

Specifičnosti operativnih sustava terminalnih uređaja u generiranju podatkovnog prometa

Karlović, Jelena

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:119:059562>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Jelena Karlović

**SPECIFIČNOSTI OPERATIVNIH SUSTAVA TERMINALNIH
UREĐAJA U GENERIRANJU PODATKOVNOG PROMETA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**SPECIFIČNOSTI OPERATIVNIH SUSTAVA TERMINALNIH
UREĐAJA U GENERIRANJU PODATKOVNOG PROMETA**

**SPECIFICS OF OPERATING SYSTEMS OF THE
TERMINAL DEVICES IN GENERATING DATA TRAFFIC**

Mentor: dr. sc. Siniša Husnjak

Student: Jelena Karlović
JMBAG: 0135237125

Zagreb, rujan 2017.

SPECIFIČNOSTI OPERATIVNIH SUSTAVA TERMINALNIH UREĐAJA U GENERIRANJU PODATKOVNOG PROMETA

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada jest prikazati različite operativne sustave kroz količinu generiranog podatkovnog prometa. Operativni sustavi se razlikuju u mnogim značajkama, pa tako i po ostvarenju prometa prilikom korištenja jednakih aplikativnih rješenja. Svaki terminalni uređaj za spajanje na mrežu koristi operativni sustav. Različiti operativni sustavi ne generiraju jednaku količinu podatkovnog prometa. Nadalje, istraživanja pokazuju kako se količina generiranog prometa povećava iz godine u godinu. Ovaj rad prikazuje razlike operativnih sustava i njihova obilježja pri generiranju prometa. Osim prikazanih testiranja od strane stručnih timova iz raznih telekomunikacijskih tvrtki, prikazana su i vlastita koristeći bežičnu mrežu Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), treću generaciju mreža UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) i četvrtu generaciju mreža LTE (*Long Term Evolution*) pri reproduciranju istog videozapisa na YouTubeu. Naknadno su rezultati analizirani i napravljena je usporedba generiranja podatkovnog prometa različitih operativnih sustava.

KLJUČNE RIJEČI: generiranje podatkovnog prometa; operativni sustavi; terminalni uređaji

SUMMARY

The purpose of this bachelor's thesis is to show different operating systems through the amount of generated data traffic. Operating systems are different in many things which includes the amount of generated traffic while using the same application solutions. Each terminal device uses operating system to connect to the Internet. Various operating systems do not generate the same amount of data traffic. Moreover, research shows that the amount of generated data traffic increases year by year. This thesis shows diversity of operating systems and their features in generating traffic. Besides the analysis presented by expert teams from various telecommunication companies, they are also presented by my own using the Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) and LTE (*Long Terminal Evolution*) while playing the same YouTube video. Subsequent results were analyzed and comparison of the generation of data traffic of different operating systems was made.

KEYWORDS: generating data traffic; operating systems; terminal devices

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Različitost terminalnih uređaja informacijsko-komunikacijskog sustava	3
2.1. Osnovne značajke računala.....	3
2.2. Osnovne značajke mobilnih uređaja	4
3. Značajke i specifičnosti operativnih sustava terminalnih uređaja	6
3.1. Općenito o operativnim sustavima	6
3.2. Operativni sustav računala	7
3.2.1. Windows operativni sustav	7
3.2.2. MAC operativni sustav.....	10
3.2.3. Linux operativni sustav	12
3.3. Operativni sustav mobilnih terminalnih uređaja.....	15
3.3.1. Android operativni sustav	15
3.3.2. iOS operativni sustav	18
3.3.2. Windows Phone operativni sustav.....	20
4. Generiranje podatkovnog prometa	23
4.1. Podatkovni promet korištenjem mobilnih mreža	23
4.2. Podatkovni promet korištenjem Wi-Fi mreža	25
4.3. Usporedba korištenja podatkovnog prometa mobilnih mreža i Wi-Fi mreže	27
5. Usporedba generiranog podatkovnog prometa operativnih sustava	30
5.1. Dosadašnja istraživanja generiranja podatkovnog prometa između operativnih sustava	30
5.2. Usporedba vlastitih istraživanja generiranja podatkovnog prometa između operativnih sustava računala i mobilnih terminalnih uređaja	33
5.2.1. Korištene aplikacije	34
5.2.2. Usporedba generiranja podatkovnog prometa na operativnim sustavima računala.....	36
5.2.3. Usporedba generiranja podatkovnog prometa na operativnim sustavima mobilnih terminalnih uređaja.....	38
5.2.4. Usporedba dobivenih podataka.....	45
6. Zaključak	46
Literatura	47

Popis kratica.....	50
Popis slika	51
Popis tablica	52
Popis grafikona.....	53

1. Uvod

U današnjem svijetu, život bez pristupa Internetu i terminalnih uređaja putem kojih se koristimo njime bi bio nezamisliv, a u nekim segmentima života i teško moguć. Naime, terminalni uređaji su uređaji koji omogućuju povezivanje na mrežu putem koje mi kao korisnici pristupamo različitim web stranicama, aplikacijama i slično. Aplikacije ne bi mogle postojati na samim uređajima da nemaju ugrađen određeni OS (operativni sustav).

Danas u svijetu postoji jako puno operativnih sustava, ali svi su namijenjeni istoj svrsi, a to je da omoguće korištenje aplikativnih rješenja na samom uređaju. Međutim, svi operativni sustavi nisu isti i svaki od njih ima određene karakteristike koje ga čine dobrim ili lošim u ovisnosti od toga što korisnik zahtijeva. Glavni cilj je da budu jednostavni za uporabu, sigurni i da omogućuju pristup raznim aplikacijama. U ovom su radu uspoređeni najčešće korišteni operativni sustavi, a to su: Windows, Mac OS, Linux koji se koriste na računalnim uređajima, te Android, iOS i Windows Phone koji se koriste na mobilnim terminalnim uređajima.

Osim što trebaju biti jednostavni i sigurni, jedna bitna značajka koja je u današnjem virtualnom svijetu veoma zastupljena jest generiranje podatkovnog prometa. Svi operativni sustavi nisu isti i svako generiranje podatkovnog prometa na operativnim sustavima nije isto, odnosno, kao što su neki manje sigurni ili manje jednostavni, neki od njih ostvaruju manju količinu generiranog podatkovnog prometa. Cilj ovog završnog rada je prikazati određene operativne sustave u ostvarenju podatkovnog prometa prema pojedinim aplikacijama, te na više vrsta mreža uz različite alate mjerenja generiranja prometa. Rad je koncipiran u 6 cjelina, a to su:

1. Uvod
2. Različitost terminalnih uređaja informacijsko-komunikacijskog sustava
3. Značajke i specifičnosti operativnih sustava terminalnih uređaja
4. Generiranje podatkovnog prometa
5. Usporedba generiranog podatkovnog prometa operativnih sustava
6. Zaključak.

Drugo poglavlje govori o različitim terminalnim uređajima koji su sve više aktualni u svijetu, te najčešće korišteni su računala i mobilni uređaji koji su opisani kroz svoju arhitekturu i funkcionalnost.

Treće poglavlje opisuje računalne i mobilne operativne sustave, te njihove značajke, izgled, funkcionalnosti koje omogućuju jednostavnost/složenost korištenja.

Četvrto poglavlje karakterizira generiranje podatkovnog prometa u svijetu prema određenim vrstama mreža, odnosno njegov porast i sve veću upotrebu na različitim vrstama uređaja. Korišteni su različiti grafikoni putem kojih se prikazuje porast u generiranju u razdobljima od prije par godina do danas.

Peto poglavlje ujedno je i glavnina ovog završnog rada u kojem je prikazana usporedba generiranja podatkovnog prometa na operativnim sustavima pristupom Wi-Fi i mobilnim mrežama. Posebno su prikazani operativni sustavi računala, kao i mobilnih terminalnih uređaja, te su i međusobno uspoređeni pomoću različitih grafikona. Prikazani su podatci koji su izvršeni od strane različitih timova (Ericsson, Cisco i slično), kao i vlastiti o tome koji operativni sustavi generiraju koliko prometa prema određenim aplikacijama.

2. Različitost terminalnih uređaja informacijsko-komunikacijskog sustava

Terminalni uređaji su krajnji uređaji u kojima se vrši pretvorba različitih vidova informacija u električne signale prilagođene za prijenos komunikacijskim kanalom i obratno, [1]. U terminalne uređaje, prema navedenoj definiciji, svrstavamo različite uređaje poput računala, mobilnih uređaja, pametnih televizora, satova, naočala, tablet uređaja i slično. Dakle, svaki uređaj koji ima omogućeno spajanje na mrežu i prijenos informacija njom se smatra terminalnim uređajem.

2.1. Osnovne značajke računala

Računalo je složen uređaj koji služi za izvršavanje matematičkih operacija ili kontrolnih operacija koje se mogu izraziti u numeričkom ili logičkom obliku, [2]. Kao i svi ostali sustavi i uređaji u stvarnom životu, tako su i računala sastavljena od jednostavnih dijelova, odnosno od elemenata koja obavljaju jednostavne funkcije.

Računala također imaju osnovnu podjelu na stolna i prijenosna. Najveća razlika zapravo je u izgledu i u mogućnosti njihova korištenja s obzirom na lokaciju. Stolna računala se, dakako, mogu koristiti samo unutar prostorija, dok prijenosna imaju mogućnost da se prenose, odnosno može ih se nositi sa sobom, jer se napajaju baterijama, te su manjih dimenzija.

Stolna računala su jedna od vrste računala prema podjeli s obzirom na prenosivost. Ova vrsta računala se napaja isključivo putem električne energije. Računala imaju vanjske i unutarnje dijelove koji omogućuju funkcionalan rad računala. Unutarnji dijelovi računala su: središnja procesorska jedinica, hijerarhijska struktura memorije, te sabirnica.

Središnja procesorska jedinica upravlja izvođenjem operacija, te ih i sama izvodi, te se sastoji od aritmetičko-logičke jedinice, upravljačke jedinice i skupa registara. Memorija se koristi za pohranu različitih vrsta podataka, te je sastavljen od: registara, višerazinske priručne memorije (*Cache*), radne memorije, lokalnih spremišta podataka, te vanjskih spremišta podataka. Sabirnica je zajednički snop vodiča koji povezuje sve te dijelove terminalnih uređaja, [1].

Vanjske dijelove računala čine zasebne komponente koje možemo podijeliti na ulazne, izlazne i ulazno-izlazne jedinice. Pomoću ulaznih komponenata u terminalni uređaj se unose različite informacije, [3]. Ulazne jedinice kod računala čine: tipkovnica i miš. Izlazne jedinice rade suprotno onome što čine ulazne jedinice, odnosno pretvaraju informacije iz terminalnih uređaja koji su prihvatljivi okolini. Izlazne jedinice čine: monitor, projektor, pisač i slično. Ulazno-izlazne jedinice su uređaji koji izvršavaju funkcije i ulaznih i izlaznih funkcija.

Prijenosna računala imaju sve komponente kao i stolna računala, ali razlike su u njihovoj prenosivosti i tome što su komponente spojene u jedno, odnosno nisu zasebne kao kod stolnih računala. Ova vrsta računala se napaja putem baterijskog pogona, te ih se može koristiti bilo gdje da se nalazili. Miš, tipkovnica, zaslon, te svi

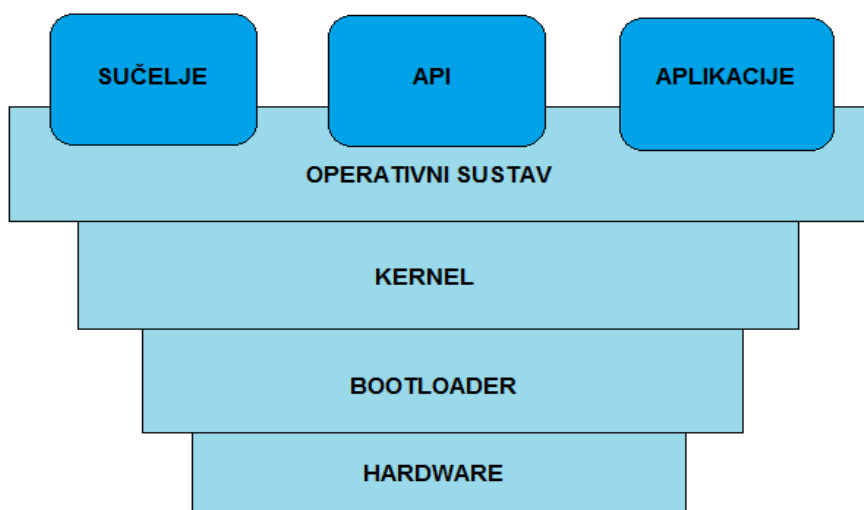
ostali elementi su spojeni u jedno što ga čini veoma praktičnim i jednostavnim za korištenje.

2.2. Osnovne značajke mobilnih uređaja

Mobilni terminalni uređaj je prijenosni elektronički uređaj za komunikaciju. Moguća je podjela u četiri kategorije prema njihovom razvoju:

- Jednostavni telefon (*dumb phone*) – to su jeftini uređaji koje danas rijetko tko koristi, te ima ograničene mogućnosti, odnosno omogućava samo slanje SMS poruka i ostvarivanje poziva. Veoma su praktični, baterije su dugotrajne, te imaju mali zaslon.
- Mobilni uređaj koji pruža veće mogućnosti od jednostavnog telefona, ali je i dalje ograničen mogućnostima. Njih nazivamo *feature phone*.
- Pametni telefoni (*smartphone*) – pružaju velik broj usluga i aplikacije, te su cjenovno skuplji od prethodne dvije vrste uređaja. Njihove dimenzije zaslona su veće, te im je trajanje baterije kraće.
- Povezani uređaji (*connected device*) – to su uređaji koji mogu raditi u telekomunikacijskoj mreži, ali nemaju mogućnost glasovne komunikacije. Mogu se povezati na mrežu putem Interneta ili Wi-Fi pristupa. U ovu vrstu uređaji spadaju tableti. Imaju poprilično pristupačne cijene, velike dimenzije ekrana, kao i velik broj aplikacija, [4].

Arhitektura mobilnih uređaja se sastoji od sljedećih dijelova: hardver (*hardware*), *Bootloader*, jezgra, operativni sustav, sučelje, aplikacije, te aplikacijsko programsko sučelje (*Application Programming Interface* - API), što možemo vidjeti na sljedećoj slici:



Slika 1. Arhitektura mobilnih terminalnih uređaja

Izvor: [4]

Hardverske karakteristike kod mobilnih terminalnih uređaja čine: procesor, memorija, zaslon, utori za kartice, kartice, unos teksta, unos govora, mobilno sučelje, pozicioniranje, bežične komunikacije, te baterija, odnosno sve fizičke karakteristike uređaja, [1]. Hardverske karakteristike su različite za jednostavnije telefone i one pametne. Jednostavni telefon ima ograničenu brzinu, dok je kod pametnog superiorna, te isto vrijedi i za memoriju. Zaslone su većih dimenzija kod pametnih uređaja, te su na dodir i omogućeno im je povezivanje na mrežu što kod jednostavnog nije slučaj.

Bootloader je dio softvera koji se izvršava svaki put kada se uređaj pokrene, te je njegova glavna karakteristika učitavanje jezgre i inicijalizacija hardvera, [5]. Jezgra (*Kernel*) je središnji dio operativnog sustava koji se prvi učitava, te ostaje u glavnoj memoriji i tako ima pristup svemu. Na temelju operativnog sustava se izvršava rad mobilnih uređaja, te je on odgovaran za funkcioniranje aplikativnih rješenja i jednostavnost korištenja.

3. Značajke i specifičnosti operativnih sustava terminalnih uređaja

Operativni sustav je softverski program koji djeluje kao veza između korisnika računala i računarskog hardvera. Operativni sustavi su se razvili kako bi omogućili korištenje različitih vrsta aplikacija na terminalnim uređajima. Operativni sustavi se razlikuju kod različitih vrsta uređaja, kao i njihove mogućnosti i specifičnosti. U ovom radu su opisani operativni sustavi mobilnih terminalnih uređaja, kao i operativni sustavi računala.

3.1. Općenito o operativnim sustavima

Postoji puno različitih definiranja pojma operativni sustav. No, većina se svodi na isto, te se kaže da je to skup složenih računarskih kodova koji omogućuje protokole operacijskih procesa ili pravila djelovanja, [1]. Aplikacije koriste operativni sustav tako što zahtijevaju usluge putem definiranog sučelja aplikacijskog programa. Osim toga, korisnici mogu izravno komunicirati sa operativnim sustavom putem korisničkog sučelja, kao što je npr. naredbeni redak ili grafičko korisničko sučelje (*Graphical User Interface* - GUI).

Operativni sustav ima sljedeće zadaće:

- U operativnom sustavu u kojemu može biti pokrenuto više aplikacija u isto vrijeme, on odlučuje koje će se aplikacije pokrenuti prve, odnosno u kojem redoslijedu i koliko vremena za pokretanje ima svaka od njih.
- Upravlja dijeljenjem interne memorije između više aplikacija.
- Upravlja ulaznim i izlaznim podacima od i do hardverskih uređaja, kao što su: tvrdi diskovi (*hard disk*), pisači (*printer*) i birani priključci (*dial-up ports*).
- Šalje poruke svakoj aplikaciji ili interaktivnom korisniku o trenutnom statusu računala, te o eventualnim pogreškama.
- Na računalima koja pružaju paralelnu obradu, operativni sustav upravlja dijeljenjem programa, tako da se pokreće na više procesora u isto vrijeme, [6].

Operativni sustav ima osnovne ciljeve da pojednostavi upotrebu terminalnog uređaja, kao i da omogući njegovu efikasnost. Možemo ih podijeliti prema kategoriji operativnih sustava, te ta podjela izgleda ovako:

1. Samostojeći terminalni uređaji (*stand-alone*) u koje spadaju: DOS, Windows (3.x, 95, 98, NT Workstation, 2000, XP, Vista, 7, 8, 10), Mac OS X, Unix, Linux.
2. Poslužiteljski (*server*) u koje spadaju: Windows (NT Server, 2000 Server, 2003 Server, 2008 Server, 2012 Server), Unix, Linux, Solaris i Netware
3. Ugrađeni/mobilni (*embedded*) u koje spadaju: Windows Embedded CE. Windows Mobile x.x, Windows Phone, Palm, Symbian, iOS, te Blackberry i Android i još mnogo njih, [1].

Također, operativne sustave možemo još podijeliti s obzirom na zatvorenost sustava, te razlikujemo otvorene (*non-proprietary OS*) i zatvorene (*proprietary OS*). Otvoreni operativni sustav se razvio kako bi se omogućilo izvršavanje programa na raznim hardverskim platformama. Oni su dostupni na većini terminalnih uređaja od različitih proizvođača. U ovu vrstu uređaja spadaju: Symbian, Windows Mobile, Windows Phone, Android, Linux, Firefox OS i slično.

Što se tiče zatvorenih operativnih sustava, oni su zaduženi za izravno upravljanje hardverom i osnovnim operacijama sustava, te je pisan specifično za hardver uređaja na kojem se izvodi. U većini slučajeva je razvijen od samih proizvođača uređaja, te je nedostupan na ostalim proizvođačima uređaja. U ovu vrstu operativnih sustava spadaju: Apple OS, Blackberry, Samsung Boda, Palm OS itd. Glavna prednost ovih sustava je što su manje izloženi sigurnosnim rizicima, ali su manje fleksibilni.

3.2. Operativni sustav računala

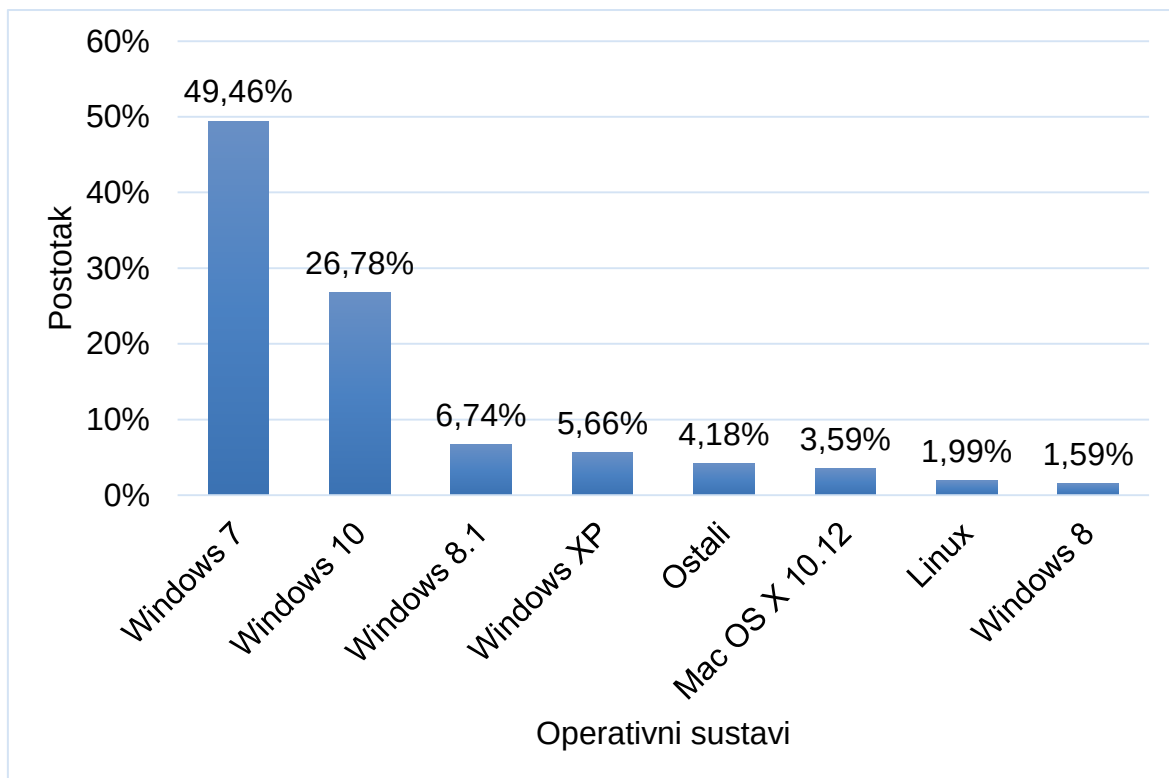
Kako su se računala sve više razvijala, tako su i operativni sustavi. Operativni sustavi se razlikuju po mnogim specifičnostima, a neke od tih su prema: GUI sučelju, višekorisnički operativni sustav (*multi-user*), višeprosorski operativni sustav (*multiprocessing*), operativni sustav koji ima mogućnost obavljanja više zadataka (*multitasking*), operativni sustavi sa simultanim pokretanjem različitih dijelova softverskog programa (*multithreading*), [1].

U primjere GUI operativnih sustava spadaju određene inačice Windowsa, kao što su npr. Windows 98 i Windows CE. Što se tiče višekorisničkog operativnog sustava, on podržava korištenje istog računala u isto vrijeme od strane više korisnika, te u takve vrste operativnih sustava spadaju Linux, Unix, te Windows 2000. Nadalje, operativni sustav podržava rad više procesora, te operativni sustavi koji to omogućuju su: Linux, Unix i Windows 8. Operativni sustavi koji se nalaze u kategoriji sa simultanim pokretanjem različitih dijelova softverskog programa su također Linux i Unix, ali i Windows XP.

No, operativnih sustava je danas očito jako puno, te se razlikuju po dosta sitnica, od kojih su neke značajnije od drugih. Međutim, u ovom radu će se obuhvatiti samo tri vrste operativnih sustava, kao i njihove inačice i specifičnosti određenih, a to su: Windows, Mac OS i Linux.

3.2.1. Windows operativni sustav

Vodeći Microsoftov operativni sustav je Windows OS koji se može upotrebljavati na svim računalima. On spada u otvorene operativne sustave, te je najpopularniji operativni sustav, odnosno najviše se koristi. Koristi ga čak 90% korisnika što možemo vidjeti i na sljedećem grafikonu:



Grafikon 1. Prikaz korištenja različitih operativnih sustava

Izvor: [7]

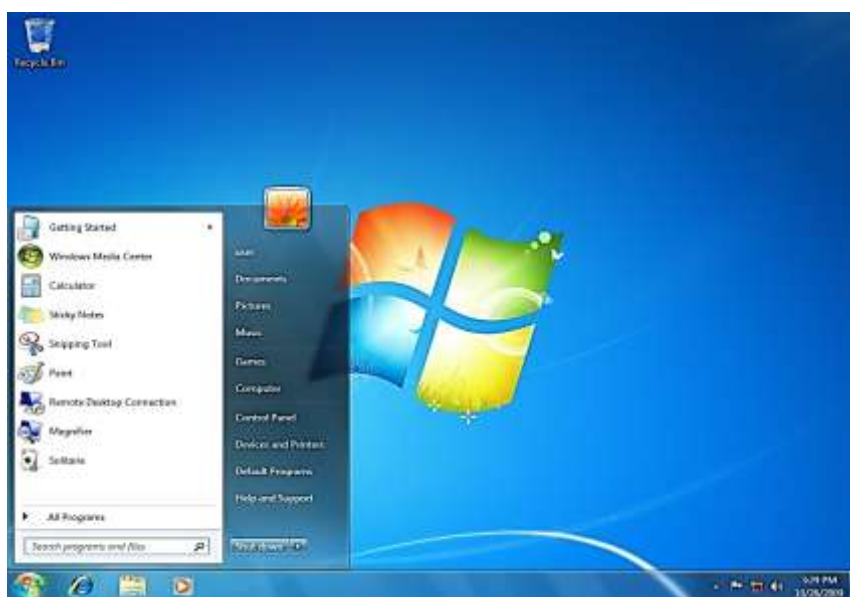
Windows OS je razvila tvrtka Microsoft Corporation, te je on samim razvitkom postao prvi operativni sustav sa grafičkim korisničkim sučeljem za internacionalne poslovne uređaje (*International Business Machines* - IBM), odnosno računala koja su bila kompatibilna. 1985. godine je objavljena prva verzija Windows-a koja je bila samo nastavak na već postojeću inačicu Microsofta poznatu kao Microsoft operativni sustav (*MicroSoft Disk Operating System* - MS-DOS), [8]. No, razlika sa MS-DOS-om je bila ta što se kod Windows 1.0 omogućavalo korisnicima da sami pristupe informacijama na sučelju samo pritiskom na željene ikone. Već 1987. godine se unaprijedila inačica Windows-a na 2.0 koja je bila dizajnirana za Intelov 286 procesor, te su ovoj verziji dodane ikone na radnoj površini, prečaci, kao i poboljšana grafika.

Nedugo nakon predstavljanja inačice Windows 2.0, došlo je do nove inačice 3.0 1990. godine koja je nudila i bolje ikone i napredniju grafiku od prethodnika, te je imala dizajniranih 16 boja za Intel 386 procesore. Naravno, osim svega toga, sam sustav bio je brži i potpuno optimiziran, te je uključivao i razne igre nama poznate, kao što su: Solitaire, Minesweeper i Hearts.

Nakon Windows-a 3.1, tu su bile i inačice Windows NT, Windows 95, Windows 98, Windows ME koji su također doprinijeli razvoju s obzirom na brzinu, izgled sučelja i slično, te su nudili i više funkcija. Nakon Windows ME, Windows XP je razvijen 2001. godine. Ova inačica je bila dizajnirana na osnovu jezgre prethodne inačice, odnosno Windows 2000 i samim tim je pružala bolju kvalitetu sustava, kao i njezinu veću

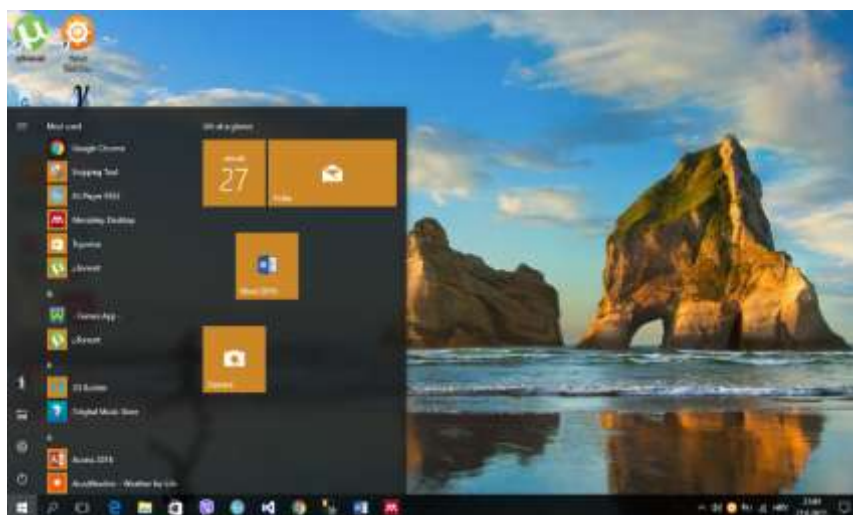
pouzdanost. Vrlo brzo je postao najpopularnija inačica ovog operativnog sustava upravo zbog različitih specifičnosti, kao što su: poboljšan izgled, stabilna platforma, kao i omogućavanje korištenja 3D igrice na računalu.

Nakon inačice Windows 7, dolazi do Windows Viste koji je također uveo mnoge inovacije posebno što se izgleda sučelja tiče. Međutim, još uvijek je imao mnogo nedostataka koje su pokušali ispraviti sa novijim inačicama nakon nje. Sljedeća inačica nakon Viste jest Windows 7 koji je izgrađen na njezinoj jezgri. Međutim, ova inačica ima bolju pokretljivost, a samim tim i brzinu programa. U vrlo kratkom roku postao je najkorišteniji operativni sustav na Internetu, te je najviše bio korišten za igre. Osim poboljšanja u brzini, omogućava i podršku za virtualne tvrde diskove, te povećanu sigurnost i poboljšan medijski centar (*Media Center*). Na sljedećoj slici možemo vidjeti sučelje Windows 7:



Slika 2. Prikaz Windows 7 sučelja, [9]

Nakon Windows 7, 2012. godine dolazi do potpuno novog redizajniranog sustava Windows 8 koji je izdan sa nekoliko poboljšanja, kao što su: višejezgreni procesori, zasloni osjetljivi na dodir i drugačiji alternativni unosi. 2015. godine već dolazi do najnovije inačice koja se naziva Windows 10. Verzija 10 omogućava izbornik „Start“ koji nije bio omogućen u prethodnoj verziji. Ono što ovaj sustav ima jest brz početak, kao i nastavak, ugrađenu sigurnost, te povratak izbornika „Start“ u proširenim obliku. Omogućeno je proširenje svim kvalificiranim uređajima na ovu verziju sustava, pa čak i onim piratskim verzijama sustava, [10]. Na sljedećoj slici možemo vidjeti sučelje Windows 10:



Slika 3. Prikaz Windows 10 sučelja

3.2.2. MAC operativni sustav

Apple tvrtka je u početku nazvala Mac OS kao „Mac System Software“ koji je bio posebno dizajniran za prve 68K Motorola procesore. Inačica nazvana „Rhapsody“ je izdana 1997. godine, [11]. Nakon što su korisnici izrazili nezadovoljstvo za ovu inačicu, godinu poslije su nadogradili postojeći sustav, te stvorili inačicu pod nazivom „Public Beta“. Međutim, prva korisnička inačica bila je izdana 2001. godine, te u sljedećoj tablici možemo vidjeti sve postojeće inačice.

Tablica 1. Inačice sustava Mac OS X

Oznaka inačice	Naziv	Datum izdavanja
Mac OS X 10.0	Cheetah	21. 03. 2001.
Mac OS X 10.1	Puma	25. 09. 2001.
Mac OS X 10.2	Jaguar	23. 08. 2002.
Mac OS X 10.3	Panther	24. 10. 2003.
Mac OS X 10.4	Tiger	29. 04. 2005.
Mac OS X 10.5	Leopard	26. 10. 2007.
Mac OS X 10.6	Snow Leopard	28. 09. 2009.
Mac OS X 10.7	Lion	20. 07. 2011.
Mac OS X 10.8	Mountain Lion	25. 07. 2012.
Mac OS X 10.9	Mavericks	22. 10. 2013.
Mac OS X 10.10	Yosemite	16. 10. 2014.
Mac OS X 10.11	El Capitan	30. 09. 2015.
Mac OS X 10.12	Sierra	20. 09. 2016.
Mac OS X 10.13	High Sierra	05. 09. 2017.

Izvor: [11], [12]

Prva korisnička inačica bila je „Cheetah“ koja je bila izuzetno spora, te je imala samo nekoliko aplikacija i funkcija. Nakon te inačice dolazi do nove verzije koja je bila poboljšana, te se naziva „Puma“. Ona je omogućava veću brzinu sustava, a i veći broj funkcija nego što je to pružala prva inačica.

Sljedeća inačica Mac OS X sustava bila je inačica 10.2 pod nazivom „Jaguar“ koja je donijela još veću brzinu sustava od prethodne inačice, kao i noviji izgled sustava, dodatne funkcionalnosti i slično. „Panther“ inačica koja se pojavila nakon „Jaguar-a“ predstavljala je poboljšano grafičko sučelje, te nove funkcije poput upravljanja prozorima, Safari preglednik, iChat AV koji podržava video konferencije i slično. U 2005. godini dolazi do nove verzije pod nazivom „Tiger“ koja je zahtijevala, kao i prethodna inačica, da se omogući korištenje samo na računalima koja su imala ugrađeno FireWire sučelje. Sadržava više od 200 funkcija od kojih su neke od njih služile za brzu pretragu sadržaja, iChat program koji podržava H.264/MPEG-4 AVC video kodek, programi u realnim vremenu za obradu slika i videa i slično, [11].

Nakon „Tiger“ inačice, dolazi „Leopard“ inačica koja je predstavljena 2007. godine koja nudi 300-tinjak novih dodatnih funkcionalnosti od kojih je najbitnija mogućnost ugradnje podrške za Power PC računala, kao i za Intel x86 računala. 2008. godine svjetlo dana ugledala je verzija „Snow Leopard“ koja je omogućila poboljšanje sustava, odnosno njezinih performansi, same sigurnosti i podršku za 64-bitnu arhitekturu, te posjeduje grafički procesor koji omogućuje ubrzanje izračuna u određenim aplikacijama, [13].

Tri godine nakon predstavljanja inačice „Snow Leopard“ dolazi do verzije nazvane „Lion“ koja omogućava lako pokretljiv prikaz instaliranih aplikacija i upotrebu višestrukih pokreta na Mac-u. Već godinu poslije dolazi do verzije „Mountain Lion“ koja omogućava neke značajke koje su vidljive u iOS 5, te podršku za iMessage u aplikaciji za slanje poruka, te još podržava spremanje iWork dokumenata u iCloudu. Na sljedećoj slici je prikazano sučelje „Mountain Lion-a“:



Slika 4. Prikaz sučelja inačice Mountain Lion, [14]

Inačica Mac OS X 10.9 nazvana je „Mavericks“ i to je besplatna nadogradnja korisnicima koji su imali inačicu „Snow Leopard“, pa nadalje. Dodane su aplikacije za Karte, iBooks, te su znatna poboljšanja u centru za obavijesti i slično. Verzija „Yosemite“ je sljedeća nadogradnja OS X sustava, te značajke koje posjeduje su: Mac sa Bluetooth LE, nove ikone, poboljšanje centra za obavijesti i slično. Sučelje 10.10 verzije se od prethodne verzije razlikuje po tome što ima je izbornik sa ikonama puno veći, te pruža više mogućnosti, te ga možemo vidjeti na slici:



Slika 5. Prikaz sučelja inačice Yosemite, [15]

2015. godine objavljena je sljedeća inačica pod nazivom „El Capitan“ koja omogućava poboljšanje performansi sustava, a ne uvodi nove značajke. U određenim aplikacijama uvodi nove funkcionalnosti poput: uključivanja mogućnosti pregleda javnog prijevoza u Kartama, uvođenje zaštite integriteta, poboljšanje Notes aplikacije i slično. „Sierra“ je pretposljednja inačica Mac OS X čije su nove značajke: dodavanje Siri pomoću koje se omogućavaju glasovne naredbe, optimizirana pohrana podataka, dozvoljena ažuriranja za fotografije, poruke i iTunes, omogućena je prijava bez unosa broja kreditne kartice putem Apple Pay-a, a transakcije su zaštićene, [16].

Posljednja verzija Mac OS X sustava jest „High Sierra“ koja će koristiti novi Apple File sustav koji uključuje dodatna poboljšanja za Safari, Mail, te fotografije. Naime, ova verzija je još u razvoju i dolazi na tržište tek početkom jeseni.

3.2.3. Linux operativni sustav

Linux je otvoreni operativni sustav koji je razvijen kako bi se mogao koristiti na računalima, poslužiteljima, mobilnim uređajima i ostalo. Njegov osnivač je Linus Torvalds koji ga je svijetu predstavio 1991. godine, [17]. Linux se danas nalazi u svim uređajima, odnosno u većini njih, kao što su npr.: mobilni uređaji, automobili, hladnjaci i slično. Također, predstavlja i jedan od najpouzdanijih i najsigurnijih operativnih sustava.

Ovaj operativni sustav se sastoji od različitih dijelova, a to su:

- Bootloader – Softver koji upravlja pokretanjem procesima na računalu.
- Kernel – Jezgra sustava koja upravlja sa centralnom procesorskom jedinicom (*Central Processing Unit* - CPU), memorijom i perifernim uređajima.
- Daemons – Pozadinske usluge (tisak, zvuk itd.) koji se pokreću prilikom pokretanja računala ili nakon što se prijavite na radnu površinu.
- The Shell – Predstavlja procesnu naredbu koja omogućuje kontrolu nad naredbama koje su upisane u tekstualno sučelje.
- Grafički poslužitelj – Podsustav koji služi za prikazivanje grafike na monitoru.
- Desktop okruženje – Dio operativnog sustava sa kojim korisnici zapravo stupaju u interakciju.
- Aplikacije – Linux također omogućava tisuće visoko kvalitetnih aplikacija koje je moguće instalirati na računalu, [18].

Linux, kao i Windows i Mac OS, također ima više vrsta verzija koje odgovaraju svakoj vrsti korisnika. Najpopularnije inačice Linuxa su: Ubuntu Linux, Linux Mint, Arch Linux, Deepin, Fedora, Debian, te openSUSE. Svaka od verzija ima drugačiji način rada na računalu što se razlikuje od Windows i Mac OS inačica koje su bile samo nadogradnja na prethodne.

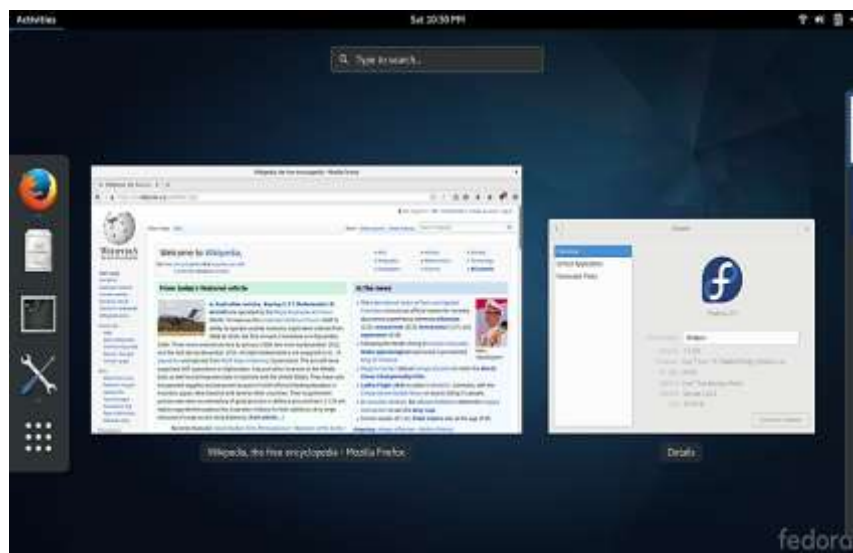
Verzija Debian se sastoji od isključivo slobodnog softvera, te je prvi put objavljena u 1993. godini. Ova inačica je najpopularnija za osobna računala i mrežne poslužitelje, a koristi se i kao baza za neke druge distribucije. Ima mogućnost pristupa mrežnim spremištima koja imaju više od 50 000 softverskih paketa i to ju čini najvećom softverskom kompilacijom. Danas, Debian osim Linux jezgre podržava i druge jezgre operativnih sustava. Debian kao verzija koja podržava Linux jezgru ima više inačica koje se stalno razvijaju. Sučelje jedne od Debian inačica, točnije verzije 6.0 nazvane „Squeeze“.

Ubuntu Linux je operativni sustav koji se temelji na Debianu, te se koristi za osobna računala, tablete, pametne telefone i slično. Ima mogućnost pokretanja na najpopularnijim arhitekturama. Ubuntu omogućava ažuriranja inačica svakih šest mjeseci čime se stalno sustav unaprjeđuje i omogućava sigurnosne aspekte boljima. Ubuntu naglašava stabilnost, upotrebljivost i sigurnost sustava. Osnovno izdanje je Ubuntu Desktop koji ima grafičko korisničko sučelje *Unity* koje se koristi još od prve inačice, a ostale inačice koriste neka druga sučelja. Ono što ova verzija još omogućava jest internacionalizacija i lokalizacija što zapravo znači da se instalirani programi mogu prilagoditi jeziku i regiji koju korisnik može izabrati, [19]. Na sljedećoj slici možemo vidjeti sučelje jedne od inačica Ubuntu-a:



Slika 6. Prikaz sučelja inačice Ubuntu 16.04, [19]

Fedora je Unixov operativni sustav koji se također temelji na Linux jezgri, te sadrži softver koji se distribuira pod raznim licencama. Njezin glavni doprinos očituje se u integraciji novih tehnologija, te u njezinoj usredotočenosti na inovacije koje se pojavljuju u današnjem svijetu. Korisnici ove verzije mogu nadograđivati svaku inačicu bez ponovne instalacije što ju čini jednostavnijom i praktičnijom verzijom sustava. Fedora koristi određeni sustav za upravljanje paketima što omogućuje izmjene između novog i instaliranog paketa i na taj način smanjuje se mrežni promet, kao i potrošnja propusne moći. Osim toga, Fedora svoje pakete čini sigurnijima na način da ih učvršćuje korištenjem različitih značajki.

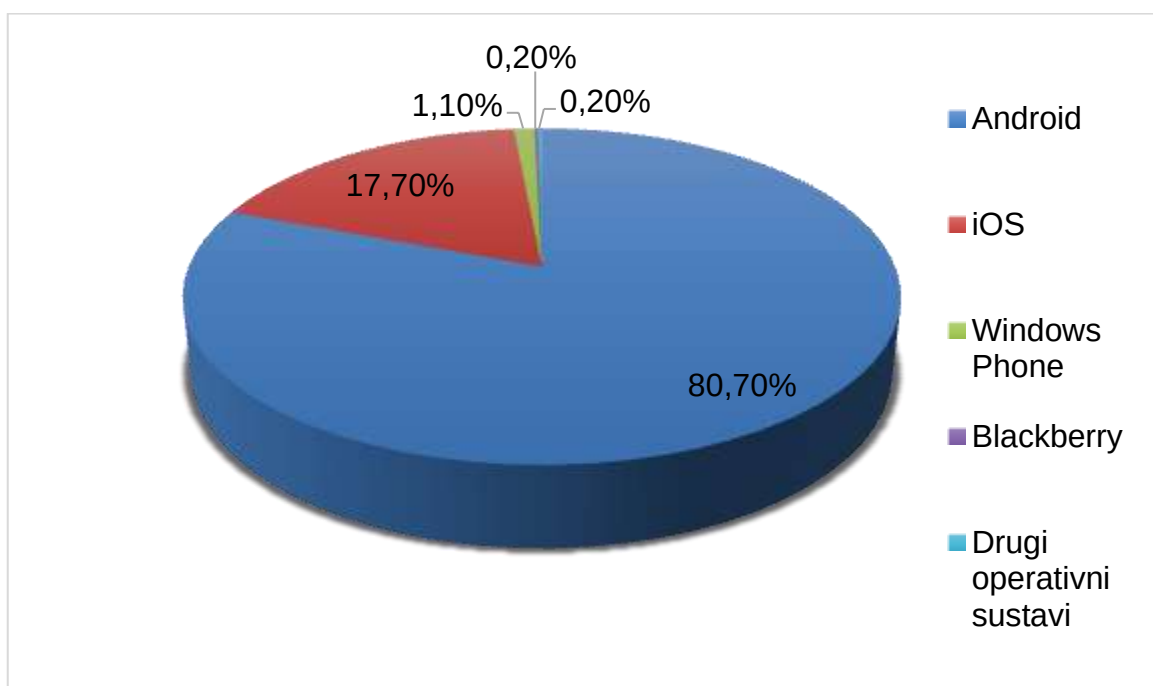


Slika 7. Prikaz sučelja verzije Fedora sa GNOME 3.22.2, [20]

3.3. Operativni sustav mobilnih terminalnih uređaja

Razvoj operativnih sustava na mobilnim uređajima je aktualan već duže vrijeme, te se zbog njihove složenosti još uvijek razvija. Operativni sustavi za mobilne uređaje kombiniraju značajke operativnog sustava osobnog računala sa značajkama koje su potrebne za ručnu, odnosno mobilnu upotrebu. Postoje različite vrste operativnih sustava za mobilne uređaje, te su neki od njih: Android, Bada, Blackberry, iOS, Windows Phone, MeeGo, Palm, Symbian i slično.

U današnjem vremenu ljudi najviše koriste Android operativni sustav koji je popularniji i od Windows operativnog sustava koji se koristi na računalima. Shodno tome, korisnici na svojim mobilnim uređajima, odnosno čak njih 80,7%, upotrebljavaju Android. U sljedećoj tablici možemo vidjeti postotak korištenja određenih mobilnih operativnih sustava:



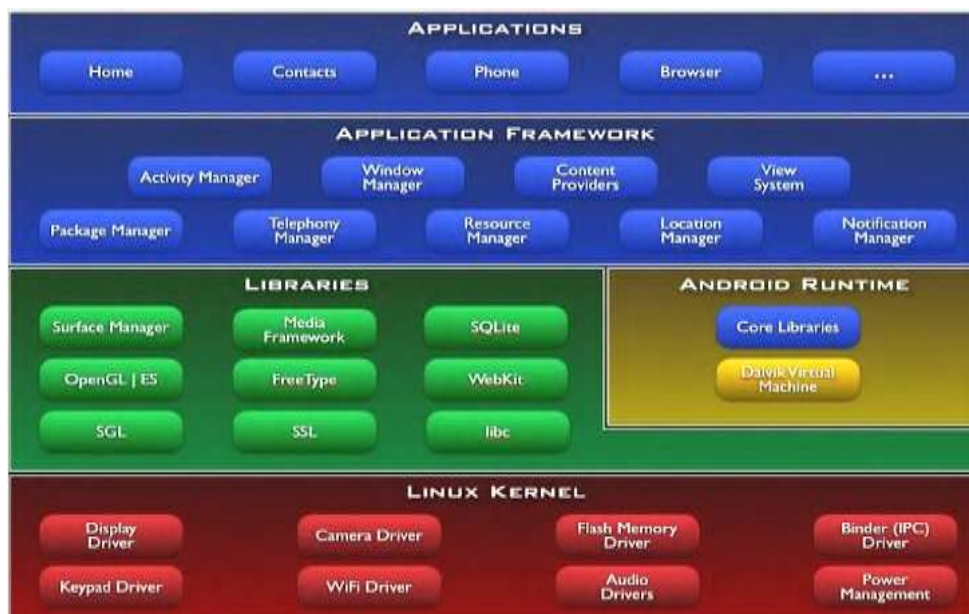
Grafikon 2. Prikaz korištenja određenih operativnih sustava na mobilnim uređajima

Izvor: [21]

3.3.1. Android operativni sustav

Android je prvi otvoreni operativni sustav za mobilne uređaje koji je pokrenut od strane *Google-a*, a vođen je od strane *Open Handset Alliance*. Ovaj sustav se temelji na Linux jezgri, te pruža platformu koja omogućava stvaranje različitih aplikacija i igara za svoje korisnike, [22]. Nedugo nakon ulaska na tržište, Android stječe veliku popularnost na osnovu prihvatljivog i lijepog izgleda, kao i svog učinkovitog i produktivnog rada. Otvorenost koju Android pruža ga upravo čini omiljenim različitim vrstama korisnika, te je to označilo veliki porast potražnje određenih aplikacija koje se mogu naći na njihovoj službenoj trgovini *Google Play*.

Operativni sustav Android temelji se na Java programskom jeziku, te ima ograničene resurse i memorijske kapacitete naspram osobnih računala što se podrazumijeva, jer određeni dijelovi rade u mobilnom okruženju koje ima ograničene uvjete. Osnovni dijelovi sustava su aplikacije koje koriste aplikacijske biblioteke (*Application Framework*), te sistemske biblioteke (*System Libraries*) i sistemske programske rutine od kojih sve rabe Linux jezgru što možemo vidjeti i na sljedećoj slici, [23]:



Slika 8. Arhitektura Android operativnog sustava, [23]

Jezgra u operativnom sustavu ima glavnu ulogu, odnosno ona je odgovorna za svako upravljanje procesima koji se ostvaruju, memorijom, te se nalazi između fizičkog sloja i Android operativnog sustava kao međusloj. Sistemske biblioteke koje se nalaze u arhitekturi Android sustava napisane su programskim jezicima C i C++ kako bi brzina izvođenja aplikacija i njihovih procesa bila što brža. Aplikacijske biblioteke predstavljaju podlogu kako bi se razvile određene korisničke aplikacije koje se nalaze u najvišem sloju arhitekture.

Kao i većina današnjih operativnih sustava, Android također ima više različitih inačica koje služe kao nadogradnja svakoj prethodnoj, te u sljedećoj tablici možemo vidjeti koje inačice sve postoje:

Tablica 2. Inačice Android operativnog sustava

Android	Ime	Ključne korisničke značajke	Datum pristupanja tržištu
Android 1.0	Apple pie	- Preuzimanje i ažuriranje aplikacija - Web pretraživač - Kamera - Google Maps - YouTube	23.09.2008.
Android 1.5	Cupcake	- Bluetooth A2DP - Tipkovnica sa predviđanjem teksta - Snimanje i gledanje videa	30.04.2009.
Android 1.6	Donut	- Poboljšanja verzija navigacije	15.09.2009.
Android 2.0	Eclair	- HTML - Microsoft Exchange podrška - Bluetooth 2.1 - Ažurirano korisničko sučelje	26.10.2009.
Android 2.2	Froyo	- Povećanje brzine - USB povezivanje - Omogućena instalacija aplikacija u proširivu memoriju - Animirani GIF-ovi	20.05.2010.
Android 2.3	Gingerbread	- Ažurirano korisničko sučelje - Poboljšana jednostavnost tipkovnice - Poboljšano upravljanje energijom	06.12.2010.
Android 3.0	Honeycomb	- Višejezgreka podrška - Bolja podrška kod tablet uređaja - Preuređen raspored tipkovnice - HTTP streaming uživo	22.02.2011.
Android 4.0	Ice Cream Sandwich	- Nove mogućnosti zaključavanja zaslona - Poboljšani unos teksta i provjera pravopisa - Kontrola mrežnih podataka	18.10. 2011.
Android 4.1	Jelly Bean	- Google Now - Glasovno pretraživanje - Poboljšanje brzine - Poboljšanje aplikacije fotoaparata	09.06.2012.
Android 4.4	KitKat	- Snimanje zaslona - Novo prozirno korisničko sučelje - Poboljšani pristup obavijesti - Poboljšanja izvedbe	31.10.2013.
Android 5.0	Lollipop	- Novi dizajn - Poboljšanje brzine - Poboljšanje potrošnje baterije	17.10.2014.

Android 6.0	Marshmallow	- USB podrška tipa C - Podrška za autentifikaciju putem otiska prsta - Android Pay Poboljšanja usluge Google Now	05.10.2015.
Android 7.0	Nougat	- Bolji multitasking - Način rada sa više prozora - Besprijekorno ažuriranje sustava - Bolja izvedba i veličina koda	22.08.2016.

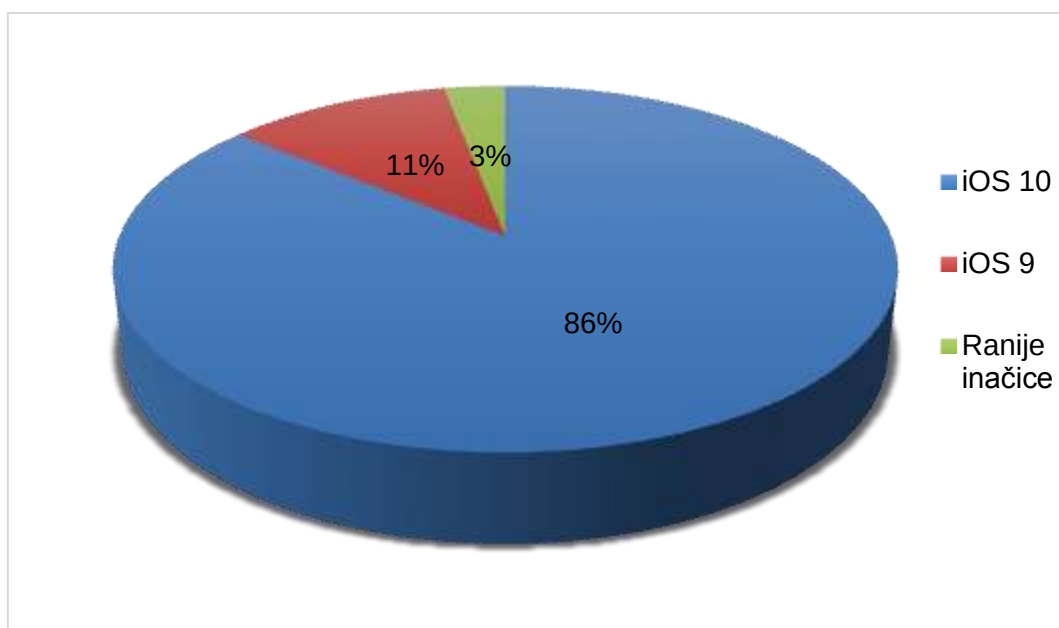
Izvor: [24]

3.3.2. iOS operativni sustav

iOS zapravo predstavlja skraćenicu za iPhone operativni sustav (*iPhone Operating System*), te se pokreće samo na Appleovim mobilnim uređajima, kao što su: iPhone, iPad i iPod Touch. Apple iOS ima sljedeće značajke:

- Wi-Fi, Bluetooth i mobilna povezanost zajedno sa virtualnom privatnom mrežom (*Virtual Private Network* - VPN) podrškom
- Integrirana podrška za pretraživanje koja omogućava simultano pretraživanje datoteka, medija, aplikacija i e-pošte
- Potpora za prepoznavanje pokreta, npr. protresti uređaj da bi poništio prethodnu radnju
- Mobilni pretraživač Safari
- Ugrađena prednja i zadnja kamera sa video mogućnostima
- Izravan pristup Apple *App Store-u* i *iTunes* katalogu glazbe, podcastima, televizijskim emisijama, te filmovima koji su dostupni za kupnju
- Kompatibilnost sa Appleovim Cloud servisom
- Glasovne naredbe Siri
- *Apple Pay* koji pohranjuje podatke o kreditnoj kartici korisnika i omogućuje im da plaćaju usluge izravno sa iOS uređajem, [25].

Kao i većina operativnih sustava, tako i iOS ima inačice kojima poboljšavaju prethodne pogreške, nedostatke i slično. Većina iPhone uređaja (oni koji su u mogućnosti i dalje nadograđivati novije inačice) ima inačicu 10 što možemo vidjeti i na sljedećem grafikonu:



Grafikon 3. Postotak korištenja određenih inačica iOS-a

Izvor: [26]

iOS ima deset glavnih inačica: iOS 1.x, 2.x, 3.x, 4.x, 5.x, 6.x, 7.x, 8.x, 9.x, 10.x, te u sljedećoj tablici možemo vidjeti koji iPhone modeli podržavaju određene inačice:

Tablica 3. Inačice iOS operativnog sustava na iPhone modelima (1)

iOS/Inačica	2G	3G	3GS	4	4S	5	5c
OS 1.x	1	-	-	-	-	-	-
OS 2.x	Da	-	-	-	-	-	-
OS 3.x	Da (do 3.1.3)	3.0	3.0	-	-	-	-
OS 4.x	Ne	Da (do 4.2.1)	Da	4.0	-	-	-
OS 5.x	Ne	Ne	Da	Da	5.0	-	-
OS 6.x	Ne	Ne	Da (do 6.1.6)	Da	Da	6.0	-
OS 7.x	Ne	Ne	Ne	Da (do 7.1.2)	Da	Da	7.0
OS 8.x	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Da	Da
OS 9.x	Ne	Ne	Ne	Ne	Da (do 9.3.5)	Da	Da
OS 10.x	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Da

Izvor: [12]

Tablica 4. Inačice iOS operativnog sustava na iPhone modelima (2)

iOS/Inačica	5s	6	6 Plus	6S	SE	7	7 Plus
OS 7.x	7.0	8.0	8.0	-	-	-	-
OS 8.x	Da	Da	Da	-	-	-	-
OS 9.x	Da	Da	Da	9.0.2	9.0.2	9.3.1	-
OS 10.X	Da	Da	Da	Da	Da	10	10

Izvor: [12]

Inačica 10 je trenutno aktualna i nju podržava modeli iPhone 5, pa nadalje. Sa ovom inačicom su najavili da je to najveće izdanje ikada, te ima potpuno redizajnirane značajke za zaključavanje zaslona sa 3D obavijestima na dodir, te veoma jednostavnom kamerom i zaslonom. SMS poruke su obnovljene, odnosno ažurirane i poboljšane, te sad postoje mogućnosti slanja animacija, različitih efekata i slično. Također, glasovna naredba Siri je također poboljšana na način da omogućava razvojnim programerima izgradnju podrške u svojim aplikacijama. Osim toga, Karte i Apple glazba su također redizajnirani sa jednostavnijim sučeljem, te Karte sada imaju omogućene različite proaktivne prijedloge, a glazba ima mogućnost boljeg i lakšeg pronalaženja sadržaja pjesama, kao i bolji fokus na iste, [27].

3.3.2. Windows Phone operativni sustav

Windows Phone je operativni sustav za mobilne terminalne uređaje kojeg je razvio Microsoft. Dizajn koji se koristi kod tog operativnog sustava jest Metro. Kao i kod prethodna dva operativna sustava, kod Windowsa se također mogu instalirati različite aplikacije i dostupne su putem trgovine aplikacija koja se kod njih naziva Microsoft Windows Marketplace for Mobile, [28]. Windows Phone ima samo tri inačice, a to su: Windows Phone 7, Windows Phone 8, te Windows Phone 8.1. Naime, Windows ima i četvrtu inačicu koja se naziva Windows Mobile 10 koja je ujedno i posljednja verzija sustava.

Prva inačica ovog sustava je Windows Phone 7. Web preglednik koji se kod njega koristi jest Internet Explorer 9 i Microsoft Office Mobile. Ažuriranje Mango za Windows Phone 7 je dodalo puno novih značajki uključujući u to i vizualnu govornu poštu, korištenje više zadataka odjednom, te potpuno novi kompatibilan Web preglednik. Također, osim toga pruža još i integrirani stalno dopisivanje (*integrated instant messaging*) putem Facebook-a, te *Windows Live Messenger*. Omogućuje i softverske sposobnosti za prepoznavanje lica, ima prilagođene zvukove i slično.

Sljedeća inačica je Windows Phone 8 koja ima dizajn isti kao Microsoft Windows 8 i Windows RT sustav. Upravo ta značajka omogućuje veći razvoj, kao i bolju hardversku podršku. Windows Phone 8 također nudi i podršku za višejezgrene procesore što nije bio slučaj u prethodnim inačicama. Osim toga, nove značajke predstavljaju i dodavanje *wallet* sustava koji služi za upravljanje kreditnim karticama i

drugim financijskim podacima. Omogućena je podrška za navigacijske sposobnosti, za zaslone visoke razlučivosti, te novi početni zaslon s prilagodljivom veličinom ikona. Kako Windows Phone 8 ima isti dizajn kao Microsoft Windows 8, tako ima i isti datotečni sustav, sigurnost, multimediju, kao i Internet preglednik (Internet Explorer 10), [29].

Sljedeća inačica koja se pojavila na tržištu 2014. godine je Windows Phone 8.1 čije se značajke mogu vidjeti u tablici:

Tablica 5. Značajke Windows Phone 8.1

Centar za djelovanje	Aplikacije i trgovina	Web pretraživač	Razvojni programer	E-mail
- Centar za obavijesti upozorenja, ažuriranje povijesti - Brzi pristup određenim radnjama, uključujući Wi-Fi, Bluetooth, način planiranja i slično	- Aplikacije su u mogućnosti imati audio/video načine - Facebook aplikacija dolazi sa operativnim sustavom - Sigurnosno kopiranje podataka	- Internet Explorer 11 koji ima mogućnost za spremanje i pamćenje zaporke za web stranice - JavaScript i HTML za razvoj aplikacija - Kartice se sada prikazuju pojedinačno	- Pozadinska zadaća: jakost Bluetooth signala, obavijesti o porukama, promjena veze uređaja, pokretač uređaja, lokacija, vremenski mjerač	- Šifrirana i potpisana podrška za e-poštu - Nove opcije sinkronizacije e-pošte u skladu sa obrascima upotrebe
Korisničke značajke	Tipkovnica	Mediji	Baterija, Wi-Fi	Sustav
- Dvostruki dodir za otključavanje uređaja - Tihi sat – omogućeno isključivanje obavijesti tijekom određenog vremena	- Poboljšanja tipkovnice: prikazuju se emotikoni tijekom pisanja poruka	- Audio/video transkodiranje - Uređivanje medija - Xbox glazba i Xbox video kao samostalne aplikacije	- Senzor napajanja baterije - Ušteda baterije - Wi-Fi može ponovno automatski omogućiti Wi-Fi Direct	- Bluetooth 4.0 LE - Podrška za praćenje geofencije - Podrška za miš i tipkovnicu

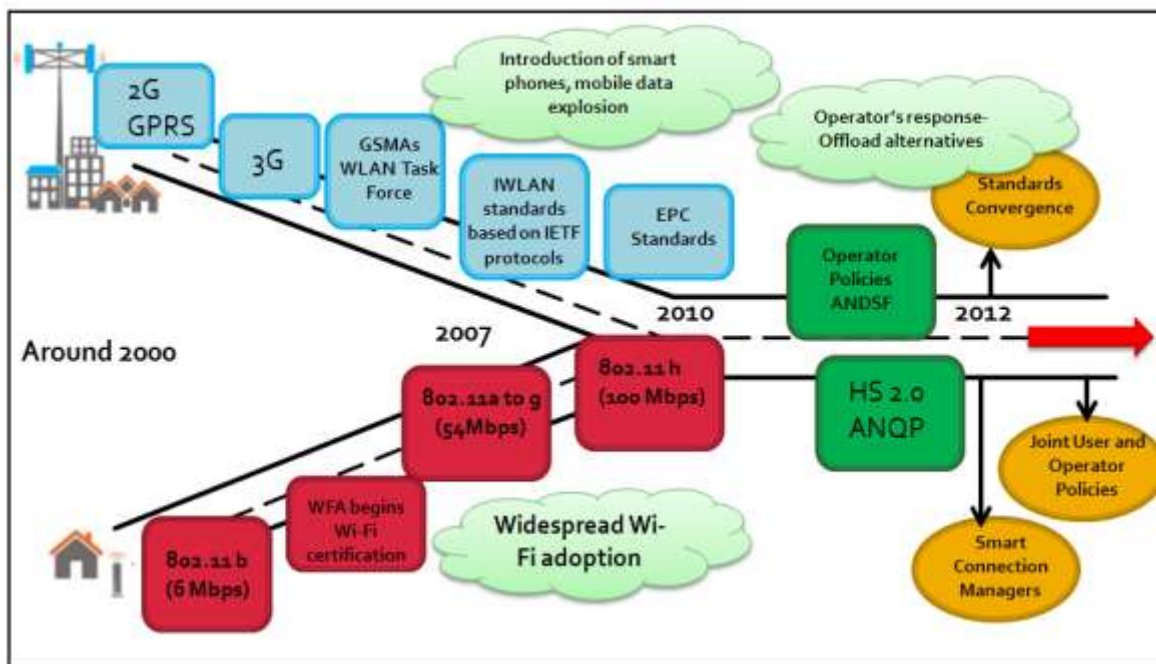
Izvor: [30]

Posljednja inačica Windows sustava je Windows Mobile 10 koja je najviše usredotočena na sklad korisnikovih doživljaja i funkcionalnosti. Operativni sustav na mobilnim uređajima je veoma sličan onima na računalima. Mnoge aplikacije su poboljšane, pa tako i aplikacija postavki koja je sasvim reorganizirana i univerzalna je za sve uređaje sa Windows 10. Također, na vrhu popisa aplikacija pojavljuju se i

nedavno korištene aplikacije što olakšava korištenje mobilnog uređaja, te ubrzava vrijeme koje je potrebno za pronalazak određene aplikacije, [31]. Moguće je uspostaviti glasovnu interakciju na način da sustav povlači imena iz telefonskog imenika, te tako zna kako ih izgovarati. Shodno tome predstavlja dosada najbolju inačicu dosad, te omogućava svim korisnicima koji su imali Windows 8.1 mogućnost ažuriranja.

4. Generiranje podatkovnog prometa

Porast mobilnog podatkovnog prometa je velik u posljednjih pet godina, točnije porastao je čak 18 puta. U prethodnoj godini, 2016.-oj, porast je 63%, odnosno 7,2 eksabajta¹ mjesečno što označava povećanje u odnosu na 2015. godinu kada je generiranje mobilnog podatkovnog prometa bila od 4,4 eksabajta, [32]. Mobilne i Wi-Fi tehnologije su stvorene sa dva različita cilja. Dok mobilna tehnologija omogućava potrebu za što većom mobilnošću, Wi-Fi tehnologija služi kako bi omogućila bežičnu komunikaciju. Na sljedećoj slici možemo vidjeti na koji način se razvija i konvergira mobilna, odnosno Wi-Fi mreža:



Slika 9. Integracija Wi-Fi/mobilne mreže, [33]

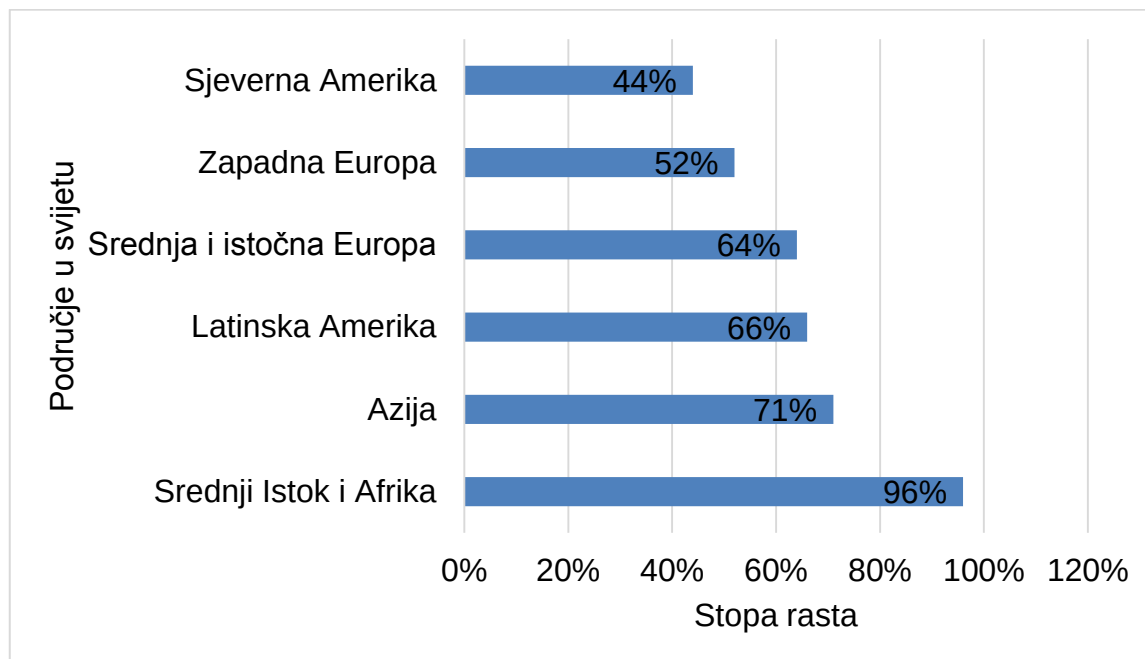
4.1. Podatkovni promet korištenjem mobilnih mreža

Mobilna mreža predstavlja mrežu pomoću koje je omogućeno komuniciranje gdje je posljednji link do korisnika bežični. Bazna stanica je stanica koja omogućava da određeni prostor bude pokriven mrežom pomoću koje je moguć prijenos podataka i slično. Mobilna mreža koja se danas koristi je četvrta generacija mobilnih mreža (*Long Term Evolution* - LTE), odnosno često nazivano 4G.

4G u 2016. godini je predstavljao 69% podatkovnog prometa. Iako je u svijetu samo 26% mobilnih veza predstavlja 4G, velika većina je spojena na tu mrežu. U odnosu na taj podatak, 3G ili treća generacija mobilnih mreža (*Universal Mobile Telecommunication System* - UMTS) predstavljaju 33% mobilnih veza, ali se tom mrežom koristilo samo 24% prometa. Shodno tome, 4G mreža je generirala čak četiri puta više prometa od 3G, [32]. Također je došlo i do povećanja brzine mreže, te je prosječna brzina iznosila za prethodnu godinu 6,8 Mbps (megabita po sekundi).

¹ Eksabajt – Jedan eksabajt je ekvivalent milijardu gigabajta.

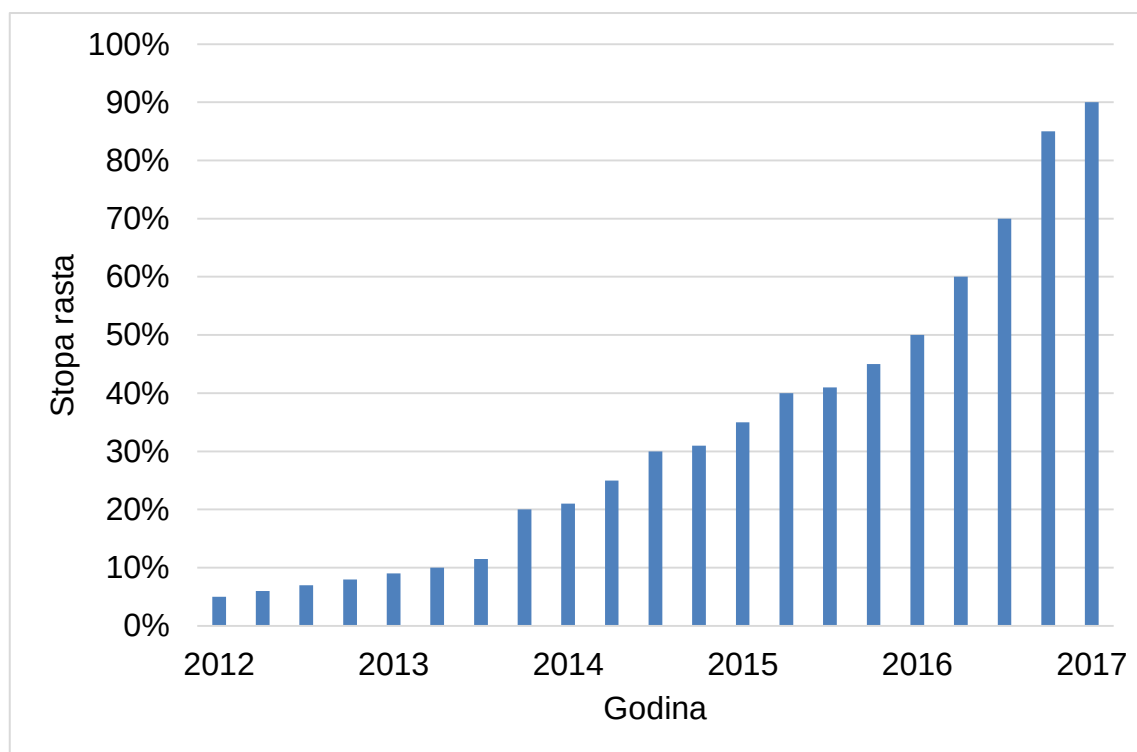
Na sljedećem grafikonu možemo vidjeti kako izgleda taj porast od 63% mobilnog podatkovnog prometa diljem svijeta u prethodnoj godini:



Grafikon 4. Porast mobilnog podatkovnog prometa u različitom području u svijetu tijekom 2016. godine

Izvor: [32]

Također, velik porast podatkovnog prometa se može vidjeti i na sljedećem grafikonu gdje je prikazan rast od 2012. godine do 2017. godine. Navodi se da je rast povećan upravo zbog korištenja pametnih telefona, te posebno gledanju video sadržaja na njima.



Grafikon 5. Porast mobilnog podatkovnog prometa u posljednjih 5 godina

Izvor: [34]

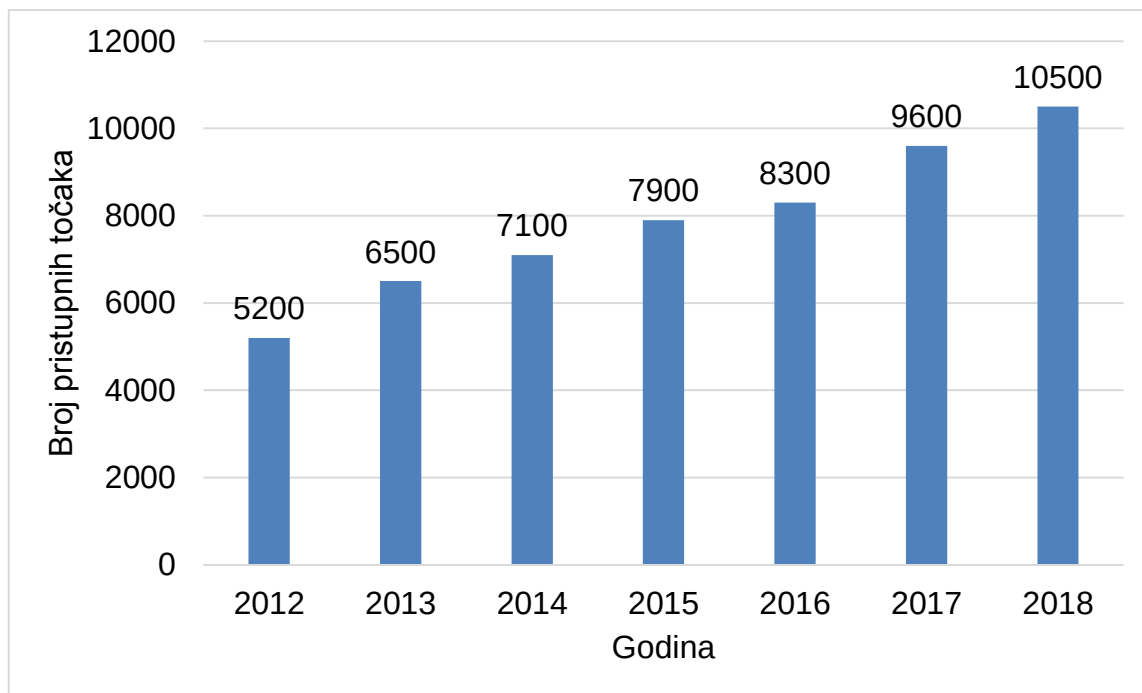
Na prikazanom grafikonu možemo uočiti kako se mobilni podatkovni promet samo između 2016. i 2017. godine povećao za 70% što označava veliki porast.

4.2. Podatkovni promet korištenjem Wi-Fi mreža

Wi-Fi mreže su mreže koje korisnici najčešće koriste unutar svojih domova, jer su one fiksne i povezuju se na usmjerivač (*router*). Međutim, Wi-Fi služi kako bi se također korisnici bežično povezali na mrežu i bili u mogućnosti koristiti različite podatkovne aktivnosti.

Wi-Fi mreže u proteklih nekoliko godina nude značajan rast broja pristupnih točaka koje pružaju dostupnost pristupa Internet mrežama. On je veoma jednostavan, te pruža visoke brzine prijenosa podataka (50 Mbps do 400 Mbps koristeći inačicu 802.11n), kao i jednostavnu vezu sa neovisnim računalima.

Kako se Wi-Fi poboljšava iz godine u godinu, tako raste i broj pristupnih točaka za njegov pristup, te se od 2012. godine povećao skoro za duplo u posljednjih 5 godina, a prema pretpostavkama mobilnih operatera (*Mobile Network Operators* - MNO) i višestrukih kablovskih operatera sustava (*Multiple System Operators* - MSO) u sljedećoj 2018. godini će preći taj broj.

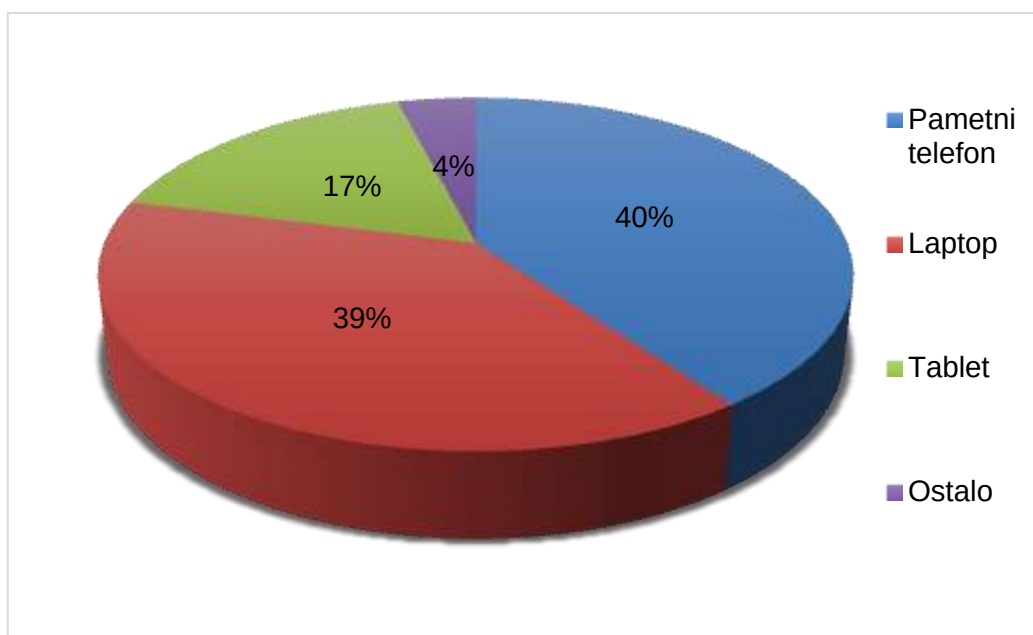


Grafikon 6. Implementacija novih pristupnih točaka Wi-Fi mreže prema pretpostavkama MNO-a i MSO-a u razdoblju od 2012-2018

Izvor: [35]

Također, Wi-Fi je stvoren za mogućnost širenja nelicenciranog spektra s autonomnim performansama i kontrolom za neovisni broj korisnika. Na osnovu toga, standardi Instituta za električno i elektronično inženjerstvo (*Institute of Electrical and Electronics Engineers standards and industry groups*), kao što su Wi-Fi Alliance, te Wireless Broadband Alliance su stalno pokušavali poboljšati kvalitetu usluge koju Wi-Fi pruža, kao i njihove performanse i upravljanje mrežom, [35].

Prema istraživanjima Informa Telecoms and Media, pametni telefoni su najveći korisnici Wi-Fi mreža, te su time preuzeli najveći postotak u odnosu na ostale uređaje, te se na sljedećem grafikonu može vidjeti ta razlika u korištenju Wi-Fi mreža ovisno o uređajima:

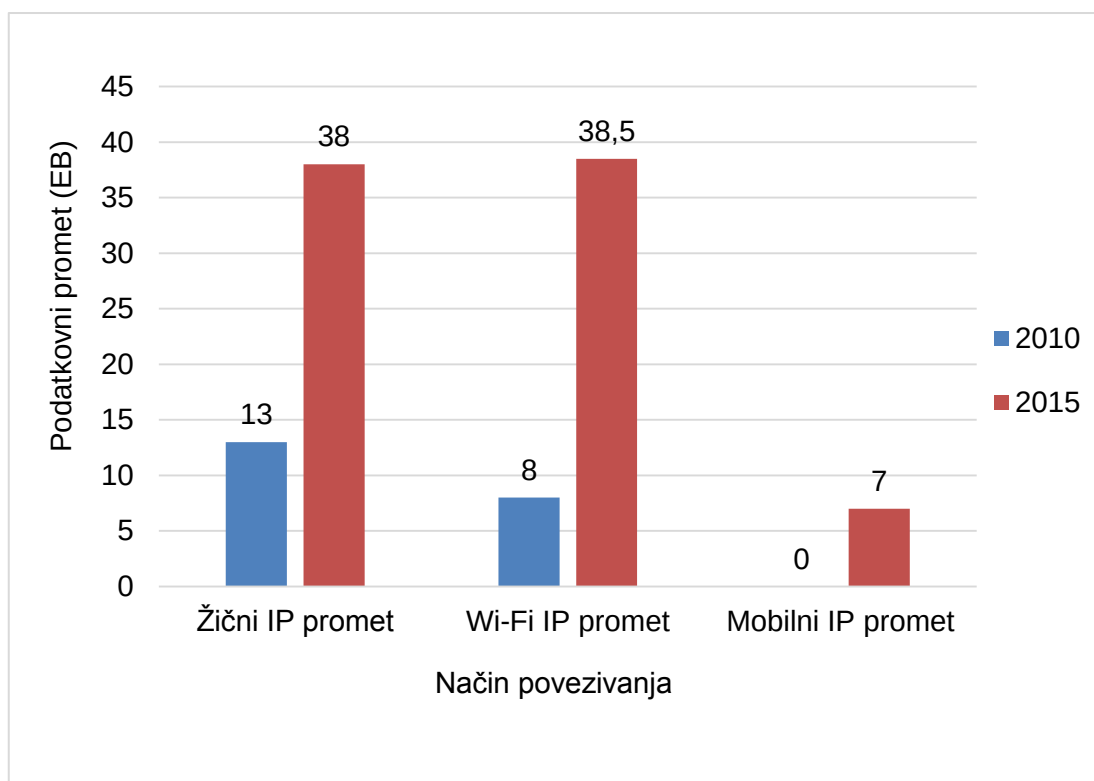


Grafikon 7. Korištenje podatkovnog prometa putem Wi-Fi mreže na različitim terminalnim uređajima

Izvor: [36]

4.3. Usporedba korištenja podatkovnog prometa mobilnih mreža i Wi-Fi mreže

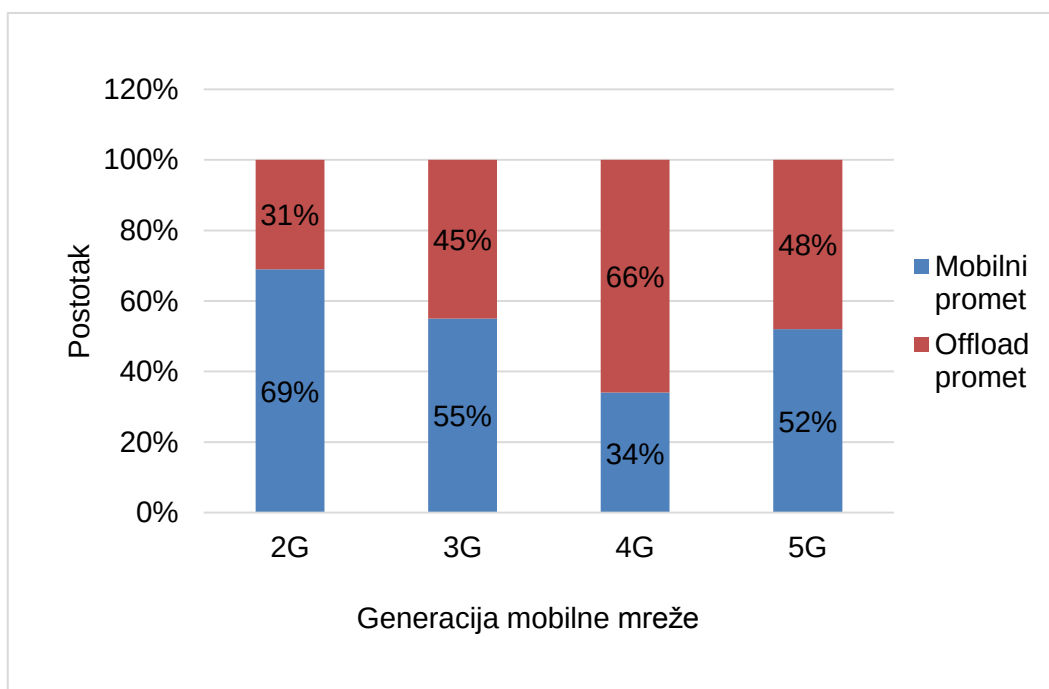
Generiranje podatkovnog prometa sve više raste u posljednjih nekoliko godina neovisno o uređaju na kojem se koristi, kao i vrsti mreže. Samo u posljednjih nekoliko godina je izražen značajan porast. Međutim, prema istraživanjima koje je proveo Cisco 2015. godine Wi-Fi mreže ipak prednjače u korištenju podatkovnog prometa nad žičnim uređajima, a i na mobilnim mrežama što je prikazano i na grafikonu 7.



Grafikon 8. Usporedba korištenja podatkovnog prometa između Wi-Fi mreže, žičnih uređaja i mobilnih mreža

Izvor: [37]

Na grafikonu vidimo da je podatkovni promet korištenjem Wi-Fi mreža od 2010. do 2015. godine povećan i iznosi više od korištenja podatkovnog prometa putem žičnih mreža, a tako i od mobilnih. Međutim, mobilne mreže u 2010. godini još nisu bile aktualne, te je njihov porast danas sve veći. Sa pojavom 4G mreža sve je veći broj prebacivanja korisnika sa Wi-Fi mreže na 4G mrežu što je prikazano i na sljedećem grafikonu:



Grafikon 9. Usporedni prikaz ostvarenog i prebačenog podatkovnog prometa prema generacijama mobilne mreže u razdoblju do 2021. godine

Izvor: [32]

Iz priloženog grafikona možemo vidjeti da je korištenje mobilnog podatkovnog prometa u 4G mreži veći nego u nižim generacijama mobilnih mreža. Međutim, budući da se peta generacija mobilnih mreža, odnosno 5G tek uvodi, odnosno testira, velike brzine će omogućiti korisnicima da i dalje ostanu pri korištenju mobilnih mreža.

5. Usporedba generiranog podatkovnog prometa operativnih sustava

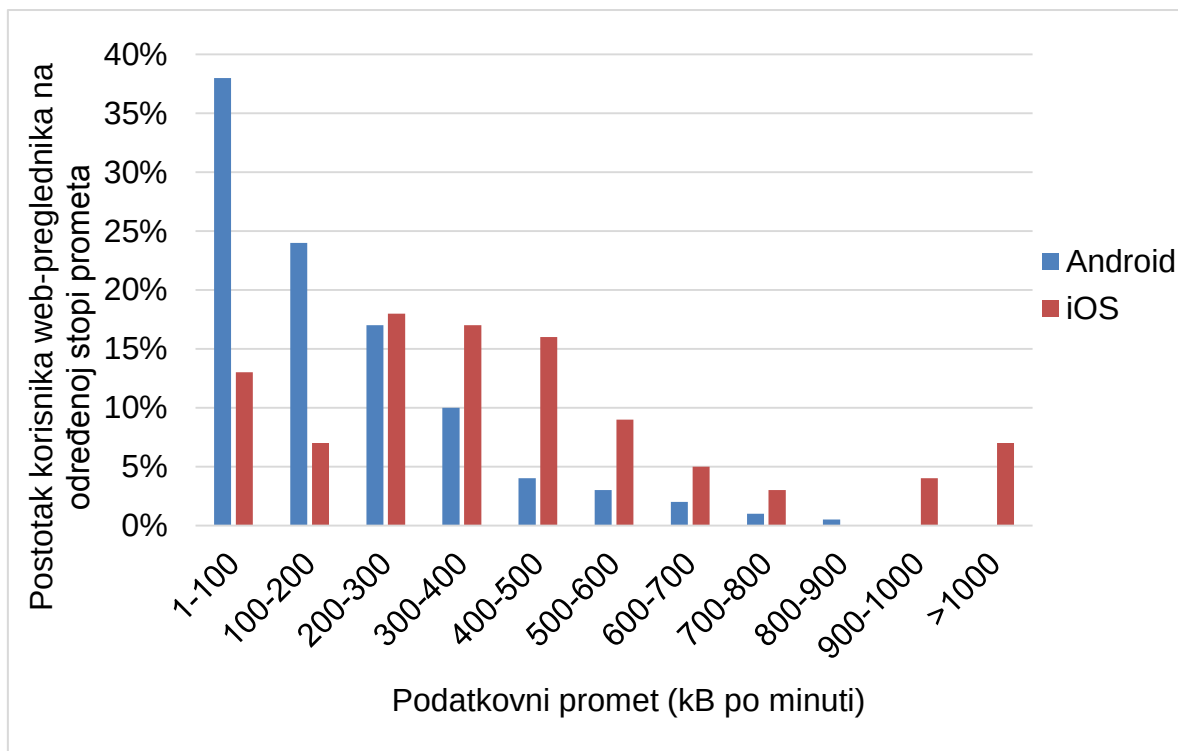
U zadnjih nekoliko godina prisutan je veliki porast u generiranju podatkovnog prometa, kao i u korištenju različitih operativnih sustava. Međutim, svaki operativni sustav se razlikuje u ostvarenju podatkovnog prometa gdje svaki već u svom sastavu ima različite aplikacije koje imaju i različito generiranje prometa. Operativni sustavi omogućuju upravljanje različitim aplikacijama i većina njih može imati većinu društvenih mreža koje su danas aktualne, te svaka od njih zauzima manje/više memorije na uređaju, kao što i ima manje/veće generiranje prometa. Svaka od aplikacija različito generira promet u ovisnosti o tome o kojoj vrsti emitiranja sadržaja je riječ. Video i slikovni sadržaj ostvaruju više podatkovnog prometa za razliku od pisanih i glasovnih zapisa.

5.1. Dosadašnja istraživanja generiranja podatkovnog prometa između operativnih sustava

Mnoga istraživanja su upravo vršena o korištenju podatkovnog prometa između Android i iOS uređaja, jer su oni najviše korišteni u svijetu i najčešće polemike se i događaju upravo oko ta dva operativna sustava. Međutim, kada je riječ o ostvarenju podatkovnog prometa istraživanja pokazuju da korisnici iPhone uređaja koriste dva puta više podatkovnog prometa, nego što to čine korisnici Android uređaja, [38].

Istraživanje je vršeno na 80% korisnika koji koriste podatkovni promet i aplikacije na uređajima skoro pa stalno u različitim državama Europe i SAD-a. Razlog koji se navodi zašto iPhone ima veće generiranje prometa jest zato što je zanimljiviji i ima veće specifikacije za pokretanje medija od određenih Android uređaja.

Također, kao razlog se navodi još da su web preglednici na drugim operativnim sustavima ograničeni u smislu njihove mogućnosti. Na sljedećem grafu se može vidjeti korištenje različitih web preglednika po minuti prometa na iOS i Android uređajima:



Grafikon 10. Distribucija podatkovnog prometa po minuti od strane korisnika iOS i Android korisnika na njihovim zadanim preglednicima

Izvor: [38]

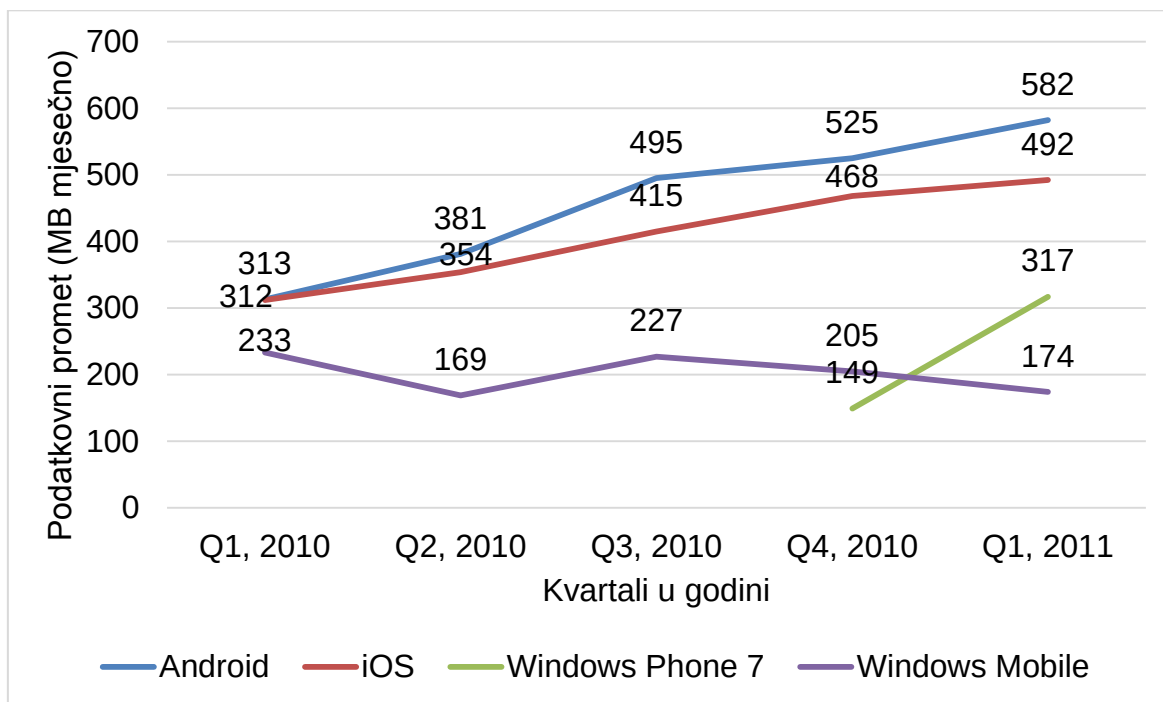
Na iOS uređaju korišten je Safari preglednik, a na Android uređaju Chrome. Grafikon pokazuje distribuciju prosječnog generiranja prometa u minuti prilikom pregledavanja web preglednika od strane iOS i Android korisnika. Prosječna stopa prometa za korisnike Androida jest 100-200 kB (kilobajta) po minuti, dok je za korisnike iPhone-a ta stopa 300-400 kB, odnosno dva puta veća.

Međutim, prethodnih godina to nije bilo tako, Ericsson u svojim istraživanja iz 2013. godine pokazuje da najveće generiranje podatkovnog prometa ostvaruje Android uređaj koji su mjesečno koristili 2,2 GB (gigabajta), dok je iPhone uređaj trošio samo 1,7 GB, a Windows Phone 1,4 GB, [39]. Razlozi koje oni navode za njihovo veće ostvarenje u su:

- Veći zaslone nego kod ostalih uređaja drugih operativnih sustava što rezultira preuzimanjem većih datoteka i videozapisa sa više piksela.
- Manje je učinkovit Android u upravljanju aplikacijama nego iOS.
- Manje se ažuriraju Android uređaji za razliku od iOS uređaja, te možda neće dobivati ispravke za poboljšanje upravljanja podacima.

Telekomunikacijski analitičar, Jan Dawson, izjavio je da brojevi podatkovnog prometa mogu i da odražavaju profile ljudi, te da osobe koje koriste veće mobilne telefone, kao što su Android telefoni, vjerojatno neće koristiti tablet uređaje što nije slučaj i sa iPhone korisnicima, [39].

Istraživanja koja je izvršio Nielsen u 2010. i 2011. godini također pokazuju da Android korisnici koriste više podatkovnog prometa od ostalih korisnika, te da to kod Android korisnika iznosi 582 MB mjesečno, a kod iPhone korisnika 492 MB. No, kada je u pitanju Windows Phone, njegovo ostvarenje je poraslo sa 149 MB na 317 MB mjesečno u kratkom razdoblju, jer se povećao različit broj aplikacija. Na sljedećem grafu možemo vidjeti kako je porast podatkovnog prometa na različitim operativnim sustavima izgledao kada su tek podatkovni promet i pametni telefoni postali aktualni:

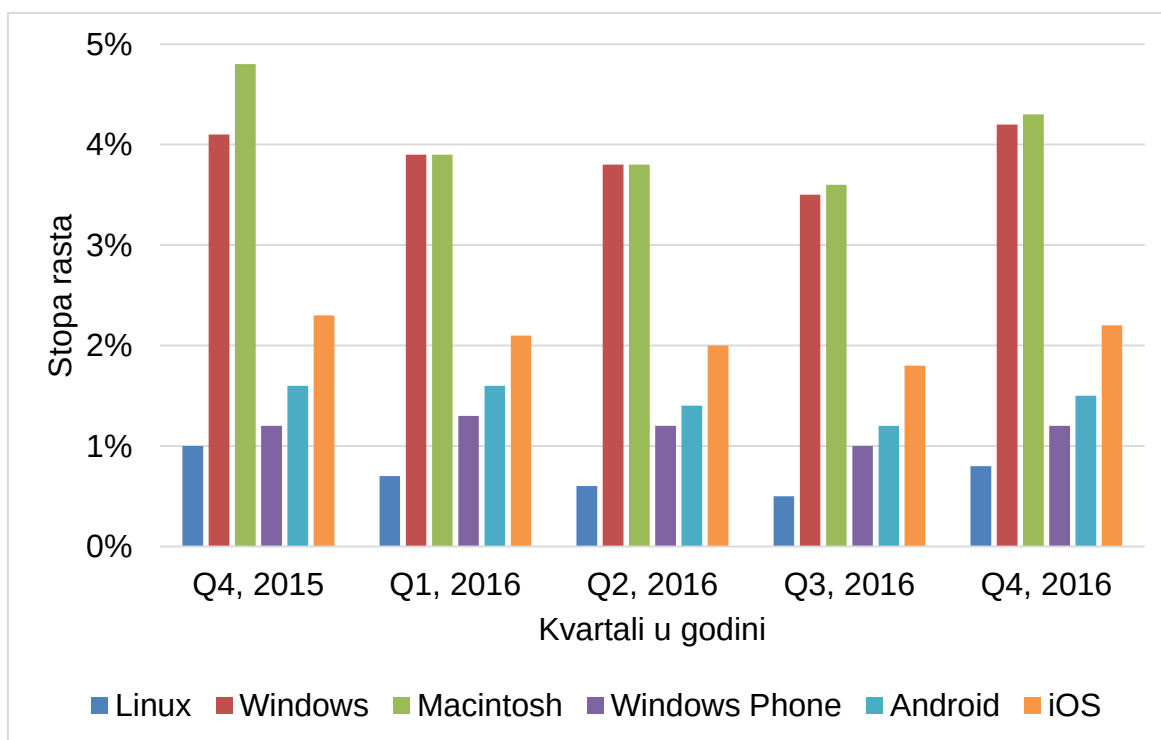


Grafikon 11. Generiranje podatkovnog prometa na operativnim sustavima prema kvartalima u godini

Izvor: [40]

Na grafikonu je prikazano ostvarenje prema različitim operativnim sustavima mobilnih uređaja gdje je najveće kod Android uređaja kod kojeg je uočen i postepeni rast, a slijedi ga Apple-ov operativni sustav. Windows Phone ima uočen veliki rast u posljednjem kvartalu, dok Windows Mobile ima stalne padove.

Mary Meeker, analitičar tvrtke Kleiner Perkins Caufield Byers, svake godine pregledava tehnološke trendove, pa se tako osvrnuo i na generiranje podatkovnog prometa prema operativnim sustavima. U sljedećem grafikonu možemo vidjeti što su njegova istraživanja pokazala:



Grafikon 12. Generiranje podatkovnog prometa prema različitim operativnim sustavima

Izvor: [41]

Na grafikonu možemo vidjeti da od svih operativnih sustava najmanje generiranje podatkovnog prometa ima Linux, a najveće Macintosh. Što se tiče mobilnih operativnih sustava, vodeći po generiranju je iOS, a najmanje generiranje ima Windows Phone.

5.2. Usporedba vlastitih istraživanja generiranja podatkovnog prometa između operativnih sustava računala i mobilnih terminalnih uređaja

Osim utvrđenih dosadašnjih testiranja, u ovom radu su prikazana i vlastita testiranja generiranja podatkovnog prometa na određenim operativnim sustavima računala, točnije na Windows OS-u i Mac OS-u, te mobilnih terminalnih uređaja, a to su: Android, iOS, te Windows Phone.

Izvršena su vlastita istraživanja na operativnim sustavima pomoću različitih programa kako bi se utvrdilo generiranje podatkovnog prometa. Naime, različiti su programi, jer svaki od operativnih sustava ne podržava isti program koji omogućava mjerenje ostvarenja podatkovnog prometa.

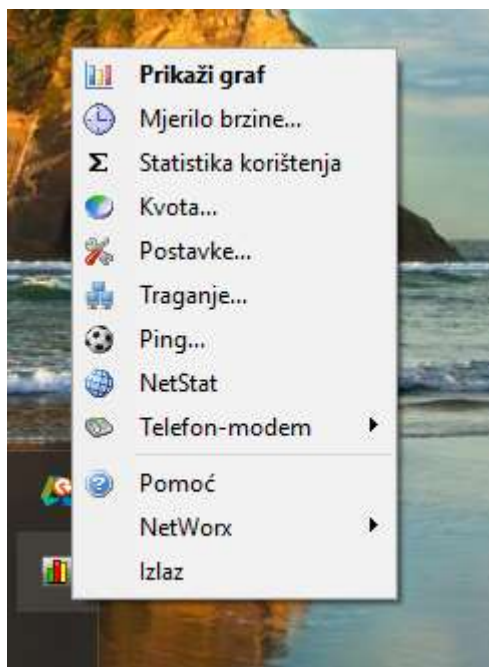
Testiranje je izvršeno prilikom pregledavanja videa na You-Tube-u² kako bi se utvrdilo koliko je podataka u silaznoj i uzlaznoj vezi bilo u tom periodu.

5.2.1. Korištene aplikacije

Na operativnim sustavima računala su korištene aplikacija NetWorx, te SurPlusMeter koje imaju istu funkciju, odnosno omogućavaju mjerenje generiranja podatkovnog prometa.

NetWorx je program koji omogućava mjerenje generiranja podatkovnog prometa na Windows računalima. Pomoću njega se mogu prikupiti podatci o korištenju propusne moći i mjerenju brzine interneta ili bilo kojih drugih mrežnih veza, [42]. Omogućeno je praćenje svih veza, te se može postaviti na način kako bi upozorio, ako je slaba povezanost sa mrežom ili ako se dogodi neka sumnjiva aktivnost.

Na sljedećoj slici možemo vidjeti kako izgleda ikona aplikacije zajedno sa svojim izbornikom programa:



Slika 10. Izbornik NetWorx programa

Na izborniku možemo uočiti različite mogućnosti, kao što su: statistika korištenja, mjerilo brzine, prikaz grafa, ping i slično. Za ovo istraživanje najbitnija je statistika korištenja koja nam prikazuje koliko MB (megabajta) prometa generira računalo u određenom periodu. Periodi koji se mogu birati su mjesečni, tjedni, dnevni, odnosno

² Videozapis je dostupan na linku: <https://www.youtube.com/watch?v=FnzDneTj9YY> pod nazivom „5 MINUTE DRUGSTORE MAKEUP TUTORIAL“ u trajanju od 11:10 minuta. Videozapis zauzima 10,2 MB memorije, te je pregledavan na uređajima pri kvaliteti od 480p.

moгу se prilagoditi po korisnikovim zahtjevima. Točnije, u radu je korišteno trajanje od 11:10 minuta koliko je trajao pregledavani videozapis.

SurPlusMeter je aplikacija za praćenje generiranja podatkovnog prometa na Mac OS računalima. Također je jednostavna za korištenje, te je veoma slična NetWorxu prema izborniku programa i svim funkcijama koje omogućava, te je samo prilagođen tom operativnom sustavu.

Na mobilnim uređajima korištene su aplikacije My Data Manager, te Daily Data Sense. Na Android i iOS uređaju je korištena My Data Manager, a kod Windows Phone uređaja Daily Data Sense aplikacija.

Kako je već spomenuto, prilikom mjerenja generiranja podataka korištena je aplikacija My Data Manager na Android i iOS uređaju. Aplikacija je ista na oba uređaja gdje se samo određene funkcije i izgled razlikuje. My Data Manager je veoma jednostavna aplikacija koja ima mogućnost kontrole generiranja podataka uz postavljanje određenih podsjetnika kada dođe do određenog limita.

Aplikacija ima mogućnost pregledavanja generiranja prometa prema aplikacijama koje su korištene, te prikaz ukupnog generiranog prometa prema mobilnim i Wi-Fi mreži, kao i mreži u *roamingu*. Pruža razne funkcionalnosti, kao što je postavljanje alarma i različitih podsjetnika u slučaju da dođe do prekoračenja limita. Na sljedećoj slici možemo vidjeti kako ta aplikacija izgleda u iOS trgovini, odnosno App Store-u:



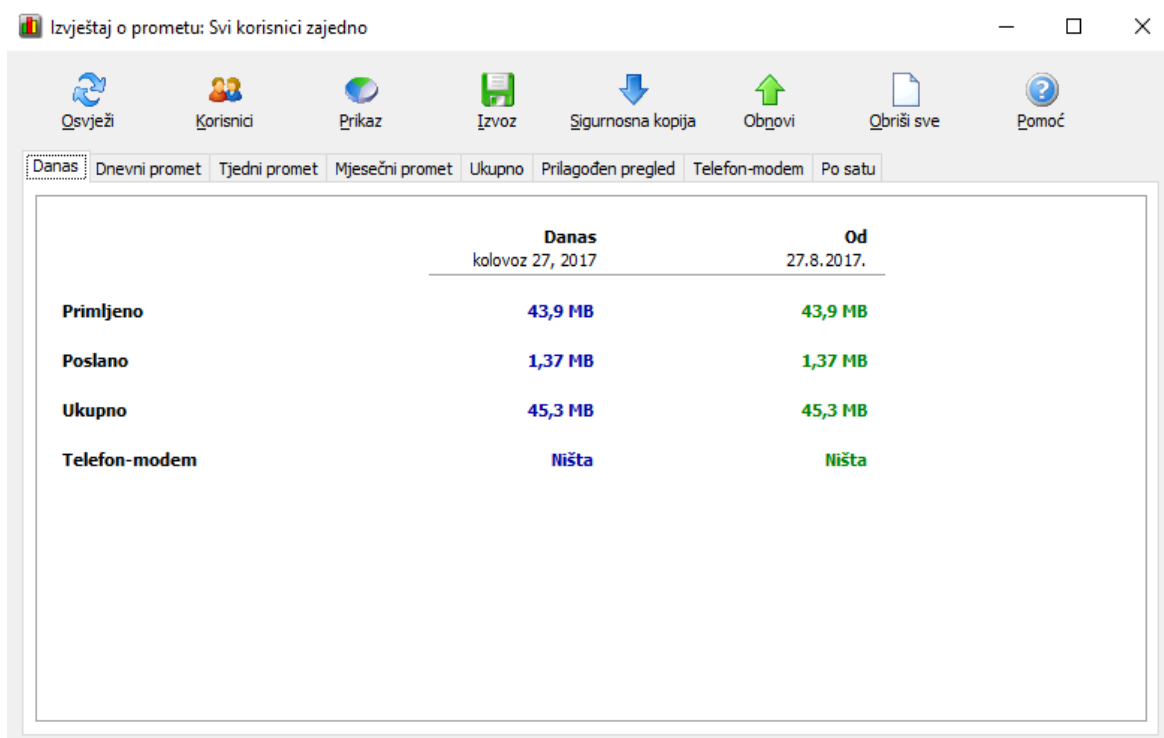
Slika 11. Prikaz aplikacije My Data Manager

Korištenjem Windows Phone uređaja mjerenje generiranja prometa je izvršeno u Daily Data Sense aplikaciji koja ima mogućnost praćenja korištenja podataka, kao što omogućuje i njihovo optimiziranje, kao i prethodni program kod Android i iOS uređaja.

Također je omogućeno praćenje ostvarenja podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži, te mobilnim mrežama, kao i prikaz podataka u silaznoj i uzlaznoj vezi, te i ukupno generiranje prometa.

5.2.2. Usporedba generiranja podatkovnog prometa na operativnim sustavima računala

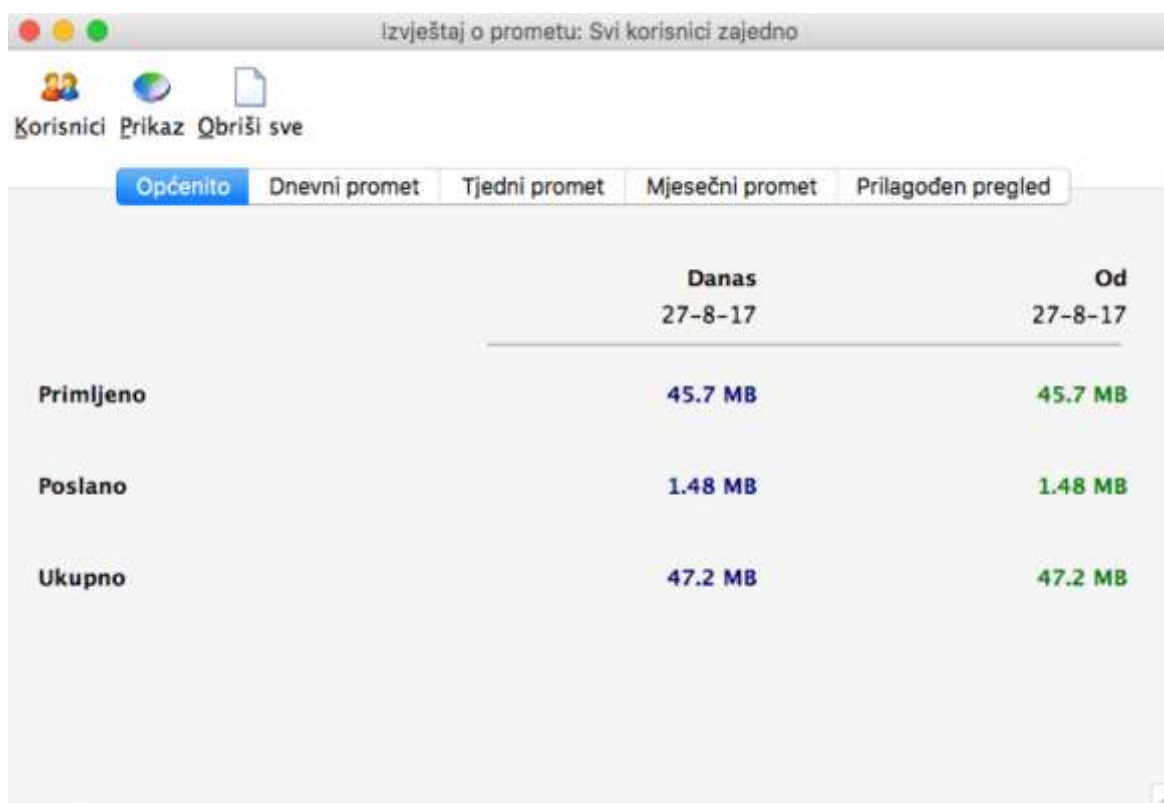
Izvršena testiranja su na operativnim sustavima računala, odnosno na Windows OS-u, te na Mac OS-u. Na sljedećoj slici možemo vidjeti kako izgledaju podatci generiranja podatkovnog prometa na Windows OS-u:



Slika 12. Izvještaj o prometu na Windows 10

Na slici je prikazan izvještaj o prometu koji ima mogućnost očitavanja koliko je podataka u silaznoj i uzlaznoj vezi. Za to vrijeme podataka u silaznoj vezi je ostvareno 43,9 MB (megabajta), a u uzlaznoj puno manje, odnosno 1,37 MB što bi značilo da ih je ukupno generirano 44,46 MB.

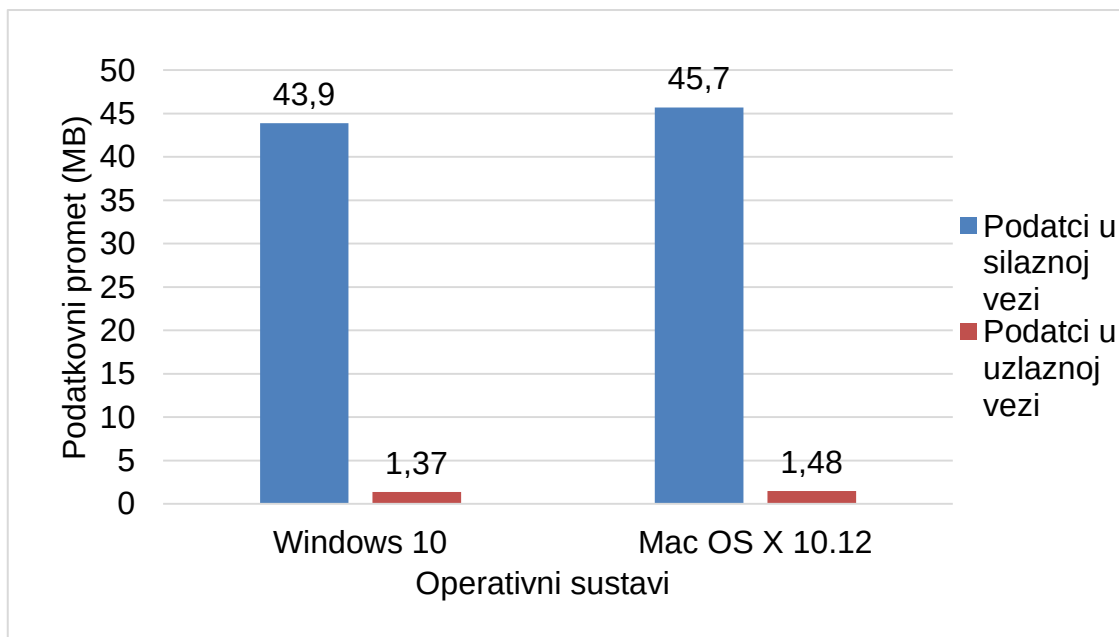
Sljedeći operativni sustav na kojem su izvršena mjerenja podatkovnog prometa jest Mac OS. To je zatvoreni sustav, te kod njega je korišten SurPlusMeter program koji ima veoma slično sučelje kao i NetWorx program, no nema mogućnost brojača, pa je najprikladnije bilo prikazati ih na isti način pomoću izvještaja. Na sljedećoj slici možemo vidjeti koliko je uočeno generiranje prometa:



Slika 13. Izvještaj o prometu na Mac OS X 10.12

Na prikazanoj slici možemo uočiti izvještaj o prometu na kojem se nalaze različite mogućnosti pregleda ostvarenja prometa u različitim vremenima. No, i ovdje je testirano na istom videozapisu u trajanju od 11:10 minuta kako bi se moglo usporediti generiranje i sa ostalim operativnim sustavima.

Na Mac OS-u podataka u silaznoj i uzlaznoj vezi je bilo samo malo više nego što je to bilo kod Windows operativnog sustava. U silaznoj vezi podataka je 45,7 MB, a u uzlaznoj 1,48 MB što je približno kao kod Windows-a, te to čini ukupni promet jednak 46,56 MB. Dakle, ovime je dokazano da iako u korištenju iste aplikacije i istog sadržaja, operativni sustavi ne ostvaruju jednak broj podatkovnog prometa, te njihovu usporedbu možemo vidjeti u grafikonu:



Grafikon 13. Prikaz generiranja podatkovnog prometa između operativnih sustava računala prema podacima u silaznoj i uzlaznoj vezi

Shodno tome, možemo uočiti da Mac OS koristi više prometa od Windows operativnog sustava za vrijeme pregledavanja istog videozapisa na You-Tube-u i prema podacima u silaznoj/uzlaznoj vezi.

5.2.3. Usporedba generiranja podatkovnog prometa na operativnim sustavima mobilnih terminalnih uređaja

Također, kao i kod operativnih sustava na računalima, tako je i kod mobilnih operativnih sustava vlastito testiranje generiranja podatkovnog prometa vršeno pomoću istog videozapisa na You-Tube aplikaciji u 11-minutnom intervalu. Međutim, na ovim uređajima mjerenja su izvršena na mobilnoj mreži (3G i 4G), te na Wi-Fi mreži. Operativni sustavi na kojima je mjereno ostvarenje podatkovnog prometa jesu: Android, iOS i Windows Phone. Android uređaj na kojem je vršeno istraživanje je Samsung Galaxy A5 2015, iOS uređaj na kojem je vršeno istraživanje je iPhone 6, te Windows Phone je Nokia Lumia 535.

Prilikom mjerenja generiranja podataka korištena je aplikacija My Data Manager na Android i iOS uređaju. Na Android uređaju mjerenja su izvršena na Wi-Fi mreži, te se rezultati mogu vidjeti na sljedećoj slici:



Slika 14. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na Wi-Fi mreži na Android uređaju

Na slici se može uočiti generiranje prometa prema različitim aplikacijama, međutim mjerenja su vršena samo za videozapis na You-Tube-u koji pokazuje da je ostvareno 35,7 MB. Prije svakog testiranja je izvršeno resetiranje dotadašnjih rezultata i prethodnih mjerenja vezanih za bilo kakvo ostvarivanje prometa, nakon čega je urađen pristup aplikaciji You-Tube i već spomenutom videozapisu koji je prikazan u trajanju od 11:10 minuta. Za razliku od Wi-Fi mreže, mjerenja na istom videu, samo na drugoj mreži pokazuju drugačije, te na 3G mreži to izgleda ovako:



Slika 15. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 3G mreži na Android uređaju

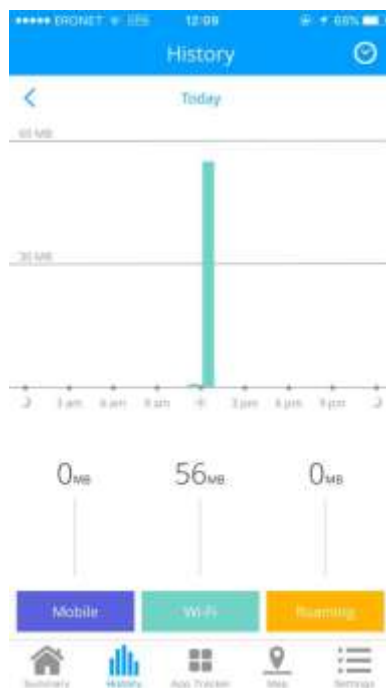
Uočeno je da je generiranje podatkovnog prometa na 3G mobilnoj mreži veoma slično prilikom pokretanja istog videozapisa na Android uređaju, odnosno generiranih podataka je 31,1 MB što je manje samo za par MB nego na Wi-Fi mreži. Mjerenja na 4G mreži izgledaju ovako:



Slika 16. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 4G mreži na Android uređaju

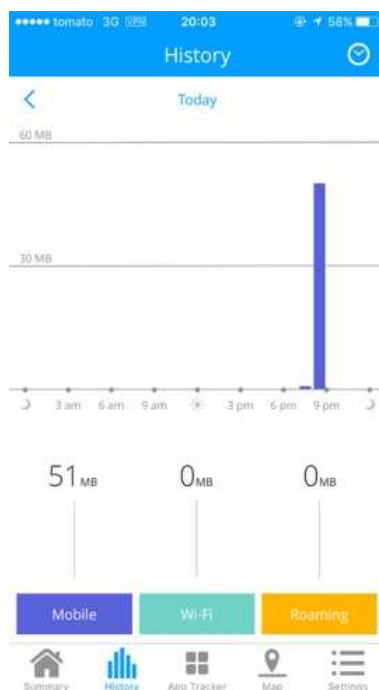
Na 4G mreži kod Android uređaja, ostvarenje prometa iznosi 46 MB što iznosi više, nego li na Wi-Fi i 3G mreži.

Sljedeća izvršena mjerenja su na iOS uređaju koji nije u mogućnosti prikazati ostvarenje prema aplikaciji, odnosno aplikacija nije mogla identificirati You-Tube, nego samo to da je bilo korišteno pokretanje videozapisa, te je tako u radu i prikazano. Međutim, s obzirom na to da se samo You-Tube koristio, ne bi trebalo biti velikih odstupanja, te na slici možemo vidjeti kakvo je mjerenje na Wi-Fi mreži:



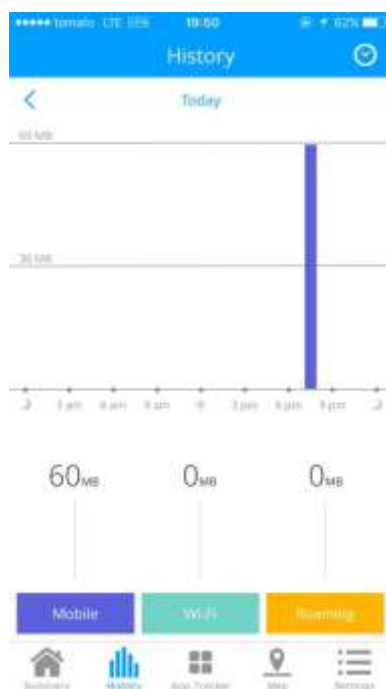
Slika 17. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na Wi-Fi mreži na iOS uređaju

Slika pokazuje kakvo je ostvarenje prometa bilo na Wi-Fi mreži prilikom korištenja istog procesa kao i kod ostalih operativnih sustava, te je ukupno ostvareno 56 MB prometa. Također, mjerenja su ostvarena i na 3G mreži, te na sljedećoj slici možemo vidjeti kako izgledaju:



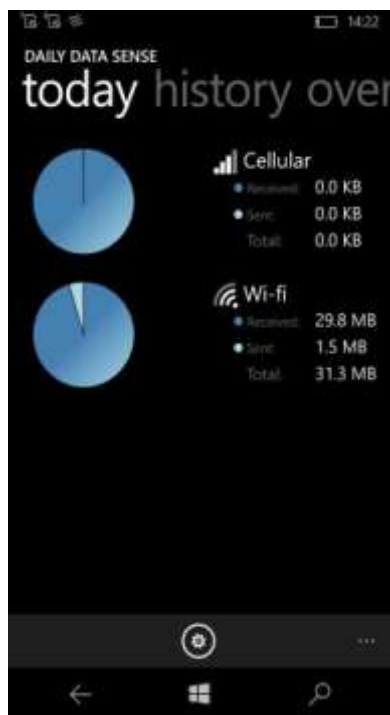
Slika 18. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 3G mreži na iOS uređaju

Na prethodnoj slici možemo vidjeti kako na 3G mreži iznos ostvarenja podatkovnog prometa iznosi 51 MB što je manje nego li na Wi-Fi mreži. Također, mjerenja su izvršena i na 4G mreži, te na sljedećoj slici možemo vidjeti kako to izgleda:



Slika 19. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 4G mreži na iOS uređaju

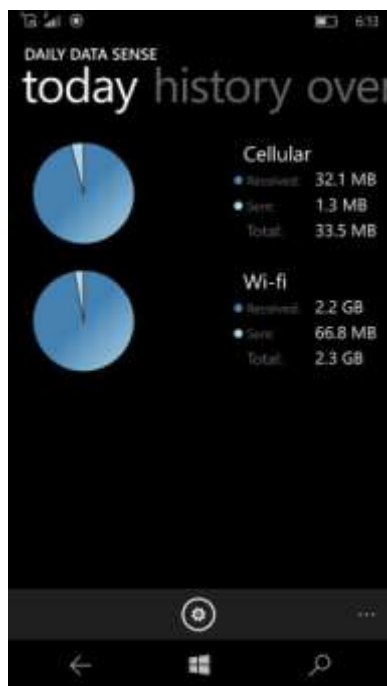
Mjerenjem ostvarivanja podatkovnog prometa na 4G mreži dobiveni su rezultati od 60 MB što označava više nego li i na Wi-Fi i 3G mreži. Zaključno s tim, možemo reći da na iOS uređaju najviše prometa generira 4G mreža. Korištenjem Windows Phone uređaja, ponovljen je isti postupak, međutim u Daily Data Sense aplikaciji. Na Wi-Fi mreži mjerenja izgledaju ovako:



Slika 20. Prikaz generiranja podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži na Windows uređaju

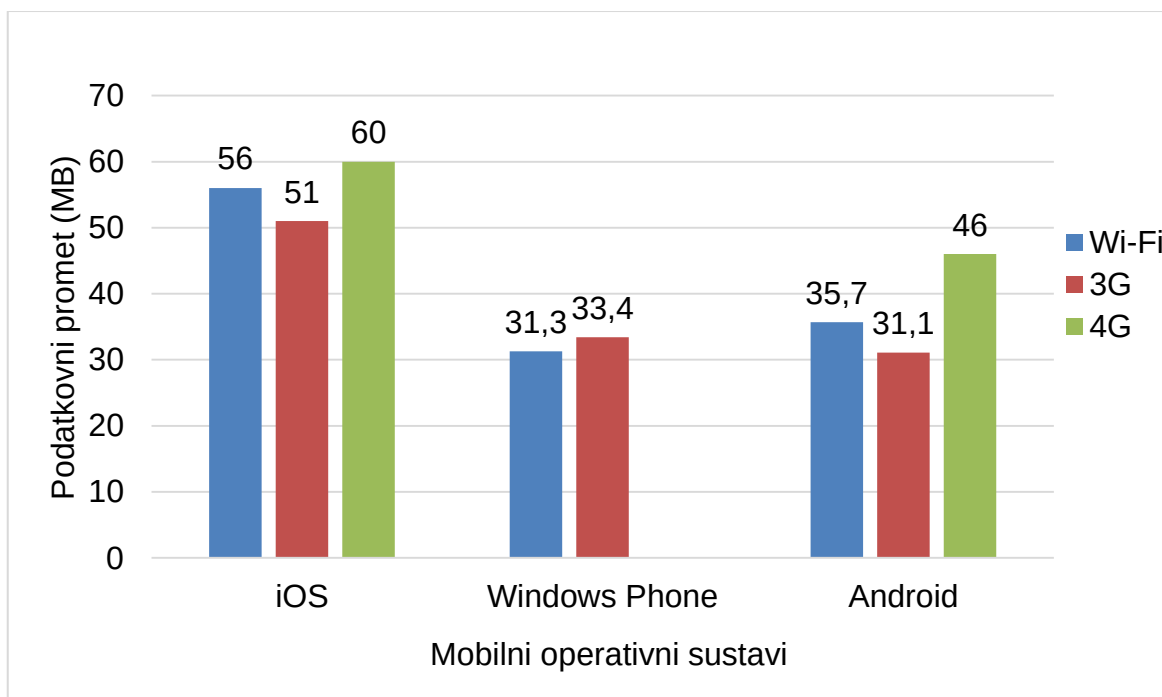
Na prikazanoj slici vidljivo je koliko je podataka u silaznoj i uzlaznoj vezi za vrijeme trajanja videozapisa, kao i ukupno ostvarenje prometa. Podataka u silaznoj vezi je 29,8 MB, a podataka u uzlaznoj vezi je 1,5 MB što je ukupno 31,3 MB. Silazna veza je veza putem koje se podatci preuzimaju na određenom terminalnom uređaju od bazne stanice, a uzlazna veza je suprotno od toga. Na osnovu toga, iz testiranja možemo zaključiti da preuzimanje podataka puno više ostvaruje prometa, nego li slanje prema baznoj stanici što je i logično u ovom slučaju. Razlog tomu jest zahtjev korisnika da pregledava videozapis uz korištenje mreže koju pruža određena bazna stanica.

Mjerenje je izvršeno i na mobilnoj mreži, odnosno samo na 3G, te njihovo ostvarenje vidimo na sljedećoj slici:



Slika 21. Prikaz generiranja podatkovnog prometa na 3G mreži na Windows Phone uređaju

Kod Windows Phone uređaja na 3G mreži može se uočiti da je podataka u silaznoj vezi 32,1 MB, a u uzlaznoj 1,3 MB što ukupno čini 33,4 MB. To pokazuje da je u odnosu na prethodno mjerenje na Wi-Fi mreži više generiranog podatkovnog prometa. Na sljedećem grafikonu možemo vidjeti usporedbu ostvarenog podatkovnog prometa mobilnih operativnih sustava:



Grafikon 14. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema mobilnim operativnim sustavima

Prema izvršenim mjerenjima možemo vidjeti da najveće generiranje na Wi-Fi mreži ima iOS operativni sustav, odnosno iPhone sa 56 MB prometa, zatim Android sa ukupnih 35,7 MB, te najmanje Windows Phone uređaj sa 31,3 MB.

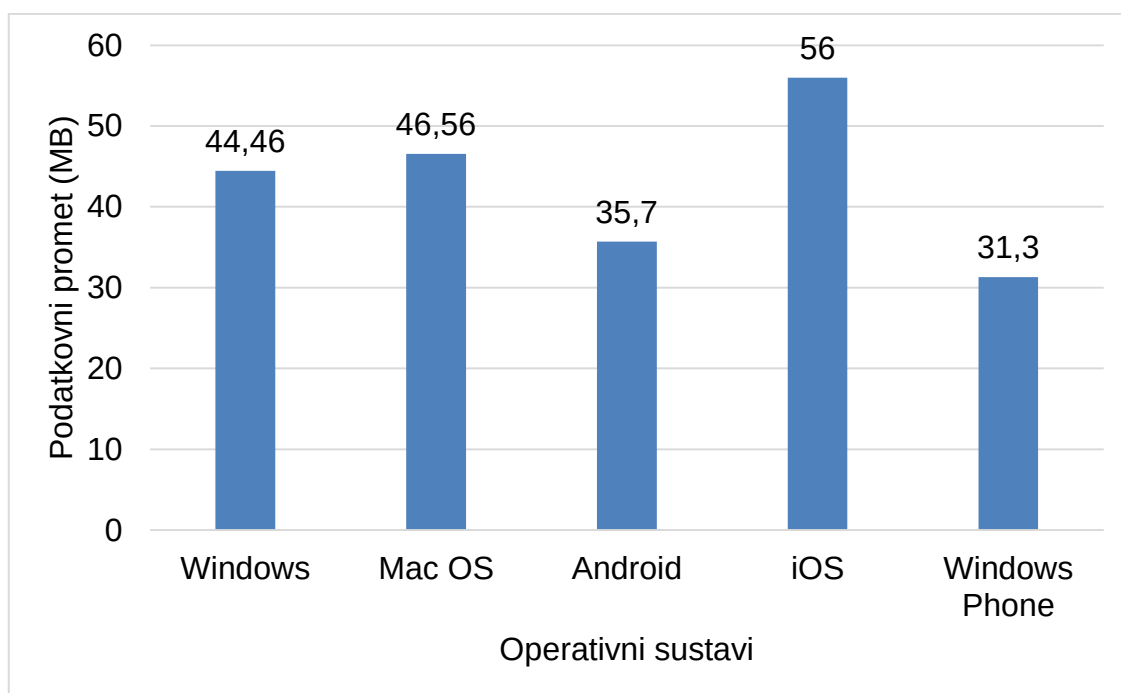
Što se tiče mobilne mreže, na 3G mreži je poredak malo drugačiji. Kao i na Wi-Fi mreži, iOS uređaj generira najviše prometa, te iznosi 51 MB, zatim slijedi Windows Phone kod kojeg je generiranje na 3G mreži također slično onoj na Wi-Fi i iznosi 33,4 MB, a kod Android uređaja ta razlika iznosi 31,1 MB.

Na 4G mreži su izvršena mjerenja samo na Androidu i iOS-u, te iOS i tu prednjači u količini ostvarenog prometa i njegovo generiranje iznosi 60 MB, dok je kod Androida to 46 MB.

5.2.4. Usporedba dobivenih podataka

Prema vlastitim mjerenjima i testiranjima generiranja podatkovnog prometa može se uočiti određena razlika kod operativnih sustava računala i operativnih sustava mobilnih uređaja. Svi operativni sustavi su testirani na Wi-Fi mreži, te je usporedbu najbolje i prikazati prema tome.

U sljedećem grafikonu možemo uočiti i kako izgleda ta usporedba u generiranju podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži između svih operativnih sustava:



Grafikon 15. Usporedba operativnih sustava prema generiranju podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži

Grafikon prikazuje razlike u generiranju prometa na Wi-Fi mreži svih testiranih operativnih sustava gdje je uočeno da Windows Phone generira najmanje podatkovnog prometa dok iOS generira najviše. Windows Phone ostvaruje 31,3 MB, a iOS 56 MB što predstavlja i do skoro duplo više generiranog prometa za jednak videozapis.

6. Zaključak

Terminalni uređaji ne bi mogli pružati raznolike opcije bez operativnih sustava koji omogućavaju funkcioniranje svih aplikacija koje se na njima nalaze. Operativni sustavi služe zapravo kako bi korisnik ostvario komunikaciju sa željenim aplikacijama. No, ako korisnik želi razmjenjivati komunikaciju s drugim ljudima putem svog uređaja, najčešće mu je potreban pristup Internet mrežama. Danas postoji više mreža, a najčešće upotrebljavane su Wi-Fi, te treća i četvrta generacija mreža.

Sve je više korisnika tih mreža, te se time povećava ostvarivanje podatkovnog prometa iz godine u godinu. Generiranje podatkovnog prometa nije jednako na svim operativnim sustavima, bez obzira koristi li se ista aplikacija na svima. Osim što neki operativni sustavi koriste više prometa prilikom učitavanja određenih sadržaja, na ukupnu količinu ostvarenja podatkovnog prometa utječe i to što su neki operativni sustavi sa svojim aplikacijama izgledom zanimljiviji, te time korisnik provodi više vremena na uređaju, i samim tim generira više prometa

Također, sve veća je potražnja za podatkovnim prometom koji ima potrebu za svojim nadograđivanjem i poboljšanjem performansi kako bi se zadovoljile potrebe korisnika. Nove generacije ljudi zahtijevaju i nove generacije u virtualnom svijetu, te se sve više prebacuju sa Wi-Fi mreža na mobilne mreže kako bi se ostvarila povezanost na Internetu gdje god se nalazili. Podatkovni promet je veoma aktualan u današnje vrijeme, te ga upotrebljavaju korisnici različitih operativnih sustava kroz različite aplikacije.

Generiranje podatkovnog prometa je faktor koji je značajan u svijetu današnjice, te nije isti ni na svim uređajima istog operativnog sustava, a tako ni na različitom operativnom sustavu. Svaka aplikacija na uređaju ne ostvaruje jednako generiranje prometa, jer ne pružaju isti sadržaj, odnosno posjeduju različite vrste medija koje ne zahtijevaju istu količinu prometa da bi se ostvarile.

Međutim, iste aplikacije na različitim operativnim sustavima također ne ostvaruju istu količinu podatkovnog prometa. Iako nesvjesni toga, terminalni uređaj generira podatke u pozadini dok se naša aplikacija pokreće, ili jednostavno treba veću količinu podataka na jednom uređaju kako bi se pokrenula nego na drugom.

No, unatoč tome što postoji razlika kod generiranja podatkovnog prometa različitih operativnih sustava, većinu korisnika neće natjerati da svoj uređaj zamijene sa onim koji zahtijeva manje prometa, ali može utjecati na to da optimiziraju performanse kod određenih aplikacija i time umanje generiranje prometa.

Literatura

- [1] D. Peraković: *Autorizirana predavanja sa kolegija Terminalni uređaji*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2017. (pristupljeno: travanj 2017.)
- [2] Računalo: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Računalo> (pristupljeno: travanj 2017.)
- [3] Ulazne i izlazne jedinice računala: [http://www.znanje.org/i/i29/09iv05/09iv0516/ulazne i izlazne jedinice.htm](http://www.znanje.org/i/i29/09iv05/09iv0516/ulazne_i_izlazne_jedinice.htm) (pristupljeno: travanj 2017.)
- [4] I. Milković: *Istraživanje negativnih efekata primjene terminalnih uređaja u prometu*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2015. (pristupljeno: travanj 2017.)
- [5] Bootloader: <http://wiki.openwrt.org/doc/techref/bootloader> (pristupljeno: travanj 2017.)
- [6] Značajke operativnog sustava: <http://whatis.techtarget.com/definition/operating-system-OS> (pristupljeno: travanj 2017.)
- [7] Povijest Microsoft Windows-a: http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Hardware_Software/history_of_microsoft_windows_operating_system.html (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [8] Windows OS: <https://www.britannica.com/technology/Windows-OS> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [9] Windows 7: https://hr.wikipedia.org/wiki/Windows_7 (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [10] Operativni sustav Windows: <http://searchwindowsserver.techtarget.com/definition/Windows> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [11] CARNet, *Sigurnost Mac OS X operacijskih sustava*, p. 21, 2008: <http://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2008-08-244.pdf> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [12] Inačice iOS-a: <https://hr.wikipedia.org/wiki/IOS> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [13] Mac OS operativni sustav: http://www.operating-system.org/betriebssystem/_english/bs-macos.htm (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [14] Mac OS X 10.8: https://en.wikipedia.org/wiki/OS_X_Mountain_Lion (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [15] Mac OS X 10.10: https://en.wikipedia.org/wiki/OS_X_Yosemite (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [16] Mac OS X 10.12: <https://www.apple.com/macOS/sierra/> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [17] Linux: <http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/Linux-operating-system> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [18] Što je Linux?: <https://www.linux.com/what-is-linux> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [19] Ubuntu: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ubuntu> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [20] Fedora: [https://en.wikipedia.org/wiki/Fedora_\(operating_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Fedora_(operating_system)) (pristupljeno: srpanj 2017.)

- [21] Mobilni operativni sustavi: <https://www.theverge.com/2017/2/16/14634656/android-ios-market-share-blackberry-2016> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [22] Android: <https://developer.android.com/about/index.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [23] Android operativni sustav: <http://www.informatika.buzdo.com/pojmovi/mobile-3.htm> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [24] Usporedba različitih verzija Android operativnog sustava: <http://socialcompare.com/en/comparison/android-versions-comparison> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [25] iOS: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/iOS> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [26] Postotak korištenja određenih iOS-a: <https://developer.apple.com/support/app-store/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [27] iOS 10: <https://www.macrumors.com/2016/09/13/apple-releases-ios-10/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [28] Windows Phone: http://www.webopedia.com/TERM/W/windows_phone.html (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [29] Windows Phone 8: <http://www.pocket-lint.com/news/115972-windows-phone-8-hardware-specs> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [30] Značajke Windows Phone 8.1: <https://www.windowscentral.com/windows-phone-81-features> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [31] Windows Mobile 10: <http://www.techradar.com/news/phone-and-communications/mobile-phones/windows-10-for-phones-detailed-including-better-voice-commands-1281560> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [32] Cisco: *Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021*: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [33] R. Division: *Mobile Data Offload - Wi-Fi Offload*: <http://tec.gov.in/pdf/Studypaper/Mobile%20data%20offload.pdf> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [34] Izvještaj o mobilnom podatkovnom prometu: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/mobile-traffic-report-q1-2017> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [35] Podatkovni promet korištenjem Wi-Fi mreža: <http://www.cablelabs.com/carrier-grade-wi-fi-keeps-pace-with-wi-fi-network-growth-how-cablelabs-is-contributing/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [36] Pametni telefoni koriste Wi-Fi više od ostalih uređaja: <https://gigaom.com/2012/11/07/which-devices-use-wi-fi-hotspots-the-most-not-laptops/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [37] Usporedba potrošnje podatkovnog prometa putem Wi-Fi i mobilnih mreža:

- <https://gigaom.com/2011/06/01/cisco-wifi-vni-report/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [38] Usporedba korištenja podatkovnog prometa na Android i iOS uređaju: <http://www.analysysmason.com/About-Us/News/Insight/iPhone-data-traffic-Jun2012/> (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [39] Android koristi više podatkovnog prometa?: <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/12/31/why-do-android-smartphones-guzzle-the-most-data/> (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [40] Podatkovni promet na operativnim sustavima: <https://www.fastcompany.com/1760881/iphone-android-mobile-user-data-blasts-windows-phone-7-catching> (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [41] Statistika potrošnje podatkovnog prometa: <http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/> (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [42] Networx: <https://www.softperfect.com/products/networx/> (pristupljeno: kolovoz 2017.)

Popis kratica

API	(Application Programming Interface) aplikacijsko programsko sučelje
CPU	(Central Processing Unit) centralna procesorska jedinica
GUI	(Graphical User Interface) grafičko korisničko sučelje
IBM	(International Business Machines) internacionalni poslovni uređaji
IEEE	(Institute of Electrical and Electronics Engineers) institut za električno i elektronično inženjerstvo
LTE	(Long Term Evolution) tehnologija četvrte generacije mreže
MNO	(Mobile Network Operators) mobilni operatori
MS-DOS	(MicroSoft Disk Operating Systems) Microsoft operativni sustav
MSO	(Multiple System Operators) višestruki operatori sustava
OS	(Operating System) operativni sustav
UMTS	(Universal Mobile Telecommunication System) europska norma za treću generaciju mreža
VPN	(Virtual Private Network) virtualna privatna mreža
Wi-Fi	(Wireless Fidelity) bežična mreža

Popis slika

Slika 1. Arhitektura mobilnih terminalnih uređaja	4
Slika 2. Prikaz Windows 7 sučelja, [9]	9
Slika 3. Prikaz Windows 10 sučelja	10
Slika 4. Prikaz sučelja inačice Mountain Lion, [14]	11
Slika 5. Prikaz sučelja inačice Yosemite, [15]	12
Slika 6. Prikaz sučelja inačice Ubuntu 16.04, [19]	14
Slika 7. Prikaz sučelja verzije Fedora sa GNOME 3.22.2, [20]	14
Slika 8. Arhitektura Android operativnog sustava, [23]	16
Slika 9. Integracija Wi-Fi/mobilne mreže, [33]	23
Slika 10. Izbornik NetWorx programa	34
Slika 11. Prikaz aplikacije My Data Manager	35
Slika 12. Izvještaj o prometu na Windows 10	36
Slika 13. Izvještaj o prometu na Mac OS X 10.12	37
Slika 14. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na Wi-Fi mreži na Android uređaju	39
Slika 15. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 3G mreži na Android uređaju	39
Slika 16. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 4G mreži na Android uređaju	40
Slika 17. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na Wi-Fi mreži na iOS uređaju	41
Slika 18. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 3G mreži na iOS uređaju	41
Slika 19. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema aplikacijama na 4G mreži na iOS uređaju	42
Slika 20. Prikaz generiranja podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži na Windows uređaju	43
Slika 21. Prikaz generiranja podatkovnog prometa na 3G mreži na Windows Phone uređaju	44

Popis tablica

Tablica 1. Inačice sustava Mac OS X	10
Tablica 3. Inačice Android operativnog sustava	17
Tablica 4. Inačice iOS operativnog sustava na iPhone modelima (1)	19
Tablica 5. Inačice iOS operativnog sustava na iPhone modelima (2)	20
Tablica 6. Značajke Windows Phone 8.1	21

Popis grafikona

Grafikon 1. Prikaz korištenja različitih operativnih sustava	8
Grafikon 2. Prikaz korištenja određenih operativnih sustava na mobilnim uređajima	15
Grafikon 3. Postotak korištenja određenih inačica iOS-a.....	19
Grafikon 4. Porast mobilnog podatkovnog prometa u različitom području u svijetu tijekom 2016. godine	24
Grafikon 5. Porast mobilnog podatkovnog prometa u posljednjih 5 godina	25
Grafikon 6. Implementacija novih pristupnih točaka Wi-Fi mreže prema pretpostavkama MNO-a i MSO-a u razdoblju od 2012-2018.....	26
Grafikon 7. Korištenje podatkovnog prometa putem Wi-Fi mreže na različitim terminalnim uređajima	27
Grafikon 8. Usporedba korištenja podatkovnog prometa između Wi-Fi mreže, žičnih uređaja i mobilnih mreža.....	28
Grafikon 9. Usporedni prikaz ostvarenog i prebačenog podatkovnog prometa prema generacijama mobilne mreže u razdoblju do 2021. godine.....	29
Grafikon 10. Distribucija podatkovnog prometa po minuti od strane korisnika iOS i Android korisnika na njihovim zadanim preglednicima	31
Grafikon 11. Generiranje podatkovnog prometa na operativnim sustavima prema kvartalima u godini.....	32
Grafikon 12. Generiranje podatkovnog prometa prema različitim operativnim sustavima	33
Grafikon 13. Prikaz generiranja podatkovnog prometa između operativnih sustava računala prema podacima u silaznoj i uzlaznoj vezi	38
Grafikon 14. Prikaz generiranja podatkovnog prometa prema mobilnim operativnim sustavima	44
Grafikon 15. Usporedba operativnih sustava prema generiranju podatkovnog prometa na Wi-Fi mreži	45