Usporedba generiranja podatkovnog prometa raznovrsnih terminalnih uređaja

Kolarić, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:787988

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matija Kolarić

USPOREDBA GENERIRANJA PODATKOVNOG PROMETA RAZNOVRSNIH TERMINALNIH UREĐAJA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

USPOREDBA GENERIRANJA PODATKOVNOG PROMETA RAZNOVRSNIH TERMINALNIH UREĐAJA

COMPARING DATA TRAFFIC ON VARIOUS TERMINAL DEVICES

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Siniša Husnjak

Student: Matija Kolarić

JMBAG: 0135237424

Zagreb, rujan 2017.

USPOREDBA GENERIRANJA PODATKOVNOG PROMETA RAZNOVRSNIH TERMINALNIH UREĐAJA

SAŽETAK

Svaki terminalni uređaj koji ima omogućen pristup podatkovnim mrežama generira podatkovni promet. Količina generiranog podatkovnog prometa ovisi o karakteristikama uređaja, te o uslugama koje se koriste na uređajima. Generirani podatkovni promet također ovisi i o načinu na koji je ostvaren pristup podatkovnim mrežama, jer ne ostvaruje se svakim pristupom ista količina podatkovnog prometa. Ideja završnog rada jest usporediti koliku količinu podatkovnog prometa generiraju različiti terminalni uređaji pregledavanjem istog videozapisa na svim uređajima upotrebom aplikacije YouTube. Pristup Internetu ostvaren je upotrebom kabelskog pristupa, upotrebom Wi-Fi mreže te upotrebom mobilnog podatkovnog prometa. Podatkovni promet koji se generira za vrijeme pregledavanja videozapisa mjeren je upotrebom aplikacija. Nakon dobivenih podataka izvršena je usporedba podatkovnog prometa na svakom terminalnom uređaju.

KLJUČNE RIJEČI: terminalni uređaji; pristup Internetu; generiranje podatkovnog prometa; usporedba podatkovnog prometa

SUMMARY

Every terminal device can connect to a network and thus it generates data traffic. The amount of generated data traffic depends on the characteristics of the device and used services. Furthermore, it also depends on the type of connection with network, because different ways of access generate a different amount of data traffic. The idea of the bachelor's thesis is to compare the amount of generated data traffic by watching the same video using the YouTube application on different terminal devices. Internet access is achieved using cable access, Wi-Fi access and mobile data traffic. Generated data traffic by watching the video is being measured with applications. After the results have been collected, the amount of data traffic on each terminal device is compared.

KEYWORDS: terminal devices: Internet access; generating data traffic; comparison of data traffic

SADRŽAJ

1. Uvod 1

2. Raznovrsnost terminalnih uređaja 3

2.1 Uređaj 3

2.1.1 Veličina i rezolucija zaslona 3

2.1.2 Operativni sustav 4

2.1.3 Postavke uređaja 4

2.1.4 Kategorije uređaja 5

2.1.5 Mogućnosti web preglednika 7

2.2 Informacijsko-komunikacijska mreža 8

2.2.1 Komunikacijska tehnologija pojedine generacije mobilne mreže 8

2.2.2 Ažuriranje sustava i aplikacija 10

2.2.3 Komplementarne pristupne mreže 10

3. Generiranje podatkovnog prometa terminalnih uređaja 15

3.1 Predviđanje rasta podatkovnog prometa do 2021. godine 17

3.2 Generiranje podatkovnog prometa u Europi 18

3.3 Generiranje podatkovnog prometa na globalnoj razini 19

4. Karakteristike korisnika u generiranju podatkovnog prometa 24

4.1 Tarifni plan 24

4.1.1 Tarifni plan u pretplatničkom odnosu 24

4.1.2 Tarifni plan za prepaid korisnike 24

4.2 Uporaba usluga i aplikacija 25

4.3 Svrha korištenja 25

4.4 Osobnost korisnika i uporaba višestrukih uređaja 26

5. Usporedba generiranog podatkovnog prometa terminalnih uređaja 28

5.1 Korištene aplikacije 28

5.1.1 NetWorx 28

5.1.2 My Data Manager 29
5.2 Stolno računalo 29
5.3 Prijenosno računalo 30
5.4 Pametni telefon 32
5.5 Tablet uređaj 34
5.6 Usporedba dobivenih podataka 36
6. Zaključak 39
Literatura 42
Popis kratica 46
Popis slika 47
Popis grafikona 47
Popis tablica 48

1. Uvod

Generiranje podatkovnog prometa označava ostvarenu količinu podatkovnog prometa koji nastane prilikom učitavanja i preuzimanja podataka upotrebom nekog terminalnog uređaj koji ima ostvareni pristup prema podatkovnim mrežama. Mobilni podatkovni promet generiran od strane mobilnih uređaja zauzima sve veći udio ukupnog internetskog prometa u svijetu. Generiranje podatkovnog pometa neizostavni je segment svakog suvremenog terminalnog uređaja, a glavni razlog tome je primjena velikog broja aplikacija i ostalih funkcionalnosti uređaja kao što su određivanje lokacije uređaja ili prijenos zvučne komunikacije putem internetske mreže (*Voice over Internet Protocol* - VoIP).

Na količinu ostvarenog podatkovnog prometa utječu vrsta uređaja, korisnik i informacijsko-komunikacijska mreža koju korisnik primjenjuje. Cilj ovog završnog rada je usporediti generiranje podatkovnih prometa upotrebom različitih terminalnih uređaja. Rad je strukturiran u šest poglavlja:

1. Uvod
2. Raznovrsnost terminalnih uređaja
3. Generiranje podatkovnog prometa
4. Karakteristike korisnika u generiranju podatkovnog prometa
5. Usporedba generiranog podatkovnog prometa
6. Zaključak

U drugom poglavlju biti će iznesena raznovrsnost terminalnih uređaja. Pod drugim poglavljem biti će objašnjeno kako uređaj te informacijsko-komunikacijska mreža utječu na generiranje podatkovnog prometa.

U trećem poglavlju biti će obrađeno generiranje podatkovnog prometa terminalnih uređaja, odnosno koliko podatkovnog prometa ostvare određeni terminalni uređaji. Također bit će obrađeni i ostvareni podatkovni promet korištenjem mobilnog podatkovnog prometa i korištenjem bežičnih mreže, odnosno Wi-Fi mreža, te generiranje podatkovnog prometa u Europi i na globalnoj razini.

Četvrto poglavlje obrađuje karakteristike korisnika prilikom generiranja podatkovnog prometa, odnosno kako korisnik direktno utječe na generiranje podatkovnog prometa. Biti će obrađeni tarifni planovi, uporaba usluga i aplikacija, svrha korištenja terminalnih uređaja te osobnost korisnika i uporaba višestrukih terminalnih uređaja. Kod tarifnih planova biti će obrađeni tarifni planovi najvećih telekomunikacijskih operatora na području RH.

Posljednje poglavlje iznosi usporedbu ostvarenog podatkovnog prometa raznovrsnih terminalnih uređaja. Radi što bolje usporedbe podatkovnog prometa autor je izabrao četiri različita terminalna uređaja. Tako će podatkovni promet biti mjeren na stolnom računalu, prijenosnom računalu, mobilnom terminalnom uređaju te na tablet uređaju. Biti će opisane karakteristike svih korištenih terminalnih uređaja. Mjerenja će se vršiti pregledavanjem video sadržaja na YouTubeu, a mjerenje podatkovnog prometa će se vršiti pomoću različitih aplikacija. Prilikom mjerenja koristiti će se različite vrste pristupa Internetu, odnosno mjeriti

će se podatkovni promet koji je ostvaren upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, Wi-Fi mrežom te kabelskim pristupom. Sva mjerenja biti će izvršena u jednakom vremenskom intervalu, odnosno pregledavati će se isti video sadržaj na svim korištenim terminalnim uređajima. Svi korišteni uređaji će nakon provedenih mjerenje biti međusobno uspoređeni kako bi se otkrilo koji od njih je najpovoljniji za koje usluge, odnosno za koje korisničke zahtjeve, te koji od njih ostvaruje najveće smanjenje generiranja podatkovnog prometa. Mjerenja su upravo vršeni iz razloga kako bi se na temelji dobivenih podataka moglo utvrditi koji terminalni uređaj generira najviše podatkovnog prometa. Svi podaci koji su dobiveni mjerenjem za pojedini terminalni uređaj biti će izneseni statistički i grafički.

2. Raznovrsnost terminalnih uređaja

U današnje vrijeme razlikujemo veliki broj terminalnih uređaja. Svaki terminalni uređaj ima svoje karakteristike kao što su veličina, verzija uređaja, proizvođač, cijena uređaja i izgled. Zajednička karakteristika svim terminalnih uređajima je da imaju pristup Internet mreži. Pristupom Internet mreži dolazi do generiranje podatkovnog prometa. Ne ostvaruju svi terminalni uređaj jednaku količinu podatkovnog prometa.

Čimbenici koji utječu na količinu ostvarenog podatkovnog prometa možemo podijeliti u tri glavne skupine. Te skupine predstavljaju uređaj i informacijsko-komunikacijska mreža.

2.1 Uređaj

Postoji pet faktora koji utječu na količinu ostvarenog podatkovnog prometa kod uređaja. Ti faktori su veličina i rezolucija zaslona, operativni sustav koji primjenjuje terminalni uređaj, postavke uređaja, generacija mobilne mreže, te mogućnosti web preglednika.

2.1.1 Veličina i rezolucija zaslona

Rezolucija podrazumijeva broj piksela po jedinici površine, a ne ukupni broj piksela. U početcima rezolucija se opisivala kao horizontalni i vertikalni broj piksela na monitoru. Kao primjer može poslužiti 1366 x 768 = 1049088 piksela. Dostupne mogućnosti ovisile su o grafičkoj kartici koja se razlikovala od proizvođača do proizvođača. Rezolucija ugrađena u računala bila je limitirana, a ako želimo imati bolju rezoluciju potreban nam je driver za grafičku karticu. Osim rezolucije, bitan faktor je i omjer slike. Omjer slike nam ukazuje na širinu slike u odnosu na njegovu visinu. Prva računala imala su omjer slike 4:3, ali promjenama širine zaslona omjer slike se brzo promijenio. Tako su uslijedili omjeri 16:10 i 16:9. Do 2010., omjer 16:10 bio je najkorišteniji za zaslone računala. No s razvojem tehnologije, javila se visoka rezolucija kao što je 720p te 1080p, te se tada počinje s uporabom omjera 16:9. Slovo „p“ nam govori kako je slika na monitoru „obojena“, „p“ označava progresivno. Progresivno skeniranje znači da su linije koje se nalaze na slici koja je prikazana na monitoru posložene u nizu. Ako želimo rezoluciju 1080p, to znači da se slika sastoji od 1080 vodoravnih linija vertikalne rezolucije, te da su progresivno skenirane. U današnje vrijeme „popularna“ je 2160p rezolucija, poznatija pod nazivom 4K. 4K rezolucija je vrlo velika rezolucija zaslona koja se nalazi na vrhunskim TV uređajima te monitorima. 2160p se naziva 4K jer korisniku nudi četiri puta veću rezoluciju u odnosu na 1080p. Kod računala veličina monitora nije najvažnija stvar, već njegova sposobnost prikazivanja slike s većom rezolucijom. Što je postavljena rezolucija viša, to je slika na zaslonu manja. Na većem monitoru moguće je jako povećati rezoluciju, ali ako gustoća piksela tog monitora ne bude u skladu s parom, neće dobiti maksimalnu rezoluciju prije nego što slika postane nečitljiva. U mnogim slučajevima monitor neće prikazivati ništa ako nam Windows kaže da koristimo rezoluciju koju monitor ne podržava. A tom primjeru se najbolje ističe razlika između jeftinih i skupih monitora. Ako terminalni uređaj koji koristimo ima veliku rezoluciju i omjer slike, tada će taj uređaj generirati više podatkovnog prometa, i to iz razloga što će većom rezolucijom biti bolji omjer slike, [1].

2.1.2 Operativni sustav

Operativni sustav je softver na terminalnom uređaju koji upravlja načinom korištenja različitih hardverskih programa. Primjeri operacijskih sustava su Android, Windows, Linux, iOS, [2].

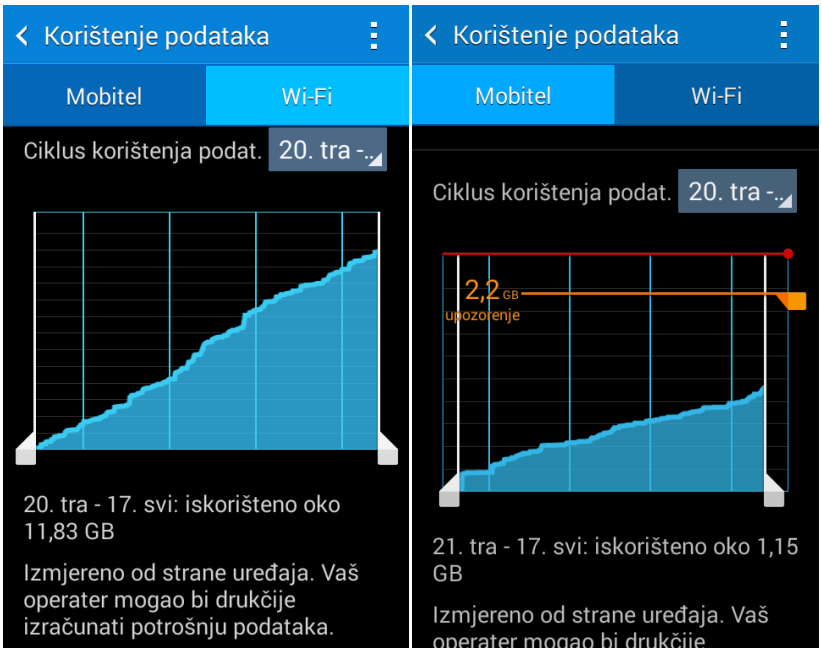
U svijetu postoje različiti operativni sustavi terminalnih uređaja. Korisnici iPhone uređaja ostvaruju dvostruko veću količinu podatkovnog prometa nego uređaji koji koriste Android operativni sustav ili neki drugi operativni sustav. Glavni razlog tome je što preglednici na drugim operativnim sustavima koriste automatsku kompresiju podataka, dok kod iPhone uređaja to nije slučaj, [3].

Android operativni sustav je najčešće primjenjivani operativni sustav (*Operating System* – OS) na pametnim telefonima. Uz sve veći rast korištenja terminalnih uređaja bilježi se i sve veća primjena Android OS. Android OS dolazi s ugrađenim alatom za praćenje generiranog podatkovnog prometa upotrebom Wi-Fi mreže kao i mobilnog podatkovnog prometa, te također ima mogućnost bilježenja podatkovnog prometa koji generiraju aplikacije. U slučaju pojave aplikacije koja nam zauzima podatke u pozadini i ubrzava trošenje baterije uređaja, imamo mogućnost isključivanja pozadinskih podataka za određenu aplikaciju te za sve aplikacije, [4].

2.1.3 Postavke uređaja

Terminalni uređaji mogu generirati podatkovni promet, a da za to korisnici nisu ni svjesni. Podatkovni promet se generira upotrebom aplikacija za sinkronizirano primanje elektroničke pošte, informiranje o vremenu, nadogradnji aplikacija i uređaja, te korištenjem društvenih mreža, [5].

Najlakši način za provjeru generiranog podatkovnog prometa je da se prijavimo na web stranicu našeg mobilnog operatora. Na postavkama terminalnih uređaja imamo mogućnost odrediti do koje razine želimo generirati podatkovni promet i kada dođemo do te granice, uređaj nam šalje obavijest o tome. Uređaj nam također pruža uvid i u mjesečnu razinu generiranog podatkovnog prometa, [6]. Slika 1. prikazuje ostvareni podatkovni prometa i postavljanje podatkovnog ograničenja.



Slika 1. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa i postavljenog podatkovnog ograničenja, Izvor: [Autor]

Na slici 1 prikazan je ostvareni podatkovni promet na mobilnom terminalnom uređaju autora u vremenskom razdoblju od 20. Travnja do 17. Svibnja 2017. Na lijevoj slici prikazan je ostvareni podatkovni promet na Wi-Fi mreži, i on iznosi 11,83 GB. Na postavkama uređaja moguće je izmjeri ostvareni podatkovni promet za svaki dan u promatranom vremenskom razdoblju. Na desnoj slici prikazan je ostvareni podatkovni promet za isto vremensko razdoblje i ono iznosi 1,15 GB, samo što je na desnoj slici taj podatkovni promet ostvaren upotrebom mobilnog podatkovnog prometa. Također na desnoj slici je narančastom linijom prikazano postavljeno podatkovno ograničenje. Kada razina ostvarenog podatkovnog prometa dosegne razinu od 2,2 GB uređaj šalje upozorenje, odnosno obavještava nas da smo dostigli razini podatkovnog prometa na koju smo postavili ograničenje. Korisnik ima mogućnost da sam određuje razinu podatkovnog prometa za koju želi da mu uređaj javlja upozorenje. Slike su preuzete s aplikacije Google Chrome u obliku snimke zaslona uređaja (eng. *Screenshot*) od strane autora.

2.1.4 Kategorije uređaja

Mogućnosti mobilnih uređaja i njihova ovisnost o generaciji mobilne mreže mogu se definirati kroz kategorije ili klase uređaja. Kategorije uređaja specificiraju mrežne mogućnosti uređaja ovisno o njihovoj primjeni. Razlikujemo vršne brzine downloada i uploada podataka, podržane antenske sustave, definirane veličine transportnih blokova za prijenos podataka i korištenje modulacijskih postupaka, [4]. Uređaje možemo podijeliti u četiri kategorije, odnosno generacije.

Prva generacija mobilnih telefona započinje upotrebom višestrukih ćelija i mogućnosti handovera, ukoliko korisnik putuje u područje pokriveno s nekoliko ćelija za vrijeme razgovora. U Europi, predstavnik prve generacije mobilne tehnologije je NMT (engl. *Nordic Mobile Telephony*), standard razvijen od strane Nordijskih zemalja, 1981. godine. NMT je

analogni sustav koji je radio na frekvencijama od 450 MHz, [7], [8]. Imali su malu gustoću prometa, slabu kvalitetu glasa, a i koristili su i nesiguran i nekriptiran prijenos što je dovodilo do podvale identiteta. Pri izradi 1G mreže nije bilo razmatranja o prijenosu podataka, [9].

Devedesetih godina 20. stoljeća pojavila se druga generacija sustava pokretnih mreža, 2G. 2G telefonski sustavi se od prethodne generacije razlikuju po digitalnom prijenosu podataka. Uvođenjem 2G sustava smanjila se dimenzija i težina mobilnih terminalnih uređaja. Također dolazi do napretka u trajanju baterije, uvođenja više odašiljača i većeg broja ćelija. Predstavnik druge generacije je globalni sustav za mobilne komunikacije (*Global System for Mobile Communications* - GSM), [7].

GSM primjenjuje frekvencijsko područje od 900 MHz i 1800 MHz. GSM sustavi razvili su digitalni prijenos pomoću SIM (*Subscriber Identity Module*) tehnologije. Tom tehnologijom postigla se autentifikacija korisnika u cilju njihove identifikacije i naplate te šifriranje podataka kako bi se spriječilo prisluškivanje. GSM nudi bolju kvalitetu zvuka, bolju sigurnost i veći ukupni kapacitet, [10]. Australija je 1. prosinca 2016. postala prva zemlja u svijetu koja je ukinula GSM mrežu, [9].

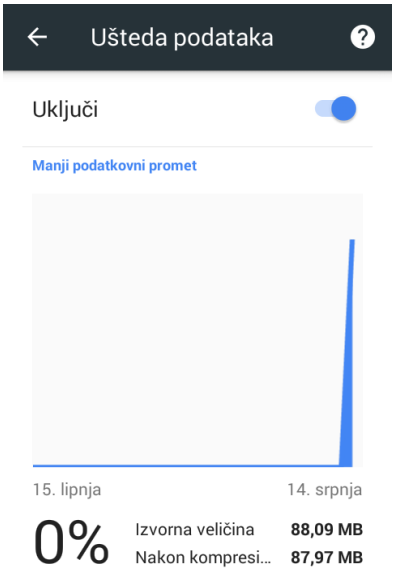
Kako 2G tehnologije nisu mogle pružati usluge u zahtijevanoj mjeri, počeo je rad na stvaranju sljedeće generacije koja će zadovoljiti spomenute zahtjeve, 3G. Prva nekomercijalna 3G mreža pokrenuta je u Japanu 2001. godine. Velike brzine spajanja koje pruža 3G tehnologija omogućile su po prvi puta prijenos multimedijskog sadržaja na mobilne uređaje. Samim time, uređaji dobivaju nove funkcionalnosti i usluge, zaslon osjetljiv na dodir, veće dimenzije ekrana. Iako su mobilni telefoni imali pristup podatkovnim mrežama i u ranijim generacijama, pristupanje Internetu putem mobilnih terminalnih uređaja postalo je svakodnevica tek nakon pojave 3G mreža i specijaliziranih uređaja za pristup mobilnom Internetu. Nova vrsta uređaja bila je kompaktni bežični usmjerivač (eng. *Compact wireless router*), koji pruža usluge spajanja više računala odjednom preko Wi-Fi mreže na 3G Internet. Spomenuti uređaji postali su popularni za upotrebu s prijenosnim računalima, [7], [11]. Europska norma za 3G je UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). 3G također primjenjuje ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). Frekvencije područje rada 3G mreže iznosi između 1900 i 2200 MHz, [9].

Do početka 2010. godine korisnicima su postali dostupni različiti uređaji s ugrađenim bežičnim Internetom. Prva pojava takvih uređaja potaknula je razvoj četvrte generacije mobilne tehnologije. Prve dvije komercijalne tehnologije bili su standard WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access)*, ponuđen od strane SAD-a i LTE (*Long Term Evolution*) ponuđen od strane Skandinavskih zemalja, [7], [11]. Pametni telefon je uređaj koji obilježava četvrtu generaciju mobilnih mreža. 4G nude smanjenje kašnjenja i nove usluge. Mobilni uređaji se ne oslanjanju na infrastrukturu već zahtijevaju poboljšanu inteligenciju za samostalno konfiguriranje u ad hoc mrežama. Imaju mogućnost usmjeravanja korištenjem paketnih mreža, [10].

2.1.5 Mogućnosti web preglednika

Najčešće primjenjivani web preglednici su Google Chrome i Opera Mini. Google Chrome omogućuje smanjeno korištenje podatkovnog prometa kompresijom web stranica prenesenih Internet mrežom. Opera Mini je vlastiti poslužitelj te ima mogućnost kompresija slika i video zapisa, [5].

Google Chrome ima opciju smanjenja generiranja podataka. Sa smanjenjem generiranja podataka možemo brže učitati web stranice koristeći sporije veze jer im smanjujemo količinu podataka. Kada primjenjujemo smanjenje generiranja podataka, većina web pretraga prolazi kroz Googleove poslužitelje prije preuzimanja sadržaja na uređaj. Time se preuzima manje podataka jer Google poslužitelju će „stisnuti“ podatke prilikom preuzimanja. Smanjenje generiranja podataka uključujemo tako što na postavkama Google Chromea odaberemo smanjenje generiranja podataka i uključimo je, [12]. Slika 2. prikazuje smanjenje generiranja podataka korištenjem Google Chromea.

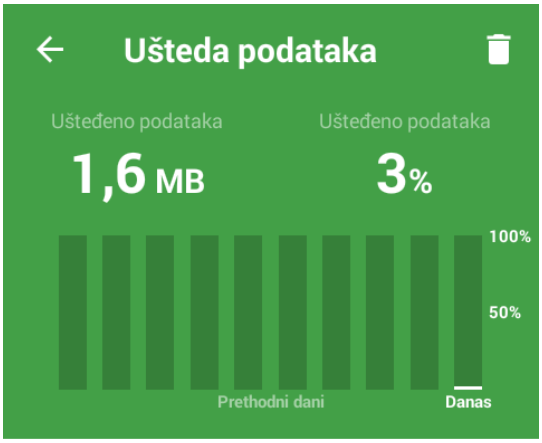


Slika 2. Smanjenje generiranja podataka korištenjem Google Chromea, Izvor: [Autor]

Na slici 2 prikazano je smanjenje generiranja podataka koju je autor ostvario pregledavanjem video sadržaja na YouTubu koristeći Google Chrome-a. Izvorna veličina ostvarenog podatkovnog prometa koji je ostvaren pregledavanjem video sadržaja u trajanju od 15 minuta iznosi 88,09 MB, a nakon komprimiranja ta veličina se smanjila na 87,97 MB, odnosno ostvareno je smanjenje generiranja podatkovnog prometa u iznosu manjem od 1%. Slika je preuzeta s aplikacije Google Chrome u obliku screenshota od strane autora.

Opera Mini smanjuje sadržaj podataka koji uređaj prima na dio njegove izvorne veličine. Omogućava nam učitavanje video sadržaja, fotografija i tekstualnih zapisa, ali uz manje generiranog podatkovnog prometa. S ovim smanjenjem generiranja možemo dulje pregledavati sadržaje na našim mobilnim uređajima, bez vođenja brige o tome hoćemo li dostići postavljeno ograničenje podatkovnog prometa. Ovaj preglednim ima i turbo način rada. Turbo način rada se najčešće primjenjuje kako bismo ubrzali spore veze i brže učitavali

stranice kada se previše ljudi pokušava povezati na Wi-Fi mrežu, [12]. Slika 3. prikazuje smanjenje generiranja podataka korištenjem Opera Mini Web preglednika.



Slika 3. Smanjene generiranja podataka korištenjem Opera Mini preglednika, Izvor: [Autor]

Na slici 3 prikazano je smanjenje generiranja podataka koju je autor ostvario pregledavanjem istog video sadržaja na YouTubu, samo što je sada umjesto Google Chrome korišten Opera Mini Web preglednika. Sa slike je vidljivo da je ostvareno smanjenje generiranja podataka u iznosu od 1,6%, odnosno 3%. Slika je preuzeta s aplikacije Opera Mini u obliku screenshota od strane autora.

2.2 Informacijsko-komunikacijska mreža

Kod informacijsko-komunikacijske mreže ističu se 3 faktora koja utječu na količinu ostvarenog podatkovnog prometa kod mreže. Ti faktori su: komunikacijska tehnologija, ažuriranje sustava i aplikacija te bežične mrežne tehnologije.

2.2.1 Komunikacijska tehnologija pojedine generacije mobilne mreže

Količina ostvarenog podatkovnog prometa ovisi o komunikacijskoj tehnologiji koju uređaj primjenjuje. Svaka mobilna mreža primjenjuje drugačiju komunikacijsku tehnologiju. Mreže koje imaju mogućnost većeg prijenosa podataka i napredniji terminalni uređaji omogućavaju rast podatkovno intenzivnih aplikacija. Korisnici LTE skloni su prenijeti gotovo dvostruko veću količinu podataka u odnosu na korisnike ostalih generacija mobilnih mreža, [4].

1G mreža primjenjuje tehnologiju analogne stanične mreže. Glavna odlika 1G mreža je u tome što ima sposobnost prijenosa poziva s jedne stanice na drugu stanicu kada je korisnik putovao između stanica za vrijeme razgovora. 1G mreža primjenjuje analogne radio signale, [13].

1G mreže koriste višestruki pristup frekvencijske podjele (*Frequency Division Multiple Access* - FDMA). FDMA je podjela frekvencijskog pojasa namijenjena bežičnoj mobilnoj komunikaciji s trideset kanala, od kojih svaki može prenositi glasovni razgovor ili digitalne podatke. FDMA je osnovna tehnologija u analognom prijenosu. S FDMA-om svaki kanal može biti dodijeljen samo jednom korisniku, [14].

2G mreža razlikuje se od 1G mreže u tome što primjenjuje digitalni prijenos podataka za razliku od analognog prijenosa. Kod 2G mreža dolazi do mogućnosti slanja kratkih tekstualnih poruka (*Short Message Service* - SMS). Primjenom digitalnog kodiranja poboljšava se jasnoća zvuka i smanjuje se šum. Digitalni signali smatraju se prihvatljivima za okoliš, te zbog digitalne enkripcije omogućavaju tajnost i sigurnost podataka i glasovnih poziva, [13].

2G mreže koristi višestruki pristup vremenske podjele (*Time Division Multiple Access* - TDMA). TDMA je tehnologija koja se koristi u digitalnoj mobilnoj komunikaciji koja dijeli svaki kanal u tri vremenska sloja kako bi se povećala količina podataka koja se može prenositi, [15].

3G mreža razvijena je zbog sve veće potražnje zbog podatkovnih usluga. Glavna tehnološka razlika između 2G i 3G tehnologije je u prebacivanja paketa, [9] 3G mreža primjenjuje višestruki pristup kodnom podjelom (*Code Division Multiple Access* - CDMA), odnosno tehniku širenja frekvencijskog spektra pomoću kojeg se širi elektromagnetska energija kako bi se omogućio signal šireg frekvencijskog pojasa. Korisnici su razlikovani po kodu koji im je dodijeljen od sustava i stoga isti frekvencijski nositelj može biti upotrijebljen u svim ćelijama. Korištenjem CDMA tehnologije podaci i glasovni paketi se odvajaju pomoću kodova i zatim se prenose pomoću širokog frekvencijskog raspona. CDMA tehnologija postala je aktivna i za korištenje mobilnog podatkovnog prometa velike brzine, [16]. 3.5G koristi HSPA (*High Speed Packet Access*) kojima ostvaruje brzine prijenosa od 1 do 3 Mbit/s, [17].

4G mreža razvijena s povećanjem brzine prijenosa podataka do deset puta u odnosu na 3G tehnologiju. 4G mreža je u osnovi proširena 3G tehnologija s većom širinom frekvencijskog pojasa. 4G tehnologija nudi visoku kvalitetu audio i video streaminga, [9]. 4G mreže primjenjuju frekvencijski multipleks ortogonalnih podnosilaca (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing* - OFDM). OFDM je oblik modulacije signala koji dijeli visoki modulacijski tok visoke brzine prijenosa koji ih stavlja na mnogo sporije modulirane uskopojasne podnosioce, i tako je manje osjetljiv na frekvencijsko opadanje. OFDM se primjenjuje za najnovije bežične i telekomunikacijske standarde. Iako je OFDM složeniji od prijašnjih oblika signala, on pruža neke različite prednosti u pogledu prijenosa podataka, osobito kada su potrebne velike brzine prijenosa podataka uz relativno široke frekvencijske pojase, [18].

Tablica 1. Brzine prijenosa podataka po generacijama mobilnih mreža

Generacija mobilne mreže	Brzina prijenosa
2G	9,6/14,4 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: [19]

Svaka generacija mobilne mreže razlikuje se brzinom prijenosa podatka. Brzine prijenosa svake generacije mobilne mreže prikazane su tablicom. Brzine prijenosa kod kojih u zagradi stoji vrijednost max, označavaju najveću teoretsku brzinu prijenosa, a brzine koje se nalaze nakon vrijednosti max, označavaju realne postignute brzine prijenosa.

2.2.2 Ažuriranje sustava i aplikacija

Veliki broj korisnika terminalnih uređaja većinom nije ni svjesno mrežno, aplikacijski ili uređajem generiranog podatkovnog prometa. Promet koji se inicira na jedan od tih navedenih načina nije pod kontrolom korisnika. Generiranje podatkovnog prometa nije uvijek inicirano pregledom web sadržaja, preuzimanjem aplikacija ili video sadržaja koji nastaju od strane korisnika terminalnog uređaja, nego je inicirano i od strane operatora mobilne mreže koju korisnik primjenjuje, [3].

Automatsko ažuriranje softvera, pozadinskih aplikacija, web preglednika, društvenih mreža, aplikacija za prijenos video sadržaja i glazbe generiraju podatkovni promet. Nakon izrade aplikacije, ažuriranje se javlja u roku od četiri do šest mjeseci, većinom je manji vremenski period pa se tako za neke od popularnijih aplikacija ažuriranja javljaju jednom do četiri puta mjesečno. Kada je god dostupno ažuriranje na nekom uređaju, sigurnosni sustav na uređaju na prvo prikazuje količinu podataka koju je potrebno preuzeti i traži potvrdu korisnika prije početka ažuriranja. Važnost ažuriranja sustava i aplikacija je u tome što se ažuriranjem povećavaju sigurnost, stabilnost, značajke i izvedba.

Sigurnost se povećava tako što nove verzije često popravljaju sigurnosne propuste u starijim verzijama softvera. Tako na primjer, ako imate stariju verziju programa Internet Explorer i niste instalirali najnovija ažuriranja za Windows Update, vaša inačica programa Internet Explorer možda neće biti sigurna. Ako posjetite zlonamjernu web-lokaciju, ta web-lokacija može ugroziti vaš sustav i instalirati zlonamjerni softver. Stabilnost se povećava tako što nove verzije softvera popravljaju nedostatke koji se ne odnose na sigurnost. Na primjer, nova inačica mogla bi riješiti rušenja koja vam se mogu pojaviti. Značajke se povećavaju tako što nove verzije softvera dodaju nove značajke koje možete iskoristiti. Na primjer, ažuriranje preglednika Mozilla Firefox omogućuje nove značajke preglednika. Izvedba se povećava tako što nove verzije softvera mogu povećati performanse softvera - na primjer, ako još uvijek koristite Internet Explorer 6, vidjet ćete veliku povećanu brzinu pregledavanja web-mjesta ako ažurirate na Internet Explorer 9, [20].

Kada se ažuriraju aplikacije poput Facebook-a, tada se upotrebljava više podataka. Samim otvaranjem aplikacije i ažuriranjem novosti dobiti će se oko 200 kB (*Kilobyte*) podataka. Ažuriranje aplikacije Facebook generira 60 MB mjesečno, [21].

2.2.3 Komplementarne pristupne mreže

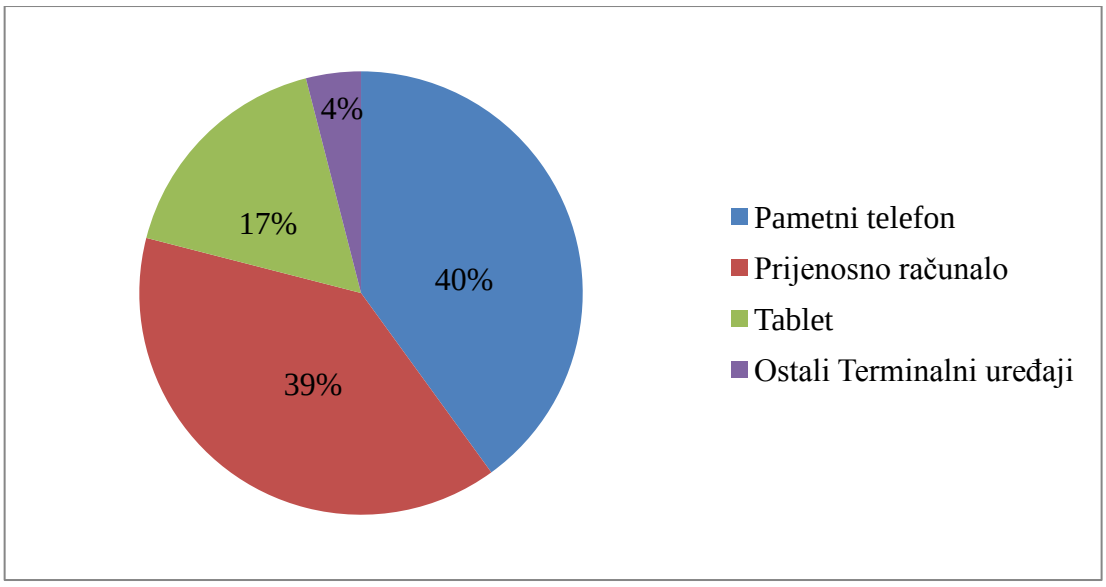
Wi-Fi (*Wireless-Fidelity*) je najpoznatiji pripadnik komplementarnih mreža. Wi-Fi je popularna mrežna tehnologija koja koristi radio valove za pružanje bežičnih internetskih veze velike brzine. Wi-Fi je zaštitni znak koji se postavlja na certificirane proizvode za bežičnu lokalnu računalnu mrežu, zasnovane na specifikacija Instituta inženjera elektrotehnike i elektronike (*Institute of Electrical and Electronics Engineers* - IEEE) 802.11. Wi-Fi mreže nemaju fizičku žičanu vezu između pošiljatelja i prijemnika. Konekcija se ostvaruje

uporabom radio frekvencijske tehnologije čiji se valovi prenose na frekvencijama između 2,5 i 5 GHz. Kada se radio frekvencija isporuči, tada se stvara elektromagnetsko polje koje se može širiti kroz prostor, [22].

Svaka bežična mreža ima svoju pristupnu točku. Cilj svake pristupne točke je da emitira bežične signale na koje se računala, tableti i ostala računala mogu povezati. Kako bi povezivanje s pristupnom točkom bilo moguće, svaki uređaj mora imati adapter bežične mreže. Svakodnevnim rastom i razvojem tehnologije sve većem broju uređaja omogućuje se pristup bežičnim mrežama. Tako su pametni telefoni trenutno vodeći po broju ostvarenih konekcija na bežične mreže, te iznose 40%, slijede ih prijenosa računala s 39%, te tablet uređaji sa 17%, dok preostalih 4% otpada na pametne satove i slične uređaje, [23].

Wi-Fi je najpopularniji bežični pristup za korisnike terminalnih uređaja. Wi-Fi je brži, jeftiniji i široko dostupan, za razliku od ostalih mobilnih podatkovnih tehnologija. Također upotrebom Wi-Fi mreže u odnosu na mobilni podatkovni promet produžuje se životni vijek baterije, odnosno njeno trajanje. Pametni telefoni pretekli su prijenosna računala kao najveći korisnici Wi-Fi mreža. Potreba za bežičnim podacima raste jednako brzo, ako ne i brže od sposobnosti mrežne infrastrukture. Vlasnici žele da njihovi terminalni uređaji budu cijelo vrijeme povezani na bežičnu mrežu. Korištenjem Wi-Fi mreže korisnici ne troše vlastiti podatkovni promet, i upravo iz tog razloga teže pristupu bežičnoj mreži. Korisnici Wi-Fi mrežu upotrebljavaju za radnje kojima se generira velika količina podatkovnog prometa, kao što su ažuriranja aplikacija te pregledavanje videozapisa na YouTubeu, [23]. Grafikon 1. prikazuje upotrebu Wi-Fi mrežu po terminalnim uređajima.

Grafikon 1. Upotreba Wi-Fi mreže po terminalni uređajima, Izvor: [23]



Upotreba Wi-Fi mreža preporučuje se u slučajevima kada je Wi-Fi mreža sigurna, prilikom pregledavanja videozapisa, tijekom putovanja u inozemstvu, u slučaju da nam je potrebna brža veza, te kada imamo ograničeni mobilni podatkovni promet i možemo prekoračiti njegov mjesečni iznos, [24].

Na količinu podatkovnog prometa koji se generira upotrebom Wi-Fi mreže utječu mnogi faktori. Što smo dalje od usmjerivača (eng. *Router*) to će signal biti slabiji, a što je signal slabiji to je i brzina prijenosa niža. Kao dokaz tome mogu nam poslužiti rezultati istraživanja koja su provođena na 802.11ac standardu. Rezultati pokazuju da na udaljenosti od dva metra brzina prijenosa iznosi 547 Mbit/s, dok na udaljenosti od osam metara iznosi 456 Mbit/s. Zatim što je više bežičnih mreža oko nas, to će biti lošija izvedba Wi-Fi mreže. Za potvrdu nam mogu poslužiti podaci koji su provođeni na prigradskom području gdje je locirano 25 Wi-Fi mreža, dok je na gradskom području, točnije u poslovnom uredu locirano 150. Rezultati istraživanja koji su provođeni na 802.11ac standardu pokazuju da je na području poslovnog ureda na udaljenosti od 2 metra brzina prijenosa iznosila 489 Mbit/s, što je za 11% manje nego što je na prigradskom području, dok je na udaljenosti od osam metara brzina iznosila 305 Mbit/s, što je za 33% manje u odnosu na prigradsko područje. Još jedan faktor koji utječe na brzina prijenosa podataka je mikrovalna pećnica. Ovaj podataka vjerojatno zvuči iznenađujuće, ali razlog tome je frekvencijsko područje rada zbog kojeg dolazi do interferencije. Mikrovalna pećnica kao i većina Wi-FI mreža radu u frekvencijskom pojasu od 2.4 GHz. Interferencija može smanjiti brzine prijenosa podataka sve do razine od 3 Mbit/s, [25].

Tablica 2. Pregled značajki 802. 11 standardi

802	Pregled	Osnovni fizički i logički mrežni pojmovi
802.11	Wi-Fi	Bežični LAN MAC (eng. *Media Access Control*) i fizički sloj specifikacija. 802.11a, b, g itd. su izmjene i dopune izvornog 802.11 standarda. Proizvodi koji provode 802.11 standard moraju proći testove i nazivaju se „Wi-Fi certifikat“.
802.11a	Wi-Fi	Koristi ortogonalnu frekvenciju multipleksiranja (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM), poboljšana je brzina do 54 Mbit/s.
802.11b	Wi-Fi	Poboljšanje standarda 802.11 koji je dodao veće brzine prijenosa, povećana brzina na 11 Mbit/s.
802.11d	Wi-Fi	Poboljšanje standarda 802.11a i 802.11b koji omogućuje globalni roaming.
802.11e	Wi-Fi	Poboljšanje standarda 802.11 što uključuje i kvalitetu usluge (Quality of Service, QoS), olakšava glasovni i video prijenos.
802.11g	Wi-Fi	Proširuje maksimalnu brzinu prijenosa podataka WLAN (Wireless Local Area Network), uređaju koji dopušta interoperabilnost 802.11 uređajima. Primjenjuje OFDM modulaciju i radi do 54 Mbit/s.
802.11h	Wi-Fi	Poboljšanje standarda 802.11a koji rješava probleme s interferencijom. Dinamički odabir frekvencije (Dynamic Frequency Selection) i kontrola prijenosa snage (Transmit Power Control).
802.11i	Wi-Fi	Poboljšanje standarda 802.11 koji nudi dodatnu sigurnost za WLAN aplikacije. Definira više robusnu enkripciju, provjeru autentičnosti i ključ razmjene
802.11j	Wi-Fi	Japanski regulatorni dodaci 802.11a specifikaciji i frekvencijski raspon od 4,9 GHz do 5 GHz.
802.11k	Wi-Fi	Mjerenje radio resursa za mreže korištenjem 802.11 specifikacije.
802.11m	Wi-Fi	Održavanje 802.11 specifikacije, te korekcije i dopune postojeće dokumentacije.
802.11n	Wi-Fi	Standardi veće brzine. Omogućuje višestruke ulaze, višestruke izlaze (Multiple Input, Multiple Output, MIMO).

Izvor: [26]

Tablica 2 prikazuje popis svih 802.11 standarda. Za svaki standard napisan je njegov pregled, odnosno kojoj vrsti mreže pripada, te osnovni fizički i mrežni pojmovi za svaki pojedini standard.

Tablica 3. Brzine prijenosa i frekvencije Wi-Fi standarda

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: [27]

Tablica 3 prikazuje maksimalne brzine prijenosa i frekvencije koje koristi pojedini 802.11 standard. Tako je iz tablice vidljivo da 802.11ac standard ima najveću maksimalnu brzinu prijenosa od 800 Mbit/s. Također je iz tablice vidljivo da standardi većinom koriste frekvencije od 2,4 i 5 GHz.

3. Generiranje podatkovnog prometa terminalnih uređaja

Podatkovni promet nastaje prijenosom podatkovnog oblika informacija između izvorišnog i odredišnog podatkovnog terminalnog uređaja uporabom dijela kapaciteta zajedničkih resursa javne telekomunikacijske mreže, [4].

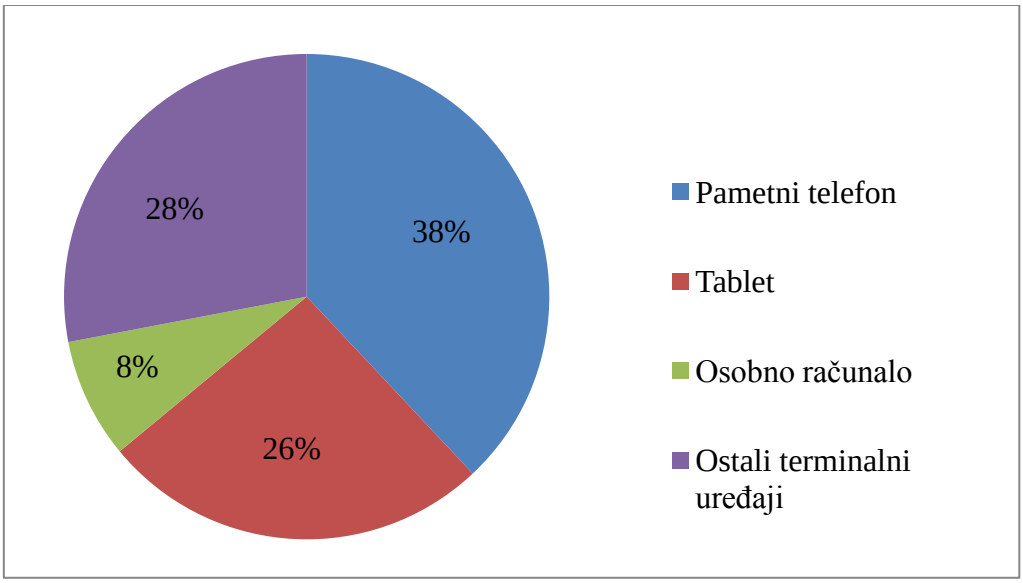
Korisnici terminalnih uređaja nisu svjesni koliku količinu podatkovnog prometa njihovi uređaji generiraju. Pa tako kada na aplikaciji Facebook deset puta osvježimo naslovnu stranicu generira se podatkovni promet u iznosu od oko 2 MB. Ta količina podatkovnog prometa ovisi o broju objava na naslovnoj stranici. Aplikacija Google karte priključene su na ogroman sustav informacija o tvrtkama, cestama i ponudama. Ako otvorimo aplikaciju i potražimo neku lokaciju, aplikacija će po pretraženoj lokaciji generirati oko 150-200 kB. Ako aplikaciju Google karte koristimo više pita dnevno, time bi razina podatkovnog prometa na mjesečnoj razini iznosila oko 60 MB. Google nam pruža usluge prijenosa glasa, odnosno usluge glasovnog pretraživanja. Google prenosi uzorke glasa do svojih krajnjih poslužitelja na transkripciju, a nakon transkripcije šalju na natrag tekst. Pri obavljanju glasovnog pretraživanja i prosječnom duljinom riječi Google smanjuje zvuk tako da za cijelu operaciju pretraživanja generirao oko 20 kB, isključujući učitavanje stranice s rezultatima. Potrebno je više od 50 glasovnih pretraživanja dnevno da bi se generiralo oko 1 MB podatkovnog prometa. Google nam također pruža i usluge prijenosa fotografija na Google+ pomoću aplikacije Google+. Google smanjuje slike do najviše 2048 piksela, tako da svi telefoni imaju slične razine korištenja podatkovnog prometa. Većina fotografija koje su prenesene pomoću Google+ prosječno generiraju oko 180 kB podatkovnog prometa. Na temelju toga, ako svakog dana prenesemo 10 fotografija, to će biti nešto više od 50 MB podatkovnog prometa prometa. Google Glazba generira veliku količinu podatkovnog prometa. Google Glazba prenosi datoteku izvorne veličine s poslužitelja, uz samo blagu kompresiju, tako da će samo prijenos iznositi oko nekoliko megabajta. Google Glazba također sprema nekoliko pjesama da u slučaju preskakanja pjesama nema kašnjenja. Rezultat svega je oko 10-12 MB u prvih nekoliko minuta korištenja. Pandora je jedna od najpopularnijih aplikacija za emitiranje glazbe, te je upravo zbog toga uspoređena s Google Glazbom. Budući da Pandora ne povlači glazbu iz vlastite biblioteke, nema mogućnost da učitava pjesme unaprijed. Pandora otprilike u minuti generira 1 MB podatkovnog prometa. Na temelju toga, ako svakog dana emitirano glazbu upotrebom Pandore tada bi na mjesečno razini generirali oko 1.8 GB podatkovnog prometa, [21].

Jedna zanimljivost koju velika većina korisnika ne zna, je ta da sat na terminalnom uređaju generira podatkovni promet. Razlog tome je što uređaj točne podatke o vremenu traži na Internetu. Istraživanja pokazuju da u doba eksponencijalnog rasta korištenja pametnih telefona većina korisnika ima na svom uređaju instalirano 60 do 80 različitih aplikacija, dok ih se na mjesečnoj razini koristi oko 30. Najkorištenije aplikacije su one najpopularnije poput WhatsApp, Messenger, Instagram; Facebook, YouTube. Provedena je usporedba između Samsung A5 i Samsung S8 uređaja. Uspoređivao se koliko se podatkovnog prometa generiralo pregledavanjem pjesme „Despacito“ na YouTubu. Samsung A5 generirao je 20 MB, dok je Samsung S8 generirao čak 130 MB. Razlika između generiranog podatkovnog

prometa tih dvaju uređaja je velika. Tako samo potvrđuje da različiti uređaji mogu imati velike razlike između generiranog podatkovnog prometa. Isključivanjem autoplay Facebook video sadržaja može se ostvariti veliko smanjenje generiranja podatkovnog prometa. Istraživanja koja su koristile Facebook aplikaciju s uključenim autoplay-em u su u vremenskom intervalu od 5 minuta generirali podatkovni prometa u iznosu od 37 MB. S obzirom posjećivanje društvenih mreža varira od korisnika do korisnika, ali ako uzmemo neko srednje vrijeme od sat vremena tada bi u roku manjem od četiri sata potrošili 2 GB podatkovnog prometa. Time se u svrhu smanjenja generiranja podatkovnog prometa korisnicima preporučuje da isključe autoplay Facebook video sadržaja, [28].

2016. godine zabilježeno je povećanje podatkovnog prometa u iznosu od 63% u odnosu na 2015. godinu. Dosegnuta razina podatkovnog prometa na mjesečnoj razini za 2016. godinu iznosi 7,2 EB (*Exabyte*), dok je za 2015. godinu iznosi 4,4 EB mjesečno. Mjerna jedinica od 1 EB iznosi milijardu GB (*Gigabyte*). Tijekom posljednjih pet godina podatkovni promet se povećao osamnaest puta. Mreže četvrte generacije ostvarile su najveću količinu podatkovnog prometa, odnosno četiri puta više podatkovnog prometa u odnosu na mreže treće generacije. 4G mreže su tijekom prošle godine ostvarile 69% ukupno podatkovnog prometa, što je velik broja s obzirom na to da su 4G mreže za prošlu godine iznosile samo 26% mobilnih veza. 3G mreže su u odnosu na 4G mreže za 2016. godinu ostvarile 24% podatkovnog prometa na 33% mobilnih veze. 60% ukupnog mobilnog podatkovnog prometa ostvareno je putem Wi-Fi mreža. 2016. godine dodano je 429 milijuna novih mobilnih uređaja i veza, a najveći dio tih uređaja predstavljaju pametni telefoni i M2M (*Machine To Machine*) uređaji. Pametni telefoni na globalnoj razini predstavljaju 46% svih mobilnih uređaja i ostvarenih veze, te su korištenjem 3G i 4G mreže ostvarili 89% mobilnog podatkovnog prometa. 2016. godine zabilježeno je da prosječni pametni telefon generira trinaest puta više podatkovnog prometa u odnosu na klasični mobilni uređaj, ali pri tome treba napomenuti da su se brzine pokretne mreže u 2016. povećala tri puta u odnosu na 2015., odnosno zabilježena je brzina u iznosu od 6,8 Mbit/s u odnosu na 2 Mbit/s. Više od polovice, oko 60% podatkovnog prometa ostvari se pregledavanjem videozapisa. Razina ostvarenog podatkovnog prometa varira od uređaja do uređaja, ali se najviše podatkovnog prometa generira upotrebom pametnih telefona, pa je tako za 2016. godinu zabilježeno povećanje njihova korištenja u iznosu od 38%. Prosječna količina podatkovnog prometa po pametnom telefonu za prošlu godinu iznosila je 1,164 MB mjesečno, što je povećanje od oko 70% u odnosu na 2015. godinu. Svake godine bilježi se povećanje ostvarenih povezivanja terminalnim uređajima, pa je tako za prošlu godinu ostvareno povećanje povezivanje tablet uređaja u iznosu od 26%, a osobnih računala u iznosu od 8%, [29]. Grafikon 2. prikazuje povećanje korištenja terminalnih uređaja tijekom 2016. godine.

Grafikon 2. Povećanje korištenja terminalnih uređaja za 2016. Godinu, Izvor: [29]



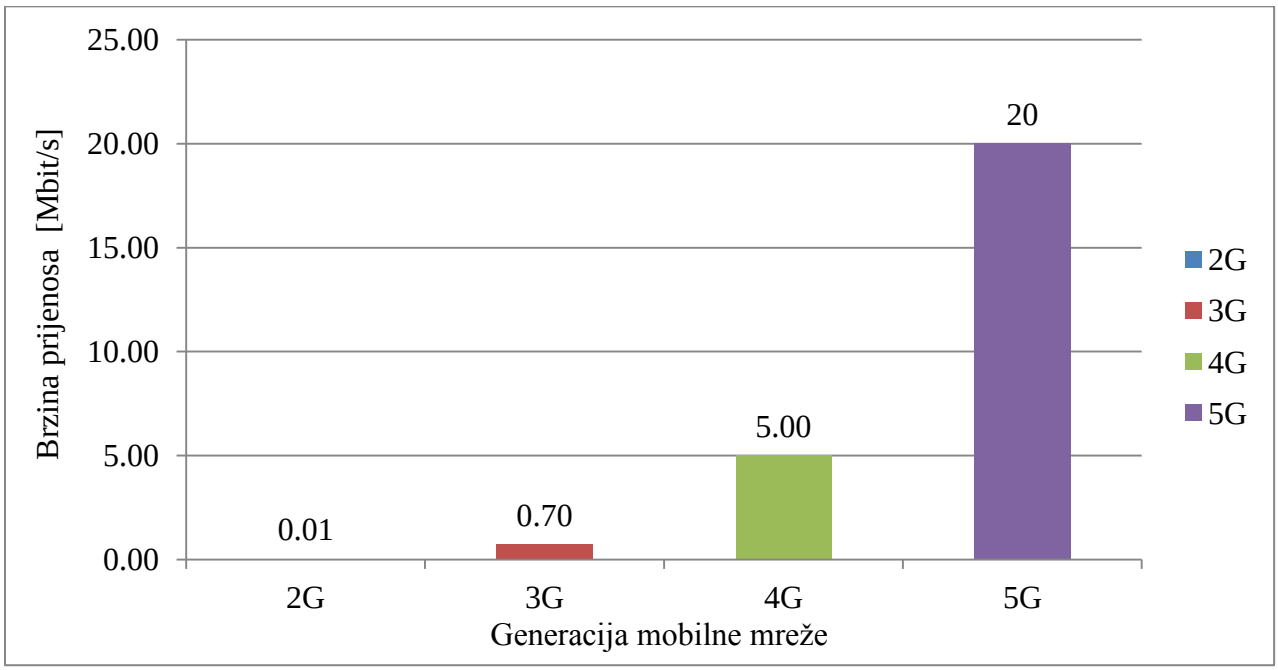
Iz grafikona 2 jasno je vidljivo da su najveće povećanje povećanje korištenja zabilježili pametni telefoni, dok su odmah iza njih tablet uređaji. Ostalih 28% korištenih terminalnih uređaja čine fableti, pametni satovi, pametni prsteni i slični uređaji koji se probijaju na tržište.

3.1 Predviđanje rasta podatkovnog prometa do 2021. godine

Do 2021. godine predviđa se još ekstremniji rast podatkovnog prometa. Mobilni podatkovni promet dostići će iznos od 49 EB mjesečno, dok će na godišnjoj razini premašiti iznos od 0,5 ZB (*Zettabyte*). Radi jasnije interpretacije veličine zettabyte, bitno je napomenuti da jedan zettabyte iznosi bilijun GB. Nastavit će se razvoj tehnologije, te se upravo zbog daljnjeg rasta tehnologije predviđa se da će svaki stanovnik imati prosječno 1,5 mobilnim uređaj, što je brojka od 11,6 milijardi mobilnih uređaja na svjetskoj razini. Također će se bilježiti razvoj M2M uređaja koji će premašiti svjetsku populaciju. Do 2021. godine predviđa se razvoj i korištenje 5G mreže. Pretpostavlja se da će 5G mreže imati teoretsku brzinu prijenos od 10 Gbit/s, dok će stvarne brzine prijenosa biti veće od 20 Mbit/s. Ukupan broj pametnih telefona iznosit će više od 50% svih globalnih uređaja, te će premašiti 86% ukupnog podatkovnog prometa. 4G mreža predstavljat će 53% svih konekcija, odnosno više od tri četvrtine ukupnog mobilnog prometa. Predviđanja ističu i da će više od tri četvrtine, odnosno 78% mobilnog podatkovnog prometa biti ostvareno video sadržajima. Do 2021. godine globalni mobilni podatkovni promet povećat će se sedam puta. Mobilni podatkovni promet rasti će po složenoj godišnjoj stopi rasta (*Compound Annual Growth Rate* - CARG) od 47%, te će dosegnuti 49 EB na mjesečnoj razini. Više od tri četvrtine mobilnog podatkovnog prometa na svijetu činit će videozapisi. Mobilni videozapisima se predviđa povećanje od 9 puta, što će čini oko 78% ukupnog mobilnog podatkovnog prometa u predviđenom razdoblju. S rastom pametnih telefona, bilježit će se i rast tableta i računala, te se predviđa da će oni mjesečno generirati oko 8 GB prometa, što je dvostruko veći iznos u odnosu na 2016. godinu. Prosječni pametni telefon će generirati 6,8 GB prometa mjesečno, čime se bilježi povećanje od četiri puta u odnosu na 2016. godinu, a ukupni promet koji će generirati pametni telefoni

bit će sedam puta veći nego danas, [29]. Grafikon 3. prikazuje brzine prijenosa podataka pojedine generacije mobilne mreže.

Grafikon 3. Brzine prijenosa podataka pojedine generacije mobilne mreže, Izvor: [29]



Iz grafikona 3 možemo iščitati brzine prijenosa za svaku generaciju mreže. Na grafikonu su također vidljive i godine kada je koja generacije mreže puštena u rad. Za 5G se predviđa da će godina puštanja u rad biti 2021., te da će realna brzina prijenosa iznosi 20-ak Mbit/s. Također je vidljivo kako brzine prijenosa bilježe eksponencijalni rast.

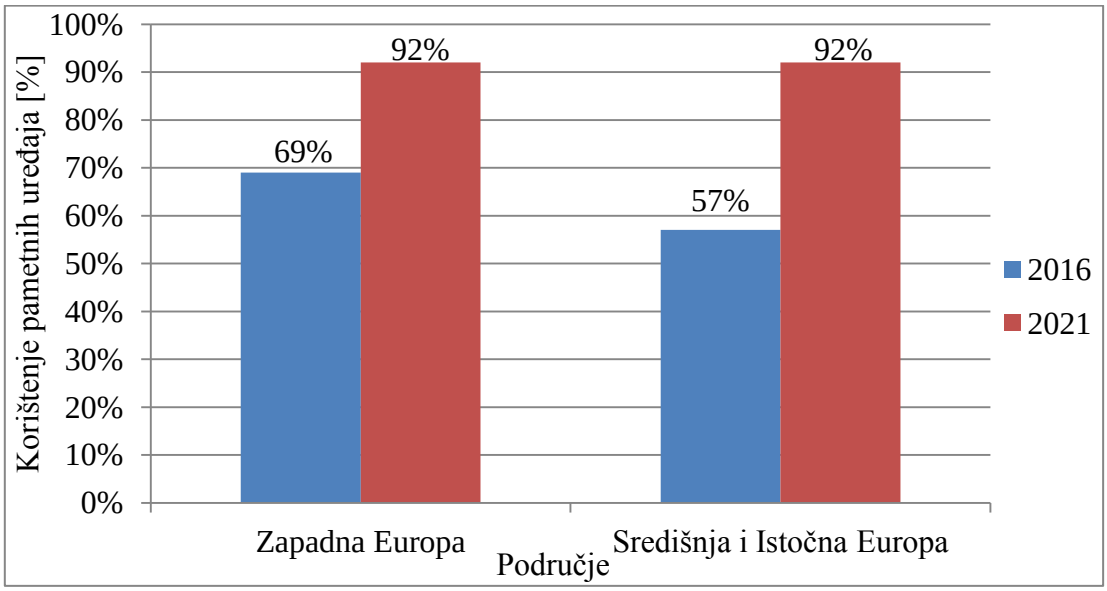
3.2 Generiranje podatkovnog prometa u Europi

Studije koje analiziraju i predviđaju podatkovni promet u Europi podijelili su Europu na dva dijela, pa tako dobivamo podatke za Zapadna Europu i za Središnju i Istočnu Europu. Zemlje Zapadne Europe smatraju se razvijenijima, pa se tako za njih predviđa da će do 2021. godine razina podatkovnog prometa doseći 37 EB mjesečno, dok će zemlje Srednje i Istočne Europe doseći 17 EB mjesečno. Svake godine bilježi se rast gledanja digitalne televizije, kao što su kabelska televizija, IPTV, satelitska televizija. Iako se bilježi rast korištenja digitalne televizije, ono ipak raste sporije u odnosu na rast mobilnog videosadržaja. Kao dokaz o razvijenosti Zapadne Europe može poslužiti i podatak da je 44% svjetskih Wi-Fi pristupnih točki smješteno u njoj, [30].

Iako je Zapadna Europa razvijenija u odnosu na Središnju i Istočnu Europu, rast mobilnog podatkovnog prometa između ta dva područja i nema tako velike razlike, pa na području Središnje Europe on iznosi 64%, a na području Središnje i Istočne Europe iznosi 52%. Iz tih podataka jasno je vidljivo koliko je to velik rast. Predviđanja pretpostavljaju da će se mjesečni rast podatkovnog prometa u Zapadnoj Europi povećavati 8,6%, dok se za Središnju i Istočnu Europu pretpostavlja da će on iznositi 10,7 %. Bitnu ulogu u povećanju podatkovnog prometa imaju i pametni telefoni, te ostali pametni uređaji. Prema trenutnim podacima u Zapadnoj Europi 69% stanovništva koristi pametne uređaje, dok na području

Središnje i Istočne Europe pametne uređaje koristi 57% stanovništva, [29]. Grafikon 4. nam prikazuje predviđeni postotak korištenja pametnih uređaja 2016. u odnosu na 2021. u Europi.

Grafikon 4. Predviđeni postotak korištenja pametnih uređaja 2016. u odnosu na 2021. u Europi, Izvor: [29]

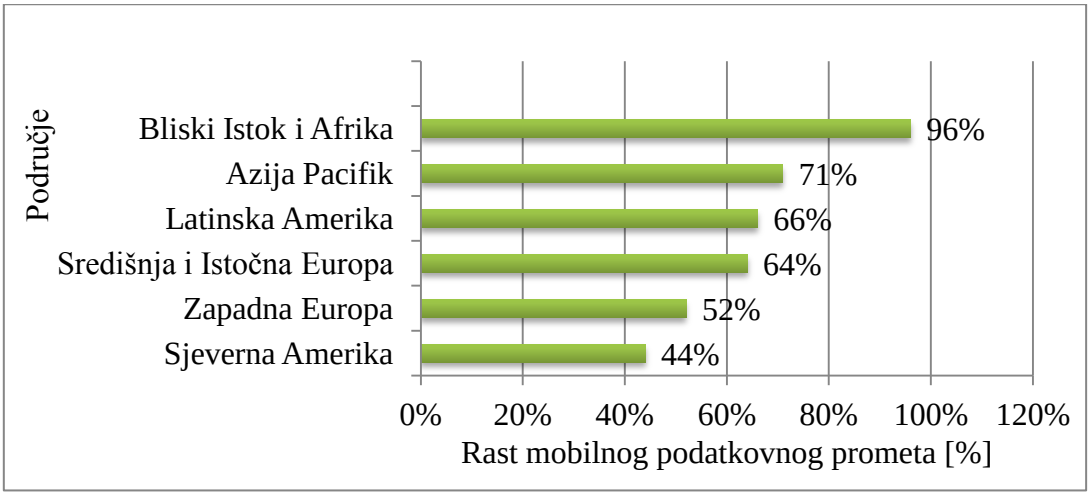


Iz grafikon 4 vidljivo je da se pametni uređaji trenutno više koriste na području Zapadne Europe. Trenutna predviđanja pretpostavljaju da će se daljnjim razvojem tehnologije ta broja 2021. izjednačiti na 92% stanovništva.

3.3 Generiranje podatkovnog prometa na globalnoj razini

Globalni mobilni podatkovni promet porastao je za oko 63 posto u 2016. godini. Stope rasta variraju diljem regije, a Bliski Istoku i Africi imaju najveću stopu rasta u iznosu od 96%. Drugu najveću stopu rasta bilježe Azija Pacifik sa 71%, zatim Latinska Amerika sa 66% i Srednja i Istočna Europa sa 64 posto. Zapadna Europa rasla je na procijenjenoj stopi od 52%, a Sjeverna Amerika premašila je Zapadnu Europu s rastom od 44%, [29]. Navedeni podaci su prikazani na Grafikonu 5.

Grafikon 5. Rast mobilnog podatkovnog prometa 2016., [29]



Najveće povećanje podatkovnog prometa doživjele su Indonezija, Kina i Indija i to u iznosu od 76%. 2016. godine Francuska, Koreja i Australija doživjele su najveće ubrzanje rasta mobilnog podatkovnog prometa, dok je većina drugih zemalja doživjela snažan, ali sa smanjenim rastom u odnosu na prethodne godine. Razvojem suvremenih tehnologija bilježi se rast korištenja M2M uređaja i korištenja digitalne TV. Rast korištenja digitalne TV najizraženiji je u regijama poput Sjeverne Amerike i Zapadne Europe. Usprkos velikom rast korištenja digitalne televizije, zabilježen je još veći rast online videozapisa. Najveće promjene što se tiče generiranja podatkovnog prometa bilježe se na području Azije, pa će tako kineski mobilni promet nadmašiti američki do kraja 2017. Kineski mobilni promet će do 2017. dosegnuti 1,9 EB mjesečno, a mobilni promet Sjedinjenih Američkih Država dostići će 1,6 EB na mjesečnoj razini, [29].

Tablica 4. Mjesečni podatkovni promet po regijama

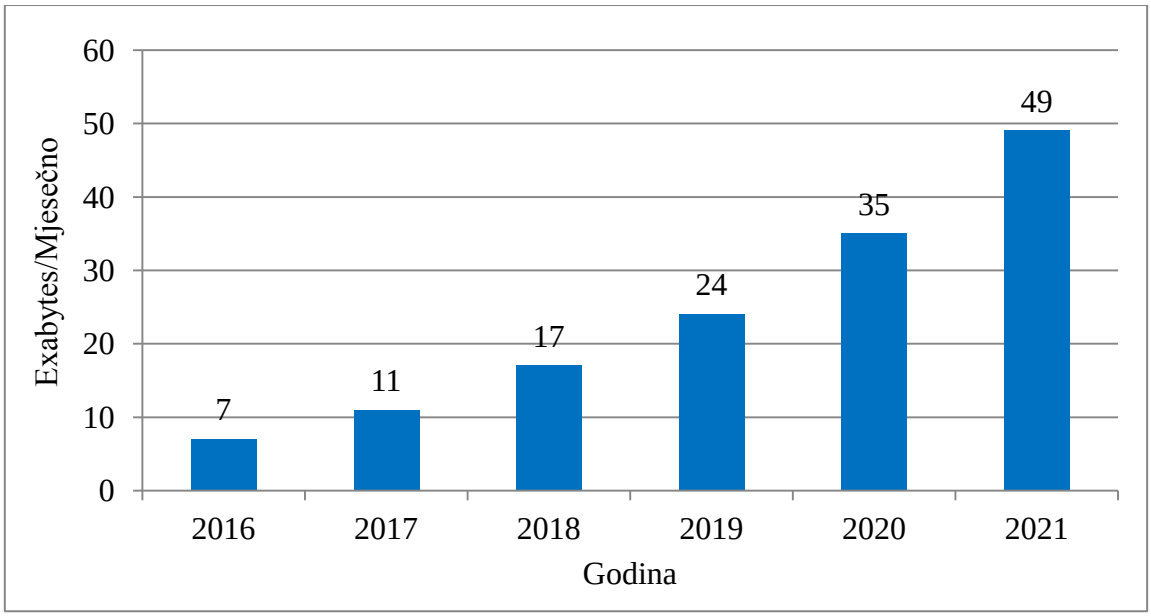
Mobilni podatkovni promet po regiji	2016. [EB/mjesečno]	2016-2022 [EB/mjesečno]
Azija Pacifik	3,7	8
Središnja i Istočna Europa, Bliski Istok i Afrika	1,4	11
Zapadna Europa	1,2	8
Sjeverna Amerika	1,8	5
Latinska Amerika	0,7	8

Izvor: [31]

Tablica 4 prikazuje mobilni podatkovni promet po regijama na mjesečnoj razini za 2016., te koliko će mobilni podatkovni promet na mjesečnoj razini iznositi u razdoblju do 2022. godine.

Mjesečni mobilni podatkovni promet za 2016. iznosi 7 EB. Razvojem tehnologije dolazi i to povećanja brzina prijenosa podataka te razvoje novih mreža. Kroz idućih pet godina najavljeno je povećanje mjesečno generiranog prometa u iznosu od sedam puta, što će dostići razinu od 49 EB mjesečno. Taj iznos će se postići zbog sve većeg broja korištenih terminalnih uređaja, te zbog uvođenja 5G mreže koje će imati brzinu prijenosa u iznosu od 20 Mbit/s., [29]. Grafikon 6. prikazuje razinu podatkovnog prometa generiranog u razdoblju od 2016. do 2021. godine na mjesečnoj razini.

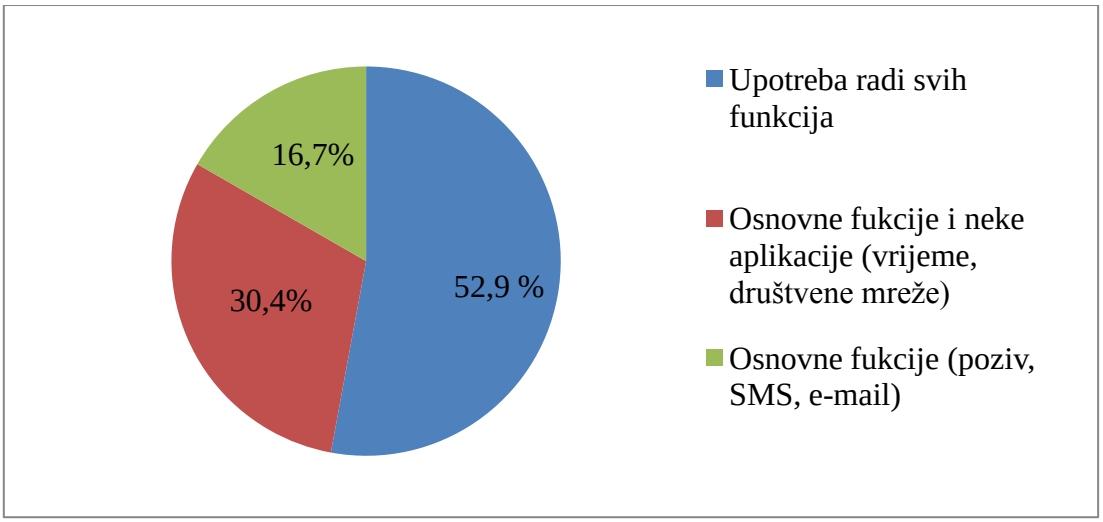
Grafikon 6. Razina generiranog podatkovnog prometa u razdoblju od 2016. do 2021., [29]



S Grafikona 6 vidljiv je generirani podatkovni promet na mjesečnoj razini za idućih 5 godina. Temeljem postojećih predviđanja i podataka prikazanih u grafikonu, možemo doći do zaključka da će se rast podatkovnog prometa odvijati eksponencijalno.

Najveći utjecaj na prethodno navedenu količinu o generiranom podatkovnom prometu imaju terminalni uređaji i njihovi korisnici. Korisnici najviše od svih terminalnih uređaja koriste pametne telefone. Suvremeni pametni telefoni pružaju različite usluge svojim korisnicima. Pametni telefoni se koriste radi društvenih mreža kao što su Facebook, Instagram, Twitter. Pametni telefoni pružaju usluge bilježenja fotografija visoke kvalitete, te veliki broj takvih slika svakodnevno se objavljuje a društvenim mrežama. Istraživanja pokazuju da 53,2% korisnika društvenim mreža svakodnevno objavi fotografiju ili status na društvenim mrežama, dok 26,6% ispitanika to radi povremeno. Naravno, 60% ispitanika je mlađe od 24 godine. Osim društvenih mreža, veliki broj korisnika pomoću svojih pametnih telefona pregledava videozapise i sluša glazbu putem YouTubea. 60% mlađih korisnika svoje pametne telefone koristi za svakodnevno igranje igrica kojima se također generira podatkovni promet. 78,6% korisnika svakodnevno pregledava Internet sadržaje, a taj broj će se kroz idućih 5 godina povećavati. Također pametni telefoni omogućuju svakodnevno instaliranje novih aplikacija, [32]. Grafikon 7. prikazuje razloge upotrebe pametnih telefona.

Grafikon 7. Razlozi upotrebe pametnih telefona, Izvor: [33]



Iz grafikona 7 vidljivo je da više od polovice korisnika svoje pametne telefone koristi zbog svih mogućnosti koje im uređaj nudi. 30,4% korisnika rabi svoje pametne telefone za osnovne funkcije kao što su pozivi, SMS poruke, te elektronička pošta, ali također upotrebljavaju i neke aplikacije kao što su društvene mreže ili vrijeme. Preostali dio korisnika svoje pametne telefone koristi samo radi osnovnih funkcija.

Tablica 5. Količina generiranog podatkovnog prometa na mjesečnoj razini po vrsti terminalnog uređaja

	Količina generiranog podatkovnog prometa na mjesečnoj razini u Terabyte-ima [TB]					
Vrsta terminalnog uređaja	**2016.**	**2017.**	**2018.**	**2019.**	**2020.**	**2021.**
Klasični mobilni uređaj	109 505	137 852	169 955	199 173	236 257	269 189
Pametni telefon	5 887 078	9 328 403	14 076 023	20 710 278	29 484 004	42 017 358
Tablet i računalo	1 085 059	1 514 749	2 040 640	2 681 672	3 457 800	4 439 720
M2M	157 998	284 415	505 292	861 025	1 409 949	2 224 543
Ostali prijenosni uređaji	910	599	391	328	432	659

Izvor: [29]

Iz Tablice 5 vidljivo je da će pametni telefoni generirati najviše podatkovnog prometa u odnosu na ostale terminalne uređaje. Također je vidljivo da se za sve uređaje predviđa rast podatkovnog prometa, osim za ostale prijenosne uređaje kojima se previđa pad korištenja.

Do 2021. Azija Pacifik će imati najveći postotak od 45% ostvarenih Wi-Fi konekcija. U ovaj postotak uključeni su javno dostupne Wi-Fi mreže te ostale dostupne priključne točke. Također je predviđeno da će većina regija biti prekrivena Wi-Fi pristupnim točkama. Do 2021. Kina će voditi u ukupnom broju domova koje će imati dostupne Wi-Fi priključne točke, a slijede Sjedinjene Države i Japan, [29].

4. Karakteristike korisnika u generiranju podatkovnog prometa

Ovo poglavlje odnosi se na karakteristike korisnika, odnosno na načine kako korisnici terminalnih uređaja direktno utječu na generiranje podatkovnog prometa. Korisnici mogu utjecati na generirani podatkovni promet ovisno o tome koji tarifni plan koriste. Također korisnici mogu utjecati i o tome koje usluge i aplikacije primjenjuje te o njihovoj svrsi korištenja.

4.1 Tarifni plan

Tarifni plan igra značajnu ulogu na utjecaj ostvarenog podatkovnog prometa. Količina ostvarenog podatkovnog prometa ovisi o tome koju tarifu primjenjujemo. Ograničeni tarifni planovi u vidu mobilnog podatkovnog prometa kao rezultat ističu manje generiranog mobilnog podatkovnog prometa na mjesečnoj razini, dok neograničeni mjesečni tarifni planovi ističu više generiranog mobilnog podatkovnog prometa na mjesečnoj razini, [5].

Korisnici teže korištenju tarifnih planova koji će im pružiti što veću količinu mobilnog podatkovnog prometa. Telekomunikacijski operatori na području RH nude razne tarife korisnicima. Pa tako razlikujemo i razne tarife koje nude različite veličine mobilnog podatkovnog prometa. Na području Hrvatske glavni telekomunikacijski operatori su Hrvatski Telekom i Vipnet. Oni omogućuju tarife na pretplatu i tarife na bonove svojim korisnicima.

4.1.1 Tarifni plan u pretplatničkom odnosu

Najpovoljnija i najbolja tarifa koju Hrvatski Telekom nudi svojim korisnicima iznosi 25 GB mobilnog podatkovnog prometa pa mjesečnoj naknadi od 169 kuna, uz ugovornu obvezu od 24 mjeseca. Tarifa se zove Najbolja mobile net. U ovoj tarifi uključena je 4G mreža s brzinom prijenosa od 262,5 Mbit/s, [34].

Vipnet nudi tarifu Bez Granica XXL+. Unutar te tarife uključeni su neograničeni pozivi prema drugim mrežama uključujući i pozive unutar Vip mreže, neograničene SMS poruke prema drugim mrežama, te 8 GB mobilnog podatkovnog prometa i to za 250 kuna mjesečno. Ugovornom obvezom u trajanju od 24 mjeseca dobiva se dodatnih 8 GB mobilnog podatkovnog prometa, [35].

4.1.2 Tarifni plan za prepaid korisnike

Prepaid tarifni planovi funkcioniraju tako da prije aktivacije tarife, na računu moramo imati uplaćena novčana sredstva. Uplate mogu biti različitog iznosa. U slučaju da iskoristimo sva novčana sredstva s računa, tada je u slučaju korištenja neke opcije potrebno uplatiti nova novčana sredstva na račun, [36].

Hrvatski Telekom svojim korisnicima bonova omogućuje korištenje Mjesečne zmajske opcije. Unutar opcije uključeno je 5000 minuta prema svim mreža, SMS poruka i mobilnog podatkovnog prometa. Korisnik sam odlučuje kako će iskoristiti navedeni iznos. Korisniku se tarifom nudi 4G mreža s brzinom mobilnog podatkovnog prometa od 75 Mbit/s. Tarifa je aktivna trideset dana, i u slučaju da korisnik svih 5000 jedinica potroši prije navedenom roka,

tada se naplata jedinica odvija po standardnim cijenama koje su unaprijed utvrđene, tako da se korisniku s računa skidaju novčana sredstva, [37].

Vipnet svojim korisnicima bonova omogućuje aktivaciju Zen tarife. Navedena tarifa korisnicima omogućuje 6000 MB mobilnog podatkovnog prometa. Korisniku se tarifom nudi 4G mreža s brzinom mobilnog podatkovnog prometa od 75 Mbit/s. Također se unutar tarife korisniku nudi 1000 kombiniranih poziva i SMS poruka. Tarifa je aktivna 30 dana, i u slučaju da korisnik potroši sve jedinice prije navedenom roka, tada se naplata jedinica odvija po standardnim cijenama koje su unaprijed utvrđene, tako da se korisniku s računa skidaju novčana sredstva, [38].

4.2 Uporaba usluga i aplikacija

Sve veća popularnost prijenosnih terminalnih uređaja dovela je do ubrzanog rasta i razvoja aplikacija koje stvaraju velike količine podatkovnog prometa. Velika količina podatkovnog prometa ostvaruje se pregledavanjem video sadržaja. Analize su pokazale da se korištenjem društvenih mreža generira tri do sedam puta više podatkovnog prometa u odnosu na aplikacije za razmjenu poruka ili zabavnih igara. Jedan od glavnih uzroka povećanja podatkovnog prometa na svjetskoj razini je porast usluga koje omogućuju razmjenu video sadržaja upotrebom mobilnih terminalnih uređaja. Video sadržajima ostvaruje se 45% do 55% ukupnog ostvarenog mobilnog podatkovnog prometa, [5]. Razmjena tekstualnih datoteka generira manju količinu podatkovnog prometa u odnosu na video sadržaje.

Video sadržaji se u današnje vrijeme većinom pregledavaju na YouTubu, ali i na društvenim mrežama. Video sadržaji koje korisnici pregledavaju na YouTubu postavljeni su na različite razine kvalitete, te samim time generiraju različite količine podatkovnog prometa. Ako u vremenskom periodu od sat vremena pregledavamo video sadržaj na YouTubu čija je kvaliteta postavljena na 240p generira 150 MB podatkovnog prometa. Oznaka p označuje progresivno skenirani videozapis. Video sadržaji kvalitete 360p, 480p, 720p te 1080 generiraju 250 MB, 400 MB, 800 do 900 MB, te 1,2 do 1,4 GB, [39].

4.3 Svrha korištenja

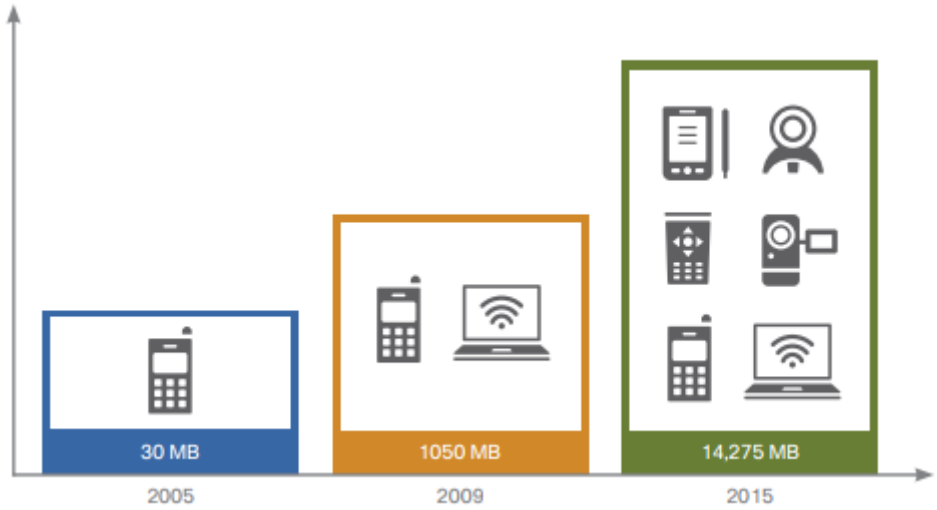
Generiranje podatkovnog prometa neravnomjerno je raspoređeno tijekom dana, no postoji još veća varijacija u distribuciji podatkovnog prometa ovisno o lokaciji korisnika. Generiranje podatkovnog prometa tijekom dana bilježi varijacije. Bilježenje podatkovnog prometa pojavljuje se u prosjeku od 5 sati, a kao razlog tome pripisuje se buđenje i spremanje osoba koji su u radnom odnosu. Prvi vrhunac rasta podatkovnog prometa bilježi se u popodnevnim satima, odnosno u vrijeme ručka. Maksimalna pojava podatkovnog prometa zabilježuje se oko 21 sat navečer, odnosno u vrijeme pred spavanje. Lokacijski kontekst ima značajan učinak na korištenje terminalnih uređaja. Kao glavni razlog zbog kojeg dolazi do varijacija lokacije je taj što korisnik uređaj može koristiti kod kuće, na poslu, na odmoru ili iz neke druge lokacije na kojoj se u tom trenu nalazi. Varijacije lokacije uzrokuje i prebivalište korisnika. Korisnik može živjeti u gradu ili u području koje se nalazi izvan grada. U slučaju da korisnik živi izvan područja grada, tada će imati slabiji domet signala te će samim time koristiti mreže nižih generacija kojim će ostvarivati manji podatkovni promet, [5].

Korisnici svoje terminalne uređaje koriste u razne svrhe. Korisnici svoje pametne telefone koriste za pozive, razmjenu poruka, fotografiranje, ali 90% posto vremena u kojem korisnici koriste svoje pametne telefone provedeno je na aplikacijama. Te aplikacije mogu biti interaktivne, obrazovne ili društvene. Pametni telefoni se također koriste i u poslovne svrhe, kao što su ugovaranje poslovnih sastanaka, razmjena elektroničke pošte, pohrana informacija, bilježenje rasporeda obaveza, [40].

4.4 Osobnost korisnika i uporaba višestrukih uređaja

Pojedini korisnici imaju potrebu korištenja višestrukih terminalnih uređaja tijekom dana. Pojava korištenja višestrukih terminalnih uređaja javlja se zbog poslovnih i zbog osobnih potreba. Kao poslovne svrhe nameću se potrebe u opisu radnog mjesta. Kao osobne svrhe bilježe se osobe koje primjenjuju više od jednog mobilnog terminalnog uređaja i korištenje osobnih računala ili tablet uređaja, [5].

Kroz proteklih nekoliko godina zabilježen je rast korištenja višestrukih terminalnih uređaja. Korisnici su razvili potrebu da dnevno koriste više terminalnih uređaja, što znači da upotrebom više terminalnih uređaja automatski dolazi do povećanja generiranog podatkovnog prometa, [41]. Slika 4. prikazuje rast podatkovnog prometa na mjesečnoj razini koji je zabilježen upotrebom višestrukih terminalnih uređaja u razdoblju od 2005. do 2015.

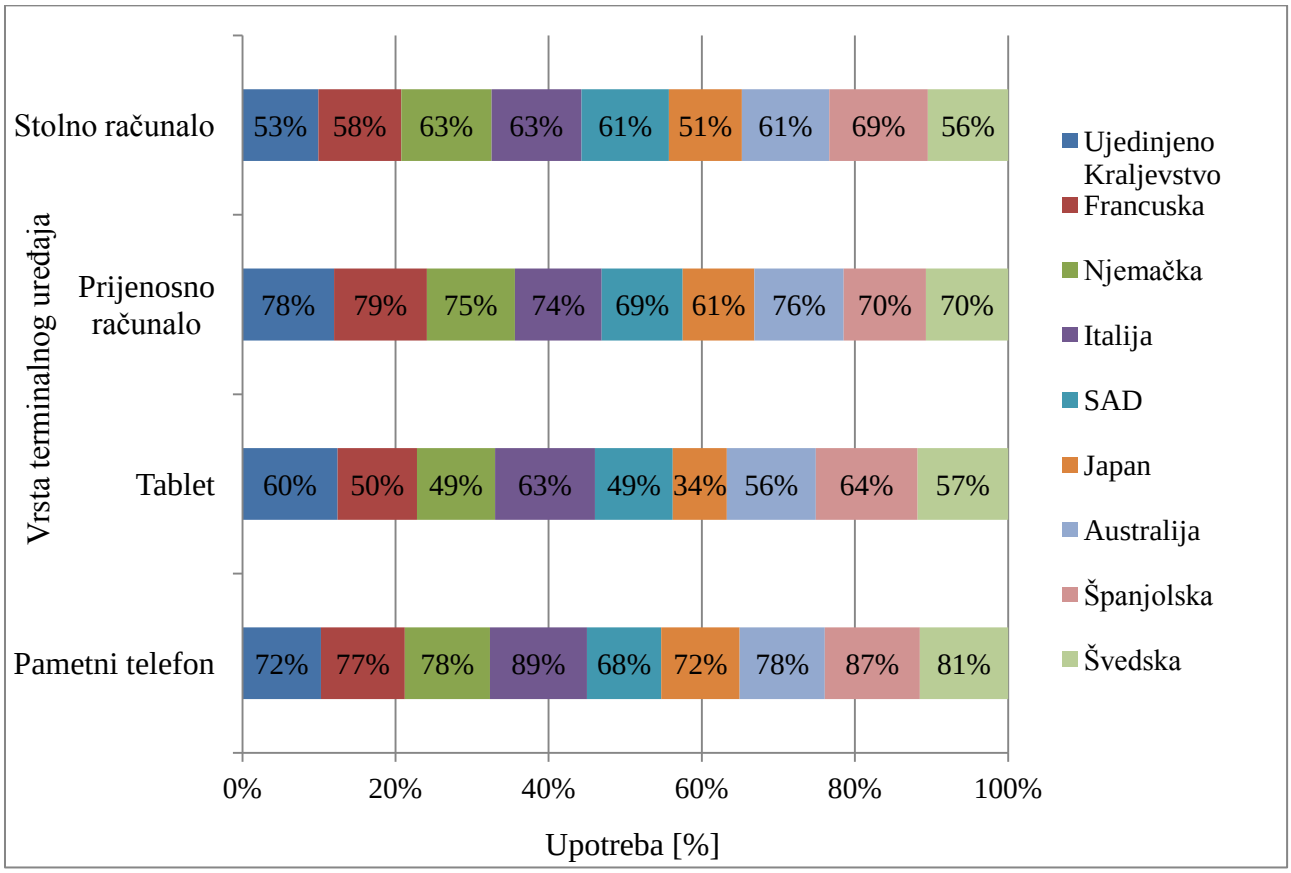


Slika 4. Rast podatkovnog prometa na mjesečnoj razini upotrebom višestrukih uređaja od 2005. do 2015., [41]

Sa slike 4 vidljivo je da su korisni 2005. prosječno koristili jedan terminalni uređaj, te su njim generirali oko 30 MB mjesečno. 2009. korisnici počinju koristiti dva terminala uređaja, te njime generiraju 1050 MB podatkovnog prometa mjesečno. 2015. korisnici počinju koristiti čak šest terminalnih uređaja. U razmaka od deset godina zabilježeno je povećanje korištenja uređaja u iznosi od šest puta. Također 2015. generirani podatkovni promet na mjesečnoj razini dostiže iznos od 14 275 MB mjesečno. Na temelju ovih podataka ističe se da je podatkovni promet od 2005. do 2015. zabilježio povećanje od čak 475 puta na mjesečnoj razini.

Korisnici većinom koriste dva do tri terminalna uređaja dnevno. Pametni telefon i računalo su najčešće korišteni terminalni uređaji, dok se iza njih nalazi tablet. U jutarnjim satima pretežno se koriste pametni telefoni, i to u vrijeme kada korisnici putuju na posao ili u školu. Korisnici ih većinom koriste za pregled društvenih mreža, razmjenu poruka, te pregledavanje novosti po različitim portalima. U popodnevnim satima od 10 do 17 korisnici pretežno koriste računala. Rad na računalu se podrazumijeva u njihovom opisu posla. U večernjim satima od 20 do ponoći korisnici koriste pametne telefone i tablet uređaje. Navedeni uređaji se koriste u interaktivne svrhe. Pa tako korisnici pregledavaju društvene mreže i video zapise. Primjena višestrukih terminalnih uređaja bilježi rast na globalnoj razini, [40]. Grafikon 8. prikazuje dostupnost i osobnu upotrebu terminalnih uređaja u svijetu za 2016. godinu.

Grafikon 8. Dostupnost i osobna upotreba terminalnih uređaja 2016., Izvor: [40]



Iz grafikona je moguće zaključiti da najveći rast korištenja u cijelom svijetu bilježe pametni telefoni. Također je vidljivo da sve veću primjenu u svijetu bilježe tablet uređaji. Najveći porast upotrebe pametnih telefona zabilježen je u Italiji, najveći porast upotrebe prijenosnih računala zabilježen u Francuskoj, dok je u Španjolskoj zabilježen najveći porast upotrebe tableta i stolnih računala.

5. Usporedba generiranog podatkovnog prometa terminalnih uređaja

Za usporedbu generiranog podatkovnog prometa autor je odabrao četiri terminalna uređaja na kojima će se vršiti mjerenja. Mjerenja će biti vršena na stolnom računalu, prijenosnom računalu, pametnom telefonu te na tablet uređaju. Na svakom uređaju biti će iznesene karakteristike koje utječu na generiranje podatkovnog prometa. Na stolnom uređaju mjerenje će se vršiti direktnim kabelskim pristupom Internetu, a videozapis će biti pregledavan na YouTubeu upotrebom Mozilla Firefox web preglednika. Na prijenosnom uređaju mjerenje će se vršiti Wi-Fi pristupom Internetu, a videozapis će također biti pregledavan na YouTubeu upotrebom Mozilla Firefox web preglednika. Za analizu generiranog podatkovnog prometa na stolnom i prijenosnom računalu koristiti će se aplikacija NetWorx. Na pametnom telefonu mjerenje će se vršiti Wi-Fi pristupom Internetu, te korištenjem mobilnog podatkovnog promet, a videozapis će biti pregledavan upotrebom YouTube aplikacije. Na tablet uređaju mjerenje će se vršiti Wi-Fi pristupom Internetu, a videozapis će se također pregledavati upotrebom YouTube aplikacije. Za analizu generiranog podatkovnog prometa na pametnom telefonu i tablet uređaju koristiti će se aplikacija My Data Manager. Autor koristi Wi-Fi vezu čija brzina iznosi 512 kbit/s, dok će stvarna brzina varirati i biti će niža od navedene. U svrhu mjerenja pregledavan je videozapis pod nazivom „*Francesco Totti ● Incredible vision and touch ● 1992-2014*“ na svim terminalnim uređajima upotrebom YouTubea. Videozapis ima vrijeme trajanja u iznosi od 15 minuta, a veličina videozapisa iznosi 13,7 MB. Videozapis je pregledavan na automatskoj kvaliteti koja iznosi 240p.

5.1 Korištene aplikacije

Autor je u svrhu mjerenja koristio aplikacije NetWorx i My Data Manager. NetWorx je bio korišten na stolnom i prijenosnom računalu, a My Data Manager na pametnom telefonu i tablet uređaju. Kao što je već spomenuto, pregledavan je videozapis pod nazivom „Francesco Totti ● Incredible vision and touch ● 1992 2014“. Videozapis prikazuje najbolje asistencije, driblinge i golove bivšeg talijanskog nogometaša Francesca Tottija tijekom cijele karijere.

5.1.1 NetWorx

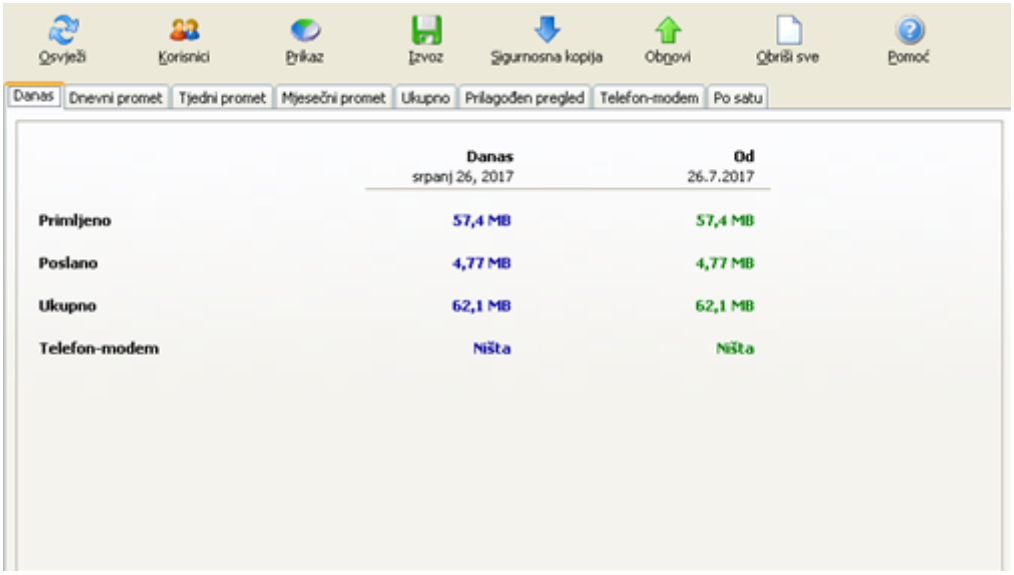
NetWorx je jednostavan, ali svestran i moćan alat koji na objektivan način bilježi generirani podatkovni promet. NetWorx je aplikacija koju je proizvela tvrtka SoftPerfect network management solutions. Može se koristiti za prikupljanje podataka o korištenju propusne moći i mjerenje brzine prijenosa podataka. NetWorx također može pomoći pri otkrivanju mogućih problema s internet mrežom, te nam također ima mogućnost da nas obavijesti o sumnjivim mrežnim aktivnostima koje su karakteristične za trojanske konje i hakerske napade. Aplikacija također omogućuje praćenje svih mrežnih veza ili samo određene mrežne veze kao što su bežični ili mobilni širokopojasni pristup. Dolazni i odlazni promet prikazuju se u grafičkom obliku. Uz pomoć NetWorxa možemo saznati i pratiti kolika je brzina internetske veze i koliko je podatkovnog prometa generirano, možemo otkriti sumnjive aktivnosti na računalu, izvršiti jednostavna mrežna ispitivanja kao što su ping i trag, aplikacija na također može obavijestiti o prekomjernoj upotrebi podatkovnog prometa. Aplikaciju je moguće besplatno preuzeti na službenoj stranici proizvođača, [42].

5.1.2 My Data Manager

My Data Manager korisna je aplikacija za praćenje podatkovnog prometa. Ima mogućnosti mjerenja mobilnog podatkovnog prometa, Wi-Fi mreža, te roaminga. My Data Manager je aplikacija koju je proizvela tvrtka Mobidia Technology. Aplikacija je prikladan za praćenje aplikacija, odnosno nudi nam mogućnost uvida koliko je koja aplikacija generirala podatkovnog prometa. To nam je korisno iz razloga što na temelju toga možemo zatvoriti aplikaciju koja generira prekomjerni podatkovni promet. Aplikacija nam nudi mogućnost postavljanja upozorenja kada dosegnemo određenu razinu podatkovnog prometa. My Data Manager korisnicima nudi grafički prikaz generiranog podatkovnog prometa, te im također nudi uvid u to koliko koja aplikacija generira podatkovnog prometa, ali za razliku od aplikacije NetWorx nema mogućnost da odvojeno prikazuje dolazni i odlazni promet, nego prikazuje samo ukupno generirani podatkovni promet. Najbolja značajka My Data Managera je da možemo povezati više uređaja na kojima želimo pratiti podatkovni promet. Tako u slučaju ako obitelj koristi zajednički podatkovni plan, možemo povezati sve članove obitelji kako bismo mogli pratiti generirani podatkovni promet po svakom članu. Aplikaciju je moguće besplatno preuzeti na Trgovini Google Play, [43].

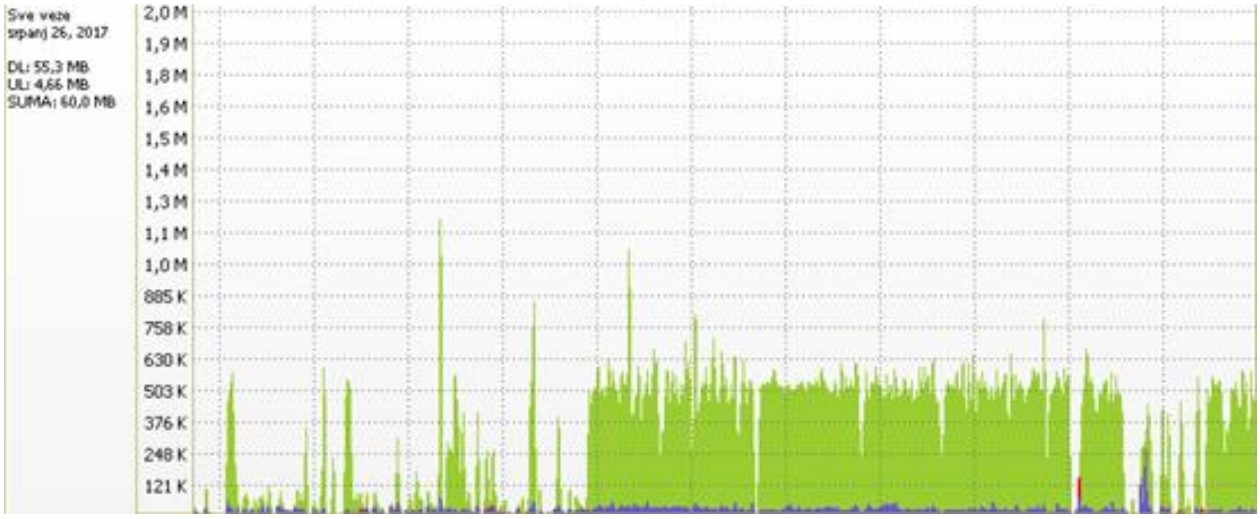
5.2 Stolno računalo

Autor je koristio stolno računalo marke SmartVision. OS na stolnom računalu je Windows XP. Rezolucija zaslona iznosi 1024 x 768 piksela, dok rezolucija za vrijeme korištenja web preglednika iznosi 1024 x 639 pixela. Omjer slike na uređaju iznosi 4:3. Videozapis je pregledavan na YouTubeu upotrebom Mozilla Firefox preglednika. Podaci su na stolnom računalu dobiveni korištenjem direktnog pristupa Internetu, odnosno kabelskim pristupom. Slika 5. prikazuje podatke dobivene pregledavanjem videozapisa. Slika 6. prikazuje grafički prikaz podataka dobivenih pregledavanjem video zapisa.



Slika 5. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na stolnom računali, Izvor: [Autor]

Na slici 5 prikazani su podaci koje je autor ostvario pregledavanjem videozapisa. Mjerenje je vršeno 26.7.2017. Količina primljenih podataka iznosi 57,4 MB, količina poslanih podataka iznosi 4,77 MB. Ukupna količina podatkovnog prometa koja je generirana pregledavanjem videozapisa iznosi 62,1 MB. Iznosi od 62,1 MB na videozapis u trajanju od 15 minuta ostvarenih je zbog automatske kvalitete videozapisa u iznosi od 240p. Aplikacija je prije upotrebe resetirana, iz razloga kako bi dobili podatke vezane za mjerenje koje je izvršeno pregledavanjem videozapisa. Slika je preuzeta s aplikacije NetWorx u obliku screenshota od strane autora.

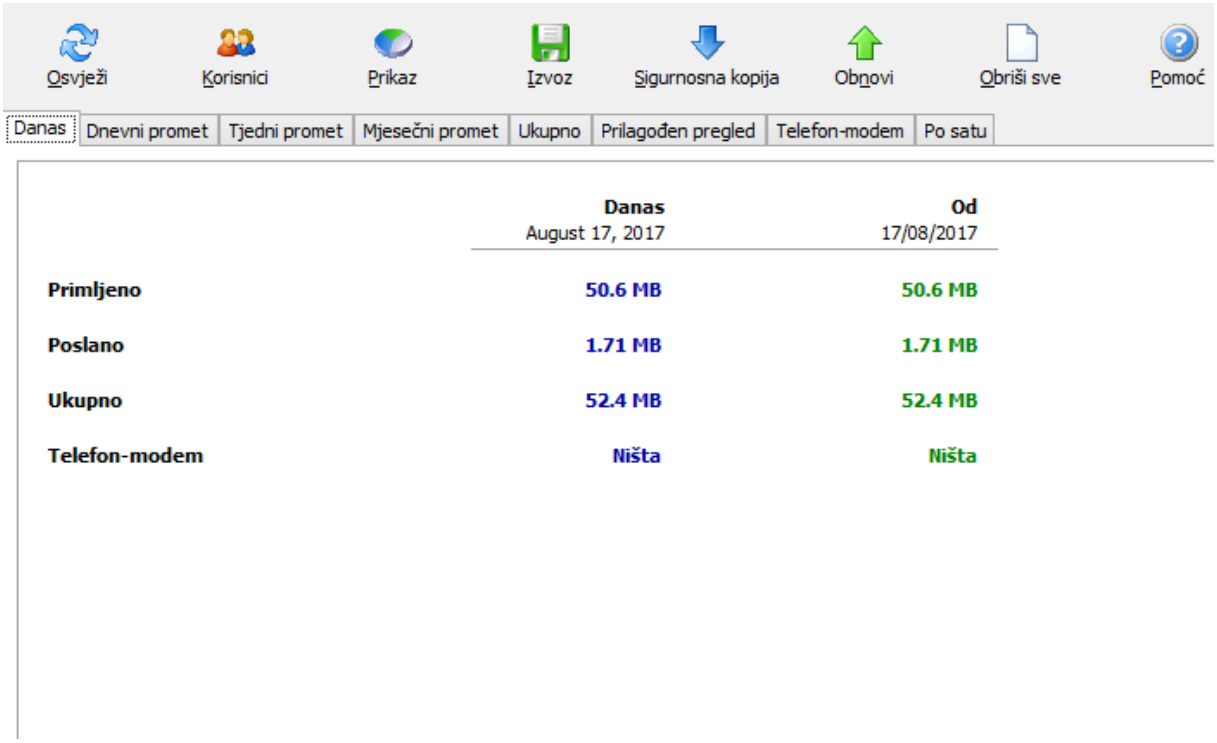


Slika 6. Grafički prikaz podataka dobivenih pregledavanjem videozapisa na stolnom računalu, Izvor: [Autor]

Slika 6 nam prikazuje grafički dobivene podatke koje je autor ostvario pregledavanjem videozapisa. Zelenom bojom prikazani su primljeni podaci (*Download* - DL), i oni iznose 55,3 MB. Plavom bojom prikazani su poslani podaci (*Upload* - UL), i oni iznose 4.66 MB. DL i UL prikazani su na X osi, a na Y oni se nalaze brzine prijenosa podataka u kB i MB. Ukupna količina generiranog podatkovnog prometa koja je izmjerena grafičkim prikazom iznosi 60 MB, što je približno jednako podacima koje prikazuje slika 5. Slika je preuzeta s aplikacija NetWorx u oblika screenshota od strane autora. Također su na grafu vidljive velike varijacije, one su uzrokovane zbog vremena zastoja koje je uzrokovano učitavanjem videozapisa. Do varijacija dolazi zbog vremena trajanja videozapisa. Kod prilikom pregledavanja videozapisa čije vrijeme trajanja iznosi dvije do tri minute nije zabilježeno kašnjenje, iz razloga što se video zapisi s kraćim vremenom trajanja brže učitavaju,

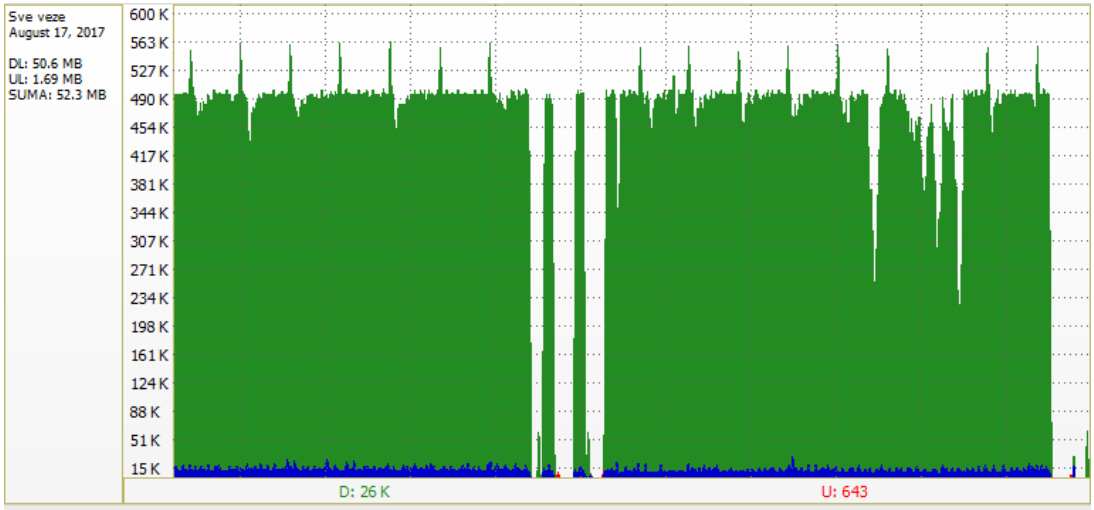
5.3 Prijenosno računalo

Autor je koristio prijenosno računalo marke ASUS. OS na prijenosnom računalu je Windows 8. Rezolucija zaslona iznosi 1366 x 768 piksela, dok rezolucija za vrijeme korištenja web preglednika iznosi 1366 x 638 piksela. Omjer slike na prijenosnom računalu iznosi 16:9. Videozapis je pregledavan na YouTubeu upotrebom Mozilla Firefox preglednika. Na prijenosom računalu podaci su dobiveni upotrebom Wi-Fi mreže. Slika 7. prikazuje podatke dobivene pregledavanjem videozapisa. Slika 8. prikazuje grafički prikaz podataka dobivenih pregledavanjem video zapisa.



Slika 7. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na prijenosnom računalu, Izvor: [Autor]

Na slici 7 prikazani su podaci koje je autor ostvario pregledavanjem videozapisa. Mjerenje je vršeno 17.8.2017. Količina primljenih podataka iznosi 50,6 MB, količina poslanih podataka iznosi 1,71 MB. Ukupna količina podatkovnog prometa koja je generirana pregledavanjem videozapisa iznosi 52,4 MB. Iznosi od 52,4 MB na videozapis u trajanju od 15 minuta ostvarenih je zbog automatske kvalitete videozapisa u iznosi od 240p. Aplikacija je prije upotrebe resetirana, iz razloga kako bi dobili podatke vezane za mjerenje koje je izvršeno pregledavanjem videozapisa. Slika je preuzeta s aplikacije NetWorx u obliku screenshota od strane autora.



Slika 8. Grafički prikaz podataka dobivenih pregledavanjem videozapisa na prijenosnom računalu, Izvor: [Autor]

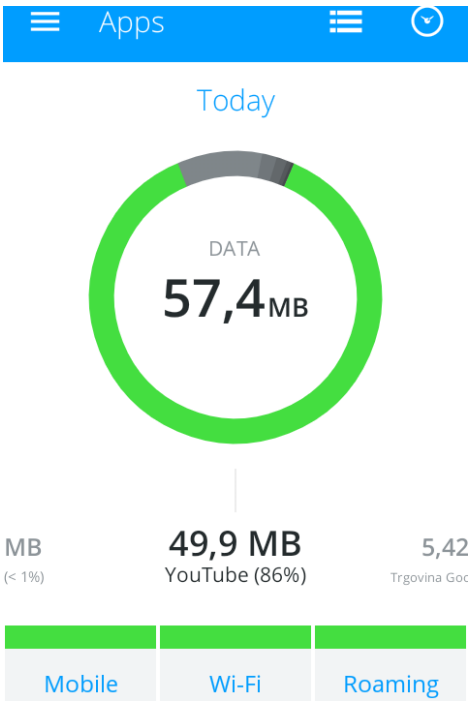
Slika 8 nam prikazuje grafički dobivene podatke koje autor dobio pregledavanjem videozapisa. Zelenom bojom prikazani su primljeni podaci (*Download* - DL), i oni iznose 50,6 MB. Plavom bojom prikazani su poslani podaci (*Upload* - UL), i oni iznose 1,69 MB. DL i UL prikazani su na X osi, a na Y oni se nalaze brzine prijenosa podataka u kB. Ukupna količina generiranog podatkovnog prometa koja je izmjerena grafičkim prikazom iznosi 52.3 MB, što je razlika za samo 0,1 MB u odnosu na rezultate koje prikazuje slika 7. Slika je preuzeta s aplikacija NetWorx u oblika screenshota od strane autora.

5.4 Pametni telefon

Autor je koristio Samsung Galaxy Grand Neo Plus pametni telefon. Uređaj koristi Android OS, verziju 4.4.4., poznatiju kao KitKat. Rezolucija zaslona iznosi 320 x 534 piksela, dok rezolucija za vrijeme korištenja web preglednika iznosi 320 x 452 piksela. Omjer slike na pametnom telefonu iznosi 0.60:1. Videozapis je pregledavan upotrebom YouTube aplikacije. Podaci su na pametnom telefonu dobiveni upotrebom Wi-Fi mreže te upotrebom mobilnog podatkovnog prometa.

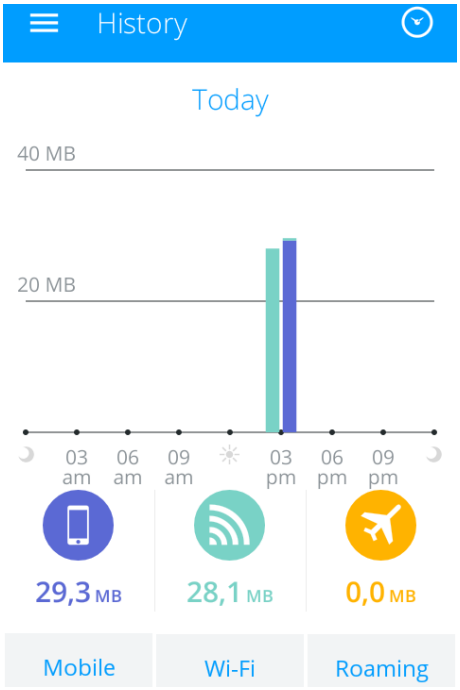
Za vrijeme pregledavanja videozapisa na mobilnom podatkovnom prometu korištena je H mreža. H mreža predstavlja HSPA, odnosno poboljšanu 3G mrežu koja ima veće brzine prijenosa podataka u odnosu na 3G mrežu, [44].

Slika 9. prikazuje podatke dobivene pregledavanjem videozapisa. Slika 10. prikazuje grafički prikaz generiranog podatkovnog prometa. Slika 11. prikazuje generirani podatkovni promet po aplikacijama.



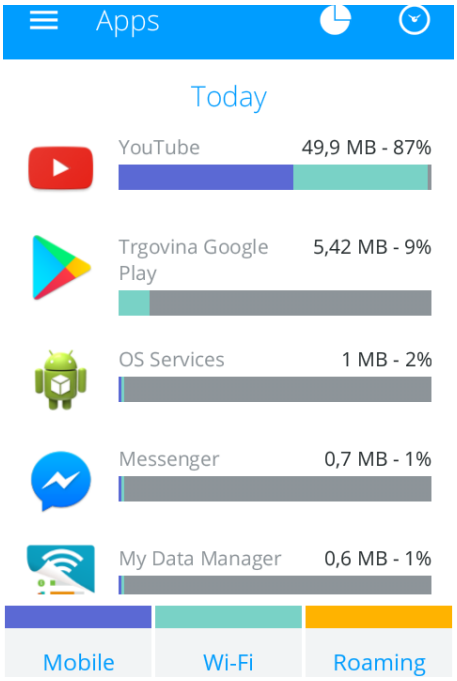
Slika 9. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na pametnom telefonu, Izvor: [Autor]

Na slici 9 prikazan je podatkovni promet koji je generiran upotrebom Wi-Fi mreže i mobilnog podatkovnog prometa. Ukupno je generirano 57,4 MB, od toga je 49,9 MB generirano od strane YouTube aplikacije. Slika je preuzeta s aplikacije My Data Manager u obliku screenshota od strane autora.



Slika 10. Grafički prikaz generiranog podatkovnog promet, Izvor: [Autor]

Iz grafa koji je prikazan na slici 10 možemo vidjeti koliko je podatkovnog prometa generirano kojim načinom pristupa. Na osi X možemo vidjeti vrijeme u kojem se odvijalo mjerenje, a na osi Y prikazana nam je veličina podatkovnog prometa u MB. Podatkovni promet koji je generiranog upotrebom mobilnog podatkovnog prometa prikazan je plavom bojim i on iznosi 29,3 MB, a podatkovni promet koji je generiran upotrebom Wi-Fi mreže prikazan je zelenom bojom i on iznosi 28,1 MB. Slika je preuzeta s aplikacije My Data Manager u obliku screenshota od strane autora.

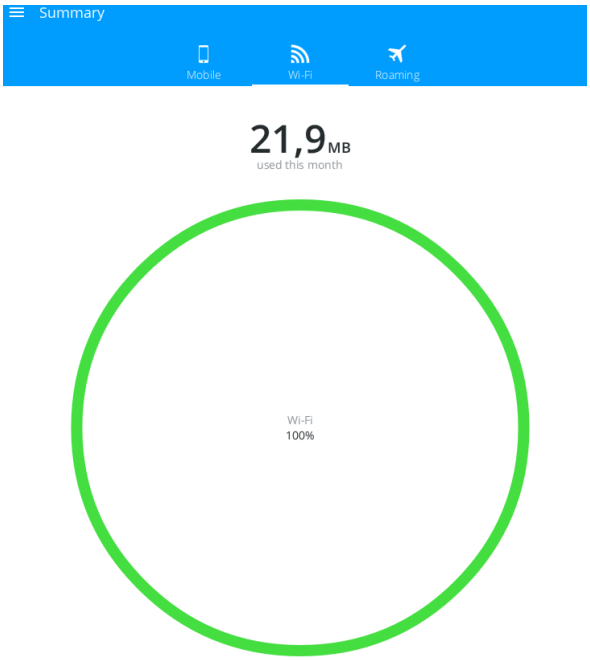


Slika 11. Generirani podatkovni promet po aplikacijama, Izvor: [Autor]

Na slici 11 možemo vidjeli koliko je koja aplikacija generirala podatkovnog prometa za vrijeme pregledavanja video zapisa na YouTubu aplikaciji. Plava boja prikazuje podatkovni promet koji je generiran upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, a zelena boja prikazuje podatkovni promet koji je generiran upotrebom Wi-Fi mreže. Tako je sa slike vidljivo da je 87% od ukupno generiranog podatkovnog prometa koji iznosi 57,4 MB ostvareno upotrebom aplikacije YouTube i to upotrebom mobilnog podatkovnog prometa i Wi-Fi mrežom. Zatim je 9% odnosno 5,42 MB generirano upotrebom Wi-Fi mreže i to u potrebe ažuriranja aplikacija putem Trgovine Google Play. Preostalih 4% od ukupno generiranog podatkovnog prometa ostvareno je upotrebom mobilnog podatkovnog prometa u svrhe My Data Managera, Messengera te OS Services. Aplikacija je prije upotrebe resetirana, iz razloga kako bi dobili podatke vezane za mjerenje koje je izvršeno pregledavanjem videozapisa. Slika je preuzeta s aplikacije My Data Manager U obliku screenshota od strane autora.

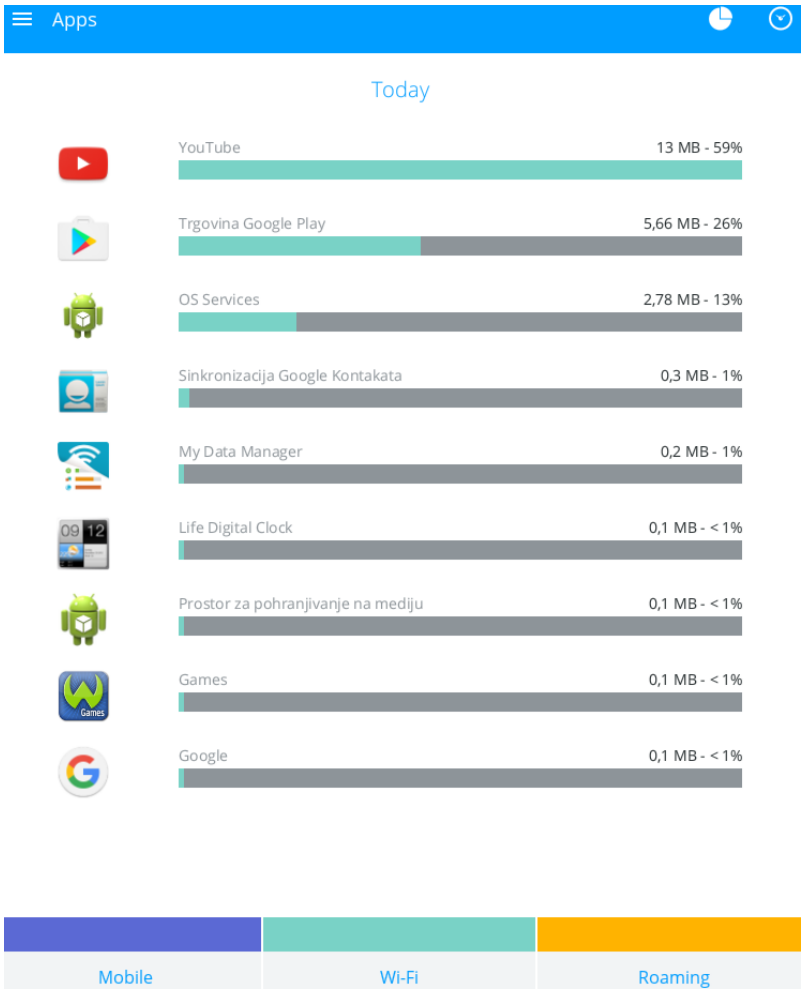
5.5 Tablet uređaj

Autor je koristio tablet marke Acer. Uređaj koristi Android OS, verziju 4.4.2, poznatiju kao KitKat. Rezolucija zaslona iznosi 768 x 976 piksela, dok rezolucija za vrijeme korištenja web preglednika iznosi 768 x 864 piksela. Omjer slike na tabletu iznosi 0.79:1. Videozapis je pregledavan upotrebom YouTube aplikacije. Podaci su na tablet uređaju dobiven upotrebom Wi-Fi mreže. Slika 12. Prikazuje podatke dobivene pregledavanjem videozapisa. Slika 13. prikazuje generirani podatkovni promet po aplikacijama.



Slika 12. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na tabletu uređaju, Izvor: [Autor]

Na slici 12 možemo vidjeti količinu generiranog podatkovnog prometa koju je autor ostvario pregledavanjem video zapisa upotrebom tableta koji je povezan na Wi-Fi mrežu. Količina generiranog podatkovnog prometa iznosi 21,9 MB. Slika je preuzeta s aplikacije Ma Data Manager u obliku screenshota od strane autora.



Slika 13. Generirani podatkovni promet po aplikacijama, Izvor: [Autor]

Na slici 13 možemo vidjeli koliko je koja aplikacija generirala podatkovnog prometa za vrijeme pregledavanja video zapisa. 59% posto, odnosno 13 MB generirano od strane aplikacije YouTube, što je razumljivo s obzirom da smo pomoću te aplikacije pregledavali videozapis. 26% podatkovnog prometa generirano od strane Trgovine Google Play i to u potrebe ažuriranja aplikacija. 13% podatkovnog prometa generirano je od strane OS Services, 1% podatkovnog prometa generirano od strane aplikacija kao što su My Data Manager i Google+. Aplikacija je prije upotrebe resetirana, iz razloga kako bi dobili podatke vezane za mjerenje koje je izvršeno pregledavanjem videozapisa. Slika je preuzeta s aplikacija My Data Manager u obliku screenshota od strane autora.

5.6 Usporedba dobivenih podataka

Nakon što su provedena mjerenja na svim terminalnim uređajima potrebno je obraditi podatke mjerenje te ih međusobno usporediti. Korišteni uređaji, načini pristupa Internetu, preglednik na kojemu je videozapis pregledavan, aplikacija pomoću koje se vrše mjerenja, te generirani podatkovni promet biti će prikazani tablično. Podaci koji su dobiveni biti će prikazi grafički, te će se međusobno usporediti.

Tablica 6. Ukupni rezultati ostvareni mjerenjem

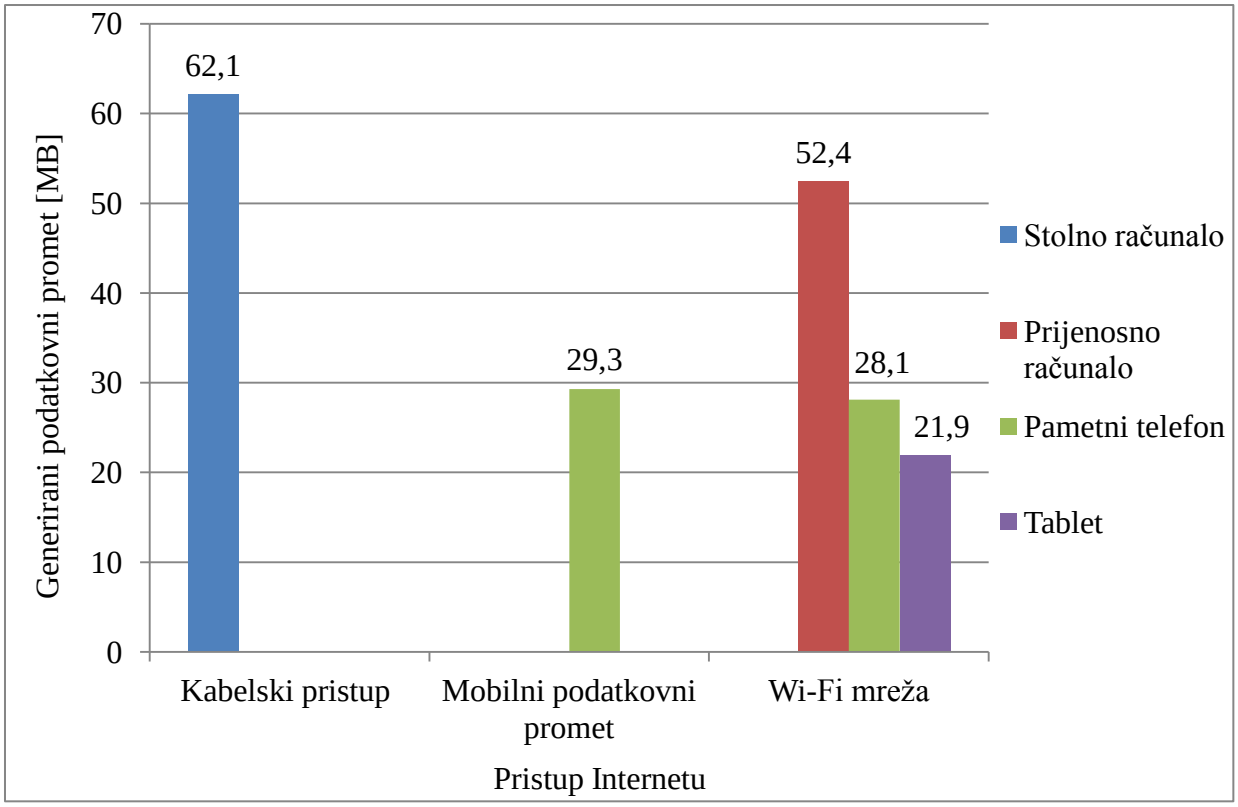
Terminalni uređaj	Pristup Internetu	Preglednik	Korištena aplikacija	Upload i download
Stolno računalo	Kabelski pristup	Mozilla Firefox	NetWorx	62,1 MB
Prijenosno računalo	Wi-Fi mreža	Mozilla Firefox	NetWorx	52,4 MB
Pametni telefon	Mobilni podatkovni promet	YouTube aplikacija	My Data Manager	29,3 MB
Pametni telefon	Wi-Fi mreža	YouTube aplikacija	My Data Manager	28,1 MB
Tablet	Wi-Fi mreža	YouTube aplikacija	My Data Manager	21,9 MB

Izvor: [Autor]

U tablici su prikazani terminali uređaji na kojima se vršeno mjerenje u vidu pregledavanja videozapisa na YouTubeu različitim načinima pristupa Internetu. Rezultati mjerenja su dobiveni pregledavanjem videozapisa upotrebom različitih preglednika te upotrebom različitih aplikacija za mjerenje generiranog podatkovnog prometa. Iz tablice možemo vidjeti da je najviše podatkovnog prometa generiralo stolno računalo, i to u iznosu od 62,1 MB. Na stolnom računalu pristup Internetu je ostvaren kabelskim pristupom, dok je videozapis pregledavan na YouTubu upotrebom Mozilla Firefox preglednika. Generirani podatakovni promet mjeren je upotrebom NetWorx aplikacije. Prijenosno računalo generiralo je 52,4 MB podatkovnog prometa. Za razliku od stolnog računala, na prijenosnom računalu pristup Internetu je ostvaren upotrebom Wi-Fi mreže. Radi lakše usporedbe između stolnog i prijenosnog računala videozapis na prijenosnom računalu pregledavan je također na YouTubu upotrebom Mozille Firefox preglednika, dok je generirani podatkovni promet također mjeren upotrebom NetWorx aplikacije. Na pametnom telefonu mjerenja su vršena upotrebom dvaju različitih pristupa Internetu, i zbog toga imamo različite rezultate mjerenja. Više podatkovnog prometa je generirano upotrebom mobilnog podatkovnog prometa i to u iznosu od 29,3 MB. Videozapis je pregledavan upotrebom YouTube aplikacije, a generirani podatkovni promet je mjeren upotrebom My Data Manager aplikacije. Generirani podatkovni promet na pametnom telefonu upotrebom Wi-Fi pristupa iznosi 28,1 MB. Videozapis je također pregledavan upotrebom YouTube aplikacije, a generirani podatkovni promet je također mjeren upotrebom My Data Manager aplikacije. Razlika između generiranog podatkovnog prometa koji je ostvaren upotrebom mobilnog podatkovnog prometa i Wi-Fi mreže iznosi 1,2 MB što i nije velika razlika, ali je ipak vidljivo da postoji smanjenje generiranja podataka kada je pristup ostvaruje upotrebom Wi-Fi mreže. Rezultati mjerenja na tablet uređaju iznose 21,9 MB. Videozapis je pregledavan upotrebom Wi-Fi mreže, dok je videozapis pregledavan upotrebom

YouTube aplikacije. Generirani podatkovni promet izmjeren je upotrebom aplikacije My Data Manager. Grafikon 9. prikazuje generirani podatkovni promet ostvaren različitim pristupima Internetu.

Grafikon 9. Generirani podatkovni promet ostvaren različitim pristupima Internetu, Izvor: [Autor]



Na grafikonu 9 možemo vidjeti koliko je podatkovnog prometa generirao pojedini terminalni uređaj različitim pristupima internetu. Na X osi se nalaze načini pristupa internetu, a na Y osi generirani podatkovni promet u MB. S grafikona je vidljivo da je stolnim računalom pristup Internetu ostvaren samo kabelskim pristupom, pametnim telefonom mobilnim podatkovnim prometom te Wi-Fi mrežom. Prijenosno računalo i tablet su pristup Internetu ostvarili samo upotrebom Wi-Fi mreže. Na temelju grafikona također možemo zaključiti da se najveća količina podatkovnog prometa generira upotrebom kabelskog pristupa Internetu.

6. Zaključak

Živimo u vremenu u kojemu je čovjeku svakodnevni život bez terminalnih uređaja postao nezamisliv. Čovjeku je upotreba terminalnih uređaja postala navika, ali i potreba pa tako tijekom dana koristi najmanje dva do tri terminalna uređaja. Najčešće korišteni terminalni uređaji su pametni telefon i računalo. Računala se pretežno koriste u poslovne svrhe, dok pametni telefoni imaju različite svrhe upotrebe.

Korisnici žele da je njihovim terminalnim uređajima omogućen pristup Internetu, kako bi mogli pristupiti društvenim mrežama, razmjenjivati elektroničku poštu, te pristupiti informacijama različitim portalima. Pristupom podatkovnim mrežama dolazi do generiranja podatkovnog prometa.

Na količinu generiranog podatkovnog prometa utječu faktori kao što su operativni sustav koji terminalni uređaj primjenjuje, veličina zaslona, komunikacijska tehnologija. Tako će uređaj koji ima veliki zaslon i rezoluciju generirati veliku količinu podatkovnog prometa zato što je u mogućnosti prikazati veliku količinu podataka s velikom kvalitetom prikaza. Kao dokaz tome možemo usporediti prijenosno računalu i pametni telefon na kojim su vršena mjerenja upotrebom Wi-Fi mreže, jer bitan je faktor da su oba uređaja koristi isti način pristupa podatkovnoj mreži. Rezultati mjerenja potvrđuju da prijenosno računalo generira više podatkovnom prometa u odnosu na pametni telefon. Kroz godine zabilježen je razvoj mobilnih mreža. Razvojem generacija mobilnih mreža dolazi do većeg generiranja podatkovnog prometa. Svaka generacija mobilne mreže ima različite brzine prijenosa, pa tako novije generacije imaju veće brzine prijenosa.

Kroz idućih 5 godina predviđa se upotreba nove 5G mreže. S implementacijom 5G mreže predviđa se još ekstremniji rast podatkovnog prometa po cijelome svijetu. Rast podatkovnog prometa zabilježit će eksponencijalan rast, te će se povećati za čak sedam puta u odnosu na dosadašnju razinu generiranog podatkovnog prometa. Uz implementaciju nove mreže kao razlog sve veće količine podatkovnog prometa nameće se razvoj tehnologije. Svaki dana na tržište izlaze novi, bolji i moderniji terminalni uređaji čiji se broj mogućih funkcija sve više povećava. Upravo se iz tog razloga predviđa da se do 2021. Svaki korisnik na svijetu prosječno imati 1,5 mobilni uređaj.

Većina korisnika nastoji da pristup Internetu ostvari upotrebom Wi-Fi mreže. Wi-Fi je najpopularniji bežični pristup mreži. Omogućuje brzi prijenos podataka, jeftin je, ima široku dostupnost, te bilježi manju potrošnju bateriju u odnosu na mobilni podatkovni promet. Upotrebom Wi-Fi mreže izbjegava se naplata usluge, te ne troše vlastiti mobilni podatkovni promet. Bitan faktor koji utječu na kvalitetu bežični veze je visina na kojoj je usmjerivač nalazi, jer Wi-Fi radi na principu elektromagnetskih valova koji se šire u slobodnom prostoru pa će veza biti kvalitetnija ako je usmjerivač postavljen na veću visinu. Na kvalitetu veze također utječu elektronički uređaji koji se nalaze u blizini usmjerivača jer postoji mogućnost da će doći do pojave interferencije. U svijetu postoji više Wi-Fi standarda, te svaki standard ima svoju brzinu prijenosa podataka, te svoje frekvencijsko područje rada. Pristup Wi-Fi mrežama omogućen je na različitim lokacijama, pa se tako Wi-FI pristup može ostvariti u

kafićima, shopping centrima, obrazovnim ustanovama, stadionima, ali problem je u tome što se nalazimo dalje od usmjerivača to će biti slabiji signal, a time i manja brzina prijenosa. Većina takvih Wi-Fi mreža je otvorena, odnosno nije potrebna lozinka kako bi se korisnik povezao na nju. Korisnici nisu svjesni opasnosti koja im prijeti od takvih konekcija. Povezivanjem na otvorenu Wi-Fi mrežu moguće su krađe osobnih podataka, jer kada se povežemo na otvorenu Wi-Fi mrežu izlažemo se potencijalnoj opasnosti jer osoba koja je postavila otvorenu mrežu može imati uvid u naš uređaj. Kada nemaju pristup Wi-FI mreži, korisnici će koristiti vlastiti podatkovni promet. Različiti telekomunikacijski operatori imaju različite tarifne planove za svoje korisnike. Korisnici koriste tarife koje imaju uključene velike pakete podatkovnog prometa.

Generirani podatkovni promet se razlikuje od uređaja do uređaja. To nam najbolje potvrđuju podaci koje je autor ostvario pregledavanjem istog videozapisa s jednakom kvalitetom na četiri različita terminalna uređaja. Mjerenja su na sva četiri terminalna uređaja vršena upotrebom različitih pristupnih tehnologija. Prema dobivenim podacima vidimo da se najviše podatkovnog prometa generira upotrebom stolnog računala, zatim upotrebom prijenosnog računala, pa zatim pametni telefon i tablet. Rezultati su dobiveni različitim brzinama prijenosa. Na pametnom telefonu vršeno je mjerenje upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, te upotrebom WI-Fi mreže. Na temelju toga nemamo drugih uređaja s kojima bi mogli usporediti podatke dobivene upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, ali ih možemo usporediti s podatcima koji su ostvareni na drugim uređajima na kojima je upotrebljen pristup Wi-Fi mrežom. Na temelju tih podataka možemo usporediti da se ostvaruju veće smanjenje generiranja podatkovnog prometa upotrebom Wi-Fi mreže nego upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, a to naravno odgovara i samim korisnicima uređaja. Korisnici će se uvijek radije povezati na Wi-Fi mrežu, nego da upotrebljavaju svoj vlastiti mobilni podatkovni promet, pa makar ta mreža bila i otvorena i makar se time izlažu potencijalnim opasnostima. Na temelju dobivenih podataka možemo zaključiti da se stolna i prijenosna računala preporučuju za poslovne i obrazovne svrhe te za pohranu informaciju jer imaju veće memorije i bržu obradu informacija u odnosu na pametne telefone. Razlog takvog zaključka je što se računalima ostvaruju veće brzine prijenosa te se bilježi veći prikaz podataka na zaslonu uređaja. To potvrđuju i sami rezultati koji su dobiveni mjerenjem, jer je po dobivenim podacima vidljivo da stolna i prijenosna računala generiraju najviše podatkovnog prometa.

Tableti i pametni telefoni mogu se koristi u različite svrhe, ali najčešće upotrebe u interaktivne. Tablet uređaje se koriste za pregledavanje videozapise, pristup različitim informacija na Internetu, pregledavanje društvenih mreža. Prednosti tablet uređaja u odnosu na računala i pametne telefone je u tome što su u odnosu na druge uređaje pogodniji za svrhe provođenja anketnih upitnika. Na temelju podatka koji su dobiveni mjerenjem, također je vidljivo da tablet uređaji bilježe najveće smanjenje generiranja podatkovnog prometa od svih uređaja na kojima su provođena mjerenja. Pametne telefone koristimo u slične svrhe kao i tablete. Koristimo ih za pregledavanje videozapisa, pregledavanje različitih informacija po Internetu, pregledavanje društvenih mreža, fotografiranje i snimanje događaja. Glavna prednost pametnih telefona je u tome što su manjih dimenzija u odnosu na ostale uređaje na

kojima su se vršila mjerenja, te su zato pogodniji korisnicima za upotrebu i lakše ih za nositi. S obzirom na manje dimenzije u odnosu na ostale uređaje, pametni telefoni imaju podjednake funkcije i mogućnosti kao i ostali uređaji.

Aplikacije NetWorx i My Data Manager besplatne su i jednostavne za upotrebu. Osim jednostavne upotrebe aplikacija NetWorx je korisna iz razloga što nas može obavijestiti o sumnjivim mrežnim aktivnostima koje su karakteristične za trojanske konje. Također nam nudi mogućnosti postavljanja podatkovnog ograničenja, te prikaza brzine prijenosa podataka. My Data Manager je vrlo korisna aplikacija za praćenje podatkovnog prometa. Bilježi podatkovni promet koji se korisnik generirano upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, upotrebom Wi-Fi mreže, te koliko je podatkovnog prometa korisnik generirao u slučaju da je boravio u inozemstvu. Aplikacija omogućuje postavljanje podatkovnog ograničenja. My Data Manager svojim korisnicima također omogućuje uvid u to koliko je koja aplikacija generirala podatkovnog prometa.

Literatura

[1] Digital Citizen: Screen Resolution, 2016., dostupno na: http://www.digitalcitizen.life/what-screen-resolution-or-aspect-ratio-what-do-720p-1080i-1080p-mean (pristupljeno: 2.3.2017.)

[2] Know Your Mobile: OS - A Definition of OS - Mobile Phones Glossary, 2012., dostupno na: http://www.knowyourmobile.com/glossary/os (pristupljeno: 1. 8. 2017.)

[3] Analysys Mason: Why iPhones generate so more data traffic than any other smartphone, 2012., dostupno na: http://www.analysysmason.com/About-Us/News/Insight/iPhone-data-traffic-Jun2012/ (pristupljeno: 1. 3. 2017.)

[4] Android Authority: System checkup, keep tabs on background data usage - Android customization, 2015., dostupno na: http://www.androidauthority.com/system-checkup-background-data-android-customization-617858/ (pristupljeno: 20. 4. 2017.)

[5] Terminalni uređaji, autorizirana predavanja s e-Studenta, Fakultet prometnih znanosti: Terminalni uređaji i generiranje podatkovnog prometa, 2016., dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Terminalni_uredaji/Materijali/07_Terminalni_uredjaji_i_generiranje_podatkovnog_prometa.pdf (pristupljeno: 30. 1. 2017.)

[6] How-To Geek: Monitor (and Reduce) Your Data Usage on Adroid, 2017., dostupno na: https://www.howtogeek.com/140261/how-to-minimize-your-android-data-usage-and-avoid-overage-charges/ (pristupljeno: 22. 4. 2017.)

[7] mob.hr: Povijest mobilne telefonije: što e događalo u 40 godina?, 2013., dostupno na: http://mob.hr/povijest-mobilne-telefonije-sto-se-dogadalo-u-40-godina/ (pristupljeno: 21. 8. 2017.)

[8] CARnet: Sigurnost mobilnih mreža, 2010., dostupno na: http://www.cert.hr/sites/default/files/NCERT-PUBDOC-2010-06-303.pdf (pristupljeno: 21. 8. 2017.)

[9] Radio-Electronics.com: Resouces and analysis for electrics engineers: Cellular Telecommunications & Cell Phone Technology, 2013., dostupno na: http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/ (pristupljeno: 30. 4. 2017.)

[10] Jisc community: Mobile networking 1G to 4G, 2012., dostupno na: https://community.jisc.ac.uk/library/advisory-services/mobile-networking-1g-4g (pristupljeno: 6. 8. 2017.)

[11] Bažant A., Car Ž., Jevtić D., Ježić G., Kunštić M., Lovrek I., Matijašević M., Mikec B., Skočir Z., Telekomunikacije - tehnologija i tržište, Element, Zagreb 2007.

[12] Opera: Data savings and turbo mode, 2017., dostupno na: http://www.opera.com/turbo (pristupljeno: 30. 4. 2017.)

[13] China Wholesale Info Guides & Support Articles| Chinavasion: 1G, 2G, 3G, 4G - The Evolution of Wireless Generation, 2008., dostupno na: https://support.chinavasion.com/index.php?/Knowledgebase/Article/View/284/42/1g-2g-3g-4g---the-evolution-of-wireless-generations (pristupljeno 30. 4. 2017.)

[14] TechTarget: What is FDMA (frequency division multiple access), 2008., dostupno na: http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/FDMA (pristupljeno: 30. 4. 2017.)

[15] TechTarget: What is TDMA (time division multiple access), 2006., dostupno na: http://searchnetworking.techtarget.com/definition/TDMA (pristupljeno: 30. 4. 2017.)

[16] Lifewire: What Does CDMA Mean?, 2017., dostupno na: https://www.lifewire.com/definition-of-cdma-578666 (pristupljeno: 30. 4. 2017.)

[17] Explain that Stuff: How mobile broadband works: An introduction to 3.5G and 4G wireless, 2016., dostupno na: http://www.explainthatstuff.com/mobilebroadband.html (pristupljeno: 8. 8. 2017.)

[18] Radio-Electronics.com: Resouces and analysis for electrics engineers: OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing Tutorial, 2014., dostupno na: http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/ofdm/ofdm-basics tutorial.php (pristupljeno 30. 4. 2017.)

[19] Xiaomi MIUI| Official VS 3G Networks. Which One will You Prefer?, 2015., dostupno na: http://en.miui.com/thread-126172-1-1.html (pristupljeno: 26. 7. 2017.)

[20] MakeUseOf: Why Do Apps Nag Me To Update & Should I Listen?, 2012., dostupno na: http://www.makeuseof.com/tag/apps-nag-update-listen-si/ (pristupljeno: 20. 7. 2017.)

[21] Adam Savage's Tested: How Much Data the Most Popular Smartphone Tasks and Apps Actually Use - Tested, 2017., dostupno na: http://www.tested.com/tech/smartphones/3105-how-much-data-the-most-popular-smartphone-tasks-and-apps-actually-use/ (pristupljeno: 28. 7. 2017.)

[22] Webopedia: What is Wi-Fi (Wireless Networking)? , 2017., dostupno na: http://www.webopedia.com/TERM/W/Wi_Fi.html (pristupljeno: 22. 7. 2017.)

[23] Gigaom: Which devices use Wi-Fi hotspots the most? Not laptops..., 2017., dostupno na: https://gigaom.com/2012/11/07/which-devices-use-wi-fi-hotspots-the-most-not-laptops/ (pristupljeno: 24. 7. 2017.)

[24] The Wonder of Tech: Using Wi-Fi vs. Cellular Data (and Why You Should Care), 2015., dostupno na: https://www.wonderoftech.com/wi-fi-vs-cellular-data/ (pristupljeno: 8. 8.

2017.)

[25] Macworld: Fact or fiction: What affects Wi-Fi?, 2013., dostupno na: http://www.macworld.com/article/2058324/fact-or-fiction-what-affects-wi-fi-speed-.html (pristupljeno: 8. 8. 2017.)

[26] Techtarget: What is Wi-FI (802.11x standard)?, 2017., dostupno na: http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Wi-Fi (pristupljeno:25. 7. 2017.)

[27] Propakistani: An In-Depth Look at New WiFI Standards Debuting in 2016, 2015., dostupno na: https://propakistani.pk/2016/01/12/an-in-depth-look-at-new-wifi-standards-debuting-in-2016/ (pristupljeno 25. 7. 2017.)

[28] Netokracija: Kako je moguće potrošiti 1GB (pa i više) dok ste spavali ili čak niste koristili pametni telefon, 2017., dostupno na: http://www.netokracija.com/mobilni-promet-potrosnja-139568 (pristupljeno: 3. 8. 2017.)

[29] Cisco: Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021, 2017., dostupno na: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html (pristupljeno: 26. 7. 2017.)

[30] Cisco: The Zettabyte Era: Trends and Analysis - Cisco, 2017., dostupno na: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html (pristupljeno: 26. 7. 2017.)

[31] Ericsson: Ericsson Mobility Report 2017 - North America, 2017., https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-june-2017-north-america.pdf (pristupljeno: 27. 7. 2017.)

[32] International Business Times: Top Ten Reasons Why People Buy Smartphones, 2012., dostupno na: http://www.ibtimes.co.uk/smartphone-features-camera-browsing-gaming-apps-gps-348123 (pristupljeno: 9. 8. 2017.)

[33] Mitek mobile: Mobile Check Deposite Cited #1 Mobile Feature, 2011., dostupno na: https://miteksystems.wordpress.com/category/uncategorized/page/6/ (pristupljeno: 9. 8. 2017.)

[34] Hrvatski Telekom: Tarife za surfanje na pretplatu, 2017., dostupno na: https://www.hrvatskitelekom.hr/mobilne-tarife/surfanje-uz-pretplatu (pristupljeno: 29. 7. 2017.)

[35] Vipnet: Mobilne tarife na pretplatu: odaberite tarife Bez granica+, 2017., dostupno na:

http://www.vipnet.hr/tarife-bez-granica-plus (pristupljeno: 29. 7. 2017.)

[36] WhistleOut: What is the difference between Prepaid and Postpaid phone plans?, 2017., dostupno na: https://help.whistleout.com.au/hc/en-au/articles/217086257-What-is-the-difference-between-Prepaid-and-Postpaid-phone-plans- (pristupljeno: 16. 8. 2017.)

[37] Simpa - Štima SVIMA: Tarifne opcije Simpa, 2017., dostupno na: https://www.simpa.hr/tarifa/opcije (pregledano: 29. 7. 2017.)

[38] VIPnet: Tarife na bonove Vip, 2017., dostupno na: http://www.vipnet.hr/tarife-na-bonove# (pristupljeno: 29. 7. 2017.)

[39] Quora: What are these 240p, 360p, 480p, 720p, 1080p units for videos?, 2015., dostupno na: https://www.quora.com/What-are-these-240p-360p-480p-720p-1080p-units-for-videos-Whats-the-basic-idea-behind-it (pristupljeno 30.7.2017.)

[40] Smart Insights Digital Marketing: Mobile marketing statistics compilation, 2017., dostupno na: http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/ (pristupljeno: 31. 7. 2017.)

[41] Cisco: Building a Next-Generation Mobile Operator Buisiness on an IP foundation: Cisco mobile architecture, 2009., dostupno na: https://www.cisco.com/web/IT/solutions/pdf/Mobile_TDM_Whitepaper.pdf (pristupljeno: 10. 8. 2017.)

[42] SoftPerfect: NetWorx: bandwidth monitor, connection speed test, data usage log, 2017., dostupno na: https://www.softperfect.com/products/networx/ (pristupljeno: 10. 8. 2017.)

[43] iMore: Best apps to track your cellular data usage, 2017., dostupno na: https://www.imore.com/best-apps-track-your-cellular-data-usage#my (pristupljeno: 10. 8. 2017.)

[44] TechWelkin: Meaning of G, E, 2G, 3G, E, H, 4G in Mobile Internet Signal Bar, 2017., dostupno na: http://techwelkin.com/meaning-mobile-symbols-g-e-2g-3g-h-4g-mobile-internet-signal-bar (pristupljeno: 6. 8. 2017.)

Popis kratica

ATM	(Asynchronous Transfer Mode) asinkroni mod prijenosa
CARG	(Compound Annual Growth Rate) složena godišnja stopa rasta
CDMA	(Code Division Multiple Access) višestruki pristup kodnom podjelom
DL	(Download) primljeni podaci
FDMA	(Frequency Division Multiple Access) višestruki pristup frekvencijskom podjelom
GSM	(Global System for Mobile Communications) globalni sustav za mobilne komunikacije
HSPA	(High Speed Packet Access) tehnologija 3.5G mreže
IEEE	(Institute of Electrical and Electronics Engineers) Institut inženjera elektrotehnike i elektronike
LTE	(Long Term Evolution) tehnologija 4G mreže
M2M	(Machine To Machine) komunikacija između uređaja
NMT	(Nordic Mobile Telephone) sustav mobilne komunikacije
OFDM	(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) frekvencijski multipleks ortogonalnih
OS	(Operating System) operativni sustav
SIM	(Subscriber Identity Module) modul na kojem je pohranjen unikatni broj
SMS	(Short Message Service) kratka tekstualna poruka
TDMA	(Time Division Multiple Access) višestruki pristup vremenskom podjelom
UL	(Upload) poslani podaci
UMTS	(Universal Mobile Telecommunication System) europska norma za 3G mreže
VoIP	(Voice over Internet Protocol) zvučna komunikacija preko Internet mreže
Wi-Fi	(Wireless Fidelity) bežična mreža
WiMAX	(Worldwide Interoperability for Microwave Access) svjetska interoperabilnost za mikrovalni pristup

Popis slika

Slika 1. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa i postavljenog podatkovnog ograničenja 5
Slika 2. Smanjenje generiranja podataka korištenjem Google Chromea 7
Slika 3. Smanjene generiranja podataka korištenjem Opera Mini preglednika.....8
Slika 4. Rast podatkovnog prometa na mjesečnoj razini upotrebom višestrukih uređaja od 2005. do 2015. 26
Slika 5. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na stolnom računali 29
Slika 6. Grafički prikaz podataka dobivenih pregledavanjem videozapisa na stolnom računalu 30
Slika 7. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na prijenosnom računalu 31
Slika 8. Grafički prikaz podataka dobivenih pregledavanjem videozapisa na prijenosnom računalu 31
Slika 9. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na pametnom telefonu..... 32
Slika 10. Grafički prikaz generiranog podatkovnog promet 33
Slika 11. Generirani podatkovni promet po aplikacijama 34
Slika 12. Podaci dobiveni pregledavanjem videozapisa na tabletu uređaju 35
Slika 13. Generirani podatkovni promet po aplikacijama 36

Popis grafikona

Grafikon 1. Upotreba Wi-Fi mreže po terminalni uređajima 11
Grafikon 2. Povećanje korištenja terminalnih uređaja za 2016. Godinu..... 17
Grafikon 3. Brzine prijenosa podataka pojedine generacije mobilne mreže..... 18
Grafikon 4. Predviđeni postotak korištenja pametnih uređaja 2016. u odnosu na 2021. u Europi 19
Grafikon 5. Rast mobilnog podatkovnog prometa 2016. 19
Grafikon 6. Razina generiranog podatkovnog prometa u razdoblju od 2016. do 2021. 21
Grafikon 7. Razlozi upotrebe pametnih telefona..... 22
Grafikon 8. Dostupnost i osobna upotreba terminalnih uređaja 2016. 27
Grafikon 9. Generirani podatkovni promet ostvaren različitim pristupima Internetu,..... 38

Popis tablica

Tablica 1. Brzine prijenosa podataka po generacijama mobilnih mreža 9
Tablica 2. Pregled značajki 802. 11 standardi 13
Tablica 3. Brzine prijenosa i frekvencije Wi-Fi standarda 14
Tablica 4. Mjesečni podatkovni promet po regijama 20
Tablica 5. Količina generiranog podatkovnog prometa na mjesečnoj razini po vrsti terminalnog uređaja 22
Tablica 6. Ukupni rezultati ostvareni mjerenjem 37