

Aplikacija za višekorisničko brojanje prometa

Novačić, Tomislav

Master's thesis / Diplomski 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:582299>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Tomislav Novačić

**APLIKACIJA ZA VIŠEKORISNIČKO BROJANJE
PROMETA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 24. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za inteligentne transportne sustave**
Predmet: **Umjetna inteligencija**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3967

Pristupnik: **Tomislav Novačić (0135225052)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Inteligentni transportni sustavi**

Zadatak: **Aplikacija za višekorisničko brojanje prometa**

Opis zadatka:

Kako bi se mogli implementirati različiti servisi iz domene inteligentnih transportnih sustava potrebno je prvo analizirati postojeću prometnu situaciju. U tu svrhu se koristi brojanje prometa koje se i danas najčešće radi ručno. To uzrokuje dugotrajan proces naknadne obrade podataka kako se svi prikupljeni podaci od više izvršitelja brojanja moraju prvo ručno unijeti u računalo. U svrhu rješavanja ovog problema u sklopu ovog diplomskog rada razviti će se aplikacija za brojanje prometa koja omogućuje istovremeno brojanje prometa na složenijim raskrižjima od strane više korisnika aplikacije.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

doc. dr. sc. Edouard Ivanjko

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**APLIKACIJA ZA VIŠEKORISNIČKO BROJANJE
PROMETA**

**APPLICATION FOR MULTI-USER TRAFFIC
COUNTING**

Mentor: doc. dr. sc. Edouard Ivanjko

Student: Tomislav Novačić

JMBAG: 0135225052

Zagreb, rujan 2017.

SAŽETAK

Kako tehnologija svakim danom sve više napreduje javlja se potreba za zamjenom zastarjelih metoda brojanja prometa suvremenijim metodama. U ovom diplomskom radu izradit će se aplikacija za brojanje prometa putem pametnih telefona i tableta koja će predstavljati alternativu tradicionalnim metodama brojanja prometa. Obradit će se pristupi i problemi svih metoda brojanja prometa, zahtjevi koje aplikacija mora zadovoljiti kako bi ispunjavala svoju svrhu te arhitektura aplikacije. Nadalje objasniti će se kako je aplikacija implementirana te će se prikazati rezultati dobiveni probnim brojanjem prometa. Svrha rada je prikazati poboljšanja u prikupljanju i naknadnoj obradi podataka primjenom razvijene aplikacije, dok je cilj približavanje suvremenih mobilnih tehnologija, razmjene podataka definirane okvirima i računalstva u oblaku te prikaz mogućnosti njihove primjene u analizi postojećeg stanja mjernog mjesta.

KLJUČNE RIJEČI: brojanje prometa; mobilna aplikacija; inteligentni transportni sustavi (ITS)

SUMMARY

TITLE: Application for Multi-User Traffic Counting

As technology becomes more and more progressive, there is a need to replace obsolete traffic counting methods with more modern ones. In this graduate thesis, a traffic counting application that counts vehicles via smart phones and tablets will be created. It will represent an alternative to traditional traffic counting methods. The approaches and problems of all traffic counting methods will be discussed as well as the requirements that the application must meet to fulfill its purpose. Furthermore, application architecture will also be processed. It will also be explained how the application is implemented and the results obtained from test traffic counting will be displayed. The purpose of this thesis is to demonstrate improvements in the gathering and subsequent processing of data using a developed application, while the goal is bringing modern mobile technologies closer to the user, framed data exchange and cloud computing, as well as demonstrating the possibilities of their application in the analysis of the current state of the measuring location.

KEYWORDS: traffic counting; mobile application; intelligent transport systems (ITS)

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PRISTUPI I PROBLEMI U BROJANJU PROMETA.....	3
2.1. Općenito o brojanju prometa	3
2.2. Metode brojanja prometa.....	4
2.2.1. Ručno brojanje prometa.....	4
2.2.2. Automatsko brojanje prometa	9
2.2.3. Brojanje prometa kamerom.....	13
2.2.4. Naplatno brojanje prometa.....	15
2.2.5. Satelitsko brojanje prometa.....	17
2.2.6. Brojanje vozila prevezenih trajektima.....	18
2.2.7. Brojanje prometa na parkirališnim površinama	19
2.3. Metode prikupljanja podataka.....	21
2.4. Metode obrade podataka i predočavanje rezultata	21
3. ZAHTJEVI ZA VIŠEKORISNIČKO BROJANJE PROMETA.....	22
4. ARHITEKTURA APLIKACIJE ZA VIŠEKORISNIČKO BROJANJE PROMETA .	24
5. IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE I OKVIRA ZA RAZMJENU PODATAKA	26
5.1. Razvojno okruženje i korištene tehnologije	26
5.2. Korisničko sučelje.....	32
5.3. Servisi u oblaku	36
6. PROVEDBA BROJANJA PROMETA POMOĆU RAZVIJENE APLIKACIJE	38
6.1. Dodjeljivanje pristupa aplikaciji brojiteljima i postavljanje mjernog mjesta....	39
6.2. Brojanje prometa i slanje podataka u bazu podataka na oblaku	45
6.3. Obrada prikupljenih podataka i prikaz dobivenih rezultata	48
6.4. Osvrt na primijenjenu metodu.....	55
7. ZAKLJUČAK	57
LITERATURA	58
POPIS SLIKA	60
POPIS KRATICA	62

1. UVOD

Prije implementacije različitih servisa iz domene inteligentnih transportnih sustava potrebno je prvo analizirati postojeću prometnu situaciju. Za uvid u stvarno stanje dinamike prometnih tokova promatranog područja koristi se brojanje prometa. U zemljama sa slabije razvijenom mrežom pametnih osjetila uz prometnice brojanje prometa se i danas najčešće obavlja ručno. Ručan unos svih podataka prikupljenih od strane više izvršitelja brojanja u računalo zahtjeva značajne vremenske i financijske resurse te dodatno usložnjava sam proces. Pošto su danas široko rasprostranjeni pametni telefoni i tableti s bežičnom Internet vezom te je dostupna tehnologija primjene računalstva u oblaku u sklopu ovog diplomskog rada izradit će se aplikacija za višekorisničko brojanje prometa kao alternativa tradicionalnim ručnim metodama prikupljanja i obrade podataka dobivenih brojanjem. Navedena aplikacija omogućiti će brojanje prometa na složenim raskrižjima od strane više izvršitelja istovremeno i automatsku obradu prikupljenih podataka.

Svrha rada je prikazati poboljšanja u prikupljanju i naknadnoj obradi podataka prikupljenih brojanjem prometa primjenom aplikacije za višekorisničko brojanje prometa. Uz to dodatno predstaviti prednosti primjene aplikacija zasnovanih na računalstvu u oblaku sa ciljem smanjenja utrošenih vremenskih i financijskih resursa. Nadalje, cilj je približavanje suvremenih mobilnih tehnologija te strukturirane razmjene podataka definirane okvirima i njihova primjena u analizi postojeće prometne situacije kao alternative postojećim metodama brojanja prometa te mogućnost primjene takvih tehnologija u Republici Hrvatskoj. Rad je podijeljen u sedam poglavlja:

1. Uvod;
2. Pristupi i problemi u brojanju prometa;
3. Zahtjevi za višekorisničko brojanje prometa;
4. Arhitektura aplikacije za višekorisničko brojanje prometa;
5. Implementacija aplikacije i okvira za razmjenu podataka;
6. Provedba brojanja prometa pomoću razvijene aplikacije;
7. Zaključak.

U drugom poglavlju najprije je objašnjen pojam brojanja prometa i zašto se ono koristi. Nakon toga opisani su pristupi brojanju prometa odnosno metode prikupljanja i obrade podataka dobivenih brojanjem. Za svaku pojedinu metodu navedene su prednosti koje ta metoda donosi te problemi s kojima se metoda suočava. Treće poglavlje obuhvaća zahtjeve od strane korisnika koje aplikacija za višekorisničko brojanje prometa mora zadovoljiti kako bi bila funkcionalna i ostvarila optimalan učinak. U četvrtkom poglavlju prikazana je arhitektura aplikacije te je detaljno objašnjen njen način rada. Peto poglavlje pojašnjava korisničko sučelje mobilne aplikacije, alate korištene za izradu te primijenjene okvire za razmjenu podataka unutar same aplikacije i na poslužitelju. U šestom poglavlju prikazan je kompletan proces od podešavanja mjernog mjesta preko samog brojanja prometa pa sve do slanja i agregiranja podataka prikupljenih brojanjem. Također su prikazani i dobiveni rezultati te je napravljen osvrt na prednosti ove metode brojanja i na utrošene resurse. Diplomski rad završava zaključkom te prijedlozima za nastavak rada.

2. PRISTUPI I PROBLEMI U BROJANJU PROMETA

2.1. Općenito o brojanju prometa

Osnovna zadaća brojanja prometa je realan prikaz dinamike prometnih tokova na mjernom mjestu u određenom vremenskom intervalu. Osnovni podaci dobiveni brojanjem prometa su broj vozila, struktura prometnog toka i smjer kretanja vozila. Osim tri osnovna parametra brojanjem je moguće ustanoviti i niz drugih značajki prometnog toka poput brzine vozila, razmaka između vozila te vršnog opterećenja. Dobiveni podaci predstavljaju osnovu za prognoziranje, planiranje i projektiranje rješenja iz domene inteligentnih transportnih sustava (ITS) s ciljem poboljšanja postojećeg i budućeg stanja u prometu [1], [2], [3].

Osim motoriziranog cestovnog prometa broji se i promet ostalih oblika prometa prisutnih na području izrade prometne studije. Ostali oblici prometa na kojima se može brojati promet su [1]:

- Željeznički promet,
- Biciklistički promet,
- Pješački promet,
- Pomorski promet,
- Vodni promet.

Prije početka brojanja potrebno je odrediti zonu obuhvata u kojoj će se brojanje odvijati. Nakon toga se metodom sondiranja određuju značajnije lokacije na kojima će se odvijati brojanje dok će se podaci za ostale lokacije dobiti metodama aproksimacije i interpolacije kako bi se naposljetku mogao analizirati cijeli prometni sustav unutar zadane zone. Ovisno o razlogu analiziranja postojeće situacije potrebno je odrediti vremenski interval unutar kojeg će se provoditi brojanje. Brojanje bi se trebalo provoditi u vremenskom intervalu kada su uvjeti za korist promatranja najveći. Brojanje se može provoditi tijekom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Nadalje, potrebno je odrediti vremenske intervale unutar dana u kojima će se provoditi brojanje. Potrebno je osigurati da se brojanje uvijek odvija u normalnim prometnim uvjetima, odnosno da se u trenutku brojanja ne odvija niti jedan specifični događaj kao što je rekonstrukcija prometnice, važan kulturni događaj ili državni sastanak u blizini mjernog mjesta. Uz dobivene podatke preporučuje se i korištenje podataka iz prethodnih brojanja prometa ako takvi postoje. Tako se može stvoriti percepcija o prometnom razvoju neke sredine kroz godine [1], [2], [3].

2.2. Metode brojanja prometa

Izbor metode brojanja prometa ovisi o vrsti podataka koje želimo prikupiti, o vremenskom intervalu brojanja te o raspoloživim financijskim sredstvima. Metode brojanja prometa mogu se podijeliti na [1], [3]:

- Ručno (neposredno zapažanje i bilježenje na brojački obrazac),
- Automatsko,
- Kameran,
- Naplatno,
- Satelitsko,
- Brojanje vozila prevezenih trajektima i
- Brojanje na parkirališnim površinama.

2.2.1. Ručno brojanje prometa

Najstarija i tehnološki najjednostavnija metoda brojanja prometa je ručno brojanje prometa. Ručno brojanje prometa se obično obavlja radi prikupljanja podataka o strukturi prometnog toka, udjelu lijevih i desnih skretača na raskrižjima te prometnom opterećenju na pojedinim prometnicama tijekom vršnih sati. Ručno brojanje prometa obavlja se uz pomoć takozvanih brojitelja prometa. Broj brojitelja ovisi o više čimbenika kao što su period brojanja, veličina prometnog toka te razina promatranja (brojanje skretača, brojanje kategorija vozila). Brojitelji su smješteni na samom mjernom mjestu ili neposredno uz njega na položajima koji osiguravaju dobru vidljivost mjernog mjesta. Ova metoda se preferira pred automatskim brojanjem prometa na složenijim raskrižjima s velikim brojem skretanja. Ručno brojanje se može provesti na tri načina ovisno o tipu opreme za brojanje [2], [3].

Prva metoda ručnog brojanja prometa je brojanje pomoću brojačkog obrasca, običnog sata i zapornog sata (štoperice). Kod ovog načina brojanja prometa brojitelj bilježi prolazak vozila kroz dano raskrižje ili presjek prometnice u brojački obrazac. Izgled obrasca i podaci koji se unose ovise o svrsi brojanja prometa. Parametri prema kojima se popunjava brojački obrazac su najčešće smjer kretanja, kategorija i vremenski period u kojem vozilo prolazi kroz zadano raskrižje. Prolazak vozila bilježi se crticom u odgovarajućem prostoru brojačkog obrasca ovisno o ulaznim parametrima. Brojitelji koriste običan sat i zaporni sat za određivanje početka i završetka brojačkog perioda. Na slici 1 može se vidjeti kako brojitelji stoje neposredno uz mjerno mjesto i bilježe prolaske vozila u brojački obrazac. Nakon završetka brojanja podaci zapisani u obrascima se prepisuju u završni formular kako bi se pripremili za daljnju obradu [2], [3].



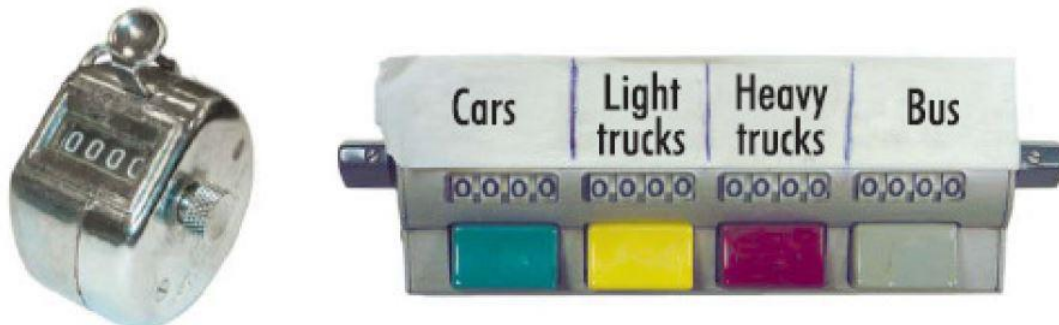
Slika 1. Ručno brojanje prometa putem brojačkog obrasca, [4]

Primjer brojačkog obrasca prikazan je na slici 2. Na vrhu obrasca upisuju se osnovni podaci o mjernom mjestu, nazivu raskrižja te vremenu odvijanja brojanja prometa. Ispod osnovnih podataka može se vidjeti tablica koja vozila svrstava prema smjeru kretanja, vremenskom periodu i kategoriji vozila [2], [3].

Brojanje pomoću mehaničkog brojača, završnog formulara, običnog sata i zapornog sata predstavlja drugu metodu ručnog brojanja prometa. Prolazak vozila bilježi se pritiskom na jedan od gumbi mehaničkog brojača. Ovisno o tipu mehanički brojači mogu brojati određeni broj prometnih značajki (npr. kategoriju vozila). Nakon završetka perioda vrijednosti se zapisuju u završni formular i svi gumbi brojača se postavljaju na nulu. Mehanički brojači su uvedeni kako bi smanjila veličina pogreške pri ručnom brojanju prometa. Na slici 3 lijevo je prikazan mehanički brojač koji broji samo jednu prometnu značajku dok je desno prikazan mehanički brojač koji može brojati četiri različite prometne značajke. U ovom slučaju brojač bilježi prolazak vozila kroz zadani presjek prema kategoriji vozila [3].

KRIŽANJE: 369 Ul. Josipa Preradovića - Zagrebačka ul.						VRIJEME BROJENJA (od-do): 17.00 - 18.00						Ime i prezime: Tomislav Kovačić							
SMJER KRETANJA		1-3						2-1						2-3					
INTERVAL 15 min																			
		MT - motor	PA - putnički auto	BUS - lokalni	BUS - turistički	TA - teretni auto	TTA - teški teretni auto	MT - motor	PA - putnički auto	BUS - lokalni	BUS - turistički	TA - teretni auto	TTA - teški teretni auto	MT - motor	PA - putnički auto	BUS - lokalni	BUS - turistički	TA - teretni auto	TTA - teški teretni auto
17.00 - 17.15														1					
17.15 - 17.30												1		1					

Slika 2. Primjer obrasca za ručno brojanje prometa, [3]



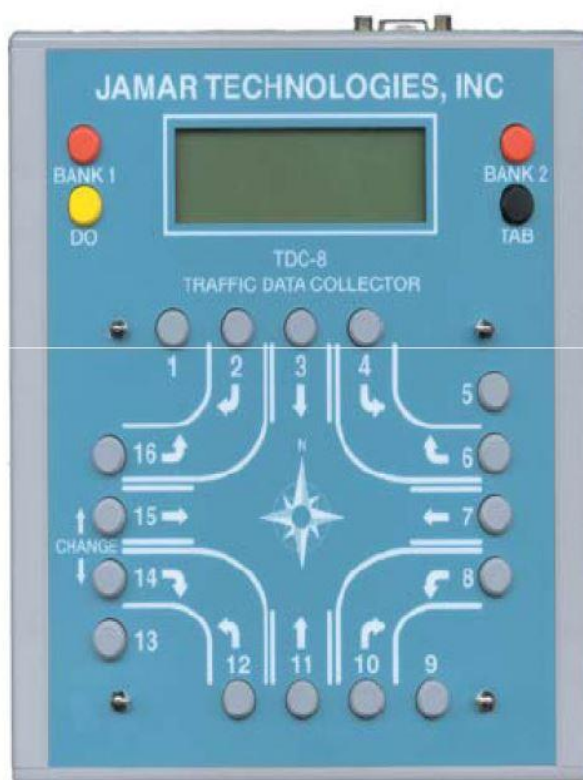
Slika 3. Primjer mehaničkog brojača s jednim brojilom (lijevo) i primjer mehaničkog brojača sa četiri brojila (desno), [3]

Slika 4 prikazuje primjer završnog formulara. Može se vidjeti kako je broj vozila koja su prošla kroz raskrižje u zadanom intervalu grupiran prema smjerovima kretanja te vremenskom periodu u kojem je vozilo prošlo kroz raskrižje. Ovaj način prikaza daje puno pregledniji prikazan prikupljenih podataka i dobru podlogu za prijepis podataka u digitalni oblik.

		BROJAČKI LISTIĆ		KRIŽANJE: 369. Ul. Josipa Preradovića - Zagrebačka ul.		CIKLUS [s]:		
ULAZNI PODACI - RUČNO BROJENJE								
PROJEKT:		Brojenje prometa				MJESTO: Dugo Selo		
PERIOD BROJENJA:		dan: petak		sat (od - do): 17.00 - 18.00		DATUM: 07.07.2017		
VRIJEME (zaokružiti):		☒ suho - kiša				BROJAČ: Tomislav Moravčić		
SMJER KRETANJA								
INTERVAL		SMJER KRETANJA						
			MT - motor	PA - putnički auto	BUS - lokalni	BUS - turistički	TA - teretni auto	TTA - teški teretni auto
17:00 - 18:00	0 - 15'	1-3	0	16	0	0	0	4
		2-1	0	15	0	0	0	1
		2-3	1	111	1	0	7	0
	15 - 30'	1-3	0	48	2	0	6	0
		2-1	0	3	0	0	1	0
		2-3	1	147	1	0	11	3
	30 - 45'	1-3	0	37	1	0	3	3
		2-1	0	8	1	0	1	1
		2-3	1	96	2	1	2	1
	45 - 60'	1-3	0	18	0	0	0	0
		2-1	0	26	0	0	1	1
		2-3	7	81	5	7	3	1
18:00 - 19:00	0 - 15'							
	15 - 30'							
	30 - 45'							
	45 - 60'							
19:00 - 20:00	0 - 15'							
	15 - 30'							
	30 - 45'							
	45 - 60'							

Slika 4. Primjer završnog formulara

Treća metoda brojanja prometa ostvaruje se pomoću elektroničkog brojača. Prolazak vozila se bilježi pritiskom na pripadajući gumb. Elektronički brojači u sebi imaju ugrađene satove i prostor za spremanje podataka kako bi izbacili potrebu za zapornim satovima i završnim formularima. Broj vozila se automatski sprema za svaki određeni vremenski period koji brojač odredi. Na kraju brojanja podaci se mogu prebaciti na računalo pomoću odgovarajuće programske podrške proizvođača. Ovaj tip ručnog brojanja značajno smanjuje pogreške u obradi podataka i može dovesti do značajne vremenske i financijske uštede kada je broj prebrojanih raskrižja velik. Primjer elektroničkog brojača prikazan je na slici 5 [3].



Slika 5. Elektronički brojač tvrtke Jamar Technologies, [3]

Prednosti ručnog brojanja prometa su [3]:

- Mogućnost dobivanja podatka o broju vozila, strukturi prometnog toka te distribuciji prometa unutar raskrižja,
- Brojitelji mogu uočiti i zabilježiti određene prometne anomalije,
- Niski troškovi brojanja.

Nedostatci ove metode su [3]:

- Potrebno je obučiti ljude za brojanje,
- Nije moguće dobiti potpuno točne rezultate radi distrakcije i umora brojitelja,

- Ovisnost o vremenskim uvjetima,
- Potreba za ručnim prepisivanjem podataka u digitalni format,
- U slučaju da je u istom trenutku potrebno obraditi veći broj raskrižja potreban je veći broj ljudi.

Ovaj diplomski rad bavi se problemom ručnog brojanja prometa. Cilj rada je pojednostavniti proces bilježenja prolaska vozila kroz zadano raskrižje ili presjek prometnice kako bi se smanjio faktor ljudske pogreške pri prikupljanju podataka te automatizirati proces obrade prikupljenih podataka za svakog pojedinog brojitelja prometa.

2.2.2. Automatsko brojanje prometa

Automatsko brojanje prometa se provodi radi utvrđivanja neravnomjernosti satnih prometnih opterećenja unutar jednog dana, dnevnih te sezonskih promjena opterećenja prometnog toka. Ovisno o vremenskom intervalu unutar kojeg se odvija automatsko brojanje prometa se dijeli na povremeno automatsko i neprekidno automatsko brojanje prometa. Automatsko brojanje se obavlja pomoću uređaja zvanih brojila prometa. Prema tipu uređaja brojila se mogu podijeliti na stacionarna i prenosiva brojila. Navedeni uređaji se ugrađuju na samoj prometnici ili neposredno uz nju i zadaća im je detektirati prolazak vozila na poprečnom presjeku prometnice na kojem su postavljeni [2], [3].

Prednosti ove metode su [2], [3]:

- Mogućnost kontinuiranog bilježenja podataka o prometnom toku u dužem vremenskom intervalu,
- Velika preciznost prikupljenih podataka,
- Napredniji uređaji imaju mogućnost prikupljanja podataka o strukturi prometnog toka, vremenskim uvjetima, brzini kretanja vozila te razmaku između vozila.

Nedostaci su [2], [3]:

- Veliki inicijalni troškovi pri nabavci uređaja,
- Pojedine vrste automatskih brojila iziskuju građevinske zahvate na prometnicama,
- Brojila su ograničena na praćenje isključivo poprečnog presjeka (ne mogu pratiti smjer kretanja vozila kroz raskrižje).

U nastavku je detaljnije opisana podjela automatskog brojanja prometa prema vremenskom intervalu i tipu uređaja kojim se obavlja brojanje prometa.

Prva metoda automatskog brojanja prometa je povremeno automatsko brojanje prometa. Povremeno automatsko brojanje izvršava se u određenim vremenskim intervalima ovisno o planiranom rasporedu brojenja. Ono služi kako bi se dobio uvid u promjene u prometu po [2]:

- Satima u danu brojanja (za svaki tjedni dan),
- Tjednim danima u tjednu brojanja,
- Tjednima obuhvaćenim brojanjem.

Ova metoda se izvodi pomoću prenosivih brojila koja se pričvršćuju na površinu kolnika unutar voznog traka. U praksi najčešće korištena brojila rade na principu magnetizma odnosno očitavaju magnetske anomalije uzrokovane pojavom metalnog predmeta u promatranom polju djelovanja. Tako kada vozilo prijeđe preko brojila dolazi do promjene magnetskog polja i šalje se signal prema brojilu koje tada bilježi prolazak vozila. Osim detekcije vozila ova brojila mogu prikupljati i podatke o kategoriji vozila, brzini vozila te razmaku između vozila. Slika 6 prikazuje prenosivo automatsko brojilo prometa postavljeno na prometnici sa svrhom analize prometnog toka [2], [3].



Slika 6. Prenosivo automatsko brojilo prometa Nu-Metrics NC-200 tvrtke Vaisala, [5]

Povremeno automatsko brojanje prometa se izvodi uglavnom kako bi se dobili podaci o promjenama u prometu tijekom godine i/ili ljeta. Ključna pretpostavka za ovu metodu je stabilnost općih okolnosti. Godišnji plan brojanja prometa kreira se prema prostornim i vremenskim odrednicama, raspoloživim tehničkim kapacitetima i promjenama na cestovnoj mreži. Pri stvaranju godišnjeg rasporeda povremenog automatskog brojanja i definiranju metodologije obrade prikupljenih podataka potrebno je voditi računa o [2], [3]:

- Smanjenju troškova provedbe brojanja,

- Smanjenju troškova provedbe brojanja,
- Izvođenju brojanja u pogodnom dijelu godine kako bi se izbjegli troškovi izazvani nepogodnim vremenskim uvjetima i kako bi se povećala sama pouzdanost brojenja,
- Optimalnom iskorištenju raspoloživih prenosivih automatskih brojila,
- Zadržavanju relativne pogreške brojanja u dopuštenim granicama.

Uz općenite prednosti automatskih brojila, dodatne prednosti povremenog automatskog brojanja su [2], [3]:

- Relativno jednostavno postavljanje i uklanjanje što omogućuje češće mijenjanje lokacija brojanja,
- Otpornost na vremenske uvjete.

Nedostaci ove metode brojanja su [2], [3]:

- Između dva vremenski bliska brojačka tjedna u rasporedu povremenog brojanja mora se osigurati dovoljno vremena za postupke demontiranja brojila, očitavanje podataka, pripremu i programiranje brojila za novi tjedan brojanja te njihovo postavljanje na druga mjerna mjesta,
- Ugradnja brojila zahtjeva građevinske radove na kolniku što skraćuje njegov vijek trajanja,
- Nedostatak tehničkih sredstava (u 2016. godini povremeno automatsko brojane prometa u RH se izvodilo sa samo 98 prenosiva brojila).

Neprekidno automatsko brojanje prometa je druga metoda automatskog brojanja prometa. Zasniva se na uporabi stacionarnih automatskih brojila ugrađenih na mjernim mjestima. Uz ovu metodu brojanja prometa se uvijek izračunava prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) i prosječni ljetni dnevni promet (PLDP). U Hrvatskoj je u uporabi nekoliko različitih generacija i vrsta ovih brojila, a svima je zajedničko da bilježe količine prometa vozila po zadanim vremenskim periodima i prometnim trakovima neprekidno tijekom cijele godine. Pošto rade neprekidno, ova brojila je potrebno redovito održavati kako bi se osigurao njihov ispravan rad. Preventivni i pravovremeni servisi značajno utječu na kakvoću rezultata brojenja prometa [2].

Najčešće korištena tehnologija stacionarnih automatskih brojila zasniva se na elektromagnetskim indukcijskim petljama koje su ugrađene u kolnike prometnica. Na svakom prometnom traku kolnika nalazi se par indukcijskih petlji koji je spojen na brojilo. Stacionarna brojila razvrstavaju vozila koja prođu iznad petlje s obzirom na elektromagnetsku sliku vozila. Brojila se napajaju autonomno sunčevom energijom preko solarnih panela. Primjer neprekidnog automatskog brojila zasnovanog na tehnologiji induktivnih petlji i napajanog putem solarnih panela može se vidjeti na slici 7 [2], [3].



Slika 7. Neprekidno automatsko brojilo prometa s tehnologijom induktivnih petlji napajano putem solarnog panela

Ovaj tip brojila ima uspostavljenu dvosmjernu komunikaciju s informacijskim centrom pomoću GSM modema i odgovarajuće programske podrške. Time je omogućeno daljinsko preuzimanje podataka te trenutnu uvid u intenzitet i strukturu prometnog toka na svakom pojedinom mjernom mjestu. Tako se također može provjeriti i ispravnost rada te stanje komponenata brojila. Uz sve navedeno brojila imaju mogućnost slanja SMS poruke ako dođe do prekida petlje ili neovlaštenog otvaranja ormarića brojila. Ovaj tip brojila postavlja se na državnim, županijski i lokalnim cestama. U republici Hrvatskoj neprekidno automatsko brojanje prometa provodi poduzeće za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta Hrvatske ceste d.o.o. Trenutno posjeduju 482 funkcionalna stacionarna brojila prometa diljem zemlje. Podaci o brojanju se sustavno obrađuju i objavljuju za svaku godinu te su javno dostupni. Podaci prikupljeni ovom metodom brojanja prometa najčešće se koriste pri izradi prometnih studija gradova [1], [2], [3].

Prednosti ove metode brojanja su jednake općenitim prednostima automatskog brojanja prometa uz dodatak otpornosti na vremenske uvjete. Uz velika inicijalna ulaganja pri nabavci uređaja dodatni nedostaci neprekidnog automatskog brojanja prometa su [2], [3]:

- Potreba za izvođenjem građevinskih zahvata na prometnicama što zahtjeva zatvaranje dijela prometnice pri ugradnji uređaja,

- Brojila oštećuju kolnik i smanjuju njegov životni vijek,
- Potreba za redovitim održavanjima.

2.2.3. Brojanje prometa kamerom

Brojanje prometa kamerom predstavlja jednu od novijih metoda brojanja prometa. U ovoj metodi za brojanje se koriste kamere koje se postavljaju na mjernim mjestima. Preporučljivo je da se kamere nalaze iznad same prometnice odnosno da vozila prolaze ispod njih kako ne bi došlo do situacije da jedno vozilo zakloni drugo vozilo. U praksi se kamere najčešće postavljaju na semaforske stupove. Brojanje prometa kamerom dijeli se na dvije metode koje su objašnjenje u nastavku [3].

Prva metoda brojanja prometa kamerom je brojanje prometa neposrednim zapažanjem s video snimke. Kod ove metode kamera snima prometni tok u određenom vremenskom intervalu a nakon završetka snimanja video snimka se pregledava djelomično ili u cijelosti od strane brojitelja prometa. Podaci prikupljeni zapažanjem i bilježenjem unose se u digitalne ili papirnate obrasce. Ova metoda je jednaka metodi ručnog brojanja prometa osim što u ovom slučaju brojitelj neposredno zapaža i bilježi pregledavanjem video snimke a ne stvarnog raskrižja [3].

Prednosti brojanja prometa neposrednim zapažanjem s video snimke [3]:

- Postoji mogućnost zaustavljanja video snimke pri brojanju i bilježenju podataka u obrazac,
- Nema potrebe za većom količinom brojitelja pri obradi više složenih raskrižja u istom vremenskom intervalu,
- Dostupni prometni parametri kao što su broj, struktura te smjer kretanja vozila.

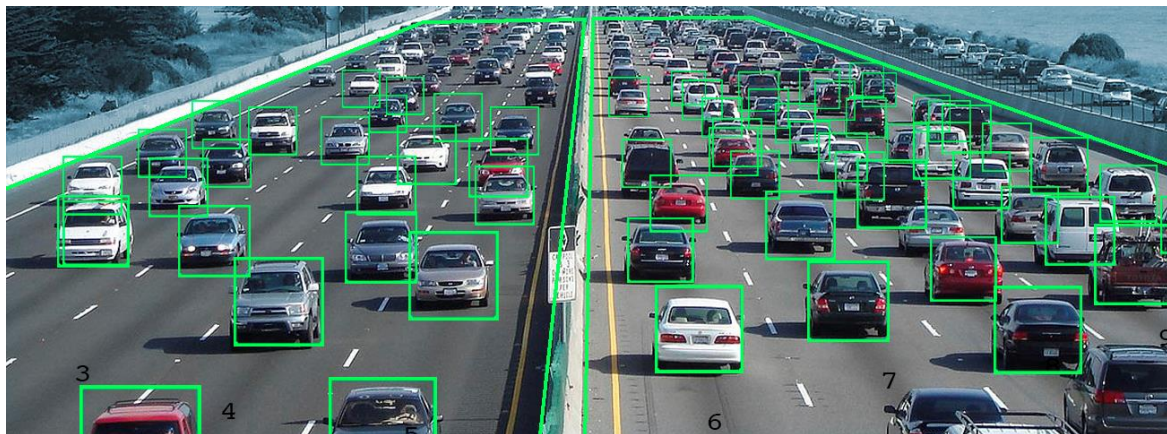
Nedostaci ove metode su [3]:

- Ovisnost o vremenskim uvjetima,
- Veliki inicijalni troškovi pri nabavci kamera,
- Pri postavljanju kamera moraju se zadovoljiti određeni uvjeti što se tiče infrastrukture mjernog mjesta.

Računalni vid predstavlja drugu metodu brojanja prometa kamerom. Kamere postavljene na mjernim mjestima koje snimaju promet povezane su s računalima koja na sebi imaju instalirane programe koji uz pomoć složenih algoritama za obradu slike omogućuju direktno detektiranje odnosno bilježenje vozila i svih bitnih prometnih parametara. Glavni problemi kod brojanja prometa putem računalnog vida je detekcija vozila i praćenje njegove putanje [6].

Dvije glavne metode detekcije vozila su metoda izuzimanja pozadine i metoda bazirana na strojnom učenju. Metoda izuzimanja pozadine koristi algoritam koji

uspoređuje fotografiju pozadine mjerne lokacije s fotografijom koja u sebi ima vozila u pokretu. Vozila u pokretu iz slike se detektiraju analizom razlika između dvije slike. Glavni nedostatak ove metode je njena nemogućnost prepoznavanja vozila u mirovanju. Metoda bazirana na strojnom učenju koristi algoritam koji prepoznaje specifične značajke na slici te radi klasifikaciju nad njima kako bi se odredilo da li značajke pripadaju dijelu vozila ili su pozadinski objekti. Prije nego što se proces klasifikacije može započeti potrebno je napraviti odgovarajuće klasifikatore koji će znati što koja značajka predstavlja. Klasifikatori se popunjavaju informacijama pomoću strojnog učenja. Nakon što su vozila prepoznata potrebno ih je označiti virtualnim markerima kako bi se mogla pratiti njihova putanja, odnosno kako bi se moglo prepoznati da li se u vidnom polju kamere nalazi i dalje staro vozilo ili se pojavilo novo vozilo. Ova metoda bi se mogla pridijeliti automatskom brojanju prometa jer ne zahtijeva ljudski faktor. Primjer automatske detekcije vozila putem računalnog vida dan je na slici 8 [3], [6], [7].



Slika 8. Automatska detekcija vozila putem računalnog vida, [8]

Prednosti računalnog vida su [3], [7]:

- Uz osnovne parametre kao što su broj i kategorija vozila dostupni su i dodatni prometni parametri kao što su brzina vozila, razmak između vozila, trajektorija vozila, duljina vozila te duljina reda čekanja,
- Mogućnost detekcije i prepoznavanja vertikalne i horizontalne prometne signalizacije,
- Mogućnost jednoznačnog praćenja vozila prepoznavanjem registarske oznake,
- Automatska detekcija incidentnih situacija,
- Prepoznavanje kršenja prometnih pravila.

Nedostaci računalnog vida su [3], [7]:

- Ovisnost o vremenskim uvjetima,
- Veliki inicijalni troškovi pri nabavci kamera,

- Potrebna za složenim algoritmima za obradu slike,
- Veliki zahtjevi za računalnim i memorijskim resursima,
- Pri postavljanju kamera moraju se zadovoljiti određeni uvjeti što se tiče infrastrukture mjernog mjesta.
-

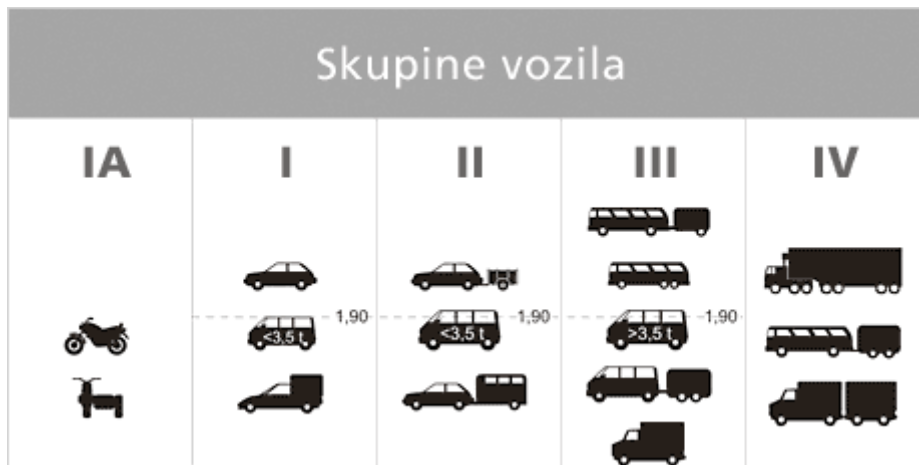
2.2.4. Naplatno brojanje prometa

Uporaba autocesta ili cestovnih građevina poput mostova i tunela naplaćuje se zbog velikih financijskih ulaganja u izgradnju i održavanje istih. Naplatno brojanje vrši se na cestovnim građevinama s naplatom prolaska. Te građevine smještene su na ulazima i izlazima iz autocesta, tunela i mostova. Posebnost ove metode brojanja prometa je što se prolazak vozila bilježi na informacijskim karticama s podacima o vremenu korištenja građevine, vrsti vozila (prema naplatnoj kategoriji) te prema mjestu ulaska i/ili izlaska na naplatnoj građevini. Slika 9 prikazuje prikupljanje podataka o prometnom toku putem informacijskih kartica u naplatnom brojanju [2], [3].



Slika 9. Primjer prikupljanja podataka o prometnom toku pomoću informacijskih kartica u naplatnom brojanju prometa, [9]

Naplatno brojanje se potpuno oslanja na podatke naplatnih sustava tako da ova metoda ne zahtijeva nikakve dodatne uređaje. Vozila su svrstana u pet skupina odnosno naplatnih kategorija koje su prikazane na slici 10 [2], [3].



Slika 10. Skupine vozila prema naplatnim kategorijama, [10]

Prednosti navedene metode su [2], [3]:

- Minimalni financijski troškovi prikupljanja i obrade podataka jer se podaci dobivaju kroz postojeći sustav naplate upravitelja građevinskih objekata,
- Vrlo velika točnost podataka,
- Kontinuirano prikupljanje podataka o prometnom toku kroz duži vremenski interval,
- Jednostavno se određuje prometno opterećenje i struktura prometnog toka po pojedinim dionicama prometnice,
- Otpornost na vremenske uvjete.

Nedostatci su [2], [3]:

- Brojanje je ograničeno na građevine na kojima se provodi naplata prolaska vozila,
- Nemogućnost prikupljanja dodatnih parametara prometnog toka.

2.2.5. Satelitsko brojanje prometa

Satelitsko brojanje prometa ostvaruje se uz pomoć satelitskih snimaka visoke rezolucije. Ova metoda brojanja prometa još je u eksperimentalnoj fazi i konstantno se razvijaju novi algoritmi za automatsku detekciju vozila. Glavno ograničenje korištenja satelitskog nadzora je razlučivanje vremena. Stalno mijenjanje prometnog toka mora biti izvedeno iz snimke područja u trenutku. Automatizirano praćenje prometnog toka ostvaruje se tako da složeni algoritam najprije segmentira sliku u trenutku automatskim umetanjem rubova prometnica koristeći vektorske podatke kako bi se poboljšale performanse i brzina obrade slike. Nakon toga algoritam klasificira objekte prema maksimalnoj vjerojatnosti pripadnosti. Ovaj način prikupljenih podataka ne može zamijeniti kontinuirano brojanje prometa već služi samo kao dodatni izvor podataka. Slika 11 prikazuje rezultate detekcije vozila putem satelitskih snimaka visoke rezolucija. Detektirana vozila su zaokružena bijelim kvadratima [11].



Slika 11. Detekcija vozila putem satelitskih snimaka visoke rezolucije, [11]

Prednosti ove metode brojanja prometa [11]:

- Velika geografska pokrivenost (omogućava bolji pregled dinamike prometnih tokova šireg područja).

Nedostaci satelitskog brojanja prometa [11]:

- Najveći problem ove metode je kontrast (vozila sa slabim kontrastom nisu detektirana),
- Sjena vozila te sjena okolnih objekata koja pada na prometnice predstavlja problem za točno prepoznavanje vozila,
- Velika ovisnost o vremenskim uvjetima,

- Visoki financijski troškovi,
- Problem detekcije vozila u gradskim područjima radi prometnica zaklonjenih visokim zgradama,
- Ova metoda može klasificirati vozila samo na osobne automobile i kamione.

2.2.6. Brojanje vozila prevezenih trajektima

Brojanje vozila prevezenih trajektima spada u posebnu kategoriju naplatnog brojanja prometa. Brojanje obavljaju brodske tvrtke koje i obavljaju trajektni prijevoz. Slika 12 prikazuje pregled karata kupljenih na naplatnoj kućici trajektnog stajališta pri ulasku na trajekt [2], [3].



Slika 12. Pregled trajektnih karata pri ulasku na trajekt, [12]

Evidencija prevezenih vozila vodi se za domaće pomorske trajektne linije koje su označene lukama, pristaništima te brojčanim oznakama dok se međunarodne trajektne linije ne uvrštavaju u brojanje. Podaci se dodatno filtriraju po vremenskim periodima (mjesecima u godini) te prema vrsti vozila. Vozila se svrstavaju u četiri kategorije [2], [3]:

- Osobna vozila,
- Autobuse,
- Kamione s prikolicom ili bez nje,
- Tegljače i ostala vozila.

Prednosti brojanja vozila prevezenih trajektima su [2], [3]:

- Jednostavno utvrđivanje prometnog opterećenja i strukture prometnog toka po pojedinim morskim putevima,
- Minimalni financijski troškovima prikupljanja i obrade podataka jer se oni dobivaju od brodskih tvrtki,
- Vrlo velika točnost podataka,
- Kontinuirano prikupljanje podataka kroz duži vremenski interval,
- Nema potrebe za dodatnom prometnom infrastrukturom.

Nedostaci ove metode brojanja prometa su [2], [3]:

- Brojanje je ograničeno samo na domaće pomorske trajektne linije,
- Nepostojanje centraliziranog informacijskog sustava za vozila prevezena trajektima.

2.2.7. Brojanje prometa na parkirališnim površinama

Brojanje prometa na parkirališnim površinama služi za utvrđivanje popunjenosti parkirališnih površina, intervala izmjene vozila na tim površinama te za mjerenje vremenskih perioda u kojima je najveća potražnja za parkirališnim mjestima. Način brojanja ovisi o tome je li parkiralište otvorenog ili zatvorenog tipa. Ako je parkiralište otvorenog tipa onda podatke prikupljaju brojitelji prometa putem brojačkog obrasca. U slučaju da je parkiralište zatvorenog tipa podaci se dobivaju putem sustava naplate parkiranja od tvrtke koja upravlja parkiralištem. Tako se dobivaju podaci koliko se vozilo zadržalo na parkirnoj površini i u kojem vremenskom periodu. Dodatne mogućnosti pružaju novije opremljena parkirališta koja na svakom parkirnom mjestu imaju ugrađene senzore tako da se u svakom trenutku može prikazati popunjenost parkirališta.

Prikaz popunjenost parkirališnih mjesta u stvarnom vremenu dan je na slici 13 [3].



Slika 13. Prikaz popunjenosti garaža u stvarnom vremenu u gradu Varaždinu, [13]

Prednosti brojanja prometa na parkirališnim površinama su [3]:

- Jednostavno utvrđivanje prometnih zahtjeva parkirališnih površina,
- Mogućnost dobivanja podataka o broju i kategorijama vozila,
- Minimalni financijski troškovi prikupljanja i obrade podataka,
- Vrlo velika točnost podataka,
- Nema potrebe za dodatnom prometnom infrastrukturom.

Nedostaci ove metode su [3]:

- Nepostojanje centraliziranog informacijskog sustava za sve parkirališne površine,
- Brojanje vozila je ograničeno samo na parkirana vozila.

2.3. Metode prikupljanja podataka

Metoda prikupljanja podataka prilagođena je svakom pojedinom izvoru podataka odnosno svakoj metodi brojenja. Pri ručnom brojanju prometa te brojanju prometa neposrednim zapažanjem s video snimke podaci se prikupljaju tako da se ručno zapisuju najprije u brojački obrazac pa zatim u završni formular ili odmah u završni formular ako se koristi mehanički ili elektronički brojač. Ovaj način prikupljanja podataka je zastario i značajno troši vremenske i financijske resurse radi potrebe za ručnim prepisivanjem podataka u digitalni format kako bi se mogla nastaviti daljnja obrada podataka. Za povremeno automatsko brojenje prometa koriste se prijenosna brojila koja se po završetku brojenja demontiraju i prenose do opreme za očitavanje gdje se putem programske podrške razvijene od strane proizvođača očitavaju i pohranjuju za daljnju obradu. Podaci sa stacionarnih brojila namijenjenih neprekidnom automatskom brojanju prometa i podaci prikupljeni video kamerama putem računalnog vida prikupljaju se putem dvosmjerne GSM komunikacije. U posebnim slučajevima podaci se mogu učitati i lokalno putem prijenosnih računala s odgovarajućom programskom podrškom. Nadalje, podaci dobiveni naplatim brojanjem prikupljaju se od tvrtki koje upravljaju cestovnim građevinama, od tvrtki koje se bave prijevozom cestovnih vozila domaćim pomorskim trajektnim linijama te od tvrtki koje upravljaju parkirališnim površinama. Oblik prikupljenih podataka se značajno mijenja od tvrtke do tvrtke stoga je podatke potrebno pretvoriti u standardni format kako bi se mogla nastaviti daljnja obrada. Metodologija prikupljanja podataka razvija se sukladno tehnološkom razvoju brojačke, komunikacijske i informatičke opreme [2].

2.4. Metode obrade podataka i predočavanje rezultata

Obrada podataka se obavlja nad izvornim podacima svakog brojitelja, ali i nad središnje prikupljenim podacima. Osnovni način obrade podataka je unošenje u tablice. Pri tome se koriste tablični programi koji su specijalizirani za takvu vrstu obrade podataka ili pak općeniti programi poput Microsoft Excel-a. Iz takvih podataka izrađuju se grafovi odnosno dijagrami koji slikovito prikazuju prometne parametre i time olakšavaju planiranje daljnje implementacije prometnih rješenja. Parametri koji su najčešće tako prikazani su satna prometna opterećenja lokacije prikazana u putničkim auto jedinicama (PAJ), satna prometna opterećenja po privozima određenog mjernog mjesta te struktura prometnog toka podijeljena po satovima brojanja ili nekim drugim vremenskim periodima [2], [3].

3. ZAHTJEVI ZA VIŠEKORISNIČKO BROJANJE PROMETA

Postoji mnogo zahtjeva koje aplikacija za višekorisničko brojanje prometa mora zadovoljiti kako bi se ostvario njen optimalan rad i kako bi ispunila svoju svrhu. Lista zahtjeva dobivena je od strane tvrtke PROMEL u dokumentu „Razvoj aplikacije za višekorisničko brojanje prometa“ za koju se ova aplikacija i izrađuje. Primarni cilj aplikacije je unaprijediti i olakšati ručno brojanje prometa na raskrižjima i presjecima prometnica. Nadalje zahtjev je bio smanjenje ukupnog vremena potrebnog za obradu podataka jer je proces digitalizacije izrazito spor te ujedno glavni nedostatak metode ručnog brojanja prometa. Uz to nalaže se zahtjev za uštedom papirnatih materijala jer trenutno svaki brojitelj mora imati minimalno 12 papira kako bi mogao izvršiti brojanje prometa. Prema navedenim zahtjevima u gore spomenutom dokumentu navedene su sljedeće smjernice kojih se bilo potrebno držati pri izradi mobilne aplikacije [14]:

- Automatski digitalni zapis podataka,
- Automatska baza podataka,
- Automatska primarna obrada podataka,
- Vrijeme potrebno za obradu i unos podataka smanjeno na minimum,
- Jednostavno korištenje,
- Manja mogućnost pogreške prilikom brojanja i unosa podataka,
- Kraće vrijeme organizacije brojanja prometa.

Osnovni zahtjev koji se morao zadovoljiti je digitalni zapis podataka kako bi se uštedjelo vrijeme na ručnom prepisivanju podataka s papira u digitalni format. Za uređaje s kojima će se prikupljati podaci brojanja u digitalnom formatu odabrani su pametni telefoni i tableti. Razlog odabira tih uređaja je njihova široka dostupnost i jednostavnost uporabe. Danas se svatko zna služiti pametnim telefonom stoga nije potrebno provoditi nikakvu dodatnu obuku brojitelja prije početka brojanja prometa s ovim uređajima, a ujedno je i skraćeno vrijeme potrebno za organizaciju brojanja prometa jer više nema potrebe za obukom kako upisivati podatke u mnoštvo papira. Podaci koji se prikupljaju pri brojanju prometa su kategorija vozila, smjer kretanja i vremenska značka trenutka kada je vozilo prošlo kroz raskrižje ili zadani presjek prometnice. Aplikacijom je povećana jednostavnost unosa navedenih podataka jer se brojitelj više ne mora snalaziti u mnoštvu papira i više ne mora brinuti o vremenskom periodu unutar kojeg je vozilo prošlo kroz zadani presjek prometnice pošto mobilni uređaji imaju u sebi ugrađenu programsku podršku za automatsku detekciju vremenske značke. Samim time brojitelj se više može posvetiti zapažanju prometnog toka. Time je osigurana veća točnost podataka jer se smanjuje broj zadataka o kojima brojitelj mora voditi računa i produžuje se vrijeme trajanja njegove koncentracije. Kako ova metoda brojanja prometa ukida potrebu za ručnim prepisivanjem podataka u digitalni format time je otklonjena mogućnost pogrešnog unosa podataka [14].

Aplikacija je razvijena tako da se sam proces brojanja prometa može odvijati bez pristupa Internetu. Međutim, za slanje podataka su potrebni bežični pristup Internetu i računalstvo u oblaku. Navedene tehnologije su danas široko rasprostranjene tako da nema problema s dostupnosti istih. Uz pomoć tih tehnologija slanje lokalno prikupljenih podataka u bazu podataka na oblaku se može jednostavno obaviti u bilo kojem trenutku s bilo kojeg mjesta putem pametnog telefona ili tableta uz uvjet da je dostupan pristup Internetu. Time se izbjegava potreba za dodatnom programskom podrškom za prijenos podataka koja bi mogla izazvati dodatne financijske troškove. Putem računalstva u oblaku ovlašteni korisnici mogu automatski obraditi podatke za svako raskrižje u bazi podataka jednim pritiskom tipke čime se značajno smanjuje vrijeme obrade podataka na svega nekoliko minuta. Izlazni format obrađenih podataka je Excel tablica u obliku završnog formulara jer se iz njega mogu jednostavno uzimati podaci za izradu prometnih analiza, prometnih modela i elaborata [14].

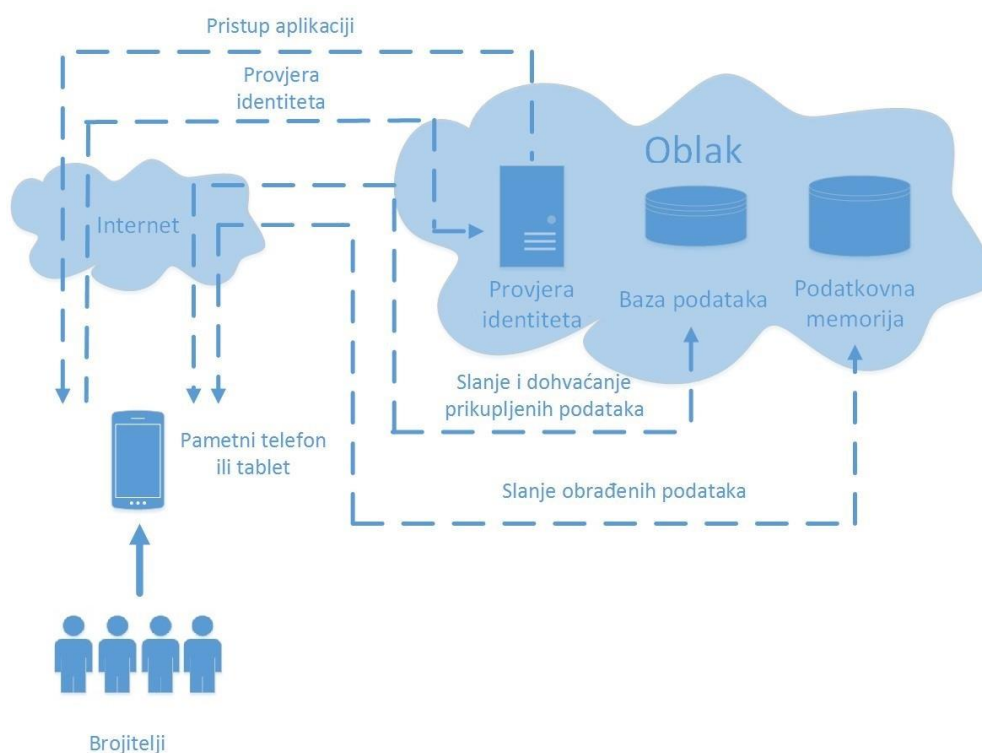
Što se tiče detalja aplikacije za višekorisničko brojanje prometa bilo je potrebno omogućiti brojanje prometa na sljedećim tipovima mjernih mjesta [14]:

- Presjek prometnice,
- Trokrako raskrižje,
- Četverokrako raskrižje.

Za svako pojedino raskrižje unose se osnovni podaci kao što su naziv grada u kojem se odvija brojanje prometa, šifra raskrižja, naziv raskrižja te imena ulica koje prolaze kroz navedeno raskrižje. Nadalje aplikacija nudi mogućnost odabira smjerova kretanja vozila tako da se smjerovi iz različitih privoza mogu kombinirati. Time je riješen problem kada se zbog nedostatka brojitelja ili iz nekog drugog razloga ne broje svi smjerovi kretanja vozila po pojedinim privozima već samo unaprijed definirani. Uz svako mjerno mjesto ubačena je slika koja prikazuje situaciju mjernog mjesta odnosno smjerove kretanja vozila kroz odabranu mjerno mjesto. Kako su neka raskrižja znatno složenija od drugih, aplikacija nudi mogućnost da više brojitelja u isto vrijeme broji isto mjerno mjesto samo druge smjerove kretanja vozila. Pri obradi podataka spajaju se podaci prikupljeni od različitih brojitelja za isto prometno raskrižje kako bi se dobila kompletna slika raskrižja. Sve navedeno omogućava da se izbjegnu nepotrebne ručne manipulacije podacima i ubrza sam proces implementacija rješenja iz domene ITS-a [14].

4. ARHITEKTURA APLIKACIJE ZA VIŠEKORISNIČKO BROJANJE PROMETA

Slika 14 prikazuje arhitekturu aplikacije za višekorisničko brojanje prometa. Može se zaključiti da se arhitektura aplikacije sastoji od tri glavne komponente. Te komponente su pametni telefon ili tablet, Internetski pristup i računalstvo u oblaku. Bez bilo koje od njih rad aplikacije nije moguć. Pametni telefoni odnosno tableti služe kako bi brojitelji svoja zapažanja o broju vozila koja prolaze kroz odabrano raskrižje ili presjek prometnice mogli prenijeti u digitalni format. Također se putem njih mogu slati i primati podaci iz baze podataka i podatkovne memorije u oblaku. Aplikacija će raditi na bilo kojem uređaju neovisno o njegovoj starosti i dimenzijama, jedini je uvjet da uređaj na sebi ima operacijski sustav Android. Druga komponenta je Internet i ona predstavlja poveznicu između korisnika koji koristi pametni telefon i podataka u oblaku. Preko njega se odvija provjera identiteta brojitelja te slanje i dohvaćanje svih podataka s oblaka. Uvjet za ispravan rad aplikacije je pristup mobilnim podacima ili bežični pristup Internetu. Posljednja komponenta arhitekture aplikacije za višekorisničko brojanje prometa je oblak. Oblak predstavlja skup servisa, dokumenata i podataka kojima se putem Interneta može pristupiti s bilo kojeg mjesta u bilo koje vrijeme. Naša aplikacija koristi tri servisa u oblaku a to su provjera identiteta, baza podataka i podatkovna memorija. Oblakom je brojiteljima omogućena manipulaciju nad podacima brojanja prometa u stvarnom vremenu.



Slika 14. Arhitektura aplikacije za višekorisničko brojanje prometa

Aplikacija funkcionira tako da brojitelj pri prvom korištenju aplikacije mora provjeriti identitet odnosno prijaviti se u aplikaciju kako bi mu se dozvolio pristup aplikaciji. Provjera identiteta se obavlja tako da brojitelj unese svoju e-mail adresu i zaporku čija se vjerodostojnost provjerava u servisu za provjeru identiteta na oblaku. Za ostvarivanje provjere identiteta pametni telefon mora imati dostupan pristup mobilnim podacima ili bežičnom Internetu. Nakon tog koraka brojitelju više nije potreban pristup Internetu i može se započeti brojanje prometa.

Nakon završetka prikupljanja podataka za planirani vremenskim interval brojitelj ostvaruje pristup Internetu putem pametnog telefona ili tableta te šalje sve prikupljene podatke na bazu podataka koja se nalazi u oblaku. Podaci od svakog brojitelja koji su objavljeni na oblaku su filtrirani prema nazivu raskrižja. Postoji mogućnost da više brojitelja broji isto mjerno mjesto, samo broje druge smjerove kretanja vozila. Iz toga razloga svakom vozilu na oblaku dodijeljen je jedinstveni identifikacijski ključ kako ne bi došlo do presnimavanja podataka. Kada svi brojitelji završe svoja brojanja i pošalju prikupljene podatke u bazu podataka tada administrator može obaviti obradu svih prikupljenih podataka. Obrada se ostvaruje tako da se administratoru ispiše lista svih raskrižja ili dionica prometnica na kojima su podatci prikupljeni i poslani u oblak. Nakon odabira podaci odabranog raskrižja se preuzimaju s baze podataka i spremaju u privremenu memoriju uređaja. Nakon završetka preuzimanja automatski se kreira Excel tablica s ispisom svih prikupljenih podataka za navedeno raskrižje i objavljuje se na podatkovnu memoriju u oblaku. U drugom koraku automatski se izvršava obrada preuzetih podataka. Podaci se raspodjeljuju u okvire prema vremenskom periodu, smjeru kretanja vozila i naposljetku prema kategoriji vozila. Nakon raspodjele podataka kreira se druga Excel datoteka koja u sebi sadrži podatke raspodijeljene prema okvirima. Proces je potrebno ponoviti za svako raskrižje za koje se želi izvršiti obrada podataka. Excel tablicama pojedinog raskrižja na oblaku može pristupiti svaki ovlašteni korisnik s bilo kojeg računala u bilo koje doba dana.

5. IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE I OKVIRA ZA RAZMJENU PODATAKA

U ovom poglavlju opisano je razvojno okruženje u kojem je izrađena aplikacija te tehnologije korištene pri izradi iste. Opisani su programski jezik Java i opisni jezik XML u kojima je pisan programski kôd. Pojašnjeni su i pojmovi okvir, klasa i objekt te njihova uloga pri izradi aplikacije. Na kraju cjeline objašnjeni i prikazani su osnovni dijelovi korisničkog sučelja.

5.1. Razvojno okruženje i korištene tehnologije

Za izradu aplikacije za višekorisničko brojanje prometa korišten je okruženje Android Studio. Android Studio je integrirano razvojno okruženje (engl. Integrated Development Environment – IDE) namijenjeno isključivo za razvoj Android aplikacija. Razvojno okruženje je drugi naziv za aplikaciju koja ima dodatne alate koji pomažu razvojnim inženjerima pri uređivanju i pokretanju programskog kôda. Zasniva se na IntelliJ IDEA razvojnom okruženju za izradu programske podrške u Java programskom jeziku tvrtke JetBrains. Prva stabilna inačica izašla je u prosincu 2014. godine i zamijenila je dotadašnji Eclipse IDE te postala Google-ovo glavno okruženje za razvoj Android aplikacija. Android Studio je dostupan za preuzimanje na Windows, Linux i Mac OS operacijskim sustavima. Uz sve moćne alate za uređivanje i razvoj programskog kôda dostupne od strane IntelliJ-a Android Studio nudi i dodatne značajke koje povećavaju produktivnost pri izradi Android aplikacija. Neke od tih značajki su jedinstveno okruženje za razvoj programske podrške za sve verzije Android uređaja, opcija *Instant Run* koja omogućava dodavanje promjena u aplikaciju pri njenom radu bez kreiranja nove aplikacijske datoteke te alati za kontrolu performansi, upotrebljivosti i kompatibilnosti verzija [15], [16].

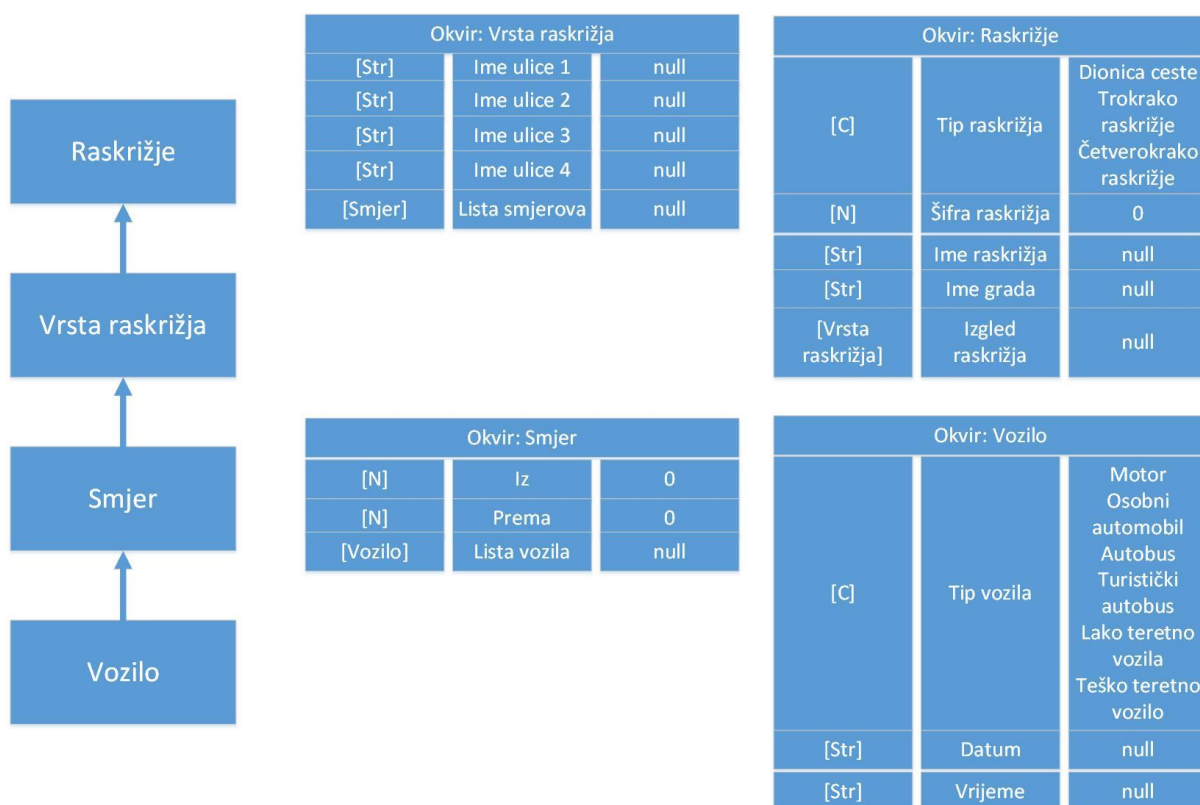
Za pisanje programskog kôda aplikacije korišten je programski jezik Java. Java je objektno orijentirani programski jezik razvijeni od strane tvrtke Sun Microsystems devedesetih godina prošlog stoljeća. Sama sintaksa programskog koda proizlazi iz programskih jezika C i C++ s time da je Java puno sigurnija, pouzdanija i bolje upravlja memorijom. Java je otvorenog kôda što znači da je izvorni kôd programske podrške dostupan korisnicima na uvid i korištenje. Kada se jednom Java kôd prevodi se u bajtkôd (engl. bytecode) pomoću prevodioca (engl. compiler) i može se izvršiti na bilo kojoj platformi odnosno operacijskom sustavu koji podržava Java Virtualni Stroj (engl. Java Virtual Machine – JVM) bez potrebe za ponovnim prevođenjem dok kod drugih programskih jezika postoji potreba za prilagođavanjem kôda prema operacijskom sustavu na kojem se izvode. JVM pretvara bajtkôd u strojni jezik koji se potom može izvršiti na krajnjem uređaju [17], [18].

Java je bila osnovni programski jezik Google-ovog sustava Android sve do svibnja 2017. godine kada ju je zamijenio programski jezik Kotlin. Java bajtkôd nije kompatibilan s bajtkôdom koji se izvršava na Android-u, iz tog razloga Android Studio ima svoj vlastiti virtualni stroj pod imenom Dalvik Virtualni Stroj (engl. Dalvik Virtual Machine – DVM). DVM je prilagođen uređajima s manjom memorijom i slabijim procesorima kao što su pametni telefoni ili tableti. Ovisno o verziji Android-a bajtkôd se pokreće na DVM-u ili se pretvara u nativni kôd putem *Android Runtime*-a [17], [18].

Korisničko sučelje Android aplikacija može se kreirati putem Java kôda ili putem XML-a (engl. Extensible Markup Language) na koji se kasnije poziva u Java kôdu. Pri izradi aplikacije za višekorisničko brojanje prometa korisničko sučelje je kreirano putem XML-a radi činjenice da se time odvojio prikaz aplikacije od kôda koji upravlja njenim ponašanjem. XML je standardizirani opisni jezik koji služi za spremanje i transport podataka razvijen od strane World Wide Web Consortium-a (W3C). Opisni jezik je jezik koji naglašava značenje pojedinih podataka na određen način. XML je dizajniran tako da bude čitljiv i ljudima i računalima. Jedino što on zapravo radi je spremanje podataka unutar oznaka (engl. tag), pošto nema predefinirane oznake razvojni inženjer ih mora sam definirati i odrediti strukturu dokumenta. Oznake služe za identifikaciju podataka, njihovo spremanje i organizaciju. Pošto je XML proširiv većina XML aplikacija radit će kako se od njih očekuje i ako se dodaju ili obrišu neki od podataka. XML podaci se spremaju u običan tekstualni format, tako je omogućeno spremanje, transport i dijeljenje podatka neovisno o računalnoj opremi i programskoj podršci. Dodatno, takav format spremanja podataka omogućava i nadogradnju operativnog sustava, aplikacije ili internetskog preglednika bez gubitaka sadržaja [19], [20], [21].

Okvir je jedinstvena struktura podataka koja sadrži znanje o pojmu ili objektu. Okvir se sastoji od naziva, odnosno prema ostalim okvirima, tipa obilježja, naziva obilježja te vrijednosti obilježja koja može biti simbolička, numerička ili logička. Vrijednosti se pridružuju obilježjima pri izradi okvira ili tijekom rada aplikacije. Potrebno je odrediti početnu vrijednost obilježja čija vrijednost ostaje nepromijenjena sve do unosa nove vrijednosti tog obilježja. Također je potrebno odrediti područje vrijednosti obilježja odnosno odrediti granice unutar kojih se vrijednost obilježja može nalaziti. Tako se osigurava usklađenost objekta sa zahtjevima okvira [22].

Utoru obilježja pridružen je programski kôd koji se izvodi prilikom promjene vrijednosti obilježja ili potrebe za dohvaćanjem vrijednosti obilježja. Postupci pridruženi utorima su promjena i potreba. Promjena je postupak koji se izvodi pri unosu nove vrijednosti u utor a potreba je postupak koji se izvodi kod potrebe za određenom informacijom čija vrijednost nije postavljena. Okvir na vrhu hijerarhijske strukture predstavlja generalizaciju, okvir na nižoj hijerarhijskoj razini predstavlja specijalizaciju, dok je okvir objekta blizak stvarnom objektu. Sustavi zasnovani na okvirima podržavaju mogućnost nasljeđivanja vrijednosti određenih obilježja. Slika 15 prikazuje okvire pri brojanju prometa. Prvi okvir je „Vozilo“ koje sa sastoji od obilježja koja sadrže vrijednosti o tipu raskrižja, datumu kada je zabilježeno vozilo te o vremenskoj znački u trenutku prolaska vozila kroz raskrižje ili presjek prometnice. Nakon toga slijedi okvir „Smjer“ koji sadrži listu vozila te obilježja o smjeru kretanja svakog pojedinog vozila. Nakon što su smjerovi određeni lista smjerova se šalje prema okviru „Vrsta raskrižja“ koji uz navedenu listu sadrži i obilježja koja sadrže vrijednosti o imenima ulica. Posljednji okvir u nizu je okvir „Raskrižje“ koji sadrži vrijednosti o tipu raskrižja, šifri raskrižja, imenu raskrižja, imenu grada te imenima ulica. Tek nakon prolaska kroz sve navedene okvire pojedino vozilo se dodaje pripadnom raskrižju [22].



Slika 15. Okviri pri brojanju prometa

Slika 16 prikazuje okvire koju su uključeni pri procesu slanja podataka na poslužitelj. Na poslužitelj se šalje okvir „Raskrižje za slanje“ koji u sebi sadrži listu okvira tipa „Vozilo za slanje“. Okvir „Vozilo za slanje“ sastoji se od vrijednosti o smjeru kretanja vozila, tipu vozilu, datumu brojanja te od vrijednosti vremenske značke.

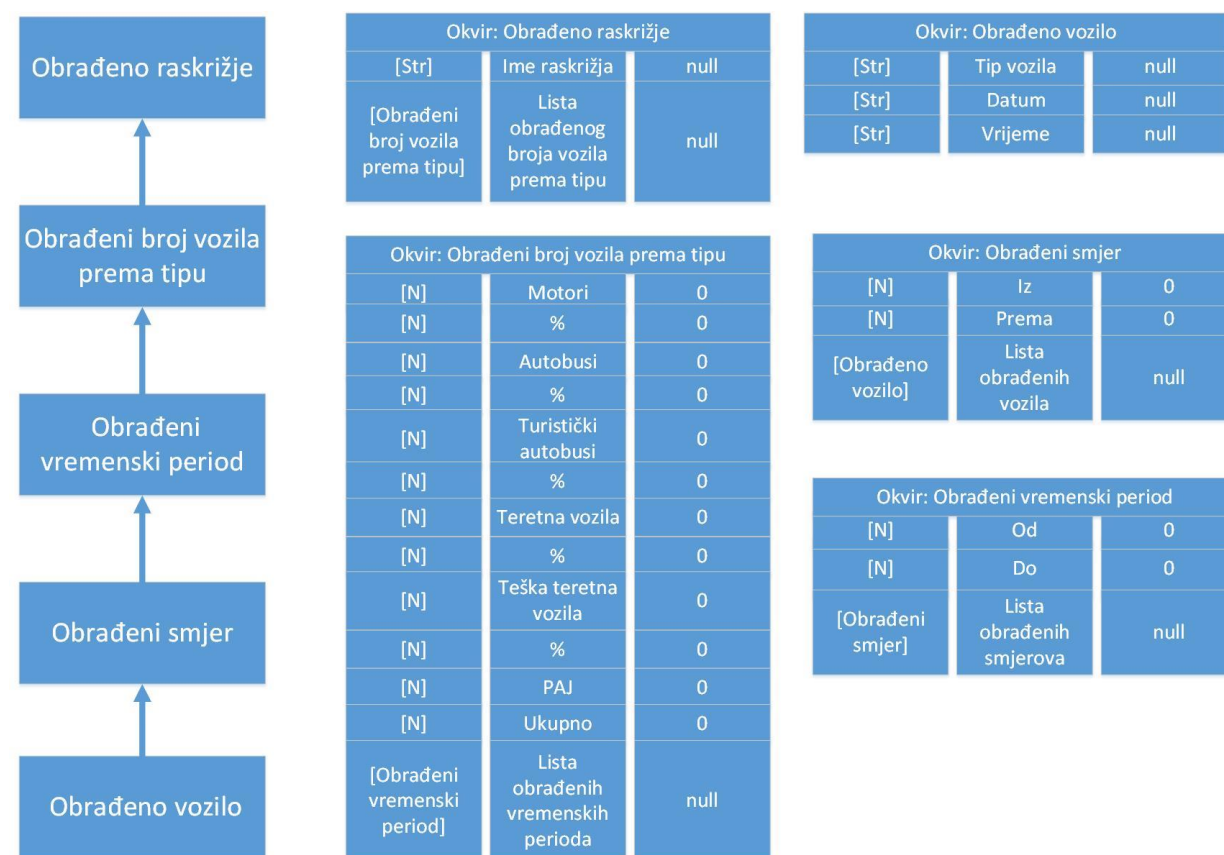


Slika 16. Okviri pri slanju podataka na poslužitelj

Na slici 17 može se vidjeti da su okviri pri dohvaćanju podataka s poslužitelja identični okvirima za slanje podataka na poslužitelj. Jedina razlika između navedenih okvira su njima pridružena imena.



Slika 17. Okviri pri dohvaćanju podataka s poslužitelja



Slika 18. Okviri pri obradu podataka dobivenih s poslužitelja

Objekt je pojam, poopćene ili predmet s jasno definiranim granicama i značenjem. Objedinjuje podatkovnu strukturu odnosno okvir i ponašanje u jedinstveni entitet. Svoje podatke sprema u varijable, dok svoje ponašanje sprema u metode nekog programskog jezika. Sva interakcija s objektima odvaja se putem metoda i vrijednost obilježja objekta je jedino moguće promijeniti kroz metode. Svi objekti imaju osobnost i međusobno su odjeljivi. Prednosti korištenja objekata su [22], [23]:

- Modularnost - pisanje i održavanje programskog kôda objekata neovisno o kôdu drugih objekata,
- Skrivanje podataka - interakcija s drugim objektima moguća jedino kroz metode,
- Ponovna upotreba programskog kôda - mogućnost korištenje objekata razvijenih od strane drugih razvojnih inženjera u svom programskom kôdu,
- Jednostavnost dodavanja, brisanja i ispravljanja pogrešaka - ako je određeni objekt problematičan lako se može obrisati i zamijeniti novim objektom.

Odnosi objekata u hijerarhiji dijele se na [22]:

- Poopćivanje (generalizacija) – označava nadređenost odnosno podređenost nadklase i podklase. Podklasa nasljeđuje obilježja nadklase,
- Združivanje (agregacija) – označava združenost više podklasa (dijelova) u nadklasu (cjelinu),
- Pridruživanje (asocijacija) – povezanost međusobno razdvojenih klasa, po smislenosti.

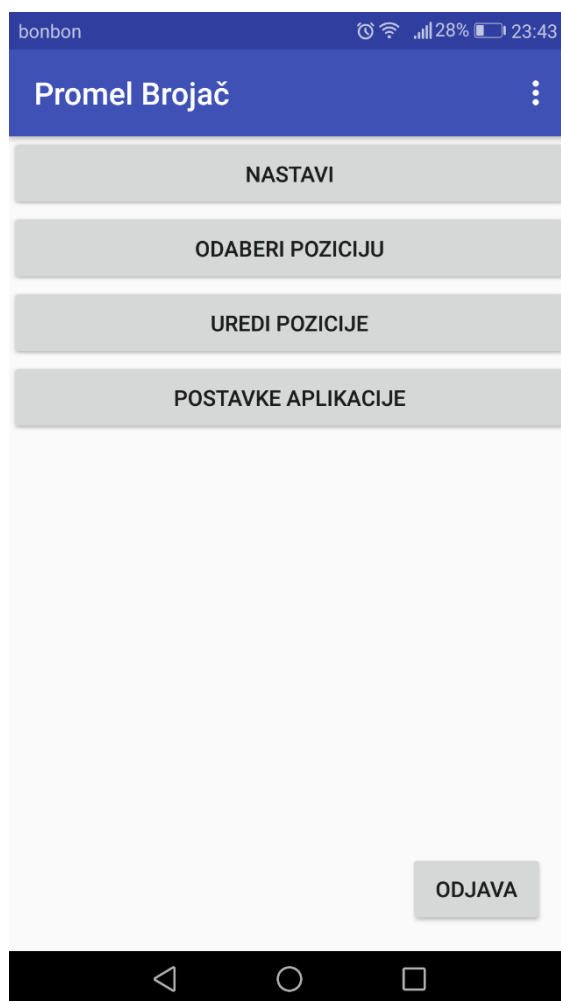
Klasa predstavlja kostur za izradu objekata. Sastoji se od varijabli odnosno atributa, skupa objekata istih (polja) ili sličnih obilježja te konstruktora. Također u sebi može sadržavati i vlastite metode. Novi objekt se iz klase kreira putem konstruktora. Konstruktor je naziv za metodu pomoću koje se kreira nova instanca određenog objekta. Posebnost konstruktora je da moraju imati isti naziv kao klasa unutar koje se nalaze i ne vraćaju nikakvu vrijednost. Većina konstruktora prima ulazne argumente prema kojima ovisi koja će se instanca objekta iz određene klase kreirati. Konstruktor se najčešće poziva pomoću operatora *new*. Obilježja jedne klase vrijede za većinu objekata koji pripadaju toj klasi, dok posebna obilježja mogu imati podklase ili objekti unutar klase [23].

5.2. Korisničko sučelje

Pri otvaranju aplikacije otvara se prozor za provjeru identiteta brojitelja putem servisa u oblaku. Kako bi mogao nastaviti dalje brojitelj mora proći ovaj korak. Nakon prijave brojitelja otvara se početni zaslon aplikacije koji se sastoji od četiri dijela:

- Nastavi (vodi u aktivnost za brojanje prometa),
- Odaberi poziciju (vodi u aktivnost odabira pozicije te slanja podataka, njihove obrade ili čišćenja mjernog mjesta),
- Uredi pozicije (vodi u aktivnost gdje se dodaju, uređuju ili brišu mjerna mjesta),
- Postavke aplikacije (vodi u aktivnost gdje se dodaju novi brojitelji prometa).

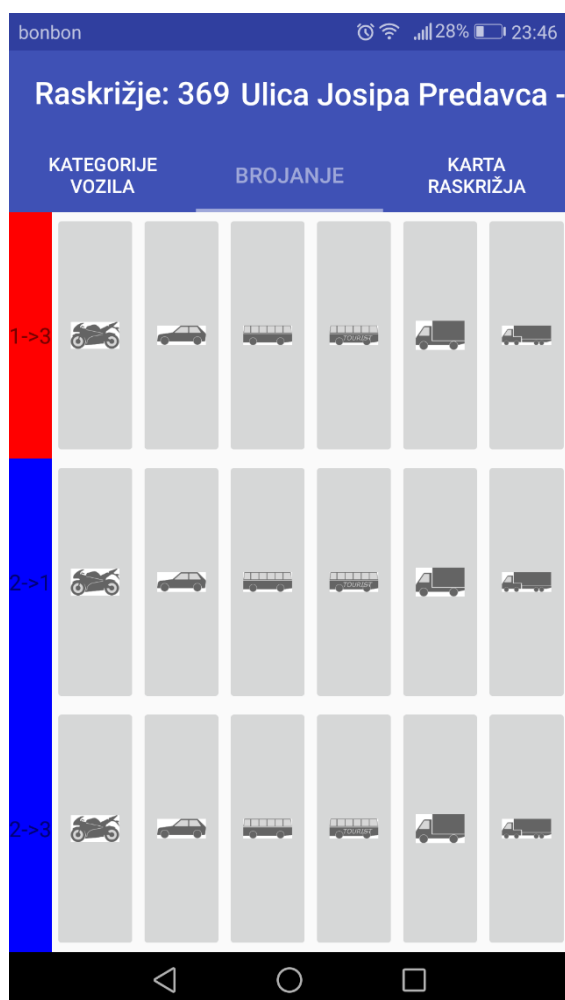
U donjem desnom kutu prozora smješten je gumb koji služi za odjavu trenutnog brojitelja i prijavu novog. Slika 19 prikazuje početni zaslon aplikacije čiji je sadržaj opisan iznad.



Slika 19. Početni zaslon

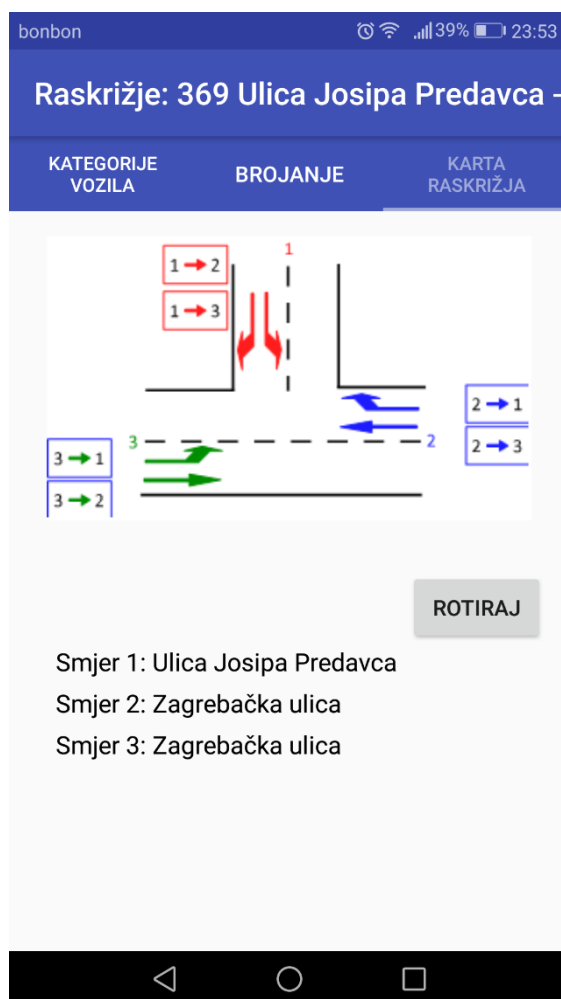
Pritiskom na gumb „Nastavi“ otvara se glavni brojački prozor čiji je prikaz dat na slici 20. Na vrhu ekrana prikazana je šifra mjernog mjesta te naziv raskrižja na kojem se trenutno broji promet. Ispod naziva raskrižja može se uočiti da je otvorena kartica pod nazivom „Brojanje“, i da postoji mogućnost klizanja desno za otvaranje prozora „Kategorije vozila“ te klizanja lijevo za otvaranje prozora „Karta raskrižja“. Ispod svega navedenog dat je prikaz gumbi za svaku od kategorija vozila prema smjerovima kretanja istih. Kategorije vozila podijeljene su na:

- Motocikle,
- Osobne automobile,
- Autobuse,
- Turističke autobuse,
- Teretna vozila i
- Teška teretna vozila.



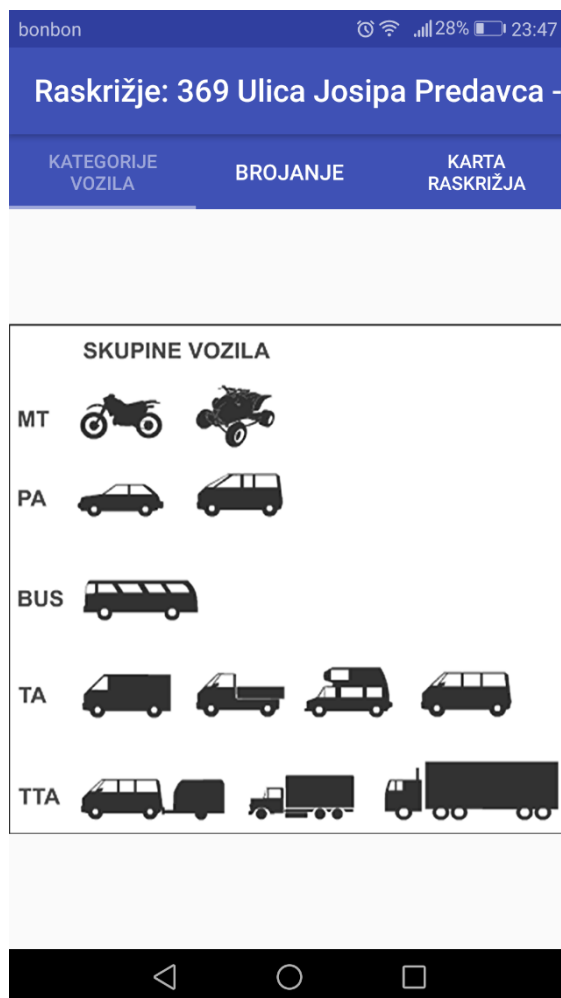
Slika 20. Glavni brojački prozor

Na slikama 21 i 22 prikazani su prozori „Karta raskrižja“ i „Kategorije vozila“. Preporučuje se pregledati navedene prozore prije početka brojanja kako bi se brojitelj prisjetio izgleda raskrižja koje broji i kategorija vozila prema kojima mora segmentirati podatke. Prozor „Karta raskrižja“ prikazuje raskrižje koje se trenutno broji sa svim mogućim smjerovima kretanja vozila. Brojiteljima je dana mogućnost rotiranja slike radi lakšeg predočenja potrebnih smjerova brojanja. Ispod slike nalazi se popis s imenima ulica koje se križaju na danom raskrižju.



Slika 21. Prozor "Karta raskrižja"

Prozor „Kategorije vozila“ prikazuje sliku sa svim skupinama odnosno kategorijama vozila koje se broje. Ova slika pomaže brojitelju da se prisjeti koja vozila pripadaju kojoj skupini vozila.



Slika 22. Prozor "Kategorije vozila"

5.3. Servisi u oblaku

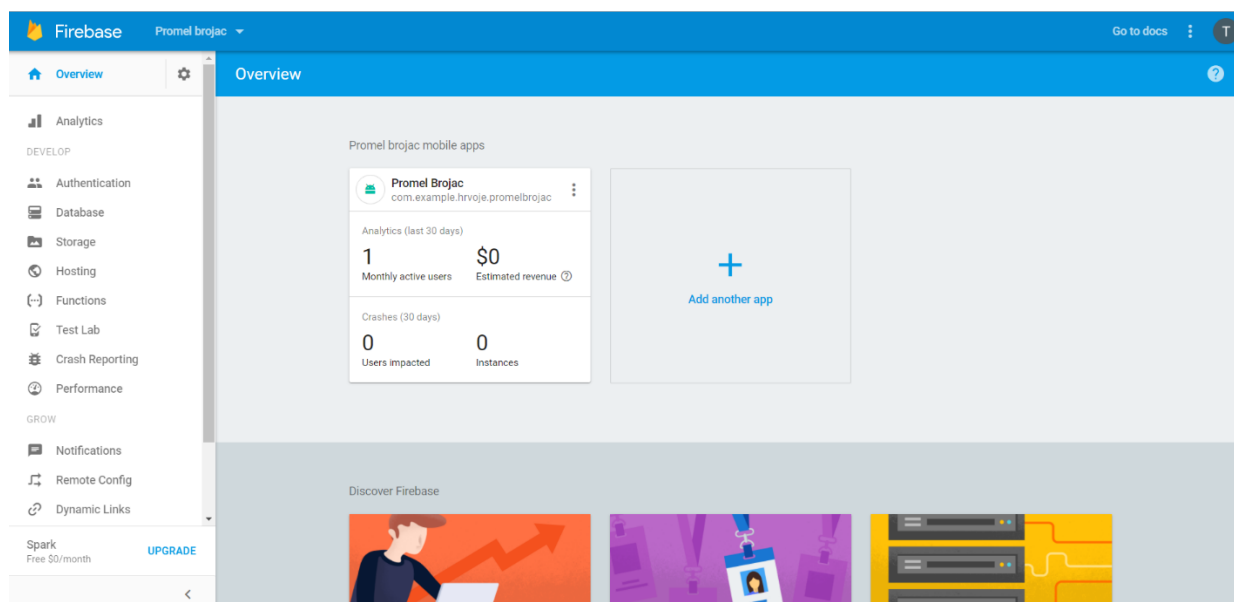
Za pristup servisima u oblaku korištena je platforma za razvoj mobilnih i internetskih aplikacija Firebase. Firebase je BaaS (engl. Backend as a Service), što znači da razvojni inženjer pomoću ove platforme može koristiti dostupne servise bez potrebe za izradom poslužitelja. Razvojni inženjer se ne mora brinuti oko upravljanja infrastrukturom poslužitelja, pisanja aplikacijskih programskih sučelja (engl. Application Programming Interface - API) i oko ostalih tehničkih detalja. Sve što je potrebno je implementirati odabrani servis u mobilnu ili internetsku aplikaciju kroz nekoliko jednostavnih linija kôda. Platforma je razvijena 2011. godine od tvrtke koja nosi isti naziv, a 2014. godine kupio ih je Google. U sklopu ovog diplomskog rada korištena su tri servisa s Firebase platforme [24]:

- Provjera identiteta,
- Baza podataka u stvarnom vremenu,
- Podatkovni prostor.

Servis za provjeru identiteta podržava provjeru identiteta putem zaporki, telefonskog broja i popularnih pružatelja usluga kao što su Google, Facebook i Twitter. Također postoji mogućnost provjere identiteta integracijom prilagođenog sustava provjere identiteta te mogućnost anonimne prijave u aplikaciju. Servis funkcionira tako da se najprije provjeravaju podaci koje je korisnik unio za prijavu. Ti podaci mogu biti korisnikova e-mail adresa i zaporka ili identifikacijski *token* ako se prijava korisnika odvija putem nekog od gore navedenih pružatelja usluga. Nakon provjere podataka na pozadinskim servisima korisniku se šalje odgovor kojim mu se dopušta pristup aplikaciji ako su uneseni podaci ispravni ili zabranjuje pristup u suprotnom. Pomoću ovog servisa također se može kontrolirati pristup korisnika podacima u drugim Firebase servisima. U aplikaciju za višekorisničko brojanje prometa korisnici se prijavljuju unosom e-mail adrese i zaporce. Ovisno o unesenim podacima korisnicima se omogućuje korištenje određenih dijelova aplikacije [25].

Baza podataka smještena u oblaku sprema i ažurira podatke u stvarnom vremenu, a ažurirani podaci automatski se šalju prema svim povezanim uređajima. Podaci se spremaju u formatu tipa JSON i dostupni su i kada aplikacija nije povezana na Internet jer servis privremeno sprema podatke u memoriju korisničkog uređaja. Nakon što se korisnik ponovno spoji na Internet lokalni podaci se automatski ažuriraju prema trenutnom stanju baze podataka. U sklopu ovog servisa postoje sigurnosna pravila pomoću kojih razvojni inženjer određuje tko može čitati podatke iz baze podataka ili unositi nove podatke. Aplikacija izrađena u sklopu ovog diplomskog rada omogućuje pristup bazi podataka samo korisnicima koji su uspješno prošli provjeru identiteta [26].

Servis za podatkovni prostor služi kako bi razvojni inženjeri mogli spremati i pružati korisnički sadržaj kao što su slike i video zapisi. Sigurnosna pravila ovog servisa omogućavaju podešavanje pristupa korisnicima prema nazivu datoteke, tipu, veličini ili prema nekom drugom kriteriju. Tako se određene datoteke mogu postaviti kao privatne ili javne. Podacima na podatkovnom prostoru može se pristupiti putem mobilne odnosno internetske aplikacije ili preko Firebase konzole, time je povećana fleksibilnost manipulacije nad podacima. Za potrebe diplomskog rada na ovaj servis postavljena su sigurnosna pravila tako da samo administrator može pristupiti podacima u podatkovnom prostoru bilo putem mobilne aplikacije ili putem konzole. Na slici 23 dat je prikaz korisničkog sučelja Firebase konzole. Na lijevoj strani korisničkog sučelja nalaze se svi servisi koji su dostupni na korištenje dok se na desnoj strani nalaze aplikacije koje koriste ovaj Firebase projekt [27].



Slika 23. Prikaz Firebase konzole

6. PROVEDBA BROJANJA PROMETA POMOĆU RAZVIJENE APLIKACIJE

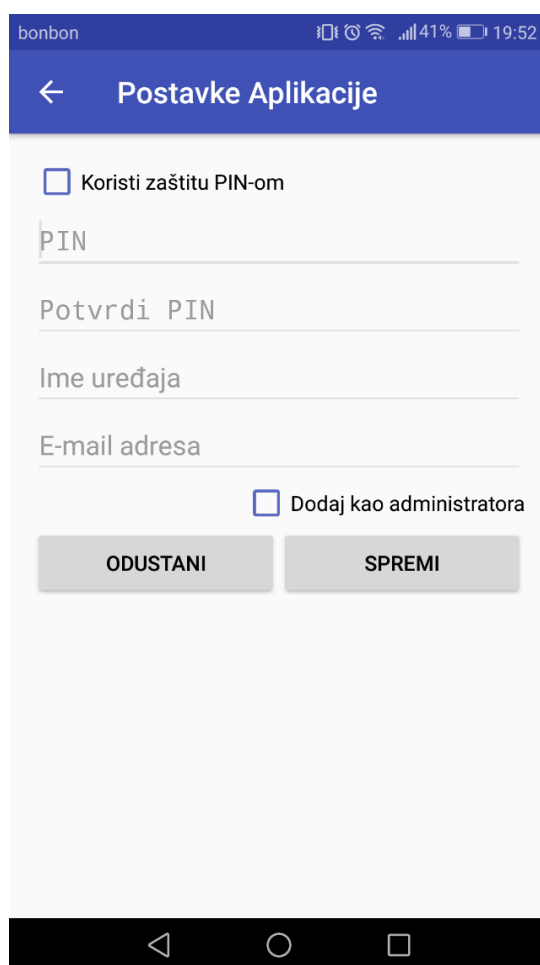
Za testiranje rada aplikacije za višekorisničko brojanje prometa uzeta su dva susjedna raskrižja u gradu Dugo Selo. Odabrana raskrižja su „Ulica Josipa Predavca – Zagrebačka ulica“ i „Ulica Grada Vukovara – Ulica Josipa Predavca“. Prikaz odabranih raskrižja dan je na slici 24. U brojanju je sudjelovalo troje brojitelja i vremenski interval brojanja je bio sat vremena. Kroz ovo poglavlje pojašnjen je postupak dodjeljivanja pristupa aplikaciji brojiteljima, nakon toga dan je opis i slikovni prikaz podešavanja mjernih mjesta na kojima će se odvijati brojanje. Nadalje, prikazani su dobiveni rezultati brojanja prometa i napravljen je osvrt na prednosti primjene ove metode brojanja prometa i utrošene resurse. Na kraju poglavlja navedeni su nedostaci aplikacije i mogućnosti buduće nadogradnje.



Slika 24. Prikaz mjernih mjesta na kojima se odvijalo brojanje prometa

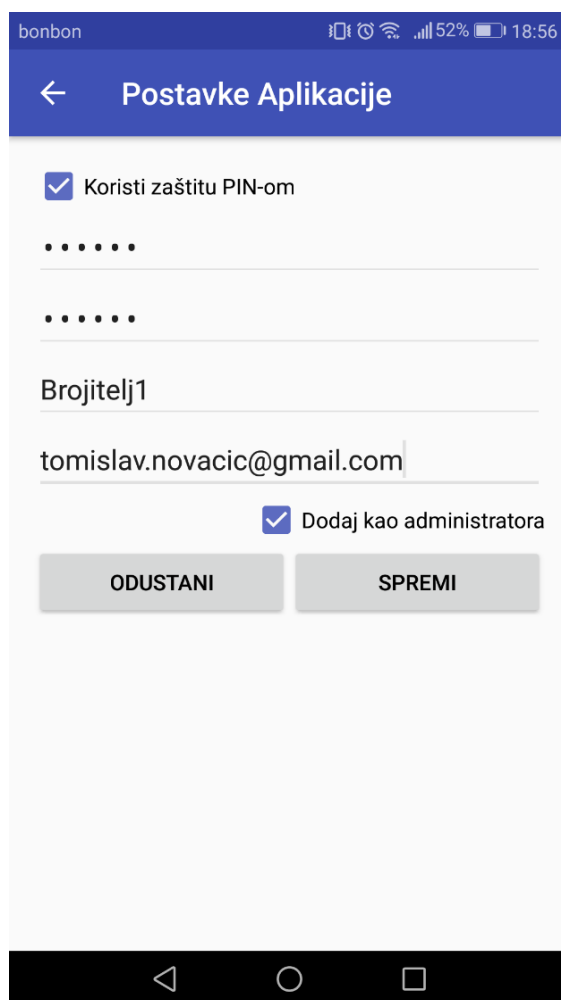
6.1. Dodjeljivanje pristupa aplikaciji brojiteljima i postavljanje mjernog mjesta

Prvi korak koji je potrebno napraviti prije početka brojanja prometa je dodati nove brojitelje na servis koji je smješten u oblaku. Postoje dvije metode dodavanja novih brojitelja. Prva metoda je da se u internetskom pregledniku otvori servis za provjeru identiteta korisnika koji se smješten u oblaku i unosom e-mail adrese i zaporka doda novog brojitelja. Druga metoda je putem mobilne aplikacije. Ako se prijavljuje novog brojitelja putem aplikacije najprije je potrebno pritisnuti tipku „Postavke aplikacije“ koja se nalazi na početnom zaslonu. Pritiskom tipke otvara se novi prozor koji je prikazan na slici 25. Prvi checkbox odlučuje hoće li se pri pokretanju aplikacije brojitelja tražiti da unese e-mail adresu i zaporku. Na prvu liniju je potrebno upisati zaporku kojom će se brojitelj prijavljivati u aplikaciju ako je gore navedeni checkbox označen. Nakon toga potrebno je ponoviti zaporku kako bi se osiguralo da nije došlo do pogreške pri unosu. Potom se unosi ime uređaja te e-mail adresa s kojom će se brojitelj prijavljivati. Ispod linije za unos e-mail adrese nalazi se checkbox kojim se odlučuje hoće li navedeni brojitelj imati administratorski pristup aplikaciji. Tipke na dnu ekrana „Odustani“ i „Spremi“ služe se odbacivanjem odnosno spremanjem unesenih promjena.



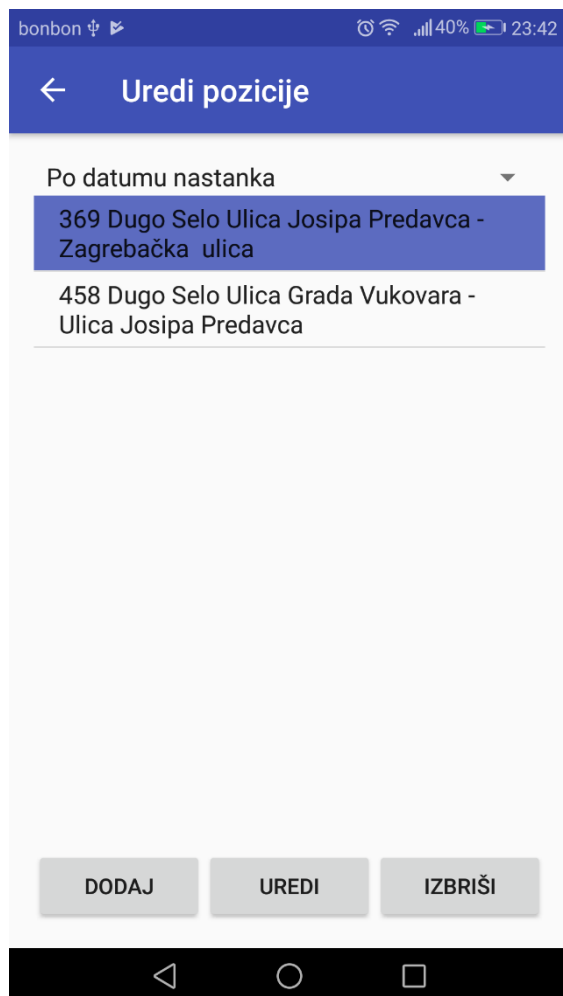
Slika 25. Prozor "Postavke aplikacije"

Kako bi u brojanju sudjelovala tri brojitelja najprije im je bilo potrebno dodijeliti pristup aplikaciji. Na slici 26 može se vidjeti ispunjeni obrazac za dodavanje novog brojitelja. Može se primijetiti da je brojitelju pod imenom „Brojitelj1“ omogućen administratorski pristup. Time su mu omogućene akcije uređivanja mjernog mjesta i kreiranja Excel datoteka koje su brojiteljima bez administratorskog nedostupne.



Slika 26. Primjer ispunjenog obrasca za dodavanje novog brojitelja

Nakon što je dodijeljen pristup svi brojiteljima koji će sudjelovati u brojanju prometa potrebno je podesiti mjerno mjesto za svakog brojitelja. Mjerno mjesto se podešava pritiskom na tipku „Uredi pozicije“ koja se nalazi na početnom zaslonu aplikacije. Nakon što je tipka pritisnuta otvara se prozor prikazan na slici 27. Tipka „Dodaj“ omogućava dodavanje novog raskrižja, tipka „Uredi“ omogućava uređivanje postojećeg raskrižja koje označimo a pritiskom na tipku „Izbriši“ briše se trenutno označeno raskrižje.

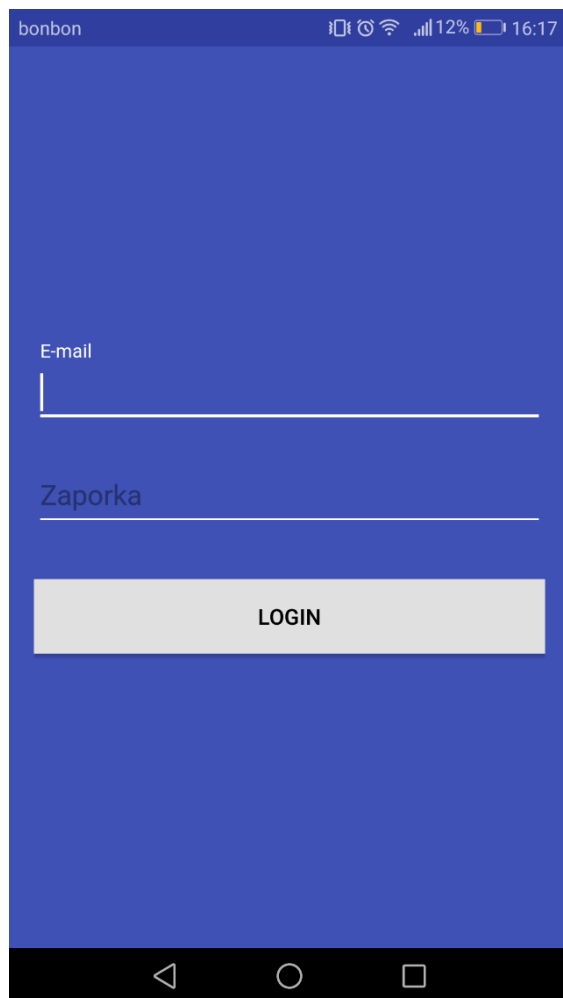


Slika 27. Prozor "Uredi pozicije"

Pri pritisku tipke „Dodaj“ ili „Uredi“ otvara se prozor za uređivanje raskrižja. Na vrhu prozora vidimo tri tipke „I“, „T“ ili „X“ čijim pritiskom se otvaraju odgovarajući obrasci i prikazi raskrižja. Na slici 28 dat je prikaz popunjenog obrasca za jednog brojitelja. Može se primijetiti da se radi o raskrižju „T“ tipa odnosno trokrakom raskrižju i da brojitelj broji samo tri smjera vozila koje su označene u *checkbox*-ovima. Ispod odabranih smjerova popunjeni su nazivi ulica pri čemu je ulica 3 jednaka ulici 2 odnosno radi se o istoj ulici. Na kraju obrasca prikazana je slika raskrižja čiji tip je odabran kako bi se brojitelju olakšala vizualizacija smjerova koje će brojati.

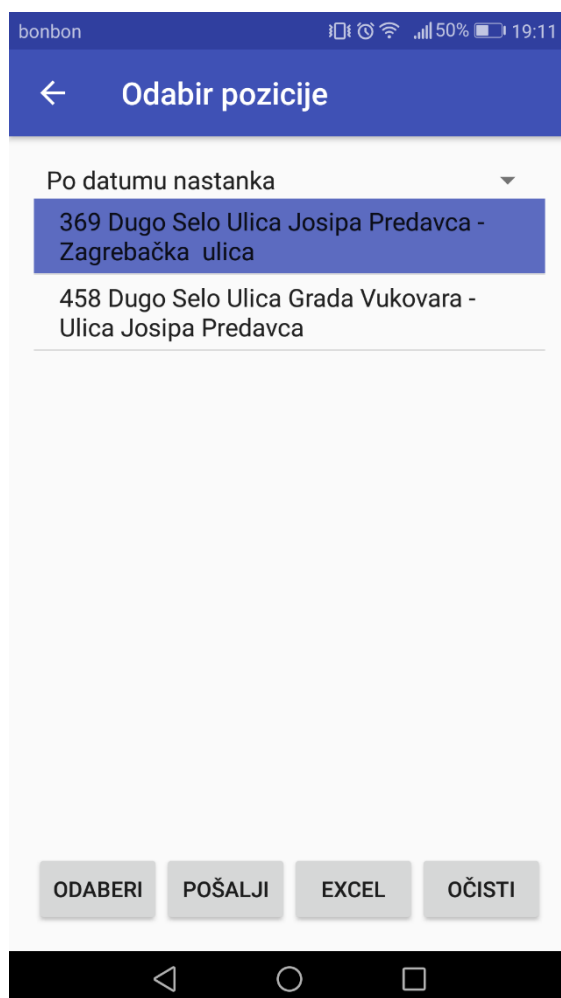
Slika 28. Prozor "Uređivanje pozicije"

Nakon što je postavljanje mjerne lokacije na uređaju svakog brojitelja završeno administrator se odjavljuje s aplikacije i brojitelji se ponovno prijavljuju u aplikaciju unosom svoje e-mail adrese i zaporce koja im je dodijeljena. Izgled sučelja za provjeru identiteta korisnika prikazan je na slici 29. Nakon što brojitelj unese svoje podatke i pritisne tipku „Login“ njegovi podaci odlaze u servis za provjeru identiteta koji se nalazi na oblaku. Ako su uneseni podaci ispravni brojitelju se otvara početni zaslon aplikacije prikazan na slici 19.



Slika 29. Prozor za provjeru identiteta korisnika

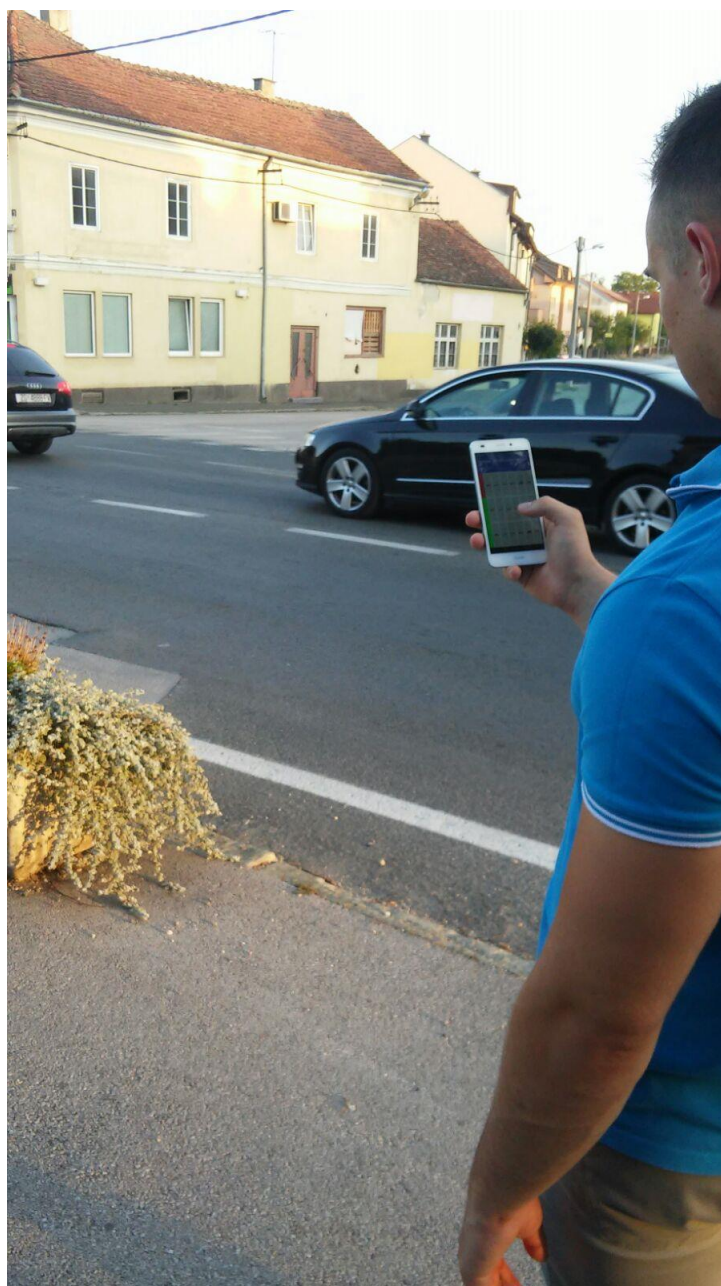
Pritiskom na tipku „Odaberi poziciju“ na početnom zaslonu otvara se prozor koji prikazuje listu svih lokalno kreiranih mjernih mjesta kao što se može vidjeti na slici 30. Brojitelj označava poziciju koja mu je dodijeljena za brojanje i pritiskom na tipku „Odaberi“ potvrđuje svoj odabir, nakon pritiska tipke automatski se otvara glavni prozor za brojanje prometa prikazan na slici 20 i brojanje može započeti.



Slika 30. Prozor "Odabir pozicije"

6.2. Brojanje prometa i slanje podataka u bazu podataka na oblaku

Prije početka brojanja brojitelj se mora postaviti na samo mjesto ili neposredno uz njega. Brojanje vozila izvršava se tako da brojitelj pri prolasku vozila pritisne tipku na pametnom telefonu ili tabletu koja odgovara kategoriji vozila koje je prošlo. Pri tome je potrebno obratiti pažnju da je pritisnuta tipka unutar odgovarajućeg smjera kretanja vozila. Na slici 31 može se vidjeti primjena aplikacije za višekorisničko brojanje prometa u stvarnom okruženju.



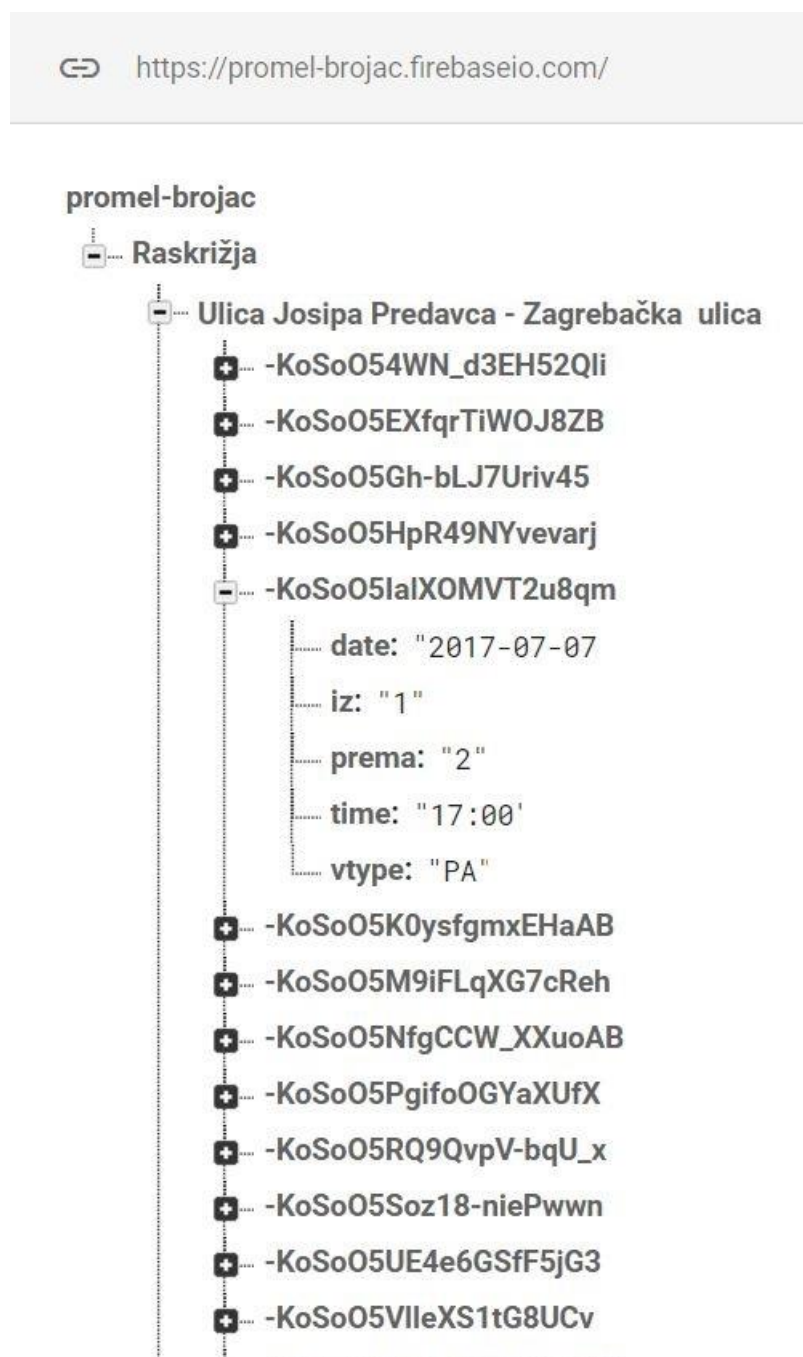
Slika 31. Slikovni prikaz brojanja prometa na mjernom mjestu

Po završetku brojanja brojitelji ponovno odlaze na prozor „Odabir pozicije“ koji je prikazan na slici 30, potom odabiru mjerno mjesto koje su prebrojali i pritišću tipku „Pošalji“. Da bi se slanje raskrižja izvršilo brojitelj mora na svom uređaju imati pristup Internetu. Ovaj korak nije nužno izvršiti odmah na mjernom mjestu jer su svi podaci o brojanju spremljeni u memoriju uređaja. Nakon što je slanje uspješno izvršeno kreira se nova datoteka u bazi podataka koja se nalazi na oblaku i u nju se spremaju svi prikupljeni podaci za pojedino raskrižje. Naziv datoteke odgovara nazivu raskrižja čiji su podaci poslani. Prikaz raskrižja u bazi podataka dan je na slici 32.



Slika 32. Prikaz liste raskrižja u bazi podataka na oblaku

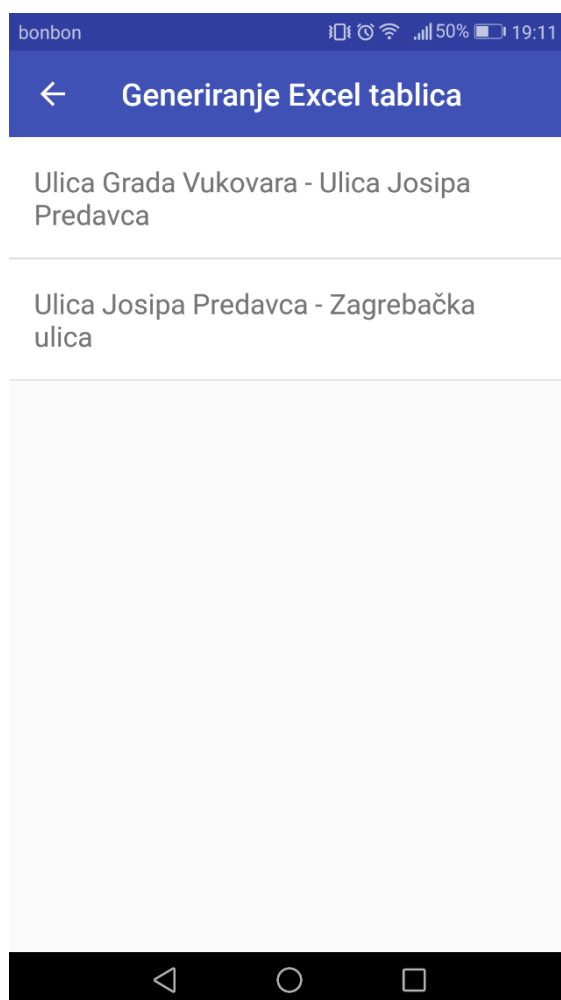
Pritiskom na raskrižje otvaraju se sva prebrojena vozila za navedeno mjerno mjesto. Svakom prebrojanom vozilu dodat je jedinstveni identifikacijski ključ kako ne bi došlo do presnimavanja podataka kada dvoje brojitelja šalje podatke na bazu za isto mjerno mjesto. Nadalje pritiskom na bilo koje vozilo prikazuju se njegovi parametri. Primjer čitanja podataka iz baze podataka za pojedino vozilo prikazan je na slici 33.



Slika 33. Prikaz čitanja podataka iz baze podataka na oblaku za pojedino vozilo

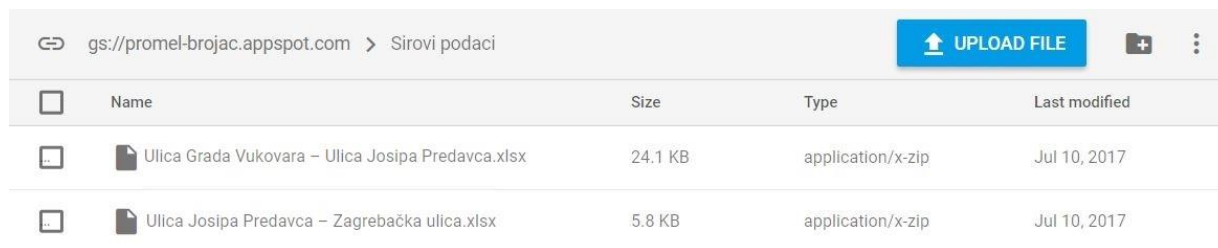
6.3. Obrada prikupljenih podataka i prikaz dobivenih rezultata

Nakon što su svi sudionici brojanja prometa poslali svoje podatke u bazu podataka administrator može izvršiti obradu prikupljenih podataka. Obrada podataka se obavlja tako da se u prozoru „Odabir pozicije“ pritisne tipka „Excel“ koja otvara novi prozor s listom svih raskrižja koja se trenutno nalaze u bazi podataka na oblaku. Prikaz liste raskrižja na oblaku dat na slici 34. Klikom na bilo koje od raskrižja dohvaćaju se podaci s oblaka za odabrano raskrižje i spremaju se u privremenu memoriju uređaja. Potom se na uređaju automatski izvršava dio programskog kôda koji kreira dvije Excel tablice za odabrano raskrižje te objavljuje iste na podatkovnu memoriju u oblaku. Bitno je naglasiti da je za izvršavanje ova akcije također potreban pristup Internetu s obzirom da se lista raskrižja prikazuje u stvarnom vremenu.



Slika 34. Prozor "Generiranje Excel tablice"

U podatkovnoj memoriji na oblaku nalaze se dvije datoteke pod nazivima „Sirovi podaci“ i „Završni formulari“. Pri otvaranju datoteke „Sirovi podaci“ može se vidjeti da navedena datoteka sadrži Excel tablice za svako raskrižje čiji su podacima poslani u podatkovnu memoriju u oblaku kao što je i prikazano na slici 35. Spomenute Excel tablice sadrže podatke svakog prebrojanog vozila u formatu u kojem su podaci i prikupljeni. Nad navedenim podacima nije napravljena nikakva obrada već su samo ispisani unutar tablica u slučaju potrebe za njihovim uvidom.



The screenshot shows a Google Drive interface. At the top, the address bar displays 'gs://promel-brojac.appspot.com > Sirovi podaci'. To the right of the address bar is a blue 'UPLOAD FILE' button with an upward arrow icon, followed by a plus icon and a three-dot menu icon. Below this is a table listing files in the folder.

	Name	Size	Type	Last modified
	 Ulica Grada Vukovara – Ulica Josipa Predavca.xlsx	24.1 KB	application/x-zip	Jul 10, 2017
	 Ulica Josipa Predavca – Zagrebačka ulica.xlsx	5.8 KB	application/x-zip	Jul 10, 2017

Slika 35. Prikaz Excel tablica unutar datoteke "Sirovi podaci" u podatkovnoj memoriji na oblaku

Na slici 36 dat je prikaz dijela Excel tablice za raskrižje „Ul. Josipa Predavca – Zagrebačka ul.“ koje je obrađeno u sklopu izrade ovog diplomskog rada. S obzirom na to da su navedeno raskrižje brojala dva brojitelja obuhvaćeni su svi mogući smjerovi kretanja vozila kroz trokrako raskrižje. Može se vidjeti da tablica sadrži osnovne podatke o vozilu. Ti podaci su smjer iz kojeg vozilo dolazi, smjer u kojem vozilo nastavlja putovanje, datum obavljanja brojanja prometa, vremenska značka u trenutku prolaska vozila kroz mjerno mjesto i tip vozila. U tablici za navedeno mjerno mjesto ukupno je zapisano 1.166 vozila u vremenskom intervalu od sat vremena.

Iz	Prema	Datum	Vrijeme	Tip vozila
3	1	07.07.2017	17:00	PA
3	1	07.07.2017	17:00	PA
3	1	07.07.2017	17:00	PA
3	2	07.07.2017	17:00	PA
1	2	07.07.2017	17:00	PA
1	2	07.07.2017	17:00	PA
3	2	07.07.2017	17:00	PA
3	2	07.07.2017	17:00	PA
3	1	07.07.2017	17:00	PA
3	2	07.07.2017	17:00	PA
2	3	07.07.2017	17:00	PA
2	3	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
2	3	07.07.2017	17:00	PA
2	3	07.07.2017	17:00	PA
2	1	07.07.2017	17:00	PA
1	2	07.07.2017	17:01	PA
3	2	07.07.2017	17:01	PA
3	2	07.07.2017	17:01	TA
3	2	07.07.2017	17:01	PA
2	3	07.07.2017	17:01	BUS

Slika 36. Prikaz dijela Excel tablice za raskrižje "Ul. Josipa Predavca - Zagrebačka ul."

Prikaz tablice za drugo raskrižje obrađeno u sklopu ovog diplomskog rada pod nazivom „Ul. Grada Vukovara – Ul. Josipa Predavca“ dan je na slici 37. Prikazana tablica također sadrži jednak format prikupljenih podataka kao i prethodna jer je taj format standardiziran unutar aplikacije. Ovo raskrižje je također trokrako međutim brojanje je provodio samo jedan brojitelj tako da nisu obuhvaćene svi smjerovi kretanja vozila. Na ovom raskrižju zabilježeno je 130 vozila u tri smjera kretanja kroz vremenski interval od sat vremena.

Iz	Prema	Datum	Vrijeme	Tip vozila
3	1	07.07.2017	17:00	PA
3	1	07.07.2017	17:00	PA
1	3	07.07.2017	17:00	PA
1	3	07.07.2017	17:01	PA
1	3	07.07.2017	17:02	PA
1	3	07.07.2017	17:02	PA
1	3	07.07.2017	17:02	PA
3	1	07.07.2017	17:02	PA
3	1	07.07.2017	17:02	PA
1	3	07.07.2017	17:03	PA
1	3	07.07.2017	17:03	PA
1	2	07.07.2017	17:04	PA
3	1	07.07.2017	17:05	PA
1	3	07.07.2017	17:05	PA
3	1	07.07.2017	17:06	PA
3	1	07.07.2017	17:08	PA
1	3	07.07.2017	17:08	PA
1	3	07.07.2017	17:08	PA
1	3	07.07.2017	17:08	PA
1	3	07.07.2017	17:09	PA
1	3	07.07.2017	17:10	PA
3	1	07.07.2017	17:10	PA
1	3	07.07.2017	17:10	PA
3	1	07.07.2017	17:11	PA
1	3	07.07.2017	17:11	PA
1	3	07.07.2017	17:11	PA

Slika 37. Prikaz dijela Excel tablice za raskrižje "Ul. Grada Vukovara - Ul. Josipa Predavca"

Druga datoteka u podatkovnoj memoriji pod nazivom „Završni formulari“ sadrži Excel tablice s obrađenim podacima za svako raskrižje kao što se može vidjeti na slici 38. Tablice u ovoj datoteci sadrže podatke dobivene lokalnom obradom na uređaju. Prebrojena vozila najprije su filtrirana prema kategoriji vozila, potom prema smjeru kretanja i na kraju prema vremenskom petnaestominutnom periodu u kojem su prošli kroz mjerno mjesto.



	Name	Size	Type	Last modified
	Ulica Grada Vukovara – Ulica Josipa Predavca - Završ...	5.64 KB	application/x-zip	Jul 10, 2017
	Ulica Josipa Predavca – Zagrebačka ulica - Završni for...	4.52 KB	application/x-zip	Jul 10, 2017

Slika 38. Prikaz Excel tablica unutar datoteke "Završni formulari" u podatkovnoj memoriji na oblaku

Slike 39 i 40 prikazuju završni formulare za raskrižja „Ul. Josipa Predavca – Zagrebačka ul.“ i „Ul. Grada Vukovara – Ul. Josipa Predavca“. Može se primijetiti da su vozila podijeljena prema petnaestominutnom vremenskom intervalu u kojem su prošli kroz navedeno mjerno mjesto. Nadalje primjećujemo da su vozila dodatno filtrirana prema smjeru kretanja i kategoriji vozila. Također je prikazan postotak zastupljenost svake kategorije vozila prema smjeru kretanja, ukupan broj vozila prema smjeru kretanja te PAJ koji je potreban pri izračunu mjerodavnog satnog opterećenja mjernog mjesta.

Sat [h]	Smjer	Motori	%	Automobili	%	Autobusi	%	Turistički autobusi	%	Teretna vozila	%	Teška teretna vozila	%	Ukupno	PAU
	1->2	0	0,00 %	15	83,33 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	3	16,67 %	18	1,33
	1->3	0	0,00 %	16	80,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	4	20,00 %	20	1,40
	2->1	0	0,00 %	15	93,75 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	6,25 %	16	1,13
	2->3	1	0,83 %	111	92,50 %	1	0,83 %	0	0,00 %	7	5,83 %	0	0,00 %	120	1,11
17:00 - 17:15	3->1	0	0,00 %	16	84,21 %	0	0,00 %	0	0,00 %	2	10,53 %	1	5,26 %	19	1,32
	3->2	1	1,05 %	86	90,53 %	2	2,11 %	0	0,00 %	5	5,26 %	1	1,05 %	95	1,12
	1->2	0	0,00 %	20	90,91 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	4,55 %	22	1,18
	1->3	0	0,00 %	48	85,71 %	2	3,57 %	0	0,00 %	6	10,71 %	0	0,00 %	56	1,21
	2->1	0	0,00 %	3	75,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	25,00 %	0	0,00 %	4	1,50
	2->3	1	0,61 %	147	90,18 %	1	0,61 %	0	0,00 %	11	6,75 %	3	1,84 %	163	1,17
	3->1	0	0,00 %	9	75,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	8,33 %	2	16,67 %	12	1,50
	3->2	0	0,00 %	90	96,77 %	0	0,00 %	1	1,08 %	1	1,08 %	1	1,08 %	93	1,04
17:15 - 17:30	1->2	0	0,00 %	32	96,97 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	3,03 %	33	1,06
	1->3	0	0,00 %	37	84,09 %	1	2,27 %	0	0,00 %	3	6,82 %	3	6,82 %	44	1,27
	2->1	0	0,00 %	8	72,73 %	1	9,09 %	0	0,00 %	1	9,09 %	1	9,09 %	11	1,36
	2->3	1	0,93 %	96	88,89 %	2	1,85 %	1	0,93 %	7	6,48 %	1	0,93 %	108	1,14
17:30 - 17:45	3->1	0	0,00 %	10	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	10	1,00
	3->2	0	0,00 %	65	92,86 %	0	0,00 %	1	1,43 %	3	4,29 %	1	1,43 %	70	1,11
	1->2	1	3,57 %	20	71,43 %	2	7,14 %	1	3,57 %	1	3,57 %	3	10,71 %	28	1,27
	1->3	0	0,00 %	18	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	18	1,00
	2->1	0	0,00 %	26	92,86 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	3,57 %	1	3,57 %	28	1,14
	2->3	7	6,36 %	81	73,64 %	5	4,55 %	7	6,36 %	9	8,18 %	1	0,91 %	110	1,15
	3->1	0	0,00 %	22	81,48 %	2	7,41 %	0	0,00 %	2	7,41 %	1	3,70 %	27	1,22
	3->2	0	0,00 %	36	90,00 %	1	2,50 %	1	2,50 %	2	5,00 %	0	0,00 %	40	1,10

Slika 39. Završni formular u Excel tablici za raskrižje „Ul. Josipa Predavca – Zagrebačka ul.“

Sat [h]	Smjer	Motori	%	Automobili	%	Autobusi	%	Turistički autobusi	%	Teretna vozila	%	Teška teretna vozila	%	Ukupno	PAU
17:00 - 17:15	1->2	0	0,00 %	1	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	1	1,00
	1->3	0	0,00 %	18	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	18	1,00
	3->1	0	0,00 %	10	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	10	1,00
	1->2	0	0,00 %	4	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	4	1,00
17:15 - 17:30	1->3	0	0,00 %	8	72,73 %	1	9,09 %	0	0,00 %	2	18,18 %	0	0,00 %	11	1,36
	3->1	0	0,00 %	26	92,86 %	0	0,00 %	0	0,00 %	2	7,14 %	0	0,00 %	28	1,14
	1->2	0	0,00 %	2	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	2	1,00
	1->3	0	0,00 %	7	70,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	3	30,00 %	10	1,60
17:30 - 17:45	3->1	0	0,00 %	22	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	22	1,00
	1->2	0	0,00 %	2	100,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	0	0,00 %	2	1,00
	1->3	0	0,00 %	9	69,23 %	3	23,08 %	0	0,00 %	1	7,69 %	0	0,00 %	13	1,15
	3->1	1	12,50 %	5	62,50 %	0	0,00 %	0	0,00 %	2	25,00 %	0	0,00 %	8	1,44

Slika 40. Završni formular u Excel tablici za raskrižje „Ul. Grada Vukovara – Ul. Josipa Predavca“

6.4. Osvrt na primijenjenu metodu

Ova metoda brojanja prometa predstavlja alternativu između ručnog brojanja prometa i automatskog brojanja prometa. Cilj metode je ispraviti nedostatke i iskoristiti prednosti obje navedene metode. Prednosti koje donosi ova metoda brojanja prometa su:

- Niski inicijalni troškovi pri nabavci pametnih telefona ili tableta za brojanje prometa,
- Jednostavnija obuka brojitelja prije početka brojanja,
- Povećana točnost podataka,
- Podaci su zapisani u digitalnom formatu čime se otklanja potreba za ručnim prepisivanjem podataka s papira u digitalni format,
- Nema potrebe za naknadnom obradom podataka,
- Centralizirani sustav sa svim podacima na jednom mjestu.

Na navedenim raskrižjima uz brojanje pomoću aplikacije za višekorisničko brojanje prometa također je obavljeno i ručno brojanje prometa kako bi se mogla napraviti usporedba utrošenih resursa. Za provedbu brojanja prometa na dva raskrižja pomoću aplikacije utrošena su tri radna sata. Svaki brojitelj brojao je promet na jednom od raskrižja pomoću pametnog telefona u vremenskom intervalu od jednog sata. Za obradu podataka administrator je utrošio svega nekoliko minuta. Kod provedbe ručnog brojanja prometa brojitelji su bilježili prolazak vozila kroz raskrižje na brojačke obrasce također u vremenskom intervalu od jednog sata. Nakon završetka brojanja svaki od brojitelja podatke je prepisivao na završni formular. U prosjeku je prijepis podataka na završni formular po brojitelju trajao pola sata. Nakon toga glavni brojitelj je podatke s završnih formulara morao prepisati u digitalni format što je trajalo također pola sata. Kada se sve zbroji može se primijetiti da se korištenjem aplikacije značajno uštedjelo vrijeme potrebno za obradu podataka prikupljenih brojanjem prometa. Pri korištenju aplikacije obrada podataka je trajala nekoliko minuta, dok je pri ručnom brojanju prometa obrada podatak trajala oko dva sata. Treba uzeti u obzir da je ova usporedba vremena potrebnog za obradu podataka napravljena samo na jednom raskrižju i dijelu drugog raskrižja. Pošto se brojanje prometa uvijek obavlja na većem geografskom području odnosno na većem broju raskrižja ukupna razlika u točnosti i vremenu potrebnom za obradu podataka bi bila značajno veća.

Tijekom provedbe brojanja prometa uočeni su određeni nedostaci stoga postoji prostor za daljnje poboljšanje aplikacije. Prvo poboljšanje koje bi trebalo provesti je omogućiti dodavanje odnosno uređivanje mjernog mjesta putem računalstva u oblaku jer trenutno se na svakom uređaju mora lokalno postavljati mjerno mjesto. Time bi se značajno pojednostavnio proces pripreme koji je potrebno provesti prije početka brojanja prometa. Kao drugo poboljšanje predlaže se mogućnost brojanja drugih vrsta prometa osim motoriziranog cestovnog prometa. Prvi korak pri provedbi tog poboljšanja bilo bi dodavanje pješačkog prijelaza i biciklističke staze među postojeće tipove mjernih mjesta te prilagodba korisničkog sučelja kako bi omogućilo brojanje istih. Također postoji mogućnost nadogradnje grafičkog prikaza raskrižja tako da prikazuje samo smjerove koji su dodijeljeni brojitelju za brojanje. Četvrto poboljšanje koje bi utjecalo na povećanje korisničkog zadovoljstva pri korištenju aplikacije je prilagodba grafičkog izgleda korisničkog sučelja odnosno promjena fonta slova, korištenih tema te ubacivanje logotipa tvrtke koja vrši brojanje prometa.

7. ZAKLJUČAK

S obzirom na to da je brojanje prometa neophodan korak pri prognoziiranju distribucije prometa jer daje uvid u trenutno stanje dinamike prometnih tokova potrebno ga je provesti prije svake implementacije novih prometnih rješenja. Danas se za brojanje prometa koristi ručno ili automatsko brojanje prometa. Nedostatak ručnog brojanja prometa je da troši previše vremenskih resursa za naknadnu obradu podataka, dok je nedostatak automatskog brojanja prometa da zahtjeva velika financijska ulaganja pri nabavci uređaja i ograničeno je isključivo na poprečni presjek prometnice i ne može pratiti smjer kretanja vozila kroz raskrižje.

Kao alternativa gore navedenim metodama brojanja prometa u sklopu ovog rada razvijena je aplikacija za višekorisničko brojanje prometa za pametne telefone i tablete. Korištenje ove metode brojanja prometa rezultiralo je pojednostavljenjem samog proces brojanja, preciznijim prikupljenim podacima i smanjenjem vremena naknadne obrade prikupljenih podataka uz minimalne troškove. Troškovi nabavke telefona ili tableta pošto su relativno niske cijene pošto su isti široko dostupne. Postiglo se smanjenje potrebnih financijskih sredstava i povećanje kvalitete prikupljenih podataka uz minimalne nedostatke.

Izrađena aplikacija ima puno potencijala i pruža još mnogo mogućnosti za napredak. Potrebno je omogućiti dodavanje odnosno uređivanje mjernog mjesta putem računalstva u oblaku, proširiti dostupne tipove mjernih mjesta za brojanje prometa na druge vidove prometa te poraditi na korisničkom sučelju aplikacije kako bi se osiguralo što bolje korisničko iskustvo.

LITERATURA

- [1] Brlek P., Dadić I., Šoštarić M.: Prometno tehnološko projektiranje (Autorizirana predavanja, radna verzija), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2012.
- [2] Božić M., Kopic D., Mihoci F., Marold N., Gršetić J., Brojenje prometa na cestama republike Hrvatske godine 2016.
- [3] Slavulj M., Sigurnost cestovnog i gradskog prometa: Brojanje prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2010.
- [4] URL: <http://www.szz.hr/wp-content/gallery/brojanje-prometa-varazdin/dscf53621.jpg> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [5] URL: <http://cf6.uf.tistory.com/image/26533C3854AF9911307985> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [6] Kovačić K., Ivanjko E., Jelušić N., Gold H., Measurement of traffic parameters using video cameras, Technical report UNIZG-FTTS-ZITS-VISTA-03-15, Department of Intelligent Transportation Systems, Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb, March, 2015
- [7] Gold H., Ivanjko E., Umjetna inteligencija: Računalni vid, Prezentacija s predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014.
- [8] URL: https://static1.squarespace.com/static/53f78d0be4b06aa2bfc2d8da/t/56705ba20ab37773012ccbc2/1450204068190/TV_Web_2015_Home_placeholder4a.png?format=1500w (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [9] URL: <http://www.index.hr/images2/cestarinapixsellhrvojejelavic1200px.jpg> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [10] URL: <http://www.hac.hr/UserDocsImages/skupine-vozila.gif> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [11] Larse Oyen S., Koren H., Solberg R., Traffic Monitoring using Very High Resolution Satellite Imagery, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 75(7), pp. 859-869 · July 2009.
- [12] URL: <https://www.vecernji.hr/media/img/a7/82/706b869b816cca68b3e8.jpeg> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [13] URL: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTIJKiz2X2BIHOA1iKcBag6RgWWjZZ5OXtSWyBQxA44fgwyw5AJXA> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [14] Bando M., Benković V., Šamija H., Razvoj aplikacije za ručno brojenje prometa, PROMEL, Zagreb 2016.
- [15] URL: <https://developer.android.com/studio/intro/index.html> (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [16] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [17] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Java_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language)) (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [18] URL: https://www.java.com/en/download/faq/whatis_java.xml (pristupljeno: Srpanj 2017.)

- [19] URL: https://www.w3schools.com/xml/xml_what_is.asp (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [20] URL: http://www.xmlfiles.com/xml/xml_intro.asp (pristupljeno: Srpanj 2017.)
- [21] -, XML, Tutorials Point (I) Pvt. Ltd., 2017.
- [22] Gold H., Ivanjko E., Umjetna inteligencija: Prikaz znanja okvirima, Prezentacija s predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2014.
- [23] -, Java Tutorials, Updated for Java SE 8, Oracle Corporation, 2014.
- [24] URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Firebase> (pristupljeno: Kolovoz 2017.)
- [25] URL: <https://firebase.google.com/docs/auth/> (pristupljeno: Kolovoz 2017.)
- [26] URL: <https://firebase.google.com/docs/database/> (pristupljeno: Kolovoz 2017.)
- [27] URL: <https://firebase.google.com/docs/functions/> (pristupljeno: Kolovoz 2017.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Ručno brojanje prometa putem brojačkog obrasca, [4].....	5
Slika 2. Primjer obrasca za ručno brojanje prometa, [3]	6
Slika 3. Primjer mehaničkog brojača s jednim brojilom (lijevo) i primjer mehaničkog brojača sa četiri brojila (desno), [3]	6
Slika 4. Primjer završnog formulara	7
Slika 5. Elektronički brojač tvrtke Jamar Technologies, [3]	8
Slika 6. Prenosivo automatsko brojilo prometa Nu-Metrics NC-200 tvrtke Vaisala, [5]	10
Slika 7. Neprekidno automatsko brojilo prometa s tehnologijom induktivnih petlji napajano putem solarnog panela	12
Slika 8. Automatska detekcija vozila putem računalnog vida, [8].....	14
Slika 9. Primjer prikupljanja podataka o prometnom toku pomoću informacijskih kartica u naplatnom brojanju prometa, [9]	15
Slika 10. Skupine vozila prema naplatnim kategorijama, [10].....	16
Slika 11. Detekcija vozila putem satelitskih snimaka visoke rezolucije, [11]	17
Slika 12. Pregled trajektnih karata pri ulasku na trajekt, [12]	18
Slika 13. Prikaz popunjenosti garaža u stvarnom vremenu u gradu Varaždinu, [13]	20
Slika 14. Arhitektura aplikacije za višekorisničko brojanje prometa	24
Slika 15. Okviri pri brojanju prometa	28
Slika 16. Okviri pri slanju podataka na poslužitelj	29
Slika 17. Okviri pri dohvaćanju podataka s poslužitelja	29
Slika 18. Okviri pri obradu podataka dobivenih s poslužitelja	30
Slika 19. Početni zaslon.....	32
Slika 20. Glavni brojački prozor	33
Slika 21. Prozor "Karta raskrižja"	34
Slika 22. Prozor "Kategorije vozila"	35
Slika 23. Prikaz Firebase konzole.....	37
Slika 24. Prikaz mjernih mjesta na kojima se odvijalo brojanje prometa.....	38
Slika 25. Prozor "Postavke aplikacije"	39
Slika 26. Primjer ispunjenog obrasca za dodavanje novog brojitelja	40
Slika 27. Prozor "Uredi pozicije"	41
Slika 28. Prozor "Uređivanje pozicije"	42
Slika 29. Prozor za provjeru identiteta korisnika	43
Slika 30. Prozor "Odabir pozicije"	44
Slika 31. Slikovni prikaz brojanja prometa na mjernom mjestu.....	45
Slika 32. Prikaz liste raskrižja u bazi podataka na oblaku	46
Slika 33. Prikaz čitanja podataka iz baze podataka na oblaku za pojedino vozilo	47
Slika 34. Prozor "Generiranje Excel tablice"	48
Slika 35. Prikaz Excel tablica unutar datoteke "Sirovi podaci" u podatkovnoj memoriji na oblaku	49

Slika 36. Prikaz dijela Excel tablice za raskrižje "Ul. Josipa Predavca - Zagrebačka ul."	50
Slika 37. Prikaz dijela Excel tablice za raskrižje "Ul. Grada Vukovara - Ul. Josipa Predavca"	51
Slika 38. Prikaz Excel tablica unutar datoteke "Završni formulari" u podatkovnoj memoriji na oblaku	52
Slika 39. Završni formular u Excel tablici za raskrižje „Ul. Josipa Predavca – Zagrebačka ul.“	53
Slika 40. Završni formular u Excel tablici za raskrižje „Ul. Grada Vukovara – Ul. Josipa Predavca“	54

POPIS KRATICA

ITS	Inteligentni transportni sustavi
PGDP	Prosječni godišnji dnevni promet
PLDP	Prosječni ljetni dnevni promet
IDE	(Integrated Development Environment) Integrirano razvojno okruženje
DVM	(Dalvik Virtual Machine) Dalvik Virtualna Mašina
PAJ	Putničke auto jedinice
JVM	(Java Virtual Machine) Java Virtualni Stroj
XML	(Extensible Markup Language)
BaaS	(Backend as a Service)
API	(Application Programming Interface) Aplikacijsko programsko sučelje



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada
pod naslovom **Aplikacija za višekorisničko brojanje prometa**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 12.9.2017 _____

Tomislav Novgodić
(potpis)