

# Primjena informacijsko-komunikacijske tehnologije u cilju poboljšanja kvalitete života osoba s invaliditetom

---

**Adamović, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:119:175703>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Ivan Adamović**

**PRIMJENA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE  
TEHNOLOGIJE U CILJU POBOLJŠANJA  
KVALITETE ŽIVOTA OSOBA S INVALIDITETOM**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2020.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

**PRIMJENA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE  
TEHNOLOGIJE U CILJU POBOLJŠANJA  
KVALITETE ŽIVOTA OSOBA S INVALIDITETOM**

**APPLICATION OF INFORMATION-  
COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR PEOPLE  
WITH DISABILITIES TO IMPROVE THE QUALITY  
OF LIFE**

Mentor: doc.dr.sc. Marko Periša

Student: Ivan Adamović

JMBAG: 0135208107

Zagreb, rujan 2020.

## SAŽETAK

Sustav javnog prijevoza putnika treba biti dostupan i prilagođen za korištenje svim građanima što trenutno nije slučaj. Informacijsko-komunikacijske tehnologije (ICT) kao pomoćne tehnologije, imaju veliku mogućnost poboljšanja informiranja osoba oštećenog vida i sluha u javnom prijevozu putnika i time povećanja razine njihove samostalnosti i kvalitete života. Za rješenje ovog problema analizirani su zahtjevi osoba oštećenog vida i sluha u pogledu sustava informiranja unutar sustava javnog prijevoza putnika, kao i upotreba ICT tehnologija u tu svrhu. Analizirana su postojeća rješenja i predložene su moguće arhitekture sustava za poboljšanje sustava informiranja tih osoba upotrebom ICT tehnologija.

**KLJUČNE RIJEČI:** osobe oštećena vida i sluha; pomoćne tehnologije; javni prijevoz putnika; sustav informiranja

## SUMMARY:

The public passenger transport system should be accessible and adapted for use by all citizens, which is not currently the case. Information and communication technologies (ICT) as assistive technologies, have a great opportunity to improve the information of visually and hearing impaired people in public transport of passengers and thus increase their level of independence and quality of life. To solve this problem, the requirements of visually and hearing impaired persons regarding the information system within the public passenger transport system were analyzed, as well as the use of ICT technologies for this purpose. Existing solutions are analyzed and possible system architectures for improving the information system of these persons using information and communication technologies are proposed.

**KEY WORDS:** visually and hearing impaired people; assistive technology; public passenger transport; information system

## SADRŽAJ

1	UVOD .....	1
2	INTEGRACIJA OSOBA S INVALIDITETOM U ŠIRU ZAJEDNICU .....	3
2.1	Vrste invalidnosti .....	5
2.2	Mogućnosti i prilike za integraciju osoba s invaliditetom u širu zajednicu.....	8
3	RAZVOJ INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U SVRHU POMOĆI OSOBAMA S INVALIDITETOM .....	9
3.1	Povijesni razvoj pomoćnih tehnologija.....	9
3.2	Bežične tehnologije.....	12
3.2.1	Globalni navigacijski satelitski sustavi.....	12
3.2.2	Radio frekvencijska identifikacija .....	12
3.2.3	Bežična tehnologija na malim udaljenostima .....	13
3.2.4	Bluetooth.....	14
3.2.5	Računalstvo u oblaku .....	18
3.2.6	FOG tehnologija.....	20
3.3	Osnovni modeli pomoćne tehnologije .....	21
3.3.1	HAAT model .....	22
3.3.2	CAT model.....	23
3.4	Postojeća rješenja za informiranje osoba oštećenog vida i sluha.....	24
3.4.1	Pametne RFID taktilne površine .....	24
3.4.2	Ariadna sustav .....	29
3.4.3	Prijedlozi rješenja temeljenih na Bluetooth tehnologiji.....	32
4	EDUKACIJA OSOBA S INVALIDITETOM U PRIMJENI ICT-e .....	40
4.1	Uloga edukacije u razvoju osoba s invaliditetom .....	40
4.2	Edukacija osoba s invaliditetom o ICT-u u Republici Hrvatskoj .....	41
5	STANJE ICT TEHNOLOGIJE I SADAŠNJE POTREBE U PRIMJENI ICT-A KOD OSOBA OŠTEĆENOG VIDA I SLUHA .....	43
5.1	Analiza rezultata istraživanja potreba osoba s invaliditetom pri primjeni ICT rješenja	43
5.2	Zahtjevi i parametri za olakšano kretanje osoba s invaliditetom na javnim prometnim ustanovama .....	47
4.3.	Analiza sustava javnog gradskog prijevoza u Zagrebu.....	48
6	PRIJEDLOG ARHITEKTURE ZA POBOLJŠANJE INFORMIRANJA OSOBA OŠTEĆENOG VIDA I SLUHA .....	49

7 ZAKLJUČAK .....	52
POPIS LITERATURE.....	53
POPIS KRATICA.....	57
POPIS SLIKA.....	59
POPIS TABLICA .....	60
POPIS GRAFIKONA .....	61

# 1 UVOD

Javni gradski prijevoz i općenito javni prijevoz putnika danas se sve više razvija i modernizira, posebno u pogledu upotrebe informacijsko-komunikacijske tehnologije (ICT - *Information and communication technology*) pa su tako klasične putne karte u papirnatom obliku zamijenile elektronske putne karte, automati za ovjeru putne karte su elektronički i očitavaju putne karte u obliku kartice, vozila javnog gradskog prijevoza su opremljena zaslonima s informacijom o slijedećem stajalištu, na stajalištima su postavljeni zasloni s informacijama o broju linije i vremenu dolaska iste.

Kako bi javni prijevoz trebao biti dostupan svima, to uključuje i osobe s invaliditetom koje su dio društva i trebaju u njemu funkcionirati. Pomoćne tehnologije proizašle iz ICT-a uvelike olakšavaju svakodnevne zadatke osobama s invaliditetom, prvenstveno na poslovnoj, a zatim i na privatnoj razini, s krajnjim ciljem uštede vremena, smanjenjem troškova i poboljšanjem kvalitete života, a to bi trebalo biti primjenjivo i u pogledu javnog prijevoza putnika. Međutim, osobe s invaliditetom se u pogledu prijevoza gotovo svakodnevno susreću s problemima samostalnog korištenja istog. On nije prilagođen osobama s invaliditetom i one su primorane zatražiti pomoć asistenta ili ljudi koji se zateknu na stajalištima javnog gradskog prijevoza, željezničkim postajama ili zračnim lukama.

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada je primjena ICT tehnologija u cilju poboljšanja kvalitete života osoba s invaliditetom, na primjeru javnog prijevoza putnika u svakodnevnim situacijama.

Cilj rada je analizirati korisničke zahtjeve osoba oštećenog vida i sluha u pogledu informiranja u sustavu javnog prijevoza i mogućnosti primjene i poboljšanja ICT tehnologije u tu svrhu. Na osnovu definiranih zahtjeva predložit će se arhitektura sustava za poboljšanje informiranja korisnika upotrebom ICT tehnologije na stanicama javnog gradskog prijevoza, željezničkog kolodvora te zračne luke.

Diplomski rad sadrži sedam temeljnih cjelina:

1. Uvod
2. Integracija osoba s invaliditetom u širu zajednicu
3. Razvoj informacijsko komunikacijskih tehnologija u svrhu pomoći osobama s invaliditetom
4. Edukacija osoba s invaliditetom u primjeni ICT-a
5. Stanje ICT tehnologije i sadašnje potrebe u primjeni ICT-a kod osoba oštećenog vida i sluha
6. Prijedlog arhitekture za poboljšanje informiranja osoba oštećenog vida i sluha
7. Zaključak

U uvodnom dijelu predstaviti će se predmet, cilj i struktura rada. U drugom poglavlju pod naslovom *Integracija osoba s invaliditetom u širu zajednicu* istražiti će se trenutno dostupne mogućnosti za suživot osoba s različitim vrstama i stupnjevima invalidnosti u širem društvu, njihove potrebe, izazovi s kojima se susreću i uloga ICT-a u tom procesu.

Treće poglavlje, *Informacijsko-komunikacijske tehnologije prilagođene osobama s invaliditetom* bavit će se vrstama uređaja i informacijsko-komunikacijskih rješenja namijenjenih poboljšanju kvalitete života osoba s invaliditetom.

Četvrto poglavlje nosi naslov *Edukacija osoba s invaliditetom u primjeni ICT-a* u kojem će se istražiti ustanove, programi i načini educiranja osoba s invaliditetom u pogledu primjene ICT-a radi poboljšanja njihove kvalitete života i lakše integracije u šire društvo.

*Stanje ICT tehnologije i sadašnje potrebe u primjeni ICT-a kod osoba oštećenog vida i sluha* naslov je petog poglavlja koje sadrži analizu aktualnog stanja na ICT tržištu za potrebe osoba s invaliditetom analizirajući statističke podatke i rezultate provedene ankete. U poglavlju će se istražiti trenutne potrebe osoba s invaliditetom u vidu promjena i/ili poboljšanja pojedinih rješenja ICT-a.

U šestom poglavlju *Prijedlog arhitekture za poboljšanje informiranja osoba oštećenog vida i sluha*, prikazat će se nekoliko mogućih rješenja s opisom primjene u svakodnevnom životu.



## 2 INTEGRACIJA OSOBA S INVALIDITETOM U ŠIRU ZAJEDNICU

Suvremeno društvo podrazumijeva otvorenost, pristupačnost, prihvaćanje različitosti i minimalnu razinu diskriminacije. Ipak, osobe s invaliditetom, zbog svojih se različitih vrsta oboljenja i fizičkih nedostataka susreću s brojnim izazovima pri pokušajima da se aktivno uključe u život šire zajednice te ostvaruju jednake prilike za školovanje, profesionalni razvoj i ostvarivanje zadovoljavajuće kvalitete života kao i svi ostali.

Termin invalidnost se odnosi na različite vrste i stupnjeve oštećenja, teškoća ili smetnji, odnosno nepravilnosti u području fizičkog, psihičkog, psihofizičkog i socijalnog razvoja. On pripada kategoriji tzv. opće, za razliku od posebne i pojedinačne, terminologije invalidnosti. U tablici 1. prikazan je broj osoba s invaliditetom u Republici Hrvatskoj. Kvaliteta života osoba s tjelesnim invaliditetom nije samo rezultat medicinske rehabilitacije, liječenja i skrbi, nego je to proces zadovoljenja potreba te ostvarivanje interesa, vlastitih izbora i težnji i čovjekovih sposobnosti u društvu koje se mijenja [1].

Tablica 1. Prikaz broja osoba s invaliditetom prema spolu, županijama prebivališta te dobnim skupinama

ŽUPANIJA PREBIVALIŠTA	Dobne skupine						Ukupno
	0-19		20-64		65+		
	m	ž	m	ž	m	ž	
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	964	574	3923	1983	2679	3408	13531
BRODSKO-POSAVSKA	663	412	5850	1780	2908	2244	13857
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	544	322	3057	1100	1855	1417	8295
GRAD ZAGREB	5572	3104	20394	13343	19681	24206	86300
ISTARSKA	1144	627	3443	2178	3017	2800	13209
KARLOVAČKA	683	432	4806	2061	3997	4466	16445
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	1519	886	3919	2211	3008	3757	15300
KRAPINSKO-ZAGORSKA	1051	663	4832	3189	4651	4463	18849
LIČKO-SENJSKA	238	148	1620	575	1152	1030	4763
MEDIMURSKA	1267	870	2476	1773	1430	1542	9358
OSJEČKO-BARANJSKA	1977	1237	8712	2553	3960	3067	21506
POŽEŠKO-SLAVONSKA	400	278	2831	990	1972	1377	7848
PRIMORSKO-GORANSKA	1751	980	4611	3073	4638	5087	20140
SISAČKO-MOSLAVAČKA	1419	855	6402	2247	5044	4132	20099
SPLITSKO-DALMATINSKA	2750	1657	16123	6747	11807	11925	51009
ŠIBENSKO-KNINSKA	612	345	3655	975	2431	2233	10251
VARAŽDINSKA	1229	779	5729	3456	5488	6444	23125
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	317	224	2931	1077	1626	1541	7716
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	951	585	6186	2132	3829	2748	16431
ZADARSKA	942	471	4863	1496	3743	2770	14285
ZAGREBAČKA	2359	1352	9624	5046	8408	6534	33323
Nespecificirano	99	62	20984	10622	34901	18973	85641
<b>Ukupno</b>	<b>28451</b>	<b>16863</b>	<b>146971</b>	<b>70607</b>	<b>132225</b>	<b>116164</b>	<b>511281</b>

Izvor: [2]

Kao što se može uočiti iz prikazanih podataka (Tablica 1) u Republici Hrvatskoj (stanje na dan 03.05.2019.) živi 511.281 osoba s invaliditetom od čega su 307647 muškarci (60%) i 203634 žene (40%), što čini oko 12,4% ukupnog stanovništva Republike Hrvatske. Od toga je 217578 (42%) osoba u radno aktivnoj dobi, 20-64 godina, a invaliditet je prisutan i u dječjoj dobi, 0-19 godina, i to u udjelu od 9%. Prema tim podacima, 12,4% ljudi u Hrvatskoj ima neku vrstu invalidnosti, a samim time isti postotak ljudi nailazi na probleme s uspostavljanjem zadovoljavajuće razine kvalitete života [2].

Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo iz 2017. godine, u Gradu Zagrebu živi 90.196 osoba s invaliditetom od čega su 48.231 muškarci (53%) i 41.965 žene (47%). U ukupnoj populaciji broj osoba s invaliditetom doseže 11,4% ukupnog stanovništva županije. Registrirano je 1971 osoba s prebivalištem u Zagrebu s oštećenjem vida što je 2,2% od ukupnog broja osoba s invaliditetom, a 411 osoba pati od sljepoće na oba oka [3].

Kvaliteta života osoba s invaliditetom predstavlja svaki proces zadovoljavanja potrebe i ostvarivanja interesa, izbora, vrijednosti i težnji svakog pojedinca u različitim razdobljima života. Kako bi osobe s invaliditetom ostvarile zadovoljavajuću razinu kvalitete života, potrebno ih je uključiti u društvo. Također je potrebna prilagodba današnjim trendovima, navikama i potrebama. Promjene u stupnju kvalitete života osoba s invaliditetom zasigurno se, u pozitivnom aspektu, ostvaruju primjenom različitih ICT tehnologija koje korisnicima otvaraju nove mogućnosti te uklanjaju prepreke, što je posebno vidljivo u sve većem broju dostupnih različitih asistivnih i aditivnih tehnologija.

Predrasude naspram osoba s invaliditetom aktualne su, unatoč današnjem razvijenom okruženju te višem stupnju obrazovanja, čemu svjedoče brojna provedena znanstvena istraživanja, kako u inozemstvu, tako i u Republici Hrvatskoj. Istraživanje provedeno 2005. godine među školarcima i studentima u Republici Hrvatskoj u mnogočemu je potkrijepilo prijašnja istraživanja, a ističe se nedostatak afirmativnog stava prema osobama s invaliditetom te mogućnosti za napredak u tom pogledu. Međutim, danas je odnos ipak nešto promijenjen, te se stav prema osobama s invaliditetom ipak mijenja. Možda najbolji pokazatelj promjene svijesti prema sposobnostima osoba s invaliditetom dolazi od strane države u obliku poticanja poslodavaca na zapošljavanje upravo tih osoba. Kvalitetna komunikacija smanjuje nelagodu u interakciji s tim osobama, utječe na promjenu stereotipa i na stjecanje pozitivnih stavova prema osobama s invaliditetom [4].

ICT tehnologije svakako imaju bitnu ulogu u uspostavljanju i olakšavanju komunikacije između osoba s invaliditetom te ostatka društva, kao i razvoju otvorenijeg i pozitivnog stava, osjećaja prihvaćenosti, a samim time i boljom razinom kvalitete života takvih ljudi. Jedan od primjera se veže za obrazovanje, gdje se u obrazovne ustanove uvode taktilni monitori za slijepe, čitači ekrana te općenito govorna podrška koja bitno olakšava upotrebu suvremene tehnologije. Time je slijepim osobama omogućeno uključivanje u svakodnevne tokove i aktivnosti, a posredno i uključivanje u svakodnevnu komunikaciju i dnevne teme, jer pomoću čitača ekrana vrlo jednostavno mogu primjerice pročitati dnevne novine. S druge strane, ljudi ih počinju drugačije percipirati te uključivati u svoje svakodnevne komunikacijske aktivnosti,

čime se, barem malo, podiže kvaliteta života osoba s invaliditetom i javlja se osjećaj prihvaćenosti od strane društva.

## 2.1 Vrste invalidnosti

Tjelesna invalidnost je pojam koji prvenstveno podrazumijeva ispodprosječno tjelesno funkcioniranje različitih uzroka i fenomenologije. Ti uzroci mogu biti genetski predodređeni te prisutni od rođenja ili posljedica nesretnog slučaja, kao i različitih bolesti [5].

S medicinskog ili etiološkog aspekta, kod osoba s tjelesnim invaliditetom postoje oštećenja, deformacije, funkcionalni nedostaci ili smetnje uzrokovane oštećenjem lokomotornog sustava, centralnog ili perifernog živčanog sustava ili kronične bolesti. Ovisno o vrsti i stupnju invalidnosti, oboljelima je stalno ili povremeno potrebna stručna pomoć u odgoju, obrazovanju i osposobljavanju za rad i život u njima primjerenim uvjetima.

Gledano s aspekta prometa i uključivanja u javni gradski prijevoz, oboljelima je također potrebna pomoć, i to u obliku adekvatnog prilaza i ulaza u vozila javnog gradskog prijevoza te posebno dizajniranih mjesta u vozilima javnog gradskog prijevoza. Kako je prikazano slikama 1. – 5. danas se može vidjeti napredak u tom smjeru te su ulazi u tramvaje i autobuse dizajnirani tako da osoba koja je primjerice u kolicima može samostalno ući u vozilo, posebna sjedala za invalide se nalaze na početku vozila, blizu vozača, postoje i posebno dizajnirana mjesta za invalidska kolica koja omogućuju sigurnu vožnju te olakšani ulazak i izlazak iz vozila. Također, mogu se vidjeti i posebno prilagođeni prilazi označenim pješačkim prijelazima, što uvelike olakšava kretanje invalidskim kolicima.



Slika 1. Izgled ulaza u javni gradski autobus za osobe u invalidskim kolicima, [6]



Slika 2. Način ulaska u javni gradski autobus za osobe u invalidskim kolicima, [7]



Slika 3. Izgled automatiziranog ulaza u javni gradski autobus za osobe u invalidskim kolicima, [8]



Slika 4. Posebna vozila javnog gradskog prijevoza za osobe u invalidskim kolicima, [9]



**Slika 5. Izgled prilagođenih javnih prometnih površina za osobe s invaliditetom, [10]**

Nesposobnost označava ograničenje sposobnosti osobe da izvodi akcije koje se podrazumijevaju kao normalne za ljude. Hendikep označava poteškoću koja ograničava ili onemogućava osobi određenu aktivnost, a proizlazi iz oštećenja ili invaliditeta. Posljedica hendikepa je određeni stupanj izoliranosti osobe iz svoje okoline zbog nemogućnosti sudjelovanja u svim aktivnostima koje su na raspolaganju ostalim pripadnicima okoline. Najčešće vrste oštećenja kod osoba s invaliditetom, na temelju Zakona o Hrvatskom registru o osobama s invaliditetom (NN64/01), su oštećenja lokomotornog sustava te duševni poremećaji. U RH 29,6 % osoba s invaliditetom ima višestruka oštećenja koja pridonose funkcionalnom oštećenju osobe s invaliditetom, kao što se može uočiti iz podataka prikazanih tablicom 2.

**Tablica 2. Prikaz vrsta oštećenja koja uzrokuju invaliditet ili kao komorbiditetne dijagnoze pridonose stupnju funkcionalnog oštećenja osobe**

<b>Vrste oštećenja</b>	<b>Ukupan broj</b>	<b>% od ukupnog broja osoba s invaliditetom</b>	<b>Prevalencija / 1000 stanovnika</b>
Oštećenje lokomotornog sustava	147502	28,8	36
Oštećenje drugih organa	135220	26,4	33
Mentalna oštećenja	133637	26,1	32
Oštećenje središnjeg živčanog sustava	76377	14,9	19
Oštećenje glasovno govorne komunikacije	30711	6,0	7
Intelektualna oštećenja	27422	5,4	7
Oštećenje vida	27092	5,3	7
Oštećenje sluha	13133	2,6	3
Oštećenje perifernog živčanog sustava	11830	2,3	3
Prirodne anomalije i kromosomopatije	11588	2,3	3
Autizam	2508	0,5	1

Izvor: [2]

Prema aktualnim podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, najviše ljudi pati od oštećenja lokomotornog sustava i oštećenja drugih organa te duševnih poremećaja, a veliki udio osoba s invaliditetom boluje od višestrukih oštećenja dok od oštećenja sluha ili vida pati 9% stanovništva. Osobe s oštećenjem vida ili sluha nailaze na probleme i izazove svakodnevno, posebno u pogledu dobivanja informacija jer je većina informacija danas vizualnog tipa i nisu prilagođene njihovom oštećenju što im onemogućava samostalnost i smanjuje kvalitetu života. Obzirom da je analiza njihovih potreba u vidu ICT rješenja predmet ovog rada, potrebno je biti upoznat s njihovim temeljnim fizičkim nedostacima i izazovima koji oni predstavljaju u svakodnevnom životu.

Prema [2], slijepom osobom smatra se ona osoba koja na boljem oku s korekcijom ima oštrinu vida manju od 10% i osoba s centralnim vidom na boljem oku s korekcijom do 25%, ali je vidno polje suženo na 20 stupnjeva i manje. Slabovidnima se smatraju osobe koje na boljem oku s korekcijom imaju ostatak vida manji od 40%. Slika 6. prikazuje vrste oštećenja vida.

Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, 3326 osoba pati od sljepoće na oba oka [2]. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije iz 2010. u svijetu je 285.389 milijuna ljudi (4.24% svjetske populacije) s poremećajima vida od čega je 39.365 milijuna (0.58% svjetske populacije) slijepih te 246.024 milijuna (3.65% svjetske populacije) slabovidnih osoba [11]. Prema izvješću iz 2019. 2,2 milijarde ljudi ima neki oblik oštećenja vida, a predviđanja su da će do 2030. taj broj narasti za 0,24% [12].



a. slika bez oštećenja



b. gubitak oštine vida



c. blagi stupanj oštećenja vidnog polja



d. značajan stupanj oštećenja oštine vida

Slika 6. Prikaz nekih različitih stupnjeva oštećenja, [13]

U registru o osobama s invaliditetom Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo oštećenje sluha definirano je kao senzoričko oštećenje koje može poprimiti različite oblike oštećenja i može nastati u različitim trenucima ljudskog života. Gubitak sluha može nastati rođenjem ili u

kasnijoj životnoj dobi te se znatno odražava na sposobnost usvajanja govora. Osobe s oštećenjem sluha mogu se podijeliti 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. Ove osobe uz pomoć odgovarajućih slušnih pomagala najčešće mogu prepoznati ljudski govor u mjeri za svakodnevno funkcioniranje, a imaju i dovoljno razvijene govorne sposobnosti.

## **2.2 Mogućnosti i prilike za integraciju osoba s invaliditetom u širu zajednicu**

Danas se može uočiti koliko raspoloživi uređaji utječu na svakodnevni život, čak i na male načine. Postoje termostati koji se mogu programirati prema navikama korisnika i kontrolirati daljinski putem telefona, prozori koji se automatski prilagođavaju količini sunčeve svjetlosti, objekti opremljeni uređajima za radio frekvencijsku identifikaciju (RFID - *Radio Frequency Identification* ).

Svi moderni uređaji pružaju priliku za veliko poboljšanje osoba s invaliditetom, posebno kad se govori o kretanju u prometu. Tako se pametni telefon u kombinaciji s dobro izrađenim aplikacijama može iskoristiti kao moćan uređaj za pomoć u kretanju. Primjerice, ako se radi o slijepoj ili slabovidnoj osobi, kroz govorne upute pomoću mobilnog telefona i korištenjem RFID ili *Bluetooth* tehnologije mogu joj se davati precizne i stvarnovremenske informacije potrebne za orijentaciju i kretanje, a gluhim se pak osobama mogu pomoću njega davati vizualne ili tekstualne upute. Ovakvim korištenjem ICT tehnologije pridonosi se i razvoju samostalnosti kretanja u prometu osoba s invaliditetom, jer više ne moraju nužno imati pratitelja ili ovisiti o dobroti neznanaca, osjećaja prihvaćenosti, a samim time i boljom razinom kvalitete života takvih ljudi.

### **3 RAZVOJ INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U SVRHU POMOĆI OSOBAMA S INVALIDITETOM**

Iako izgleda da tehnologija polako utječe na sve aspekte života, još uvijek ima ograničen utjecaj na grupe ljudi kojima je najpotrebnija, poput ljudi starije životne dobi, slijepih i slabovidnih te osoba ostalih osjetilnih oštećenja. Upravo je to područje razvoja i primjene pomoćnih tehnologija (*AT-assistive technology*). Termin pomoćna tehnologija podrazumijeva svaki proizvod, dio opreme ili sustav, bez obzira upotrebljava li se u izvornom obliku, modificiran ili prilagođen, koji se koristi kako bi se povećale, održale ili poboljšale funkcionalne mogućnosti osoba s invaliditetom [13]. One omogućavaju osobama s invaliditetom veći stupanj nezavisnosti i samostalnosti, bogatiji i aktivniji život, te pristup sadržajima koji bi im u suprotnom bili potpuno nedostupni ili teško dostupni bez upotrebe takvih pomagala. Često se pojmovi pomoćne tehnologije i ICT tehnologije preklapaju, isprepliću ili postaju sinonim. Primjerice, računalo ili pametni telefon su ICT tehnologija, ali ako se koriste za sintezu govora (ukoliko korisnik ne može govoriti, pa misao koju želi izreći utipka uračunalo koje to pretvori u zvuk, odnosno govor) onda govorimo o pomoćnoj tehnologiji.

Pomoćne tehnologije imaju za cilj poboljšati kvalitetu života i oplemeniti svakodnevne aktivnosti. S tehnološkog aspekta, invalidnost se istražuje na način da se potiče maksimalna funkcionalnost osobe i njena dobrobit pri čemu se razvijaju pomoćne tehnologije za podršku osobama s invaliditetom.

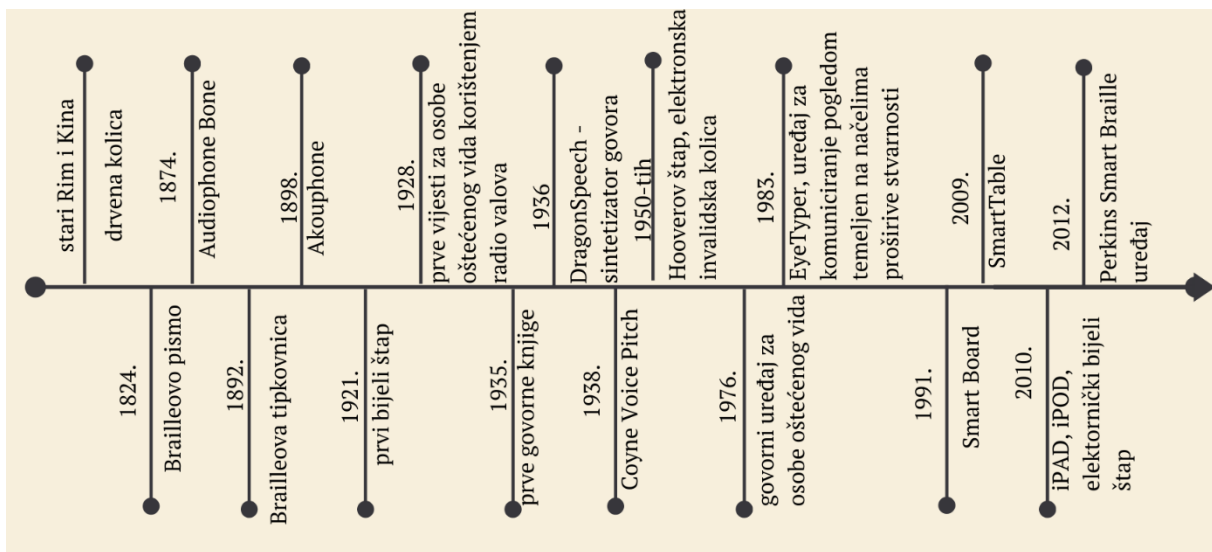
Prilike za poboljšanje kvalitete života su velike - osobito za korisnike s invaliditetom. Potreban je razvoj mnogih čimbenika, uključujući smjernice za standardizaciju i interoperabilnost uređaja, proširenje širokopojsnih internetskih mreža, zaštita privatnosti, poboljšanje sigurnosti podataka i dostupnost svih sudionika ovog sustava. Unatoč tim izazovima, značajne su prednosti koje informacijske tehnologije donose osobama s invaliditetom: neovisnost, personaliziranu skrb, veću fleksibilnost, mogućnost zapošljavanja i obrazovanja osoba s invaliditetom.

Sustav navigacije u zatvorenim prostorima jedan je od primjera gdje se može ostvariti veliki napredak u povećanju kvalitete življenja osoba s invaliditetom. Dizajniranjem i primjenom učinkovitog sustava navigacije u zatvorenim prostorima, koji bi bio prilagođen i osobama s oštećenjem vida i sluha, omogućilo bi se lakše kretanje i snalaženje u prostoru slijepim i slabovidnim osobama. Kvalitetni mobilni uređaji cjenovno su sve pristupačniji velikoj većini ljudi, a količina usluga koja se temelji na lokaciji i koja se putem takvih uređaja nudi korisnicima sve više raste, kao što raste i područje njihove primjene u svakodnevnom životu.

#### **3.1 Povijesni razvoj pomoćnih tehnologija**

Povijesni razvoj pomoćnih tehnologija, prema značajnim događajima koji su obilježili poboljšanje kvalitete života osoba s invaliditetom, dijeli na tri dijela [14]:

- razdoblje prije 1900-ih,
- razdoblje od 1900. do 1972.,
- razdoblje od 1973. do danas.



**Slika 7. Razvoj pomoćnih tehnologija i izuma za pomoć osobama s invaliditetom**

Točnu godinu početka razvoja teško je odrediti zbog toga što je pojam pomoćne tehnologije izrazito širok te je tako jedan primjer pomoćne tehnologije drvena kolica koja su se koristila još u staroj Kini i Rimu. Prije industrijskih revolucija, tehnologija nije bila razvijena na takvoj razini da bi omogućila osobama s invaliditetom kvalitetan život, ali to se mijenja sve većim brojem izuma i patenata. Stvaranje pomoćnih tehnologija iza sebe krije osnovnu ljudsku potrebu za integracijom u društvo bez obzira na razlike.

Prva industrijska revolucija započinje krajem 18. stoljeća i traje do sredine 19. stoljeća kada dolazi do podizanja razine svijesti ljudi o potrebi integriranja osoba s invaliditetom u društvo, a naglasak je stavljen na gluhoću i sljepoću. Počele su se otvarati škole koje su bile specijalizirane za različite vrste invaliditeta. Prva škola u svijetu za gluhe je bio *Institut National de Jeunes Sourds de Paris* koji je osnovan 1760. godine u Parizu i služio je kao inspiracija mnogim zemljama. U ovom razdoblju naglasak je na odvajanju i pomaganju osobama s invaliditetom, a ne njihova integracija u društvo, te su škole za gluhe bile fokusirane na pronalaženje pomoćnih tehnologija specifičnih za tu vrstu invaliditeta. Prva škola za slijepe se otvara tek 1829. u Sjedinjenim Američkim Državama, a zove se *Perkins School for the Blind*. Prva ustanova koja je bila namijenjena za odrasle osobe s invaliditetom osnovana je 1866, a riječ je o američkom koledžu *College for the Blind Sons of Gentlemen*. Kada je riječ o tehnologiji i njenom razvoju u ovom razdoblju, potrebno je istaknuti Brailleovo pismo koje je razvio Louis Braille 1824. godine i koje je omogućilo pomak u kvaliteti edukacije slijepih osoba, što je za posljedicu imalo otvaranje škola. Kako Brailleovo pismo nije samo sadržavalo slova abecede, već i pravopisne znakove, to je omogućilo Frank Hallu da 1892. osmisli *Brailleovu* tipkovnicu sa šest tipki koja je omogućavala mehanizirano pisanje, a kasnije je poslužila kao inspiracija za masovnu proizvodnju literature za slabovidne i slijepe osobe i na taj način povećala kvalitetu njihova obrazovanja. 30. ožujka 1874.



pojavljuje se *Audiophone Bone* – pojačalo zvuka kao najraniji oblik pomoći koja nije bila klasična membrana u uhu već se govor pojačavao provođenjem zvuka kroz kosti, a 1898. razvijen je *Akophone* – pojačalo zvuka ili membrana koja se stavlja u uho za pomoć pojačavanja sluha.

U razdoblju od 1900. do 1972. dolazi do napretka znanosti, pogotovo medicine. Zbog napretka u medicini veća je stopa preživljavanja djece kod postporođajnih što utječe i na povećanje broja osoba s invaliditetom. Osim osoba rođenih s invaliditetom, povećava se i broj osoba sa stečenim invaliditetima zbog svjetskih ratova koji se javljaju početkom i sredinom 20. stoljeća. Želja za povratkom u prijašnji život bez invaliditeta ili normalno funkcioniranje s invaliditetom jedan je od katalizatora tehnološkog razvoja ovog razdoblja. Tehnologije koje se pojavljuju između 1900. i 1972. predstavljaju srž današnjih tehnologija, a najčešće se fokusiraju na sljepoću i gluhoću. Osnivaju se prve škole za odgoj psa vodiča, prvi patentirani *Brailleovih* printera i alata za čitanje. Takvi izumi su predstavljali izniman napredak i većina njih je u upotrebi danas (poput *Brailleovih* printera i alata za čitanje). Pojavom telefona, dolazi do pojave i slušnih aparata na baterije. Bijeli štamp službeno je patentiran od strane dr. Richarda Hoovera, koji je po njemu dobio naziv *Hooverov štamp*, nakon čega se pojavljuju i štampovi s integriranim laserima za lakše prepoznavanje i veću sigurnost. U časopisu *American Annals of the Deaf* je 1968. objavljeno istraživanje o visini tona kod govornika s auditivnim oštećenjima gdje se navodi kako je još 1938. Coyne izumio *Coyne Voice Pitch* pomoću kojega je, kod mladih ispitanika, uspio ispraviti visoke tonove koji su češće zabilježeni kod osoba s auditivnim oštećenjima jer nisu u mogućnosti sami regulirati svoju visinu tona koju ne čuju. *Coyne Voice Pitch* se smatra pretečom glasovnog prepoznavanja, a funkcioniralo je na principu da 14 do 20 lampi i filtera prepoznaju visinu tona govornika i obavještavaju ga koliko ga treba spustiti ili povisiti. 30. siječnja 1928. emitirane su prve vijesti za osobe oštećenog vida korištenjem radio valova. 1935. pojavljuju se *Talking books - Thomas Edison's*, prve govorne knjige za osobe oštećenog vida. 1936. dostupan je *DragonSpeech*, prvi uređaj za pretvorbu *text-to-speech* i *speech-to-text*, govor u tekst i tekst u govor, a 1950. nastaju prva elektronska invalidska kolica.

Tehnologije koje se pojavljuju rano u razdoblju u razdoblju od 1973. do danas izravno su vezane uz treću industrijsku revoluciju, poznatu kao digitalna revolucija. Pojavljuju se skriveni titlovi (*engl. Closed Caption*) koji služe kao transkripcija auditivnih dijelova televizijskih programa što omogućava gluhima gledanje televizije i simultano razumijevanje sadržaja. Elektronička povećala omogućuju slabovidnim osobama lakše čitanje knjižnih sadržaja uz mogućnost samostalnog upravljanja (primjerice koji dio stranice žele čitati). Takvi uređaji su postali standard i nalaze se u većini knjižnica. Kako bi se olakšala edukacija slabovidnih i slijepih, izumljen je i kalkulator koji čita upisane stavke i operacije te slušatelju vraća rezultat. S digitalizacijom dolazi do pojave sve kvalitetnijih sintetizatora koji mogu čitati velike količine tekstova slijepim i slabovidnim osobama. 1976. nastao je govorni uređaj za osobe oštećenog vida, 1983. Gary Killiany razvio je "*EyeTyper.*", uređaj za komuniciranje pogledom temeljen na načelima proširive stvarnosti, 1991. nastaje prvi oblik *Smart Board* ploče, slijedi 2009. *SmartTable*, 2010. na tržište izlaze *Appleova* rješenja, *iPAD*, *iPOD*, a 2012. Perkins *Smart Braille* uređaj. Premda tehnologija napreduje iznimno brzo, navedene ranije tehnologije i izumi, poput bijelog štampa, su i dalje u optičaju bez velikih izmjena.

## 3.2 Bežične tehnologije

Razvojem ICT-a, osobe s invaliditetom dolaze do novih mogućnosti informiranja i usmjeravanja na stajalištima javnog gradskog prijevoza, željezničkim kolodvorima i zračnim lukama. Ovdje posebnu ulogu imaju bežične tehnologije koje se mogu koristiti za informiranje i usmjeravanje putnika s invaliditetom na otvorenim i u zatvorenim prostorima dijelova prometnog sustava. Svrha ICT-a je prikupljanje, obrada i prijenos informacija te primjena tehnologije u svakodnevnom životu. Razvoj ICT-a je doveo do povećanja stupnja samostalnosti pri kretanju osoba s oštećenjem vida, a sama upotreba tehnologije se može promatrati kao samostalna ili u kombinaciji s drugim pomagalima<sup>1</sup>. Kratki pregled bežičnih tehnologija dan je u nastavku.

### 3.2.1 Globalni navigacijski satelitski sustavi

Sustavi za određivanje lokacije korisnika temelje se na geografskom informacijskom sustavu (GIS)<sup>2</sup> i globalnom navigacijskom satelitskom sustavu (GNSS - *Global Navigation Satellite System*). Lokacija korisnika se obavlja na dva načina: praćenjem (*engl. Tracking*) i pozicioniranjem (*engl. Positioning*). Kod praćenja poziciju određuju senzori mobilne komunikacijske mreže, a kod pozicioniranja mobilni sustav je taj koji samostalno određuje lokaciju putem sustava odašiljača koji šalju radio, infracrvene i ultrazvučne signale [16]. Ova tehnologija funkcionira na principu vidljivosti satelita, a korisnik mora imati vidljivost barem četiri satelita kako bi se mogla izračunati pozicija. Postoji više satelitskih pozicijskih sustava od kojih su najpoznatiji: *GPS*, *GLONASS*, *GALILEO* i mnogi drugi.

*NAVSTAR-GPS* satelitski navigacijski sustav (*NAVSTAR-GPS - Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System*) sastoji se od 32 satelita koji su raspoređeni na način da se u svakom trenutku nalazi barem 5 ili više satelita. Točnost sustava je otprilike 8.5 [m]. *GLONASS* (ruski sustav) i *GPS* (američki sustav) su pokrenuti za potrebe vojnog sustava. *GLONASS* predviđa korištenje 24 satelita, što bi omogućilo istovremeni prijem signala sa najmanje 5 (do 11) navigacijskih satelita, ovisno o poziciji korisnika. U civilnoj upotrebi točnost sustava iznosi oko 20 [m]. *GALILEO* europski globalni navigacijski satelitski sustav, projekt Europske unije nastao kao odgovor američkom *GPS* sustavu. *GALILEO* je. Projekt je počeo 1999., a 2016. je ponudio svoje usluge. Kada bude potpuno funkcionalan sastojat će se od 30 satelita (24 operabilnih + 6 pričuvnih). Autonoman je i interoperabilan s postojećim sustavima satelitske navigacije. Jedinствен je sustav jer je pod civilnom kontrolom. Omogućit će bolju pokrivenost, veću točnost u uslugama pozicioniranja i određivanja vremena. Trebao bi imati točnost od 1 [m] i manju, što otvara veće mogućnosti za razvoj usluga za povećanje mobilnosti slijepih i slabovidnih osoba [17], [18].

### 3.2.2 Radio frekvencijska identifikacija

Radio frekvencijska identifikacija predstavlja tehnologiju koja koristi radio frekvenciju za razmjenu informacija između prijenosnih uređaja/memorija i *host* računala. To je

---

<sup>1</sup> Kod osoba s oštećenjem vida to je bijeli štapić koji je još uvijek nezamjenjivo pomagalo (op.a.)

<sup>2</sup> GIS je računalni sustav koji omogućuje prikupljanje, spremanje, upravljanje, analizu, prikazivanje i distribuciju prostornih podataka. Položaj podataka u prostoru je poznat i može se izraziti u geografskim koordinatama. Većina geografskih informacijskih sustava je ograničena na dvije dimenzije (geografska dužina i širina) [15].

tehnologija koja uz pomoć bliskih elektromagnetskih polja prenosi informacije i služi za lociranje pozicije u zatvorenim prostorima (LPS - *Local Positioning System*). Omogućava beskontaktnu identifikaciju za prijenos informacija pomoću bliskih elektromagnetskih polja. RFID sustav se sastoji od: transpondera (RFID oznake, *engl. tag*), čitača i pripadajućih antena.

RFID oznake predstavljaju male putujuće *chipove* koji predstavljaju bazu podataka, a osnovne komponente transpondera su mikročip i antena za komunikaciju, koji su zaliveni u kućište otporno na utjecaj okoline te ovisno o vrsti napajanja dijele se na aktivne ili pasivne. Pasivne nemaju izvor napajanja i služe kao zamjena tradicionalnog barkoda. Pasivne oznake se aktiviraju samo onda kada dođu u interakciju s čitačem iz kojeg crpe energiju jer on odašilje elektromagnetske valove, a oni induciraju struju u anteni transpondera. Prednosti pasivnih transpondera su u tome što su manji je, laganiji, vijek trajanja baterije (2-7 godina), ekonomski isplativiji aktivnog transpondera i imaju gotovo neograničen životni vijek. Nedostatak je manji domet prijenosa signala, kapacitet pohrane podataka te manja otpornost na elektromagnetsku buku u okruženju. Aktivne oznake imaju vlastiti izvor napajanja, bateriju ili solarnu ćeliju te odašiljač koji se napaja iz izvora napajanja i odašilje signale prema čitaču. Prednost aktivnih transpondera se ogleda u mogućnosti odašiljanja signala na veće udaljenosti (do 100 [m]), a nedostaci su u većim dimenzijama od pasivnih te su cjenovno od njih skuplji.

RFID čitači sastoje se od radio-frekvencijskog modula, kontrolne jedinice i elementa koji služi za spajanje sa RFID oznakom. Služe za čitanje i zapisivanje podataka na oznake, odnosno komunikaciju s *tag*-ovima i prijenos podataka. Čitači se razlikuju prema svojoj složenosti i funkcijama. Jednostavni čitači (a time i ekonomski prihvatljiviji) mogu čitati samo jednu vrstu transpondera, koriste jednu frekvenciju i jedan protokol, dok složeniji čitači mogu čitati različite vrste transpondera, koristiti različite protokole, registrirati više transpondera istovremeno, selektirati podatke i ispraviti greške.

Sam RFID sustav radi tako da čitač emitira određeni oblik energije koju prima transponder i nakon toga se aktivira, odnosno odgovara. Primljene radiovalove čitač šalje međusoftveru (*engl. middleware*) radi filtracije, te se podaci dalje prosljeđuju aplikativnom softveru. Glavne prednosti RFID tehnologije ogledaju se u otpornosti na različite vremenske uvjete i 100%-tnu točnost čitanja.

### 3.2.3 Bežična tehnologija na malim udaljenostima

Bežična tehnologija na malim udaljenostima (NFC - *Near field communication*) je evolucija postojeće RFID tehnologije. NFC je standardizirana, bežična tehnologija kratkog dometa koja služi za jednostavno i intuitivno povezivanje dva elektronička uređaja. Radi na jednostavnom principu, putem takozvanih pametnih oznaka (*engl. smart tags*) kao dio bežičnog linka.

NFC tehnologija radi na tri načina:

- kao aktivni čitač/pisač, gdje uređaj može čitati podatke pohranjene u NFC pasivnim oznakama na pametnim posterima pa se na taj način može kupiti primjerice karta za koncert,
- kao spoj točka-točka (*engl. peer-to-peer*) što omogućuje komunikaciju između dva NFC uređaja za primjerice razmjenu kontakata

- kao beskontaktna pametna kartica čime je omogućeno beskontaktno plaćanje putem NFC uređaja, pametno otključavanje automobila ili kupnja prijevozne karte, kako je i prikazano slikom 7. [19].



a) NFC plaćanje



b) NFC u japanskom prijevozu

**Slika 8. Primjena NFC tehnologije, [19]**

NFC podržava niže brzine prijenosa, ali troši manje energije od drugih tehnologija, a spajanje dvaju NFC uređaja gotovo i ne zahtjeva uparivanje uređaja. NFC radi na frekvenciji 13.56 [Mhz] uz protok podataka od 424 [kb/s]. Sam rad se zasniva na principu magnetske indukcije koja nastaje između dvije antene uređaja te se stvara inducirano polje kroz koje se šalju električni impulsi, odnosno podaci. Postoje dvije vrste čipova – prijamnik (pasivni i ne treba napajanje) i predajnik (mora imati napajanje). Zbog toga što je NFC prijamnik pasivan element može biti izveden kao naljepnica ili tanki sloj plastike što ga čini iznimno fleksibilnim za ugradnju u razne uređaje. Predajnici također mogu raditi u prijamnom modu i upravo zbog toga je moguća komunikacija između dva pametna telefona. Kako NFC ne zahtjeva uparivanje uređaja pogodan je za korištenje na mjestima gdje postoji puno uređaja (poput javnog prijevoza ili zračnih luka) jer ne može doći do miješanja signala. Obzirom da nema potrebe za uspostavljanjem konekcije rad s NFC uređajima je puno brži od drugih bežičnih tehnologija [19].

### 3.2.4 Bluetooth

*Bluetooth* je još jedan bežični standard za razmjenu podataka na kratkim udaljenostima između fiksnih i/ili mobilnih uređaja. Omogućuje povezivanje prijenosnih i stolnih računala, računalne opreme, mobilnih telefona, kamera i drugih digitalnih uređaja na relativno malim udaljenostima, odnosno omogućuje bežično povezivanje i komunikaciju između uređaja putem Bluetooth pristupnih točaka s mrežom. Prvenstvena namjena je bila komunikacija uređaja ekonomski prihvatljive cijene i male potrošnje energije, ali danas gotovo svaki komunikacijski uređaj ima integriran *Bluetooth* modul.

Osnovne značajke ove tehnologije su robusnost, ekonomski prihvatljiva cijena uređaja, mala potrošnja snage i energije, dostupnost na globalnoj razini, ograničena udaljenost i mali vršni protok. *Bluetooth* omogućava brzine prijenosa od otprilike 1 [Mbit/s] u osnovnom obliku. Radi u industrijsko-znanstveno medicinskom pojasu (ISM - *Industrial-Scientific-Medicine*), odnosno u frekventijskom pojasu od 2.4 [GHz] do 2.4835 [GHz]. Ovaj pojas je frekventijski

usklađen i otvoren na globalnoj razini. Određivanje pozicije u zatvorenom prostoru pruža točnost od 2[m], sa 95% točnošću, uz vrijeme osvježavanja lokacije 15-30[s] [20].

*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. Glavne karakteristike *bluetooth* tehnologije su:

- niska cijena uređaja,
- mala potrošnja energije,
- mali domet,
- robusnost,
- korištenje na globalnoj razini,
- radijska veza prema drugim sustavima,
- međusobna kompatibilnost uređaja različitih proizvođača,
- komutacija paketa i kanala.

*BLE* (BLE - *Bluetooth low energy*) je optimizirana tehnologija koja ima veoma nisku potrošnju energije. Glavne odlike ove tehnologije su:

- mogućnost višegodišnjeg rada s malim izvorom energije,
- mala veličina,
- niska cijena,
- kompatibilnost sa mobilnim uređajima, tabletima i računalima.

BLE profili su posebne specifikacije koje definiraju servise koji se koriste u određenim scenarijima. Od proizvođača konkretnih uređaja se očekuje da zadovolje određeni profil kako bi se osigurala međusobna kompatibilnost između raznih uređaja (na primjer ako uređaj koji prati krvni tlak osobe zadovoljava *HRP* profil svi uređaji mogu uniformno čitati njegove servise). Popularniji standardizirani profili su [21]:

- *HRP - Heart Rate Profile* - određuje način povezivanja i interakcije sa senzorom rada srca,
- *GLP - Glucose Profile* - određuje način povezivanja i interakcije sa senzorom koji mjeri razinu glukoze u krvi osobe,
- *BLP - Blood Pressure Profile* - određuje način povezivanja i interakcije sa senzorom koji mjeri krvni tlak osobe,
- *HTP - Health Thermometer Profile* - određuje način povezivanja i interakcije sa termometrom,
- *FMP - Find Me Profile* - određuje ponašanje gdje pritisak gumba na jednom uređaju šalje obavijest drugom uređaju,
- *PXP - Proximity Profile* - omogućava praćenje udaljenosti između dva uređaja,
- *LNP - Location and Navigation Profile* - određuje način povezivanja i interakcije sa senzorom navigacije.

*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. 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. Najpoznatija izvedba *BLE* verzije predstavlja *bluetooth beacon*, odašiljač koji komunicira pomoću bluetooth tehnologije.

*Bluetooth beacons* 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 (*LBS - Location Based Services*). Najčešće se koristi za promidžbu u trgovačkim centrima [22].

*Beacon* odašiljači imaju mogućnost uspješnog slanja informacija korisnicima. *Beacon* odašiljači i mobilni terminalni uređaji predstavljaju pouzdani način navođenja za slijepe i slabovidne od trenutne lokacije do željenog uređaja u zatvorenom prostoru.



**Slika 9. Primjeri *bluetooth beacon* odašiljača, [20]**

*Beacons* su uređaji niske potrošnje energije. Obavještavaju obližnje uređaje o svojoj prisutnosti korištenjem tehnologije *BLE*. Obližnji uređaji (mobilni uređaji i tableti) se mogu pretplatiti na obavijesti odašiljača te mogu primiti od njih razne sadržaje (tekst, slike). Tehnologiju *iBeacon* patentirala je američka multinacionalna korporacija Apple Inc. 2013. godine. *Beacon* sustav predstavlja novu strukturu za slijepe i slabovidne osobe koristeći *beacon* odašiljače i pametne terminalne uređaje.

Sustav se sastoji od 3 dijela :

- modula
- *beacon* odašiljača
- mobilne aplikacije

Za konfiguraciju *beacon* odašiljača potrebne su dvije stvari, aplikacija preko koje konfiguriramo *beacon* te sklop za povezivanje *beacona* s aplikacijom. Sustav je temeljen na indikatoru snage primljenog signala (RSSI - *Recieve Signal Strength Indicator*) koji predstavlja mjeru odnosno snagu signala koji prima terminalni uređaj [23].

Sustav radi tako da se *beacon* odašiljači postave na različita mjesta u prostoru, na primjer televizor, perilicu i hladnjak. Mobilni terminalni uređaj detektira najbliži *beacon* odašiljač te putem aplikacije računa udaljenost do istog. Ukoliko se korisnik nađe u području više *beacon* odašiljača aplikacija će izračunati udaljenost od svih te vratiti korisniku udaljenost do najbližeg. Mobilna aplikacija računa udaljenost od *beacon* odašiljača te šalje poruku korisniku ako se nalazi blizu nekog od odašiljača. Ako mobilna aplikacija ne šalje poruku korisniku znači da nije blizu niti jednog *beacon* odašiljača.

Pojedini načini primjene *iBeacon* tehnologije su u bolnicama, muzejima, trgovinama, prosvjetnim ustanovama, i sličnim ustanovama gdje se sadržaj mijenja ovisno o položaju u prostoriji. Na primjer, posjetitelj muzeja može primiti (na mobilni uređaj ili tablet) sadržaj o objektu kojega trenutno promatra (poput informacije o skulpturi ili slici). Osoblje muzeja može pratiti frekvenciju zanimanja posjetitelja, koji su objekti najgledaniji i slično. U bolnici liječnik može na prijenosni tablet dobiti sve podatke o pacijentu, povijesti bolesti i trenutnu dijagnozu, kada se približi pacijentovoj sobi ili krevetu. U trgovini se može ponuditi kupcu obavijesti o predmetima na popustu u blizini i slično. Također, *beacon* odašiljači se mogu iskoristiti i kao sustav beskontaktnog plaćanja poput NFC tehnologije.

Ovo su samo jednostavni i općeniti primjeri kako se *beacon* tehnologija može ugraditi u postojeće sustave i procese, a broj načina korištenja tehnologije je zaista velik. *Beacon* uređaj moguće je konfigurirati da se informacija šalje kad se uređaj približi odašiljaču na određenu udaljenost. Pri tome su definirana tri parametra udaljenosti:

- neposredna, do nekoliko centimetara,
- mala, do nekoliko metara,
- velika udaljenost, iznad deset metara.

Ove vrijednosti su približne jer ovisno o stvarnim uvjetima u kojima su odašiljači postavljeni signal može dosta varirati pa precizne vrijednosti nisu upotrebljive.

Mogućnosti *beacon* odašiljača:

- marketing u neposrednoj blizini - *beacon* odašiljači odašilju informacije koje mogu biti dostavljene na terminalni uređaj kao *push* poruke na ekranu ili dostavljene za daljnje procesiranje od strane aplikacije koja razmjenjuje podatke sa serverom,
- mikro lokacijsko ciljanje - mogućnost slanja različitih ponuda baziranih na lokaciji korisnika,
- marketing prilagođen korisniku - mobilni terminalni uređaji spojeni na *beacon* odašiljače primaju informacije te ih šalju na privatnu *cloud* baziranu aplikaciju koja dostavlja informacije prema prethodno unesenim korisničkim zahtjevima i željama,

- kartografija unutarnjih prostora - navigacija kroz velike zatvorene prostore poput aerodroma, garaža, trgovačkih centara, osobno navođeno turističko razgledavanje znamenitosti na određenom području imaju *beacon* odašiljače koji odašilju sadržaj korisniku koji se nalazi na istom području, otvaranje aplikacija - kad terminalni uređaj dođe
- u područje pokrivanja *beacona* otvara aplikaciju/ izvršava akciju predviđenu na lokaciji.

Najveći i primarni zadatak je rješavanje problema interferencije obzirom da se radi o tehnologiji koja se koristi u zatvorenim prostorima. Njihovo odašiljanje podataka vrlo lako može biti interferirano od strane mikrovalnih pećnica te digitalnih bežičnih kućnih telefona. Izazovi nisu rijetki te uključuju ponašanja koja mogu biti neočekivana poput:

- aplikacija može detektirati 2 odašiljača te prebacivati signal s jednog na drugi,
- aplikacija može prebacivati s jedne na drugu lokaciju misleći da je blizu pa daleko od odašiljača,
- aplikacija može izgubiti konekciju s odašiljačem,
- moguće je kašnjenje informacija,
- aplikacija radi drugačije kad je upaljena u odnosu na pozadinski rad, moguće je da ne detektira odašiljač,
- koristeći odašiljače u kombinaciji s *cloud* serverom da bi procesirali podatke,
- stavljamo korisnika u poziciju da treba WLAN ili mobilni pristup internetu, što povećava troškove korisnika.

*Beacon* odašiljači koriste se na sljedeće načine [24]:

- direktno sa *beacon* uslugom na mobilnom terminalnom uređaju,
- direktno s aplikacijom koja ima pristup BLE protokolu,
- direktno s aplikacijom koja komunicira s *cloud* uslugom,
- direktno putem internet pretraživača te *cloud* usluge.

Primjer korištenja *beacon* odašiljača je kada korisnik na svome terminalnom uređaju pomoću *bluetooth* tehnologije traži *beacon* odašiljače u blizini, kada ih pronađe dolazi do uparivanja te aplikacija na mobilnom terminalnom uređaju šalje podatke prema serveru. Server pretražuje *beacon* bazu te na temelju identificiranja *beacona* vraća pronađene podatke iz baze serveru koji zatim šalje sadržaj korisniku odnosno terminalnom uređaju.

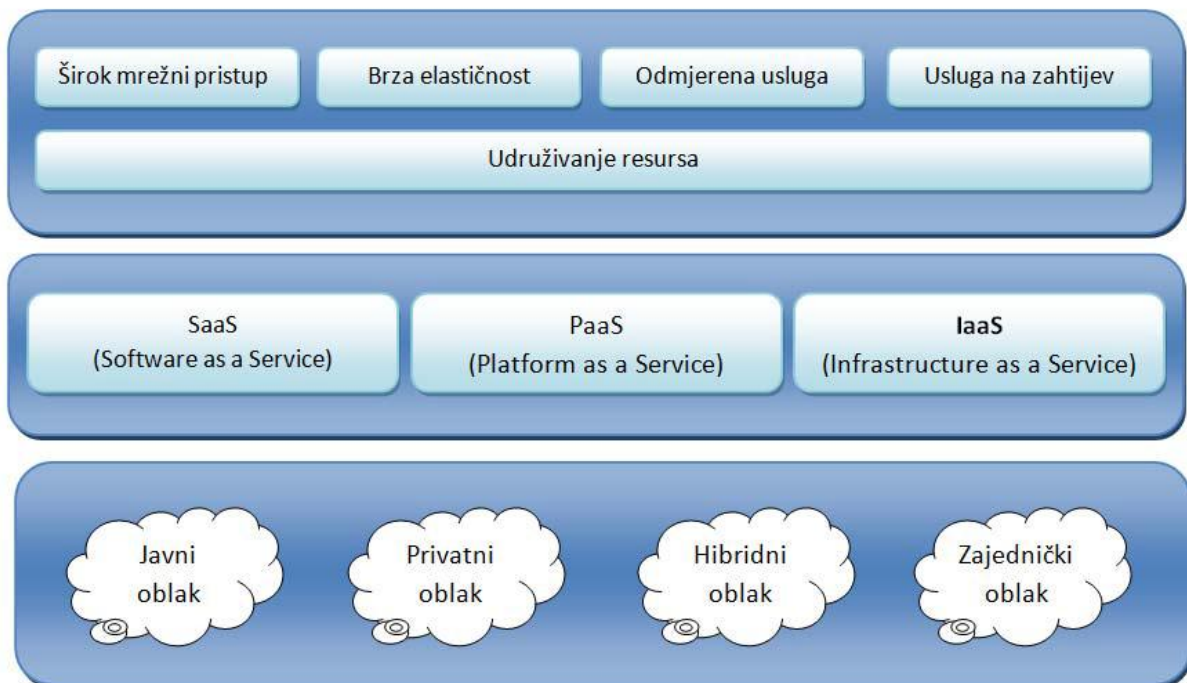
### 3.2.5 Računalstvo u oblaku

Računalstvo u oblaku (*engl. cloud computing*) potječe od načina na koji se Internet označava u raznim dijagramima, ali i od same infrastrukture interneta. Jedna je od definicija da je *cloud computing* koncept podjele programskog okruženja koji koristi Internet kao platformu te omogućuje da aplikacije i dokumenti poslani iz bilo kojeg dijela svijeta budu pohranjeni i čuvaju se na za to predviđenim poslužiteljima [23]. Takav koncept smanjuje potrebu za kupnjom novog sklopovlja i programa te otvara nove oblike suradnje. Pristup podacima u *cloudu* odvija se putem web preglednika ili specijaliziranih aplikacija.



Prema [23], *cloud* odvaja aplikacijske i informacijske resurse od infrastrukture koja se nalazi u pozadini. On odvaja i mehanizme kojima se ti resursi dostavljaju. Također, *cloud* povećava suradnju, pokretljivost, skaliranje i dostupnost računalnih sustava te donosi nove mogućnosti konstrukcije uz pomoć optimalnog i učinkovitog upravljanja. *Cloud computing* objašnjava način upotrebe više poslužitelja, aplikacija, informacija i infrastrukture. Infrastruktura se sastoji od mnoštva računalnih, mrežnih, informacijskih resursa te resursa za pohranu podataka i programa. Na taj način se smanjuju financijski izdatci korisnika i omogućuje brže i jeftinije rješavanje problema. Ove komponente mogu biti brzo obrađene, interpretirane, primijenjene i skalirane pružajući tako model raspodjele i uporabe koji funkcionira na zahtjev korisnika.

*Cloud* model promovira dostupnost i sastoji se od pet ključnih karakteristika, tri modela pružanja usluga te četiri modela implementacije (Slika 10.).



**Slika 10. Cloud computing model, [23]**

*Cloud* tehnologija se može definirati i s obzirom na to koriste li ga stručnjaci ili obični korisnici. Obični korisnici će *cloud* definirati kao novi i jeftiniji način korištenja programskih rješenja koja će se unajmljivati prema potrebi. Informatički stručnjaci definirat će ga kao novi poslovni model ili novu tehnološku platformu za smještaj, pokretanje i korištenje informatičke programske podrške. Za osobe s poteškoćama, *cloud* tehnologija može pružiti mogućnosti koje poboljšavaju pristup obrazovanju, zapošljavanju, vladinim uslugama i bogatim angažmanom u društvu.

Kako bi se osiguralo da su pogodnosti i mogućnosti koje nudi *cloud* tehnologija dostupni osobama s invaliditetom, državne vlade bi, prema preporuci Microsofta, trebale razmotriti sljedeće korake [25] :

- implementirati dostupne tehnologije; kada javne agencije kupuju i koriste dostupne tehnologije, povećava se dostupnost javnih informacija i uključivanje osoba s invaliditetom u radni odnos,
- uključivanje kriterija pristupačnosti kao što je ETSI EN 301 549 u politike nabave i
- zahtijevanje detaljne izjave pružatelja usluga tehnologije i rješenja; vlade mogu stvoriti ekonomske poticaje za tvrtke da investiraju u inovativne dostupne proizvode.

Sjedinjene Američke Države i mnoge europske vlade zahtijevaju da nadležne agencije osiguraju dostupne tehnologije. Od svih zemalja svijeta, samo jedna trećina zemalja potpisnice su Konvencije o pravima osoba s invaliditetom, stoga su sukladno konvenciji donijele slične politike:

- sve vlade trebale bi potpisati Povelju o globalnoj inicijativi za inkluzivnu informacijsku i komunikacijsku tehnologiju i integrirati dostupnost u svoje procedure nabave,
- promicati globalno usklađene standarde; brzina inovacija u tehnološkom sektoru može nadmašiti zakonodavstvo s ciljem poticanja pristupačnosti i promicanja usluga u oblaku, [23].

### 3.2.6 FOG tehnologija

*Fog* tehnologija ili "zamagljivanje" je distribuirana infrastruktura u kojoj se pametnim uređajem upravlja „rubom“ mreže nekim aplikacijskim procesima ili uslugama, ali se još uvijek upravlja u *cloudu*. U osnovi je srednji sloj između oblaka i hardvera kako bi se omogućila učinkovitija obrada podataka, analiza i pohrana podataka, što se postiže smanjenjem količine podataka koje treba prenijeti u *cloud*. Metafora *fog* (magla) dolazi iz meteorološkog pojma za oblake blizu tla, kao što se magla koncentrira na rub mreže [26].

Cilj *fog* tehnologije je poboljšati učinkovitost i smanjiti količinu podataka prevezenih u *cloud* za obradu, analizu i pohranu. To je učinjeno radi poboljšanja učinkovitosti, iako se može koristiti i za sigurnosne i sukladne razloge. Popularne računalne aplikacije za *fog* uključuju pametnu mrežu, pametne gradove, pametne zgrade, mreže vozila i mreže definirane softverom.

Prednosti *fog* tehnologije [27]:

- značajno smanjenje kretanja podataka u mreži što rezultira smanjenim zagušenjima, troškovima i latentnošću,
- uklanjanjem uskih grla koje proizlaze iz centraliziranih računalnih sustava,
- poboljšanom sigurnošću kriptiranih podataka budući da se približava krajnjem korisniku, smanjujući izloženost neprijateljskim elementima ,
- poboljšanu skalabilnost koja proizlazi iz virtualnih sustava,
- uklanjanje jezgru računalnog okruženja, čime se smanjuje glavni blok i točka neuspjeha,
- poboljšava sigurnost, jer su podaci kodirani dok je premještena prema rubu mreže,

- *Edge Computing*<sup>3</sup>, osim pružanja sekundarnog odgovora krajnjim korisnicima, također pruža visoku razinu skalabilnosti, pouzdanosti i tolerancije na kvarove

### 3.3 Osnovni modeli pomoćne tehnologije

Različite su definicije pojma tehnologija. Tako se tehnologija definira kao znanost i istraživanje o praktičnim i industrijskim umijećima ili se definira kao primjena postojeće znanosti. Također se definira i kao metode i procesi koji služe rješavanju određenih tehničkih problema [28].

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 može reći kako ona najprije predstavlja uređaje, a zatim: usluge, strategije i prakse, odnosno stečena znanja koja služe ublažavanju problema s kojima se susreću osobe s invaliditetom [29].

Osobe s invaliditetom se razlikuju u svojim karakteristikama, tipu invaliditeta, potrebama i željama te znanju i vještinama, što nameće potrebu za stvaranjem odgovarajućih okvira za razvoj za razvoj pomoćnih tehnologija. Osnovni ciljevi modelirajućeg okvira su [30]:

- primjenjivost na različite tipove pomoćnih tehnologija i sustava kao osnova za izradu klasifikacijskog okvira pomoćnih tehnologija i sustava,
- pružanje temeljne strukture pomoćnih tehnologija te upotrebljivost u specifikacijama specijaliziranih uređaja i tehnologija,
- pružanje okvira za razvoj novih pomoćnih tehnologija i sustava na način da isti budu izrađeni po mjeri i potrebama krajnjih korisnika,
- osiguravanje razvoja pomoćne tehnologije na način da ista bude prihvatljiva krajnjem korisniku,
- omogućavanje dubljeg uvida u funkcioniranje pomoćne tehnologije unutar određenog društvenog konteksta.

Obzirom na do sada prikazanu složenost i specifičnost situacija u realnom svijetu, interdisciplinarnost područja koje je potrebno obuhvatiti, te razlike u stanjima krajnjih korisnika, može se zaključiti da nema samo jednog rješenja te da su, prema [30], moguća dva različita pristupa:

- razvoj pomoćne tehnologije uzimajući u obzir korisnika i njegove potrebe te mjerenje stupnja zadovoljavanja tih potreba razvijenom pomoćnom tehnologijom
- razvoj generičkog (općeg) modela za potrebe analize pojedinog uređaja ili tehnologije

Kad se govori o modeliranju pomoćne tehnologije koriste se dva temeljna modela [30]:

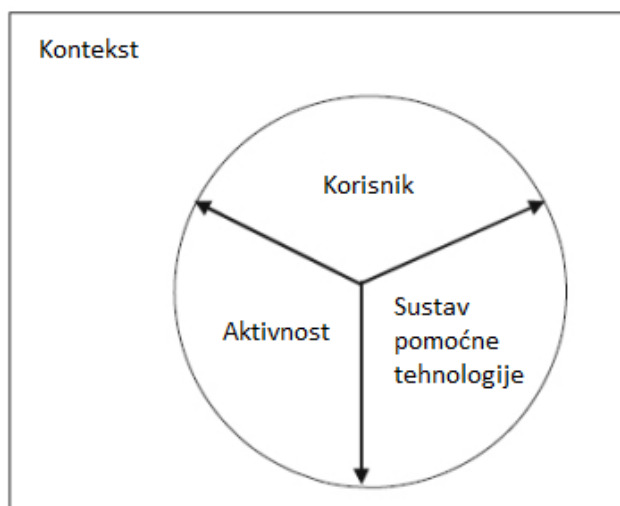
---

<sup>3</sup> *Edge computing* označava paradigmu dovođenja resursa bliže lokaciji na kojoj su potrebni kako bi se poboljšale značajke poput vremena odziva i zauzeća prijenosnog pojasa.

- HAAT model (*Human Activity Assistive Technology*),
- CAT model (*Comprehensive Assistive Technology*).

### 3.3.1 HAAT model

HAAT model prema Cook-u i Husse-u daje podlogu za razvijanje opće strukture koja se koristi za analizu, sintezu i razvoj pomoćne tehnologije. Model ne daje podlogu za spajanje korisnika s tehnologijom. Ovaj model prvo definira sustav pomoćne tehnologije, a zatim omogućavanje osobi s invaliditetom da uz pomoć određene pomoćne tehnologije obavlja određenu aktivnost. HAAT sustav se definira kroz četiri promatrane komponente, kako je prikazano na Slika 11.



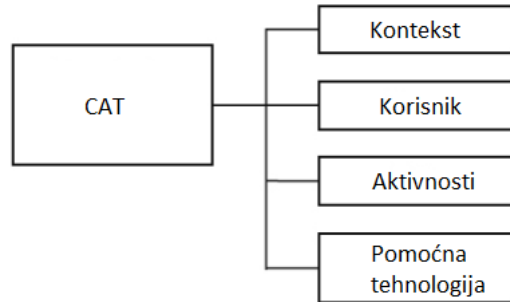
Slika 11. HAAT model, [30]

Na slici 11. mogu se uočiti četiri komponente HAAT modela koje su, prema [30], sljedeće:

- Kontekst čine društveni okvir i fizička okolina u kojem korisnik i pomoćna tehnologija međusobno funkcioniraju. Podijeljen je na kulturalni, socijalni, ljudski te fizički kontekst
- Korisnik je osoba koja se nalazi u središtu HAAT modela. Korisnik ima sposobnost senzornog inputa, moći središnjeg procesiranja i motornih inputa. Negativna strana takvog "mehaničkog pristupa" je što se često ignorira dizajn usmjeren na osobu, kao što je estetika i vrijednost, a što može biti presudno osobi pri odabiru pomagala;
- Aktivnosti su radnje koje korisnik izvršava ili zadatak koje korisnik želi postići i koje utječu na model. Jedna je od najfleksibilnijih komponenti unutar modela i ovisi o tome kako se model koristi;
- Sustav pomoćne tehnologija je tehnološko rješenje za prevladavanje prepreka koje se javljaju u okruženju i zadanom kontekstu. Podrazumijeva korištenje određenih pomagala kako bi se nadišla određena prepreka.

### 3.3.2 CAT model

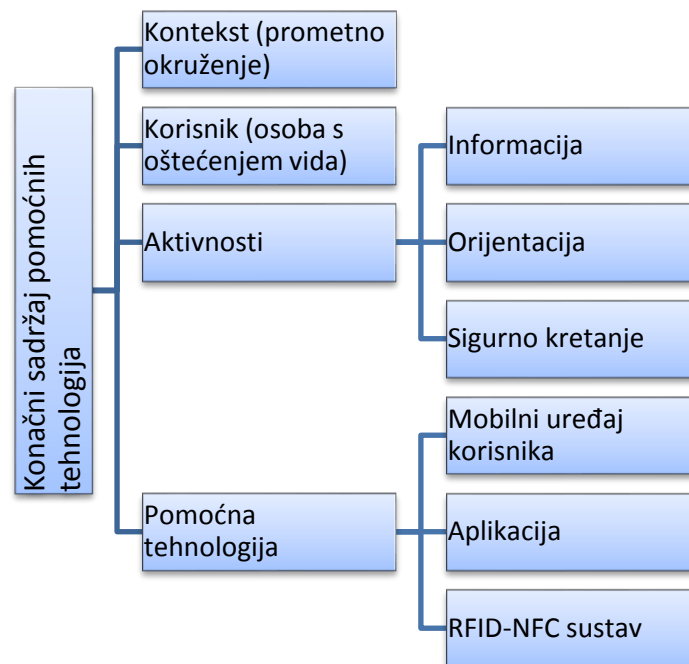
Iz HAAT modela nastao je CAT model. Cilj ovog modela je prikazati nedostatke u korištenju određene pomoćne tehnologije, a pogodan je za razvoj pomoćnih tehnologija u područjima u kojima ne postoje standardna rješenja, unaprjeđenje i nadogradnju postojećih sustava, uparivanje korisnika s određenom pomoćnom tehnologijom. Struktura CAT modela prikazana je oblikom stabla koje ima ograničen broj varijabli.



Slika 12. CAT model, [30]

Slikom 12. prikazan je CAT model gdje vidljivo da se on, prema [30] [2, sastoji od četiri komponente koje definiraju sustav pomoćne tehnologije, a to su:

- Kontekst - okruženje u kojem se koristi pomoćna tehnologija;
- Korisnik - konačni korisnik se nalazi u centru modela
- Aktivnosti - skup aktivnosti u kojima će se koristiti pomoćna tehnologija
- Pomoćna tehnologija - koja će se koristiti



Slika 13. Razgranati CAT model, [30]

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 komponente, pa se tako komponenta konteksta može razraditi na komponente: kulturnog i društvenog konteksta, državnog konteksta i lokalnog konteksta [14]. Ovaj model se prikazuje u hijerarhijskoj strukturi poput grananja, kako je i prikazano slikom 13., vrlo je jednostavno dodati nove grane i učiniti model preciznijim, ili složenijim, ili oduzeti, to jest izostaviti grane koji za pojedini slučaj nisu nužne, te na taj način učiniti model jednostavnijim te lakše shvatljivim i primjenjivim.

### 3.4 Postojeća rješenja za informiranje osoba oštećenog vida i sluha

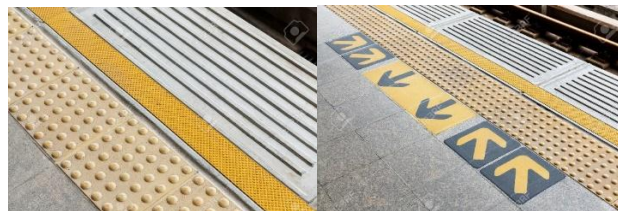
Većina rješenja koja će biti prikazana u nastavku su eksperimentalna te postoje uvjeti za njihovu nadogradnju i poboljšanje. Neka od prikazanih rješenja su primjenjive samo na jednu kategoriju poboljšanja, a neke su primjenjive na više kategorija.

#### 3.4.1 Pametne RFID taktilne površine

Same taktilne površine su već dobro poznate, a na slikama 14. – 15. mogu se vidjeti njihove izvedbe.



Slika 14. Tenji blokovi, [31]



Slika 15. Taktilna površina na željezničkom peronu sa i bez strelica za usmjeravanje, [32]



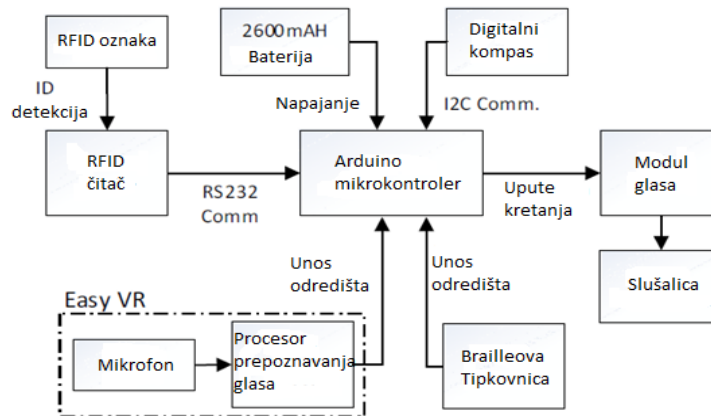
Slika 16. Zvučna taktilna površina na nizozemskim željezničkim postajama, [33]

Osobe s oštećenjem vida trebaju pomoć kako bi uspješno stigle na svoje odredište, a trenutno raspoloživi alati poput obilnih taktilnih površina i bijelog štapa više ne zadovoljavaju njihove potrebe prvenstveno jer su dizajnirani za sigurno kretanje na pločnicima, a ne za samostalno kretanje do određene destinacije. Iz navedenog je očigledna potreba za sigurnim i uspješnim samostalnim kretanjem tih osoba u zatvorenim i otvorenim prostorima. Ovdje će

biti prikazano nekoliko rješenja temeljenih na pametnim RFID taktilnim površinama i elektronskom bijelom štapu.

### 3.4.1.1 Informiranje pomoću RFID detekcije i digitalnog kompasa

Ovaj sustav za navigaciju i informiranje u zatvorenim prostorima poput zgrade zračne luke, zgrade željezničkog kolodvora te autobusnog kolodvora, prema [34], koristi RFID sustav detekcije i digitalnog kompasa za usmjeravanje osobe oštećena vida. Ovdje se koriste komponentne kao što su RFID čitač/pisač, *Arduino* mikrokontroler, govorni modul, Brajićina tipkovnica (*engl. Braille keypad*), digitalni kompas, slušalice, mikروفon.



Slika 17. Prikaz komponenti sustava, [34]

Središte sustava je *Arduino Pro Mini* mikrokontroler koji komunicira s ostalom periferijom. Ovaj mikrokontroler je male veličine i težine, a ima i odgovarajuće priključke za digitalni kompas tipa HMC6352. Ovaj kompas osigurava visoku rezoluciju i točnost pri određivanju smjera. RFID čitač/pisač smješten je na dnu sklopivog štapa zbog lakše detekcije pasivnih RFID oznaka ugrađenih u taktilne površine. RFID modul je povezan s *Arduino* mikrokontrolerom (spojen na napajanje), a čitav sklop je smješten na dnu štapa, kako je prikazano slikom 18. Svaka RFID oznaka sadrži informacije o lokaciji i okruženju, poput prepreka. Sve te informacije se pohranjuju na *micro SD* karticu u mikrokontroleru. Također je instaliran i govorni modul tipa WTV020.

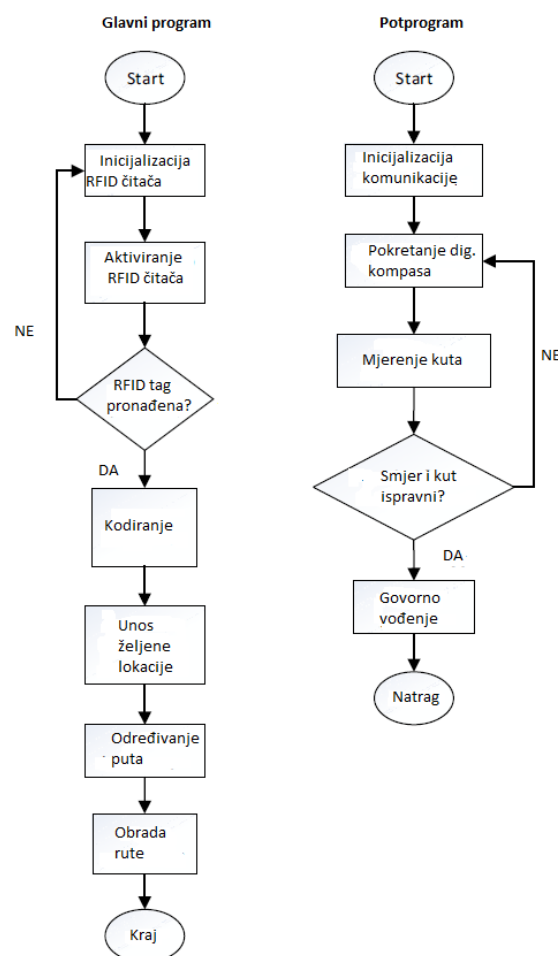


Slika 18. RFID sustav na dnu elektroničkog štapa, [34]

Slika 19. prikazuje klasični bijeli štap koji je modificiran u elektronički bijeli štap. RFID čitač/pisač smješten je na 6[cm] od taktilne trake vođenja zbog lakše detekcije RFID oznaka. Štap je sklopiv i podesiv i time praktičan zbog različite visine korisnika.



Slika 19. Prikaz elektroničkog štapa i njegovih komponenti, [34]



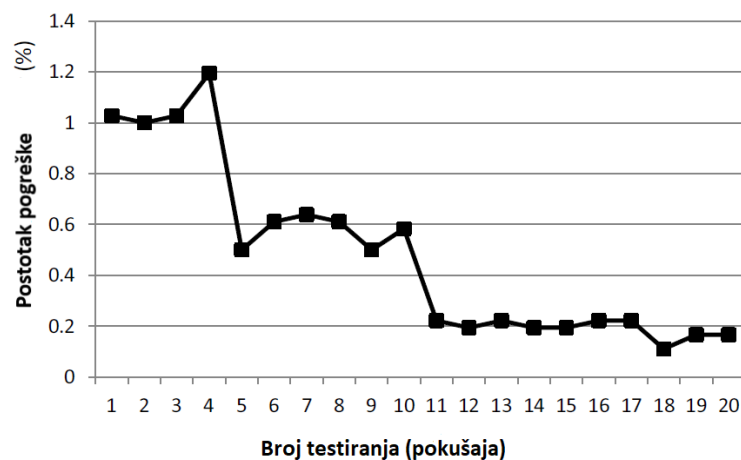
Slika 20. Dijagram toka RFID navigacijskog sustava, [34]

Prvi korak u procesu navigacije, kako je prikazano slikom 20. je inicijalizacija RFID čitača. Nakon detektiranja prve RFID oznake korisnik unosi željenu lokaciju, RFID čitač se aktivira i čita RFID oznaku. Ukoliko ju ne uspije pročitati odmah, proces čitanja oznake se ponavlja od koraka inicijalizacije RFID čitača inače mikrokontroler obavlja enkripciju identiteta oznake prema identifikacijskom kodu oznake. Nakon toga mikrokontroler nastavlja s postupkom navigacije. Informacije primljene iz RFID oznake se obrađuju i pretvaraju u

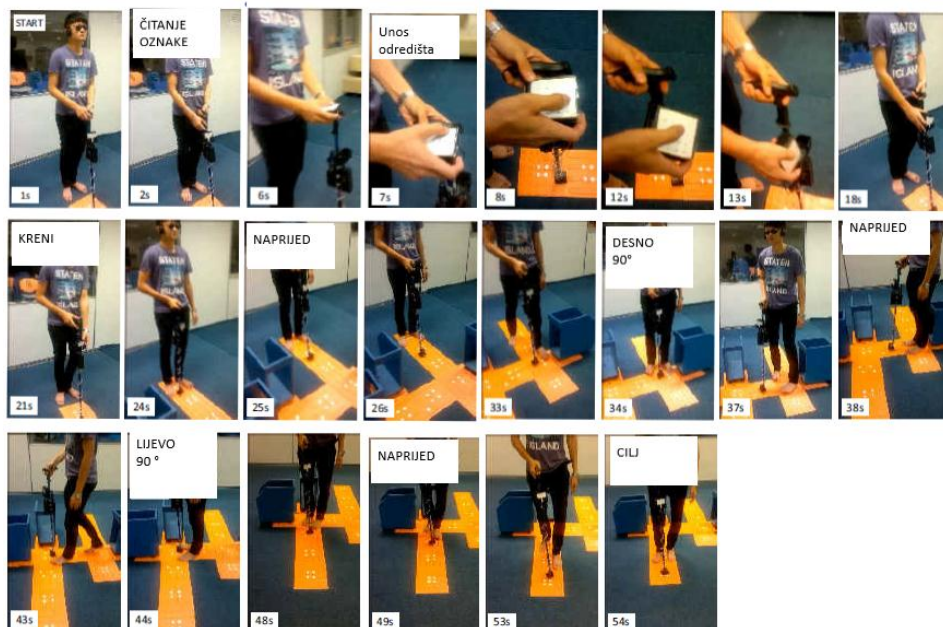


govornu informaciju te putem slušalica prenose korisniku. Ukoliko korisnik skrene sa staze kretanja uključuje se potprogram i aktivira digitalni kompas koji putem magnetnog senzora mjeri kut skretanja i određuje smjer kretanja, a korisnika upozorava putem audio informacija koje osigurava govorni modul.

U svrhu optimizacije funkcionalnosti prikazanog sustava proveden je eksperiment utvrđivanja točnosti digitalnog kompasa. Testiranje je ponovljeno 20 puta na različitim mjestima poligona za testiranje i u različito vrijeme. Grafikon 7. pokazuje rezultate testiranja točnosti digitalnog kompasa. Vidljivo je da postotak pogreške sve manji, a između 11. i 17. testiranja je gotovo konstantna. To je dokaz pouzdanosti digitalnog kompasa i visokog stupnja osjetljivosti te se može zaključiti da je pogodan za navigaciju.



Grafikon 1. Postotak pogreške kalibriranja digitalnog kompasa u smjeru sjevera, [34]



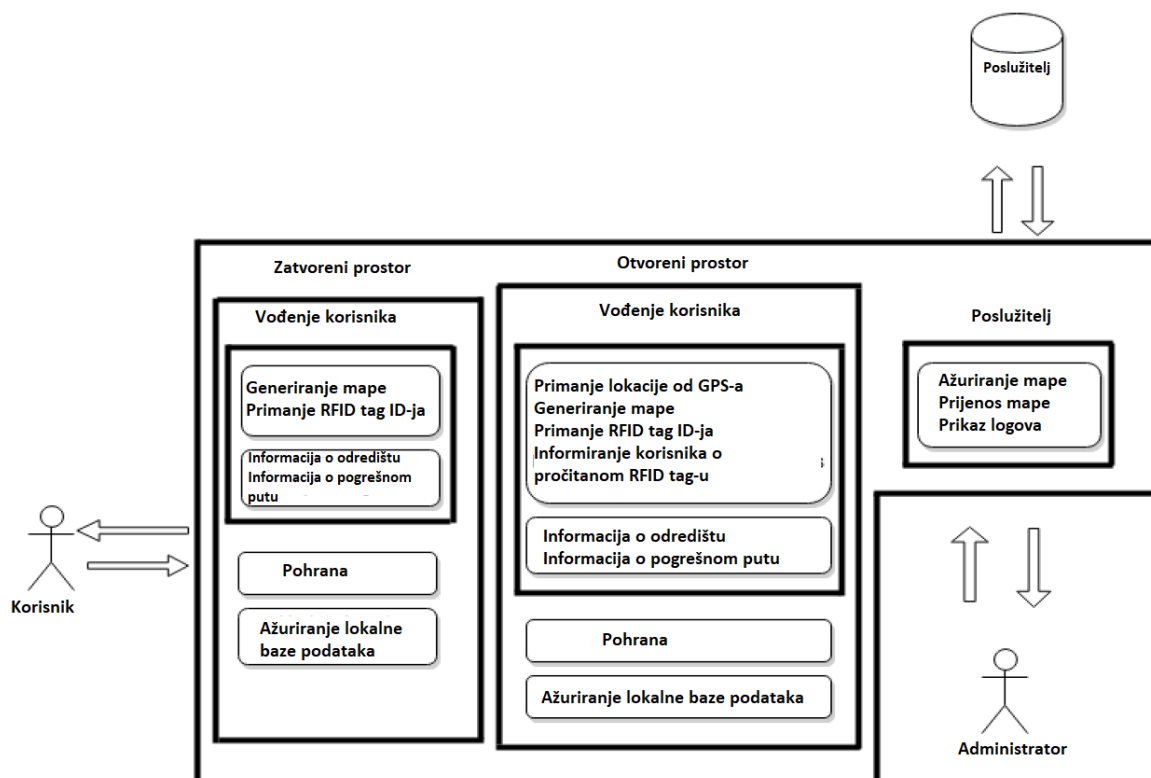
Slika 21. Slike svake sekunde putovanja koristeći navigacijski uređaj s govornim navođenjem, [34]

Slikom 21. prikazan je provedeni eksperiment. Slikano je svakih sekunde jedna slika. Vrijeme trajanja eksperimenta je 54[s] kretanja od početne točke do cilja. Na početku korisnik

uzima štap i detektira prvu oznaku. Unosi odredište, a govorni modul šalje informaciju o smjeru kretanja. Putem tipkovnice je uneseno odredište, što je trajalo 21 [s], a put do odredišta 33 [s] uz pomoć govornih uputa. Do odredišta se korisnik kreće pomoću pametne taktilne površine, a govorni modul šalje informaciju kad treba skrenuti i u kojem smjeru. Nedostatak ove tehnologije je potreban veliki broj infrastrukturnih komponenti koje se moraju održavati [34].

### 3.4.1.2 RFID detekcija elektronskim bijelim štapom i informiranje korisnika putem mobilnog komunikacijskog uređaja

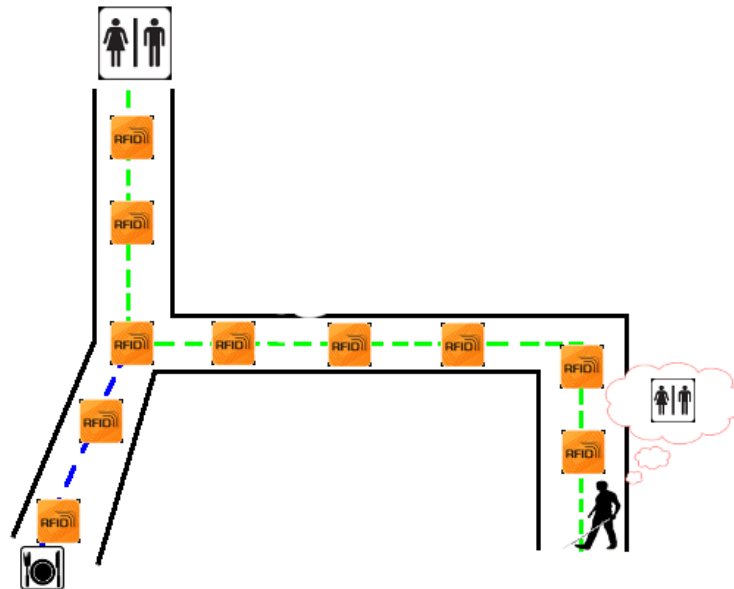
Postoje dva rješenja, za primjenu na otvorenim prostorima te u zatvorenim prostorima. Na otvorenim prostorima (pločnici, peroni autobusnih i željezničkih kolodvora, stajališta javnog gradskog prijevoza) RFID oznake su smještene ispod taktilne površine. Korisnik ima modificirani bijeli štap s RFID čitačem koji se spaja s mobilnim komunikacijskim uređajem korisnika u svrhu govornih informacija o smjeru kretanja ili odredištu. U svrhu navigacije koristi se kombinacija GPS sustava i pametnih RFID taktilnih površina. GPS tehnologija služi za određivanje korisnikove početne točke kretanja (lokacije). Ukoliko se korisnik nalazi na pametnoj taktilnoj površini, software ga usmjerava prema željenom odredištu najkraćim putem temeljem informacija dobivenih iz RFID oznaka na taktilnoj površini. Za zatvorene prostore, poput zgrada zračne luke, željezničkog ili autobusnog kolodvora rješenje radi na istom principu, ali u složenijem obliku.



Slika 22. Prikaz visoke razine arhitekture sustava „pametnih“ taktilnih površina, [35]

Slika 22. prikazuje arhitekturu i način rada predloženog rješenja. Arhitektura se sastoji od tri dijela: dio primjenjiv u zatvorenim prostorima, dio primjenjiv na otvorenim prostorima (složeniji, sadrži lociranje putem GPS-a) i treći dio koji se odnosi na administraciju (prijenos

podataka i ažuriranje). Na mobilnim komunikacijskim uređajima korisnika postoji i grafičko korisničko sučelje koje prima informacije o željenom odredištu putem glasovnih naredbi. Aplikacija automatski preuzima mapu trenutne lokacije i čeka govornu naredbu korisnika. Aplikacija podržava upotrebu govornih skupova podataka (*engl. speech libraries*) razvijenih od strane tvrtki *Google* i *Apple*. Jedan od mogućih problema pri upotrebi ovog sustava je ovisnost sustava informiranja o ažurnosti baze podataka.



Slika 23. Ilustracija vođenja korisnika, [35]

Dio arhitekture koji se odnosi na zatvorene prostore ovisi o postojanju pametnih taktilnih površina koje se očitavaju bijelim štapićem opremljenim *Android* ili *iOS* sustavom. Princip rada je sljedeći: RFID oznake se očitavaju, prepoznaje se smjer kretanja korisnika i tada korisnik prilagođava smjer svog kretanja putem *Android* ili *iOS* mobilnog komunikacijskog uređaja. Zatim se očitavaju RFID oznake, a softver vodi korisnika govornim instrukcijama (Slika 23.). Softver očitava RFID oznaku, utvrđuje lokaciju korisnika, određuje smjer usporedbom trenutne i prethodne RFID oznake i određuje moguće putove kretanja te upozorava korisnika govornom porukom ukoliko se on udalji od taktilne površine.

### 3.4.2 Ariadna sustav

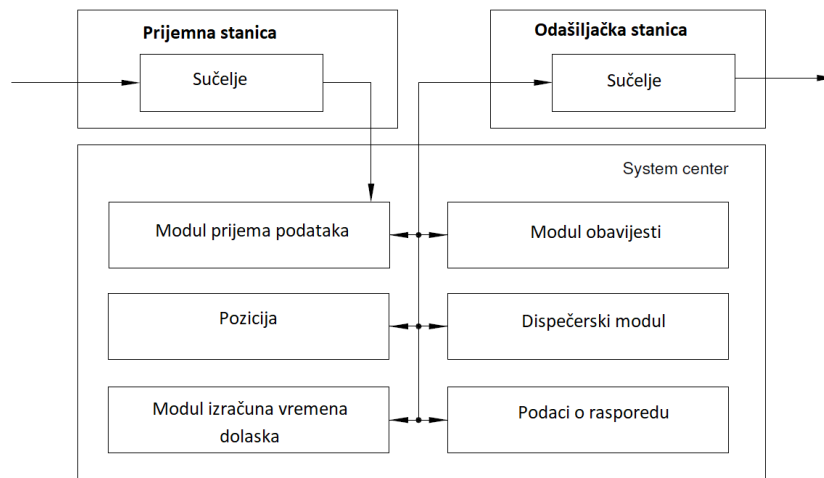
Ariadna sustav [36] je prvenstveno primjenjiv u javnom gradskom prijevozu, a cilj mu je pružanje informacija putnicima u stvarnom vremenu. Sustav je implementiran u Poljskoj, u dva grada, Varšavi i Nowy Sacz. Motivacija razvoja ovog sustava su bili sljedeći uočeni problemi [36]:

- Nedostatak identifikacije vozila jer osoba oštećenog vida nije dobivala informaciju da je vozilo koje se upravo zaustavilo vozilo javnog gradskog prijevoza.
- Neodgovarajuće označavanje stajališta.
- Nedostatak audio informacije o bročanoj oznaci dolazećeg vozila javnog gradskog prijevoza
- Nedostatak rasporeda vožnje prilagođenog osobama oštećena vida
- Nemogućnost informiranja vozača o putnicima oštećena vida koji su na stajalištu

Kako bi se ovi nedostaci uklonili razvoj sustava je usmjeren na slijedeće točke:

- Osiguravanje pravovremene informacije o dolazećem vozilu javnog gradskog prijevoza
- Pristup rasporedu vožnje i kašnjenjima
- Pristup online planiranju rute
- Informiranju vozača o osobi oštećena vida koja čeka na stajalištu
- Upotreba standardnih uređaja masovne proizvodnje, mobilnih telefona kao komunikacijskog uređaja za korisnike i PDA uređaja (PDA - *Personal digital assistant*) kao terminalnih uređaja za vozače

Slika 24. prikazuje princip rada ovog rješenja. Slabovidna ili slijepa osoba pokreće aplikaciju na mobilnom telefonu i upisuje kôd ili broj autobusne stanice (napisan na *Brailleovom* pismu na rasporedu). Nakon toga korisnik prima informacije o dolazećim vozilima, kašnjenju i obavijesti sa rute. Ove obavijesti se sa glavnog servera šalju putnicima koji čekaju istu liniju. Moguće je automatski detektirati broj zaustavljanja, ali samo ako korisnik ima mobilni komunikacijski uređaj s GPS prijemnikom. Vozilo je opremljeno uređajem s GPS prijemnikom i modulom za bežičnu komunikaciju sa serverom. To omogućuje informiranje vozača da je na stajalištu osoba s invaliditetom. Uređaj kontinuirano šalje serveru informacije o položaju vozila na ruti.



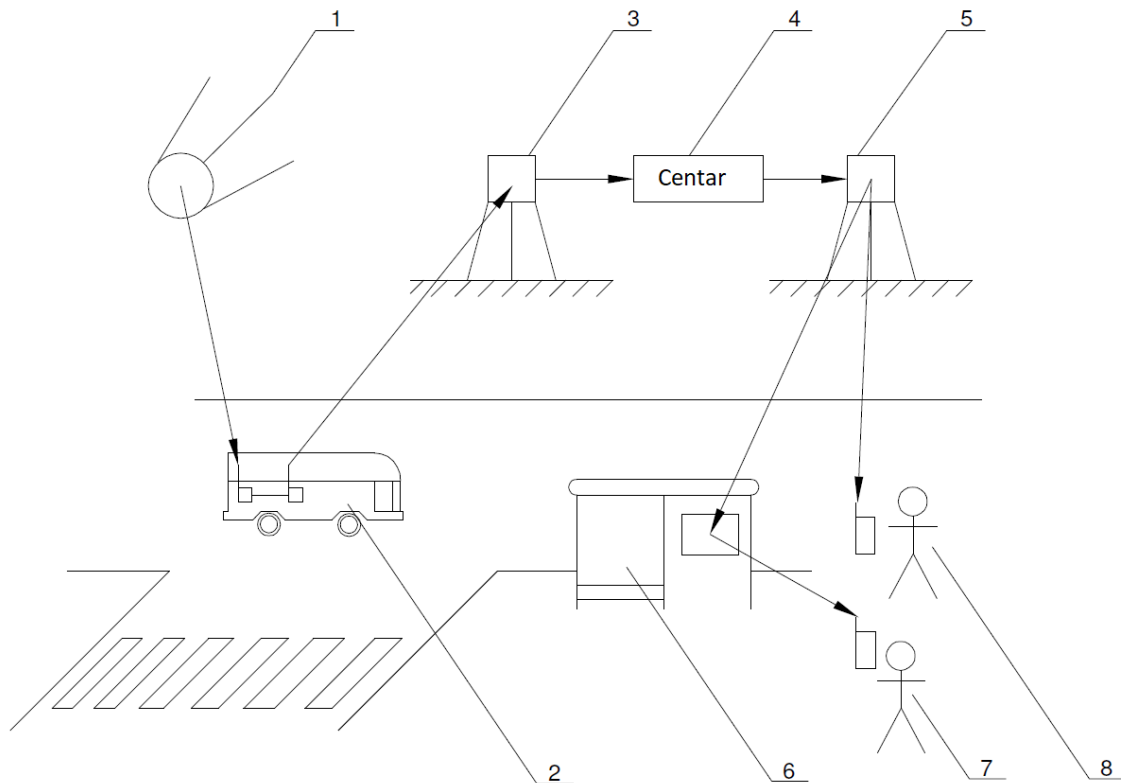
**Slika 24. Arhitektura Ariadna sustava, [36]**

U predloženom rješenju softver se dijeli na tri aplikacije koje trebaju biti instalirane na mobilnom komunikacijskom uređaju korisnika, PDA uređaju i serveru:

- Aplikacija koja se nakon pokretanja na mobilnom uređaju spaja na server, i pruža set govornih poruka koje korisnika informiraju o događajima na ruti (npr. autobus broj 224 dolazi na stajalište).
- Aplikacija namijenjena vozačima, koja kontinuirano šalje geografske koordinate vozila na server i prikazuje obavijesti za vozača.

- Središnja aplikacija za razmjenu poruka između uređaja u autobusu i mobilnog komunikacijskog uređaja korisnika.

Ariadna sustav (Slika 25.) funkcionira na način da GPS sustav šalje podatke o trenutnoj lokaciji autobusa. Primitljena informacija prosljeđuje se na server (koristi se GPRS - *General Packet Radio Service*). Nakon primitka podataka, server šalje informaciju putem GPRS-a krajnjim korisnicima. Moguća je nadogradnja način da se na stajalište postavi modul koji će primljene podatke sa servera putem *bluetooth* tehnologije proslijediti krajnjim korisnicima.



**Slika 25. Prikaz rada Ariadna sustava u prometu, [36]**

Korisnici su se susreli s dva problema: nužnost povezivanja s internetom kako bi se dobile točne i ažurne informacije i problem pronalaženja lokacije stajališta. Rješenje oba problema je nadogradnja sustava instalacijom *bluetooth* uređaja na stajalištima. *Bluetooth* uređaji na stajalištima djeluju kao posrednici između servera i mobilnih uređaja korisnika. Na taj način su korisnički uređaji stalno povezani sa serverom i do informacija mogu doći putem *bluetooth* sučelja instaliranih na stajalištima. Budući da svi *bluetooth* uređaji imaju jedinstvene fizičke adrese jednostavno je detektirati postaju na kojoj se korisnik nalazi i izbjeva se potreba za dobivanjem ovih informacija pomoću GPS-a [36].

### 3.4.3 Prijedlozi rješenja temeljenih na Bluetooth tehnologiji

*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. 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.

#### 3.4.3.1 *Bluetooth Notification System for the Bus Commuter*

Nastaje kao odgovor na veliki broj izazova s kojima se slijepi i slabovidni korisnici susreću u prometnom sustavu. Rješenje se, prema [37], temelji na *bluetooth* sustavu postavljenom na vozilo, *bluetooth* poslužitelju postavljenom na stajalištu i mobilnom terminalnom uređaju koje ima mogućnost *bluetooth* komunikacije i instaliranu Java aplikaciju.

Slika 26. prikazuje način rada sustava. Dolaskom korisnika na stajalište, dolazi do povezivanja između mobilnog terminalnog uređaja i poslužitelja, koji se nalazi na stajalištu. Svako stajalište ima odgovarajući identifikacijski broj koji se javlja korisniku. Korisnik upisuje željeni broj linije, taj broj linije dobiva poslužitelj i čeka vozilo s tim brojem. Približavanjem vozila s traženim brojem, *beacon* pokreće aplikaciju korisnika i šalje potrebne informacije – broj linije, smjer, vrijeme dolaska, koje su odmah pretvorene u govornu informaciju na jeziku aplikacije korisnika. Poslužitelj informira i vozača o korisniku koji ima namjeru ulaska u vozilo. Korisnik može upisati i identifikacijski kod stajališta destinacije, a dolaskom vozila na destinaciju, sustav upozorava uređaj vozača, koji obavještava korisnika o dolasku na destinaciju [37].



Slika 26. Prikaz razmijene informacija pomoću *bluetooth* tehnologije između korisnika i pružatelja usluge na primjeru javnog gradskog autobusnog prijevoza, [37]

#### 3.4.3.2 *POI Explorer*

Korbel, Skulimowski i Wasilewski, 2013. godine, u Poljskoj, predlažu sustav za informiranje korisnika temeljen na primjeni *beacona*. Ideju za ovakav sustav autori su dobili

zbog poteškoće lociranja interesnih točaka (POI - *Point Of Interest*), od kojih jedna predstavlja stajalište javnog gradskog prijevoza.

Korisničko sučelje predloženog sustava nalazi se na mobilnom terminalnom uređaju korisnika, ali se za upravljanje tim sučeljem koristi dodatni pomoćni terminal, koji se s pametnim mobilnim terminalnim uređajem povezuje preko *Bluetooth-a*. Korisnici dobivaju govornu informaciju putem svog 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 [38].

#### 3.4.3.3 *Wayfinder*

Projekt *Wayfinder* pokrenut je 2014.-te godine u Londonu i koristi *beacon* tehnologiju kako bi olakšala kretanje kroz urbana područja slijepim i slabovidnim osobama. Korisnici dobivaju govorne informacije navođenja putem svojih mobilnih komunikacijskih uređaja koji komuniciraju s *beacon* odašiljačima postavljenim na različitim lokacijama na željezničkim postajama. U trenutku kada se korisnici nađu na području određenog *beacona* oni počnu slati govorne upute, korak po korak, kako stići od točke A do točke B na korisnikov mobilni uređaj. Sustav trenutno daje osnovne informacija kretanja za slijepe i slabovidne, ali postoje mogućnosti nadogradnje i povećanja njegove iskoristivosti. Slika 27. prikazuje *beacon* odašiljač na stanici Euston [39].



Slika 27. *Beacon* odašiljač u podzemnoj željeznici, [39]

#### 3.4.3.4 *Smart Public Transport*

Primjer sustava primjene *beacon* tehnologije za informiranje korisnika primjenom *bluetooth* tehnologije je implementacija 500 odašiljača na vozila javnog prijevoza u Bukureštu u srpnju 2015. godine. Projekt je nazvan SPT (*Smart Public Transport*). Predloženo rješenje (Slika 28.) temelji se na instalaciji *iBeacon* uređaja na vozila. Ovaj sustav temelji se na komunikaciji između tri modula: *iBeacona*, *cloud* platforme i određene mobilne aplikacije na pametnom mobilnom terminalnom uređaju. Prilikom polaska korisnik u mobilnu aplikaciju upupisuje broj linije koju želi koristiti. Kako bi SPT sustav funkcionirao mora biti uključen 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, a kada vozilo stigne 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 [40].



**Slika 28. Instalirani iBeacon uređaji na vozilu javnog gradskog prijevoza, [40]**

Osim navedenog, vozila javnog prijevoza (Slika 29.) su opremljena i zaslonima na kojima se emitiraju informacije o broju linije, konačnom odredištu kao i o nadolazećem stajalištu, kao pomoć osobama oštećena sluha.



**Slika 29. Informacijski zasloni na vozilu, [40]**

#### 3.4.3.5 BOCS arhitektura

Slijedeća arhitektura, prema [41], pretpostavlja upotrebu statičnih i pokretnih *beacon* uređaja (BOCS - *Bluetooth Beacon Open and Co-shared System*).

Informacije koje bi oni osiguravali su slijedeće:

- opis lokacije na kojoj se korisnik nalazi u stvarnom vremenu,
- detektiranje smjera u kojem je korisnik okrenut,
- informacije o točki prolaska izlaza (na zračnim lukama) gdje bi se na izlazima nalazilo više međusobno povezanih *beacona* (za informaciju o lokaciji, o prolasku kroz izlaz, o ukrcaju i provjeri karte),
- informacije o rasporedu dolazaka i odlazaka autobusa, vlakova, letova, informacije o kašnjenjima,
- informacije o prilasku vozila na stajalištima javnog gradskog prijevoza i peronima željezničkih postaja,



- detektiranje kada se korisnik ukrcao i kada je izašao iz autobusa ili vlaka,
- automatska kupovina i/ili provjera već kupljene karte prilikom ulaska u vozilo ,javnog gradskog prijevoza ili na šalterima željezničkih kolodvora te zračnih luka,
- informacija o vremenu čekanja u redu za sigurnosnu provjeru u zračnim lukama,
- detektiranje putničke prtljage u zračnim lukama.

Slika 30. prikazuje funkcioniranje arhitekture u slučaju postaja javnog gradskog prijevoza:

- U prvom slučaju (označeno brojevima 1-3), korisnik hoda prema stajalištu. Kada je signal detektiran, aplikacija šalje upit servisu o meta podacima tog *beacona*. Servis šalje odgovor da se *beacon* nalazi na stajalištu autobusnog javnog gradskog prijevoza, njegovoj točnoj lokaciji, nazivu stajališta, vremenskom rasporedu dolazaka vozila.
- U drugom slučaju (označeno brojevima 4-6), korisnik čeka na stajalištu dok vozilo nailazi. Vozilo na sebi ima *beacon* koji je prepoznat od strane aplikacije na mobilnom uređaju korisnika, te aplikacija šalje govornu informaciju korisniku o broju vozila, njegovom odredištu.
- U slučaju 3 (označeno brojevima 7-10), unutar vozila je smješteno nekoliko *beacona* te aplikacija detektira dio vozila u kojem se korisnik nalazi, pokraj kojih vrata.



Slika 30. Korištenje Bluetooth *beacona* u javnom gradskom prijevozu, [41]

Slika 31. prikazuje primjer upotrebe ove arhitekture na postajama metro željeznice, korištene su dvije odvojene vrste *beacona*:

1. *Beaconi* skupa 1 (plavi) služe za navigaciju i vođenje putnika: aplikacija koristi *beacone* za točno detektiranje prolaska vozila i lokacija duž puta vozila (hodanje, na stajalištu, u vozilu, vrata1, broj vozila, odredište).

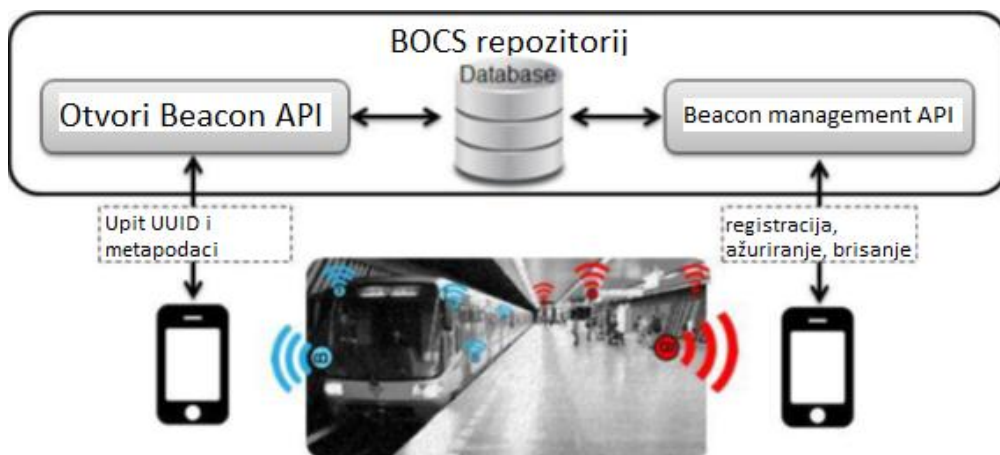
2. *Beaconi* skupa 2 (crveni) služe za navigaciju unutar prostora postaje: aplikacija osigurava informacije o korisnikovoj lokaciji i smjeru kretanja.



Slika 31. Bluetooth beacon instalacija na stanici metro željeznice, [41]

Ukoliko se oba skupa *beacona* registriraju u zajedničkom repozitoriju i koriste zajednički model podataka, moguće je da aplikacija koristi sve *beacone*. Ideja zajedničkog otvorenog repozitorija je modularni razvoj i prihvaćanje novih usluga. BOCS repozitorij sastoji se od tri glavna dijela:

- Otvorenog *beacon* aplikacijskog programskog sučelja (API - *application programming interface*)
- sučelja za upravljanje *beacon* uređajima (*engl. beacon management API*)
- poslužiteljskog repozitorija koji sadrži središnju komponentu – bazu podataka



Slika 32. Prikaz visoke razine arhitekture BOCS sustava, [41]

Otvoreni *beacon* API sadrži sučelja za pretragu meta podataka baziranih na UUID ključu (*UUID - universally unique identifier*)<sup>4</sup>. Alternativno se može koristiti i MAC adresa

<sup>4</sup> Univerzalno jedinstveni identifikator (UUID) je 128-bitni broj koji se koristi za identifikaciju podataka u računalnim sustavima. Kada se generiraju prema standardnim metodama, UUID su u praktične svrhe jedinstvene. Njihova jedinstvenost ne ovisi o središnjem registracijskom tijelu ili koordinaciji između strana koje ih generiraju. Iako vjerojatnost umnožavanja UUID-a nije jednaka nuli, dovoljno je blizu nule da je zanemariva.

*beacona*. Omogućuje i pretraživanje *beacona* u određenom području korištenjem broja prijevozne linije. *Beacon* menadžment API sadrži sučelja za registraciju, ažuriranje i brisanje podataka o *beaconima* dok baza podataka pohranjuje sve povezane meta podatke *beacona*. Slikom 32. prikazana je visoka razina arhitekture BOCS sustava.

BOCS se sastoji od tri funkcionalna dijela [43]:

- Poslužiteljski baziran repozitorij koji upravlja meta podacima *beacona*
- *Android* mobilna aplikacija
- Infrastrukturu *Bluetooth beacona*, koja se sastoji od tri različite vrste *beacona*:
  - o Postaja (*engl. station*) – jedan ili više *beacona* unutar područja stajališta,
  - o Vozilo (*engl. vehicle*) – jedan ili više *beacona* koji su smješteni na različitim lokacijama unutar vozila
  - o Vrata (*engl. gate*) – najmanje dva *beacona* s obje strane prolaza u i iz vozila.

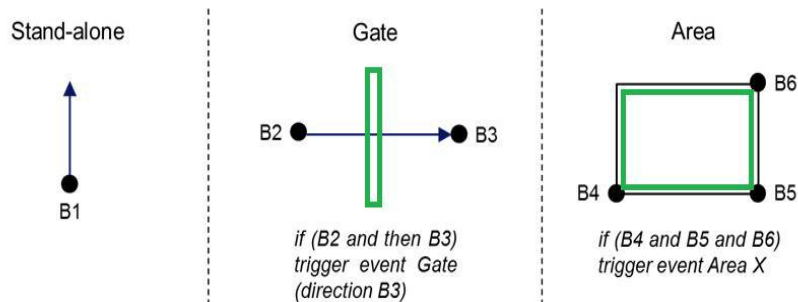
Signali *beacona* se identificiraju prema njihovom UUID-ju i katalogiziraju putem web servisa sa svojim meta podacima. Aplikacija prikuplja raspoloživu jačinu signala i uspoređuje ju s prethodno prikupljenim jačinama signala kako bi odredila koji događaj treba pokrenuti. Poslužiteljski repozitorij upravlja meta podacima *beacona* (*beaconi* mogu samo jednosmjerno slati podatke). Na takav način su sva ažuriranja *beacona* odmah dostupna, pretraživanja se mogu ograničiti na geografsku lokaciju, vremenski raspon i druge važne parametre. Središnji dio BOCS arhitekture je baza podataka koja pohranjuje meta podatke za svaki *beacon*. BOCS upravlja katalogom meta podataka *beacona*. Minimalni skup meta podataka sadrži osnovnu informaciju za sve registrirane *beacone*, a moguće je dodati i oznake specifične za pojedine usluge i servise.

Poslužitelj s repozitorijem upravlja *beacon* meta podacima. Osnovni skup podataka (vlasnik, vrijeme instalacije, tip...) je obavezan za sve *beacone*, dok se informacija o lokaciji definira posebno za svaki *beacon*. *Beaconi* imaju kombinaciju fizičke i relativne lokacije. Relativna lokacija omogućuje označavanje *beacona* kao pokretnog, primjerice ako se nalazi na vozilu. Relativno pozicioniranje opisuje smještaj unutar lokacije, primjerice prednja vrata vozila. Ovim načinom servis može podržavati višestruke *beacone* unutar ograničenog područja te se mogu koristiti za pridruživanje točnijeg položaja ili smjera kretanja unutar vozila [43].

Moguće je i dodavati informacije pojedinom *beaconu* poput informacije o tipu vozila, informacije o peronu (na željezničkim postajama) ili izlazu (*engl. Gates*) u zračnim lukama zajedno s informacijama o smjeru kretanja, i/ili definiranju različitih prostornih područja u kojima je smješteno više *beacona*, kako je prikazano Slika 33.

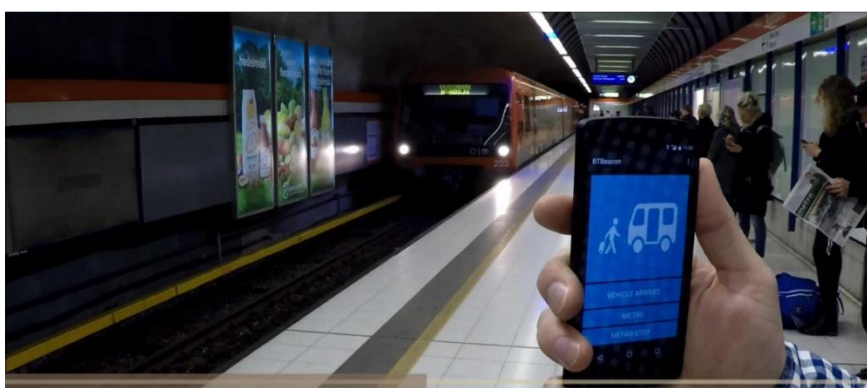
---

Informacije koje su neovisne stranke označile UUID-ove mogu se kasnije kombinirati u jednu bazu podataka ili prenijeti na istom kanalu, uz zanemarivu vjerojatnost umnožavanja [42].

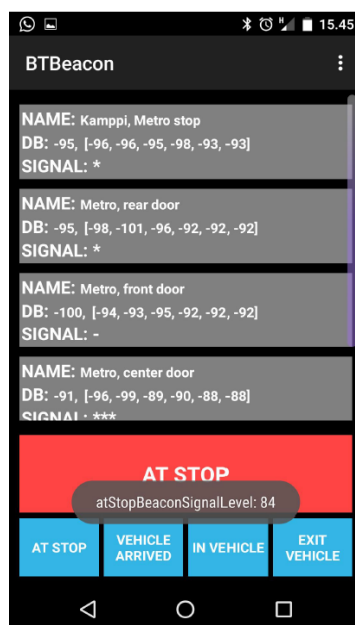


Slika 33. Beacon informacijski slojevi [41]

Mobilna aplikacija prikuplja raspoložive *beacon* signale, identificira ih i pokreće odgovarajuću akciju te govornu informaciju šalje korisniku. Na slici 36. prikazan je rad mobilne aplikacije prilikom dolazećeg vozila. Kad je signal detektiran, zaslon aplikacije poplavi, prikazuje se poruka na zaslonu i kao govorna poruka.



Slika 34. Detektiranje dolaska vozila, [43]



Slika 35. Analiza odabira signala prema jačini signala, [43]

Aplikacija mjeri razine primljenih okolnih *beacona*, odabire signal najveće jačine te šalje poruku korisniku, kako je i prikazano slikom 35. gdje je aplikacija odabrala pokretanje događaja „Na stajalištu“ obzirom da je taj signal bio najveće jačine. Ostale informacije koje je moguće dobiti su:

- trenutna lokacija korisnika unutar zgrade,
- usmjeravanje korisnika prema željenom izlazu ili stajalištu,
- usmjeravanje korisnika do šaltera za prijavu,
- kupovinu putne karte,
- automatska detekcija digitalne putne karte,
- automatska detekcija prostora za preuzimanje putničke prtljage.

## **4 EDUKACIJA OSOBA S INVALIDITETOM U PRIMJENI ICT-e**

Oko 66% osoba s invaliditetom, prema dostupnim podacima o obrazovanju, nema završenu osnovnu školu ili ima samo osnovnoškolsko obrazovanje. Oko 25% ima srednju stručnu spremu dok je 3% osoba s visokom ili višom stručnom spremom. Specijalno obrazovanje zabilježeno je kod 6% osoba s invaliditetom. Prema podacima Očevidnika zaposlenih osoba s invaliditetom, u RH su zabilježeni podaci za 18903 osoba (52% muških i 48% ženskih osoba) pri čemu 11037 osoba s invaliditetom zadovoljava kriterije Pravilnika o očevidniku (NN 75/18) i poslodavac ih može računati u kvoti. Osobe s invaliditetom, prema dostupnim podacima sustava socijalne skrbi, u najvećem broju (82%) žive u obitelji dok ih oko 16% živi samo. Oko 0,6% ima udomitelja ili skrbnika, a 1,2% osoba s invaliditetom boravi u ustanovi. U nezadovoljavajućim uvjetima stanovanja živi oko 13% osoba s invaliditetom. Oko 54% osoba, koje ostvaruju prava iz sustava socijalne skrbi, imaju potrebu za pomoći i njegom u punom opsegu te im je Barthelov indeks 0-60, [2].

U Registar osoba s invaliditetom pristigla su rješenja o primjerenom obliku školovanja za 55537 osoba s time da je veći broj muških osoba (64%). Oštećenja jezično-govorne glasovne komunikacije te specifične teškoće u učenju najčešći su specificirani uzroci koji određuju potrebu primjerenog oblika školovanja dok je redoviti program uz prilagodbu sadržaja i individualizirane postupke najčešći oblik njezinog specificiranog provođenja. U RH živi 58393 branitelja s invaliditetom. Zabilježeno je i 6603 osoba koje imaju posljedice ratnih djelovanja iz II svjetskog rata ili su civilni invalidi rata i poraća, [2].

Niska razina obrazovanja pri osobama s invaliditetom djelomično je takva zbog starije većine u ukupnom broju za koju, svojevremeno, nije postojala adekvatna skrb niti prilagođene metode obrazovanja, posebice srednjoškolskog i visokoškolskog. Prethodno predstavljena istraživanja podupiru ove podatke, a utječu i na stav ispitanika o novim tehnologijama koje im mogu olakšati svakodnevicu: mlađe generacije sklonije su prilagodbi i prihvaćanju noviteta na ICT tržištu, [3].

Prema ovim podacima osoba s invaliditetom u Hrvatskoj, samo 4% je zaposleno. Nedostatak prilike za zapošljavanje djelomično je i zbog nepoznavanja modernih sustava tehnologije za omogućavanje uključivanja osoba s invaliditetom u radni odnos, nesklonost poslodavaca prema dodatnim investicijama i prilagodbama prostora i informacijskih sustava osobama s invaliditetom te općenito nesklonost prema zapošljavanju osoba s invaliditetom, [2] [3].

### **4.1 Uloga edukacije u razvoju osoba s invaliditetom**

Kao što je objašnjeno, pomoćna tehnologija može biti vrlo skupa, čime se ograničava njezina dostupnost. Kako bi se to prevladalo, mogu se koristiti besplatne aplikacije za obrazovanje koje se mogu koristiti pojedinačno ili kombinirano, za podršku učenju. Te se aplikacije mogu prenijeti u tehnologiju oblaka kako bi se stvorilo virtualno okruženje za učenje. Osobito su korisne jer mogu biti mogu se koristiti u različitim akademskim disciplinama. Glavne prednosti ovih aplikacija su da široko dostupne; koriste tehnologiju oblaka, dostupni su na različitim uređajima i mogu se koristiti kao organizacijski alat, jer je

sve na jednom mjestu. Glavni problemi s aplikacijama su da su varijabilne kvalitete; nisu posebno dizajnirane za potporu studentima različitih jezika, a aplikacije možda nisu kompatibilne sa svim oblacima [44].

Praćenje dinamičnog okruženja čest je izazov malobrojnim odgojno-obrazovnim ustanovama koje su posvećene djeci i odraslima s poremećajima u razvoju i invaliditetom jer često koriste zastarjelu opremu, a susreću se i s problemom nedostatka educiranog osoblja. Inovativne aplikacije postale su sve dostupnije te ih je lakše koristiti, a dostupne su ne samo u ustanovama, nego svugdje, upravo zahvaljujući spomenutim tehnologijama.

Novе tehnologije koje se koriste u obrazovnim ustanovama su elektronički uređaji i tipkovnice za osobe s lokomotornim oštećenjima, čitači teksta i pretvarači govora u tekst za osobe s poteškoćama s vidom, elektronički rječnici znakovnog govora, kalkulatori i uređaji za provjeru pravopisa te mnoštvo drugih uređaja koji pomažu osobama s invaliditetom u učenju i razvoju [45].

Praćenje noviteta na tržištu ICT za osobe s invaliditetom te implementacija istih u njihovo obrazovanje može potaknuti i ubrzati njihovu implementaciju u društvo i širu zajednicu te im pružiti brojne prilike za povećanje razine kvalitete života. Neminovno je da takav pristup sve više postaje potreba nego izbor, s obzirom na današnje životne standarde i standarde društva.

Mnoštvo alata dostupnih na tržištu posjeduju potencijal za brz poticaj i razvoj osoba s invaliditetom koji su često korišteni, ali pravi uspjeh nerijetko izostane jer korisnici i njihovi skrbnici često teško uklapaju samo korištenje u svoj svakodnevni život. Proces implementacije uređaja potreban je prije samog očekivanja uspjeha, a uključuje istraživanje potreba i želja pojedinca, potrebnu opremu, trening i obuku za svakodnevno korištenje [46].

Ukoliko jedna od tih stavki nedostaje, vjerojatnost za uspješno korištenje uređaja i tehnologije se uvelike smanjuje, a ujedno se smanjuje i motivacija za daljnjom upotrebom tehnoloških inovacija.

Kako bi uspjeh bio potpun, potrebno je da najmanje jedna stručna osoba u potpunosti upoznata s tehnologijom uređaja ili rješenja radi s korisnikom i njegovim skrbnikom te korištenje prilagodi samom korisniku. Specijalist pomoćne tehnologije vodi korisnike i skrbnike u obrazovanju i učenju o korištenju dostupnih uređaja te sudjeluje u odabiru najpovoljnije tehnologije s obzirom na potrebe pojedinca [46].

Kvaliteta života i dobrobit svakog pojedinca usko je povezana s obrazovanjem koje podrazumijeva bolje prilike za zapošljavanje i ostvarivanje poslovnog uspjeha. Koristeći inovativne pomoćne tehnologije, osobe s invaliditetom otvaraju nove mogućnosti za osobni i poslovni rast i napredak.

## **4.2 Edukacija osoba s invaliditetom o ICT-u u Republici Hrvatskoj**

U Hrvatskoj postoje ustanove prilagođene pojedinim tipovima invalidnosti, kao i brojne udruge koje olakšavaju obrazovanje i razvoj osoba s invaliditetom. Centar za odgoj i

obrazovanje "Vinko Bek", Zagreb, ustanova je za odgoj, obrazovanje i rehabilitaciju slijepe i slabovidne djece, mladeži i odraslih. Centar za odgoj i obrazovanje sastoji se od više odjela koji obuhvaćaju predškolsko, osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje, odjel integracije, specifične programe obrazovanja i mnoge druge odjele koji se bave aktivnostima socijalizacije i obrazovanja djece, mladih i odraslih s poteškoćama s vidom. Na web stranici nema informacija o korištenim tehnologijama ili implementaciji suvremenih uređaja.

Hrvatski savez slijepih udruga je koja promiče anti-diskriminaciju, jednake mogućnosti i afirmaciju slijepih osoba u Hrvatskoj, kao i međusobno uvažavanje i solidarnost. Među brojnim programima koje provode, nalazi se i onaj koji podržava školovanje slijepih uz pružanje materijalne i moralne pomoći za uključivanje slijepih osoba u redovne obrazovne sustave, kao i praćenje obrazovanja u specijaliziranim ustanovama. Osim toga, potiče i izobrazbu rada na računalu što uključuje osnovno korištenje, izrade skripta, edukacije nastavnika i voditelja učionica, nabavu osnovnih elektroničkih pomagala. U prezentaciji rada Saveza ne spominju se suvremene tehnologije kao dio područja rada.

Centar UP2DATE osnovan je 1991. godine pod imenom Hrvatska udruga za promicanje i razvoj tiflotehnike te od tada djeluje u korist osoba s invaliditetom, a jedina je u Hrvatskoj koja se bavi razvojem i primjenom ICT tehnologija u svakodnevicu svojih korisnika [47].



## **5 STANJE ICT TEHNOLOGIJE I SADAŠNJE POTREBE U PRIMJENI ICT-A KOD OSOBA OŠTEĆENOG VIDA I SLUHA**

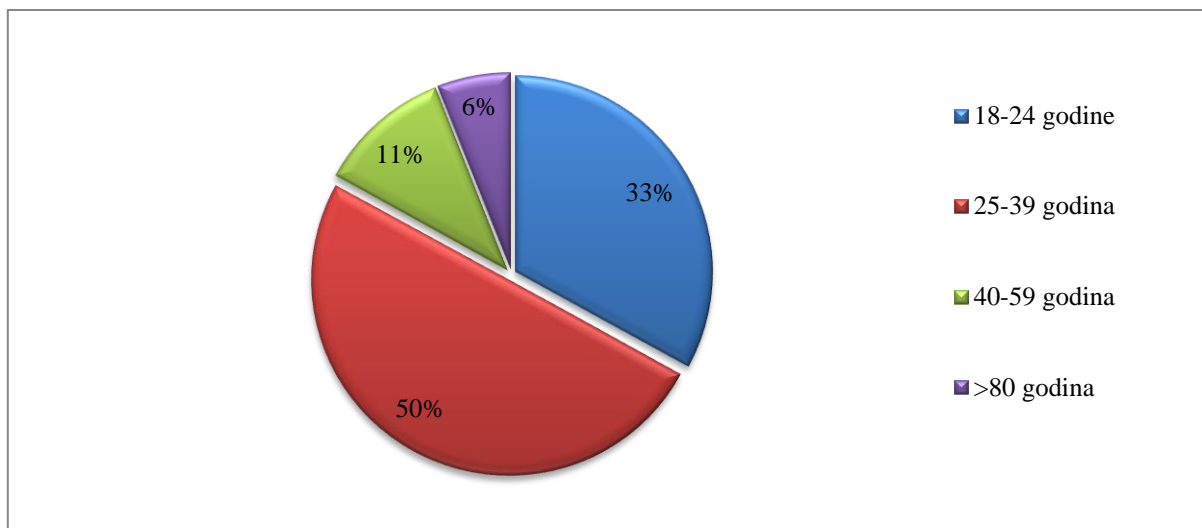
Dinamičnost okruženja i stalne promjene kojima smo izloženi zahtijevaju neprekidno prilagođavanje potreba, navika i stavova svijetu u kojem živimo, u kojem se iz dana u dan događaju promjene na svim razinama, a razvoj tehnologije unaprijeđuje se iz sata u sat. Osobe s invaliditetom se zbog svojih fizičkih poteškoća suočavaju sa stalnim izazovima. Često nailaze na nerazumijevanje svojih potreba, a moraju se i stalno prilagođavati korištenju suvremenih tehnologija.

Istraživanja putem ispitivanja osoba s invaliditetom koje provode krovne organizacije, kao Savez invalida Hrvatske, dovode do potreba za daljnjim razvojem sustava, rješenja i aplikacija koje će unaprijediti dinamiku poboljšavanja njihove svakodnevice, imajući na umu jednostavnost primjene i dostupnost takvih rješenja svojim korisnicima. Uzimajući za primjer osobe s poteškoćama u vidu, slijepi i slabovidni, pronalaze se rješenja koja im uz ispravnu primjenu i potpuno povjerenje u funkcionalnost i točnost cjelokupnog sustava, mogu olakšati prvenstveno kretanje, a zatim i ostale uobičajene potrebe poput kupovine, posjeta javnim institucijama i sudjelovanje u društvenim aktivnostima. Nova IK rješenja sve više preuzimaju vodeću ulogu u asistiranju osobama s tom vrstom invaliditeta, dok dosadašnja primarna asistencija (poput osobnog asistenta i psa vodiča) postaje sekundarna.

### **5.1 Analiza rezultata istraživanja potreba osoba s invaliditetom pri primjeni ICT rješenja**

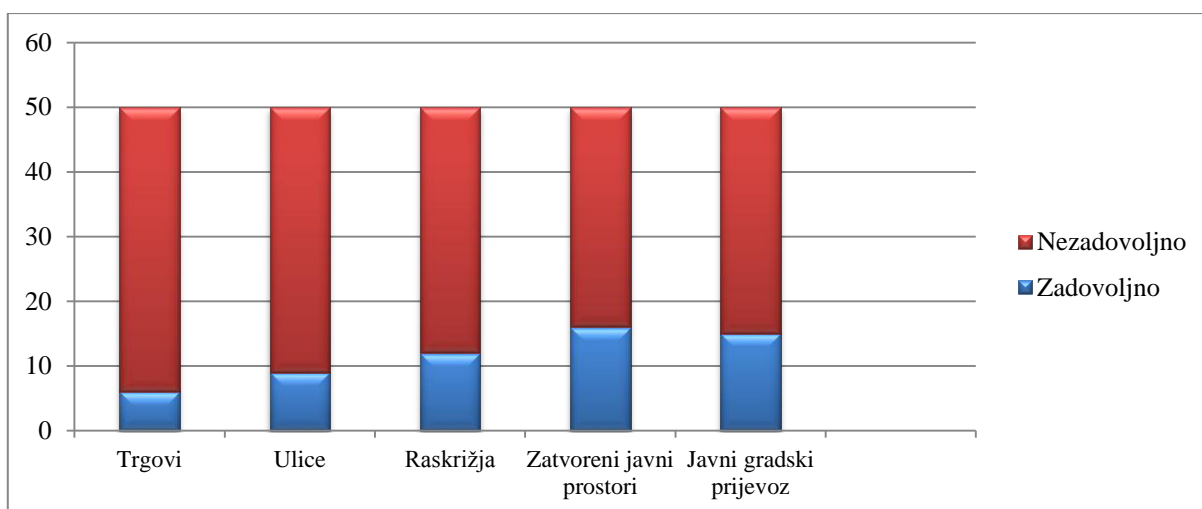
Zavod za informacijsko-komunikacijski promet na Fakultetu prometnih znanosti, 2015. godine, proveo je anketno istraživanje s ciljem istraživanja dostupnosti tehnologija kod osoba starije životne dobi. Istraživanje je provedeno pomoću anketnog upitnika i intervjuiranja korisnika u domovima za starije i nemoćne osobe Grada Zagreba. U istraživanju je sudjelovalo 208 ispitanika. Od ukupno 208 ispitanih osoba, njih 50 ima poteškoće s vidom, od čega je 16 muškaraca i 34 žene. Njih sedmero ima završeno visokoškolsko obrazovanje, 28 srednjoškolsko obrazovanje dok ih 15 ima osnovnu školu. Zanimljivo je da ih 38 koristi mobitel, a od toga samo četvoro koristi pametni mobilni uređaj (*engl. smartphone*), dok 19 ispitanika ima želju naučiti služiti se njime. Svi ispitanici žele koristiti uslugu informiranja i identifikacije u javnom gradskom prijevozu. Iako ispitanici koriste uglavnom jednostavne mobilne uređaje, svi žele koristiti uslugu informiranja i identifikacije u javnom gradskom prijevozu, prvenstveno o vremenu dolaska javnog prometnog sredstva na autobusnu stanicu. Iz toga se može zaključiti kako i među starijom populacijom postoji interes za korištenjem novih tehnologija, međutim, one trebaju biti prilagođene trenutnim starijim generacijama među kojima većina ima srednjoškolsko obrazovanje i poznaje strane jezike, a želju za učenjem u vidu tehnologije ima manje od trećine ispitanih.

Fakultet prometnih znanosti u suradnji sa udrugom UP2DATE koja se bavi razvojem i primjenom ICT tehnologija kod osoba s poteškoćama u razvoju, 2016. godine proveo je istraživanje o načinima informiranja slijepih i slabovidnih osoba putem on-line obrasca.



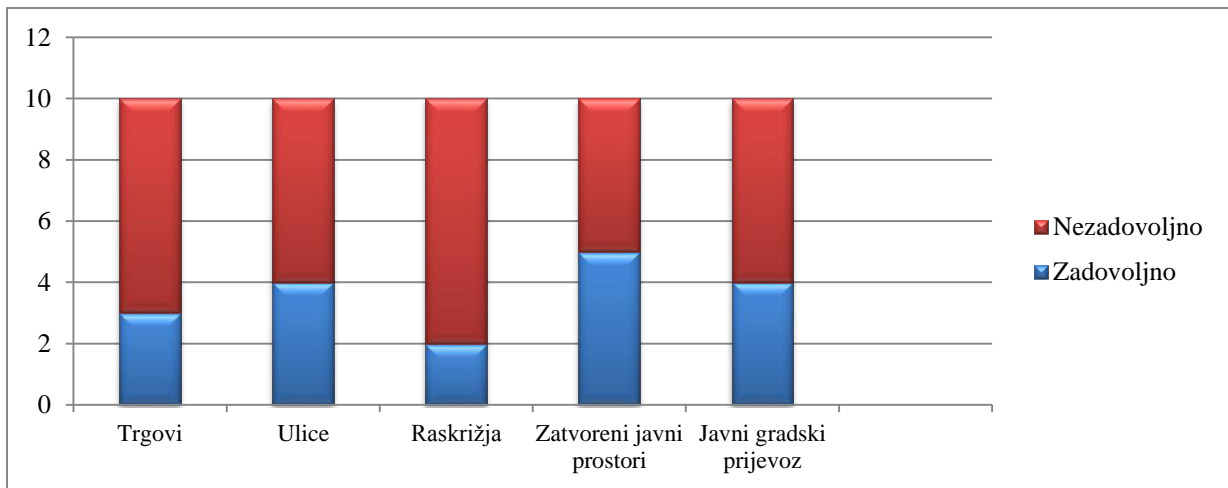
**Grafikon 2. Ispitanici prema dobi**

Od ukupno 112 ispitanih najveći broj ispitanika je u dobi od 18 do 39 godina (83%), u dobi od 40 do 59 godina ih je 11%, a 6% je starije od 60 godina, kako je i prikazano grafikonom 1. Ispitano je 68 muškaraca i 44 žene, a 90% od svih ispitanika imaju neko fizičko oštećenje od čega je 44% slijepih ili slabovidnih, dok je osoba s oštećenjem sluha 10%.



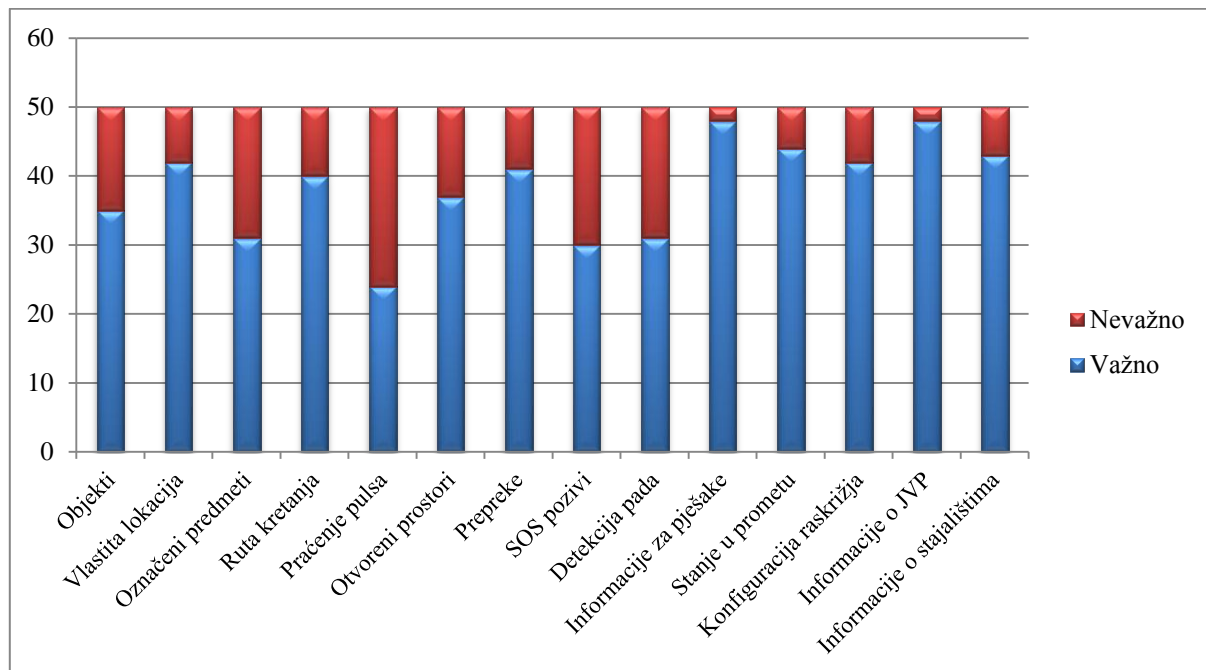
**Grafikon 3. Zadovoljstvo ispitanika trenutnim načinom informiranja za slijepe i slabovidne na otvorenim i zatvorenim javnim prostorima te u javnom gradskom prijevozu**

Iz rezultata prikazanih grafikonom 2. vidljivo je da je većina ispitanika nezadovoljna trenutnim mogućnostima informiranja za slijepe i slabovidne osobe na trgovima, ulicama, raskrižjima, zatvorenim javnim prostorima i javnom gradskom prijevozu. Slična je situacija i kod osoba sa oštećenjem sluha (prikazano grafikonom 3.) od kojih je većina također nezadovoljna trenutnim stanjem po pitanju informiranja ljudi o njihovim zdravstvenim poteškoćama na prometnicama, javnim prostorima i gradskom prijevozu.



**Grafikon 4. Zadovoljstvo ispitanika trenutnim načinom informiranja za osobe s oštećenjem sluha na otvorenim i zatvorenim javnim prostorima te u javnom gradskom prijevozu**

Od svih osoba s oštećenjem sluha njih se 90% služi pametnim telefonom, 92% slijepih i slabovidnih također koristi takav uređaj. Prema zbirnom ispitivanju osoba s oštećenjima vida ili sluha, 42% njih smatra da je korištenje pametnih uređaja izrazito jednostavno ili jednostavno, dok ih je 96% izrazito zainteresirano ili zainteresirano za korištenje novih tehnologija.

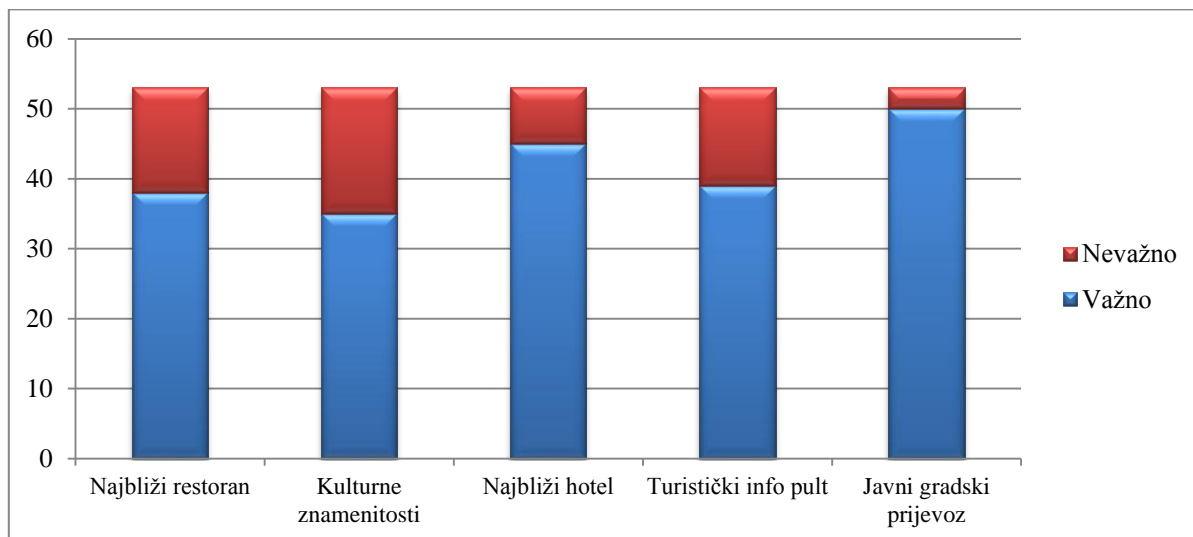


**Grafikon 5. Ocjenjivanje važnosti informacija pojedinih sustava za informiranje za slijepe i slabovidne osobe**

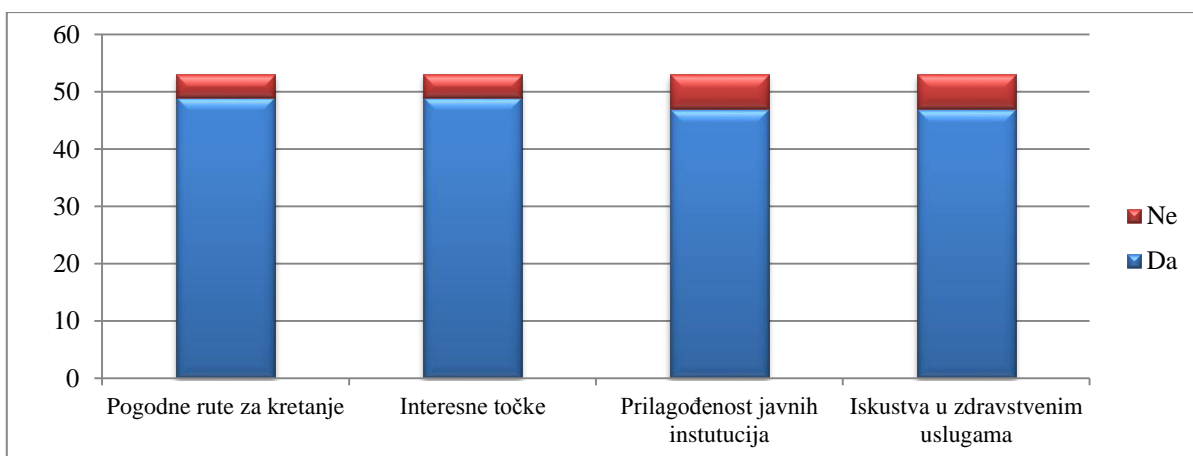
Grafikonom 4. prikazani su odgovori osoba s oštećenjem vida s obzirom na njihove potrebe vezane za snalaženje u prostoru. Prema grafikonu mogu se vidjeti rezultati istraživanja ispitanika o važnosti pojedinih sustava za informiranje pri čemu velik broj ispitanika važnim ili jako važnim smatra informacije o kretanju poput vlastite lokacije, prepreka na putu, informacija za pješake (posebice na raskrižjima i pješačkim prijelazima),

informacije o javnom gradskom prijevozu te informacije o stajalištima i kolodvorima. Usluge direktno povezane s kretanjem i prometnim informacijama ispitanicima s oštećenjem vida važnije su nego usluge poput mjerenja pulsa.

Iz podataka prikazanih grafikonom 5. vidljivo je da osobe s oštećenjem vida ili sluha smatra informacije o najbližem restoranu, hotelu ili kulturnim znamenitostima važnim, a gotovo svi smatraju važnima informacije o javnom gradskom prijevozu.



**Grafikon 6. Važnost informacija kod putovanja u nepoznatu sredinu za osobe s oštećenjem vida ili sluha**



**Grafikon 7. Vrsta informacija koje bi korisnici željeli razmjenjivati**

Većina ispitanih, oko 95% osoba s oštećenje vida ili sluha, kako je i prikazano grafikonom 6., podijelila bi informacije o pronađenim pogodnim rutama za kretanje, interesnim točkama, stupnju prilagođenosti javnih institucija osobama s invaliditetom i iskustvima u zdravstvenim uslugama sa ostalim korisnicima novih tehnologija. Od svih ispitanika s poteškoćama s vidom i sluhom njih 90% smatra jako važnim ili važnim pronalazak svog kovčega u zračnoj luci prilikom putovanja.

Ovo istraživanje ukazuje na brojne prilike i mogućnosti za nove tehnologije kod slijepih i slabovidnih osoba. S obzirom da je većina ispitanika mlađe populacije i aktivno se služi

pametnim telefonima te pokazuje afirmativan stav prema novim tehnologijama, pretpostavka je da će i u budućnosti biti naklonjeni prihvaćanju noviteta na ICT tržištu namijenjenom osobama s invaliditetom.

## **5.2 Zahtjevi i parametri za olakšano kretanje osoba s invaliditetom na javnim prometnim ustanovama**

Jedan od izazova pri izradi arhitekture sustava za olakšano kretanje osoba s invaliditetom, prvenstveno s poteškoćama s vidom, je točno pozicioniranje takvih osoba i praćenje njihovog kretanja bez previše odudaranja, što s geografskog, a što s vremenskog gledišta. Svaki korisnik ovisno o stupnju invaliditeta ima različite zahtjeve za isporuku informacija ili vrstu usluga.

Osobe s invaliditetom koriste razna ortopedska pomagala u funkciji kretanja. Kako bi samostalno, sigurno, učinkovito i što jednostavnije došli do željenog mjesta, izrazito je važna točnost u isporuci informacija njihove lokacije. Osobe s invaliditetom su u nepovoljnom položaju u pogledu mobilnosti, koja uključuje: prijevoz, pristupačnost javnih površina i javnih objekata, parkirnih mjesta, stanovanja. Mobilnost je jedan od osnovnih preduvjeta za obavljanje osnovnih životnih potreba svih osoba, a posebno osoba s invaliditetom, te je neophodna za njihovo uključivanje u zajednicu.

Tehnološki parametri važni za vođenje i usmjeravanje kroz prometnu mrežu su [48]:

- brzina; odnos između prijeđenog puta i utrošenog vremena odnosno brzina kretanja željenom rutom,
- vrijeme; trajanje kretanja željenom rutom,
- sigurnost kretanja; neometanost kretanja prometnom mrežom odnosno razina povjerenja korisnika u predloženo rješenje,
- točna informacija; svaki podatak koji utječe na stjecanje povjerenja korisnika i pridonosi uspješnosti kretanja,
- orijentir; informacija koja pruža podatak o poziciji u prostoru i smjeru kretanja.

S druge strane, društveni parametri odnose se na edukacijsko-rehabilitacijske elemente vođenja osoba s poteškoćama s vidom [48]:

- percepcija; sposobnost prepoznavanja okoline i pamćenje informacija o prostoru,
- orijentacija; sposobnost snalaženja u prostoru koja se različito manifestira od osobe do osobe,
- samostalnost korisnika; korisnička potreba za intervencijom drugih osoba koja bi se trebala minimalizirati uz korištenje dobro razvijenog sustava,
- pokretljivost; sloboda kretanja pojedinca na siguran i koordiniran način,
- edukacija; proces učenja korisnika o sustavu i načinu njegova korištenja.

Investicija u sam sustav i potreba za najnovijim tehnološkim rješenjima u vidu samog uređaja za krajnjeg korisnika predstavljaju investiciju koja podrazumijeva visoke troškove, a čiju korisnost trebaju opravdati brojne prednosti koje nudi, kao i mogućnost jednostavnosti dodavanja novih korisnika ili proširenje područja korištenja., uz sigurne i relevantne

informacije. Iz navedenog se zaključuje kako je potrebno dizajnirati usluge unutar prometne mreže prema svim relevantnim parametrima i zahtjevima korisnika. Pri tome treba posebno obratiti pozornost da se zadovolje sve potrebe korisnika, ali i koncepti „Univerzalnog dizajna“.

### **4.3. Analiza sustava javnog gradskog prijevoza u Zagrebu**

Prema trenutno dostupnim informacijama u pogledu javnog gradskog prijevoza, iznesenim u [49] u nastavku je dan pregled postojećeg sustava. Podaci se odnose na postojeći sustav informiranja i njegovu prilagođenost osobama s oštećenjima vida i/ili sluha.

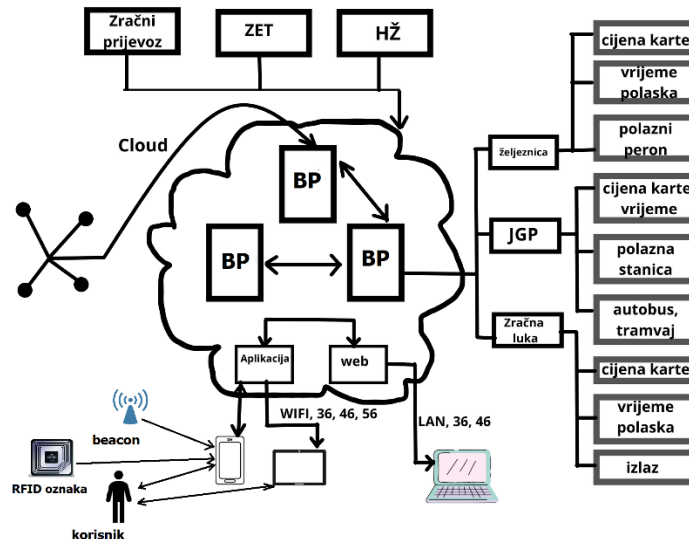
Informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu Grada Zagreba vrši se pomoću sustava za nadzor i upravljanje prometom nazvanim ATRON 24 koji osim informiranja putnika u vozilima vizualnim i zvučnim putem ima mogućnost i dinamičnog informiranja putnika o dolasku sljedećeg vozila na određenim frekventnijim stajalištima putem zaslona. Informiranje putnika u vozilima aktivira se temeljem poznavanja udaljenosti između dva stajališta i udaljenosti vozila od stajališta. Nakon 10% prijeđenog puta između stajališta, korisnik u vozilu, dobiva glasovnu informaciju preko zvučnika i vizualnu informaciju preko zaslona unutar vozila o sljedećem stajalištu. Otvaranjem prednjih (prvih) vrata vozila, dobiva se glasovna informacija o trenutnom stajalištu. Dolaskom vozila na stajalište i otvaranjem vrata, u sustavu dolazi do prepoznavanja situacije u kojoj se vozilo nalazi na stajalištu te se tada na vanjskom zvučniku čuje glasovna) 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. Dok se sustav izrazito koristan za druge vrste osoba s invaliditetom koje ne podrazumijevaju poteškoće s vidom, često se događa kako informaciju slijepi ili slabovidni 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 gdje se vozila mogu zaustaviti tridesetak metara dalje od oznake stajališta i mogu proći pored slijepog ili slabovidnog korisnika bez zaustavljanja, što često za korisnika znači dodatna, nepotrebna, čekanja. Slična je situacija i na željezničkom kolodvoru što se tiče informiranja korisnika na samom stajalištu, što se odvija putem velikog ekrana na glavnom i sporednim ulazima te obavijestima o nadolazećem vlaku na samom peronu, uz zvučne obavijesti djelatnika o dolascima i odlascima. Tijekom samog putovanja, zvučne i vizualne obavijesti dostupne su samo u novim elektromotornim vlakovima. Zagrebački autobusni kolodvor ima loše razvijen sustav za informiranje korisnika, te se iz tog razloga osobe sa invaliditetom moraju osloniti na okolinu i njihovu pomoć [49].

## 6 PRIJEDLOG ARHITEKTURE ZA POBOLJŠANJE INFORMIRANJA OSOBA OŠTEĆENOG VIDA I SLUHA

Iz postojećih rješenja prikazanih u poglavlju 3. može se zaključiti da svaka ima svojih prednosti i nedostatka. Posebno eksperimentalne arhitekture ulaze u tu kategoriju, ali one ujedno imaju i najviše mogućnosti daljnjeg razvoja. Zaključak koji se nametnuo prilikom istraživanja dostupnih arhitektura za informiranje osoba oštećenog vida i sluha je da još uvijek ne postoji odgovarajuća arhitektura koja bi zadovoljila sve zahtjeve tih korisnika, već da je potrebno razviti arhitekturu koja bi bila kombinacija postojećih. Prijedlog je kombinacija arhitekture s RFID oznakama ugrađenim u taktilne površine za kretanje uz korištenje modificiranog bijelog štapa te arhitekture ostvarene *beacon* uređajima uz povezivanje s mobilnim komunikacijskim uređajem korisnika koji omogućuje govorne naredbe (od korisnika) i informacije. Ovo se predlaže jer je takva arhitektura pogodna za sve prostore (otvorene i zatvorene), ne zahtjeva veću potrošnju energije, bijeli štap će i dalje ostati neizostavno pomagalo osobama oštećena vida, RFID tehnologija je relativno ekonomski prihvatljiva, *beacon* uređaji se mogu dijeliti s više vlasnika i servisa, a mobilni komunikacijski uređaji su već u širokoj upotrebi kod ciljane skupine korisnika i sadrže implementiranu *bluetooth* tehnologiju.

Konkretan prijedlog arhitekture prikazan je slikom 36. i spoj je spoj BOCS sustava i sustava RFID pametne taktilne površine s povezivanjem na mobilni komunikacijski uređaj. Kombinacija ova dva sustava informiranja korisnika primjenjiva je u javnom gradskom prijevozu, zračnim lukama i željezničkim postajama. RFID pametne taktilne površine bile bi postavljene oko 10 [m] prije samog stajališta javnog gradskog prijevoza, dok bi se na stajalištima koristila BOCS arhitektura na način opisan slikom 30. Pametne taktilne površine bi trebale biti postavljene oko 20 [m] prije same zgrade zračne luke ili željezničkog kolodvora, dok bi ulaz i čitav unutarnji prostor, kao i željeznički peroni, bili pokriveni *beaconima* potrebnim za ostvarenje BOCS arhitekture. BOCS arhitektura se predlaže i za pokrivenost sredstava prijevoza, vlakova i zrakoplova, na način prikazan slikom 32., sa dva skupa *beacona*.



Slika 36. Prijedlog arhitekture sustava

Način rada ovakvog sustava obuhvaća upotrebu *beacon* odašiljača, RFID pametnih oznaka, mobilni terminalni uređaj s mogućnosti spajanja *bluetooth* tehnologijom i spajanja na GPS sustav, baze podataka na poslužiteljima koji se nalaze u *cloudu*, aplikaciju na mobilnom terminalnom uređaju i prijenos podataka. Kada korisnik treba putovati do odredišta koje zahtijeva upotrebu različitih prijevoznih sredstava, uključujući i zrakoplov, mora stići do zračne luke.

Korisnik u aplikaciju na mobilnom terminalnom uređaju upisuje kao odredište zračnu luku. Mobilna aplikacija pomoću GPS-a određuje trenutnu lokaciju korisnika, rutu i vrste prijevoza. Koristeći elektronski bijeli štamp, aplikacija ga govornim porukama navodi do najbližeg autobusnog stajališta, koristeći informacije dobivene pomoću pametnih RFID taktilnih površina smještenih prije samog stajališta. Kada se korisnik približi stajalištu, mobilni uređaj detektira signal *beacon* odašiljača na stajalištu i obavještava korisnika da se nalazi na točnoj lokaciji te kada dolazi njegova autobusna linija za željeznički kolodvor. Kada stigne autobusna linija na stajalište *beacon* iz vozila i *beacon* sa stajališta se povezuju putem *bluetooth* tehnologije s mobilnim uređajem korisnika te on od aplikacije dobiva govornu poruku da je vozilo na stanici i da se pripremi za ukrcaj. Korisnik pomoću elektronskog bijelog štapa ulazi u vozilo. *Beacon* odašiljači unutar vozila osiguravaju informacije o tome u kojem se dijelu vozila nalazi, kupnja karte i slično. Aplikacija za vrijeme vožnje obavještava korisnika o vremenskim prilikama izvan vozila, trenutnoj lokaciji i potrebnim budućim radnjama kako bi sigurno i na vrijeme stigao na željeno odredište (kupnja karte, broj željezničkog perona na kojem stoji vlak kojim korisnik nastavlja rutu, informaciju o kašnjenju vlaka). Približavanjem na odredište, *beaconi* iz autobusa obavještavaju korisnika da je slijedeće stajalište njegovo odredište i da krene prema vratima vozila. Kada autobus stigne na odredišnu stanicu *beaconi* iz autobusa i *beaconi* sa stajališta komuniciraju i putem aplikacije obavještavaju korisnika da je stigao na odredište i da treba izaći van iz autobusa. Korisnik izlazi iz autobusa i uz pomoć elektronskog bijelog štapa nastavlja prema željezničkom kolodvoru.



Kada korisnik stigne do ulaza u zgradu željezničkog kolodvora, mobilni uređaj detektira signal *beacona* na ulazu u zgradu i aplikacija obavještava korisnika da se nalazi na ulazu i koji mu je smjer kretanja. Unutar zgrade željezničkog kolodvora mobilni uređaj korisnika detektira signale *beacona* te putem govornih poruka obavještavaju korisnika o njegovoj lokaciji, smjeru kretanja i potrebnim radnjama, kao što je kupnja karte, smjer kretanja do šaltera za kupnju, do izlaza, broj perona i smjer kretanja do njega. Kada korisnik stigne do željenog perona, drugi skup *beacona* šalje signale, koje detektira mobilni uređaj korisnika. Nailaskom vlaka, mobilni uređaj detektira *beacone* smještene na vlaku i aplikacija šalje govornu informaciju korisniku da je vlak stigao, informaciju o broju vlaka i njegovom odredištu (kako bi korisnik znao da je to njegov vlak), nalazi li se korisnik odmah kod vrata ili mora još nastaviti kretanje kako bi stigao do njih, informaciju da se nalazi ispred vrata i da treba ući u vlak. Pomoću elektronskog bijelog štapa korisnik ulazi u vlak. Unutar vlaka su smješteni *beaconi* koje detektira mobilni uređaj korisnika i aplikacija šalje govornu informaciju da se korisnik nalazi u vlaku, lokaciju unutar vlaka, odredište vlaka. Korisnik za vrijeme putovanja vlakom dobiva govorne informacije o vremenskim prilikama duž rute putovanja, trenutnoj lokaciji, vremenu putovanja do odredišta, mogućem kašnjenju, potrebnim budućim radnjama. Približavanjem na odredište aplikacija šalje govornu informaciju korisniku o smjeru kretanja do vrata, da je stigao do vrata i vremenu čekanja do dolaska na odredište. Kada vlak stigne na stanicu, *beaconi* iz vlaka i *beaconi* na stajalištu komuniciraju i korisnik putem aplikacije dobiva informaciju da je stigao na odredište i da treba izaći iz vlaka. Kada je korisnik izašao iz vlaka, pomoću elektronskog bijelog štapa nastavlja kretanje prema zračnoj luci.

Kada korisnik stigne do zgrade zračne luke, mobilni uređaj detektira signal *beacona* na ulazu i aplikacija šalje korisniku informaciju da se nalazi na ulazu, potrebnom smjeru kretanja i radnjama koje treba poduzeti (kupnja karte, predaja prtljage, potrebnim sigurnosnim provjerama, vremenu polijetanja zrakoplova i mogućem kašnjenju, broj izlaza. Ulaskom u zgradu zračne luke mobilni uređaj korisnika detektira signale *beacona* koji sadrže i aplikacija šalje korisniku informacije o njegovoj lokaciji unutar zgrade i potrebnom smjeru kretanja kako bi obavio sve potrebne radnje za ukrcaj u zrakoplov, kao i informacije o sadržajima koji se nalaze unutar zgrade (ugostiteljski objekti, trgovine, banke i slično). Pomoću tih informacija i elektronskog bijelog štapa, korisnik obavlja kupovinu karte, predaju prtljage, sigurnosnu provjeru, potrebnog izlaza i ukrcava se u zrakoplov.

## 7 ZAKLJUČAK

Dio današnjeg društva ljudi su koji imaju zdravstvene poteškoće izražene stupnjem invalidnosti s različitim uzrocima zbog čega imaju smanjenu kvalitetu života. Zbog poteškoća s kretanjem, sluhom ili vidom, uobičajene stvari poput kupovine, putovanja, obrazovanja i zaposlenja za osobe s invaliditetom često predstavljaju prepreke i izazove s kojima se svakodnevno nose. Pomoćne tehnologije razvijaju se upravo kako bi, koristeći tehnološki rast, razvoj, napredak i rješenja, povećale kvalitetu života osobama s invaliditetom i pružile im jednake prilike.

Nove tehnologije i rješenja koja se razvijaju, a temelje se na tehnologijama koje su u svakodnevnoj uporabi u društvu, npr. *bluetooth* i RFID tehnologija, svakako će pridonijeti uklanjanju barijera sa kojima se suočavaju osobe s invaliditetom. Bežična tehnologija i komunikacija putem odašiljača omogućavaju jednostavan i brz prijenos i pristup informacijama, a inovacije poput *cloud* i *fog* tehnologije uvod su u budućnost koja nosi mnoštvo pozitivnih promjena za osobe s invaliditetom. Prilika za osobe s invaliditetom koje donose ICT tehnologije ima mnogo, s obzirom na to da se razvijaju rješenja koja su dostupna, jeftina i praktična. Osim toga, važna je i edukacija korisnika u pogledu uvođenja i korištenja novih ICT rješenja koja bi im poboljšala kvalitetu života i osigurala samostalnost u obavljanju svakodnevnih radnji.

Veliki problem s kojim se osobe s invaliditetom svakodnevno susreću je problem prijevoza i samostalnosti prilikom korištenja istog. Na tržištu postoji velik broj različitih rješenja i arhitektura koje koriste ICT u svrhu rješavanja ovog problema, ali su sva ona djelomična i niti jedno ne adresira zahtjeve korisnika oštećenog vida i sluha (koji su predmet promatranja ovog rada) u potpunosti. Rješenje leži u razvoju arhitekture za informiranje osoba oštećenog vida i sluha kao spoja više različitih postojećih arhitektura koja uključuju RFID „pametne“ taktilne površine, modificirani elektronski bijeli štamp s čitačem, aplikaciju na mobilnom komunikacijskom uređaju koja omogućuje ulazne i izlazne govorne instrukcije, *bluetooth beacon* tehnologiju na vozilima i unutar vozila, stajalištima, unutar zatvorenog prostora zgrade zračne luke ili kolodvora, zaslone s tekstualnim informacijama na stajalištima, na vozilima i unutar vozila. Arhitektura bi trebala biti otvorenog tipa (*engl. open source*) i dijeljena (u razvojnom pogledu) kako bi se ubrzao i olakšao njen razvoj. Razvoj takve arhitekture za informiranje promatrane grupe korisnika bi uvelike omogućio njihovu samostalnost u korištenju prijevoza, a time i podizanje razine kvalitete življenja.

## POPIS LITERATURE

- [1] Bougie, T.: Utjecaj novih tehnologija na kvalitetu života osoba s invaliditetom: integracija osoba s invaliditetom, Državni zavod za zaštitu obitelji, materinstva i mladeži, Zagreb, 2003.
- [2] Benjak, T.: Izvješće o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, 2019.
- [3] Benjak, T.: Izvješće o osobama s invaliditetom u Republici Hrvatskoj, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Služba za javno zdravstvo, Zagreb, 2017.
- [4] Leutar, Z., Štambuk, A.: Stavovi mladih prema osobama s tjelesnim invaliditetom, Revija za sociologiju, vol. 37, br. 1-2, str. 91-102, Hrvatsko sociološko društvo, Zagreb, svibanj 2006.
- [5] Baftiri, Đ.: Osobna i socijalna prilagodba u adolescenata s napredujućom i nenapredujućom tjelesnom invalidnosti, magistarski rad, Medicinski fakultet, Zagreb, 2003.
- [6] URL: <https://www.vecernji.hr/zagreb/nakon-sto-je-propao-natjecaj-za-rampe-shvatili-da-im-je-prototip-bio-prekratak-1246190> (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [7] URL: <https://zg-magazin.com.hr/u-mjesec-dana-svi-niskopodni-tramvaji-ce-imati-rampe-za-osobe-s-invaliditetom/> (pristupljeno: travanj 2020.)
- [8] URL: <https://www.in-portal.hr/in-portal-news/vijesti/19007/zadar-predstavljeno-25-novih-autobusa-prilagodjenih-osobama-s-invaliditetom> (pristupljeno: travanj 2020.)
- [9] URL: <https://zg-magazin.com.hr/nova-vozila-za-prijevoz-djece-s-teskocama-u-razvoju-i-osoba-s-invaliditetom/#more-11873> (pristupljeno: travanj 2020.)
- [10] URL: <https://automobili.klik.hr/wp-content/uploads/2017/02/Taktilne-povrsine.jpg> (pristupljeno: ožujak 2020.)
- [11] URL: <https://www.who.int/blindness/publications/globaldata/en/> (pristupljeno: ožujak 2020.)
- [12] URL: <https://www.who.int/publications-detail/world-report-on-vision> (pristupljeno: prosinac 2019.)
- [13] Periša, M.: Dinamičko vođenje i usmjeravanje slijepih i slabovidnih osoba u prometu, magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
- [14] Cook, A. M., Hussey, S. M.: Assistive Technology: Principles and Practice (2nd ed), Mosby, St. Louis, 2002.

- [15] URL:  
[https://www.pmf.unizg.hr/\\_download/repository/RPUG\\_P1\\_Uvod\\_u\\_GIS\\_2019\\_20.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/RPUG_P1_Uvod_u_GIS_2019_20.pdf) (pristupljeno: listopad 2019.)
- [16] Jovović, I.: Razvoj sustava za prilagodbu informacija temeljenih na lokaciji korisnika, diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009.
- [17] Mihaldinec, H.: Tehnologije određivanja lokacije objekta korištenjem kooperativnih bežičnih mreža, ABIT d.o.o., Varaždin, 2013.
- [18] URL: <https://www.gsa.europa.eu/galileo-%E2%80%93-europski-globalni-navigacijski-satelitski-sustav> (pristupljeno: travanj 2020.)
- [19] URL: <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/> (pristupljeno: ožujak 2020.)
- [20] URL: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/bluetooth-technology/range/> (pristupljeno: veljača 2020.)
- [21] Wang, H. L., Chen, Y. P., Rau, C. L., Yu, C. H.: An Interactive Wireless Communication System for Visually Impaired People Using City Bus Transport, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, no. 11, p. 4560- 4571, travanj 2014.
- [22] URL: <http://bluetoothbeacons.com/> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [23] URL: <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf> (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [24] URL: [https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/connected-mobile-experiences/ibeacon\\_faq.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/connected-mobile-experiences/ibeacon_faq.pdf) (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [25] URL: <https://news.microsoft.com/cloudforgood/policy/briefing-papers/inclusive-cloud/including-people-disabilities.html> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [26] URL: <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/fog-computing-fogging> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [27] URL: <https://blogs.cisco.com/perspectives/iot-from-cloud-to-fog-computing> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [28] Guralnik, D. B., Coles, U.: *Concise English Dictionary*, Coles Publishing, Toronto, 1979.
- [29] Cook, A. M., Polgar, J. M.: *Cook & Hussey's Assistive Technologies: Principles and Practice*, Mosby Elsevier, St. Louis, 2015.

- [30] Hersh, M. A., Johnson, M. A.: Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People, 1st ed., Springer-Verlag , London, 2008.
- [31] URL: <https://science.howstuffworks.com/engineering/civil/seiichi-miyake-tactile-paving-system-visually-impaired.htm> (pristupljeno: Ožujak 2019.)
- [32] URL: [https://www.123rf.com/photo\\_75731286\\_blind-floor-tiles-on-train-station-platform-modern-urban-lifestyle-concept.html](https://www.123rf.com/photo_75731286_blind-floor-tiles-on-train-station-platform-modern-urban-lifestyle-concept.html) (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [33] URL: <https://www.iamexpat.nl/expat-info/dutch-expat-news/all-dutch-train-stations-now-accessible-visually-impaired> (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [34] Kassim, A. M., Yasuno, T., Suzuki, H., Jaafar, H. I., Mohd Aras, M. S.: Indoor Navigation System based on Passive RFID Transponder with Digital Compass for Visually Impaired People, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 7, p. 604-611, Veljača 2016.
- [35] Sahin, Y., Aslan, B., Talebi, S., Zeray, A.: A Smart Tactile For Visually Impaired People, 19th International Research/Expert Conference "Trends in Development of Machinery and Associated Technology", vol. 1, Barcelona, 2015.
- [36] Markiewicz, M., Skomorowski, M.: Public Transport Information System for Visually Impaired and Blind People, International Conference on Transport Systems Telematics, Katowice – Ustroń, 2010.
- [37] URL: <https://assistivetechnologyblog.com/2016/07/smartphones-bluetooth-beacons-make-it.html> (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [38] Korbel, P., Skulimowski, P., Wasilewski, P., Wawrzyniak, P.: Mobile applications aiding the visually impaired in travelling with public transport, 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, Krakow, 2013.
- [39] URL: <https://assistivetechnologyblog.com/2015/12/wayfindr-navigation-system-for-blind.html> (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [40] URL: <https://newatlas.com/ibeacon-smart-public-transport-bucharest/37901/> (pristupljeno: lipanj 2017.)
- [41] Lahti, J., Heino, I., Kostianen, J., Siira, E.: Bluetooth Beacon Enabled Mobility Services and Opportunities in Public Transit, 23rd ITS World Congress, Melbourne, 2016.
- [42] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Universally\\_unique\\_identifier](https://en.wikipedia.org/wiki/Universally_unique_identifier) (pristupljeno: svibanj 2020.)
- [43] Ahola, J., Heinonen, S.: Experimenting Bluetooth beacon infrastructure in urban transportation, 11th ITS European Congress, Glasgow, 2016.

- [44] Mann, V.: Assistive technology for integrated learning, University of Sheffield, Sheffield, 2015.
- [45] Rose, D., Hasselbring, T., Stahl, S.: Assistive Technology and Universal Design for Learning: Two Sides of the Same Coin, Handbook of Special Education Technology Research and Practice, Knowledge By Design, Inc., p. 507-517, Whitefish Bay, 2005.
- [46] Kintsch, A., DePaula, R.: A Framework for the Adoption of Assistive Technology, Proceedings of SWAAAC 2002: Supporting Learning Through Assistive Technology, p. 1-10, siječanj 2002.
- [47] URL: <http://www.findglocal.com/HR/Zagreb/2244440217746464/Centar-UP2DATE> (pristupljeno: travanj 2020.)
- [48] Peraković, D., Periša, M.: Prometno okruženje osoba s invaliditetom, , nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [49] Ignjatić, A.: Istraživanje mogućnosti primjene pomoćnih tehnologija za informiranje korisnika u javnom gradskom prijevozu, diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

## POPIS KRATICA

API	( <i>Application Programming Interface</i> ) aplikacijskog programskog sučelja
AT	( <i>assistive technology</i> ) pomoćna tehnologija
BLE	( <i>Bluetooth low energy</i> ) optimizirana tehnologija koja ima veoma nisku potrošnju energije
BLP	( <i>Blood Pressure Profile</i> ) profil krvnog tlaka
BOCS	( <i>Bluetooth Beacon Open and Co-shared System</i> )
CAT	( <i>Comprehensive Assistive Technology</i> ) model opsežne pomoćne tehnologije
FMP	( <i>Find Me Profile</i> ) određuje ponašanje gdje pritisak gumba na jednom uređaju šalje obavijest drugom uređaju,
GIS	geografski informacijski sustavu
GLP	( <i>Glucose Profile</i> ) profil glukoze u krvi
GNSS	( <i>Global Navigation Satellite System</i> ) globalni navigacijski satelitski sustav
GPRS	( <i>General Packet Radio Service</i> ) paketna, bežična podatkovna komunikacijska usluga
GPS	( <i>Global Positioning System</i> ) globalni sustav za pozicioniranje
HAAT	( <i>Human Activity Assistive Technology</i> ) model ljudskih aktivnosti i pomoćne tehnologije
HRP	( <i>Heart Rate Profile</i> ) profil rada srca
HTP	( <i>Health Thermometer Profile</i> ) profil zdravlja povezan s termometrom,
ICT	( <i>Information and communication technology</i> ) informacijsko-komunikacijska tehnologija
ISM	( <i>Industrial-Scientific-Medicine</i> ) industrijsko-znanstveno-medicinski frekvencijski pojas
LBS	( <i>Location Based Services</i> ) usluga temeljena na lokaciji korisnika
LNP	( <i>Location and Navigation Profile</i> ) profil lokacije i navigacije
LPS	( <i>Local Positioning System</i> ) sustav lociranja pozicije
NAVSTAR-	( <i>Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System</i> )

GPS	američki satelitski navigacijski sustav
NFC	( <i>Near field communication</i> ) bežična tehnologija na malim udaljenostima
PDA	( <i>Personal digital assistant</i> ) osobni digitalni pomoćnik
PXP	( <i>Proximity Profile</i> ) profil udaljenosti između dva uređaja,
RFID	( <i>Radio Frequency Identification</i> ) radio frekvencijska identifikacija
RSSI	( <i>Receive Signal Strength Indicator</i> ) indikator snage primljenog signala
SPT	( <i>Smart Public Transport</i> ) pametni javni prijevoz
UUID	( <i>Universally Unique Identifier</i> ) jedinstveni univerzalni identifikator



## POPIS SLIKA

Slika 1. Izgled ulaza u javni gradski autobus.....	5
Slika 2. Način ulaska u javni gradski autobus za osobe u invalidskim kolicima.....	5
Slika 3. Izgled automatiziranog ulaza u javni gradski .....	5
Slika 4. Posebna vozila javnog gradskog prijevoza za osobe u invalidskim kolicima.....	5
Slika 5. Izgled prilagođenih javnih prometnih.....	6
Slika 6. Prikaz nekih različitih stupnjeva oštećenja.....	7
Slika 7. Razvoj pomoćnih tehnologija i izuma za pomoć osobama s invaliditetom .....	10
Slika 8. Primjena NFC tehnologije .....	14
Slika 9. Primjeri <i>bluetooth beacon</i> odašiljača .....	16
Slika 10. <i>Cloud computing</i> model.....	19
Slika 11. HAAT model .....	22
Slika 12. CAT model .....	23
Slika 13. Razgranati CAT model .....	23
Slika 14. Tenji blokovi.....	24
Slika 15. Taktilna površina na željezničkom peronu sa i bez strelica za usmjeravanje..	24
Slika 16. Zvučna taktilna površina na nizozemskim željezničkim postajama.....	24
Slika 17. Prikaz komponenti sustava .....	25
Slika 18. RFID sustav na dnu elektroničkog štapa .....	25
Slika 19. Prikaz elektroničkog štapa i njegovih komponenti.....	26
Slika 20. Dijagram toka RFID navigacijskog sustava .....	26
Slika 21. Slike svake sekunde putovanja koristeći navigacijski uređaj s govornim navođenjem .....	27
Slika 22. Prikaz visoke razine arhitekture sustava „pametnih“ taktilnih površina .....	28
Slika 23. Ilustracija vođenja korisnika.....	29
Slika 24. Arhitektura Ariadna sustava .....	30
Slika 25. Prikaz rada Ariadna sustava u prometu .....	31
Slika 26. Prikaz razmijene informacija pomoću <i>bluetooth</i> tehnologije između korisnika i pružatelja usluge na primjeru javnog gradskog autobusnog prijevoza .....	32
Slika 27. <i>Beacon</i> odašiljač u podzemnoj željeznici .....	33
Slika 28. Instalirani <i>iBeacon</i> uređaji na vozilu javnog gradskog prijevoza.....	34
Slika 29. Informacijski zaslone na vozilu.....	34
Slika 30. Korištenje <i>Bluetooth beacons</i> u javnom gradskom prijevozu .....	35
Slika 31. <i>Bluetooth beacon</i> instalacija na stanici metro željeznice .....	36
Slika 32. Prikaz visoke razine arhitekture BOCS sustava .....	36
Slika 33. <i>Beacon</i> informacijski slojevi .....	38
Slika 34. Detektiranje dolaska vozila .....	38
Slika 35. Analiza odabira signala prema jačini signala .....	38
Slika 36. Prijedlog arhitekture sustava .....	50

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz broja osoba s invaliditetom prema spolu, županijama prebivališta te dobnim skupinama ..... 3

Tablica 2. Prikaz vrsta oštećenja koja uzrokuju invaliditet ili kao komorbiditetne dijagnoze pridonose stupnju funkcionalnog oštećenja osobe..... 6

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 7. Postotak pogreške kalibriranja digitalnog kompasa u smjeru sjevera.....	27
Grafikon 1. Ispitanici prema dobi .....	44
Grafikon 2. Zadovoljstvo ispitanika trenutnim načinom informiranja za slijepe i slabovidne na otvorenim i zatvorenim javnim prostorima te u javnom gradskom prijevozu ..	44
Grafikon 3. Zadovoljstvo ispitanika trenutnim načinom informiranja za osobe s oštećenjem sluha na otvorenim i zatvorenim javnim prostorima te u javnom gradskom prijevozu.....	45
Grafikon 4. Ocjenjivanje važnosti informacija pojedinih sustava za informiranje za slijepe i slabovidne osobe.....	45
Grafikon 5. Važnost informacija kod putovanja u nepoznatu sredinu za osobe s oštećenjem vida ili sluha .....	46
Grafikon 6. Vrsta informacija koje bi korisnici željeli razmjenjivati .....	46