Istraživanje mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu

Ignjatić, Andrej

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:119:562085

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Andrej Ignjatić

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMJENE POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 19. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**
Predmet: **Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3278

Pristupnik: **Andrej Ignjatić (0135221737)**
Studij: Promet
Smjer: Informacijsko-komunikacijski promet

Zadatak: **Istraživanje mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu**

Opis zadatka:

Razvojem suvremenih tehnologija moguće je osobama s invaliditetom svakodnevno okruženje učiniti pristupačnijim. U tu svrhu razvio se pojam pomoćnih tehnologija, koji svojim modelima okruženje korisnika čini dostupnijim. Suvremene tehnologije u tu svrhu povećavaju stupanj kvalitete života osobama s invaliditetom. Analizom trenutnih rješenja u funkciji informiranja moguće je prikazati zastupljenost usluga i uređaja kod specifične skupine korisnika. Provedenom analizom moguće je identificirati parametre razvoja arhitekture sustava i budućih usluga za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu.

Zadatak uručen pristupniku: 11. ožujka 2016.

Mentor:

doc. dr. sc. Marko Periša

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMJENE POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU

RESEARCH OF POSSIBLE APPLIANCE OF ASSISTIVE TECHNOLOGIES FOR INFORMING IN PUBLIC TRANSPORT SYSTEM

Mentor: doc. dr. sc. Marko Periša
Student: Andrej Ignjatić, 0135221737

Zagreb, rujan 2016.

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PRIMJENE POMOĆNIH TEHNOLOGIJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU

SAŽETAK

U pomoćnu ili asistivnu tehnologiju ubraja se sva oprema, uređaji i sustavi koji pomažu učiniti okruženje određenim skupinama korisnika, kao što su slijepe i slabovidne osobe, pristupačnijim. Primjer takve pomoćne tehnologije može biti sustav, temeljen na informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji, koji služi informiranju navedene skupine korisnika u javnom gradskom prijevozu.

U diplomskom radu predložen je sustav za informiranje slijepih i slabovidnih korisnika temeljen na *bluetooth* informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji. Korisnik je opremljen pametnim mobilnim terminalnim uređajem, s kojeg prima informacije o lokaciji (ovisno o stajalištu) i dolasku vozila (linija i smjer kretanja vozila). Informiranje korisnika odvija se zvučnim putem (pretvorba teksta u govor).

KLJUČNE RIJEČI: informacijska i komunikacijska tehnologija; slijepe i slabovidne osobe; *bluetooth* odašiljač; tramvajski prijevoz

RESEARCH OF POSSIBLE APPLIANCE OF ASSISTIVE TECHNOLOGIES FOR INFORMING IN PUBLIC TRANSPORT SYSTEM

SUMMARY

Assistive or auxiliary technology includes all equipment, devices and systems which help certain user groups, such as blind and visually impaired people accommodating easily in the environment around them. An example of such assistive technology can be a system, based on information and communication technology, which is used to inform a group of users in the public transport.

The thesis proposes a system for informing the blind and visually impaired people based on Bluetooth to/and ICT technology. The user is equipped with a smart mobile terminal device, from which he receives the location information (depending on his position) and the arrival of the (public transport) vehicle (line and direction of the vehicle).The user is informed by sound (text to speech).

KEYWORDS: information and communications technology; blind and visually impaired persons; bluetooth beacons; tramway transportation

SADRŽAJ

1 UVOD 1
2 DEFINICIJA POMOĆNIH TEHNOLOGIJA 3
2.1 Korisnici pomoćnih tehnologija 3
2.1.1 Osobe s invaliditetom 4
2.1.1.1 Osobe s oštećenjem vida 4
2.1.1.2 Osobe s oštećenjem sluha 5
2.1.1.3 Osobe s oštećenjima lokomotornog sustava 6
2.1.2 Osobe bez invaliditeta 6
2.2 Modeli pomoćnih tehnologija 7
2.3 Stupanj kvalitete života 9
2.4 Univerzalni dizajn 10
3 BEŽIČNE TEHNOLOGIJE S MOGUĆNOŠĆU INFORMIRANJA KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU 11
3.1 *Automatic Identification and Data Capture* tehnologija 11
3.1.1 *Near Field Communication* tehnologija 14
3.1.1.1 Način rada NFC tehnologije 14
3.1.1.2 NFC tehnologijski standardi 15
3.1.1.3 Mogućnost primjene NFC tehnologije 15
3.1.2 *Radio Frequency Identification* tehnologija 17
3.1.2.1 Arhitektura RFID sustava 17
3.1.2.2 Primjer rada RFID tehnologije 17
3.1.2.3 Razlike između RFID sustava 18
3.1.2.4 Mogućnost primjene RFID tehnologije u prometu 19
3.2 *Bluetooth* tehnologija 19
3.2.1 Povezivanje u mrežu primjenom *bluetooth* tehnologije 20
3.2.2 Standardi *bluetooth* tehnologije 21

3.2.3 *Bluetooth beaconi* 22
3.3 *Wireless Fidelity* tehnologija 22
4 KORISNIČKI ZAHTJEVI VEZANI UZ JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ 24
4.1 Anketno istraživanje dostupnosti tehnologija u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba 24
4.2 Anketno istraživanje o korisničkim potrebama prilikom kretanja prometnom mrežom 28
4.3 Definiranje parametara vođenja i usmjeravanja kroz prometnu mrežu 34
4.3.1 Prometni parametri vođenja i usmjeravanja 34
4.3.2 Edukacijsko-rehabilitacijski parametri vođenja i usmjeravanja 35
4.4 Definiranje korisničkih zahtjeva 35
5 PRIKAZ TRENUTNIH RJEŠENJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU 37
5.1 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom mobilnih aplikativnih rješenja 38
5.2 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom *radio beacona* 39
5.3 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom Wi-Fi tehnologije 40
5.4 Sustav informiranja korisnika temeljen na GPS tehnologiji - *Ariadna* 42
5.5 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije 44
5.5.1 *Bluetooth Notification System for the Bus Commuter* rješenje za informiranje korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije 44
5.5.2 *Smart Public Transport* rješenje za informiranje korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije 45
6 PRIJEDLOG KONCEPTA SUSTAVA INFORMIRANJA KORISNIKA U GRADU ZAGREBU 47
6.1 Trenutno stanje informiranja korisnika u javnom gradskom prijevozu Grada Zagreba 47
6.2 Arhitektura predloženog sustava 50

6.3 Aplikativno rješenje predloženog sustava 51
6.4 Način rada predloženog sustava 52
6.5 Opis sustava modelom usluga pomoćnih tehnologija 56
6.6 Testiranje predloženog sustava u prometnom okruženju 58
6.7 Opis predloženog sustava kao informacijsko-komunikacijske usluge 59
6.7.1 SWOT analiza 59
6.7.2 Vrijednosni lanac sustava 60
6.7.3 Životni ciklus 61
7 ZAKLJUČAK 62
POPIS LITERATURE 64
POPIS AKRONIMA I KRATICA 73
POPIS STRANIH IZRAZA 75
POPIS ILUSTRACIJA 77
Popis slika 77
Popis tablica 78
Popis grafikona 78
POPIS PRILOGA 79
Prilog 1. Tablični prikaz bežičnih informacijsko-komunikacijskih tehnologija s njihovim karakteristikama 80
Prilog 2. Izbor pitanja iz anketnog istraživanja dostupnosti tehnologija u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba 81
Prilog 3. Izbor pitanja iz anketnog istraživanja o korisničkim potrebama prilikom kretanja prometnom mrežom 83

1 UVOD

Osobama s različitim stupnjem oštećenja potrebno je prometno okruženje učiniti što ugodnijim i pristupačnijim. S tim ciljem dolazi do stvaranja pojma pomoćne ili asistivne tehnologije. Jedan od načina stvaranja ugodnijeg i pristupačnijeg prometnog okruženja je informiranje u javnom gradskom prijevozu. Kako se informiranje u javnom gradskom prijevozu najčešće izvodi vizualnim informiranjem, najveći problem informiranja putnika u javnom gradskom prijevozu predstavlja informiranje osoba s oštećenjem vida, pretežno slijepih osoba.

Najzastupljeniji davatelj usluge prijevoza putnika u javnom gradskom prijevozu Grada Zagreba je Zagrebački električni tramvaj (akronim: ZET), koji vrši prijevoz putnika najčešće pomoću autobusa i tramvaja. Za informiranje korisnika ZET primarno koristi vizualno informiranje pomoću zaslona na vozilima, zaslona u vozilima i zaslona na nekim stajalištima. Za informiranje osoba s oštećenjem vida koristi se zvučno informiranje unutar vozila i zvučno informiranje izvan vozila. Najveći problemi kod zvučnog informiranja su glasnoća zvučnog informiranja i povremeno kašnjenje zvučnog informiranja kod dolaska vozila na stajalište. Zbog tog problema u ovom diplomskom radu predlaže se sustav za informiranje osoba s oštećenjem vida, u javnom gradskom prijevozu Grada Zagreba. Primjenom predložene pomoćne tehnologije, korisnici dobivaju točnu i pravovremenu informaciju, čime neposredno dolazi do povećanja mobilnosti i kvalitete života.

Svrha diplomskog rada je prikazati načine i metode primjene različitih modela pomoćnih tehnologija s funkcijom informiranja različitih skupina korisnika. Cilj istraživanja u diplomskom radu je temeljem prepoznatih korisničkih zahtjeva predložiti oblik pomoćne tehnologije za informiranje različitih skupina korisnika, na primjeru javnog gradskog prijevoza Grada Zagreba.

Diplomski rad sastoji se od sedam poglavlja. Uvodno poglavlje daje osnovnu sliku o radu. Također u ovom poglavlju definira se cilj i svrha te struktura rada. Drugo poglavlje, Definicija pomoćnih tehnologija, donosi osnovne definicije pojmova vezanih uz rad s pomoćnim tehnologijama, navodi korisnike pomoćnih tehnologija, prikazuje osnovne modele pomoćnih tehnologija i objašnjava pojam univerzalnog dizajna. U trećem poglavlju diplomskog rada, Bežične tehnologije s mogućnošću informiranja korisnika u javnom gradskom prijevozu, daje čitatelju pregled informacijsko-

komunikacijskih tehnologija koje se koriste ili se mogu koristiti za neki oblik informiranja korisnika u javnom gradskom prijevozu. U ovom poglavlju naglasak je stavljen na *Automatic Identification and Data Capture tehnologije* i *bluetooth* tehnologiju. Četvrto poglavlje rada naziva se Korisnički zahtjevi vezani uz javni gradski prijevoz. U ovom poglavlju analiziraju se rezultati dobiveni iz dva anketna istraživanja. Jedno istraživanje provedeno je u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba, a drugo istraživanje provedeno je putem Interneta, a vezano je za korisničke potrebe prilikom kretanja prometnom mrežom. Također, u ovom poglavlju definiraju se korisnički zahtjevi vezani za informiranje prometnom mrežom. U petom poglavlju diplomskog rada prikazuju se trenutna rješenja za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu. Iako je većinu prikazanih rješenja predstavljaju znanstvena istraživanja, u radu je prikazano jedno implementirano rješenje temeljeno na *bluetooth beacon* tehnologiji, u Bukureštu, Rumunjskoj. Šesto poglavlje daje konceptualni prijedlog informiranja osoba oštećenog vida u Gradu Zagrebu. Na kraju diplomskog rada nalazi se Zaključak, koji predstavlja sintezu svih prikupljenih i obrađenih informacija.

Ilustracije u diplomskom radu su slike, tablice i grafikoni. Izvori slika i tablica nalaze se u Popisu literature. Izuzetak su slike nastale hvatanjem zaslona pametnog mobilnog terminalnog uređaja i slike koje je autor sam izradio. Grafikoni, u diplomskom radu, izrađeni su na temelju analiziranih rezultata iz provedenih anketnih istraživanja. Pri izradi diplomskog rada, kao literatura, korištene su knjige, autorizirana predavanja za studente Fakulteta prometnih znanosti i ostali internetski izvori navedeni u Popisu literature.

2 DEFINICIJA POMOĆNIH TEHNOLOGIJA

Različite su definicije pojma tehnologija. Jedna skupina znanstvenika tehnologiju definira kao znanost i istraživanje o praktičnim i industrijskim umijećima, dok druga skupina znanstvenika kaže kako je tehnologija primjena postojeće znanosti. Također, postoje znanstvenici koji se ne slažu s prethodne dvije definicije, pa definiraju tehnologiju kao metode i procese koji služe rješavanju određenih tehničkih problema [1], [2].

Iz navedenih objašnjenja može se prepoznati kako niti jedna definicija u sebi, zapravo, ne sadrži riječ uređaj, već je naglasak u svim definicijama na primjeni stečenih znanja. Ovo je važno istaknuti zato što se za pomoćnu tehnologiju[1] (engl. *assistive technology*) može reći kako je ona najprije predstavlja uređaje, a zatim: usluge, strategije i prakse, odnosno stečena znanja koja služe ublažavanju problema s kojima se susreću osobe s invaliditetom [3].

Prema [4] i [5] pomoćna tehnologija je pojam koji označava tehnologiju, opremu, uređaje i sustave, koji pomažu osobama s različitim potrebama za savladavanje svakodnevnih društvenih, infrastrukturnih i poslovnih te ostalih barijera u životu. Također, pomoćna tehnologija istim korisnicima treba pružiti i osigurati ravnopravnu participaciju[2] u društvu.

2.1 Korisnici pomoćnih tehnologija

Korisnici pomoćnih tehnologija su sve osobe koje žele primjenom različitih informacijsko-komunikacijskih, ali i ostalih, tehnologija povećati svoj stupanj kvalitete života. Za potrebe ovog diplomskog rada korisnici su podijeljeni u osobe s invaliditetom i osobe bez invaliditeta.

[1] Prema nekim autorima pomoćna tehnologija se naziva i asistivna tehnologija, prema svom izvornom engleskom nazivu.

[2] Pomoćna tehnologija korisniku bi trebala omogućiti ravnopravno sudjelovanje u svim svakodnevnim aktivnostima i to na jednak način kao što u svakodnevnim aktivnostima sudjeluju osobe koje nisu korisnici pomoćnih tehnologija.

2.1.1 Osobe s invaliditetom

Prilikom korištenja pojma osoba s invaliditetom, zbog potrebe definiranja određene skupine korisnika, potrebno je najprije definirati određene pojmove koji su vezani za osobe s invaliditetom. Ti pojmovi su: oštećenje, nesposobnost i hendikep te invaliditet.

Oštećenje predstavlja svaku vrstu gubitka ili odstupanja od normalne psihičke, fiziološke ili anatomske strukture i funkcije, a mogu biti tjelesna ili mentalna. Nesposobnost osobe definira se kao svako ograničenje ili spriječenost neke sposobnosti za izvođenje aktivnosti u opsegu i obliku koji se smatra normalnim za ljudsko biće. Hendikep je oznaka koja označuje teškoću ili smetnju, koja sputava neku ljudsku aktivnost, a rezultat je oštećenja ili invaliditeta [6]. Invaliditet se definira kao trajno ograničenje, smanjenje ili gubitak, koji je proizašao iz oštećenja zdravlja, sposobnosti izvršenja neke fizičke aktivnosti ili psihičke funkcije koja je primjerena životnoj dobi pojedinca, a odnosi se na sposobnosti u obliku složenijih aktivnosti i ponašanja, koje su općeprihvaćene kao važni dijelovi svakodnevnog života [7].

2.1.1.1 Osobe s oštećenjem vida

Glavni organ vidnog sustava[3] je oko, koje se često naziva i najsloženijim organom u našem tijelu, zato što ovisno o veličini ima jako puno malih dijelova [8]. Oštećenje vida predstavlja senzoričko oštećenje, a nastaje zbog oštećenja oka. Najčešće se definira oštrinom vida i širinom vidnog polja. Za oštećenje vida se može reći kako predstavlja svako stanje vida koje otežava svakodnevne aktivnosti, koje zahtijevaju vidnu percepciju, bez dodatnih adaptacija. Dijeli se na slabovidnost i sljepoću [9].

Sljepoća je oštećenje kod kojeg je na boljem oku, s korekcijskim staklom, oštrina vida 0,10 i manje te s centralnim vidom na boljem oku, s korekcijskim staklom, do 0,25, ali je vidno polje suženo na 20 stupnjeva, ili manje.

[3] Vidni sustav je sustav koji osobama služi kao glavni način primanja informacija iz okoline.

Slabovidnost je oštećenje kod kojeg je oštrina vida na boljem oku, s korekcijskim staklom od 0,4 i manje. Kategorija oštećenja vida određuje se prema funkcionalnoj sposobnosti boljeg oka [10].



a. slika bez oštećenja



b. gubitak oštrine vida



c. blagi stupanj oštećenja vidnog polja



d. značajan stupanj oštećenja oštrine vida

Slika 2.1. Prikaz nekih različitih stupnjeva oštećenja, [11]

Na primjeru sa slike 2.1.a. prikazan je pogled osobe koja nema oštećenje vida. Na slici 2.1.b. prikazano je kako vidi osoba kod koje je došlo do gubitka oštrine vida. Slikom 2.1.c. prikazan je blagi stupanj oštećenja vidnog polja, dok je slikom 2.1.d. prikazan značajan stupanj oštećenja vidnog polja.

2.1.1.2 Osobe s oštećenjem sluha

Oštećenje sluha je senzoričko oštećenje, koje može poprimiti različita oštećenja i može nastati u različitim trenucima ljudskog života. Najjednostavnija podjela osoba s oštećenjem sluha je na gluhe i nagluhe osobe. Gluhim osobama se smatraju sve osobe koje ne čuju sluh u frekvenciji ljudskog govora i koje ne čuju zvuk iznad 80 dB. Nagluhim osobama smatraju se osobe koje imaju oštećenje sluha u području od 25 dB do 80 dB. Nagluhost se može prema stupnju oštećenja podijeliti na: lakše, umjereno, teže i neodređeno oštećenje sluha.

Oštećenja sluha također se mogu podijeliti prema trenutku nastanka i lokaciji. Prema trenutku nastanka razlikuju se: prenatalna (nastala prije rođenja), perinatalna (nastala za vrijeme poroda ili u prvim danima života) i postnatalna (nastala u različitim životnim razdobljima) oštećenja. Prema lokaliziranosti razlikuju se oštećenja u: vanjskom, srednjem ili unutarnjem uhu, na slušnom živcu ili u centru za sluh u velikom mozgu [9], [11].

2.1.1.3 Osobe s oštećenjima lokomotornog sustava

Lokomotorni sustav je sustav za kretanje ljudi. Sastoji se od kostiju (ili vanjskog kostura), mišića i spojeva među kostima [12]. Oštećenje lokomotornog sustava je trajno oštećenje, zbog kojeg osoba ne može samostalno izvoditi određene aktivnosti, a koje su primjerene životnoj dobi. Oštećenje lokomotornog sustava definira se prema mjerilima težine invaliditeta: za pokretanje tijela (npr. hodanje) potrebna su određena ortopedska pomagala (npr.: proteze, štake, invalidska kolica), postoji nemogućnost samostalnog održavanja osobne njege ili nemogućnost samostalnog pripremanja i uzimanja hrane i nemogućnost samostalnog pokretanja tijela, niti uz pomoć ortopedskih pomagala [7].

2.1.2 Osobe bez invaliditeta

U osobe bez invaliditeta, a korisnike pomoćnih tehnologija, ubrajaju se djeca i trudnice te osobe starije životne dobi. Ova skupina korisnika prilikom kretanja prometnom mrežom, predstavlja pješake [13].

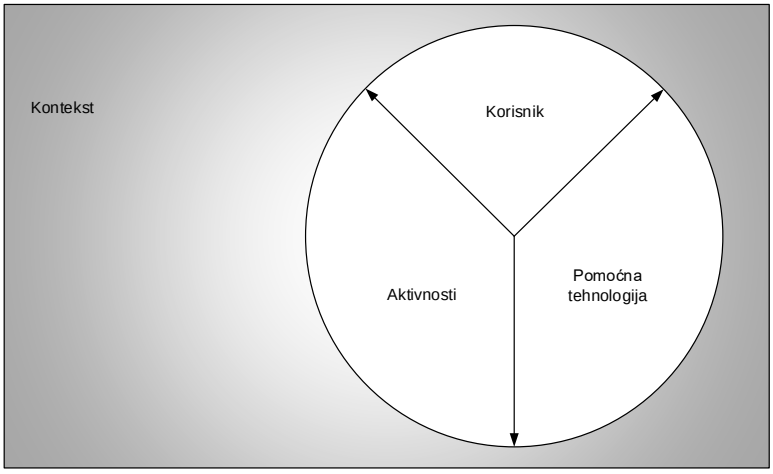
Prema Konvenciji o pravima djeteta, djecom se definiraju sve maloljetne osobe. Međutim, Konvencija o pravima djeteta predviđa mogućnost stjecanja punoljetnosti i prije zakonske granice za stjecanje punoljetnosti [13], [14].

Skupinu starijih i nemoćnih osoba predstavljaju sve osobe koje su u dobi većoj od 65 godine života ili osobe kojima je zbog stalne promjene, ili stalnih promjena, u zdravstvenom stanju nužno potrebna pomoć i njega, od strane drugih osoba [13]. Kako naziv ove skupine korisnika ih povezuje, potrebno je naglasiti kako su mogući slučajevi u kojima određeni korisnici mogu biti samo stariji ili samo nemoćni.

2.2 Modeli pomoćnih tehnologija

Zbog kompleksnosti i interdisciplinarnosti područja koje uključuje korisnike i rješenja novih tehnologija te zbog potrebe dizajniranja sustava pomoćnih tehnologija, ali i zbog smanjivanja kompleksnosti stvarnog sustava i zbog potreba predviđanja ili simuliranja određenih situacija, potrebno je poznavati temeljne modele dizajna pomoćnih tehnologija. Modeli pomoćnih tehnologija su: HAAT i CAT modeli [11], [15].

HAAT model[4] (engl. *Human Activity Assistive Technology*) [16] je model koji prikazuje podlogu za razvoj opće strukture koja se koristi za analizu, sintezu i razvoj pomoćne tehnologije, ali ne uključuje povezivanje između uređaja pomoćne tehnologije i korisnika. HAAT model, prikazan slikom 2.2., čine četiri promatrane komponente: kontekst, korisnik, aktivnost i pomoćna tehnologija [4], [11].

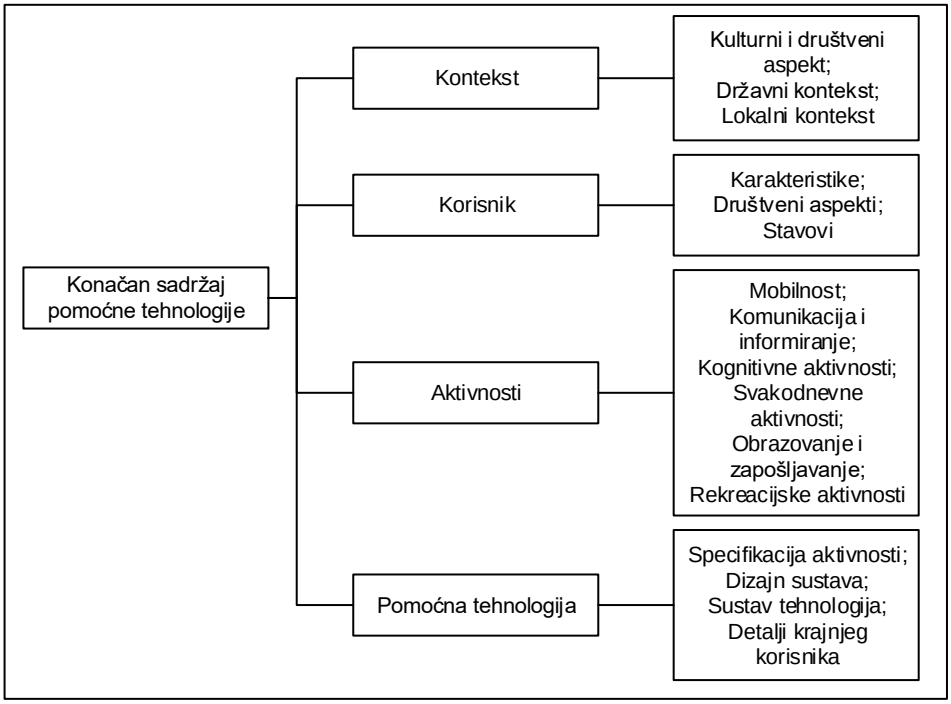


Slika 2.2. Shematski prikaz HAAT modela
Izvor: [11]

Kontekst predstavlja društveni okvir i fizičko okruženje korisnika te pomoćne tehnologije. Kontekst se u modelu najčešće naziva i okruženje. Korisnik je osoba, koja se nalazi u središnjem dijelu modela, a ima osobine senzorskog ulaza (*inputa*), moć središnjeg procesiranja i motoričkog izlaza (*outputa*). Aktivnost u modelu predstavljaju skupine radnji koje izvršava korisnik i o kojima ovisi model. Pomoćna tehnologija u modelu je tehnološko rješenje koje se koristi za savladavanje određenih životnih barijera, odnosno prepreka [4], [11].

[4] HAAT model su razvili američki znanstvenici Albert M. Cook i Susan Hussey i objavili ga 2002. godine, u drugom izdanju njihove knjige *Assistive technologies: principles and practice* [16].

Iz HAAT modela, razvijen je detaljniji CAT model[5] (engl. *Comprehensive Assistive Technology*). Struktura CAT modela prikazana je oblikom stabla koje ima ograničen broj varijabli [11]. Promatrane komponente CAT modela su: kontekst, osoba, aktivnost i pomoćna tehnologija. Pojednostavljena shema CAT modela nalazi se na slici 2.3.



Slika 2.3. Pojednostavljeni shematski prikaz CAT modela
Izvor: [11]

Kao što je vidljivo sa slike 2.3., promatrane komponente CAT modela su jednake promatranim komponentama HAAT modela. Međutim, razlika između HAAT i CAT modela je u tome što se svaka od komponenti CAT modela može dodatno razraditi na svoje potkomponente, pa se tako komponenta konteksta može razraditi na potkomponente: kulturnog i društvenog konteksta, državnog konteksta[6] i lokalnog konteksta[7]. Komponenta osoba se može podijeliti na: osobine, društvene aspekte i stavove korisnika. Aktivnosti se dijele na: mobilnost, komunikaciju i pristup informacijama, kognitivne aktivnosti, svakodnevne aktivnosti, edukaciju, zapošljavanje

[5] CAT model su 2008. godine razvili Marion A. Hersh i Michael A. Johnson i objavili ga u knjizi *Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People*, u kojoj su bili urednici [15].

[6] Državni kontekst u CAT modelu predstavljaju postojeća infrastruktura i postojeća legislativa (zakoni i pravilnici) [15].

[7] Lokalni kontekst CAT modela može se prikazati kao skup fizičkog okruženja koje okružuje korisnika, primjerice fizičke prepreke korisnika, koji se kreće prometnom mrežom [15].

i rekreacijske aktivnosti. Pomoćna tehnologija u CAT modelu predstavljena je potkomponentama: specifikacije aktivnosti, pitanje dizajna, pitanje korištenih tehnologija i pitanje krajnjeg korisnika [15].

2.3 Stupanj kvalitete života

Kvaliteta života, ili kvaliteta življenja [17] (engl. *Quality of Life*, QoL), predstavlja svaki proces zadovoljavanja potreba i ostvarivanja: interesa, izbora, vrijednosti i težnji svakog pojedinca, u različitim razdobljima života. Kod promjene kvalitete života potrebno je napomenuti kako se zapravo provodi promjena stupnja kvalitete života.

Preduvjeti za proces promjene stupnja kvalitete života su aktivno i potpuno sudjelovanje u interakcijskim i komunikacijskim aktivnostima, ali i razmjena u okviru fizičkog i društvenog okruženja. Najveću promjenu u stupnju kvalitete života donosi razvoj novih informacijsko-komunikacijskih tehnologija, koje svojim mogućnostima pružaju korisnicima nove mogućnosti, ali i otklanjaju prepreke različitim osobama [10].

Stupanj kvalitete života mjeri se pomoću dvije metode: objektivnim i subjektivnim mjerenjem. Objektivno mjerenje stupnja kvalitete života predstavlja sva mjerenja koja je moguće na neki način izmjeriti. Primjer objektivnog mjerenja stupnja kvalitete života vezane su uz: poznavanje BDP-a[8], brojčane pokazatelje zaposlenosti ili nezaposlenosti i slično. Međutim, zbog nepostojanja iskustvene dimenzije stupnja kvalitete života, u obzir se uzimaju i podaci dobiveni subjektivnim mjerenjem. U subjektivne pokazatelje se ubrajaju: osjećaj sigurnosti, osjećaj pripadanja zajednici, zdravstvena zaštita i drugi [18], [19].

Kod razvoja QoL sustava[9] [20], [21], javlja se potreba korištenja univerzalnog dizajna. Početna pretpostavka QoL sustava je kako korisnik treba proizvod ili uslugu koja će riješiti trenutne i buduće probleme koji mogu nastati korištenjem nekog oblika pomoćne tehnologije. Osnovna zadaća univerzalnog dizajna je povećati stupanj kvalitete života korisnika primjenom odgovarajuće pomoćne tehnologije [21].

[8] BDP predstavlja akronim za bruto domaći proizvod.
[9] QoL sustavi (engl. *QoL Systems*) su sustavi koji služe podizanju stupnja kvalitete života.

2.4 Univerzalni dizajn

Univerzalni dizajn je pojam koji se javlja zbog potrebe za omogućavanjem dizajna proizvoda ili usluge na takav način da je proizvod ili usluga dostupna većem broju korisnika, odnosno kako bi proizvod ili usluga bila u najvećoj mjeri uporabljiva svim ljudima, bez potrebe za dodatnim prilagođavanjem ili izvršavanjem posebnih zahvata, odnosno promjene dizajna. Primjenom univerzalnog dizajna kod stvaranja usluge, postiže se jednostavnije korištenje te usluge za sve skupine (profile) korisnika. Također, primjenom univerzalnog dizajna se sprječava veliki broj problema[10], koji mogu nastati korištenjem usluga ili uključivanjem u svakodnevne aktivnosti. Upotreba univerzalnog dizajna smanjuje troškove i vrijeme izrade usluga, posebno ako je usluge potrebno prilagoditi pojedinim skupinama korisnika. Do smanjenja troškova i vremena izrade usluga dolazi pravovremenom primjenom univerzalnog dizajna. Tada nema dodatnih troškova, uzrokovanih naknadnom prilagodbom usluga ili proizvoda [6], [22]. Međutim, ako se proizvod ili usluga ne dizajnira u skladu s univerzalnim dizajnom može doći do potrebe za povlačenjem određenog proizvoda ili usluge s tržišta, što za posljedicu ima stvaranje oportunitetnog troška[11] [23].

Primjena univerzalnog dizajna očituje se kroz svojih sedam načela[12] [6], [24]: nepristrana mogućnost korištenja (engl. *Equitable Use*), fleksibilnost kod korištenja (engl. *Flexibility in Use*), jednostavna i intuitivna uporaba (engl. *Simple and Intuitive Use*), uočljive informacije (engl. *Perceptible Information*), toleriranje pogreške (engl. *Tolerance for Error*), nizak fizički napor (engl. *Low Physical Effort*) i mjere i prostor za pristup i uporabu (engl. *Size and Space for Approach and Use*).

[10] Problemi koji mogu nastati kod korisnika, a kada se ne poštuje univerzalni dizajn su: problemi s nedobivanjem kvalitetnih informacija, nemogućnost korištenja nekih uređaja ili usluga i slično.

[11] Prema [23] trošak je proces preoblikovanja pojavnog oblika imovine u gotov proizvod ili uslugu, koja je nastala primjenom tog oblika imovine. Oportunitetni trošak je trošak koji nastaje propuštanjem mogućnosti, odnosno to je trošak koji nastaje nekorištenjem nekih proizvoda ili usluga [23].

[12] Ovih sedam navedenih načela univerzalnog dizajna sastavljeno je od njihovih zagovaratelja: Bettye Rose Connell, Mike Jones, Ron Mace, Jim Mueller, Abir Mullick, Elaine Ostroff, Jon Sanford, Ed Steinfeld, Molly Story i Gregg Vanderheiden [6].

3 BEŽIČNE TEHNOLOGIJE S MOGUĆNOŠĆU INFORMIRANJA KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU

Razvojem informacijsko-komunikacijske tehnologije, dolazi do kvalitetnijih mogućnosti informiranja korisnika u javnom gradskom prijevozu. Neke od informacijsko-komunikacijskih tehnologija koje se za tu svrhu mogu koristiti su *Automatic Identification and Data Capture* i *bluetooth* tehnologija. Informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu može se pomoću *bluetooth* tehnologije implementirati primjenom *bluetooth* odašiljača (engl. *bluetooth beacona*), uređaja koji imaju zadaću odašiljanja podataka, pomoću *bluetooth* tehnologije.

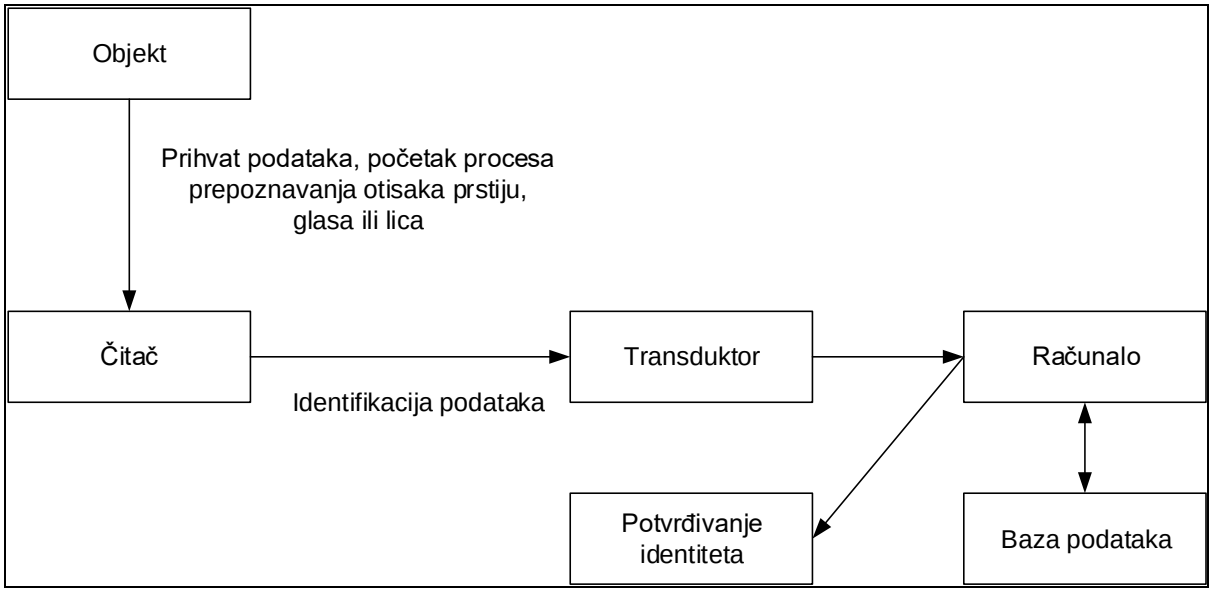
Na 80. stranici diplomskog rada nalazi se Prilog 1. U Prilogu 1. dan je usporedni tablični prikaz različitih informacijsko-komunikacijskih tehnologija.

3.1 *Automatic Identification and Data Capture* tehnologija

Automatic Identification and Data Capture[13] (akronim: AIDC) tehnologija je skup metoda koje služe automatskoj identifikaciji[14] i automatskom prikupljanju podataka od objekata i ljudi, bez ljudskog utjecaja na proces identifikacije ili prikupljanja podataka. AIDC tehnologija se koristi kod: upravljanja zalihama, dostave, rada s imovinom, sigurnosti i dokumentacije. U sustave koji rade s AIDC tehnologijama mogu se ubrojiti: distribucija, proizvodnja, prijevoz, medicina, maloprodaja i ostalo [25], [26], [27], [28]. Shematski prikaz načina rada AIDC sustava prikazan je slikom 3.1.

[13] Ovisno o izvorima, *Automatic Identification and Data Capture* se često naziva i *Auto ID*, *Automatic Data Capture* i *Automatic Data Collection*.

[14] Identifikacija je pojam koji nedvosmisleno i jednokratno označuje proizvode, pojmove, pojave i slično [25].



Slika 3.1. Shematski prikaz načina rada AIDC sustava
izvor: [26]

Podatak koji je povezan s objektom ili osobom se naziva identifikacijska oznaka (engl. *identification data*). Identifikacijska oznaka može biti u obliku: slike, zvuka ili video-zapisa. Prije spremanja identifikacijske oznake u računalo, vrši se pretvorba u digitalni zapis. Za tu radnju se koristi uređaj, koji se naziva transduktor (engl. *transducer*), čija je zadaća dobivene podatke pretvoriti u digitalni zapis. Kada transduktor podatke pretvori u digitalni zapis i pošalje računalu, koji spremi podatak u bazu podataka, završava proces spremanja. Nakon toga se može vršiti postupak prepoznavanja, odnosno identifikacije. Koraci su jako slični, samo se razlikuju u tome što kod prepoznavanja računalo uspoređuje dobiveni podatak (ne sprema ga), s prethodno spremljenim podacima i kada pronađe identične podatke, izvršava proces prepoznavanja (identifikacije).

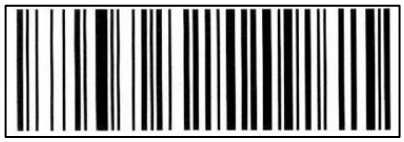
Metodologija AIDC tehnologije se, uglavnom, sastoji od tri principa: kodiranja podataka (engl. *data encoding*), strojnog čitanja podataka (engl. *machine scanning*) i dekodiranja podataka (engl. *data decoding*). Kodiranje podataka je proces u kojem se alfanumerički znakovi pretvaraju u oblik razumljiv stroju (računalu). Strojno čitanje podataka predstavlja aktivnost u kojoj se čitaju kodirani podaci i pretvaraju u električne signale. Zadnji princip je dekodiranje podataka, proces u kojem se električni podaci pretvaraju u digitalne podatke i, na kraju, u alfanumeričke znakove [26].

Primjena AIDC tehnologije ima svoje prednosti: olakšanu kontrolu, ubrzanu i olakšanu identifikaciju, točno poznavanje zaliha na skladištu, lokalizaciju objekata ili ljudi i ostale prednosti [27].

Najčešći oblici AIDC tehnologije, koji se primjenjuju, su: bar kod tehnologija, *Quick Response* kod tehnologija, *Near Field Communication* tehnologija i *Radio Frequency Identification* tehnologija.

Bar kod (slika 3.2.a.) predstavlja linearni, ili jednodimenzionalni, kod koji koristi uzorke nastale miješanjem tamnih linija i svijetle pozadine, koje predstavljaju numeričke ili alfanumeričke znakove.

Kada se podaci, dobiveni čitanjem bar koda, očitaju s ručnog ili fiksnog čitača (engl. *barcode reader*, *barcode scanner*), dobiveni podatak se sprema i šalje u sustav, koji na temelju tih podataka radi određene izmjene unutar sustava.



a. Primjer bar koda, [27]



b. Primjer *Quick Response* koda

Slika 3.2. Primjeri AIDC kodova

Napredak u radu s bar kodovima, predstavlja QR kod[15] (engl. *quick response*). QR kod predstavlja sliku u koju je moguće spremiti informacije u horizontalnom i vertikalnom načinu (za razliku od bar koda, koji sprema samo u vertikalnom načinu). Primjer QR koda prikazan je slikom 3.2.b.

QR kodovi svoje ime zahvaljuju činjenici kako je moguće vrlo brzo doći do podataka, koji se u njima spremaju. QR kodovi se često povezuje uz pametne mobilne terminalne uređaje (engl. *smartphone*). Korisnik pametnog mobilnog terminalnog uređaja fotografira QR kod[16], koji u sebi ima spremljen neki zapis (najčešće *web*

[15] QR kod je, zapravo, dvodimenzionalni (2D) bar kod.
[16] Korisnik pametnog mobilnog uređaja fotografira QR kod uz pomoć kamere i sučelja (programske aplikacije) za čitanje QR kodova.

stranicu). Nakon što korisnik fotografira QR kod, aplikativno sučelje ga vodi prema *web* stranici ili mu ispisuje alfanumerički zapis, koji se nalazi u QR kodu [29].

3.1.1 *Near Field Communication* tehnologija

Near Field Communication (akronim: NFC) je tehnologija pomoću koje se može vršiti beskontaktna komunikacija između uređaja, kao što su: pametni mobilni uređaji i tableti. Način beskontaktne komunikacije, omogućava korisniku približavanje pametnog mobilnog uređaja (s NFC modulom) blizu NFC kompatibilnog uređaja i slanje informacija ili umrežavanje ta dva uređaja, bez potrebe za fizičkim povezivanjem.

NFC tehnologija održava interoperabilnost između različitih tehnologija kao što su primjerice *bluetooth* i drugi NFC standardi, primjerice FeliCa[17] preko NFC Foruma, skupa kojeg su osnovali 2004. godine Sony, Nokia i Phillips. NFC Forum je organizacija koja propisuje standarde, koje proizvođači moraju ispuniti prilikom izrade uređaja, koji ima mogućnost korištenja NFC tehnologije. Zbog svoje kompatibilnosti, NFC tehnologija se sve više počinje koristiti za plaćanje i bežični prijenos podataka [30].

3.1.1.1 Način rada NFC tehnologije

NFC sustav sastoji se od dva uređaja koji mogu biti aktivni ili pasivni. Pod pojmom uređaja kod NFC tehnologije mogu se smatrati *tagovi* (ili *transponderi*), koji predstavljaju nosioce informacija, ili čitači/pisači, uređaji koji služe za zapis ili čitanje informacije s *taga*.

Aktivni uređaji su uređaji koji mogu pročitati i proslijediti tako pročitanu informaciju. Primjer aktivnog uređaja je pametni mobilni uređaj, koji može pročitati informaciju s *taga* i proslijediti je nekom drugom uređaju, koji je opremljen NFC modulom. Pasivni uređaji (NFC *tag*) sadrže informaciju koja može biti pročitana pomoću drugog NFC uređaja. Za razliku od aktivnih uređaja, pasivni uređaji nemaju mogućnost čitanja spremljenih informacija.

[17] FeliCa je NFC standard koji je popularan u Japanu.

Temelj rada NFC tehnologije zasniva se na elektromagnetskom polju (engl. *electromagnetic radio field*). Početkom NFC komunikacije, dva uređaja stvaraju visoko frekventno elektromagnetsko polje između zavojnica, koje se nalaze u čitaču i na *tagu*. Stvaranjem magnetskog polja, dolazi do nastanka konekcije između dva uređaja, što predstavlja početak mogućnosti međusobne komunikacije. Poslije stvaranja konekcije, najprije čitač šalje poruku *tagu*, s ciljem otkrivanja tipa *taga* (Tip A, Tip B). Nakon zaprimljenog odgovora, čitač šalje naredbe *tagu*. Zaprimanjem naredbi, *tag* provjerava ispravnost dobivenih naredbi. Kod ispravne naredbe, *tag* će predati određenu informaciju čitaču, dok se kod neispravne naredbe neće ništa dogoditi. Odgovaranjem *taga* na upit šalju se informacije čitaču, koristeći induktivni spoj, slanjem naboja kroz zavojnice u *tagu* [31], [32], [33].

3.1.1.2 NFC tehnologijski standardi

NFC tehnologijski standardi služe za osiguravanje svih oblika komunikacije između trenutno postojećih, ali i budućih NFC uređaja. Dvije najzastupljenije vrste standarda, koje se koriste za komunikaciju preko NFC tehnologije su: ISO/IEC 14443 i ISO/IEC 18000-3. ISO/IEC 14443 standard služi za opisivanje ID kartica, koje služe spremanju informacija koje se nalaze u NFC *tagu*.

ISO/IEC 18000-3 predstavlja međunarodni standard za sve uređaje, koje komuniciraju bežično, na frekvenciji 13,56 MHz, a koriste Tip A ili Tip B tehnologiju. Takvi uređaji moraju biti na udaljenosti, koja ne smije biti veća od četiri centimetra, kako bi se informacije mogle nesmetano izmjenjivati, odnosno kako bi došlo do komunikacije. ISO/IEC 18000-3 standard opisuje način odvijanja komunikacije između čitača i *taga*. Osim za NFC komunikaciju, ovaj standard se koristi i kod RFID komunikacije [33].

3.1.1.3 Mogućnost primjene NFC tehnologije

Iako se rijetko koristi za informiranje, NFC tehnologija se puno češće koristi za beskontaktna plaćanja, bilo da se radilo o plaćanju prijevoza, kupnji ulaznice i slično. Osim za plaćanje, NFC tehnologija se koristi za komunikaciju i slanje podataka između dva pametna mobilna uređaja [34].

NFC povezivanje na pametnim mobilnim uređajima omogućile su, i pokreću, NFC aplikacije, koje se mogu podijeliti na sljedećih šest kategorija:

- *Touch and Go;*
- *Touch and Confirm;*
- *Touch and Capture*;
- *Touch and Link;*
- *Touch and Connect;*
- *Touch and Explore*.

Touch and Go kategorija aplikacije se koristi kod rada u logističkim lancima. *Touch and Confirm* je najbolji primjer kategorije aplikacije za plaćanje pomoću pametnog mobilnog uređaja. *Touch and Capture* kategorija mobilne aplikacije se može koristi kod čitanja određenih zapisa, poput poveznica ili *smart postera*. Ovakva aplikacija se može smatrati sličnom kao i mobilna aplikacija za čitanje QR kodova. *Touch and Link* kategorija aplikacije se koristi kod potrebe za čitanjem određenih informacija i slanjem sukladnih zahtjeva prema nekom poslužitelju. NFC mobilna aplikacija koja služi za uparivanje i slanje podataka između dva pametna mobilna uređaja ubraja se u *Touch and Connect* kategoriju. *Touch and Explore* kategorija predstavlja kombinaciju prethodnih pet kategorija.

Izuzev navedenih kategorija, DB[18] je u svoju ponudu uveo mogućnost plaćanja putovanja pomoću pametnog mobilnog uređaja. Za kupnju karte, korisnik se najprije mora registrirati i onda pokrenuti određenu aplikaciju. Aktiviranjem aplikacije u dolaskom u određenu zonu, NFC tehnologija prepoznaje korisnika. Tako se na poslužitelje zapisuje mjesto početka putovanja. Dolaskom na odredišni kolodvor korisnik mora, ponovno, proći kroz određenu zonu, gdje ga NFC tehnologija prepoznaje i ponovno zapisuje informaciju na poslužitelj. Nakon toga se za korisnika računa cijena i vrši naplata. Ovako opisani sustav bi se ubrajao u novu kategoriju NFC aplikacija, koja se može nazvati *Touch and Travel* [35].

[18] *Deutsche Bahn* – Njemačke željeznice.

3.1.2 *Radio Frequency Identification* tehnologija

Radio Frequency Identification (akronim: RFID) je pojam koji služi označavanju mogućnosti beskontaktne identifikacije u elektromagnetskom polju ili radio valovima. Nosioci informacija kod RFID tehnologije, kao i kod NFC tehnologije, su *tagovi* [36], [37].

3.1.2.1 Arhitektura RFID sustava

RFID sustav se sastoji od dvije komponente: *taga* ili transpondera i čitača. *Tag* je uređaj ili elektronički sklop, koji se nalazi na objektu kojeg je potrebno identificirati. Prema izvedbi, razlikuju se dvije vrste *tagova*. Prva vrsta je induktivni *tag* s namotajem antene (engl. *inductively coupled transponder with antenna coil*), dok je druga vrsta *taga* mikrovalni *tag* s dipolarnom antenom (engl. *microwave transponder with dipolar antenna*). *Tagovi* koji nemaju vlastiti izvor napajanja (bateriju), kada nisu u zoni interakcije s čitačem, smatraju se pasivnima, pa se zbog toga nazivaju pasivni *tagovi*. Kada *tag* dođe u zonu interakcije s čitačem, onda se aktivira, pa postaje aktivirani *tag*. Aktivirane *tagove* treba razlikovati od aktivnih *tagova*, *tagova* koji imaju neki vlastiti izvor napajanja, bilo da se radilo o bateriji ili solarnoj ćeliji. Pasivni *tagovi* potrebnu energiju za komunikaciju dobivaju putem prijenosnog medija. Osim pasivnih i aktivnih *tagova*, postoje i poluaktivni *tagovi*. Poluaktivni *tagovi* su *tagovi* koji izvor napajanja koriste samo za pogonjenje integriranog kruga (čipa) u *tagu*, ali ne i za komunikaciju.

Čitač (engl. *reader* ili *interrogator*) je uređaj ili sklop, ovisan o dizajnu i korištenoj tehnologiji, koji čita ili čita i zapisuje podatke na *tagove*. Obično se sastoji od: radiofrekvencijskog modula (engl. *radio frequency module – transmitter and receiver*), kontrolne jedinice i elementa za povezivanje s *tagom* [35], [36], [37].

3.1.2.2 Primjer rada RFID tehnologije

Čitač kod RFID tehnologije emitira određeni oblik energije (elektromagnetsko polje ili radio valove). Zaprimanjem energije *tag* se aktivira. Nakon aktivacije *tag* počinje odgovarati radio valovima. Dobivene radio valove čitač pretvara u binarni kod (niz numeričkih nula i jedinica). Mrežom takav binarni kod (binarni podaci) dolazi do

middlewarea, radi filtracije. Nakon filtracije *middleware* prosljeđuje podatke aplikativnom softveru, koji ovisno o potrebi izvršava neku radnju [35].

3.1.2.3 Razlike između RFID sustava

RFID sustavi se kategoriziraju po određenim kriterijima: frekvenciji rada čitača, fizičkom načinu povezivanja između čitača i *taga,* dometu sustava i veličini te izvedbi memorije. RFID sustavi rade u različitim frekvencijskim spektrima, od 135 kHz do 5,8 GHz. Kao prijenosni medij, odnosno način povezivanja, koriste se električno, magnetsko ili elektromagnetsko polje. Dometi sustava mogu biti od par milimetara do približno 15 metara.

RFID sustavi koji koriste frekvenciju između 100 kHz i 30 MHz za rad koriste induktivnu petlju. Za razliku od njih, sustavi na bazi mikro valova rade u rasponu od 2,45 GHz do 5,8 GHz, a za rad koriste elektromagnetsko polje.

Radna udaljenost (domet) RFID sustava ovisi o nekoliko čimbenika: točnosti pozicioniranja *taga*, minimalnoj udaljenosti između nekoliko *tagova* koji rade u sustavu, brzini rada *taga* u zoni očitavanja jednog čitača – *tagovi* međusobno djeluju jedan na drugoga ako se nalaze blizu – ta pojava se naziva *tag stacking*, okolišu (barijere), dimenzijama *taga* i snazi čitača te veličini antene.

Veličina integriranog kruga na *tagu* ovisi o kapacitetu memorije. Postoje dvije vrste memorije: EEPROM[19] memorija i SRAM memorija. EEPROM memorija se primarno nalazi u sustavima s induktivnom petljom. Kapacitet takvih memorija varira u rasponu od 16 B do 8 kB. SRAM[20] memorija se koristi u sustavima koji imaju vlastito napajanje i koriste mikrovalnu vezu, a kapacitet takve memorije od 256 B do 64 kB [35].

[19] EEPROM je akronim za *Electric Erasable and Programmable Read-only Memory*, odnosno memoriju samo za čitanje, koja se može elektroničko izbrisati i programirati [35].

[20] SRAM je akronim za *Static Random Access Memory*, odnosno statičnu memoriju s nasumičnim pristupom [35].

3.1.2.4 Mogućnost primjene RFID tehnologije u prometu

Javni gradski prijevoz putnika je jedna od mogućnosti u kojima postoji veliki potencijal za upotrebu RFID tehnologije, posebno za upotrebu pametnih beskontaktnih kartica, primjerice za naplatu prijevoza. Takav oblik naplate prijevoza naziva se *Automatic Fare Collection* (akronim: AFC). Navedeni oblik plaćanja se prvi put počinje koristiti u Seulu (1996. god.) i Njemačkoj (za potrebe projekta *Fahrsmart*).

RFID tehnologija ima potencijal u sustavima elektroničke naplate prijevoza, zbog potrebe ispunjavanja visokih očekivanja i zahtjeva, koji se posebno vežu uz brzinu zapisivanja i čitanja informacija, ali i jednostavnosti upotrebe sustava. Najpopularniji način za plaćanje prijevoza RFID tehnologijom je pomoću *tagova*, koji su izvedeni kao kartice (format ID-1). Pametne beskontaktne kartice su dizajnirane za razdoblje od deset godina, s time da su izdržljive na: kišu, hladnoću (snijeg), prašinu i ostalo. Kartice se mogu nositi u torbama, ruksacima ili novčanicima, pa su stoga lako prenosive. Postoji više vrsta kartica. Hibridne kartice su kombinacija između beskontaktne pametne kartice i dodatnog kontaktnog integriranog kruga, ugrađenog u karticu. Kartica s dva sučelja (engl. *dual interface card*) je kombinacija između kontaktnog i beskontaktnog sučelja na jednome integriranom krugu kartice [35].

3.2 *Bluetooth* tehnologija

Bluetooth tehnologija koristi se za bežično povezivanje opreme unutar mreže i slanje podataka, korištenjem radio transmisije. Svoju najznačajniju primjenu *bluetooth* pronalazi u uparivanju mobilnog terminalnog uređaja i bežične slušalice (poznata kao: *bluetooth* slušalica).

Ova tehnologija se javlja 1994. godine, kada Ericsson započinje s razvojem te bežične tehnologije. Četiri godine poslije, SIG grupa stručnjaka, kojeg čine: Ericsson, IBM, Intel, Nokia i Toshiba) razvija i standardizira *bluetooth* sučelje. 2002. godine dolazi do prihvaćanja standarda *bluetooth* tehnologije. IEEE 802.15.1 standardom predložen je standard za osobne računalne mreže (engl. *Personal Area Network*, PAN).

Izvedba *bluetooth* tehnologije je ostvarena pomoću mikročipa, koji može ostvariti prijenos na udaljenosti kratkog dometa. Takav mikročip se ugrađuje u uređaje, koje je

potrebno povezati (pr. mobilne terminalne uređaje, upravljače, tipkovnice) ili se povezuje putem univerzalne serijske sabirnice (engl. *Universal Serial Bus*, USB).

Prednosti *bluetootha* u odnosu na druge tehnologije su: mala potrošnja energije, jednostavnost korištenja i cjenovna prihvatljivost te mala energijska potrošnja. Zbog tih prednosti, *bluetooth* pronalazi široku primjenu u sve većem broju informacijsko-komunikacijskih rješenja.

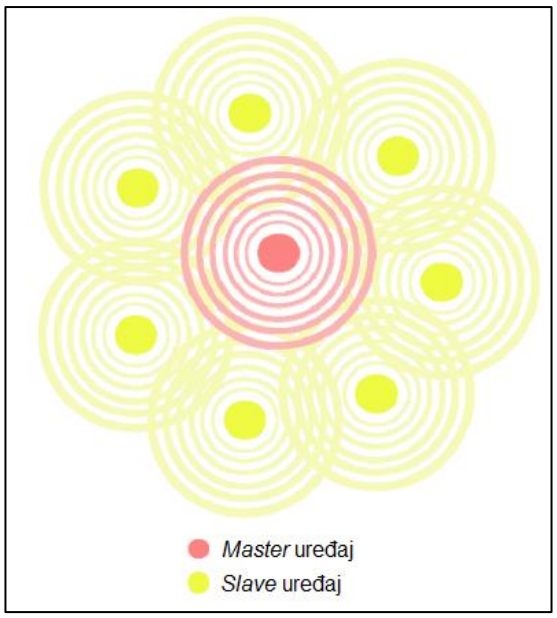
Bluetooth tehnologija radi u industrijsko-znanstveno-medicinskom pojasu (engl. *Industrial-Scientific-Medicine*, ISM), odnosno u frekvencijskom spektru od 2,4 do 2,4835 GHz. Raspoloživi frekvencijski spektar (83,5 MHz) se dijeli na 75 do 79 kanala, od kojih je svaki komunikacijski kanal širine 1 MHz [38], [39].

3.2.1 Povezivanje u mrežu primjenom *bluetooth* tehnologije

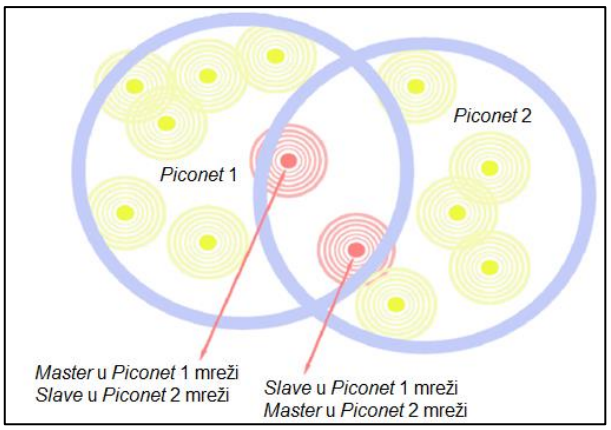
Primjenom *bluetooth* tehnologije moguće je ostvariti tri topologije: *point-to-point* topologiju, *piconet* mrežu i *scatternet* mrežu.

Piconet mrežu (prikazanu slikom 3.3.a.) čine dva ili više *bluetooth* uređaja, koji dijele isti medij. Jedan od tih uređaja je nadređeni uređaj koji kontrolira promet (komunikaciju), a on se naziva *master* uređaj. Svi ostali uređaju su podređeni uređaji, odnosno *slave* uređaji. U jednom mediju može biti najviše do sedam *slave* uređaja.

Svaki uređaj ima svoj *clock* i jedinstvenu 48-bitnu MAC adresu, koja se naziva BD_ADDR (engl. *Bluetooth Address*). *Bluetooth* adresa predstavlja identifikacijski broj uređaja u mreži. Zbog međusobne komunikacije uređaji moraju biti sinkronizirani na isti *clock* i moraju upotrebljavati isti slijed frekvencijskog preskakivanja. Za sinkronizaciju koristi se *Clock master* uređaja, dok *slave* uređaji moraju odrediti *offset* između vlastitog *clocka* i *master clocka*.



a. *Piconet* mreža



b. *Scatternet* mreža

Slika 3.3. Izvedbe mreže kod *bluetooth* tehnologije
izvor: [39]

Scatternet mrežu (vidljiva sa slike 3.3.b.) čine dva ili više međusobno nesinkroniziranih piconet mreža. Povezanost između *Scatternet* mreža ostvaruje se pomoću jednog *bluetooth* uređaja, koji je *master* uređaj u jednoj mreži, a *slave* uređaj u ostalim mrežama. Primjer takvog uređaja može biti i *gateway*, sa zadatkom propuštanja prometa iz jedne u drugu mrežu.

Rad *bluetooth* uređaja u drugim mrežama temelji se na TDM multipleksu (engl. *Time Division Multiplex*). Primjenom TDM-a uređaj može sudjelovati u radu ostalih mreža, a u točno određenom trenutku može biti aktivan unutar samo jednog *piconeta*. Zbog primjene FHSS tehnike, istovremeno u Scatternet mrežu se može povezati deset međusobno nezavisnih *piconet* mreža, odnosno može se povezati do najviše 80 uređaja [39].

3.2.2 Standardi *bluetooth* tehnologije

Iako postoje različiti standardi *bluetooth* tehnologije (od početnog 1.0B i 1.1) moguće je izdvojiti dva najpoznatija standarda: *Bluetooth* BR/EDR (verzija 2.1) i *Bluetooth Low Energy* (verzija 4.0, akronim: BLE).

Verzija 2.1 *bluetootha*, osim što korisniku omogućava visoku kvalitetu *streaminga* i povećava brzinu slanja podataka (od 1 do 2 Mbit/s), korisniku omogućava i lakše uparivanje dva uređaja (primjerice pomoću NFC tehnologije). Također ova verzija podiže sigurnost komunikacije, zato što zahtjeva od korisnika unošenje identične zaporke na oba uređaja, za uparivanje.

U današnje terminalne uređaje se najčešće ugrađuje integrirani krug s *bluetooth* verzijom 4.0. Ovakva verzija *bluetootha* razvila se zbog potrebe povezivanja uređaja u IoT okruženje. Učinkovitost *bluetootha* i njegova mala potrošnja energije, čine ga kvalitetnim izborom za uređaje unutar IoT okruženja koji moraju raditi duži vremenski period. Osim toga, BLE verzija ima mogućnost rada na različitim operativnim sustavima, čije aplikacije imaju različite mogućnosti povezivanja u računalstvo u oblaku (engl. *cloud computing*). Najpoznatija izvedba BLE verzije predstavlja *bluetooth beacon*, mali transmiter koji odašilje podatke pomoću *bluetooth* tehnologije [39], [40], [41].

3.2.3 *Bluetooth beaconi*

Bluetooth beaconi su mali uređaji koji odašilju *bluetooth* signal prema uređajima u blizini. Uparivanjem s različitim, adekvatnim, aplikativnim rješenjima (specijaliziranim aplikacijama ili klasičnim *web* preglednikom) služe za dostavljanje korisniku potencijalno zanimljivih informacija. Zbog dometa *bluetooth* signala predstavlja jednu od usluga temeljenih na lokaciji korisnika (engl. *location-based services*, LBS) [42]. Najčešće se koristi za promidžbu u trgovačkim centrima.

3.3 *Wireless Fidelity* tehnologija

Wireless Fidelity (najčešće poznata pod akronimom: Wi-Fi) tehnologija je tehnologija za prijenos podataka koja koristi radiovalove. Najčešće se koristi za osiguravanje bežičnog pristupa Internetu i stvaranje bežičnih mreža (engl. *Wireless Local Area Network*, WLAN).

Za pravilan rad Wi-Fi tehnologije odgovorno je nekoliko standarda. Prikaz standarda s odgovarajućim frekvencijama i brzinama prikazani su tablicom 3.1. Najkorišteniji standard za Wi-Fi tehnologiju je 802.11b.

Tablica 3.1. Prikaz Wi-Fi standarda s odgovarajućim frekvencijama i brzinama

Standard	Frekvencija	Brzina
802.11	2,4 GHz	1-2 Mbit/s
802.11a	5 GHz	do 54 Mbit/s
802.11b	2,4 GHz	11 Mbit/s
802.11g	2,4 GHz	do 54 Mbit/s
802.11n	-	100 Mbit/s
802.11ac	5 GHz	1,3 Gbit/s
802.11ac Wave 2	5 GHz	6,93 Gbit/s
802.11ad	60 GHz	7 Gbit/s
802.11ah	900 MHz	-

izvor: [43]

Wi-Fi tehnologija je tehnologija u kojoj se prijenos podataka odvija bežično, što znači da nema fizičke (žične) povezanosti između pošiljatelja i primatelja. Umjesto žice, za prijenos se koristi radiofrekventna tehnologija. Kod radiofrekventne tehnologije frekvencija elektromagnetskog spektra je asocirana s radio valnom propagacijom. Kada se radiofrekventna struja pusti u antenu dolazi do stvaranja elektromagnetskog polja, pomoću kojeg se informacije mogu slati kroz prostor.

Sama srž Wi-Fi tehnologije je *Hotspot*, ili *Access point*. Primarni zadatak *Hotspota* je odašiljanje bežičnih signala, tako da uređaji koji u sebi imaju ugrađen bežični mrežni adapter se mogu povezati na tu točku i obavljati bežičnu komunikaciju [44], [45].

4 KORISNIČKI ZAHTJEVI VEZANI UZ JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ

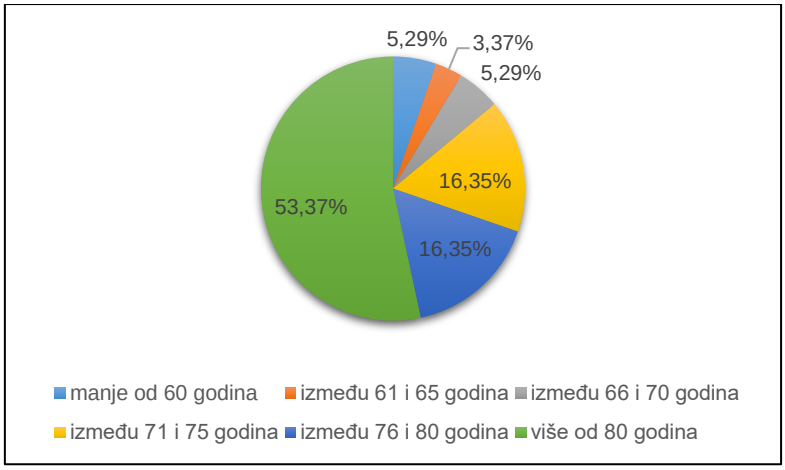
Korištenjem različitih usluga, svaki korisnik ima određene zahtjeve, koji se trebaju ispuniti prilikom korištenja usluge. Najpouzdaniji način dobivanja korisničkih zahtjeva je provođenjem anketa ili intervjua.

Zbog velikog broja korisnika sustava za informiranje u javnom gradskom prijevozu, određena je ciljana skupina korisnika. Uzevši u obzir činjenicu kako se većina informacija iz javnog gradskog prijevoza dobiva vizualnim putem, a rijetko zvučnim putem, ciljanu skupinu korisnika čine osobe s oštećenjem vida. U ciljanu skupinu korisnika, osim slijepih i slabovidnih osoba, ubrajaju se i starije osobe, odnosno sve osobe koje imaju neku vrstu poteškoća s vidom.

4.1 Anketno istraživanje dostupnosti tehnologija u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba

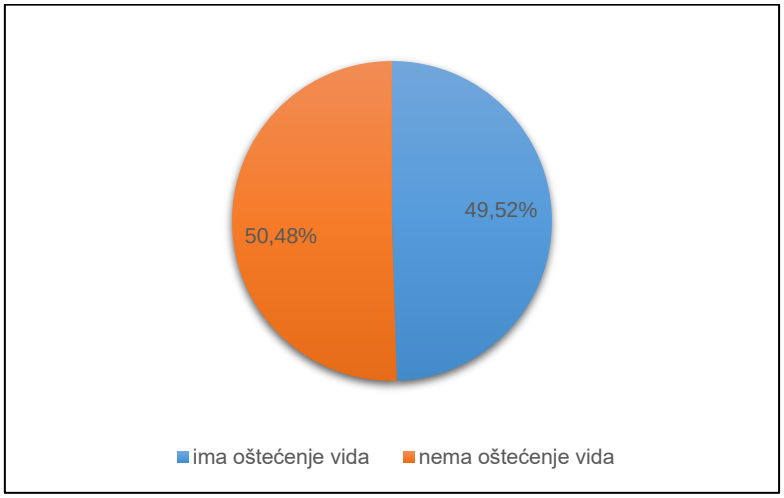
Zavod za informacijsko-komunikacijski promet na Fakultetu prometnih znanosti, 2015. godine, provodi anketno istraživanje s ciljem istraživanja dostupnosti tehnologija kod osoba starije životne dobi. Istraživanje je provedeno pomoću anketnog upitnika i intervjuiranja korisnika u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba. U istraživanju je sudjelovalo 208 ispitanika. Izbor pitanja iz anketnog upitnika, nalazi se u Prilogu 2., na stranici 81.

Ispitanici su najprije pitani o pripadnosti dobnoj skupini. Iz grafikona 4.1. vidljivo je kako većina ispitanika pripada dobnoj skupini starijoj od 80 godina, odnosno 53,37% ispitanih.



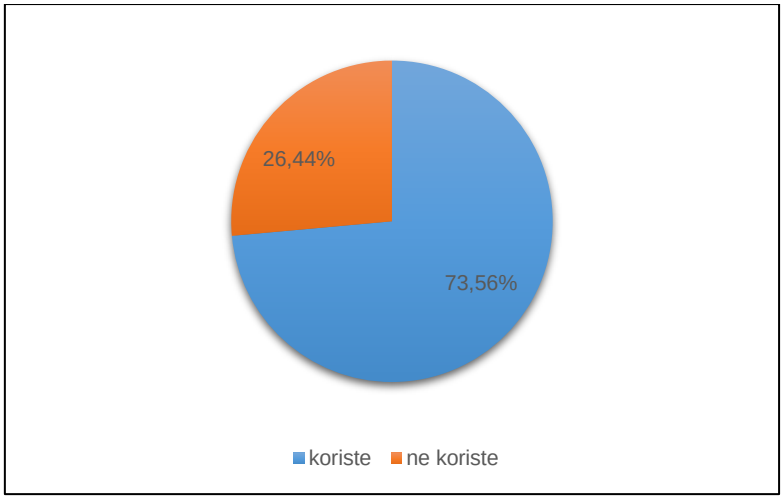
Grafikon 4.1. Dobna skupina ispitanika

Nakon toga se ispitanike pitalo imaju li neku vrstu oštećenja. U navedenom pitanju se korisnicima nudilo i oštećenje vida. Iz grafikona 4.2. vidljivo je kako malo više od pola ispitanika, odnosno njih 50,48% ima neko oštećenje vida, dok 49,52% ispitanika nema problema s oštećenjem vida.



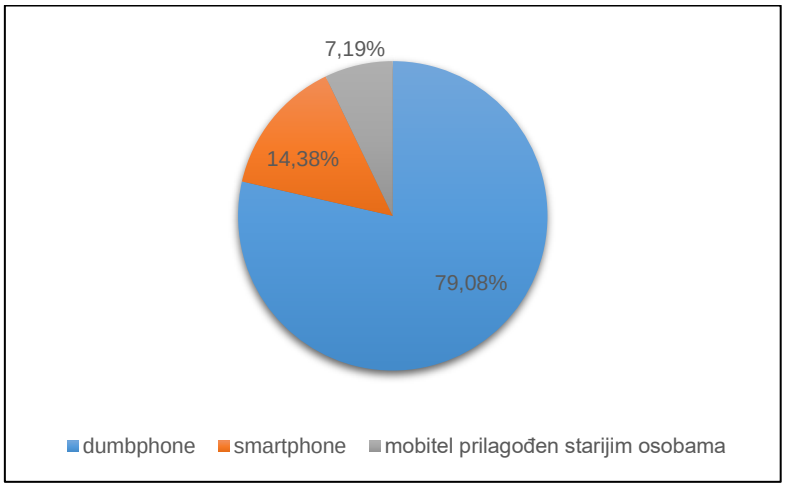
Grafikon 4.2. Razdioba ispitanika s oštećenjem vida

Zbog potreba informiranja unutar sustava, putem određenog mobilnog terminalnog uređaja, ispitanike se pitalo o korištenju mobilnog terminalnog uređaja. Grafikon 4.3. prikazuje kako 73,56% ispitanika svakodnevno koristi mobilni terminalni uređaj.



Grafikon 4.3. Postotak korištenja mobilnih terminalnih uređaja

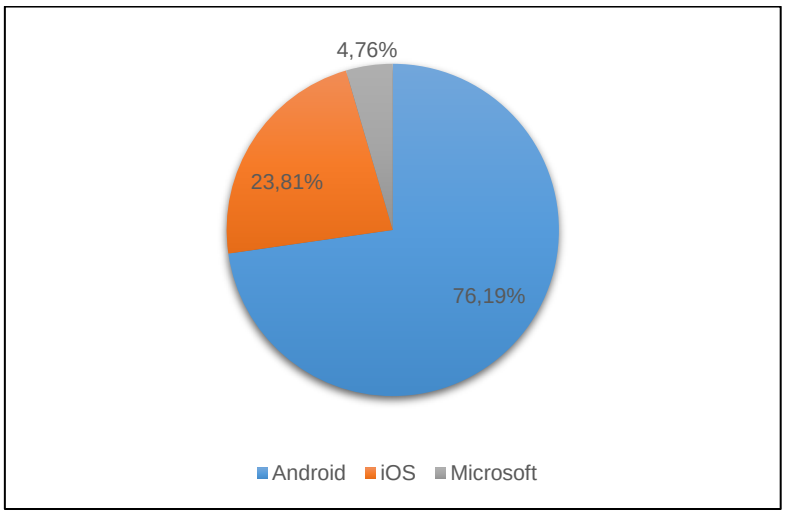
Iako sam podatak o korištenju mobilnog terminalnog uređaja nema važno značenje, za razvoj sustava za informiranje korisnika, potrebno je poznavati koliko korisnika koji koriste mobilni terminalni uređaj, koriste pametne mobilne terminalne uređaje. Iz grafikona 4.4. vidljivo je kako većina korisnika, njih 79,08% koristi klasični mobilni terminalni uređaj (engl. *dumbphone*), dok 14,38% ispitanika koristi pametni mobilni terminalni uređaj.



Grafikon 4.4. Razdioba korištenih vrsta mobilnih terminalnih uređaja

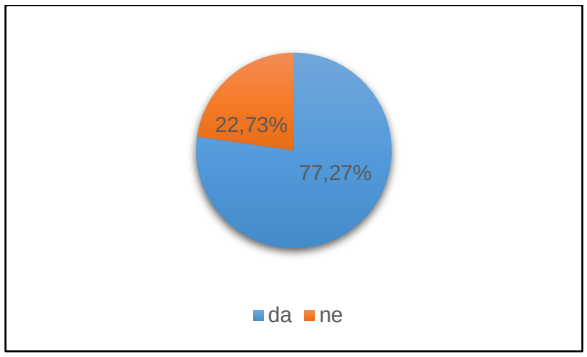
Nakon pitanja o vrsti korištenog mobilnog terminalnog uređaja, ispitanike koji koriste pametne mobilne terminalne uređaje se pitalo o proizvođaču pametnog mobilnog terminalnog uređaja, odnosno o vrsti korištenog operativnog sustava

(grafikon 4.5.). Prema dobivenim odgovorima najviše ispitanika koristi Android operativni sustav, njih 76,19%.

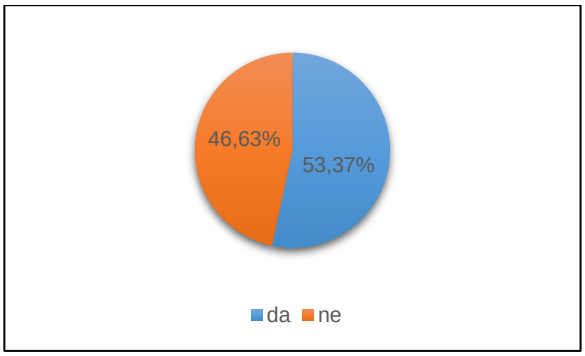


Grafikon 4.5. Operativni sustav na mobilnim terminalni uređajima

Sljedeće pitanje u anketnom upitniku vezano je uz korištenje usluge informiranja u javnom gradskom prijevozu putnika. Prilikom analize odgovora na ovo pitanje, u obzir se uzelo koriste li ispitanici pametni mobilni uređaj ili ne. Grafikon 4.6.a. predstavlja odgovore ispitanika, za koje je utvrđeno kako koriste pametni mobilni terminalni uređaj, a grafikon 4.6.b. predstavlja odgovore svih ispitanika. Iz oba grafikona je vidljivo kako korisnici žele koristiti uslugu informiranja u javnom gradskom prijevozu putnika.



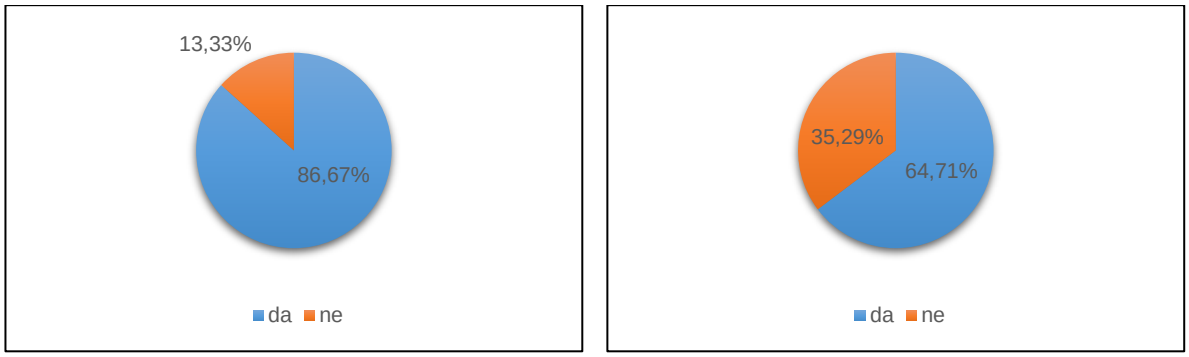
a. odgovori ispitanika koji koriste pametni mobilni uređaj



b. odgovori svih ispitanika

Grafikon 4.6. Postotak korisnika koji žele koristiti uslugu informiranja u javnom gradskom prijevozu putnika

Na kraju anketnog upitnika, korisnike se pitalo o želji za korištenjem usluge informiranja korisnika o dolasku vozila na stajalištu. Dobiveni rezultati prikazani su grafikonom 4.7.a. (rezultati za ispitanike koji koriste pametni mobilni terminalni uređaj) i grafikonom 4.7.b. (rezultati za sve ispitanike.) Iz grafikona 4.7.a. i 4.7.b. vidljivo je kako ispitanici žele koristiti uslugu informiranja o dolasku vozila na stajalište.



a. odgovori ispitanika koji koriste pametni mobilni uređaj

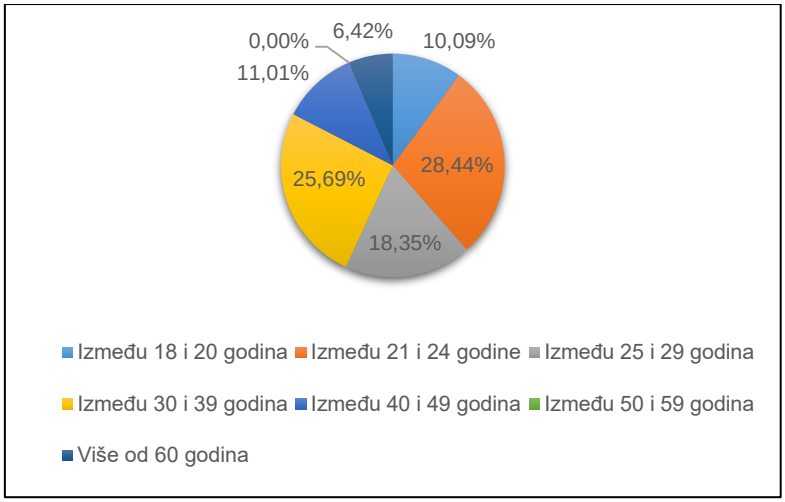
b. odgovori svih ispitanika

Grafikon 4.7. Postotak korisnika koji žele koristiti uslugu informiranja o dolasku vozila na stajalište

Zanimljivo je primijetiti kako korisnici koji koriste pametni mobilni terminalni uređaj imaju puno veću želju za korištenjem usluge informiranja u javnom gradskom prijevozu, nego korisnici koji ne koriste pametne mobilne terminalne uređaje.

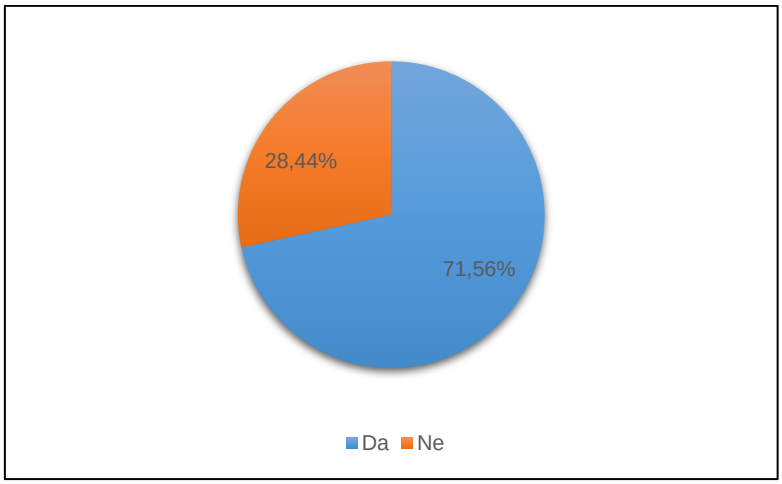
4.2 Anketno istraživanje o korisničkim potrebama prilikom kretanja prometnom mrežom

Istraživanje o potrebama korisnika prilikom kretanja prometnom mrežom provedeno je metodom anketiranja ispitanika, pomoću web obrasca. Izbor pitanja iz anketnog upitnika prikazan je Prilogom 3. i nalazi se na stranici 83. U istraživanju je sudjelovalo 109 ispitanika. Prikaz dobne skupine ispitanika prikazan je grafikonom 4.8. Iz grafikona je vidljivo kako su, osim dobne skupine između 50 i 59 godina, zastupljene sve dobne skupine ispitanika, a posebno mladi.



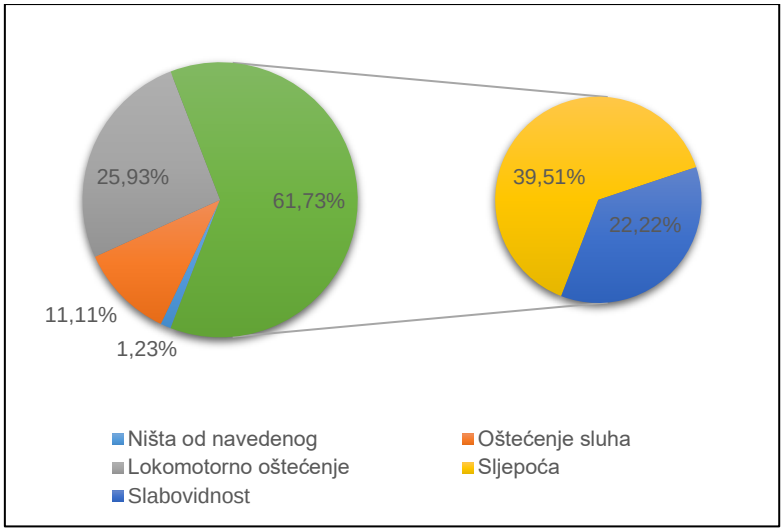
Grafikon 4.8. Dobna skupina ispitanika

Nakon dobivenog podatka o dobnoj skupini, ispitanike se pitalo imaju li neku vrstu oštećenja. Prema odgovorima ispitanika (grafikon 4.9.) 71,56% ispitanika ima neku vrstu oštećenja.



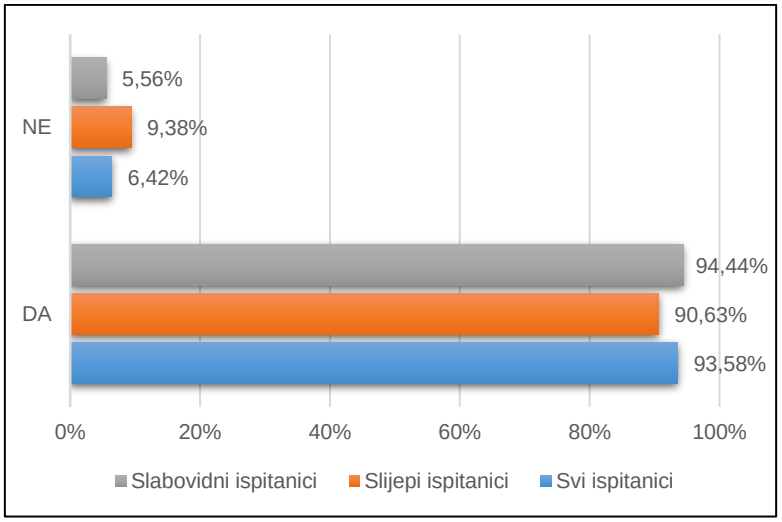
Grafikon 4.9. Razdioba ispitanika s oštećenjima

Nakon dobivenog podatka o oštećenju ispitanika, korisnike se pitalo o vrsti njihovog oštećenja. Dobiveni rezultati, grafikon 4.10., prikazuju kako je najviše ispitanika s oštećenjem vidnog sustava (njih 61,73%).



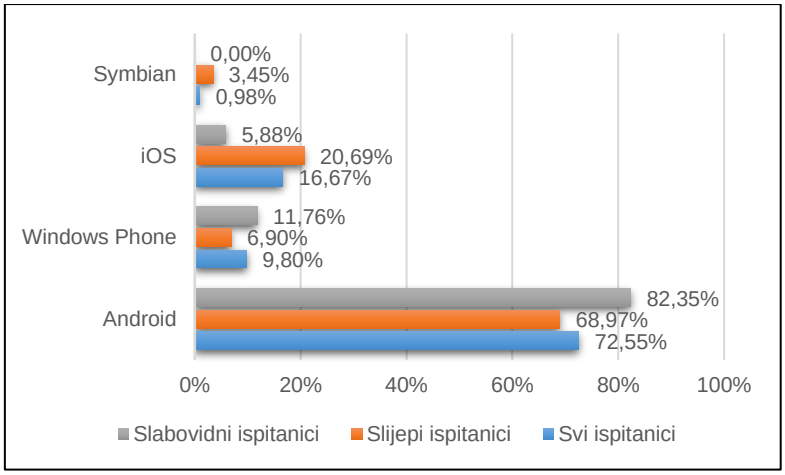
Grafikon 4.10. Razdioba ispitanika s vrstama oštećenja

Zatim su ispitanici ispitani o navikama korištenja pametnih mobilnih terminalnih uređaja. Prema grafikonu 4.11., preko 90% ispitanika koriste pametne mobilne terminalne uređaje.



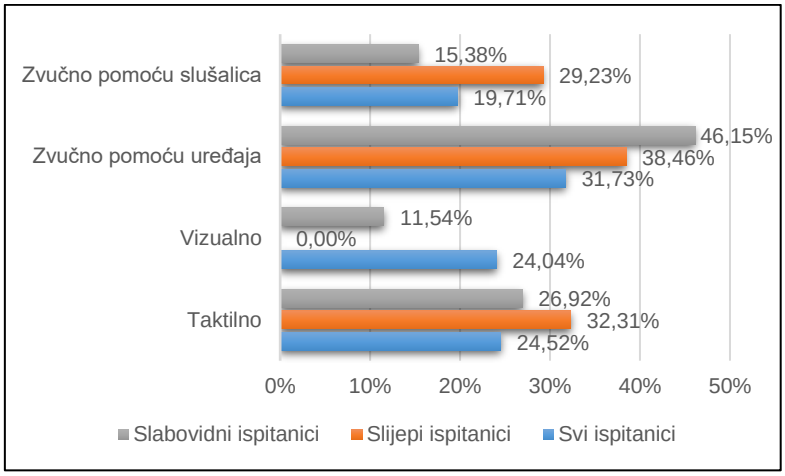
Grafikon 4.11. Prikaz postotka korisnika koji koriste pametne mobilne terminalne uređaje

Poslije pitanja o korištenju pametnog mobilnog terminalnog uređaja, ispitanike koji koriste uređaj se pitalo o operativnom sustavu. Najviše ispitanika koristi Android operativni sustav, što prikazuje grafikon 4.12.



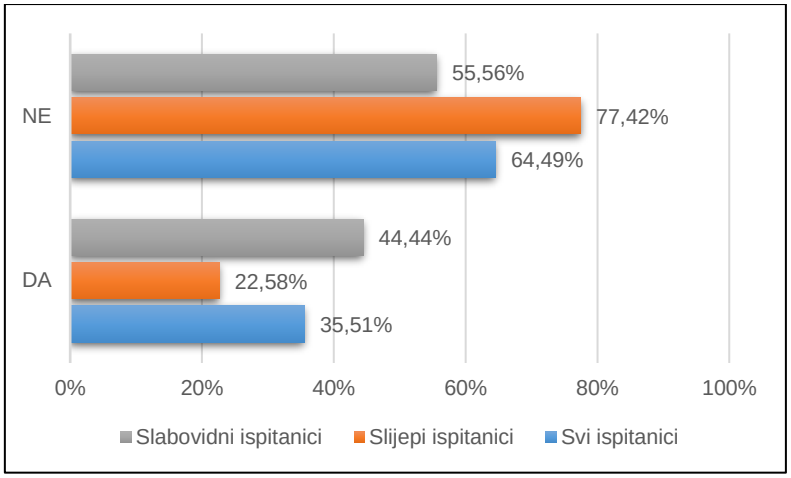
Grafikon 4.12. Korišteni operativni sustav

Zatim se ispitanike pitalo o pogodnim načinima primanja informacija. Iz dobivenih odgovora (grafikon 4.13.) zaključuje se kako je najpogodniji način primanja informacija zvučnim putem.



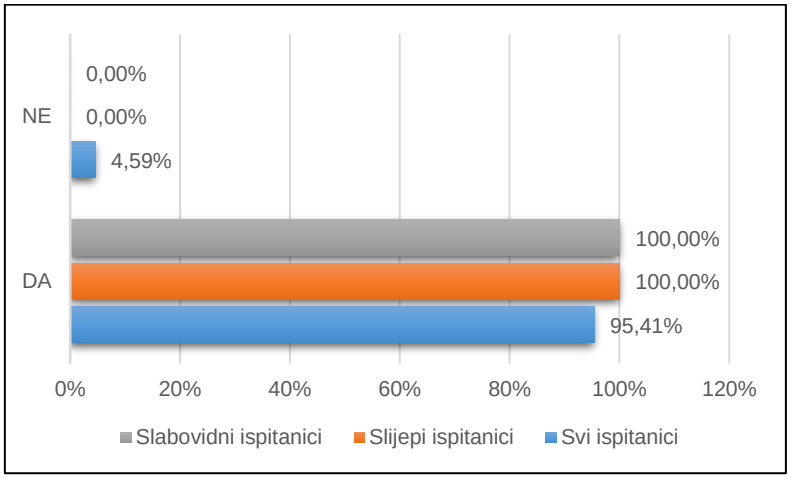
Grafikon 4.13. Pogodni načini primanja informacija

Nakon dobivenih osnovnih podataka o korisnicima i njihovim korištenjima pametnih mobilnih terminalnih uređaja te pogodnih načina za primanje informacija, ispitanike se pitalo o zadovoljstvu trenutnim načinima informiranja u javnom gradskom prijevozu. Dobiveni rezultati prikazuju kako većina korisnika nije zadovoljna trenutnim načinima informiranja. Rezultati su prikazani grafikonom 4.14.



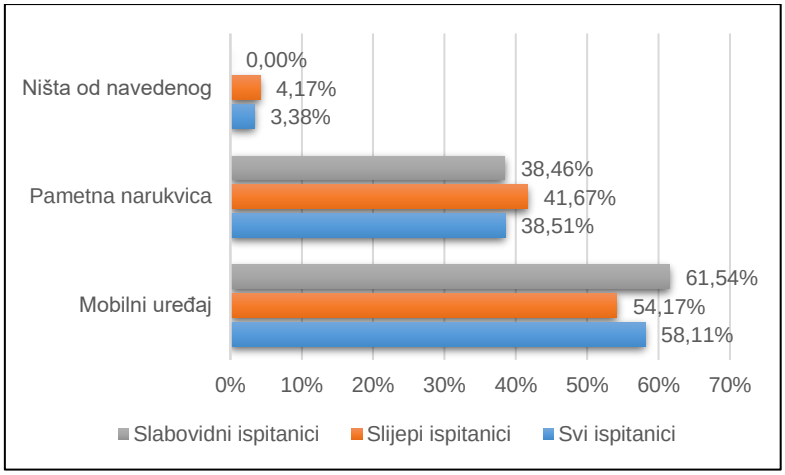
Grafikon 4.14. Zadovoljstvo korisnika trenutnim načinima informiranja u javnom gradskom prijevozu

Ispitanici su pitani o želji korištenja usluge informiranja u prometnom okruženju, ako im se takva usluga ponudi. Skoro svi ispitanici su se izjasnili kako bi koristili takvu uslugu. Odgovori ispitanika vidljivi su iz grafikona 4.15.



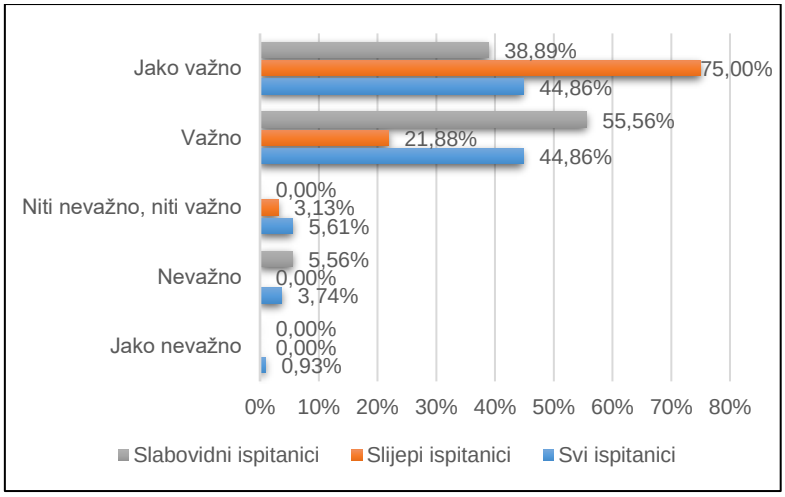
Grafikon 4.15. Želja ispitanika za korištenjem usluge informiranja u prometnom okruženju

Ispitanike se pitalo o vrsti uređaja na kojem bi željeli primati informacije iz prometnog okruženja. Prema dobivenim rezultatima (grafikon 4.16.) najviše ispitanika bi željelo takve informacije primati preko mobilnog terminalnog uređaja.



Grafikon 4.16. Odabrani uređaj za primanje informacija iz prometnog okruženja

Na kraju se ispitanike pitalo kako ocjenjuju važnost informacija vezanih uz javni gradski prijevoz, kao što su: broj linije, dolazak vozila na stajalište, smjer kretanja vozila i ostale, kod informiranja u prometu. Dobiveni rezultati prikazani su grafikonom 4.17.



Grafikon 4.17. Ocjena važnosti informacija vezanih uz javni gradski prijevoz

Iz grafikona 4.17. vidljivo je kako većina korisnika informacije vezane uz javni gradski prijevoz smatra važnima ili jako važnima.

4.3 Definiranje parametara vođenja i usmjeravanja kroz prometnu mrežu

Informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu putnika važno je zbog vođenja i usmjeravanja korisnika kroz prometnu mrežu, odnosno za kretanje korisnika unutar prometne mreže. Prema [11] samo kretanje korisnika ovisi o nizu relevantnih parametara, koji za ulogu imaju omogućiti prilagođenost sustava zahtjevima korisnika, formiranjem funkcije zadovoljenja (1):

$$P_z = f(K_u, S_r, Z_p, E) \tag{1}$$

gdje je:

K_u – kvaliteta usluge;

S_r – doprinos standardizaciji rješenja;

Z_p – provedba zakona i pravilnika;

E – edukacija korisnika.

Za stvaranje i optimizaciju sustava potrebno je optimizirati funkciju zadovoljenja, vrednovanjem varijabli funkcije. Prilikom vrednovanja svake od navedenih varijabli, u obzir se trebaju uzeti parametri vođenja i usmjeravanja unutar prometne mreže. Ti parametri se dijele na prometne parametre i edukacijsko-rehabilitacijske parametre [11], [13].

4.3.1 Prometni parametri vođenja i usmjeravanja

U prometne parametre vođenja i usmjeravanja kroz prometnu mrežu ubrajaju se: brzina, sigurnost kretanja, točna informacija, vrijeme i orijentir. Prometni parametri vođenja mogu se još nazvati i tehnološki parametri.

Brzina se definira kao odnos između prijeđenog puta i potrošenog vremena. Brzina kao prometni parametar predstavlja brzinu kretanja korisnika željenom rutom.

Vrijeme je pojam koji opisuje trajanje kretanja korisnika željenom rutom.

Sigurnost kretanja je parametar koji predstavlja korisniku neometano kretanje prometnom mrežom. Definira se kao stjecanje povjerenja korisnika u predloženo informacijsko-komunikacijsko rješenje.

Točna informacija, kao parametar, predstavlja svaki podatak koji korisniku podiže osjećaj sigurnosti. Netočna informacija u slučaju slijepih i slabovidnih osoba može za korisnika predstavljati ugrozu prilikom kretanja prometnom mrežom.

Zadnji prometni parametar jest orijentir. Orijentir je informacija koja korisniku daje podatak o poziciji u prostoru i smjeru nastavka kretanja prometnom mrežom [11], [13].

4.3.2 Edukacijsko-rehabilitacijski parametri vođenja i usmjeravanja

U edukacijsko-rehabilitacijske parametre usmjeravanja i vođenja kroz prometnu mrežu ubrajaju se: percepcija, orijentacija, samostalnost, pokretljivost i edukacija korisnika. Edukacijsko-rehabilitacijski parametri vođenja mogu se još nazvati i društveni parametri.

Percepcija je sposobnost prepoznavanja okoline u kojoj se korisnik nalazi. Nakon prepoznavanja okoline, odnosno objekata, korisnik pamti informacije o prostoru.

Orijentacija osobe predstavlja sposobnost snalaženja pojedinca u prostoru. Nije jednako izražena kod svih osoba.

Samostalnost korisnika predstavlja korisnički osjećaj za potrebom intervencije drugih osoba. Kvalitetno razvijeni sustav bi trebao nakon određenog vremena korisniku dozvoliti potpuno samostalno korištenje predloženim sustavom.

Pokretljivost se definira kao slobodno kretanje pojedinca prometnom mrežom, na siguran i koordiniran način. Drugi naziv za pokretljivost je mobilnost.

Zadnji edukacijsko-rehabilitacijski parametar vođenja je edukacija korisnika. Edukacija predstavlja proces učenja korisnika o samome sustavu i o načinu korištenja sustava [11], [13].

4.4 Definiranje korisničkih zahtjeva

Korisnički zahtjevi sastoje se od svih relevantnih informacija koje korisnik zahtjeva od usluge informiranja u javnom gradskom prijevozu. Relevantnom informacijom smatra se svaka točna, potpuna i pravovremena informacija [46].

Korisnički zahtjevi dobiveni su analizom provedenih anketa s korisnicima. Analiza anketa je pokazala kako najviše ispitanika uslugu informiranja u javnom gradskom prijevozu želi realizirati pomoću pametnog mobilnog terminalnog uređaja. Prema dobivenim rezultatima, usluga bi trebala najprije biti implementirana za Android operativni sustav. Ispitanicima najpouzdaniji način primanja informacija je zvučnim putem, iz pametnog mobilnog terminalnog uređaja. Analiza anketa, također, pokazuje kako korisnici nisu zadovoljni trenutnim načinom informiranja u javnom gradskom prijevozu, a informacije vezane uz javni gradski prijevoz smatraju važnima ili jako važnima. Relevantne informacije sustava za informiranje u javnom gradskom prijevozu odnose se na trenutno stajalište, broj linije i smjer kretanja vozila.

5 PRIKAZ TRENUTNIH RJEŠENJA ZA INFORMIRANJE KORISNIKA U JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU

Prilikom korištenja javnog gradskog prijevoza, slijepi i slabovidni korisnici kao najveću teškoću su odredili prepoznavanje oznaka u javnom gradskom prijevozu i identifikaciju autobusnih i tramvajskih stajališta [47].

Istraživači su tijekom devedesetih godina, prošlog stoljeća, primijetili potrebu kvalitetnog informiranja, prvenstveno slijepih i slabovidnih, korisnika u javnom gradskom prijevozu. Tako su Harris i Whitney, 1993. godine, napisali kako je najvažnija informacija, koja se može dobiti u javnom gradskom prijevozu, zapravo informacija koju korisnici dobivaju na zaslonu vozila. U tom slučaju navedeno je kako bi informacija na zaslonu vozila trebala biti pisana u *sans-serif* fontu[21] [48].

Nastavkom razvoja informacijsko-komunikacijskih tehnologija, dolazi do poboljšanja načina informiranja u javnom gradskom prijevozu. U svrhu istraživanja mogućnosti primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija, istraživači se mogu svrstati u tri kategorije: istraživači koji smatraju kako je dovoljna samo jedna tehnologija za informiranje korisnika, istraživački koji smatraju kako se informiranje može provesti pomoću više tehnologija i istraživači koji smatraju kako se informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu može kvalitetno izvesti, jedino, primjenom računalnog vida.

U radu [49] autori smatraju kako se primjenom RFID i ZigBee tehnologije može na kvalitetan način informirati korisnike u javnom gradskom prijevozu, ali i pratiti kretanje vozila, pa shodno tome i predlažu sustav temeljen na navedenim tehnologijama.

U Budimpešti, 2008. godine, znanstvenici su za informiranje slijepih i slabovidnih osoba razvili sustav koji se zasniva na računalnom vidu. Korisnici trebaju nositi kameru oko vrata, koja prepoznaje elemente u okolišu i putem mobilnog terminalnog uređaja, javlja korisniku zvučnim putem dobivene informacije. Osim mogućnosti raspoznavanja broja vozila, koji je vezan za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu,

[21] *Sans serif* je vrsta fonta koja nema male nastavke na kraju znaka slova, za razliku od *serif* fonta [50].

ovakav sustav ima mogućnost: raspoznavanja boja, detektiranja svjetla i detektiranja pješačkih prijelaza [47].

Za razliku, od istraživača koji smatraju kako je potrebno za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu koristiti informacijsko-komunikacijske tehnologije, postoje i istraživači koji smatraju da se slijepe i slabovidne osobe može informirati korištenjem klasičnih načina. U radu [51] predlaže se informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom taktilnih mapa na izdvojenim površinama (panelima) i postojanje taktilnih karti. Osim navedenih tehnologija, u radu se navodi kako je potrebna suradnja između slijepih i slabovidnih te korisnika bez oštećenja vida, kako bi ovakav sustav mogao funkcionirati.

5.1 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom mobilnih aplikativnih rješenja

Neki autori smatraju kako je za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu dovoljna samo mobilna aplikacija na pametnom mobilnom terminalnom uređaju, koji radi na Android operativnom sustavu. Mobilni terminalni uređaj bi trebao imati mogućnost razmjene podataka, odnosno povezivanja na Internet i mogućnost GPS[22] lociranja te praćenja kretanja korisnika [52].

Takve aplikacije služe slijepim i slabovidnim korisnicima za dobivanje zvučne informacije, i to one informacije koje osobe bez oštećenja vida percipiraju vidom. U te vrste informacija ubrajaju se: informacije o vozilu na ruti (primjerice: broj linije vozila i smjer kretanja), informacije o vremenu dolaska vozila, informacije o stajalištu (na primjer transfer između prijevoznih modova na određenom stajalištu) i slične informacije [53].

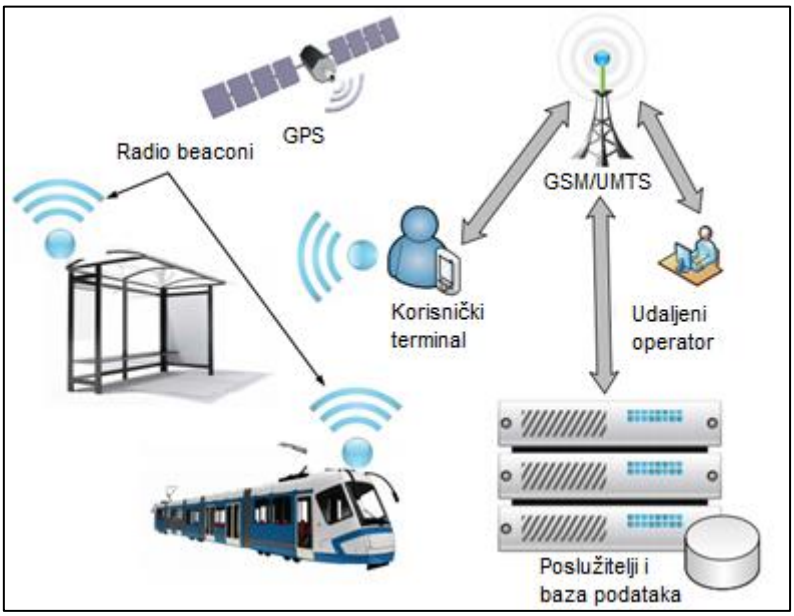
Primjeri takvih uspješnih aplikacija su *StopInfo* i *OneBusAway*. StopInfo je aplikativno rješenje koje korisnika navodi od njegove lokacije, ili neke druge lokacije, do najbližeg stajališta javnog gradskog prijevoza, ili nekog drugog, traženog, stajališta. Osim lociranja stajališta, aplikativno rješenje *StopInfo*, korisnik primjenom ovog rješenja dobiva informacije o vremenu dolaska vozila na locirano stajalište [54].

[22] GPS je globalni pozicijski sustav, engl. *Global Positioning System*.

5.2 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom *radio beacona*

Korbel, Skulimowski i Wasilewski, 2013. godine, u Poljskoj, predlažu sustav za informiranje korisnika temeljen na primjeni *radio beacona*. Ideju za ovakav sustav autori su dobili zbog poteškoće lociranja interesnih točaka (engl. *Point of Interest*, POI), od kojih jedna predstavlja stajalište javnog gradskog prijevoza.

Arhitekturu sustava, prikazanu slikom 5.1., čini nekoliko elemenata: mobilni pomoćni modul (korisnički terminal na slici 5.1.), dodatni pomoćni terminal (udaljeni operator na slici 5.1.), lokalni – navigacijski modul (korisnički terminal na slici 5.1.), mreža *radio beacona* i aplikacijski poslužitelji.



Slika 5.1. Arhitektura sustava za informiranje korisnika predloženog na *radio beacon* tehnologiji
Izvor: [55]

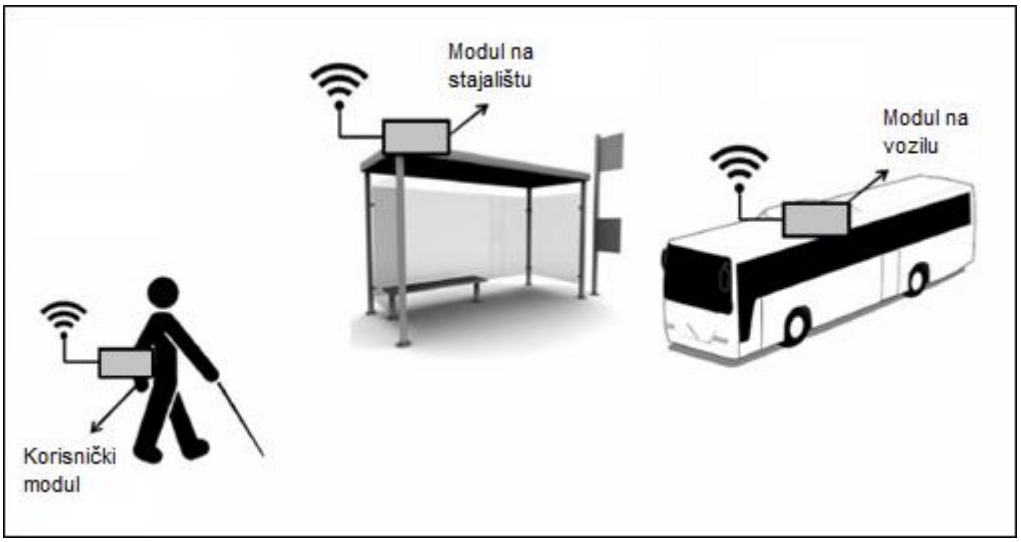
Za *radio beacone* koriste se uređaji koji rade na frekvenciji od 868 MHz, frekvenciji koja se nalazi u nelicenciranom pojasu. Glavna zadaća ovih uređaja je pružanje korisniku točnih i pouzdanih informacija o točnoj lokaciji. Previđeno je kako će se *radio beaconi* postaviti na različitim lokacijama koje mogu korisnici smatrati interesantnima, kao što su stajališta javnog gradskog prijevoza, i time će se stvoriti mreža *radio beacona*.

Korisničko sučelje predloženog sustava, nalazi se kod pametnog mobilnog terminalnog uređaja. Međutim, za upravljanje korisničkim sučeljem ne koristi se pametni mobilni terminalni uređaj, već dodatni pomoćni terminal, koji se s pametnim mobilnim terminalnim uređajem povezuje preko *bluetootha*. Dodatni uređaj posjeduje sedam tipki, od kojih pet tipki ima ulogu navigacije kroz korisničko sučelje, dok se preostale dvije tipke koriste za povrat kroz sučelje i za prihvaćanje unesene naredbe. Korisnici informaciju iz sustava dobivaju zvučnim putem iz pametnog mobilnog terminalnog uređaja.

Osim informiranja u javnom gradskom prijevozu, sustav je predviđen i za informiranje o ulazima u različite objekte i za informiranje unutar objekata [55].

5.3 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom Wi-Fi tehnologije

Predloženi sustav u znanstvenom članku [56] sastoji se od tri modula: korisničkog modula, modula na stajalištu i modula na vozilu. Moduli su prikazani slikom 5.2.



Slika 5.2. Shematski prikaz modula predloženog sustava, temeljenog na Wi-Fi tehnologiji (Santos)
Izvor: [56]

Korisnički modul predstavlja srž predloženog sustava. Korisnički modul sastoji se od pametnog mobilnog terminalnog uređaja (na kojem mora biti instalirana

aplikacija *Talkback*[23] i koji ima slušalice) i primopredajnika, upravljanog mikrokontrolerom. Moduli su povezani korištenjem *bluetooth* tehnologije. Pametni mobilni terminalni uređaj služi informiranju korisnika, a primopredajnik za komunikaciju s ostalim modulima.

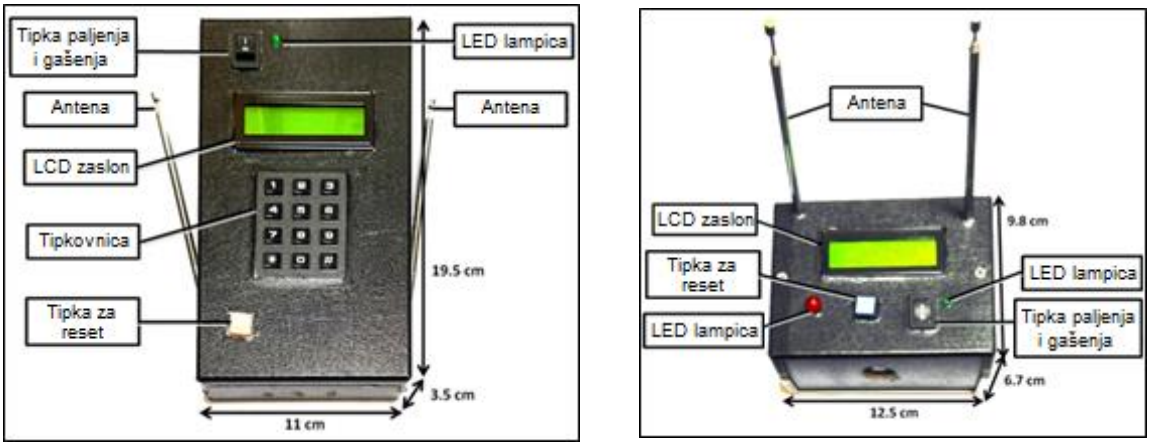
Modul na stajalištu je ugrađen u konstrukciju stajališta javnog gradskog prijevoza. Ovaj modul služi za postavljanje komunikacijske mreže i za povezivanje između korisničkog modula i modula na vozilu.

Zadnji modul je modul na vozilu. Modul na vozilu ima zadaću slanja relevantnih informacija modulu na stajalištu. Ovaj modul ne komunicira s korisničkim modulom.

Komunikacija u ovome predloženom rješenju inicira se od strane korisničkog modula, unosom željene linije kretanja korisnika. Nakon unosa željenog broja linije, dolazi do komunikacije između korisničkog modula i modula na stajalištu. Zatim se provjerava koristi li vozilo na traženoj liniji stajalište koje traži korisnik. Ako vozilo na liniji koristi to stajalište, dolazi do povezivanja korisničkog modula i modula na stajalištu. Informacija o povezivanju (informacija kako traženo vozilo staje na stajalištu) šalje se korisniku. Informiranjem korisnika, modul na stajalištu kontinuirano šalje signal u prostor. Dolaskom očekivanog vozila, informira se korisnika o dolasku i vozača o slijepoj ili slabovidnoj osobi na stajalištu. Ulaskom korisnika u vozilo, vozač označava kako je korisnik ušao u vozilo, čime se prekida sva komunikacija između svih modula [56].

Osim prethodno navedenog sustava za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu, Wang, Chen, Rau i Yu 2014. godine predložili su sustav informiranja korisnika koji se, također, temelji na Wi-Fi tehnologiji [58].

[23] Talkback je aplikacija koja služi čitanju ekrana sa zaslona pametnog mobilnog terminalnog uređaja [57].



a. Korisnički modul **b.** Modul u vozilu

Slika 5.3. Moduli sustava za informiranje temeljenog na Wi-Fi tehnologiji (Wang)
Izvor: [58]

Razlika između prethodno navedenog sustava i novog sustava je nepostojanje modula na stajalištu, već se izravno vrši komunikacija između korisničkog modula (slika 5.3.a.) i modula koji se nalazi u vozilu (slika 5.3.b.).

Treći opisani sustav u ovom poglavlju je RAMPE sustav. Ovaj sustav se razvijao u Lyonu, 2009. godine. Glavni cilj sustava je povećati mobilnost slijepih i slabovidnih korisnika, korištenjem Wi-Fi tehnologije. Za razliku od prethodna dva opisana sustava, za rad sustava RAMPE potrebna je povezanost na sustav praćenja vozila u javnom gradskom prijevozu.

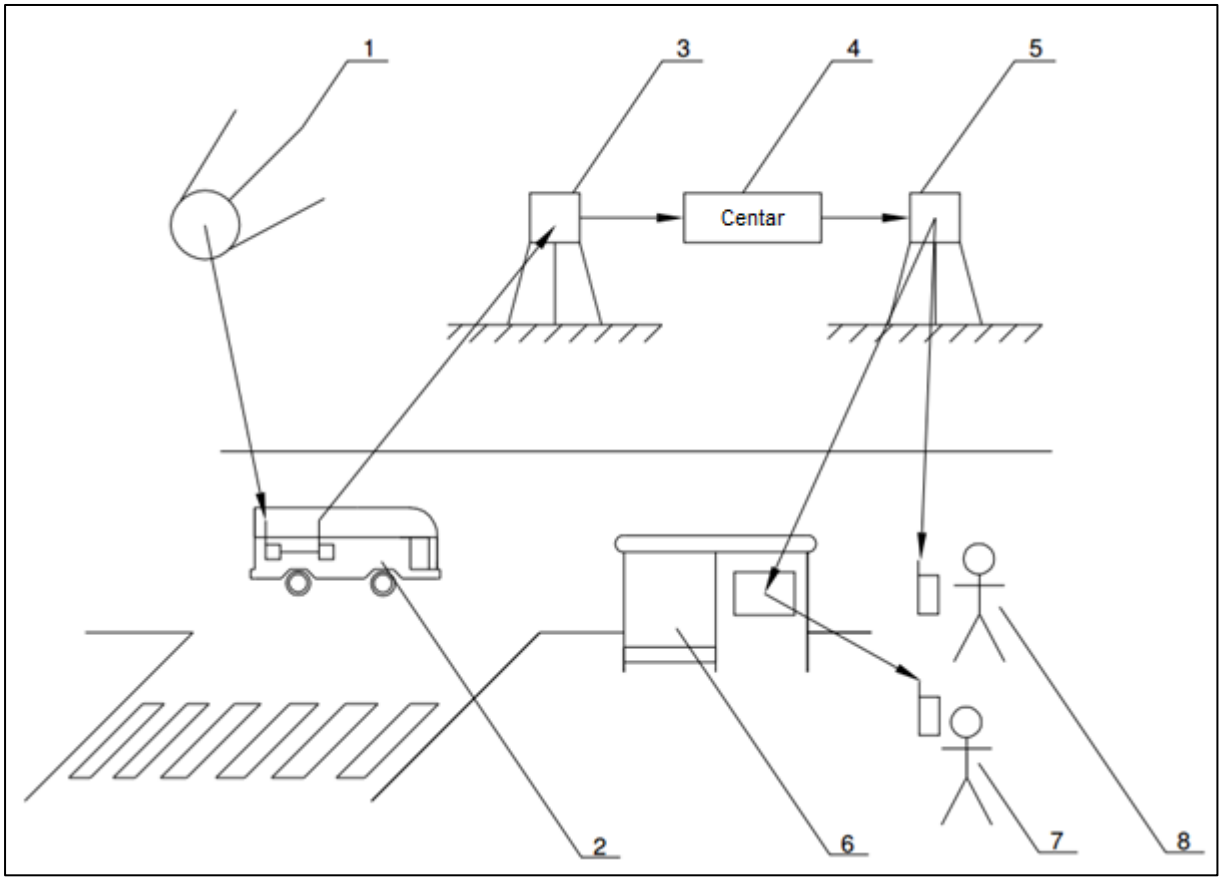
RAMPE sustav temelji se od korisničkog modula i modula na stajalištu. Korisnički modul čini PDA (engl. *Personal Digital Assistant*), koji se putem Wi-Fi tehnologije povezuje na modul na stajalištu. Modul na stajalištu povezan je sa sustavom praćenja vozila i ima mogućnost informiranja korisnika o dolasku vozila na stajalište [59].

5.4 Sustav informiranja korisnika temeljen na GPS tehnologiji - *Ariadna*

Ariadna je pilot projekt, koji služi informiranju korisnika u javnom gradskom prijevozu, osmišljen u Poljskoj. Svrha implementiranja *Ariadne* je pružiti mobilnim korisnicima mogućnost kvalitetnog informiranja u javnom gradskom prijevozu.

Korisnik počinje koristiti *Ariadnu* uključivanjem mobilne aplikacije i upisivanjem koda, kojeg je prepoznao putem Braillovog pisma na stajalištu. Ako korisnik ne može

upisati kod može uključiti lociranje putem GPS-a. U tom slučaju geografske koordinate se uspoređuju s poznatim koordinatama stajališta i korisnika se smješta na najbliže stajalište. Nakon toga korisnik dobiva sve relevantne informacije vezane uz stajalište na kojem se nalazi, kao što je na primjer vrijeme dolaska prvog vozila i slično.



Slika 5.4. Shematski prikaz rada *Ariande*, [60]

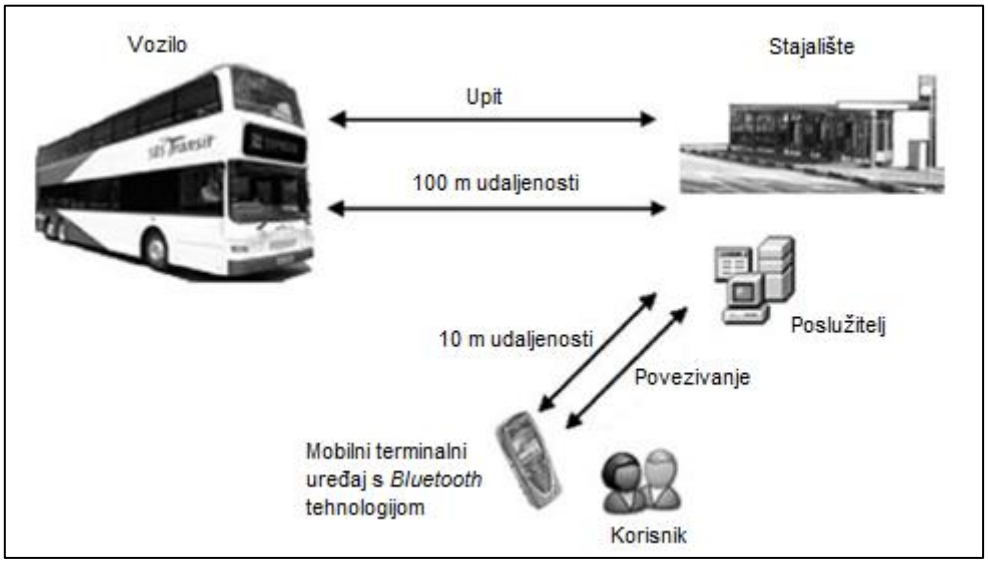
Komunikacija u sustavu *Arianda* (slika 5.4.) započinje davanjem informacija GPS satelita (1) o poziciji i kretanju vozila javnog gradskog prijevoza (2). Ta informacije se šalje prema primajućoj stanici (3), preko *General Packet Radio Service* (GPRS) protokola. Primajuća stanica informaciju prosljeđuje centru (4), koji određuje postoji li kašnjenje vozila na ruti i kada poslati informaciju o mogućem kašnjenju, preko emitirajuće stanice (5), korištenjem GPRS protokola, na korisnički mobilni terminalni uređaj (8). Sustav također predviđa mogućnost komunikacije između emitirajuće stanice (5) i stajališta vozila (6). U tom slučaju stajalište vozila (6) komunicira s korisnikom (7) korištenjem *bluetooth* tehnologije [60].

5.5 Informiranje slijepih i slabovidnih korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije

Bluetooth tehnologija se u javnom gradskom prijevozu, osim za informiranje korisnika, koristi za prepoznavanje korisnika u vozilu javnog gradskog prijevoza i praćenje njihovih voznih navika [61]. Međutim, iako tako navedeni sustav nije primarno napravljen za informiranje korisnika u vozilu, izvedbom određenih modifikacija, takav sustav se može koristiti za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu.

5.5.1 *Bluetooth Notification System for the Bus Commuter* rješenje za informiranje korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije

Bluetooth Notification System for the Bus Commuter nastaje kao rješenje za informiranje korisnika, koje se razvilo zbog veliko broja prepreka s kojima se slijepi i slabovidni korisnici susreću, a vezane su za problem kretanja vozila po prometnoj mreži, odnosno vozi li vozilo do željene destinacije korisnika.



Slika 5.5. Predložena arhitektura sustava *Bluetooth Notification System*
Izvor: [15]

Predložena arhitektura sustava (slika 5.5.) temelji se na *bluetooth* tehnologiji: *bluetooth* sustavu postavljenom na vozilo, *bluetooth* poslužitelju postavljenom na stajalištu i mobilnom terminalnom uređaju s mogućnošću *bluetooth* komunikacije i s instaliranom Java aplikacijom.

Dolaskom korisnika na stajalište, dolazi do povezivanja između mobilnog terminalnog uređaja i poslužitelja, koji se nalazi na stajalištu. Svako stajalište ima odgovarajući identifikacijski broj (*ID code*), koje se javlja korisniku. Korištenjem mobilnog terminalnog uređaja korisnik upisuje željeni broj linije. Dobivanjem broja linije, poslužitelj će pričekati vozilo s tim brojem. Prilaskom vozila s traženim brojem, dolazi do aktivacije u poslužitelju i korisnik dobiva, putem *bluetooth* tehnologije, zvučnu informaciju o dolasku vozila. Osim informiranja korisnika, poslužitelj informira vozača o korisniku, koji ima namjeru ulaska u vozilo. Također, korisnik može, putem aplikativnog rješenja, upisati ID stajališta destinacije. Dolaskom vozila na destinaciju, sustav upozorava vozača, koji obavještava korisnika o dolasku na destinaciju [15].

5.5.2 *Smart Public Transport* rješenje za informiranje korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije

Primjena *bluetooth* tehnologije za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu najuspješnije je implementirana u Bukureštu, Rumunjskoj. U srpnju 2015. godine tvrtka Onyx Beacon postavila je 500 *bluetooth beacona* na tamošnja vozila (autobuse). Ovaj pilot projekt se zove *Smart Public Transport* (poznato i po akronimu: SPT).

Predloženo rješenje temelji se na instalaciji *iBeacona* na vozila (slika 5.6.), koji, iako nisu međusobno povezani, predstavljaju mrežu koja služi navigaciji slijepih i slabovidnih korisnika, odnosno samostalnom kretanju slijepih i slabovidnih korisnika kroz prometnu mrežu javnog gradskog prijevoza grada Bukurešta. Prilikom kretanja korisnici nemaju potrebu za osobnim asistentom ili za oslanjanjem na druge putnike ili vozače.



Slika 5.6. Postavljanje prvog *iBeacona* na vozilo javnog gradskog prijevoza u Bukureštu, [62]

SPT sustav za informiranje korisnika temelji se na komunikaciji između tri modula: *iBeacona*, *cloud* platforme i određene mobilne aplikacije na pametnom mobilnom terminalnom uređaju. Sve komunikacijske procese između navedena tri modula koordinira tvrtka *Onyx Beacon*.

Prilikom polaska korisnik mora u mobilnu aplikaciju upisati broj linije koju želi koristiti. Kako bi SPT sustav funkcionirao mora biti uključen *bluetooth* (BLE) i promet podataka. *iBeacon* na vozilu kontinuirano emitira *bluetooth* signal na standardnoj frekvenciji. Prilaskom vozila na stajalište (od 50 do 60 metara do stajališta) korisnik na pametni mobilni terminalni uređaj dobiva informaciju o dolasku vozila. Kada vozilo dođe na stajalište, počinje odašiljati zvučni signal, u obliku zvona, kako bi korisnik znao u koje vozilo treba ući. Istovremeno, informacija o dolasku se šalje na *cloud*. Ulaskom korisnika u vozilo, zvono se gasi, a cijeli sustav za tog korisnika resetira [62].

6 PRIJEDLOG KONCEPTA SUSTAVA INFORMIRANJA KORISNIKA U GRADU ZAGREBU

Grad Zagreb je najveći i glavni grad Republike Hrvatske. Predstavlja kulturno, znanstveno, gospodarsko, političko, administrativno, ali i prometno, središte Republike Hrvatske [63].

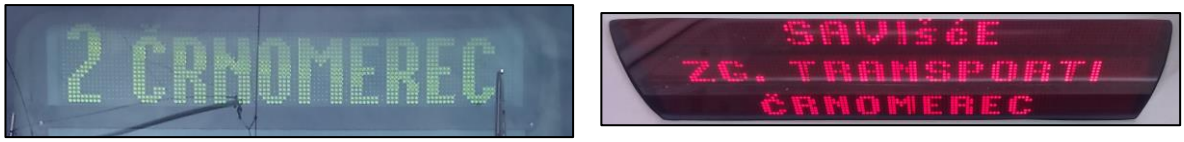
Prema popisu stanovništva, provedenom 2011. godine [64] Grad Zagreb ima 792 875 stanovnika, od kojih je 2 022 stanovnika slabovidno, a 448 stanovnika slijepo [65].

Javni gradski prijevoz putnika u Gradu Zagrebu obavljaju tvrtke Hrvatske željeznice putnički prijevoz (akronim: HŽPP) i Zagrebački električni tramvaj (akronim: ZET). Prema podacima iz ZET-a [66] ZET dnevno preveze manje od milijun putnika. Naravno, neki od tih putnika su i slijepe te slabovidne osobe. U tu svrhu potrebno je kvalitetno dizajnirati sustav za informiranje svih skupina korisnika. U nastavku diplomskog rada opisuje se trenutni sustav za informiranje svih, pa tako i slijepih te slabovidnih, korisnika.

6.1 Trenutno stanje informiranja korisnika u javnom gradskom prijevozu Grada Zagreba

Informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu Grada Zagreba vrši se pomoću sustava za nadzor i upravljanje prometom (u nastavku: ATRON[24]). Osim zadaće informiranja putnika u vozilima ima mogućnost i dinamičkog informiranja putnika o voznom redu na određenim stajalištima, pomoću zaslona na frekventnijim stajalištima (DPI uređaji). Osnovni način informiranja putnika u javnom gradskom prijevozu grada Zagreba je vizualno informiranje. Primjer vizualnog informiranja putnika prikazan je slikom 6.1. Slika 6.1.a. prikazuje vizualno informiranje pomoću zaslona na vozilu TMK 2200, a slika 6.1.b. vizualno informiranje pomoću zaslona unutar vozila TMK 2200.

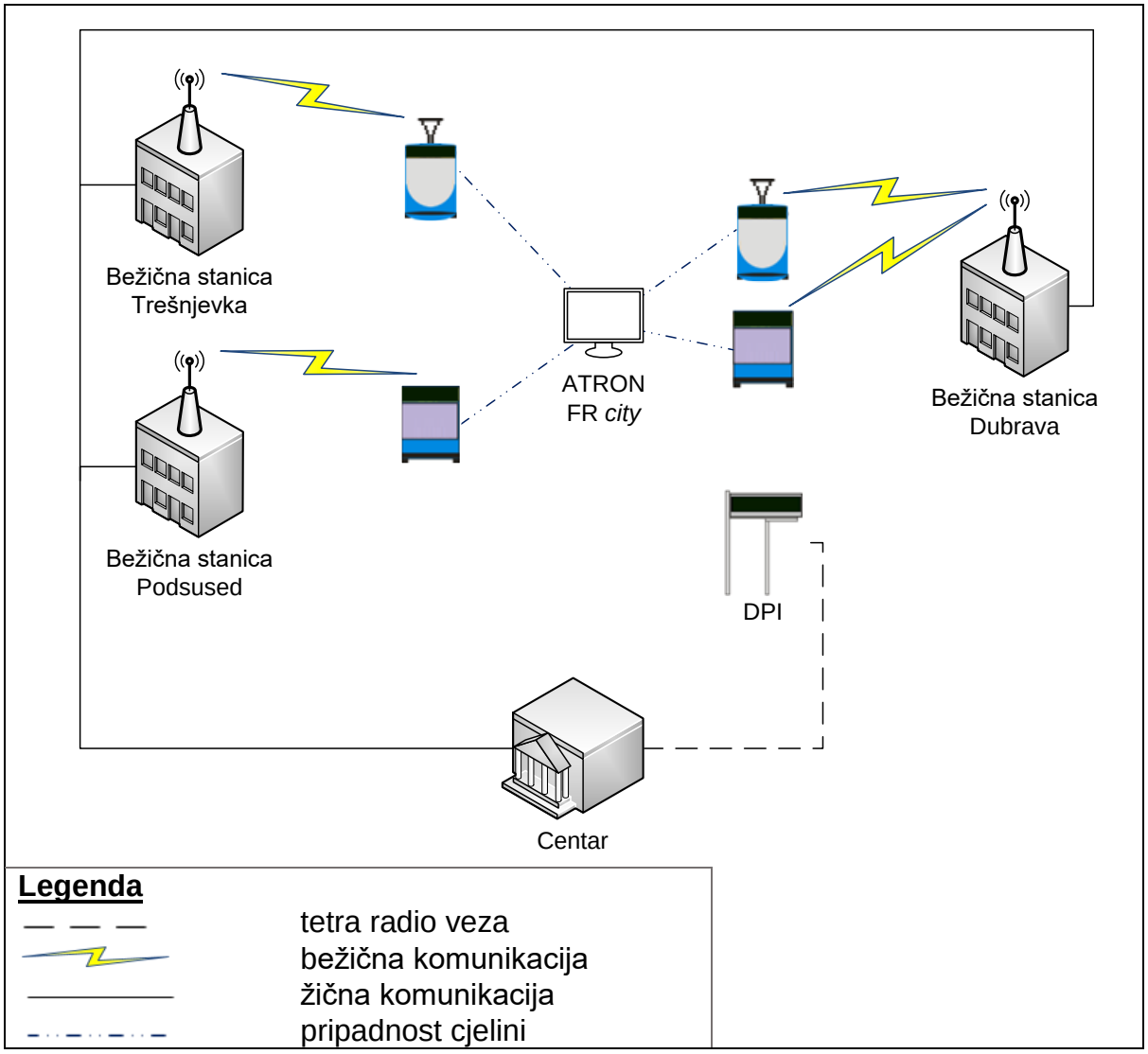
[24] ATRON je tvrtka koja je proizvela sustav za nadzor i upravljanje prometom [67].



(a) vanjski prednji zaslon **(b)** jedan od unutarnjih zaslona

Slika 6.1. Vizualno informiranje putnika kod vozila TMK 2200

Osnovna arhitektura ZET-ovog sustava za komunikaciju prikazana je slikom 6.2. Iz arhitekture je vidljivo kako su bazne stanice, koje se nalaze u spremištima vozila, međusobno i s Centrom (gdje se vrši obrada podataka) povezane žično, a s vozilima i DPI uređajima bežično, putem Wi-Fi komunikacije.



Slika 6.2. Shematski prikaz arhitekture ZET-ovog sustava za komunikaciju
izvor: [67]

Informiranje putnika u vozilima ZET-a može biti vizualno i zvučno. Vizualno informiranje predstavlja tekstualno informiranje, pomoću zaslona, a zvučno informiranje je glasovno informiranje putnika, izvedeno pomoću zvučnika ugrađenih u i na vozilo javnog gradskog prijevoza.

Informiranje putnika u vozilima aktivira se temeljem poznavanja udaljenosti između dva stajališta i udaljenosti vozila od stajališta koju prikazuje odometar. Nakon 10% prijeđenog puta između stajališta, korisnik u vozilu, dobiva glasovnu (preko zvučnika) i vizualnu (preko zaslona unutar vozila) informaciju o sljedećem stajalištu. Otvaranjem prednjih (prvih) vrata vozila, dobiva se glasovna informacija o trenutnom stajalištu [67].

Dolaskom vozila na stajalište i otvaranjem vrata, u ATRON-u dolazi do prepoznavanja situacije u kojoj se vozilo nalazi na stajalištu. Tada se na vanjskom zvučniku čuje glasovna (zvučna) informacija o broju linije vozila i smjeru kretanja.

Iz opisanih načina za informiranje putnika, prepoznaje se napor za informiranjem slijepih i slabovidnih korisnika usluga. Međutim, trenutni oblici informiranja ne zadovoljavaju potrebe navedene skupine korisnika. Često se događa kako informaciju korisnik dobije prekasno, ili ne dobije uopće, i to iz više razloga. Jedan od tih razloga je nemogućnost vozača za pojačavanjem ili smanjivanjem glasnoće razglasa unutar vozila. Nadalje, korisnici koji čekaju na stajalištu zbog buke ne mogu dobiti kvalitetnu informaciju o vozilu koje je došlo na stajalište. Jedan od najvećih problema je informiranje korisnika na dvojnim ili dvostrukim stajalištima[25]. Tamo se vozila mogu zaustaviti tridesetak metara dalje od oznake stajališta (gdje često slijepa i slabovidna osoba čeka) i mogu proći pored slijepog ili slabovidnog korisnika bez zaustavljanja, što često za korisnika znači dodatna, nepotrebna, čekanja. Također, prema Pravilniku o prometnoj službi na tramvajima (članak 100. stavak 2.), vozačima je zabranjeno zaustaviti se na stražnjem stajalištu, a zatim ponovno na prednjem stajalištu [68]. Zato se u nastavku diplomskog rada predlaže sustav za informiranje slijepih i slabovidnih

[25] Dvojna stajališta za vozila ZET-a predstavljaju stajališta gdje se istovremeno mogu zaustaviti dva vozila i obavljati izmjenu putnika. U tramvajskom prijevozu Grada Zagreba, dvojna stajališta su: Studentski centar (prema jugu), Držićeva (prema sjeveru), Autobusni kolodvor (prema sjeveru i jugu), Glavni kolodvor (prema istoku i prema zapadu/sjeveru) i Trg bana Josipa Jelačića (prema istoku i zapadu).

korisnika, a koji se temelji na postojećem sustavu informiranja, a rješava navedene probleme korisnika.

6.2 Arhitektura predloženog sustava

Arhitektura predloženog sustava za informiranje slijepih i slabovidnih korisnika prikazana je slikom 6.3. Kao što je vidljivo sa slike 6.3. arhitektura predloženog sustava sastoji se od tri logički povezane cjeline, koje će se nazvati segmenti, a to su: korisnički segment, segment vozila i segment stajališta. Osim navedenih segmenata, u arhitekturi se nalazi i *cloud* (CCfB[26]), koji služi obradi i pravovremenom slanju relevantnih informacija.

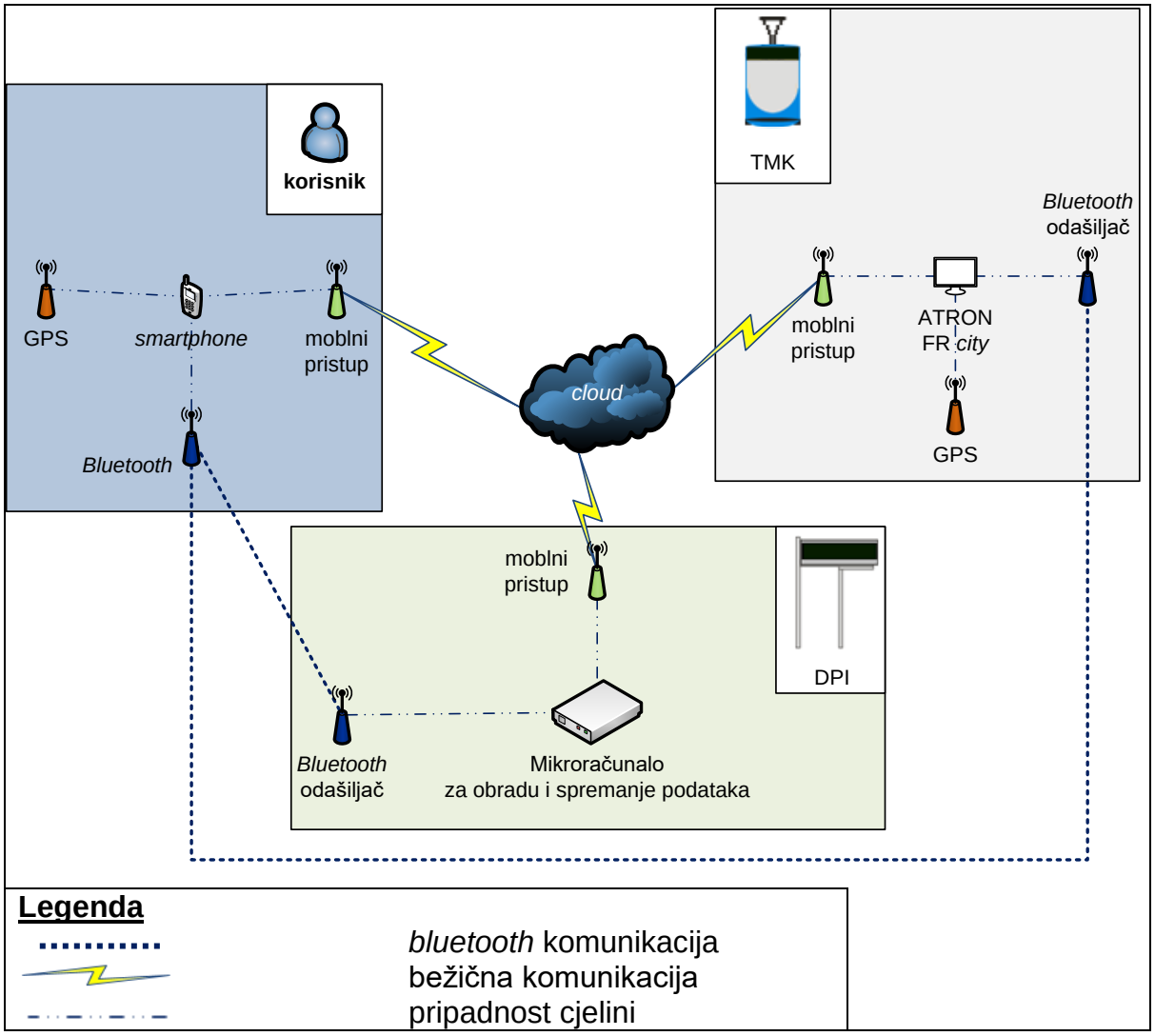
Korisnički segment vezan je uz primjenu pametnog mobilnog terminalnog uređaja. Za pravilan rad predloženog sustava korisnik na pametnom mobilnom terminalnom uređaju mora imati uključen mobilni pristup[27], zbog povezivanja na *cloud*. Također, mora biti uključen *bluetooth* zbog komunikacije sa zaslona na stajalištima i s vozilima te GPS zbog slanja koordinata lokacije korisnika.

Segment vozila sastoji se od sličnih modula, koji imaju iste zadaće kao i moduli u korisničkom segmentu. Razlika je što se segment vozila upravlja pomoću putnog računala (ATRON FR *City*), a ne pomoću pametnog mobilnog terminalnog uređaja i što se u ovom segmentu, koristi *bluetooth beacon*, a ne klasični *bluetooth* uređaj.

Segment stajališta sastoji se od mobilnog pristupa, *bluetooth* odašiljača i mikroračunala. Mobilni pristup služi za povezivanje s *cloudom*. *bluetooth* odašiljač za slanje informacija korisniku. Središnju upravljačku jedinicu u ovom segmentu predstavlja mikroračunalo, koje služi za obradu podataka, ali i u čijoj memoriji se nalaze GPS koordinate stajališta.

[26] CCfB (engl. *Cloud Computing for the Blind*) je arhitektura računalstva u oblaku koja služi omogućavanju objedinjavanja svih informacija u jedan zajednički dijeljeni sustav, s ciljem pružanja pravovremene i točne informacije prema krajnjem korisniku [10].

[27] Pod pojmom mobilni pristup u radu misli se na neku vrstu podatkovnog prometa (npr. HSDPA ili LTE) ili na Wi-Fi.

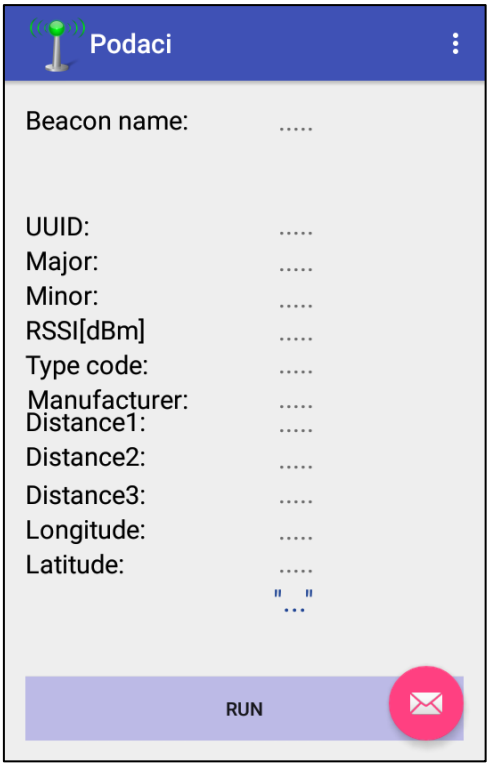


Slika 6.3. Arhitektura predloženog sustava za informiranje ciljane skupine korisnika

Osim navedena tri segmenta, sa slike 6.3. vidljivo je kako se u arhitekturi sustava nalazi *cloud*. Zadaća *clouda* je zaprimanje podataka, obrada, spremanje i slanje podataka te nadzor rada cijelog sustava.

6.3 Aplikativno rješenje predloženog sustava

Kako najviše ispitanika koristi pametne mobilne uređaje, koje pogoni *Android* operativni sustav (grafikoni 4.5. i 4.12.), aplikativno rješenje je napravljeno za *Android* pametne mobilne terminalne uređaje. Aplikativno rješenje izrađeno je u *Android Studio* programskom sučelju za programiranje, a pisano je *Java* programskim jezikom. Početno sučelje aplikativnog rješenja prikazano je na slici 6.4.



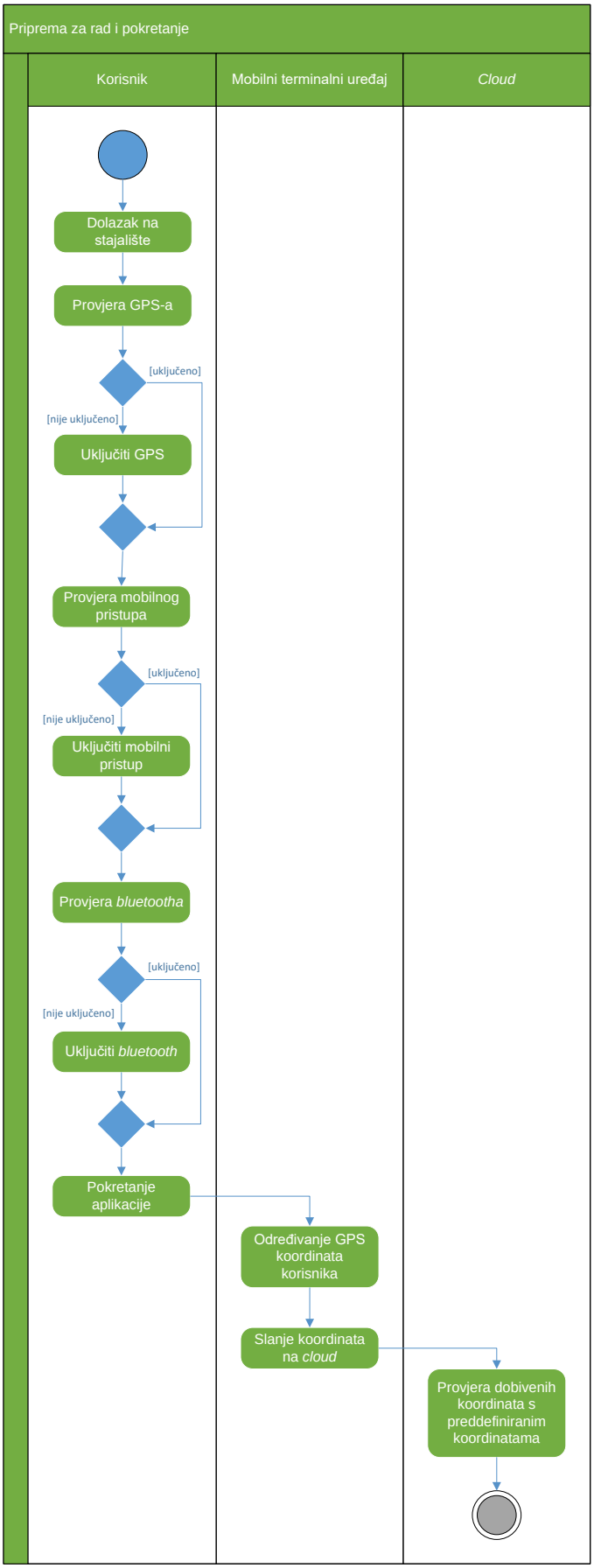
Slika 6.4. Sučelje aplikativnog rješenja predloženog sustava za informiranje

Kao što je prikazano na slici 6.4. paljenjem aplikativnog rješenja otvara se sučelje, na kojem nema podataka. Za pokretanje aplikativnog rješenja, odnosno dobivanje informacija, korisnici trebaju pritisnuti tipku *„RUN*“. Prikaz sučelja, kada aplikativno rješenje radi, može se vidjeti u poglavlju 6.6 Testiranje sustava u prometnom okruženju.

6.4 Način rada predloženog sustava

Način rada svakog sustava moguće je prikazati UML dijagramima[28]. Konkretno, za opis predloženog sustava koristit će se UML dijagram aktivnosti.

[28] UML dijagrami (engl. *Unified Modeling Language*) su pomagalo, odnosno alat za vizualizaciju, opis, izgradnju i dokumentiranje podrške kod analize i izrade sustava [69]. Najčešće se koriste za: prepoznavanje elemenata područja problema (dijagram klasa i dijagram objekata), prikupljanje zahtjeva na sustav (dijagram slučaja uporabe) i opis zajedničkog rada elemenata (dijagram međudjelovanja i dijagram suradnje) [70]. Osim navedenih dijagrama, postoje i: dijagram aktivnosti, dijagram stanja i dijagram komponenti i rasporeda.

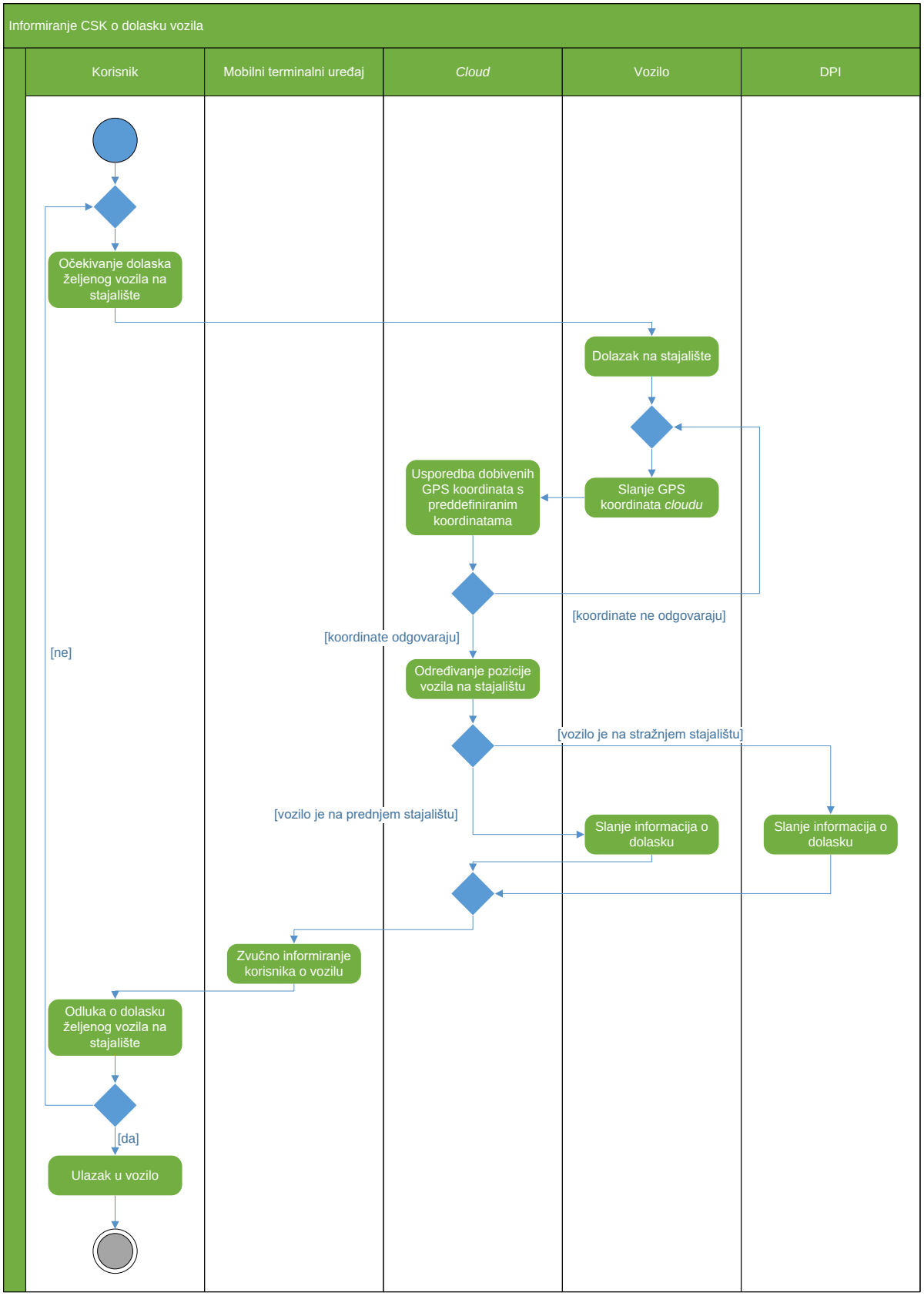


Slika 6.5 UML dijagram aktivnosti – priprema za rad i pokretanje

Dolaskom na stajalište, očekuje se kako korisnik želi koristiti sustav koji služi informiranju u javnom gradskom prijevozu. Za pravilno korištenje sustava potrebno je pravilno pripremiti sustav za rad, i to od strane korisnika. Pravilno postavljanje sustava u rad prikazano je slikom 6.5.

Korisnik najprije mora provjeriti jesu li na mobilnom terminalnom uređaju uključene mogućnosti: lociranja, podatkovnog prometa i *bluetootha*. Ako te mogućnosti nisu uključene, potrebno ih je uključiti. Pokretanjem aplikacije, mobilni terminalni uređaj određuje GPS koordinate korisnika i šalje ih u *cloud*, gdje se dobivene koordinate korisnika uspoređuju s preddefiniranim koordinatama. Tako sustav prepoznaje korisnika na stajalištu.

Dolaskom korisnika na stajalište, počinje proces informiranja o dolasku vozila (broj linije i smjer kretanja). Proces informiranja korisnika o dolasku vozila prikazan je slikom 6.6.



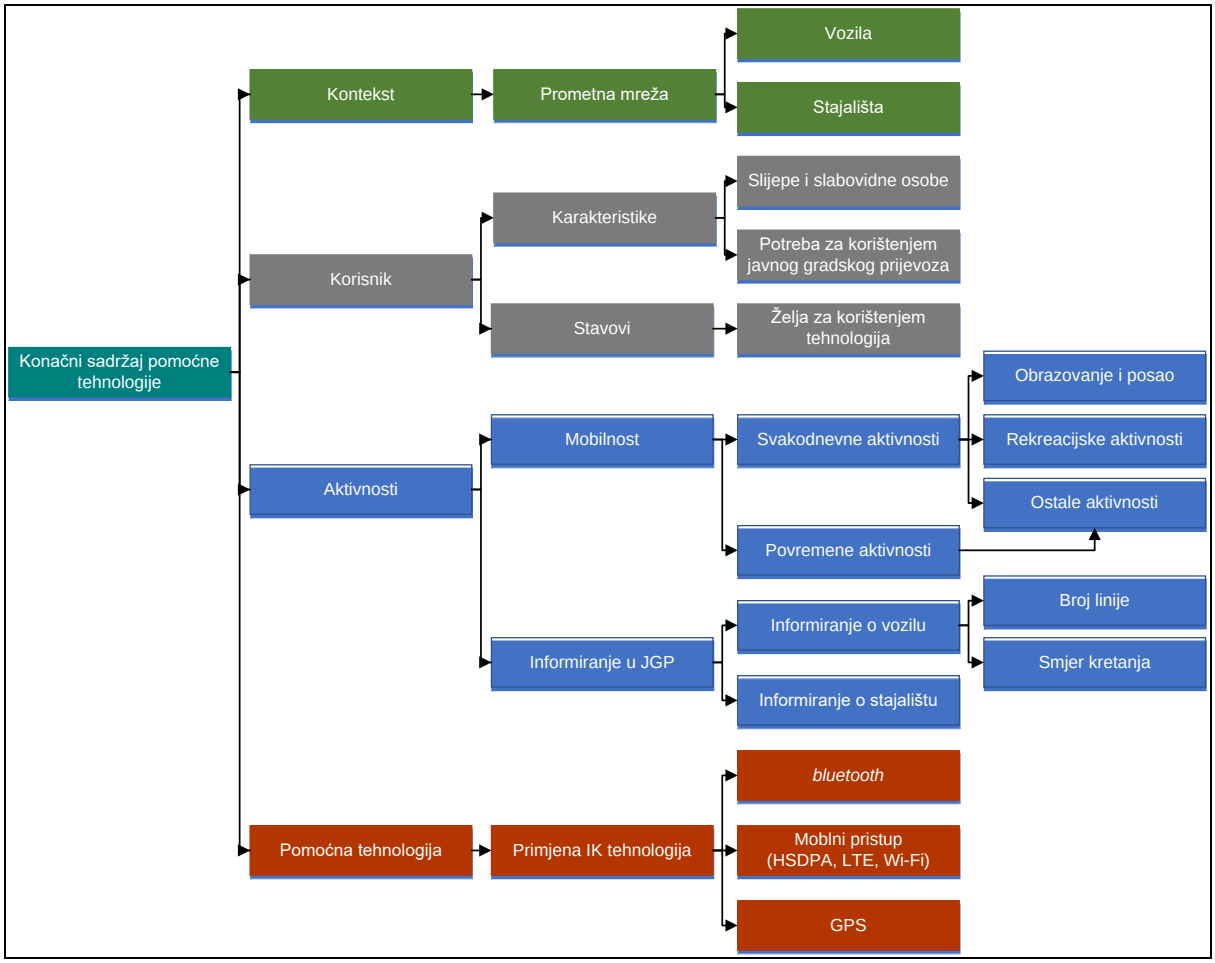
Slika 6.6. UML dijagram aktivnosti – informiranje korisnika o dolasku vozila

Dolaskom na stajalište, vozilo, putem mobilnog pristupa, šalje trenutne GPS koordinate *cloudu* na usporedbu. Ako koordinate odgovaraju, ako su točne ili približne, *cloud* određuje poziciju vozila na stajalištu, odnosno nalazi li se vozilo na prednjem ili stražnjem stajalištu. Ako se vozilo nalazi na prednjem stajalištu, informaciju o dolasku vozila mobilnom terminalnom uređaju, putem *bluetooth* komunikacije šalje vozilu, a ako se vozilo nalazi na stražnjem stajalištu, informaciju o dolasku vozila, putem *bluetooth* komunikacije, šalje DPI. Nakon dobivanja informacije, mobilni terminalni uređaj pretvara dobivenu informaciju u odgovarajući zapis i zvučno informira korisnika o broju linije i smjeru kretanja vozila, koje je došlo na stajalište.

Ako korisniku odgovara vozilo koje je došlo na stajalište, ući će u vozilo. Međutim, ako korisniku ne odgovara vozilo, cijeli proces informiranja će se provesti ispočetka.

6.5 Opis sustava modelom usluga pomoćnih tehnologija

Predloženi sustav informiranja korisnika u javnom gradskom prijevozu prikazat će se CAT modelom pomoćnih tehnologija. Modificirana verzija modela usluga pomoćnih tehnologija predloženog sustava prikazana je slikom 6.7.



Slika 6.7. Modificirana verzija modela usluga pomoćnih tehnologija predloženog sustava

Predloženi model pomoćne tehnologije sastoji se od četiri velike cjeline: konteksta (zelena boja), korisnika (siva boja), aktivnosti (plava boja) i pomoćne tehnologije (smeđa boja).

Kontekst predstavlja okruženje korisnika. Za navedenu predloženu arhitekturu kontekst je prometna mreža, točnije: stajalište i vozilo javnog gradskog prijevoza.

Korisnik u modelu ima svoje karakteristike i stavove. Korisnik je slijepa i slabovidna osoba koja ima potrebu za korištenjem javnog gradskog prijevoza. Također, korisnik bi trebao imati želju za korištenjem tehnologija.

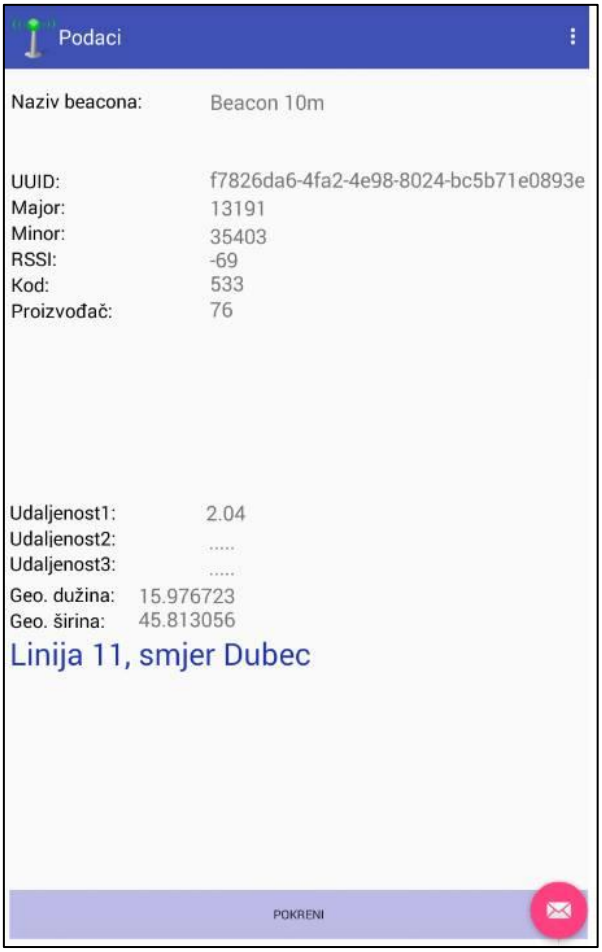
Aktivnosti u modelu su aktivnosti vezane za mobilnost i informiranje u javnom gradskom prijevozu putnika. Mobilnost korisnika vezana je uz svakodnevne i povremene aktivnosti. Svakodnevne aktivnosti korisnika mogu biti vezane za:

obrazovanje ili posao i rekreacijske aktivnosti te ostale aktivnosti. Primjer povremenih aktivnosti su turističke aktivnosti.

Pomoćnu tehnologiju predloženog sustava predstavljaju informacijsko-komunikacijske tehnologije. Ove tehnologije služe za cjelokupni rad predloženog sustava, a to su: *bluetooth*, tehnologija mobilnog pristupa i GPS tehnologija.

6.6 Testiranje predloženog sustava u prometnom okruženju

Predloženi sustav za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu, testiran je na ulicama Grada Zagreba. Za testiranje određena su tri stajališta: Draškovićeva (zapad), Trg bana Josipa Jelačića (sjever) i Frankopanska (prema jugu). Sučelje aplikativnog rješenja prilikom testiranja, prikazano je na slici 6.8.



Slika 6.8. Sučelje aplikativnog rješenja predloženog sustava za informiranje – očitanje dolaska vozila

Za testiranje korištena su dva *bluetooth beacona*. Jedan *beacon* je predstavljao DPI, a drugi vozilo u prometu, u ovom slučaju tramvajska motorna kola linije 11. Za potrebe testiranja, korisnik se nalazio kod DPI-a[29]. Na svakom stajalištu testiranje je izvedeno dva puta (ujutro i poslijepodne), osim za testiranje kod DPI-a, koje je napravljeno samo dva puta na stajalištu Trg bana Josipa Jelačića, odnosno to testiranje nije rađeno na svakom stajalištu.

U svakom testiranju došlo je od kvalitetnog informiranja korisnika, što dokazuje kako je predloženi sustav za informiranje funkcionirao zadovoljavajuće, zato što su korisnici tako dobili točnu i pravovremenu informaciju o dolasku vozila, na njima pogodan način.

6.7 Opis predloženog sustava kao informacijsko-komunikacijske usluge

U nastavku diplomskog rada predloženi sustav će se prikazati kao informacijsko-komunikacijska usluga. Međutim, sustav se neće promatrati kao usluga čija je osnovna zadaća stvaranje profita, već kao usluga čija je osnovna zadaća ispunjavanje osnovnih korisničkih zahtjeva, navedenih u poglavlju 4.4.

6.7.1 SWOT analiza

SWOT analiza je metoda, koja uz analizu troškova i koristi i višekriterijsku analizu, služi za vrednovanje i izbor investicijskog projekta. SWOT analiza ime je dobila po akronimu početnih slova kriterija koje proučava, a to su: snage (engl. *strengths*), slabosti (engl. *weaknesses*), prilike (engl. *opportunities*) i prijetnje (engl. *threats*) [23]. SWOT analiza za navedenu uslugu prikazana je tablicom 6.1.

Tablica 6.1. SWOT analiza predloženog sustava

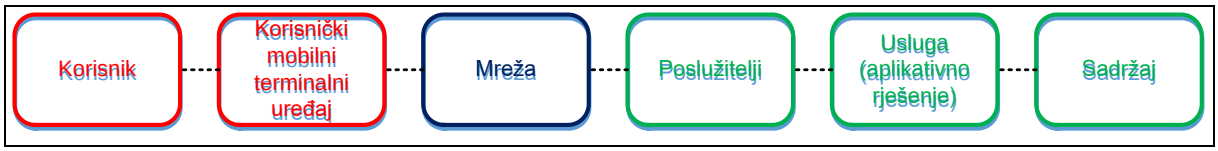
Snage	**Slabosti**
Nadogradivost usluge Mogućnost korištenja usluge za različite korisnike	Nemogućnost globalnog korištenja
Prilike	**Prijetnje**
Rad sa stručnjacima iz različitih područja	Razvoj tehnologije Strah novih tehnologija

[29] Pozicija kod DPI-a (ili kod oznake stajališta vozila javnoga gradskog prijevoza) je pozicija kod koje najčešće osobe oštećenog vida i čekaju vozila javnog gradskog prijevoza.

Snage i slabosti su unutarnje komponente SWOT analize, a prilike i prijetnje vanjske komponente. Nadogradnja usluge je jednostavna, zato što davatelj usluge sam određuje funkcionalnosti. Snaga usluge je što ju mogu koristiti različiti korisnici, odnosno uslugu mogu koristiti i turisti, a ne samo korisnici koji svakodnevno koriste usluge javnog gradskog prijevoza. Nemogućnost globalnog korištenja je slabost zato što je sustav predviđen za rad uz ATRON FR *City* putno računalo, koje se ne koristi za nadzor gradskog prometa u većini gradova. Prilika je rad sa stručnjacima iz različitih područja, odnosno produbljivanje znanja pojedinaca u područjima u kojima nisu stručni. Prijetnje predstavlja razvoj tehnologije (trenutna se zasniva na *bluetoothu*, ne može se znati hoće li se izvesti bolja tehnologija za opisane načine prijenosa podataka). Također, prijetnja je korisnički strah od novih tehnologija. Neki korisnici koriste nove tehnologije samo u oblicima koje su im primarne (najčešće pozivi i poruke), a zato što ne mogu koristiti stare tehnologije, dok neki korisnici odbijaju bilo kakvo korištenje tehnologija.

6.7.2 Vrijednosni lanac sustava

Predloženi poslovni model za navedeni sustav ne može se opisati niti jednim od opisanih modela u [71]. Najbliži od opisanih modela u literaturi je poslovni model s davateljem kanala. Shematski prikaz predloženog poslovnog modela prikazan je slikom 6.9.



Slika 6.9. Shematski prikaz poslovnog modela predloženog sustava
izvor: [71]

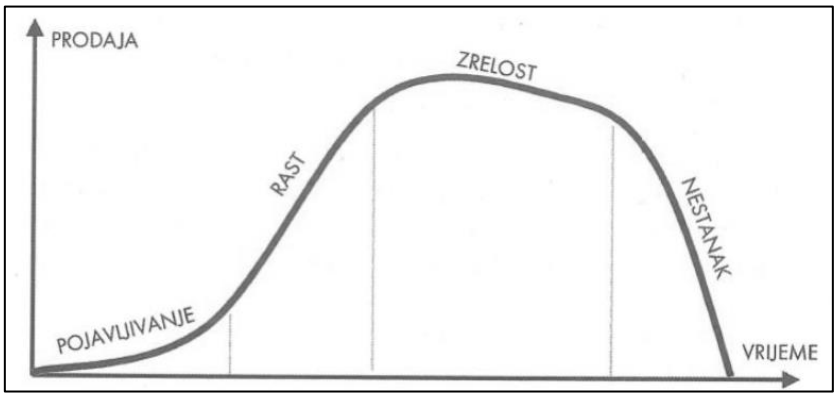
Kao što je vidljivo sa slike 6.9. poslovni model čine tri dionika. Prvi dionik je korisnik (prikazan crvenom bojom). Korisnika u poslovnom modelu predstavlja slijepa i slabovidna osoba koja koristi pametni mobilni terminalni uređaj.

Dionika vezanog za mrežu (prikazan plavom bojom) predstavlja operator pokretne mreže preko kojeg korisnik ima mogućnost mobilnog pristupa.

Zadnji dionik je davatelj usluge prijevoza u javnom gradskom prijevozu (prikazan zelenom bojom), a za navedeni sustav to je ZET.

6.7.3 Životni ciklus

Životni ciklus sustava predstavlja vremenski period od trenutka nastanka ideje do povlačenja sustava iz rada. Sastoji se od sljedećih faza (slika 6.10.): pojavljivanja, rasta, zrelosti i nestanka.



Slika 6.10. Shematski prikaz životnog ciklusa usluge, [72]

U fazi pojavljivanja dolazi do nastanka ideje (stvaranja koncepta, izrade studije izvodljivosti, potpisivanje ugovora između davatelja usluge i mrežnog operatora), izrade (projektiranje aplikativnog rješenja i priprema za korištenje) i implementiranja rješenja, odnosno aktivacije rješenja. Nakon uspješne implementacije i aktivacije dolazi do rada aplikativnog rješenja. Rad se provlači kroz faze rasta i zrelosti. Na kraju se sustav povlači iz upotrebe [72].

7 ZAKLJUČAK

Izvodeći svakodnevne aktivnosti osobe s oštećenjem vida nailaze na različite prepreke. Jedna od tih prepreka predstavlja informiranje u javnom gradskom prijevozu i to informiranje o vozilu koje dolazi na stajalište. U Gradu Zagrebu, vozila javnog gradskog prijevoza u određenom vremenskom razdoblju, tijekom dana, zvučnim putem informiraju osobe oštećenog vida o broju linije i smjeru kretanja vozila koje je došlo na stajalište. Problem s ovakvom vrstom informiranja je taj što informiranje nije stalno i što korisnici s oštećenjem vida povremeno informaciju ne dobiju pravovremeno. Zato se u ovom diplomskom radu predlaže sustav za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu.

Predloženi sustav temelji se na *bluetooth* informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji i na mobilnom aplikativnom rješenju, izvedenom za Android operativni sustav. *Bluetooth* se koristi za komunikaciju između korisnika, odnosno njegovog terminalnog uređaja, i vozila ili stajališta, ovisno radili se o jednostrukom ili dvostrukom stajalištu.

Dolaskom vozila na stajalište, *bluetooth* odašiljač odašilje signal u prostor. Korisnički mobilni terminalni uređaj dobiveni signal pretvara u odgovarajući zapis i zvučnim putem informira korisnika o broju linije i smjeru kretanja vozila.

Predloženi sustav razvijen je kao poboljšanje postojećeg sustava informiranja korisnika s oštećenjem vida. Dodavanjem određenih elemenata predloženog sustava, postojeći sustav se poboljšava. Primjerice, korisnik informaciju dobiva trenutkom dolaska vozila na stajalište, odnosno dobivena informacija je pravovremena. Time se dolazi do povećanja mobilnosti korisnika, što za posljedicu ima podizanje stupnja kvalitete života.

Opisani sustav, u ovom diplomskom radu, razlikuje se od svih trenutno postojećih sustava za informiranje. Značajne i najčešće razlike vezane su uz korisnički modul i korištenu tehnologiju. U nekim postojećim rješenjima očekuje se da korisnik uz mobilni terminalni uređaj, koristi dodatan modul za informiranje, koji je najčešće neadekvatni za korisnika, odnosno takav modul je nespretan za nošenje. Druga razlika je korištena tehnologija. Dosadašnja rješenja za informiranje baziraju se na različitim tehnologijama, kao što su: radioveza, Wi-Fi i GPS. Također, neka rješenja bazirana su na korištenju samo jedne tehnologije.

Najbliže rješenje predloženom rješenju u ovom radu je SPT sustav u Bukureštu. Razlika između opisanog sustava i SPT sustava je sljedeća: SPT sustav se bazira na autobusni promet, a opisani sustav na tramvajski promet, SPT sustav razvijen je za izravnu komunikaciju između vozila i korisnika, a kod predloženog sustava predviđena je komunikacija korisnik-vozilo i vozilo-DPI-korisnik. Također, kod predloženog sustava predviđena je obrada podataka na cloudu, što nije slučaj kod SPT sustava.

POPIS LITERATURE

[1] D. B. Guralnik, Ur., *Coles Concise English Dictionary*, Toronto: Coles Publishing, 1979.

[2] J. L. McKechnie, *Webster's new twentieth century dictionary of the English language*, New York: Simon and Schuster, 1983.

[3] A. M. Cook i J. M. Polgar, *Cook & Hussey's Assistive Technologies: Principles and Practice*, St. Louis: Mosby Elsevier, 2008.

[4] M. Konecki, *Sustav pomoći osobama oštećena vida za potrebe programiranja grafičkih sučelja*, Varaždin: Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu, 2013.

[5] M. Periša, *Modeli sustava pomoćnih tehnologija*, Studeni 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sustavi_pomocnih_tehnologija_u_prometu/Materijali/04_-_Modeli_sustava_pomocnih_tehnologija.pdf. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[6] M. Periša, *Osobe smanjene i otežane pokretljivosti*, Studeni 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sustavi_pomocnih_tehnologija_u_prometu/Materijali/03_-_Osobe_smanjene_i_otezane_pokretljivosti.pdf. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[7] *Zakon o hrvatskom registru o osobama s invaliditetom*, NN br. 64/01.

[8] *Anatomija oka, dijelovi oka*, optometrija.net, Listopad 2010. [Mrežno]. Poveznica: http://www.optometrija.net/anatomija-oka/anatomija-oka/. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[9] Z. Krznarić, I. Horak i N. Jovičić, *Slijedi me - informativni vodič za osobe s invaliditetom,* Inkubator znanja i R.E. centar, 2008. [Mrežno]. Poveznica: www.rijeka.hr/fgs.axd?id=76260. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[10] M. Periša, *Informacijsko komunikacijska rješenja u povećanju kvalitete života osoba s invaliditetom*, Siječanj 2016. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sustavi_pomocnih_tehnologija_u_prometu/Materijali/07_-_IK_rjesenja_u_funkciji_povecanja_stupnja_QoL.pdf. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[11] M. Periša, *Dinamičko vođenje i usmjeravanje slijepih i slabovidnih osoba u prometu*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2013.

[12] *Lokomotorni sustav*, Hrvatska enciklopedija, [Mrežno]. Poveznica: http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=37038. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[13] M. Periša, *Prometno okruženje OSI*, Listopad 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sustavi_pomocnih_tehnologija_u_prometu/Materijali/02_-_Prometno_okruzenje_OSI.pdf. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[14] Ujedinjeni narodi, *Konvencija o pravima djeteta*, [Mrežno]. Poveznica: http://www.unicef.hr/wp-content/uploads/2016/01/Konvencija_20o_20pravima_20djeteta_full.pdf. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[15] M. A. Hersh i M. A. Johnson, Ur., *Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People*, London: Springer, 2008.

[16] A. M. Cook i S. Hussey, *Assistive technologies: principles and practice*, St. Louis: Mosby, 2002.

[17] *Centar za istraživanje kvalitete življenja*, [Mrežno]. Poveznica: http://www.pilar.hr/o-institutu/funkcionalni-centri/centar-za-istraivanje-kvalitete-ivljenja. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[18] L. Slavuj, *Objektivni i subjektivni pokazatelji u istraživanju koncepta kvalitete života*, Geoadria, svez. 17, br. 1, pp. 73-92, 2012.

[19] G. Vuletić, Ur., *Kvaliteta života i zdravlje*, Osijek: Hrvatska zaklada za znanost, 2011.

[20] M. Ferreira, L. P. Reis, B. M. Faria, J. Goncalves i A. Rocha, *Data Mining and decision support systems for clinical application and quality of life*, u 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Aveiro, 2015.

[21] E. Steinfeld i R. O. Smith, *Universal Design for Quality of Life Technologies*, Proceedings of the IEEE, svez. 100, br. 8, pp. 2539-2554, 2012.

[22] *Univerzalni dizajn*, CARNet, [Mrežno]. Poveznica: https://loomen.carnet.hr/mod/book/view.php?id=115997&chapterid=26575. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[23] M. Bukljaš Skočibušić, Ž. Radačić i M. Jurčević, *Upravljanje troškovima u prometnom sustavu*, u Ekonomika prometa, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2011, pp. 165-192.

[24] N. Kawarazaki, T. Yoshidome i T. Tanaka, *Human Interface Technologies in Consideration of Universal Design*, u ICROS-SICE International Joint Conference 2009, Fukoka, 2009.

[25] M. Periša, *Bežične tehnologije u funkciji informiranja korisnika*, Siječanj 2016. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sustavi_pomocnih_tehnologija_u_prometu/Materijali/08_-_Bezicne_tehnologije_u_funkciji_informiranja_korisnika.pdf. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[26] *Automatic Identification and Data Capture (AIDC) Technology*, EngineersGarage, [Mrežno]. Poveznica: http://www.engineersgarage.com/articles/automatic-identification-and-data-capture-technology-aidc. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[27] *Automatic Identification and Data Collection*, MHI, [Mrežno]. Poveznica: http://www.mhi.org/fundamentals/automatic-identification. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[28] M. Rouse, *Automatic Identification and Data Capture (AIDC)*, SearchManufacturingERP, Listopad 2010. [Mrežno]. Poveznica: http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/Automatic-Identification-and-Data-Capture-AIDC. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[29] M. Rouse, *2D barcode (two-dimensional barcode)*, SearchManufacturingERP, Studeni 2010. [Mrežno]. Poveznica: http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/2D-barcode. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[30] *About Near Field Communication*, Nearfieldcommunication.org, [Mrežno]. Poveznica: http://www.nearfieldcommunication.org/about-nfc.html. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[31] *How NFC Works*, Nearfieldcommunication.org, [Mrežno]. Poveznica: http://www.nearfieldcommunication.org/how-it-works.html. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[32] *Inside NFC: how near field communication works*, apc, Kolovoz 2011. [Mrežno]. Poveznica: http://apcmag.com/inside-nfc-how-near-field-communication-works.htm/. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[33] *Near Field Communication Technology Standards*, Nearfieldcommunication.org, [Mrežno]. Poveznica: http://www.nearfieldcommunication.org/technology.html. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[34] *Ways to Use Near Field Communication*, Nearfieldcommunication.org, [Mrežno]. Poveznica: http://www.nearfieldcommunication.org/using-nfc.html. [Pristupljeno: Svibanj 2016].

[35] K. Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*, West Sussex: John Wiley & Sons, 2010.

[36] V. Bituh, *RFID osnove-I*, u 1st RFID Conference, Zagreb, 2014.

[37] M. Vuković, *RFID osnove-II*, u 1st RFID Conference, Zagreb, 2014.

[38] *Bluetooth*, Bluetooth, [Mrežno]. Poveznica: https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[39] B. Jeren i P. Pale, *Bluetooth*, [Mrežno]. Poveznica: http://spvp.zesoi.fer.hr/predavanja%202008/BT-skripta.pdf. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[40] *Basic rate/enhanced data rate*, Bluetooth, [Mrežno]. Poveznica: https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth-technology-basics/br-edr. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[41] *Low energy*, Bluetooth, [Mrežno]. Poveznica: https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth-technology-basics/low-energy. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[42] *What are becaons?*, [Mrežno]. Poveznica: http://bluetoothbeacons.com/. [Pristupljeno: Kolovoz 2016].

[43] *Webopedia*, [Mrežno]. Poveznica: http://www.webopedia.com/TERM/8/802_11.html. [Pristupljeno: srpanj 2016].

[44] *Webopedia*, [Mrežno]. Poveznica: http://www.webopedia.com/TERM/W/Wi_Fi.html. [Pristupljeno: srpanj 2016].

[45] *What is WiFi and How Does it Work?*, [Mrežno]. Poveznica: http://ccm.net/faq/298-what-is-wifi-and-how-does-it-work. [Pristupljeno: srpanj 2016].

[46] M. Periša, *IK rješenja u funkciji povećanja stupnja QoL*, Siječanj 2016. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sustavi_pomocnih_tehnologija_u_prometu/Materijali/07_-_IK_rjesenja_u_funkciji_povecanja_stupnja_QoL.pdf. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[47] K. Karacs, A. Lazar, R. Wagner, B. Balint, T. Roska i M. Szuhaj, *Bionic Eyeglass: The First Prototype - A Personal Navigation Device For Visually Impaired - A Review*, u First International Symposium on Applied Sciences on Biomedical and Communication Technologies, Aalborg, 2008.

[48] D. Harris i G. Whitney, »Visually impaired people and public transport information,« u IEE Colloquium on Public Transport Information and Management Systems, London, 1993.

[49] M. A. Taie, K. M. NasrEldin i M. ElHelw, *ITS navigation and live timetables for the blind based on RFID robotic localization algorithms and ZigBee broadcasting*, u IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), Shenzhen, 2013.

[50] *Sans serif*, 15th ur., svez. 10, Chicago: Encyclopaedia Britannica Inc., 1992, p. 421.

[51] M. Strickfaden i P. Devlieger, *The Brussels Metro: Accessibility Through Collaboration*, Journal of Visual Impairment & Blindness, svez. 105, br. 10, pp. 638-647, 2011.

[52] P. Korbel, P. Skulimowski, P. Wasilewski i P. Wawrzyniak, *Mobile Applications Aiding the Visually Impaired in Travelling with Public Transport*, u Federated Conference on Computer Science and Information Systems, Krakow, 2013.

[53] J. Sanchez, M. Espinoza, M. de Borba Campos i L. B. Merabet, *Accessibility for People Who are Blind in Public Transportation Systems*, u UbiComp'13, Zurich, 2013.

[54] M. Campbell, C. Bennett, C. Bonnar i A. Borning, *Where's My Bus Stop? Supporting Independence of Blind Transit Riders with StopInfo*, u ASSETS '14, New York, 2014.

[55] P. Korbel, P. Skulimowski i P. Wasilewski, *A radio network for guidance and public transport assistance of the visually impaired*, u 6th International Conference on Human System Interactions (HSI), Sopot, 2013.

[56] E. Santos, *Design of an interactive system for city bus transport and visually impaired people using wireless communication, smartphone and embedded system*, u SBMO/IEEE MTT-S International Microwave and Optoelectronics Conference (IMOC), Porto de Galinhas, 2015.

[57] S. Ledinek, *Racunalo*, Lipanj 2013. [Mrežno]. Poveznica: http://www.racunalo.com/talkback-mod-sto-je-to-i-kako-reagirati-aktivirate-li-ga-slucajno-ucimo-zajedno/. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[58] H.-L. Wang, Y.-P. Chen, C.-L. Rau i C.-H. Yu, *An Interactive Wireless Communication System for Visually Impaired People Using City Bus Transport*, International Journal of Environmental Research and Public Health, br. 11, pp. 4560-4571, 2014.

[59] O. Venard, G. Baudoin i G. Uzan, *Field experimentation of the RAMPE interactive auditive information system for the mobility of blind people in public transport: Final evaluation*, u 9th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications, Lille, 2009.

[60] M. Markiewicz i M. Skomorowski, *Public Transport Information System for Visually Impaired and Blind People*, u Transport Systems Telematics, Katowice, Springer, 2010, pp. 271-277.

[61] V. Kostakos, *Using Bluetooth to capture passenger trips on public transport buses*, 2008, pp. 1-14.

[62] D. Supeala, *World premiere: large scale iBeacons network guides visually impaired people to use the public transportation service*, Onyx Beacon, Srpanj 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://www.onyxbeacon.com/world-premiere-large-scale-ibeacons-network-guides-visually-impaired-people-to-use-the-public-transportation-service/. [Pristupljeno: Lipanj 2016].

[63] *O Zagrebu*, Službene stranice Grada Zagreba, [Mrežno]. Poveznica: http://www.zagreb.hr/default.aspx?id=1081. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[64] I. Buršić, I. Lasan, G. Stolnik, V. Miler, K. Miloš i J. Škrebenc, *Popis 2011*., Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb, 2011.

[65] Ž. Šalković, *Broj slijepih osoba u Hrvatskoj*, Hrvatski savez slijepih, 2011. [Mrežno]. Poveznica: http://www.savez-slijepih.hr/hr/kategorija/broj-slijepih-osoba-u-hrvatskoj-927/. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[66] Zagrebački električni tramvaj, *O nama*, Zagrebački električni tramvaj, [Mrežno]. Poveznica: http://www.zet.hr/default.aspx?id=9. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[67] D. Kočet i D. Butković, *Sustav za nadzor i upravljanje prometom*, Zagrebački holding - Podružnica Zagrebački električni tramvaj, Zagreb, 2008.

[68] Zagrebački holding - Podružnica ZET, *Pravilnik o prometnoj službi na tramvajima*, Zagrebački električni tramvaj, Zagreb, 2007.

[69] H. Gold, *Analiza i modeliranje prometnih sustava*, Travanj 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/A/Analiza_i_modeliranje_prometnih_sustava/Materijali/ANiMOPS_predavanja_prof_Golda.pdf. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[70] Š. Mrvelj, *Analiza i modeliranje prometnih sustava*, Travanj 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/A/Analiza_i_modeliranje_prometnih_sustava/Materijali/uvodno_predavanje_Mrvelj.pdf. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[71] D. Peraković i S. Husnjak, *Ekosustav tržišta informacijsko komunikacijskih usluga*, Studeni 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/P/Projektiranje_informacijsko_komunikacijskih_usluga/Materijali/04_Ekosustav_informacijsko_komunikacijskih_usluga.pdf. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[72] D. Peraković i S. Husnjak, *Životni ciklus i ekonomski aspekt informacijsko komunikacijskih usluga*, Prosinac 2015. [Mrežno]. Poveznica: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/P/Projektiranje_informacijsko_komunikacijskih_usluga/Materijali/08_Zivotni_ciklus_i_ekonomski_aspekt_IK_usluga.pdf. [Pristupljeno: Srpanj 2016].

[73] *Short range radio links inside phones*, [Mrežno]. Poveznica: http://image.slidesharecdn.com/bluetooth-bluetooth-low-energy-ant-nfc-wifi-compare-120326151555-phpapp02/95/bluetooth-bluetoothlowenergyantnfcwificompare-4-728.jpg?cb=1333521699. [Pristupljeno: kolovoz 2016].

[74] [Mrežno]. Poveznica: https://www.researchgate.net/profile/Devharsh_Trivedi/publication/277131825/figure/fig3/AS:294543816708124@1447236126971/Figure-13-Comparison-of-NFC-RFID-Infrared-and-Bluetooth.png. [Pristupljeno: Kolovoz 2016].

[75] [Mrežno]. Poveznica: http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse570-15/ftp/iot_dlc/fig11.png. [Pristupljeno: Kolovoz 2016].

[76] *Comparsion With Existing Technologies*, [Mrežno]. Poveznica: http://image.slidesharecdn.com/nearfieldcommunicationnfc-130720220758-phpapp01/95/near-field-communication-nfc-by-logesh-6-638.jpg?cb=1374358755. [Pristupljeno: Kolovoz 2016].

POPIS AKRONIMA I KRATICA

akronim ili kratica	značenje akronima ili kratice
AFC	*Automatic Fare Collection*
AIDC	*Automatic Identification and Data Capture*
ATRON	putno računalo koje koristi ZET
B	bajt
BD_ADDR	*Bluetooth Address*
BDP	bruto domaći proizvod
BLE	*Bluetooth Low Energy*
CAT	*Comprehensive Assistive Technology*
CCfB	*Cloud Computing for the Blind*
dB	decibel
DB	*Deutsche Bahn*
DPI	zasloni na stajalištima
E	edukacija korisnika
EEPROM	*Electric Erasable and Programmable Read-only Memory*
FeliCa	vrsta NFC standarda
FHSS	*Frequency-hopping spread spectrum*
Gbit/s	gigabit po sekundi
GHz	gigaherc
GPRS	*General Packet Radio Service*
GPS	*Global Positioning System*
HAAT	*Human Activity Assistive Technology*
HSDPA	*High Speed Downlink Packet Access*
HŽPP	Hrvatske željeznice putnički prijevoz
ID	*Identification*
IEC	*International Electrotechnical Commission*
IEEE	*Institute of Electrical and Electronics Engineers*
ISM	*Industrial-Scientific-Medicine*
ISO	*International Organization for Standardization*
kB	kilobajt
kHz	kiloherc
K_u	kvaliteta usluge
LBS	*Location-Based Services*
LTE	*Long Term Evolution*
MAC	*Media Access Control*
Mbit/s	megabit po sekundi
MHz	megaherc
NFC	*Near Field Communication*
PAN	*Personal Area Network*
PDA	*Personal Digital Assistant*
POI	*Point of Interest*
QoL	*Quality of Life*

akronim ili kratica	značenje akronima ili kratice
QR	*Quick Response*
RFID	*Radio Frequency Identification*
SPT	*Smart Public Transport*
S_r	doprinos standardizaciji rješenja
SRAM	*Static Random Access Memory*
SWOT	*strengths, weaknesses, opportunities, threats*
TDM	*Time Division Multiplex*
UML	*Unified Modeling Language*
USB	*Universal Serial Bus*
WLAN	*Wireless Local Area Network*
ZET	Zagrebački električni tramvaj
Z_p	provedba zakona i pravilnika

POPIS STRANIH IZRAZA

strani izraz	značenje ili opis stranog izraza
assistive technology	pomoćna tehnologija
Automatic Fare Collection	automatska naplata prijevoza
Automatic Identification and Data Capture	tehnologija za automatsku identifikaciju i zaprimanje podataka
barcode reader	čitač bar koda
barcode scanner	čitač bar koda
beacon	odašiljač
cloud computing	računalstvo u oblaku
Comprehensive Assistive Technology	model pomoćne tehnologije
data decoding	dekodiranje podataka
data encoding	kodiranje podataka
dumbphone	klasični mobilni terminalni uređaj
Electric Erasable and Programmable Read-only Memory	memorija za čitanje, koja se može elektroničko izbrisati i programirati
electromagnetic radio field	elektromagnetsko polje
Equitable Use	nepristrana mogućnost korištenja
Flexibility in Use	fleksibilnost kod korištenja
Global Positioning System	Globalni pozicijski sustav
Human Activity Assistive Technology	model pomoćne tehnologije
ID code	identifikacijski kod (broj)
identification data	identifikacijska oznaka
inductively coupled transponder with antenna coil	induktivni tag s namotajem antene
Industrial-Scientific-Medicine	industrijsko-znanstveno-medicinski
input	ulaz
interrogator	čitač
location-based services	usluge temeljene na lokaciji korisnika
Low Physical Effort	nizak fizički napor
machine scanning	strojno čitanje
master	uređaj koji kontrolira komunikaciju
microwave transponder with dipolar antenna	mikrovalni tag s dipolarnom antenom
Near Field Communication	komunikacija u bliskom polju

strani izraz	značenje ili opis stranog izraza
opportunities	prilike
output	izlaz
Perceptible Information	uočljive informacije
Personal Area Network	osobna računalna mreža
Personal Digital Assistant	dlanovnik
Point of Interest	interesna točka
point-to-point	od točke do točke
Quality of Life	kvaliteta života
Radio Frequency Identification	radiofrekvencijska identifikacija
radio frequency module	radiofrekvencijski modul
reader	čitač
Simple and Intuitive Use	jednostavna i intuitivna uporaba
Size and Space for Approach and Use	mjere i prostor za pristup i uporabu
slave	podređeni uređaji master uređaju
smartphone	pametni mobilni terminalni uređaj
Static Random Access Memory	statična memorija s nasumičnim pristupom
strengths	snage
tag	nositelj informacije
tag stacking	međusobno djelovanje dva taga
threats	prijetnje
Time Division Multiplex	vremenski multipleks
Tolerance for Error	toleriranje pogreške
transducer	transduktor
transponderi	nositelj informacije
Universal Serial Bus	univerzalna serijska sabirnica
weaknesses	slabosti
Wireless Local Area Network	bežična lokalna računalna mreža

POPIS ILUSTRACIJA

Popis slika

Slika 2.1. Prikaz nekih različitih stupnjeva oštećenja 5
Slika 2.2. Shematski prikaz HAAT modela 7
Slika 2.3. Pojednostavljeni shematski prikaz CAT modela 8
Slika 3.1. Shematski prikaz načina rada AIDC sustava 12
Slika 3.2. Primjeri AIDC kodova 13
Slika 3.3. Izvedbe mreže kod *bluetooth* tehnologije 21
Slika 5.1. Arhitektura sustava za informiranje korisnika predloženog na *radio beacon* tehnologiji 39
Slika 5.2. Shematski prikaz modula predloženog sustava, temeljenog na Wi-Fi tehnologiji (Santos) 40
Slika 5.3. Moduli sustava za informiranje temeljenog na Wi-Fi tehnologiji (Wang) ... 42
Slika 5.4. Shematski prikaz rada *Ariande* 43
Slika 5.5. Predložena arhitektura sustava *Bluetooth Notification System* 44
Slika 5.6. Postavljanje prvog *iBeacona* na vozilo javnog gradskog prijevoza u Bukureštu 46
Slika 6.1. Vizualno informiranje putnika kod vozila TMK 2200 48
Slika 6.2. Shematski prikaz arhitekture ZET-ovog sustava za komunikaciju 48
Slika 6.3. Arhitektura predloženog sustava za informiranje ciljane skupine korisnika 51
Slika 6.4. Sučelje aplikativnog rješenja predloženog sustava za informiranje 52
Slika 6.5 UML dijagram aktivnosti – priprema za rad i pokretanje 53
Slika 6.6. UML dijagram aktivnosti – informiranje korisnika o dolasku vozila 55
Slika 6.7. Modificirana verzija modela usluga pomoćnih tehnologija predloženog sustava 57
Slika 6.8. Sučelje aplikativnog rješenja predloženog sustava za informiranje – očitanje dolaska vozila 58
Slika 6.9. Shematski prikaz poslovnog modela predloženog sustava 60
Slika 6.10. Shematski prikaz životnog ciklusa usluge 61

Popis tablica

Tablica 3.1. Prikaz Wi-Fi standarda s odgovarajućim frekvencijama i brzinama 23
Tablica 6.1. SWOT analiza predloženog sustava 59

Popis grafikona

Grafikon 4.1. Dobna skupina ispitanika 25
Grafikon 4.2. Razdioba ispitanika s oštećenjem vida 25
Grafikon 4.3. Postotak korištenja mobilnih terminalnih uređaja 26
Grafikon 4.4. Razdioba korištenih vrsta mobilnih terminalnih uređaja 26
Grafikon 4.5. Operativni sustav na mobilnim terminalni uređajima 27
Grafikon 4.6. Postotak korisnika koji žele koristiti uslugu informiranja u javnom gradskom prijevozu putnika 27
Grafikon 4.7. Postotak korisnika koji žele koristiti uslugu informiranja o dolasku vozila na stajalište 28
Grafikon 4.8. Dobna skupina ispitanika 29
Grafikon 4.9. Razdioba ispitanika s oštećenjima 29
Grafikon 4.10. Razdioba ispitanika s vrstama oštećenja 30
Grafikon 4.11. Prikaz postotka korisnika koji koriste pametne mobilne terminalne uređaje 30
Grafikon 4.12. Korišteni operativni sustav 31
Grafikon 4.13. Pogodni načini primanja informacija 31
Grafikon 4.14. Zadovoljstvo korisnika trenutnim načinima informiranja u javnom gradskom prijevozu 32
Grafikon 4.15. Želja ispitanika za korištenjem usluge informiranja u prometnom okruženju 32
Grafikon 4.16. Odabrani uređaj za primanje informacija iz prometnog okruženja 33
Grafikon 4.17. Ocjena važnosti informacija vezanih uz javni gradski prijevoz 33

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Tablični prikaz bežičnih informacijsko-komunikacijskih tehnologija s njihovim karakteristikama 80
Prilog 2. Izbor pitanja iz anketnog istraživanja dostupnosti tehnologija u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba 81
Prilog 3. Izbor pitanja iz anketnog istraživanja o korisničkim potrebama prilikom kretanja prometnom mrežom 83

Prilog 1. Tablični prikaz bežičnih informacijsko-komunikacijskih tehnologija s njihovim karakteristikama

		Automatic identification and data capture tehnologije			*Bluetooth*	*Wireless Fidelity*
		Near Field Communication	*Radio Frequency Identification*			
			pasivan	aktivan		
tehničke karakteristike	standard	ISO 13157	-	-	802.15.1	802.11
	frekvencija	13,56 MHz	135 kHz 13,56 MHz, 2,4 GHz	135 kHz 13,56 MHz, 2,4 GHz	2,4 GHz – 2,5 GHz	2,4 GHz; 5 GHz
	domet	par centimetara	par centimetara	50 metara	50 metara	100 metara
	brzina prijenosa podataka	424 kbit/s	40 kbit/s	40 kbit/s	1 Mbit/s	54 Mbit/s
	vrijeme implementacije	manje od 0,1 ms	manje od 0,1 ms	manje od 0,1 ms	oko 6 sekundi	par sekundi
	potrošnja energije (baterije)	50 mA	nema potrošnje	-	12,5 mA	116 mA
	način povezivanja	P2P	WPAN	WPAN	WPAN	WPAN; P2P
tehnološke karakteristike	mogućnost korištenja za informiranje o vozilima	postoji, za neke trajne (ne često promjenjive) informacije	moguće, ako se koristi još neka dodatna tehnologija (prema korisniku)	moguće, ako se koristi još neka dodatna tehnologija (prema korisniku)	postoji	postoji
	mogućnost korištenja za informiranje na stajalištima					
	mogućnost rada u svim uvjetima (kiša, snijeg)	da	ne	ne	da	da
	autorova ocjena za primjenu tehnologije za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu	zahvalna tehnologija za informiranje korisnika o trajnim informacijama	ne postoji samostalna mogućnost korištenja; zahvalna tehnologija uz pomoć neke druge tehnologije	ne postoji samostalna mogućnost korištenja; zahvalna tehnologija uz pomoć neke druge tehnologije	zahvalna metoda za informiranje korisnika u vanjskom i unutarnjem okruženju	zahvalna metoda za informiranje korisnika u vanjskom i unutarnjem okruženju

izvor: [73], [74], [75], [76]

Prilog 2. Izbor pitanja iz anketnog istraživanja dostupnosti tehnologija u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba

1. Navedite svoju dob:
    a. Manje od 60 godina
    b. Između 61 i 65 godina
    c. Između 66 i 70 godina
    d. Između 71 i 75 godina
    e. Između 76 i 80 godina
    f. Više od 80 godina
2. Imate li neke od sljedećih zdravstvenih problema?
    a. Nemam zdravstvenih problema
    b. Oštećenje vida
    c. Oštećenje sluha
    d. Neurodegenerativna oštećenja
    e. Oštećenje govora
    f. Tjelesno oštećenje
    g. Ostalo
3. Koristite li pametni mobilni terminalni uređaj?
    a. Da
    b. Ne
4. Koju vrstu pametnog mobilnog terminalnog uređaja koristite?
    a. Smartphone (pametni mobilni terminalni uređaj)
    b. Dumbphone
    c. Pametni mobilni terminalni uređaj prilagođen starijim osobama
5. Proizvođač Vašeg pametnog mobilnog terminalnog uređaja?
    a. Samsung
    b. Nokia
    c. Sony
    d. Apple iPhone
    e. Emporia
    f. Ostalo

6. Da li bi koristili uslugu informiranja i identifikacije u JGP (javni gradski prijevoz)?
    a. Da
    b. Ne
7. Koje vrste usluga bi koristili u javnom gradskom prijevozu?
    a. Obavijesti o dolasku vozila / tramvaja
    b. Informaciju vozaču da se korisnik nalazi na stanici
    c. Informaciju vozaču da se korisnik nalazi u vozilu
    d. Ostalo

Prilog 3. Izbor pitanja iz anketnog istraživanja o korisničkim potrebama prilikom kretanja prometnom mrežom

1. Vaša dobna skupina je:
    a. Između 18 i 20 godina
    b. Između 21 i 24 godine
    c. Između 25 i 29 godina
    d. Između 30 i 39 godina
    e. Između 40 i 49 godina
    f. Između 50 i 59 godina
    g. Više od 60 godina
2. Imate li neku vrstu oštećenja?
    a. Da
    b. Ne
3. Vrsta Vašeg oštećenja je:
    a. Sljepoća
    b. Slabovidnost
    c. Oštećenje sluha
    d. Lokomotorno oštećenje
    e. Ništa od navedenog
4. Koristite li pametni mobilni uređaj (smartphone)?
    a. Da
    b. Ne
5. Koji operativni sustav ima Vaš pametni mobilni uređaj?
    a. Android
    b. Windows Phone
    c. iOS
    d. Symbian
6. Koji načini primanja informacija su Vam pogodni?
    a. Taktilno
    b. Vizualno
    c. Zvučno pomoću uređaja
    d. Zvučno pomoću slušalica

7. Jeste li zadovoljni načinom informiranja u prometu – u javnom gradskom prijevozu?
    a. Da
    b. Ne
8. Ako Vam se ponudi usluga informiranja o okruženju ovisna o Vašim potrebama, biste li ju koristili?
    a. Da
    b. Ne
9. Na kojoj vrsti uređaja bi htjeli koristiti navedenu uslugu?
    a. Mobilni uređaj
    b. Pametna narukvica
    c. Ništa od navedenog
10. Kako biste ocijenili važnost informacija kod informiranja u prometu – informacije o javnom gradskom prijevozu (broj linije, dolazak vozila, smjer kretanja vozila)?
    a. Jako nevažno
    b. Nevažno
    c. Niti nevažno, niti važno
    d. Važno
    e. Jako važno

METAPODACI

Naslov rada: Istraživanje mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu

Student: Andrej Ignjatić

Mentor: doc. dr. sc. Marko Periša

Naslov na drugom jeziku (engleski): Research of Possible Appliance of Assistive Technologies for Informing in Public Transport System

Povjerenstvo za obranu:

- izv. prof. dr. sc. Dragan Peraković, predsjednik
- doc. dr. sc. Marko Periša, mentor
- doc. dr. sc. Ivan Grgurević, član
- izv. prof. dr. sc. Štefica Mrvelj, zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za informacijsko komunikacijski promet

Vrsta studija: diplomski

Studij: Promet (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane diplomskog rada: 27.09.2016.

Napomena: pod datum obrane diplomskog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Istraživanje mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 5.9.2016

Student:

(potpis)