mreža je Wi-Fi koji ima sljedeće prednosti: široka dostupnost, velike brzine prijenosa te je jeftinija verzija mreže.

Ažuriranje aplikacija i sustava su posljednji parametar koji unutar informacijsko-komunikacijske mreže ima značajan utjecaj na količinu ostvarenog podatkovnog prometa upravo iz razloga jer se procesi ažuriranja mogu automatski odvijati ili ručno po želji i potrebama korisnika.

3.2.1. Komunikacijske tehnologije generacija mobilnih mreža

Generiranje podatkovnog prometa ovisi o vrsti mobilne mreže koju uređaj koristi, iz razloga što svaka mobilna mreža koristi drugačiju komunikacijsku tehnologiju. Rast podatkovno intenzivnih aplikacija omogućuju mreže koje sadrže veće kapacitete i naprednije terminalne uređaje, [27]. Mobilne mreže možemo svrstati u četiri generacije, a to su: prva generacija mobilnih mreža (1G), druga generacija mobilnih mreža (2G), treća generacija mobilnih mreža (3G) i četvrta generacija mobilnih mreža (4G).

Prvu generaciju mobilne mreže (1G) određuje korištenje tehnologije koja je vezana uz analognu mrežu te omogućuje primjenu analognih radio signala. Njima je omogućen prijenos informacija između sudionika u komunikaciji. Glavno obilježje prve generacije mobilnih mreža je primjena tehnike višestrukog pristupa koja se bazira na frekvencijskoj raspodjeli kanala.

FDMA (engl. *Frequency Division Multiple Access*) je tehnika koja se temelji na raspodjeli frekvencijskog pojasa na trideset kanala unutar bežične mobilne komunikacije. Svaki kanal ima mogućnost prijenosa digitalnih podataka ili glasovnog razgovora. FDMA radi na principu da se jedan kanal dodjeljuje jednom korisniku koji taj kanal može koristiti za cijelo vrijeme trajanja komunikacije, [28]. Svakom korisničkom uređaju dodjeljuje se također jedan frekvencijski kanal kojeg on posjeduje za vrijeme trajanja poziva, a jednom korisničkom uređaju dodjeljuju se dva frekvencijska kanala od kojih se jedan odnosi na smjer komunikacije od terminalnog uređaja prema baznoj stanici, a drugi od bazne stanice prema terminalnom uređaju korisnika. Kako bi se smanjila mogućnost da dođe do nastanka interferencije između susjednih kanala primjenjuje se zaštitni pojas, [29].

Odlika druge generacije mobilnih mreža (2G) je ta što za razliku od prve generacije koristi digitalni način prijenosa podataka. Digitalnim kodiranjem omogućava se kvalitetniji prijenos zvuka te se smanjuje mogućnost nastanka šumova. Tako kodirani signali, primjenom digitalne enkripcije podataka, omogućuju povećanu razinu sigurnosti i tajnosti podataka te glasovnih poziva. Druga generacija mobilnih mreža omogućuje korisnicima prijenos kratkih tekstualnih poruka poznatijih pod nazivom SMS (engl. *Short Message Service*), [30]. Tehnika višestrukog pristupa koja se koristi u drugoj generaciji mobilnih mreža naziva se TDMA (engl. *Time Division Multiple Access*). Ta tehnika temelji se na vremenskoj raspodjeli kanala u kojoj je vrijeme podijeljeno na kratke vremenske odsječke poznatije pod nazivom slotovi. Svakom korisniku dodjeljuje se jedan vremenski odsječak kojeg on zadržava do kraja komunikacije, a podatci s mobilnog terminalnog uređaja također se prenose unutar jednog odsječka. Kako bi se spriječio nastanak interferencije između vremenskih odsječaka TDMA tehnika koristi zaštitno vrijeme, [29].

Do razvoja treće generacije mobilnih mreža (3G) dolazi zbog povećanja zahtjeva za podatkovnim uslugama. Ova generacija razlikuje se od prethodnih po tome što koristi paketni mod prijenosa, [21]. U trećoj generaciji mobilnih mreža primjenjuje se tehnika višestrukog pristupa CDMA (engl. *Code Division Multiple Access*) koja se temelji na kodnoj raspodjeli kanala. Funkcionira na način da se svakom korisniku dodjeli jedinstveni kod unutar ćelije procesom utiskivanja koda u korisničku informaciju koja se odašilje te se tako kodirana informacija prenosi preko cijelog frekvencijskog opsega, a zajedno s njom šalju se širokopojasni signali ostalih korisnika. Kako bi se omogućila efikasnost ponovne upotrebe iste frekvencije kod CDMA tehnike pristupa svi korisnici međusobno se razlikuju prema kodu koji im je dodijeljen od sustava pa se stoga ista frekvencija može nesmetano upotrijebiti na području svih ćelija, [29].

Povećanjem zahtjeva za većom količinom te brzinom generiranja podatkovnog prometa od strane korisnika dolazi do razvoja četvrte generacije mobilnih mreža (4G). Mreže četvrte generacije, u odnosu na mreže prethodnih generacija, generiraju deset puta više mobilnog podatkovnog prometa, a korisnici LTE mreže prenose dvostruko veću količinu podatkovnog prometa u odnosu na korisnike ranijih generacija mobilnih mreža, [21]. Četvrta generacija mobilnih mreža koristi tehniku pristupa OFDM (engl. *Orthogonal-Frequency Division Multiplexing*). OFDM je kombinacija tehnike višestrukog pristupa i modulacijske tehnike. Ona omogućava rješavanje nekoliko problema unutar bežičnih mreža poput više-stazne propagacije, varijance kašnjenja, inter-simbolne interferencije i sl. Ovom tehnikom je omogućeno slanje povećane količine podataka korištenjem procesa dijeljenja podataka u puno manjih tokova. OFDM tehnika umjesto jednog signala nosioca koristi njih više koji sadrže ortogonalnu frekvenciju koja omogućava raspodjelu frekvencijskog pojasa na puno manjih dijelova poznatijih pod nazivom frekvencijski podnosioci. Ovim postupkom poboljšava se efikasnost iskorištenja frekvencijskog spektra jer su kanali u neposrednoj blizini. Broj podnosioca unutar LTE mreže varira između 70 i 1200, a njihov broj ovisi o širini prijenosnog pojasa koji može biti u rasponu od 1,4 MHz do 20 MHz, [31].

Uz prethodno definirane generacije mobilnih mreža postoje i dvije među generacije, a to su: 2.5G i 3.5G. 2.5 generacija mobilnih mreža je napredna verzija druge generacije mobilnih mreža koja se temelji na digitalnom prijenosu podataka. Nju predstavljaju HSCSD (engl. *High Speed Circuit Switched Data*), GPRS (engl. *General Packet Radio Service*) i EDGE (engl. *Enhanced Data rates for GSM Evolution*). Maksimalna brzina kojom se prenose podatci kod HSCSD tehnologije je do 57.6 kbit/s, a kod GPRS tehnologije je do 171 kbit/s, dok je stvarna brzina prijenosa do 40 kbit/s. Nadalje, GPRS tehnologija započinje s korištenjem komutacije paketa. EDGE tehnologija koristi maksimalnu brzinu za prijenos podataka do 473 kbit/s, a stvarna brzina iznosi do 120 kbit/s. Također, ovom tehnologijom po prvi puta je omogućeno slanje MMS (engl. *Multimedia Messaging Services*) poruka. 3.5 generacija mobilnih mreža predstavlja nadograđenu verziju treće generacije mobilnih mreža, a predstavlja ju HSPA (engl. *High Speed Packet Access*) koji se sastoji od: HSUPA (engl. *High Speed Uplink Packet Access*) i HSDPA (engl. *High Speed Downlink Packet Access*). Kod ove generacije javlja se maksimalna brzina prijenosa koja iznosi do 14.4 Mbit/s čime se može vidjeti značajno povećanje brzine prijenosa podataka za razliku od prijašnjih generacija, [32].

Tablica 2. Prikaz brzine prijenosa podataka u generacijama mobilnih mreža

Generacija mobilne mreže	Brzina prijenosa
2G	9,6/14,4 kbit/s
2,5G	57,6-171 kbit/s [max.], 40 kbit/s
3G	3,1 Mbit/s [max.], 500-700 kbit/s
3,5G	1,4 Mbit/s [max.], 1-3 Mbit/s
4G	100-300 Mbit/s [max.], 3-5 Mbit/s

Izvor: [33]

Generacije mobilnih mreža međusobno se razlikuju prema različitim brzinama kojima se prenose podatci. Za svaku generaciju mobilnih mreža njihovu brzinu prijenosa podataka moguće je vidjeti u tablici 2, u kojoj su prikazane najveće teoretske brzine prijenosa koje su označene unutar zagrade s vrijednosti max te stvarne brzine prijenosa koje se nalaze nakon zagrade.

3.2.2. Bežične mrežne tehnologije

Najpoznatijom bežičnom mrežom smatra se Wi-Fi (engl. *Wireless-Fidelity*). Standardi i specifikacije koje se tiču lokalne bežične računalne mreže doneseni su od strane Instituta inženjera elektrotehnike i elektronike poznatiji pod nazivom IEEE (engl. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Wi-Fi pripada u skupinu bežičnih standarda za lokalne računalne mreže poznat kao IEEE 802.11. Ova vrsta mreže ne koristi fizički prijenosni medij između izvorišta i odredišta, već se veza ostvaruje putem radio valova koji su ujedno nosioci informacija, a pružatelji bežične internetske veze. Takav način povezivanja omogućuje velike brzine prijenosa podataka između korisnika. Wi-Fi koristi dva frekvencijska pojasa za svoj nesmetan rad, a to su rasponi pojaseva od 2.4 GHz i 5 GHz, [34].

Frekvencijski pojasevi koji su prethodno navedeni sadrže različite rasporede kanala pa shodno tome frekvencijski pojas od 2.4 GHz sadrži 14 kanala koji su dio ISM (engl. *Industrial, Scientific i Medical*) pojasa. Spomenuti kanali široki su 22 MHz te ih je moguće proširiti na 40

MHz pomoću procesa spajanja kanala. Zbog ograničenosti frekvencijskog opsega može doći do pojave preklapanja kanala unutar frekvencijskog područja od 2.4 GHz. Kako bi se izbjeglo preklapanje, u praksi je uveden raspored kanala koji sadrži najviše tri kanala koja se mogu istovremeno upotrijebiti, a da ne dođe do preklapanja. U slučaju kada se kanal proširi na 40 MHz on bi teoretski mogao sadržavati 8 kanala, ali u praksi je moguće implementirati samo jedan kanal zbog prostornog ograničenja, [35].

Unutar frekvencijskog područja od 5 GHz nalaze se 24 kanala koji su definirani za nelicenciranu upotrebu unutar istog pojasa, a ti kanali su definirani od strane U-NII-ja (engl. *The Unlicensed National Information Infrastructure*). Širina U-NII kanala iznosi 20 MHz, ali centralne frekvencije koje oni sadrže odvojene su 20 MHz. Shodno tome, 20 kanala je podijeljeno u četiri skupine, a to su: U-NII-1, U-NII-2, U-NII-2 prošireni i U-NII-3, a svaki kanal je zasebno numeriran. Ako se u frekvencijskom pojasu od 5 GHz primjene širine kanala od 40 MHz ne će doći do preklapanja kanala, jer za razliku od frekvencijskog pojasa od 2.4 GHz ovaj sadrži dovoljno slobodnog prostora pa se samim time kanali mogu nesmetano koristiti, [35].

Wi-Fi bežična mreža sastoji se od sljedećih mrežnih elemenata: terminalni uređaji, pristupne točke i antene. Terminalni uređaji predstavljaju primopredajne uređaje, primjerice prijenosna računala, pametni telefoni, tableti i sl. Pristupna točka je uređaj koji služi za povezivanje bežičnih uređaja s ostatkom mreže koji je najčešće žičani. Ona može funkcionirati na tri različita načina, a to su: root mode, bridge mode i repeater mode. Root mode odnosi se na osnovni način rada kod kojega pristupna točka ima primarnu ulogu, a klijenti se na nju spajaju izravnim putem te je ona drugim dijelom žičanim putem povezana na ostatak mreže. Bridge mode predstavlja pristupnu točku koja omogućuje premošćivanje dva ili više dijelova mreže. Repeater mode je pristupna točka na koju su s jedne strane povezani korisnici, a ona je s druge strane kao klijent povezana na drugu pristupnu točku te se na taj način proširuje opseg bežične mreže. Antene koje se koriste u Wi-Fi mrežama su: omni-direkcionalna antena, polu-direkcionalna antena, visoko-direkcionalna antena i diversity antena, [36].

Topologija Wi-Fi mreže može biti izvedena na dva načina: infrastrukturno i ad-hoc. Infrastrukturna topologija izvedena je na način da terminalni uređaji ne komuniciraju direktno međusobno, već se komunikacija vrši preko pristupne točke. Na osnovu toga potrebna je određena podrška infrastrukture koja može biti izvedena putem bazne stanice koja predstavlja bežičnu pristupnu točku i čvorište u jednom te ona može biti spojena žičanim putem s ostatkom čvorova u mreži. Za razliku od infrastrukturne topologije, unutar ad-hoc topologije terminalni uređaji komuniciraju jedan s drugim samostalno bez prisutnosti pristupne točke što rezultira manjim dometom od infrastrukturne topologije. Ad-hoc je vrlo sličan peer-to-peer načinu komunikacije kod koje se uređaji umrežavaju bez prisustva bazne stanice te se komunikacija između terminalnih uređaja odvija samostalno, [35].

Moguće je razlikovati nekoliko vrsta Wi-Fi mreža i uređaja ovisno o IEEE 802.11 standardu kojeg podržavaju. Navedeni standardi međusobno se razlikuju po brzini prijenosa, području pokrivenosti te frekvenciji odašiljanja. Neki od najpoznatijih standarda su: 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, itd., [37]. U tablici 3 prikazane su maksimalne brzine prijenosa i frekvencije odašiljanja prethodno navedenih standarda.

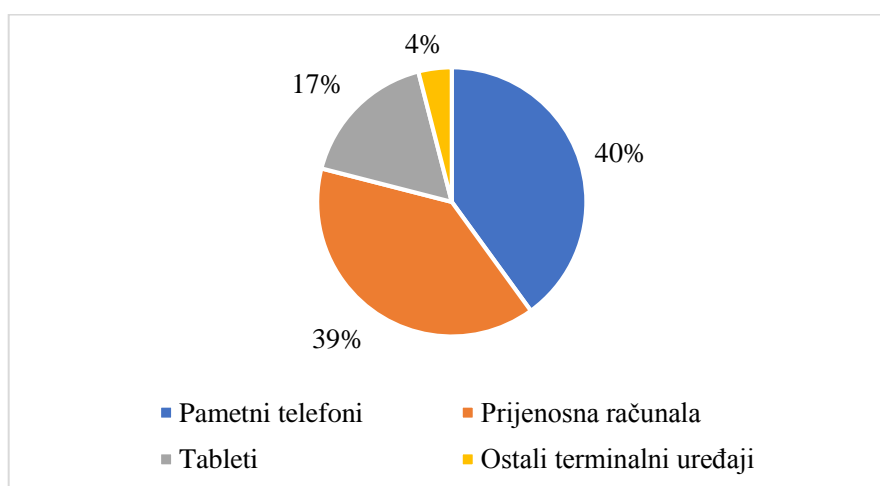
Tablica 3. Prikaz maksimalne brzine prijenosa i frekvencije odašiljanja kod Wi-Fi mreža

Standard	Maksimalna brzina	Frekvencija
802.11	1,2 Mbit/s	2,4 GHz
802.11a	54 Mbit/s	5,8 GHz
802.11b	11 Mbit/s	2,4 GHz
802.11g	54 Mbit/s	2,4 GHz
802.11n	150 Mbit/s	2,4 & 5 GHz
802.11ac	800 Mbit/s	5 GHz

Izvor: [38]

U današnje vrijeme kod korisnika terminalnih uređaja široku primjenu zauzima bežični pristup Internet mreži putem Wi-Fi mreže. Ovaj način pristupa korisnicima omogućava jeftinije te veće brzine prijenosa podataka i preuzimanje istih. Za razliku od ostalih mreža lako je dostupan korisnicima te pruža različite pogodnosti, a jedna od njih je duži vijek trajanja baterije. Trenutno su pametni telefoni vrlo popularni pa je njihovo korištenje Wi-Fi mreže veće u odnosu na ostale terminalne uređaje. Jedan od osnovnih zahtjeva korisnika je taj da u svakom trenutku budu spojeni na bežičnu mrežu putem njihovih terminalnih uređaja pa samim time dolazi do porasta količine generiranog podatkovnog prometa. Zbog toga vlasnici terminalnih uređaja smanjuju generiranje količine vlastitog mobilnog Interneta povezivanjem istih na javno dostupne i privatne Wi-Fi mreže. Kako bi uštedili, korisnici uglavnom svoj mobilni Internet koriste za komunikaciju, dok za preuzimanje veće količine sadržaja te slanja i pregledavanja videa koriste Wi-Fi mrežu, [39].

Prilikom spajanja na Wi-Fi mrežu bitno je da su korisnici svjesni rizika spajanja na istu iz razloga što nisu sve bežične mreže sigurne te korisnici svojim spajanjem na njih dovode u opasnost svoje privatne i poslovne podatke koji se nalaze na njihovim terminalnim uređajima. Do opasnosti od neovlaštenog pristupa korisničkim podacima može doći iz razloga, jer se nikada ne zna sa sigurnošću tko je vlasnik javno dostupne bežične mreže.



Grafikon 7. Prikaz povezivanja na Wi-Fi mrežu od strane različitih terminalnih uređaja

Izvor: [39]

Iz prethodnog grafikona 7 vidljivo je koji terminalni uređaji najviše, a koji najmanje koriste Wi-Fi mrežu za prijenos i preuzimanje podataka. Stoga se vidi da upravo pametni mobilni telefoni, kao što je prethodno navedeno, zauzimaju najveći postotak u korištenju Wi-Fi mreže, a nešto manji postotak korištenja bežične mreže zauzimaju prijenosna računala koja su također dio svakodnevnice korisnika u privatnim i poslovnim svrhama. Vidljivo je da nakon njih slijede tableti i ostali terminalni uređaji koji zauzimaju znatno manji postotak spajanja na Wi-Fi mrežu.

3.2.3. Postupak ažuriranja aplikacija i sustava

Terminalni uređaji koji imaju pristup Internet mreži generiraju podatkovni promet putem aplikacija na uređaju, putem mreže ili samog uređaja, a da korisnici toga nisu ni svjesni. Također, postoji veliki broj aplikacija koje i kada nisu aktivne generiraju velike količine podatkovnog prometa, a neke od tih aplikacija su: aplikacije koje služe za zaprimanje e-pošte, aplikacije namijenjene za obavještanje korisnika o vremenu i sl. Generiranje podatkovnog prometa ostvaruje se nadogradnjom te unaprjeđenjem aplikacija i samih terminalnih uređaja te ažuriranjem aplikacija namijenjenih društvenim mrežama i sl. Korisnik ne mora uvijek biti zaslužan za količinu generiranog podatkovnog prometa, već na isti može utjecati sam operator mobilne mreže. Operator je primjerice zaslužan za nadogradnju takozvanih tihih aplikacija i aplikacija koje su instalirane od strane korisnika na uređaj, a zadaća operatora je provesti njihovu nadogradnju, [40].

Aplikacije namijenjene za prijenos audio i video sadržaja, pozadinske aplikacije, aplikacije društvenih mreža te sam web preglednik imaju mogućnost automatskog ažuriranja, čime se vrši generiranje podatkovnog prometa. Nakon što korisnik instalira aplikaciju na vlastiti terminalni uređaj, ta aplikacija unutar određenog vremenskog perioda zahtjeva vlastito ažuriranje koje se treba izvršiti kako bi se unaprijedio rad te iste aplikacije. Postupkom ažuriranja aplikacija i sustava terminalnih uređaja postiže se povećana razina stabilnosti i sigurnosti. Sigurnost se omogućuje postupkom ažuriranja iz razloga ako za preuzetu aplikaciju korisnik nije omogućio ažuriranje nema garancije da je ista sigurna, stoga se korisnike informira o tome kako je potrebno ažurirati aplikacije radi sigurnosti privatnih i poslovnih podataka, [41].

4. Značajke aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa

U današnje vrijeme postoje dva načina plaćanja usluga, a to su plaćanje prije isporuke usluge i plaćanje nakon što je usluga isporučena. Na temelju toga korisnici koriste različite tarifne pakete u koje je uključen određen broj besplatnih minuta poziva unutar vlastite mreže te prema drugim mrežama, određen broj SMS poruka bez naplate te vodeću ulogu za odabir tarife predstavlja količina mobilnog podatkovnog prometa koju korisnik može koristiti, jer je danas za većinu privatnih i poslovnih potreba Internet mreža neophodna. Stoga korisnici trebaju voditi brigu o generiranju mobilnog Interneta kako bi ostali u granicama tarifnog paketa i kako ne bi uzrokovali dodatne troškove.

Postoji veliki broj aplikacija čija je namjena mjerenje generiranog podatkovnog prometa koristeći mobilnu ili Wi-Fi mrežu. Takve vrste aplikacija korisnicima pružaju uvid u količinu ostvarenog podatkovnog prometa od strane aplikacija koje korisnici svakodnevno koriste te im omogućuju kontrolu nad istim. Također, većina korisnika pametnih telefona nije svjesna da neke aplikacije generiraju podatkovni promet čak i kada nisu aktivne, stoga im aplikacije namijenjene za mjerenje podatkovnog prometa pružaju uvid u takvu vrstu generiranja prometa, [27]. One na različite načine prikazuju količine ostvarenog podatkovnog prometa, primjerice putem grafikona, tablica, postotaka i sl.

Prilikom instalacije aplikacije, na samom početku potrebno je postaviti određene postavke u skladu s postavkama korisničkog pametnog telefona kako bi se omogućilo ispravno mjerenje. Glavna prednost većine ovakvih aplikacija je ta što omogućuju korisnicima instalaciju istih bez naplate te im također omogućuju da u slučaju nastanka bilo kakvog problema prilikom korištenja tih istih aplikacija korisnik može kontaktirati službu koja mu pruža brzo i efikasno otklanjanje nastalog problema. Kao što je prethodno navedeno, postoji veliki broj aplikacija čija je uloga mjerenje podatkovnog prometa na pametnim telefonima, a neke od tih aplikacija su GlassWire, My Data Manager i 3G Watchdog te će iste biti opisane u tekstu koji slijedi.

4.1. Značajke GlassWire aplikacije

GlassWire aplikacija je aplikacija koja omogućava praćenje korištenja mobilnog podatkovnog prometa. Također, pruža mogućnost korisnicima da imaju uvid u aplikacije koje uzrokuju sporiju internetsku vezu na njihovim pametnim telefonima te pomoću grafikona prikazuju koje aplikacije generiraju podatkovni promet korisnikovog terminalnog uređaja koji je povezan na mobilnu ili Wi-Fi mrežu.

Jedna od glavnih značajka GlassWire aplikacije je mogućnost sustavnog upozorenja pomoću kojeg se korisnicima šalju obavijesti o količini generiranog mobilnog Interneta kako ne bi došlo do prekoračenja u korištenju istog. Iz tog razloga, korisnici ne moraju samostalno voditi računa o količini generiranja istog. GlassWire aplikacija pruža mogućnost praćenja količine podataka koju korisnik generira u stvarnom vremenu, bez pokretanja aplikacije, već je to vidljivo na traci za obavijesti. Nadalje, omogućuje korisnicima uvid u aplikacije koje trenutno koriste mobilnu ili Wi-Fi mrežu te korisnici u svakom trenutku mogu provjeriti je li nova aplikacija započela upotrebu tih istih mreža, [42].



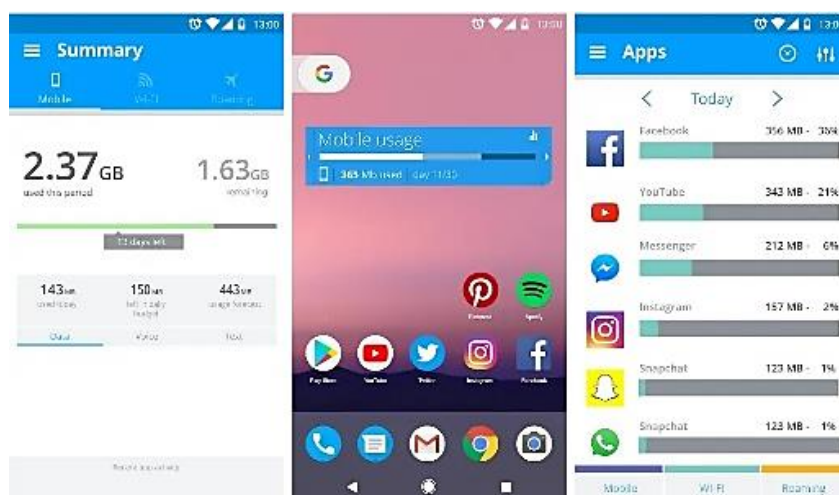
Slika 1. Prikaz GlassWire aplikacije

Također, putem ove aplikacije korisnici imaju mogućnost pregledavati generiranu količinu podatkovnog prometa ostvarenu u prethodnim danima i mjesecima, neovisno radi li se o mobilnoj ili Wi-Fi mreži. Još jedna od bitnih značajki ove aplikacije je ta što omogućuje zaštitu korisničke privatnosti te ujedno omogućuje otkrivanje sumnjivih aktivnosti aplikacija instaliranih na korisničkom uređaju. GlassWire aplikacija može biti podržana od strane različitih mobilnih mreža i pružatelja usluga te izvrsno funkcionira s istima. Kompatibilna je s 3G, 4G, EDGE, GPRS, Wi-Fi i sl. Također, pruža mogućnost obavještanja korisnika u slučaju pojave problema s korisničkom opremom pri spajanju na mrežu te omogućava korisnicima da samostalno prijave problem na koji su naišli prilikom upotrebe GlassWire aplikacije. Nadalje, ova aplikacija omogućuje uvid u povijest generiranja podatkovnog prometa te se samo generiranje može pratiti na dnevnoj, tjednoj, mjesečnoj ili godišnjoj razini, [42].

4.2. Značajke My Data Manager aplikacije

My Data Manager je aplikacija koja je pokrenuta 2011. godine te ju je od tada preuzelo više od 11,5 milijuna korisnika širom svijeta. Ona je jednostavna za upotrebu te korisnicima pruža mogućnost da samostalno vrše kontrolu nad količinom ostvarenog podatkovnog prometa. Njezinom pojavom korisnicima je omogućeno kontinuirano praćenje količine generiranog mobilnog podatkovnog prometa pa samim time dolazi do smanjenja troškova uzrokovanih prekoračenjem ostvarenog podatkovnog prometa koji je u sklopu tarifnog plana prema dogovoru s mobilnim operatorom. Također, ova aplikacija osim praćenja generiranja, upozorava korisnike o skorom prekoračenju dogovorene količine podatkovnog prometa u obliku alarma koji se postavlja prilikom instalacije aplikacije, [43].

Ova aplikacija omogućuje korisnicima praćenje količine generiranog podatkovnog prometa ostvarenog povezivanjem uređaja na mobilnu, Wi-Fi mrežu i mrežu u roamingu. Također, pruža mogućnost korisnicima praćenje broja minuta poziva i poruka ostvarenih od trenutka kada su korisnici tu istu aplikaciju instalirali na vlastitim pametnim telefonima. Pruža mogućnost uvida u to koje aplikacije generiraju najveću količinu podatkovnog prometa na korisnikovom uređaju. My Data Manager aplikacija omogućuje uvid u povijest ostvarenog podatkovnog prometa pa samim time omogućuje korisnicima da samostalno vode računa o najoptimalnijoj količini generiranog podatkovnog prometa.



Slika 2. Prikaz My Data Manager aplikacije

My Data Manager aplikacija izvršno funkcionira na terminalnim uređajima koji imaju mogućnost povezivanja na široki spektar različitih mreža u cijelom svijetu. Neke o tih mreža su AT & T, Verizon, T-Mobile, Sprint, US Cellular, China Mobile, China Unicon, China Telecom, Vodafone, Airtel, Vivo, TIM, Claro, SK Telecom, NTT docomo, EE, O2 i sl., [44].

4.3. Značajke 3G Watchdog aplikacije

3G Watchdog je aplikacija koja korisnicima služi za praćenje količine generiranog podatkovnog prometa korištenjem četvrte generacije mobilnih mreža (4G), treće generacije mobilnih mreža (3G), EDGE i GPRS mobilnih mreža te Wi-Fi mreža. Ova aplikacija pruža mogućnost da putem trake za obavijesti na korisničkim pametnim telefonima javlja koju vrstu mreže korisnik trenutno koristi te koja je ostvarena količina podatkovnog prometa. Shodno tome, ako korisnik primjerice koristi mobilni Internet u traci za obavijesti biti će naglašena zelena boja, a ako korisnik koristi Wi-Fi mrežu biti će naglašena plava boja. Dok u slučaju korisnikovog približavanja granici koja je unaprijed utvrđena u traci za obavijesti biti će prikazana narančasta boja.

Ovom aplikacijom pruža se korisnicima detaljan uvid u stranice koje oni posjećuju te količinu ostvarenog podatkovnog prometa. Ta količina generiranog podatkovnog prometa može biti prikazana pomoću grafikona, teksta i tablice izvješća. Velika je prednost u tome što su grafikoni prikazani u stvarnom vremenu pa samim time je olakšano korisnikovo razumijevanje ove aplikacije, [45].



Slika 3. Prikaz 3G Watchdog aplikacije

Korisnicima ove aplikacije omogućen je detaljan uvid u njihovu povijest ostvarenog podatkovnog prometa koja im omogućuje da samostalno vode računa o količini generiranja kako ne bi došlo do prekoračenja unaprijed dogovorenih granica. Također, moguće je aktivirati automatsko onesposobljavanje spajanja na mobilnu mrežu koju korisnik samostalno postavlja prilikom aktivacije aplikacije ili naknadno tokom korištenja iste na korisnikovom terminalnom uređaju, [46].

Tablica 4. Prikaz usporedne analize značajki aplikacija

ZNAČAJKE APLIKACIJA	GlassWire	My Data Manager	3G Watchdog
Besplatno preuzimanje	+	+	+
Privatnost podataka	+	-	-
Prijava nastalog problema	+	-	+
Alarm	+	+	+
4G, Wi-Fi, Roaming	+	+	+
Grafički prikaz	+	+	+
Prikaz aplikacija	+	+	+
Ažuriranje grafikona	-	-	+
Vidljivost na traci za obavijesti	+	+	+
Prikaz povijesti generiranja	+	+	+
Aplikacije koje uzrokuju sporiju internetsku vezu	+	-	-
Automatsko onesposobljavanje spajanja na mrežu	-	-	+
Prikaz uređaja koji koriste istu mrežu	-	+	-
Unaprijeđena verzija uz dodatnu naplatu	-	-	+
Suma	10	8	11

Iz prethodne tablice 4 moguće je vidjeti značajke pojedinih aplikacija te je pomoću „+“ prikazano koje od značajki posjeduju aplikacije, a pomoću „-“ prikazane su koje značajke aplikacije ne sadrže. Naposljetku u redu nazvanom suma su svi plusevi zbrojeni, shodno tome vidljivo je da sve aplikacije sadrže podjednak broj istovrsnih značajki.

5. Usporedba rezultata različitih aplikacija za mjerenje podatkovnog prometa

Razvojem različitih vrsta terminalnih uređaja u posljednjih nekoliko godina došlo je do globalnog porasta u količini generiranja podatkovnog prometa putem istih. Najveći dio u ukupnoj količini generiranog podatkovnog prometa zauzimaju pametni telefoni koji mogu koristiti različite operativne sustave ovisno o proizvođaču uređaja. Svi pametni telefoni generiraju različitu količinu podatkovnog prometa, isto tako svaki može sadržavati različite tipove aplikacija ovisno o vrsti operativnog sustava. Shodno tome, pametni telefoni novije generacije generiraju znatno veću količinu podatkovnog prometa ujedno većim brzinama od pametnih telefona starijih generacija.

Zabilježeno je da su pametni telefoni u 2016. godini korištenjem 3G i 4G mobilne mreže ostvarili 89% ukupnog mobilnog podatkovnog prometa u odnosu na ostale mobilne terminalne uređaje. Pametni telefoni generiraju podatkovni promet trinaest puta više u odnosu na obični mobilni uređaj te su se brzine preuzimanja podataka povećale skoro za 5 Mbit/s. Tijekom prethodnih šest godina generirani podatkovni promet na globalnoj razini povećao se osamnaest puta. Pojavom mreža četvrte generacije (4G) podatkovni promet se generira četiri puta više u odnosu na mreže treće generacije (3G), odnosno mreže četvrte generacije ostvaruju najveću količinu generiranog podatkovnog prometa. Primjerice, 2016. godine zabilježeno je povećanje podatkovnog prometa za 63% u odnosu na 2015. godinu, [47].

Također, u 2016. godini mreže treće generacije (3G) generirale su 26% podatkovnog prometa korištenjem mobilnih mreža te 60% ukupnog mobilnog podatkovnog prometa ostvarenog putem Wi-Fi mreže u odnosu na mreže četvrte generacije (4G). Najveća količina podatkovnog prometa generira se pregledavanjem video zapisa, približno 60%. Količina generiranog podatkovnog prometa razlikuje se kod svakog uređaja, ali najveće količine generiraju upravo pametni telefoni čije je povećanje korištenja u 2016. godini poraslo za 38%. Također, svake godine povećava se korištenje i ostalih terminalnih uređaja pa je tako zabilježen porast korištenja tableta za 26%, a osobnih računala za 8%, [47].

Razvojem terminalnih uređaja došlo je i do razvoja raznovrsnih aplikacija koje su korisnicima omogućile da samostalno vode brigu o ostvarenom podatkovnom prometu na vlastitim terminalnim uređajima. U većini slučajeva što su veće mogućnosti tih aplikacija, manja je vjerojatnost da će se one moći besplatno preuzeti. Naime, korisnici svakodnevno koriste pametne terminalne uređaje, a najčešće koriste pametne telefone za vlastite potrebe. Njihovi telefoni im pružaju široki spektar mogućnosti kao što su: obavljanje telefonskih poziva, slanje običnih poruka, slanje MMS poruka i sl., no kako su se pametni telefoni sve više razvijali, korisnicima su se počele pružati različite druge mogućnosti kao što su primjerice prijenos, preslušavanje te pohranjivanje audio i video sadržaja putem Internet mreže, što im je omogućilo da na jeftiniji način obavljaju željenu komunikaciju.

Prema provedenim istraživanjima u svijetu između velikog broja mogućih aplikacija, čija je namjena mjerenje generiranja podatkovnog prometa, izbor se smanjio na njih šest koje se najčešće koriste. U tu skupinu najčešće korištenih aplikacija pripadaju sljedeće: Data Usage, 3G Watchdog Pro, DataMan Pro, My Data Manager, myAT&T i My Verizon. Ove aplikacije pružaju korisnicima mogućnost nadgledanja vlastite količine ostvarenog podatkovnog prometa korištenjem mobilne ili Wi-Fi mreže te u slučaju ako se korisnik nađe u drugoj zemlji, odnosno izvan granica, [48].

U procesu testiranja koristile su se tri različite aplikacije koje imaju istu namjenu, a to je mjerenje količine ostvarenog podatkovnog prometa. Aplikacije koje su se koristile tijekom testiranja su sljedeće: GlassWire aplikacija, My Data Manager aplikacija i 3G Watchdog aplikacija. Pomoću njih omogućen je detaljan uvid u količinu ostvarenog podatkovnog prometa.

Tablica 5. Prikaz uvjeta provedenog testiranja u svrhu mjerenja količine generiranog podatkovnog prometa

Uvjeti provedenog testiranja	
Naziv pametnog telefona	HTC Desire 728 dual sim
Operativni sustav pametnog telefona	Android 5.1
Lokacija mjerenja	45°49'03"N 15°56'18"E
Vrsta mreže	Wi-Fi, mobilna mreža (4G)
Vremenski period	3 minute
Aplikacija za pregledavanje sadržaja	YouTube
Vrsta sadržaja	Video zapis
Naziv sadržaja	Bon Jovi – It's my life
Aplikacije za mjerenje	GlassWire, My Data Manager, 3G Watchdog
Broj provedenih mjerenja	6 puta
Uvršteni rezultati mjerenja	Srednji rezultat od ukupnog broja mjerenja
Resetiranje aplikacije za mjerenje	Da, prije svakog ponovnog mjerenja
Aktivnost ostalih aplikacija na uređaju	Neaktivne za vrijeme mjerenja

Iz prethodne tablice 5 vidljivi su uvjeti koji su se koristili prilikom mjerenja količine ostvarenog podatkovnog prometa. Naime, kao što je već prethodno navedeno koristile su se tri aplikacije s kojima je provedeno testiranje prilikom kojega je uređaj bio povezan na Wi-Fi ili mobilnu mrežu (4G). Kako bi se dobili što precizniji rezultati mjerenja, izvršena je verifikacija rezultata na način da se mjerenje izvršavalo više puta te se svaka aplikacija resetirala prije ponovnog mjerenja. Testiranje je provedeno na pametnom telefonu autora pod nazivom HTC Desire 728 dual sim, koji koristi Android 5.1 operativni sustav. Prije provođenja samog testiranja dogovoreno je da se mjerenje izvršava na istoj lokaciji. Testiranje se izvršavalo na način da se pregledavao video sadržaj pod nazivom „Bon Jovi – It's my life“² putem YouTube aplikacije, a svako ponovno pregledavanje trajalo je tri minute.

² Videozapis je dostupan na linku: <https://www.youtube.com/watch?v=vx2u5uUu3DE> pod nazivom „Bon Jovi – It's my life“ u trajanju od 04:28 minuta. Videozapis je pregledavan na uređaju pri kvaliteti od 360p

5.1. Testiranje GlassWire aplikacije

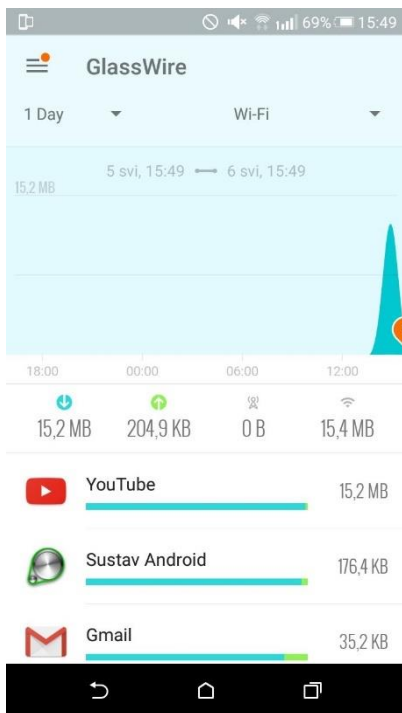
GlassWire aplikacija omogućava praćenje količine ostvarenog podatkovnog prometa na pametnom telefonu. Prilikom instalacije aplikacije njoj je omogućen pristup različitim privatnim informacijama na korisnikovim pametnom telefonu. Njezinim pokretanjem korisnik ima mogućnost postavljanja alarma ukoliko količina ostvarenog podatkovnog prometa prijeđe zadanu granicu čime se osigurava korisnikov ugovoreni tarifni plan. Nadalje, GlassWire aplikacija pruža mogućnost da se generiranje podatkovnog prometa prati u različitim vremenskim periodima, sukladno tome moguće je pratiti generiranje unutar određenih dana, tjedana, mjeseci te godina, a ako korisnik ima potrebu za detaljnijim praćenjem generiranog podatkovnog prometa moguće je odrediti vremenski period unutar određenih minuta i sati tog istog dana.

Prikazivanje generiranja u prethodno navedenim vremenskim periodima moguće je na dva načina. Prvi način je da se duži vremenski periodi od cijelog dana odnosno 24 sata, zatim tjedan dana, mjeseci te godina prikazuju putem dijagrama, a drugi način je da se detaljni kraći vremenski periodi prikazuju putem grafikona. Korisnik ima mogućnost da samostalno odabere temu izgleda istih, koja mu odgovara. Ova aplikacija korisnicima pruža uvid u količinu ostvarenog podatkovnog prometa neovisno o tome je li korisnik koristi Wi-Fi ili mobilnu mrežu. Također, omogućuje zaseban uvid u protok podataka kroz silaznu i uzlaznu vezu.

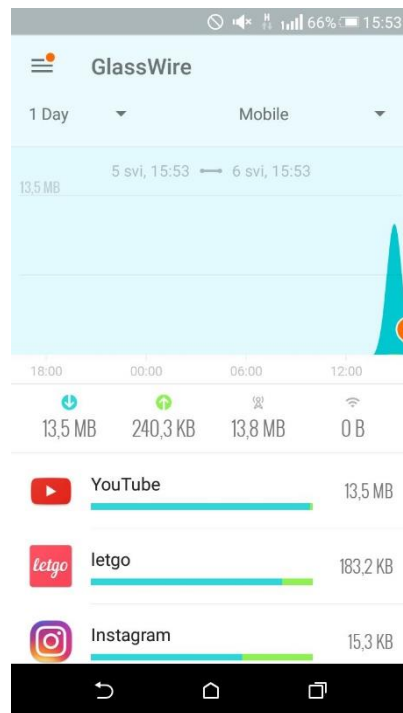
Prilikom provedenog testiranja korištenjem GlassWire aplikacije, preslušavao se video sadržaj pod nazivom „Bon Jovi – It's my life“ putem YouTube mobilne aplikacije korištenjem HTC Desire 728 dual sim uređaja. Preslušavanje se izvršavalo u prethodno definiranom vremenskom intervalu od tri minute, a vršilo se korištenjem mobilne i Wi-Fi mreže. Na priloženoj slici 4. moguće je uočiti količinu ostvarenog podatkovnog prometa na različitim aplikacijama, no kao što je prethodno navedeno za ovo testiranje koristila se YouTube aplikacija te pregledavanje video zapisa putem iste.

Na slici 4(a) moguće je vidjeti rezultate testiranja prilikom kojeg se pametni telefon povezivao na Wi-Fi mrežu, a prije svakog ponovnog mjerenja vršilo se resetiranje prethodno izmjerenog sadržaja. Rezultat u količini generiranog podatkovnog prometa prilikom preslušavanja prethodno definiranog video zapisa korištenjem Wi-Fi mreže iznosi 15,2 MB.

Prilikom preslušavanja prethodno definiranog video sadržaja korištenjem GlassWire aplikacije na slici 4(b) moguće je vidjeti rezultat količine ostvarenog podatkovnog prometa korištenjem mobilne mreže koja pripada četvrtoj generaciji (4G), a iznosio je 13,5 MB.



(a)



(b)

Slika 4. Prikaz generiranja podatkovnog prometa korištenjem GlassWire aplikacije putem Wi-Fi mreže (a) i mobilne mreže (b) na Android uređaju

Kao što je vidljivo iz prethodno priložene slike 4, količina generiranog podatkovnog prometa putem Wi-Fi mreže i mobilne mreže se razlikuju. Wi-Fi mreža je ostvarila veću količinu podatkovnog prometa prilikom preslušavanja video sadržaja.

5.2. Testiranje My Data Manager aplikacije

My Data Manager aplikacija namijenjena je za mjerenje generiranja podatkovnog prometa na korisnikovom pametnom telefonu. Aplikacija omogućuje besplatno preuzimanje što se smatra jednom od ključnih prednosti te iste aplikacije. Prilikom njezine instalacije aplikaciji se omogućuje pristup različitim podacima na pametnim telefonima kao što su: pristup povijesti uređaja, pristup povijesti aplikacije, pristup lokaciji, pristup korisnikovim SMS porukama, pristup telefonskim podacima, fotografijama, video zapisima, audio zapisima, vanjskoj pohrani uređaja, pristup informacijama vezanim uz Wi-Fi mrežu te pristup ID uređaju.

Prilikom njene aktivacije potrebno je potvrditi pravila korištenja iste i njezinu policu privatnosti te odabrati koju vrstu plana korisnici koriste, primjerice odabir vrste tarifnog plana koja može biti s plaćanjem nakon isporučene usluge ili s plaćanjem prije isporuke usluge, definiranje vremenskog perioda od godine pa do jednog dana, definirati granicu količine ostvarenog podatkovnog prometa koja se može iskazati u gigabajtima ili megabajtima, također tu granicu moguće je postaviti na neograničeno prije smog korištenja iste.

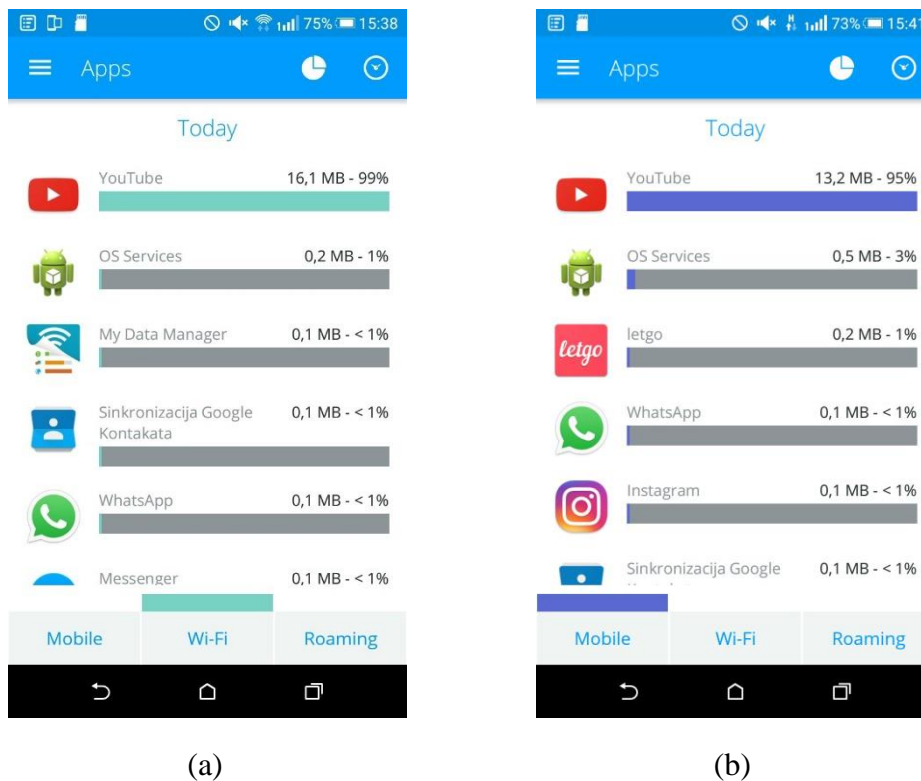
My Data Manager aplikacija omogućuje mjerenje generiranog podatkovnog prometa na tri različite mreže kao što su: mobilna mreža, Wi-Fi mreža te roaming mreža u slučaju kada se korisnik nalazi izvan države. Izbornik ove aplikacije omogućuje pregledavanje povijesti generiranog podatkovnog prometa na sve tri mreže u obliku grafikona. Također, omogućuje uvid u lokaciju korisnikovog pametnog telefona te u aplikacije koje korisnik koristi i ima mogućnost prikazivanja količine ostvarenog podatkovnog prometa pojedinačno od strane korištenih aplikacija.

Korisnik prilikom korištenja My Data Manager aplikacije ima mogućnost postaviti alarm koji mu javlja kada količina generiranog podatkovnog prometa dođe do unaprijed utvrđene granice. Time se korisniku omogućuje bezbrižno korištenje aplikacija na vlastitom terminalnom uređaju pa u slučaju da korisnik dođe do limita alarm se aktivira te neće doći do naplate prekoračenja. Ključna razlika između My Data Manager aplikacije i GlassWire aplikacije, čije je testiranje definirano u prethodnom potpoglavlju, je ta što je u My Data Manager aplikaciji potrebno postaviti granicu količine ostvarenog podatkovnog prometa, dok se u GlassWire aplikaciji postavlja vremenska granica.

Provedeno je testiranje putem My Data Manager aplikacije prilikom kojeg se pregledavao video sadržaj pod nazivom „Bon Jovi – It's my life“ korištenjem YouTube mobilne aplikacije na već prethodno navedenom pametnom terminalnom uređaju. Također, pregledavanje sadržaja izvršavalo se unutar prethodno definiranog vremenskog perioda od tri minute. Mjerenje se izvršavalo koristeći dvije različite mreže, a to su: Wi-Fi i mobilna mreža. Lokacija terminalnog uređaja je nepromijenjena u oba slučaja. Iz priložene slike 5 vidljiva je količina generiranog podatkovnog prometa na raznovrsnim aplikacijama, ali za ovo testiranje bitno je obratiti pažnju na YouTube aplikaciju te količinu ostvarenog podatkovnog prometa od strane iste.

Pregledavanje videozapisa vršeno je na pametnom telefonu koji je bio povezan na Wi-Fi mrežu te se prilikom svakog ponovnog preslušavanja video sadržaja resetirao cjelokupni sadržaj My Data Manager aplikacije. Rezultat provedenog istraživanja u količini ostvarenog podatkovnog prometa iznosi 16,1 MB, što je vidljivo na slici 5(a).

Na priloženoj slici 5(b) moguće je vidjeti količinu generiranog podatkovnog prometa kao rezultat testiranja prilikom preslušavanja video zapisa kao i u prethodnim primjerima korištenjem mobilne mreže koja pripada u četvrtu generaciju mobilnih mreža (4G), a iznosi 13,2 MB.



Slika 5. Prikaz generiranja podatkovnog prometa korištenjem My Data Manager aplikacije putem Wi-Fi mreže (a) i mobilne mreže (b) na Android uređaju

Iz prethodno definirane slike 5, koja prikazuje rezultate provedenog testiranja, moguće je vidjeti da se količina generiranog podatkovnog prometa razlikuje se ovisno o mreži na koju je pametni telefon bio povezan. Shodno tome, vidljivo je da je količina ostvarenog podatkovnog prometa prilikom pregledavanja video sadržaja putem Wi-Fi mreže ostvarila veću količinu istog.

5.3. Testiranje 3G Watchdog aplikacije

3G Watchdog je aplikacija čija je namjena omogućiti korisnicima mjerenje količine generiranog podatkovnog prometa na vlastitim pametnim telefonima. Ona omogućuje korisnicima uvid u količinu podatkovnog prometa ostvarenog od strane aplikacija koje se nalaze na njihovim terminalnim uređajima. Preuzimanje ove aplikacije je besplatno za njezine korisnike, no moguća je i nadoplata u slučaju ako korisnici žele preuzeti poboljšanu verziju 3G Watchdog aplikacije koja se naziva 3G Watchdog Pro. Prilikom instalacije ove aplikacije njoj je omogućen pristup povijesti uređaja te aplikacija koje se nalaze na istom, zatim omogućen je pristup povijesti pregledavanja internetskog sadržaja, također omogućuje joj se pristup fotografijama, datotekama koje sadrže audio zapise i video zapise te vanjsku pohranu uređaja, omogućen je pristup informacijama o Wi-Fi mreži te informacijama vezanim uz pozive i pristup ID-ju uređaja.

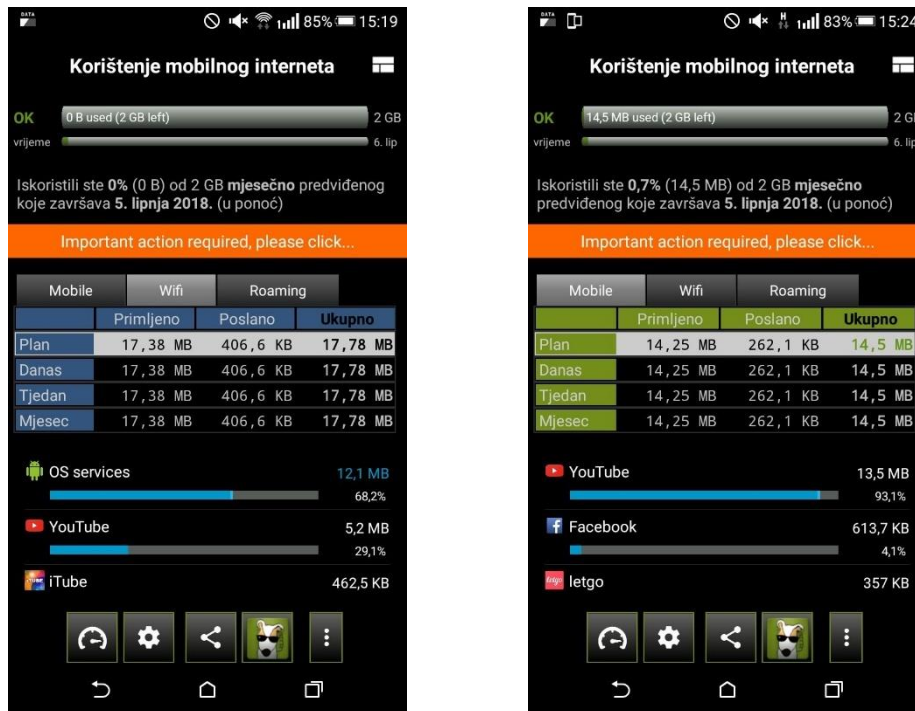
Prilikom aktivacije ove aplikacije potrebno je potvrditi uvjete korištenja iste, a zatim je potrebno postaviti određene postavke prije same upotrebe te aplikacije. Unutar postavki određuje se veličina paketa izražena u bajtovima, kilobajtovima, megabajtovima ili gigabajtovima te se određuje vremenski raspon koji može biti od mjesec dana, tjedan dana ili na dnevnoj bazi. Zatim se unutar postavki postavlja mogućnost alarma čija je uloga obavještavanje korisnika kada se približi određenom postotku ostvarene količine podatkovnog prometa prethodno definiranog paketa. Alarm se aktivira kada dođe do definiranog postotka kako ne bi došlo do prekoračenja te dodatne naplate istog. Također, moguće je postaviti učestalost ažuriranja aplikacije što omogućuje da aplikacija pruža korisnicima konstantno svježe obavijesti o količini generiranog podatkovnog prometa.

Mogućnost ove aplikacije je ta što je ona vidljiva u statusnoj traci pametnog telefona, ali to isto moguće je prilagoditi prema potrebama korisnika. U postavkama ove aplikacije moguće je odrediti što će se prikazivati unutar nje pa je moguć odabir prikazivanja grafikona i prikaz korištenih aplikacija. Uloga grafikona unutar ove aplikacije je ta da omogućuje slikovni prikaz korisnicima o količini generiranog podatkovnog prometa. Shodno tome, te grafikone moguće je unutar postavki aplikacije urediti, odnosno povećati učestalost njihovog ažuriranja u stvarnom vremenu te zaustaviti mjerenje količine ostvarenog podatkovnog prometa. Ovom aplikacijom omogućeno je korisnicima da vode računa o vlastitoj količini generiranog podatkovnog prometa bilo da koriste mobilnu mrežu, Wi-Fi mrežu ili Roaming mrežu u slučaju da se nalaze izvan države.

Tijekom testiranja ove aplikacije koristio se video zapis pod nazivom „Bon Jovi – It's my life“ koji se preslušavao preko YouTube mobilne aplikacije koja je instalirana na HTC Desire 728 dual sim pametnom terminalnom uređaju. Vremenski interval unutar kojeg se preslušavao video sadržaj iznosio je tri minute, a koristile su se također kao i u prethodnim testiranjima sljedeće dvije mreže: Wi-Fi i mobilna mreža koja pripada četvrtoj generaciji mobilnih mreža (4G).

Na sljedećoj slici 6(a) prikazana je količina generiranog podatkovnog prometa na različitim aplikacijama, ali za ovo testiranje bitno je obratiti pažnju na YouTube aplikaciju. Za ovo testiranje korištena je Wi-Fi mreža te se prije svakog ponovnog mjerenja resetirao prethodno izmjereni sadržaj. Rezultat mjerenja ovog testiranja korištenjem 3G Watchdog aplikacije pregledavanjem prethodno definiranog videozapisa iznosi 5,2 MB.

Iz priložene slike 6(b) moguće je vidjeti količinu ostvarenog podatkovnog prometa koja je rezultat provedenog testiranja prilikom kojeg se preslušavao isti video zapis, unutar tri minute. Tijekom ovog testiranja koristila se 4G mobilna mreža, a rezultat iznosi 13,5 MB.



(a)

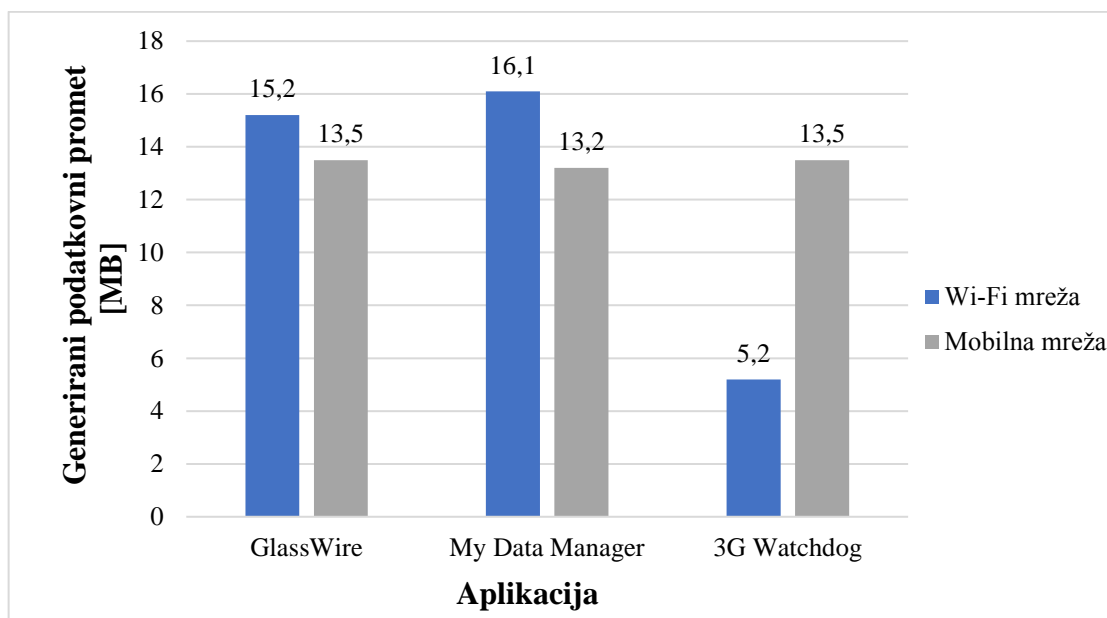
(b)

Slika 6. Prikaz generiranja podatkovnog prometa korištenjem 3G Watchdog aplikacije putem Wi-Fi mreže (a) i mobilne mreže (b) na Android uređaju

Iz priložene slike 6 vidljivi su rezultati testiranja 3G Watchdog aplikacije te je moguće vidjeti da je količina generiranog podatkovnog prometa različita ovisno o korištenim mrežama. Shodno tome, vidljivo je da je količina generiranog podatkovnog prometa prilikom pregledavanja videozapisa korištenjem mobilne mreže znatno veća od količine generiranog podatkovnog prometa prilikom korištenja Wi-Fi mreže, što je jedini slučaj kod ove aplikacije.

5.4. Usporedba rezultata testiranja

Vlastitim mjerenjima i provedenim testiranjima generiranja podatkovnog prometa, moguće je zaključiti da iako je mjerenje provedeno na istoj lokaciji, istoj mreži, istom uređaju te je preslušavan isti video sadržaj u trajanju od tri minute, svaka od aplikacija namijenjenih za mjerenje količine ostvarenog podatkovnog prometa je izmjerila različitu količinu istog što je vidljivo iz sljedećeg grafikona 8.



Grafikon 8. Prikaz količine generiranog podatkovnog prometa mjenjenog putem tri različite aplikacije na mobilnoj i Wi-Fi mreži

Iz priloženog grafikona 8 jasno je vidljivo da je u slučaju pregledavanja video sadržaja prilikom korištenja mobilne mreže rezultat količine generiranog podatkovnog prometa podjednak kod sve tri aplikacije, dok se kod rezultata izmjerenih od strane GlassWire i My Data Manager aplikacije vidi da je količina ostvarenog podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži veća od onog koji je ostvaren na mobilnoj mreži. Također, vidljivo je da je jedino kod 3G Watchdog aplikacije izmjereno da je količina ostvarenog podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži znatno manja od one količine ostvarenog podatkovnog prometa na mobilnoj mreži. Shodno tome, vidljivo je da je do najvećeg odstupanja kod sve tri aplikacije došlo upravo prilikom mjerenja generiranog podatkovnog prometa prilikom korištenja Wi-Fi mreže, dok su rezultati dobiveni prilikom mjerenja na mobilnoj mreži kod sve tri aplikacije približno jednaki.

Tablica 6. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa izmjerenog od strane tri različite aplikacije na Wi-Fi mreži

	My Data Manager	GlassWire	3G Watchdog
Generirani podatkovni promet	16,1 MB	15,2 MB	5,2 MB
Razlika	/	-0,9 MB	-10,9 MB
Prosječna vrijednost	12,2 MB		

Iz prethodne tablice 6 vidljivi su rezultati provedenog testiranja prilikom kojeg se mjerila količina ostvarenog podatkovnog prometa korištenjem Wi-Fi mreže. Vidljivo je da je najmanju količinu generiranog podatkovnog prometa izmjerila 3G Watchdog aplikacija, dok se rezultati dobiveni od strane My Data Manager i GlassWire aplikacije minimalno razlikuju. Nadalje, kako bi se što preglednije prikazala razlika u izmjerenom iznosu ostvarenog podatkovnog prometa kao referentna vrijednost uzet je rezultat izmjeren od strane My Data Manager aplikacije. Shodno tome, vidljivo je da se rezultat dobiven putem GlassWire aplikacije razlikuje za -0,9 MB od referentnog rezultata My Data Manager aplikacije, a rezultat dobiven putem 3G Watchdog aplikacije se razlikuje za -10,9 MB također od referentnog rezultata My Data Manager aplikacije. Prilikom izračuna ukupne vrijednosti ostvarenog podatkovnog prometa koji je iznosio 36,5 MB, također su izraženi postotci udjela svake od aplikacija pa je tako My Data Manager aplikacija ostvarila 44%, GlassWire aplikacija 41%, a 3G Watchdog aplikacija samo 15% od ukupno generiranog podatkovnog prometa. Nadalje, prosječna vrijednost ukupne količine ostvarenog podatkovnog prometa iznosi 12,2 MB.

Tablica 7. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa izmjenjenog od strane tri različite aplikacije na mobilnoj mreži

	My Data Manager	GlassWire	3G Watchdog
Generirani podatkovni promet [MB]	13,2 MB	13,5 MB	13,5 MB
Razlika	/	+0,3 MB	+0,3 MB
Prosječna vrijednost	13,4 MB		

Tablica 7 prikazuje rezultate provedenog testiranja prilikom kojeg se mjerila količina ostvarenog podatkovnog prometa korištenjem mobilne mreže (4G). Kao što je vidljivo, rezultati generiranog podatkovnog prometa izmjereni od strane sve tri aplikacije se minimalno razlikuju. Zbog preglednijeg prikaza uzeta je referentna vrijednost rezultata My Data Manager aplikacije, kao i u tablici 6, pomoću koje su izračunate razlike. Shodno tome, rezultat izmjeren od strane GlassWire aplikacije i 3G Watchdog aplikacije razlikuje se za +0,3 MB u odnosu na referentni rezultat My Data Manager aplikacije. Također, izračunati su postotci udjela ukupne količine ostvarenog podatkovnog prometa pa je tako GlassWire aplikacija i 3G Watchdog aplikacija ostvarila 34% podatkovnog prometa, a My Data Manager aplikacija 32% od ukupno generiranog podatkovnog prometa. Nadalje, prosječna vrijednost ukupno generiranog podatkovnog prometa iznosi 13,4 MB.

6. Zaključak

U današnje vrijeme svakom čovjeku je život postao nezamisliv bez da u njemu posjeduje i koristi terminalne uređaje. Konstantnim razvojem terminalnih uređaja došlo je do toga da oni svojim korisnicima pružaju široki spektar raznovrsnih mogućnosti. Sama njihova primjena od strane korisnika može se smatrati navikom, upravo iz razloga jer danas korisnici posjeduju više od jednog terminalnog uređaja te iste koriste na svakodnevno. Također, razvojem terminalnih uređaja došlo je i do nastanka velikog broja novih vrsta za razliku od prijašnjeg manjeg broja terminalnih uređaja. Danas postoji veliki broj naprednijih i pouzdanijih uređaja pa najveći postotak u korištenju terminalnih uređaja zauzimaju pametni telefoni iza kojih slijede tableti i računala. Njihova primjena je raznovrsna, dakle svi oni se mogu koristiti i u poslovne i u privatne svrhe. Shodno tome, pametni telefoni se prvenstveno koriste u privatne svrhe, dok se računala koriste za poslovne potrebe korisnika. Danas je sve popularnije na poslu posjedovati pametni telefon, čija bi namjena treba biti isključivo u poslovne svrhe upravo zbog sigurnosti povjerljivih podataka.

Danas je korisnicima prilikom odabira terminalnih uređaja, na prvom mjestu mogućnost povezivanja istih na Internet mrežu. Mogućnost posjedovanja terminalnih uređaja koji sadrže pristup Internet mreži danas je uvelike olakšao i pojednostavio način komunikacije, iz razloga jer se svaki oblik komunikacije može na jeftiniji i jednostavniji način obaviti preko mnogobrojnih aplikacija čija je prvenstvena namjena komunikacija posredstvom internetske mreže. Također, takvi uređaji olakšavaju izvršavanje poslovnih obaveza.

Najveći broj korisnika u današnjici nastoji pristup Internet mreži ostvariti upravo putem Wi-Fi mreže koja se iz tog razloga smatra jednom od najpopularnijih mreža u današnjem svijetu. Ona pruža široki spektar raznovrsnih pogodnosti kao što su jeftiniji način bržeg prijenosa podataka, ima široku i jednostavnu dostupnost te je brojnim istraživanjima dokazano da je baterija terminalnih uređaja spojenih na Wi-Fi mrežu znatno dulje trajala od onih koji su povezani na mobilnu mrežu. Shodno tome, korisnici spajanjem na Wi-Fi mrežu izbjegavaju generiranje vlastitog mobilnog podatkovnog prometa, kojeg će koristiti u trenutcima kada neće imati pristup Wi-Fi mreži. Postoji niz bitnih faktora koji utječu na kvalitetu signala koji pruža Wi-Fi mreža, a jednim od najbitnijih smatra se visina na kojoj se nalazi usmjerivač. Taj faktor se smatra bitnim iz razloga što Wi-Fi mreža svoju bežičnu vezu pruža pomoću elektromagnetskih valova koji se šire slobodnim prostorom, stoga što je usmjerivač na većoj visini to će veza biti kvalitetnija.

U svijetu postoji veliki broj standarada koji se odnose na brzinu prijenosa podataka kod Wi-Fi mreža, a pristup istoj skupini mreža je moguć s raznovrsnih lokacija. Shodno tome, pristup Internet mreži moguće je ostvariti u kafićima, trgovačkim centrima, obrazovnim ustanovama i sl. Jedini problem koji se javlja je u kvaliteti veze, jer što se korisnik nalazi dalje od usmjerivača signal slabi, a samim time se ostvaruje i manja brzina prijenosa. Današnjim javno dostupnim mrežama se smatraju one mreže koje su otvorenog tipa te za pristup istima nije potrebna lozinka. Većina javno dostupnih mreža bez obzira na veliki broj mogućnosti, pruža i veliku opasnost koje današnji korisnici nisu u potpunosti svjesni. Naime, samim postupkom spajanja vlastitih terminalnih uređaja na takav oblik mreže dovode u opasnost svoje

privatne povjerljive podatke, jer nitko sa sigurnošću ne zna tko stoji iza takve mreže i tko ima pristup svim podacima te hoće li iste zlonamjerno upotrijebiti.

Stoga je sigurnija opcija korisnicima pristup mobilnoj mreži koju dobiju na pravo korištenja putem raznovrsnih tarifnih planova, neovisno o tome je li korisnik bira skupinu tarifnih planova čija se usluga naplaćuje prije ili poslije isporuke iste. Kako danas postoji sve veći broj raznovrsnih operatora tako se i povećao broj tarifnih planova, koje korisnici samostalno odabiru ovisno o njihovim privatnim i poslovnim potrebama. Također, kroz dugi niz godina došlo je i do razvoja mobilnih mreža koje imaju značajan utjecaj u brzini prijenosa podataka. Što su one razvijenije i novije to pružaju sve veće brzine prijenosa. Tako će u narednih pet godina prevladati korištenje mreže pete generacije. Njenim se uvođenjem osim enormnog porasta u brzini prijenosa predviđa i enorman porast u količini generiranja podatkovnog prometa u svijetu. Njegov rast će se odvijati eksponencijalno te će dosegnuti razinu generiranog podatkovnog prometa čak sedam puta veću od onog koji se danas generira. Njezinim stupanjem na snagu dolazi do razvoja naprednijih i razvijenijih tipova uređaja.

Prethodno je navedeno da na količinu generiranog podatkovnog prometa utječu mreže na koje je povezan terminalni uređaj, ali uz to na količinu ostvarenog podatkovnog prometa utječu i raznovrsni drugi faktori u koje pripadaju: operativni sustav terminalnog uređaja, veličina te rezolucija zaslona i komunikacijska tehnologija. S obzirom na to, terminalni uređaj koji sadrži veći zaslon i rezoluciju, generirati će znatno veću količinu podatkovnog prometa iz razloga što omogućuje prikaz znatno veće količine podataka koji će biti prikazani većom kvalitetom.

Postojanjem raznovrsnih aplikacija za mjerenje količine generiranog podatkovnog prometa, svaka od tih aplikacija pruža podjednake, ali ipak različite rezultate mjerenja. Svaka od korištenih aplikacija ima istu namjenu, ali provedenim testiranjem u istim uvjetima rezultirale su različitim iznosima rezultata mjerenja. Na pametnom mobilnom telefonu prilikom svakog testiranja koristile su se dvije vrste mreža na istoj lokaciji, a to su: Wi-Fi mreža i mobilna mreža (4G). Dvije od testiranih aplikacija su dokazale da se veća količina generiranog podatkovnog prometa ostvarila prilikom korištenja Wi-Fi mreže, dok se manja količina podatkovnog prometa ostvarila korištenjem mobilne mreže (4G). Samo jedna od tri testirane aplikacije je ukazala suprotnu činjenicu, a to je da se veća količina ostvarenog podatkovnog prometa generirala upravo korištenjem mobilne mreže, dok je manju količinu generiranog podatkovnog prometa ostvarila povezivanjem na Wi-Fi mrežu.

Prethodno definirani rezultati testiranja dobiveni su od strane GlassWire, My Data Manager i 3G Watchdog aplikacije. Sve tri aplikacije svoju prednost imaju u tome što su besplatne za preuzimanje, a svojim mogućnostima pružaju korisnicima sposobnost da samostalno vode računa o generiranju podatkovnog prometa na vlastitim pametnim terminalnim uređajima. Sve tri aplikacije moguće je koristiti i u slučajevima kada je korisnik povezan na Wi-Fi mrežu, mobilnu mrežu ili ako se korisnik nalazi izvan granica države. Također, još jedna od prednosti ovakvog tipa aplikacija je ta što korisnik prilikom instalacije istih može postaviti ograničenje generiranja podatkovnog prometa čijim prekoračenjem dolazi do aktivacije alarma koji signalizira korisniku to isto prekoračenje. Shodno tome, korisnik ne mora svakog puta ulaziti u aplikaciju kako bi provjerio količinu ostvarenog podatkovnog prometa, već mu ona samostalno javlja količinu generiranja istog.

Provedenim testiranjem prethodno navedenih triju aplikacija dobiveni su različiti rezultati količine generiranog podatkovnog prometa iako su se mjerenja izvršavala pod istim uvjetima. Testiranje se izvršavalo tako da se pametni telefon povezivao na Wi-Fi i mobilnu mrežu (4G). Rezultati dobiveni korištenjem mobilne mreže približno su podjednaki kod sve tri aplikacije, dok je do značajnog odstupanja u rezultatima došlo prilikom korištenja Wi-Fi mreže. Naime, nakon provedenih višestrukih testiranja rezultati su i dalje odstupali u pogledu onih koji se tiču mjerenja korištenjem Wi-Fi mreže, kod kojih je rezultat najviše odstupao od strane 3G Watchdog aplikacije ujedno generirajući najmanju količinu podatkovnog prometa. Shodno tome, dovodi se u pitanje relevantnost testiranih aplikacija te će se zbog toga izvršiti nastavak istraživanja kojim će se nastojati odrediti koja je aplikacija zapravo najbolja.

Literatura

- [1] D. Peraković i S. Husnjak: Autorizirana predavanja s kolegija Terminalni uređaji - Općenito o terminalnim uređajima u informacijsko - komunikacijskom sustavu, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1414872/mod_resource/content/1/02_Op%C4%87enito_o_terminalnim_ure%C4%91ajima_17_18.pdf. (pristupljeno: 21. 02. 2018.)
- [2] GCF LearnFree.org: What is a computer?, dostupno na: <https://www.gcflearnfree.org/computerbasics/what-is-a-computer/1/>. (pristupljeno: 18. 05. 2018.)
- [3] D. Peraković i S. Husnjak: Autorizirana predavanja s kolegija Terminalni uređaji - Klasifikacija i raznolikost terminalnih uređaja, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1438440/mod_resource/content/1/03_Klasifikacija_terminalnih_ure%C4%91aja.pdf. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)
- [4] D. Peraković, M. Periša i I. Forenbacher: Autorizirana predavanja s kolegija Arhitektura telekomunikacijske mreže - Arhitektura senzorskih mreža, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1518471/mod_resource/content/1/9.%20Arhitektura%20senzorskih%20mre%C5%BEa.pdf. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)
- [5] Statista: Number of smartphone users worldwide from 2014 to 2020, dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)
- [6] Tablet Racunari: O tablet računalima, saznajte sve što vas zanima o ovim uređajima !, dostupno na: <http://scipo4.wixsite.com/tabpc/sve-o-tabletima>. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)
- [7] J. Golubić: Autorizirana predavanja s kolegija Ekologija u prometu - Promet i ekologija, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastavni_materijal_TK_promet_sve.pdf. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)
- [8] Zavod za javno zdravstvo: Mobiteli i zdravlje, dostupno na: <http://www.zzjzdnz.hr/hr/zdravlje/okolis-i-zdravlje/379>. (pristupljeno: 18. 05. 2018.)
- [9] Champions of environmental health & Justice: e-Trash Transparency Project, dostupno na: <http://www.ban.org/trash-transparency/>. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)
- [10] Ordinacija.hr: Je li zračenje mobitela zaista opasno?, dostupno na: <http://ordinacija.vecernji.hr/zdravlje/ohr-savjetnik/je-li-zracenje-mobitela-zaista-opasno/>. (pristupljeno: 18. 05. 2018.)

- [11] Ekologija: Električni i elektronički otpad, dostupno na: <https://www.ekologija.com.hr/elektricni-elektronicki-otpad/>. (pristupljeno: 18. 05. 2018.)
- [12] F. Richter, Statista: These Countries Generate the Most Electronic Waste, 2017., dostupno na: <https://www.statista.com/chart/2283/electronic-waste/>. (pristupljeno: 06. 06. 2018.)
- [13] Blackberry: Podatkovni promet, dostupno na: <https://help.blackberry.com/hr/priv/current/help/data.html>. (pristupljeno: 21. 02. 2018.)
- [14] Statista: Global mobile data traffic 2016-2021, dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/271405/global-mobile-data-traffic-forecast/>. (pristupljeno: 21. 02. 2018.)
- [15] Adam Savage's tested: How Much Data the Most Popular Smartphone Tasks and Apps Actually Use, dostupno na: <http://www.tested.com/tech/smartphones/3105-how-much-data-the-most-popular-smartphone-tasks-and-apps-actually-use/>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)
- [16] Statista: Number of distinct online activities worldwide Q2 2017, by device, dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/788093/average-online-activities-per-device/>. (pristupljeno: 21. 02. 2018.)
- [17] Know Your Mobile: OS, dostupno na: <http://www.knowyourmobile.com/glossary/os>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)
- [18] How - To Geek: How to Monitor (and Reduce) Your Data Usage on Android, dostupno na: <https://www.howtogeek.com/140261/how-to-minimize-your-android-data-usage-and-avoid-overage-charges/>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)
- [19] TechTarget: Opera, dostupno na: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Opera>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)
- [20] Mob.hr: Povijest mobilne telefonije: što se događalo u 40 godina?, dostupno na: <https://mob.hr/povijest-mobilne-telefonije-sto-se-dogadalo-u-40-godina/>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)
- [21] Radio-Electronics.com: Cellular Telecommunications & Cell Phone Technology, dostupno na: <http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)
- [22] Jisc Community: Mobile networking: 1G to 4G, dostupno na: <https://community.jisc.ac.uk/library/advisory-services/mobile-networking-1g-4g>. (pristupljeno: 22. 02. 2018.)

- [23] A. Bažant, Ž. Car, D. Jevtić, G. Ježić, M. Kunštić, I. Lovrek, M. Matijašević, B. Mikec i Z. Skočir, *Telekomunikacije - tehnologija i tržište*, Zagreb, Element, 2007.
- [24] Ericsson: Mobile network evolution, 2018., dostupno na: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2018/mobile-network-evolution>. (pristupljeno: 06. 12. 2018.)
- [25] CableFree: LTE UE Category & Class Definitions, dostupno na: <http://www.cablefree.net/wirelesstechnology/4glte/lte-ue-category-class-definitions/>. (pristupljeno: 06. 06. 2018.)
- [26] C. Neagu, Digital Citizen: Screen resolution? Aspect ratio? What do 720p, 1080p, 1440p, 4K and 8K mean?, 2016., dostupno na: <https://www.digitalcitizen.life/what-screen-resolution-or-aspect-ratio-what-do-720p-1080i-1080p-mean>. (pristupljeno: 06. 04. 2018.)
- [27] D. Peraković i S. Husnjak: Autorizirana predavanja s kolegija Terminalni uređaji - Terminalni uređaji i generiranje podatkovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1507993/mod_resource/content/1/7_Terminalni%20ure%C4%91aji%20i%20generiranje%20podatkovnog%20prometa.pdf. (pristupljeno: 27. 02. 2018.)
- [28] M. Rouse, SearchMobileComputing: FDMA (frequency division multiple access), dostupno na: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/FDMA>. (pristupljeno: 27. 02. 2018.)
- [29] Š. Mrvelj: Autoizirana predavanja s kolegija Tehnologija telekomunikacijskog prometa I - Mobilne mreže, pokretne ćelijske mreže 2. i 3. generacije, Fakultet prometnih znanosti, 2017, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1210670/mod_resource/content/2/Mobilne%20mre%C5%BEE.pdf. (pristupljeno: 27. 02. 2018.)
- [30] Support Center: 1G, 2G, 3G, 4G - The Evolution of Wireless Generations, dostupno na: <https://support.chinavasion.com/index.php?/Knowledgebase/Article/View/284/42/1g-2g-3g-4g---the-evolution-of-wireless-generations>. (pristupljeno: 27. 02. 2018.)
- [31] I. Forenbacher: Autorizirana predavanja s kolegija Arhitektura telekomunikacijske mreže - Osnove transmisijskih sustava (2. dio), Fakultet prometnih znanosti, 2017./2018., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1475635/mod_resource/content/1/5.%20Osnove%20transmisijskih%20sustava%20%282.%20dio%29.pdf. (pristupljeno: 27. 02. 2018.)
- [32] D. Peraković i S. Husnjak: Autorizirana predavanja s kolegija Terminalni uređaji - Komunikacijske tehnologije terminalnih uređaja u IK prometu, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: <https://moodle.srce.hr/2017->

- 2018/pluginfile.php/1480464/mod_resource/content/1/06_Komunikacijske%20tehnol
ogije_terminalnih%20ure%C4%91aja.pdf. (pristupljeno: 27. 02. 2018.)
- [33] Miui Redefining Android: Which One will You Prefer? 4G VS 3G Networks, dostupno na: <http://en.miui.com/thread-126172-1-1.html>. (pristupljeno: 02. 28. 2018.)
- [34] Webopedia: Wi-Fi (wireless networking), dostupno na: https://www.webopedia.com/TERM/W/Wi_Fi.html. (pristupljeno: 28. 02. 2018.)
- [35] I. Forenbacher: Autorizirana predavanja s kolegija Arhitektura telekomunikacijske mreže - Arhitektura lokalnih (LAN) mreža, Fakultet prometnih znanosti, 2017./2018., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1512448/mod_resource/content/2/7.%20Arhitektura%20lokalnih%20%28LAN%29%20mre%C5%BEa.pdf. (pristupljeno: 28. 02. 2018.)
- [36] Fakultet elektrotehnike i računalstva: Sustavi za prećenje i vođenje procesa, dostupno na: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/SPVP-WiFi-2017.pdf. (pristupljeno: 29. 05. 2018.)
- [37] RF Wireless World: What is WLAN, dostupno na: <http://www.rfwireless-world.com/Terminology/what-is-wlan.html>. (pristupljeno: 28. 02. 2018.)
- [38] Propakistani: An In-Depth Look at New WiFi Standards Debuting in 2016, dostupno na: <https://propakistani.pk/2016/01/12/an-in-depth-look-at-new-wifi-standards-debuting-in-2016/>. (pristupljeno: 28. 02. 2018.)
- [39] K. C. Tofel, Postings Gigaom: Which devices use Wi-Fi hotspots the most? Not laptops, 2012., dostupno na: <https://gigaom.com/2012/11/07/which-devices-use-wi-fi-hotspots-the-most-not-laptops/>. (pristupljeno: 01. 03. 2018.)
- [40] M. Scott, Analysys mason: Why iPhones generate so much more data traffic than any other smartphone, 2012., dostupno na: <http://www.analysismason.com/About-Us/News/Insight/iPhone-data-traffic-Jun2012/>. (pristupljeno: 01. 03. 2018.)
- [41] C. Hoffman, Make use of: Why Do Apps Nag Me To Update & Should I Listen?, 2012., dostupno na: <https://www.makeuseof.com/tag/apps-nag-update-listen-si/>. (pristupljeno: 01. 03. 2018.)
- [42] T. G. Team, Google Play: GlassWire Data Usage Monitor, dostupno na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.glasswire.android&hl=en>. (pristupljeno: 07. 03. 2018.)
- [43] My Data Manager: About My Data Manager, dostupno na: <http://www.mydatamanagerapp.com/about-my-data-manager/>. (pristupljeno: 07. 03. 2018.)
- [44] Google Play: My Data Manager - Data Usage, dostupno na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobidia.android.mdm&hl=en>. (pristupljeno: 12. 03. 2018.)

- [45] 3G Watchdog app for Android monitors your 4G/3G/Edge/GPRS data usage: Master your cell phone plan's limits by monitoring and predicting your mobile data usage, dostupno na: <http://3gwatchdog.fr/>. (pristupljeno: 12. 03. 2018.)
- [46] Google Play: 3G Watchdog - Data Usage, dostupno na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.rgruet.android.g3watchdog&hl=en>. (pristupljeno: 12. 03. 2018.)
- [47] Cisco: Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper, 2017., dostupno na: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>. (pristupljeno: 20. 03. 2018.)
- [48] B. Mitchell, Lifewire: Top 6 Apps for Monitoring Mobile Data Usage, 2018., dostupno na: <https://www.lifewire.com/apps-for-monitoring-mobile-data-usage-817908>. (pristupljeno: 27. 03. 2018.)
- [49] D. Peraković i S. Husnjak: Autorizirana predavanja s kolegija Terminalni uređaji - Ulazne jedinice, izlazne jedinice, Fakultet prometnih znanosti, 2017., dostupno na: https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1474997/mod_resource/content/1/05_Senzori_i_ulazno_izlazne_jedinice.pdf. (pristupljeno: 09. 04. 2018.)

Popis kratica

3GPP	(Third Generation Partnership Project) suradnja između skupina udruga telekomunikacijskih standarda
CDMA	(Code Division Multiple Access) višestruki pristup s kodnom podjelom
EDGE	(Enhanced Data rates for GSM Evolution) tehnologija 2.5G mreže
FDMA	(Frequency Division Multiple Access) višestruki pristup s frekvencijskom podjelom
GPRS	(General Packet Radio Service) tehnologija 2.5G mreže
GSM	(Global System for Mobile Communications) globalni sustav za mobilne komunikacije
HD	(High Definition) visoka rezolucija i kvaliteta videa
HSCSD	(High Speed Circuit Switched Data) tehnologija 2.5G mreže
HSDPA	(High Speed Downlink Packet Access) tehnologija 3.5G mreže
HSPA	(High Speed Packet Access) tehnologija 3.5G mreže
HSUPA	(High Speed Uplink Packet Access) tehnologija 3.5G mreže
IEEE	(Institute of Electrical and Electronics Engineers) Institut inženjera elektrotehnike i elektronike
IoT	(Internet of Things) Povezivanje uređaja putem Internet mreže
ISM	(Industrial, Scientific i Medical) Industrijski, znanstveni i medicinski pojas
LTE	(Long Term Evolution) tehnologija 4G mreže
MIMO	(Multiple Input Multiple Output) bežična tehnologija koja sadrži veći broj odašiljača i prijammika radi prijenosa višestrukih podataka istovremeno
MMS	(Multimedia Messaging Services) više medijske poruke
NFC	(Near Field Communication) Tehnologija koja služi za prijenos podataka na jako malim udaljenostima
NMT	(Nordic Mobile Telephony) sustav mobilne komunikacije
OFDM	(Orthogonal-Frequency Division Multiplexing) frekvencijski multipleks ortogonalnih podnosioca
RFID	(Radio Frequency Identification) Tehnologija koja koristi tehniku frekvencijskih radiovalova u svrhu razmjene podataka
SIM	(Subscriber Identity Module) modul na kojem je pohranjen unikatni broj
SMS	(Short Message Service) kratke tekstualne poruke

TDMA	(Time Division Multiple Access) višestruki pristup s vremenskom podjelom
UMTS	(Universal Mobile Telecommunication System) europska norma za 3G mreže
U-NII	(The Unlicensed National Information Infrastructure) Nelicencirana nacionalna informacijska infrastruktura
Wi-Fi	(Wireless-Fidelity) bežična mreža
WiMax	(Worldwide Interoperability for Microwave Access) svjetska interoperabilnost za mikrovalni pristup
VoIP	(Voice over Internet Protocol) zvučna komunikacija preko Internet mreže

Popis slika

Slika 1. Prikaz GlassWire aplikacije.....	24
Slika 2. Prikaz My Data Manager aplikacije	25
Slika 3. Prikaz 3G Watchdog aplikacije	26
Slika 4. Prikaz generiranja podatkovnog prometa korištenjem GlassWire aplikacije putem Wi-Fi mreže (a) i mobilne mreže (b) na Android uređaju.....	31
Slika 5. Prikaz generiranja podatkovnog prometa korištenjem My Data Manager aplikacije putem Wi-Fi mreže (a) i mobilne mreže (b) na Android uređaju	33
Slika 6. Prikaz generiranja podatkovnog prometa korištenjem 3G Watchdog aplikacije putem Wi-Fi mreže (a) i mobilne mreže (b) na Android uređaju	35

Popis grafikona

Grafikon 1. Prikaz povećanja korištenja terminalnih uređaja.....	5
Grafikon 2. Prikaz očekivanog porasta u broju korisnika pametnih telefona u razdoblju od 2014. godine do 2020. godine	6
Grafikon 3. Prikaz ukupno generiranog elektroničkog otpada u svijetu	8
Grafikon 4. Prikaz očekivanog porasta generiranog podatkovnog prometa u razdoblju od 2016. godine do 2021. godine	10
Grafikon 5. Prikaz prosječnog broja aktivnosti na pojedinom uređaju u drugoj polovici 2017. godine	12
Grafikon 6. Prikaz broja unaprijeđenih LTE mreža koje podržavaju pojedine kategorije LTE korisničke opreme	14
Grafikon 7. Prikaz povezivanja na Wi-Fi mrežu od strane različitih terminalnih uređaja	21
Grafikon 8. Prikaz količine generiranog podatkovnog prometa mjenjenog putem tri različite aplikacije na mobilnoj i Wi-Fi mreži	36

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz brzina u silaznoj i uzlaznoj vezi ovisno o pojedinoj kategoriji korisničke opreme.....	15
Tablica 2. Prikaz brzine prijenosa podataka u generacijama mobilnih mreža	19
Tablica 3. Prikaz maksimalne brzine prijenosa i frekvencije odašiljanja kod Wi-Fi mreža ...	21
Tablica 4. Prikaz usporedne analize značajki aplikacija	27
Tablica 5. Prikaz uvjeta provedenog testiranja u svrhu mjerenja količine generiranog podatkovnog prometa.....	29
Tablica 6. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa izmjenjenog od strane tri različite aplikacije na Wi-Fi mreži	36
Tablica 7. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa izmjenjenog od strane tri različite aplikacije na mobilnoj mreži.....	37