

Programska podrška za obradu podataka s brojača cestovnog prometa

Kalem, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:119:883267>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mario Kalem

**PROGRAMSKA PODRŠKA ZA OBRADU PODATAKA
S BROJAČA CESTOVNOG PROMETA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Računalstvo**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3916

Pristupnik: **Mario Kalem (0135211557)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

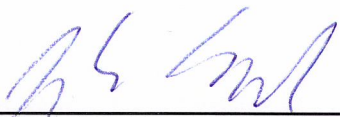
Zadatak: **Programska podrška za obradu podataka s brojača cestovnog prometa**

Opis zadatka:

Pojedine države daju na raspolaganje svoje arhive prometnih podataka sa cestovnih prometnica. Za njihovo korištenje potrebna je pripadna programska podrška koju je potrebno izraditi u ovom radu. Razvijena programska podrška odnosno funkcije trebaju uključivati učitavanje mjernih podataka iz tekstualne datoteke propisanog formata, pronalazak dana s najvećim prometnim tokom, izračun prosječnih vrijednosti prometnog toka te interpolacija mjernih vrijednosti za nedostajući vremenski period. Implementirane funkcije potrebno je provjeriti na stvarnim mjernim podacima s brojača prometa slovenskih autocesta.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:



doc. dr. sc. Edouard Ivanjko

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**PROGRAMSKA PODRŠKA ZA OBRADU PODATAKA
S BROJAČA CESTOVNOG PROMETA**

**SOFTWARE FOR TRAFFIC COUNTER DATA
PROCESSING**

Mentor: doc. dr. sc. Edouard Ivanjko

Student: Mario Kalem

JMBAG: 0135211557

Zagreb, lipanj 2017.

SAŽETAK

Brojači cestovnog prometa pomoću različitih senzora za mjerenje prometnih parametara snimaju podatke o stanju cestovnog prometa koji se zatim statistički obrađuju. Dobiveni statistički podatci omogućuju uvid u trenutno i prošlo stanje prometa te se dobivaju potrebni podatci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca te na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. U radu su opisani prometni parametri cestovnih prometnica. Predstavljen je pregled vrsta senzora za mjerenje prometnih parametara, napravljen je pregled obrađenih prometnih podataka te su prikazane i objašnjene funkcije implementirane u programskom sustavu MatLAB prilagođene za učitavanje, statističku obradu i grafički prikaz podataka s brojača cestovnog prometa s pojedinog mjernog mjesta u Republici Sloveniji.

KLJUČNE RIJEČI: prometni parametri; senzori prometnog toka; prometne baze podataka; obrada podataka; prikaz podataka

SUMMARY

Road traffic counters with different sensors for measuring traffic parameters record data about the traffic state, which are then statistically processed. The obtained statistical data provide an insight into the current and past traffic situation, and the necessary data are provided that point to the need for a reconstruction, construction of new traffic directions and other measures to improve the existing and future traffic. Road traffic parameters are described in this paper. An overview of the types of sensors for measuring traffic parameters and an overview of the processed traffic data are presented, displayed and explained, while functions in the MatLAB program package are implemented and adapted for loading, statistical processing and graphical representation of data from a single measuring point from a chosen road traffic counter in the Republic of Slovenia.

KEYWORDS: traffic parameters; traffic flow sensors; traffic database; data processing; graphical representation

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Prometni parametri cestovne prometnice.....	2
2.1. Protok i volumen	2
2.2. Gustoća prometa	3
2.3. Brzina prometa	3
2.4. Međusobni odnos osnovnih prometnih parametara.....	4
2.5. Prostorni i vremenski razmak između vozila	6
2.6. Prometni parametri kao pokazatelji kvalitete usluge.....	6
3. Vrste senzora za mjerenje prometnih podataka cestovne prometnice	8
3.1. Induktivna petlja	8
3.2. Magnetski senzori.....	11
3.3. Piezoelektrični senzori.....	11
3.4. Infracrveni senzori	12
3.4.1. Pasivni infracrveni senzori	12
3.4.2. Aktivni infracrveni senzori.....	13
3.5. Radarski senzori	15
3.6. Pasivni zvučni i ultrazvučni senzori	15
3.7. Videosenzori.....	17
4. Pregled dostupnih prometnih podataka.....	18
4.1. Baze prometnih podataka u Sjedinjenim Američkim Državama	18
4.1.1. PeMS baza prometnih podataka	18
4.1.2. MnDOT baza prometnih podataka	22
4.1.3. Usporedba PeMS i MnDOT baza prometnih podataka.....	25
4.2. Prometni podatci iz Republike Slovenije	25
4.3. Prometni podatci iz Republike Hrvatske	27
5. Funkcije za obradu podataka sa slovenskih autocesta	29
5.1. Funkcije za uvoz i popravak podataka	30
5.2. Funkcije za statističku obradu podataka	31
5.3. Funkcija za nadopunu mjernih podataka	33

6. Rezultati obrade	35
6.1. Prikaz dnevnog godišnjeg prometa za smjerove vožnje.....	36
6.2. Prikaz prosječnog mjesečnog prometa u godini	37
6.3. Prikaz dnevnog godišnjeg prometa za skupine vozila.....	38
6.4. Prikaz rezultata nadopune mjernih podataka	39
7. Zaključak.....	40
Literatura	41
Popis kratica	42
Popis slika	43
Popis tablica	44
Prilozi	45
<i>Prilog 1.</i> - MatLAB skripta Obrada.....	45
<i>Prilog 2.</i> - MatLAB funkcija popravakPodataka.....	46
<i>Prilog 3.</i> - MatLAB funkcija skupineVozila	47
<i>Prilog 4.</i> - MatLAB funkcija vozilaPoSmjeru.....	48
<i>Prilog 5.</i> - MatLAB funkcija najvećiPoSmjeru.....	49
<i>Prilog 6.</i> - MatLAB funkcija najvećiPoSkupini	50
<i>Prilog 7.</i> - MatLAB funkcija prosjecniPromet	51
<i>Prilog 8.</i> - MatLAB funkcija Interpolacija	52
<i>Prilog 9.</i> - MatLAB funkcija grafickiPrikazDGP	55
<i>Prilog 10.</i> - MatLAB funkcija grafickiPrikazPMDP.....	56
<i>Prilog 11.</i> - MatLAB funkcija grafickiPrikazGKAT	57
<i>Prilog 12.</i> - MatLAB funkcija grafickiPrikazINT	60
<i>Prilog 13.</i> - MatLAB funkcija ispisIzvjestaj	61

1. Uvod

Brojanje prometa je osnovica za prometno planiranje, a time se dobiva uvid u trenutno stanje prometa i u podatke koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. Ponovnim brojanjem u određenim vremenskim intervalima mogu se spoznati zavisnosti razvoja prometa. Danas se za brojanje prometa koriste različiti senzori. Senzori prometnog toka detektiraju vozila i mjere prometne parametre pomoću kojih se opisuje stanje prometnog toka. Ovisno o značajkama prometnica, klimatskim uvjetima koji prevladavaju na području prometnica, broju vozila i financijskim sredstvima odabire se vrsta senzora (magnetski, piezoelektrični, infracrveni, pasivni infracrveni senzori i dr.) koji će se koristiti.

Podatci o broju vozila i parametrima prometnog toka spremaju se u središnje baze podataka u pojedinim državama u kojima se izvršava daljnja analiza i obrada podataka u svrhu prometnog i urbanističkog planiranja, planiranja perspektivne mreže nekog većeg područja ili oblikovanja nekoga prometnog čvora, eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca. Takve baze podataka mogu biti javno dostupne (npr. PEMS baza podataka) ili se podaci mogu kupiti za neki simboličan iznos (primjer Republike Slovenije). Kako bi se baze prometnih podataka mogle iskoristiti potrebno je imati na raspolaganju pripadne funkcije za njihovu statističku obradu. Upravo je to tema ovog završnog rada.

U drugom poglavlju rada poseban naglasak je stavljen na parametre cestovnih prometnica kao što su gustoća, protok, volumen itd. i na odnose između pojedinih parametara. U nastavku predstavljene su vrste senzora za detekciju vozila. Nakon toga su u završnom radu navedene i opisane baze podataka u američkim savezним državama California i Minnesota, Republici Hrvatskoj i Republici Sloveniji. U zadnjim poglavljima objašnjene su funkcije za obradu podataka sa slovenskih autocesta i prikazani su rezultati obrada funkcija za grafički prikaz. Završni rad završava zaključkom i prijedlozima za budući rad.

2. Prometni parametri cestovne prometnice

Parametri prometnog toka predstavljaju osnovne mjerljive veličine koje svojim vrijednostima opisuju stanje prometnog toka. Njihova namjena je višestruka pa se mogu koristiti kao upravljačke veličine, pokazatelji kvalitete usluge, pokazatelji učinkovitosti i za razne druge potrebe. Osnovni prometni parametri kojima se opisuju prometni tokovi i zakonitosti kretanja vozila u prometnim tokovima na cestovnim prometnicama su:

- prometno opterećenje;
- intenzitet prometnog toka;
- brzina;
- gustoća.

2.1. Protok i volumen

Protok i volumen prometa dva su osnovna parametra kojima se kvantificira količina prometa koji protječe kroz određenu točku na prometnici ili presjeku ceste u zadanom vremenskom intervalu. Navedeni pojmovi se definiraju kao [11]:

- volumen (engl. volume) – ukupan broj vozila koja prolaze presjekom prometnog traka ili ceste tijekom zadanog vremenskog intervala;
- protok (engl. flow rate) – ukupan broj vozila koji prolaze presjekom prometne trake ili ceste tijekom zadanog vremenskog intervala koji je kraći od 1 sata, obično 15 minuta.

Navedeni parametri kvantificiraju prometnu potražnju, koja predstavlja broj vozila čija je namjera koristiti prometnu infrastrukturu u nekom vremenskom periodu. Naravno, postoje ograničenja kod ostvarivanja namjera, kao na primjer potrošnja goriva, zagušenje prometnice, zakonske regulative, itd.

Razlikovanje volumena i protoka je bitno. Volumen je broj promatranih ili predviđenih vozila koji prolaze kroz neki presjek u nekom vremenskom intervalu, a protok je broj vozila promatranih u nekom periodu, ali taj broj vozila se dijeli s vremenom promatranja. Naprimjer: volumen od 100 vozila promatranih u 15 minutnom intervalu podrazumijeva protok od $100 \text{ vozila} / 0,25 \text{ h}$ ili jednostavnije 400 vozila po satu. Volumen i protok mogu biti ilustrirani preko četiri uzastopnih promatranja 15-min intervala. Primjerice, u prvom intervalu prošlo je 1.000 vozila, drugom 1.200, trećem 1.100 i u četvrtom 1.000 vozila. Ukupan volumen jednoga sata iznosi 4.300 vozila, dok se protok mijenja u svakom od 4 promatranih intervala. Tako je maksimalni protok vozila $1.200 \text{ vozila} / 0,25 \text{ h}$, ili $4.800 \text{ vozila} / \text{h}$. Iz toga je jasno vidljiva razlika navedenih parametara [11].

Razmatranje vršnih vrijednosti protoka je iznimno bitno kod analiza kapaciteta prometnica. Ukoliko je izmjeren kapacitet segmenta prometnice po prilici 4.500 vozila / h, mjera će biti prekoračena iako je volumen prometnice, odnosno broj vozila koji su prošli u sat vremena 4.300. To postaje velik problem, jer u slučaju zastoja zagušenje može potrajati i do nekoliko sati.

Maksimalni protok i volumen u satu kreiraju faktor vršnog sata (engl. peak-hour factor - PHF), što je postotak ukupnog volumena u satu i vršne vrijednosti protoka. Izražava se formulom [11]:

$$PHF = \frac{\text{volumen u satu}}{\text{vršni protok (u satu)}}. \quad (1)$$

Kada je poznat PHF može se jednostavno prebaciti iz volumena vršnog sata u maksimalni protok.

2.2. Gustoća prometa

Gustoća prometa predstavlja ukupan broj vozila koja se u trenutku promatranja nalaze na određenom odsječku (duljini) ceste i označuje mjerilo za određivanje stvarne iskorištenosti propusne moći na određenoj cesti [11]. Dana je sljedećim izrazom:

$$G = \frac{Q}{V}, \quad (2)$$

gdje je:

G - gustoća prometnog toka [voz/km];

Q - protok [voz/h];

V - brzina prometnog toka [km/h].

2.3. Brzina prometa

Dok prometni volumen predstavlja metodu kvantificiranja vrijednosti kapaciteta cestovne prometnice, brzina (ili recipročna vrijednost – vrijeme putovanja) je važna mjera kvalitete prometne usluge [11]. Brzina prometa je definirana kao stupanj pomaka vozila izražena preko prijedene udaljenosti u jedinici vremena. Najčešće se izražava u kilometrima po satu (km/h). U karakterizaciji brzine prometnog toka, mora se koristiti reprezentativna vrijednost, zbog široke distribucije brzina pojedinačnih vozila u promatranom prometnom toku. U dobivenim podacima postoji brzina kojom je vozilo prošlo preko senzora, ali se koristi srednja vrijednost brzina prikupljenih na svim sensorima jedne rute, jer je to statistički najpreciznija mjera u relaciji s ostalim parametrima. Srednja brzina putovanja računa se na način da se podijeli ukupna duljina prometnice ili dijela prometnice na kojoj se mjeri sa srednjim vremenom putovanja vozila [11].

Ukoliko su vremena putovanja $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ (u satima) izračuni za n vozila koja prolaze segmentom prometnice duljine L prema formuli [11]:

$$v = \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{L}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} = \frac{L}{t_a}, \quad (3)$$

gdje je:

v - prosječna brzina putovanja [km/h];

L - duljina odsječka prometnice [km];

t_i - vrijeme putovanja i -tog vozila na duljini odsječka prometnice L [h];

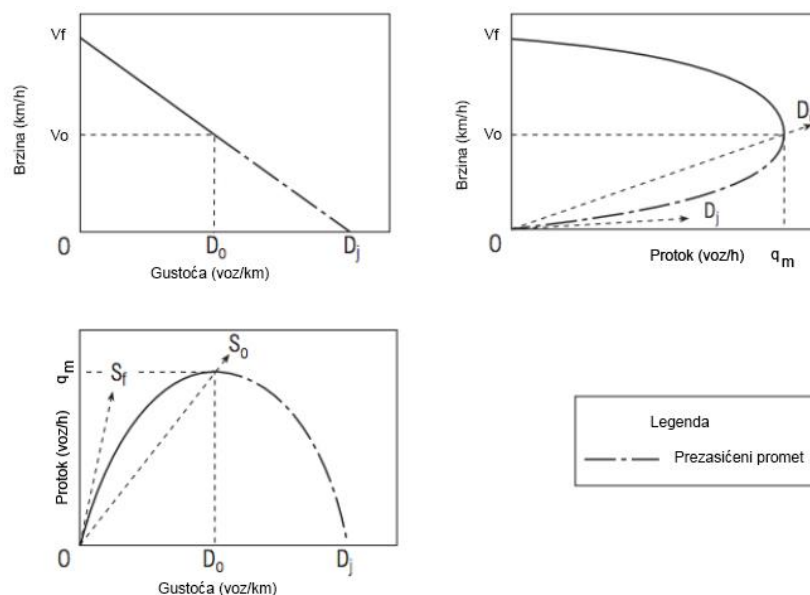
n - broj izmjerenih vremena putovanja;

$t_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ - prosječno vrijeme putovanja na duljini odsječka prometnice L (h).

Izračun vremena putovanja sadrži i vrijeme izgubljeno u prometnim zastoјima, prekidima, itd. Za izračun razine usluge (engl. level of service - LoS) uzima se navedena prosječna brzina putovanja [11]. Razina usluge predstavlja razinu operativnih uvjeta, odnosno niz karakteristika koje opisuju uvjete vožnje koji se pojavljuju na određenom potezu ceste (brzina, vrijeme putovanja, prekidi, sigurnost, udobnost vožnje, cijena i dr.).

2.4. Međusobni odnos osnovnih prometnih parametara

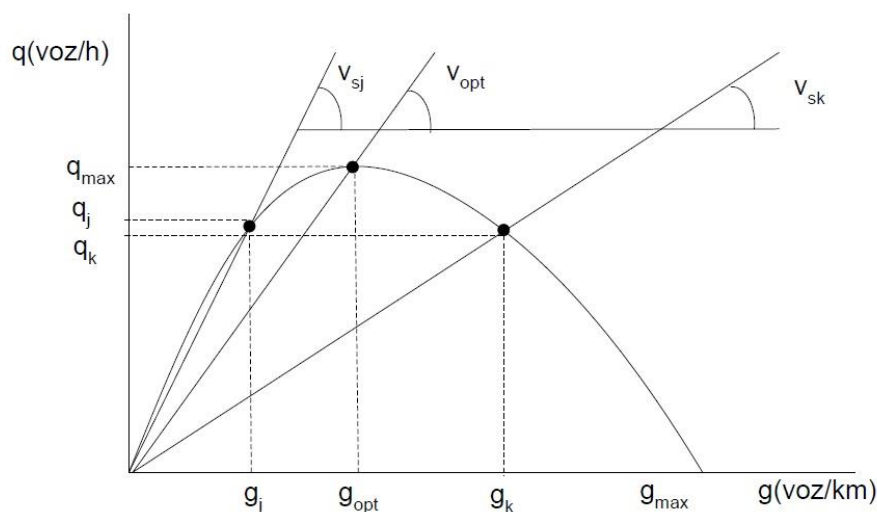
Formula 2 definira osnovnu relaciju između gustoće, protoka i brzine, opisujući neprekinuti prometni tok. Jednadžba $Q = G \cdot V$ matematički dozvoljava da se tok vozila odvija u beskonačnom broju kombinacija brzine i gustoće, ali postoje ograničenja koja se mijenjaju ovisno o uvjetima lokacije. Tako slika 1 prikazuje generaliziranu reprezentaciju tih veza, koje su osnova za analize kapaciteta prometnica. Funkcija protoka i gustoće postavljena je točno ispod funkcije brzine i gustoće, zbog zajedničkog horizontalnog obilježja, dok je funkcija brzine i protoka postavljena desno od funkcije brzine i gustoće, ističući njihovu vertikalnu relaciju.



Slika 1. - Generalizirani odnos između brzine, gustoće i protoka [11]

Oblici ovih funkcija ovise o stanju ceste i pretežitom prometu koji se njome odvija. Iako su prikazane funkcije kontinuirane, gotovo je nemoguće da bi se puni spektar rješenja mogao primijeniti na svakoj dostupnoj lokaciji. Prikupljeni podatci obično pokazuju točke prekida, koje ne mogu biti vidljive na navedenim funkcijama.

Funkcije na slici 1 prikazuju nekoliko kritičnih točaka. Prva je kada je protok jednak nuli do koje dolazi kada nema vozila ili kada je gustoća dosegla takav stupanj da nema prometa. Druga je točka na sredini na kojoj dinamičnost prometnog toka proizvodi maksimalan efekt [10].



Slika 2. - Osnovni dijagram prometnog toka [2]

Na slici 2 je vidljivo kako vrijednost opterećenja raste sa porastom gustoće do maksimalne vrijednosti q_{max} koja u toj točki predstavlja kapacitet prometnice, te kojoj odgovara

pripadajuća optimalna vrijednost gustoće g_{opt} . Daljnjim povećanjem gustoće dolazi do pada intenziteta te u točki g_{max} dolazi do zagušenja i intenzitet je jednak 0.

Propusna moć prometnice C [voz/h] ili kapacitet prometnice predstavlja najveće opterećenje koje se razumno očekuje da može proći promatranim presjekom prometnog traka ili ceste tijekom zadanog vremenskog intervala pod prevladavajućim okolnim i prometnim uvjetima. Prema HCM-u (engl. Highway Capacity Manual) kapacitet prometnice je pretpostavljena teorijska vrijednost koja se ne proračunava nego je ulazna veličina. Teoretske vrijednosti kapaciteta mogu biti smanjene utjecajem: širine prometnog traka, brojem prometnih trakova, širinom bankine, projektiranom brzinom itd.

2.5. Prostorni i vremenski razmak između vozila

Prostorni razmak između dva slijedna vozila u prometnom toku je geometrijska udaljenost iste točke dva promatrana vozila (primjerice prednji branik, stražnja osovina), dok je vremenska udaljenost vrijeme koje prođe dok dva vozila ne prođu istu točku na prometnici. Oba parametra predstavljaju mikroskopske parametre za opis prometnog toka cestovne prometnice.

Pri vremenskoj udaljenosti, također je važno da točka koju se gleda na oba vozila bude identična. Budući da su to parametri koji se dobivaju promatranjem pojedinačnih vozila, može se reći da su to mikroskopski parametri. Prostorni i vremenski razmak između dva slijedna vozila uglavnom su unutar određenog područja vrijednosti koje mogu poprimiti i generalno su povezani s brzinom prometnog toka te prevladavajućih uvjeta. Uglavnom, ti mikroskopski parametri vezani su s makroskopskim parametrima, odnosno gustoćom i protokom [11].

Prostorni razmak mjeri se u metrima. Može biti izmjeren izravno mjerenjem udaljenosti između dvije zajedničke točke u nekom vremenskom trenutku. Takav pristup najčešće zahtijeva složene tehnike zračnih fotografiranja, tako da se prostorni razmak najčešće računa preko drugih mjerenja. Vremenski razmak, s druge strane, vrlo je lako izmjeriti ručnim mjerenjem vremena, promatrajući vozila kako prolaze neku točku na prometnici [11].

2.6. Prometni parametri kao pokazatelji kvalitete usluge

Promjenu vrijednosti određene skupine prometnih parametara sudionici u prometu izravno doživljavaju kao promjenu kvalitete usluge. Tim parametrima se može izraziti kvaliteta usluge koju nudi prometni sustav [10].

Kvaliteta usluge je kvalitativna mjera koje se sastoji od brojnih elemenata, kao što su:

- brzina vožnje;
- vrijeme putovanja;

- sloboda manevriranja;
- prekidi u prometu;
- udobnost vožnje;
- sigurnost vožnje;
- troškovi iskoristivosti vozila [7].

Tablica 1. - Kvaliteta usluge za autoceste s više prometnih traka [11]

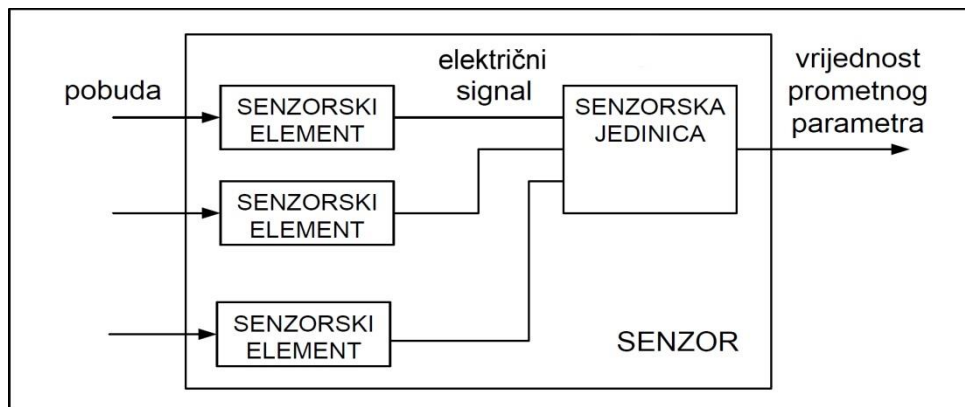
Razina usluge	Vrsta toka	Gustoća (vozila/traku-kilometru)	Opis razine usluge
A	slobodan tok	0 - 7	Velika sloboda izbora brzine i neometanog manevriranja u prometnom toku.
B	stabilan tok	7 - 11	Manevriranje se obavlja pri brzini slobodnog toka, a prilikom prestrojavanja je potreban malo veći oprez.
C	stabilan tok	11 - 16	Sloboda izbora brzine je osjetno ograničena, a manevriranje zahtjeva povećanu budnost i oprez vozača.
D	stabilan tok visoke gustoće	16 - 22	Manevriranje zahtjeva čekanje što vozači doživljavaju kao neugodnu i zamornu vožnju.
E	nestabilan tok	22 - 28	Uvjeti toka veoma blizu kapacitetu. Manevriranje ekstremno ograničeno, brzina je mala, ali relativno jednolična.
F	zagušenje	preko 28	Formiraju se repovi čekanja jer je prometno opterećenje veće od kapaciteta.

Bitan pokazatelj kvalitete odvijanja prometa su vremenski parametri tj. kašnjenja, koja pokazuju trajanje pojedinih situacija koje se događaju u stvarnom prometnom toku. Mogu se izražavati apsolutno u vremenskim jedinicama ili relativno kao odnos potrebnog vremena u stvarnim uvjetima i teorijskog vremena koje bi bilo potrebno u uvjetima slobodnog toka.

Podatci o kašnjenju koriste se za procjenu cijene prometa u smislu potrošenoga goriva i izgubljenog vremena. Nadalje, kašnjenje je važan pokazatelj prometne zagušenosti, pogotovo kašnjenje zaustavljenog vozila. Može se iskoristiti kao osnova za procjenu utjecaja na okoliš u smislu ispušnih plinova i buke. Nezaobilazan je pokazatelj efikasnosti, prilikom evaluacije strategija upravljanja raskrižjem u urbanim sredinama [10].

3. Vrste senzora za mjerenje prometnih podataka cestovne prometnice

Senzori prometnog toka (češći naziv: detektori) detektiraju vozila, prikupljaju i mjere niz parametara prometnog toka. Ovisno o izvedbi sadrže jedan senzorski element ili više senzorskih elemenata kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3. - Osnovni funkcionalni blokovi senzora prometnog toka [6]

Vrste senzorskih tehnologija s obzirom na položaj senzorskog elementa [6]:

- fiksni senzori (intruzivne i neintruzivne senzorske tehnologije);
- mjerenje pokretnim promatračem (senzori na vozilima, praćenje vozila pomoću lokacijskih i komunikacijskih tehnologija);
- daljinsko mjerenje (avionsko i satelitsko snimanje).

Intruzivne senzorske tehnologije objedinjuju ona tehnička rješenja koja zahtijevaju postavljanje senzorskih elemenata u ili na prometnu površinu. U navedenu skupinu pripadaju pneumatska cijev, induktivna petlja, magnetski senzori i piezosenzori. Neintruzivne senzorske tehnologije čine infracrveni senzori, pasivni zvučni senzori, ultrazvučni senzori, videosenzori i radarski senzori kojima je glavno obilježje da se postavljaju u blizini prometne površine [6].

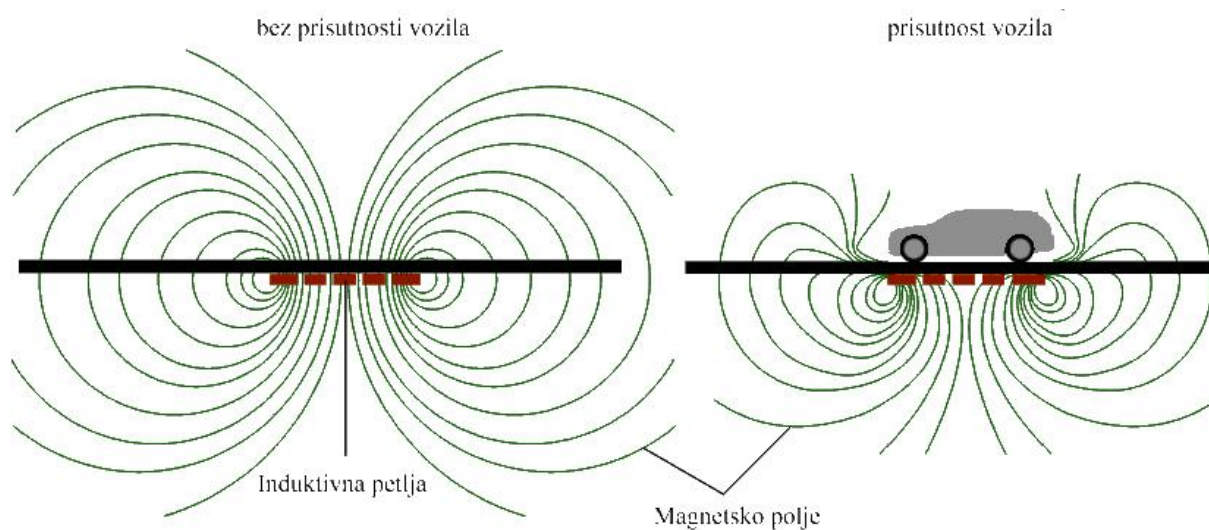
3.1. Induktivna petlja

Induktivna petlja je zbog svoje konstrukcijske jednostavnosti senzorskog elementa i dugog niza godina upotrebe najrašireniji senzor prometnog toka i najčešće se primjenjuje u Europi te Sjevernoj Americi.

Osnovni elektrotehnički dijelovi senzora na osnovi induktivne petlje su [3]:

- jedan ili više zavoja vodiča koji čine petlju, odnosno senzorski element;
- senzorska elektronička jedinica, tj. senzorska jedinica;
- spojni kabel koji povezuje vodiče petlje s detektorskom jedinicom.

Prolaskom vozila preko petlje koja generira magnetski tok, u metalnim dijelovima vozila induciraju se vrtložne struje čiji je magnetski tok suprotan od magnetskog toka petlje. To rezultira smanjenjem ukupnog magnetskog toka, a time i induktiviteta. Smanjenje induktiviteta uzrokuje povećanje frekvencije koje registrira senzorska jedinica koja generira signal detekcije [3]. Osjetljivost petlje raste s omjerom površine donjeg postroja vozila i površine petlje, a pada s kvadratom visine donjeg postroja vozila [6]. Izgled silnica magnetskog polja oko induktivne petlje bez prisutnosti vozila (slika lijevo) i dok se vozilo nalazi unutar induktivne petlje (slika desno) prikazan je na slici 4.

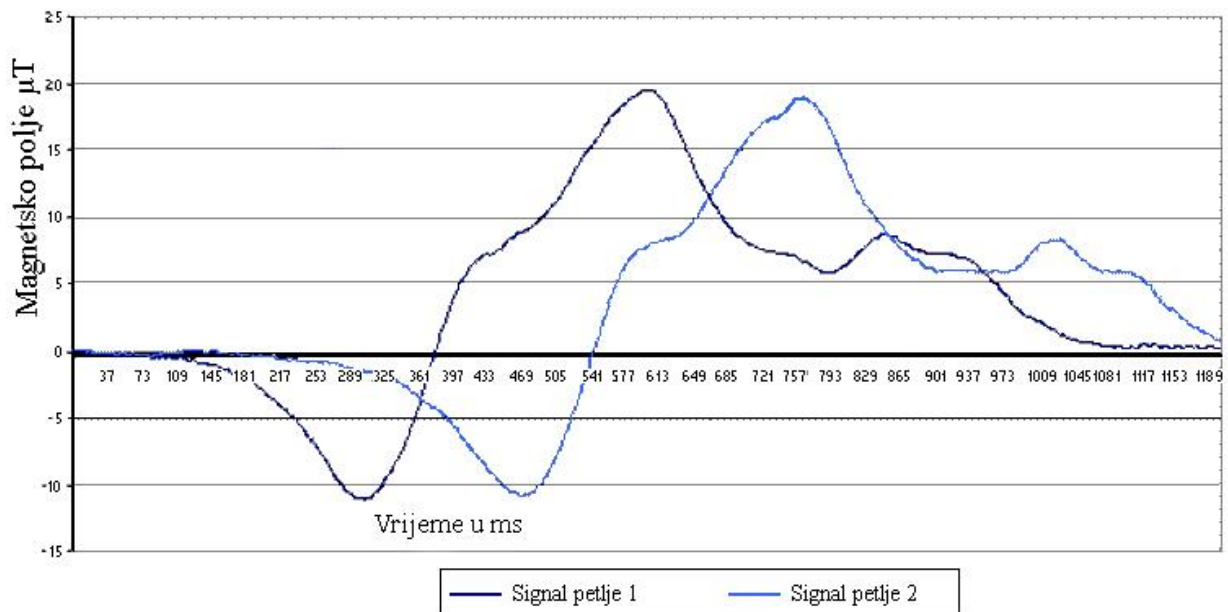


Slika 4. - Prikaz silnica magnetskog polja pri neopterećenoj i opterećenoj induktivnoj petlji [14]

Montaža ovog senzora je dosta jednostavna. U kolnik se motornom pilom urezuje utor u koji se polažu vodiči petlje nakon čega se utor puni brtvilom. Vodič se spaja sa spojnim kabelom koji se spaja sa senzorskom jedinicom. Nepravilno i nepažljivo postavljanje uzrokuje kvarove senzora i/ili nepravilno funkcioniranje [6].

Vrste podataka koji se mogu dobiti korištenjem induktivne petlje su:

- intenzitet;
- brzina (približna brzina kod jedne petlje, točna pri korištenju metode “brzinske klopke” s dvije ili više petlji);
- pretpostavljena duljina vozila;
- vrijeme zauzeća.



Slika 5. - Signali sa dvije induktivne petlje pri prolasku vozila [14]

Slika 5: Prikazuje zapis podataka sa dvije induktivne petlje na grafu jakosti magnetskog polja u $[\mu\text{T}]$ i vremena u $[\text{ms}]$. Oba signala su približno identična jer se radi o istom vozilu. Varijabla Δt predstavlja vrijeme koje je vozilu bilo potrebno da sa prve induktivne petlje prijeđe udaljenost do druge induktivne petlje.

Poznavajući udaljenost između prve i druge induktivne petlje na kolniku, zaključuje se izračun trenutne brzine vozila.

$$V = \frac{x}{\Delta t}, \quad (4)$$

u kojoj je:

V - trenutna brzina vozila $[\text{m/s}]$;

x - udaljenost između induktivnih petlji $[\text{m}]$;

Δt - vrijeme potrebno da vozilo prijeđe udaljenost x $[\text{s}]$.

Mjerenjem ukupnog vremena trajanja pojedinog signala (prilikom pojave i nestanka signala) i stavljanjem u odnos sa trenutnom brzinom vozila, dobije se pretpostavljena duljina vozila.

$$L = \frac{V}{t_{uk}}, \quad (5)$$

u kojoj je:

L - pretpostavljena duljina vozila $[\text{m}]$;

V - brzina vozila $[\text{m/s}]$;

t_{uk} - ukupno vrijeme trajanja podražaja $[\text{s}]$.

3.2. Magnetski senzori

Magnetski senzori su pasivni uređaji koji ne stvaraju vlastito elektromagnetsko polje već detektiraju promjene zemljinog magnetskog polja uzrokovane prolaskom cestovnog vozila. Prisutnost cestovnog vozila izrađenog od metala uzrokuje magnetsku anomaliju, odnosno promjenu magnetskog toka u vremenu koja inducira napon u zavojnici koji će obraditi elektronička jedinica i generirati signal detekcije [3].

Magnetski senzor sastoji se od sonde, spojnog kabela i senzorske elektroničke jedinice. S obzirom na građu sonde, princip rada i dimenzije razlikujemo dvije skupine senzora [6]:

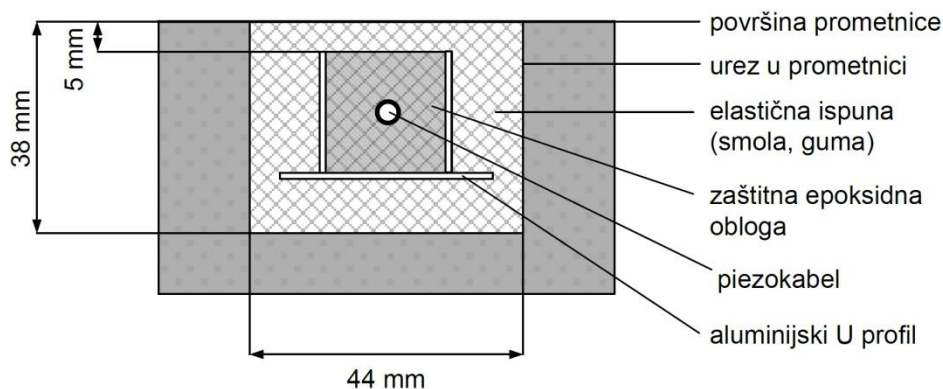
- magnetski senzor s ispitnom zavojnicom;
- magnetometar.

3.3. Piezoelektrični senzori

Piezoelektrici su materijali sa svojstvom generiranja napona na svojim ploham ako se na njih pod određenim smjerovima djeluje vlakom ili tlakom. Prilikom prolaska vozila preko senzora, piezoelektrični materijal generira napon koji je proporcionalan sili odnosno težini vozila. Kao piezoelektrični materijali koriste se specijalni piezopolimeri, piezokeramike i kristali (kvarc). Senzorski element piezoelektričnog senzora izrađuje se u obliku koaksijalnog kabela ili nagazne površine. Prema mogućnostima se piezoelektrični senzori dijele na dvije klase [6]:

- klasa I - piezoelektričnih senzora detektira osovine i daje podatak o masi (masa na osovini);
- klasa II - piezoelektričnih senzora samo detektira prelazak osovine, stoga može klasificirati vozila samo prema broju osovina.

Piezokabel prikazan na slici 6 ima metalnu jezgru, piezoelektrični materijal i metalni omotač. Aluminijski U profil (aluminijski kanal), zajedno s epoksidnom zaštitom, u funkciji je olakšavanja postavljanja (smanjenje vjerojatnosti nepravilnog postavljanja). Elastična ispuna ima zadatak zaštite i prijenosa vertikalne sile, sa što manjom horizontalnom komponentom [6].



Slika 6. - Postavljeni piezokabel u presjeku [6]

Koriste se za dinamičko mjerenje mase vozila u pokretu u tzv. WIM (engl. Weigh in Motion) sustavima na prometnicama, graničnim prijelazima i sl. Mjerenje se odvija na način da se prikazuje osovinsko opterećenje vozila i ukupno opterećenje vozila na kolnik obradom podataka o broju osovina i kategorizacijom vozila te usporedbom s najvećom dozvoljenom masom vozila za određenu kategoriju.

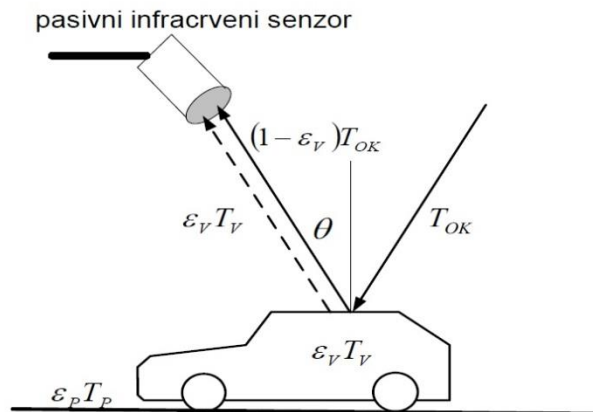
3.4. Infracrveni senzori

Senzorski elementi infracrvenih senzora osjetljivi su na zračenje u infracrvenom području elektromagnetskog spektra. Sustavom optike energija zračenja usmjerava se na materijal osjetljiv na infracrveno zračenje, koji primljenu energiju pretvara u električni signal [3]. S obzirom na način rada, dijele se na aktivne infracrvene senzore i pasivne infracrvene senzore [6].

3.4.1. Pasivni infracrveni senzori

Svaki objekt koji nije na temperaturi apsolutne nule (0 K) zrači u infracrvenom području elektromagnetskog spektra. Zračena snaga objekta ovisi o temperaturi površine objekta, veličini i strukturi. Pasivni senzor reagira na promjene energije zračenja. Ulaskom vozila u detekcijsku zonu, mijenja se energija zračenja zbog promjene temperature u vidnom polju senzora, a dolazi i do promjene reflektirane energije okoline [6].

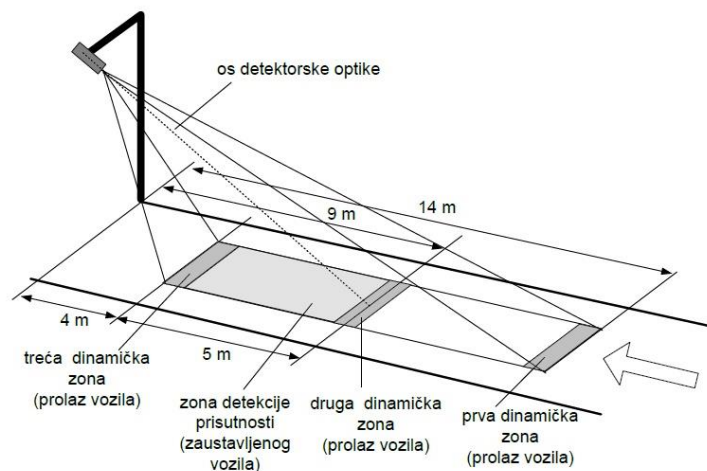
Otvor senzora pokriva detekcijsku zonu, koja je određena konstrukcijom optike. Zračenje prometne površine koje hvata senzor proporcionalno je prividnoj temperaturi prometne površine. Prividna temperatura prometne površine rezultat je zračenja prometnice i zračenja okoline koje se reflektira od prometnice. Prividna temperatura vozila koje se nalazi u detekcijskoj zoni također je rezultat zračenja vozila i zračenja okoline koje se reflektira od vozila. Emisija i refleksija energije prikazana je na slici 7. Signal koji generira senzor bit će razmjernan razlici prividnih temperatura [6].



Slika 7. - Emisija i refleksija energije vozila [6]

Na rad senzora utječu vremenski uvjeti npr. kiša i vlaga koji uzrokuju promjenu temperature okoline što rezultira slabljenjem signala. Izrazito nepovoljni uvjeti kao što su gusta magla i gusti snijeg mogu raspršiti ili apsorbirati energiju prije nego što je uhvati senzor [6].

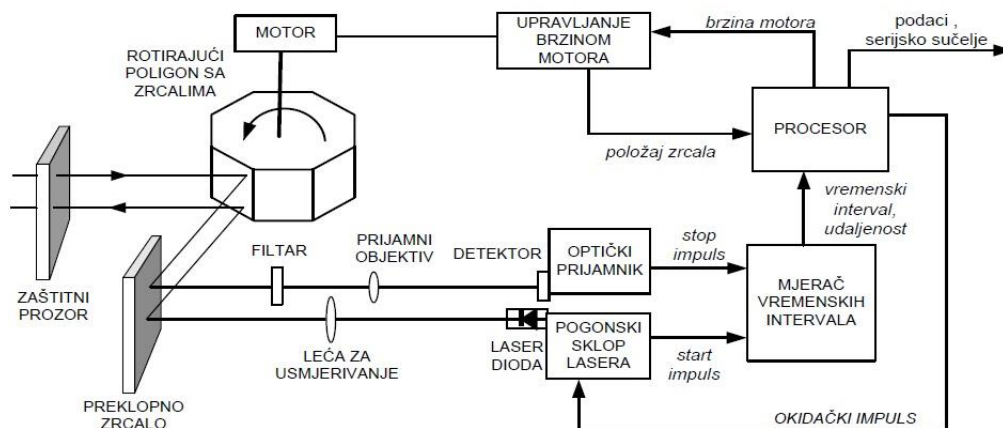
Postavljaju se vertikalno iznad prometnice ili pokraj prometnice na stupove rasvjete, konzole lanterne ili druge objekte na visini od oko 5,5 metara. Način postavljanja senzora i lokacije detekcijskih zona infracrvenog senzora kratkog dometa prikazani su na slici 8 [6].



Slika 8. - Detekcijske zone infracrvenog senzora kratkog dometa [6]

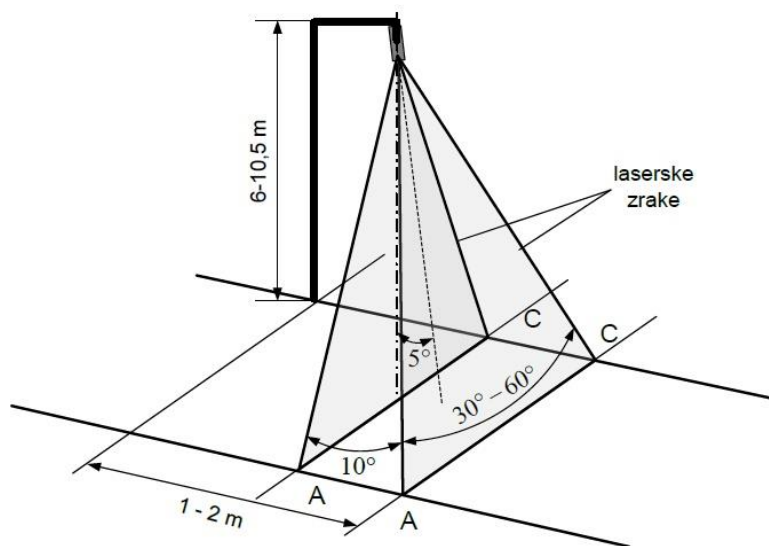
3.4.2. Aktivni infracrveni senzori

Aktivni infracrveni senzori spadaju među najskuplje senzore jer sadrže preciznu mehaniku i optiku. Senzor se sastoji od odašiljačkog i prijamnog dijela. Odašiljački dio se sastoji od izvora zračenja (LED ili LASER dioda), optike i elektronike koja upravlja procesom stvaranja infracrvenih zraka prikazani su na slici 9 [6].



Slika 9. - Blok-shema glavnih dijelova aktivnog infracrvenog senzora [6]

Optika prijamnog dijela senzora zahvaća reflektiranu i raspršenu energiju od vozila i fokusira je na foto-detektor, koji generira električni impuls. Detekcija vozila zasniva se na mjerenju povrata reflektirane energije. Pomoću rotirajućeg poligona sa zrcalima na stranicama postiže se linijsko skeniranje laserskom zrakom, a zrcala na stranicama imaju različite kutove nagiba prema bazi poligona te se dobivaju dvije laserske zrake u odnosu na os senzora. Svaka zraka prati zamišljenu dužinu A-C na prometnici čineći tako dvije detekcijske ravnine, koje određuju detekcijsku zonu. Postavljaju se iznad prometne površine, na konzole, stupove rasvjete ili druge objekte na visini 6 - 9[m] sa kutom otklona osi senzora od vertikale 0° - 40° (najčešće 5°) [6]. Način postavljanja i geometrija laserskih zraka prikazani su na slici 10.



Slika 10. - Geometrija laserskih zraka aktivnog infracrvenog senzora [6]

Aktivni infracrveni senzori mogu davati sljedeće podatke: prisutnost, volumen, zauzeće, brzinu vozila, klasifikaciju vozila pomoću generiranja trodimenzionalne slike objekta.

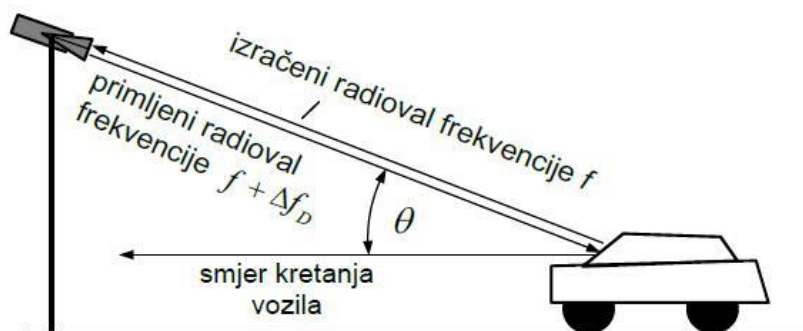
3.5. Radarski senzori

Princip rada radarskih senzora zasniva se na odašiljanju radiovalova mikrovalnog područja i prijemu povratnog signala reflektiranih radiovalova od objekata. Obradom povratnog signala, odnosno usporedbom s odaslanim signalom moguće je dobiti informacije o prisutnosti objekta, udaljenosti i brzini. Frekvencijsko područje radiovalova primjenjivo za radare je od 3 [MHz] do 300 [GHz]. Najveći dio komercijalnih radarskih senzora ima radnu frekvenciju 10,525 [GHz], dok se za primjenu u prometu najčešće koristi frekvencijski pojas od 8 – 12 [GHz] [6].

Vozilo će se detektirati ako je primljena snaga povratnog signala dovoljno velika, odnosno ako je gustoća snage povratnog signala na mjestu prijema dovoljno velika. Gustoća snage povratnog signala ovisi o snazi zračenja antene, dobitku antene, udaljenosti vozila i efektivnoj površini objekta (mete) [6]. Razlikujemo dvije osnovne vrste radara:

- radar s kontinuiranim odašiljačkim signalom (engl. Continuous Wave Doppler Radar);
- radar s frekvencijski moduliranim signalom (engl. Frequency Modulated Continuous Wave Radar).

Prema Dopplerovom efektu prikazanom na slici 11, frekvencija primljenog reflektiranog signala povećava se u odnosu na odaslani signal ako se vozilo približava, a smanjuje ako se vozilo udaljava.



Slika 11. - Detekcija vozila radarom s kontinuiranim odašiljačkim signalom [6]

Prednost radarskih senzora ogleda se u tome što radio valovi frekvencijskog područja 8 – 12 [GHz] prodiru kroz kišu, maglu, snijeg i na njih ne utječe osvjetljenje (dan - noć), temperatura okoline i objekta.

3.6. Pasivni zvučni i ultrazvučni senzori

Pasivni zvučni i ultrazvučni senzori koriste zvučne valove za dobivanje podataka o parametrima prometnog toka. Pasivni zvučni senzori primaju i analiziraju zvučne valove koje proizvodi prometni sustav. Aktivni ultrazvučni senzori odašilju zvučne valove u ultrazvučnom području i analiziraju reflektirane valove.

3.6.1. Pasivni zvučni senzori

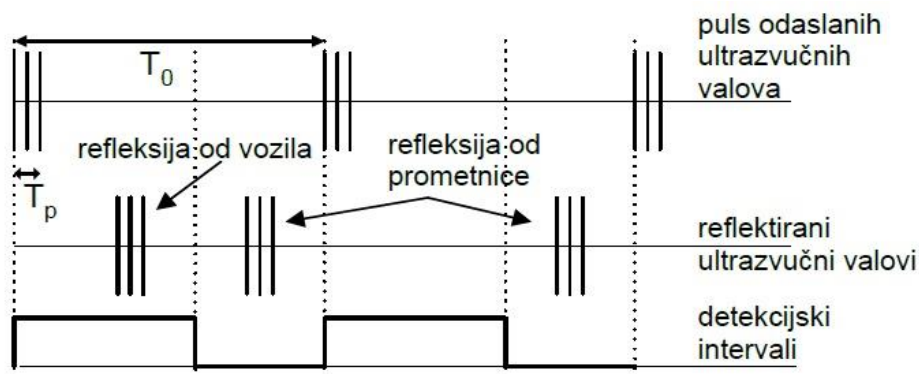
Pasivni zvučni senzori registriraju zvučne valove čujnog područja generirane vozilima koja proizvode buku trenjem guma vozila s površinom prometnice [3]. Poželjno je postavljanje pasivnih zvučnih senzora pokraj prometnice, kako bi polje mikrofona bilo usmjereno upravo na gume vozila. Pri manjim brzinama, primjerice na raskrižjima, zvučni senzori slušaju i zvuk koji proizvode motori. Frekvencijsko područje zvučnih valova koje prima pasivni zvučni senzor ovisi o proizvođaču, ali načelno se nalazi između 8 [kHz] i 15 [kHz] [6].

Pasivnim zvučnim senzorom mogu se dobiti podatci o intenzitetu (volumenu) prometnog toka, zauzeću, brzini i klasifikaciji prometnog toka. Brzina se može dobiti na dva načina, pomoću brzinske klopke, s time da onda postoji više detekcijskih zona, ili na osnovu pretpostavljene duljine vozila i izmjerenog podatka o zauzeću. Klasifikacija vozila pasivnim zvučnim senzorom je ograničena. Mogu se prepoznati osobna vozila, laka teretna vozila i teška teretna vozila. Klasifikacija vozila zasniva se na usporedbi zvukova [6].

3.6.2. Ultrazvučni senzori

Ultrazvučni senzori odašilju zvučne valove u frekvencijskom području 25-50 [kHz] (ultrazvuk) koji se reflektiraju od objekta koji se nalazi u detekcijskoj zoni te prikupljaju i analiziraju podatke. Postoje pulsni ultrazvučni senzori i senzori s kontinuiranim odašiljačkim ultrazvučnim signalom. Senzori s kontinuiranim odašiljačkim ultrazvučnim valom služe za mjerenje brzine i zasnivaju se na Dopplerovom efektu. Primjenjuju se za mjerenje brzine na autocestama, dok za urbanu sredinu nisu pogodni [6].

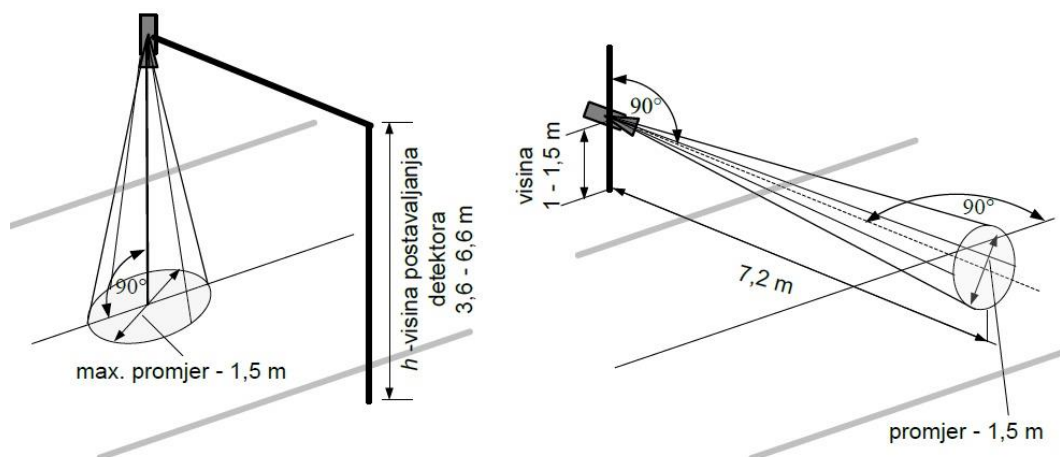
Pulsni ultrazvučni senzori emitiraju kratke sekvencije ultrazvučnog vala trajanja od 0,02 [ms] do 2,5 [ms] s vremenskim razmakom od 33 [ms] do 170 [ms]. Detekcija vozila zasniva se na mjerenju vremena potrebnog ultrazvučnom valu da prijeđe put senzor – detekcijska zona – senzor. Ultrazvučnom valu koji se reflektira od vozila potrebno je kraće vrijeme da prijeđe navedeni put, nego ako se reflektira od prometnice, što je prikazano na slici 12 [6].



Slika 12. - Princip rada ultrazvučnog senzora [6]

Ultrazvučni senzori mogu davati podatke o intenzitetu prometnog toka, prisutnosti vozila, zauzeću, klasifikaciji i brzini. Na točnost podataka mogu utjecati promjene temperature i jaka strujanja zraka zbog vjetrova ili prolaska velikih vozila [6].

Način postavljanja ultrazvučnog senzora iznad prometnice (slika lijevo) i pokraj prometnice (slika desno) prikazan je na slici 13.



Slika 13. - Postavljanje ultrazvučnog senzora iznad i pokraj prometnice [6]

3.7. Videosenzori

Videosenzor je sustav za snimanje i obradu slika koje se analiziraju u svrhu dobivanja parametara prometnog toka. Videosenzori još se nazivaju i VIP (engl. Video Image Processor) ili VIVDS (engl. Video Imaging Vehicle Detection System). Sastoji se od jedne ili više kamera, mikroprocesora za obradu slike i programa za interpretaciju slike i izvlačenje parametara prometnog toka [3].

Videozapis koji snima kamera sastoji se od niza slika ili okvira (engl. frame). Detekcija vozila koja je osnova za dobivanje ostalih podataka o parametrima prometnog toka zasniva se na detekciji promjene u skupini ili skupinama piksela (elemenata slike) između slika u nizu.

Videosenzori nude mogućnost klasifikacije vozila prema njihovoj duljini i pružaju sljedeće podatke: prisutnost vozila, protok, zauzeće prometnog traka, promjenu prometnog traka i brzinu vozila za svaku prometnu traku i za svaku klasificiranu duljinu vozila [3].

4. Pregled dostupnih prometnih podataka

U ovom poglavlju prikazat će se dostupni prometni podatci iz Republike Hrvatske i Republike Slovenije. Obradit će se način dobivanja prometnih podataka baza saveznih američkih država Minnesota i California i prikazati prednosti i nedostaci tih baza. Za baze podataka na mreži, kao što su podatci iz Sjedinjenih Američkih Država, objasniti će se postupak kretanja kroz izbornike kako bi se došlo do pojedinih podataka sa senzora prometnih tokova.

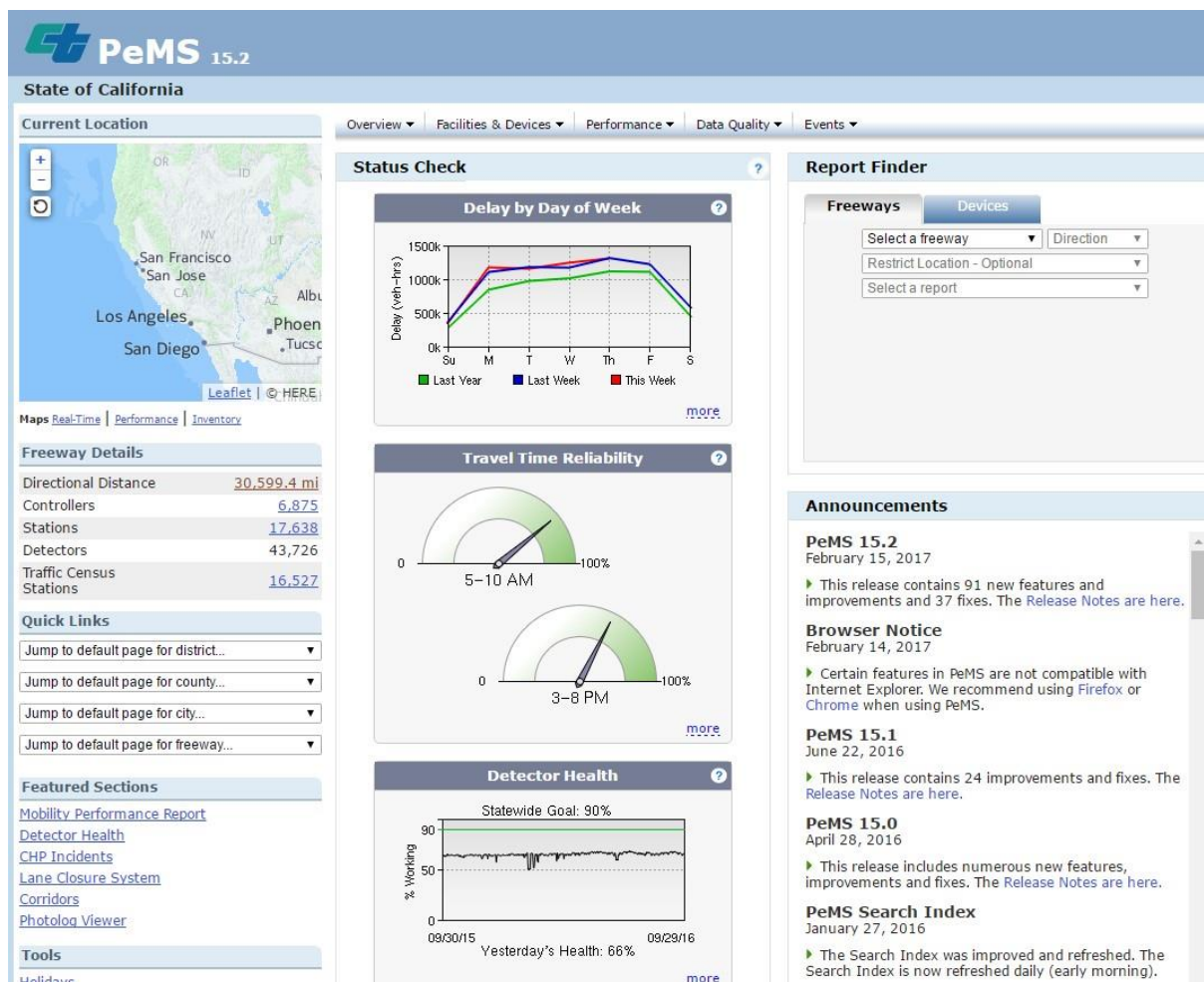
4.1. Baze prometnih podataka u Sjedinjenim Američkim Državama

Prometni podatci u Sjedinjenim Američkim Državama javno su objavljeni na mrežnim stranicama pojedinih država te nude mogućnost pristupa tim podacima, uz razne alate koji omogućuju personalizirane pretrage i obrade podataka.

4.1.1. PeMS baza prometnih podataka

PeMS (engl. Performance Measurement System) baza podataka javno je dostupna prometna baza koja je dostupna svim korisnicima Interneta koji se registriraju i otvore besplatan korisnički račun. To omogućuje pregled povijesnih prometnih podataka i podataka u stvarnom vremenu, koristeći se alatima koji izrađuju grafičke, tablične i tekstualne prikaze. Ova baza podataka pruža geometrijske i prometne podatke o prostornoj konfiguraciji autocesta, lokacijama senzora prometnog toka i dr. Podatci u bazi podataka odnose se samo na autoceste u američkoj saveznoj državi California.[8]

U nastavku se detaljnije prikazuje i objašnjava način pronalaženja prometnih podataka kretanjem kroz izbornike mrežnog mjesta PeMS baze podataka. Početna stranica mrežnog mjesta prikazana je na slici 14.



Slika 14. - Početna stranica mrežnog mjesta PeMS baze podataka [12]

Da bi se olakšala i ubrzala potraga za određenom prometnicom u bazi podataka, California je podijeljena u 12 regija. Za pregled podataka o autocestama potrebno je u izborniku pritisnuti na postrojenja i uređaje (engl. Facilities & Devices) i odabrati autoceste (engl. Freeways) nakon čega se otvara popis svih autocesta prikazan na slici 15.

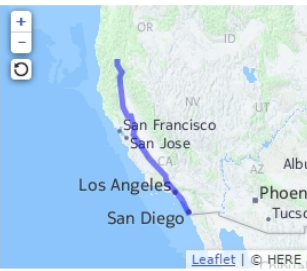
Detection				Mainline Facilities Detection Coverage			
Fwy	# LDSs	# VDSs	# Detectors	Total Miles	# VDSs	Miles	Lane Miles
15-N	430	973	2,433	796.5	451	382.3	1,271.9
15-S	408	999	2,502	796.3	460	374.2	1,254.9
18-E	38	65	195	171.9	43	26.3	98.3
18-W	45	87	251	172.2	46	26.3	97.5
110-E	207	523	1,334	241.6	274	241.0	763.7
110-W	166	545	1,386	241.6	271	221.0	716.4
115-N	222	374	1,158	293.6	261	289.4	954.9
115-S	132	373	1,154	294.0	254	292.8	954.9

Slika 15. - Pregled postrojenja i uređaja na autocestama [12]

Pritiskom na količinu senzora za autocestu „IS-N“ na kojoj se nalazi 973 mjernih mjesta, a na kojima je ukupno 2.433 senzora, otvara se popis svih senzora na cijeloj dionici autoceste razvrstane prema gradu u kojem se nalazi senzor, vidljivo je na slici 16.

Freeway I5-N

Current Location



Facilities & Devices > Field Elements > Detectors

Day: 04/10/2017 Owner: All Station Types: ☒ Coll/Dist ☒ Fwy-Fwy ☒ Mainline ☒ On R ☒ Conventional Highway ☒ HOV ☒ Off Ramp

Postmile Range (0.05 - 539.07) 0.05 - 539.07 ☐ Show Crossings

VIEW TABLE EXPORT TEXT EXPORT TO XLS EXPORT TO PDF

Show All 2,433 Results Previous | 1 | 2 | 3 | ... | 25 | Next

Fwy	Dist	County	City	CA PM	Abs PM	VDS	ID	Lane Type	HOV	LDS
I5-N	11	San Diego	San Diego	R.147	0.06	1114091	1114085	1 Mainline	No	1114084
				R.147	0.06	1114091	1114086	2 Mainline	No	1114084
				R.147	0.06	1114091	1114090	6 Mainline	No	1114084
				R.147	0.06	1114091	1114088	4 Mainline	No	1114084
				R.147	0.06	1114091	1114089	5 Mainline	No	1114084
				R.147	0.06	1114091	1114087	3 Mainline	No	1114084
				1.233	1.14	1118333	1118328	1 Mainline	No	1118327
				1.233	1.14	1118333	1118329	2 Mainline	No	1118327
				1.233	1.14	1118333	1118330	3 Mainline	No	1118327

Freeway Details

Directional Distance: 796.5 mi

Controllers: 430

Stations: 973

Detectors: 2,433

Traffic Census Stations: 1,052

Slika 16. - Pregled senzora na autocesti IS-N [12]

Prvih šest senzora se nalazi na istom brojilu i zato im je pridružen isti serijski broj brojila (engl. Vehicle Detection System - VDS), dok svaki od šest prometnih trakova ima svoju osobnu identifikaciju „ID“ za senzor. Pritiskom na serijski broj prikazuju se podatci o brojilu, vidljivi na slici 17.

Mainline VDS 1114091 - N/O CMNO DE LA PLAZA

Change Log Performance Data Quality Events

Change Log

Roadway Information (from TSN)

Road Width	96 ft
Lane Width	12.0 ft
Inner Shoulder Width	0 ft
Inner Shoulder Treated Width	0 ft
Outer Shoulder Width	0 ft
Outer Shoulder Treated Width	0 ft
Design Speed Limit	70 mph
Functional Class	Principal Arterial W/ C/L Prin Arterial
Inner Median Type	Separate Grades
Inner Median Width	84 ft
Terrain	Flat
Population	Urbanized
Barrier	Concrete Barrier
Surface	Concrete
Roadway Use	Bug or Border Patrol Stations

Station Details

Aliases: MS ID 3001

LDS: 1114084

Owner: Traffic.com

Assoc. Traffic Census Station: None

Comm Type (LDS): Other

Speeds: Estimated

Max Cap.: 64.0 Veh/Min (04/01/2015)

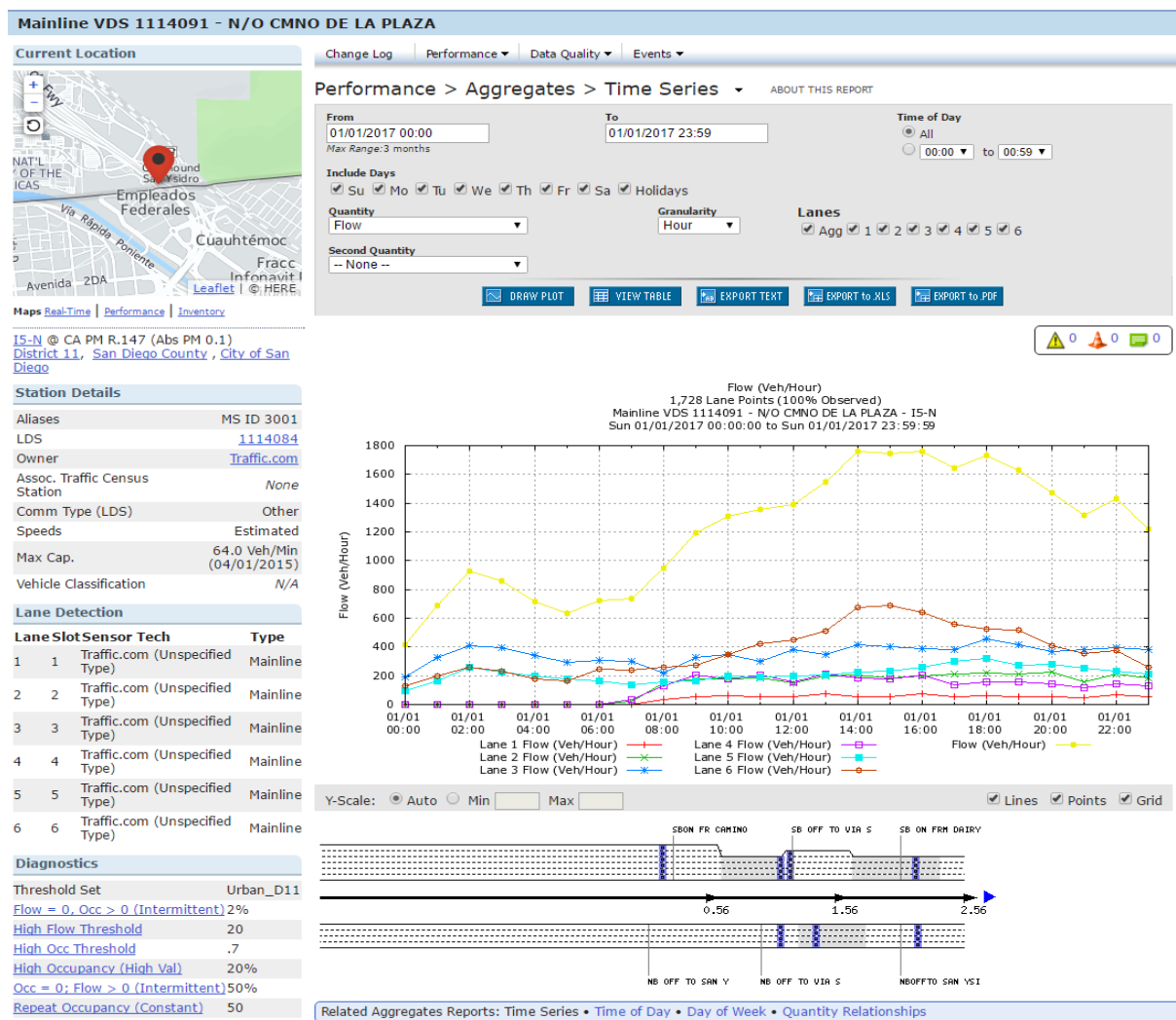
Vehicle Classification: N/A

Change Log

Date	Status	Name	Lanes	CA PM	Abs PM	Length	Lat	Lng
11/02/2005	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.74	32.542842	-117.030331
04/27/2007	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.74	32.542842	-117.030331
03/06/2008	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.74	32.542842	-117.030331
04/15/2008	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.10	32.542842	-117.030331
02/19/2009	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.10	32.542842	-117.030331
11/10/2010	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.10	32.542842	-117.030331
07/27/2011	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.10	32.542842	-117.030331
08/05/2011	Active	N/O CMNO DE LA PLAZA	1 2 3 4 5 6	R.147	0.06	0.10	32.542842	-117.030331

Slika 17. - Pregled podataka i lokacije brojila prometa [12]

Izborom prve od šest prometnih trakova (engl. Lanes), otvara se novi prozor prikazan na slici 18, u kojemu se nalaze alati za obradu podataka s brojila prometa.



Slika 18. - Grafički prikaz opterećenja prometnice i alati za obradu podataka s brojila [12]

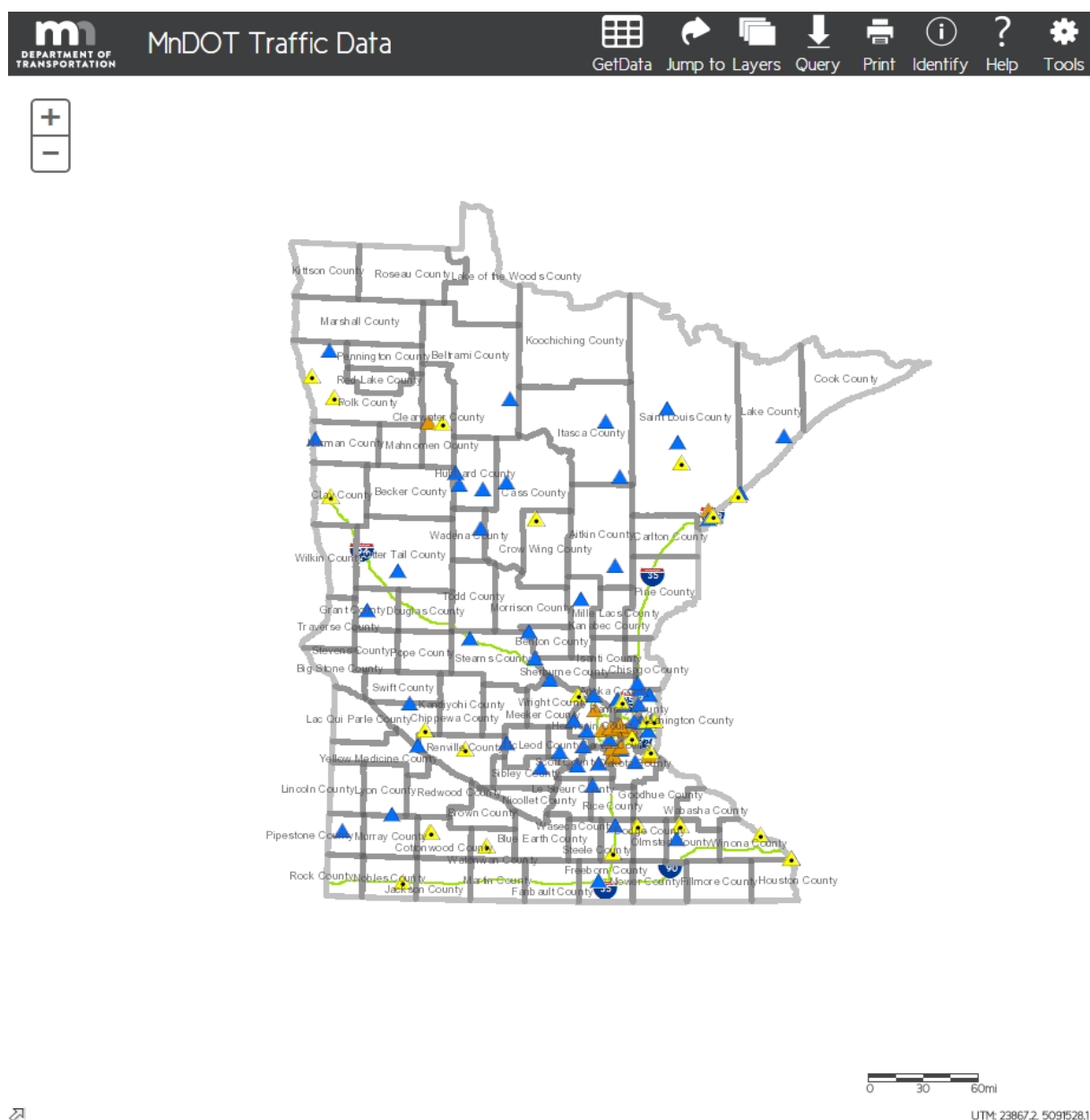
Dostupno je mnogo alata kojima je omogućeno detaljno pretraživanje prometnih podataka, njihov grafički prikaz i izvoz u tablice [8]. Za tabelarni prikaz satnog prometnog opterećenja potrebno je pritisnuti na ikonu s natpisom „Pogledaj tablicu“ (engl. View table) koja će generirati tablicu 2 u kojoj se za svih šest prometnih traka prikazuju podatci o broju vozila.

Tablica 2. - Podatci o opterećenju prometnih trakova na prometnici [12]

Hour	Lane 1 Flow (Veh/Hour)	Lane 2 Flow (Veh/Hour)	Lane 3 Flow (Veh/Hour)	Lane 4 Flow (Veh/Hour)	Lane 5 Flow (Veh/Hour)	Lane 6 Flow (Veh/Hour)	Flow (Veh/Hour)	# Lane Points	% Observed
01/01/2017 00:00	0.0	0.0	189.0	0.0	94.0	130.0	413.0	72	100.0
01/01/2017 01:00	1.0	0.0	324.0	0.0	163.0	201.0	689.0	72	100.0
01/01/2017 02:00	0.0	0.0	407.0	3.0	262.0	256.0	928.0	72	100.0
01/01/2017 03:00	0.0	1.0	397.0	0.0	227.0	235.0	860.0	72	100.0
01/01/2017 04:00	0.0	0.0	340.0	2.0	195.0	177.0	714.0	72	100.0
01/01/2017 05:00	0.0	1.0	292.0	0.0	178.0	165.0	636.0	72	100.0
01/01/2017 06:00	0.0	0.0	309.0	2.0	167.0	247.0	725.0	72	100.0
01/01/2017 07:00	2.0	21.0	299.0	34.0	139.0	238.0	733.0	72	100.0
01/01/2017 08:00	37.0	148.0	220.0	128.0	157.0	257.0	947.0	72	100.0
01/01/2017 09:00	52.0	176.0	326.0	202.0	164.0	270.0	1,190.0	72	100.0
01/01/2017 10:00	63.0	177.0	348.0	176.0	195.0	349.0	1,308.0	72	100.0
01/01/2017 11:00	54.0	181.0	299.0	207.0	191.0	422.0	1,354.0	72	100.0
01/01/2017 12:00	52.0	153.0	381.0	158.0	197.0	450.0	1,391.0	72	100.0
01/01/2017 13:00	76.0	199.0	351.0	210.0	206.0	508.0	1,550.0	72	100.0
01/01/2017 14:00	56.0	205.0	415.0	183.0	227.0	676.0	1,762.0	72	100.0
01/01/2017 15:00	56.0	186.0	404.0	178.0	234.0	690.0	1,748.0	72	100.0
01/01/2017 16:00	74.0	197.0	387.0	202.0	260.0	640.0	1,760.0	72	100.0
01/01/2017 17:00	56.0	208.0	381.0	135.0	302.0	560.0	1,642.0	72	100.0
01/01/2017 18:00	61.0	215.0	456.0	157.0	320.0	525.0	1,734.0	72	100.0
01/01/2017 19:00	57.0	213.0	415.0	157.0	270.0	516.0	1,628.0	72	100.0
01/01/2017 20:00	52.0	227.0	370.0	140.0	279.0	407.0	1,475.0	72	100.0
01/01/2017 21:00	48.0	158.0	385.0	116.0	252.0	355.0	1,314.0	72	100.0
01/01/2017 22:00	70.0	208.0	395.0	145.0	234.0	378.0	1,430.0	72	100.0
01/01/2017 23:00	54.0	185.0	382.0	130.0	212.0	259.0	1,222.0	72	100.0
Total							1,728	100.0	

4.1.2. MnDOT baza prometnih podataka

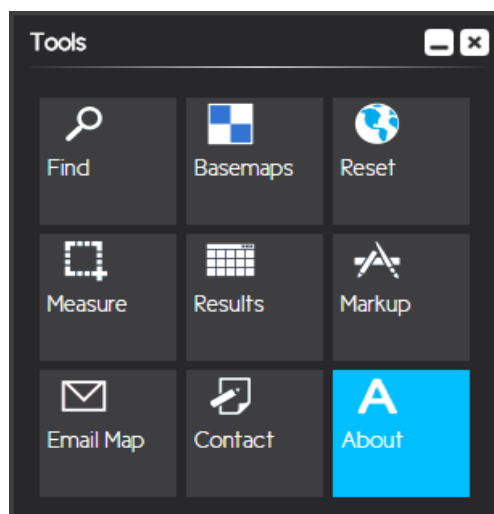
Minnesota database (MnDOT) je javno dostupna baza prometnih podataka na internetu koja omogućuje pristup povijesnim prometnim podatcima za cijelo geografsko područje savezne američke države Minnesota i prikaz istih podataka pomoću alata koji izrađuju tablice, grafove i prikaz na interaktivnoj karti područja. Prikaz na interaktivnoj karti pomoću aplikacije TMA (engl. Traffic Mapping Application) predstavlja najlakši i najbrži način analize podataka jer omogućuje odabir lokacije za koju se želi dobiti prikaz prometnih podataka [8]. Početna stranica mrežnog mjesta MnDOT baze podataka prikazana je na slici 19.



Slika 19. - Početna stranica mrežnog mjesta MnDOT baze podataka [13]

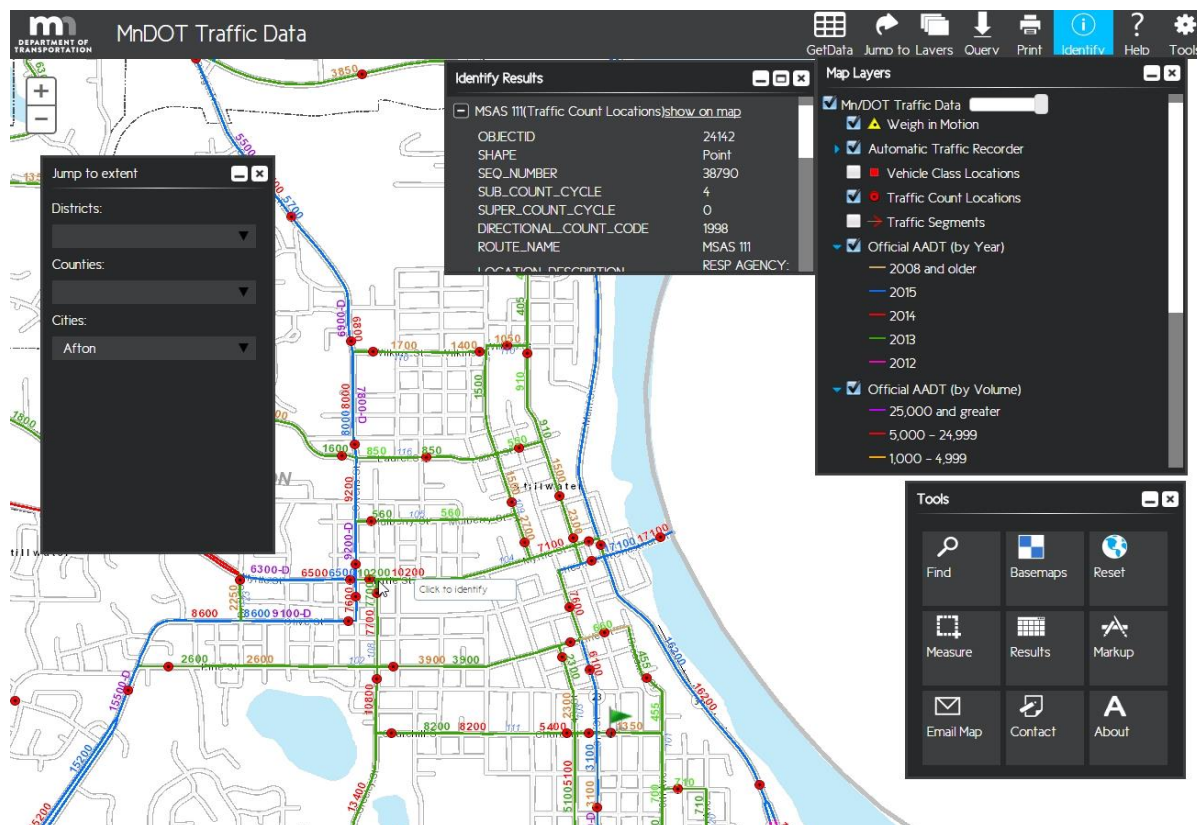
Pretraživanje po interaktivnoj karti se može izvršiti uvećavanjem područja interesa ili preko izbornika u kojem je potrebno pritisnuti na „Skoči na“ (engl. Jump to) kako bi se

otvorio prozor u kojem je moguće pretraživati kartu prema općinama, županijama i gradovima. Odabirom alata (engl. Tools), prikazanih na slici 20 u izborniku, moguće je mjerenje udaljenosti između pojedinih točaka na karti.



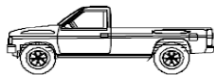
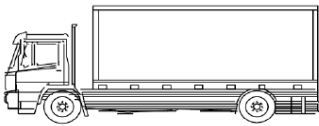
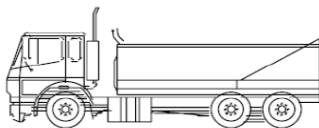
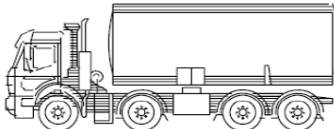
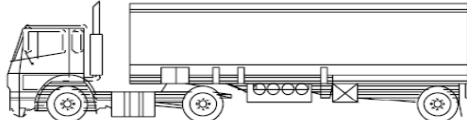
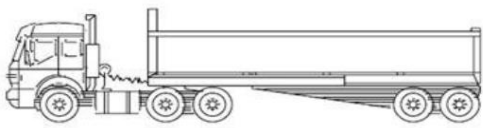
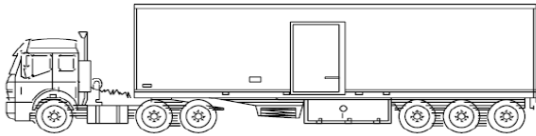
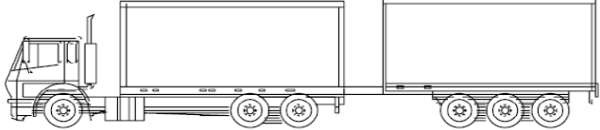
Slika 20. - Alati za obradu podataka na interaktivnoj karti [13]

MnDOT baza jako je kvalitetan izvor podataka o prosječnom dnevnom godišnjem prometu (AADT) i prosječnom dnevnom godišnjem prometu teških komercijalnih vozila (HCAADT) jer se na taj način omogućuje pregled prema godinama [8]. Na karti prikazanoj na slici 21, moguće je pregledati osnovne podatke kao i lokacije senzora prometnih tokova. Klasifikacija vozila primjenjuje se prema tablici 3.



Slika 21. - Odabir podataka prema razdoblju i prikaz podataka o broju [13]

Tablica 3. - Klasifikacijska shema vozila u američkoj saveznoj državi Minnesota [13]

Vrsta	PUTNIČKA VOZILA	
1	Motor	
2	Osobni automobil	
3	Kamionet Kombi	
JEDINSTVENE JEDINICE		
4	Bus Kamionet s prikolicom	
5	Kamion s prikolicom (dvije osovine)	
6	Kamion s prikolicom (tri osovine)	
7	Kamion s prikolicom (četiri ili više osovina)	
KOMBINIRANE JEDINICE		
8	Tegljač s poluprikolicom (tri i četiri osovine)	
9	Tegljač s poluprikolicom (pet osovina)	
10	Tegljač s poluprikolicom (šest ili više osovina)	
11,12,13	Kamion s prikolicom i poluprikolicom	

4.1.3. Usporedba PeMS i MnDOT baza prometnih podataka

Uzimajući u obzir geometrijske podatke, jasno je da PeMS baza podataka sadrži više podataka o pojedinim segmentima prometnice kao što su broj prometnih traka i sl. Preciznost i organiziranost podataka su glavne odlike PeMS baze podataka u odnosu na MnDOT bazu podataka. Podatke o lokacijama senzora prometnih tokova nije lako pretraživati u MnDOT bazi, kao što je to slučaj u PeMS bazi podataka, jer zahtijeva traženje jednog senzora na karti na kojoj ih se nalazi mnogo.

Usporedivši PeMS i MnDOT bazu podataka zaključuje se da je baza podataka iz američke savezne države California organiziranija, dok je način prikupljanja podataka jednostavniji jer se podatci o pojedinim vremenima raspoređuju individualno. U MnDOT bazi podataka podatci se prikazuju prema cijeloj dostupnoj povijesti čineći analize puno složenijima [8].

4.2. Prometni podatci iz Republike Slovenije

Ministarstvo infrastrukture Republike Slovenije kategorizira vozila u jednu od sljedećih 8 kategorija koje su prikazane u tablici 4.

Tablica 4. - Kategorizacija vozila u Republici Sloveniji

	Vrsta vozila	Oznaka
1.	motori, skuteri, motorni tricikli	Motor-MO
2.	osobna vozila i osobna vozila s prikolicom	Osebni-OA
3.	autobusi i autobusi s prikolicom	BUS
4.	laka teretna vozila do 3,5t s prikolicom	La.Tov-LT
5.	srednja teretna vozila 3,5-7t	Sr.Tov-ST
6.	teška teretna vozila preko 7t	Te.Tov-TT
7.	kamioni s prikolicom	T.s Pr-TP
8.	tegljači	Vlač-TPP

Sva vozila se razvrstavaju prema tablici 4 te se pri zapisu podataka na automatskom brojilu prometa, koji je vidljiv u tablici 5 pojedinačno broje za svaki smjer vožnje. Pojedina automatska brojila prometa imaju mogućnost mjerenja brzine vožnje cestovnih vozila. Podatci s takvih brojila razvrstavaju ovisno o brzini, što je prikazano u tablici 6.

Zbog dostupnosti prometnih podataka s velikog broja automatskih uređaja za brojenje prometa smještenih u Republici Sloveniji, isti se odabiru za izradu MatLAB funkcija za obradu prometnih podataka u poglavlju 5.

Tablica 5. - Pregled dnevnih podataka prometa s mjernog mjesta 887 na AC Maribor - Murska Sobota u Republici Sloveniji

STM	DATUM DD.MM.GG	SAT SS.MM	SMJER 1 (AC MB - MURSKA SOBOTA)									SMJER 2 (MURSKA SOBOTA - AC MB)									1+2 SUMA3
			MO	OA	BUS	LT	ST	TT	TP	TPP	SUMA1	MO	OA	BUS	LT	ST	TT	TP	TPP	SUMA2	
00887	01.01.15.	00:00	0	593	0	15	5	1	0	0	614	0	605	0	24	3	5	1	0	638	1252
00887	02.01.15.	00:00	0	1249	2	99	25	8	5	6	1394	0	1290	3	117	25	13	3	7	1458	2852
00887	03.01.15.	00:00	0	1062	0	70	11	4	3	3	1153	0	1169	1	78	6	7	1	3	1265	2418
00887	04.01.15.	00:00	0	773	3	39	3	6	2	0	826	0	1043	8	60	6	6	0	1	1124	1950
00887	05.01.15.	00:00	0	1644	5	193	31	23	10	22	1928	0	1733	11	199	37	22	15	21	2038	3966
00887	06.01.15.	00:00	0	1622	3	191	41	17	9	24	1907	0	1642	7	223	35	31	19	28	1985	3892
00887	07.01.15.	00:00	0	1644	7	192	49	22	9	17	1940	0	1679	10	210	46	31	8	17	2001	3941
00887	08.01.15.	00:00	0	1682	3	212	39	31	7	26	2000	0	1639	8	222	36	37	8	24	1974	3974
00887	09.01.15.	00:00	0	2162	9	218	42	30	11	23	2495	0	1823	14	230	41	32	13	22	2175	4670
00887	10.01.15.	00:00	1	1439	3	121	15	3	2	3	1587	1	1419	4	115	9	6	2	0	1556	3143

Tablica 6 - Pregled dnevnih podataka o brzinama s mjernog mjesta 884 na prometnici Dolga Vas - Lendava u Republici Sloveniji

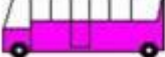
STM	DATUM DD.MM.GG	SAT SS.MM	Dan	SMJER 1 (DOLGA VAS - LENDAVAL)																											
				OA	Vavg OA	Vseh	Vavg	Vmin	Vmax	>5 km/h	>10 km/h	>20 km/h	>30 km/h	>40 km/h	>50 km/h	>60 km/h	>70 km/h	>80 km/h	>90 km/h	>100 km/h	>110 km/h	>120 km/h	>130 km/h	>140 km/h	>150 km/h	>160 km/h	>170 km/h	Gap	Occ		
00884	01.01.15.	00:00	D	927	118	1066	15	0	206	0	0	0	0	0	2	3	13	67	101	192	217	266	114	47	30	7	7	59	0		
00884	01.01.15.	00:00	N	119	109	161	99	0	147	0	0	0	0	0	1	2	3	36	21	36	24	20	12	6	0	0	0	153	0		
00884	02.01.15.	00:00	D	2202	119	2549	70	0	200	0	0	0	0	0	0	3	27	176	189	442	521	621	339	102	89	22	18	14	0		
00884	02.01.15.	00:00	N	213	112	305	39	0	180	0	0	0	0	0	0	0	9	64	43	63	58	43	18	5	0	1	1	86	0		
00884	03.01.15.	00:00	D	1922	120	2366	193	0	195	0	0	0	0	0	0	4	29	178	182	412	464	578	293	106	87	19	14	12	0		
00884	03.01.15.	00:00	N	242	100	412	191	0	150	0	0	1	0	0	3	15	33	90	61	93	66	38	7	3	2	0	0	53	0		
00884	04.01.15.	00:00	D	1444	121	2041	192	0	206	0	0	0	0	0	0	3	6	104	144	377	434	537	238	87	70	23	18	17	0		
00884	04.01.15.	00:00	N	210	111	548	212	0	150	0	0	0	0	0	2	1	12	86	90	160	104	67	24	1	1	0	0	50	0		
00884	05.01.15.	00:00	D	1566	116	2327	218	0	195	0	0	0	0	0	2	2	35	369	275	483	433	414	200	54	40	12	8	12	0		
00884	05.01.15.	00:00	N	270	103	682	121	0	180	1	0	2	1	3	5	23	52	149	149	174	67	39	14	2	0	0	1	27	0		

4.3. Prometni podatci iz Republike Hrvatske

Stacionarna automatska brojila u nadležnosti Hrvatskih cesta d.o.o. koja koriste induktivne petlje kao senzore prometa, vrše detekciju broja vozila, njihove brzine, smjera kretanja i klasifikaciju vozila prema vrsti i skupinama. Brojila razvrstavaju vozila u skupine prema klasifikacijskoj shemi prikazanoj u tablici 7, u skladu sa smjernicom EEC 1108/70 Europske Unije [9].

Hrvatske ceste d.o.o. naručuju elaborate i publikacije od tvrtke Prometis d.o.o. koja se bavi projektiranjem i istraživačko-razvojnim radom u području prometa. Nakon analize i obrade podataka sa svih mjernih mjesta za prethodno razdoblje objavljuju elaborat „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske za 2016 godinu“.

Tablica 7. - Klasifikacija vozila u Republici Hrvatskoj [9]

Oznaka	Vrsta vozila	
A0	- motocikli	
A1	- osobna vozila - osobna vozila s prikolicom	 
A2	- kombi vozila - kombi vozila s prikolicom	 
B1	- laki kamioni - laki kamioni s prikolicom	 
B2	- kamioni	
B3	- teški kamioni	 
B4	- kamioni s prikolicom	
B5	- tegljači	
C1	- autobusi	
C2	- gradski zglobni autobusi	
X	- neprepoznata vozila	

Tablica 8. - Podatci o strukturi, broju i brzinama s brojačkog mjesto 2034 [9]

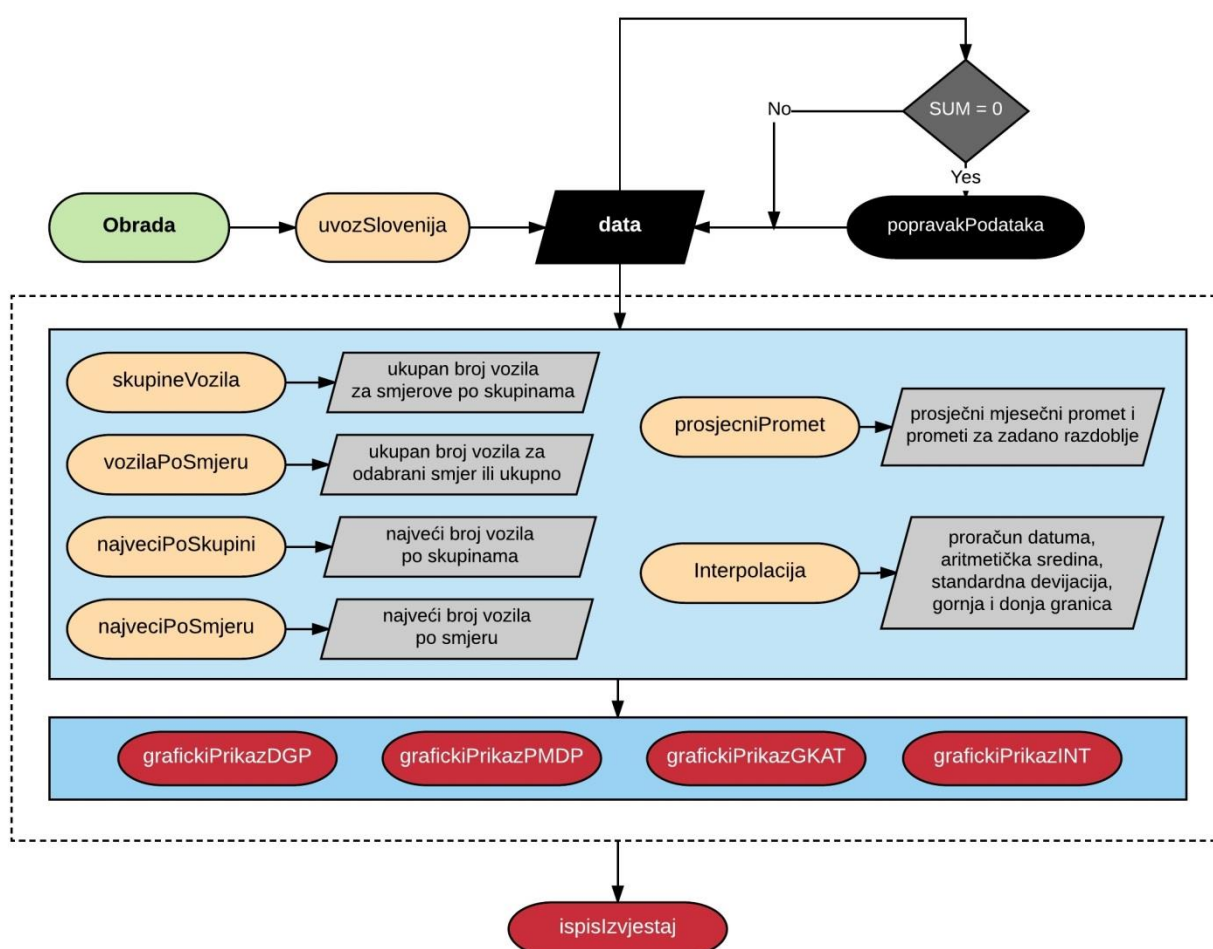
PODACI O STRUKTURI, BROJU I BRZINAMA VOZILA S BROJAČKOG MJESTA 2034																													
Smjer 1																													
Date	Time	Podaci o strukturi i broju vozila											Podaci o brzinama vozila																
		A 0	A 1	A 2	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	C 1	C 2	X	Average speed per hour	0 - 10 km/ h	10 - 20 km/ h	20 - 30 km/ h	30 - 40 km/ h	40 - 50 km/ h	50 - 60 km/ h	60 - 70 km/ h	70 - 80 km/ h	80 - 90 km/ h	90 -100 km/ h	100- 110 km/ h	110- 120 km/ h	120- 130 km/ h	130- 140 km/ h	140- 150 km/ h	> 150 km/ h
1.7.2011	0:00	2	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10	0	0	0	0	1	3	0	2	0	2	0	1	0	0	0
1.7.2011	1:00	2	15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	64	1	3	1	1	0	0	3	4	1	3	1	0	0	0	0	1
1.7.2011	2:00	0	14	0	0	0	1	0	0	1	0	1	35	7	2	2	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0
1.7.2011	3:00	3	10	0	1	0	0	1	1	0	0	1	49	4	2	1	1	1	3	0	2	0	1	1	0	0	0	0	1
1.7.2011	4:00	2	14	2	1	1	1	3	10	0	0	1	62	6	1	1	1	0	2	5	7	5	5	1	0	0	0	0	1
1.7.2011	5:00	0	37	5	0	3	3	2	6	0	0	4	61	9	2	0	2	4	6	13	2	8	9	2	0	2	1	0	0
1.7.2011	6:00	3	102	8	3	1	2	0	5	0	0	6	73	15	1	1	1	3	11	9	22	29	13	15	5	4	0	0	1

Smjer 2																													
Date	Time	Podaci o strukturi i broju vozila											Podaci o brzinama vozila																
		A 0	A 1	A 2	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	C 1	C 2	X	Average speed per hour	0 - 10 km/ h	10 - 20 km/ h	20 - 30 km/ h	30 - 40 km/ h	40 - 50 km/ h	50 - 60 km/ h	60 - 70 km/ h	70 - 80 km/ h	80 - 90 km/ h	90 -100 km/ h	100- 110 km/ h	110- 120 km/ h	120- 130 km/ h	130- 140 km/ h	140- 150 km/ h	> 150 km/ h
1.7.2011	0:00	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0
1.7.2011	1:00	0	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	76	0	0	0	0	0	2	4	5	3	2	0	0	1	0	0	0
1.7.2011	2:00	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	1	0	1	0	0	0
1.7.2011	3:00	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0
1.7.2011	4:00	0	6	0	0	1	1	1	5	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	2	4	6	1	0	1	0	0	0	0
1.7.2011	5:00	0	46	2	0	1	0	2	2	0	0	1	80	0	0	0	0	0	5	7	16	13	7	4	1	1	0	0	0
1.7.2011	6:00	1	188	6	4	1	0	0	2	0	0	0	88	0	0	0	0	1	1	18	22	57	65	26	8	4	0	0	0

5. Funkcije za obradu podataka sa slovenskih autocesta

MatLAB je interaktivni matrični kalkulator interpretarskog tipa zasnovan na varijablama. Omogućuje izvođenje funkcija i posjeduje grafičko korisničko sučelje [1]. U njemu su implementirane sve funkcije opisane u nastavku.

Za pokretanje svih funkcija za obradu podataka napisana je MatLAB skripta „Obrada“. Ona povezuje sve funkcije u cjelinu i određuje raspored izvođenja pojedinih funkcija. Pokretanjem skripte otvara se skočni prozor izbora datoteke u kojemu je moguće odabrati tekstualnu datoteku koja sadrži dnevne mjerne podatke prometa po skupinama. Tekstualne datoteke su stvorene prilikom izvoza podataka iz središnje baze podataka u kojoj se pohranjuju. Ova vrsta datoteke omogućuje jednostavnije rukovanje i bolju sigurnost podataka. Blok-shema skripte „Obrada“ prikazana je na slici 22.



Slika 22. - Blok-shema skripte Obrada

Na blok shemi prikazane su sve funkcije i međurezultati čije izvođenje i daljnje korištenje koordinira skripta. Uočava se funkcionalna podjela skripte na:

- funkcije za uvoz i popravak podataka;
- funkcije za statističku obradu podataka;
- funkcije za grafički prikaz podataka.

5.1. Funkcije za uvoz i popravak podataka

Uvoz tekstualne datoteke izvršava funkcija „uvozSlovenija“ koja je sastavni dio MatLAB funkcija za obradu prometnih podataka [5]. Funkcija izvršava odabir i razvrstavanje podataka koji su bitni za daljnju obradu podataka. Spremajuci podatke u matricu „data“ veličine 365 redova i 22 stupca stvaraju se preduvjeti za daljnju uporabu podataka u svrhu statističke obrade i stvaranja grafičkih prikaza.

Nakon uvoza datoteke u matricu „data“ izvršava se funkcija „popravakPodataka“ koja pomoću „for“ petlji i grananja „if“ provjerava da li je suma vozila u jednom danu jednaka nuli. Navedena provjera potrebna je jer automatsko brojiilo prometa kao elektronički uređaj podložno pogreškama koje mogu nastati uslijed otkazivanja nekog elementa što bi u konačnici rezultiralo nulom vozila u pojedinom danu što ne odgovara stvarnoj situaciji na vrlo prometnim cestama.

```
brojRedova = size(data,1);  
for i=1:brojRedova  
if (data(i,22) == 0)  
for j=1:i-1  
data(i,stupac) = data(i,stupac) + data(j,stupac);  
end  
data(i,stupac) = data(i,stupac) / (i-1);  
  
data(i,suma1) = data(i,stupac) + data(i,stupac2) + data(i,stupac3) +  
data(i,stupac4) + data(i,stupac5) + data(i,stupac6) + data(i,stupac7)  
+ data(i,stupac8);  
end  
end
```

Pronalaskom greške simulirane na tablici 9, u četvrtom retku, funkcija izračunava broj vozila po skupinama do dana pogreške (stupac u gore navedenom kodu funkcije označava skupinu vozila), a zatim broj vozila u skupini dijeli s brojem dana i dobivene aritmetičke sredine (prikazane u petom retku) sprema u četvrti redak matrice „data“.

Tablica 9. - Simulacija ispravka pogreške

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u
1	0	0	372	1	16	1	0	0	0	390	1	437	1	14	1	0	0	0	454	844
2	0	4	683	2	30	4	1	1	0	725	0	806	7	38	7	1	0	1	860	1585
3	0	4	768	1	23	3	3	0	0	802	3	956	0	33	1	4	0	1	998	1800
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	3	608	1	23	3	1	0	0	639	1	733	3	28	3	2	0	1	771	1410

Popravak podataka na ovaj način smanjuje mogućnost pogrešne interpretacije podataka do koje može doći zbog namjernog brisanja podataka ili zbog pogreške uzrokovane otkazivanjem automatskog brojiila prometa. Podatci popravljeni aritmetičkom sredinom imaju manji utjecaj na daljnju obradu nego podatci s greškom.

5.2. Funkcije za statističku obradu podataka

Svrha statističke obrade podataka je priprema funkcija i međurezultata za grafički prikaz podataka, nakon čega se svi podatci prikazu u izvješčaju koji je obrađen u poglavlju 6. Prema svrsi, implementirane funkcije za obradu podataka možemo podijeliti na:

- funkcije za razvrstavanje podataka (skupineVozila, vozilaPoSmjeru);
- funkcije za izračun najvećih vrijednosti (najveciPoSkupini, najveciPoSmjeru);
- funkcije za proračun vremena i broja vozila (prosjecniPromet, Interpolacija).

Razvrstavanje podataka izvršavaju funkcije „skupineVozila“ i „vozilaPoSmjeru“. Funkcija „skupineVozila“ razvrstava podatke o ukupnom broju vozila po smjerovima vožnje u matricu veličine osam redova i dva stupca. Pomoću „for“ petlje funkcija zbraja redove u pojedinim stupcima uskladištenih „data“ podataka i sprema zbroj podataka o ukupnom broju vozila po skupinama vozila (prema tablici 4) u godini za smjer 1 (prvi stupac) i smjer 2 (drugi stupac).

```
brojRedova = size(data,1);  
kategorije = zeros(8,2);  
  
for i=1:brojRedova  
    kategorije(red,stupac) = kategorije(red,stupac)+ data(i,data);  
end
```

Funkcija „vozilaPoSmjeru“ razvrstava podatke o ukupnom broju vozila po smjeru i ukupno za oba smjera vožnje. Pomoću „for petlje“ i grananja „if“, „else if“ i „else“, provjerava koji smjer vožnje je zadan kroz skriptu. Zadani smjerovi vožnje su A (smjer 1), B (smjer 2) i bilo koji unos (oba smjera). Ti podatci kasnije se koriste za grafički prikaz dnevnog godišnjeg prometa po smjerovima koji je prikazan na slici 26.

```
brojRedova = size(data,1);  
vozila = linspace(0,0,brojRedova);  
  
if(smjer == 'A')  
    for i=1:365  
        vozila(i) = data(i,12);  
    end  
elseif (smjer == 'B')  
    for i=1:365  
        vozila(i) = data(i,21);  
    end  
else  
    for i=1:365  
        vozila(i) = data(i,22);  
    end  
end
```

Najveće vrijednosti prometa po smjeru vožnje i skupini vozila dobivaju se pomoću funkcija „najveciPoSkupini“ i „najveciPoSmjeru“. Funkcija „najveciPoSkupini“ stvara matricu s osam redova i dva stupca u kojima se prema tablici 4 razvrstava najveći dnevni broj vozila pojedine skupine za smjer 1 (prvi stupac) i smjer 2 (drugi stupac). Funkcija „najveciPoSmjeru“ stvara matricu s jednim redom i dva stupca. U prvi stupac sprema se najveći dnevni broj vozila za sve skupine vozila za prvi smjer (smjer A), a u drugi stupac sprema se podatak za drugi smjer (smjer B).

Za proračun vremena i broja vozila koriste se funkcije „prosjecniPromet“ i „Interpolacija“, koja je posebno objašnjena u poglavlju 5.3. Funkcija za nadopunu mjernih podataka. Pomoću funkcije „prosjecniPromet“ izračunavaju se podatci o mjesečnom, kvartalnom, prosječnom godišnjem i ljetnom godišnjem prometu. Funkcija pretvara niz znakova (engl. String) koji predstavljaju početni datum i završni datum zadanog perioda u numerički oblik. Pomoću „for“ petlje određuje se broj izvršavanja petlje koji je definiran kao broj redova u spremljenim podacima „data“, a pomoću grananja „if“ pronalazi pretvoreni numerički interval datuma i za taj interval zbraja ukupan broj vozila u oba smjera. Nakon izvršavanja petlje određuje se ukupni broj dana koji je jednak numeričkom završnom datumu umanjenom za numerički početni datum i uvećanom za jedan dan. Prosječni promet izračunava se dijeljenjem ukupnog broja vozila u periodu s brojem dana.

```
pocetniDatum = datenum(pocetniDatum, 'dd.mm.yy');
zavrsniDatum = datenum(zavrsniDatum, 'dd.mm.yy');

brojRedova = size(data,1);
sumaVozila = 0;

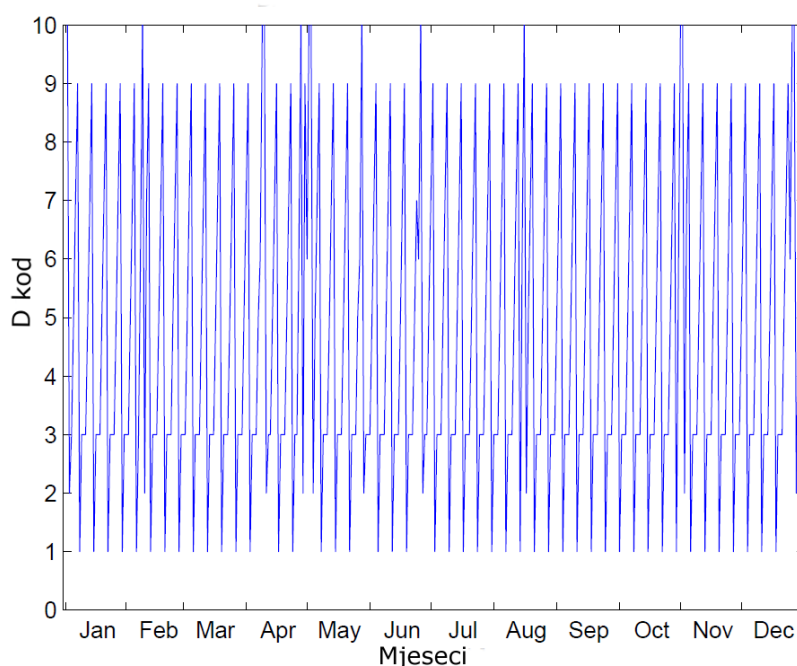
for i=1:brojRedova
    if(data(i,2) >= pocetniDatum && data(i,2) <= zavrsniDatum)
        sumaVozila = sumaVozila + data(i,22);
    end
end

brojDana = zavrsniDatum - pocetniDatum + 1;

prosjecniPromet = sumaVozila / brojDana;
```

5.3. Funkcija za nadopunu mjernih podataka

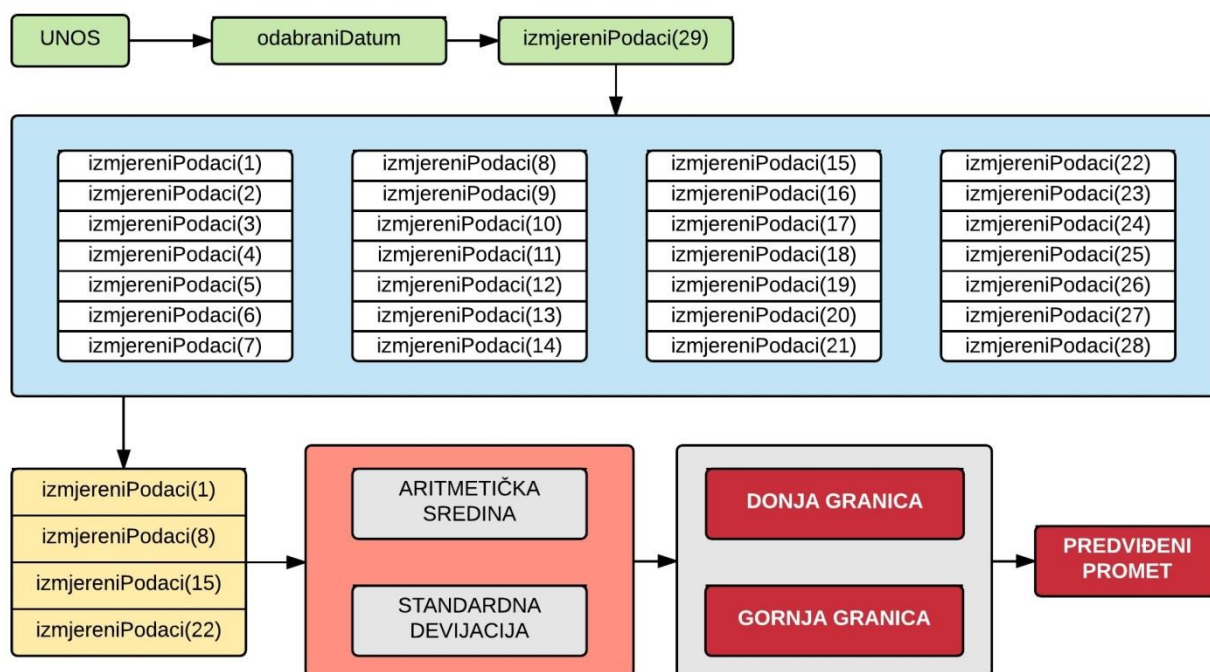
Prema provedenim analizama potrošnje električne energije i prirodnog plina uočen je fenomen koji je ovisan o aktivnosti populacije po danima, a isti fenomen se može primijeniti za predviđanje prometa raspoređivajući dane prema njihovim osobinama. Danima u godini dodjeljuju se dnevni kodovi (D - kôdovi) ovisno o osobinama dana prema sljedećim kriterijima: ponedjeljak - 1, dan nakon vikenda ili blagdana - 2, petak - 5, dan prije praznika ili vikenda - 6, subota - 7, nedjelja - 9, praznik - 10 [4]. Takva raspodjela dana u godini rezultira pregledom distribucije dnevnih kodova prikazanih na slici 24.



Slika 23. - Distribucija dnevnih kôdova za 2007. godinu [4]

Raspodjelom dana prema osobinama pojedinog dana, napravljena je funkcija „Interpolacija“ koja dane raspoređuje prema danu u tjednu. Unosom datuma u skočni prozor funkcije, datum se iz niza znakova pretvara u numerički oblik koji predstavlja osnovicu za proračun. Na temelju unesenog dana određuju se podatci za razdoblje od četiri tjedna (28 dana) kojemu je prethodio taj dan, a uneseni dan postaje 29-ti izmjereni dan. Na slici 25 prikazana je blok-shema načina nadopune mjernih podataka iz koje je vidljivo da se podatci razvrstavaju prema danima u tjednu. Neovisno koji je dan u tjednu unesen, u izračun se uzimaju samo vrijednosti istih dana u tjednu za prethodno razdoblje koje je postignuto deklariranjem tih numeričkih dana umanjjenima za 7, 14, 21 i 28 od unesenog dana. Za uneseni dan (izmjereniPodaci29) uzimaju se vrijednosti dnevnog broja vozila za:

- dan umanjen za 7 dana od unesenog dana (izmjereniPodaci21);
- dan umanjen za 14 dana od unesenog dana (izmjereniPodaci15);
- dan umanjen za 21 dan od unesenog dana (izmjereniPodaci8);
- dan umanjen za 28 dana od unesenog dana (izmjereniPodaci1).



Slika 24. - Blok-shema načina nadopune mjernih podataka

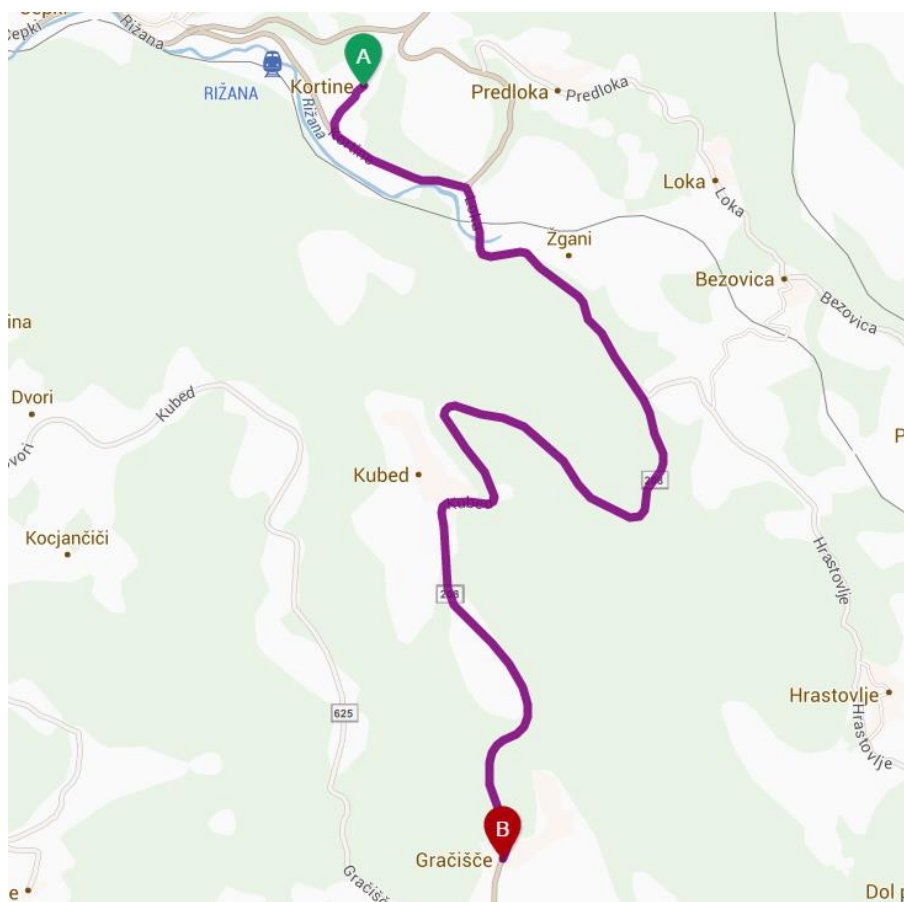
Nakon formiranja svih skupina izmjerenih podataka, za svaku skupinu podataka (ovisno o danu u tjednu) određuje se aritmetička sredina i standardna devijacija. Dodavanjem i umanjivanjem standardne devijacije od aritmetičke sredine dobivaju se matrice gornje i donje granice odstupanja koje se koriste za za grafički prikaz nadopune mjernih podataka prikazan na slici 29.

6. Rezultati obrade

Rezultati obrade svih funkcija su međurezultati koji se koriste u funkcijama grafičkog prikaza koje su vezane s prikazom izvještaja. S obzirom na vrstu podataka koje pružaju rezultati dijele se na:

- prikaz dnevnog prometa u godini za smjerove vožnje;
- prikaz prosječnog mjesečnog prometa u godini;
- prikaz dnevnog godišnjeg prometa za skupine vozila;
- prikaz rezultata nadopune mjernih podataka;
- prikaz izvještaja.

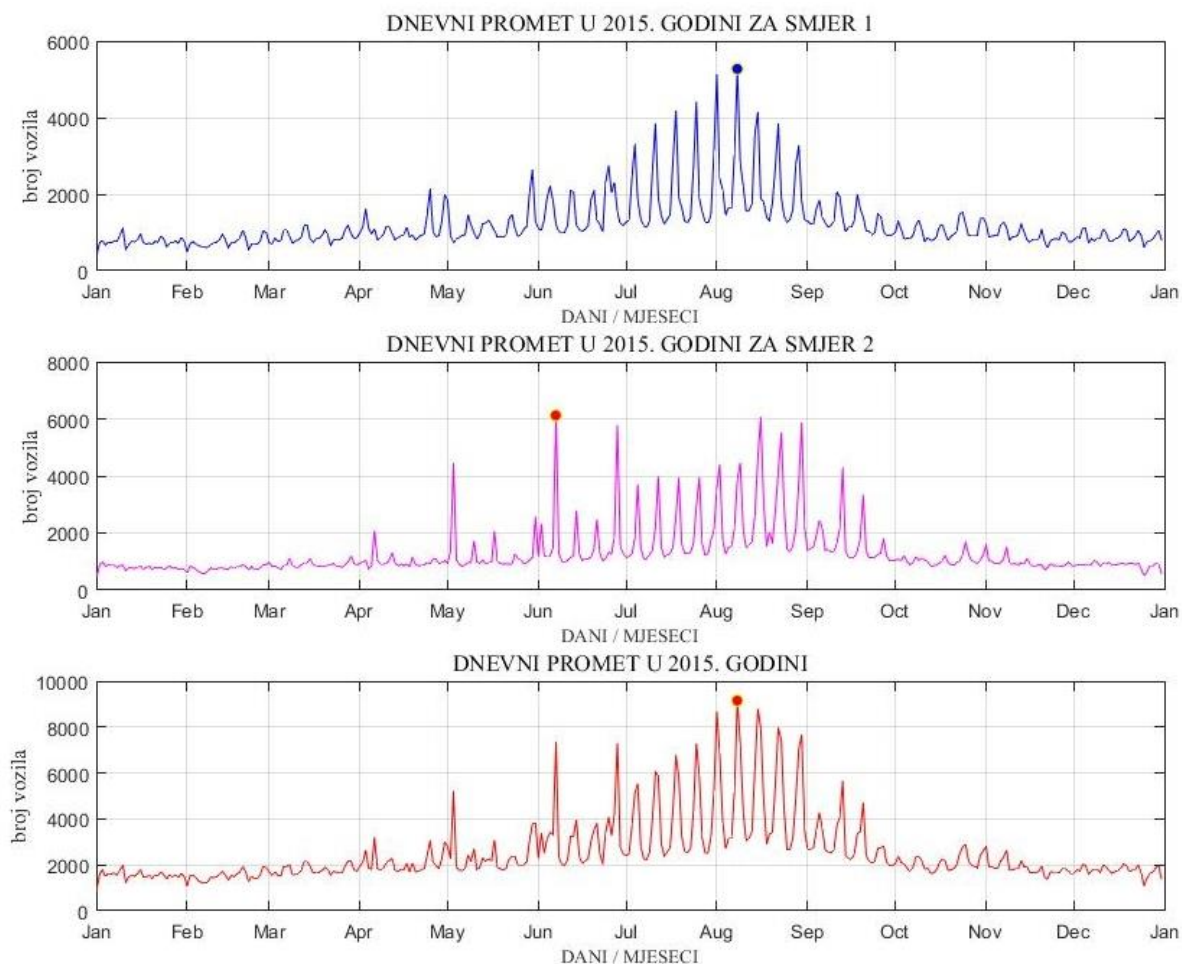
Svi rezultati predstavljeni u ovom poglavlju odnose se na dionicu ceste Kortine - Gračišće (prikazana na slici 26), brojačko mjesto br. 2 u naselju Kubed koje je udaljeno 15 km od grada Kopra na jugozapadu Republike Slovenije. Podatci za smjer 1 odnose se na smjer Kortine - Gračišće, a podatci za smjer 2 odnose se na smjer Gračišće - Kortine.



Slika 25. - Kartografski prikaz ceste Kortine - Gračišće [15]

6.1. Prikaz dnevnog godišnjeg prometa za smjerove vožnje

Funkcija grafičkiPrikazDGP stvara tri grafička prikaza podataka vidljiva na slici 26. Prvi se odnosi na smjer 1, drugi na smjer 2, a treći na ukupan broj vozila. Na grafičkim prikazima označeni su dani u kojima je bilo najviše vozila, a dani su prikazani u izvještaju.



Slika 26. - Dnevni promet u godini za smjerove vožnje

U izvještaju za grafički prikaz dnevnog godišnjeg prometa prikazuju se sljedeći podatci:

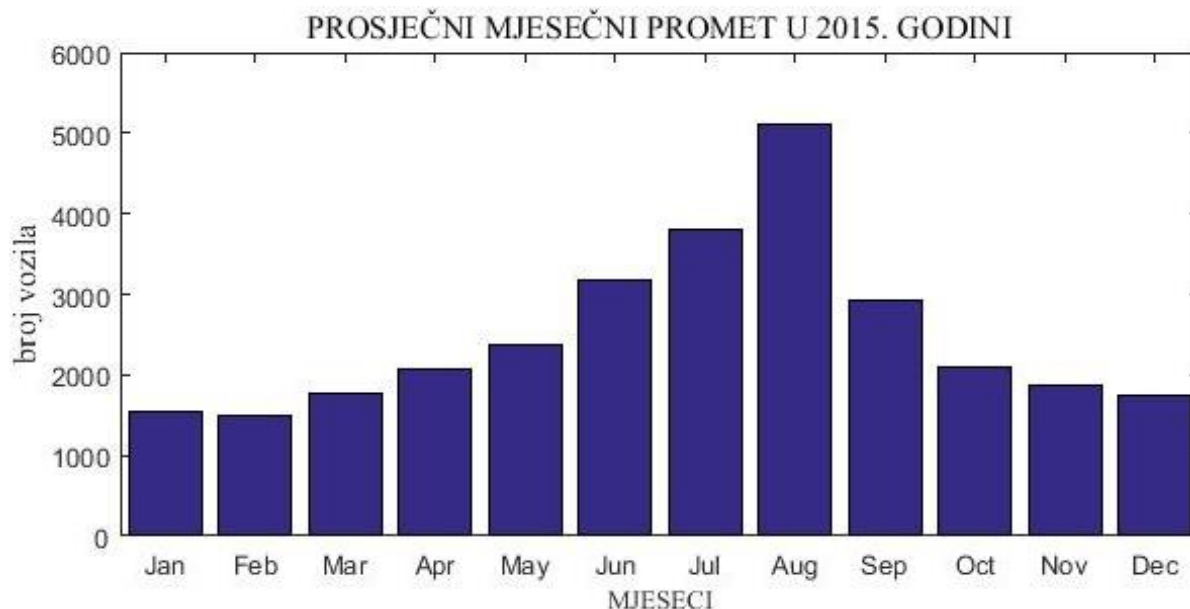
Najveći dnevni promet za smjer 1 iznosi: 5.273

Najveći dnevni promet za smjer 2 iznosi: 6.123

Najveći dnevni promet za oba smjera vožnje iznosi: 9.154

6.2. Prikaz prosječnog mjesečnog prometa u godini

Funkcija `grafickiPrikazPMDP` stvara jedan grafički prikaz podataka vidljiv na slici 27, a na kojemu su prikazani podatci o prosječnim mjesečnim prometima u razdoblju od godine dana.



Slika 27. - Prosječni mjesečni promet u godini

U izvještaju za grafički prikaz mjesečnog prometa u godini prikazuju se sljedeći podatci:

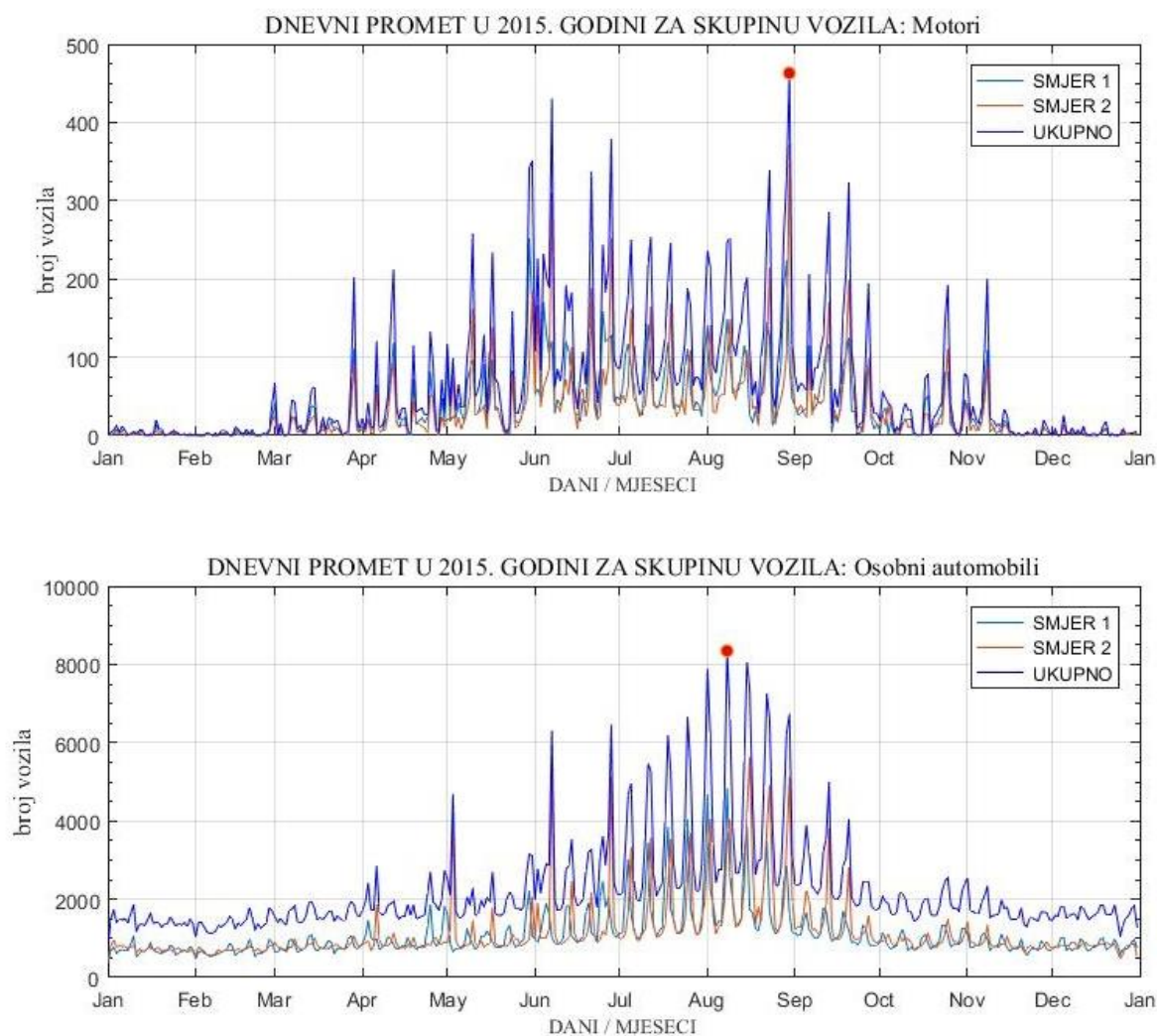
Prosječni mjesečni promet u siječnju iznosi: 1.548
Prosječni mjesečni promet u veljači iznosi: 1.504
Prosječni mjesečni promet u ožujku iznosi: 1.780
Prosječni mjesečni promet u travnju iznosi: 2.074
Prosječni mjesečni promet u svibnju iznosi: 2.376
Prosječni mjesečni promet u lipnju iznosi: 3.187
Prosječni mjesečni promet u srpnju iznosi: 3.801
Prosječni mjesečni promet u kolovozu iznosi: 5.106
Prosječni mjesečni promet u rujnu iznosi: 2.914
Prosječni mjesečni promet u listopadu iznosi: 2.089
Prosječni mjesečni promet u studenom iznosi: 1.868
Prosječni mjesečni promet u prosincu iznosi: 1.754

Za bolju analizu podataka napravljen je prikaz podataka o prosječnom godišnjem dnevnom prometu, prosječnom ljetnom dnevnom prometu i prometu po kvartalima.

Prosječni godišnji dnevni promet iznosi: 2.508
Prosječni ljetni dnevni promet iznosi: 4.453
Prosječni promet u prvom kvartalu iznosi: 1.614
Prosječni promet u drugom kvartalu iznosi: 2.544
Prosječni promet u trećem kvartalu iznosi: 3.951
Prosječni promet u četvrtom kvartalu iznosi: 1.904

6.3. Prikaz dnevnog godišnjeg prometa za skupine vozila

Funkcija `grafickiPrikazINT` stvara osam grafičkih prikaza podataka, po jedan za svaku skupinu vozila prema tablici 4. Na slici 28 su prikazani su grafički podatci za skupine vozila motori i osobni automobili, a svaki grafički prikaz za skupinu sastoji se od podataka o broju vozila u smjeru 1, u smjeru 2 i od ukupnog broja vozila na prometnici za razdoblje od godinu dana. Dan s najvećim dnevnim brojem vozila označen je crvenim kružićem na grafičkom prikazu, a najveća vrijednost broja vozila i dan kada je izmjerena prikazana je u izvještaju ispod slike 28.



Slika 28. - Dnevni promet u godini za skupine vozila

U izvještaju za gore navedene grafičke prikaze prikazuju se sljedeći podatci:

Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: motori iznose 463, dana 30.08.2015.

Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: osobni automobili iznose 8.345, dana 08.08.2015.

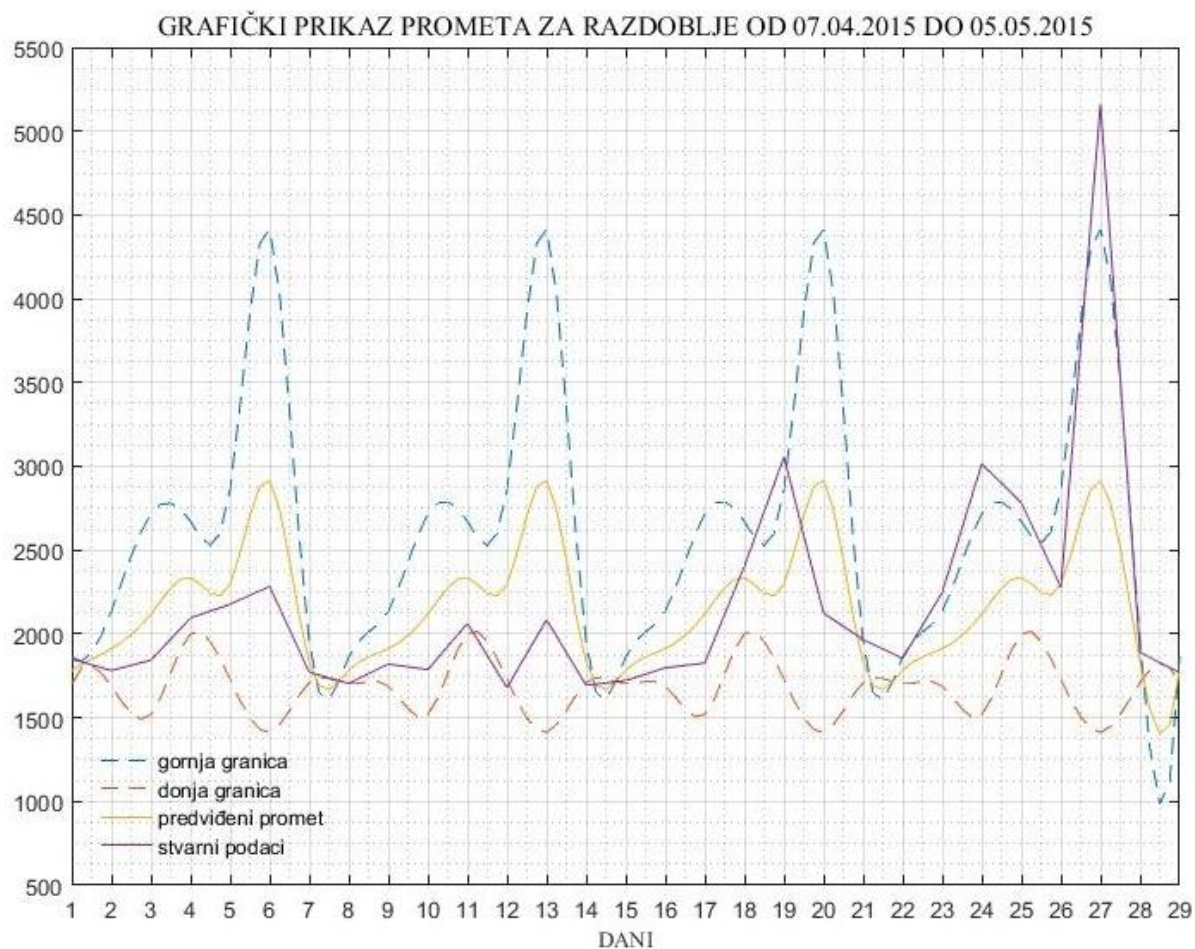
Uz navedene podatke izvještaj sadrži i podatke o najvećem dnevnom prometu po smjerovima vožnje za skupine vozila što rezultira sljedećim prikazom:

Motori, za smjer 1: 251, za smjeru 2: 372

Osobni automobili, za smjer 1: 4.825, za smjer 2: 5.617

6.4. Prikaz rezultata nadopune mjernih podataka

Funkcija grafickiprikazINT stvara grafički prikaz gornje i donje granice odstupanja od aritmetičke sredine koja je prikazana kao predviđeni promet. Na slici 29, uz predviđene podatke, gornju i donju granicu, prikazani su i stvarni podatci koji manjim dijelom odstupaju od gornje granice. Razlog navedenog odstupanja je praznik rada koji se u Republici Sloveniji održava 1. i 2.05., dok je 3.05.2015. bila nedjelja. Korištenjem metode nadopune mjernih podataka bez dnevnih kôdova, ovakve specifične oscilacije u dnevnom prometu nije moguće predvidjeti



Slika 29. - Rezultati nadopune mjernih podataka

7. Zaključak

Parametri prometnog toka opisuju stanje prometnog toka. Zahvaljujući prometnim parametrima rješavaju se prometni problemi jer se koriste kao pokazatelji kvalitete usluge, pokazatelji učinkovitosti i dr. Osnovni parametri su prometno opterećenje, intenzitet prometnog toka, gustoća i brzina koja je jedna od bitnijih parametara. Jedan od bitnijih pokazatelja kvalitete prometa je i vremenski parametar, odnosno kašnjenje koje se odnosi na vrijeme određene situacije u stvarnom prometnom toku.

Senzori za mjerenje prometnih podataka cestovne prometnice detektiraju vozila, snimaju i bilježe njihove promjene. Postoje različite vrste senzora koje obavljaju različite funkcije, a jedni od njih su induktivne petlje koje se smatraju kao jedna od jednostavnijih senzora. Dodatno se mogu spomenuti magnetski senzori koji bilježe promjene magnetskog toka, a do tih promjena dolazi radi prolaska cestovnog vozila te piezoelektrični senzori koji se koriste za mjerenje mase vozila u pokretu.

U radu su obrađene četiri baze prometnih podataka. Baze prometnih podataka saveznih američkih država California i Minnessota te prometni podatci iz Republike Hrvatske i Republike Slovenije. Za izradu funkcija za obradu prometnih podataka odabrani su prometni podatci Republike Slovenije kako za taj skup trenutno nisu dostupne nikakve funkcije za njihov grafički prikaz te statističku obradu.

U programskom sustavu MatLAB napravljena je skripta koja povezuje izrađene funkcije i služi za obradu stvarnih prometnih podataka kupljenih od direkcije za ceste Republike Slovenije, s automatskih brojila prometa. Skripta omogućuje jednostavno i brzo učitavanje tekstualnih datoteka s prometnim podacima i slanje zahtjeva funkcijama za obradu podataka. Rezultati grafičkog prikaza predstavljeni su u poglavlju 6 i izvršavaju se putem četiri funkcije koje prikazuju dnevni godišnji promet, prosječni mjesečni promet, prosječni dnevni godišnji promet za skupine vozila i nadopunu mjernih podataka. Analizom nadopune mjernih podataka aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom utvrđena je dostatna točnost predviđenog prometa ako su pri odabiru uzeti u obzir prosječni radni dani. Ako su za obradu uzeti u obzir podatci koji sadrže prosječne radne dane i ekstreme kao što su praznici ili blagdani koji mogu biti spojeni sa vikendom, navedena metoda nadopune mjernih podataka nije u mogućnosti s dostatnom točnošću predvidjeti promet.

Predstavljena tematika nudi mogućnost daljnjeg rada na razvoju MatLAB programske podrške za obradu podataka uz pomoć dostupnih funkcija koje se mogu integrirati u jedno cjelovito programsko rješenje koje bi nudilo mogućnost točnije nadopune mjernih podataka putem klasifikacije pojedinog dana (radni dan, vikend, dan prije ili poslije praznika i sl.) i ispis svih grafičkih prikaza te izvještaja u PDF datoteku.

Literatura

- [1] Ban, Ž., Matuško, J., Petrović I.: *Primjena programskog sustava MATLAB za rješavanje tehničkih problema*, Graphis d.o.o., Zagreb, 2010.
- [2] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [3] Federal Highway Administration: *Traffic Detector Handbook: Third Edition - Volume I*, U.S. Department of Transportation, SAD, 2006.
- [4] Grabec, I., Kalcher, K., Švegl, F.: *Modeling and Forecasting of Traffic Flow*, znanstveni članak, Ljubljana, Slovenija, 2009.
- [5] Ivanjko, E.: *MATLAB funkcije za obradu prometnih podataka*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [6] Jelušić, N.: *Evaluacija senzorskih tehnologija u sustavu automatskog upravljanja cestovnim prometom*, Doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [7] Legac, I.: *Cestovne prometnice I*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [8] Oliviera Melo, G., Gregurić, M., Ivanjko, E.: *Review of available traffic data and selection of a freeway segment*, Tehničko izvješće, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [9] Pajić, T.: *Privatna korespondencija s poduzećem Hrvatske ceste*, Ured za odnose s javnošću, Hrvatske ceste, Zagreb, 04.08.2016.
- [10] Petrač, P.: *Mogućnosti nadopune mjernih podataka prometnih parametara na osnovu povijesnih vrijednosti*, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [11] Transportation Research Board: *Highway Capacity Manual 2000*, Chapter 7: *Traffic Flow Parameters*, National Academy of Sciences, SAD, 2000.
- Internet izvori
- [12] [URL]:<http://pems.dot.ca.gov> (pristupljeno: travanj 2017.)
- [13] [URL]:<http://www.dot.state.mn.us> (pristupljeno: travanj 2017.)
- [14] [URL]: <http://www.leifiphysik.de> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [15] [URL]: <http://www.viamichelin.com> (pristupljeno: lipanj 2017.)

Popis kratica

AADT	Prosječni dnevni godišnji promet (engl. Annual Average Daily Traffic)
ECC	Europska ekonomska zajednica (engl. European Economic Community)
HCAADT	Prosječni dnevni godišnji promet teških komercijalnih vozila (engl. Heavy Commercial Annual Average Daily Traffic)
HCM	Priručnik za projektiranje kapaciteta prometnice (engl. Highway Capacity Manual)
LoS	Razina usluge prometnice (engl. Level of Service)
MnDOT	Ministarstvo prometa savezne američke države Minnesote (engl. Minnesota Department of Transportation)
PeMS	Sustav za mjerenje učinka (engl. Performance Measurement System)
PHF	Faktor vršnog sata (engl. peak-hour factor)
TMA	Interaktivna karta prometnih podataka (engl. Traffic Mapping Application)
VDS	Brojilo prometa (engl. Vehicle Detection System)
VIP	Obradivač videozapisa (engl. Video Image Processor)
VIVDS	Sustav za prepoznavanje vozila pomoću obradivača videozapisa (engl. Video Imaging Vehicle Detection System)
WIM	Dinamičko mjerenje mase vozila u pokretu (engl. Weigh in Motion)

Popis slika

Slika 1. - Generalizirani odnos između brzine, gustoće i protoka [11]	5
Slika 2. - Osnovni dijagram prometnog toka [2].....	5
Slika 3. - Osnovni funkcionalni blokovi senzora prometnog toka [6]	8
Slika 4. - Prikaz silnica magnetskog polja pri neopterećenoj i opterećenoj induktivnoj petlji [14]	9
Slika 5. - Signali sa dvije induktivne petlje pri prolasku vozila [14]	10
Slika 6. - Postavljeni piezokabel u presjeku [6]	12
Slika 7. - Emisija i refleksija energije vozila [6].....	13
Slika 8. - Detekcijske zone infracrvenog senzora kratkog dometa [6].....	13
Slika 9. - Blok-shema glavnih dijelova aktivnog infracrvenog senzora [6]	14
Slika 10. - Geometrija laserskih zraka aktivnog infracrvenog senzora [6]	14
Slika 11. - Detekcija vozila radarom s kontinuiranim odašiljačkim signalom [6]	15
Slika 12. - Princip rada ultrazvučnog senzora [6]	16
Slika 13. - Postavljanje ultrazvučnog senzora iznad i pokraj prometnice [6]	17
Slika 14. - Početna stranica mrežnog mjesta PeMS baze podataka [12].....	19
Slika 15. - Pregled postrojenja i uređaja na autocestama [12]	19
Slika 16. - Pregled senzora na autocesti IS-N [12]	20
Slika 17. - Pregled podataka i lokacije brojila prometa [12].....	20
Slika 18. - Grafički prikaz opterećenja prometnice i alati za obradu podataka s brojila [12]..	21
Slika 19. - Početna stranica mrežnog mjesta MnDOT baze podataka [13].....	22
Slika 20. - Alati za obradu podataka na interaktivnoj karti [13].....	23
Slika 21. - Odabir podataka prema razdoblju i prikaz podataka o brojilu [13].....	23
Slika 22. - Blok-shema skripte Obrada	29
Slika 23. - Distribucija dnevnih kôdova za 2007. godinu [4].....	33
Slika 24. - Blok-shema načina nadopune mjernih podataka	34
Slika 25. - Kartografski prikaz ceste Kortine - Gračišće [15].....	35
Slika 26. - Dnevni promet u godini za smjerove vožnje	36
Slika 27. - Prosječni mjesečni promet u godini.....	37
Slika 28. - Dnevni promet u godini za skupine vozila	38
Slika 29. - Rezultati nadopune mjernih podataka.....	39

Popis tablica

Tablica 1. - Kvaliteta usluge za autoceste s više prometnih traka [11]	7
Tablica 2. - Podatci o opterećenju prometnih trakova na prometnici [12]	21
Tablica 3. - Klasifikacijska shema vozila u američkoj saveznoj državi Minnesota [13]	24
Tablica 4. - Kategorizacija vozila u Republici Sloveniji	25
Tablica 5. - Pregled dnevnih podataka prometa s mjernog mjesta 887 na AC Maribor - Murska Sobota u Republici Sloveniji	26
Tablica 6 - Pregled dnevnih podataka o brzinama s mjernog mjesta 884 na prometnici Dolga Vas - Lendava u Republici Sloveniji	26
Tablica 7. - Klasifikacija vozila u Republici Hrvatskoj [9]	27
Tablica 8. - Podatci o strukturi, broju i brzinama s brojačkog mjesta 2034 [9]	28
Tablica 9. - Simulacija ispravka pogreške	30

Prilozi

Prilog 1. - MatLAB skripta Obrada

```
% Zahtjev za uvoz datoteke
[FileName,PathName] = uigetfile('*.txt','odaberite datoteku');
data = uvozSlovenija(FileName);
% Provjera i popravak podataka
data = popravakPodataka(data);
% Razvrstavanje vozila po skupinama
kategorija = skupineVozila(data);
% Podatci o prometima po smjerovima
smjerA= vozilaPoSmjeru(data,'A');
smjerB= vozilaPoSmjeru(data,'B');
smjerAB= vozilaPoSmjeru(data,'AB');
% Najveći prometi po smjeru i skupini
maxSmjerovi = najvećiPoSmjeru(data);
maxKategorije = najvećiPoSkupini(data);
% Prosječni godišnji dnevni promet
PGDP = prosjecniPromet('01.01.15', '31.12.15', data);
% Prosječni ljetni dnevni promet
PLDP = prosjecniPromet('01.07.15', '31.08.15', data);
% Prosječni mjesečni prometi
PMDP01_sijecanj = prosjecniPromet('01.01.15', '31.01.15', data);
PMDP02_veljaca = prosjecniPromet('01.02.15', '28.02.15', data);
PMDP03_ozujak = prosjecniPromet('01.03.15', '31.03.15', data);
PMDP04_travanj = prosjecniPromet('01.04.15', '30.04.15', data);
PMDP05_svibanj = prosjecniPromet('01.05.15', '31.05.15', data);
PMDP06_lipanj = prosjecniPromet('01.06.15', '30.06.15', data);
PMDP07_srpanj = prosjecniPromet('01.07.15', '31.07.15', data);
PMDP08_kolovoz = prosjecniPromet('01.08.15', '31.08.15', data);
PMDP09_rujan = prosjecniPromet('01.09.15', '30.09.15', data);
PMDP10_listopad = prosjecniPromet('01.10.15', '31.10.15', data);
PMDP11_studenac = prosjecniPromet('01.11.15', '30.11.15', data);
PMDP12_prosinac = prosjecniPromet('01.12.15', '31.12.15', data);
% Kvartalni prometi
Q_1 = prosjecniPromet('01.01.15', '31.03.15', data);
Q_2 = prosjecniPromet('01.04.15', '30.06.15', data);
Q_3 = prosjecniPromet('01.07.15', '30.09.15', data);
Q_4 = prosjecniPromet('01.10.15', '31.12.15', data);
% Nadopuna mjernih podataka
[datumi, donjaGranica, gornjaGranica, izmjereniPodaci, sredisnja] =
Interpolacija(data);
% Grafički prikazi
grafickiPrikazDGP;
grafickiPrikazPMDP;
grafickiPrikazGKAT;
grafickiPrikazINT;
% Prikaz izvještaja u komandni prozor
ispisIzvjestaj;
```

Prilog 2. - MatLAB funkcija popravakPodataka

```
function [ data ] = popravakPodataka( data )

brojRedova = size(data,1);

for i=1:brojRedova
%   Provjera prometa za dan, ako je ukupan broj vozila u danu nula, dolazi
%   do popunjavanja tog dana vrijednostima aritmetičke sredine
    if(data(i,22) == 0)
%   Izračun ukupnog broja vozila po skupinama vozila
        for j=1:i-1
            data(i,4) = data(i,4) + data(j,4);
            data(i,5) = data(i,5) + data(j,5);
            data(i,6) = data(i,6) + data(j,6);
            data(i,7) = data(i,7) + data(j,7);
            data(i,8) = data(i,8) + data(j,8);
            data(i,9) = data(i,9) + data(j,9);
            data(i,10) = data(i,10) + data(j,10);
            data(i,11) = data(i,11) + data(j,11);
            data(i,13) = data(i,13) + data(j,13);
            data(i,14) = data(i,14) + data(j,14);
            data(i,15) = data(i,15) + data(j,15);
            data(i,16) = data(i,16) + data(j,16);
            data(i,17) = data(i,17) + data(j,17);
            data(i,18) = data(i,18) + data(j,18);
            data(i,19) = data(i,19) + data(j,19);
            data(i,20) = data(i,20) + data(j,20);
        end
%   Izračun aritmetičke sredine pojedine skupine
        data(i,4) = data(i,4) / (i-1);
        data(i,5) = data(i,5) / (i-1);
        data(i,6) = data(i,6) / (i-1);
        data(i,7) = data(i,7) / (i-1);
        data(i,8) = data(i,8) / (i-1);
        data(i,9) = data(i,9) / (i-1);
        data(i,10) = data(i,10) / (i-1);
        data(i,11) = data(i,11) / (i-1);
        data(i,13) = data(i,13) / (i-1);
        data(i,14) = data(i,14) / (i-1);
        data(i,15) = data(i,15) / (i-1);
        data(i,16) = data(i,16) / (i-1);
        data(i,17) = data(i,17) / (i-1);
        data(i,18) = data(i,18) / (i-1);
        data(i,19) = data(i,19) / (i-1);
        data(i,20) = data(i,20) / (i-1);
%   Izračun podataka o ukupnom prometu po smjeru i ukupno
        data(i,12) = data(i,4) + data(i,5) + data(i,6) + data(i,7) +
data(i,8) + data(i,9) + data(i,10) + data(i,11);
        data(i,21) = data(i,13) + data(i,14) + data(i,15) + data(i,16) +
data(i,17) + data(i,18) + data(i,19) + data(i,20);
        data(i,22) = data(i,12) + data(i,21);
    end
end
end
```

Prilog 3. - MatLAB funkcija skupineVozila

```
function [ kategorije ] = skupineVozila( data )

brojRedova = size(data,1);
kategorije = zeros(8,2);

for i=1:brojRedova
%   Podatci za smjer 1
    kategorije(1,1) = kategorije(1,1)+ data(i,4);
    kategorije(2,1) = kategorije(2,1)+ data(i,5);
    kategorije(3,1) = kategorije(3,1)+ data(i,6);
    kategorije(4,1) = kategorije(4,1)+ data(i,7);
    kategorije(5,1) = kategorije(5,1)+ data(i,8);
    kategorije(6,1) = kategorije(6,1)+ data(i,9);
    kategorije(7,1) = kategorije(7,1)+ data(i,10);
    kategorije(8,1) = kategorije(8,1)+ data(i,11);
%   Podatci za smjer 2
    kategorije(1,2) = kategorije(1,2)+ data(i,13);
    kategorije(2,2) = kategorije(2,2)+ data(i,14);
    kategorije(3,2) = kategorije(3,2)+ data(i,15);
    kategorije(4,2) = kategorije(4,2)+ data(i,16);
    kategorije(5,2) = kategorije(5,2)+ data(i,17);
    kategorije(6,2) = kategorije(6,2)+ data(i,18);
    kategorije(7,2) = kategorije(7,2)+ data(i,19);
    kategorije(8,2) = kategorije(8,2)+ data(i,20);
end
end
```

Prilog 4. - MatLAB funkcija vozilaPoSmjeru

```
function [ vozila ] = vozilaPoSmjeru( data, smjer )

brojRedova = size(data,1);
vozila = linspace(0,0,brojRedova);
%   Izračun prometa za smjer 1
if(smjer == 'A')
    for i=1:365
        vozila(i) = data(i,12);
    end
%   Izračun prometa za smjer 2
elseif (smjer == 'B')
    for i=1:365
        vozila(i) = data(i,21);
    end
%   Izračun ukupnog prometa
else
    for i=1:365
        vozila(i) = data(i,22);
    end
end
end
```

Prilog 5. - MatLAB funkcija najvećiPoSmjeru

```
function [ maxAB ] = najvećiPoSmjeru( data )

maxAB = zeros(1,2);
%   Definiranje podataka za obradu
smjerA = data(:,12);
smjerB = data(:,21);
%   Pronalazak najvećih vrijednosti
maxAB(1,1) = max(smjerA);
maxAB(1,2) = max(smjerB);
end
```

Prilog 6. - MatLAB funkcija najvećiPoSkupini

```
function [ maxKategorije ] = najvećiPoSkupini( data )

maxKategorije = zeros(8,2);
%   Najveći broj vozila po skupinama za smjer 1
maxKategorije(1,1) = max(data(:,4));
maxKategorije(2,1) = max(data(:,5));
maxKategorije(3,1) = max(data(:,6));
maxKategorije(4,1) = max(data(:,7));
maxKategorije(5,1) = max(data(:,8));
maxKategorije(6,1) = max(data(:,9));
maxKategorije(7,1) = max(data(:,10));
maxKategorije(8,1) = max(data(:,11));
%   Najveći broj vozila po skupinama za smjer 2
maxKategorije(1,2) = max(data(:,13));
maxKategorije(2,2) = max(data(:,14));
maxKategorije(3,2) = max(data(:,15));
maxKategorije(4,2) = max(data(:,16));
maxKategorije(5,2) = max(data(:,17));
maxKategorije(6,2) = max(data(:,18));
maxKategorije(7,2) = max(data(:,19));
maxKategorije(8,2) = max(data(:,20));
end
```

Prilog 7. - MatLAB funkcija prosjecniPromet

```
function [ prosjecniPromet ] = prosjecniPromet( pocetniDatum, zavrzniDatum,
data )

% Pretvorba datuma iz niza znakova u numerički oblik
pocetniDatum = datenum(pocetniDatum, 'dd.mm.yy');
zavrzniDatum = datenum(zavrzniDatum, 'dd.mm.yy');

brojRedova = size(data,1);
sumaVozila = 0;
for i=1:brojRedova
% Izračun broja vozila u zadanom periodu
    if(data(i,2) >= pocetniDatum && data(i,2) <= zavrzniDatum)
        sumaVozila = sumaVozila + data(i,22);
    end
end
% Izračun broja dana u zadanom periodu
brojDana = zavrzniDatum - pocetniDatum + 1;
% Izračun prosječnog prometa za zadani period
prosjecniPromet = sumaVozila / brojDana;
end
```

Prilog 8. - MatLAB funkcija Interpolacija

```
function [datumi, donjaGranica, gornjaGranica, izmjereniPodaci, sredisnja]
= Interpolacija( data )

datumi = zeros(1,29);
% Unos datuma putem skočnog prozora
odabraniDatum = inputdlg('Unesite datum (DD.MM.GG):',...
    'Interpolacija i grafički prikaz podataka', [1 70]);
% Pretvorba datuma iz niza znakova u numerički oblik
odabraniDatumNum = datenum(odabraniDatum,'dd.mm.yy');
% Određivanje granica najmanjeg i najvećeg datuma za nadopunu
minDatum = min(data(:,2));
maxDatum = max(data(:,2));
if ((odabraniDatumNum - 28) < minDatum || odabraniDatumNum > maxDatum)
    disp(['Podaci za željeni period ne postoje ! Unesite drugi datum !']);
else
    indexDatuma = 28;
    for i=1:28
        datumi(i) = odabraniDatumNum - indexDatuma;
        indexDatuma = indexDatuma - 1;
    end
    datumi(29) = odabraniDatumNum;
    izmjereniPodaci = zeros(1,29);
    brojRedova = size(data,1);
    for i=1:29
        for j=1:brojRedova
            if(data(j,2) == datumi(i))
                izmjereniPodaci(i) = data(j,22);
            end
        end
    end
end
% Izračun aritmetičke sredine dana razvrstanih prema danu u tjednu
aritmetickaSredina = zeros(1,7);
aritmetickaSredina(1) = int32((izmjereniPodaci(28) +
izmjereniPodaci(21) + izmjereniPodaci(14) + izmjereniPodaci(7)) / 4);
aritmetickaSredina(2) = int32((izmjereniPodaci(27) +
izmjereniPodaci(20) + izmjereniPodaci(13) + izmjereniPodaci(6)) / 4);
aritmetickaSredina(3) = int32((izmjereniPodaci(26) +
izmjereniPodaci(19) + izmjereniPodaci(12) + izmjereniPodaci(5)) / 4);
aritmetickaSredina(4) = int32((izmjereniPodaci(25) +
izmjereniPodaci(18) + izmjereniPodaci(11) + izmjereniPodaci(4)) / 4);
aritmetickaSredina(5) = int32((izmjereniPodaci(24) +
izmjereniPodaci(17) + izmjereniPodaci(10) + izmjereniPodaci(3)) / 4);
aritmetickaSredina(6) = int32((izmjereniPodaci(23) +
izmjereniPodaci(16) + izmjereniPodaci(9) + izmjereniPodaci(2)) / 4);
aritmetickaSredina(7) = int32((izmjereniPodaci(22) +
izmjereniPodaci(15) + izmjereniPodaci(8) + izmjereniPodaci(1)) / 4);
% Priprema podataka za izračun standardne devijacije
s1 = [izmjereniPodaci(28) izmjereniPodaci(21) izmjereniPodaci(14)
izmjereniPodaci(7)];
s2 = [izmjereniPodaci(27) izmjereniPodaci(20) izmjereniPodaci(13)
izmjereniPodaci(6)];
s3 = [izmjereniPodaci(26) izmjereniPodaci(19) izmjereniPodaci(12)
izmjereniPodaci(5)];
s4 = [izmjereniPodaci(25) izmjereniPodaci(18) izmjereniPodaci(11)
izmjereniPodaci(4)];
s5 = [izmjereniPodaci(24) izmjereniPodaci(17) izmjereniPodaci(10)
izmjereniPodaci(3)];
```

```

s6 = [izmjereniPodaci(23)   izmjereniPodaci(16)   izmjereniPodaci(9)
izmjereniPodaci(2)];
s7 = [izmjereniPodaci(22)   izmjereniPodaci(15)   izmjereniPodaci(8)
izmjereniPodaci(1)];
%   Izračun standardne devijacije pojedine skupine
s1Dev = std(s1);
s2Dev = std(s2);
s3Dev = std(s3);
s4Dev = std(s4);
s5Dev = std(s5);
s6Dev = std(s6);
s7Dev = std(s7);
%   Izračun donjih granica odstupanja
donjaGranica(29) = int32(aritmetickaSredina(7) - s7Dev);
donjaGranica(28) = int32(aritmetickaSredina(1) - s1Dev);
donjaGranica(27) = int32(aritmetickaSredina(2) - s2Dev);
donjaGranica(26) = int32(aritmetickaSredina(3) - s3Dev);
donjaGranica(25) = int32(aritmetickaSredina(4) - s4Dev);
donjaGranica(24) = int32(aritmetickaSredina(5) - s5Dev);
donjaGranica(23) = int32(aritmetickaSredina(6) - s6Dev);
donjaGranica(22) = int32(aritmetickaSredina(7) - s7Dev);
donjaGranica(21) = int32(aritmetickaSredina(1) - s1Dev);
donjaGranica(20) = int32(aritmetickaSredina(2) - s2Dev);
donjaGranica(19) = int32(aritmetickaSredina(3) - s3Dev);
donjaGranica(18) = int32(aritmetickaSredina(4) - s4Dev);
donjaGranica(17) = int32(aritmetickaSredina(5) - s5Dev);
donjaGranica(16) = int32(aritmetickaSredina(6) - s6Dev);
donjaGranica(15) = int32(aritmetickaSredina(7) - s7Dev);
donjaGranica(14) = int32(aritmetickaSredina(1) - s1Dev);
donjaGranica(13) = int32(aritmetickaSredina(2) - s2Dev);
donjaGranica(12) = int32(aritmetickaSredina(3) - s3Dev);
donjaGranica(11) = int32(aritmetickaSredina(4) - s4Dev);
donjaGranica(10) = int32(aritmetickaSredina(5) - s5Dev);
donjaGranica(9)  = int32(aritmetickaSredina(6) - s6Dev);
donjaGranica(8)  = int32(aritmetickaSredina(7) - s7Dev);
donjaGranica(7)  = int32(aritmetickaSredina(1) - s1Dev);
donjaGranica(6)  = int32(aritmetickaSredina(2) - s2Dev);
donjaGranica(5)  = int32(aritmetickaSredina(3) - s3Dev);
donjaGranica(4)  = int32(aritmetickaSredina(4) - s4Dev);
donjaGranica(3)  = int32(aritmetickaSredina(5) - s5Dev);
donjaGranica(2)  = int32(aritmetickaSredina(6) - s6Dev);
donjaGranica(1)  = int32(aritmetickaSredina(7) - s7Dev);
%   Izračun gornjih granica odstupanja
gornjaGranica(29) = int32(aritmetickaSredina(7) + s7Dev);
gornjaGranica(28) = int32(aritmetickaSredina(1) + s1Dev);
gornjaGranica(27) = int32(aritmetickaSredina(2) + s2Dev);
gornjaGranica(26) = int32(aritmetickaSredina(3) + s3Dev);
gornjaGranica(25) = int32(aritmetickaSredina(4) + s4Dev);
gornjaGranica(24) = int32(aritmetickaSredina(5) + s5Dev);
gornjaGranica(23) = int32(aritmetickaSredina(6) + s6Dev);
gornjaGranica(22) = int32(aritmetickaSredina(7) + s7Dev);
gornjaGranica(21) = int32(aritmetickaSredina(1) + s1Dev);
gornjaGranica(20) = int32(aritmetickaSredina(2) + s2Dev);
gornjaGranica(19) = int32(aritmetickaSredina(3) + s3Dev);
gornjaGranica(18) = int32(aritmetickaSredina(4) + s4Dev);
gornjaGranica(17) = int32(aritmetickaSredina(5) + s5Dev);
gornjaGranica(16) = int32(aritmetickaSredina(6) + s6Dev);
gornjaGranica(15) = int32(aritmetickaSredina(7) + s7Dev);
gornjaGranica(14) = int32(aritmetickaSredina(1) + s1Dev);
gornjaGranica(13) = int32(aritmetickaSredina(2) + s2Dev);
gornjaGranica(12) = int32(aritmetickaSredina(3) + s3Dev);

```

```

gornjaGranica(11) = int32(aritmetickaSredina(4) + s4Dev);
gornjaGranica(10) = int32(aritmetickaSredina(5) + s5Dev);
gornjaGranica(9) = int32(aritmetickaSredina(6) + s6Dev);
gornjaGranica(8) = int32(aritmetickaSredina(7) + s7Dev);
gornjaGranica(7) = int32(aritmetickaSredina(1) + s1Dev);
gornjaGranica(6) = int32(aritmetickaSredina(2) + s2Dev);
gornjaGranica(5) = int32(aritmetickaSredina(3) + s3Dev);
gornjaGranica(4) = int32(aritmetickaSredina(4) + s4Dev);
gornjaGranica(3) = int32(aritmetickaSredina(5) + s5Dev);
gornjaGranica(2) = int32(aritmetickaSredina(6) + s6Dev);
gornjaGranica(1) = int32(aritmetickaSredina(7) + s7Dev);
% Izdvajanje podataka aritmetičke sredine
sredisnja(29) = int32(((gornjaGranica(29) + donjaGranica(29)) / 2));
sredisnja(28) = int32(((gornjaGranica(28) + donjaGranica(28)) / 2));
sredisnja(27) = int32(((gornjaGranica(27) + donjaGranica(27)) / 2));
sredisnja(26) = int32(((gornjaGranica(26) + donjaGranica(26)) / 2));
sredisnja(25) = int32(((gornjaGranica(25) + donjaGranica(25)) / 2));
sredisnja(24) = int32(((gornjaGranica(24) + donjaGranica(24)) / 2));
sredisnja(23) = int32(((gornjaGranica(23) + donjaGranica(23)) / 2));
sredisnja(22) = int32(((gornjaGranica(22) + donjaGranica(22)) / 2));
sredisnja(21) = int32(((gornjaGranica(21) + donjaGranica(21)) / 2));
sredisnja(20) = int32(((gornjaGranica(20) + donjaGranica(20)) / 2));
sredisnja(19) = int32(((gornjaGranica(19) + donjaGranica(19)) / 2));
sredisnja(18) = int32(((gornjaGranica(18) + donjaGranica(18)) / 2));
sredisnja(17) = int32(((gornjaGranica(17) + donjaGranica(17)) / 2));
sredisnja(16) = int32(((gornjaGranica(16) + donjaGranica(16)) / 2));
sredisnja(15) = int32(((gornjaGranica(15) + donjaGranica(15)) / 2));
sredisnja(14) = int32(((gornjaGranica(14) + donjaGranica(14)) / 2));
sredisnja(13) = int32(((gornjaGranica(13) + donjaGranica(13)) / 2));
sredisnja(12) = int32(((gornjaGranica(12) + donjaGranica(12)) / 2));
sredisnja(11) = int32(((gornjaGranica(11) + donjaGranica(11)) / 2));
sredisnja(10) = int32(((gornjaGranica(10) + donjaGranica(10)) / 2));
sredisnja(9) = int32(((gornjaGranica(9) + donjaGranica(9)) / 2));
sredisnja(8) = int32(((gornjaGranica(8) + donjaGranica(8)) / 2));
sredisnja(7) = int32(((gornjaGranica(7) + donjaGranica(7)) / 2));
sredisnja(6) = int32(((gornjaGranica(6) + donjaGranica(6)) / 2));
sredisnja(5) = int32(((gornjaGranica(5) + donjaGranica(5)) / 2));
sredisnja(4) = int32(((gornjaGranica(4) + donjaGranica(4)) / 2));
sredisnja(3) = int32(((gornjaGranica(3) + donjaGranica(3)) / 2));
sredisnja(2) = int32(((gornjaGranica(2) + donjaGranica(2)) / 2));
sredisnja(1) = int32(((gornjaGranica(1) + donjaGranica(1)) / 2));
end
end

```

Prilog 9. - MatLAB funkcija grafickiPrikazDGP

```
% Pretvorba datuma iz niza znakova u numerički oblik
pocetniDatum = datenum('01-01-2015');
zavrsniDatum = datenum('12-31-2015');

x = linspace(pocetniDatum, zavrsniDatum,365);

figure;
% Grafički prikaz podataka za smjer 1
subplot(3,1,1);
ymax1 = max(smjerA);
xmax1 = x(smjerA==ymax1);
plot(x,smjerA,'-b',xmax1,repmat(ymax1,size(xmax1)),...
     'oy','Markerfacecolor','b');
datetick('x','mmm'); grid on;
xlabel('DANI / MJESECI','FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',11,'FontName','Times New Roman');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SMJER 1'],...
     'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
     'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
% Grafički prikaz podataka za smjer 2
subplot(3,1,2);
ymax2 = max(smjerB);
xmax2 = x(smjerB==ymax2);
plot(x,smjerB,'-m',xmax2,repmat(ymax2,size(xmax2)),...
     'oy','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm'); grid on;
xlabel('DANI / MJESECI','FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',11,'FontName','Times New Roman');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SMJER 2'],...
     'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
     'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
% Grafički prikaz podataka ukupnog prometa
subplot(3,1,3);
ymax3 = max(smjerAB);
xmax3 = x(smjerAB==ymax3);
plot(x,smjerAB,'-r',xmax3,repmat(ymax3,size(xmax3)),...
     'oy','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm'); grid on;
xlabel('DANI / MJESECI','FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',11,'FontName','Times New Roman');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI'],...
     'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
     'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
```

Prilog 10. - MatLAB funkcija grafickiPrikazPMDP

```
%   Određivanje podataka za prikaz
ydata = [PMDP01_sijecanj,PMDP02_veljaca,PMDP03_ozujak,PMDP04_travanj...
        PMDP05_svibanj,PMDP06_lipanj,PMDP07_srpanj,PMDP08_kolovoz,...
        PMDP09_rujan,PMDP10_listopad,PMDP11_studeni,PMDP12_prosinac];
%   Grafički prikaz prosječnog mjesečnog prometa
figure;
bar(ydata);
set(gca,'XTickLabel',{'Jan','Feb','Mar','Apr','May','Jun','Jul','Aug','Sep'
,'Oct','Nov','Dec'})
xlim ([0.5 12.5]);
xlabel('MJESECI',...
      'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
      'FontName','Times New Roman');
title(['PROSJEČNI MJESEČNI PROMET U 2015. GODINI'],...
      'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
      'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
```

Prilog 11. - MatLAB funkcija grafickiPrikazGKAT

```
% Pretvorba datuma (granica) iz niza znakova u numerički oblik
pocetniDatum = datenum('01-01-2015');
zavrsniDatum = datenum('12-31-2015');
x = linspace(pocetniDatum, zavrsniDatum,365);
% Određivanje varijabli za prikaz
var_a1 = transpose(data(:,4)); var_b1 = transpose(data(:,13));
var_a2 = transpose(data(:,5)); var_b2 = transpose(data(:,14));
var_a3 = transpose(data(:,6)); var_b3 = transpose(data(:,15));
var_a4 = transpose(data(:,7)); var_b4 = transpose(data(:,16));
var_a5 = transpose(data(:,8)); var_b5 = transpose(data(:,17));
var_a6 = transpose(data(:,9)); var_b6 = transpose(data(:,18));
var_a7 = transpose(data(:,10)); var_b7 = transpose(data(:,19));
var_a8 = transpose(data(:,11)); var_b8 = transpose(data(:,20));
% Izračun dodatnih varijabli za ukupni promet pojedinih skupina
var_u1 = var_a1 + var_b1;
var_u2 = var_a2 + var_b2;
var_u3 = var_a3 + var_b3;
var_u4 = var_a4 + var_b4;
var_u5 = var_a5 + var_b5;
var_u6 = var_a6 + var_b6;
var_u7 = var_a7 + var_b7;
var_u8 = var_a8 + var_b8;
figure;
% Prikaz podataka za motore
subplot(2,1,1);
plot(x,var_a1);hold on;
plot(x,var_b1);hold on;
vlmax = max(var_u1);
xlmax = x(var_u1==vlmax);
plot(x,var_u1,'-b',xlmax, repmat(vlmax,size(xlmax)),
'o','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,1),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Motori'],...
'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
% Prikaz podataka za osobne automobile
subplot(2,1,2);
plot(x,var_a2);hold on;
plot(x,var_b2);hold on;
v2max = max(var_u2);
x2max = x(var_u2==v2max);
plot(x,var_u2,'-b',x2max, repmat(v2max,size(x2max)),
'o','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,2),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Osobni
automobili'],...
'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
```

```

        'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
        'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');

figure;
%   Prikaz podataka za autobuse
subplot(2,1,1);
plot(x,var_a3);hold on;
plot(x,var_b3);hold on;
v3max = max(var_u3);
x3max = x(var_u3==v3max);
plot(x,var_u3,'-b',x3max, repmat(v3max,size(x3max)),
'o','Markerfacecolor','r')
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,1),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Autobusi'],...
'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
%   Prikaz podataka za laka teretna vozila
subplot(2,1,2);
plot(x,var_a4);hold on;
plot(x,var_b4);hold on;
v4max = max(var_u4);
x4max = x(var_u4==v4max);
plot(x,var_u4,'-b',x4max, repmat(v4max,size(x4max)),
'o','Markerfacecolor','r')
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,2),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Laka teretna vozila
do 3,5t'],...
'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');

figure;
%   Prikaz podataka za srednja teretna vozila 3,5 - 7t
subplot(2,1,1);
plot(x,var_a5);hold on;
plot(x,var_b5);hold on;
v5max = max(var_u5);
x5max = x(var_u5==v5max);
plot(x,var_u5,'-b',x5max, repmat(v5max,size(x5max)),
'o','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,1),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Srednja teretna
vozila 3,5-7t'],...
'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...

```

```

        'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
%   Prikaz podataka za teška teretna vozila preko 7 tona
subplot(2,1,2);
plot(x,var_a6);hold on;
plot(x,var_b6);hold on;
v6max = max(var_u6);
x6max = x(var_u6==v6max);
plot(x,var_u6,'-b',x6max,repmat(v6max,size(x6max)),
'o','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,2),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
        'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
        'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Teška teretna
vozila preko 7t'],...
        'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
        'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');

figure;
%   Prikaz podataka za kamione s prikolicom
subplot(2,1,1);
plot(x,var_a7);hold on;
plot(x,var_b7);hold on;
v7max = max(var_u7);
x7max = x(var_u7==v7max);
plot(x,var_u7,'-b',x7max,repmat(v7max,size(x7max)),
'o','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,1),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
        'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
        'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Kamioni s
prikolicom'],...
        'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
        'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
%   Prikaz podataka za tegljače
subplot(2,1,2);
plot(x,var_a8);hold on;
plot(x,var_b8);hold on;
v8max = max(var_u8);
x8max = x(var_u8==v8max);
plot(x,var_u8,'-b',x8max,repmat(v8max,size(x8max)),
'o','Markerfacecolor','r');
datetick('x','mmm');grid on;
set(subplot(2,1,2),'YMinorTick','on','YScale','linear');
xlabel('DANI / MJESECI',...
        'FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
ylabel('broj vozila','FontSize',12,...
        'FontName','Times New Roman');
legend(' SMJER 1',' SMJER 2',' UKUPNO');
title(['DNEVNI PROMET U 2015. GODINI ZA SKUPINU VOZILA: Tegljači'],...
        'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
        'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal')

```

Prilog 12. - MatLAB funkcija grafikPrikazINT

```
figure;
%   Prikaz grafa gornje granice odstupanja
g_x = [1:29];
gg_y = double([gornjaGranica]);
gg_xx = 1:.25:29;
gg_yy = spline(g_x,gg_y,gg_xx);
plot(gg_xx,gg_yy,'--','DisplayName','gornja granica');
hold on;
%   Prikaz grafa donje granice odstupanja
dg_y = double([donjaGranica]);
dg_xx = 1:.25:29;
dg_yy = spline(g_x,dg_y,dg_xx);
plot(dg_xx,dg_yy,'--','DisplayName','donja granica');
hold on;
%   Prikaz grafa predviđenog prometa (aritmetička sredina)
sg_y = double([sredisnja]);
sg_xx = 1:.25:29;
sg_yy = spline(g_x,sg_y,sg_xx);
plot(sg_xx,sg_yy,'','DisplayName','predviđeni promet');
hold on;
%   Prikaz grafa stvarnih prometnih podataka
plot(izmjereniPodaci,'','DisplayName','stvarni podaci');
hold off;
%   Određivanje izgleda grafičkog prikaza
set(gca,'xtick',[1:1:29]); grid on; grid minor;
xlim ([1 29]);
xlabel('DANI','FontSize',10,'FontName','Times New Roman');
legend('Location','southwest');
legend('boxoff');
title(['GRAFIČKI PRIKAZ PROMETA ZA RAZDOBLJE OD ',
    datestr(datumi(:,1),'dd.mm.yyyy'),...
    ' DO ', datestr(datumi(:,29),'dd.mm.yyyy')],...
    'HorizontalAlignment','center','FontName','Times New Roman',...
    'FontSize',12,'FontAngle','normal','FontWeight','normal');
```

Prilog 13. - MatLAB funkcija ispisIzvjestaj

```
clc;
disp(['PROSJEČNI GODIŠNJI I MJESEČNI PROMETI']);
disp(['Prosječni godišnji dnevni promet iznosi: ', num2str(PGDP)]);
disp(['Prosječni ljetni dnevni promet iznosi: ', num2str(PLDP)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u siječnju iznosi: ',
num2str(PMDP01_sijecanj)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u veljači iznosi: ',
num2str(PMDP02_veljaca)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u ožujku iznosi: ',
num2str(PMDP03_ozujak)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u travnju iznosi: ',
num2str(PMDP04_travanj)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u svibnju iznosi: ',
num2str(PMDP05_svibanj)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u lipnju iznosi: ',
num2str(PMDP06_lipanj)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u srpnju iznosi: ',
num2str(PMDP07_srpanj)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u kolovozu iznosi: ',
num2str(PMDP08_kolovoz)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u rujnu iznosi: ',
num2str(PMDP09_rujan)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u listopadu iznosi: ',
num2str(PMDP10_listopad)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u studenom iznosi: ',
num2str(PMDP11_studen)]);
disp(['Prosječni mjesečni promet u prosincu iznosi: ',
num2str(PMDP12_prosinac)]);
disp([' ']);
disp(['PROSJEČNI PROMET PO KVARTALIMA']);
disp(['Prosječni promet u prvom kvartalu iznosi: ', num2str(Q_1)]);
disp(['Prosječni promet u drugom kvartalu iznosi: ', num2str(Q_2)]);
disp(['Prosječni promet u trećem kvartalu iznosi: ', num2str(Q_3)]);
disp(['Prosječni promet u četvrtom kvartalu iznosi: ', num2str(Q_4)]);
disp([' ']);
disp(['NAJVEĆE DNEVNE VRIJEDNOSTI PO SKUPINAMA VOZILA']);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: motori iznose ',
num2str(v1max), ', dana ', datestr(x1max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: osobni automobili
iznose ', num2str(v2max), ', dana ', datestr(x2max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: autobusi iznose ',
num2str(v3max), ', dana ', datestr(x3max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: laka teretna vozila do
3,5 tona iznose ', num2str(v4max), ', dana
', datestr(x4max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: srednja teretna vozila
3,5 - 7 tona iznose ', num2str(v5max), ', dana
', datestr(x5max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: teška teretna vozila
preko 7 tona iznose ', num2str(v6max), ', dana
', datestr(x6max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: kamioni s prikolicom
iznose ', num2str(v7max), ', dana ', datestr(x7max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp(['Najveća dnevna vrijednost za skupinu vozila: tegljači iznose ',
num2str(v8max), ', dana ', datestr(x8max(:,1), 'dd.mm.yyyy')]);
disp([' ']);
disp(['NAJVEĆI DNEVNI PROMETI']);
disp(['Najveći dnevni promet za smjer 1 iznosi: ', num2str(ymax1)]);
```

```

disp(['Najveći dnevni promet za smjer 2 iznosi: ', num2str(ymax2)]);
disp(['Najveći dnevni promet za oba smjera vožnje iznosi: ',
num2str(ymax3)]);
disp([' ']);
disp(['NAJVEĆE DNEVNE VRIJEDNOSTI ZA SKUPINE VOZILA PO SMJEROVIMA
VOŽNJE']);
disp(['Motori, za smjer 1: ', num2str(maxKategorije(1,1)), ', za smjeru 2:
', num2str(maxKategorije(1,2))]);
disp(['Osobni automobili, za smjer 1: ', num2str(maxKategorije(2,1)), ', za
smjer 2: ', num2str(maxKategorije(2,2))]);
disp(['Autobusi, za smjer 1: ', num2str(maxKategorije(3,1)), ', za smjer 2:
', num2str(maxKategorije(3,2))]);
disp(['Laka teretna vozila do 3,5t, za smjer 1: ',
num2str(maxKategorije(4,1)), ', za smjer 2: ', num2str(maxKategorije(4,2))]);
disp(['Srednja teretna vozila 3,5-7t, za smjer 1: ',
num2str(maxKategorije(5,1)), ', za smjer 2: ', num2str(maxKategorije(5,2))]);
disp(['Teška teretna vozila, za smjer 1: ', num2str(maxKategorije(6,1)), ',
za smjer 2: ', num2str(maxKategorije(6,2))]);
disp(['Kamioni s prikolicom, u smjer 1: ', num2str(maxKategorije(7,1)), ',
za smjer 2: ', num2str(maxKategorije(7,2))]);
disp(['Tegljači, za smjer 1: ', num2str(maxKategorije(8,1)), ', za smjer 2:
', num2str(maxKategorije(8,2))]);

```



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 _____

PROGRAMSKA PODRŠKA ZA OBRADU PODATAKA S BROJAČA CESTOVNOG PROMETA

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

U Zagrebu, _____ 20.6.2017 _____

Student/ica:


(potpis)