Istraživanje negativnih efekata primjene terminalnih uređaja u prometu

Milković, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:448637

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

Ivana Milković

ISTRAŽIVANJE NEGATIVNIH EFEKATA PRIMJENE TERMINALNIH UREĐAJA U PROMETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u zagrebu
fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ISTRAŽIVANJE NEGATIVNIH EFEKATA PRIMJENE TERMINALNIH UREĐAJA U PROMETU

Mentor: Prof. dr. sc. Dragan Peraković
Student: Ivana Milković, 0135229371

Zagreb, rujan 2015.

ISTRAŽIVANJE NEGATIVNIH EFEKATA PRIMJENE TERMINALNIH UREĐAJA U PROMETU

SAŽETAK

Mobilne terminalne uređaje u današnje vrijeme svakodnevno upotrebljavaju osobe svih uzrasta. Razlozi upotrebe mobilnih uređaja su različiti, od slanja SMS- a do igranja zabavnih igara. Napretkom tehnologije, mobilni uređaji pružaju sve veći broj usluga i funkcionalnosti, čime su privukli velik broj korisnika. Gotovo svaki korisnik kraj sebe ima mobilni uređaj u svakom trenutku (u autu ili pri šetnji gradom). U situacijama poput vožnje u automobilu ili vožnje na biciklu, korisnici se često nađu u situaciji da koriste mobilni uređaj, iako je to zabranjeno Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (Narodne novine broj 67/2008). Razlog zabrani predstavljaju posljedice uporabe mobilnih terminalnih uređaja prilikom vožnje, kao što su smanjenje koncentracije i smanjenje vremena reagiranja, što u najgorem slučaju može rezultirati prometnom nesrećom. Najveći broj korisnika mobilnih terminalnih uređaja su mlade osobe od 11 do 30 godina. Stoga je u ovom radu provedena anketa namijenjena studentskoj populaciji kako bi se dobio uvid u učestalost korištenja mobilnih uređaja u raznim situacijama te njihovo mišljenje o korištenju mobilnih uređaja od strane drugih sudionika u istim situacijama.

KLJUČNE RIJEČI: Mobilni terminalni uređaji;sigurnost primjene; studentska populacija; promet; korištenje

RESEARCH OF THE NEGATIVE EFFECTS OF USAGE OF MOBILE DEVICES IN TRAFFIC

SUMMARY

Mobile terminal devices are used on daily basis among people of all ages. Reasons of usage are different, from sending an SMS to playing games. As technology advanced, mobile terminal devices got the capability of providing a great amount of services and functionalities, which resulted in great amount of users. Almost every person has a mobile phone by his side at any time of day (in a car, while walking in the street). In situations like driving or riding a car, many people find themselves using a mobile phone, knowing that it is prohibited by the Law of the road safety (Narodne novine broj 67/2008). The reason why it is prohibited is because mobile phones are distracting and decreasing concentration and reducing reaction time which can result in causing an accident. The most of mobile phone users are young people between 11 and 30 years. In this paper an online survey has been conducted for researching student's opinion on the usage of mobile phones in different situations and other people's usage of mobile phones in the same situations.

KEYWORDS: *mobile terminal devices; technogy; safety of usage; student population; traffic and transport; usage*

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. POVIJESNI RAZVOJ TERMINALNIH UREĐAJA 2
3. NAMJENA TERMINALNIH UREĐAJA, OPĆE ZNAČAJKE I FUNKCIONALNOSTI 6
4. MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE I USLUGE PRIMJENJIVE KOD TERMINALNIH UREĐAJA 11
4.1 MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE MALOG PODRUČJA POKRIVENOSTI 11
4.1.1 IRDA 11
4.1.2 BLUETOOTH 12
4.1.3 NEAR FIELD COMMUNICATION 15
4.2 MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE SREDNJEG PODRUČJA POKRIVENOSTI 16
4.2.1 DECT 16
4.2.2 WIRELESS LOCAL AREA NETWORK 18
4.3 MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE VELIKOG PODRUČJA POKRIVENOSTI 20
4.3.1 PRVA GENERACIJA 20
4.3.2 DRUGA GENERACIJA 21
4.3.3 GENERACIJA 2,5 24
4.3.4 TREĆA GENERACIJA 25
4.3.5 ČETVRTA GENERACIJA 28
5. PROBLEMATIKA SIGURNOSTI PRIMJENE TERMINALNIH UREĐAJA U GRADSKOM PROMETU - PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA DOBIVENIH PROVOĐENJEM ANKETE NAZIVA „PRIMJENA MOBILNIH TERMINALNIH UREĐAJA KOD STUDENTSKE POPULACIJE ZA VRIJEME KRETANJA GRADOM“ 30
6. ZAKLJUČAK 47
LITERATURA 48
POPIS SLIKA 51
POPIS TABLICA 52

1. UVOD

U radu naslova „Istraživanje negativnih efekata primjene mobilnih terminalnih uređaja u prometu“, prikazat će se povijest mobilnih terminalnih uređaja, njihova upotreba te moguće opasnosti kojima se korisnici izlažu. U današnje vrijeme mobilni terminalni uređaji upotrebljavaju se svakodnevno i pružaju brojne mogućnosti komunikacije i zabave. No isto tako, postoje i negativni utjecaji njihova korištenja te je potrebno obratiti pažnju na njih.

Rad se sastoji od sljedećih šest poglavlja:

1. Uvod
2. Povijesni razvoj terminalnih uređaja
3. Namjena terminalnih uređaja, opće značajke i funkcionalnosti
4. Mobilne komunikacijske tehnologije
5. Problematika sigurnosti primjene terminalnih uređaja u gradskom prometu
6. Zaključak

U drugom poglavlju prikazat će se povijest mobilnih terminalnih uređaja te njihov razvoj, od uređaja velikih dimenzija i mase koji su pružali samo mogućnost uspostave poziva, do pojave tzv. pametnih telefona malih dimenzija i mase koji pružaju brojne usluge i mogućnosti komunikacije.

U trećem poglavlju prikazat će se funkcionalnosti mobilnih terminalnih uređaja, navesti opće značajke te definirati njihova namjena. Prikazat će se ukratko i arhitektura mobilnog terminalnog uređaja te funkcionalne jedinice.

Četvrto poglavlje sastoji se od tri potpoglavlja u kojima će se navesti mobilne komunikacijske tehnologije ovisno o području pokrivenosti. Tako se mobilne komunikacijske tehnologije dijele na mobilne komunikacijske tehnologije malog područja pokrivenosti, srednjeg područja pokrivenosti te velikog područja pokrivenosti. Kroz navedene podjele navest će se dodatne usluge koje je razvoj mobilnih komunikacijskih tehnologija omogućio.

Peto poglavlje odnosi se na problematiku sigurnosti primjene mobilnih terminalnih uređaja u gradskom prometu. Prikazat će se potencijalne opasnosti kroz primjere istraživanja za pješake, bicikliste i vozače. Također, prikazat će se i rezultati *online* ankete naziva „Primjena mobilnih terminalnih uređaja kod studentske populacije za vrijeme kretanja gradom“.

2. POVIJESNI RAZVOJ TERMINALNIH UREĐAJA

Komunikacija putem mobilnih terminalnih uređaja danas je svakodnevna, dok su prije dvadesetak godina mobilni uređaji bili rijetkost i privilegija. Razvoj telefonije i mobilnih uređaja temeljenih na radio telefoniji imaju dugu povijest. U daljnjem tekstu ukratko će se prikazati povijesni razvoj i evolucija mobilnih terminalnih uređaja.

Za razvoj telefona zaslužan je Alexander Graham Bell, koji je u suradnji s Thomasom Watsonom radio na dizajnu i patentu za prvi telefon, te 1876. godine prijavio patent. Prvi mobilni telefon na svijetu uvela je njemačka kraljevska željeznica (njem. Deutsche Reichsban) na trasi Berlin – Hamburg. Telefoni temeljeni na radio tehnologiji datiraju od izuma Reginalda Fessendena koji je omogućio komunikaciju broda s obalom korištenjem radio telefonije. Za vrijeme Drugog svjetskog rata vojska je za komunikaciju koristila mobilne radijske uređaje. U pedesetim godinama 20. Stoljeća ista tehnologija prilagodila se i civilnoj upotrebi, u policijskim i taxi vozilima. 1973. godine Martin Cooper izumio je prvi moderni prijenosni telefonski uređaj, [1].

Dvosmjerni radio uređaji koristili su se u policijskim i taksi vozilima, vozilima hitne službe, no kako nisu bili uključeni u telefonsku mrežu i ne ulaze u kategoriju mobilnih telefona. Korisnici nisu mogli nazvati telefonski broj iz svojeg vozila, već se cijela komunikacija odvijala putem zasebne komunikacijske mreže sve do 1946. godine. Te godine ruski inženjeri G.Shapiro i i. Zaharachenko uspješno su testirali svoju inačicu radio mobilnog telefona ugrađenog u automobil. Takav uređaj mogao se povezati na lokalnu telefonsku mrežu u krugu od dvadeset kilometara. U prosincu 1947. godine inženjeri tvrtke Bell Labs predložili su uporabu heksagonalne ćelije za mobilne telefone u vozilima. Jedan od inženjera predložio je da odašiljač za svaku ćeliju bude u kutu heksagona, radije nego u centru te da ima usmjerene antene koje bi primale i odašiljale u tri smjera prema tri susjedne ćelije. No još uvijek nije postojala tehnologija koja bi omogućila ostvarenje tih ideja, sve do 60-tih godina 20. stoljeća. 1957. godine ruski inženjer Leonid Kupriyanovich stvorio je prijenosni telefonski uređaj i nazvao ga LK-1 ili radiofon koji se sastojao od malih slušalica opremljenih antenom i kolutom za biranje brojeva. Uređaj je komunicirao s baznom stanicom. Težio je tri kilograma, a radio u radijusu 20-30 kilometara. Baterija je trajala između dvadeset i trideset sati. Temeljna stanica LK-1 mogla se povezati na lokalnu telefonsku mrežu i posluživati nekoliko korisnika. Temeljna stanica nazvana je ATR (*engl. Automated Telephone Radiostation)*, [1].

1956. godine u Švedskoj je izumljen pri djelomično automatski telefonski sustav za automobile MTA (*engl. Mobile System A)*. Upotrebom MTA korisnici su mogli komunicirati s ostalim korisnicima javne telefonske mreže, a telefonski broj birao se pulsno, upotrebom koluta za biranje brojeva. 1970. godine Amos E. Joel iz Bell Labs tvrtke osmislio je sustav automatske predaje poziva kako bi se omogućila mobilnost telefona kroz područje koje se proteže preko nekoliko ćelija bez gubitka komunikacije za vrijeme poziva. U prosincu 1971.

Tvrtka AT&T podnijela je zahtjev za stvaranjem ćelija za mobilne telefone federalnoj komisiji za komunikacije (eng. Federal Communications Comission, FCC), a prijedlog je odobren 1982. godine. Usvajanjem prijedloga stvoren je AMPS (eng. Advanced Mobile Phone System), s pojasom frekvencija 824-894 MHz. Analogni AMPS bio je zastupljen sve do 1990. godine, kada ga zamjenjuje digitalni AMPS, [1].

Jedna od prvih uspješnih javnih komercijalnih mobilnih mreža bila je ARP (fin. Autoradiopuhelin). ARP je pokrenuta u Finskoj 1971. godine, i često se navodi kao nulta generacija mobilnih tehnologija. ARP tehnologija koristila je osam kanala na frekvencijama 147,9 – 154,875 MHz. ARP je koristio tzv. Half dupleks sustav za prijenos- glasovni signal mogao se ili primati ili odašiljati u jednom trenutku. Prostor pokrivanja jedne ćelije radiosignalom bio je oko 30 kilometara. ARP sustav nije podržavao prijenos poziva iz jedne ćelije u drugu, tzv. *handover*, pa su pozivi bivali prekinuti za vrijeme prijelaza iz jedne ćelije u drugu. ARP je pružao stopostotnu pokrivenost, što je bilo privlačno velikom broju korisnika, no problem su predstavljali uređaji koji su bili izrazito skupi i velikih dimenzija, [1].

Prvu generaciju mobilnih telefona od prethodnih generacija razlikuje značajan tehnološki razvoj. Započinje upotreba višestrukih ćelija i mogućnost *handovera*, ukoliko korisnik putuje u području pokrivenom s nekoliko ćelija za vrijeme razgovora. 3. travanj 1973. godine smatra se početkom ere mobilne telefonije, kada je Martin Cooper putem prototipa DynaTAC prijenosnog mobilnog uređaja, (bez upotrebe vozila i njegovih komponenti) obavio prvi osobni poziv iz New Yorka u New Yersey. No tek šest godina kasnije, prvu komercijalnu automatiziranu mrežu ćelija ostvarila je tvrtka NTT (*engl. Nippon Telegraph and Telephone Corporation*) u Japanu, 1979. godine. Kroz sljedećih pet godina, NTT mreža proširila se na cijelo područje Japana te postala prva nacionalna 1G mreža. 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 temeljen na višestrukom pristupu u frekvencijskoj raspodjeli FDMA (*engl. Frequency Division Multiple Access)* koji je radio na frekvencijama od 450 MHz,[1,2].

Devedesetih godina 20. Stoljeća pojavila se druga generacija sustava pokretnih mreža, 2G. 2G telefonski sustavi od prethodnih generacija razlikuju se po digitalnom prijenosu podataka i uvode napredno i brzo telefon-prema-mreži (*engl. Phone-to- Network*) signaliziranje. Bilježi se značajan porast korištenja mobilnih terminalnih uređaja, kada se počinju koristiti pretplaćeni mobilni uređaji (*engl. Prepaid mobile phone*). *Prepaid* mobilni uređaji zahtijevali su kupnju bona određenog novčanog iznosa te njegovu aktivaciju kako bi se mogle koristiti mobilne usluge. Uvođenjem 2G sustava smanjila se dimenzija i težina mobilnih terminalnih uređaja i zamjenjuju do tad popularne tzv. *Brick phones*. Također dolazi do napretka u trajanju baterije, uvođenja više odašiljača i većeg broja ćelija. 2G telefonski sustavi koriste digitalni prijenos podataka i temeljeni su na višestrukom pristupu u vremenskoj raspodjeli, TDMA (*engl. Time Division Multiple Acces*). Predstavnik druge

generacije je GSM (*engl. Global System for Mobile Communications*), koji se u Finskoj počinje koristiti 1991. godine, a značajke će se detaljnije objasniti u četvrtom poglavlju, [1,3].

Značajke uređaja druge generacije su inovativni dizajn, ugrađena kamera, ekran u boji, mogućnost navigacije, igranja igrica, povezivanja na podatkovnu mrežu, mogućnost slanja MMS- poruka i brojne druge.

Kako je upotreba 2G telefona postala sve raširenija i ljudi su sve više počeli koristiti mobilne terminalne uređaje, postalo je jasno kako će potražnja za uslugama postati sve veća. Također, javila se potreba za sve većim brzinama prijenosa podataka. Kako 2G tehnologije nisu mogle pružati usluge u zahtijevanoj mjeri, počeo je rad na stvaranju sljedeće generacije koja će zadovoljiti spomenute zahtjeve, 3G. Glavna tehnološka razlika kojom se 3G tehnologija ističe je upotreba preusmjeravanja paketa za prijenos podataka. Sustavi treće generacije koriste nadograđene inačice CDMA standarda kako bi podržavale 3G tehnologije. Standardi za komunikaciju mobilnih tehnologija treće generacije omogućili su ostvarenje VoIP (*engl. Voice over Internet Protocol)* tehnologije. Prvu nekomercijalnu 3G mrežu pokrenula je tvrtka NTT DoCoMo u Japanu 2001. godine, [1].

Velike brzine spajanja koje pruža 3G tehnologija omogućile su po prvi puta prijenos multimedijskog sadržaja (radio i televizija) na mobilne uređaje. Samim time, uređaji dobivaju nove funkcionalnosti i usluge, zaslon osjetljiv na dodir, veće dimenzije ekrana, itd.

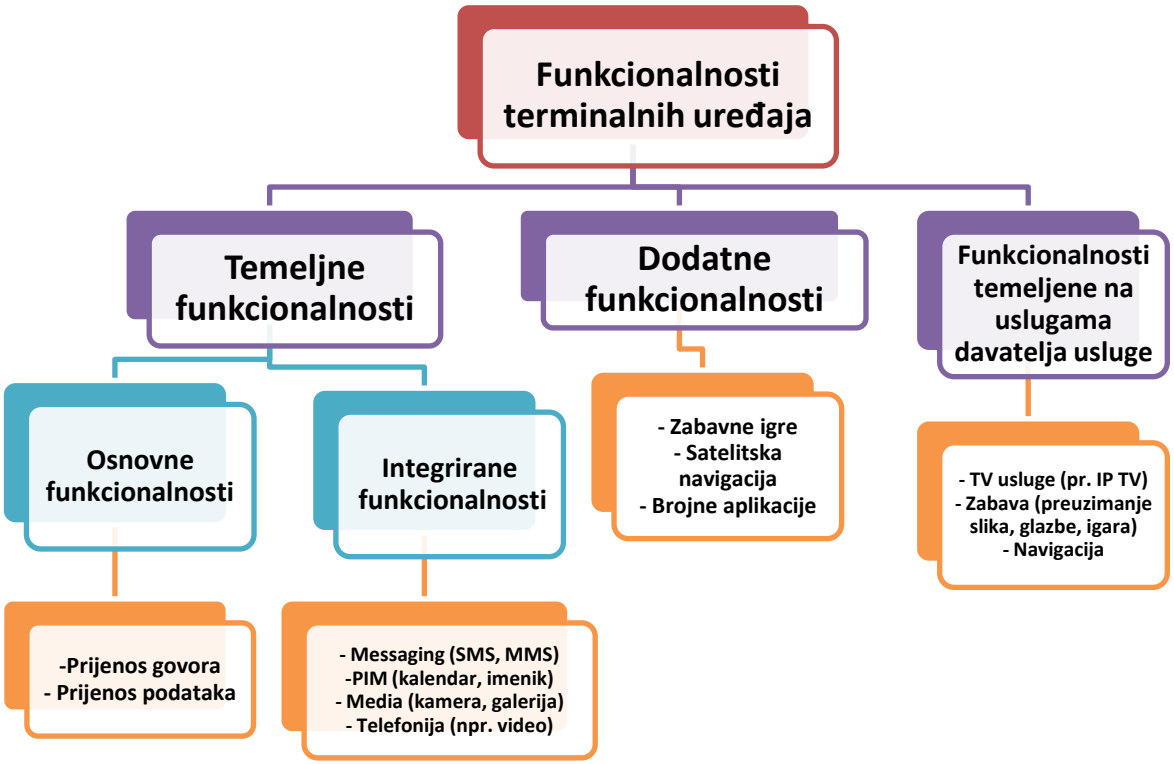
Iako su mobilni telefoni imali pristup podatkovnim mrežama i u ranijim generacijama, pristupanje Internetu putem mobilnih terminalnih uređaja postalo je svakodnevica tek nakon pojave 3G mreža i specijaliziranih uređaja za pristup mobilnom Internetu. Prvi takvi uređaji bili su poznati kao *„dongles“,* odnosno uređaj koji se spaja na računalo kako bi se autentificirao programski paket i priključivali su se izravno na računalo putem USB priključka. Nova vrsta uređaja bila je i tzv. Kompaktni bežični usmjerivač (*engl. Compact wireless router*), koji pruža usluge spajanja više računala odjednom preko WiFi mreže na 3G Internet. Spomenuti uređaji postali su popularni za upotrebu s prijenosnim računalima. Kao posljedica toga proizvođači računala počeli su ugrađivati funkcionalnosti za mobilne mreže i prijenos podataka preko mobilnih mreža u računala. 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. Time započinje razvoj tehnologija koje su optimizirane za prijenos podataka i koje trebaju omogućiti prijenos podataka velikim brzinama (oko 10 puta brže nego 3G). Prve dvije komercijalne tehnologije bili su standard WiMAX, ponuđen od strane USA i LTE ponuđen od strane Skandinavskih zemalja. Ono što razlikuje 4G tehnologije od 3G je uklanjanje uspostave kruga (ili kanala) između čvorova i terminala prije uspostave komunikacije među korisnicima. Umjesto toga koristi se Internet protokol mreža, [1,3].

Uređaji koji obilježavaju četvrtu generaciju mobilnih mreža nazivaju se pametnim telefonima tzv. *Smartphone*-ima. Iako su se pojavili već i u trećoj generaciji, danas su upravo pametni telefoni najzanimljiviji korisnicima. Uređaji se proizvode ponovno sve većih dimenzija, pružaju korisnicima mnogobrojne usluge i mogućnosti za svakodnevno korištenje.

3. NAMJENA TERMINALNIH UREĐAJA, OPĆE ZNAČAJKE I FUNKCIONALNOSTI

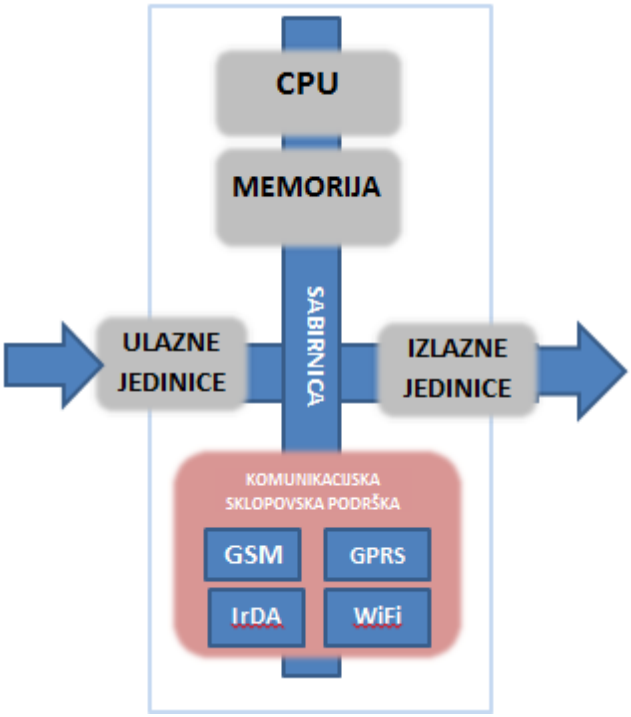
Terminalni uređaji definiraju se kao krajnji uređaji u telekomunikacijskoj mreži u kojima se vrši pretvorba različitih vrsta informacija u električne signale i obratno, [3]. Prema namjeni, terminalni uređaji dijele se na monofunkcionalne i multifunkcionalne uređaje. Monofunkcionalni uređaji su uređaji koji izvršavaju samo jednu funkciju, npr. primjer analogni telefon. Multifunkcionalni uređaji obavljaju niz različitih funkcija, i upravo u tu skupinu svrstavaju se mobilni terminalni uređaji. U današnje vrijeme mobilni uređaji pružaju niz usluga poput slanja poruka, pozivanja, pristupa raznom multimedijskom sadržaju, pristupa Internetu, usluga navigacije i brojne druge.

Funkcionalnosti terminalnih uređaja (Slika 1) mogu se podijeliti na temeljne, dodatne i na funkcionalnosti temeljene na uslugama dodatnih vrijednosti. Temeljne funkcionalnosti uređaja dalje se mogu podijeliti na osnovne funkcionalnosti i integrirane funkcionalnosti. Osnovne funkcionalnosti su prijenos govora i podataka, a integrirane funkcionalnosti odnose se usluge telefonije, tekstualnih poruka, pretraživanje i sl. Dodatne funkcionalnosti omogućavaju se instalacijom i konfiguracijom raznih aplikativnih paketa, poput igara ili GPS satelitske navigacije, [4].



Slika 1. Funkcionalnosti terminalnih uređaja, [4]

Svaki terminalni uređaj sastoji se od funkcijskih, ulaznih i izlaznih jedinica. Ulazne jedinice unose različite instrukcije i podatke u terminalni uređaj. Pod ulaznim jedinicama podrazumijevaju se svi sklopovi i uređaji koji omogućavaju unos informacija ili instrukcija iz okoline u terminalni uređaj. Kod mobilnih terminalnih uređaja to su npr. tipkovnica, zaslon osjetljiv na dodir, mikrofon. Izlazne jedinice imaju upravo suprotnu ulogu od ulaznih jedinica. Izlazne jedinice odnose se na sve one uređaje koji pretvaraju podatke iz terminalnog uređaja u oblik prihvatljiv i razumljiv okolini. Zadatak izlaznih jedinica je brzo, uspješno i jeftino pretvaranje digitalnih električnih signala iz terminalnog uređaja kako bi okolina razumjela njihovo značenje. Primjer izlaznih jedinica kod mobilnih terminalnih uređaja su zvučnik, slušalice, zaslon (ekran). Funkcijske jedinice računala povezane su tokom podataka, instrukcijskim tokom i tokom upravljačkih signala. Većinu upravljačkih signala generira upravljačka jedinica. Temeljene su na Von-Neumannovom modelu računala, (Slika 2). Funkcijske jedinice su sljedeće: sabirnica (*engl. Bus*), memorija, središnja procesorska jedinica CPU (*engl. Central Processor Unit*), memorijska jedinica te mobilna komunikacijska podrška, [4].



Slika 2. Prikaz Von-Neumannove arhitekture računala, [4]

Sabirnica fizički predstavlja skup linija (vodiča) kojim se prenose signali. S obzirom na namjenu sabirnice, one se dijele na podatkovnu, upravljačku i adresnu sabirnicu. Sabirnica je dvosmjerna jer dopušta prijenos od procesora prema drugim funkcijskim jedinicama, ali i prijenos od navedenih funkcijskih jedinica prema procesoru.

CPU se sastoji od aritmetičko-logičke jedinice s najnužnijom memorijom (radnim registrima) i upravljačke jedinice. Aritmetičko- logička jedinica sastoji se od sklopova koji obavljaju aritmetičke i logičke operacije na podacima i od registara za privremeno

pohranjivanje operanada i rezultata. Upravljačka jedinica na temelju dekodiranja strojne instrukcije generira sve potrebne upravljačke signale za vremensko vođenje i upravljanje ostalim jedinicama računala. Ti upravljački signali dovode se u tzv. upravljačke točke i njima se aktiviraju sklopovi u pojedinim funkcijskim jedinicama. Također, upravljačka jedinica zadužena je za automatsko izvršavanje programa- upravljanje slijedom izvršavanja instrukcija kojima je predočen algoritam obrade, [5].

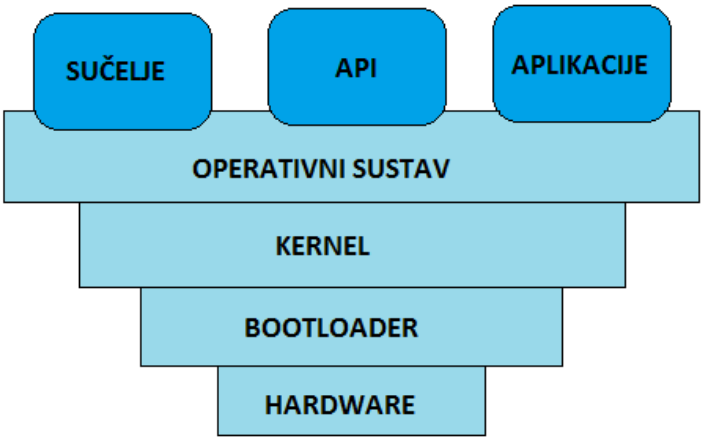
Memorijska jedinica nema sposobnosti obrade podataka, već može izvoditi dvije vrlo važne operacije- pohranu i dohvaćanje prethodno pohranjenog podatka. Dohvaćanje podataka opisano je operacijom čitanja (*engl. Read*), a pohrana podataka operacijom pisanja (*engl. Write*). Postoje dvije vrste memorije, radna memorija RAM (*engl. Random Acces Memory*) i masovna memorija ROM (*engl. Read Only Memory*). RAM predstavlja memorijsku jedinicu, odnosno memoriju s izravnim pristupom. Ona tijekom izvođenja programa dopušta i upisivanje i čitanje podataka. Prestankom napajanja sadržaj RAM-a se briše. ROM predstavlja memoriju koja trajno pohranjuje sadržaj, što znači da sav sadržaj ostaje sačuvan i ne briše se nakon prestanka napajanja. Uz to, sadržaj ROM-a ne može se mijenjati strojnim instrukcijama tijekom izvođenja programa. No, strojnim instrukcijama sadržaj ROM-a se može čitati te se ova vrsta memorije često naziva i ispisna memorija. U nju se pohranjuju podaci koji se ne mijenjaju te stalni programi poput programa koji čine jezgru operacijskog sustava, [5].

Kod mobilnih terminalnih uređaja, u funkcionalne jedinice pripada i komunikacijska sklopovska podrška koja omogućuje pristup raznim komunikacijskim tehnologijama, poput GSM-a, GPRS-a, itd.

Mobilni terminalni uređaji danas se mogu podijeliti u četiri kategorije:

- *Dumb phone*, tzv. glupi telefon- predstavlja jeftini uređaj koji ima ograničene mogućnosti. Dumb phone najčešće omogućuje samo uspostavu poziva i slanje SMS poruka. Značajke dumb phone-a su niska cijena, dugo trajanje baterije, mali ekran, jednostavnost korištenja.
- *Feature phone*- predstavljaju terminalne uređaje koji pružaju veće mogućnosti od *dumb phone-a,* ali u usporedbi sa pametnim telefonima broj mogućnosti je znatno manji. Također dosta niske cijene uređaja te imaju već predinstalirane aplikacije.
- *Smartphone*- pametni telefoni. Pripadaju uređajima višeg cjenovnog razreda, a pružaju velik broj aplikacija i usluga. U današnje vrijeme to su uređaji sve većih dimenzija ekrana i sve većih dimenzija samoga uređaja.
- *Connected device*- predstavljaju uređaji koji imaju mogućnosti rada u telekomunikacijskoj mreži, ali bez mogućnosti glasovne komunikacije. Putem mobilnog Interneta ili Wi-Fi pristupa mogu se povezati na mrežu. Najčešći primjer ovih uređaja su tableti. Njihove značajke su pristupačna cijena, velik broj aplikacija i mogućnost nadogradnje, velike dimenzije ekrana, [6].

Osnovnu arhitekturu mobilnog terminalnog uređaja sačinjavaju sljedeći dijelovi: Hardware, Bootloader, Jezgra (*engl. Kernel*), Operativni sustav, sučelje, aplikacije, API (*engl. Aplication Programming Interface*), (Slika 3).



Slika 3. Arhitektura mobilnog uređaja, [6]

Hardver se odnosi na fizički dio same arhitekture mobilnog uređaja, što uključuje sklopovlje, komponente uređaja, fizički i opipljive dijelove od kojih je uređaj sastavljen. Zatim slijedi bootloader, koji se najčešće definira kao operativni sustav prije operativnog sustava. Točnije, bootloader predstavlja dio softvera koji se izvršava svaki put kada se hardverski dio upali. Glavna uloga bootloadera je inicijalizacija hardvera te učitavanje jezgre koja se naziva *kernel*. Kernel predstavlja srž operativnog sustava i ima mogućost pristupa svemu. Često se kernel definira kao operativni sustav samog operativnog sustava. Osigurava efektivno korištenje hardvera brojnim aplikacijama na način da kontrolira pristup CPU, memoriji, mreži. Operativni sustav je platforma na kojoj se temelji rad računala. Unutar operativnog sustava instaliraju se upravljački programi kojoj postaju njegov sastavni dio i oni su odgovorni za funkcioniranje uređaja. Također instaliraju se i razni uslužni programi koji su odgovorni za funkcionalnost uređaja. Svrha operativnog sustava je raspodjela računalne aktivnosti na način da se osigura dobra iskorištenost računalnih sredstava te uspostavljanje prikladnog okruženja i priprema za izvođenje programa, [7, 8].

Operativni sustavi najčešće korišteni kod mobilnih terminalnih uređaja u današnje vrijeme su Android, iPhone OS, Windows Mobile OS, Lynux i dr. Kada se govori i mobilnim terminalnim uređajima, važno je definirati kako postoje dvije, proprietary OS i non-proprietary OS. Proprietary OS su oni operativni sustavi koji se mogu izvoditi samo na određenim uređajima, npr. iPhone OS jedino se izvodi na uređajima tvrtke Apple. U proprietary OS ubraja se također i Blackberry OS koji se izvodi samo na Blackberry

uređajima. Non-proprietary OS su oni operativni sustavi koji se mogu izvoditi na raznim uređajima, u njih se ubrajaju Android OS, Windows Mobile, Lynux, Symbian…

Prema podacima Internacionalne Podatkovne Korporacije IDC (engl. International Dana Corporation) u prvoj četvrtini 2015. godine najprodavaniji uređaji bili su Android operativnog sustava, sa čak 78% tržišne zastupljenosti, slijedi ga iOS sa 18.3%, Windows Phone sa 2.7%, Blackberry sa 0.3% te ostali sa 0.7%. Tabela 1. prikazuje usporedbu prodaje uređaja ovisno o operativnom sustavu u razdoblju između 2012.i 2015. godine, [9].

Tabela 1. Tržišna zastupljenost operativnih sustava, [9]

Period (prvi kvartal godine)	Android	iOS	Windows Phone	Blackberry OS	Ostali
2012	*59.2%*	*22.9%*	*2.0%*	*6.3%*	*9.5%*
2013	*75.5%*	*16.9%*	*3.2%*	*2.9%*	*1.5%*
2014	*81.2%*	*15.2%*	*2.5%*	*0.5%*	*0.7%*
2015	***78.0%***	***18.3%***	***2.7%***	***0.3%***	***0.7%***

4. MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE I USLUGE PRIMJENJIVE KOD TERMINALNIH UREĐAJA

Mobilne komunikacijske tehnologije primjenjive kod mobilnih terminalnih uređaja mogu se podijeliti u sljedeće tri skupine, [10]:

- Mobilne komunikacijske tehnologije malog područja pokrivanja (*engl. Personal Area*)
- Mobilne komunikacijske tehnologije srednjeg područja pokrivanja (*engl. Local Area*)
- Mobilne komunikacijske tehnologije velikog područja pokrivanja *(engl. Wide Area*)

Kako bi se sve tri skupine mobilnih komunikacijskih tehnologija prikazale, podijelit će se u tri potpoglavlja.

4.1 MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE MALOG PODRUČJA POKRIVENOSTI

Mobilne komunikacijske tehnologije malog područja pokrivenosti nazivaju se još i PAN *(engl. Personal Area Network)* mreže. To su bežične mreže predviđene za uporabu na malim udaljenostima između umreženih uređaja. Ovisno o vrsti tehnologije različita je i maksimalna udaljenost između uređaja, a najvažniji predstavnici su IrDA, Bluetooth i NFC tehnologija.

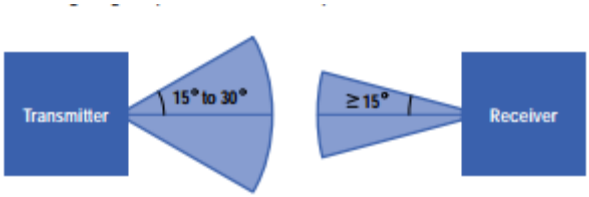
4.1.1 IRDA

IrDA (*engl. Infrared Data Association*) je neprofitna organizacija je osnovana 1993. godine s ciljem razvoja bežične komunikacije na malim udaljenostima. Cilj je bio uspostavljanje *point-to-point* komunikacije uz niske cijene, malo iskorištenje energije, interoperabilnost te ostvarenje korisničkog modela koji je primjenjiv na velik broj uređaja i aplikacija.

Uz mobilne terminalne uređaje javlja se problem limitiranosti korištenja energije. Želja za jeftinim, brzim linkovima koji bi zadovoljili navedene zahtjeve upravo su bili poticaj za razvoj infrared tehnologije.

Infrared je elektromagnetsko zračenje valne duljine veće od vidljivog svjetla a manje valne duljine od mikrovalova. Infrared (IR) komunikacija je bazirana na sličnoj tehnologiji koja se koristi kod daljinskih upravljača. IR nudi jeftin i pouzdan način za povezivanje računala i perifernih uređaja bez upotrebe kabela.

IrDA 1.0 specifikacija – serijski half-dupleks asinkroni sustav s brzinom prijenosa od 2,4 kbit/s do 1 Mbit/s, [11].



Slika 4. Prikaz IrDA veze između dva uređaja, [11]

Karakteristike IrDA tehnologije su sljedeće, [12, 13]:

- Malo iskorištenje energije
- Maksimalna udaljenost između uređaja do 1 metar (najčešće je uspostavljanje veze između dva uređaja zahtijevalo minimalnu udaljenost od desetak centimetara)
- Pri uspostavljanju veze između uređaja, prekid može izazvati bilo kakva prepreka koja se nađe između uređaja.
- Isto tako, uređaji moraju biti usmjereni jedan prema drugome, najčešće i u istoj visini, s tolerancijama od 15 stupnjeva pomaka, (Slika 4.). Pomicanje uređaja ili ometanje prostora između uređaja najčešće rezultira prekidom veze.
- Prijenos podataka putem IrDA tehnologije moguć je brzinama od 2.4 kbit/s do 1Gbit/s

4.1.2 BLUETOOTH

Razvoj Bluetooth tehnologije započinje tvrtka Ericsson 1994. godine provodeći istraživanja s ciljem realizacije troškovno i tehnološki učinkovito radio sučelje namijenjeno mobilnim terminalnim uređajima. Cilj je bio i mala potrošnja energije i prijenos na malim udaljenostima. Naziv Bluetooth potječe od naziva danskog kralja Haralda Bluetootha, poznatog u povijesti po ujedinjenju Danske i Norveške. 1998. godine formirana je posebna grupa SIG (*engl. Special Interest Group*) za razvoj i standardizaciju Bluetooth sučelja. Danas su članovi te grupe stručnjaci iz vodećih tvrtki poput IMB, Ericsson, itd. Specifikacija Bluetooth tehnologije objavljena je 1999. godine, a u ožujku 2002. godine Bluetooth standard je usvojen od strane IEEE radne grupe 802.15.1 za standardizaciju osobnih mreža, PAN, [14].

Bluetooth bežična tehnologija omogućuje povezivanje prijenosnih i stolnih računala, računalne opreme, mobilnih terminalnih uređaja, kamera i drugih digitalnih uređaja putem bežične veze na malim udaljenostima. Ova tehnologija omogućuje komunikaciju i međusobno povezivanje između uređaja putem Bluetooth pristupnih točaka s mrežom za prijenos govora ili s Internet mrežom velikim brzinama.

Osnovne značajke Bluetootha su robusnost i značajna troškovna učinkovitost i ekonomičnost u potrošnji snage i energije. Prema snazi odašiljanja razlikuju se tri klase uređaja, prikazanih Tabelom 2, [14]:

Tabela 2. Klase Bluetooth uređaja, [14]

Tip	Snaga	Maximalna snaga	Maximalna udaljenost	Primjer uređaja
Klasa 1	Velika	100 mW	do 100 m	USB priključci, pristupne točke
Klasa 2	Srednja	2.5 mW	do 10 m	Mobilni uređaji, čitači pametnih kartica, Bluetooth adapteri
Klasa 3	Niska	1 mW	do 1 m	Bluetooth adapteri

Brzine prijenosa variraju ovisno i verzijama Bluetootha:

- Bluetooth v1.1 i v1.2. – brzina prijenosa do 1 Mbit/s
- Bluetooth v2.0 + EDR (*engl. Enhanced Data Rate*) brzina prijenosa do 3 Mbit/s
- Bluetooth v3.0+ HS (*enlg. High Speed)* specifikacija brzina prijenosa do 24 Mbit/s
- Bluetooth v4.0 – brzina prijenosa 24 Mbit/s, male potrošnje energije, velike brzine prijenosa

Bluetooth uređaji rade u frekvencijskom pojasu od 2,4 do 2,4835 GHz, u tzv. Industrijsko-znanstveno-medicinskom pojasu, ISM (*engl. Industrial-Scientific-Medicin*e), koji je svakome dostupan i besplatan. Radio sustavi koji rade u ovom frekvencijskom pojasu moraju biti projektirani tako da se uspješno nose s problemom interferencije i *fedinga* (promjene jakosti signala). Navedeni problemi su riješeni uporabom tehnologije frekvencijskog preskakivanja s raspršenim spektrom FHSS (*engl. Frequency Hopping Spread Spectrum*). Primjenom Bluetooth tehnologije, raspoloživi frekvencijski spektar dijeli se u 79 komunikacijskih kanala širine 1 MHz. Koristi se vremenski dupleks TDD (*engl. Time Division Duplex*), [14].

Standardom su definirane i dvije vrste fizičkih veza koje podržavaju prijenos govora i prijenos podataka: Sinkrona veza orijentirana na spajanje SCO (*engl. Syncrhronous Connection Oriented*) i asinkrona veza bez spajanja ACL (*engl. Asyncrhronous Connectionless Link*). Sinkrona veza orijentirana na spajanje podržava veze tipa od točke do točke i upotrebljava se za prijenos govora visoke kvalitete uporabom paketa HV (*engl. High Quality Voice*). Prijenos se može ostvariti i uporabom DV (*engl. Data Voice*) paketa kojima se prenose podaci i govor. Pri prijenosu SCO vezom može se upotrijebiti shema unaprijednog ispravljanja pogrešaka FEC (*engl. Forward Error Connection).* HV paketi ne uključuju CRC kod i nikada se ponovno ne odašilju. Svrha uporabe FEC sheme pri podatkovnom prijenosu je smanjenje broja retransmisija. Istodobno se mogu ostvariti tri govorne veze brzine prijenosa 64 kbit/S. Asinkrona veza bez spajanja podržava prijenos ACL paketa kojima se prenose korisničke ili upravljačke informacije u jednom ili nekoliko vremenskih odsječaka (1,3 i 5) sa

ili bez primjene prethodnog ispravljanja pogrešaka. Standardom su definirane i dvije vrste fizičkih veza koje podržavaju prijenos govora i podataka, a moguće brzine te načini prijenosa prikazani su Tabelom 2, [15].

Tabela 3. Moguće brzine podataka kod ACL veze, [15]

Način prijenosa	Brzina prijenosa (kbit/s)					
Simetrično	108,8	172,8	256	384	286,7	432,6
Asimetrično	108,8	172,8	384	576	477,8	721
	108,8	172,8	54,4	86,4	36,3	57,6

Osnovna područja primjene Bluetooth tehnologije služi kao zamjena za kabel, ostvarivanje osobne *ad hoc* mreže (privremena veza između računala i uređaja koji se koriste za zajedničko korištenje dokumenata, pr. igranje igrica za više igrača), te ostvarivanje pristupnih točaka za povezivanje korisničkih terminala na postojeće mreže za prijenos govora i podataka. Načine primjene Bluetooth tehnologije prikazuje Slika 5.



Slika 5. Modeli uporabe Bluetooth tehnologije, [15]

Tijekom godina objavljene su brojne verzije Bluetooth standarda koje su omogućile veće brzine prijenosa podataka, manju potrošnju energije, poboljšanje kvalitete prijenosa podataka, skrivanje Bluetooth uređaja kako bi se zaštitilo korisnika od praćenja, itd., [15].

4.1.3 NEAR FIELD COMMUNICATION

NFC (*engl. Near Field Communication*) je tehnologija bežične komunikacije koja se temelji na dozvoljenim i postojećim standardima u području RFID i pametnih kartica *(engl. Smart card*). RFID je već predstavljen 1970-tih godina, prepoznaje automatsku identifikaciju i prijenos podataka putem elektomagnetskih radio signala, gdje postoje aktivni izvor koji je spojen na izvor energije i pasivni elektronički *tag,* koji je transponder koji prima njegovu energiju putem magnetske indukcije. RFID najčešće sadrži antenu za prijem i odašiljanje radio signala te integrirani sklop za procesiranje i pohranu informacija te modulaciju i demodulaciju signala. RFID tag može biti bilo gdje, a najčešće se postavlja iza materijala, npr. Kutije nekakvog proizvoda kako bi bili manje vidljivi korisnicima, [16, 17].

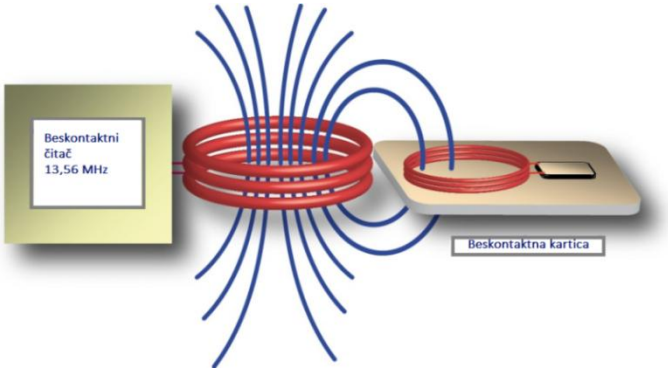
NFC forum nastao je zajedničkom suradnjom Phillips i Sony organizacija, 2004. godine s ciljem da se postojeći standardi i pokušaji RFID i *smart card* tehnologija povežu i zajedno predstave novu, inovativnu mogućnost komunikacije malog dosega. NFC kao tehnologija za komunikaciju kratkog dosega privukla je interes korisnika nakon što su Samsung i Google u suradnji ponudili Nexus S mobilni terminalni uređaj koji je podržavao NFC, 2010. godine, [17].

Jedna od velikih prednosti NFC-a je činjenica da je tehnologija već kompatibilna s postojećom RFID infrastrukturom, RFID *tagovima* te *smart* karticama. NFC je izgrađen na podskupu postojećih ISO standarda, uključujući i ISO/IEC 14443 standard koji se koristi u RFID tehnologiji. NFC radi na frekvenciji od 13.56 MHz, s ASK (*engl. Amplitude Shift Keying*) modulacijom te omogućava prijenos podataka brzinama do 424 kbit/s. Teoretski, NFC može raditi na udaljenostima od 20 cm, ali najčešće za uspostavu komunikacije funkcionira na udaljenostima od svega 4 cm, [16].

Za razliku od konvencionalnih RFID sustava, u NFC tehnologiji nema stroge razlike između čitača i odašiljača. Uređaj koji podržava NFC tehnologiju integrira obje komponente: pasivni odašiljač i aktivni čitač. Uz to što može čitati i ispisivati podatke sa ili na *tag*, može direktno primati ili odašiljati podatke na drugi NFC uređaj. NFC podržava tri operativna moda:

- Čitač/pisač mod- NFC uređaj radi kao aktivni čitač ili pisač. Kada se uređaj nađe na dovoljnoj blizini od pasivnog RFID transponder *taga* ili pasivne *smart* kartice, energija se prenosi na pasivni *tag* putem magnetske indukcije. Nakon što je tag napunjen energijom, beskontaktna komunikacija može se uspostaviti. NFC uređaj tada je sposoban očitati informacije pohranjene u *tagu* i zapisivati podatke u memoriju taga, odnosno *smart* kartice, prikazano slikom 6.
- *Peer-to-peer* mod- držanjem dva aktivna NFC uređaja vrlo blizu jedan drugome, ovaj mod omogućava laku razmjenu podataka između ta dva uređaja.

- mod imitacije kartice- NFC uređaj se ponaša kao *smart* kartica tako da drugi NFC čitači mogu čitati podatke s nje. Ovaj operacijski mod koristi se kod plaćanja ili aplikacija za karte, ili za pružanje kontrole pristupa. NFC uređaj na taj način zamjenjuje kreditnu karticu, papirnatu kartu ili ID karticu, što vodi prema smanjenju potrebe za pripadnim fizičkim objektima, [16].



Slika 6. Prikaz rada NFC tehnologije, [18]

4.2 MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE SREDNJEG PODRUČJA POKRIVENOSTI

Drugi naziv za mobilne komunikacijske tehnologije srednjeg područja pokrivenosti je LAN (*engl. Local Area Network).* Odnosi se na mreže koje pokrivaju manje područje, najčešće nekoliko susjednih zgrada. Predstavnici ove tehnologije su DECT i WLAN. .

4.2.1 DECT

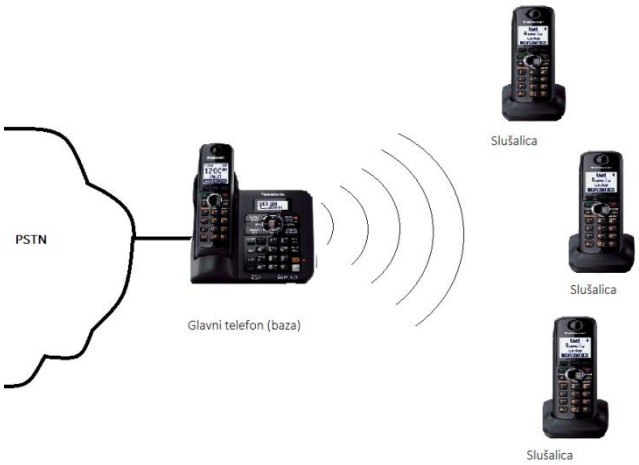
DECT (*engl. Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) je ETSI (*engl. European Telecommunications Standards Institute*) standard za komunikacije kratkog dometa, koji može biti prilagođen za brojne aplikacije. Izvor [19] definira DECT kao Europski standard za digitalne bežične telefone usvojen u preko 30 zemalja svijeta. Od strane Europske Unije usvojen je 1993. godine i predstavlja standard za bežične telefonije.

DECT je prikladan za prijenos glasa (uključujući PSTN i VoIP telefoniju), podataka i mrežne aplikacije, dometa do 500 metara. Namijenjen za korištenje u manjim područjima s velikim brojem korisnika.

Frekvencijski spektar koji se koristi u Europi je 1,88 – 1,9 GHz. Spektar je besplatan za korištenje. Za prijenos podataka koristi se vremenski multipleks TDMA i vremenski dupleks TDD. Prosječna snaga prijenosa je 10 mW za Europu, [19].

Automatsko planiranje frekvencija bazirano na distribuiranom algoritmu *(engl. Dynamic Channel Allocation, DCA*) koji se izvršava od strane prijenosnih dijelova. Svaki DECT uređaj može pristupiti cijelom DECT spektru. Malo iskorištenje energije i jeftini DECT čipseti i radio dijelovi zbog masovne proizvodnje, [19].

DECT telefonski uređaj sastoji se od baznog telefona (*engl. Base Phone)* te slušalica *(engl. Handset).* Bazni telefon je poput svakog drugog telefonskog uređaja koji je povezan sa javnom telefonskom mrežom, PSTN (*engl. Public Switched Telephone Network).* On odašilje signal ostalim slušalicama te ih na taj način bežično povezuje sa fiksnom telefonskom linijom. Na taj način, poziv se može uspostaviti i putem baznog telefona i putem slušalica, prikazano Slikom 7.



Slika 7. Prikaz rada DECT tehnologije, [20]

DECT pruža niz aplikacija za jeftinije i jednostavnije korištenje usluga, kao što su:

- Bežična privatna centrala (*engl. Private Branch Exchange PBX*)- tvrtka se može povezati na žičnu telefonsku kompaniju i redistribuirati signal putem radio antene velikom broju telefonskih korisnika u tvrtci, svakome s vlastitim brojem. Bežična PBX korisna je jer može ostvariti značajne uštede u velikim tvrtkama s velikim brojem mobilnih zaposlenika.
- Bežična lokalna petlja (*engl. Wireless Local Loop*)- koristi se u susjedstvu, najčešće posluživana od strane telefonske kompanije. Žična lokalna petlja može biti ostvarena i putem bežičnog telefona koji razmjenjuje signale sa susjednom antenom. Standardni telefon jednostavno se priključi u fiksnu pristupnu jedinicu FAU *(engl. Fixed Access Unit*) koja sadrži primopredajnik. Bežična lokalna petlja može biti instalirana i u urbanim područjima gdje veći broj korisnika može dijeliti istu antenu, [19].

4.2.2 WIRELESS LOCAL AREA NETWORK

Wireless Local Area Network engleski je naziv za lokalne mreže zasnovane na bežičnim standardima, a najčešće se označava kraticom WLAN. WLAN pomoću pristupne točke *(engl. Access Point*) povezuje uređaj sa Internetom. Na taj način korisnici imaju mogućnost kretanja u području pokrivenosti signalom i biti povezani na mrežu. Isto kao što DECT tehnologija omogućava korisnicima da uspostavljaju pozive sa bilo kojeg mjesta u npr. tvrtci, tako i WLAN omogućava korisnicima da koriste svoje terminalne uređaje na bilo kojem mjestu, u području pokrivenosti signalom, [21].

Trenutno najraširenija inačica WLAN-a je Wi-FI (*engl. Wireless Fidelity*) koja radi uz pomoć radio tehnologije. Frekvencijska područja na kojima se odašilju signali ovisi o odobrenom standardu, prikazano u tablici (Tabela 4). Koriste se napredne tehnike kodiranja kao što su OFDM *(engl. Orthogonal Frequency Division Multiplex*) i CCK (*engl. Complementary Code Keying*). Korištenjem navedenih tehnika ostvaruju se velike brzine prijenosa podataka. U nekim terminalnim uređajima poput prijenosnih računala već se nalazi ugrađena sva radio tehnologija, dok je u nekima potrebno ugraditi Wi-Fi karticu. Korisnik se može samo povezati na čvorište (*engl. Hotspot)* koji se nalazi u kutiji koja sadrži Wi-Fi radio koji komunicira s ostalim korisnicima, [22,23].

1997. godine IEEE *(engl. Institute of Electrical and Electronics Engineers*) predstavio je prvi WLAN standard, nazvan 802.11. Predstavlja grupu standarda području frekvencija od 2.4 i 5 GHz. Koristi se prijenos mikrovalova u pojasu frekvencija od 2.4 GHz. Najveća brzina koju je pružao standard iznosila je 2 Mbit/s što nije zadovoljavalo potrebe većine aplikacije. IEEE odobrio je tri standarda 802.11a/b/g, no koriste se i neslužbeni standardi poput 802.11h/n/s/z, [21].

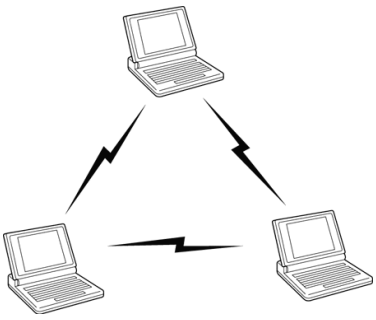
1999. godine objavljeno je proširenje prethodnog standarda nazvano je 802.11a. Koristi se OFDM tehnika, a prijenos se vrši na frekvencijama od 5GHz s maksimalnim brzinama od 54Mbit/s. Zbog manje valne duljine koja se koristi za prijenos, u ovom IEEE 802.11a signali teže su apsorbirani od strane prepreka i ne prodiru daleko kao 802.11b/g standarde koji rade na frekvencijama od 2.4 GHz. 802.11 predstavljen je u isto vrijeme kao i 802.11a. Kako je već navedeno radi na frekvencijskom pojasu od 2.4 GHz, a kao modulacijsku tehniku koristi CCK. Maksimalna brzina prijenosa iznosi 11 Mbit/s, što je manje nego 802.11 standard, no osigurava veću pokrivenost signalom i slabije ometanje signala. Treći standard odobren od strane IEEE je 802.11g. Standard je objavljen 2003. godine i kombinira prijenosne tehnike prethodnih dvaju standarda. Radi na frekvencijskom pojasu od 2.4 GHz, a brzine prijenosa dostižu do 54 Mbit/s, [21].

Tabela 4. Prikaz IEEE 802.11 protokola, izvor: [22, 23]

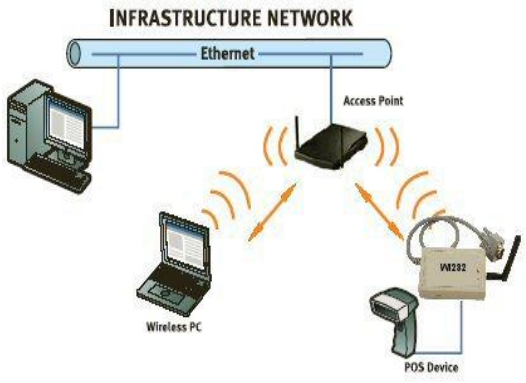
Protokol	Godina objavljivanja	Frekvencijski pojas (GHz)	Brzina		Područje pokrivenosti	
			Realna	Maksimalna	Zatvoreni prostor	Otvoreni prostor
802.11	1997.	2.4-2.5	**1 Mbit/s**	2 Mbit/s	**~20 m**	**~100 m**
802.11a	1999.	5.15-5.35 5.47-5.725 5.725-5.875	**25 Mbit/s**	54 Mbit/s	**~35 m**	**~120 m**
802.11b	1999.	2.4–2.5	**6.5 Mbit/s**	11 Mbit/s	**~35 m**	**~140 m**
802.11g	2003.	2.4–2.5	**11 Mbit/s**	54 Mbit/s	**~38 m**	**~140 m**
802.11 n	2007.	2.4–2.5	**320 Mbit/s**	600 Mbit/s	**~70 m**	**~250 m**

Prednosti WLAN-a su mobilnost i fleksibilnost. Kako je navedeno ranije, korisnik se može kretati u području pokrivenosti i biti povezan na mrežu. Nedostaci se javljaju uz problem smetnje i izobličenja signala. Također javljaju se problemi poput propagacije, kašnjenja ili *fedinga* (iščezavanje signala uslijed zasjenjenja).

Prema [23], IEEE 802.11 prikazuje dvije vrste WLAN mreža: *ad-hoc* mreže i infrastrukturne mreže, prikazano na slikama (Slika 8, Slika 9). *Ad-hoc* mreže mogu biti uspostavljene od strane nekoliko korisnika mobilnih terminalnih uređaja koji se nalaze u maloj prostoriji. Infrastrukturne mreže – omogućavaju korisnicima kretanje u prostoru i povezanost na mrežu i korištenje mrežnih resursa.



Slika 8. Ad hoc mreža, [24]



Slika 9. Infrastrukturna mreža, [25]

4.3 MOBILNE KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE VELIKOG PODRUČJA POKRIVENOSTI

Prema [2], pokretnom mrežom naziva se javna mreža u kojoj se pristup zasniva na radijskoj komunikaciji koja omogućuje kretanje korisničkih terminala (korisničke opreme) unutar područja koje je pokriveno radijskim signalom. Osnovna arhitektura mreže sadrži jezgrenu i pristupnu mrežu. Jezgrena mreža odnosi se na fiksnu mrežu kojom se povezuju prostorno raspodijeljeni dijelovi pristupne mreže, ostvaruju kontrolne i upravljačke funkcije te osiguravaju usluge poslužiteljskim sustavima u samoj mreži ili povezivanjem takvih sustava vanjskih davatelja usluga. Radijska pristupna mreža temeljena je na sustavu ćelija. Ćelijom se naziva prostor pokrivanja jedne bazne postaje. Ćelijska struktura pruža dobru iskoristivost raspoloživih frekvencija jer se u susjednim ćelijama rabe različite frekvencije, a su udaljenima se koriste iste frekvencije. Na taj način postiže se optimalna pokrivenost i iskoristivost frekvencijskog spektra.

Mobilne komunikacijske tehnologije velikog područja pokrivenosti nazivaju se i WAN (*engl. Wide Area Network*). One pokrivaju velika zemljopisna područja, a tehnologije se najčešće prikazuju kroz generacije.

4.3.1 PRVA GENERACIJA

U prvoj generaciji korišteni su analogni sustavi, dok se od druge generacije na dalje, razvijaju digitalni sustavi. Ono što je zajedničko svim generacijama je tzv. višestruki pristup. Višestruki pristup označava da više korisnika pristupa skupini komunikacijskih kanala. Zbog znatno većeg broja korisnika, nego broja kanala u radijskoj pristupnoj mreži, uzima se u obzir da svi korisnici ne zahtijevaju pristup i komunikaciju u istom trenutku na istome području. Valja napomenuti kako su takvi slučajevi u prvim generacijama predstavljali problem u vrijeme blagdana, kada su kanali bili izuzetno opterećeni upravo zbog toga što je izuzetno velik broj korisnika htio uspostaviti pozive ili slati tekstualne poruke u isto vrijeme, [3].

NMT je analogni sustav za mobilne komunikacije. Predstavlja prvu generaciju sustava pokretnih telekomunikacija, 1G. NMT je utemeljena na višestrukom pristupu u frekvencijskoj podjeli FDMA. Frekvencijskom podjelom, odnosno dodjelom posebne frekvencijske podjele svakom komunikacijskom kanalu ostvaruju se komunikacijski kanali u radijskoj pristupnoj mreži. Kako bi ostvarili komunikaciju, korisnici pristupaju takvom slobodnom kanalu. Prva verzija NMT-450 radila je na frekvenciji od 450 MHz, dok je druga verzija, predstavljena 1986. Radila na frekvenciji od 900 MHz. Prvenstveno NMT je bio namijenjen prijenosu glasa, a maksimalne brzine prijenosa iznosile su do 1.2 kbit/s, [3].

NMT – 450 je najraširenij analogni pokretni komunikacijski sustav u Europi. Prvo je uveden u Švedskoj, 1981. godine, a zatim i u Norveškoj, Danskoj, Finskoj te ostalim europskim zemljama. U Hrvatskoj, NMT-450 radio je u javnoj pokretnoj telefonskoj mreži naziva „MOBITEL“. U Hrvatskoj su korištene drugačije frekvencije od onih koje NMT-450 sustav koristi u ostalim europskim zemljama, [3].

Koriste se postojeće telefonske centrale AXE 10 s dodatnim dijelom MTS kao podsustavom za pokretnu telefoniju ili posebne centrale MTX koje imaju mogućnost posluživanja pokretnih pretplatnika. Centrala neprekidno prati kretanje pretplatnika i odabire odgovarajuću baznu postaju za uspostavljanje veze. Bazne postaje povezane su nepokretnom linijom s centralom. Jačina polja pokretne radiopostaje uvjet je za uključivanje bazne postaje. Ukoliko se pokretni pretplatnik kreće iz područja obuhvata jedne bazne postaje prema području obuhvata druge bazne postaje, druga bazna postaja prihvaća vezu tek kad jačina prema prvoj baznoj postaji padne ispod granične vrijednosti, iznosa 33 dB. Jedan dupleksni kanal u svakoj baznoj postaji služi kao pozivni kanal i putem njega se pozivaju pokretni pretplatnici. Pozvani pretplatnik odašilje potvrdu poziva po tom kanalu prema baznoj postaji, koji onda prebacuje vezu između pozivajućeg i pozvanog pretplatnika na prometni radiokanal, [26].

Kada pokretni pretplatnik želi uspostaviti vezu, aktiviranjem svog mobilnog terminalnog uređaja napušta pozivni kanal i poziv se odašilje po prometnom kanalu prema baznoj postaji. Kada pokretni pretplatnik uđe u područje druge centrale MTX, detektira to područje putem pozvanog kanala iz najbliže bazne postaje tog područja. Nakon toga, automatski se upućuje poziv od pretplatničkog pokretnog telefona do nove centrale MTX. Ona registrira područje vlastite centrale MTX u kojoj se nalazi pokretni pretplatnik i informira o tome tu centralu MTX. Tada vlastita MTX pošalje kategoriju pretplatnika novoj MTX, gdje se registrira zajedno s pretplatničkim brojem, [26].

4.3.2 DRUGA GENERACIJA

1981. godine Njemačka i Francuska inicirale su zajednički studijski program za drugu generaciju digitalnog celularnog sustava. 1982. godine osniva se GSM (*engl. Group Special Mobile*), specijalna radna grupa. Nakon ispitivanja različitih tehnoloških koncepcija i održanih rasprava, dolazi do odluke kako se digitalni sustav treba zasnivati na TDMA tehnologiji, [26].

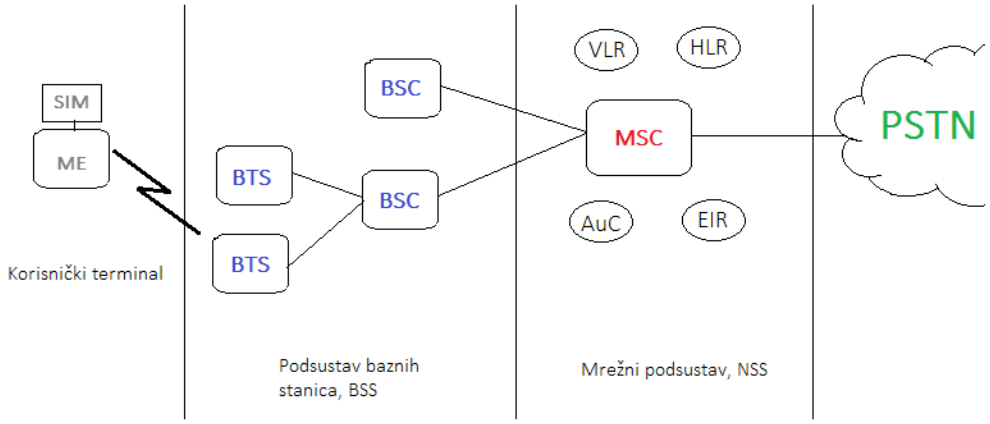
1987. godine Savjet Europske zajednice usvojio je preporuku za koordinirano uvođenje javnih digitalnih pokretnih paneuropskih komunikacija i smjernicu za frekvencijske pojaseve. Određeni su frekvencijski pojasevi za GSM sustav, 890-915 MHz i 935-960 MHz, dakle dodijeljen je frekvencijski spektar širine 25 MHz na 2 frekvencijska područja. U preporuci je naveden početak uporabe u 1991. g, a do 1993. g minimalno područje pokrivanja moraju biti glavni gradovi zemalja, zračne luke te povezni putovi između glavnih gradova. Nakon te

preporuke, uslijedilo je potpisivanje memoranduma o razumijevanju (*engl. Memorandum of Understanding, MoU*), potpisan od strane sedamnaest država koje su se time obvezale da će uvesti digitalni celularni sustav GSM u frekvencijskom području 900 MHz i osigurati međunarodni *roaming,* [26].

GSM je zasnovan na višestrukom pristupu u vremenskoj raspodjeli, koja je izvedena na način da se na svakoj od 124 prijenosne frekvencije u području 900 MHz izvodi 8 kanala, što iznosi ukupno 992 raspoloživa kanala. Govor i signalizacija prenose se digitalno. Korisnička informacija prenosi se kontrolnim kanalima čime je postignuto odvajanje korisničke i upravljačke informacije. Korištena su četiri frekvencijska područja: 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz i 1900 MHz. GSM sustav od prethodne generacije razlikuje se i u tome što koristi CDMA (*engl. Code Divison Multiple Access*) i TDMA metode pristupa komunikacijskim kanalima. CDMA označava metodu pristupa kanalima koju koriste različite tehnologije za komunikaciju putem radio signala. Jedan od osnovnih koncepta u prijenosu podataka je upotreba nekoliko odašiljača za slanje podataka. Odašiljači šalju podatke istovremeno preko jednog komunikacijskog kanala. Na taj način nekoliko korisnika dijele isti pojas frekvencija, a taj princip naziva se multipleksiranje. CDMA koristi široki spektar frekvencija i posebnu shemu kodiranja u kojoj se svakom odašiljaču dodjeljuje određena oznaka kako bi više korisnika moglo komunicirati putem istog fizičkog kanala. Na taj način više mobilnih terminalnih uređaja može koristiti iste frekvencije i uređaji mogu biti stalno aktivni jer kapacitet mreže ne ograničava broj aktivnih uređaja. TDMA metoda koristi podjelu vremena. Omogućuje da nekoliko korisnika koriste isti frekvencijski kanal podjelom u vremenske odsječke, [26].

Brzina prijenosa podataka u govornom kanalu GSM mrežom iznosi maksimalno do 9.6 kbit/s. Od usluga još uvijek je dominantan prijenos govora. U GSM-u dolazi do nove vrste komunikacije,omogućeno slanje poruka putem SMS-a (*engl. Short Message Service*). Prva SMS poruka poslana je u FInskoj poslana je 1993. godine. Također, omogućen je i prijenos podataka. Prve usluge prijenosa podataka na mobilnim terminalnim uređajima počele su slanjem SMS poruka, a prva Internet usluga uvedena je u Japanu 1999. godine, [1],[3].

Arhitekturu GSM mreže čine tri osnovna dijela: Mrežni sustav NSS (*engl. Network System)*, podsustav baznih postaja BSS (*engl, Base Station Subsystem*) i korisnički terminal, koji se općenito naziva pokretnom stanicom MS (*engl. Mobile Station*), što je i prikazano Slikom 10.



Slika 10. Prikaz arhitekture GSM-a, [3]

Mrežni sustav sastoji se od prilaznog pokretnog komutacijskog centra GMSC i pokretnih komutacijskih centara MSC. GMSC (*engl. Gateway Mobile Switching Centre*) koji služi za povezivanje s drugim mrežama te putem kojeg se pristupa GSM mreži iz drugih mreža, a MSC (*engl. Mobile Switching Centre*) povezuju prilazni pokretni komutacijski centar sa baznim postajama.

Podsustav baznih postaja sastoji se od kontrolnog, BSC (*engl. Base Station Controller*) i primopredajnog dijela BTS (*engl. Base Transciever Controller*). Kontrolni dio BSC (*engl. Base Station Controller*) upravlja s više primopredajnih dijelova koji sadrže antenske sustave. Upravljanje pokretljivošću u GSM sustavu zasniva se na dvije lokacijske baze podataka, a to su domaći lokacijski registar i lokacijski registar posjetitelja. Domaći lokacijski registar, HLR (*engl. Home Location Register*) sadrži sve podatke o vlastitim pretplatnicima i uslugama koje koriste, te podatke o njihovoj trenutačnoj lokaciji. Lokacijski registar posjetitelja, VLR (*engl. Visitor Location Register*) pridružen je svakom MSC-u. Sadrži podatke i pretplatnicima vlastite mreže te o pretplatnicima drugih mreža koji se trenutačno nalaze u lokacijskom području određenog MSC-a. Taj zapis pretplatničkih podataka je privremen i odnosi se na vrijeme boravka pretplatnika u određenom lokacijskom području. Zadatak VLR-a je dojavljivanje podataka o trenutačnoj lokaciji HLR-u domaće pretplatnikove mreže. Centar za provjeru autentičnosti AuC *(engl. Autentification Centre*) sadrži autentifikacijski ključ i procedure s kojima se provjerava autentičnost pretplatnika pri svakoj uspostavi poziva. Registar identifikacije opreme EIR (*engl. Equipment Identification Register*) je dodatna, neobavezna mogućnost GSM-a. EIR sadrži serijski broj pokretne postaje, koji omogućava provjeru i lokaciju ukradene opreme. U pokretnu postaju umeće se modul pretplatničkog identiteta SIM (*engl. Subscriber Identity Module*) koji je zaštićen osobnim identifikacijskim brojem PIN (*engl. Personal Identification Number*). PIN omogućava deblokiranje SIM-a točnim unosom, a nakon tri pogrešna unosa dolazi do blokiranja. Za otključavanje SIM-a tada je potrebno unijeti poseban ključ za deblokiranje PUK (*engl. PIN Unblocking Key),* [3].

GSM osim osnovnih komunikacija između pretplatnika javne pokretne mreže ili između pokretnih korisnika i PSTN pruža i dodatne usluge. Dodatne usluge dijele se tri kategorije: teleusluge, usluge prijenosa i usmjerenja signala i dopunske usluge, [26].

- Teleusluge (*engl. Teleservices)* odnose se na normalne telefonske komunikacije te mogućnost slanja kratkih poruka između pokretnih postaja, odnosno SMS poruka. Usluga slanja poruka dodana je kako bi se iskoristio višak frekvencijskog spektra.
- Usluge prijenosa i usmjerenja signala (*engl. Bearer Services*) pružaju korisnicima niz usluga koje sadrže prijenos podataka s komutacijom kanala u asinkronom i sinkronom načinu, s brzinama oko 9.6 kb/s. Usluge prijenosa podataka nude se u tzv. transparentnom i netransparentnom načinu. Kod transparentnih usluga prijenosa podataka ograničena je korekcija grešaka. Kod netransparentnih usluga prijenosa podataka primjenjuje se definirani protokol za GSM radiolink kako bi se ostvarila veza bez grešaka, no brzina prijenosa je manja i iznosi maksimalno do 4,8 kb/s.
- Dopunske usluge (*engl. Supplementary Services*) podržavaju razne poboljšane funkcije kao što su prosljeđivanje poziva na drugu lokaciju, blokiranje poziva, zadržavanje poziva, čekanje poziva i sl.

Radi postizanja boljeg pokrivanja signalom područja velikih gradova u Europi, 1990. G. započinje s izradom standarda GSM koji se temeljio na frekvencijskom području od 1800 MHz, naziva DCS-1800, danas poznatog pod nazivom GSM-1800. Kod ovog standarda smanjio se radijus ćelija, u rasponu od 400 m do 8 km. Viša frekvencija rezultira u manjoj udaljenosti propagacije, što znači da bazne postaje moraju biti bliže jedna drugoj kako bi se osiguralo isto pokrivanje. To dovodi do potrebe za većim brojem baznih postaja na određenom području, no isto tako s manjim dimenzijama ćelija omogućava se bolje ponavljanje istih frekvencija, [26].

4.3.3 GENERACIJA 2,5

U 2.5 Generaciji GSM sustava javljaju se sljedeći poboljšani sustavi:

- HSCSD (*engl. High Speed CIrcuit Switched Data*) koji omogućava prijenos podataka velikim brzinama, do 64 kbit/s putem komutacije kanala.
- GPRS (*engl. General Packet Radio Service*), paketski prijenos podataka koji doseže brzine prijenosa do 160 kbit/s i stalnu Internet komunikaciju za korisnike GSM sustava. GPRS ima brži pristup i brže uspostavljanje postupka za prijenos. GPRS omogućava komunikaciju s Internet protokolom (IP) između pokretne stanice i Interneta ili bilo koje druge mreže. Kod komutacije kanala potrebno je za čitavo vrijeme prijenosa podataka ostvariti punu vezu između dviju točaka, dok se kod komutacije paketa veza ostvaruje povremenim uključivanjem. Još jedna od prednosti GPRS sustava je mogućnost da jedan kanal koristi nekoliko korisnika, što rezultira boljim iskorištavanjem radiofrekvencijskog

spektra. Nakon što se uspostavi veza, pokretna postaja može podržavati do 8 vremenskih odsječaka istovremeno. U prometu GPRS sustava mogu se upotrebljavati određeni kanali ili kanali na zahtjev. Kanali na zahtjev dodjeljuju se na privremenoj osnovi i mogu biti dodijeljeni ili napušteni pro ovisi o zahtjevima prometa za GPRS. Ti su kanali unaprijed zauzeti za potrebe govornih komunikacija pa prijenos podataka mora čekati na slobodan kanal. Određeni kanali koje namjenjuje operator upotrebljavaju se isključivo za GPRS, te oni osiguravaju kapacitet GPRS unutar ćelije te ih nije moguće upotrebljavati za komutaciju kanala u prometu GSM.

- EDGE (*eng. Enhanced Data rates for GSM Evolution*), sustav predviđen za rad s poboljšanim modulacijskim tehnikama i unaprijeđenim shemama kodiranja, s teoretskom brzinom prijenosa podataka do 2 Mbit/s, no maksimalne realne brzine prijenosa iznose oko 384 kbit/s. Nedostatak predstavlja nemogućnost postizanja maksimalne brzine u cijelom području pokrivanja jedne ćelije, nego tek ukoliko se pokretna postaja nalazi blizu primopredajnog dijela sustava baznih postaja, [26].

Postizanjem većih brzina prijenosa, dolazi i do pružanja novih vrsta usluga. Usluga razmjene višemedijskih poruka, MMS (*engl. Multimedia Messaging Service*) omogućuje komuniciranje porukama u obliku formatiranog teksta, crteža, slike u boji, animacije ili audio ili video sadržaja. Usluga pruža razmjenu poruka bogatog sadržaja koji zahtijeva veće brzine prijenosa od usluga SMS. Osnovna izvedba prijenosa MMS poruka temelji se na WAP protokolu (*engl. Wireless Application Protocol).* Prijenos se može ostvariti neovisno o vrsti mreže, GPRS, EDGE ili UMTS, [3].

4.3.4 TREĆA GENERACIJA

Opći pokretni telekomunikacijski sustav, UMTS (*engl. Universal Mobile Telecommunications System*) prvi je sustav kojim se, uz pokretljivost terminala, rješavaju i osobna pokretljivost te pokretljivost, prenosivost i transparentnost usluga. Osobna pokretljivost zahtijeva rješenja za identifikaciju i dostup korisniku neovisno o mreži u kojoj se nalazi te korištenom terminalu. Na UMTS su postavljeni sljedeći zahtjevi: osobna pokretljivost uz prijenos govora, podataka i multimedije, brzina prijenosa do 144 kbit/s u svim uvjetima, do 384 kbit/s na otvorenom prostoru te do 2 Mbit/s u zatvorenom prostoru. Zatim slijede komutacija kanala i paketa, simetričan i asimetričan prijenos, kvaliteta govora usporediva s onom u fiksnoj mreži, potpora uslugama od uskopojasnih do širokopojasnih, uz mogućnost više usluga istodobno, koegzistencija s drugom generacijom te brzi pristup Internetu za vrijeme kretanja, [26].

U UMTS-u koristi se novi radijski pristup koji se zasniva na širokopojasnom višestrukom pristupu s kodnom raspodjelom WCDMA (*engl. Wideband Cide Division Multiple Acces*). Izvor

[26] pojašnjava kako je WCDMA namijenjen je za široko područje pokrivanja i javnu mrežu te otvoreni prostor. Dodijeljeno frekvencijsko područje za uzlaznu vezu (*engl. Uplink*) je 1920-1980 MHz, a za silaznu vezu *(engl. Downlink)* 2110-2170 MHz. WCDMA pruža veći kapacitet, bolju pokrivenost, mogućnost promjenjive i velike brzine prijenosa, prikladan je za paketski i kanalski prijenos uz višestruke istodobne usluge u jednom terminalu te hijerarhijsko strukturiranje ćelija. Za prijenos govora u radijskoj pristupnoj mreži koristi se simetrični prijenos, dok se za prijenos podataka koristi asimetrični prijenos. Razlog tomu je što asimetrični prijenos omogućava različite brzine prijenosa u smjeru od korisničke opreme i prema njoj.

Radijski mrežni podsustav *RNS (engl. Radio Network Subsystem)* osnovni je element UMTS zemaljske radijske pristupne mreže UMTS (*engl. UMTS Terrestrial Radio Acces Network*). Radijski mrežni podsustav odgovara podsustavu bazne postaje u GSM-u, [26].

RNS sadrži :

- upravljač radijske mreže RNC (*engl. Radio Network Controller*), koji je ekvivalentan BSC-u iz GSM arhitekture
- jedan ili više čvorova B (*engl. Node B*) s radijskim primopredajnim dijelom koji je ekvivalentan primopredajnom dijelu BTS-a u GSM-u. Jedan čvor B može sadržavati i više radijskih primopredajnih postaja.

U jezgrenoj mreži razlikuju se dva dijela: dio s komutacijom kanala i dio s komutacijom paketa. Oba su povezana s pristupnom mrežom. Kanalski dio jezgrene mreže izveden je iz rješenja za GSM, a paketski dio iz rješenja za GPRS, [26].

Uvođenjem većih brzina prijenosa podataka, dolazi i mogućnosti do pružanja novih vrsta usluga. Vezano uz teleusluge, UMTS pruža sljedeće usluge: telefonija, pozivi za opasnost, kratke završne poruke u pokretnom sustavu, kratke izvorne poruke u pokretnom sustavu, usluge poziva za govornu grupu, pristup Internetu. Također, pruža se mogućnost usluge pokretne televizije (*engl. Mobile TV*). Usluga omogućava gledanje televizijskog programa na pokretnom terminalnom uređaju. Za pružanje ovih vrsta usluga potrebna je uspostava veze od točke do točke. Kako je taj način prihvatljiv samo za manji broj korisnika zbog neefikasnog iskorištavanja kapaciteta mreže, s porastom korisnika prelazi se na rješenja zasnovana na višeodredišnom razašiljanju *(engl. Broadcast). Brodacast* se zasniva na ideji da pošiljatelj logički adresira skupinu primatelja, pri čemu se sadržaj dostavlja odjednom, u točku mreže najbližu skupini primatelja. Na toj se točki zatim sadržaj umnožava i prosljeđuje dalje prema podskupinama, te na kraju prema svakom od primatelja. Potreba za *broadcastingom* vezuje se i za razvoj usluga *triple play* na mobilnom terminalnom uređaju, koje obuhvaćaju integrirani prijenos govora, podataka i videa, što zahtijeva brzi pristup Internetu, [1],[3].

Standardi za komunikaciju mobilnih tehnologija treće generacije omogućili su ostvarenje VoIP (*engl. Voice over Internet Protocol*) tehnologije. VoIP je proces digitaliziranja i slanja glasovnih podataka preko Interneta i drugih podatkovnih mreža. Korištenjem VoIP

tehnologije, više nije potrebno korištenje samo tradicionalne telefonske mreže. Time dolazi do smanjenja troškova telefoniranja i veće fleksibilnosti rada. IP telefonija je proces prijenosa govora putem paketno preklapanih IP mreža. VoIP omogućava obavljanje telefonskog razgovora upotrebom postojećih mrežnih konekcija te predstavlja zamjenu za standardnu telefoniju. Velika prednost VoIP tehnologije je mogućnost pozivanja mobilnih i fiksnih pretplatnika te ostvarivanje međunarodnih poziva po izuzetno povoljnim cijenama, [1].

Nadogradnja na UMTS sustav je tehnologija brzog paketskog pristupa HSPA *(engl. High Speed Packet Acces)* i predstavlja 3,5 generaciju mobilnih sustava. HSPA definira povećanje brzine prijenosa u uzlaznom i silaznom smjeru. Definirani su posebno brzi paketski pristup u silaznom smjeru HSDPA *(engl. High Speed Downlink Packet Access*) te brzi paketski pristup u uzlaznom smjeru *HSUPA (engl. High Speed Uplink Packet Access)* od terminala prema mreži. HSDPA tehnologija predstavlja nadogradnju rješenja višestrukog pristupa u kodnoj raspodjeli WCDMA. Predviđene brzine za HSDPA iznose do 3,6 Mbit/s, dok su realne brzine do 1,8 Mbit/s, [1,3,26].

WiMAX (*engl. Worldwide interoperability for Microwave Access*) je popularni naziv standarda za realizaciju gradskih bežičnih mreža. Najčešća primjena ovog standarda je u ruralnim područjima koja nemaju razvijenu telekomunikacijsku infrastrukturu. U takvim područjima izgradnja WiMAX mreže znatno je isplativija za operatore. Primjena WiMAX tehnologije u ruralnim područjima omogućuje krajnjim korisnicima širokopojasni pristup telekomunikacijskoj mreži i uslugama. U gradskim područjima, primjena WiMAX tehnologije teže je ostvariva zbog već postojećih paričnih i optičkih infrastruktura, što predstavlja znatnu konkurentnost. Prvotno, WiMAX je bio predviđen za bežični prijenos govora i podataka i rezidencijalnih i poslovnih korisnika. Poboljšanja prijenosne usluge rezultirala su i približavanjem WiMAX-a skupu onih tehnologija koje omogućavaju kvalitetan *prijenos triple play* usluga. U odnosu na postojeće mobilne mreže, WiMAX pruža širi prijenosni pojas frekvencija, time i veće prijenosne brzine, [3].

Arhitektura WiMAX mreže podjednako podržava poveznice od točke do točke i od točke prema više točaka. Važno je istaknuti da je područje pokrivanja svake bazne stanice podijeljeno u sektore. Za svaki sektor rabi se posebno usmjerena antena. Na taj način postiže se veća snaga te veća prijenosna brzina i domet prijenosa po svakom sektoru. Frekvencijska područja od posebnog interesa za WiMAX tehnologiju su pojasevi oko 2,5, 3.5 i 5,8 GHz. U Hrvatskoj je za WiMAX predviđeno područje od 3,4 do 3,6 GHz te 24,5 do 26,5 GHz. Za njihovo korištenje potrebna je dozvola nadležnog tijela, odnosno Hrvatske agencije za telekomunikacije, [3].

Sukladno standardu IEEE 802.16 dolazni smjer komunikacije riješen je s vremenskim multipleksiranjem, pri čemu je svakom krajnjem korisniku dodijeljen jedan ili više

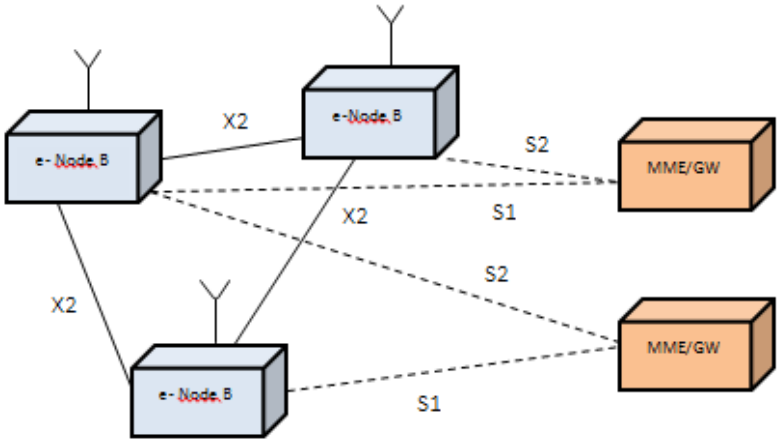
vremenskih odsječaka. U odlaznom smjeru višestruki je pristup riješen vremenskim multipleksom. Širina kanala u Europi iznosi 28 MHz. Dvosmjernost komunikacije riješena je vremenskim dupleksom ili frekvencijskim dupleksom. Prijenosne brzine podržane ovim standardom mogu biti i veće od 70 Mbit/s. Standard IEEE 802.16a predviđa uporabu OFDM modulacijskog postupka *(engl. Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) i adekvatnu tehniku višestrukog pristupa. Prijenosne brzine podržane ovim standardom dosežu do 26 Mbit/s. Širine kanala variraju od 1,5 do 20 MHz, a ostvarivi domet prijenosa doseže i do 50 km, [3].

4.3.5 ČETVRTA GENERACIJA

Za nastanak i razvoj LTE (*engl. Long Term Evolution*) standarda odgovorna je 3GPP (*engl. Third Generation Partnership Project)*- kolaboracija više standardizacijskih tijela iz svih dijelova svijeta. U studenom 2004. godine 3GPP grupa za tehničke specifikacije radijskih sučelja organizira prvu radionicu na temu dugoročne evolucije 3G radijskog sučelja. Upravo ta radionica započela je razvoj LTE standarda. Više od pedeset istraživačkih instituta, operatora i proizvođača opreme iznijelo je svoja stajališta i prijedloge vezane uz evoluciju UMTS zemaljske radijske pristupne mreže UTRAN. Već su tada definirani zahtjevi poput smanjenja troškova po bitu informacije, visoke brzine prijenosa uz mala kašnjenja, fleksibilnost upotrebe različitih frekvencijskih opsega, umjerena potrošnja snage u terminalima. Na temelju zaključaka ove radionice, krajem iste godine pokrenuta je studija izvodivosti s ciljem razvoja okvira za evoluciju postojeće 3GPP radijske pristupne tehnologije prema novoj tehnologiji koja će zadovoljavati definiranih zahtjeva. Nakon brojnih istraživanja, izdavanja novih serija tehničkih specifikacija, nakon četiri godine, tj. 2008. godine konačno je odobreno „zamrzavanje“ LTE standardiziranih funkcionalnosti kao dijela osmog izdanja 3GPP specifikacija, što je označilo dovoljnu stabilnost za komercijalnu izvedbu. Prva javno dostupna LTE usluga omogućena je od strane TeliaSonera u Stockholmu i Oslu 14. Prosinca 2009. godine, [27].

LTE radijsko sučelje zasniva se na upotrebi ortogonalnog multipleksiranja frekvencijskim odvajanjem OFDM s višestrukim pristupom u silaznoj vezi OFDMA i višestrukog pristupa s frekvencijskom raspodjelom prema jednom nositelju SC-FDMA *(engl. Single Carrier Frequency Division Multiple Access*) u uzlaznoj vezi. Za ostvarivanje visokih brzina prijenosa koriste se napredne antenske tehnologije MIMO *(engl. Multiple Input Multiple Output).* Korištenjem OFDM tehnologije omogućena je prilagodba prijenosnih parametara sustava u frekvencijskoj domeni čime se zadovoljavaju zahtjevi za efikasnu uporabu spektra, a također je prikladno za neusmjereno ili grupno odašiljanje (*engl. Broadcast/Multicast*) Širina frekvencijskog pojasa korištena u LTE tehnologiji je promjenjiva te iznosi od 1,4 MHz pa sve do 20 MHz. Postizanje velikih brzina omogućeno je također i upotrebom naprednih modulacija poput 64 QAM modulacije. Maksimalne brzine prijenosa podataka iznose do 100Mbit/s za donwlink i 50 Mbit/s za uplink, [27].

Nova, pojednostavljena arhitektura radijske i jezgrene mreže (Slika 11) sadržava samo dva glavna elementa: razvijeni čvor B (*eNodeB)* i jedinicu za upravljanje mobilnošću MME/GW (*engl. Mobility Management Entity/Gateway*). Kontroler radijske mreže je uklonjen, a njegove funkcije su uključene u razvijeni čvor B, što je utjecalo na znatno smanjenje kašnjenja signala. Sva sučelja (S1 i X2) utemeljena su na IP protokolu. LTE arhitektura sadržava dva logička pristupna elementa: S-GW (*engl. Serving Gateway*) koji poslužuje mobilni uređaj primanjem i slanjem paketa te P-GW (*engl. Packet Gateway*) koji predstavlja sučelje prema vanjskim paketnim mrežama. Uz to, P-GW provodi dodatne funkcije poput dodjeljivanja adresa, filtriranja te usmjeravanja paketa, [28].



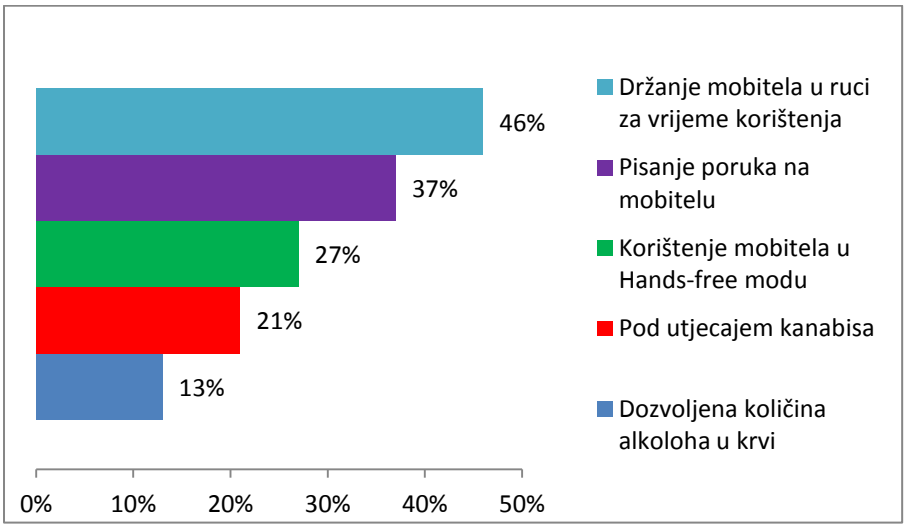
Slika 11. Prikaz LTE arhitekture, [28]

5. PROBLEMATIKA SIGURNOSTI PRIMJENE TERMINALNIH UREĐAJA U GRADSKOM PROMETU
- PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA DOBIVENIH PROVOĐENJEM ANKETE NAZIVA „PRIMJENA MOBILNIH TERMINALNIH UREĐAJA KOD STUDENTSKE POPULACIJE ZA VRIJEME KRETANJA GRADOM“

Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama (Narodne novine broj 67/2008) definirano je kako osim vozača motornih vozila, mobilni uređaj uporabom ruku, na način kojim se umanjuje mogućnost upravljanja vozilom, ne smiju koristiti niti vozači bicikla, tramvaja, autobusa i svih drugih vozila u prometu. Iako u Hrvatskoj biciklistima nije dopušteno niti korištenje mobilnih terminalnih uređaja putem slušalica, upotreba mobilnih terminalnih uređaja u automobilima dozvoljena je, ukoliko se koristi *hands-free* način, što se odnosi na mogućnost postavljanja mobitel na razglas, korištenje slušalica ili Bluetooth slušalica, povezivanje putem Bluetootha na zvučnik i brojne druge, [29].

Korisnici u gradskom prometu mobilne terminalne uređaje koriste i kao navigacijski uređaj, no najveći broj korisnika, mobilne uređaje koristi za pozive, SMS poruke te pretraživanje Internetskog sadržaja.

Provedena su brojna istraživanja o utjecaju mobilnih uređaja na vozače, bicikliste i pješake. Primjerice, istraživanje objavljeno 2014. Godine od strane *Transport Research Laboratory*-a iz Velike Britanije navodi kako pisanje SMS poruke za vrijeme vožnje smanjuje vrijeme reakcije za 37%, [30, 31]. Slika 12. prikazuje povećanje vremena reakcije vozača u nekoliko situacija. Normalno vrijeme reakcije vozača iznosi oko jedne sekunde. Ukoliko je vozač konzumirao alkohol do legalne granice, vrijeme reakcije povećava se za 13%, vrijeme reakcije vozača koji je pod utjecajem narkotika 21%, razgovor putem mobilnog uređaja u *hands-free* modu povećava vrijeme reagiranja za 27%, pisanje poruke za 37 %, a držanje mobitela za vrijeme razgovora za 46%.



Slika 12. Povećanje vremena reagiranja vozača, [30, 31]

Još jedno u nizu istraživanja, provedeno od strane *U.S. Deprtment of Transformation,* pokazuje kako mladi vozači često sudjeluju u prometnim nesrećama za vrijeme korištenja mobilnih terminalnih uređaja. 6% sudionika u istraživanju potvrdilo je kako je sudjelovalo u prometnoj nesreći u proteklih godinu dana, 7% sudionika izjavilo je kako je bilo u situacijama koje su gotovo završile prometnom nesrećom, a većina, 86% sudionika izjavilo je kako nije sudjelovalo u niti jednoj prometnoj nesreći. Većina sudionika izjavila je kako razgovaranje putem mobilnog terminalnog uređaja ne utječe na njihovu vožnju, no izjavili su i da pisanje poruka ili e-mailova utječe na brzinu vožnje, tj. da voze sporije. Krajnji rezultati (Tabela 5. I Tabela 6.) pokazuju kako mladi vozači češće šalju SMS poruke i e-mailove za vrijeme vožnje, [32].

Tabela 5. Prikaz rezultata ankete o sudjelovanju u prometnim nesrećama, [32]

Rezultati podataka (postotak)								
Situacije	**Spol**		**Dobna skupina**					
	Muško	**Žensko**	**18-20**	**21-24**	**25-34**	**35-44**	**45-64**	**65+**
Skoro izazivanje sudara	**8,4**	**6,2**	5,9	**7,5**	**9,2**	7	7,9	4
Sudar	**6,5**	**6,2**	**17**	**9,2**	6	6,6	5,7	3,8
Bez sudara	85,1	87,6	77,1	83,2	84,8	86,4	86,5	92,2

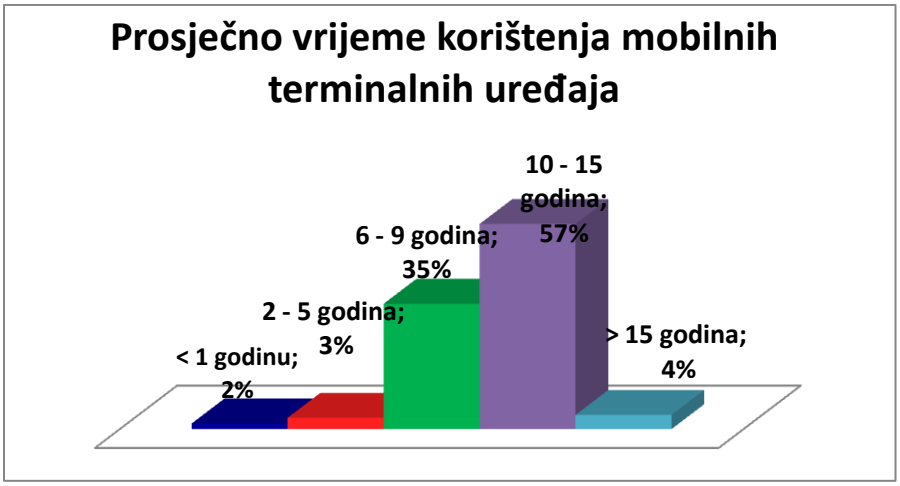
Tabela 6. Prikaz korištenja mobitela za vrijeme vožnje, [32]

Rezultati podataka (postotak)								
Situacije	**Spol**		**Dobna skupina**					
	Muško	**Žensko**	**18-20**	**21-24**	**25-34**	**35-44**	**45-64**	**65+**
Razgovaranje	3,2	4,4	1,6	0	9,9	5,4	2	0
Čitanje SMS-a/e-mail-a	0,8	1,2	3,3	0	0,6	0	0,7	2,2
Pisanje SMS-a/ e-mail-a	1,1	1,2	8,2	0	1,2	0	0,7	0
Ništa od navedenog	95	93,3	86,9	100	88,2	94,6	96,7	97,8

Istraživanje provedeno 2014. godine objavljeno na stranicama PLOS ONE, pokazuje kako ljudi koji pišu poruke za vrijeme šetanja hodaju sporije te čak i mijenjaju način hodanja , a moguć je i gubitak ravnoteže. Obraćanjem pozornosti na mobilni uređaj pješaci odstupaju od standardnog puta kretanja, te nailaze na prepreke, pa čak i prelaze na cestu, [33].

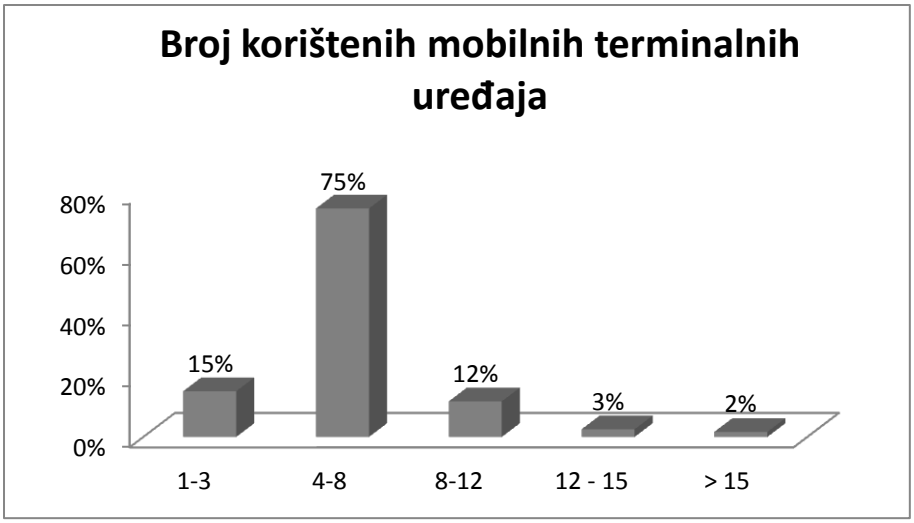
Anketa naziva „Primjena mobilnih terminalnih uređaja kod studentske populacije za vrijeme kretanja gradom“ provedena je putem društvenih mreža, gdje su korisnici putem linka ispunjavali anketu. Svrha ankete je bilo istražiti koliko studentska populacija koristi mobilne terminalne uređaje za vrijeme kretanja gradom. Sadržaj ankete sastojao se od 25 pitanja, od kojih su 23 bila obavezna i 2 uvjetna. Pitanja su imala ponuđene odgovore koji su se mogli odabrati, a u nekima se moglo odgovoriti i vlastitim unosom. Anketa je bila anonimna i namijenjena svim studentima, no bila je dostupna za ispunjavanje svim korisnicima koji su to željeli sudjelovati. Na taj način dobiveni su rezultati koji se odnose na studentsku populaciju i rezultati koji se odnose na ostale ispitanike te se mogu međusobno usporediti za daljnja istraživanja.

U anketiranju je sudjelovao 181 ispitanik, od koji se 127 odnosi na studentsku populaciju. Za potrebe ovog rada prikazat će se samo podaci vezani za studentsku populaciju. Od studentske populacije, studentica je bilo 60, a studenata 67 i svatko od njih izjavio je kako posjeduje mobilni terminalni uređaj. Analiza rezultata ankete, dovela je do podatka kako se najveći broj studenata, njih 57% koristi mobilnim terminalnim uređajima otprilike 10 - 15 godina. Prosječno vrijeme korištenja mobilnih terminalnih uređaja kod studentske populacije prikazuje Slika 13.



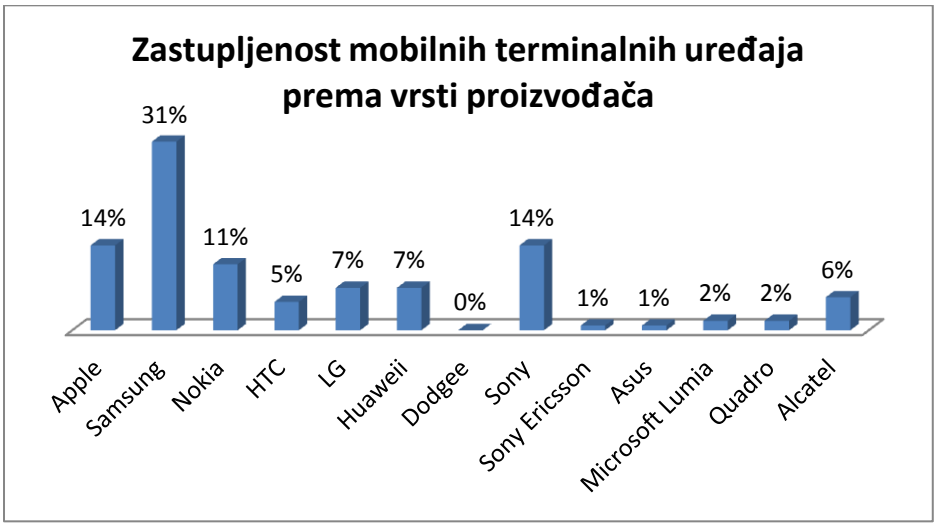
Slika 13. prosječno vrijeme korištenja mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor

Kako bi se dobio uvid u broj mobilnih terminalnih uređaja koji su studenti koristili, ponuđene su grupe odgovora: 1-3 mobitela, 4-8 mobitela, 8-12 mobitela, 12-15 mobitela te >15 mobitela, što je vidljivo na grafikonu (Slika 14.). Ukupan broj mobilnih terminalnih uređaja koji su studenti koristili do trenutka ispunjavanja ankete, u 75% odgovora iznosi od 4 do 8 mobitela.



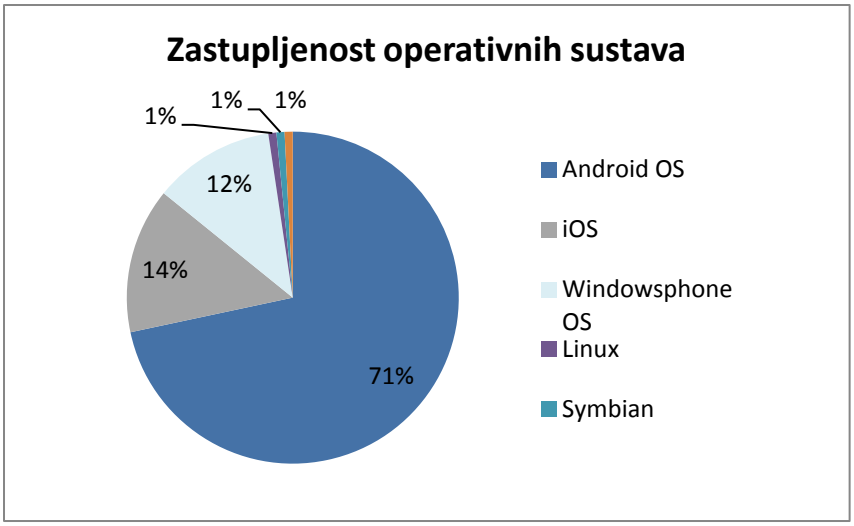
Slika 14. Broj korištenih mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor

Prema vrsti proizvođača mobilnih terminalnih uređaja, kod studentske populacije najviše prevladava Samsung 31%, zatim ga slijede Apple i Sony sa 14%, Nokia 11% te LG i HTC sa 7%. Zastupljenost mobilnih terminalnih uređaja prema vrsti proizvođača prikazana je na Slici 15.



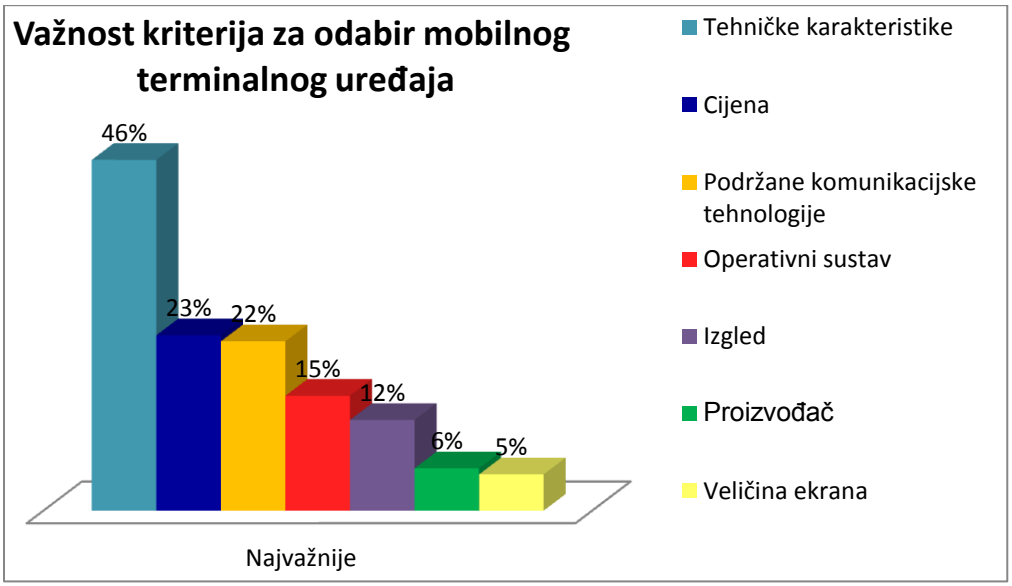
Slika 15. Zastupljenost mobilnih terminalnih uređaja prema vrsti proizvođača, izvor: autor

Rezultati iz prethodnog grafikona (Slika 15), najveći broj studenata posjeduje mobilni terminalni uređaj proizvođača Samsung, navode na činjenicu da je najzastupljeniji operativni sustava upravo Android OS (71%). Sljedeći je iOS (14%), a zatim Windowsphone OS (14%) (Slika 16.).



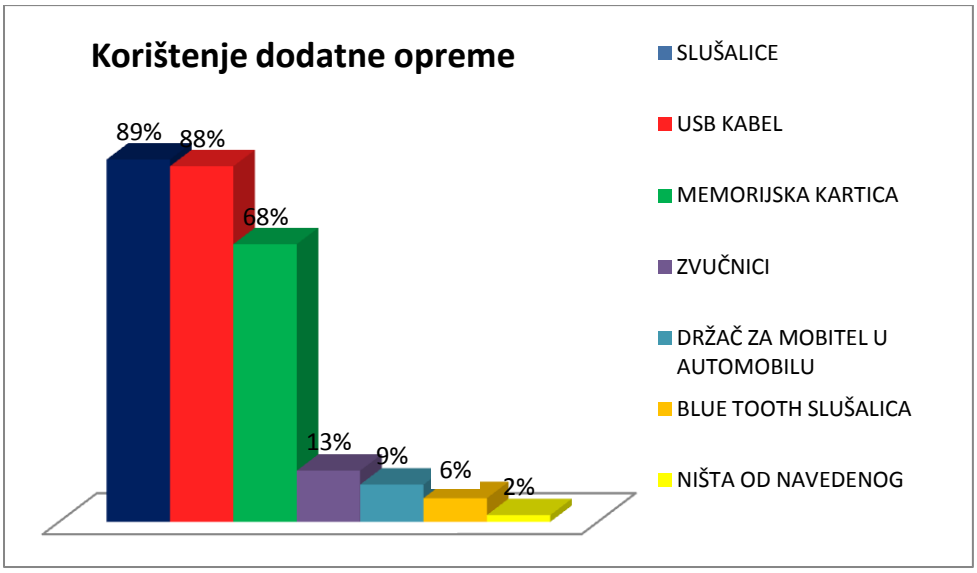
Slika 16. Zastupljenost operativnih sustava, izvor: autor

Po mišljenju studenata, najvažniji kriterij za odabir mobilnog terminalnog uređaja su tehničke karakteristike. Cijena uređaja i podržane komunikacijske tehnologije najčešće su navedeni kao „Vrlo važno“, dok su operativni sustav, proizvođač, izgled i veličina ekrana najčešće su odabrani kao „Važni“. Slika 17. prikazuje važnost kriterija za odabir mobilnog terminalnog uređaja kod studentske populacije.



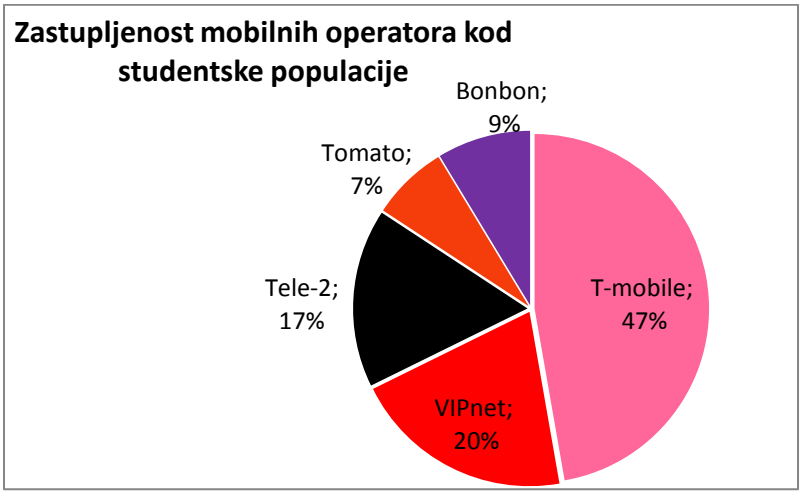
Slika 17. Važnost kriterija za odabir mobilnog terminalnog uređaja, izvor: autor

89% studenata navelo je da od dodatne opreme koristi slušalice, USB kabel koristi njih 88%, dok je opciju „Ništa od navedenog“ za odabir ponuđene dodatne opreme odabralo 2% studenata. Najčešće korištena dodatna oprema prikazana je grafikonom (Slika 18.)



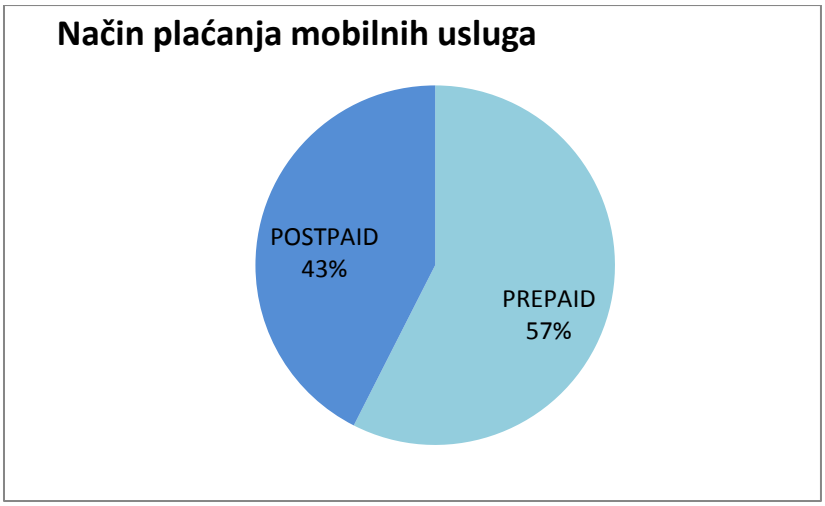
Slika 18. Korištenje dodatne opreme, izvor: autor

U Hrvatskoj je trenutno najpopularnije pet mobilnih operatera, T-mobile, VIPnet, Tomato, BonBon i Tele2.Najzastupljeniji među studentskom populacijom je T-mobile sa 47%, a slijedi ga VIPnet sa 20%. Prikaz zastupljenosti mobilnih operatera kod studentske populacije vidljiv je na sljedećem grafikonu na Slici 19.

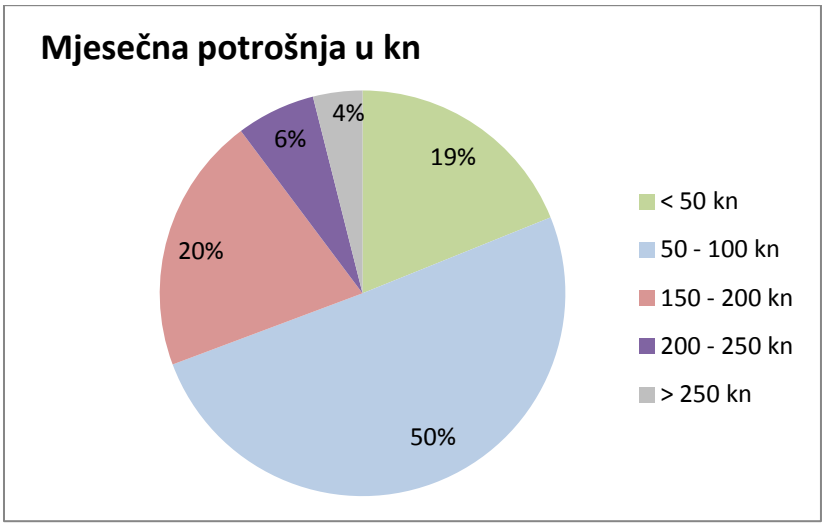


Slika 19. Zastupljenost mobilnih operatora, izvor: autor

Kao način plaćanja mobilnih usluga prevladava prepaid, odnosno kupnja bonova. Prepaid koristi 57% ispitanika, dok se preostalih 43% izjasnilo kako koriste postpaid, odnosno pretplatu, prikazano dijagramom (Slika 20) 50% studenata mjesečno troši između 50 i 100 kn na plaćanje mobilnih usluga (Slika 21).



Slika 20. Način plaćanja mobilnih usluga, izvor: autor

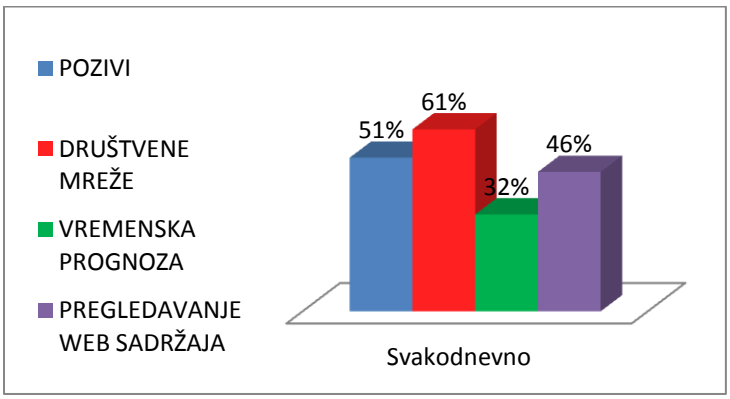


Slika 21. Mjesečna potrošnja u kn, izvor: autor

Tabela 7. Učestalost korištenja funkcionalnosti mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor

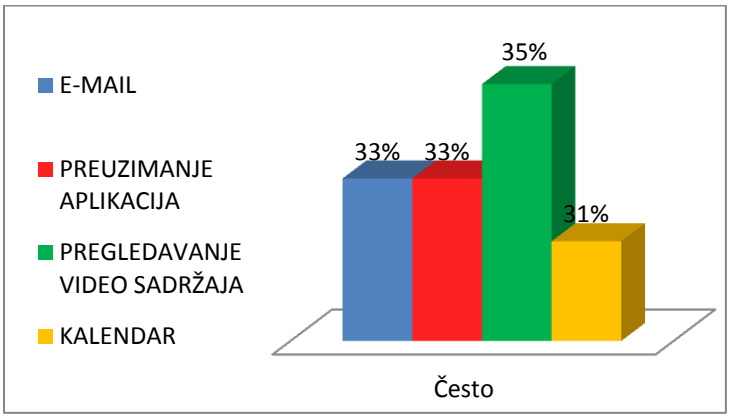
FUNKCIONALNOSTI:	Nikada	Rijetko	Često	Vrlo često	Svakodnevno
SMS PORUKE	2%	**40%**	20%	10%	28%
POZIVI	0%	14%	21%	13%	**51%**
FOTOGRAFIRANJE	2%	20%	29%	**31%**	17%
SLUŠANJE GLAZBE	8%	24%	21%	17%	30%
E-MAIL	9%	30%	**33%**	19%	9%
PREUZIMANJE APLIKACIJA	3%	**35%**	**35%**	20%	6%
IGRICE	20%	**44%**	19%	11%	6%
DRUŠTVENE MREŽE	3%	3%	19%	14%	**61%**
NAVIGACIJA	13%	**42%**	22%	20%	2%
PREGLEDAVANJE VIDEO SADRŽAJA	6%	28%	**31%**	14%	20%
VREMENSKA PROGNOZA	10%	16%	24%	18%	**32%**
PREGLEDAVANJE WEB SADRŽAJA	2%	8%	19%	24%	**46%**
KALENDAR	2%	22%	**39%**	21%	16%
KALKULATOR	3%	**37%**	35%	17%	8%
PLANER	32%	**37%**	15%	9%	6%
MOBILNO BANKARSTVO	**49%**	13%	12%	19%	8%

Iz Tabele 7. vidljiva je učestalost korištenja pojedinih funkcionalnosti od strane studenata. Prema podacima iz tablice, Mobilno bankarstvo je funkcionalnost koju studenti najrjeđe koriste, odnosno 49% studenata izjavilo je kako nikada ne koristi navedenu aplikaciju. Najveći broj studenata svakodnevno koristi mobilne terminalne uređaje za pozive, pregledavanje web sadržaja te za društvene mreže, te pregledavanje vremenske prognoze, što je i prikazano na Slici 23. 31% studenata odabralo je fotografiranje kao vrlo često korištenu funkcionalnost mobilnih terminalnih uređaja.



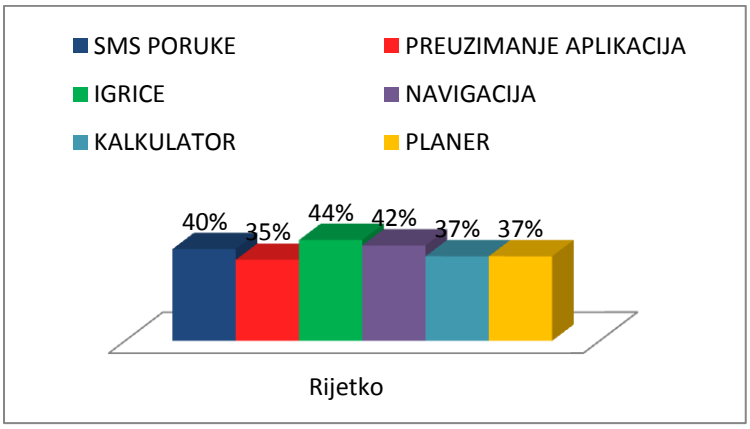
Slika 22. Svakodnevno korištene funkcionalnosti, izvor: autor

Najviše odgovora „Često“ odnosi se na pregledavanje web sadržaja(35%) i e-mail (33%). Preuzimanje aplikacija podijeljena je između „Često“ i „Rijetko“ korištenih funkcionalnosti, sa istim brojem odabira, čak 35%, prikazano na Slici 24.



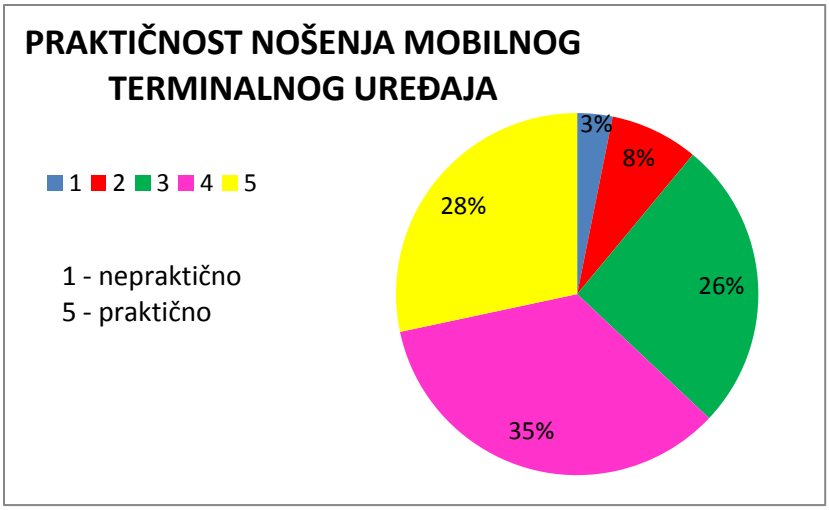
Slika 23. Često korištene funkcionalnosti, izvor: autor

Najveći broj odgovora „Rijetko“ odnosi se na SMS poruke, Igranje igrica, korištenje navigacije, planera i kalkulatora. Zanimljiva je činjenica kako su do prije nekoliko godina SMS poruke bile jedan od glavnih načina komunikacije, a danas ih zamjenjuju brojne društvene mreže i aplikacije (Slika 25).



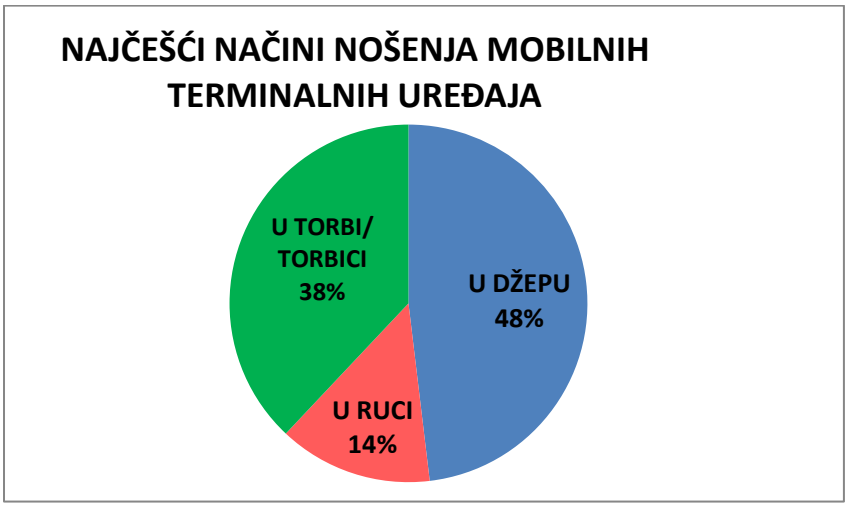
Slika 24. Rijetko korištene funkcionalnosti, izvor: autor

Gotovo svatko tko posjeduje mobilni terminalni uređaj, uređaj uvijek ima kraj sebe. No zbog sve većih dimenzija, važno je postaviti pitanje koje se odnosi na praktičnost nošenja samog uređaja (Slika 26). U anketi su ponuđene vrijednosti od 1 do 5, gdje je 1 ocjena za nepraktično, a 5 za praktično. 25% studenata izjavilo je kako im je nošenje mobilnih terminalnih uređaja praktično, a 3% izjavilo kako im je nošenje mobilnih terminalnih uređaja nepraktično.



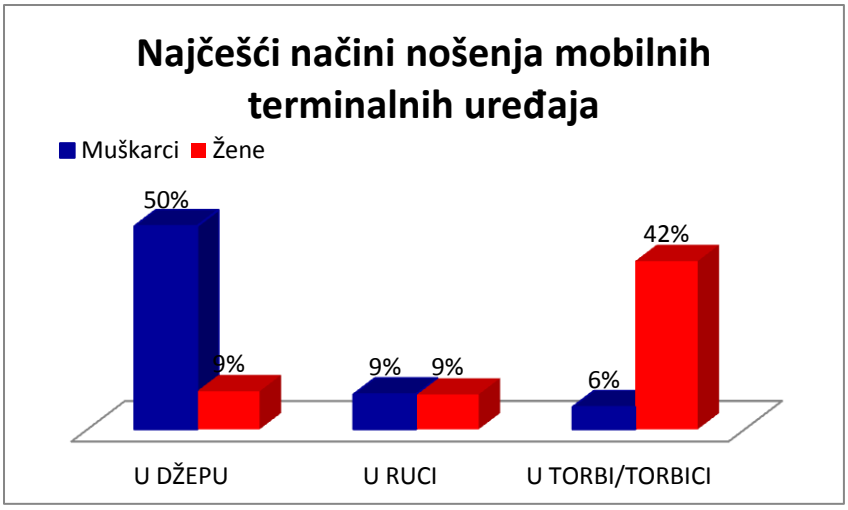
Slika 25. Praktičnost nošenja mobilnog terminalnog uređaja, izvor: autor

Kao najčešći načine nošenja mobilnih terminalnih uređaja studenti su odabrali nošenje u džepu, u 48% slučajeva. U 38% slučajeva studenti svoj mobilni terminalni uređaj nose u torbi/torbici, dok 14% studenata svoj mobitel nosi u ruci, prikazano na Slici 27.



Slika 26. Najčešći načini nošenja mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor

Sljedeći grafikon (Slika 28) prikazuje najčešće načine nošenja mobilnih terminalnih uređaja prema spolu. Vidljivo je kako 42% žena svoj mobilni terminalni uređaj nosi u torbici, dok mobilne terminalne uređaje u džepu najčešće nose muškarci, 50%.



Slika 27. Načini nošenja mobilnih terminalnih uređaja prema spolu, izvor: autor

Kako bi se dobio uvid u aktivnosti u kojima studenti najčešće koriste mobilne terminalne uređaje, u anketi je ponuđeno sedam aktivnosti koje su ispitanici morali ocijeniti prema učestalosti korištenja. Skupni podaci dobiveni anketiranjem pokazuju kako studenti mobilne terminalne uređaje često koriste za vrijeme šetnje gradom, vožnje u tramvaju/ autobusu te kao suvozači u automobilu. Ponuđene aktivnosti te svi rezultati prikazani su u Tabeli 8.

Tabela 8. Korištenje mobilnih terminalnih uređaja u raznim aktivnostima (osobno), izvor: autor

	KOLIKO ČESTO KORISTITE MOBITEL U SLJEDEĆIM AKTIVNOSTIMA?						
Odgovori:	**Šetnja gradom**	**Vožnja tramvajem/ autobusom**	**Vožnja na biciklu**	**Vožnja na motoru**	**Rolanje/ Skateboardanje**	**Upravljanje automobilom**	**Kao suvozač u automobilu**
Nikada	5%	6%	**61%**	**91%**	**90%**	**46%**	3%
Rijetko	**31%**	9%	24%	6%	7%	31%	21%
Često	**31%**	**36%**	9%	2%	2%	12%	**31%**
Vrlo često	16%	21%	3%	0%	1%	6%	30%
Svakodnevno	17%	28%	3%	1%	0%	4%	14%

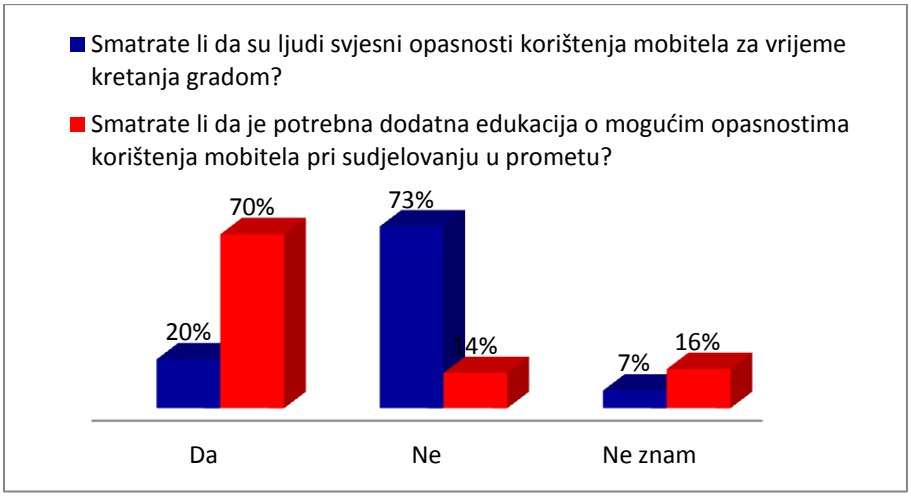
Važno je bilo i doznati podatak koliko često studenti primjećuju da drugi sudionici u prometu koriste mobilne terminalne uređaje u ponuđenim aktivnostima. Razlika u učestalosti uporabe mobilnih terminalnih uređaja može se primijetiti u Tabeli 8. I Tabeli 9. Dok mali postotak studenata svakodnevno koristi mobilne terminalne uređaje u navedenim aktivnostima, sami studenti primjećuju znatan broj drugih sudionika u prometu kako koriste mobilne terminalne uređaje u istim aktivnostima. Čak 58% studenata izjavilo je kako svakodnevno primjećuju da sudionici u prometu koriste mobilne terminalne uređaje za vrijeme šetnje gradom. Zabrinjavajući podatak je izjava čak 41% studenata kako svakodnevno primjećuju druge sudionike u prometu kako koriste mobilne terminalne

uređaje za vrijeme upravljanja automobilom, iako je zakonom zabranjeno njihovo korištenje i vrlo opasno za sve sudionike u prometu.

Tabela 9. Korištenje mobilnih terminalnih uređaja (promatranje drugih sudionika u prometu), izvor: autor

	KOLIKO ČESTO PRIMJEĆUJETE DRUGE SUDIONIKE U PROMETU DA KORISTE MOBITEL U SLJEDEĆIM AKTIVNOSTIMA?						
Odgovori:	**Šetnja gradom**	**Vožnja tramvajem/ autobusom**	**Vožnja na biciklu**	**Vožnja na motoru**	**Rolanje/ Skateboardanje**	**Upravljanje automobilom**	**Kao suvozač u automobilu**
Nikada	0%	0%	8%	**50%**	25%	2%	2%
Rijetko	2%	2%	**37%**	32%	**33%**	6%	3%
Često	23%	14%	28%	9%	24%	26%	23%
Vrlo često	17%	17%	11%	2%	9%	26%	24%
Svakodnevno	**58%**	**68%**	16%	6%	8%	**41%**	**49%**

Grafikon na Slici 31. prikazuje mišljenja studenata o tome jesu li ljudi svjesni opasnosti korištenja mobitela za vrijeme kretanja gradom te smatraju li da je potrebna dodatna edukacija o mogućim opasnostima. Čak 73% studenata odgovorilo je kako smatraju da ljudi nisu svjesni opasnosti korištenja mobitela za vrijeme kretanja gradom. 70% studenata smatra kako je potrebna dodatna edukacija o mogućim opasnostima korištenja mobitela pri sudjelovanju u prometu.



Slika 28. Mišljenja studenata o opasnostima korištenja mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor

Kako bi se dobilo točnije mišljenje studenata o opasnim situacijama kojima se ljudi svakodnevno izlažu koristeći mobitel, u anketi je ponuđeno trinaest situacija korištenja mobilnih terminalnih uređaja za vrijeme kretanja gradom. Svaku situaciju bilo je moguće

ocijeniti sa „Ne mogu procijeniti“, „Bezopasno“, „Manje opasno“, „Opasno“ ili „Izrazito opasno“. Tabele 10, 11 i 12 prikazuju popis situacija te rezultate.

Kao izrazito opasne situacije većina studenata označila je razgovaranje na mobitel za vrijeme upravljanja automobilom, te slanje poruka za vrijeme upravljanja automobilom. Slušanje glazbe putem slušalica za vrijeme šetnje gradom, igranje igrica na mobitelu za vrijeme šetnje gradom i slanje tekstualnih poruka za vrijeme šetnje gradom većina studenata označila je kao manje opasne situacije, (Tabela 10).

Tabela 10. Mišljenja o opasnosti ponuđenih situacija (1), izvor: autor

Odgovori:	Razgovaranje na mobitel za vrijeme upravljanja automobilom	Slanje tekstualnih poruka za vrijeme upravljanja automobilom	Slušanje glazbe putem slušalica za vrijeme šetnje gradom	Igranje igrice na mobitelu za vrijeme šetnje gradom	Slanje tekstualnih poruka za vrijeme šetnje gradom
Bezopasno	2%	1%	20%	8%	36%
Manje opasno	9%	2%	**56%**	**50%**	**47%**
Opasno	42%	10%	18%	28%	11%
Izrazito opasno	**46%**	**84%**	2%	9%	4%
Ne mogu procijeniti	2%	2%	3%	6%	2%

Slanje tekstualnih poruka za vrijeme prelaska preko pješačkog prijelaza i slušanje glazbe putem slušalica za vrijeme vožnje bicikla većina studenata smatra opasnim. Ulazak u tramvaj/autobus za vrijeme slanja tekstualne poruke studenti smatraju manje opasnom situacijom, a slušanje glazbe za vrijeme vožnje tramvajem/autobusom smatraju bezopasnim (Tabela 11).

Tabela 11. Mišljenja o opasnosti ponuđenih situacija (2), izvor: autor

Odgovori:	Slanje tekstualnih poruka za vrijeme prelaska preko pješačkog prijelaza	Ulazak u tramvaj/autobus za vrijeme slanja tekstualne poruke	Slušanje glazbe putem slušalica za vrijeme vožnje tramvajem/autobusom	Slušanje glazbe putem slušalica za vrijeme vožnje bicikla
Bezopasno	5%	16%	**72%**	14%
Manje opasno	13%	**44%**	17%	34%
Opasno	**46%**	29%	4%	**35%**
Izrazito opasno	34%	7%	2%	16%
Ne mogu procijeniti	2%	4%	4%	2%

Kao izrazito opasnu situaciju 76% studenata označilo je Slanje SMS-a za vrijeme vožnje na motoru, a kao opasne situacije Slanje SMS-a za vrijeme vožnje bicikla (46%), Telefonski razgovor za vrijeme vožnje bicikla (39%) i Slanje SMS-a za vrijeme rolanja/skateboardanja (39%), prikazano u Tabeli 12.

Tabela 12. Mišljenja o opasnosti ponuđenih situacija (3), izvor: autor

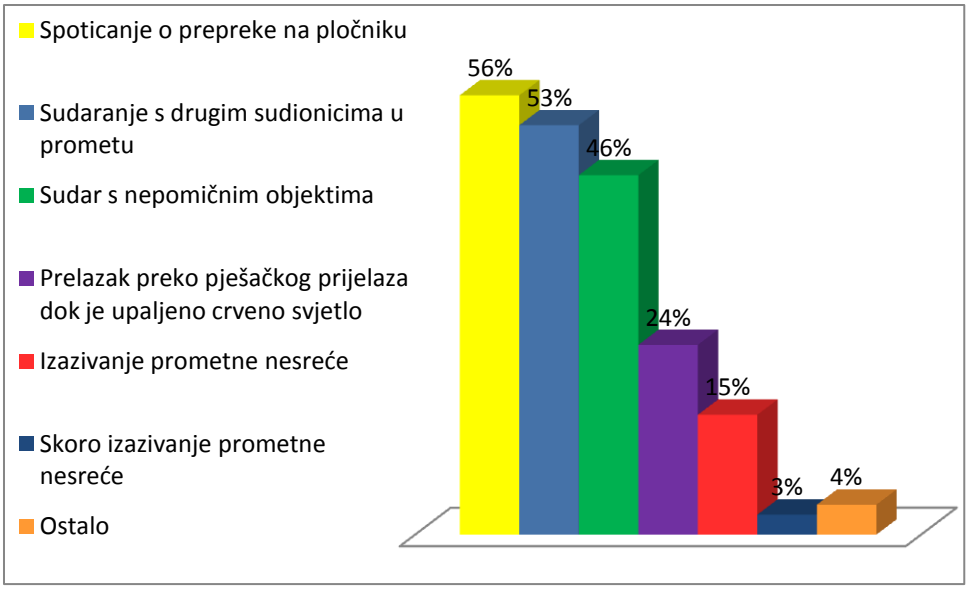
Odgovori:	Slanje SMS-a za vrijeme vožnje bicikla	Telefonski razgovor za vrijeme vožnje bicikla	Slanje SMS-a za vrijeme rolanja/ skateboardanja	Slanje SMS-a za vrijeme vožnje na motoru
Bezopasno	4%	4%	4%	2%
Manje opasno	10%	30%	20%	5%
Opasno	**46%**	**39%**	**39%**	14%
Izrazito opasno	38%	24%	29%	**76%**
Ne mogu procijeniti	2%	2%	7%	4%

Čak 61 % studenata izjasnilo se kako su se našli u opasnoj situaciji zbog korištenja mobilnog terminalnog uređaja, (Slika 35).



Slika 29. Postotak studenata koji su se našli u opasnoj situaciji zbog korištenja mobilnog terminalnog uređaja, izvor: autor

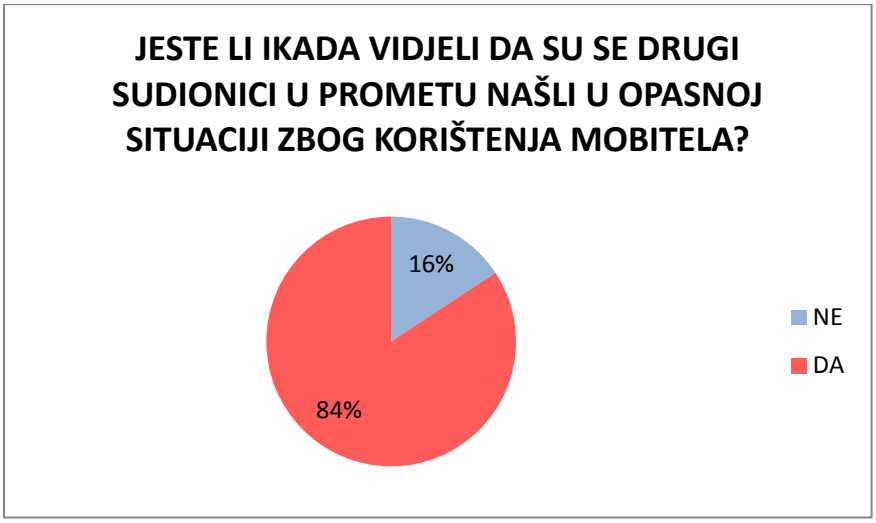
Svim sudionicima ankete ponuđene su opasne situacije u kojima su se mogli naći, ali pružena je i dodatna mogućnost samostalnog unosa. Od ponuđenih situacija u kojima su se našli studenti osobno, 56% ih je označilo Spoticanje i prepreke na pločniku, a Sudaranje s drugim sudionicima u prometu označilo ih je 53%. Cjelovit prikaz opasnih situacija u kojima su se studenti našli prikazan je grafikonom na Slici 36.



Slika 30. Opasne situacije (studenti), izvor: autor

Pod „Ostalo“ svrstane su situacije poput nepažnje prema ostalim sudionicima u prometu, Nalet na kolonu koja stoji, nepravilno držanje lateralnog položaja smjera kretanja u prometnoj traci i sl.

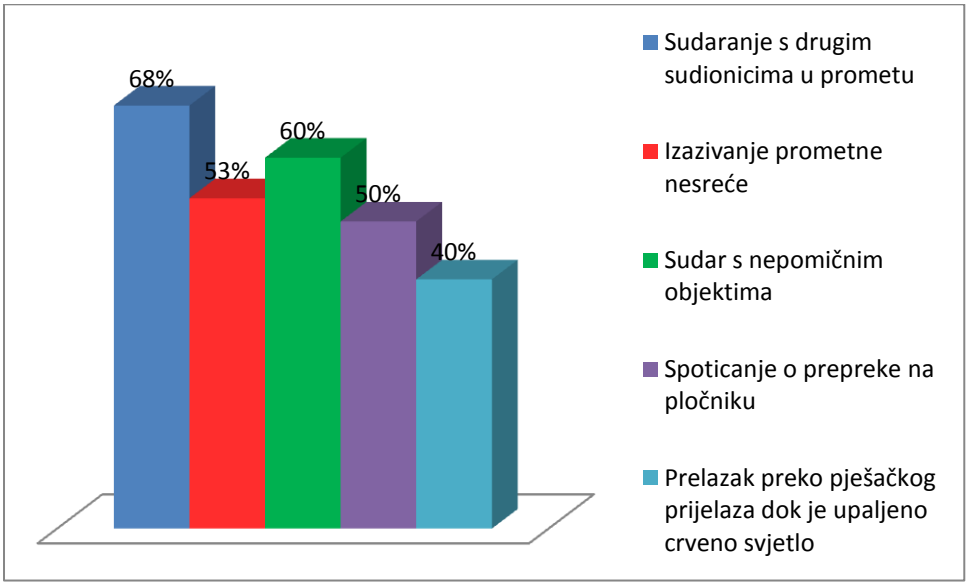
Na pitanje jesu li ikada vidjeli da su se drugi sudionici u prometu našli u opasnoj situaciji zbog korištenja mobilnih terminalnih uređaja 84% studenata odgovorilo je potvrdno, (Slika 37).



Slika 31. Opažanje drugih sudionika u prometu, izvor: autor

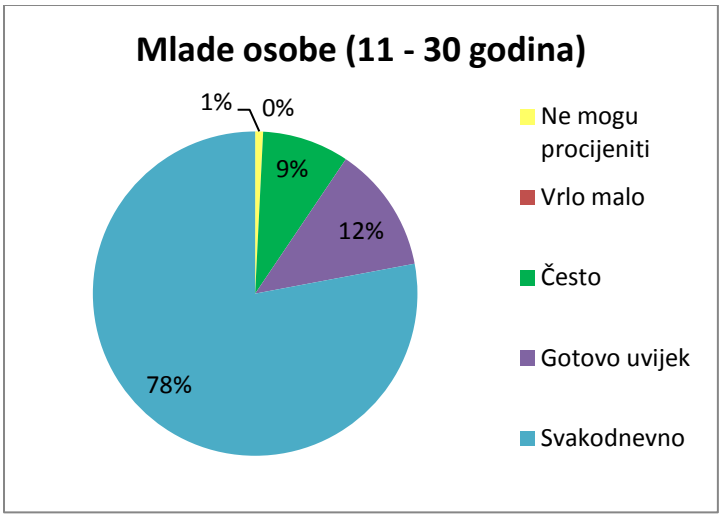
Isto kao i prethodno, ponovno su ponuđene iste opasne situacije koje su se mogle dogoditi, a omogućen je i samostalan unos opasne situacije. Sudaranje s drugim sudionicima u prometu primijetilo je 68% studenata, a njih 60% vidjelo je sudar sudionika s nepomičnim

objektima. Velik postotak studenata, 53% vidjelo je i izazivanje prometne nesreće zbog korištenja mobilnih terminalnih uređaja (Slika 38.). Podatak nije iznenađujući, s obzirom da je 41% studenata u Tabeli 9. izjavilo kako svakodnevno primjećuju da vozači automobila koriste mobilne terminalne uređaje za vrijeme vožnje.

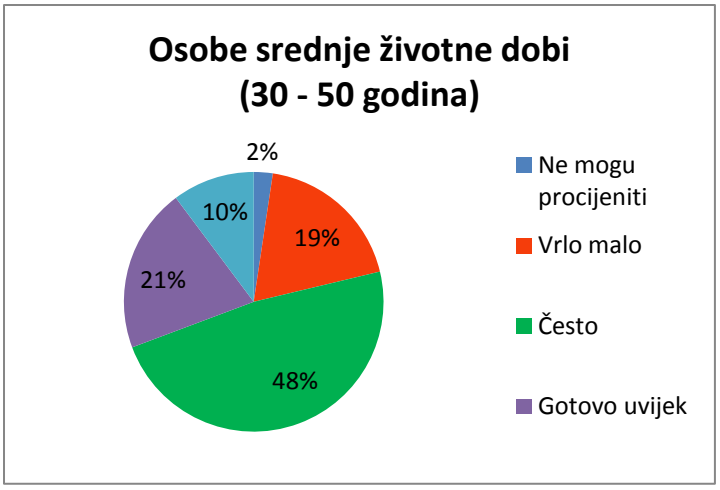


Slika 32. Postotak zamijećenih opasnih situacija u kojima su se našli drugi sudionici u prometu, izvor: autor

Većina studenata (78%) ocijenila je kako mlade osobe svakodnevno koriste mobilne terminalne uređaje za vrijeme kretanja gradom, (Slika 39).

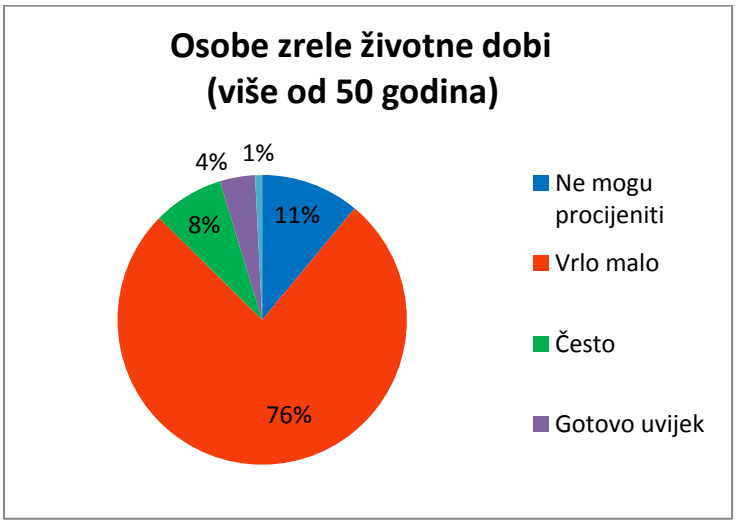


Slika 33. Ocjena učestalosti korištenja mobilnih terminalnih uređaja od strane mladih osoba, izvor: autor



Slika 34. Ocjena učestalosti korištenja mobilnih terminalnih uređaja od strane osoba srednje životne dobi, izvor: autor

48% studenata smatra kako osobe srednje životne dobi za vrijeme kretanja gradom često koristi mobilne terminalne uređaje, (Slika 40.). 76% studenata mišljenja je kako osobe zrele životne dobi mobilne terminalne uređaje za vrijeme kretanja gradom koriste vrlo malo (Slika 41.)



Slika 35. Ocjena učestalosti korištenja mobilnih terminalnih uređaja od strane osoba zrele životne dobi, izvor: autor

6. ZAKLJUČAK

Razvoj tehnologije ima veliki utjecaj na čovjeka. Iako su današnji mobilni terminalni uređaji vrlo korisni u brojnim svakodnevnim situacijama, pružaju pristup brojnim informacijama, omogućuju jednostavnu komunikaciju s drugim ljudima te zabavu, nisu potpuno bezazleni. Osim zračenja koja uzrokuju, utječu na sigurnost samih korisnika, ali i ostalih ljudi. Primjena mobilnih terminalnih uređaja za vrijeme sudjelovanja u prometu, bilo kao pješak ili kao vozač, utječe na smanjenje koncentracije, produljenje vremena reagiranja, promjene putanje kretanja i smanjenje pozornosti na okolinu. Iako je upotreba mobilnih terminalnih uređaja za vrijeme vožnje automobila ili bicikla zakonom zabranjena, vozači ih se rijetko pridržavaju te samim time ugrožavaju svoju sigurnost, ali i sigurnost svih ostalih sudionika.

Provedenom anketom željelo se dobiti uvid u mišljenje studenata o upotrebi mobilnih terminalnih uređaja. Dobiveni su rezultati kako 100% studentske populacije svakodnevno koristi mobilne terminalne uređaje. Većina studenata izjavila je kako svakodnevno primjećuje druge sudionike u prometu kako koriste mobilne terminalne uređaje, dok su se izjasnili kako ih rjeđe koriste u tim situacijama osobno. Mišljenje studenata je da ljudi nisu svjesni potencijalnih opasnosti i kako bi edukacija o tim opasnostima bila potrebna.

Dakle, iako mobilni terminalni uređaji mogu biti korisni u prometu radi pružanja informacija ili navigacijskih usluga vozačima, važno je upoznati sve korisnike s njihovim negativnim efektima. Na taj način, informiranjem svih korisnika mobilnih terminalnih uređaja o mogućim opasnostima i posljedicama koje nastaju zbog njihove upotrebe, moguće je povećati sigurnost svih sudionika u prometu.

LITERATURA

[1] Nacionalni CERT u suradnji sa LS&S, Sigurnost mobilnih mreža, 2010; [kolovoz, 2015.], dostupno na: http://www.cert.hr/sites/default/files/NCERT-PUBDOC-2010-06-303.pdf

[2] [rujan, 2015], dostupno na: http://mob.hr/povijest-mobilne-telefonije-sto-se-dogadalo-u-40-godina/

[3] Bažant A, Car Ž, Gledec G, Jevtić D, Ježić G, Kunštić M, Lovrek I, Matijašević M, Mikac B, Skočir Z, Telekomunikacije- tehnologija i tržište. U: Ježić G, Matijašević M. Tržište pokretne mreže i usluga. Zagreb; Element; 2007; str.73.-107.

[4] Fakultet prometnih znanosti Sveučilište u Zagrebu, Zavod za informacijsko-komunikacijski promet, predavanja iz kolegija Terminalni uređaji, Klasifikacija terminalnih uređaja; studeni 2014. [kolovoz, 2015.]; dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Terminalni_uredaji/Materijali/04_-_Klasifikacija_terminalnih_uredjaja.pdf

[5] Ribarić S, Građa računala, [Internet] U: Ribarić S, autor. Von Neumannov model računala; 2011, [kolovoz, 2015); p: 37- 61; : http://www.algebra.hr/wp-content/uploads/2014/02/RibaricGradja_poglavlje2.pdf

[6] Fakultet prometnih znanosti Sveučilište u Zagrebu, Zavod za informacijsko-komunikacijski promet, predavanja iz kolegija Terminalni uređaji, Funkcionalnosti terminalnih uređaja; listopad 2014, [kolovoz 2015]; dostupno na: http://e student.fpz.hr/Predmeti/ T/Terminalni_uredaji/Materijali/03_-_Funkcionalnosti_terminalnih_uredjaja.pdf.

[7] www.openwrt.org, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://wiki.openwrt.org/doc/techref/bootloader

[8] Čelebić G, Rendulić D. I, ITdesk.info- projekt računalne e-edukacije sa slobodnim pristupom – Priručnik za digitalnu pismenost, Otvoreno društvo za razmjenu ideja (ODRAZI), Zagreb 2011,[kolovoz,2015.); dostupno na: http://www.itdesk.info/prirucnik_osnovni_pojmovi_informacijske_tehnologije.pdf

[9] IDC Coorporate USA, Framingham, MA 01701, Smartphone OS Market Share, Q1 2015; 2015, [kolovoz, 2015.]; dostupno na: http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp

[10] Fakultet prometnih znanosti Sveučilište u Zagrebu, Zavod za informacijsko-komunikacijski promet, predavanja iz kolegija Terminalni uređaji, Mobilne komunikacijske tehnologije, studeni 2014., [kolovoz, 2015.]; dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Terminalni_uredaji/Materijali/05__Mobilne_komunikacijske_tehnologije.pdf

[11] Millar I, Beale M, Donoughe B.J, Lindstrom K.W, Williams S, The IrDA Standards for High-Speed Infrared Communications [Internet]; 1998 Heweltt – Packard Company, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://www.hpl.hp.com/hpjournal/98feb/feb98a2.pdf

[12] Al Shourbaji I, Computer Networks Department Jazan University, Saudi Arabia; An Owerview of Wireless Local Area Networks, [kolovoz 2015]; dostupno na: http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1303/1303.1882.pdf

[13] A Miller B, www.informit.com; Bluetooth „ and Othr Wireless Technologies, Nov 30, 2001 [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=24265&seqNum=3

[14] Chen L, Scarfone K, Padgette J.,National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Guide to Bluetooth Security; lipanj 2012, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-121-rev1/sp800-121_rev1.pdf

[15] Restović A, Stojan I, Ćubić I; Bluetooth bežična tehnologija i njezine primjene, Ericsson revija br. 1,, 2005 [kolovoz, 2015],, 59- 73; dostupno na: http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2005/bluetooth.pdf

[16] RFiD Centre, www.rfid.com; 22nd August 2015 [kolovoz, 2015], dostupno na: http://www.rfidc.com/docs/introductiontowireless_standards.htm

[17] Burkard S, Dep. Of Telecommunication Systems, Service- centric Networking, Berlin Institute of Technology, Germany; [kolovoz, 2015.], [Internet:]; dostupno na: https://www.snet.tu-berlin.de/fileadmin/fg220/courses/WS1112/snet-project/nfc-in-smartphones_burkard.pdf

[18] Saha M, HubPages, 23. Srpnja 2014,[rujan, 2015] ;dostupno na: http://receivetipstricks.hubpages.com/hub/-NFC-for-Beginners-Part-2-How-Near-field-communication-Works#slide9113688

[19] Rouse M, DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) definition; rujan 2005, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://searchnetworking.techtarget.com/definition/DECT

[20] Unuth N, What is a DECT Phone?, about.com; [rujan, 2015]; http://voip.about.com/od/hardware/a/What-Is-A-Dect-Phone.htm

[21] Huang K, On Wireless Local Area Networks, [doktorska disertacija], Hamilton Institute, National University of Ireland Maynooth, Republic of Ireland, Prosinacc 2010, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://www.hamilton.ie/publications/kaidi_huang_thesis.pdf

[22] Bandara D, www.slideshare.net, Wireless Local Area Networks, Srpanj 2014., [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://www.slideshare.net/DilumBandara/wireless-local-area-networks-36689638

[23] Wireless Local Area Networks,[kolovoz, 2015] dostupno na: http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_95/journal/vol2/mjf/article2.html

[24] www.engineersworld.com; [Slika]; [kolovoz, 20115]; dostupno na: https://engineersworld.files.wordpress.com/2011/07/specs02.gif

[25] www.gridconnect.com, [Slika]; [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://gridconnect.com/media/additional_images/grid_connect/wi232infrastructure.jpg

[26] Marin D. Osnove pokretnih komunikacija u sustavu telekomunikacijskog prometa. Zagreb; Fakultet prometnih znanosti; 2004.

[27]Blajić t, Ericsson Nikola Tesla d.d., Ericsson revija, br. 1, 2010, [rujan, 2015]; dostupno na: http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2010/04.pdf

[28] Burazer B, Budućnost mobilnih komunikacija i izazovi normizacije, [rujan, 2015]; dostupno na: http://www.hzn.hr/UserDocsImages/pdf/EIS-Budu%C4%87nost%20mobilnih%20komunikacija%20i%20izazovi%20normizacije.pdf

[29] www.mup.hr, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://www.mup.hr/main.aspx?id=191356

[30] Spencer B, Texting while driving 'slows reaction times more than drink or drugs'; objavljeno**:** 11:56 GMT, 8 lipnja 2014 | ažurirano: 23:28 GMT, 8 June 2014, [kolovoz, 2015], dostupno na: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2652015/Texting-driving-slows-reaction-times-drink-drugs.html

[31] Reed N, Robbins R, The effect of text messaging on driver behaviour: a simulator study; 2008, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://www.trl.co.uk/reports-publications/report/?reportid=6392

[32] U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration; Young Drivers report the highest level of phone involvement in crash or near-crash incidences; travanj 2012, [kolovoz, 2015], dostupno na: http://www.nhtsa.gov/staticfiles/nti/pdf/811611.pdf

[33] Schabrun S.M, Van den Hoom W, Greenland C, Hodges P.W; Texting and Walking: Strategies for Postural Control and Implications for Safety; 22. Siječnja 2014, [kolovoz, 2015]; dostupno na: http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.008431, DOI: 10.1371/journal.pone.0084312

POPIS SLIKA

Slika 1. Funkcionalnosti terminalnih uređaja, [4] 6
Slika 2. Prikaz Von-Neumannove arhitekture računala, [4] 7
Slika 3. Arhitektura mobilnog uređaja, [6] 9
Slika 4. Prikaz IrDA veze između dva uređaja, [11] 12
Slika 5. Modeli uporabe Bluetooth tehnologije, [15] 14
Slika 6. Prikaz rada NFC tehnologije, [18] 16
Slika 7. Prikaz rada DECT tehnologije, [20] 17
Slika 8. Ad hoc mreža, [24] 19
Slika 9. Infrastrukturna mreža, [25] 19
Slika 10. Prikaz arhitekture GSM-a, [3] 23
Slika 11. Prikaz LTE arhitekture, [28] 29
Slika 12. Povećanje vremena reagiranja vozača, [30, 31] 30
Slika 13. prosječno vrijeme korištenja mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor 32
Slika 14. Broj korištenih mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor 33
Slika 15. Zastupljenost mobilnih terminalnih uređaja prema vrsti proizvođača, izvor: autor 33
Slika 16. Zastupljenost operativnih sustava, izvor: autor 34
Slika 17. Važnost kriterija za odabir mobilnog terminalnog uređaja, izvor: autor 34
Slika 18. Korištenje dodatne opreme, izvor: autor 35
Slika 19. Zastupljenost mobilnih operatora, izvor: autor 35
Slika 20. Način plaćanja mobilnih usluga, izvor: autor 36
Slika 21. Mjesečna potrošnja u kn, izvor: autor 36
Slika 23. Svakodnevno korištene funkcionalnosti, izvor: autor 37
Slika 24. Često korištene funkcionalnosti, izvor: autor 38
Slika 25. Rijetko korištene funkcionalnosti, izvor: autor 38
Slika 26. Praktičnost nošenja mobilnog terminalnog uređaja, izvor: autor 39
Slika 27. Najčešći načini nošenja mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor 39
Slika 28. Načini nošenja mobilnih terminalnih uređaja prema spolu, izvor: autor 40
Slika 31. Mišljenja studenata o opasnostima korištenja mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor .. 41
Slika 35. Postotak studenata koji su se našli u opasnoj situaciji zbog korištenja mobilnog terminalnog uređaja, izvor: autor 43
Slika 36. Opasne situacije (studenti), izvor: autor 44
Slika 37. Opažanje drugih sudionika u prometu, izvor: autor 44
Slika 38. Postotak zamijećenih opasnih situacija u kojima su se našli drugi sudionici u prometu, izvor: autor 45
Slika 39. Ocjena učestalosti korištenja mobilnih terminalnih uređaja od strane mladih osoba, izvor: autor 45
Slika 40. Ocjena učestalosti korištenja mobilnih terminalnih uređaja od strane osoba srednje životne dobi, izvor: autor 46
Slika 41. Ocjena učestalosti korištenja mobilnih terminalnih uređaja od strane osoba zrele životne dobi, izvor: autor 46

POPIS TABLICA

Tabela 1. Tržišna zastupljenost operativnih sustava, [9] 10
Tabela 2. Klase Bluetooth uređaja, [14] 13
Tabela 3. Moguće brzine podataka kod ACL veze, [15] 14
Tabela 4. Prikaz IEEE 802.11 protokola, izvor: [22, 23] 19
Tabela 5. Prikaz rezultata ankete o sudjelovanju u prometnim nesrećama, [32] 31
Tabela 6. Prikaz korištenja mobitela za vrijeme vožnje, [32] 31
Tabela 7. Učestalost korištenja funkcionalnosti mobilnih terminalnih uređaja, izvor: autor 37
Tabela 8. Korištenje mobilnih terminalnih uređaja u raznim aktivnostima (osobno), izvor: autor 40
Tabela 9. Korištenje mobilnih terminalnih uređaja (promatranje drugih sudionika u prometu), izvor: autor 41
Tabela 10. Mišljenja o opasnosti ponuđenih situacija (1), izvor: autor 42
Tabela 11. Mišljenja o opasnosti ponuđenih situacija (2), izvor: autor 42
Tabela 12. Mišljenja o opasnosti ponuđenih situacija (3), izvor: autor 43