Analiza raskrižja na području grada Varaždina s prijedlogom poboljšanja

Horvat, Matija

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:062429

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matija Horvat

ANALIZA RASKRIŽJA NA PODRUČJU GRADA VARAŽDINA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA RASKRIŽJA NA PODRUČJU GRADA VARAŽDINA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA

ANALYSIS OF INTERSECTIONS IN THE AREA OF CITY OF VARAŽDIN WITH IMPROVEMENT PROPOSALS

Mentor: dr. sc. Luka Novačko

Student: Matija Horvat, 0135220750

Zagreb, 2015.

ANALIZA RASKRIŽJA NA PODRUČJU GRADA VARAŽDINA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA

Sažetak

Raskrižja kao najsloženiji dijelovi cestovne mreže moraju omogućiti smisleno i sigurno odvijanje prometa. U ovome diplomskom radu će biti analizirano postojeće stanje triju analiziranih raskrižja te će se predložiti mjere poboljšanja u cilju bržeg i sigurnijeg odvijanja prometa na raskrižjima ako je to potrebno. Prometna politika grada Varaždina nastrojena je na kružno vođenje prometnih tokova u raskrižjima pa je tako u posljednje 3 godine izgrađeno odnosno rekonstruirano čak sedam raskrižja te su izgrađeni kružni tokovi. Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podaci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Projektiranje cesta i raskrižja predstavlja složen posao, te prije i tijekom projektiranja projektant mora biti upoznat i postupati u skladu s važećim zakonima, pravilnicima.

KLJUČNE RIJEČI: Varaždin, raskrižja, zakoni, simulacija, Vissim

Summary

The intersections, as the most complex parts of the road network, must provide meaningful and safe traffic. In this thesis it will be examined the current state of three(3) intersections and, if necessary, improvement measures for fast and safe traffic flow will be proposed. Traffic policy of Varazdin is established on the circular traffic flows at intersections, so in the last three(3) years seven(7) intersections have been built or reconstructed into roundabouts. Traffic counting is one of the main inputs of traffic planning and designing. Data received by counting traffic gives us the actual current view of traffic flow dynamics. Road and intersection designing is a complex job, in which, design architect must be familiar with current laws and rules and comply with them.

KEY WORDS: City of Varaždin , Intersections, legislation, simulation, Vissim

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u RH 2
2.1 Zakon o sigurnosti prometa na cestama 3
2.2 Zakon o cestama 3
2.3 Zakon o prostornom uređenju i Zakon o gradnji 5
2.4 Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa 5
2.5 Zasnovanost i načela za projektiranje 6
2.6 Voznodinamički i geometrijski parametri 7
2.6.1 Brzine u raskrižju 7
2.6.2 Odabir glavne prometnice 8
3. Analiza prostorno-prometne dokumentacije grada Varaždina 9
3.1 Plan prostornog uređenja grada Varaždina 10
3.2 Studija razvitka prometnog sustava grada Varaždina 12
4. Analiza i kritički osvrt na postojeće stanje vođenja prometnih tokova u raskrižjima grada Varaždina 13
4.1 Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže 14
4.2 Raskrižje Zagrebačke i Gospodarske ulice 15
4.3 Raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice 16
4.4 Brojanje prometa 17
4.4.1 Statičko brojanje prometa 17
4.4.2 Dinamičko brojanje prometa 18
4.4.3 Naplatno brojanje prometa 18
4.4.4 Ručno brojanje prometa 18
4.4.5 Automatsko brojanje prometa 19
4.5 Brojanje prometa na predmetnim raskrižjima 19
4.5.1 Popodnevni vršni sat 20
4.5.2 Jutarnji vršni sat 24
4.6 Broj prometnih nesreća na analiziranim raskrižjima 29
5. Prijedlog poboljšanja postojećih raskrižja na području grada Varaždina 31
5.1 Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže 31
5.2 Raskrižje Zagrebačke i Gospodarske ulice 34
5.3 Raskrižje Međimurske i Koprivničke ulice 36

6. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja optimizacije prometnih tokova u raskrižjima 38
6.1 Simulacija i evaluacija postojećeg stanja prometnih tokova u raskrižjima 40
6.2 Simulacija i evaluacija prometnih tokova u raskrižjima nakon predloženih mjera poboljšanja 44
7. Zaključak 47
Literatura 48
Popis slika: 49
Popis tablica: 51
Popis priloga 52

1. Uvod

Grad Varaždin nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske uz rijeku Dravu. Grad se nalazi na vrlo važnom zemljopisnom području te se s pravom naziva „sjeverozapadnim vratima Hrvatske“. Područjem grada Varaždina prolazi još uvijek nedovoljno iskorišten Vb koridor koji se proteže od Budimpešte preko Varaždina do Zagreba pa skroz do Rijeke. Prema popisu stanovništva iz 2011. Godine grad Varaždin ima 47 055 stanovnika.

Raskrižje je prometna površina na kojoj se u istoj razini ili na različitim razinama križaju dvije ili više cesta ili na kojoj se više cesta spaja u širu prometnu površinu.

U gradu Varaždinu odvijanje prometa ne stvara veliki problem, ali pojedina raskrižja na kojima nije izvršena rekonstrukcija stvaraju problem te na njima dolazi do prometnog zagušenja te do stvaranja velikih repova čekanja.

U ovom diplomskom radu izdvojit će se tri raskrižja na kojima dolazi do stvaranja prometnih čepova a veoma su bitna za bolje i sigurnije odvijanja prometa. Utvrditi će se postoji li potreba za rekonstrukcijom raskrižja, te će se predložiti adekvatno rješenje. Mikrosimulacijski model izrađen programom PTV Vissim pomoći će u odabiru adekvatnog rješenja na analiziranim raskrižjima.

Diplomski rad se sastoji od sedam poglavlja. Prvi dio rada donosi pregled zakonske regulative iz područja prometa. Nakon zakonske regulative na redu je analiza prostorno – prometne dokumentacije grada Varaždina a tu se važnost stavlja na Generalni urbanistički plan grada. Sljedeće poglavlje donosi analizu i kritički osvrt na postojeće stanje vođenja prometnih tokova na promatranim raskrižjima, dok iza njega slijedi poglavlje u kojem će se predložiti mjere poboljšanja postojećih raskrižja na području grada Varaždina. Šesto poglavlje je poglavlje u kojem slijedi simulacija i evaluacija postojećeg i predloženog stanja prometnih tokova u raskrižjima na temelju koje je odabrano optimalno rješenje za buduće stanje prometnih tokova na promatranim raskrižjima. Na kraju zaključak kao posljednje poglavlje donosi autorovo mišljenje o promatranim raskrižjima.

2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u RH

Projektiranje cesta i raskrižja predstavlja složen posao, te prije i tijekom projektiranja projektant mora biti upoznat i postupati u skladu s važećim zakonima, pravilnicima i normama države u kojoj se projekt izvodi.

Raskrižja se mogu opisati kao točke u cestovnoj mreži u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Zbog prometnih radnji i mogućih konflikata, koji se ne pojavljuju na otvorenim potezima ceste, na raskrižjima su izrazito naglašeni problemi propusnosti i sigurnosti prometa. Raskrižja u mreži javnih cesta pojavljuju se u više oblikovnih modaliteta, a općenito se mogu razvrstati na raskrižja u jednoj ili više razina, raskrižja s kružnim tokom prometa i kombinirana raskrižja.

Raskrižja u razini zadovoljavaju: prometna opterećenja do Qmjer = 800 voz/h po privozu te vremenske praznine toka veće od 6 sekundi.

Okvirna domaća i strana regulativa iz područja projektiranja raskrižja je sljedeća:

- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 64/15)
- Zakon o cestama (NN 92/14)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
- Zakon o gradnji (NN 153/13)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 78/15)
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 105/04)
- Pravilnik o sadržaju, mjerilima kartografskih prikaza, obveznim prostornim pokazateljima i standardu elaborata prostornih planova
- Naputak o prometno-tehničkim uvjetima za daljinsko usmjeravanje i vođenje prometa
- Smjernice za prometnu svjetlosnu signalizaciju na cestama

U našim prilikama se predmetna problematika neposredno oslanja na samo dva bitna akta prometno-tehničke regulative, a to su:

- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
- Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa, FPZ i HC/PGZ, Zagreb, 2004 (interno izdanje).

2.1 Zakon o sigurnosti prometa na cestama

Ovim se Zakonom utvrđuju temeljna načela međusobnih odnosa, ponašanja sudionika i drugih subjekata u prometu na cestama, osnovni uvjeti kojima moraju udovoljavati ceste glede sigurnosti prometa, pravila prometa na cestama, sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe, dužnosti u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje kandidata za vozače, polaganje vozačkog ispita i uvjeti za stjecanje prava na upravljanje vozilima, vuča vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila, dimenzije, ukupna masa i osovinsko opterećenje vozila te uvjeti kojima moraju udovoljavati vozila u prometu na cestama. Prometom na cesti, prema ovom Zakonu, podrazumijeva se promet vozila, pješaka i drugih sudionika u prometu na javnim cestama i nerazvrstanim cestama koje se koriste za javni promet.

Prema ovom Zakonu, na raskrižju i na drugim mjestima na kojima se upravlja prometom uređajima za davanje znakova prometnim svjetlima odnosno semaforima, prometna svjetla za sudionike u prometu znače:

- crveno svjetlo – zabranu prolaska
- zeleno svjetlo – slobodan prolazak
- žuto svjetlo – upaljeno samostalno označava skoru pojavu zelenog ili crvenog svjetla ovisno o tome koje svjetlo je bilo upaljeno pije pojave žutog svjetla. [1]

2.2 Zakon o cestama

Ovim se Zakonom uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, razvrstavanje javnih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i promet na njima, koncesije, financije i nadzor javnih cesta.

Javne ceste su ceste razvrstane kao javne ceste sukladno ovom Zakonu, koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima koji su određeni ovim Zakonom i drugim propisima.

Pravni status javnih cesta:

- Javne ceste su javno dobro u općoj uporabi i u vlasništvu su Republike Hrvatske
- Javne ceste se ne mogu otuđiti iz vlasništva Republike Hrvatske niti se na njima mogu stjecati stvarna prava, osim u slučajevima koji su propisani ovim Zakonom.
- Na javnoj cesti može se osnovati pravo služnosti i pravo građenja radi izgradnje komunalnih, vodnih, energetskih građevina i građevina elektroničkih komunikacija i povezane opreme, na način propisan ovim Zakonom.
- Cestovno zemljište može se dati na korištenje radi obavljanja pratećih djelatnosti (trgovine, benzinske postaje i dr.), na način propisan ovim Zakonom
- Javna cesta postaje javno dobro u općoj uporabi pravomoćnošću uporabne dozvole, odnosno izdavanjem drugog akta na temelju kojeg je dopuštena uporaba građevine sukladno posebnom propisu.
- Javna cesta upisuje se u zemljišne knjige na temelju pravomoćne uporabne dozvole kao javno dobro u općoj uporabi i kao neotuđivo vlasništvo Republike Hrvatske, uz upis Hrvatskih autocesta d.o.o. kao pravne osobe ovlaštene upravljati autocestama, Hrvatskih cesta d.o.o. kao pravne osobe ovlaštene upravljati državnim cestama i Županijske uprave za ceste kao pravne osobe ovlaštene upravljati županijskim i lokalnim cestama.
- Pravo služnosti i pravo građenja na javnoj cesti te koncesija na javnoj cesti upisuje se u zemljišne knjige sukladno propisima koji uređuju zemljišne knjige.

Za održavanje raskrižja javnih cesta nadležni su:

- Hrvatske ceste d.o.o. za raskrižja državnih i županijskih prometnica odnosno za raskrižja državnih i lokalnih prometnica
- Županijska uprava za ceste koja upravlja županijskim prometnicama za raskrižja županijskih i lokalnih prometnica
- za održavanje raskrižja javne i nerazvrstane ceste nadležna je pravna osoba koja upravlja javnom cestom [2]

2.3 Zakon o prostornom uređenju i Zakon o gradnji

Ovim se Zakonima uređuje sustav prostornog uređenja i gradnja, nadležnost tijela državne vlasti i tijela jedinica lokalne i područne samouprave u upravnim i drugim postupcima, te upravni i inspekcijski nadzor. Sustav prostornog uređenja čine subjekti, dokumenti, akti i postupci kojima se osigurava praćenje stanja u prostoru, određivanje uvjeta i načina izrade, donošenja i provođenja dokumenata prostornog uređenja te uređenja građevinskog zemljišta. Prostornim uređenjem se ostvaruju pretpostavke za unapređenje gospodarskih, društvenih, prirodnih, kulturnih i ekoloških polazišta održivog razvitka u prostoru Republike Hrvatske kao osobito vrijednom i ograničenom nacionalnom dobru na načelu integralnog pristupa prostornom planiranju. Gradnja u smislu ovog zakona smatra se projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina, a sve se to obavlja prema odredbama ovoga Zakona, te prema odredbama ovoga Zakona i propisa donesenih na temelju tih zakona, hrvatskih normi i pravila struke. Odredbe ovoga Zakona koje se odnose na gradnju nove građevine na odgovarajući se način primjenjuju na rekonstrukciju, uklanjanje i održavanje građevine. [3]

2.4 Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa

Ovim se Pravilnikom propisuju osnovni uvjeti kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.

Prema Pravilniku projektiranje cesta i raskrižja odvija se u pravilu na sljedeće četiri razine:

1. Studija
2. Idejni projekt - radi se obično u više varijanata na podlozi 1:5000.
3. Glavni projekt - radi se na podlozi mjerila 1:1000 ili krupnijoj
4. Izvedbeni projekt - radi su u pravilu u sklopu glavnog projekta, a po potrebi se neki dijelovi glavnog projekta rade u obliku izvedbenog projekta.

Pod studijama se podrazumijeva:

1. Građevinsko – tehnička studija
2. Prometna studija
3. Studija opravdanosti
4. Studija o utjecaju na okoliš
5. Idejna rješenja

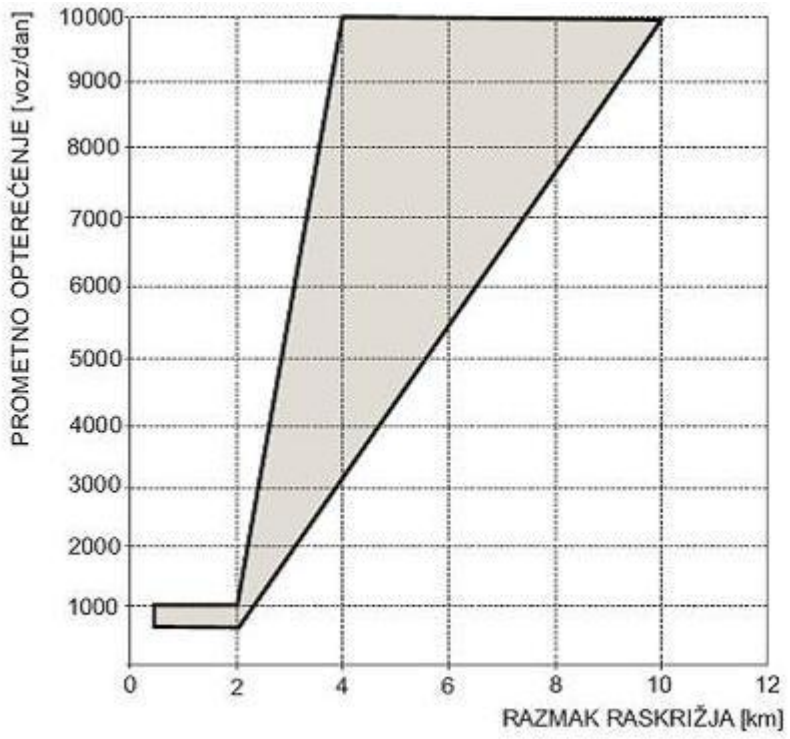
Uobičajena mjerila podloge za studije kreću se od 1:25000 do 1:50000. [5]

2.5 Zasnovanost i načela za projektiranje

Kod koncipiranja raskrižja veoma je bitno utvrditi najvažnija polazišta i parametre. To se odnosi na određivanje uloge ili značenja privoznih cesta u mreži te na dopuštenu brzinu u raskrižju, određivanje glavne ceste, na vozno dinamičke i geometrijske okvire, propusnu moć, sigurnost prometa, razmak između raskrižja i slično.

Kod određivanja rasporeda i razmaka između raskrižja u cestovnoj mreži mora se voditi računa da učestalo čvoriranje smanjuje prometno-sigurnosnu vrijednost raskrižja, a preveliki razmaci dovode do neravnomjernog i nepotrebnog opterećenja cestovne mreže te isto tako uloga glavne ceste u mreži važna je već u prvim planerskim koracima. [1]

Preporuka za razmake raskrižja u ovisnosti sa značenjem ceste i prometnim opterećenjem predočena je na slici 1.



Slika 1.Razmaci raskrižja u odnosu na prometno opterećenje

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta / Cestovne prometnice II, , Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb 2008.

[1] Legac Ivan: Raskrižja javnih cesta-Cestovne prometnice 2, Zagreb, 2008

2.6 Voznodinamički i geometrijski parametri

2.6.1 Brzine u raskrižju

Određivanje brzine na privozima i u samom raskrižju potrebno je zbog definiranja voznodinamičkih parametara i osnovnih geometrijskih elemenata.

U načelu se najprije određuje brzina na glavnoj cesti pa zatim na sporednoj cesti.

Ako se u području raskrižja ograničava najveća dopuštena brzina V_{dop}, potrebno je brzinu u raskrižju V_k odmjeriti sukladno dopuštenoj brzini V_{dop}:$V_k = V_{dop}$

Brzina na glavnoj cesti nekog raskrižja određuje se prostoru na kojem se raskrižje nalazi te prema broju kolnika, kako slijedi iz tablice na slici 2. [5]

Opis i funkcija ceste		Poprečni presjek ceste	Raskrižje		Odmjeravanje elemenata raskrižja	Vrst raskrižja
Grupa/prostor	Podgrupa s funkcijom		V_{dop} [km/h]	V_k [km/h]		
1	2	3	4	5	6	7
A - neizgrađeno-izvan naselja, s funkcijom povezivanja	A1-povezivanje velikih područja	-dva kolnika (jedan kolnik)	100 (80)	90 (80)	vozno-dinamičko	RiR
	A5-povezivanje manjih područja	-jedan kolnik	60	60 (50)	vozno-geometrijsko	
B - neizgrađeno-ispred i unutar naselja, s unkcijom povezivanja	B2-cesta za brzi promet	-dva kolnika	70	70	vozno-dinamičko	RiR i RuR
	B3-glavna cesta (avenija)	-dva kolnika -jedan kolnik	70 70	70 70		RuR
	B4-glavna sabirna cesta	-jedan kolnik	60 (50)	50	vozno-geometrijsko	
C - izgrađeno-unutar naselja, s funkcijom povezivanja	C3-glavna gradska ulica -gradska cesta	-dva kolnika -jedan kolnik	50 50	50 50		
	C4-sabirna cesta/ulica	-jedan kolnik	50	50		
D - izgrađeno-unutar naselja, s funkcijom priključivanja	D4-priključna cesta/ulica	-jedan kolnik	≤50	≤50		RuR (iznimno)
	D5-pristupna cesta	-jedan kolnik	≤50	≤50		lokalni pristupi

Slika 2.Određivanje brzine u raskrižju prema prostoru na kojem se raskrižje nalazi te broju kolnika

Izvor: Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.

2.6.2 Odabir glavne prometnice

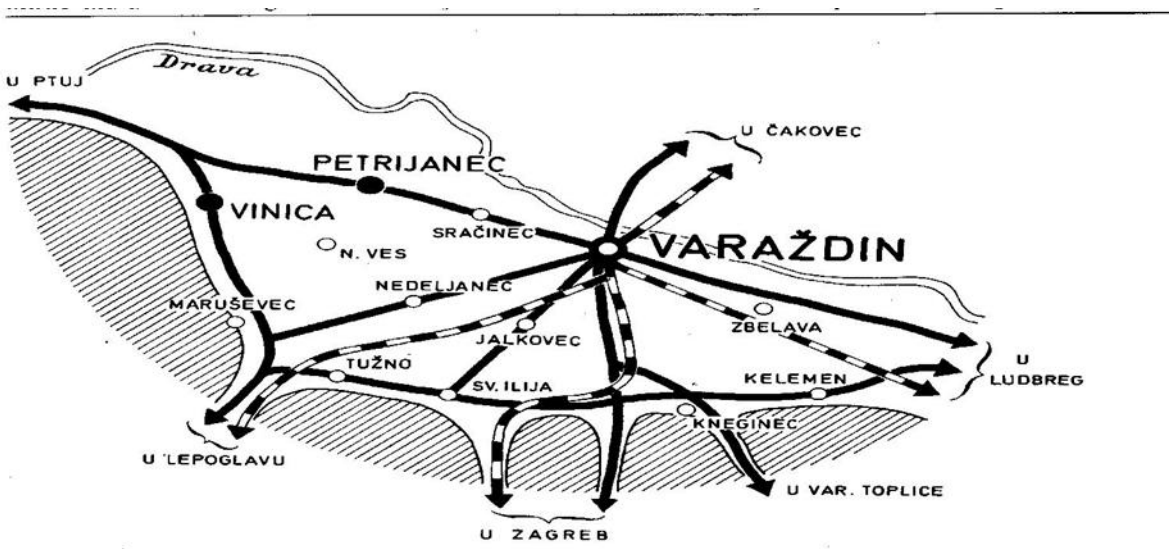
Glavna cesta u pravilu je cesta s dominantnim prometnim tokom a zajedno s glavnim privozima raskrižja određena je svojstvima dionice sa zonom raskrižja, posebno preko pokazatelja kao što su:

- prometno opterećenje
- razred ili vrsta ceste
- reguliranje prava prolaska na promatranom te na susjednom raskrižju
- očekivane brzine u raskrižju
- linije javnog gradskog prometa

Ako se više navedenih pokazatelja pojavljuje za područje nekog raskrižja tada je izbor glavne ceste u raskrižju vrlo jednostavan zadatak projektanta. [5]

3. Analiza prostorno-prometne dokumentacije grada Varaždina

Grad Varaždin je sjedište i najveći grad Varaždinske županije, koja po posljednjem popisu iz 2011. ima 46.946 stanovnika. Grad Varaždin, kao središte Varaždinske županije i sjevernog dijela Republike Hrvatske smješten je na raskrižju važnih prometnih puteva. Ti putevi povezuju Budimpeštu sa Zagrebom i Rijekom. Također ističu se i prometni putovi koji teku dravskim koridorom, odnosno paralelno prate rijeku Dravu a počinju od Alpa odnosno Dravograda do Maribora, Celja preko Varaždina prema Koprivnici, Virovitici pa sve do Osijeka.



Slika 3.Situacijski položaj glavni prometnica grada Varaždina

Izvor: „Koncepcija razvitka prometnog sustava grada Varaždina";Institut prometa i veza, Zagreb

Ovim poglavljem će se detaljnije obraditi prostorno-prometna dokumentacija grada Varaždina, a dva važna dokumenta koja će se obraditi su:

1. Plan prostornog uređenja grada Varaždina
2. Studija razvitka prometnog sustava grada Varaždina

Oba dokumenta dijelovi su Generalnog urbanističkog plana grada Varaždina koji je dostupan na stranicama Varaždinske županije.

3.1 Plan prostornog uređenja grada Varaždina

Prostorna organizacija grada Varaždina je obilježena njegovim povijesnim razvojem i položajem uz desnu obalu rijeke Drave. Barokna jezgra grada još uvijek se smatra njegovim središtem te se grad u koncentričnim krugovima i dan danas širi oko nje a u budućnosti se taj razvoj planira nastaviti i radijalno, duž važnijih prometnih koridora. Urbano uređenje i organiziranje gradskog prostora u velikoj su mjeri uvjetovani postojećim stanjem, zatečenim vrijednostima kulture i prirodne baštine te specifičnim problemima urbanog prostora. [18]

Iz položaja i veličine grada Varaždina proizlazi i njegova važna uloga u razvoju širih područja što se očituje i u razvoju prometnog sustava. Kako je promet jedan od najvažnijih elemenata u planiranju grada, zahtijeva se racionalan pristup planiranju. Pri prometnom planiranju razvoj mora biti u funkciji unapređenja te poboljšanja uvjeta života u gradu.

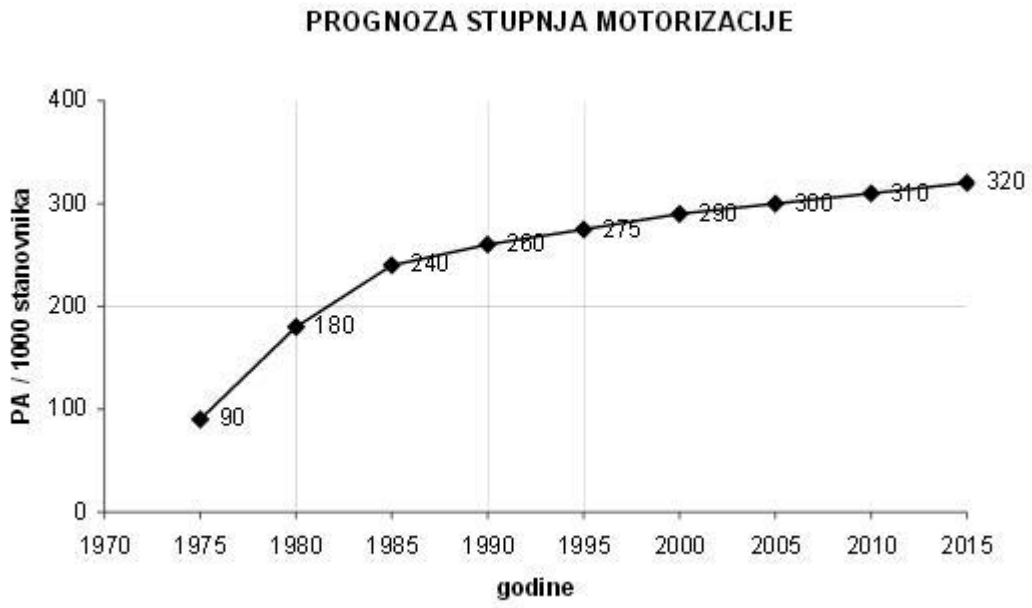
Povezivanje grada sa širim prostorom, međusobno povezivanje njegovih cjelovitih prostora i dijelova, povezivanje njegovih ukupnih aktivnosti, humanizacije prostora i života u njemu bili su osnovni ciljevi predloženog prometnog sustava u Generalnom urbanističkom planu.

Postavljeni ciljevi determiniraju i osnovne pravce razvoja prometnog sustava:

- postići sigurnost svih sudionika u prometu
- proširiti postojeću prometnu mrežu s tim da je to povezano s oblikovanjem prostora gradskog karaktera
- racionalno upotrijebiti zemljište za potrebe prometa
- osigurati funkcioniranje prometnog sustava u izvanrednim prilikama
- smanjiti trajanje putovanja
- postići što niže investicijske i operativne troškove.

Plansko postavljanje osnovne prometne mreže do 2015. godine zasniva se na prognozi broja stanovnika na području obuhvata i prognoziranom stupnju motorizacije. Iz ovih osnovnih postavki proizlaze parametri za formiranje prometne mreže, ali i karakteristike koje se odnose na pojedine prometne potrebe, parkirališno-garažne potrebe, sustav javnog prometa te biciklistički i pješački promet. Kao podloga za izradu osnovne prometne mreže poslužila je do sada izrađena prostorna dokumentacija kao i više studija koje su namjenski rađene za prostorni obuhvat.

Kod izrade prognoze stupnja motorizacije važni podaci koji služe za njeno utvrđivanje su praćenje razvoja motorizacije u dužem vremenskom razdoblju uz usporedbu s porastom broja stanovnika na promatranom području kao i porastom društvenog proizvoda i prihoda stanovništva. Praćenjem ovih parametara proizlazi da se značajan porast motorizacije dogodio u razdoblju od 1975. g. do 1990. godine kada je dostignut stupanj od 270 putničkih automobila na 1000 stanovnika. Iz projekcije Demografske studije Grada Varaždina očekivani broj stanovnika u samom Varaždinu do 2015. g. iznosi 47.900 stanovnika, međutim taj broj stanovnika nije postignut. Uz očekivani porast predlaže se da stupanj motorizacije za kraj planskog perioda iznosi 1:3.1, odnosno 350 putničkih automobila na 1000 stanovnika.[18]



Slika 4.Prognoza stupnja motorizacije grada Varaždina

Izvor: Generalni urbanistički plan grada Varaždina

Očekivani stupanj motorizacije koji je planiran za razdoblje do 2000.g. iznosio je 1:3.1, odnosno 320 putničkih automobila na 1000 stanovnika nije ostvaren, pa je stoga realno očekivati da se taj stupanj, stalnim ali laganim porastom dostigne do kraja ovog planskog perioda odnosno do kraja 2015. godine. [18]

Prema Generalnom urbanističkom planu grada Varaždina neki od ciljeva razvoja cestovnog prometa su:

1. Dovršenje sustava tranzitnih brzih cesta državnog značenja u Varaždinskom cestovnom čvoru vodeći računa o tome da one ne ometaju život stanovnika grada
2. Osiguravanje prostora za formiranje cestovnog sustava radi rasterećenja gradskog područja i poboljšanja prometne povezanosti pojedinih dijelova grada i okolice
3. Postupno isključivanje automobilskog prometa iz dijela gradskog središta
4. Osigurati prometnu povezanost svih gradskih područja u skladu sa postojećim i planiranim razvojnim područjima
5. Planski treba predvidjeti prostore za prometnu infrastrukturu koja omogućuje sigurnost svih sudionika u prometu;
6. Treba postići zadovoljenje što kraćeg vremena putovanja u svim vidovima prometa i po svrhama (kuća-posao, rekreacija, kupovina...)
7. U razvoju prometnog sustava što manji štetni utjecaj na okolinu znači povećanje kvalitete.

3.2 Studija razvitka prometnog sustava grada Varaždina

Za potrebe rješenja brojnih prometnih problema u gradu Varaždinu od strane Instituta prometa i veza Zagreb, 1999. godine izrađena je „Koncepcija razvitka prometnog sustava grada Varaždina“ koja je trebala ponuditi mogući razvoj zadovoljenja prometne potražnje na području grada. Studija je obuvatila dvije prostorne zone: prva zona je područje obuhvata GUP-a grada Varaždina odnosno uža zona, dok je šira zona obuhvatila prostore na kojima je trebalo ponuditi rješenje za brzi tranzitni promet.

Metodologija izrade Studije zasniva se na tri osnovna parametra:

- prometna analiza
- prometna prognoza
- prometna terapija

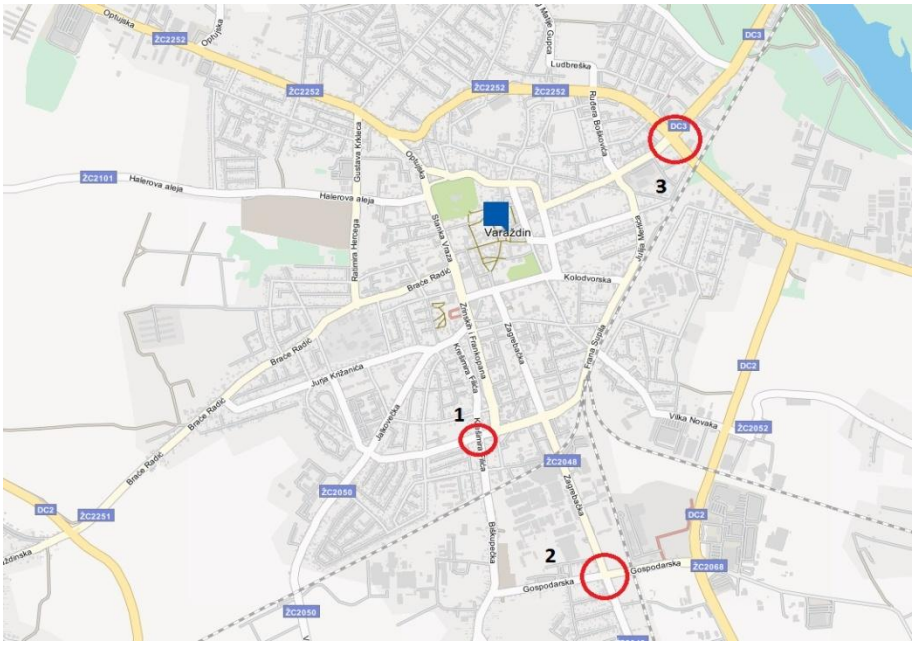
Prometna analiza obuhvatila je snimanje postojećeg stanja radi utvrđivanja osnovnih parametara za daljnji rad. Analizom snimljenog stanja prometnih tokova utvrđeno je mjerodavno vrijeme a to je jutarnji vrši sat te je prema njemu izrađena prometna prognoza te na osnovi toga naposljetku i razrada prometne terapije.[18]

4. Analiza i kritički osvrt na postojeće stanje vođenja prometnih tokova u raskrižjima grada Varaždina

Prometna mreža grada Varaždina u posljednjih desetak godina poprimila je značajke prometne mreže koja omogućuje smisleno, funkcionalno i sigurno vođenje prometnih tokova. Rekonstrukcije i dogradnja važnijih prometnih pravaca i raskrižja što u široj okolici a što u užem centru grada dovele su prometnu mrežu u veoma dobro stanje. Prometna politika grada nastrojena je na kružno vođenje prometnih tokova u raskrižjima pa je tako u posljednje tri godine izgrađeno odnosno rekonstruirano čak sedam raskrižja te su izgrađena raskrižja s kružnim tokom prometa.

Upravo iz tog razloga kao tema ovog diplomskog rada bit će iz cjelokupne prometne mreže grada izdvojena tri raskrižja koja su najbitnija čvorišta prometne mreže grada te su potencijalna mjesta koja bi mogla stvarati prometne probleme u gradu Varaždinu, a to su sljedeća raskrižja.

1. Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže
2. Raskrižje Zagrebačke i Gospodarske ulice
3. Raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice



Slika 5.Položaj analiziranih raskrižja u prometnoj mreži grada Varaždina

Izvor: www.map.hak.hr

4.1 Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže

Raskrižje se nalazi u južnom dijelu grada Varaždina i četverokrako je raskrižje regulirano prometnim znakovima. Broj prometni traka na privozima je identičan, odnosno sva četiri privoza su identična i imaju zajedničku prometnu traku za prolaz raskrižjem te skretanje udesno i posebnu prometnu traku za skretanje u lijevo.

Problem ovog raskrižja je preglednost južnog privoza, jer se na samom uglu južnog i istočnog privoza nalazi poslovno-stambeni kompleks koji umanjuje preglednost vidnog polja vozača, odnosno vozač koji dolazi vozilom po južnom privozu mora vozilom ući na prometnu traku vozila koja dolaze sa smjera zapada kako bih mogao jasno i sa sigurnošću utvrditi da ima nesmetan prolaz raskrižjem, bilo da skreće ulijevo, udesno ili pak zadržava smjer kretanja ravno.



Slika 6.Položaj raskrižja Ulice K. Filića i M. Krleže

Izvor: https://www.google.hr/maps

4.2 Raskrižje Zagrebačke i Gospodarske ulice

Raskrižje se nalazi u jugoistočnom dijelu grada Varaždina i četverokrako je semaforizirano raskrižje sa dvije signalne grupe. Sjeverni i južni privoz raskrižja su identični i imaju dvije prometne trake i to zajedničku prometnu traku za prolazak raskrižjem te skretanje udesno te odvojenu prometnu traku za lijeve skretače. Istočni privoz ima zajedničku prometnu traku za prolaz ravno te za skretanje ulijevo te posebnu prometnu traku za skretanje u desno. Kada se dolazi zapadnim privozom raskrižje ima samo jednu prometnu traku za sva tri dozvoljena smjera skretanja.

Problem ovog raskrižja je prometno zagušenje koje se stvara u vrijeme vršnih satova na zapadnom privozu jer jedna prometna traka za ravno i lijevo te jedna prometna traka za skretanje desno nije dovoljna za prometno opterećenje koje se stvara na tom privozu. Isto tako dolazi i do stvaranja repova čekanja na sjevernom privozu i to na traci za skretanje ulijevo.



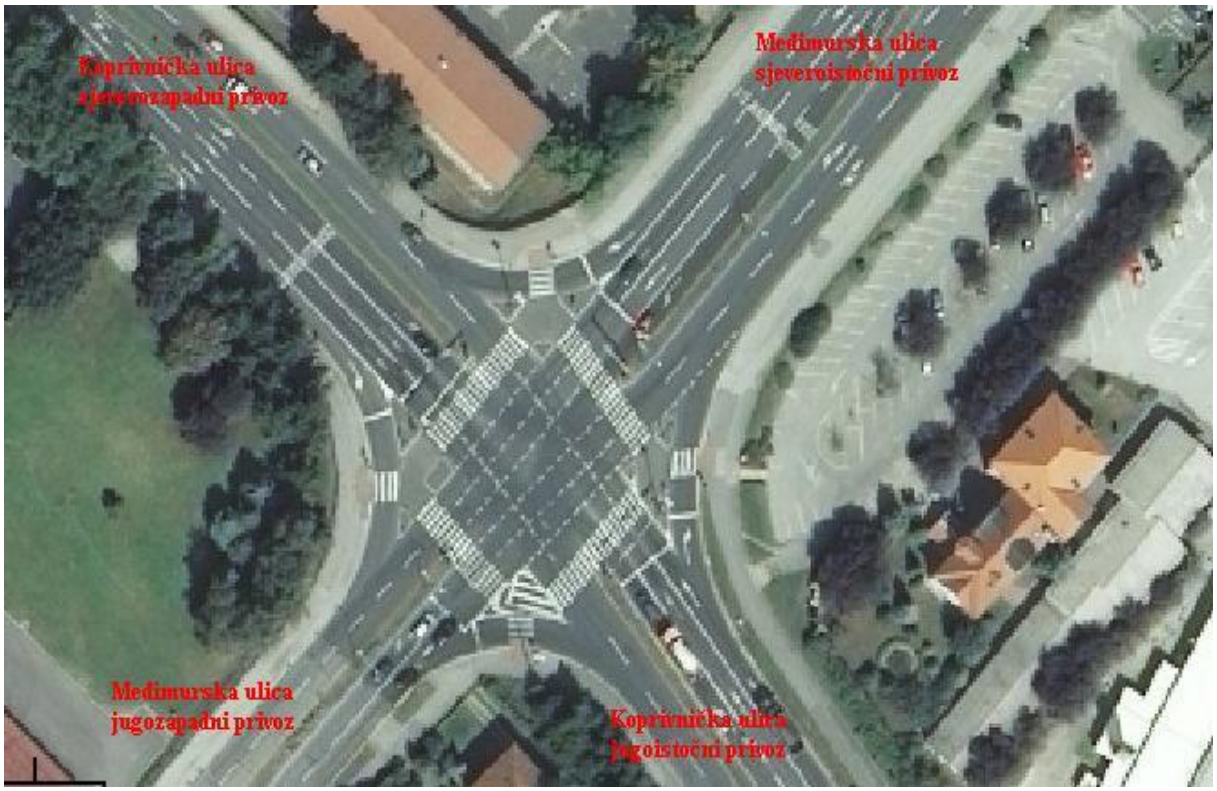
Slika 7.Položaj raskrižja Zagrebačke i Gospodarske ulice

Izvor: https://www.google.hr/maps

4.3 Raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice

Spomenuto raskrižje je semaforizirano četverokrako raskrižje sa tri signalne grupe. Iz smjera centra grada Varaždina odnosno na jugozapadnom privozu raskrižje ima dvije prometne trake, lijevu za ravno i lijevo te desnu traku za ravno i desno uz malo odvajanje za desne skretače dok su iz smjera Čakovca, odnosno na sjeveroistočnom privozu dvije prometne trake za lijevo te jedna za ravno i jedna za desno. Na prilazima Međimurske ulice su po dvije trake za ravno i posebne trake za lijevo i desno skretanje na svakom smjeru.

Promatrano raskrižje je specifično po tome što kada semafori ne rade, Koprivnička ulica koja je ujedno i dio dionice državne ceste D2, na tom raskrižju gubi pravo prednosti prolaska. Nailaskom na raskrižje pravo prednosti prolaska imaju vozila koja dolaze iz smjera Čakovca odnosno vozila koja dolaze iz centra grada Varaždina.



Slika 8.Položaj raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice

Izvor: https://www.google.hr/maps

4.4 Brojanje prometa

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podaci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Cilj zbog kojeg se radi brojanje prometa je različit i višeznačajan. S obzirom na razlog analiziranja postojeće situacije (kontrolno brojanje, projektiranje novih raskrižja, rekonstrukcija postojećih ili za određivanje signalnog plana semaforiziranog raskrižja) potrebno je odrediti vremenske periode unutar kojih će se brojanje provoditi. Brojanje se može provoditi tokom jednog ili više dana, kontinuirano ili nekontinuirano. Isto tako potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana. Glavna podjela načina brojanja prometa je na:

- Statičko brojanje prometa
- Dinamičko brojanje prometa
- Naplatno brojanje prometa

Sva ta brojanja prometa mogu se izvršiti:

- Ručno
- Automatski
- Kamerom
- Satelitsko [14]

4.4.1 Statičko brojanje prometa

Kod statičkog brojenja prometa broje se vozila koja u određenom vremenskom razmaku prođu kroz određeni presjek ceste. Dobiveni podaci kod statičkog brojenja su podaci o opterećenju prometnice i ne pokazuju rezultate o prostornoj raspodjeli prometnih tokova. Statičko brojanje prometa se koristi za određivanja dimenzija kolnika i raskrižja, a može se izvršiti ručno ili automatski. [14]

4.4.2 Dinamičko brojanje prometa

Dinamičko brojanje prometa daje odgovore na pitanje "odakle" i "kamo" se kreću pojedini prometni tokovi motornih vozila te utvrđuje jačinu i smjer prometnih strujanja i osnovni je element za planiranje cestovne mreže i većih prometnih područja. Dinamička brojenja usporavaju odvijanje prometa pa se zbog toga treba pažljivo odabrati mjesto za brojenje, a preporučljivo je brojanje odraditi uz pomoć policije, radi upravljanja prometom na mjestu brojenja.

Dinamičko brojanje iziskuje mnogo vremena, više osoba za brojenje, te za obradu sakupljenih podataka. [14]

4.4.3 Naplatno brojanje prometa

Naplata za korištenje cestovnih objekata i cestovne infrastrukture koja se primjenjuje u Republici Hrvatskoj daje mogućnost bilježenja odgovarajućih podataka u informacijsku bazu podataka i s podacima o vremenu korištenja objekta, vrsti vozila po kategoriji, te o točkama ulaska i izlaska na autocesti, tunelu ili mostu, te takvo brojenje prometa omogućuje kvalitetnije praćenje prometa po količini i prema vrsti vozila. [14]

4.4.4 Ručno brojanje prometa

Ručno brojanje prometa je nastarije i tehnološki najjednostavnije, a kod ručnog brojenja osoba odnosno brojač bilježi prolazak vozila određenim presjekom prometnice, odnosno brojačkim mjestom u obrazac (slika 7) po smjeru kretanja vozila, vrsti vozila i vremenu prolaska. Ručno brojanje je dobra metoda brojenja prometa u situacijama kada je potrebno izbrojiti promet na manjem raskrižju, međutim kada je potrebno brojanje prometa izvršiti na nekom od većih i složenijih raskrižja ili pak na području nekog naselja, grada, županije onda ručno brojanje i nije najbolji odabir. [14]

BROJAČKI LISTIĆ								
DATUM:		VRIJEME:				MJESTO:		
IME I PREZIME BROJAČA:								
15min int	smjer	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
	UKUPNO							

Slika 9.Brojački listić korišten kod brojanja prometa

4.4.5 Automatsko brojanje prometa

Na karakterističnim presjecima svih važnijih prometnica u Republici Hrvatskoj provodi se automatsko brojanje prometa, a provodi ga poduzeće za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta Hrvatske ceste d.o.o. Podaci o brojanju prometa sustavno se obrađuju, pohranjuju i objavljuju za svaku godinu te su javno dostupni i moguće ih je preuzeti u digitalnom obliku sa internetskih stranica Hrvatskih cesta d.o.o. [14]

4.5 Brojanje prometa na predmetnim raskrižjima

Brojanje prometa izvršeno je dva puta, i to u jutarnjem vršnom satu od 07:00 do 08:00 te popodnevnom vršnom satu od 15:00 do 16:00. Dan brojanja prometa je 3. i 4. lipanj. 2015 godine, odnosno srijeda i četvrtak, a sredina tjedna uzeta je zbog ustaljenog prometa na raskrižjima kako bi se dobio što reprezentativniji uzorak. Brojanje je izvršeno ručno, a vozila su svrstana u 5 kategorija a to su:

1. Osobna vozila
2. Teretna vozila < 5 tona
3. Teretna vozila > 5 tona
4. Autobusi
5. Motocikli

4.5.1 Popodnevni vršni sat

Za brojanje prometa tijekom popodnevnog vršnog sata odabrano je vrijeme od 15:00 do 16:00 sati. U navedeno vrijeme dolazi do najveće koncentracije vozila a razlog tome je migracija ljudi s posla. Rezultati brojenja prometa podijeljeni su prema privozima unutar 15-minutnog perioda i prikazani tablično.

Raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	istok-zapad	0-15	62	6	9	1	4	0	3
		15-30	57	5	6	1	3	3	1
		30-45	68	7	8	2	5	1	4
		45-60	70	6	8	1	4	0	2
		UKUPNO	257	24	31	5	16	4	10
	SVEUKUPNO		347						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjever-jug	0-15	46	3	0	0	5	0	23
		15-30	55	3	0	0	4	0	9
		30-45	44	5	0	0	5	2	15
		45-60	51	3	0	0	3	0	10
		UKUPNO	196	14	0	0	17	2	57
	SVEUKUPNO		286						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	istok-jug	0-15	18	3	0	1	2	1	2
		15-30	23	2	1	0	1	4	3
		30-45	19	4	0	2	2	1	1
		45-60	22	3	1	0	0	2	2
		UKUPNO	82	12	2	3	5	8	8
	SVEUKUPNO		120						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjever-zapad	0-15	13	2	0	0	0	3	3
		15-30	27	3	0	0	0	3	5
		30-45	15	2	0	0	0	5	4
		45-60	14	1	0	0	0	4	3
		UKUPNO	69	8	0	0	0	15	15
	SVEUKUPNO		107						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	istok-sjever	0-15	104	5	0	3	4	3	11
		15-30	99	7	0	2	4	5	8
		30-45	115	6	1	4	3	3	10
		45-60	103	5	0	3	0	4	7
		UKUPNO	421	23	1	12	11	15	36
	SVEUKUPNO		519						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjever-istok	0-15	86	10	0	2	0	1	6
		15-30	89	13	0	2	0	3	9
		30-45	95	15	0	3	0	1	10
		45-60	81	9	0	2	0	0	4
		UKUPNO	351	47	0	9	0	5	29
	SVEUKUPNO		441						

Slika 10.Brojanje prometa Gospodarska i Zagrebačka ulica, istočni i sjeverni privoz, popodnevni vršni sat

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	zapad-istok	0-15	51	7	3	0	3	0	2
		15-30	53	7	5	0	1	0	4
		30-45	62	12	4	0	3	0	1
		45-60	50	6	3	0	2	2	4
		UKUPNO	216	32	15	0	9	2	11
	SVEUKUPNO		285						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	zapad-jug	0-15	15	1	0	0	0	2	1
		15-30	18	1	0	0	0	2	1
		30-45	22	2	0	0	0	5	2
		45-60	13	2	0	0	0	3	1
		UKUPNO	68	6	0	0	0	12	5
	SVEUKUPNO		91						

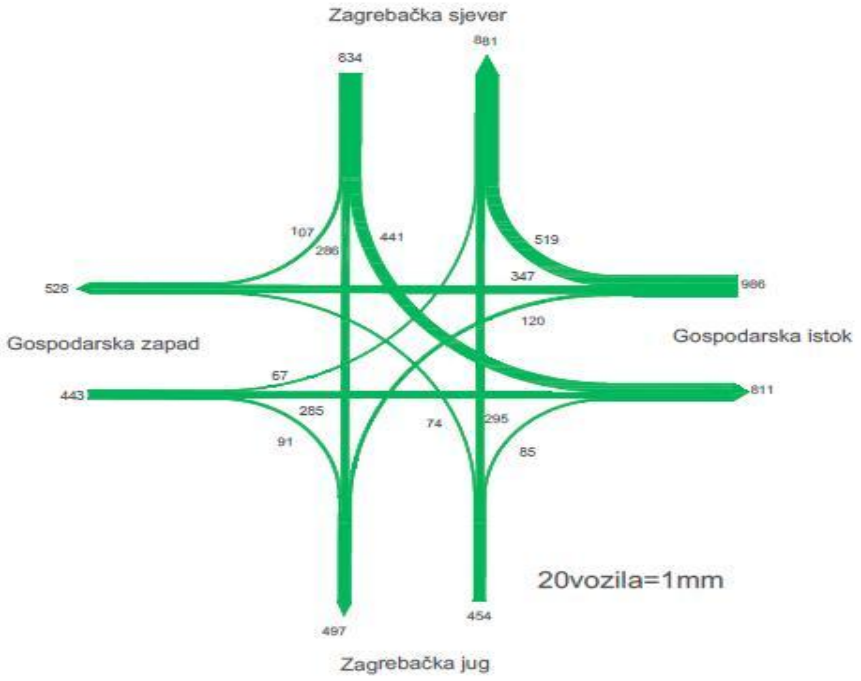
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	zapad-sjever	0-15	8	1	0	0	0	2	3
		15-30	7	1	0	0	0	3	2
		30-45	12	4	0	0	1	5	3
		45-60	10	2	0	0	0	2	1
		UKUPNO	37	8	0	0	1	12	9
	SVEUKUPNO		67						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jug-sjever	0-15	48	6	0	0	0	3	14
		15-30	51	7	0	0	2	4	17
		30-45	50	6	0	1	0	1	9
		45-60	55	3	0	0	1	5	12
		UKUPNO	204	22	0	1	3	13	52
	SVEUKUPNO		295						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jug-istok	0-15	13	2	1	0	0	0	1
		15-30	14	2	3	0	1	0	2
		30-45	21	3	2	0	0	2	0
		45-60	12	2	2	0	0	1	1
		UKUPNO	60	9	8	0	1	3	4
	SVEUKUPNO		85						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jug -istok	0-15	10	1	1	0	0	1	1
		15-30	16	3	0	0	1	3	0
		30-45	15	2	1	0	0	1	2
		45-60	10	1	2	0	0	2	1
		UKUPNO	51	7	4	0	1	7	4
	SVEUKUPNO		74						

Slika 11.Brojanje prometa Gospodarska – Zagrebačka ulica, južni i zapadni privoz, popodnevni vršni sat



Slika 12.Grafički prikaz prometnih tokova popodnevnog vršnog sata raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice

Raskrižje Međimurske i Koprivničke ulice

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jugoistok-sjeveroistok	0-15	37	6	3	2	4	4	2
		15-30	44	4	3	2	4	3	2
		30-45	41	4	2	0	2	5	3
		45-60	42	10	2	1	3	2	2
		UKUPNO	164	24	10	5	13	14	9
	SVEUKUPNO		239						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjeveroistok-jugoistok	0-15	41	7	11	1	2	2	
		15-30	39	9	9	1	2	0	
		30-45	34	2	13	0	1	5	
		45-60	42	3	5	2	0	2	
		UKUPNO	156	21	38	4	5	9	0
	SVEUKUPNO		233						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jugoistok-sjeverozapad	0-15	59	12	5	1	0	6	5
		15-30	64	10	4	1	7	6	2
		30-45	52	7	3	3	4	3	6
		45-60	51	11	5	1	3	5	3
		UKUPNO	226	40	17	6	14	20	16
	SVEUKUPNO		339						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjeveroistok-jugozapad	0-15	30	5	2	2	4	0	2
		15-30	42	4	1	3	2	0	5
		30-45	40	4	3	0	3	3	0
		45-60	31	3	1	3	3	1	3
		UKUPNO	143	16	7	8	12	4	10
	SVEUKUPNO		200						

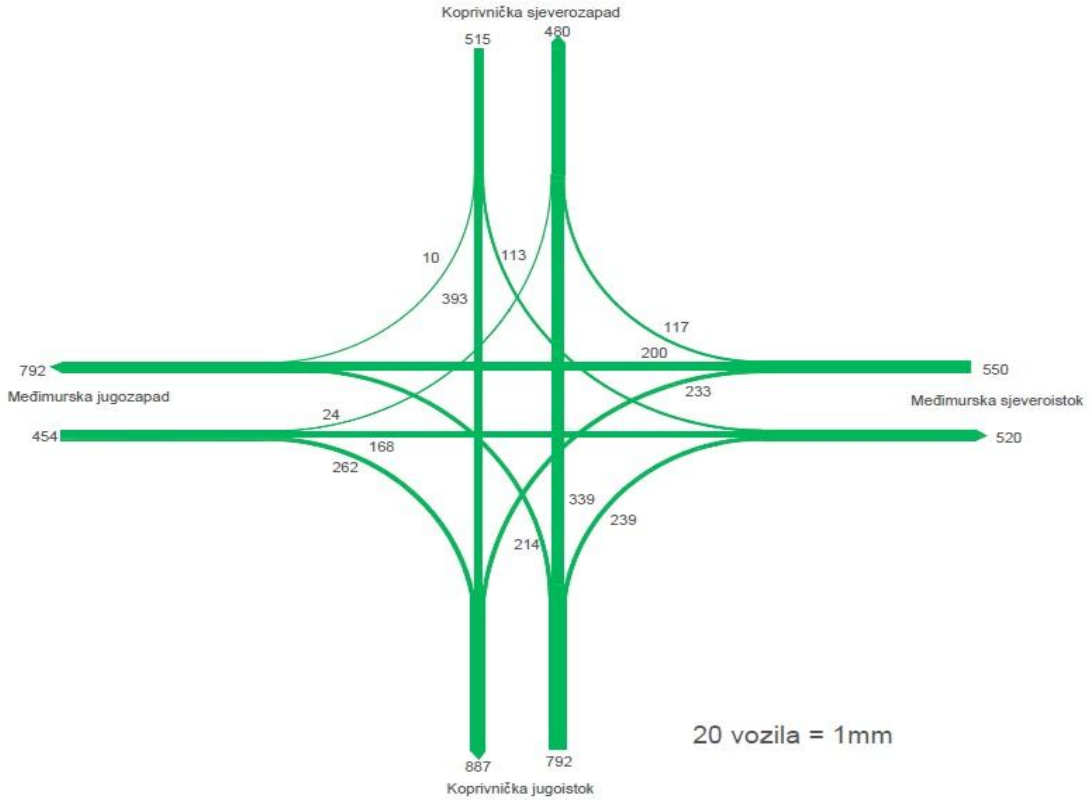
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jugoistok-jugozapad	0-15	42	7	3	2	1		4
		15-30	34	10	3	2	1		0
		30-45	40	7	5	1	0		0
		45-60	35	9	4	2	0		2
		UKUPNO	151	33	15	7	2	0	6
	SVEUKUPNO		214						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjeveroistok-sjeverozapad	0-15	22	4	2		2	0	0
		15-30	17	1	3		0	0	2
		30-45	24	3	4		2	1	4
		45-60	20	2	1		1	0	0
		UKUPNO	83	11	10	0	5	1	6
	SVEUKUPNO		117						

Slika 13.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, jugoistočni i sjeveroistočni privozi, popodnevni vršni sat

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC	Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjeverozapad-sjeveroistok	0-15	21	3	1	0	0			15:00-16:00	jugozapad-jugoistok	0-15	52	5	4	2	1		5
		15-30	19	4	3	1	2					15-30	51	7	9	2	1		2
		30-45	16	2	1	0	0					30-45	38	6	2	1	3		3
		45-60	17	3	0	0	0					45-60	50	7	4	2	2		3
		UKUPNO	73	12	5	1	2	11	9			UKUPNO	191	25	19	7	7	0	13
	SVEUKUPNO		113								SVEUKUPNO		262						
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC	Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjeverozapad-jugoistok	0-15	75	12	9	3	3	3	2	15:00-16:00	jugozapad-sjeveroistok	0-15	35	3	2	1	0	2	1
		15-30	73	9	5	1	1	0	5			15-30	37	4	1	1	2	0	3
		30-45	69	10	10	4	4	0	0			30-45	31	5	1	0	0	0	0
		45-60	74	6	6	2	2	2	2			45-60	32	2	3	1	0	1	0
		UKUPNO	291	37	30	10	10	5	9			UKUPNO	135	14	7	3	2	3	4
	SVEUKUPNO		392								SVEUKUPNO		168						
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC	Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjeverozapad-jugozapad	0-15	3	0		0	0	1		15:00-16:00	jugozapad-sjeverozapad	0-15	3	1	0		0		0
		15-30	1	1		0	1	0				15-30	5	1	1		0		0
		30-45	1	0		0	0	0				30-45	6	2	0		0		1
		45-60	1	0		1	0	0				45-60	2	1	0		1		0
		UKUPNO	6	1	0	1	1	1	0			UKUPNO	16	5	1	0	1	0	1
	SVEUKUPNO		10								SVEUKUPNO		24						

Slika 14.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, sjeverozapadni i jugozapadni privozi, popodnevni vršni sat



Slika 15.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice, popodnevni vršni sat

Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	zapad - istok	0-15	68	6			0	10	6
		15-30	70	5			4	9	6
		30-45	71	9			1	15	3
		45-60	68	7			1	7	7
		UKUPNO	277	27	0	0	6	41	22
	SVEUKUPNO		373						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jug - zapad	0-15	10	4			2	1	0
		15-30	13	3			1	3	0
		30-45	12	4			0	0	4
		45-60	15	5			1	1	1
		UKUPNO	50	16			4	5	5
	SVEUKUPNO		80						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	zapad - jug	0-15	26	0			2	2	2
		15-30	33	2			5	3	1
		30-45	37	0			1	2	2
		45-60	32	1			1	1	5
		UKUPNO	128	3			9	7	10
	SVEUKUPNO		157						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jug - sjever	0-15	7	2		2		4	3
		15-30	15	1		1		3	3
		30-45	8	2		3		5	0
		45-60	13	5		2		4	1
		UKUPNO	43	10		8		16	7
	SVEUKUPNO		84						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	zapad - sjever	0-15	12	1			1	2	4
		15-30	17	2			5	3	5
		30-45	10	0			2	2	1
		45-60	22	1			3	2	2
		UKUPNO	61	4			11	9	12
	SVEUKUPNO		97						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	jug - istok	0-15	8				1	2	0
		15-30	10				0	3	2
		30-45	13				0	0	0
		45-60	9				2	2	1
		UKUPNO	40				3	7	3
	SVEUKUPNO		53						

Slika 16.Brojanje prometa K.Filića-M.Krleže, zapadni i južni privoz, popodnevni vršni sat

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	istok - zapad	0-15	72	1			8	5	2
		15-30	77	0			6	6	2
		30-45	70	2			9	5	1
		45-60	80	1			10	3	4
		UKUPNO	299	4	0	0	33	19	9
	SVEUKUPNO		364						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjever - jug	0-15	23	4			1	8	2
		15-30	27	5			3	8	2
		30-45	25	4			0	11	0
		45-60	22	7			1	9	1
		UKUPNO	97	20	0	0	5	36	5
	SVEUKUPNO		163						

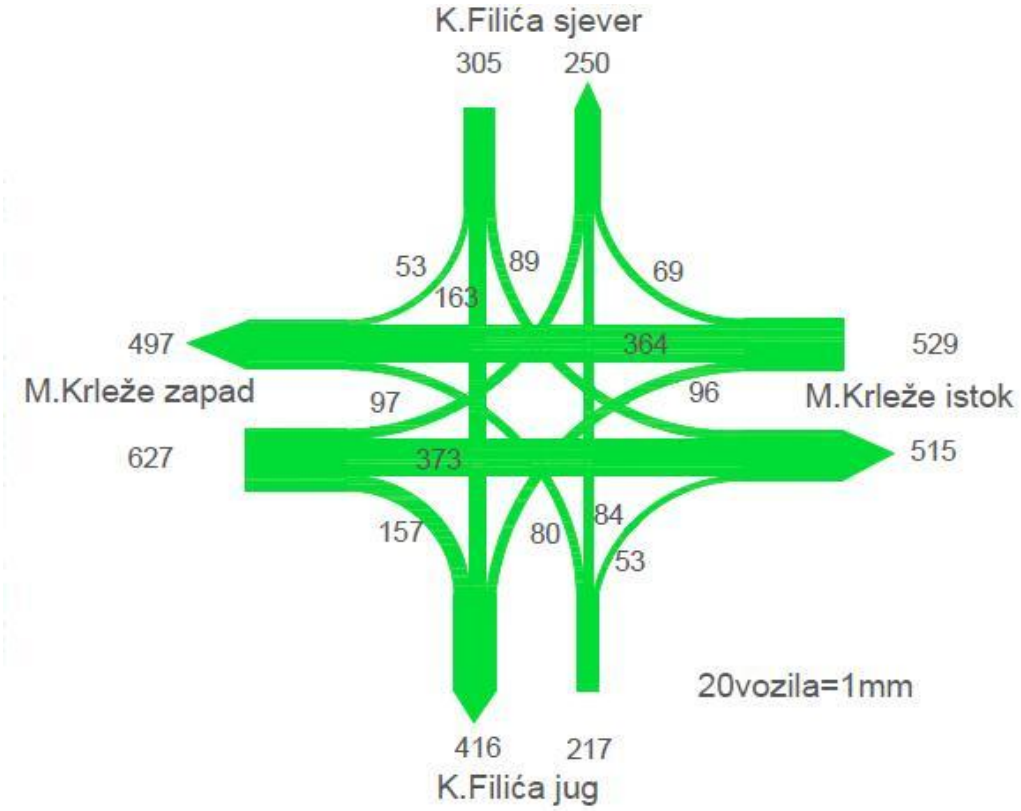
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	istok - jug	0-15	19					2	1
		15-30	25					4	1
		30-45	21					3	0
		45-60	18					0	2
		UKUPNO	83	0	0	0	0	9	4
	SVEUKUPNO		96						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjever - istok	0-15	14				0	4	0
		15-30	13				1	3	0
		30-45	17				0	7	0
		45-60	21				3	5	1
		UKUPNO	65	0	0	0	4	19	1
	SVEUKUPNO		89						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	istok - sjever	0-15	10	2				3	
		15-30	9	3				3	
		30-45	17	1				5	
		45-60	11	1				4	
		UKUPNO	47	7	0	0	0	15	0
	SVEUKUPNO		69						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
15:00-16:00	sjever - zapad	0-15	7	1			3		2
		15-30	11	0			3		1
		30-45	10	2			0		0
		45-60	8	1			1		3
		UKUPNO	36	4	0	0	7	0	6
	SVEUKUPNO		53						

Slika 17.Brojanje prometa K.Filića-M.Krleže, istočni i sjeverni privoz, popodnevni vršni sat



Slika 18.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže, popodnevni vršni sat

4.5.2 Jutarnji vršni sat

Za brojanje prometa tijekom jutarnjeg vršnog sata odabrano je vrijeme od 07:00 do 08:00 sati, a u navedeno vrijeme dolazi do najveće koncentracije vozila zbog dnevnih migracija stanovništva na posao. Kao i za popodnevni vršni sat dobiveni podaci prikazani su tablično.

Raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	istok-zapad	0-15	58	4	9	1	0	0	2
		15-30	51	6	5	0	1	1	1
		30-45	61	3	12	2	3	1	6
		45-60	65	2	7	1	1	4	1
		UKUPNO	235	15	33	4	5	6	10
	SVEUKUPNO		308						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjever-jug	0-15	50	3	1	0	1	3	16
		15-30	49	1	0	0	2	0	9
		30-45	57	4	0	1	1	2	9
		45-60	42	2	0	0	3	0	11
		UKUPNO	198	10	1	1	7	5	45
	SVEUKUPNO		267						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	istok-jug	0-15	21	1	2	1	1	1	2
		15-30	16	2	1	0	1	1	2
		30-45	17	4	0	1	0	3	1
		45-60	15	2	1	1	0	2	1
		UKUPNO	69	9	4	3	2	7	6
	SVEUKUPNO		100						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjever-zapad	0-15	9	2	0	0	0	2	3
		15-30	28	1	0	0	0	3	5
		30-45	11	1	0	0	0	1	5
		45-60	12	3	0	0	0	4	2
		UKUPNO	60	7	0	0	0	10	15
	SVEUKUPNO		92						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	istok-sjever	0-15	123	3	1	1	0	1	7
		15-30	110	7	0	2	1	4	8
		30-45	101	4	1	1	3	2	6
		45-60	99	5	0	2	1	3	7
		UKUPNO	433	19	2	6	5	10	28
	SVEUKUPNO		503						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjever-istok	0-15	81	15	0	1	0	1	6
		15-30	87	12	0	2	0	7	7
		30-45	88	9	0	1	0	1	3
		45-60	79	11	0	2	0	2	3
		UKUPNO	335	47	0	6	0	11	19
	SVEUKUPNO		418						

Slika 19.Brojanje prometa Gospodarske i Zagrebačke ulice, istočni i sjeverni privoz, jutarnji vršni sat

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	zapad-istok	0-15	49	10	4	0	1	0	2
		15-30	48	5	5	0	1	0	1
		30-45	55	8	3	0	2	0	1
		45-60	45	5	5	0	1	3	2
		UKUPNO	197	28	17	0	5	3	6
	SVEUKUPNO		256						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	jug-sjever	0-15	44	4	0	1	0	4	10
		15-30	47	7	0	0	0	4	13
		30-45	50	5	0	0	1	1	10
		45-60	48	4	0	1	0	2	7
		UKUPNO	189	20	0	2	1	11	40
	SVEUKUPNO		263						

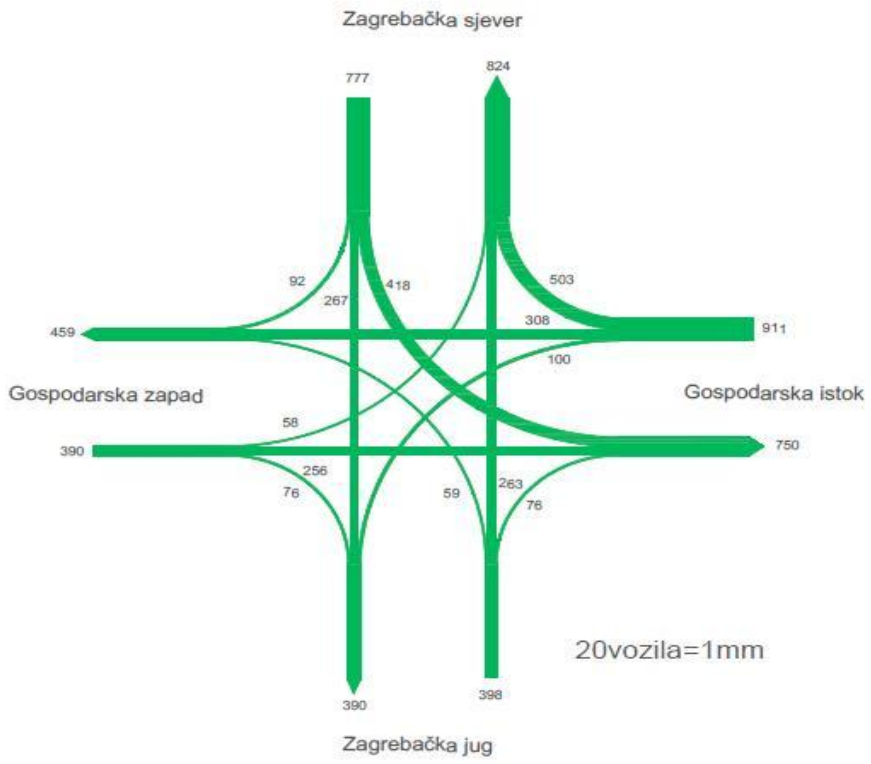
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	zapad-jug	0-15	13	1	0	0	0	2	1
		15-30	20	0	0	0	0	2	2
		30-45	15	2	0	0	0	1	0
		45-60	11	2	0	0	0	3	1
		UKUPNO	59	5	0	0	0	8	4
	SVEUKUPNO		76						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	jug-istok	0-15	16	2	1	0	0	2	0
		15-30	10	2	2	0	0	0	2
		30-45	17	3	1	0	0	3	0
		45-60	9	1	3	0	0	1	1
		UKUPNO	52	8	7	0	0	6	3
	SVEUKUPNO		76						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	zapad-sjever	0-15	10	1	0	0	0	2	3
		15-30	9	1	0	0	0	3	1
		30-45	7	2	0	0	0	1	3
		45-60	8	3	0	0	0	2	2
		UKUPNO	34	7	0	0	0	8	9
	SVEUKUPNO		58						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	jug-zapad	0-15	7	1	1	0	0	1	1
		15-30	11	2	2	0	0	3	0
		30-45	13	1	0	0	0	1	0
		45-60	12	1	1	0	0	0	1
		UKUPNO	43	5	4	0	0	5	2
	SVEUKUPNO		59						

Slika 20.Brojanje prometa Gospodarske i Zagrebačke ulice, zapadni i južni privoz, jutarnji vršni sat



Slika 21.Grafički prikaz prometnih tokova jutarnjeg vršnog sata raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice

Raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	jugoistok - sjeveroistok	0-15	44	10	3	1	0	2	2
		15-30	48	11	1	2	3	3	4
		30-45	45	7	5	1	2	5	5
		45-60	47	4	3	1	4	4	2
		UKUPNO	184	32	12	5	9	14	13
	SVEUKUPNO		269						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjeveroistok-jugoistok	0-15	49	8	15	2	2	2	0
		15-30	42	9	10	1	2	4	1
		30-45	48	5	13	0	3	1	0
		45-60	47	4	7	1	1	2	0
		UKUPNO	186	26	49	4	8	9	1
	SVEUKUPNO		283						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	jugoistok-sjeverozapad	0-15	59	12	5	1	0	6	5
		15-30	64	9	4	0	7	6	2
		30-45	60	13	6	3	4	3	6
		45-60	63	11	4	1	3	5	3
		UKUPNO	246	45	19	5	14	21	24
	SVEUKUPNO		374						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjeveroistok-jugozapad	0-15	42	7	2	2	4	1	3
		15-30	40	5	1	3	2	1	5
		30-45	41	6	3	0	1	3	4
		45-60	39	6	2	3	1	1	3
		UKUPNO	162	24	8	8	10	6	15
	SVEUKUPNO		235						

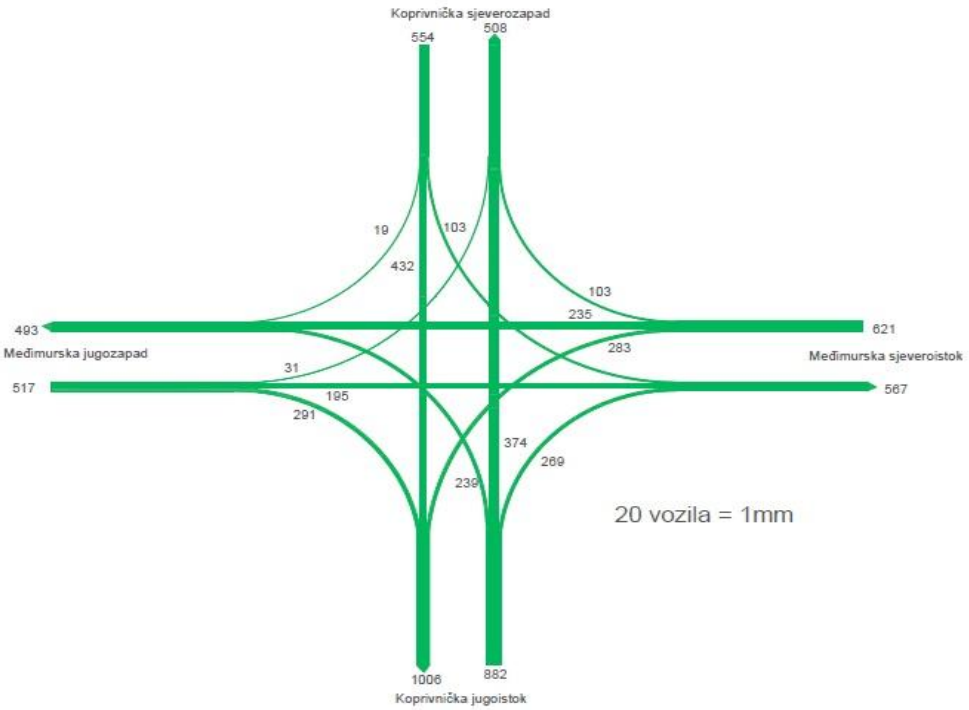
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	jugoistok-jugozapad	0-15	35	6	3	2	1	0	4
		15-30	47	10	3	2	1	2	2
		30-45	41	8	5	1	0	1	0
		45-60	43	6	4	2	2	1	2
		UKUPNO	166	30	21	6	4	4	8
	SVEUKUPNO		239						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjeveroistok-sjeverozapad	0-15	20	3	2	0	1	0	0
		15-30	14	1	3	1	0	0	2
		30-45	21	3	4	0	0	0	4
		45-60	19	2	2	0	0	0	0
		UKUPNO	74	10	11	1	1	0	6
	SVEUKUPNO		103						

Slika 22.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, jugoistočni i sjeveroistočni privozi, jutarnji vršni sat

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC	Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjeverozapad-sjeveroistok	0-15	20	1	1	0	0	2	5	07:00-08:00	jugozapad-jugoistok	0-15	57	5	4	3	1		4
		15-30	19	4	3	0	2	3	1			15-30	53	5	9	2	0		2
		30-45	13	2	1	0	0	0	4			30-45	58	6	2	4	3		3
		45-60	16	3	0	0	0	1	3			45-60	53	7	4	2	1		3
		UKUPNO	68	10	5	0	2	6	13			UKUPNO	221	23	19	11	5	0	12
	SVEUKUPNO		103								SVEUKUPNO		291						
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC	Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjeverozapad-jugoistok	0-15	80	12	11	4	1	3	6	07:00-08:00	jugozapad-sjeveroistok	0-15	40	7	2	2	0	2	1
		15-30	7	9	8	0	1	0	5			15-30	39	4	3	0	0	2	3
		30-45	75	10	10	4	6	0	4			30-45	42	2	2	0	0	0	4
		45-60	79	6	10	3	2	2	4			45-60	33	2	2	1	0	1	1
		UKUPNO	311	37	39	11	10	5	19			UKUPNO	154	15	9	3	0	5	9
	SVEUKUPNO		432								SVEUKUPNO		195						
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC	Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00-08:00	sjeverozapad-jugozapad	0-15	3	0	0	0			0	07:00-08:00	jugozapad-sjeverozapad	0-15	7	1	2		0		2
		15-30	5	1	2	0			2			15-30	5		0		0		0
		30-45	1	1	0	0			0			30-45	6	2	1		0		1
		45-60	2	0	1	1			0			45-60	3	1	0		0		0
		UKUPNO	11	2	3	1	0	0	0			UKUPNO	21	4	3	0	0	0	3
	SVEUKUPNO		19								SVEUKUPNO		31						

Slika 23.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, sjeverozapadni i jugozapadni privozi, jutarnji vršni sat



Slika 24.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice, jutarnji vršni sat

Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	zapad-istok	0-15	61	5			1	11	1
		15-30	65	2			2	5	3
		30-45	63	7			1	7	1
		45-60	59	8			1	6	4
		UKUPNO	248	22			5	29	9
	SVEUKUPNO		313						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	jug-zapad	0-15	10	1			2	1	0
		15-30	11	4			0	3	2
		30-45	10	2			0	5	1
		45-60	13	3			1	2	1
		UKUPNO	44	10			3	11	4
	SVEUKUPNO		72						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	zapad-jug	0-15	21	0			1	2	0
		15-30	34	1			0	5	4
		30-45	30	3			2	0	1
		45-60	27	1			1	1	3
		UKUPNO	112	5			4	8	8
	SVEUKUPNO		137						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	jug-sjever	0-15	8	2		0		4	2
		15-30	12	3		2		3	0
		30-45	7	2		0		1	2
		45-60	13	1		1		3	1
		UKUPNO	40	8		3	0	11	5
	SVEUKUPNO		67						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	zapad-sjever	0-15	9	1			1	2	3
		15-30	18	0			0	2	3
		30-45	11	0			2	1	1
		45-60	17	1			1	2	2
		UKUPNO	55	2			4	7	9
	SVEUKUPNO		77						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	jug-istok	0-15	8				1	2	1
		15-30	7				0	1	0
		30-45	9				0	1	2
		45-60	9				1	3	0
		UKUPNO	33				2	7	3
	SVEUKUPNO		45						

Slika 25.Brojanje prometa K.Filića - M.Krleže, zapadni i južni privoz, jutarnji vršni sat

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	istok-zapad	0-15	63	1			2	5	2
		15-30	60	3			3	6	0
		30-45	69	2			0	1	0
		45-60	64	1			1	2	1
		UKUPNO	256	7	0	0	6	14	3
	SVEUKUPNO		286						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	sjever-jug	0-15	25	3			1	10	1
		15-30	13	1			0	3	1
		30-45	21	4			0	7	2
		45-60	19	2			1	5	1
		UKUPNO	78	10	0	0	2	25	5
	SVEUKUPNO		120						

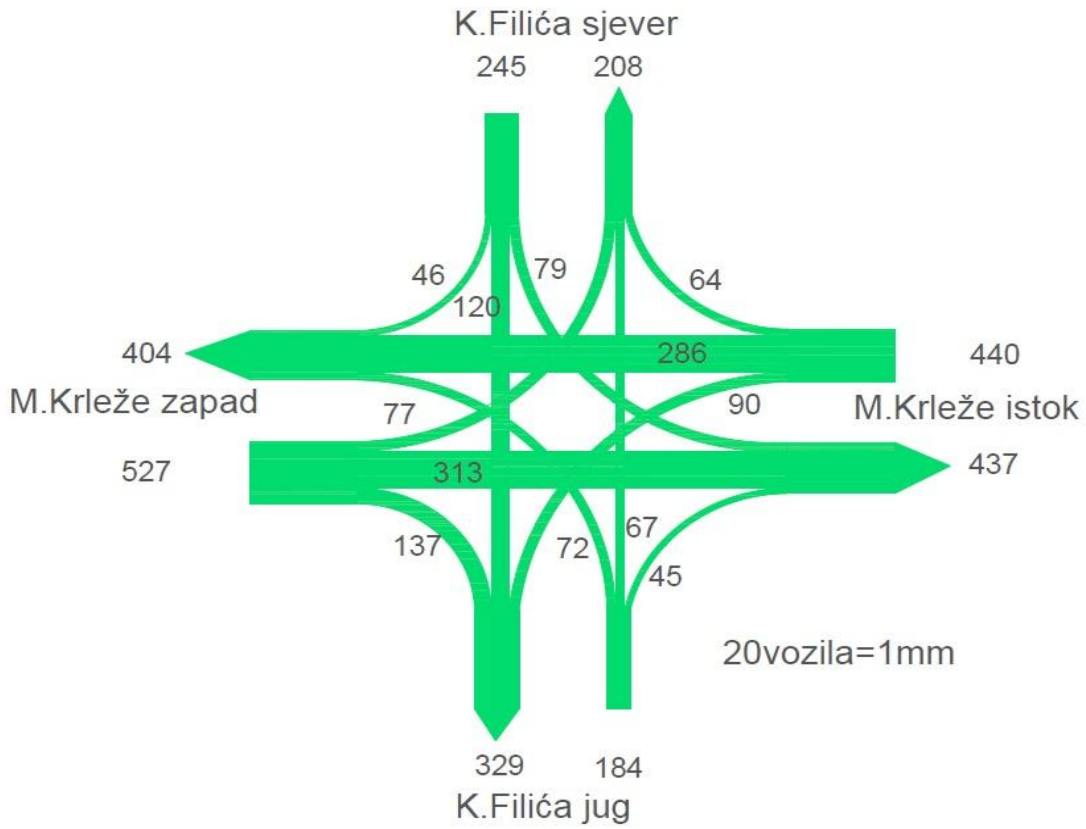
Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	istok-jug	0-15	20	2			0	0	2
		15-30	15	0			1	3	2
		30-45	17	1			0	2	0
		45-60	16	1			0	3	4
		UKUPNO	68	4	0	0	1	9	8
	SVEUKUPNO		90						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	sjever-istok	0-15	10	0			0	5	4
		15-30	15	2			0	1	3
		30-45	11	0			0	3	1
		45-60	18	0			1	4	1
		UKUPNO	54	2	0	0	1	13	9
	SVEUKUPNO		79						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	istok-sjever	0-15	9	1				2	0
		15-30	9	3				5	3
		30-45	18	0				5	0
		45-60	7	0				1	1
		UKUPNO	43	4	0	0	0	13	4
	SVEUKUPNO		64						

Sat	smjer	15min-int	OA	LT	TT	BUS	MOT	PJEŠ	BIC
07:00 - 08:00	sjever-zapad	0-15	11	1			0		0
		15-30	9	2			3		0
		30-45	7	0			0		3
		45-60	7	2			1		0
		UKUPNO	34	5	0	0	4	0	3
	SVEUKUPNO		46						

Slika 26.Brojanje prometa K.Filića - M.Krleže, istočni i sjeverni privoz, jutarnji vršni sat



Slika 27.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže, jutarnji vršni sat

4.6 Broj prometnih nesreća na analiziranim raskrižjima

Sigurnosni aspekt najvažniji je kada se promatra neko raskrižje, dionica ceste ili pak prometna mreža nekog grada a da bi se što bolje sagledala slika odvijanja prometa potrebno je detaljnije istražiti razloge nastanka prometnih nesreća.

Policijska uprava Varaždinska, odjel za odnose s javnošću ustupio je u svrhu ovog rada podatke o broju prometnih nesreća na predmetnim raskrižjima za razdoblje od 2013. pa do 2015. godine, a dobiveni podaci prometne nesreće dijele u sljedeće skupine:

- Prometne nesreće s materijalnom štetom
- Prometne nesreće s ozlijeđenim osobama
- Prometne nesreće s poginulom osobom

Na analiziranim raskrižjima prometnih nesreća s poginulom osobom nema već su samo nesreće sa materijalnom štetom i nesreće sa ozlijeđenim osobama.

Broj nesreća prema godinama i prema skupinama prometne nesreće prikazan je u tablici na slici 28.

Mjesto nesreće	Godina	Broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Broj prometnih nesreća s ozlijeđenima
Raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice	2013	6	3
	2014	3	2
	2015	2	1
Raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice	2013	3	3
	2014	5	1
	2015	2	0
Raskrižje ulice Krešimira Filića i ulice Miroslava Krleže	2013	3	0
	2014	4	2
	2015	1	1

Slika 28.Broj prometnih nesreća na predmetnim raskrižjima za 2013., 2014. i 2015 godinu

Izvor: PU Varaždinska

5. Prijedlog poboljšanja postojećih raskrižja na području grada Varaždina

Raskrižja kao najsloženiji dijelovi cestovne mreže moraju omogućiti smisleno i sigurno odvijanje prometa, pa će tako u ovome poglavlju biti analizirano postojeće stanje triju predmetnih raskrižja te će se predložiti mjere poboljšanja u cilju bržeg i sigurnijeg odvijanja prometa na raskrižjima ako je to potrebno.

Za svako raskrižje u ovom poglavlju priložit će se grafički prikaz opterećenja analiziranog raskrižja i to opterećenijeg vršnog sata, odnosno u ovom slučaju za raskrižje Krešimira Filića-Miroslava Krleže i raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice to je popodnevni vršni sat, dok za raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice jutarnji vršni sat generira više prolazaka kroz raskrižje pa će on biti uzet u analizu.

5.1 Raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže

Raskrižje se nalazi u širem centru južnog dijela grada Varaždina i četverokrako je raskrižje regulirano prometnim znakovima. Broj prometnih traka na privozima je identičan, odnosno sva četiri privoza su identična i imaju zajedničku prometnu traku za prolaz raskrižjem te skretanje udesno i posebnu prometnu traku za skretanje u lijevo. Smjer pružanja glavne ceste je smjer istok-zapad, odnosno glavna cesta je Ulica Miroslava Krleže. Na istočnom i zapadnom privozu širina zajedničke prometne trake za prolazak raskrižjem te za skretanje udesno je 3,25 m dok je na oba privoza širina prometne trake za skretanje ulijevo 3,0 m. Sjeverni privoz, i zajedničku traku za ravno i desno te traku za skretanje ulijevo ima širine 3,0 m, dok južni privoz traku za lijeve skretače ima širine 3,0 m, a traku za ravno i desno ima širine 3,25 metara.

Iako je raskrižje oko stambenih zona i blizu centra grada pješački i biciklistički tokovi su veoma slabi pa je tako na sva četiri privoza u popodnevnom vršnom satu od 15:00 do 16:00 sati izbrojeno svega 263 pješaka i biciklista.

Grafički prikaz prometnih tokova za popodnevni vršni sat sa slike 18. za analizirano raskrižje prikazuje podatke o brojanju prometa. Sa grafičkog prikaza može se vidjeti da najviše putovanja spomenutim raskrižjem se odvija u smjeru pružanja glavne ulice, odnosno smjeru istok-zapad i zapad-istok. Udio desnih skretača najveći je na zapadnom privozu i iznosi 25% od ukupnog broja vozila na tom privozu. Istočni privoz generira 18% a zapadni privozi generira 15% lijevih skretača koji kod radnje skretanja dolaze u konflikt s vozilima koja dolaze ususret po zapadnom privozu pa ti lijevi skretači stvaraju repove čekanja.

Nedostatkom ovog raskrižja možemo smatrati upravo te lijeve skretače koji za vrijeme vršnog perioda stvaraju repove čekanja, a sve to zbog toga jer je raskrižje upravljano prometnim znakovima. Kada bi se spomenuto raskrižje semaforiziralo s dvofaznim sustavom prometnih svjetala riješio bi se problem stvaranja repova čekanja lijevih skretača te bi se povećala sigurnost te brzina odvijanja prometa. Uz nedostatak lijevih skretača tu je i problem poslovno-stambenog objekta koji se nalazi na uglu južnog i istočnog privoza a blizu je samog kolnika i umanjuje vidno polje vozača koji raskrižju prilaze južnim privozom pa se vozači ovisno o vozilu kojim se približavaju moraju zaustaviti na pješačkoj zebri da bi vidjeli da li imaju nesmetan prolazak raskrižjem ili pak moraju prednjim dijelom vozila ući u samo raskrižje te tako u opasnost dovode sebe i vozila sa zapadnog privoza.



Slika 29.Preglednost na raskrižju K.Filića - M.Krleže

Izvor: *https://www.google.hr/maps*

Zbog neravnomjerne opterećenosti po privozima kao mjera poboljšanja ne predlaže se izgradnja kružnog toka na tom mjestu, pa se kao prijedlog poboljšanja ovog raskrižja predlaže semaforizacija raskrižja s dvije signalne grupe sa trajanjem ciklusa od 30 sekundi od kojih bi u prvo grupi trajanje crvenog svijetla bilo 15 sekundi, trajanje zelenog svjetla 10 sekundi i žutog svjetla 3 sekundi, dok bi u drugoj grupi trajanje crvenog svijetla bilo 13 sekundi, trajanje zelenog svjetla 12 sekundi a žutog svjetla 3 sekunde. Duljina trajanja crveno/žutog svjetla za obje signalne grupe je 2 sekunde. Takvo semaforizirano raskrižje ujednačilo bi sigurnost odvijanja prometa na svim privozima te smanjilo broj konfliktnih točaka.

Proračun duljine trajanja ciklusa te trajanja pojedinih prometnih svjetala unutar signalne grupe rađen je prema smjernica iz HCM 2010, a signalni plan je prikazan na slici 30.

Proračun je rađen prema formuli za proračun željenog trajanja ciklusa $C_ž$:

$$C_ž = \frac{L}{1 - [\frac{V_c}{1615 * PHF * \frac{v}{c}}]} = \frac{10}{1 - [\frac{728}{1615 * 0{,}88 * 0{,}9}]} = 23.2\ [s] \quad (1)$$

gdje je:

$C_ž$ - duljina željenog trajanja ciklusa
L – ukupno izgubljeno vrijeme u fazi
PHF – faktor vršnog sata = 0,88
V_c – ukupan kritični prometni tok
v/c – stupanj zasićenja
Duljina željenog trajanja ciklusa dobivena prema formuli je 23,2 sekunde, međutim minimalna duljina trajanja ciklusa C_{min} = 30 sekundi pa je duljina trajanja ciklusa za analizirano raskrižje 30 sekundi.



Slika 30.Signalni plan predloženog stanja raskrižja Ulice K.Filića-M.Krleže

5.2 Raskrižje Zagrebačke i Gospodarske ulice

Raskrižje se nalazi u jugoistočnom dijelu grada Varaždina i četverokrako je semaforizirano raskrižje s 2 signalne grupe. U prvoj signalnoj grupi duljina trajanja crvenog svjetla iznosi 50 sekundi, trajanje zelenog svjetla je 22 sekunde a žuto svjetlo traje 3 sekunde. Druga signalna faza ima duljinu trajanja crvenog svijetla 33 sekunde, zelenog svjetla 39 sekundi a žuto svjetlo traje 3 sekunde. Duljina trajanja crveno/žutog svijetla identična je za sve tri signalne grupe i iznosi 2 sekunde. Sjeverni i južni privoz raskrižja su identični i imaju zajedničku prometnu traku za ravno i skretanje udesno širine 3,25 metara, te posebnu prometnu traku za skretanje u lijevo širine 3,0 metra. Istočni privoz ima zajedničku prometnu traku za prolaz ravno te za skretanje ulijevo širine 3,25 metara te posebnu prometnu traku za skretanje u desno koja je široka 3,0 metra. Kada se dolazi zapadnim privozom raskrižje ima samo jednu prometnu traku za sva tri dozvoljena smjera skretanja.

Na predmetnom raskrižju promet je brojan za vrijeme jutarnjeg i za vrijeme popodnevnog vršnog sata, a rezultati i analiza raskrižja radit će se prema popodnevnom vršnom satu koji ima za 10 % veći broj vozila u odnosu na jutarnji vršni sat, odnosno u popodnevnom vršnom satu je izbrojeno 545 vozila više. Nakon izvršenog brojanja prometa na spomenutom raskrižju grafički su prikazani rezultati brojenja prometa na slici 12.

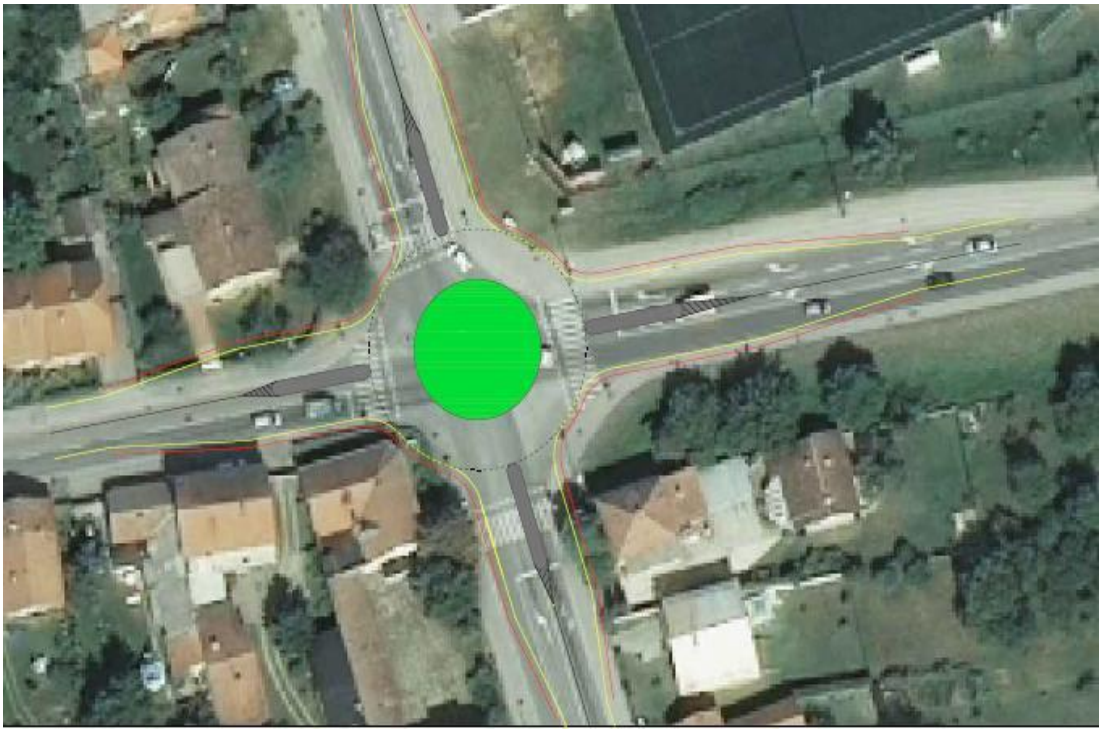
Grafički prikaz brojanja prometa dobiven je u vremenskom intervalu od 15:00 do 16:00 sati te se taj interval smatra kao vršni vremenski period. Jutarnji vršni sat, koji je prikazan u ranijem poglavlju, generira manji broj vozila pa će se u ovom diplomskom radu analizirati raskrižje prema opterećenijem vršnom satu a to je popodnevni vršni sat. Kao što je vidljivo na slici glavnina prometa na analiziranom raskrižju odvija se u smjeru jug-istok i istok-jug, odnosno čak 53% vozila na istočnom privozu skreće ulijevo, dok na južnom privozu 52% vozila obavlja radnju skretanja udesno.

Promatrano raskrižje s aspekta sigurnosti funkcionira jako dobro, međutim s aspekta protočnosti raskrižje je lošije i to upravo zbog velikog broja lijevih skretača na istočnom privozu. Zbog navedenih lijevih skretača smanjeno je vrijeme trajanja zelenog svijetla za vozila na zapadnom privozu na kojem dolazi do stvaranja većih repova čekanja. Sjeverni privoz generira 20% desnih skretača te 15% lijevih skretača od ukupnog broja vozila na tom privozu, pa i na tom privozu dolazi do stvaranja repova čekanja jer za sva tri smjera kretanja na tom privozu postoji samo jedna prometna traka.

Spomenuto raskrižje je križanje dvaju županijskih cesta, a u blizini raskrižja je i državna cesta D2 koja generira veliki broj teretnog prometa pa se stoga velik dio teretnog tranzitnog prometa preusmjerava na analizirano raskrižje koje je kraći put do varaždinske istočne obilaznice.

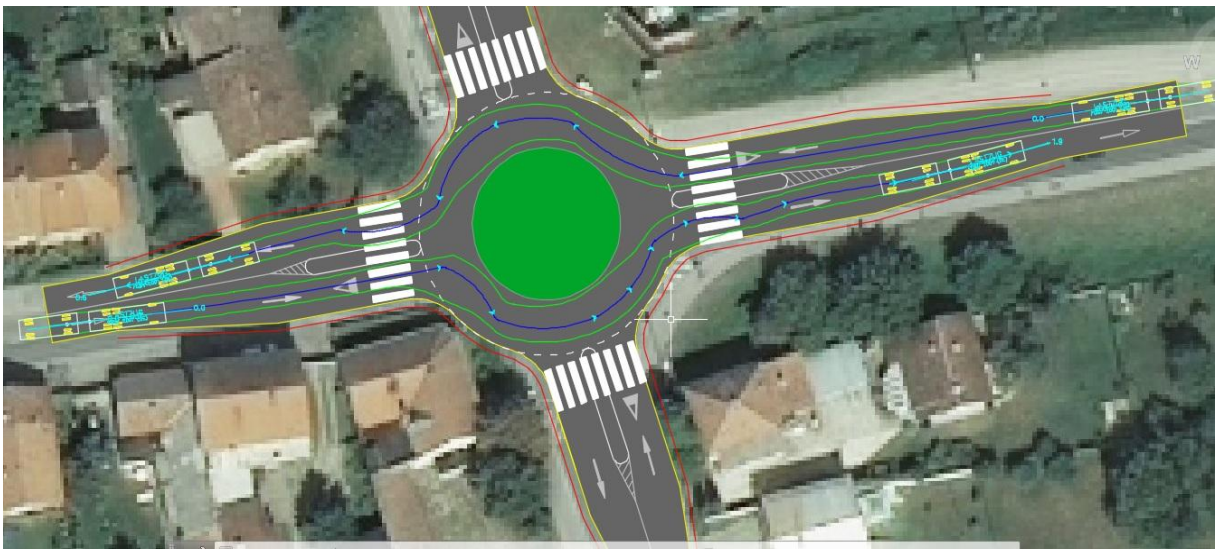
Kao mjera poboljšanja odvijanja prometa na analiziranom raskrižju je izgradnja raskrižja s kružnim odvijanjem prometa. Na postojećoj lokaciji semaforizirano raskrižje bi se rekonstruiralo i dogradilo u kružno raskrižje s unutarnjim polumjerom od 9,5 metara, dok bi vanjski polumjer kružnog raskrižja bio 16 metara. Takvi polumjeri kružnog raskrižja omogućuju nesmetan prolaz teretnih vozila s prikolicom i poluprikolicom koji koriste spomenuto raskrižje kao prečac do Istočne obilaznice te do okolnih tvornica (Varteks, Vindija, Kalnik...). Širina prometnih traka na ulazu i izlazu u raskrižje s kružnim tokom prometa je 5 metara te na duljini od 55 metara prometne trake su reducirane na 3,5 metara širine što je također dovoljno za prolazak teretnih vozila. Izlazni i ulazni radijusi kružnog raskrižja su 7,3 metara. Na svakom privozu su izdignuti prometni otoci širine 2 metra i dužine 15 metara koji doprinose sigurnosti pješaka i biciklista prilikom prelaska ceste.

Izgradnjom kružnog toka smanjilo bi se vrijeme čekanja na privozima, povećala sigurnost i brzina odvijanja prometa te smanjio broj konfliktnih točaka.



Slika 31.Izgled raskrižja Zagrebačke i Gospodarske ulice nakon rekonstrukcije i izgradnje kružnog toka.

Provoznost raskrižja s kružnim odvijanjem prometa provjerena je programskim alatom AutoTURN koji se nalazi kao dodatak programskog alata autoCAD. Kao mjerodavno vozilo za simuliranje prolaska kroz kružno raskrižje uzeti je kamion s prikolicom koji je ukupne dužine 18,75 metara i širine 2,55 metara, a prolazak i trajektorije navedenog vozila vidljive su na slici 32.



Slika 32.Trajektorije teretnog vozila izrađene programskim alatom autoTURN

5.3 Raskrižje Međimurske i Koprivničke ulice

Zadnje promatrano raskrižje je semaforizirano četverokrako raskrižje s tri faze. U prvoj fazi, zeleno svjetlo lanterne upaljeno je 26 sekundi a omogućen je prolazak vozila iz smjera Čakovca i iz smjera centra grada Varaždina, trajanje zelenog svjetla u drugoj fazi je 44 sekunde i u toj fazi slobodan prolazak imaju vozila na privozima Koprivničke ulice. Treća faza rezervirana je za lijeve skretače na privozima Koprivničke ulice, a trajanje zelenog svjetla je 19 sekundi. Iz smjera centra grada Varaždina raskrižje ima dvije prometne trake, lijevu za ravno i lijevo te desnu traku za ravno i desno uz malo odvajanje za desne skretače dok su iz smjera Čakovca dvije prometne trake za lijevo te jedna za ravno i jedna za desno. Na prilazima Međimurske ulice su po dvije trake za ravno i posebne trake za lijevo i desno skretanje na svakom smjeru.

Na analiziranom raskrižju izvršena je rekonstrukcija raskrižja 2014. godine a rekonstrukcija je obuhvaćala izgradnju odnosno produljenje trake za desne skretače na jugoistočnom privozu Koprivničke ulice. Rekonstrukcija je izvršena u cilju smanjenja repova čekanja koji su se stvarali za vrijeme vršnog sata jer je postojeća prometna traka bila prekratka pa se prilikom nailaska 2-3 teretna vozila i nekoliko osobnih vozila stvaralo prometno zagušenje te su u tom slučaju ta vozila koja su skretala desno smetala vozilima koja nastavljaju prometovati raskrižjem ravno, odnosno u smjeru sjeverozapada.

Brojanje prometa izvršeno je u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu, a rezultat brojanja je pokazao da analizirano raskrižje ima 9 % više vozila u jutarnjem satu u odnosu na popodnevni vršni sat. Sa slike i grafičkog prikaza prometnih tokova na slici 24 može se vidjeti da se prometno opterećenje svih privoza raskrižja gotovo identično.

Prema planovima grada Varaždina i Policijske uprave Varaždinske na prostoru promatranog raskrižja u planu je rekonstrukcija odnosno izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa. Međutim prema analiziranim parametrima te prema tehničko-tehnološkim uvjetima koji se pojavljuju na raskrižju rekonstrukcija analiziranog raskrižja nije potrebna jer na raskrižju nema velikih repova čekanja, nema stvaranja prometnog zagušenja i nisu narušeni sigurnosni uvjeti.

6. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja optimizacije prometnih tokova u raskrižjima

Model je pojednostavljeni prikaz nekog dijela stvarnosti, a njegova svrha je da daje uvid u odnose realnog svijeta te da omogući donošenje zaključaka o tome što će se dogoditi ako dođe do promjena u tom realnom sustavu. [15]

1980-ih godina primjena računala pridonosi uklanjanju računalnih ograničenja u postupku prometnog planiranja, a jedini problem ostaje ljudsko znanje te tehnike modeliranja. Svako eksperimentiranje s realnim sustavom u cilju utvrđivanja njegovih karakteristika i ponašanja je dugotrajno i složeno, skupo a često i neizvedivo. U svrhu što jeftinije, bržeg i jednostavnijeg eksperimentiranja sa sustavom razvijeni su razni programski alati pomoću kojih se modelira i simulira promatrani sustav te se pomoću njih dolazi do odabira najboljeg riješenja.

U svrhu simuliranja i modeliranja prometnog sustava, odnosno u ovom radu simuliranja prometa na promatranim raskrižjima korišten je simulacijski alat razvijen u njemačkoj programerskoj grupi PTV a naziva se Vissim. Vissim je vodeći program u svijetu mikrosimulacija te se koristi u preko 100 zemalja diljem svijeta.

Vissim je mikrosimulacijski program koji je razvijen za modeliranje gradskog prometa, javnog prijevoza, te za analizu kretanja vozila i pješaka nekog raskrižja ili neke dionice ceste. Program može analizirati privatni i javni prijevoz prema karakteristikama kao što su geometrija ceste, karakteristike vozila, prometna signalizacija, ponašanje vozača u vožnji i slično. Vissim može simulirati mreže svih veličina i sve cestovne funkcije u rasponu od individualnih raskrižja do autocesta ili cijelih gradskih mreža ulica.

Neke od konkretnih primjena PTV Vissima su:

- procjena i optimizacija prometnih operacija u kombiniranoj mreži koordiniranih i upravljanih prometnih znakova
- studije isplativosti i studije utjecaja na promet integriranih lakih željeznica u urbane mreže ulica
- razvoj, procjena i fino podešavanje logičkih znakova prednosti

- analiza sporog umrežavanja i povezivanja područja
- jednostavna usporedba dizajniranih alternativa uključujući signalizaciju sa stop znakovima koji se nalaze na raskrižju
- analize kapaciteta i operacije kompleksnih nacrta stanica lagane željeznice i sustava autobusa
- modeliranje i simuliranje kretanja pješaka, ulicama i zgradama
- simuliranje i vizualiziranje interakcije između cestovnog prometa i pješaka.[16]



Slika 33.Programsko sučelje PTV Vissim

Izvor: vision-traffic.ptvgroup.com/

6.1 Simulacija i evaluacija postojećeg stanja prometnih tokova u raskrižjima

Programskim alatom Vissim za svako od tri analizirana raskrižja napravljena je simulacija postojećeg stanja te je pomoću izlaznih podataka određeno ima li potrebe za rekonstrukcijom predmetnih raskrižja. Broj vozila kao ulazni podatak koji se unosi na simulaciju, uzet će se broj vozila vršnog sata koji je generirao veći broj putovanja na promatranom raskrižju. Primjerice za raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže te za raskrižje Gospodarske i Koprivničke ulice to je popodnevni vršni sat, dok je za raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice uzet broj vozila jutarnjeg vršnog sata.

Najbitniji dio simulacije su izlazni podaci na temelju kojih su doneseni zaključci o postojećem stanju raskrižja. Izlazni podaci simulacije su: prosječno vrijeme kašnjenja, ukupno vrijeme kašnjenja, prosječna brzina raskrižja, ukupan broj zaustavljanja i ukupno vrijeme putovanja.

Prosječno vrijeme kašnjenja najbitniji je izlazni podatak iz kojeg se određuje razina usluge, a izražen je u sekundama po vozilu.

Razina usluge (LOS) je kvalitativna mjera koja označava uvjete vožnje koji se mogu pojaviti na određenoj cesti kada prima različite količine prometa. Definirano je šest razina usluge, od A do F. Razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije[15].

Razina usluge za simulirana raskrižja određena je prema prosječnom vremenu kašnjenja raskrižja i različita je za semaforizirana te za nesemaforizirana raskrižja a određena je u sljedečim intervalima koji su prikazani u sljedečoj tablici:

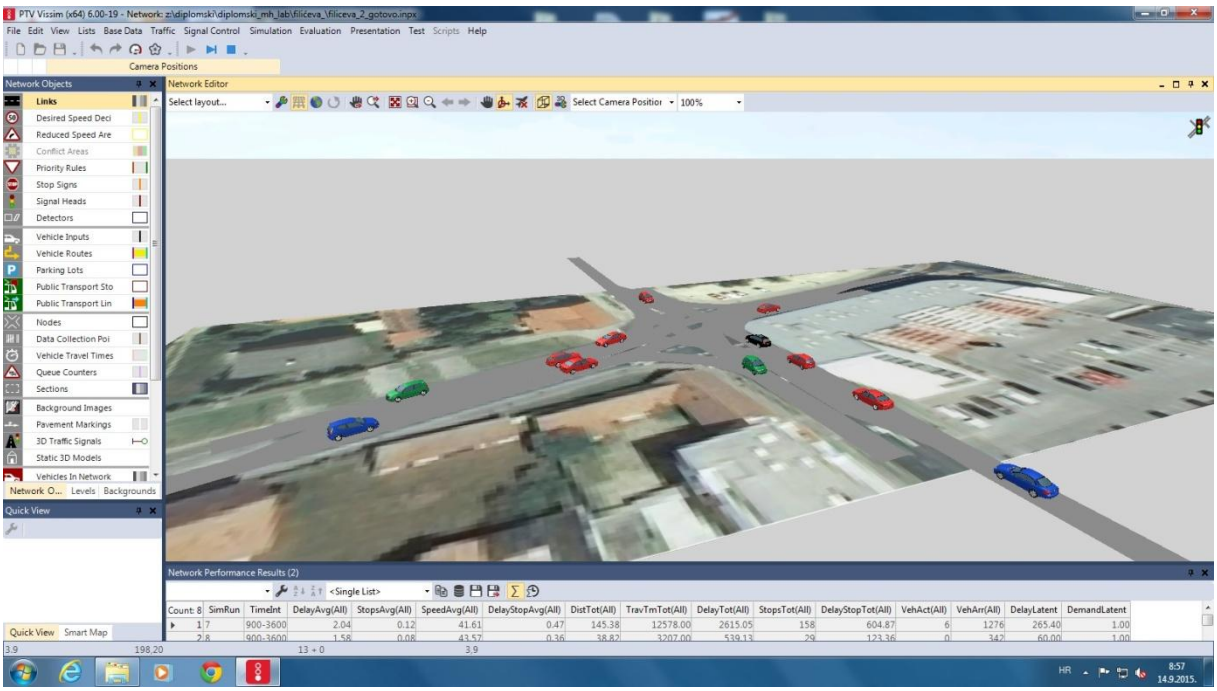
Tablica 1.Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja

Razina usluge nesemaforiziranih raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	Razina usluge semaforiziranih raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)
A	0-10	A	0-10
B	10-15	B	10-20
C	15-25	C	20-35
D	25-35	D	35-55
E	35-50	E	55-80
F	>50	F	>80

Izvor:HCM 2010

Prvo raskrižje je raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže, kao što je ranije spomenuto raskrižje je nesemaforizirano, upravljano prometnim znakovima s četiri privoza.

Simulacija postojećeg stanja analiziranog raskrižja prikazana je na sljedećoj slici:



Slika 34.Simulacija postojećih prometnih tokova raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže

Rezultat simulacije, odnosno izlazni podaci prikazani su u sljedećoj tablici:

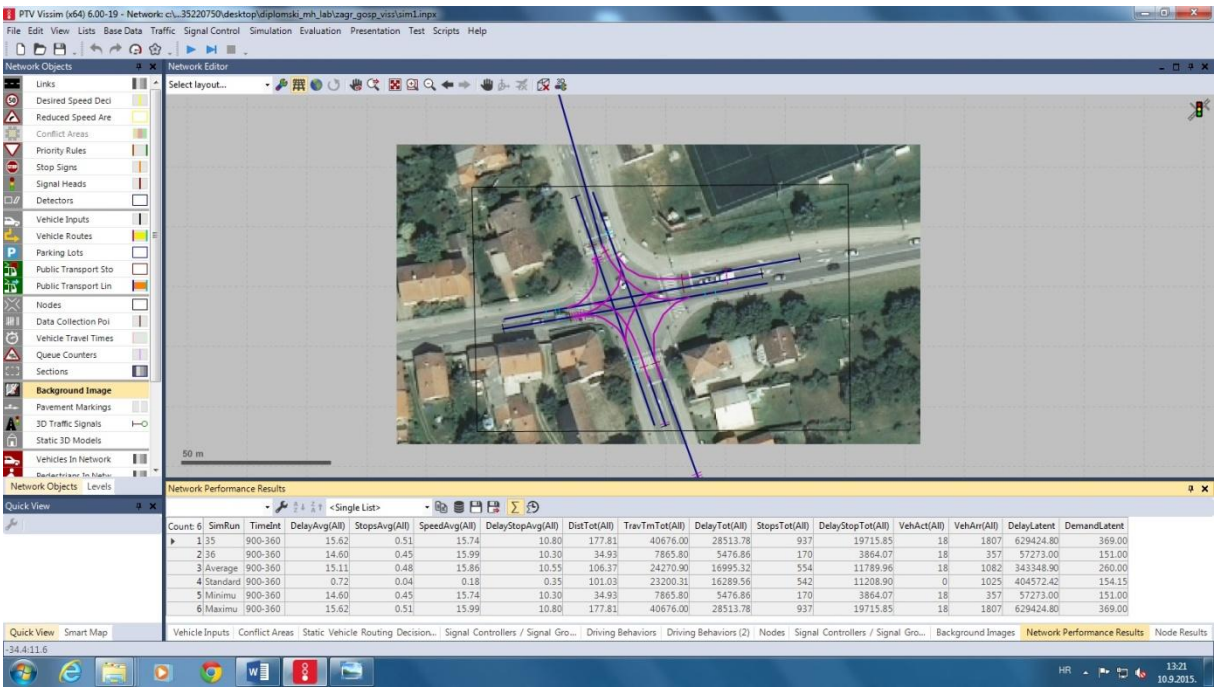
Tablica 2.Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja raskrižja K.Filića-M.Krleže

Raskrižje Ulice K.Filića-M.Krleže, postojeće stanje	
Ukupno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	11 sekundi/vozilu
Ukupno kašnjenje (minuta)	43.6 sekundi
Prosječna brzina putovanja (km/h)	42.2 km/h
Ukupan broj zaustavljanja	158 zaustavljanja
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	3,6 sati

Prema izlaznim podacima razina usluge za simulirano raskrižje je B razina. Prosječna brzina putovanja raskrižjem je 42 km/h a ukupno vrijeme putovanja je 12578 sekundi odnosno 3,6 sati.

Drugo simulirano raskrižje je semaforizirano raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice, s dvofaznim sustavom prometnih svjetala i sa četiri privoza.

Simulacija postojećeg stanja analiziranog raskrižja prikazana je na sljedećoj slici:



Slika 35.Simulacija postojećih prometnih tokova raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice

Rezultat simulacije, odnosno izlazni podaci prikazani su u sljedećoj tablici:

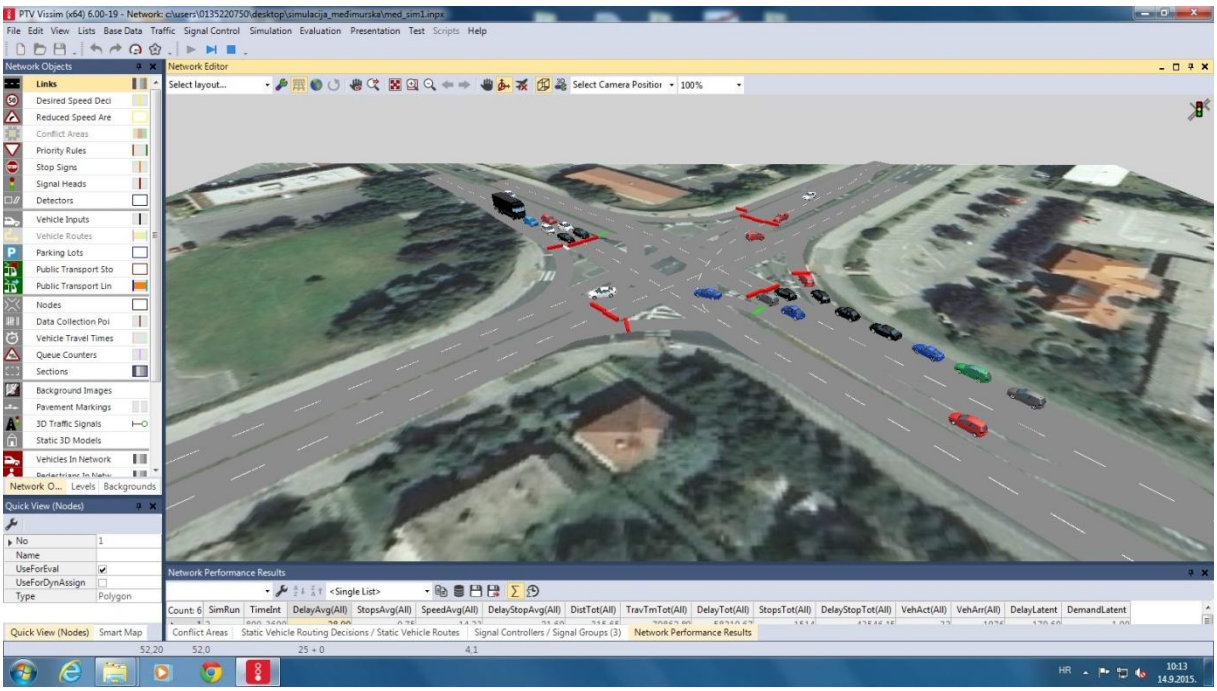
Tablica 3.Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja raskrižja Gospodarske i Zagrebačke

Raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice, postojeće stanje	
Ukupno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	22.2 sekunde/vozilu
Ukupno kašnjenje (minuta)	761.9 minuta
Prosječna brzina putovanja (km/h)	14.8 km/h
Ukupan broj zaustavljanja	1592 zaustavljanja
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	16,8 sati

Prema izlaznim podacima razina usluge za simulirano raskrižje je C. Prosječna brzina putovanja raskrižjem je 14.8 km/h a ukupno vrijeme putovanja je 60524 sekundi odnosno 16,8 sati.

Treće simulirano raskrižje je četverokrako semaforizirano raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice.

Simulacija postojećeg stanja analiziranog raskrižja prikazana je na sljedećoj slici:



Slika 36.Simulacija postojećih prometnih tokova raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice

Rezultat simulacije, odnosno izlazni podaci prikazani su u sljedećoj tablici:

Tablica 4.Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja raskrižja Koprivničke i Međimurske

Raskrižje Koprivničke i Međimurske ulice, postojeće stanje	
Ukupno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	14,6 sekundi/vozilu
Ukupno kašnjenje (minuta)	226 minuta
Prosječna brzina putovanja (km/h)	14,3 km/h
Ukupan broj zaustavljanja	13079 zaustavljanja
Ukupno vrijeme putovanja	5,28 sati

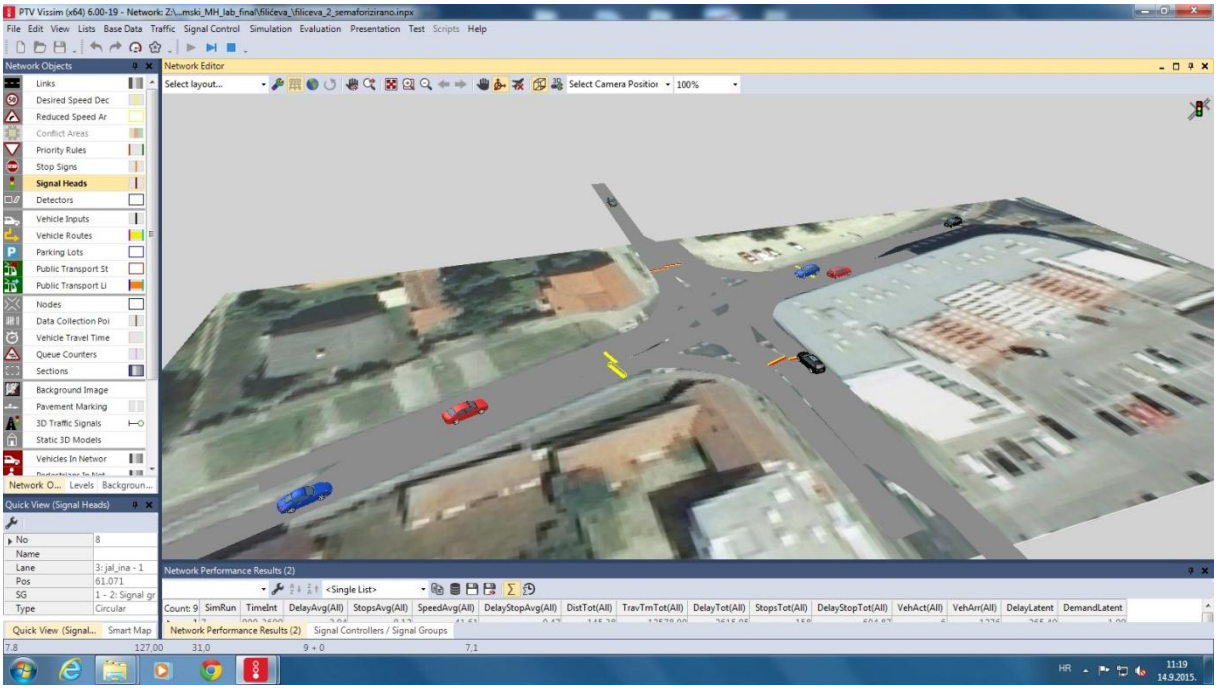
Prema izlaznim podacima razina usluge za simulirano raskrižje je B. Prosječna brzina putovanja raskrižjem je 14.3 km/h a ukupno vrijeme putovanja je 19011 sekundi odnosno 5,28 sati.

6.2 Simulacija i evaluacija prometnih tokova u raskrižjima nakon predloženih mjera poboljšanja

Kao što je i ranije spomenuto, simulacija u programskom alatu Vissim izrađena je i za postojeće stanje prometnih tokova ali i za stanje prometnih tokova nakon predloženih mjera poboljšanja.

Tako je nakon evaluacije podataka za postojeće stanje prometnih tokova raskrižja utvrđeno da je potrebno poboljšanje prometnih uvjeta na dva od tri promatrana raskrižja, odnosno kao mjera poboljšanja za raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže predlaže se semaforizacija tog raskrižja. Za raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice kao mjera poboljšanja predlaže se izgradnja raskrižja s kružnim odvijanjem prometa, a za treće promatrano raskrižje između Koprivničke i Međimurske ulice nisu potrebne nikakve mjere poboljšanja prometnih tokova jer se promet odvija bez ikakvih poteškoća, repova čekanja ili stvaranja prometnih zagušenja.

Simulacija prometnih tokova nakon predloženih mjera poboljšanja analiziranog raskrižja Ulica Krešimira Filića i Miroslava Krleže prikazana je na sljedećoj slici:



Slika 37.Simulacija prometnih tokova nakon izvedenih mjera poboljšanja raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže

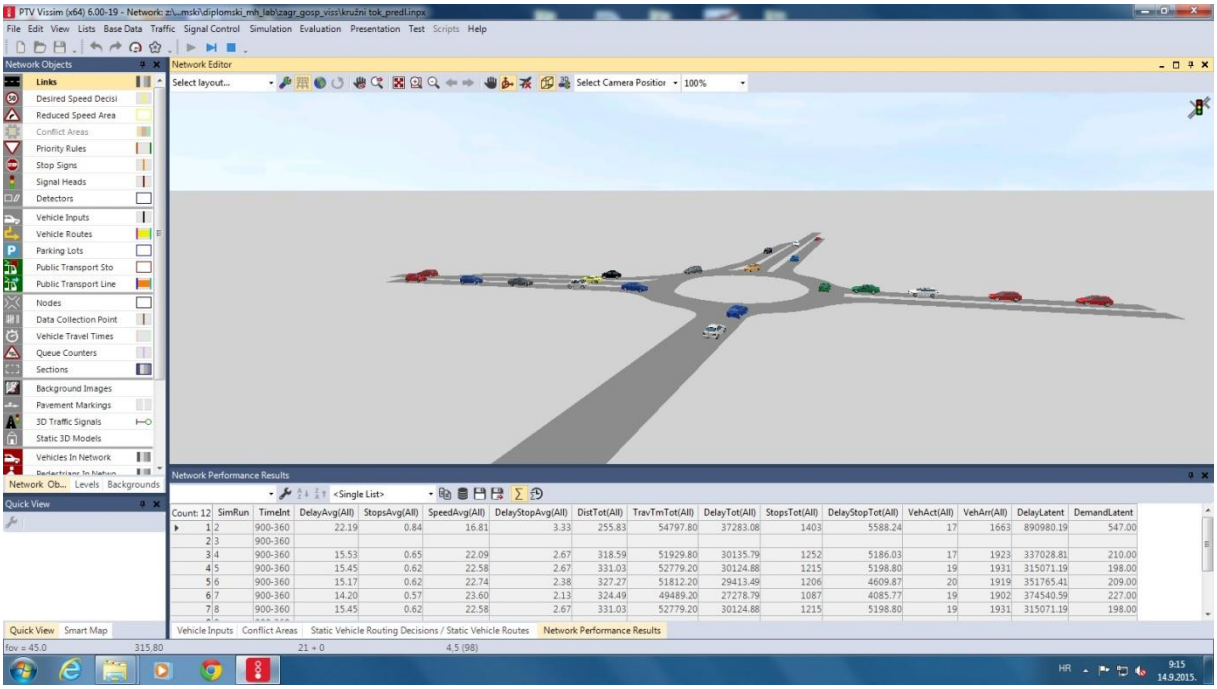
Rezultat simulacije, odnosno izlazni podaci prikazani su u sljedećoj tablici:

Tablica 5.Izlazni podaci simulacije predloženog stanja raskrižja K.Filića-M.Krleže

Raskrižje Ulice K.Filića-M.Krleže, predloženo stanje	
Ukupno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	4,62 sekunde/vozilu
Ukupno kašnjenje (minuta)	94 minute
Prosječna brzina putovanja (km/h)	35 km/h
Ukupan broj zaustavljanja	335 zaustavljanja
Ukupno vrijeme putovanja	3,93 sata

Prema izlaznim podacima razina usluge za simulirano raskrižje je A razina. Prosječna brzina putovanja raskrižjem je 35 km/h a ukupno vrijeme putovanja je 14146 sekundi odnosno 3,93 sati. Promatranom raskrižju nakon semaforizacije podigla bi se razina usluge na najvišu moguću razinu što bi doprinjelo funkcionalnijem, sigurnijem i bržem odvijanju prometa.

Drugo simulirano raskrižje je semaforizirano raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice, sa dvofaznim sustavom prometnih svjetala i sa četiri privoza koje bi nakon predloženih mjera postalo raskrižje s kružnim odvijanjem prometa.



Slika 38.Simulacija prometnih tokova raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice nakon predloženih mjera poboljšanja

Rezultat simulacije, odnosno izlazni podaci prikazani su u sljedećoj tablici:

Tablica 6.Izlazni podaci simulacije predloženog stanja raskrižja Gospodarske i Zagrebačke

Raskrižje Gospodarske i Zagrebačke ulice, predloženo stanje	
Ukupno vrijeme kašnjenja (s/vozilu)	14.1 sekunde/vozilu
Ukupno kašnjenje (minuta)	512.1 minuta
Prosječna brzina putovanja (km/h)	21.7 km/h
Ukupan broj zaustavljanja	1230 zaustavljanja
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	14.5 sati

Prema izlaznim podacima razina usluge nakon predloženih mjera poboljšanja za simulirano raskrižje je B. Prosječna brzina putovanja raskrižjem je 21.7 km/h a ukupno vrijeme putovanja je 52264 sekundi odnosno 14,5 sati. Odnosno na analiziranom raskrižju nakon izvedenih mjera poboljšanja razina usluge podigla bi se sa C razine na B razinu, te bi se prosječna brzina raskrižja povećala za 32% u odnosu na brzinu raskrižja postojećeg stanja.

7. Zaključak

Na temelju podataka o brojanju prometa te analizom triju raskrižja može se zaključiti da se prometna opterećenja na promatranim raskrižjima razlikuju. Kako su promatrana raskrižja na samim ulazima u grad Varaždin veoma je važno da na njima ne dolazi do stvaranja prometnog zagušenja te repova čekanja koji u većini slučajeva stvaraju nervozu kod vozača te povećavaju mogućnost nastanka prometnih nesreće. Na nastanak prometne nesreće nije moguće utjecati ali je moguće smanjiti mogučnost nastanka nesreće te je moguće smanjiti posljedice prometne nesreće.

Predloženim mjerama poboljšanja prometnih tokova na analiziranim i simuliranim raskrižjima grada Varaždina cilj je postići brže te funkcionalno i sigurno odvijanje prometa, međutim predložene mjere nisu isključivo za postozanje bržeg, funkcionalnijeg i sigurnijeg odvijanja prometa već bi te mjere smanjile buku i zagađenje okoliša te ostale štetne faktore prometnog sustava koji ugrožavaju ljudski život i okoliš.

Nadležne gradske institucije su također uvidjele potrebu za rekonstrukcijom triju analiziranih raskrižja međutim prometna politika ne vodi se u cilju odabira optimalnog riješenja za spomenuta raskrižja, već se na sve tri promatrane lokacije planiraju izgraditi raskrižja sa kružnim tokovima prometa iako to nije najbolje riješenje.

Analizom promatranih raskrižja u ovom diplomskom radu dolazi se do rješenja koja u skorijoj ili daljnjoj budućnosti omogućavaju sigurnije odvijanje prometa na raskrižjima, smislenije vođenje prometnih tokova, smanjenje broja prometnih nesreća te povećanje propusne moći raskrižja i povećanje razine usluge.

Analiza je izvršena u mikrosimulacijskom programu PTV Vissim a nakon evalauacije dobiveni su podaci o razinama usluge za analizirana raskrižja. Iz dobivenih podataka može se zaključiti se nakon predloženih mjera poboljšanja na raskrižjima osigurala veća razina usluge te brže i sigurnije odvijanje prometa, pa je tako za raskrižje Ulice Krešimira Filića i Ulice Miroslava Krleže nakon predložene mjere semaforizacije razina usluge porasla s B razine na A razinu, dok za raskrižje Gospodarske i Koprivničke ulice nakon izgradnje raskrižja s kružnim odvijanjem prometa bi porasla s C razine na B razinu usluge.

Literatura

[1] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 64/15)

[2] Zakon o cestama (NN 92/14)

[3] Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)

[4] Zakon o gradnji (NN 153/13)

[5] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)

[6] https://www.google.hr/maps

[7] Brlek, P; Dadić, I; Šoštarić, M:Prometno tehnološko projektiranje (autorizirana predavanja), Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2011.

[8] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta, Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.

[9] Koncepcija razvitka prometnog sustava grada Varaždina";Institut prometa i veza, Zagreb

[10] Policijska uprava Varaždinska:Podaci o prometnim nesrećama

[11] Hozjan D., Novačko L., Cestovne prometnice 2, interna skripta za izradu seminarskog rada, Zagreb 2009.

[12] http://geoportal.dgu.hr/viewer/

[13] map.hak.hr/

[14] Perović. V:Prometna tehnika 2, Škola za cestovni promet, Zagreb, 2005.

[15] Novačko L.: Prometno modeliranje u cestovnom prometu, Zagreb, 2014.

[16] PTV Vissim user manual

[17] vision-traffic.ptvgroup.com

[18] Generalni urbanistički plan grada Varaždina

Popis slika:

Slika 1.Razmaci raskrižja u odnosu na prometno opterećenje 6
Slika 2.Određivanje brzine u raskrižju prema prostoru na kojem se raskrižje nalazi te broju kolnika 7
Slika 3.Situacijski položaj glavni prometnica grada Varaždina 9
Slika 4.Prognoza stupnja motorizacije grada Varaždina 11
Slika 5.Položaj analiziranih raskrižja u prometnoj mreži grada Varaždina 13
Slika 6.Položaj raskrižja Ulice K. Filića i M. Krleže 14
Slika 7: Položaj raskrižja Zagrebačke i Gospodarske ulice 15
Slika 8.Položaj raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice 16
Slika 9.Brojački listić korišten kod brojanja prometa 19
Slika 10.Brojanje prometa Gospodarska i Zagrebačka ulica, istočni i sjeverni privoz, popodnevni vršni sat 20
Slika 11.Brojanje prometa Gospodarska – Zagrebačka ulica, južni i zapadni privoz, popodnevni vršni sat 20
Slika 12.Grafički prikaz prometnih tokova popodnevnog vršnog sata raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice 21
Slika 13.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, jugoistočni i sjeveroistočni privozi, popodnevni vršni sat 21
Slika 14.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, sjeverozapadni i jugozapadni privozi, popodnevni vršni sat 22
Slika 15.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice, popodnevni vršni sat 22
Slika 16.Brojanje prometa K.Filića-M.Krleže, zapadni i južni privoz, popodnevni vršni sat . 23
Slika 17.Brojanje prometa K.Filića-M.Krleže, istočni i sjeverni privoz, popodnevni vršni sat 23
Slika 18.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže, popodnevni vršni sat 24
Slika 19.Brojanje prometa Gospodarske i Zagrebačke ulice, istočni i sjeverni privoz, jutarnji vršni sat 25
Slika 20.Brojanje prometa Gospodarske i Zagrebačke ulice, zapadni i južni privoz, jutarnji vršni sat 25
Slika 21.Grafički prikaz prometnih tokova jutarnjeg vršnog sata raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice 26
Slika 22.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, jugoistočni i sjeveroistočni privozi, jutarnji vršni sat 26
Slika 23.Brojanje prometa Koprivničke i Međimurske ulice, sjeverozapadni i jugozapadni privozi, jutarnji vršni sat 27
Slika 24.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice, jutarnji vršni sat 27
Slika 25.Brojanje prometa K.Filića - M.Krleže, zapadni i južni privoz, jutarnji vršni sat 28
Slika 26.Brojanje prometa K.Filića - M.Krleže, istočni i sjeverni privoz, jutarnji vršni sat 28
Slika 27.Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže, jutarnji vršni sat 29

Slika 28.Broj prometnih nesreća na predmetnim raskrižjima za 2013., 2014. i 2015 godinu . 30
Slika 29.Preglednost na raskrižju K.Filića - M.Krleže..... 32
Slika 30.Signalni plan predloženog stanja raskrižja Ulice K.Filića-M.Krleže 33
Slika 31.Izgled raskrižja Zagrebačke i Gospodarske ulice nakon rekonstrukcije i izgradnje kružnog toka. 35
Slika 32.Trajektorije teretnog vozila izrađene programskim alatom autoTURN 36
Slika 33.Programsko sučelje PTV Vissim 39
Slika 34.Simulacija postojećih prometnih tokova raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže 41
Slika 35.Simulacija postojećih prometnih tokova raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice. 42
Slika 36.Simulacija postojećih prometnih tokova raskrižja Koprivničke i Međimurske ulice 43
Slika 37.Simulacija prometnih tokova nakon izvedenih mjera poboljšanja raskrižja Ulice K.Filića i M.Krleže..... 45
Slika 38.Simulacija prometnih tokova raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ulice nakon predloženih mjera poboljšanja..... 46

Popis tablica:

Tablica 1.Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja 41
Tablica 2.Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja raskrižja K.Filića-M.Krleže 42
Tablica 3.Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja raskrižja Gospodarske i Zagrebačke ... 43
Tablica 4.Izlazni podaci simulacije postojećeg stanja raskrižja Koprivničke i Međimurske .. 44
Tablica 5.Izlazni podaci simulacije predloženog stanja raskrižja K.Filića-M.Krleže..... 45
Tablica 6.Izlazni podaci simulacije predloženog stanja raskrižja Gospodarske i Zagrebačke 46

Popis priloga

Prilog 1. Predložena mjera poboljšanja na raskrižju Gospodarske i Zagrebačke ulice..... 53