

# Prikupljanje i obrada podataka u javnom gradskom prijevozu

---

**Popović, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*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:119:210310>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-15**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA U JAVNOM GRADSKOM**  
**PRIJEVOZU**  
**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, ožujak 2023.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 4. svibnja 2022.

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

### ZAVRŠNI ZADATAK br. 6857

Pristupnik: Filip Popović (0135251427)  
Studij: Promet  
Smjer: Gradski promet

Zadatak: Prikupljanje i obrada podataka u javnom gradskom prijevozu

**Opis zadatka:**


U radu potrebno je objasniti način prikupljanja i obrade podataka u javnom gradskom prijevozu, analizirati načine za prikupljanje i obradu podataka pojedinih podsustava javnog gradskog prijevoza. Isto tako, potrebno je prikazati pravce razvoja novih tehnologija za obradu i prikaz podataka.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Marko Stavluj

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:



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

**ZAVRŠNI RAD**

**PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA U JAVNOM GRADSKOM  
PRIJEVOZU**

**DATA COLLECTION AND PROCESSING IN PUBLIC URBAN  
TRANSPORT**

**Kolegij:** Tehnologija gradskog prometa 1

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Marko Slavulj

**Student:** Filip Popović

**JMBAG:** 0135251427

**Smjer:** Gradski promet

**Zagreb, ožujak 2023.**

## **Sažetak**

Prikupljanje i obrada podataka u javnom gradskom prijevozu odnosi se na parametre koji karakteriziraju, primjerice, teorije o maksimalnom vremenu usluge, ukupne podatke o godišnjem broju prevezenih putnika, ostvarene putničke kilometre, prosječno vrijeme prometa, prosječnu brzinu putovanja u sustavu, ekonomske pokazatelje poslovanje. To su podaci koji odražavaju vrijednost određenih varijabli u određenom vremenskom periodu. Odnose se na opće stanje sustava, te omogućuju praćenje njegovog ponašanja u željenom vremenskom razdoblju kao i usporedbu sa sličnim sustavima. Promatranjem dobivenih podataka na mikrorazini moguće je utvrditi kritične točke u sustavu te neposredne i precizne uzroke prometnih problema koji su povod za analizu. Najvažnije veličine koje definiraju ponašanje sustava u javnom gradskom prijevozu na mikrorazini su protok putnika, interval, brzina i vrijeme obrta. Prikupljanje podataka brojanjem putnika ili mjerenjem različitih količina prometa vrši se za potrebe analize postojećeg sustava, najčešće u funkciji kontrole ponašanja sustava ili prilikom planiranja i projektiranja novih sustava. U praksi su vidljivi negativni učinci nepotpunog ili nedovoljno preciznog brojanja prometa, u konačnici i nepotpunog prikaza procesa gdje se tehnička rješenja kreiraju bez uzimanja u obzir svih potrebnih dimenzija koje definiraju prometni sustav JGP-a. Također ne postoji standardizirana metodologija koja bi dovela do željenih ulaznih podataka koji zadovoljavaju analizu i u konačnici rezultiraju kvalitetnim prikazom podataka koji se koriste u izradi tehničkih rješenja prometne problematike. Osim prikaza načina brojanja putnika ili mjerenja pojedinih veličina u javnom gradskom prijevozu, cilj ovog rada je ukazati na nedostatke u korištenju dosadašnjih metoda, odnosno na nedostatak prikupljanja određenih podataka, što onemogućuje provedbu kvalitetna, odnosno precizna analiza transportnih procesa.

**Ključne riječi:** javni gradski prijevoz, obrada podataka, prikupljanje podataka, podaci

## Summary

The collection and processing of data in public urban transport refers to parameters that characterize, for example, the characteristics of the traffic flow, theories about the maximum service time, total data on the annual number of transported passengers, realized passenger kilometers, average traffic time, average travel speed in the system, economic business indicators. These are data that reflect the value of certain variables in a certain period of time. They relate to the general state of the system, and enable monitoring of its behavior in the desired period of time as well as comparison with similar systems. By observing the obtained data on a micro level, it is possible to determine the critical points in the system and the immediate and precise causes of traffic problems that are the reason for the analysis. The most important quantities that define the behavior of the system in public urban transport at the micro level are passenger flow, interval, speed and turn time. The collection of data by counting passengers or measuring different amounts of traffic is done for the purposes of analyzing the existing system, most often in the function of controlling the behavior of the system or when planning and designing new systems. In practice, the negative effects of incomplete or insufficiently precise traffic counting are visible, ultimately and incomplete representation of the process where technical solutions are created without taking into account all the necessary dimensions that define the traffic system of the JGP. There is also no standardized methodology that would lead to the desired input data that satisfy the analysis and ultimately result in a high-quality presentation of the data that is used in the development of technical solutions to traffic issues. In addition to presenting the method of counting passengers or measuring certain sizes in public city transport, the aim of this paper is to point out the shortcomings in the use of current methods, i.e. the lack of collection of certain data, which prevents the implementation of a high-quality, i.e. precise analysis of transport processes.

**Key words:** public city transport, data processing, data collection, data

## Sadržaj

1. UVOD.....	2
2. PRIKUPLJANJE I UNOS PODATAKA.....	4
2.1. Metoda automatskog brojanja putnika.....	6
2.2. Mjerenje voznih vremena .....	9
2.1.Unos podataka.....	11
2.2.Metoda anketiranja.....	11
3. TRAMVAJSKI I AUTOBUSNI PROMET .....	13
3.1. Brojanje putnika .....	13
3.2. Mjerenje dinamičkih elemenata linija.....	14
3.3. Mjerenje i obrada kilometara i radnih sati .....	16
4. PRIGRADSKA ŽELJEZNICA.....	17
5. TAXI PRIJEVOZ.....	19
5.1. Primjeri taksi prijevoza u svijetu .....	19
5.2. Autonomna vozila.....	19
6. SUSTAV JAVNIH BICIKaLA.....	21
7. OBRADA I PRIKAZ PODATAKA .....	23
7.1. Odstupanje od rezultata.....	24
7.2. Prikaz rezultata .....	24
7.3. Atron.....	26
7.4. Ridango.....	27
7.5. LIT Transit.....	28
8. ZAKLJUČAK.....	30
LITERATURA .....	31
POPIS SLIKA.....	32

# 1. UVOD

Prometna znanost najčešće koristi podatke dobivene eksperimentalnim metodama, odnosno mjerenjem stvarnog ponašanja sustava. Dobiveni zaključci ili rezultati služe kao ulazni podaci za proračun novog tehničkog rješenja, a mogu se koristiti i kao empirijski podaci za usporedbu pri projektiranju prometnih rješenja za slične uvjete.

U praksi su vidljivi negativni učinci nepotpunog ili nedovoljno preciznog brojanja prometa, a u konačnici i nepotpuni prikaz procesa u kojem se nastaju tehnička rješenja bez uzimanja u obzir svih potrebnih veličina koje definiraju prometni sustav javnog gradskog prijevoza.

Također ne postoji standardizirana metodologija koja bi dala željene ulazne podatke koji zadovoljavaju analizu i u konačnici rezultiraju kvalitetnim prikazom podataka korištenih u kreiranju tehničkih rješenja prometnih problema. U tramvajskom sustavu navedeni nedostaci neujednačenog pristupa brojanju prometa i prikazivanju rezultata uglavnom se osjećaju zbog osjetljivosti uzrokovane karakteristikama gradskih željezničkih sustava kao što su nemogućnost pretjecanja, velike izmjene putnika i složena konfiguracija (veliki broj vozila i međuovisnost linija).

Cilj ovog rada je detaljno obraditi i objasniti sve metode prikupljanja i obrade podataka u javnom gradskom prijevozu. Rad se sastoji od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Prikupljanje i unos podataka; opisuje se način prikupljanja i unošenja podataka
3. Tramvajski i autobusni promet; istraživanje načina prikupljanja i unošenja podataka u tramvajskom prometu na primjeru grada Zagreba
4. Prigradska Željeznica; istraživanje načina prikupljanja i unošenja podataka u željezničkom prometu na primjeru grada Zagreba
5. Taksij prijevoz; istraživanje načina prikupljanja i unošenja podataka u taksij prometu na primjeru grada Zagreba
6. Sustav javnih bicikla; istraživanje načina prikupljanja i unošenja podataka u biciklističkom prometu na primjeru grada Zagreba
7. Obrada i prikaz podataka; obrada i usporedba svih istraženih podataka



## 8. Zaključak

Nakon zadnjeg poglavlja navedena je loretatura, popis slika, tablica i grafikona koji tvore sadržaj ovog rada te sažetak.

Osim detaljnog objašnjenja metoda prikupljanja podataka u javnom gradskom prijevozu, cilj ovog rada jest ukazati na propuste pri korištenju sadašnjih metoda, ili na izostanke prikupljanja određenih podataka zbog čega nije moguće provesti kvalitetne, odnosno točne analize prijevoznih procesa.

## 2. PRIKUPLJANJE I UNOS PODATAKA

U ovom poglavlju definirane su glavne dimenzije prometnog procesa u javnom gradskom prijevozu putnika, te metodologija prikupljanja tih dimenzija i unosa podataka koji se zatim koriste za obradu. [1]

Metodologije za utvrđivanje broja putnika, odnosno transportne potražnje su: [1]

- brojanje putnika u vozilu (ručno ili automatski);
- brojanje putnika na autobusnim stajalištima;
- broj prodanih karata (ručno ili validacijama);
- prometni model tzv. "linije želja" (odnosi se na ankete putnika i druga mjerenja u sustav).

Brojač ili više njih obavlja ručno brojanje putnika. Nalazi se u vozilu na mjestu gdje ima dobru preglednost ulaza i izlaza iz vozila. Brojanje se vrši unosom broja putnika koji ulaze i izlaze kroz dvije metodologije:

- Upisivanje podataka u za to predviđeni obrazac (metodologija "papir i olovka");
- Unos podataka u aplikaciju na mobilnom uređaju, broj putnika i prijava se vrši na svakom pojedinom stajalištu

Za broj putnika potrebno je zabilježiti sljedeće podatke:

- vrijeme brojanja (početak i kraj za svaki poluobrt);
- broj i naziv linije;
- službeni broj ili oznaka smjene vozača u kojoj se obavlja prebrojavanje
- garažni broj vozila;
- registracija (po potrebi);
- položaj vrata na vozilu ili više njih gdje se broje ulasci i izlasci putnika;
- podatke o veličini ulaza i izlaza pojedinog putnika na vratima ili više njih;
- ako se prebrojavanje vrši unosom u aplikaciju gdje nema unesenih bodova, potrebno je zabilježite svoje koordinate, vrijeme se automatski bilježi.

Brojenje putnika vrši se kroz karakteristično razdoblje koje je predmet analize sustava. Zato se mora definirati i evidentirati. Razdoblje mjerenja odnosi se na važeći vozni red, koji može biti: [1]

- sezonski ili izvansezonski (za obalne gradove s izraženim povećanjem broja putnika u ljetnim mjesecima zbog turističke sezone);
- ljetni ili zimski.

U podjeli prema danima u tjednu:

- vozni red za radni dan;
- subotnji vozni red;
- nedjeljni vozni red;
- vozni red za posebne regulacije.

Vrsta voznog reda te dani i datumi za koje će se vršiti prebrojavanje određuju se potrebama analize za koju se podaci prikupljaju s terena. Mora se zabilježiti vrijeme u kojem se broje putnici tijekom određenog dana. Pri tome je potrebno zabilježiti vrijeme početka i završetka svakog odbrojanog polukreta na početnom i krajnjem stajalištu. [1]

Broj (oznaka) i naziv linije je istaknut na za to predviđenim mjestima na vozilu i u službenom voznom redu. Navedene podatke potrebno je evidentirati u pripremljenom obrascu kako bi prilikom obrade podataka bilo nedvojbeno jasno na kojoj se liniji odnose podaci o pobrojanim putnicima.

U javnom gradskom prijevozu na liniji u većini slučajeva prometuju dva ili više vozila (do cca 20). Da bi brojač pronašao vozilo, odnosno polazak za koji se broji, potrebno je znati broj smjene, odnosno oznaku kojom je određeno vozilo na liniji. Najčešće je to broj smjene u koju je vozač raspoređen za svaku pojedinu liniju. Broj smjene odgovara skupu polazaka za pojedino vozilo. Vozila su međusobno označena garažnim brojem, ali zbog kvarova i planiranih izmjena jedno vozilo ne mora biti vezano za istu smjenu ili liniju, odnosno u istoj smjeni može prometovati više vozila, pa se na temelju takvih podataka nije moguće definirati i s dovoljnom sigurnošću evidentirati koji su odlasci izbrojani, te koliko je obrta izbrojano od ukupnog planiranog broja. Iz navedenih razloga, brojači su raspoređeni po broju smjene i na taj način lociraju vozilo u kojem obavljaju zadatak brojanja, a ne po oznakama vozila. Ako se vozilo u

smjeni promijeni (npr. zbog kvara), brojač se prebacuje na drugo vozilo koje nastavlja s radom u istoj smjeni. [2]

Svakom vozilu dodjeljuje se garažni broj vozila, te je tako definiran tijekom cijelog životnog vijeka. Potrebno je locirati i razlikovati svako pojedinačno vozilo u voznom parku. Vozila iste vrste često dobivaju garažne brojeve prema određenom prirodnom nizu brojeva ili specifičnoj metodologiji označavanja koje se razlikuje između prijevoznika. Prilikom brojanja putnika potrebno ga je označiti kako bi se prilikom analize znalo na kojem je polasku koji tip autobusa dodijeljen te kako bi se utvrdio njegov kapacitet. Prema tim podacima utvrđuje se popunjenost vozila, odnosno iskorištenost prijevozne ponude. Registracija vozila (ako postoji) može se evidentirati kao kontrolni podatak. Metodologijom "papir i olovka" potrebno je prvo unijeti nazive svih stajališta na ruti redoslijedom za svaki poluokret zasebno. Uz naziv stajališta u praznu ćeliju upisati broj putnika posebno za ulaz i izlaz. U slučaju mobilne aplikacije bez upisane liste stajališta, ona se bilježe GPS koordinatama na način da prilikom zaustavljanja na stajalištu nakon izmjerenih ulaznih i izlaznih vrijednosti, brojač bilježi GPS koordinate koje se automatski generiraju. Vrijeme se također automatski sprema. Ukoliko u aplikaciji postoje upisana stajališta, brojanje se vrši odabirom određenog stajališta, nakon čega se otvara obrazac za ulazak i izlazak putnika. Vrijeme se također sprema automatski, a metodologija je ista kao "olovka i papir". [2]

U odnosu na prometnu opterećenost pruge i veličinu vozila utvrđuje se broj osoblja (šaltera) po pojedinom vozilu ili mjestu koje obavlja radni zadatak. Za potrebe prikupljanja podataka, prilikom prebrojavanja putnika, na obrascu ili prijavi potrebno je navesti redni broj vrata u vozilu na kojima se vrši prebrojavanje.

## **2.1. Metoda automatskog brojanja putnika**

Automatski brojači putnika se u većini slučajeva temelje na infracrvenoj tehnologiji. Brojač se sastoji od senzora smještenog iznad ulaza u vozilo i centralne jedinice koja analizira prikupljene podatke te daje skup odmah primjenjivih podataka. Glavna prednost automatskog brojanja putnika je ušteda u osoblju zaduženom za prikup podataka, a samim tim i skraćivanje vremena obrade podataka jer sustav daje izlazne rezultate. Uz to, sustav karakterizira visoka 95%-tna točnost.

#### Svojstva i zahtjevi IR senzora:

- IR senzor
- Jednostavno serijsko spajanje
- Napajanje i komunikacija preko istog kabla
- Nepotrebno održavanje
- Anti-vandal
- Rad prilagođen u uvjetima vibracije
- Napajanje korisit iz centralne jedinice

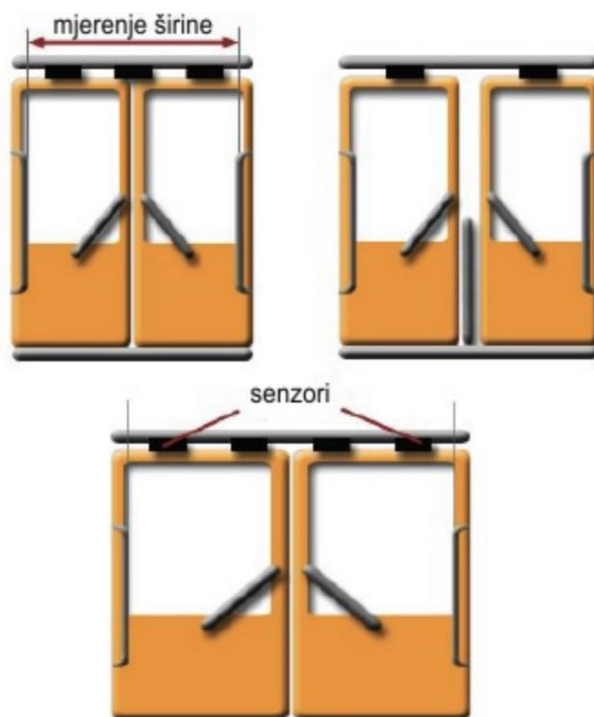


*Slika 1. IR senzor*

*Izvor:* <https://images.app.goo.gl/LzgAtXBUH1BaHg4d9> (05.09.2022.)

#### Instalacija sustava:

- Senzor se postavlja kroz četiri rupe te se povezuje pomoću SLS kablova
- Metoda instalacije ovisi o primjeni tj. tipu vozila
- Broj senzora ovisi o širini vrata i važan je pravilno funkcioniranje algoritma za brojanje
- Senzori se postavljaju okomito na površinu mjesta registracije putnika



*Slika 2 . Smještaj senzora u odnosu na širinu i oblik ulaza u vozilo.*

Izvor: <https://images.app.goo.gl/LzgAtXBUHI BaHg4d9> (05.09.2022.)

Svojstva i zahtjevi za centralnu jedinicu:

- Mogućnost brojanja do šest vrata
- Mogućnost spajanja 16 senzora
- Mogućnost direktnog spajanja a kontakt vrata
- Dijagnostika ispravnosti senzora
- Obrada podataka
- Dostupnost više modela
- Dodavanje vremenskog i geografskog zapisa broju prebrojanih putnika
- Integrirani GPS prijemnik
- Automatski prijenos podataka
- Mogućnost praćenja ispravnosti online
- Dizajniran prema međunarodnim standardima



*Slika 3. Centralna jedinica napajanja i obrade podataka.*

Izvor: <https://images.app.goo.gl/LzgAtXBUH1BaHg4d9> (05.09.2022.)

Automatsko brojanje putnika moguće je vršiti putem sustava plaćanja prijevoza utvrđivanjem broja registracija putem beskontaktnih kartica kojima se putnici evidentiraju na validatorima. Češće se ovom metodologijom provjeravaju podaci dobiveni ručnim ili automatskim brojanjem te kao okvirna vrijednost broja putnika u određenom vremenskom razdoblju. Podaci o broju validacija nisu dovoljno točni ako se istovremeno u sustavu koriste drugi načini plaćanja prijevoza koji se ne provode beskontaktnim plaćanjem ili aplikacijama na validatorima ugrađenim u vozilo. [5]

## **2.2. Mjerenje voznih vremena**

Mjerenje voznih vremena je moguće provoditi neposrednom ili posrednom metodologijom. Posredna metodologija podrazumijeva posredstvo određenog uređaja ili sustava koji bilježi vrijeme između zadanih pozicija. Neposredna metodologija se odnosi na mjerenje vrijednosti pojedinih vremena koje čine ukupno vrijeme obrta tako da se osoba zadužena za mjerenje vozi te štopericom bilježi pojedina vremena koja potom upisuje u

mjeriteljski obrazac. Mjeritelj neposredne metodologije vremena obrta vrši sjedeći u vozilu pri čemu njegovu opremu čini štoperica, pripremljeni obrsci za mjerenje, podloga za pisanje te pisaći pribor.

Operacije se obavljaj pravilnim reoslijedom:

- Reagiranje na promjenu radnje u procesu mjerenja (zaustavljanje, kretanje vozila i slično)
- Zaustavljanje štoperice i pčitanj rezultata
- Pamćenje vrijednosti i ponovno odbrojavanje
- Unošenje zapamćenih vrijednosti u obrazac

Obrazac za mjerenje se izdaje za svaki pojedini smjer na jednoj liniji i treba da sadržavati:

- broj i naziv linije na kojoj se vrši mjerenje;
- smjer poluobrti za koji se vrši mjerenje;
- garažni broj i tip vozila
- ukupnu duljinu linije u svakom pojedinom smjeru;
- dan u tjednu;
- datum i vrijeme početka mjerenja/vrijeme na terminalu
- vrijeme polaska (bilježi se vrijeme kad je vozilo došlo na početno stajalište na terminalu čime započinje ulaz putnika;
- vrijeme dolaska (bilježi se vrijeme dolaska vozila na izlazno stajalište terminala nakon što su svi putnici izašli);
- tablica za vrijednosti vremena

Vrijeme početka mjerenja može ujedno biti i vrijeme polaska, koje kreće s trenutkom ukrcaja putnika, ukoliko je izlazno i ulazno stajalište na istoj poziciji. Vrijeme polaska uključuje i ukrcaj putnika. Za mjerenje vremena obrta razlikujemo tri vremena: vrijeme na stajalištu, vrijeme vožnje te vrijeme čekanja na semaforu ukoliko je prolaz zabranjen.

Vrijeme vožnje računa se od trenutka pokretanja vozila do njegova zaustavljanja. Zaustavljanja zbog propuštanja pješaka, osobnog vozila i slično se također ubrajaju u vrijeme vožnje.



Automatsko mjerenje voznih vremena jednako kao i automatsko brojanje putnika, šteti osoblje, vrijeme i ima visoku točnost. GPS lokator se može postaviti u vozakoj kabini s vanjske strane upravljačkog pulta ili u putno računalo. Preciznost mjerenja ovisi o jakosti prijema signala, odstupanja uglavnom iznose 5-10 metara.

Obrada podataka vrši se u sljedećim koracima:

- sustav kompatibilan sa bazom podataka Google mapsa, GIS-a i sl.;
- moguća korekcija odstupanja trase u programima QGIS, CanWay, Google maps itd.;
- korekcija kod zabilježavanja zaustavljanja na raskrižjima vrši se postavljanjem određenih vremenskih ograničenja;
- točnije mjerenje i bilježenje podatka pri čekanju na stajalištima moguće je uz pomoć;
- senzora koji prate rad vrata;
- točnije mjerenje pozicije vozila moguće je uz pomoć GPS tehnologija te odometra

### **2.3. Unos podataka**

Najbitnije varijable za analizu prijevoznog procesa su: broj putnika, vrijeme obrta, duljina obrta i prijeđeni kilometri po vozilu. Broj putnika se unosi zasebno kao ulaz i izlaz putnika. Lokalni protokol putnika tj. popunjenost predstavlja protok putnika kroz međustajališnu udaljenost odnosno raspodjelu prometnog opterećenja duž linije.

Kapacitet vozila je zbroj broja svih sjedećih mjesta te umnoška stajaće površine i gustoće stajaćih putnika i predstavlja statičku prijevoznu sposobnost vozila.

Vrijeme obrta je zbroj vremena poluobrta u smjeru A i vremena poluobrta u smjeru B. Svaki obrt, pa time i pouobrt, se sastoji od vremena čekanja i vremena putovanja na terminalu.

Duljinu obrta čine duljina linije u oba smjera.

### **2.4. Metoda anketiranja**

Metoda anketiranja ili ispitivanja uvjetuje dobru logistiku te velik broj osoblja. Anketiranje se najčešće obavlja na prometnicama izdvajanjem vozila iz prometnog toka pod uvjetom

asistencije policije. Metodom anketiranja se prikupljaju određeni podaci o navikama, željama i načinima putovanja putnika javnim gradskim prijevozom, upisivanjem kvalitativnih i kvantitativnih podataka o učestalosti korištenja JGP-a te kvalitetom usluge.

Prikupljanje podataka se vrši usmeno te se podaci zapisuju u formular za anketiranje. Osoba koja provodi anketu putnicima treba postavljati jasna i nedvosmislena pitanja. Najbitniji osobni podaci su dolazna i polazna točka, dobna skupina i razlog putovanja. Metoda ispitivanja je osnovni način za izradu tzv. „linije želja“ .

### **3. TRAMVAJSKI I AUTOBUSNI PROMET**

U tramvajskom sustavu najviše se osjećaju spomenuti nedostaci neravnomjernog pristupa brojanju prometa i prikazu rezultata zbog osjetljivosti uzrokovane karakteristikama gradskih željezničkih sustava, kao što su nemogućnost pretjecanja, velike izmjene putnika i njegova složena konfiguracija. (veliki broj vozila i međuovisnost linija).

ZET kao glavni prijevoznik u gradu Zagrebu, koristi nekoliko načina i pristupa za evidentiranje procesa prijevoza. Odnose se na: brojanje putnika, mjerenje dinamičkih elemenata linije i evidentiranje prijeđenih kilometara po vozilu na pojedinoj liniji. Za takve poslove zadužen je Odjel za upravljanje i razvoj prometa ZET-a koji pokriva sve podsustave. Tramvaj, koji ima 15 dnevnih i 4 noćne linije, s ukupnim brojem od 259 stajališta, funkcionira kao osnovni vid javnog gradskog prijevoza, osiguravajući tokove kretanja putnika od središta grada prema rubnim dijelovima grada i obrnuto. Autobusni podsustav se najvećim dijelom prometno opskrbljuje iz tramvajskog sustava, koji je uvelike ovisan o terminalima koji se nalaze na rubovima ili odvojcima tramvajske mreže. Sadrži gradske i prigradske linije i ima funkciju povezivanja tramvajske mreže s rubnim dijelovima grada i prigradskim naseljima ili povezivanja zasebnih gradova i naselja koja gravitiraju gradu Zagrebu. Autobusni podsustav sadrži 145 dnevnih linija s tendencijom rasta, 4 noćne linije i 3 turističke. Obavlja i funkciju školskog prijevoza i prijevoza invalida. Na mreži je nešto manje od 3000 stanica. Žičarski podsustav povezuje središte grada s Gornjim gradom, uglavnom služeći turističkim potrebama za putovanja.[3]

#### **3.1. Brojanje putnika**

Brojanje putnika u ZET-u provodi se po potrebi, uglavnom na autobusnim linijama kako bi se korigirao omjer ponuđenih kapaciteta i stvarne potražnje. Obavlja se ručno u vozilu bilježenjem ulazaka i izlazaka u za to predviđene obrasce za brojanje. Brojenje obavlja jedna do dvije osobe raspoređene u smjene od nekoliko sati po vozilu, odnosno po grupi obrta u nizu. Svi prikupljeni podaci potom se očitavaju s obrasca za prebrojavanje i unose u računalnu bazu podataka, nakon čega se mogu koristiti za obradu. Najveći nedostatak takve metodologije je nedovoljna točnost mjerenja zbog nedostatka osoblja zaduženog za navedene poslove u odnosu na nosivost vozila i putničku opterećenost pruge na kojoj se vrši brojanje, odnosno broj osoblja angažiranog na putničkom brojanje ne ovisi o opterećenju ili vrsti pruge i veličini vozila. Na taj način, zbog veće potražnje putnika, nedovoljan broj osoblja raspoređenog unutar vozila s više

od troja vrata nije u mogućnosti utvrditi zadovoljavajuće točne podatke o broju putnika koji ulaze i izlaze, ili u još gorem scenariju, takva prebrojavanja su nije provedeno, na primjer tramvajski podsustav nije analiziran kroz brojanje putnika. Isto tako, samo prebrojavanje se provodi bez posebnog plana, odnosno praćenje samog transportnog procesa nije konstantno, a samim tim ni potpun uvid u isti. Ne postoji planirano sveobuhvatno brojanje putnika koje bi rezultiralo utvrđivanjem stvarnih potreba za kapacitetom na mreži. Postojeći sustav linija je većim dijelom jednako organiziran kao i kada je uveden 1982. godine, iako su se potrebe za putovanjem od tada promijenile, kao i standardi u JGP-u, pa se može istaknuti da zbog nedostatak ili nepravilna implementacija metoda brojanja putnika u pojedinim podsustavima ZET-a, s naglaskom na tramvaje, nedostatak uvida i kontrole situacijskog sustava. [3]

### **3.2. Mjerenje dinamičkih elemenata linija**

Također postoje i dinamički elementi mjerenja, a to su vrijeme i brzina, broj vozila, frekvencija i interval. Postoje dvije metodologije:

- mjerenje dinamičkih elemenata radi uspostavljanja nove linije;
- mjerenje dinamičkih elemenata radi korekcije postojećeg stanja

U slučaju prve metodologije, ulazni podaci za određivanje dinamičkih elemenata su međuzastavna udaljenost i teorijska brzina. Na temelju tih podataka izračunava se vrijeme prolaska međuzastavnog puta, vrijeme i vrijeme poluokreta. Za izračun navedenih teoretskih vrijednosti postavlja se potreban broj vozila i izrađuje vozni red koji se zatim stavlja u promet. U određenom razdoblju, oko dva do tri tjedna, vrši se promatranje sustava i utvrđivanje stvarnog stanja, pri čemu se po potrebi vrše korekcije ulaznih parametara. Konačan broj vozila utvrđuje se nakon analize i izračuna parametara prilikom izrade jedne ili više linija. Nakon što su svi parametri ispravljeni, izračunava se interval te frekvencijske linije ili više njih.

Empirijske metode su uobičajene metode za proračun nekih veličina u prometnom procesu, kao što je proračun zelene faze semaforiziranog raskrižja, a koriste se i u JGP-u.

Druga metodologija je dio prve, ali bez postavljanja teoretskih vrijednosti jer je potrebno provjeriti elemente postojećeg voda i po potrebi ih korigirati ukoliko rezultati mjerenja ukazuju na takvu potrebu.

Za definiranje novih linija koristi se empirijska metodologija temeljena na iskustvu. Navedena metodologija provodi se mjerenjem udaljenosti trase buduće pruge pomoću GPS

lokatora, dok se brzina određuje projektiranom brzinom prometnica na trasi. Vrijeme okretanja određeno je omjerom projektirane brzine i udaljenosti. Korekcije se vrše po potrebi, nakon probnog razdoblja u kojem je linija u prometu. [3]

Za korekciju postojećih vodova mjerenja na terenu provode se u tipične dane ili sate, ovisno o prirodi problema i zahtjevima analize. Vrijeme se mjeri od stanice do stanice, a tijekom obrade podataka uspoređuje se s planiranim voznim redom. Ne provodi se mjerenje podataka u višoj rezoluciji, što je najveći nedostatak ove metodologije primijenjene u ZET-u. Vrijeme zadržavanja na terminalima kao korekcijsko vrijeme za pridržavanje voznog reda ne ovisi o prosječnim vrijednostima dinamičkih elemenata linija u karakterističnom vremenskom dijelu dana, već je određena kao konstanta od 4-5 min po terminalu. Rezultat tako organiziranog sustava su česta izvanredna skraćivanja linija ili djelomične izmjene trasa pojedinih vozila koja ne uspijevaju sustići vozni red na terminalima, najčešće tijekom vršnih opterećenja tijekom dana.

Metodologije se razlikuju u tramvajskom i autobusnom prijevozu. U tramvajskom prijevozu za proračun je razrađeno nekoliko karakterističnih scenarija po kojima se odvija promet. Osim redovnog toka prometa potrebno je znati kako se sustav ponaša prilikom preusmjeravanja linija kada glavna čvorišta ili dionice mreže ostanu bez prometa. Podaci o intervalima i frekvencijama obrađuju se za svaku liniju posebno, te za svaku dionicu između dva čvorišta tramvajske mreže. Dobiveni podaci prikazuju se numerički popraćeni grafičkim prikazima opterećenja prometnih tokova na pojedinim dionicama mreže. [3]

U autobusnom prijevozu učestalosti i intervali uglavnom su vremenski fiksni, a mogu se izračunati kroz odnos između broja vozila i vremena okretanja. U slučaju veće opterećenosti pruga i uspostavljenih zagušenja, mjere se intervali i učestalosti kako bi se utvrdila moguća odstupanja od voznog reda do kojih često dolazi zbog određenih specifičnih prometnih uvjeta na pojedinoj liniji, kao što su zastoji na cestama zbog vršnih opterećenja, cesta radovi i sl. Po potrebi se mjere frekvencije i intervali pojedinih trasa kojima prolazi više linija kako bi se provjerilo koliko stvarne vrijednosti odstupaju od onih koje su određene proračunom i planom za svaku liniju.

Zbog specifičnosti tramvajskog sustava, u kojem su vozila u slijedu međusobno ovisna, sustav je osjetljiv na prekide u odvijanju prometa tramvaja, odnosno zastoje, kao i na organizaciju odvijanja prometa tramvajskih vozila, gdje nije moguće optimalno iskoristiti puni potencijal protoka za određenu željezničku prugu. Zbog toga je potrebno obratiti posebnu pozornost na razmake između pojedinih vozila na različitim prugama unutar jedne trase ili

dionice pruge. U praksi se takvi podaci u toj rezoluciji ne prikupljaju niti koriste u analizi i uređivanju voznog reda. Nepoznavanje redoslijeda između pojedinih vozila na ruti, bez obzira na liniju, glavni je nedostatak u brojanju prometa kada su u pitanju dinamičke karakteristike. Isključivanje takvih podataka pri proučavanju prometnog procesa dovodi do neiskorištenosti kapaciteta i produljenja vremena obrta, odnosno kvaliteta prijevozne usluge pada, a troškovi rastu. [3]

### **3.3. Mjerenje i obrada kilometara i radnih sati**

Podaci o prijeđenim kilometrima koriste se za analizu transportnog procesa i za proces planiranog održavanja vozila. Pri analizi transportnog procesa služe kao podaci za proučavanje sustava na makrorazini, odnosno kao statistički podaci na temelju kojih se izrađuju izvještaji o radu vozila i transportnog osoblja. Ako se izuzmu nula putovanja, od skladišta do linije i obrnuto, uz podatke o broju putnika moguće je utvrditi učinkovitost prijevoza, odnosno veličinu izraženu u putničkim kilometrima. S aspekta održavanja, takvi su podaci iznimno važni za održavanje tehničke ispravnosti vozila, odnosno za osiguranje potrebne pogonske spremnosti vozila. Ovisno o prijeđenim kilometrima, vozila su adekvatno održavana te tako sudjeluju kao čimbenik stabilnosti sustava. [4]

U ZET-u se prijeđeni kilometri svakodnevno evidentiraju u za to pripremljene obrasce koji se potom pohranjuju. Podaci se kopiraju u računalo kako bi se mogli koristiti za daljnju obradu. Svakodnevno se izdaje obrazac za svako pojedino vozilo u koji vozač evidentira svako odrađeno poluokretanje za liniju na kojoj vozilo putuje. Također se bilježe obilasci i promjene rute. Ukupna prijeđena udaljenost izračunava se na temelju broja zavoja na jednoj liniji.

#### 4. PRIGRADSKA ŽELJEZNICA

Željeznička industrija koristi podatke za prijevoz, administraciju, održavanje i razne druge aktivnosti, a potražnja za korištenjem podataka u aktivnostima održavanja u zadnje vrijeme raste. Održavanje u željezničkoj industriji uglavnom se provodi na objektima i željezničkim vozilima, pri čemu se pregledi i zamjene uglavnom provode u unaprijed određenim intervalima određenim vremenom ili udaljenosti putovanja. Postupci osmišljeni za osiguranje sigurnosti i stabilnog transporta prethodno su osiguravali sigurnost analizom prošlih kvarova kako bi se odredili ciklusi pregleda i zamjene i stavke. No tehnološki napredak poboljšao je pouzdanost uređaja koji se koriste u objektima i željezničkom voznom parku, stvarajući potencijal za pretjerano česte preglede i cikluse zamjene i pozivajući na pravilno dimenzioniranje radova na održavanju, a istovremeno osigurava sigurnost. [4]

Željeznička industrija suočava se s problemima kao što su rastući rizik od nesreća zbog starenja pogona i smanjenja radne snage u operacijama uzrokovana masovnim odlaskom iskusnih zaposlenika u mirovinu. Ovi problemi zahtijevaju da se postojeći sustavi održavanja poboljšaju prilagodbom trenutnim uvjetima umjesto da se nastave koristiti kakvi jesu. Nedavni uspon Interneta stvari omogućuje prikupljanje različitih vrsta podataka s uređaja u zemaljskim objektima i željezničkim vozilima, pa postoje pozivi za korištenje novih metoda rada vođenih podacima kao načina za rješavanje problema.

Većina podataka koje prikuplja željeznička industrija za održavanje postrojenja i željezničkih vozila bilježi se kronološki u obliku dnevnika rada postrojenja/uređaja. Podaci o radu uređaja željeznčkog vozila uključuju stavke kao što su informacije o vremenu, prijedena udaljenost, broj operacija uređaja, vrijeme rada, informacije o upravljačkim naredbama i rezultati upravljanja. Podaci dobiveni iz uređaja željezničkih vozila koriste se za različite primjene koje se općenito klasificiraju kao aplikacije za vizualizaciju ili aplikacije za rukovanje. [4]

Aplikacije za vizualizaciju mogu detektirati anomalije iz podataka metodama kao što su usporedba informacija/brojeva upravljačkih naredbi i rezultata naredbi prema vlaku ili prijedenoj udaljenosti, te generiranjem alarma kada se pronađu abnormalne operacije. Aplikacije za rukovanje koriste podatke prilikom postavljanja pravila rukovanja iu sličnim okolnostima. Na primjer, politika rukovanja može zahtijevati zamjenu uređaja ako pokaže nepravilan rad pet ili više puta unutar fiksnog vremenskog intervala.

Povećanje učinkovitosti održavanja tračnica zahtijeva otkrivanje prethodnika kvarova na objektima i željezničkim vozilima. Ali budući da je željeznička industrija oduvijek bila usmjerena na osiguravanje sigurnosti i stabilnosti prijevoza i da postoji vrlo malo primjera kvarova u prošlosti, vrlo je malo vjerojatno da će praćenje samo stanja pojedinačnih uređaja proizvesti značajne dobitke u poboljšanjima. Kako bi se postigao napredak u korištenju podataka, stoga postoji potreba za ranim otkrivanjem neuobičajenih uvjeta identificiranjem i modeliranjem odnosa među podacima. [4]



## **5. TAXI PRIJEVOZ**

Zakonom o prijevozu u cestovnom prometu uređena je djelatnost javnog prijevoza putnika i tereta te autotaksi prijevoza. Važeći zakon stupio je na snagu 12.05.2018. godine. Autotaksi prijevoz definiran je kao javni prijevoz putnika koji se obavlja osobnim automobilom kategorije M1 temeljem jedne narudžbe i jednog plaćanja. Taxi prijevoz je jednostavan i učinkovit način prijevoza putnika. Vozači taksi vozila i vozila s vozačem koje se koriste za prijevoz putnika, moraju imati vozačku dozvolu B kategorije i proći početnu obuku prema programu namijenjenom vozačima B kategorije, prema zakonu o cestovnom prijevozu iz 2020. godine. Vozači koji obavljaju autotaksi prijevoz ili iznajmljivanje vozila s vozačem ne moraju pohađati periodičnu izobrazbu.[11]

Automobil kategorije M1 namijenjen za autotaksi prijevoz ne smije biti stariji od pet godina, mora imati ugrađen taksimetar, klimu, ABS, stražnje svjetlo za maglu, mora imati cjenik autotaksi usluga, oznaku „TAXI“ na krovu automobila i četiri bočna vrata.[11]

### **5.1. Primjeri taksi prijevoza u svijetu**

Taksi vozila se u gradu New Yorku pojavljuju u dvije različite boje: žuta i zelena te su prepoznatljivi simboli grada. Zeleni tzv. Boro taksiji smiju preuzimati putnike samo u Gornjem Manhattanu, Bronxu, Brooklynu, Queensu i otoku Staten. [11]

Taksijska industrija u Pekingu je jako razvijena i taksiji su dostupni na svakom koraku. Trenutno grad ima oko 67 000 taksija. Postoje različiti tipovi automobila kao što su Citroen AZ, Volkswagen Jetta, Sonata, Elantra i najčešći tip - Citroen AZ (Fukang). Boje taksija variraju ovisno o kompaniji i to su zelena, crvena, ljubičasta i plava, s žutom trakom u sredini.[11].

### **5.2. Autonomna vozila**

Autonomni ili samovozeći automobili su naša budućnost. Tehnološki giganti Uber i Alphabet već idu u tom smjeru, baš kao i tradicionalni proizvođači kao što su Ford i General Motors. Googleova sestrinska tvrtka Waymo prva je lansirala samovozeće taksije, namjeravajući povećati broj vozila za čak 62.000 vozila, ali mnogi misle da je razvoj

samovozećih automobila precijenjen, da bi se takva vozila mogla očekivati u bliskoj budućnosti [14].

Tvrtka Tesla je predstavila tehnologiju autonomne vožnje, te demonstrirala mogućnost novog Tesle da prijeđe cestu "od točke A do točke B" potpuno bez utjecaja vozača, vozeći i lokalnim cestama i autocestama. Do kraja 2020. godine na prometnice bi se moglo staviti milijun automobila koji će se moći voziti na ovaj način. Ideja je učiniti ih dostupnima za kratkoročni najam putem aplikacije i da ih njihovi vlasnici mogu iznajmiti dok ih ne iskoriste. Vožnja automatskim taksijem poput ovog mogla bi biti i 10-15 puta jeftinija od vožnje redovitim taxi prijevozom, Uberom ili Lyftom. Autonomni automobili opremljeni su sensorima, 10 kamerama, računalima, GPS-om, satelitskim prijammnicima i radarima kratkog dometa i izvršavaju sve ili dio zadataka tijekom vožnje. Vozila koja pomažu vozačima (prva i druga razina automatizacije) već su na europskom tržištu. Samovozeća vozila (treća i četvrta razina) sada se ispituju i očekuje se da će se na tržištu naći između 2020. i 2030. Očekuje se da će potpuno automatizirana vozila biti normalna pojava na ulicama od 2030. nadalje [14].

Razine	Tip automatizacije	Primjer	Mjesto korištenja	Prestanak rada sustava AV
Vozač upravlja svim ili dijelom zadataka vožnje				
0	Bez automatizacije	Automatizacija nije prisutna nigdje	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
1	Vozačevo sudjelovanje	Prilagodljivi tempomat ili sustav održavanja u traci	Određene ceste	Vozač i dalje upravlja svim bitnim zadacima vožnje
2	Djelomična autonomnost	Prilagodljivi tempomat i sustav održavanja u traci	Određene ceste	Vozač i dalje upravlja svim bitnim zadacima vožnje
Sustavi autonomne vožnje upravljaju svim zadacima vožnje				
3	Uvjetna autonomnost	Automatizirana vožnja na autocestama	Određena područja i ceste	Vozač preuzima kontrolu nakon upozorenja
4	Visoka autonomnost	Automatizirana vožnja u centru grada	Određena područja i ceste	Sustavi autonomne vožnje sigurno zaustavljaju vozilo
5	Potpuna autonomnost	Automatizirana vožnja svugdje	Svugdje na cesti	Sustavi autonomne vožnje sigurno zaustavljaju vozilo

*Slika 4. Razine autonomnosti [9]*

## 6. SUSTAV JAVNIH BICIKALA

Svi sustavi javnih bicikala funkcioniraju po istom načelu: korisnici plaćaju članarinu i preuzimaju bicikl iz stanice koja može biti elektronička ili uključivati zaključani stalk. Bicikli se nakon korištenja vraćaju u jednu od dostupnih stanica. Učestalost i veličina stanica ovise o gradu, financijskim sredstvima, ciljevima biciklističkog sustava i slično. Urbani sustavi često pokrivaju samo središte grada, dok regionalni sustavi služe za duže najmove. U Zagrebu sustav funkcionira 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu. U nekim gradovima sustav se zatvara za zimu, dok u drugima radi tijekom cijele godine.[12]

EuroTest 2012: Test 40 Javnih biciklističkih sustava u gradovima		Pristupačnost					Informacije					Iznajmljivanje					Bicikli					Ukupna ocjena				
Grad	Sustav	udlo u ocjeni					udlo u ocjeni					udlo u ocjeni					udlo u ocjeni					udlo u ocjeni				
		35%	26%	25%	14%	100%	35%	26%	25%	14%	100%	35%	26%	25%	14%	100%	35%	26%	25%	14%	100%	35%	26%	25%	14%	100%
FR	Lyon	vélo'v	++	++	++	o	++					o	+	++	o	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+
FR	Pariz	Vélib'	++	+	++	+	+					o	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B	Brussels	Villo!	+	++	++	+	+					+	-	+	++	+										
D	Berlin	Call a Bike	+	+	++	++	+					+	+	o	o	+										
D	Stuttgart	Call a Bike	+	+	++	++	+					o	+	o	o	o										
L	Luxembourg	ve'oh!	+	++	++	o	+					+	+	+	--	o										
E	Valencia	Valenbisi	+	+	+	+	+					o	+	+	o	o										
D	Hamburg	StadtRAD Hamburg	o	+	++	++	+					o	o	+	o	o										
I	Milan	BikeMI	o	++	++	o	+					o	-	++	+	o										
I	Turin	[T]OBIKE	+	++	+	+	+					+	-	++	--	o										
E	Seville	SEVICI	+	+	+	o	+					-	+	+	o	o										
F	Marseille	le vélo	+	+	++	o	+					o	-	+	o	o										
D	Munich	Call a Bike	o	+	+	++	+					o	+	+	o	o										
D	Cologne	Call a Bike	o	+	+	++	+					o	+	+	++	+										
D	Nuremberg	Norisbike	+	+	+	+	+					o	+	+	o	o										
B	Antwerp	Velo-Antwerpen	o	++	+	o	+					o	-	o	o	o										
D	Leipzig	nextbike	o	+	+	o	+					o	-	--	o	o										
SI	Ljubljana	Bikelej	o	++	+	o	+					o	-	--	o	o										
CZ	Prag	HOMEPORT Praha	o	+	+	+	+					o	-	--	o	o										
A	St. Pölten	nextbike	o	++	+	o	+					o	-	--	o	o										
IRL	Dublin	dublinbikes	o	+	++	o	+					o	+	+	o	+										
A	Beč	Citybike Wien	o	+	+	o	+					o	+	+	o	+										
CH	Biel	velospot	+	-	+	++	+					+	+	o	o	+										
CH	Lausanne	velopass	+	+	o	o	+					+	+	o	o	+										
CH	Lugano	velopass	o	+	o	o	o					o	+	o	o	o										
DK	Aarhus	Aarhus bycykel	+	+	+	--	o					+	+	+	o	o										
I	Parma	Punto Bici Bike Sharing	o	+	+	o	o					o	+	+	o	o										
GB	London	Barclays Cycle Hire	o	o	+	o	o					o	o	+	o	o										
PL	Wroclaw	WRM nextbike	o	-	++	+	o					o	-	++	+	o										
DK	Kopenhagen	Bycyklen i København	+	-	++	--	o					+	-	++	--	o										
N	Oslo	Smartbike	-	+	+	o	o					-	+	+	o	o										
F	Strasbourg	Wélib'	o	-	+	o	o					o	-	+	o	o										
E	Saragossa	Bizi	--	+	+	o	o					--	+	+	o	o										
S	Stockholm	Stockholm City Bikes	--	++	+	o	o					--	++	+	o	o										
E	Barcelona	Bicing	--	++	+	o	o					--	++	+	o	o										
I	Bari	BARinBici	-	-	o	o	o					-	-	o	o	o										
P	Aveiro	BUGA	o	-	--	o	o					o	-	--	o	o										
NL	Utrecht	OV-fiets	--	-	--	o	o					--	-	--	o	o										
NL	Amsterdam	OV-fiets	--	-	--	o	o					--	-	--	o	o										
NL	Hag	OV-fiets	--	-	--	o	o					--	-	--	o	o										

Slika 5. Sigurnost sustava javnih bicikala u europskim gradovima.

Izvor: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A260/datastream/PDF/view> (05.09.2022.)

Nije dvojbeno da je potrebno uvijek pridodavati važnost sigurnosti u prometu, ali u mnogim aspektima biciklisti mogu uvelike doprinijeti sigurnosti u prometu. Bicikl daje potpunu slobodu u odabiru ruta, stoga je moguće izbjegavati prometnice gdje nema biciklističkih staza, a brzina odvijanja prometa je velika. Biciklist treba biti u svakom trenutku svjestan svojih akcija i odgovarati sam za svoju sigurnost. Da bi bio vidljiv biciklist bi trebao nositi reflektirajući prsluk, a radi sigurnosti bi trebao na glavi nositi kacigu [4].

Zakonom o sigurnosti prometa na cestama, vezano uz sigurnosnu opremu i uređaje bicikla, precizira obavezu uključivanja svjetla bijele boje na prednjoj i crvene na stražnjoj strani bicikla, noću, danju i u uvjetima smanjene vidljivosti. Zakonom nije zabranjeno dodatno opremanje bicikla sigurnosnom opremom koja bi biciklista učinila uočljivijim. Nije loše ugraditi dodatne “mačje oči“, na stražnji dio bicikla i eventualno na kotače kako bi se povećala vidljivost. Kočioni sustavi također moraju biti u što boljem stanju. [13].

## 7. OBRADA I PRIKAZ PODATAKA

Obrada podataka je proces nakon učitavanja i digitalizacije podataka, u kojem se provode brojanje ili mjerenje s ciljem dobivanja rezultata analize i utvrđivanja stanja procesa. Faza obrade podataka je osjetljiva, počevši od unosa podataka i manipulacije njima. Obrazac za brojanje ili mjerenje mora imati točno određene pozicije kako bi se podaci mogli koristiti kao pouzdan izvor. Obradom podataka se dobivaju izlazne vrijednosti koje opisuju potrebna svojstva procesa. Ukratko, obrada podataka putem mobilne aplikacije za brojanje putnika može biti zahvaćena greškama zbog slabog signala ili niskom preciznošću. Stoga je važno provjeriti kompatibilnost aplikacije sa uređajima i operativnim sustavima, kao i broj osoblja koje će moći koristiti aplikaciju. To će utjecati na prostornu i vremensku pokrivenost mjerenja i eventualne troškove. Brojač prometa se smatra dio prometnog osoblja, bilo to u službi prijevoznika ili institucije, i mora biti označen posebnim znakom kako bi se razlikovao od putnika. On mora imati vidljivu akreditaciju na svom odjelu i, ako je potrebno, nošenje odjeće poput reflektirajućeg prsluka s informacijama o njegovoj funkciji i tvrtki kojoj pripada.

Brojanje putnika se mora dogovoriti sa upravom prijevoznog poduzeća i podaci se trebaju prosljediti svim dijelovima unutar tvrtke, uključujući vozače, kontrolu karata, dispečere i prometnike. Dobra suradnja s prometnim osobljem na terenu ključna je za uspješno obavljanje mjerenja. Brojanje i mjerenje prometa su složene aktivnosti koje zahtijevaju dobru organizaciju i planiranje. Često se obavljaju bez prekida u prometu, pa je stoga važno izbjegavati greške, kašnjenja i svega što bi moglo utjecati na uspjeh mjerenja. Da bi se postigla uspješnost u brojanju i mjerenju, potrebno je imenovati koordinatora, stručnjaka koji će pomagati i voditi brojače na terenu. Koordinator je odgovoran za komunikaciju sa prometnim osobljem, a također treba poznavati metodologiju mjerenja, prometne mreže i procese brojanja. Njegova uloga je posebno važna kada se odvija više brojanja istovremeno ili kada je potrebno voditi osoblje na terenu. Kada se radi obrada podataka, važno je imati jasan raspored brojača po smjenama i vratima u vozilima. Ako su u jednom vozilu raspoređena više brojača na različitim vratima, tačnost evidencije može biti ugrožena ako se ne spoji svaki zapis u jedan. Izostanak informacije o tome koji brojač je bio u kojem vozilu dovodi do velike vjerojatnosti da će se pojaviti pogreška.

Veličina uzorka za brojanje ili mjerenje također igra ključnu ulogu pri planiranju istraživanja. To utječe na točnost podataka, njihovu razlučivost unutar traženih tolerancija i vjerojatnost pojave pogreške. Ako je uzorak prebrojavanja ili mjerenja premalen, podaci će biti nedovoljno precizni i neodređeni, što će rezultirati netočnim rezultatima istraživanja. S druge strane, prevelik uzorak produžava vrijeme i zauzima nepotrebne resurse tijekom prikupljanja i obrade podataka, što može dovesti do pogrešaka zbog velikih brojeva.[5]

Provjera odstupanja rezultata brojanja prometa u odnosu na utvrđene veličine i ranije podatke moguća je korištenjem podataka iz registracija putnika preko validatora.

### **7.1. Odstupanje od rezultata**

Prilikom brojanja putnika putem mobilne aplikacije događaju se greške koje dovode do odstupanja rezultata. Zbog slabog signala ili nedovoljne preciznosti dolazi do kašnjenja prijema signala GPS-a.

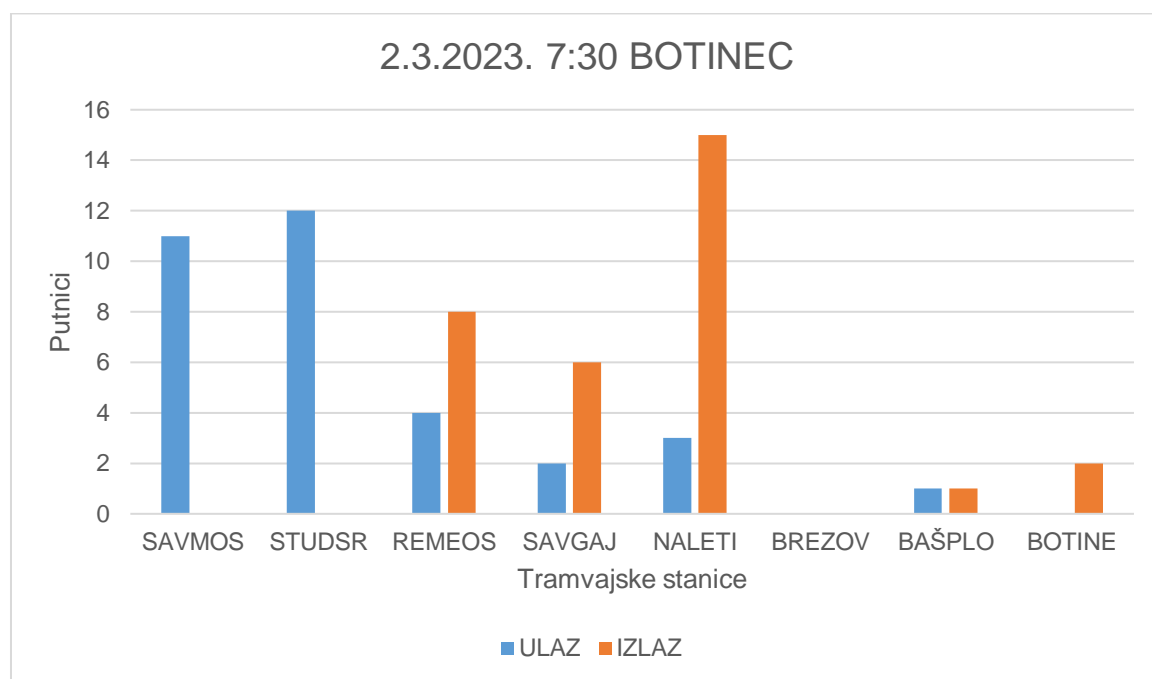
Informacija o ulasku i izlasku putnika za svaku lokaciju stajališta, u svakom poluobrtu posebno, zapisana je u koordinati stajališta. Svaku zabilježenu GPS koordinatu stajališta važno je pridružiti originalnoj lokaciji stajališta kako bi znali za koje se stajalište izmjereni podaci odnose. Prilikom većeg broja mjerenja na istoj liniji npr. kroz više dana, rasipanje GPS koordinata je preveliko, tj. pregusto da bi se mogla utvrditi pripadnost koordinata određenom pripadnom stajalištu tj. koordinati stajališta. Takav problem je moguće riješiti učitavanjem podloge georeferencijalnih stajališta (prvi sloj), od kojih svaki ima svoju jedinstvenu koordinatu, te učitavanjem koordinate stajališta (drugi sloj) za koje smo vršili mjerenje iz mobilne aplikacije. Sve najbliže koordinate nekog stajališta se zaokružuju te im se dodjeljuje naziv stajališta iz podloge (prvog sloja).

### **7.2. Prikaz rezultata**

Rezultati se mogu podijeliti s obzirom na objekt brojenja ili mjerenja. Podaci se najčešće numerički prikazuju u tablicama ili grafičkim prikazom. U odnosu na čiste numeričke vrijednosti, grafički prikaz bolje pokazuje razmjere veličina, daje direktan i razumljiv uvid, mogućnost jednostavnog praćenja prometnog procesa.

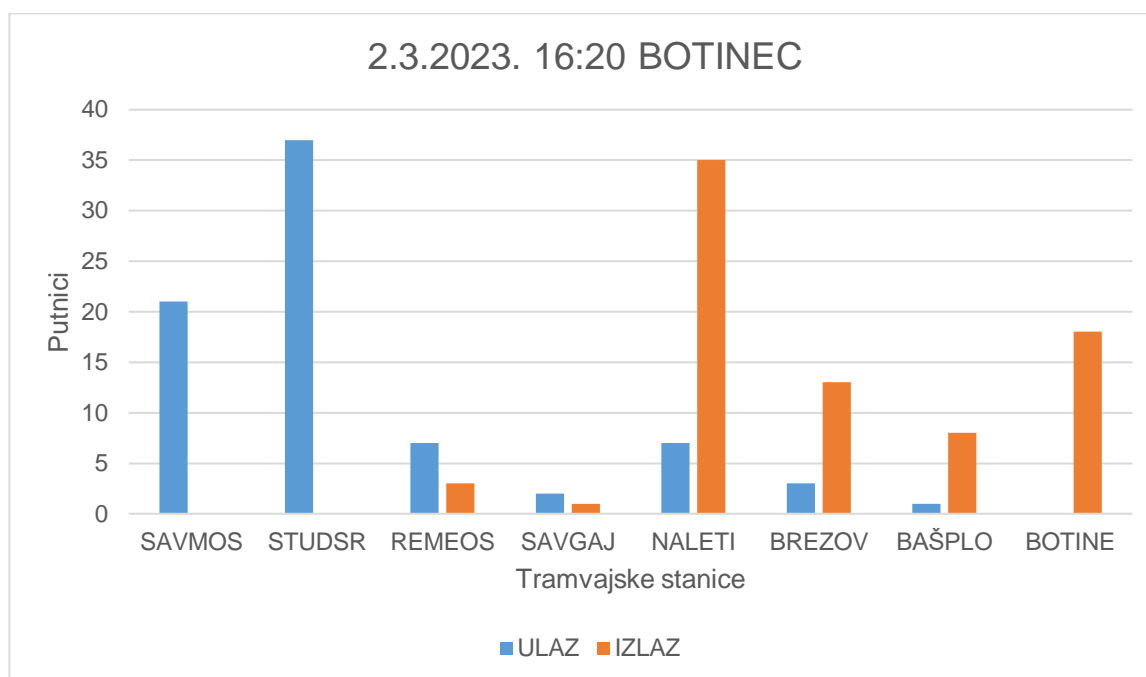
Broj putnika koji su ušli i izašli iz autobusa na stajalištima i terminalima linije 110 smjer Savski most-Botinec u jutarnjim vršnim satima dana 2.3.2023. prikazan je na Grafu 1.

Jutarnje vršno opterećenje obradilo se 2.3.2023. u 07:30 s terminala „Savski most“ do 07:50, te u suprotnom smjeru prema terminalu „Savski most“ od 07:50 do 08:10 kako bise prikupio i obradio jedan cijeli obrt linije.



**Graf 1.** Broj izašlih i ušlih putnika u jutarnjem vršnom opterećenju u smjeru Botnica

Broj putnika koji su ušli i izašli iz autobusa na stajalištima i terminalima linije 110 smjer Savski most-Botinec u poslijepodnevnom vršnim satima dana 2.3.2023. prikazan je na Grafu 2. Poslijepodnevno vršno opterećenje obradilo se 2.3.2023. u 16:20 s terminala „Savski most“ do 16:40, te u suprotnom smjeru prema terminalu „Savski most“ od 16:40 do 17:00 kako bise prikupio i obradio jedan cijeli obrt linije.



**Graf 2.** Broj izašlih i ušlih putnika u poslijepodnevnom vršnom opterećenju u smjeru Botinca

### 7.3. Atron

Krajem 70-ih godina prošlog stoljeća vozači autobusa još su morali ručno računati. To su bile informacije poput primljenog novca i izdanih karata tijekom vožnje. Te takozvane obračunske listiće su potom nakon svake smjene dostavljali upravi prijevoznika, a kolege su ih tamo prepisivali pisaćim strojem i arhivirali. Nažalost, za administrativno osoblje koje je tamo radilo, rukopis vozača često je bio vrlo nečitak. Anton Tomov (osnivač i vlasnik ATRON-a) primijetio je da se u izračunima stalno pojavljuje riječ "mrlja". Kako nije razumio što ta riječ znači, pitao je direktora prijevozničke tvrtke što to znači. Kad god riječ ili broj u izračunu nije bilo moguće dešifrirati, zamijenjena je riječju "blob". Za Antona Tomova to je bila neodrživa situacija - i rodila se poslovna ideja ATRON-a.

To je bio početak prijelaza s mehanike na elektroniku. Tako je era digitalizacije za tvrtku ATRON započela već 1980. godine s ciljem prikupljanja podataka tamo gdje oni nastaju.

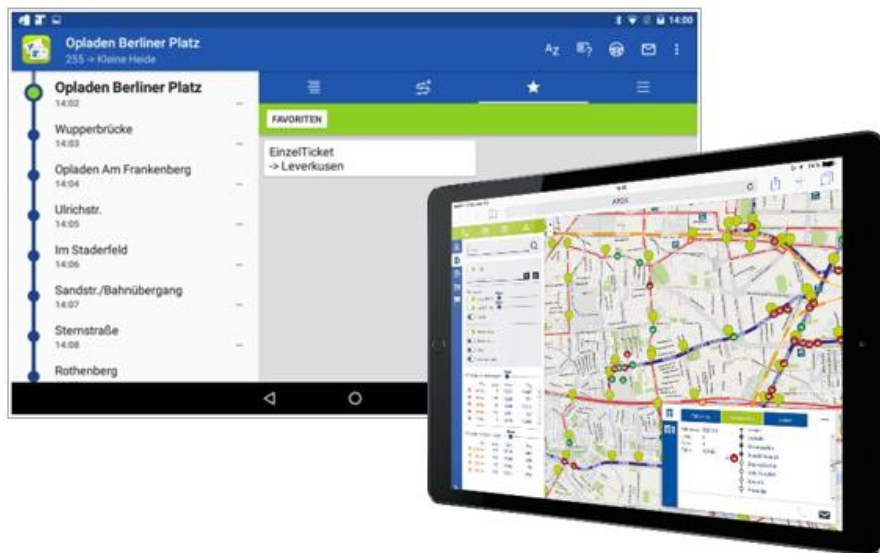
ATRON se može osvrnuti na više od četrdeset godina povijesti. Od osnutka tvrtka se razvila u jednog od vodećih pružatelja sistemskih rješenja za javni gradski prijevoz u Europi. Tijekom godina ATRON electronic GmbH se razvio u grupu koja djeluje u cijeloj Europi - ATRON grupa. [10]



Atroneve usluge su mobilni kontrolni centar ATCS RX koji predstavlja moderan sustav upravljanja vozilom, snažna putna računala i aplikacije za RBL klijente u vozilu, upravljanje vanjskim zaslonima pomoću ATCS RX frontend aplikacije APDC, upravljanje penalima za smanjenje mogućih penala zahvaljujući podacima u stvarnom vremenu i prepoznavanju nastanka penala u stvarnom vremenu.

Aplikacije u vozilu poput Atron modular vehicle location (AMVL) omogućuju slanje izvještaja o položaju u kontrolni centar na temelju događaja i vremena, prikaz posjednje i sljedećih postaja linije, glasovnu i podatkovnu komunikaciju s kontrolnim centrom, automatsko ažuriranje i prikup podataka.

Atron smart vehicle location (ASVL) također osigurava automatsko ažuriranje i opskrbu podataka, omogućuje nadziranje i prikaz odstupanja od reda vožnje, prikaz niza postaja, vremenu vožnje, udaljenostima i očekivanim vremenom dolaska.



Slika 5. ATCS RX

Izvor: <https://www.atron.com/upravljanje-penalima.html> (5.9.2022.)

## 7.4. Ridango

Ridango je pružatelj rješenja za javni prijevoz, s fokusom na automatiziranu naplatu karata (AFC) i sustave informacija o putnicima u stvarnom vremenu (RTPI). Tvrtka je osnovana 2009. godine u Tallinnu, gdje se i danas nalazi njeno sjedište.

To je jedan od najprovjerjenijih dobavljača ulaznica na temelju računa (ABT) na globalnoj razini. Izvršili su brojne projekte u nordijskim zemljama i regiji CEE s tijelima javnog prijevoza i operaterima različitih veličina. Skalabilnost rješenja omogućuje opsluživanje bilo kojeg transportnog sustava, malog ili velikog.

Temeljne sposobnosti Ridanga su duboko poznavanje karata za prijevoz, agilnost u isporuci i izgradnja najsuvremenijih rješenja za prodaju karata zajedno s našim klijentima. Sve to služi jednoj misiji – pomoći milijunima ljudi da putuju jednostavno i neprimjetno.

Danas se mnogo raspravlja u kojem bi smjeru agencije javnog prijevoza i gradovi trebali ići s uslugama mobilnosti i ITS rješenjima. Ridango vjeruje da je učinkovito izdavanje karata za budućnost ključno u okviru pametnije mobilnosti – to je uvijek bio fokus u razvoju Ridango tehnologije. [11]

## **7.5. LIT Transit**

LIT pruža inovativna tehnološka rješenja mobilnosti pružateljima usluga javnog prijevoza diljem svijeta. Ridango, globalni pružatelj rješenja za javni prijevoz, stekao je 100% udjela u LIT Transitu. Nova grupa sada upravlja sustavima u više od 25 zemalja i čini uslugu koju pružaju prijevoznike agencije i operateri jednostavnijom i praktičnijom, a krajnji korisnici su krajnji korisnici.

Ridango je estonska tvrtka specijalizirana za razvoj sustava za naplatu karata u javnom prijevozu, kao i plaćanja i RTPI rješenja. "Naša zajednička ambicija je postati jedan od vodećih pružatelja tehnoloških sustava mobilnosti javnog prijevoza na globalnoj razini do 2026. godine. Akvizicija tvrtke LIT Transit važna je prekretnica jer su oni vodeći igrači u industriji javnog prijevoza u stvarnom vremenu", komentirao je Erki Lipre, predsjednik uprave Ridanga. "Glavni fokus Ridanga je izdavanje karata i plaćanja na temelju računa na baltičkim i nordijskim tržištima. U 2012. pokrenuli smo prvo značajno rješenje za izdavanje karata temeljeno na računu u Europi, a Ridango je bio prvi koji je uveo beskontaktno plaćanje bankovnom karticom u javni prijevoz u nordijskim i baltičkim regijama. Transakcija će značajno povećati naš globalni doseg i broj tržišta na kojima poslujemo, kao i pružiti vrlo snažnu stručnost u rješenjima za stvarno vrijeme i prodaju ulaznica." [8]

Ridango posluje u Estoniji, Švedskoj, Finskoj, Litvi, Norveškoj, Ukrajini i Grenlandu. Nakon akvizicije LIT Transita, grupa sada nudi svoja rješenja za izdavanje karata, upravljanje

prijevozom (AVL/CAD/RTI) i plaćanja u zemljama i gradovima kao što su Singapur, Hong Kong, Indija, Saudijska Arabija, Australija, Katar, Novi Zeland, Oman, i još mnogo toga.

Pravni savjetnici transakcije bili su Šelih & Partnerji (Slovenija) i Odvjetničko društvo RASK (Estonija). Due diligence proveo je PwC. Transakciju je financirala SEB banka.

Ridango ima sjedište u Tallinnu u Estoniji i pružatelj je rješenja za inteligentni prijevoz osnovan 2009. Kao jedan od najprovjerenijih pružatelja usluga izdavanja karata na temelju računa i prihvaćanja beskontaktnih bankovnih kartica za javni prijevoz na globalnoj razini, Ridango je uspješno proveo projekte u nordijskim zemljama i srednjoj i istočnoj Europi regija.

LIT Transit osnovan je 2012. u Sloveniji i ima klijente u Hong Kongu, Singapuru, Indiji, Bliskom istoku, Meksiku itd. Među ostalim rješenjima, LIT ima vodeći Sustav upravljanja tranzitom i motor za predviđanje ETA svjetske klase. [12]

## 8. ZAKLJUČAK

Nakon prikupljanja i izračunavanja svih relevantnih podataka i veličina koje opisuju prometni problem, isti se numerički i grafički prikazuju kao zaključak brojanja ili mjerenja. Na temelju dostavljenih rezultata izrađuju se daljnji proračuni i na kraju prijedlozi rješenja pojedinog prometnog problema.

Važno je istaknuti da je za točan uvid i dostatnu rezoluciju potrebnih podataka ključno provesti mjerenja odnosno brojanja za sve veličine koje definiraju konkretan problem, na uzorku točne veličine, a prema istoj metodologiji od početka do kraja bez odstupanja od definiranih koraka tijekom postupka izvođenja.

Jedan od najistaknutijih problema u sustavima JGP-a u Hrvatskoj, posebice onima u vlasništvu grada ili lokalne samouprave, odnosno države, je neprovođenje višegodišnjih strategija koje se temelje na stručnim i uglavnom točnim podacima dobivenim mjerenjima ili brojanje količine prometa. Osim navedenog, ne provode se redoviti i planski nadzori niti korekcije sustava JGP-a, pa ne čude veliki ekonomski i drugi problemi u upravljanju takvim tvrtkama. Isto tako, suvremena oprema koja se spominje u ovom radu, a koja olakšava prikupljanje potrebnih podataka, ne postoji niti se u nju ulaže.

Zbog toga se odgovarajuća poboljšanja u sustavu ne mogu učinkovito implementirati zbog nedovoljnog poznavanja sustava i točnih problema u njemu. Promet, kao i svaki drugi tehnički sustav, potrebno je proučavati kroz konkretne veličine koje definiraju količinu međuovisnosti različitih elemenata sustava i opisuju ih. Neadekvatnim pristupom prometnim problemima vidljivim u javnom prijevozu hrvatskih gradova, kao posljedicom nestručnosti nadležnih djelatnika, te bez potrebnih znanja o funkcioniranju sustava koje je potrebno poznavati, temeljni problemi u našem JGP-u. sustava ne može riješiti na adekvatan način, što za posljedicu ima pad usluge, interesa i popularnosti JGP-a, odnosno rast troškova, neizvjesnosti, neekonomičnosti i drugih negativnih posljedica.

Zbog brzog rasta gradova javni gradski prijevoz ima veliko značenje u prijevozu putnika.

Ulogu javnog gradskog prijevoza nemoguće je zamijeniti nekim drugim sustavom

Svi sustavi javnog gradskog prijevoza prevoze ljude u određenim skupinama što značajno stvara probleme u javnom gradskom prijevozu kao što su problemi nepovezanosti, kašnjenja sustava kao i kašnjenje putnika na odabrana odredišta.

## LITERATURA

- [1] Runjevac N.: Intis Smartpas, Brojanje putnika – hardware, INTIS, Zagreb, 2013.
- [2] Brčić D., Slavulj M., Šojat D., The capability of applying GPS data loggers in the urban public transport, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [3] Štefančić G., Tehnologija gradskog prometa 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.
- [4] Štefančić G., Tehnologija gradskog prometa 2, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.
- [5] Šojat D., Analiza prioriteta podsustava tramvajskog prijevoza u Gradu Zagrebu (diplomski rad), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [6] Zorić D., Analiza logističkog pristupa upravljanja tvrtkama javnog gradskog prijevoza putnika (diplomski rad), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.
- [7] Aleksić D., Analiza taxi prijevoza u gradu Zagrebu (završni rad), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.
- [8] Ravlija L., Uloga biciklističkog prijevoza u sportskoj rekreaciji, studija slučaja: utjecaj Next Bike-a na promet i rekreaciju stanovnika Grada Zagreba (završni rad), Ekonomski fakultet, Zagreb, 2020.
- [9] Vučina A., Utjecaj autonomnih vozila na cestovni promet (diplomski rad), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.
- [10] <https://www.atron.com> [Pristupljeno:21.10.2022]
- [11] <https://ridango.com> [Pristupljeno:21.10.2022]
- [12] <https://lit-transit.com> [Pristupljeno:22.10.2022]
- [13] [https://www.nextbike.hr/media/HR\\_Opci\\_uvjeti\\_koristenja.pdf](https://www.nextbike.hr/media/HR_Opci_uvjeti_koristenja.pdf) [Pristupljeno 27.11.2022]
- [14] <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A260/datastream/PDF/view> [Pristupljeno 15.01.2023]
- [15] [file:///C:/Users/Ivana/Downloads/0135242816\\_doc.pdf](file:///C:/Users/Ivana/Downloads/0135242816_doc.pdf) [Pristupljeno 15.01.2023]
- [16] <https://www.atron.com/upravljanje-penalima.html> [Pristupljeno 15.01.2023]
- [17] UITP Advancing Public Transport, Local public transport in the European Union, 2016. Preuzeto sa: [https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focuspapers-files/UITP\\_S](https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focuspapers-files/UITP_S) (grafikon) [Pristupljeno 01.02.2023]

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. IR senzor

Slika 2. Smještaj senzora u odnosu na širinu i oblik ulaza u vozilo

Slika 3. Centralna jedinica napajanja i obrade podataka

Slika 4. Razine autonomnosti

Slika 5. ATCS RX

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ **završni rad** \_\_\_\_\_  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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/diplomskog rada pod naslovom  Prikupljanje i obrada podataka u javnom gradskom prijevozu , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu,  6.3.2023.

Student/ica:

Tatjana Lovat

(ime i prezime, potpis)