

Analiza tehnoloških rješenja automatskog brojanja putnika u javnom gradskom prometu

Strinavić, Elena

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:301904>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-26**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Elena Strinavić

**ANALIZA TEHNOLOŠKIH RJEŠENJA AUTOMATSKOG BROJANJA
PUTNIKA U JAVNOM GRADSKOM PROMETU**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

Zagreb, 28. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za gradski promet**
Predmet: **Tehnologija gradskog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5130

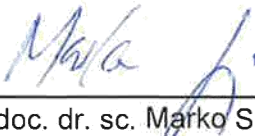
Pristupnik: **Elena Strinavić (0135242132)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Gradski promet**

Zadatak: **Analiza tehnoloških rješenja automatskog brojanja putnika u javnom gradskom prometu**

Opis zadatka:

U radu potrebno je analizirati dostupne tehnologije za automatsko brojanje putnika, te odrediti prednosti i nedostatke automatskog brojanja putnika. Isto tako, potrebno je prikazati primjere sustava za automatsko brojanje putnika sa prikazom rezultata.

Mentor:



doc. dr. sc. Marko Slavulj

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA TEHNOLOŠKIH RJEŠENJA AUTOMATSKOG BROJANJA
PUTNIKA U JAVNOM GRADSKOM PROMETU**

**ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR AUTOMATIC
PASSENGER COUNTING IN PUBLIC TRANSPORT**

Mentor: doc. dr. sc. Marko Slavulj

Student: Elena Strinavić, 0135242132

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

Sa što većim razvojem prometa razvila se potreba za detaljnom analizom putnika u javnom gradskom prijevozu. Svrha detaljne analize, odnosno prebrojavanja putnika je radi poboljšanja kvalitete usluge. Brojanje putnika predstavlja polazni uvjet za analizu sadašnjeg stanja, te daljnji razvoj u budućnosti. Brojanje putnika izvodi se ručno i automatski. Sa što veći razvojem tehnike razvili su se mnogi uređaji koji pospješuju automatski način brojanja. Sama svrha automatskog brojanja putnika očituje se u točnosti informacije, te služi za poboljšanje kvalitete usluge javnog gradskog prijevoza. Brojanje putnika je najvažniji čimbenik za daljnju razvijenost mreže linija javnog prijevoza. U radu se još opisuju tehnologije automatskog brojanja putnika, uređaji, njihova primjena, te daljni razvoj u budućnosti.

Ključne riječi: brojanje putnika; automatsko brojanje putnika; tehnička obrada uređaja; javni gradski prijevoz

SUMMARY

With the increase in traffic, the need for a detailed analysis of public transport passenger has developed. The purpose of detailed analysis, that is, of counting passenger, is to improve the quality of service. Passenger counting is a starting point for analyzing the current situation and further development in the future. Passenger counting is performed manually and automatically. With the greater advancement of the technique, many devices have been developed that facilitate automatic counting. The purpose of automatic passenger counting is to be reflected in the accuracy of information and to improve the quality of public transport services. Numbering of passenger is the most important factor for the further development of the public transport network. This paper also describes the technologies of automatic passenger counting, devices, their application, and further development in the future.

Keywords: passenger counting; automatic passenger counting; technical processing of the device; public transport

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. VAŽNOST BROJANJA PUTNIKA	3
3. NAČINI BROJANJA PUTNIKA.....	4
3.1 RUČNO BROJANJE PUTNIKA	4
3.2 AUTOMATSKO BROJANJE PUTNIKA.....	6
4. VRSTE TEHNOLOGIJA ZA AUTOMATSKO BROJANJE PUTNIKA	8
4.1 LASERSKA TEHNOLOGIJA.....	9
4.2 STEREOSKOPSKA TEHNOLOGIJA.....	10
4.3 TEHNOLOGIJA BROJANJA PUTNIKA PRISLANJANJEM MAGNETSKE KARTICE..	11
5. SENZORI ZA AUTOMATSKO BROJANJE PUTNIKA	12
5.1 SENZORI TVRTKE IRIS-GMBH	12
5.1.1 IRMA MATRIX SENZOR	13
5.1.2 IRMA 6 SENZOR.....	15
5.2 SENZOR TVRKE DILAX.....	16
5.3 SENZOR TVRTKE EUROTECH	18
5.3.1 SENZOR PCN - 1001	18
5.3.2 SENZOR DYNAPCN 10-20	20
5.4 SENZOR TVRTKE INFODEV EDI	22
5.4.1 DA – 400 SENZOR.....	22
5.4.2 DA – 200 SENZOR.....	24
5.5 TVRTKA ACOREL.....	25
6. PRIMJENA I PRIKAZ REZULTATA AUTOMATSKOG BROJANJA PUTNIKA.....	26
6.1 PRIMJENA IRMA MATRIX UREĐAJA	26
6.2 PRIMJENA UREĐAJA TVRTKE EUROTECH	27
6.3 PRIMJENA UREĐAJA TVRTKE ACOREL	28
6.4 PRIKAZ REZULTATA	29
7. BUDUĆNOST AUTOMATSKOG BROJANJA PUTNIKA.....	31
8. ZAKLJUČAK	33
LITERATURA	34
POPIS KRATICA	36
POPIS SLIKA	38
POPIS GRAFIKONA.....	38

1. UVOD

U današnjem svijetu život u gradu bez bilo kojeg oblika javnog prijevoza je nezamisliv. Kako se promet razvijao kroz prošlost tako je rasla potreba za novim oblicima prijevoza i tehnologijama koje su se sve više usavršavale. Sa što većom primjenom javnog prijevoza javila se potreba za što boljom uslugom na što je utjecala evidencija putnika. Tehnologijom brojanja putnika dobivaju se jasni podaci o protoku putnika na pojedinim linijama i popunjenosti vozila u vršnim satima. Dobivenim podacima utječe se na kvalitetu i na daljnji razvoj pojedinog oblika javnog prijevoza u gradu. Ovaj završni rad sastoji se od osam poglavlja sa uvodom i zaključkom, a cilj mu je prikazati tehnologije i načine rada sustava za automatsko brojanje putnika, te samu primjenu i daljnji razvoj sustava. Naslov završnog rada je: **Analiza tehnoloških rješenja automatskog brojanja putnika u javnom gradskom prometu**. Rad je podjeljen u osam cjelina:

1. Uvod
2. Važnost brojanja putnika
3. Načini brojanja putnika
4. Vrste tehnologija za automatsko brojanje putnika
5. Senzori za automatsko brojanje putnika
6. Primjena i prikaz rezultata automatskog brojanja putnika
7. Budućnost automatskog brojanja putnika
8. Zaključak

Drugo poglavlje opisuje zašto se broje putnici i svrhu njihovog brojanja. Prikazano je kako utječe brojanje na daljnji razvoj javnog prijevoza u gradu, te kvalitetu pružene usluge.

U trećem poglavlju navode se načini brojanja putnika, koji se dijele na ručno i automatsko. Također, opisane su njihove prednosti i mane koje uvelike utječu na daljnji razvoj sustava.

Četvrtim poglavljem opisane su tehnologije koje su danas prisutne za automatizirano brojanje putnika, te njihov način rada. Pomoću tehnologija otkrivamo koncept rješenja proizvođača i rad sustava.

Peto poglavlje navodi danas prisutne senzore na tržištu koji se koriste. Neki od proizvođača su tvrtke Dilax, Eurotech, Acorel, Iris GmbH i Infodev Edi. Navedene su prednosti i nedostaci pojedinog senzora, njihov način rada, tehnološke karakteristike i konstrukcija u pojedino vozilo.

U sedmom poglavlju prikaza je primjena pojedinih senzora od prethodno navednih tvrtki. Opisan je način rada u nekoliko prijevoznih sredstava u gradovima. Također su navedeni rezultati brojanja.

U osmom poglavlju opisan je daljnji razvoj sustava u budućnosti, te povezanost s novim aplikacijama.

Na kraju rada donosi se zaključak sa prethodno obrađenim tezama.

2. VAŽNOST BROJANJA PUTNIKA

Brojanje putnika provodi se u različitim vremenskim periodima. Ti se periodi dijele na mjesečne, tijekom cijele godine, godišnje, te petogodišnje. Putnici se mogu brojati ručno i automatski. Brojanje nam daje točne podatke o stanju u vozilu. Sa dobivenim podacima znamo:

- Kakvo je opterećenje pojedine linije tokom dana
- Kakvo je opterećenje za vrijeme vršnog sata
- Kako planirati ili nadograditi postojeću liniju
- Treba li izmjeniti vozni red i sl.

Brojanje putnika u javnom prijevozu provodi se već niz godina. I samim time se brojanje usvršavalo kroz automatske načine brojanja. Na tržištu postoje razni proizvođači koji pospješuju svoje proizvode, te sa dobivenim rezultatima utječu na daljnji razvoj javnog prijevoza u pojedinim gradovima. Automatsko brojanje nam daje jasnu sliku opterećenja vozila, jer se kroz razvijeni sustav i način rada senzora podaci dobiju u kratkom vremenu, dok kod ručnog brojanja postoje odstupanja na koja brojači u vozilu ne mogu utjecati. Svrha brojanja putnika je da se poboljša i unaprijedi javni prijevoz u gradovima, da korisnici usluga budu zadovoljni i da javni prijevoz bude dostupan svima. Korištenjem poboljšanog javnog prijevoza smanjila bi se zagušenja i repovo čekanja, te bi se ujedno i smanjio postotak korištenja osobnih automobila na prometnicama u gradovima.

3. NAČINI BROJANJA PUTNIKA

Najdetaljnije informacije o protoku putnika na liniji dobiju se brojanjem putnika na svakoj stanici uzduž linije. Brojanjem se dobiju podaci o broju putnika prema stanicama kao i opterećenje prijevoznog sredstva. Na temelju dobivenih podataka moguće je izračunati raspodjelu duljine putovanja putnika. Dakle, ti se podaci mogu koristiti za izradbu voznog reda, analizu vožnje prijevoznog sredstva, produljenje ili skraćenje linije, dodavanje određenih stajališta. Postoje razne metode brojanja putnika. Koriste se ručno i automatsko brojanje. Automatsko brojanje je izvedeno na više načina, koje će biti opisano u samom radu.[1]

3.1 RUČNO BROJANJE PUTNIKA

Brojanje putnika obavlja brojačko osoblje-ljudi, na stanicama ili u vozilima. Na linijama sa velikim brojem vozila, gdje je broj vozila veći od broja stanica, brojanje se vrši na stanicama, jer se na taj način koristi manji broj ljudi. Dok se na linijama sa manjim brojem vozila od broja stanica brojanje vrši u vozilima. Brojačko osoblje prije brojanju mora proći obuku koja ovisi o odabiru metode brojanja. Brojanje ulazaka i izlazaka putnika je jednostavnije u odnosu na metodu određivanja popunjenosti prijevoznog sredstva.

Brojačko osoblje mora biti adekvatno opremljeno za postupak brojanja. U postupku brojanja pogodno je koristiti posebne listove za smjerove vozila na liniji ili za jedan obrt vozila. Vrlo često se ne može izvršiti brojanje zbog kratkog vremena stajanja prijevoznog sredstva pa brojačko osoblje mora napraviti brzu procjenu ljudi koji su ušli u vozilo ili gledati zauzetost sjedećih mjesta. Osoblje je dužno znati podatke o broju sjedećih mjesta, kapacitetu pojedinog prijevoznog sredstva da bi se moglo precizno odrediti broj putnika u popunjenom vozilu. Ručno brojanje putnika može se izvesti s različitom opremom:

- Brojački listić, olovka, sat i štoperica
- Elektronički rekorder s prikladnim programom i mapu

Pri brojanju putnika potrebno je zabilježiti sljedeće podatke:

- opis brojanja: linija, lokacija, kapacitet prijevoznog sredstva, datum i vrijeme brojanja, vremenski uvjeti, ime osobe koja vrši brojanje, te bilješke
- podaci o brojanju po rubrikama: oznaka vozila, dolazak po voznom redu i stvarno vrijeme dolaska vozila, brojanje putnika: u pridošlom vozilu, broj iskrcanih i ukrcanih (ako je moguće)

Na takav se način dobiju podaci za 30-minutno ili 60-minutno vršno i izvanvršno opterećenje i prosječno opterećenje prijevoznog sredstva u pojedinom vremenu.[1] [2]

<i>Podaci o istraživaču</i>				
<i>Linija</i>		<i>Smjer</i>		<i>Pravac</i>
<i>Dan u mjesecu</i>		<i>Datum</i>		<i>Broj obrta</i>
<i>Ime brojača</i>		<i>Broj vozila</i>		<i>Broj lista</i>
<i>R.br. stajališta</i>	<i>Naziv stajališta</i>	<i>Vrijeme polaska</i>	<i>Ušlo</i>	<i>Izašlo</i>
UKUPNO				

Slika 1. Obrazac za brojanje putnika u vozilu

Izvor:

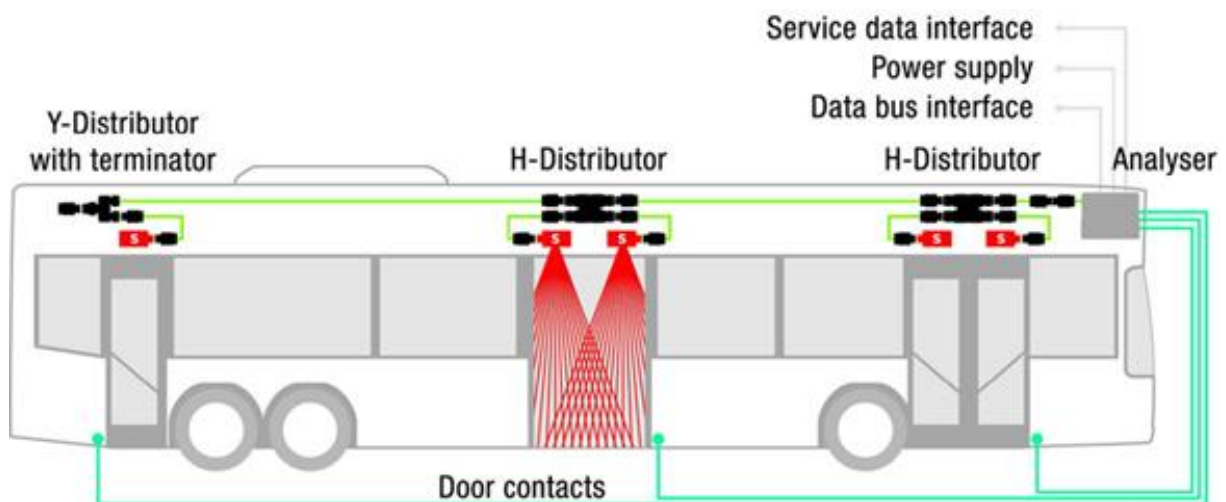
https://www.researchgate.net/profile/Mustafa_Mehanovic2/publication/325550318_Basic_Elements_of_Research_Methodology_in_Public_Urban_Traffic

Nedostatci ručnog brojanja putnika su obuka osoblja, umor, te vremenski uvjeti. Sustav javnog gradskog prijevoza zahtjeva bi što veći broj brojačkog osoblja i raznih financijskih ulaganja kada bi se ručno brojanje obavljalo kontinuirano, te se zbog toga teži automatizaciji, odnosno automatskom brojanju putnika. [3] [4]

3.2 AUTOMATSKO BROJANJE PUTNIKA

Glavna razlika između ručnog i automatskog brojanja putnika je u samoj izvedbi. Postoje mnogi uređaji za automatsko brojanje putnika APC, od ručnih rekordera i prijenosnih računala do automatskih senzora i detektora pritiska u vozilima, te raznih kamera koji bilježe ulaske i izlaske putnika. Oni mogu biti korišteni na razne načine u svrhu smanjenja osoblja, povećanje količine podataka o brojanju i njihove točnosti te zbog pojednostavljenja bilježenja podataka.[1]

Najpotpuniji i najpouzdaniji automati za brojanje putnika su u modernim brzim prijevoznim sredstvima s potpuno kontroliranim postajama, s računalno kontroliranim naplatnim vratima kod kojih svaki putnik prislanja magnetsku karticu pri ulasku i izlasku. Taj sustav pruža neprekinuto brojanje ulazaka i izlazaka na svakoj postaji, tako da se prikupe svi podaci o korištenju stanica i opterećenju uzduž linije. Danas postoje razni senzori i druge vrste elektroničkih uređaja.[1]



Slika 2. Prikaz senzora za brojanje putnika

Izvor:

<https://iebmmedia.com/index.php?id=10328&parentid=63&themeid=275&hft=83&showdetail=true&bb=1>

Usporedbom ručnog i automatskog brojanja putnika vidimo razlike, koje se očituju u brzini, složenosti i radu:

- točnost sustava >98%
- povećanje prihoda od vozarine koja se dobiva od unakrsnog provjeravanja broja putnika s izdanim kartama
- ušteda na obuci i zapošljavanju ljudi za ručno brojanje prometa
- dobivanje informacija vezanih za prognoze i odluke vezane za uslugu
- mjeri se vrijeme koje se utroši pri svakom zaustavljanju vozila
- automatski generira izvješća
- tijekom vremena prati broj putnika
- pouzdani podaci uz nisku cijenu, bez obzira na to koliko je usluga zauzeta
- nema dodatnih zahtjeva vozača i samih putnika prilikom brojanja [5]

Uz navedene prednosti APC postoje i nedostaci. Nedostaci kod automatskog brojanja putnika nisu zanemarivi, ali ne predstavljaju veliki problem u samom radu sustava, neki od nedostataka su:

- veliki inicijalni troškovi pri ugradnji uređaja, te u nabavi istih
- neusklađenost pri broju ulaska i izlaska putnika
- u slučaju poteškoća potrebno ručno resetiranje
- uređaji za automatsko brojanje ne prepoznaju izvanredne situacije [3]

U nedostatke automatskog brojanja putnika možemo još navesti odstupanja koja su do 2%, što nam pokazuje da metoda nije 100% sigurna. Odstupanja nastaju kada putnik uđe u vozilo JGP-a i prije nego što obavi željeno putovanje izađe iz vozila, te nakon nekog vremena opet uđe u isto vozilo, to se događa na terminailima. Senzor koji se nalazi na ulazu u vozilo registira kao da su ušla dva putnika, te u takvim situacijama nastaju odstupanja. Također, problemi se mogu dogoditi prilikom raznih tehničkih smetnji.

4. VRSTE TEHNOLOGIJA ZA AUTOMATSKO BROJANJE PUTNIKA

Pri planiranju modernizacije javnog gradskog prijevoza važno je odabrati način koji će se primjeniti kako bi sustav funkcionirao sa što manje poremećaja. Načini javnog prijevoza mogu se razlikovati prema trima dimenzijama:

- tehnologiji
- pravu prvenstva
- vrsti usluge.

Oduvijek postoji zanimanje za pronalaženje novih, modernijih koncepcija tehnoloških rješenja prometnih problema pomoću inovativnih tehnologija vezanih za prijevoz putnika u gradovima. Istraživanja i razvoj javnog gradskog prijevoza su potrebni za modernizaciju grada. Automatizacija nudi smanjenje troškova radne snage koji predstavljaju dvije trećine operativnih troškova u javnom prijevozu. No, s druge strane novi, zahtjevniji sustavi traže golema investiranja kapitala. [6]

Danas su sve više razvijeni sustavi za automatsko brojanje putnika. Tvrtke koje se bave automatski brojanjem putnika Acorel, Irish gmbh, Eurotech, Dilax senzori.

Tehnologije za automatsko brojanje putnika se dijele:

- laserska tehnologija
- tehnologija prislanjanja magnetskih kartica
- računalni brojevni uređaji
- stereoskopska i video tehnologija
- automatski skeneri
- ručni rekorderi

4.1 LASERSKA TEHNOLOGIJA

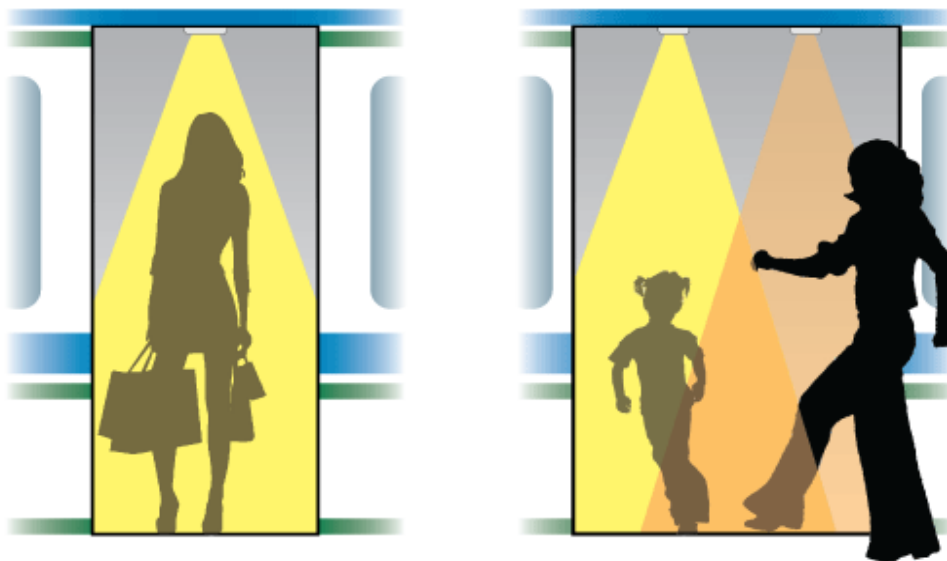
Laserski senzor funkcionira isključivo na načelu vremena provedenog na letu TOF (time of flight). Navedena tehnologija omogućuje mjerenje točnog razmaka između ljudi u vidnom polju i senzora. Podaci se automatski šalju u sustav brojanja putem komunikacijskih sabirnica. Na jednu procesnu jedinicu mogu biti spojene tri laserske glave kako bi se za vrijeme ulaska putnika pokrili ulazi. Prednosti laserske tehnologije:

- preciznost vertikalnog brojanja do 98%
- tehnologija nevidljiva okolini, računa u potpunom mraku

Uz lasersku tehnologiju, proizvođači nude tehnologiju aktivnog i pasivnog infracrvenog senzora. U odnosu na lasersku tehnologiju infracrvena tehnologija nudi nedostatke:

- niža stopa točnosti (oko 95% u normalnim uvjetima)
- osjetljivost na svjetlost i temperaturu. [7]

Sustav PassCountPro koristi lasersku 3D tehnologiju koja zaključava putničko tijelo kada uđe u snop i prati njihovo kretanje. Dva putnika koja prolaze jedan pred drugog na vratima bila bi zaključana kao zasebna tijela i ispravno prebrojanja. [8]



Slika 3. Laserski senzor na vratima

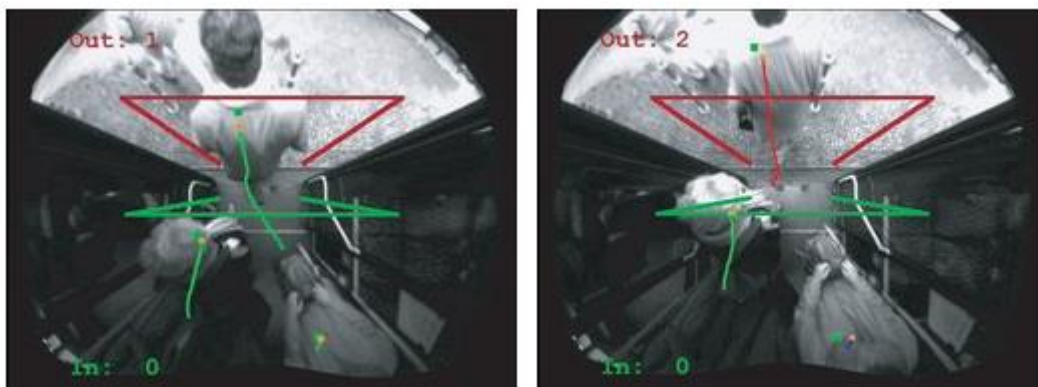
Izvor: http://www.universalcomlink.com/pass_count_pro.html

4.2 STEREOSKOPSKA TEHNOLOGIJA

Stereoskopski 3D senzor ima primjenu u javnom prijevozu, te se može još koristiti na metro stanicama, trgovinama, zračnoj luci. Preciznost stereoskopskog senzora može se usporediti sa ljudskim okom. Pomoću dvije različite kamere stvara 3D sliku. Algoritamska analiza slika u realnom vremenu omogućuje praćenje svih pokreta u polju detekcije. Prednosti stereoskopske tehnologije:

- točnost vertikalnog brojanja preko 98%
- potreban jedan senzor po pristupnoj točki
- neprikladan za osobe koje zaustavljaju (unutar polja detekcije)
- dokaz o točnosti putem videozapisa koji omogućuju izbjegavanje ručnog prebrojavanja
- prilagođen za teška okruženja
- sukladan je EN50155 standardu (međunarodni standard koji obuhvaća elektroničku opremu) [7]

Kod 3D tehnologije koristi se još tehnologija TOF. Senzori vremena poleta pružaju trodimenzionalne slike u stvarnom vremenu. Senzori su razvijeni za dugotrajno i trajno korištenje u javnom prijevozu.



Slika 4. primjer 3D tehnologije brojanja putnika

Izvor: <http://www.ruf.ch/en/telematik/visiweb-for-vehicles/passenger-counting/>

4.3 TEHNOLOGIJA BROJANJA PUTNIKA PRISLANJANJEM MAGNETSKE KARTICE

Magnetske kartice različitih prijevoznih tehnologija su s godinama sve više korištene u sustavima javnog gradskog prometa, te su se s godinama sve više razvijale i unaprijeđivale. Također, koriste se i za parkiranje na parkiralištima. Trend magnetskih kartica posebice se razvio uvođenjem različitih aplikacija ITS tehnologija u sustavu javnog gradskog prijevoza. Magnetske kartice, posebice beskontaktno jednostavne su i brze te omogućuju laku primjenu pri brojanju putnika u vozilima i primjenu vozarina s punom kontrolom ulaska i izlaska putnika. [9]

Kada su uvedene pametne kartice, primarni cilj je bio pojednostaviti prodaju karata u javnom prijevozu, čime su transportni sustavi bili učinkovitiji. U posljednjih nekoliko godina, elektroničke inteligentne kartice pojavile su se kao učinkovitije alternative za pristup javnom prijevozu, te sama uporaba tih kartica utječe na pojednostavljenje pri brojanju putnika u JGP. [10]



Slika 5. Prisanjanje kartice pri ulasku u JGP

Izvor: <https://www.intelligenttransport.com/transport-news/64238/smart-card-market-reach-millions-2025/>

5. SENZORI ZA AUTOMATSKO BROJANJE PUTNIKA

Kako je već u radu opisan napredak s ručnog na automatsko brojanje putnika, tako danas postoje razni proizvođači na tržištu koji se bave proizvodnjom i unaprijeđivanjem senzora, odnosno sustava za boljim radom pri brojanju putnika. Danas postoje senzori tvrtki Iris-Gmbh, Dilax, Infodev edi, Acorel, Eurotech koji ću biti opisani u radu.

5.1 SENZORI TVRTKE IRIS-GMBH

Tvrtka Iris-Gmbh osnovana je 1991. godine u Berlinu. Sada je srednje velika industrijska tvrtka s lokalnom proizvodnjom, istraživanjem i razvojem. Iris-Gmbh nudi međunarodni sustav za inteligentno brojanje putnika. Proizvodi tvrtke Iris-Gmbh su senzor IRMA MATRIX, te senzor IRMA 6. Prednosti koje posjeduje i nudi tvrtka Iris-Gmbh:

- pouzdano određivanje putničkog opterećenja
- brojanje putnika za optimalnu frekvenciju vozila
- fleksibilno podešavanje kapaciteta vozila
- oprema vozila u skladu sa zahtjevima putnika
- učinkovita optimizacija ruta
- učinkovito upravljanje putnicima pomoću podataka u stvarnom vremenu
- prihod utvrđen na temelju izvedbe

Pouzdana određivanje putničkog opterećenja predstavlja povezivanje s putnim računalom koji omogućuje daljnju obradu podataka u stvarnom vremenu. To znači široki spektar mogućnosti za poboljšanje planiranja, optimizaciju i procjenu cjelokupne prometne mreže za transport poduzeća.

Brojanje putnika za optimalnu frekvenciju vozila predstavlja kombinaciju povijesnih podataka i izračuna u stvarnom vremenu koji čine putničke tokove transparentnijima. U skladu s tim podacima frekvencija vozila se može optimalno planirati i prilagoditi cijeloj mreži sustava.

Fleksibilno podešavanje kapaciteta vozila se dobilo dugoročnim prebrojavanjem putnika koji omogućuje javnim prijevoznim poduzećima da optimalno prilagode svoje kapacitete vozila prometu.

Pomoću senzorskog sustava se određuje potrebna oprema za vozila u skladu sa zahtjevima putnika. Sustav prepoznaje razliku između prtljage i predmeta vezanih za prijevoz. Takav način prepoznavanja senzora omogućuje određivanje potrebnog prostora u vozilu.

S podacima iz automatskog brojanja putnika određuje se optimizacija ruta. Koja pomaže prijevozničkim tvrtkama da pravovremeno prepoznaju potražnju za transportom. [11]

5.1.1 IRMA MATRIX SENZOR

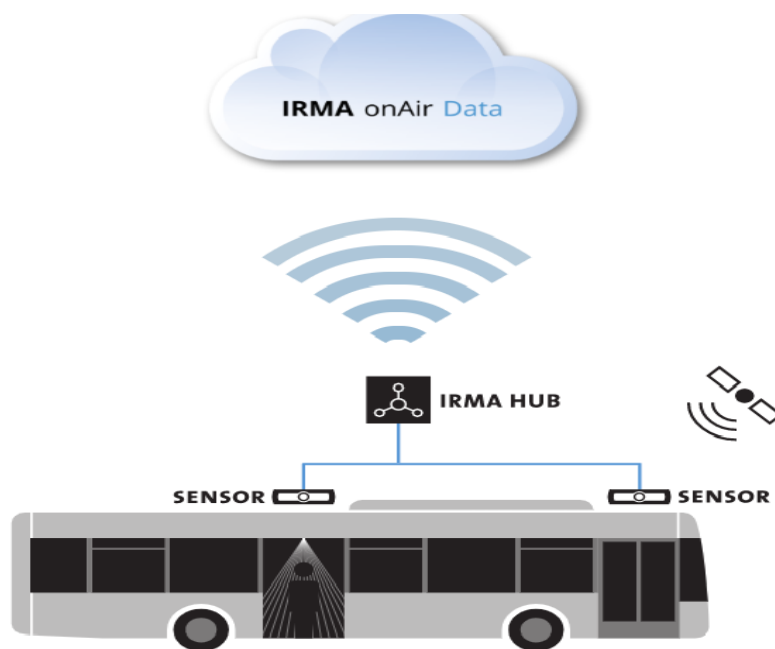
IRMA MATRIX senzor dokazano je i učinkovito sredstvo za automatsko brojanje putnika. Opremljen je pouzdanom tehnologijom TOF (Time Of Flight) za određivanje broja osoba i objekata u 3D. Takav sustav omogućuje prijevozničkim tvrtkama da automatsko broje putnike i da se pouzdano mogu utvrditi prijeđeni putnički kilometri. IRMA MATRIX djeluje na vrlo visokoj razini točnosti dugi niz godina. [11]



Slika 6. IRMA MATRIX senzor

Izvor: <https://www.irmaonair.com/>

3D matrica senzora mjeri udaljenost od objekta s razlučivošću od 500 piksela. Zatim integralni procesor signala procjenjuje 3D materijal i prenosi ga na putno računalo ili oblak (cloud). Na temelju oblaka nudi se rješenje za primanje, pohranu i prijenos podataka automatskog brojanja putnika. Princip rada IRMA onAir je da se sastoji od uređaja IRMA MATRIX i IRMA Hub-a. Zatim se prikuplja broj putnika pomoću senzora nakon zatvranja vrata na svakom zaustavljanju. Podaci se šalju putem WLAN-a ili mobilne mreže u oblak. Korisnici primaju stvarne podatke snimljenje putem API-ja (slika 7.) [11]



Slika 7. Princip rada IRMA onAir

Izvor: <https://www.irmaonair.com/>

IRMA MATRIX nudi jednostavnu montažu. Ručno podešavanje senzora nije potrebno. Senzor je dostupan kao ugradna ili površinska verzija, štedi vrijeme instalacije. Jednostavan koncept instalacije bit će zadržan za sljedeće generacije kako bi nadogradnje najnovijeg IRMA hardvera bile jednostavne i brze.[11]

5.1.2 IRMA 6 SENZOR

IRMA 6 predstavlja poboljšanje i proširenje provjerene tehnologije senzora. Senzor brojanja opremljen je tehnološkim usavršavanjem u smislu osvjetljenja kako bi se omogućio fleksibilniji položaj ugradnje. Povećana razlučivost od 80000 piksela generira intuitivnije i lako razumljive video slike (HD/TOF slikovni prijenos). Oni se mogu prenjeti i/ili snimiti u 3D ili 2D formatu slike (video). Da bi se omogućio fleksibilniji položaj ugradnje, senzor za brojanje opremljen je naprednim tehničkim značajkama u tehnologiji rasvjete, što omogućuje još veće visine montaže. Značajke IRMA 6 senzora:

- sadrži dvije jezgre: DSP i ARM za obradu signala i prebrojavanje
- aktivni izvori laserske svjetlosti s VCSEL tehnologijom
- istovremeno otkrivanje smjera kretanja za ukrcaj i iskrcaj putnika
- korištenje različitih fizičkih sučelja kao što su Ethernet, PoE (Power over Ethernet)
- kućište od lijevanog aluminijskog aluminija, optički otvori od sintetičkih vlakana (polikarbonat)
- točnost brojanja 99% [11]



Slika 8. IRMA 6 senzor

Izvor: <https://www.iris-sensing.com/products/irma-6/>

5.2 SENZOR TVRKE DILAX

Dilax je međunarodni pružatelj inteligentnih sistemskih rješenja za snimanje i upravljanje putničkim tokovima. Sjedište tvrtke nalazi se u Berlinu. Od 1988. godine nudi inovativne i pouzdane proizvode. Omogućuje snimanje broja putnika, analizu putovanja i pronalaženje pristupa za poboljšanje usluga prijevoza. Svojim inovativnim pristupom stvara preciznu sliku transportnih usluga i operativnih procesa. Prednosti proizvoda Dilax:

- najveća preciznost s pouzdanošću do 99%
- prepoznavanje objekta
- razvrstavanje po visini i veličini
- kompaktan i suptilan dizajn
- jednostavna instalacija i konfiguracija
- prilagođen individualnim potrebama klijenata
- minimalni troškovi životnog vijeka (LCC) zahvaljujući sustavima niskog i jednostavnog održavanja

Dilax sustavno rješenje uključuje dvije komponente:

- DILAX OptoCount tehnologiju
- DILAX Enumeris softver za upravljanje podacima

DILAX OptoCount je dostupan kao OptoCount Cam tehnologija senzora za obradu slike i kao OptoCount 3D, 3D tehnologija senzora. DILAX Enumeris softver pruža specifična izvješća i profile putnika.

Dilax senzori su gotovo nevidljivi kada su instalirani u vozila. Rezultate mjerenja šalju pomoću APC Mastera. Izvori informacija povezani su putem postojećih mreža u vozilu. Podaci se prenose iz vozila preko postojeće komunikacijske jedinice (usmjerivača) ili DILAX komponente (APC Master). [12]

Na InnoTransu-u 2016. Dilax je lansirao novi sustav za upravljanje podacim i predviđanje o očekivanim situacijama u sustavu i prometu (InnoTrans je vodeći međunarodni sajam prometne tehnologije i održava se svake dvije godine u Berlinu). DILAX Citisense je nova generacija softvera koji omogućuje transportnim tvrtkama da upravljaju, agregiraju i vrednuju druge različite podatke. DILAX Citisense identificira i analizira odnose između heterogenih tipova podataka i tako pruža ključne informacije za planiranje mobilnosti.

Ključni pokazatelji uspješnosti kao analitička osnova za moderno planiranje prometa (Dilax Citisense):

- Analiza i izvješće
- Prognoza potražnje
- Analiza protoka putnika
- Dinamičke prognoze
- Multimodalna čvorišta
- Pametno praćenje

Analizirani su podaci iz sustava za automatsko brojanje putnika kao i raspored i optimalni podaci. Rezultati analize su pouzdane informacije za optimalno korištenje resursa i stalna poboljšanja učinkovitosti. Uz Dilax Citisense, uska grla i višak kapaciteta mogu se odrediti u ranoj fazi. Kratkoročne prognoze o popunjenosti i korištenju vozila moguće su na temelju prikupljenih podataka. Usluge javnog prijevoza mogu se povezati s konceptima multimodalne mobilnosti. Kao dio procesa održavanja, Dilax Citisense može prikupljati i analizirati podatke iz vozila i uspoređivati s podacima iz prošlosti. [12]

5.3 SENZOR TVRTKE EUROTECH

Eurotech je globalna tvrtka sa snažnim međunarodnim fokusom. Osnovana je 1992. godine u Italiji u gradu Udine. Ima operativne lokacije u Europi, Sjevernoj Americi i Japanu. Korijeni Eurotecha su u području ugrađenih računala. Obrađuju podatke u stvarnim aplikacijama i premještaju ih u oblak (Cloud). Danas se sve njihove hardverske platforme i uređaji mogu jednostavno priključiti na Cloud infrastrukturu, što partnerima i korisnicima omogućuje izgradnju fleksibilnih IT instalacija koje mogu podržavati nove usluge s dodanom vrijednošću. Eurotechova IoT platforma za industrijske stvari – Everywhere Cloud – ima otvoreni model razvoja inovacija. Eurotech je jedna od nekoliko tvrtki koje mogu ponuditi vrlo kompaktna ugrađena računala visokih performansi (HPEC). Eurotech sustavi za brojanje putnika su kompaktni i autonomni uređaji namijenjeni za ugradnju iznad vrata autobusa, vlakova, zgrada i svih dugih područja gdje je potreban nadzor pristupa. [13]

5.3.1 SENZOR PCN - 1001

PCN – 1001 (DynaPCN 10 - 01) brojač putnika je kompaktan i autonoman uređaj koji se temelji na tehnologiji beskontaktno stereoskopske vizije. Posebno je dizajniran za brojanje putnika iznad vrata autobusa i vlakova. Stereoskopske kamere snimaju slike područja ispod uređaja. Zahvaljujući integriranim infracrvenim LED indikatorima visoke svjetline može raditi u bilo kojem stanju svjetla. Mogućnosti proširenog temperaturnog raspona omogućuju integriranim korištenje uređaja u širokom rasponu klimatskih uvjeta. Senzor analizira visinu, oblik i smjer bilo kojeg objekta koji prolazi vidnim poljem, ako je objekt prepoznat kao osoba koja ulazi ili izlazi, ulazni i izlazni brojači se prema tome povećavaju, zajedno s informacijama o vremenu i datumu. Prijenos podataka se vrši preko RS – 485 sučelja. Ugrađena izolirana digitalna I / O sučelja mogu se koristiti za izravnu komunikaciju s inteligentnim vratima ili sustavima kontrole protoka, što jamči optimalnu funkcionalnost u svakom trenutku. Primjer zaustavljanja brojanja dok su vrata zatvorena. PCN – 1001 se može lako montirati u stropni prostor iznad ulaza i postaje gotovo nevidljiv. Kut optičke ploče može se podesiti do 45°. [13]



Slika 9. PCN - 1001 uređaj

Izvor: <https://www.eurotech.com/en/products/intelligent-sensors/people-counters/pcn-1001>

Dva ili više PCN – 1001 mogu se međusobno povezati kako bi se precizno izračunao broj ljudi koji prolaze kroz široka vrata. Može se koristiti samostalno ili u kombinaciji s IoT – om koji omogućuje prijenos podataka na različite Cloud platforme. Instalacija je jednostavna i nenametljiva zahvaljujući ugradivom i kompaktnom dizajnu. Ostale tehničke značajke:

- Točnost 98%
- Preciznost 99%
- LED diode: 1 x snaga (zeleni), 1 x status sutava (crveni)
- Maksimalna potrošnja energije: 3,2W s infracrvenim iluminatorima OFF, 7,8W s infracrvenim iluminatorima 100% ON
- Radna temperatura: EN50155 Klasa T1
- Zatvoreni omotač od legure magnezija
- Dimenzije okvira 100x230x3mm (visina x širina x debljina)
- Težina 0,6kg
- Ulazno / izlazno sučelje 1 x USB klijent (servisna ploča) – tip B Mini
- 2x izolirani digitalni ulaz, 2x izolirani digitalni izlaz – na 12 pinski kružni konektor
- Tipke: 1x reset (servisna ploča) [13]

5.3.2 SENZOR DYNAPCN 10-20

Kompaktan i autonoman uređaj male snage koji se temelji na tehnologiji beskontaktno stereoskopske vizije. Posebno dizajniran za precizno brojanje putnika koji ulaze ili izlaze iz vozila javnog gradskog prijevoza. Dyna PCN 10 – 20 analizira visinu, oblik i smjer bilo kojeg objekta koji prolazi kroz vidno polje. Prijenos podataka se vrši putem Ethernet sučelja. Dyna PCN 10 – 20 se može povezati sa jednim ili više PCN – 1001 kako bi se precizno izračunao broj ljudi koji prolaze kroz vrata. Instalacija je jednostavna i nenametljiva zahvaljujući kompaktnom dizajnu. Korisnički konfiguracijski softver omogućuje brzo i jednostavno postavljanje. [13]



Slika 10. DynaPCN 10 - 20 uređaj

Izvor: <https://www.eurotech.com/en/products/intelligent-sensors/people-counters/dynapcn-10-20>

Ostali tehnički podaci uređaja DynaPCN 10 – 20:

- Točnost 98%
- Preciznost 99
- LED diode: 1x snaga (zeleno), 1x status sustava (žuta)
- Tipke: 1x Reset (servisna ploča)
- Radna temperatura: EN50155 Klasa T1
- Zatvoreni omotač od legure magnezija

- Dimenzije okvira: 100x230x3mm (visina x širina x debljina), potrebni uređaj: od 82x209x42mm do 82x209x70mm
- Težina 0,6kg
- Maksimalna potrošnja energije: 3,2W s infracrvenim iluminatorima OFF, 7,8W s infracrvenim iluminatorima 100% ON (Ethernet verzija), 3,5W s infracrvenim iluminatorima OFF, 8,0W s infracrvenim iluminatorima 100% ON (PoE verzija)

Ulazno / izlazno sučelje:

- Ethernet: 1x 10 / 100 Mbps ili PoE Ethernet
- 1x USB 1.1 klijent (servisna ploča) – tip B Mini
- Serijski: 1x RS-485 za lanac Daisy (na 12 pinski ženski kružni konektor)
- Digitalni I / O: 2x izolirani digitalni ulaz, 1x izolirani digitalni izlaz – na 12 pinski ženski kružni konektor [13]

5.4 SENZOR TVRTKE INFODEV EDI

INFODEV EDI je kanadska tvrtka s više od 30 godina radnog iskustva. Sjedište tvrtke i proizvodi pogon je u Qubec Cityju. Od 1993. godine razvija i instalira sustave za automatsko brojanje putnika i ljudi. Jedni su od najvećih svjetskih lidera u ovoj industriji. 2006. godine otvorili su svoj Europski ured u Nizozemskoj. Svi hardveri i softveri tvrtke dizajnirani su u samom sjedištu. Pružaju klijentima najbolju podršku visoko tehnološkim elektoničkim proizvodima, u smislu dizajna, proizvodnje i prodaje. Prednosti Infodev APC sustava:

- Modularna, fleksibilna i jednostavna arhitektura
- Tvornički kalibrirani sklopovi senzora
- Jednostavna instalacija i održavanje
- Najtočnija tehnologija brojanja putnika na tržištu
- Konkurentne cijene i najbolji troškovi životnog ciklusa [14]

5.4.1 DA – 400 SENZOR

DA – 400 je usmjeren senzor dizajniran za prebrojavanje putnika u javnim prijevoznim sredstvima. Senzori su vrlo tanki, oko debljine od 2413,5mm, što omogućuje jednostavnu montažu na površinu ili unutra ploče iznad vrata, čak i pod ograničenim prostorima. Višestruki senzori integrirani su u jednu aluminijsku šipku, ovisno o širini vrata. Precizno obrađena šipka ima minijaturnu optiku senzora i elektroniku. Svjetlo, tama, vremenski uvjeti i brzina prolaza ne utječu na sustav, zato jer se koristi vlastito nevidljivo svjetlo. DA – 400 senzori su tvornički kalibrirani i posebno dizajnirani za brzu ugradnju koristeći samo nekoliko vijaka. Ovaj inteligentni „dizajn sa vijkom“ eliminira komplikacije i troškove povezane s promjenom vozila i višestrukim podešavanjem osjetnika tijekom instalacije i puštanja u pogon. DA – 400 se može instalirati neposredno uz rub vrata i ne zahtjeva minimalnu udaljenost između glave suvozača i senzora. Duljina senzora također pruža potpuni optički prikaz vrata. [14]

Značajke DA – 400 senzora:

- Debljine od 14 – 17mm
- Senzori integrirani u jednu traku da pokrije širinu vrata
- Tvornički kalibrirani senzori, bez podešavanja osjetnika
- Isplativno u svim aspektima: pojednostavljuje instalaciju, smanjuje troškove ožičenja, mogućnost reprogramiranja
- Optička detekcija vrata
- U skladu s industrijskim standardima
- Ne utječe na brzinu prolaza
- Maksimalna pokrivenost: 6,7m
- Kućište od aluminija koje podnosi ekološke napore zajedničke za vozila javnog prijevoza [14]



Slika 11. Senzor DA – 400

Izvor: <http://www.infodev.ca/products/da-series-counting-sensors/>

5.4.2 DA – 200 SENZOR

Senzor DA – 200 dizajniran je za prebrojavanje putnika. Detektira prolaz i smjer ljudi, zatim te podatke šalje na računalo za prebrojavanje. DA – 200 je izgrađen kako bi odgovarao uskim vratima.

Značajke DA – 200 senzora:

- Kompaktan, nenametljiv dizajn i jednostavna instalacija
- Veličina 76,2 mm x 25,4 mm x 25 mm
- Ne utječe na brzinu prolaza ili nepokretne putnike
- Vrlo učinkovito razdvaja ljude koji se slijede
- Podnosi ekološke napore zajedničke tranzitnim vozilima
- Ostaje točan kroz varijacije svjetla i temperature
- Ne zahtjevaju se periodični kalibracijski ili korekcijski faktori [14]



Slika 12. Senzor DA – 200

Izvor: <http://www.infodev.ca/products/da-series-counting-sensors/>

5.5 TVRTKA ACOREL

Acorel je tvrtka sa sjedištem u Saint Perayu, oko sto kilometara južno od Lyona u Francuskoj. Od 1989. godine Acorel je priznat u svijetu, u svim tržišnim segmentima, kao jedan od globalnih lidera u automatskim rješenjima za brojanje ljudi i analizu protoka ljudi. Acorel nudi inovativna i visokokvalitetna rješenja koja kombiniraju najnovije i najsuvremenije tehnologije s vrlo personaliziranom uslugom.

Prvi senzori koje je tvrtka razvila bili su bazirani na pasivnim infracrvenim ćelijama. Acorel je kontinuirano razvijao svoju senzorsku tehnologiju kako bi optimizirao performanse. Senzori su tada postigli zajamčenu točnost od 95%. Današnji senzori su najbolji na tržištu:

- 3D stereoskopski video senzor
- Laserski senzor

Uz navedene senzore koje koristi tvrtka Acorel koji su opisani u prethodnom poglavlju, tvrtka koristi još jedan senzor, infracrveni senzor. Tvrtka prema potrebama nudi tehnologiju infracrvenih senzora „aktivnu i pasivnu“. Ta tehnologija nudi zadovoljavajuću ukupnu točnost brojanja od 95% u uobičajnim uvjetima uporabe. Međutim, ona ne potiče trenutnu točnost jer je osjetljiva na vanjsko okruženje i manje je bogata informacijama od 3D i laserske tehnologije.

Prijenos podataka odvija se putem najnovijih tehnologija:

- Prijenos putem ugrađenog sustava SAE, tipa za prodaju karata
- Prijenos putem WIFI-a, uključujući etažnu razinu arhitekture 2-3
- Prijenos putem GPS / 3G ili 4G modula koji omogućuje autonomno povezivanje brojeva datoteka i geolokacijskih podataka

U slučaju rješenja statičkog brojanja, moguće je koristiti žičanu (Ethernet) ili bežičnu mrežnu arhitekturu. [7]

6. PRIMJENA I PRIKAZ REZULTATA AUTOMATSKOG BROJANJA PUTNIKA

Senzori za automatsko brojanje putnika imaju primjenu u svim vidovima javnog prijevoza. Takav način brojanja putnika je rasprostranjen u mnogim zemljama, jer su se brojanjem riješili mnogi problemi vezani za prijevoz putnika u gradovima. U Hrvatskoj se trenutno ne koristi takav sustav, no planiran je u skoroj budućnosti od strane ZET-a.

6.1 PRIMJENA IRMA MATRIX UREĐAJA

Irma Matrix uređaj ima primjenu u mnogim europskim i američkim gradovima, kao što su Annecy, Neuchatel, Mannheim, Phoenix, te Beograd.

Javni prijevoz grada Beograda sastoji se od mreže autobusnih, tramvajskih i trolejbuskih linija, koje vodi javna tvrtka GSP „Beograd“ i autobusne usluge koje obavlja Arriva privatni operater. Projekt automatskog brojanja putnika je proveden 2016. godine. Taj projekt je predstavljao samo jedan dio cjelokupnog poboljšanja javnog prijevoza u Beogradu. Projekt se provodio pod nadzorom Gradskog tajništva za transport kako bi se stanovnicima Beograda omogućio brz i pouzdan javni prijevoz. Najmoderniji i najprecizniji Irma Matrix senzori koriste se u svim vozilima, ti senzori su spojeni u lanac lančanih veza na putno računalo putem CAN komunikacijskog sučelja, osiguravajući podatke o brojanju putnika (broj ukrcaja i iskrcaja) sa svih autobusnih stanica. Cijeli projekt se provodio u suradnji sa srpskom tvrtkom Novatronic iz Novog Sada koja je zadužena za ugradnju, konfiguraciju, integraciju i održavanje. [11]

6.2 PRIMJENA UREĐAJA TVRTKE EUROTECH

Eurotech je osigurao sustav za automatsko brojanje putnika u oblaku za TEB (Tramvie Elettriche Bergamasche), tramvajskog operatera koji vozi prometnu liniju od Bergama do Albina u Italiji. Ovaj sustav koristi Eurotechov EDC (Everyware Device Cloud) kako bi olakšao isporuku podataka s mobilnih uređaja instaliranih na tramvajima i baze aplikacije za statistiku podataka. Eurotechov uređaj za brojanje putnika omogućuje planiranje rute u stvarnom vremenu kako bi se optimizirala upotreba voznog parka, osiguravajući da su tramvaji pri ruci kada je to potrebno i da se ne šalju na „prazno“ putovanje, odnosno ako ne postoji potražnja.

Brojanje se vrši na putnicima koji ulaze i izlaze iz tramvaja koristeći tehnologiju obrade vida u PCN-1001 brojaču putnika instaliranom na svakom ulazu. Senzorski uređaji za stereoskopske kamere uključuju digitalne ulaze za provjeru statusa vrata. Ta platforma koja uključuje Ethernet, WiFi, GPS i 3G djeluje kao ploča za sljedeću fazu u procesu prijenosa informacija putem EDC-a. Test točnosti je trajao je više od tri dana i uključivao je je 50 putovanja i povratka na trasi. Ukupno je prebrojeno više od 8000 putnika, a Eurotech je dokazao da je postigao visoki stupanj točnosti potreban za isunjavanje cilja.

Povrh zahtjeva za visokom točnošću, TEB je utvrdio sljedeće kriterije koje treba ispuniti:

- Da odabrani sustav ne bih trebao TEB uključivati u velike infrastrukturne troškove
- Trenutni troškovno učinkovit sustav trebao bi biti prilagodljiv budućim zahtjevima flote za tramvaj.

Ova metodologija osigurala je krajnji element u komunikacijskom rješenju koje je Eurotech osigurao za TEB. Oblak je sredstvo za podršku klijenta s tehnološkom infrastrukturom koja ne zahtjeva stručnost ili kontrolu korisnika. Omogućuje pristup stvarnim podacima u bilo koje vrijeme i s bilo kojeg mjesta, te je sigurnost podataka dosatno poboljšana. [15]

6.3 PRIMJENA UREĐAJA TVRTKE ACOREL

RTM (the Regie des Transports Metropolitains) je javni prijevoznik urbanog područja grada Marseille u Francuskoj. Kao prijevoznik RTM mora ponuditi uslugu učestalosti dolaska te kapacitet javnog prijevoza. Također, RTM zahtjeva dvije bitne informacije a to su vrijeme putovanja i opterećenje vozila. Prva informacija dolazi od operativnog sustava podrške OSS (Operational Support System), a druga informacija dolazi od Acorel-ovog uređaja za automatsko brojanje putnika koji se smješta u autobuse i tramvaje. Brojanje putnika daje realnu sliku potražnje javnog prijevoza, te sa tim podacima RTM može oblikovati svoju strategiju javnog prijevoza znajući kolika su ukupna, a kolika vršna opterećenja.

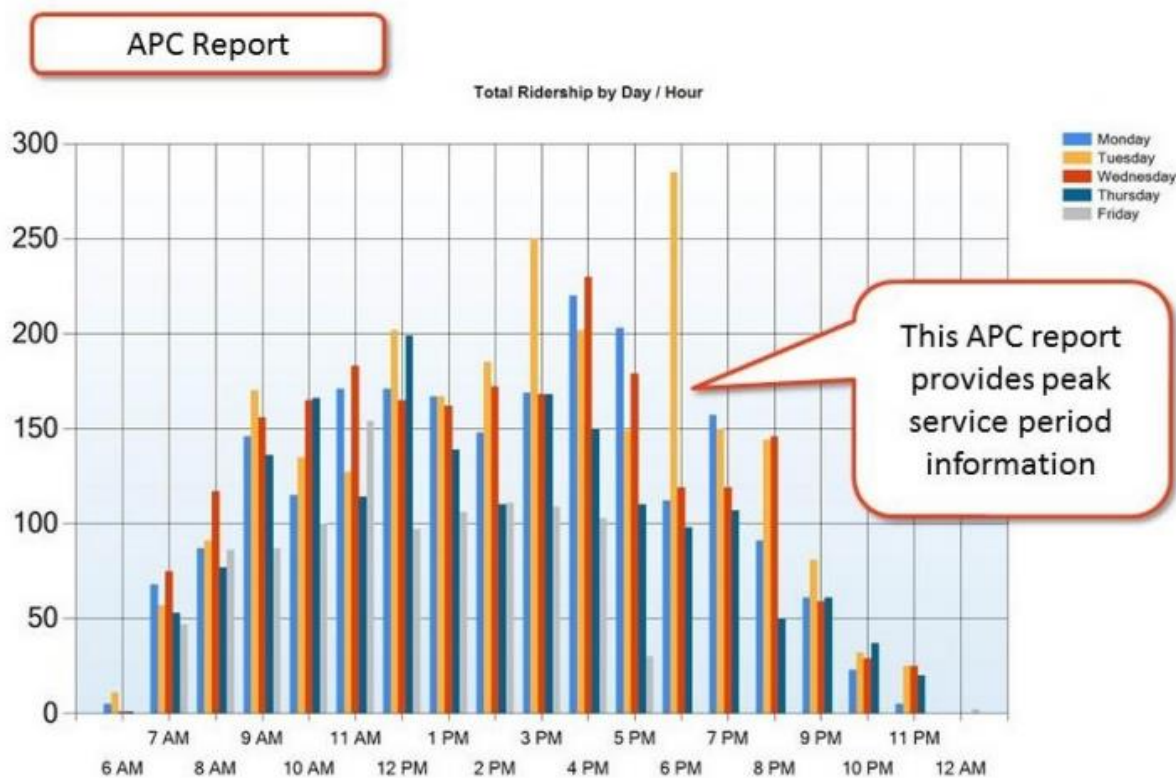
Acorel-ovi mjerni uređaji su postavljeni:

- Na 400 autobusa (od 600), te su opremljeni s infracrvenim ili 3D videozapisom senzora za brojanje
- Na 4 tramvaja (od 32) koja su opremljena sa infracrvenim senzorom, a 6 drugih je nekoliko godina kasnije opremljeno senzorima

Točnost brojanja senzora je iznad 98%, a ukupno je postavljen na sedamdeset linija u 5 standardih perioda. Kako je prethodno navedeno, Acorel automatsko brojanje putnika temelji na senzorima ugrađenima u vozilo koji prebrojava putnike sa velikom točnošću u stvarnom vremenu. Dobivene podatke poboljšava drugim sustavima (OSS, GPS), koje nakon toga obrađuje i analizira softver Focus Onboard, koji proizvodi standardizirana izvješća. [16]

6.4 PRIKAZ REZULTATA

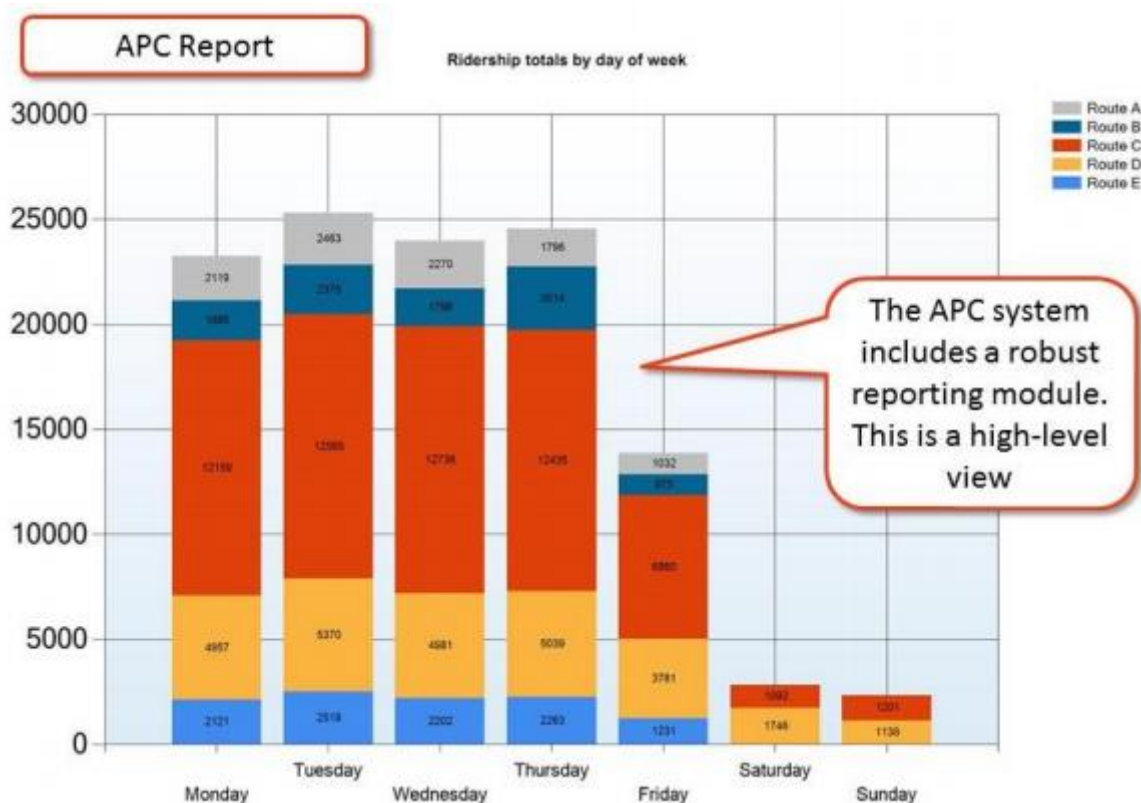
Rezultati APC mogu se prikazati grafički i analitički. Broj putnika koji ulazi u vozilo mora biti približno jednak broju putnika koji izlaze iz vozila, vrlo mala odstupanja. Za prikaz rezultata u praksi se najčešće koriste grafovi i tablice. Putnici se zasebno broje na svakim vratima gdje je postavljen senzor za brojanje. Usporedba ručnog i automatskog brojanja putnika može bit prikazana na više načina, najčešći je grafički prikaz gdje se jasno vidi razlika i odstupanje u načinima brojanja putnika. Grafikon 1. prikazuje izvješće automatskog brojanja putnika koji prikazuje informacije po satima i danima. Bojama su prikazani dani u tjednu, na X osi su raspoređeni sati od ranih jutarnjih do kasnih večernjih, a na Y osi putnici.



Grafikon 1. Broj putnika u određenim satima tokom dana

Izvor: https://www.emeryground.com/assets/etma-agenda-packet_may-2019.pdf

U statistikama automatskog brojanja putnika nerjetko postoje odstupanja koja su do 1%, ta odstupanja ne utječu na daljnje korištenje podataka. U ta odstupanje ulaze vozači i ostali putnici koji nisu prebrojani, ako sustav iz nekog razloga nije radio. Grafikon 2. prikazuje ukupan broj putnika po danima u tjednu. Na Y osi se nalazi maksimalan broj putnika, a na X osi dani u tjednu. Bojama su označene linije koje su korištene u svrhu brojanja. Brojanje je izvršeno Irma Matrix uređajem.



Grafikon 2. Ukupan broj putnika po danima u tjednu

Izvor: https://www.emeryground.com/assets/etma-agenda-packet_may-2019.pdf

Izradom tablica i grafikona analiziraju se linije na kojima je provedeno brojanje putnika u svrhu poboljšanja sigurnosti i udobnosti javnog gradskog prijevoza.

7. BUDUĆNOST AUTOMATSKOG BROJANJA PUTNIKA

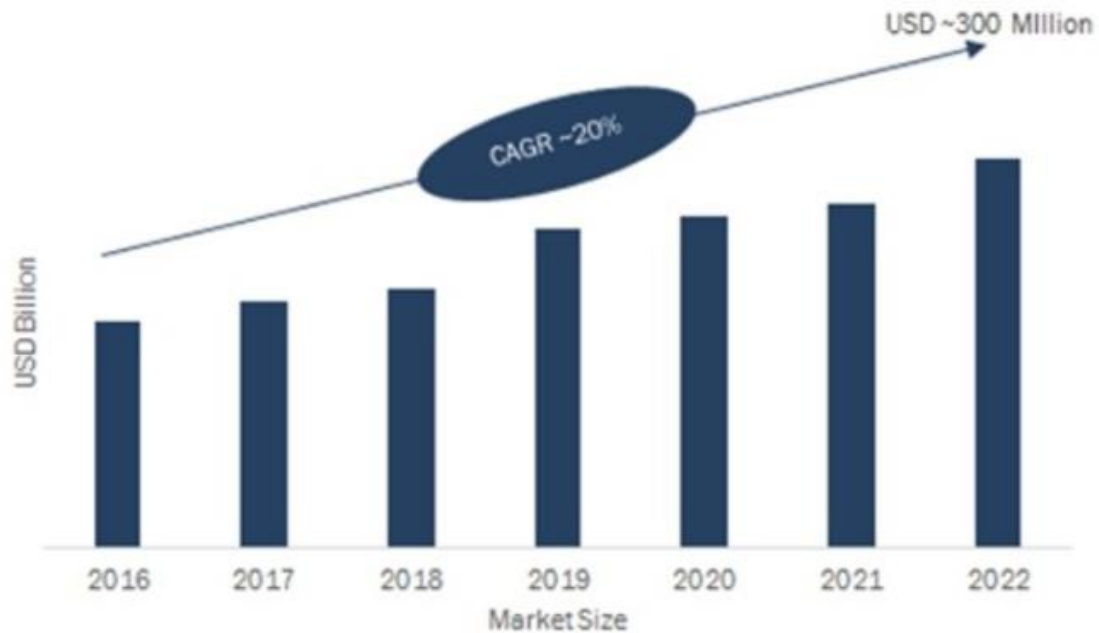
Automatizirani sustav brojanja putnika i informacijski sustav obuhvaćaju proizvođače, distributere i krajnje korisnike. Tvrtke koje sudjeluju na globalnom tržištu brojanja putnika i informacijskih sustava su Iris-Gmbh (Njemačka), HELLA Aglaia Mobile Vision (Njemačka), Eurotech (Italija), Dilax (Njemačka), Infodev Edi (Kanada), Hitachi (Japan), Huawei Technology (Kina), Clever Devices Ltd. (SAD), te mnoge ostale. Rad navedenih proizvođača se promatra na razdoblju od 2016. do 2022. godine. U budućnosti se očekuje da će tržište za brojanje putnika dosegnuti visoki porast s godišnjom stopom rasta od 18,6% između navedenog perioda.

Tržište stereoskopske tehnologije očekuje rast značajnom brzinom na tržištu automatiziranog sustava brojanja putnika tijekom navedenog razdoblja. Automatizirano tržište brojanja putnika i informacijskih sustava koje se uzima u promatranje su: Sjeverna Amerika, Europa, Azija – Pacifik (APAC), te ostatak svijeta (ROW).

Očekuje se da će tržište u APAC-u rasti po najvišoj stopi tijekom prognoziranog razdoblja. Zdrav ekonomski rast i sve veća urbanizacija su neki od pokretačkih čimbenika za rast tržišta automatiziranog brojanja putnika. Regija APAC obuhvaća zemlje s velikim brojem stanovnika i zemlje koje su u razvoju, kao što su Indija, Kina i dr. Sektor prometa u tim zemljama razvija se značajnim tempom kako bi odgovarao ekonomskim i kulturnim standardima razvijenih zemalja. Sve češće se usvaja automatizirani sustav brojanja putnika u tim zemljama. Kako je vidljivo na Grafikonu 2. očekuje se da će globalno tržište automatiziranog brojanja putnika za predviđeno razdoblje do 2022. godine dostići 300 milijuna USD.

Ciljevi istraživanja na globalnom tržištu APC –a :

- Pružiti detaljnu analizu tržišne strukture
- Davanje uvida o čimbenicima koji utječu na rast tržišta
- Omogućiti povijesni i prognozirani prihod tržišnim segmentima[17][18]



Grafikon 3. Očekivani porast tržišta

Izvor: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/automated-passenger-counting-system-market-2398>

U većim gradovima svijeta prisutni su različiti načini plaćanja javnog gradskog prijevoza, koji se konstantno prisustvom raznih tehnologija nadograđuju. Jedan od načina plaćanja je mobilno plaćanje putem QR koda, pomoću kojeg se može vidjeti popunjenost vozila. Primjer je kineski grad Hangzhou, koji koristi hardver tvrtke Newland s glavnim partnerom e-trgovine Alibaba. Alipay je glavna aplikacija za plaćanje mobilnim telefonom. Korisnici mogu prijeći prstom preko QR koda na svom uređaju kako bi ušli na vrata svih 72 stanica metroa u gradu. Kasnije se cijena skida s njihovog računa Alipay nako što povuku za izlaz iz metroa. Također, ugrađeni su skeneri za skeniranje zaslona mobilnog telefona. Ti skeneri imaju širok kut skeniranja i infracrveni senzor, što omogućuje trenutno pokretanje kada se putnik približava. Time je grad Hangzhou postao prvi grad koji je prihvatio mobilno plaćanje preko navedene trgovine. Također i ostali gradovi imaju QR kodove plaćanja samo ovisi do načina plaćanja koje se koristi. U budućnosti se očekuje da i ostali javni prijevoznici u nerazvijenim gradovima prijeđu na takav način plaćanja javnog gradskog prijevoza. [19]

8. ZAKLJUČAK

Javni gradski prijevoz se razvija velikom brzinom u cijelom svijetu. Njegov razvoj utječe na život ljudi u gradovima. Broj putnika koji koriste uslugu javnog prijevoza predstavlja bitan podatak za daljnju obradu usluge, te sam postupak brojanja putnika pridonosi poboljšanju kvalitete i razvitka javnog prijevoza.

Uređaji automatskog brojanja putnika su u koraku sa današnjim razvojem tehnologije, te pomoću njenog razvoja utječu na nadogradnju svojih senzora. Danas postoje razvijene senzorske tehnologije, stereoskopske tehnologije, 3D tehnologije, te razni automatski brojači bez kojih bi bilo nezamislivo raditi. Navedene tehnologije automatskog brojanja putnika predstavljaju veliki napredak u javnom gradskom prijevozu.

Najbitnija karakteristika današnjih uređaja je točnost. Neki današnji uređaji dostižu točnost brojanja putnika od 97% do 99%. Uređaji automatskog brojanja putnika izvedeni su na jednostavan način, te svojom konstrukcijom i jednostavnom ugradnjom ostvaruju veliku primjenu. Jedan od najpoznatijih senzora je Irma Matrix uređaj, proizvod tvrtke Iris-Gmbh, također uz njega su poznati i uređaji tvrtke Dilax, Acorel, Infodev Edi i Eurotech.

Primjena automatskog brojanja putnika je prisutna u svim oblicima prijevoza, autobusima, tramvajima, vlakovima i sl. Prethodno navedeni uređaji imaju primjenu u cijelom svijetu. Informacije koje se dobiju od brojanja utječu na daljnju obradu postojeće mreže linija javnog prijevoza u svrhu poboljšanja sustava i zadovoljstva korisnika usluga. Prikaz rezultata brojanja putnika moguće je prikazati analitički i grafički. Grafički prikazi daju jasnu sliku opterećenja vozila tokom dana, tjedna i mjeseca.

Brojanje putnika ima zasigurno veliki razvoj u budućnosti, to prikazuju već danas neki uređaji koji se spajaju sa cloud (oblak) uslugama i internet aplikacijama. Oblak nudi rješenje za primanje, pohranu i prijenos podataka brojanja putnika, primjenjuje se kod prizvoda tvrtke Iris-Gmbh, Irma Matrix i Irma 6 uređaji. Samo tržište prikazuje razvitak u cijelom svijetu i potragu za što većom kvalitetom.

LITERATURA

- [1] Davor Brčić, Marko Ševrović: Logistika prijevoza putnika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [2] Radovan Banković: Javni gradski putnički prevoz, univerzitetski udžbenici, Beograd, 1977.
- [3] Završni rad, Sustavi za automatsko brojanje prometa u javnom gradskom prijevozu, Marko Perić, 07.09.2018.
- [4] doc. dr. sc. Marko Slavulj, prezentacija Brojanje prometa, preuzeto: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_cestovnog_i_gradskog_prometa_I/Materijali/bp_08_03_2010.pdf (pristupljeno: travanj 2019.)
- [5] Automated Passenger Counting, preuzeto: <https://www.retailsensing.com/automated-passenger-counting.html> (pristupljeno: svibanj 2019.)
- [6] Štefančić Gordana: Tehnologija gradskog prometa 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
- [7] Acorel company, preuzeto: <https://acorel.com/en/products-and-services/high-precision-sensors/> (pristupljeno: svibanj 2019.)
- [8] PassCountPro automatic passenger counter, preuzeto: http://www.universalcomlink.com/pass_count_pro.html (pristupljeno: svibanj 2019.)
- [9] Štefančić Gordana: Tehnologija gradskog prometa 2, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [10] Smart card, preuzeto: <https://www.intelligenttransport.com/transport-news/64238/smart-card-market-reach-millions-2025/> (pristupljeno: svibanj 2019.)
- [11] Automatski brojač putnik tvrtke Iris-Gmbh, preuzeto: <https://www.iris-sensing.com/products/automatic-passenger-counting/> (pristupljeno: svibanj 2019.)
- [12] Usluge tvrtke Dilax, pruzeto: <https://www.dilax.com/en/dilax-group/> (pristupljeno: lipanj 2019.)

[13] Eurotech company, preuzeto: <https://www.eurotech.com/en/section/about-eurotech> (pristupljeno: lipanj 2019.)

[14] Automatski brojač putnika tvrtke „Infodev edi“, preuzeto: <http://www.infodev.ca/about-us/> (pristupljeno: lipanj 2019.)

[15] Brojanje putnika uz pomoć oblaka (Cloud), preuzeto: <https://www.eurotech.com/en/story/counting-passengers-via-the-cloud> (pristupljeno: lipanj 2019.)

[16] Primjena uređaja tvrtke Acorel, preuzeto: <https://acorel.com/wp-content/uploads/2018/02/Acorel-RTM-Case-Study-.pdf> (pristupljeno: lipanj 2019.)

[17] Budući razvoj automatskog brojanja putnika, preuzeto: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automatic-passenger-counting-information-system-market-17856390.html> (pristupljeno: srpanj 2019.)

[18] Budući razvoj automatskog brojanja putnika, preuzeto: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/automated-passenger-counting-system-market-2398> (pristupljeno: srpanj 2019.)

[19] Budući razvoj automatskog brojanja putnika, preuzeto: https://www.newland-id.com/news_items/no-ticket-needed-mobile-payment-in-public-transportation-2/ (pristupljeno: srpanj 2019.)

POPIS KRATICA

APC (Automatic passenger counting) Automatsko brojanje putnika

JGP Javni gradski prijevoz

ToF (Time of Flight) vrijeme leta, način mjerenja brzine kroz određeni medij

3D (Three dimensional) tro – dimenzionalno

ITS (Internet Testing System) internetski sustav testiranja

WLAN (Wirless Location Area Network) Bežična lokalna mreža

Hub - središte

API (Application Programming Interface) Aplikacijsko programsko sučelje

HD (Home Depot) – visoka razlučivost

2D (Two dimensional) dvo – dimenzionalno

DSP digitalni signalni procesori

VCSEL (Vertical cavity surface emitting laser) Vertikalna površina šupljine koja emitira laser

PoE (Power over Ethernet) Snaga interneta

LCC (Life-Cycle Costing) Životni ciklus

HPEC (High Performance Embedded Computing) Računala visokih performansi

IT (Information technology) Informacijska tehnologija

IoT (Internet of Things) Internet stvari

LED (Light Emitting Diode) Svjetleća dioda

USB (Universal Serial Bus) Univerzalna serijska sabirnica

ON – uključeno

OFF – isključeno

GPS (Global Positioning System) Globalni položajni sustav

SAE (System Architecture Embedded) Ugrađeni sustav

3G (3rd generation) treća generacija mobilne telefonije

4G (4rd generation) četvrta generacija mobilne telefonije, nasljeđe 3G

GSP „Beograd“ – Gradsko saobraćajno (prometno) poduzeće

CAN (Controller Area Network) mreža

EDC (Everyware Device Cloud) Oblak softvera

TEB (Tramvie Elettriche Bergamasche) tramvajski operater Bergama

RTM (the Regie des Transports Metropolitains) javni prijevoznik grada Marseille

OSS (Operational Support System) Operativni sustav podrške

WI FI (Wirless) tehnologija bežičnog spajanja

POPIS SLIKA

Slika 1. Obrazac za brojanje putnika u vozilu	5
Slika 2. Prikaz senzora za brojanje putnika.....	6
Slika 3. Laserski senzor na vratima	9
Slika 4. primjer 3D tehnologije brojanja putnika.....	10
Slika 5. Prisanjanje kartice pri ulasku u JGP	11
Slika 6. IRMA MATRIX senzor.....	13
Slika 7. Princip rada IRMA onAir	14
Slika 8. IRMA 6 senzor	15
Slika 9. PCN - 1001 uređaj.....	19
Slika 10. DynaPCN 10 - 20 uređaj	20
Slika 11. Senzor DA – 400	23
Slika 12. Senzor DA – 200	24

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj putnika u određenim satima tokom dana	29
Grafikon 2. Ukupan broj putnika po danima u tjednu.....	30
Grafikon 3. Očekivani porast tržišta	32



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada

pod naslovom **Analiza tehnoloških rješenja automatskog brojanja putnika u**

javnom gradskom prometu

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 2.9.2019

Student/ica:

Štrnavić Elena
(potpis)