

# Optimizacija prometnih tokova u raskrižjima na području grada Ludbrega

---

**Matijašec, Filip**

**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:119:410663>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Filip Matijašec**

**OPTIMIZACIJA PROMETNIH TOKOVA U RASKRIŽJIMA**  
**NA PODRUČJU GRADA LUDBREGA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2015.**

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**OPTIMIZACIJA PROMETNIH TOKOVA U RASKRIŽJIMA NA  
PODRUČJU GRADA LUDBREGA**

**OPTIMIZATION OF INTERSECTION TRAFFIC FLOWS IN THE  
AREA OF CITY OF LUDBREG**

Mentor: dr. sc. Luka Novačko

Student: Filip Matijašec, 0135216990

Zagreb, 2015.

# OPTIMIZACIJA PROMETNIH TOKOVA U RASKRIŽJIMA NA PODRUČJU GRADA LUDBREGA

## SAŽETAK

Raskrižja su mjesta u cestovnoj mreži gdje dolazi do spajanja, razdvajanja i preplitanja prometnih tokova te samim time najviše utječu na odvijanje prometnog procesa. Iz tog razloga se javlja potreba za njihovo izučavanje i traženje što je moguće kvalitetnijih rješenja. U radu je napravljena analiza postojećih prometnih tokova na devet najvažnijih raskrižja na području Ludbrega s naglaskom na četiri najopterećenija i najkritičnija. Dani su i prijedlozi poboljšanja raskrižja gdje je to postojeće stanje zahtijevalo, da li kao novo projektno rješenje ili komentar. Izvršena je i simulacija postojećeg stanja dionice koja povezuje četiri analizirana raskrižja te simulacija spomenute dionice s prijedlozima poboljšanja. Simulacija je napravljena u mikrosimulacijskom programskom alatu Vissim. Nakon simulacije evaluacijom su dobiveni podaci (vrijeme putovanja, brzine, vrijeme kašnjenja itd.) koji su važni za analizu prometnih tokova.

**KLJUČNE RIJEČI:** raskrižje; prometni tokovi; Ludbreg; simulacija; Vissim

## SUMMARY

Intersection are places in road network where comes to connecting, separation and interweaving traffic flows and therefore they affect the most on the traffic processes. Because of that there is a need for their studying and search of possible better solutions. This study shows analysis of existing traffic flows on nine most important intersections of Ludbreg area with focus on four most burdened and most critical. This study also gives suggestions for improvement intersections where is that necessary, whether as a new design solution or only comment. Study shows the simulation of the current state of road section which connects the four analyzed intersections and simulation the same road section with suggestions for improvement. Simulation is made in microsimulation programming tool Vissim. After simulation with evaluation are obtained data (vehicle travel time, speed, delay time etc.) which is important for analysis traffic flows.

**KEYWORDS:** intersection; traffic flows; Ludbreg; simulation; Vissim

# Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u RH.....</b>	<b>3</b>
2.1 Zakon o cestama.....	3
2.2 Pravila projektiranja raskrižja iz stručne literature.....	4
2.2.1 Projektiranje četverokrakog raskrižja u razini.....	4
2.2.2 Projektiranje raskrižja s kružnim tokom prometa.....	8
<b>3. Analiza prostorno – prometne dokumentacije Grada Ludbrega.....</b>	<b>10</b>
3.1 Prostorni plan uređenja Grada Ludbrega.....	11
3.2 Urbanistički plan uređenja Ludbrega .....	12
<b>4. Analiza i kritički osvrt na postojeće stanje vođenja prometnih tokova u gradu Ludbregu .....</b>	<b>18</b>
4.1 Analiza geoprometnog položaja grada Ludbrega.....	18
4.2 Analiza postojeće prometne signalizacije .....	20
4.3 Analiza parkirališnih površina.....	25
4.4 Analiza sigurnosti prometa.....	31
4.5 Analiza raskrižja na području Ludbrega.....	34
4.5.1 Raskrižje Obilaznica – Frankopanska .....	35
4.5.2 Raskrižje Obilaznica – Matije Gupca – Miroslava Krleže .....	38
4.5.3 Raskrižje Obilaznica – Kardinala A. Stepinca – Zona .....	41
4.5.4 Raskrižje Obilaznica – Koprivnička - Zona .....	42
4.5.5 Raskrižje Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže .....	45
<b>5. Analiza podataka o brojanju prometa na području grada Ludbrega u 2015. godini.....</b>	<b>49</b>
5.1 Brojačko mjesto 1: Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna.....	52
5.2 Brojačko mjesto 2: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca.....	56
5.3 Brojačko mjesto 3: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog.....	60

5.4 Brojačko mjesto 4: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička.....	62
5.5 Usporedba dobivenih rezultata brojanja prometa 2010. i 2015. godine .....	66
5.5.1 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 1: Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna ...	67
5.5.2 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 2: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca .....	68
5.5.3 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 3: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog .....	70
5.5.4 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 4: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička .....	71
<b>6. Prijedlog poboljšanja postojećih raskrižja na području grada Ludbrega.....</b>	<b>73</b>
6.1 Raskrižje Obilaznica – Vatroslava Lisinskog – Glavna .....	73
6.2 Raskrižje Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca.....	77
6.3 Raskrižje Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog .....	80
6.4 Raskrižje Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička .....	82
<b>7. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja optimizacije prometnih tokova .....</b>	<b>86</b>
7.1 Simulacija i evaluacija postojećeg stanja raskrižja na području grada Ludbrega.....	87
7.2 Simulacija i evaluacija raskrižja s prijedlozima poboljšanja na području grada Ludbrega.....	89
<b>8. Zaključak .....</b>	<b>92</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>93</b>
<b>Popis slika.....</b>	<b>94</b>
<b>Popis tablica .....</b>	<b>96</b>
<b>Popis grafikona .....</b>	<b>97</b>
<b>Popis priloga .....</b>	<b>98</b>

## 1.Uvod

Raskrižja su mjesta u cestovnoj mreži gdje se povezuju dvije ili više prometnica pri čemu dolazi do spajanja, razdvajanja i preplitanja prometnih tokova. Način izvedbe raskrižja direktno utječe prije svega na sigurnost, a zatim i na udobnost odvijanja prometnog toka. Raskrižja su mjesta u prometnoj mreži s najviše konfliktnih točaka zbog čega se upravo na njima događa najviše prometnih nesreća, i zastoja. Samim time su i najzanimljivija i najčešća područja za ispitivanje prometnih tokova. Kada na nekom raskrižju prometne nesreće postanu učestale, kao i repovi čekanja, potrebno je poduzeti neke mjere kao što su: promjena građevinsko – prometnog rješenja raskrižja, semaforizacija ili izbor drugog tipa raskrižja kako bi se našlo optimalno stanje prometnih tokova u raskrižju.

U ovome radu dat će se pregled te analiza postojećih raskrižja i mogućnosti poboljšanja na području grada Ludbrega s naglaskom na četiri najvažnija raskrižja koja zajedno tvore trasu s najvećim opterećenjem prometnice. Grad Ludbreg smješten je na sjeverozapadu Republike Hrvatske u Varaždinskoj županiji. Naslov diplomskog rada je: **Optimizacija prometnih tokova u raskrižjima na području grada Ludbrega**. Rad je podijeljen u osam cjelina:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u RH
3. Analiza prostorno – prometne dokumentacije Grada Ludbrega
4. Analiza i kritički osvrt na postojeće stanje vođenja prometnih tokova u gradu Ludbregu
5. Analiza podataka o brojanju prometa
6. Prijedlog poboljšanja postojećih raskrižja na području grada Ludbrega
7. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja optimizacije prometnih tokova
8. Zaključak

U prvom dijelu rada dat će se pregled zakonske regulative kod projektiranja raskrižja koja kao službena u Hrvatskoj ne postoje, već se koriste strani pravilnici, ponajviše njemački. Iz tog razloga se većim dijelom tog poglavlja protežu podaci koji su uzeti iz stručne literature, te se ne mogu smatrati zakonskom regulativom. Nakon toga u poglavlju Analiza prostorno – prometne dokumentacije grada Ludbrega daje se pregled postojeće gradske dokumentacije s

naglaskom na Prostorni plan uređenja grada Ludbrega, te nešto više na Urbanistički plan uređenja Ludbrega.

U središnjem dijelu daje se osvrt na analizu postojećeg stanja vođenja prometnih tokova, te kritički osvrt na istu. Analizira se postojeće stanje svih elemenata relevantnih za odvijanje prometnog procesa. Pod tim se podrazumijeva analiza geoprometnog položaja Ludbrega, analiza prometne signalizacije na području grada, analiza parkirališnih površina, analiza sigurnosti odvijanja prometa i najvažnija analiza postojećeg stanja raskrižja na području Ludbrega. U toj analizi su prikazana samo ona najvažnija gradska raskrižja koja nisu obuhvaćena detaljnom analizom u šestom poglavlju. U poglavlju o Brojanju prometa iz 2015. godine tablicama i grafikonima su prikazani podaci dobiveni nakon izvršenog brojanja na četiri najvažnija gradska raskrižja.

Završni dio donosi prijedloge poboljšanja tih četiri najvažnija gradska raskrižja na kojima je izvršeno brojanje prometa. Kod nekih raskrižja novim prometnim rješenjima, a kod nekih izmjenom prometnih tokova. U sedmom poglavlju će se prikazati podaci dobiveni simulacijom i evaluacijom postojećih rješenja i predloženih rješenja u simulacijskom alatu Vissim.



## **2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja raskrižja u RH**

U ovom poglavlju dat će se pregled najvažnije zakonske regulative koja se primjenjuje na području Republike Hrvatske, a vezana je na područje projektiranja raskrižja. Važno je napomenuti da u RH ne postoji službeni zakon ni pravilnik koji uređuje pravila projektiranja, već se primjenjuje njemački pravilnik. Iz tog razloga u većem dijelu su prikazana pravila projektiranja raskrižja koja se nalaze u stručnoj literaturi.

### **2.1 Zakon o cestama**

Javne ceste su javno dobro u vlasništvu Republike Hrvatske, ne mogu se otuđiti od njenog vlasništva, niti se na njima mogu stjecati stvarna prava. Javne ceste razvrstavaju se na temelju mjerila koje donosi Vlada RH uredbom, a Odluku o razvrstavanju javnih cesta donosi ministar pomorstva, prometa i infrastrukture. Raskrižje je prometna površina na kojoj se u istoj razini ili u različitim razinama križaju dvije ili više cesta ili na kojoj se više cesta spaja u širu prometnu površinu.

Za održavanje raskrižja javnih cesta u istoj razini nadležni su:

- Hrvatske ceste d.o.o. za raskrižje državne i županijske, odnosno za raskrižje državne i lokalne ceste
- županijska uprava za ceste koja upravlja županijskom cestom za raskrižje županijske i lokalne ceste

Za održavanje raskrižja javne ceste i nerazvrstane ceste u istoj razini nadležna je pravna osoba koja upravlja javnom cestom. Pravne osobe iz navedenih stavaka obvezne su održavati prometnu površinu raskrižja sa svim dijelovima javne ceste, unutar linija koje povezuju krajnje točke slobodnog profila javne ceste u zoni raskrižja. Odredbe navedenih stavaka se na odgovarajući način primjenjuju i na održavanje svjetlosno – signalnih uređaja postavljenih u raskrižju u istoj razini. Način raspodjele ukupnih troškova održavanja svjetlosno – signalnih uređaja uključujući i električnu energiju, između pravnih osoba koje upravljaju pojedinom cestom u raskrižju, propisuje ministar. [1]

## 2.2 Pravila projektiranja raskrižja iz stručne literature

Kao što je navedeno u Republici Hrvatskoj ne postoji službeni pravilnik ili zakonska regulativa koja služi za projektiranje raskrižja pa ne preostaje ništa drugo nego da se da kratki osvrt na postojeća pravila koja se nalaze u stručnoj literaturi.

### 2.2.1 Projektiranje četverokrakog raskrižja u razini

U ovom potpoglavlju je dat pregled projektiranja četverokrakih raskrižja u razini po koracima prema skripti za izradu seminarskog rada iz kolegija Cestovne prometnice II. Skriptu su napisali doc. dr. sc. Dubravka Hozjan i dr. sc. Luka Novačko, koji su podatke crpili iz stranih izvora i pravilnika, ponajviše iz njemačkih smjernica, te se u nedostatku službene regulative može smatrati jednom od rijetkih stručnih literatura koja daje pravila i smjernice za projektiranje raskrižja.

Kod projektiranja četverokrakih raskrižja u razini prvobitno je potrebno odrediti kutove  $\alpha$  i  $\beta$ , odnosno kutove koje osi s sporednog smjera zatvaraju s osi glavnog pravca. S obzirom na te kutove detaljno je razrađeno oblikovanje tri vrste prometnih otoka:

- oblikovanje otoka oblika kaplje za  $72^\circ \leq \alpha, \beta \leq 108^\circ$
- oblikovanje otoka oblika kaplje za  $\alpha, \beta < 72^\circ$
- oblikovanje otoka oblika kaplje za  $\alpha, \beta > 108^\circ$

Širine prolaznih prometnih trakova i trakova za desno skretanje određuju se prema računskoj brzini  $V_r$  i iznose:

- 2,75m za  $V_r=40\text{km/h}$  i  $V_r=50\text{km/h}$
- 3,00m za  $V_r=60\text{km/h}$  i  $V_r=70\text{km/h}$
- 3,25m za  $V_r=80\text{km/h}$ .

### Oblikovanje trokutastih otoka

Rub trokutastog otoka uz glavni prolazni trak odmiče se za  $a$  od prolaznog prometnog traka prema vrijednostima:  $a \leq 0,5$  m kada je brzina  $\leq 50\text{km/h}$ ,  $a = 0,5$  m kada je brzina  $\leq 70\text{km/h}$ ,  $a = 1,0$  m kada je brzina  $> 70\text{km/h}$ . Širina između trokutastog otoka i otoka oblika kaplje iznosi 6,00 m na najužem mjestu. Polumjer ruba traka za desno skretanje  $R_3$  iznosi 20 m za kutove  $\alpha$  i  $\beta$  od  $72^\circ$ , odnosno 25 m kada su kutovi  $90^\circ$  i  $108^\circ$ . Stranice trokutastog otoka

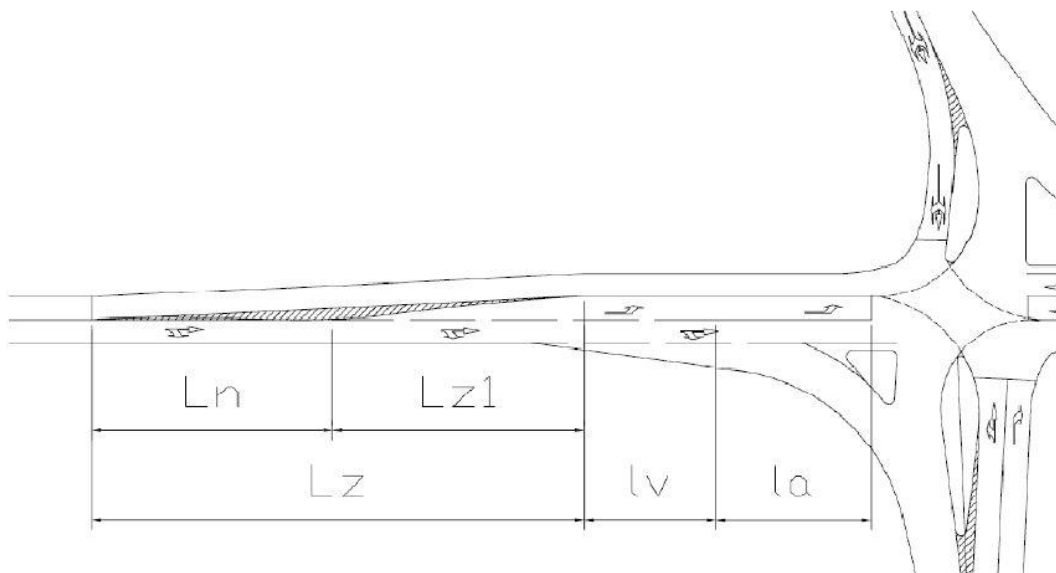
ne trebaju biti kraće od 5 ni dulje od 20 metara, a vrhovi se zaobljavaju kružnicom polumjera  $R = 0,50 \text{ m}$ .

### Oblikovanje trakova za skretanje ulijevo

Početak traka za skretanje ulijevo nalazi se na mjestu dodira kružnice polumjera  $R_2$  i ruba traka za lijevo skretanje ili malo izvučeno. Trak se sastoji od:

- duljine traka za postavljanje vozila  $l_a$
- duljine traka za usporenje vozila  $l_v$
- duljine razvlačenja  $L_z$

Duljina postavljanja  $l_a$  određuje se iz duljine repa čekanja pomnoženom s prosječnom duljinom vozila od 6 metara ( $l_a = Q_{95} \cdot 6,00 \text{ m}$ ). Duljina za usporenje vozila  $l_v$  određuje se iz tablica. Duljina razvlačenja  $L_z$  potrebna zbog vizualnih razloga određuje se iz izraza:  $L_z = V_k \cdot \sqrt{\frac{i}{3}}$ . Duljina  $L_n$  (za širinu otoka 2m) određuje se iz izraza:  $L_n = 0,562 L_z$  i na njezinom kraju širina šrafirane površine treba biti 2,00m. Na duljini  $L_{z1}$  od 30 m obavlja se promjena širine traka. Promjena se u pravilu oblikuje kao S zavoj.



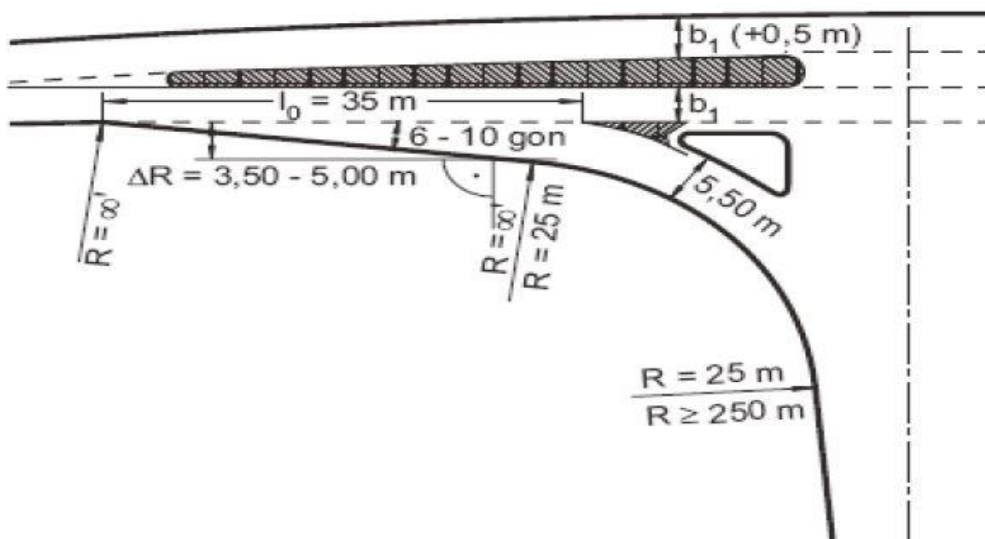
**Slika 1.** Oblikovanje traka za lijevo skretanje

*Izvor: Hozjan, D. i Novačko, L. Cestovne prometnice II: interna skripta za izradbu seminarskog rada, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2009.*

## Oblikovanje trakova za skretanje udesno

Početak trakova za skretanje ulijevo i udesno treba se nalaziti na istom mjestu, dakle početak kraćeg traka treba prilagoditi početku duljeg traka za skretanje bez obzira na određene vrijednosti duljina. Na duljinu promjene širine traka  $L_{z1}$  od 30 m, nadodaje se duljina za usporenje vozila  $l_v$ , a ostatak duljine traka za desno skretanje se prilagođava duljini traka za lijevo skretanje. Širine trakova za desno izdvajanje mogu biti 0,25 m uže od prolaznih trakova, ali ne uže od 3,00 m.

Ako ne postoji poseban trak za desno skretanje iz glavnog u sporedni smjer treba najprije odrediti središte kružnice polumjera prema tablici ( $R_3$  iznosi 20 m za kutove  $\alpha$  i  $\beta$  od  $72^\circ$ , odnosno 25 m kada su kutovi  $90^\circ$  i  $108^\circ$ ) tako da kružnica dodiruje paralelu s rubom prolaznog prometnog traka na udaljenosti  $\Delta R = 3,50$  m. Otprilike od sredine najdulje stranice trokutastog otoka povući koncentričnu kružnicu do presjecišta s rubom prolaznog traka glavnog smjera, te od te točke odmjeriti dužinu  $l_0 = 35$  m. Iz tako određene točke povući pravac koji dodiruje kružnicu (slika 2.).



**Slika 2.** Oblikovanje skretanja udesno bez posebnog traka za desno skretanje

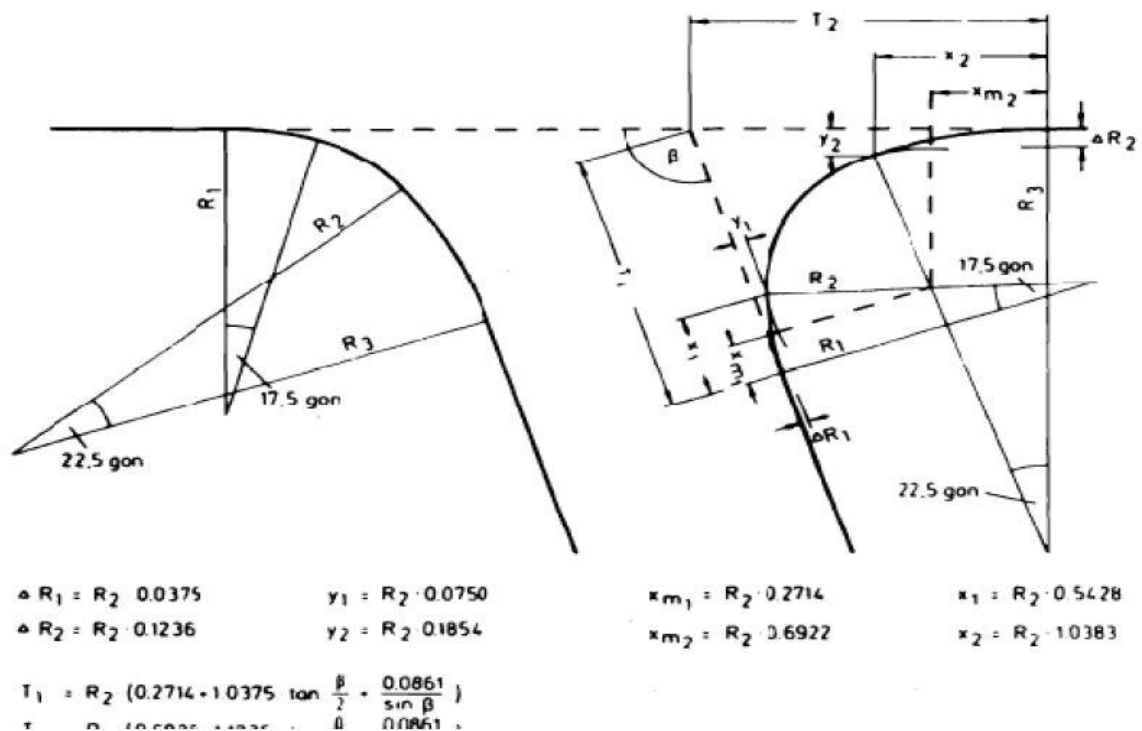
Izvor: Hozjan, D. i Novačko, L. *Cestovne prometnice II: interna skripta za izradbu seminarskog rada, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2009.*

## Oblikovanje rubova kolnika

Za jedan trak iz sporednog privoza treba težiti da bude na što duljem potezu širine 4,5 m, paralelan rubu kaplje, odnosno šrafirane površine. Za dva prometna traka iz sporednog privoza širina trakova iznosi  $2 \times 3,25\text{m}$ , a desni trak se dodaje na rub lijevog proširenjem na duljini od 30m. Sporedni krak potrebno je u području čvorišta proširiti kako bi se mogla smjestiti kaplja. Kod oblikovanja rubova kolnika treba se držati sljedećih načela:

- za  $\alpha = 72^\circ - 108^\circ$  proširenje se izvodi zaobljenjem rubova polumjerom  $R \geq 250 \text{ m}$
- za  $\alpha < 72^\circ$  i  $\alpha > 108^\circ$  polumjere treba prilagoditi polumjerima kaplje, odnosno osi sporednog privoza.

Linija ruba traka za desno skretanje iz sporednog u glavni smjer sastoji se iz tri kružna luka čiji su polumjeri u odnosu:  $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$ , a polumjer  $R_2$  treba odabrati iz literature. Način proračuna za konstantne kutove  $\alpha_1 = 15,75^\circ$  i  $\alpha_3 = 20, 25^\circ$  vidljiv je uz sliku 3. [2]



**Slika 3.** Oblikovanje rubova kolnika pomoću tri kružna luka

*Izvor: Hozjan, D. i Novačko, L. Cestovne prometnice II: interna skripta za izradbu seminarskog rada, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2009.*

## 2.2.2 Projektiranje raskrižja s kružnim tokom prometa

Kod projektiranja kružnih raskrižja potrebno je voditi računa o sljedećim elementima:

1. Osi krakova kružnog raskrižja moraju biti usmjerene prema središtu, te je potrebno izbjegavati rješenja tangencijalnih ili nepravilnih kružnih raskrižja
2. Unutarnji radijus kružnog raskrižja ne bi smio biti manji od 12,00 m za raskrižja na kojima je predviđen promet osobnih i teretnih vozila, odnosno manji od 6,00 m za raskrižja na kojima je predviđeno kretanje većinom osobnih vozila. Ove dimenzije određene su minimalnim unutarnjim radijusom okretanja teretnog i osobnog vozila. Ukoliko se zbog prostornih ograničenja moraju projektirati kružna raskrižja s manjim dimenzijama središnjeg otoka, otok je potrebno građevinski urediti tako da je u iznimnim situacijama moguća vožnja preko otoka (mala razlika visine otoka i kolnika ili postepeno povećavanje visine otoka).
3. Širina kolnika u kružnom dijelu otoka ne bi smjela biti manja od 5,5 m za kružna raskrižja s jednim prometnim trakom, odnosno 8,0 m za kružna raskrižja s dva prometna traka u kružnom dijelu raskrižja. Navedene širine temeljene su na činjenici da vozila na kružnoj putnji imaju znatno širi trag kretanja nego na pravocrtnoj putanji. Ukoliko se zbog prostornih ograničenja moraju projektirati kružna raskrižja s manjim dimenzijama kolnika u raskrižju, otok je potrebno građevinski urediti tako da je u iznimnim situacijama moguća vožnja preko otoka (mala razlika visine otoka i kolnika ili postepeno povećavanje visine otoka).
4. Širina prilaznog prometnog traka raskrižju mora biti najmanje 4,5 m, a najviše 5,5 m ako je na kraku raskrižja samo jedan provozni prometni trak i ako postoji središnji otok. Manja širina se ne bi trebala koristiti kako bi na kolniku bilo moguće organizirati dva prometna traka u iznimnim situacijama (kvar vozila, održavanje prometnice i opreme itd.). Manja širina može se iznimno koristiti uslijed objektivnih prostornih ograničenja specifične mikrolokacije, ali u tom slučaju središnji otok treba građevinski prilagoditi da po njemu bude moguća vožnja u izvanrednim situacijama. Ukoliko nema središnjih otoka mogu se koristiti i prometni trakovi manjih širina. Ukoliko na kraku raskrižja postoje dva privozna traka koriste se prometni trakovi širine 3,00 m ili 3,25 m (iznimno 2,75 m).
5. Širina izlaznog prometnog traka u raskrižju mora biti najmanje 4,5 m, a najviše 5,5 m ako je na kraku raskrižja samo jedan izlazni prometni trak i ako postoji središnji otok. Manja širina ne smije se koristiti jer su na izlaznom prometnom traku vozila još uvijek

u putanji skretanja i zauzimaju znatno više prostora nego kod vožnje u pravcu. Manja širina također se ne smije koristiti iz istih razloga kao i kod prilaza raskrižju. Ukoliko nema središnjih otoka mogu se koristiti i prometni trakovi manjih širina. Ukoliko na kraku raskrižja postoje dva izlazna traka koriste se prometni trakovi širine 3,00 m ili 3,25 m (iznimno 2,75 m) jer veća vozila koja napuštaju raskrižje koriste dva prometna traka, a osobna vozila svako svoj trak.

6. Radijus luka između ruba kraka raskrižja i vanjskog ruba kružnog dijela raskrižja mora biti minimalno 6,0 m ako se na raskrižju predviđa promet osobnih vozila osim u iznimnim situacijama, odnosno 12,0 m ako se na raskrižju predviđa mješoviti promet osobnih i teretnih vozila te autobusa. Na izlazima raskrižja preporučljivo je koristiti i veće radijuse radi lakšeg izlaska vozila iz raskrižja, ali ne prevelike jer veći radijusi omogućavaju razvijanje većih brzina što negativno utječe na sigurnost odvijanja prometa pješaka. Budući da su rješenja gradskih kružnih raskrižja uvijek ovisna o specifičnim prostornim ograničenjima određene mikrolokacije, često je nužno koristiti kombinacije različitih dimenzija prometnih trakova na privozu i odvozu raskrižja, u središnjem dijelu raskrižja te različite dimenzije središnjih otoka i radijusa lukova. Iz tog razloga za svako rješenje gradskog kružnog raskrižja nužno je provesti kontrolu kretanja karakterističnog i najvećeg vozila. Za navedenu kontrolu moguće je koristiti klasične šablone vanjskih gabarita vozila u skretanju ili neku od suvremenih računalnih aplikacija za simulaciju putanje kretanja vozila.
7. Širina razdjelnog otoka mora biti minimalno 2,0 m. Iznimno se može primijeniti širina do najmanje 1,5 m. Ova širina određena je prostorom za postavljanje prometnih znakova te prostorom potrebnim za zadržavanje pješaka s dodatnim pješačkim sredstvima (npr. roditelj s dječjim kolicima, osoba u invalidskim kolicima, pješak koji gura bicikl) te biciklista kod prelaženja kolnika preko pješačkih prijelaza u zoni raskrižja.
8. Pješački prijelaz treba biti izmaknut najmanje 5,0 m od produžetka vanjskog ruba kružnog dijela kolnika u raskrižju. Ovo izmicanje je potrebno kako bi se osigurao prostor za najmanje jedno vozilo koje pri izlasku iz raskrižja čeka prelazak pješaka preko pješačkog prijelaza. Kad bi taj prostor bio kradi od 5,0 metara vozila koja izlaze iz raskrižja bi, dok čekaju prelazak pješaka, priječila prolazak vozila koja dalje nastavljaju kretanje kroz kružni dio raskrižja što može uzrokovati značajno smanjenje propusne modi i razine usluge raskrižja. [3]

### 3. Analiza prostorno – prometne dokumentacije Grada Ludbrega

Geoprometni položaj Ludbrega određen je njegovim smještajem na jugoistoku Varaždinske županije, odnosno u gornjem dijelu Podravine, na glavnom longitudinalnom (subregionalnom) prometnom pravcu D2 (koja se još naziva podravska magistrala) koji povezuje gradsko središte Ludbrega sa županijskim središtem Varaždin, odnosno Koprivnicom. Ludbreg prema popisu stanovništva iz 2011. godine broji 3603 stanovnika, a područje Grada ukupno 8478 stanovnika. Iz aspekta prometnog planiranja važno je napomenuti da Ludbregu gravitiraju i susjedne općine koje su nekada tvorile Zajednicu općina Ludbreg što je ukupno 19775 stanovnika.

Iz Ludbrega vodi 6 cestovnih pravaca. Podravska cesta prema Varaždinu i Koprivnici ima subregionalno značenje. Pravac dolinom Bednje prema Varaždinskim Toplicama i Novom Marofu veže se na cestu Zagreb – Varaždin (regionalno značenje). Pravci subregionalnog značenja su prema Legradu (južnom Međimurju), Prelogu, a nije bez značenja ni pravac prema prikalničkim selima, odnosno Križevcima. [4]



Slika 4. Plan Grada Ludbrega

Izvor: [www.ludbreg.hr](http://www.ludbreg.hr)



U ovome poglavlju će se obraditi prostorno – prometna dokumentacija Grada Ludbrega. Dokumenti koje su obrađeni u ovome poglavlju su Prostorni plan uređenja Grada Ludbrega i Urbanistički plan uređenja Ludbrega. Prostorno – prometna dokumentacija se uređuje Zakonom o prostornom uređenju. On određuje ciljeve, načela i subjekte prostornog uređenja, praćenje stanja u prostoru i području prostornog uređenja, uvjete planiranja prostora, donošenje Strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske, prostorne planove uključujući njihovu izradu i postupak donošenja, provedbu prostornih planova, uređenje građevinskog zemljišta, imovinski instituti uređenja građevinskog zemljišta i nadzor.

Ciljevi prostornog uređenja su:

- ravnomjieran prostorni razvoj usklađen s gospodarskim, društvenim i okolišnim polazištima
- prostorna održivost u odnosu na racionalno korištenje i očuvanje kapaciteta prostora na kopnu, moru i u podmorju u svrhu učinkovite zaštite prostora
- povezivanje teritorija države s europskim sustavima prostornog uređenja
- njegovanje i razvijanje regionalnih prostornih osobitosti
- razumno korištenje i zaštita prirodnih dobara, očuvanje prirode, zaštita okoliša i prevencija od rizika onečišćenja
- dobro organizirana raspodjela i uređenje građevinskog zemljišta
- kvalitetan i human razvoj gradskih i ruralnih naselja
- odgovarajući prometni sustav, osobito javni prijevoz
- kvaliteta, kultura i ljepota prostornog i arhitektonskog oblikovanja
- prostorni uvjeti za razvoj gospodarstva. [5]

### **3.1 Prostorni plan uređenja Grada Ludbrega**

Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine donosi se obvezno za područje grada, odnosno općine. Prostorni plan uređenja grada, odnosno općine određuje:

1. građevinsko područje naselja, izdvojeno građevinsko područje izvan naselja i izdvojeni dio građevinskog područja naselja
2. neizgrađeni dio građevinskog područja naselja, izdvojenog građevinskog područja izvan naselja i izdvojenog dijela građevinskog područja naselja, za koje se ne donosi generalni urbanistički plan te neuređeni dio tih područja

3. dio građevinskog područja naselja, izdvojenog građevinskog područja izvan naselja i izdvojenog dijela građevinskog područja naselja, za koje se ne donosi generalni urbanistički plan, planiran za urbanu preobrazbu i urbanu sanaciju

4. obuhvat generalnog urbanističkog plana

5. obuhvat urbanističkih planova uređenja koji se donose u građevinskom području naselja i izdvojenom građevinskom području izvan naselja koje određuje grad, odnosno općina, a za koje se prema ovom Zakonu ne donosi generalni urbanistički plan

6. koridore infrastrukture značajne za grad, odnosno općinu. [5]

Prvobitni prostorni plan uređenja Grada Ludbrega je donesen 2008. godine te je van snage, a izmjene i dopune plana su napravljene 2015. godine. Neki od najvažnijih ciljeva prostornog razvoja i uređenja koji su u bliskoj vezi s prometnom dokumentacijom su:

- analiza svih sustava infrastrukture
- usklađenje definicija propisanih zakona u vezi prometnih površina, priključenja građevnih čestica i profila ulica
- analiza građevinskih područja
- analiza demografskih promjena
- usklađenje s prostornim planom Varaždinske županije

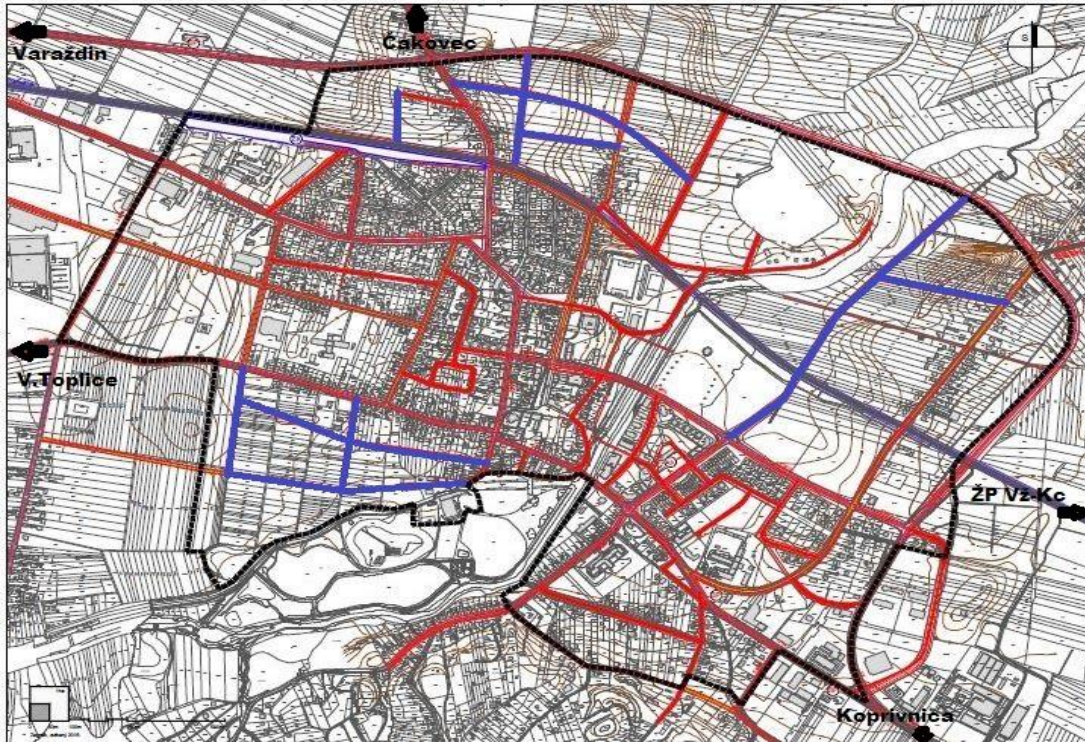
### **3.2 Urbanistički plan uređenja Ludbrega**

Urbanistički plan uređenja donosi se obvezno za neuređene dijelove građevinskog područja i za izgrađene dijelove tih područja planiranih za urbanu preobrazbu ili urbanu sanaciju. Urbanistički plan uređenja propisuje uvjete provedbe svih zahvata u prostoru unutar svog obuhvata. Urbanistički plan uređenja, uz ostale propisane dijelove, obvezno sadrži:

- detaljnu podjelu područja na posebne prostorne cjeline s obzirom na njihovu namjenu
- prikaz građevnih čestica namijenjenih za građenje, odnosno uređenje površina javne namjene i
- druge detaljne uvjete korištenja i uređenja prostora te građenja građevina. [5]

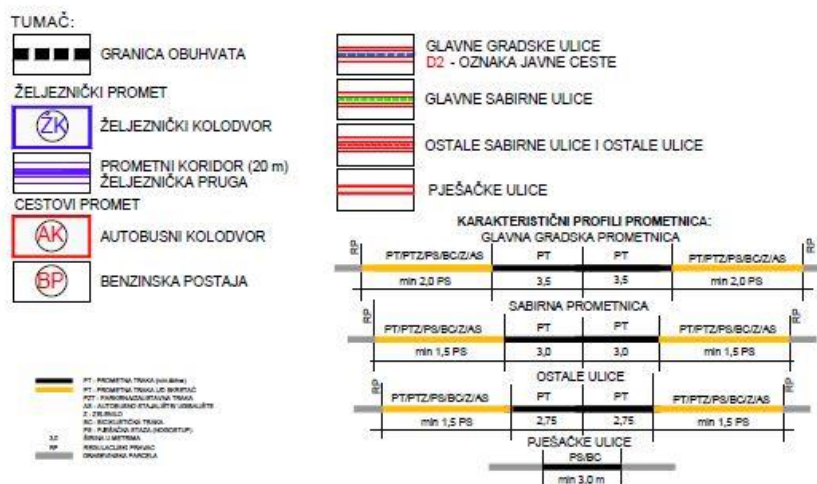
Prvobitni urbanistički plan uređenja Ludbrega je izrađen daleke 1977. godine kao Generalni urbanistički plan (GUP), te je više puta nadopunjavao kroz izmjene i dopune (1986., 1990., 1993., i 2003. godine). Urbanistički plan uređenja koji je danas na snazi je

izrađen 28. srpnja 2011. godine. Nakon dosadašnjeg provođenja UPU-a (urbanistički plan uređenja) utvrđeno je da je potrebna korekcija određenih dijelova UPU-a radi jednostavnijeg i lakšeg provođenja plana, te su 2015. godine napravljene izmjene i dopune plana. Urbanističkim planom uređenja Ludbrega obuhvaćeno je područje površine cca 298,0 ha.



**Slika 5.** Urbanistički plan uređenja – Planirana prometna i ulična mreža

*Izvor: Urbanistički plan uređenja Ludbrega*



**Slika 6.** Legenda prometne i ulične mreže

*Izvor: Urbanistički plan uređenja Ludbrega*

Na slici 5 su prikazane javne prometne površine za cestovni promet to jest prometnice osnovne javne ulične mreže, definirane prometnim koridorima za izgradnju i rekonstrukciju prometnice odnosno definirane osima i profilom prometnice. Unutar koridora prometnice planira se izgradnja/rekonstrukcija prometnica sukladno planom definiranom profilu prometnice (na slici br. 6), što uključuje minimalne standarde za kolni promet (minimalna širina kolnika 7,0 m za glavne gradske, 6,0 m za sabirne i 5,5 za ostale ulice) i adekvatno opremanje nogostupima (minimalno obostrano 1,5 m), te sukladno važećim standardima i propisima opremanje prometnice kako će se definirati projektom prometnice (biciklističke trake, zaustavne trake, parkirališne trake, trake za lijeve i desne skretače, trake za javni prijevoz, autobusna stajališta, ugibališta, signalizacija, zeleni pojas). Osim kako je određeno na slici 6 za osnovnu javnu uličnu mrežu, propisuju se opći uvjeti rekonstrukcije i izgradnje ulične mreže (i za ulice koje nisu posebno naznačene na slici 6 novoplanirane i postojeće):

1. ulice moraju imati najmanju širinu kolnika 5,5 m (za dvije vozne trake); ulica i koja je sukladno posebnom propisu kategorizirana kao javna državna ili županijska cesta, mora imati najmanju širinu kolnika 6,0 m (za dvije vozne trake); ulica sa jednom voznom trakom i to najmanje širine kolnika 4,5 m (za jednosmjerni promet) može se planirati samo iznimno do najviše 200 m dužine
2. slijepa ulica može biti najviše dužine do 100 m; na završetku slijepa ulice potrebno je izvesti okretište koje će svojim tehničkim karakteristikama zadovoljavati uvjetima prometovanja intervencijskim vozilima, te vozilima za odvoz otpada
3. uz kolnik ulice treba predvidjeti uređenje nogostupa za kretanje pješaka u širini ne manjoj od 1,5 m (obostrano)
4. udaljenost regulacijskog pravca od osi prometnica ne može biti manja od 4,0 m; udaljenost regulacijskog pravca od osi ulice koja je javna cesta mora biti najmanje 10,0 m za državnu cestu, 8,0 m za županijsku i 5,0 m za lokalnu cestu
5. izuzetak od navedenog u prethodnim točkama moguć je gdje su elementi postojećih ulica već definirani na način da nije moguće njihovo uređenje kao prethodno navedeno to jest koje se ne mogu rekonstruirati tako da zadovolje kriterije

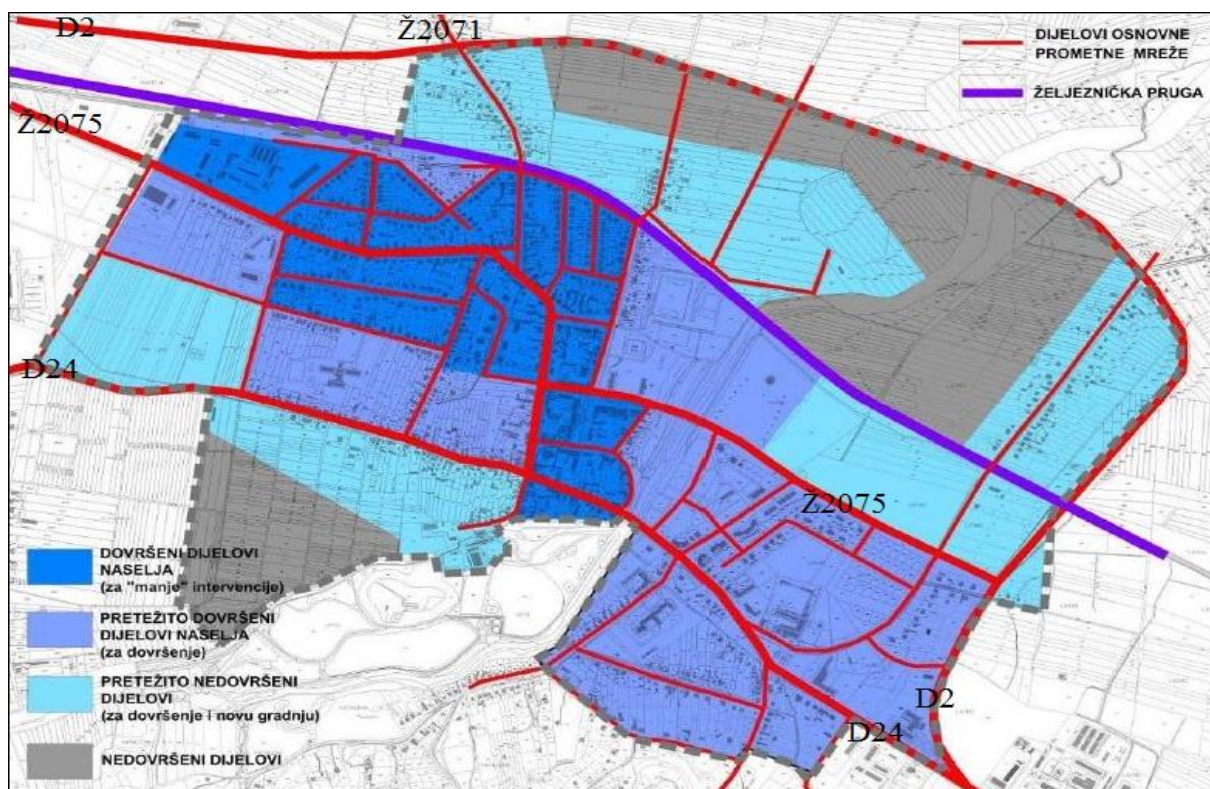
6. sve postojeće ulice koje ne mogu zadovoljiti kriterije iz prethodnih točaka moraju se rekonstruirati sukladno zakonskim standardima (minimalno je da zadovolje uvjetima vatrogasnog puta određenog posebnim propisom).

Javne pješačke i biciklističke staze, mogu se osim u koridorima javnih prometnica, graditi i uređivati i u sklopu drugih površina (površina drugih osnovnih namjena). Površine za kretanje pješaka mogu se graditi i uređivati kao pješačke ulice, putovi, stube, staze, šetnice, pothodnici, nathodnici, prolazi, i moraju biti dovoljne širine ne uže od 1,5 m. Najmanja širina biciklističke staze ili trake za jedan smjer vožnje je 1,0 m, a za dvosmjerni promet 1,60 m. Uzdužni nagib biciklističke staze ili trake u pravilu nije veći od 4 %. Uz sve sadržaje (posebno javne) s većim brojem korisnika (posjetilaca/zaposlenika) treba predvidjeti postavu biciklističkih parkirališta. [6]

Unutar obuhvaćenog područja su ili prolaze dionice kategoriziranih cesta:

- državna cesta D2 Dubrava Križovljanska (R.Slov.) - Varaždin - Virovitica - Osijek - Vukovar
- državna cesta D24 Mokrice – Zabok - Budinščina - N. Marof - V.Toplice - Ludbreg (D2)
- županijska cesta Ž2075 Ludbreg: D2 - D2
- županijska cesta Ž2071 Zamlaka (D2) - Čičkovina - Hrženica - Ludbreg (24)
- Ž2089 Ludbreg (D24) - Apatovec - Križevci
- lokalna cesta L25169 Ludbreg Ž 2075 - Željeznička postaja Ludbreg
- lokalna cesta L25094 Hrženica (Ž2071) - Poljanec - Lud.Vinogradi - Ludbreg - D24.

Navedene prometnice su prikazane na slici 7 kao i ostale prometnice unutar obuhvaćenog područja koje se odnose na nerazvrstane prometnice, te sveukupno čine javnu gradsku uličnu mrežu.



**Slika 7.** Postojeća prometna i ulična mreža

*Izvor: Urbanistički plan uređenja Ludbrega*

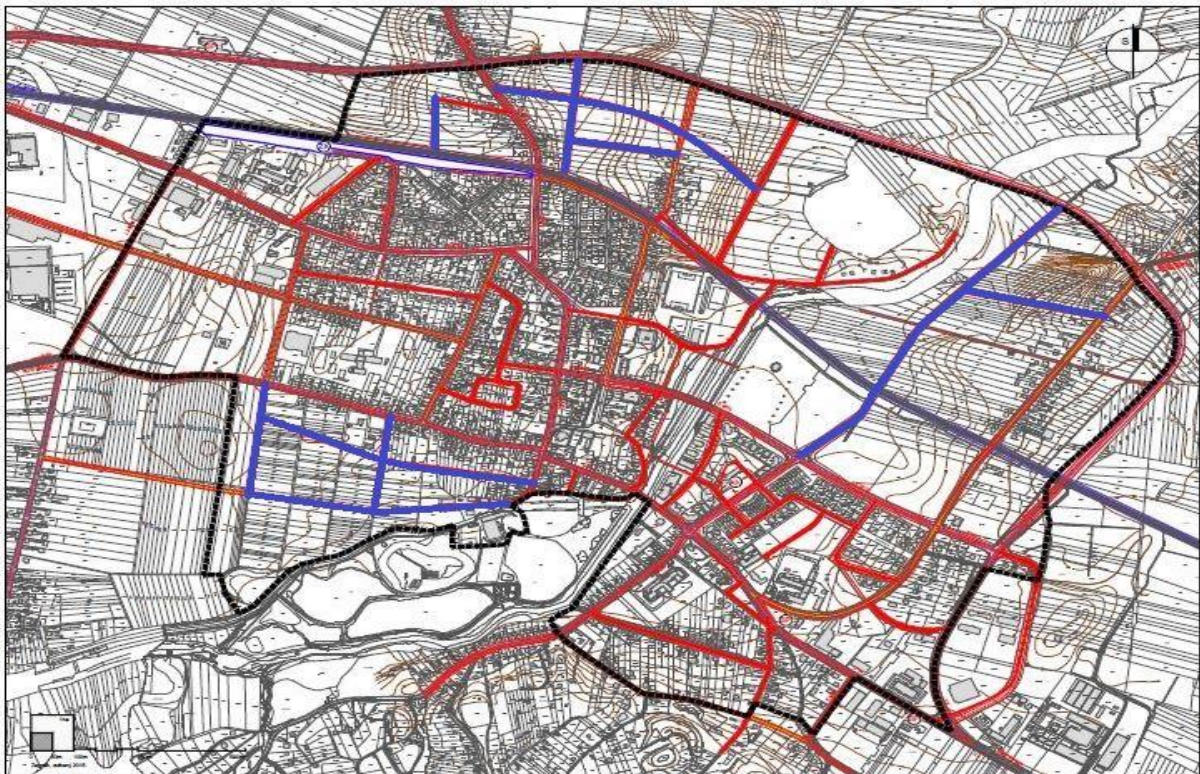
Usporedbom između slika 5 i 7 može se vidjeti postojeća prometna mreža i planirane prometnice koje se nadovezuju na postojeći sustav. Najveća izmjena prometne mreže napravila bi se u istočnom dijelu obuhvaćenog područja gdje bi se napravila trasa između državne ceste D2 – D24 s deniveliranim prijelazom željezničke pruge. Do sada je taj dio bio odsječen jer je bio omeđen državnom cestom D2 na sjeveru i željezničkom prugom na jugu. Tom vezom bi se uspostavila mogućnost širenja građevinskog područja koje je neophodno zbog velikog koeficijenta izgrađenosti u širem centru grada, te nepostojanje mjesta za daljnje širenje. Time bi se dobio još jedan ulaz u grad sa sjeverne obilaznice, a samim time bi se smanjilo vrijeme putovanja do centra, te opterećenja na raskrižjima koja se nalaze na obilaznici.

Postoje i problemi kod izgradnje ove prometnice, a oni su više građevinskog nego prometnog smisla. Najveći problemi su da dio trase prolazi kroz močvarno tlo uz rijeku Bednju, izgradnja deniveliranog prijevoza preko željezničke pruge što znatno povećava

financiranje projekta, te možda i najveći problem spoja na D2 i blizina već postojećeg semaforiziranog raskrižja.

Kao sljedeći glavni gradski pravac određena je i planirana poveznica u smjeru istok – zapad u sjevernom dijelu obuhvaćenog područja. Time bi se povezao prostor sa zapadne strane rijeke Bednje omeđen državnom cestom D2 i željezničkom prugom i omogućilo širenje građevinskog područja. Sljedeća planirana prometnica se nalazi u južnom dijelu obuhvaćenog područja te bi spajala Ž2071 i lokalnu cestu L25098 čime bi se moglo nastaviti širenje grada prema jugu.

Na slici 8 su plavom bojom ucrtane prometnice koje su planirane za izgradnju unutar Urbanističkog plana uređenja Ludbrega. Novoplanirane trase nalaze na izlazima iz Grada čime se nastoji proširiti gradsko područje da li u svrhu stambenih ili industrijskih zona.



**Slika 8.** Planirana izgradnja prometnica (plavo – planirane prometnice)

*Izvor: Urbanistički plan uređenja Ludbrega*

## **4. Analiza i kritički osvrt na postojeće stanje vođenja prometnih tokova u gradu Ludbregu**

Analiza postojećeg stanja je analiza svih elemenata koji utječu na odvijanje prometnog procesa na širem području raskrižja te daje uvid na stvarno trenutno stanje na raskrižju. Analiza postojeće situacije nekog zatvorenog prometnog sustava bitna je kako bi se dobio uvid u stvarno trenutno stanje na prometnicama, neovisno o tome obavlja li se samo korekcija postojećeg sustava ili se planiraju neki veći investicijski zahvati.

Analiza postojećeg stanja raskrižja obuhvaća:

- analizu geoprometnog položaja grada Ludbrega
- analizu postojećih prometnih tokova
- analizu postojeće infrastrukture cestovnog prometa na raskrižjima
- analizu postojeće regulacije i organizacije prometa na raskrižjima
- analizu sigurnosti odvijanja prometa i
- analizu prometne infrastrukture u prostorno planskoj dokumentaciji

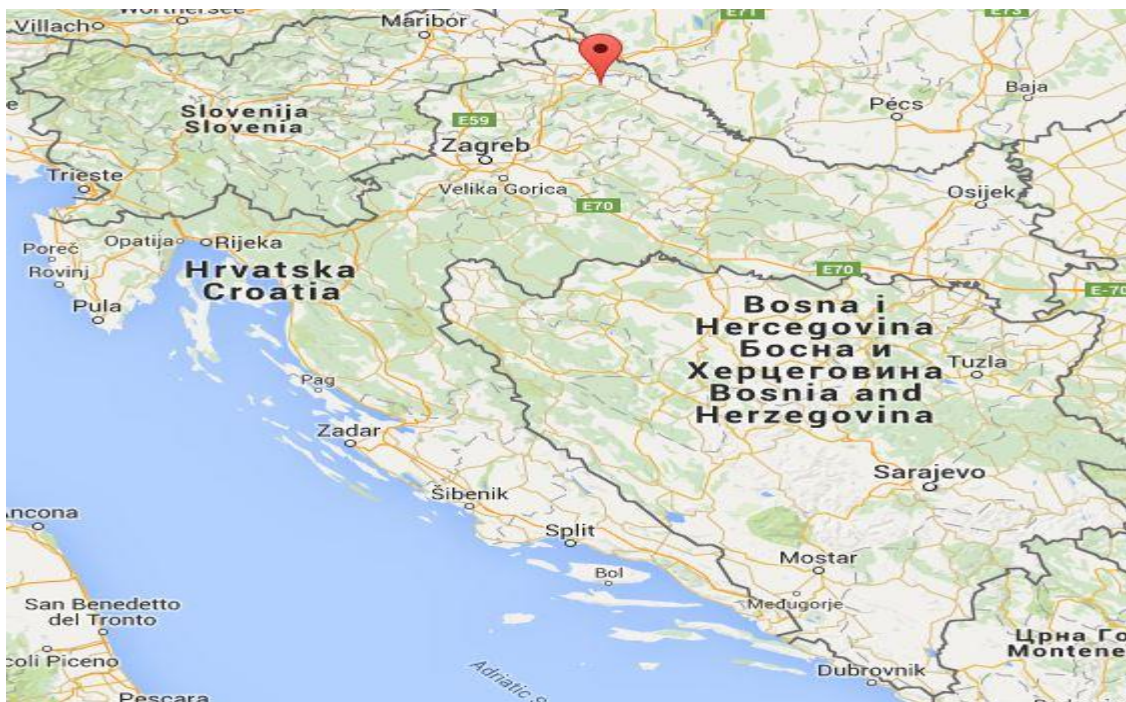
U ovome poglavlju će se također dati analiza geoprometnog položaja grada Ludbrega, analiza vertikalne i horizontalne signalizacije na području grada, analiza parkirališnih površina, analiza sigurnosti odvijanja prometa, te najvažnije područje u ovom radu, analiza postojećeg stanja najvažnijih raskrižja na području Ludbrega.

### **4.1 Analiza geoprometnog položaja grada Ludbrega**

Grad Ludbreg smješten je na sjeverozapadu Hrvatske u istočnom dijelu Varaždinske županije. Na svom istočnom i južnom dijelu graniči s Koprivničko-križevačkom županijom, na sjeveru s Općinom Sv. Đurđ, s istočne strane Općinom Mali Bukovec, Općinom Veliki Bukovec, a sa zapadne strane s Općinom Donji Martijanec. Područje Grada Ludbrega obuhvaća prostor površine 68,26 km<sup>2</sup> što iznosi 5,1% od ukupnog područja Županije.

Područjem Grada Ludbrega u smjeru istok – zapad prolazi jedan od glavnih državnih cestovnih pravaca tzv. podravska magistrala (državna cesta D2) koja povezuje gradsko središte Ludbreg sa županijskim središtem Varaždinom, preko ptujsko – mariborskog područja prema Beču kao važnom prometnom čvorištu ovog dijela Europe. Na istočnoj strani taj pravac povezuje ludbrešku regiju preko Koprivnice sa srednjom i donjom Podravinom. Na podravsku cestu se nadovezuje mreža državnih, županijskih i lokalnih cesta.





**Slika 9.** Položaj Ludbrega u Republici Hrvatskoj

*Izvor: www.google.hr/maps*

Ovim prostorom položena je željeznička pruga Varaždin – Ludbreg – Koprivnica, kojom se promet redovito odvija i koja ulazi u red značajnih pruga za ovo područje (Podravski prometni pravac). Na ovom pravcu dnevno prometuje desetak vlakova. Ovu liniju koriste prvenstveno učenici – putnici, koji putuju svakodnevno u školu i iz škole u Varaždin i Koprivnicu, odnosno radnici koji žive u Ludbregu i rade u Varaždinu ili Koprivnici ili obrnuto. Cestovnim motornim vozilima u Ludbreg se može stići na nekoliko načina:

- **Iz smjera Zagreba (jug):** autocestom A4 preko izlaza „Ludbreg“ državnom cestom D2 ili preko izlaza „Varaždinske Toplice“ državnom cestom D24
- **Iz smjera Varaždin (zapad):** državnom cestom D2
- **Iz smjera Slovenije ili Čakovca (sjever):** autocestom A4 preko izlaza „Ludbreg“ državnom cestom D2 ili preko izlaza „Čakovec“ državnom cestom D20 preko Preloga i Svetog Đurđa
- **Iz smjera Koprivnice (jug):** državnom cestom D2

Vrlo važan segment razvoja svakog grada je i blizina autoceste. Autocesta utječe na razvoj prometnog sustava, ali je i vrlo važan čimbenik kod gospodarskog razvoja. Omogućuje otvaranje novih gospodarskih zona jer danas većina investitora zahtjeva blizinu priključka na

autocestu zbog što jednostavnijeg transporta robe. Do Ludbrega se od autoceste A4 može doći preko izlaza „Ludbreg“ državnom cestom D2 ili preko izlaza „Varaždinske toplice“ državnom cestom D24. Od izlaza „Ludbreg“ do centra grada ima oko 12 kilometara, dok od izlaza „Varaždinske toplice“ ima blizu 20 kilometara. Razmak između priključaka na autocestu iznosi 13,5 kilometara. [7]



**Slika 10.** Povezanost Ludbrega s autocestom A4

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

Prema tim prikazanim podacima, može se zaključiti da je Ludbreg dobro povezan s postojećom trasom autoceste, do koje se može doći na dva, približno jednako brza prilaza.

## 4.2 Analiza postojeće prometne signalizacije

Prometni znakovi, signalizacija i oprema na cesti bitan su čimbenik za sigurno i učinkovito odvijanje prometa. U Hrvatskoj se prometna signalizacija definira Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. U pravilniku su među ostalim definirani izgled, dimenzije, te mjesto postavljanja navedenih elemenata na svim kategorijama cesta u državi. Vertikalna signalizacija se dijeli na:

- prometni znakovi
- putokazne ploče
- konzole i portali
- promjenjiva (dinamička) signalizacija
- turistička signalizacija

Analizom vertikalne prometne signalizacije utvrđeno je da gotovo sva vertikalna signalizacija na području grada Ludbrega nije u skladu s važećim Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Većina znakova je dotrajala, izrađena i postavljena u skladu s propisima koji više ne vrijede, a veliki broj znakova je uništen. U Ludbregu se nalaze 52 ulice od kojih u samo dvije ulice nema vertikalne signalizacije.

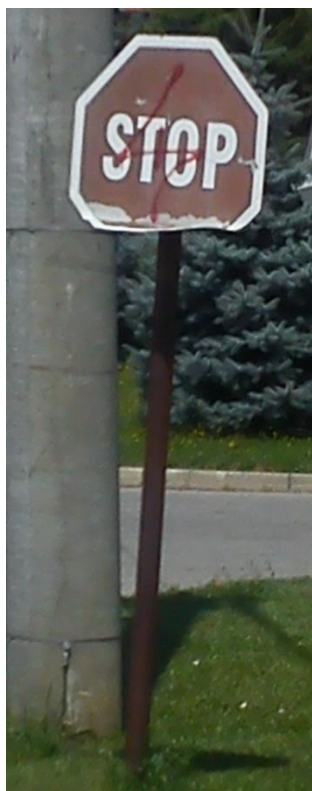
**Tablica 1.** Popis broja prometnih znakova u gradu Ludbregu po ulicama

Redni br:	Ime ulice:	Br. znakova:	Redni br:	Ime ulice:	Br. znakova:
1	Koprivnička	25	27	Ljudevita Gaja	30
2	Miroslava Krleže	17	28	Kalnička	2
3	Rudolfa Fizira	6	29	Frana Galovića	2
4	K. Alojzija Stepinca	17	30	Sajmišna	3
5	Dr. Franje Tuđmana	6	31	Bednjanska	1
6	Ivane B. Mažuranić	1	32	Vinogradska	33
7	Tina Ujevića	2	33	Pavleka Miškine	14
8	Marije Winter	3	34	Bože Hlasteca	7
9	Kratka	10	35	Lovački put	4
10	Kardinala F.Kuharića	14	36	Rapska ulica	0
11	Viktora Fizira	3	37	Fausta Vrančića	2
12	Zagrebačka	2	38	Gospodarska	19
13	Varaždinska	2	39	Nikole Tesle	2
14	Braće Radića	5	40	Marulićeva	2
15	A.G. Matoša	2	41	Preradovičeva	1

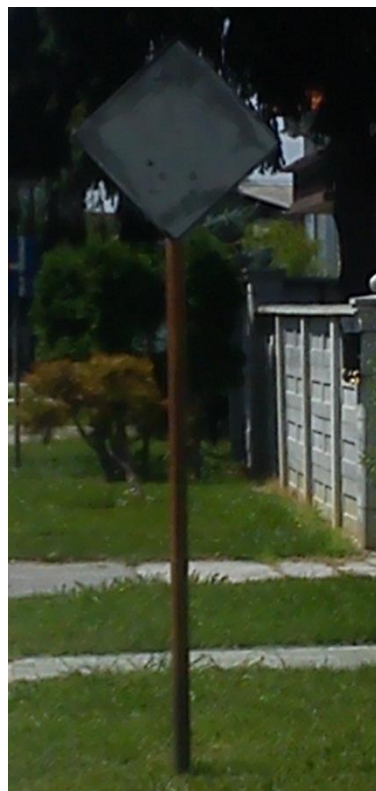
16	Vatroslava Lisinkog	15	42	Matije Gupca	12
17	Preloška	1	43	Ivana Gundulića	10
18	Kolodvorska	1	44	J. J. Strossmayera	1
19	Petra Krešimira	10	45	Mladena Kerstnera	1
20	Andrije Kačića Miošića	13	46	Antuna Starčevića	2
21	Antuna Mihanovića	2	47	Antuna Nemčića	1
22	Augusta Šenoae	8	48	Trg Slobode	5
23	Vladimira Nazora	9	49	Petra Zrinskog	41
24	Školska	0	50	Frankopanska	31
25	Branitelja Domovinskog rata	3	51	Frankopanska - Gajeva	6
26	Zagorska	9	52	Bana Jelačića	14

Iz tih razloga predlaže se uklanjanje svih postojećih znakova koji nisu u skladu s važećim Pravilnikom te postavljanje novih. Od ukupnog broja prometnih znakova na ulicama grada kojih je 431 njih 28 je teže oštećeno, dok velika većina je dotrajala i ne zadovoljava sve uvjete zadane Pravilnikom. Postoje i prometni znakovi kod kojih nije potrebna zamjena već samo premještanje na drugu poziciju radi toga što prometni znak nije vidljiv iz perspektive vozača jer je zaklonjen krošnjom drveta.

Situacija bi se najbolje vidjela ako bi grad podijelili na „kvartove“ iz čega se može zaključiti da je kvaliteta vertikalne prometne signalizacije različita u pojedinim dijelovima grada. U djelu grada oko željezničkog kolodvora je loše stanje prometnih znakova te je potrebna zamjena ili obnova gotovo svakog znaka. U centru grada i takozvanom „novom kvartu“ je mali broj znakova kojima je potrebna obnova ili zamjena što znači da je u tim dijelovima održavanje redovito. Na slikama 11 i 12 su prikazani vertikalni znakovi koji su uništeni i dotrajali te je potrebno postavljanje novih.



**Slika 11.** Uništen prometni znak



**Slika 12.** Neprepoznatljiv prometni znak



**Grafikon 1.** Broj znakova na ulicama Ludbrega

Iz grafikona 1 je vidljivo da je znak koji se najviše koristi znak „Obaveznog zaustavljanja“ što je i normalno zbog velikog broja priključaka na glavne ulice tj. zbog

velikog broja ulica na relativno malenom prostoru na kojem je smješten Ludbreg. Drugi najbrojniji prometni znak je „Obilježen pješački prijelaz“ dok je treći znak po brojnosti znak „Parkirališta“. Slijede znakovi kojih je znatno manje od prethodno nabrojanih, ali ih je više od nekog prosječnog broja ostalih znakova. To su znakovi „Obaveznog obilaženja s desne strane“, „Raskrižje s cestom s prednošću prolaska“ i „Zabrana zaustavljanja i parkiranja“.

Horizontalna signalizacija se dijeli na:

- uzdužne oznake na kolniku - pune, isprekidane i dvostruke crte
- poprečne oznake na kolniku – crte zaustavljanja, crte za obilježavanje prednosti prolaza, kosnici, graničnici, pješački prijelazi, prijelazi biciklističke staze preko kolnika
- ostale oznake – strelice, polja za usmjerivanje prometa, crte usmjerivanja, natpisi, označavanje površina za posebne namjene, parkirališta
- obilježavanje sportskih terena na asfaltu – atletska staza, igralište za košarku, rukomet, odbojku i tenis

Analizom horizontalne prometne signalizacije utvrđeno je da na većini lokacija izvedena u skladu s važećim Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Ipak, za uže područje Ludbrega zbog izbljedjelosti signalizacije, predlaže se iscertavanje nove horizontalne signalizacije što podrazumijeva iscertavanje novih rubnih crta kolnika, novih pješačkih prijelaza, površina na kojima je zabranjeno zaustavljanje i parkiranje, novih polja za usmjeravanje prometa, strelica za označavanje obaveznih smjerova itd. Nove oznake potrebno je izvesti u skladu s važećim propisima, pravilnicima i pravilima struke.

Problem postoji i kod iscertanih parkirališnih mjesta, koja u većem dijelu zone nemaju odijeljen prostor od kolničke trake, što ostavlja dojam nesigurnosti prvenstveno za vozače.

Horizontalna signalizacija najviše ovisi o obnavljanju cesta, odnosno rijetko kada se ona obnavlja kada izbljedi već onda kada se prilazi obnovi cjelokupnog kolničkog zastora, tako je primjer i u Ludbregu gdje je horizontalna signalizacija najbolje izvedena u ulicama u kojima je nedavno obnovljen asfaltni zastor. Situacija bi se najbolje vidjela ako bi grad podijelili na „kvartove“ iz čega se može zaključiti da je kvaliteta horizontalne prometne signalizacije različita u pojedinim dijelovima grada. Tako primjerice takozvani „novi kvart“ koji bi sadržavao sljedeće ulice: Marije Winter, Tina Ujevića, Dr. Franje Tuđmana, Ivane

Brlić Mažuranić i Lovački put nije redovito održavan te se uzdužne oznake na kolniku slabije vide.

Dio grada oko željezničkog kolodvora u koji se mogu svrstati ulice Antuna Nemčića, Antuna Starčevića, Mladena Kerstnera, J. J. Štrosmajera, A. G. Matoša, Zagrebačka, Kolodvorska, Varaždinska, Braće Radića i Viktora Fizira nije redovito održavan i ceste su u lošem stanju, a samim tim je i horizontalna signalizacija u lošem stanju. U centru grada je većina cesta obnovljena te je horizontalna signalizacija u dobrome stanju. Ulica u kojoj postoje najviše problema s horizontalnim oznakama i gdje je potrebna potpuna rekonstrukcija oznaka i kolnika je Ulica Miroslava Krleže.

### **4.3 Analiza parkirališnih površina**

S obzirom na veliki porast prometa u gradovima, potrebno je prometnice osloboditi od parkiranih vozila, tako da otpori vožnje za tekući promet budu što manji. Radi toga je potrebno planirati i formirati odgovarajuće površine za parkiranje vozila, na način da čine sastavni dio grada, tj. da su skladno i funkcionalno uklopljene u urbano tkivo i dobro povezani s cestovnom mrežom.

Kako bi se kvalitetno ocijenio postojeći sustav parkiranja te mogle dati ispravne smjernice za njegov razvoj, potrebno je provesti detaljnu analizu sustava parkiranja na gradskom području.

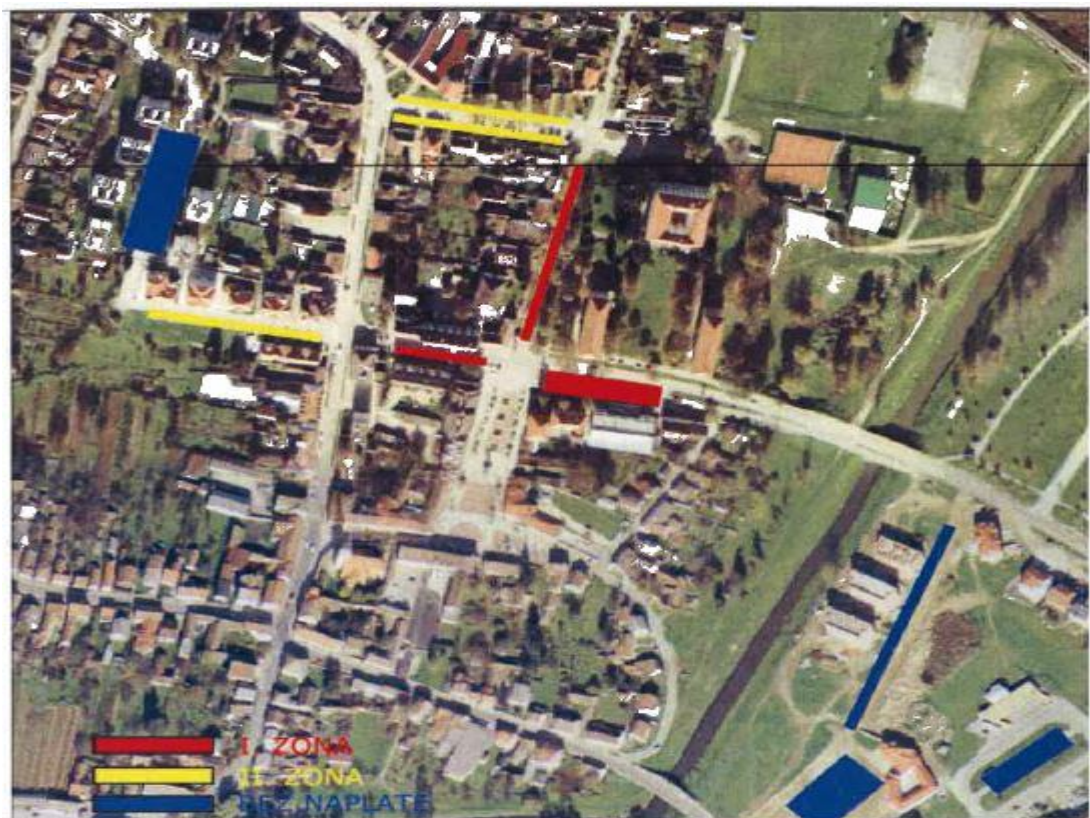
Stoga se analizira sljedeće:

- položaj uličnih i zasebnih parkirališnih površina
- broj parkirališnih mjesta
- zone naplate
- popunjenost parkirališnih površina
- tarifni modeli naplate parkiranja
- parkirna politika gradske uprave. [7]

Prometne površine za parkiranje su potrebne na mjestima kao što su trgovačke četvrti, stadioni, kazališta, blizina autobusnog i željezničkog kolodvora, tržnice, javne ustanove itd., gdje se povremeno skuplja veliki broj vozila. Pod prometom koji se kreće podrazumijeva se:

- zaustavljanje za ulaz i izlaz iz vozila ili utovar i istovar robe tj., zaustavljanje na kraće vrijeme
- parkiranje na kraće ili dulje vrijeme uz rub kolnika ili na parkiralištu unutar ili izvan uličnog prostora
- ostavljanje vozila na površinama koje nisu javne (privatne garaže, posebna mjesta za stanare itd.) [7]

Parkirališta su svrstana prema postojećim kategorijama u naplatnom sustavu na cestovnoj mreži grada. Naplata parkiranja se vrši radnim danom (od ponedjeljka do petka) od 7 – 17 h, subotom od 7 – 13 h, dok nedjeljom nema naplate. Na slici 13 crvenom bojom su prikazana parkirna mjesta prve zone koja se nalaze oko Trga Svetog Trojstva, odnosno samog centra. U širem centru žutom bojom su prikazana parkirna mjesta druge zone, a plavom bojom su prikazane parkirne zone bez naplate.



**Slika 13.** Parkirališna mjesta u Ludbregu

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*



Koncesionar sustava naplate parkirališta je varaždinsko poduzeće Crtorad. U tablici 2 je prikazan broj parkirališnih mjesta po lokacijama u Ludbregu. Broj parkirališnih mjesta prikazan je kao zaseban broj normalnih i invalidskih mjesta. Vidi se da broj parkirališnih mjesta koje su pod naplatom iznosi 174 uz 8 invalidskih parkirališnih mjesta. Najveći broj parkirališnih mjesta nalazi se u zoni bez naplate, te iznosi 449 mjesta. Ukupan broj javnih parkirališnih mjesta u Ludbregu je 627. Iz tablice 2 vidi se i da su parkirališta u zoni bez naplate znatno veća od onih u prve dvije zone, a razlog tome je što se nalaze izvan centra grada.

**Tablica 2.** Broj parkirališnih mjesta u Ludbregu

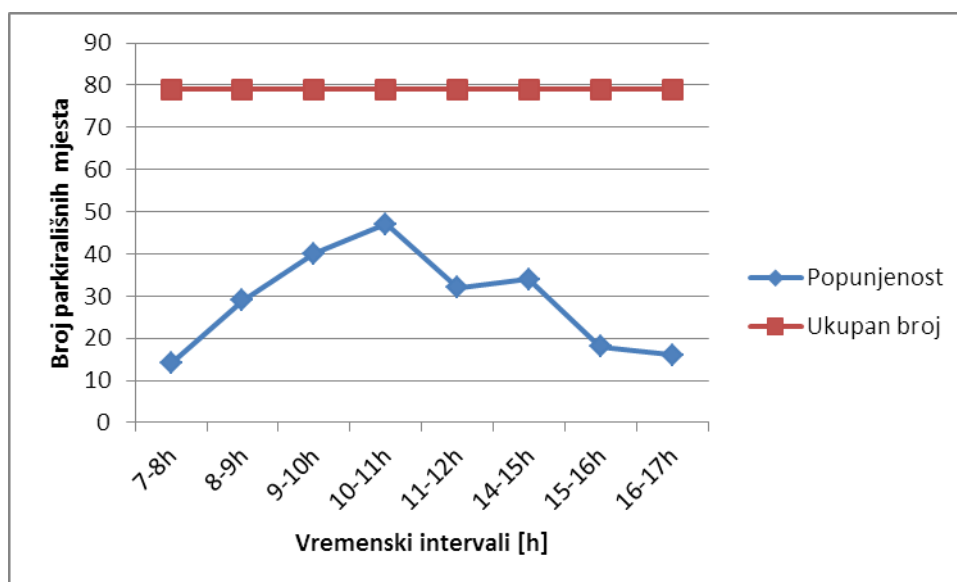
Zona:	Lokacija:	Br. parkirališnih mjesta:	Ukupan broj:
I zona	Kod pošte	31+2	75+4
	M. Gupca	18	
	Gundulićeva	25+2	
II zona	V. Nazora	33+2	96+4
	Trg Slobode	63+2	
Bez naplate	AK	44+2	440+9
	Tržnica	91+2	
	F. Kuharića	72+2	
	A. Šenoe	94	
	M. Winter	38	
	P. Krešimira	35	
	V. Lisinskog	57+3	
	T. Ujevića	9	

Institut prometa i veza je 2010. godine u sklopu „Analize dosadašnjeg prometnog razvitka, brojenje i prognoza prometa u gradu Ludbregu“ ustanovio stupanj popunjenosti parkirališnih mjesta i prosječna vremena zadržavanja.

**Tablica 3.** Prikaz zaposjednutosti parkirališnih mjesta pod naplatom u 1. zoni 2010. godine

I ZONA	Kod pošte	M. Gupca	Gundulićeva	Ukupno	%
	32+2	18	25+2	75+4	
7-8h	3	5	6	14	19
8-9h	11	10	8	29	39
9-10h	17+1	8	14	39+1	52
10-11h	22+1	6	18	46+1	61
11-12h	13+1	7	11	31+1	41
12-13h	0	0	0	0	0
13-14h	0	0	0	0	0
14-15h	20	6	8	34	45
15-16h	9	4	5	18	24
16-17h	9	4	3	16	21

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*



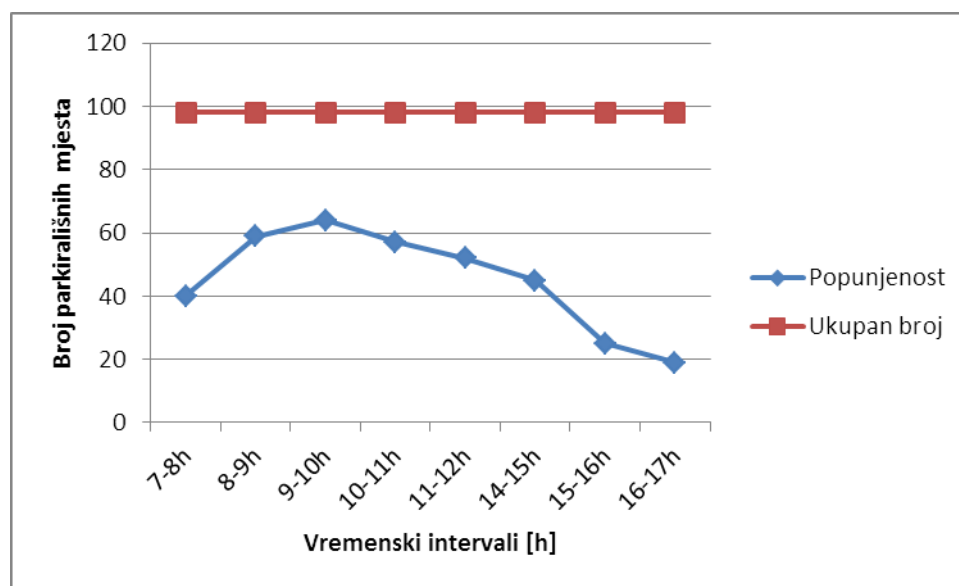
**Grafikon 2.** Prikaz zaposjednutosti parkirališta u 1. zoni po satima u odnosu na ukupan broj parkirališta u toj zoni

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

**Tablica 4.** Prikaz zaposjednutosti parkirališnih mjesta pod naplatom u 2. zoni 2010. godine

II ZONA	V. Nazora	Trg Slobode	Ukupno	%
	32+1	63+2	95+3	
7-8h	10	30	40	42
8-9h	14	45	59	62
9-10h	11	53	64	67
10-11h	12	45	57	60
11-12h	12	40	52	55
12-13h	0	0	0	0
13-14h	0	0	0	0
14-15h	11	34	45	47
15-16h	10	15	25	26
16-17h	9	10	19	20

Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.



**Grafikon 3.** Prikaz zaposjednutosti parkirališta u 2. zoni po satima u odnosu na ukupan broj parkirališta u toj zoni

Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.

Iako su u tablicama i grafikonima prikazani podaci stari 5 godina, nije došlo do velikih promjena unutar zona naplate parkiranja pa tako se može smatrati da su ti podaci približno jednaki današnjim. Broj parkirališnih mjesta u zoni I jednak je kao što je bio i 2010. godine, 75 uz 4 mjesta za invalide, dok se u zoni II se broj povećao za 2 mjesta, te danas broji 96 uz 4

mjesta za invalide. Iz prikazanih tablica i grafikona može se zaključiti da popunjenost parkirališta pod naplatom rijetko prelazi polovicu kapaciteta (odnosno 50% popunjenosti). Pretežno je to u prijedodnevrim satima između 9 i 11 sati, dok u poslijepodnevrim satima popunjenost parkirališta pod naplatom pada. Taj pad je najznatniji nakon 15 sati kada većini radnih ljudi završava radni dan. Treba napomenuti i da ispitivanja nisu vršena između 12 – 14h.

Kao što se vidi na slici 13 plavom bojom je označena zona bez naplate parkiranja, koja je i najveća s ukupno 449 parkirališnih mjesta. Ta zona se nekad također naplaćivala, od 2011. do 1. siječnja 2014. godine. Parkiralište kod autobusnog kolodvora ima 44 uz 2 mjesta za invalide. Ovo se parkiralište većim dijelom koristi kao „park & ride“, odnosno karakterizira ga dulje zadržavanje parkiranih vozila, radnih ljudi i građana koji koriste autobusni prijevoz do svog cilja i nazad. Ostatak parkirališnih mjesta koristi se kako bi se putnike koji odlaze ili dolaze autobusom dovezlo ili odvezlo. Razlog tome je i velika popunjenost u prijedodnevrim satima, dok se u kasnijim poslijepodnevrim satima popunjenost znatno smanjuje.

Parkiralište kod tržnice ima 93 parkirališnih mjesta i najveće je parkiralište u Gradu. Za razliku od parkirališta na Autobusnom kolodvoru gdje prevladava „park & ride“ sistem, ovo parkiralište odlikuju brze izmjene parkiranih vozila. Tijekom jutarnjih sati, a pogotovo za vrijeme sajma u srijedu popunjenost doseže i do 90%. Slično kao i s ostalim parkiralištima u Ludbregu, u popodnevnim satima popunjenost znatno pada.

Parkirališta u ulicama Augusta Šenoje i Kardinala Franje Kuharića razlikuju se od svih ostalih parkirališta po tome što se nalaze u stambenim zonama. Radi toga se njihova popunjenost povećava u poslijepodnevrim satima, suprotno svim ostalim parkiralištima.

Nakon analize parkirališnih površina grada Ludbrega može se zaključiti da postoji dovoljan broj parkirališnih mjesta. Ludbreg nije površinski velik, te postoji mogućnost parkiranja izvan samog centra u zoni bez naplate i pješaćenje do centra. Tim načinom se i koristi većina građana, pa je to razlog manje zaposjednosti parkirališta (što je prikazano u grafikonima 2 i 3) u zonama I i II gdje se vrši naplata. Postoji i veliki broj parkirališnih mjesta koja se nalaze na neasfaltiranim površinama i izvan su sustava javnih parkirališta, a ona su najčešće i nabolje ispunjena.

Planira se povećanje parkirališnih mjesta u širem centru grada gdje bi sadašnja neasfaltirana parkirališna površina prešla u II zonu naplate, čime bi se broj parkirališnih mjesta pod naplatom povećao za 50-ak. To parkiralište je dosad imalo najveću popunjenost za vrijeme radnog vremena od 7-15h radi blizine centra i nenaplaćivanja. Početkom naplate popunjenost će zasigurno pasti, te će vozači više koristiti parkirališta bez naplate i neoznačena parkirališta.

Ludbreg je poznato hrvatsko svetište gdje se nalazi Svetište Predragocjene Krvi Kristove i u to vrijeme se javlja problem parkiranja zbog velikog broja hodočasnika. U to vrijeme Svete Nedjelje koja traje tjedan dana, prvi tjedan u mjesecu rujnu, broj hodočasnika se penje do sto tisuća. Tada se parkirališna mjesta proširuju na velike travnate površine na sjeveroistočnom ulazu u grad u blizini Svetišta, te se obavlja poseban način naplate koji radi veliki broj studenata i učenika.

Radi tih par dana u godini nije potrebno toliko veliko povećanje parkirališnih mjesta, te današnji broj od 627 mjesta s planiranim povećanjem zone II gdje bi se dobilo dodatnih 50-ak mjesta i ostalim neoznačenim parkirališnim površinama gdje postoji mogućnost parkiranja zadovoljava potrebe grada veličine Ludbrega. Problem koji postoji na gotovo svim parkirališnim površinama je izbljedelost oznaka parkirališnih mjesta što dovodi do teškog raspoznavanja mjesta i broja parkirališnih mjesta.

#### **4.4 Analiza sigurnosti prometa**

Važan čimbenik kod analiza prometnog sustava nekog grada je i analiza sigurnosti odvijanja prometa. Istraživanje problema sigurnosti na cestama je isplativ način sprečavanja prometnih nesreća. Također je bitno i za gospodarski razvoj budući da troškovi prometnih nesreća čine znatan postotak bruto domaćeg proizvoda (BDP-a).

Kako bi se utvrdili kritični elementi prometnog sustava s aspekta sigurnosti odvijanja prometa potrebno je izvršiti detaljnu analizu sigurnosti odvijanja prometa. U tu svrhu analiziraju se sljedeći podaci:

- broj i vrsta prometnih nesreća,
- odnos troškova i koristi za sanaciju opasnih mjesta. [7]

Podaci o broju i vrsti prometnih nesreća prikupljaju se od Ministarstva unutarnjih poslova (MUP) – Policijske uprave/postaje nadležne za odgovarajuće područje. Osnovne

statističke podatke o prometnim nesrećama moguće je pronaći i u Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa koji izdaje MUP za svaku godinu. Bilten je dostupan u digitalnom obliku na internetskim stranicama MUP-a.

U tablici 5 je prikazan broj prometnih nesreća i težine tjelesnih ozljeda u najprometnijim ulicama grada u 2007., 2008. i 2009. godini. Izvor je iz „Analize dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u gradu Ludbregu“, odnosno MUP RH. Iako su podaci zastarjeli, daju nam uvid u približno stanje. Tako se vidi da se broj nesreća kreće od 30-ak do 40 i što je dobar podatak da su tjelesne ozljede većinom lake, broj smrtno stradalih je jedan. Vidi se i da su dvije najkritičnije ulice Bana Jelačića i Petra Zrinskog koje su i glavne gradske prometnice s najvećim prometnim opterećenjem.

**Tablica 5.** Prometne nesreće na opasnim mjestima u Gradu Ludbregu

	2007				2008				2009			
	Materijalna šteta	Smrtno stradalo	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede	Materijalna šteta	Smrtno stradalo	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede	Materijalna šteta	Smrtno stradalo	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede
A. Šenoe	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
A. Mihanovića	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<b>B. Jelačića</b>	<b>1</b>	-	-	<b>1</b>	<b>4</b>	-	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-	-
Frankopanska	7	-	-	1	9	-	-	3	2	-	-	2
K.A. Stepinca	-	-	-	-	2	-	-	1	2	-	-	-
Koprivnička	4	-	-	1	7	-	-	2	6	-	-	2
Lj. Gaja	1	-	-	1	3	-	-	2	3	-	-	-
M. Gupca	4	-	-	1	1	-	-	-	2	-	-	1
M. Krleže	1	-	-	1	2	-	-	-	1	-	-	1
<b>P. Zrinskog</b>	<b>7</b>	-	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	-	-	-	<b>5</b>	<b>1</b>	-	<b>4</b>
R. Fizira	1	-	-	-	4	-	-	1	2	-	1	-
V. Lisinskog	3	-	-	1	3	-	-	1	2	-	-	-
Varaždinska	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Zagorska	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
<b>UKUPNO</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>14</b>

Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.

**Tablica 6.** Prometne nesreće na području Ludbrega

Red.br.	Godina	Ukupno	Materijalna šteta	Poginuli	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede
1.	2012.	29	16	-	-	13
2.	2013.	34	26	-	1	7
3.	2014.	37	23	1	3	10

*Izvor: MUP HR – Policijska postaja Ludbreg*

U tablici 7 su prikazani podaci o broju nesreća i težini tjelesnih ozljeda na području Policijske postaje Ludbreg. Policijsku postaju Ludbreg osim Ludbrega čine i okolne općine Martijanec, Sveti Đurđ, Veliki i Mali Bukovec s ukupno 149,5 km cestovne mreže. Iz tog razloga prikazane podatke ne možemo smatrati relevantnim za samo područje Grada Ludbrega, ali dati podaci mogu prikazati stanje sigurnosti odvijanja prometa na širem gradskom području. U tablici su prikazani podaci za zadnjih šest godina za koje je dostupan Bilten o sigurnosti cestovnog prometa. Vidi se da se broj prometnih nesreća kreće od 95 u 2010. godini do 139 u 2009. godini. Najopasnijim godinama se mogu smatrati 2011. i 2012. zbog četiri smrtno stradala, a najsigurnija godina je bila 2012. kada nije bilo smrtno stradalih.

**Tablica 7.** Broj nesreća i težina tjelesnih ozljeda po podacima MUP-a

Red.br.	Godina	Ukupno	Materijalna šteta	Poginuli	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede
1.	2009.	139	76	3	10	70
2.	2010.	95	47	2	11	41
3.	2011.	112	71	4	11	37
4.	2012.	112	64	0	12	52
5.	2013.	133	87	1	8	51
6.	2014.	118	71	4	5	38

*Izvor: MUP HR – Policijska postaja Ludbreg*

U nastavku je prikazan broj prometnih nesreća na četiri najvažnija raskrižja. Iz navedenih podataka vidi se da broj prometnih nesreća nije velik i da se većinom proizlazi iz njih s materijalnom štetom ili lakim tjelesnim ozljedama. Dobar podatak je i da u tri prikazane godine nije bilo smrtno stradalih. Podaci su dobiveni iz Policijske postaje Ludbreg, te treba napomenuti da su to samo službeni podaci, bez malih prometnih nesreća na kojima je bilo samo materijalne štete i gdje nije bilo izlaska policije na mjesto nesreće.

**Tablica 8.** Prometne nesreće na analiziranim raskrižjima

	2012				2013				2014			
	Materijalna šteta	Smrtno stradali	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede	Materijalna šteta	Smrtno stradali	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede	Materijalna šteta	Smrtno stradali	Teške tjelesne ozljede	Lake tjelesne ozljede
1. Obilaznica-V.Lisinskog-Glavna	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	2	-
2. P.Zrinskog-M.Gupca-V.Nazora	1	-	-	3	2	-	-	-	1	-	1	-
3. P.Zrinskog-V.Lisinskog-Frankopanska	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	1
4. P.Zrinskog-B.Jelačića-Lj.Gaja-Kalnička	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-

Izvor: MUP HR – Policijska postaja Ludbreg

#### 4.5 Analiza raskrižja na području Ludbrega

U ovome potpoglavlju će se dati analiza postojećeg stanja najvažnijih i najprometnijih raskrižja u Ludbregu. U ovom poglavlju neće biti obrađena četiri raskrižja na kojima je izvršeno brojanje prometa (raskrižja označena crvenom bojom na slici 14) jer će se ona obraditi zasebno. Kao što se vidi na slici 14 najvažnija raskrižja se nalaze na gradskoj obilaznici, ukupno pet od devet. Takav raspored najvažnijih raskrižja je i očekivan jer ona predstavljaju ulaze u grad i spajaju okolna mjesta i gospodarske zone na rubovima grada s centrom.



**Slika 14.** Lokacije analiziranih raskrižja ( plava boja)

Izvor: <http://map2010.hak.hr/>



#### 4.5.1 Raskrižje Obilaznica – Frankopanska

Raskrižje Obilaznica – Frankopanska nalazi se na zapadnom ulazu u grad i prvo je raskrižje iz pravca Varaždina. Na slici 14 raskrižje je pod rednim brojem 5. Čini ju spoj s državne ceste D2 na „staru“ cestu kroz Ludbreg, odnosno ulaz u sam grad. Raskrižje je trokrako. Postojeće raskrižje nimalo ne zadovoljava sigurnosne kriterije za odvijanje prometa. Kao što se vidi na slici 15 raskrižje je izrađeno u zavoju u neposrednoj blizini željezničke pruge na kojoj je prijelaz preko pruge s postavljenom brkljom. Razmak između željezničkog prijelaza i početka raskrižja je samo 37 m što predstavlja problem kada je brklja spuštена jer repovi čekanja mogu dosezati do državne ceste D2. Postoji i problem lijevih skretača s istočnog privoza jer prilikom skretanja trebaju uzeti veliki luk. Svi privozi su jednotračni osim istočnog koji ima posebnu traku za lijeve skretače.



**Slika 15.** Raskrižje Obilaznica – Frankopanska

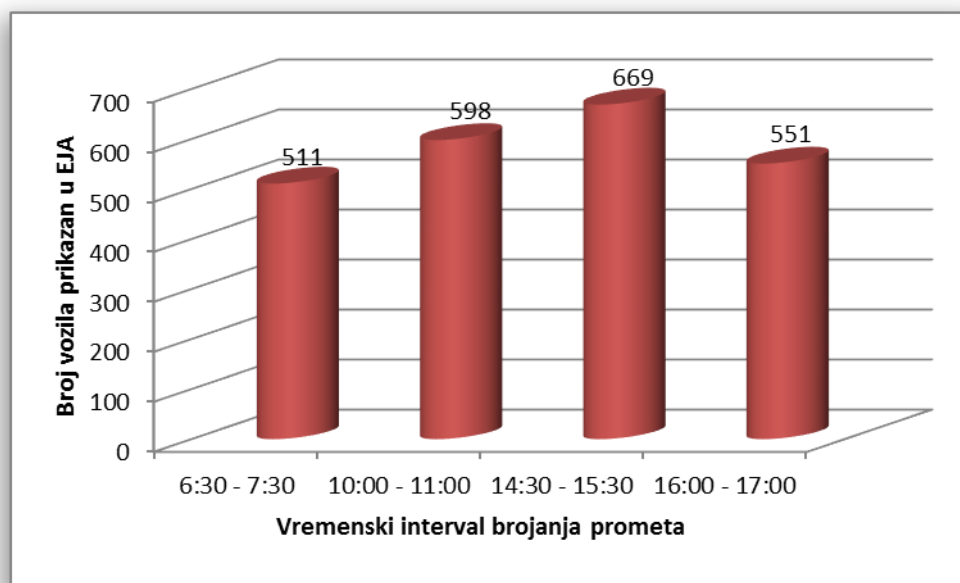
*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Rješenje ovog problematičnog raskrižja moglo bi se naći u izgradnji nadvožnjaka ili podvožnjaka kako bi se izbjegao željezničko – cestovni prijelaz, te premještanje postojećeg dijela trase zapadno kako bi se izbjeglo raskrižje u samome zavoju. Postojao je plan iz 1980.-ih godina, da se nakon izgradnje obilaznice na zapadnoj i istočno strani grada na mjestima gdje se sijeku obilaznica i željeznička pruga izgrade nadvožnjaci. Na istočnoj strani grada

nadvožnjak je izgrađen 1986. godine, a kao što se vidi na zapadnoj strani nije ni 30-ak godina kasnije.

Iz razloga što raskrižja označena plavom bojom na slici 14 nisu u fokusu istraživanja u ovome radu, nije izvršeno brojanje prometa na tim mjestima. S obzirom na podatke o brojanju prometa iz 2010. godine mogu se uzeti ti podaci kako bi se vidjela približna slika kretanja prometnih tokova unutar raskrižja.

Grafikon 4. prikazuje broj vozila prikazan u EJA ( ekvivalent jedinice automobila) u odnosu na vremenske intervale brojanja. Može se vidjeti da najviše vozila kao što je i očekivano ima za vrijeme popodnevnog vršnog sata (14:30h – 15:30h), slijedi prijepodnevni vremenski interval od 10:00h – 11:00h, zatim kasni poslijepodnevni vremenski interval od 16:00h – 17:00h i na kraju odabrani jutarnji vršni sat (6:30h – 7:30h) u izvršenom brojanju prometa.

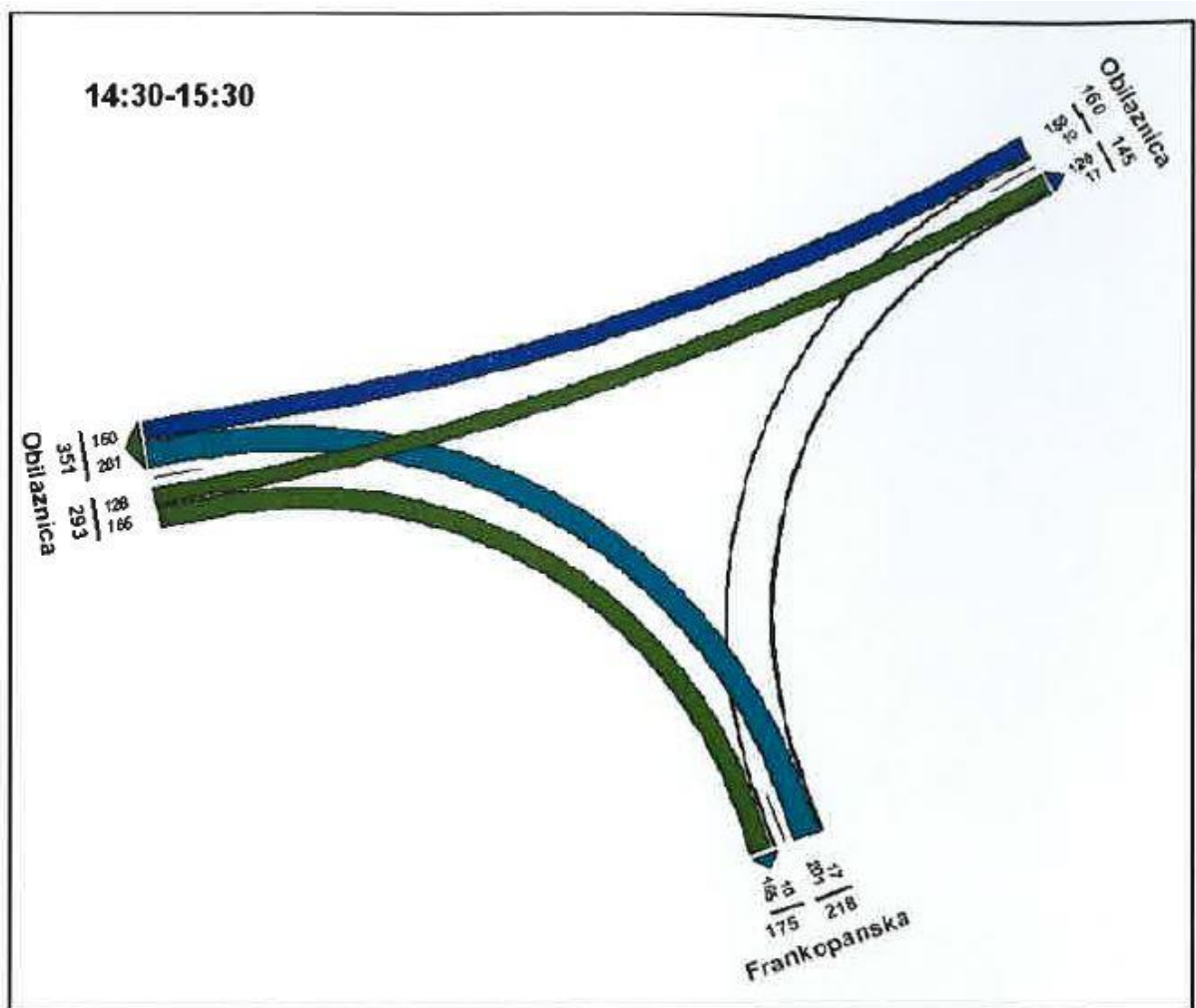


**Grafikon 4.** Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Obilaznica – Frankopanska

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

Na sljedećoj slici je prikazana raspodjela prometnih tokova u vremenskom intervalu od 14:30 – 15:30 na raskrižju Obilaznica – Frankopanska. Uzet je grafički prikaz tokova u najprometnijem promatranom vremenu, što je u ovome slučaju od 14:30 – 15:30 sati. Grafički prikaz prometnih tokova raskrižja daje uvid u opterećenost pojedinih tokova, te olakšava da se

iščitaju podaci iz tablica dobivenih brojanjem prometa. Vidi se da je najveće opterećenja na zapadnom privozu, iz smjera i prema Varaždinu. Tako su opterećenja na ulazima rapodjeljena: zapadni privoz (iz smjera Varaždina) 43,68%, istočni privoz (iz smjera Koprivnice) 23,84% i južni privoz (iz smjera Ludbrega) 32,48%. Opterećenja na izlazima iz raskrižja po privozima se znatno razlikuju: zapadni privoz (u smjeru Varaždina) 52,32%, istočni privoz (u smjeru Koprivnice) 21,08% i južni privoz (u smjeru Ludbrega) 26,60%. Iz prikazanih podataka se može zaključiti da raskrižjem najviše prometuje tranzitni promet koji prolazi ludbreškom obilaznicom, te da raskrižje u većini slučajeva služi kao izlaz iz grada, a ne ulaz.



**Slika 16.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica – Frankopanska

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

#### 4.5.2 Raskrižje Obilaznica – Matije Gupca – Miroslava Krleže

Ovo raskrižje se nalazi na obilaznici u naselju Sigetec Ludbreški. Raskrižje je četverokrako semaforizirano raskrižje. Na sjevernom privozu, vrlo blizu raskrižja ulica se račva u dvije, odnosno priključak sporedne na glavnu ulicu. Privoz s druge strane je slijepa ulica, što uvelike utječe na opterećenje ovog privoza. Na slici 14 raskrižje se nalazi pod rednim brojem 6.

Na sporednim privozima po jedna traka je u svakom smjeru, a na zapadnom i istočnom privozu tri su trake u dolaznom smjeru i jedna u odlaznom. Širina prometnih trakova za ravno i skretanje ulijevo na obilaznici iznosi 3,5 m, a širina trakova za desne skretače je 3,25 m.

Semaforški ciklus na raskrižju radi u dvije faze u trajanju od 64 s. Ukupno zeleno svjetlo je 49 s, od čega 22 s na sporednom privozu i 27 s na obilaznici. Crveno svjetlo na obilaznici traje 33 s, a na sporednim privozima 38 s. Na istočnom privozu obilaznice nalazi se dopunska strelica za desne skretače, koja je upaljena kroz cijelo vrijeme trajanja ciklusa. Iz podataka dobivenih brojanjem prometa može se zaključiti da je signalni plan optimalan.



**Slika 17.** Raskrižje Obilaznica – Matije Gupca – Miroslava Krleže

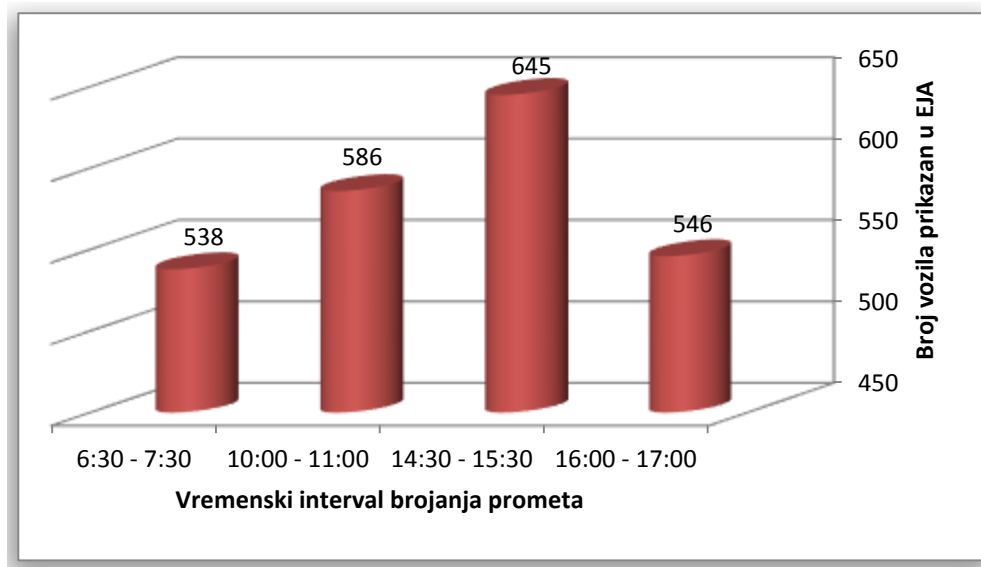
*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Problem ovog raskrižja predstavlja priključak sporedne ceste na glavnu cestu u blizini raskrižja na sjevernom privozu. Prema Pravilniku, priključci na javnu cestu se ne smiju

izvoditi u blizini zona izgrađenih raskrižja. Postavljen je znak zabrane skretanja ulijevo, koji se često ne poštuje kada na sjevernom provozu nema automobila. Postoji problem priključka vozila sa sporedne ceste za vrijeme vršnog sata, te smanjena preglednost jer 80-ak metara od raskrižja na glavnoj cesti počinje brijeg te se automobili ne vide skoro do samog ulaska u raskrižje.

U budućnosti se kao rješenje može pokušati izmijeniti trasa sporedne ceste i umjesto „Y“ raskrižja napraviti „T“ raskrižje. Tih problema ne bi bilo da se 1980-ih godina kada se gradila obilaznica promijenila trasa i malo izmakla od postojećeg raskrižja. Tada je ta solucija bila moguća za razliku od danas jer postotak izgrađenosti oko raskrižja nije bio kao danas. Pozitivna stvar u svemu je da je Ulica Miroslava Krleže, odnosno južni privoz slijepa ulica što znatno smanjuje opterećenje privoza, a i samog raskrižja pa ti navedeni problemi ne dolaze toliko do izražaja.

Grafikon 5. prikazuje broj vozila prikazan u EJA ( ekvivalent jedinice automobila) u odnosu na vremenske intervale brojanja. Može se vidjeti da najviše vozila kao i na ostalim raskrižjima ima za vrijeme popodnevno vršnog sata (14:30h – 15:30h), slijedi prijepodnevi vremenski interval od 10:00h – 11:00h, zatim kasni poslijepodnevni vremenski interval od 16:00h – 17:00h i na kraju jutarnji vršni sat (6:30h – 7:30h).

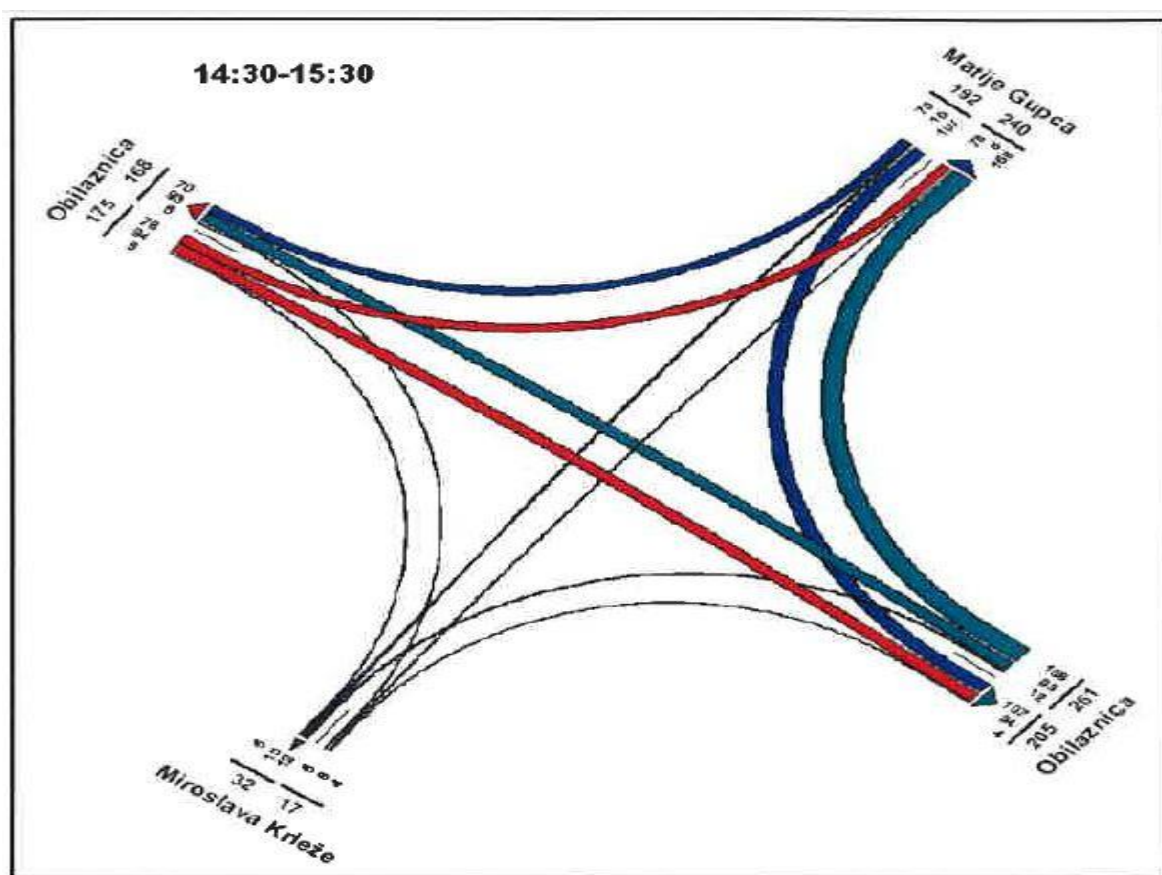


**Grafikon 5.** Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Obilaznica – Matije Gupca – Miroslava Krleže

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

Kod ovog raskrižja je također grafički prikazana raspodjela prometnih tokova u najopterećenijem intervalu. Vidi se iz slike 18 da su najveća opterećenja na istočnom privozu u smjeru Varaždina i na sjevernom privozu u smjeru Sigeca. Opterećenja na ulazima u raskrižje su: sjeverni privoz (iz smjera Sigetec) 29,78%, južni privoz (iz smjera M. Krleže) 2,63%, istočni privoz (iz smjera Ludbreg) 40,46%, zapadni privoz (iz smjera Varaždin) 27,13%. Opterećenja na izlazima iz raskrižja se razlikuju: sjeverni privoz (u smjeru Sigetec) 37,20%, južni privoz (u smjeru M. Krleže) 4,96%, istočni privoz (u smjeru Ludbreg) 26,04%, zapadni privoz (u smjeru Varaždin) 31,80%.

Iz priloženih podataka može se zaključiti da raskrižjem prometuje manji broj tranzitnih vozila koja prolaze Ludbregom kroz obilaznicu, već da raskrižje služi za ulazak, odnosno izlazak iz grada.



**Slika 18.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica - Matije Gupca - Miroslava Krleže

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

#### 4.5.3 Raskrižje Obilaznica – Kardinala A. Stepinca – Zona

Raskrižje se nalazi na obilaznici i predstavlja istočni ulaz u grad. To je ujedno jedan od najprometnijih i najvažnijih ulazaka u grad. Raskrižje državne ceste D2 - Ulice Kardinala Alojzija Stepinca - Zona je klasično četverokrako raskrižje koje je regulirano horizontalnom i vertikalnom signalizacijom. Glavna prometnica je državna cesta D2 koja se u samom raskrižju sastoji od dvije prometne trake za svaki smjer kretanja koje su odvojene razdjelnim otokom. Jedna traka je za lijeve skretače, dok je druga traka zajednička za desne skretače i za vozila koja idu ravno. Na glavnoj prometnici ucrtane su linije vodilje i prilazu raskrižja iz smjera jug preko glavne prometnice postavljen je pješački prijelaz. Na slici 14 raskrižje je prikazano pod rednim brojem 7.

Ulica Kardinala Alojzija Stepinca je sporedna prometnica koja se u samom raskrižju sastoji od dvije prometne trake za svaki smjer kretanja koje su odvojene razdjelnim otokom. Jedna traka je za lijeve skretače, dok je druga traka zajednička za desne skretače i za vozila koja idu ravno. Na sporednoj prometnici ucrtane su linije vodilje i preko oba prilaza raskrižju (istok i zapad) postavljeni su pješački prijelazi.

Horizontalna i vertikalna signalizacija raskrižja je izvedena prema Pravilniku, te nema nedostataka, ali veliki problem raskrižja je nekvalitetna rasvjeta, odnosno nedostatak iste. Rasvjeta se nalazi samo za istočnom kraku raskrižja te ne može adekvatno osvijetliti cijelo raskrižje.



**Slika 19.** Raskrižje Obilaznica – Kardinala A. Stepinca – Zona

*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Širina ulaznih i izlaznih prometnih trakova iznosi 3 metra, a između njih se nalazi razdjelni otok širine također 3 metra. Kružni lukovi između ruba kolnika prometnica koje se križaju iznose 6 metara. Pješački prijelaz je odmaknut 5 metara od produžetka vanjskog ruba kolnika paralelnog sa pješačkim prijelazom.

Glavni nedostatak kod analiziranog raskrižja iz aspekta sigurnosti odvijanja prometa je taj da se cesta u smjeru sjever – jug, odnosno državna cesta D2 na velikoj udaljenosti prostire u pravcu, što dovodi do postizanja velikih brzina kroz samo raskrižje. Problem predstavlja i smanjena preglednost kod skretanja ili prolaska ravno sa istočnog privoza.

Jedan od problema je svakako i vrijeme čekanja na sporednim privozima za vrijeme vršnog sata pošto raskrižje nije semaforizirano, ni izvedeno raskrižje s kružnim tokom prometa. Nedostatak se može smatrati i zajednička traka za desno skretanje i ravno na glavnim privozima (sjever - jug) zbog postizanja velikih brzina, pa dolazi do mogućnosti nalijetanja vozila koja idu ravno na vozila koja skreću desno. Potvrda da je potrebna rekonstrukcija postojećeg raskrižja je da su se na analiziranom raskrižju u proteklih godinu dana dogodile dvije prometne nesreće, što pokazuje da je potrebno istražiti i neka druga rješenja kako bi se povećala sigurnost u samom raskrižju. Prijedlog poboljšanja je izgradnja posebnog traka za desne skretače na sjevernom privozu čime bi se smanjila mogućnost nalijetanja vozila koja idu ravno na ona koja skreću desno te omogućilo vozilima koja idu ravno nesmetan prolaz kroz raskrižje bez usporavanja izazvanih od desnih skretača.

Prilikom izrade „Analize dosadašnjeg prometnog razvitka, brojenje i prognoze prometa u gradu Ludbregu“ 2010. godine postojeće raskrižje još nije bilo izgrađeno u cijelosti. Krajem te godine su završeni radovi spajanja raskrižja na novoizgrađenu industrijsku zonu. Iz tog razloga ne postoje podaci o brojanju prometa. Broj vozila je znatno veći na privozima sjever – jug tijekom dana, dok do većeg intenziteta vozila na privozima istok – zapad dolazi u vrijeme vršnog sata, odnosno dolazaka i odlazaka s posla.

#### **4.5.4 Raskrižje Obilaznica – Koprivnička - Zona**

Raskrižje Obilaznica – Koprivnička se nalazi na istočnom ulazu u Ludbreg iz smjera Koprivnice. Izvedeno je kao kružno raskrižje. Sastoji se od četiri privoza. Na ovom mjestu dolazi do spajanja državne ceste D2 i državne ceste D24. Raskrižje je specifično i po tome što ima provozni dio za izvanredan prijevoz, a to je uzrokovano važnim državnim pravcem kojim prolazi veliki broj transporta robe. Na slici 14 ovo raskrižje je prikazano pod brojem 8.



Tehničke karakteristike kružnog raskrižja su: unutrašnji radijus [ $D_u$ ] = 5,00 m, vanjski radijus [ $D_v$ ] = 12,00 m, te poprečni nagib od 4,5%. Pješački i biciklistički promet vode se izvan kružnog prometa uz pregledne prijelaze. Širine prometnih trakova kod ulaska i izlaska iz raskrižja iznose 3,5 m.



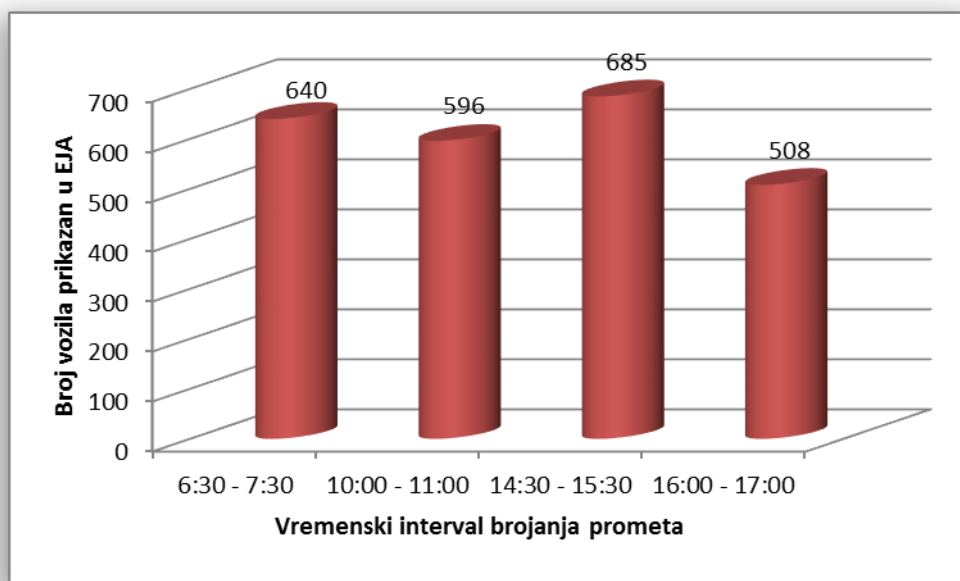
**Slika 20.** Raskrižje Obilaznica – Koprivnička

*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Iz razloga što se na ovome raskrižju spajaju dvije državne ceste, ovim raskrižjem prometuje veliki broj teretnih vozila. Iz toga nastaje problem prolaska teških teretnih vozila kroz kružno raskrižje. Širina kolnika u kružnom dijelu otoka iznosi 5 m što je manje od minimalnih 5,5 m za kružno raskrižje s jednim prometnim trakom, ali postoji i provozni dio koji je kasnije napravljen kako bi i teretna vozila normalno mogla prolaziti kroz raskrižje. Širina razdjelnih otoka je 2,5 m. Također pješački prijelazi su izmaknuti više od 5,0 m od produžetka vanjskog ruba kružnog dijela kolnika u raskrižju.

Grafikon 6. prikazuje broj vozila prikazan u EJA ( ekvivalent jedinice automobila) u odnosu na vremenske intervale brojanja. Može se vidjeti da najviše vozila kao i na ostalim raskrižjima ima za vrijeme popodnevnog vršnog sata (14:30h – 15:30h), slijedi jutarnji vršni sat (6:30h – 7:30h) što na prijašnjim raskrižjima nije bio slučaj, te je uvijek za vrijeme tog intervala bilo najmanje opterećenje. Zatim slijedi prijepodnevi vremenski interval od 10:00h

– 11:00h, te na kraju poslijepodnevni vremenski interval od 16:00h – 17:00h. Razlog takve promjene može se pripisati povećanom tranzitnom prometu kroz Ludbreg.

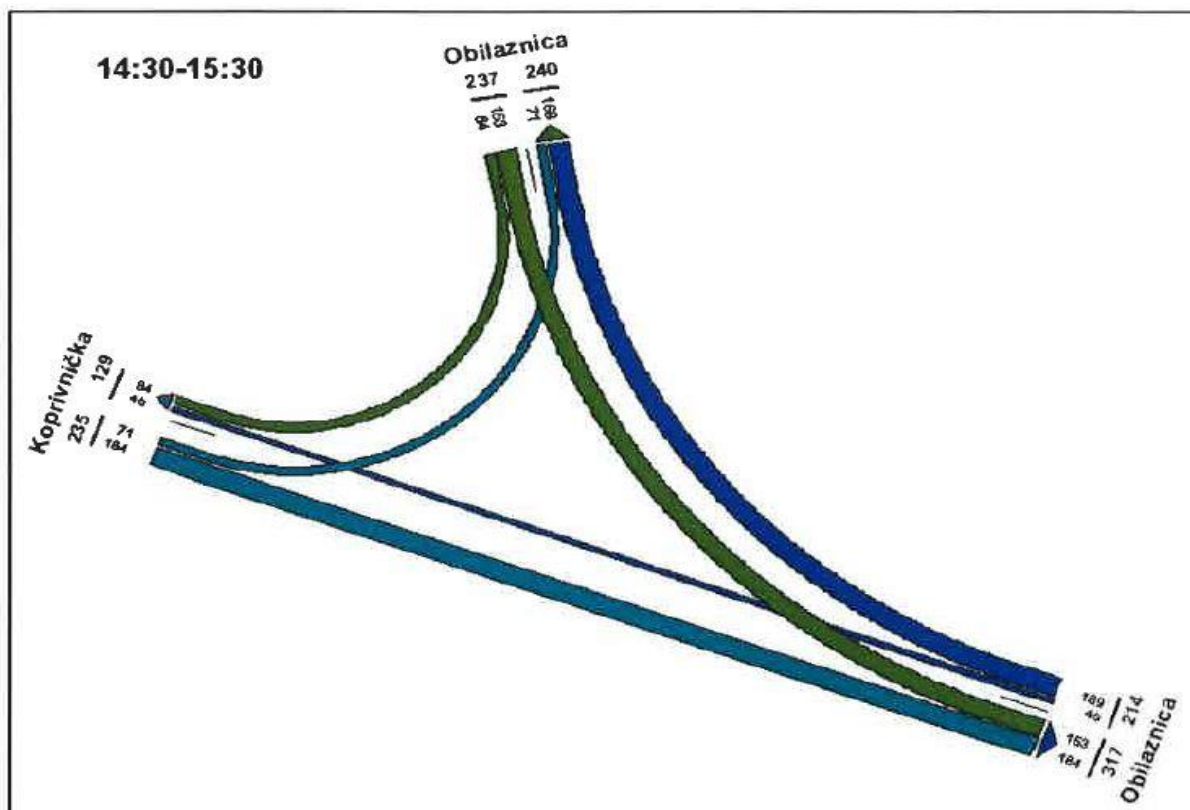


**Grafikon 6.** Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Obilaznica – Koprivnička

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

Za vrijeme brojanja prometa 2010. godine još uvijek nije bila dovršena gospodarska zona i stavljena u funkciju, te se kružno raskrižje sastojalo od tri privoza za razliku od današnjih četiri. Iz tog razloga prikazani podaci znače manje nego na ostalim mjestima, ali još uvijek se mogu napraviti neke usporedbe. Opterećenja na ulazima u raskrižje su: iz smjera Ludbrega 34,25%, iz smjera Varaždina 34,55%, iz smjera Koprivnice 31,20%. Opterećenja na izlazima iz raskrižja se razlikuju: u smjeru Ludbrega 18,82%, u smjeru Varaždina 34,98%, u smjeru Koprivnice 46,20%. Iz priloženih podataka se vidi da su svi privozi gotovo jednako opterećeni i da je raskrižje s kružnim tokom jedino rješenje u ovoj situaciji. Na slici 21 vidi se i da prevladava tranzitni promet što je i očekivano jer se spajaju dvije državne ceste.

Nakon razdoblja od pet godina može se zaključiti da se opterećenje raskrižja znatno povećalo izgradnjom četvrtog kraka i to znatno više nego na ostalim raskrižjima. Do toga je ponajviše došlo radi otvaranja trgovačkog centra i dvije tvornice u zoni. Time se smanjio udio tranzitnog prometa u ukupnom udio prometa u raskrižju.



**Slika 21.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica – Koprivnička – Zona

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

#### 4.5.5 Raskrižje Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleža

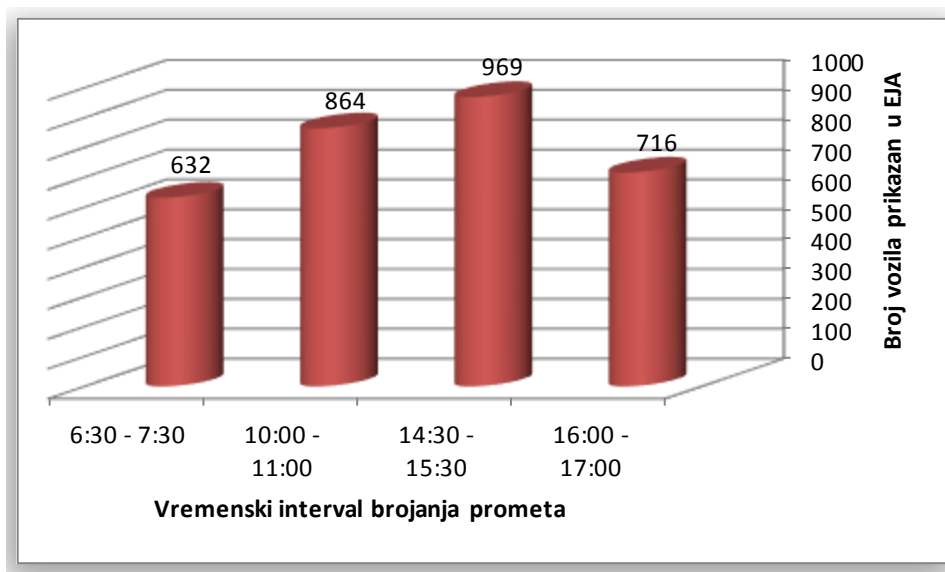
Raskrižje se nalazi u širem centru grada i prvo je od analiziranih raskrižja koje se ne nalazi na gradskoj obilaznici. Izvedeno je kao četverokrako kružno raskrižje. Središnji otok nije provozan te je prikladno uređen. Pješački i biciklistički promet vode se izvan kružnog prometa uz pregledne prijelaze. Tehničke karakteristike kružnog raskrižja su unutrašnji radijus [ $D_u$ ] = 4,00 m, vanjski radijus [ $D_v$ ] = 10,00 m, te poprečni nagib od 3,5%. Promet u raskrižju normalno funkcionira i nema potrebe za nikakvim promjenama. Na prikazu svih analiziranih raskrižja na području Ludbrega ovo raskrižje je na slici 14 prikazano pod brojem 9.



**Slika 22.** Raskrižje Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže

*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

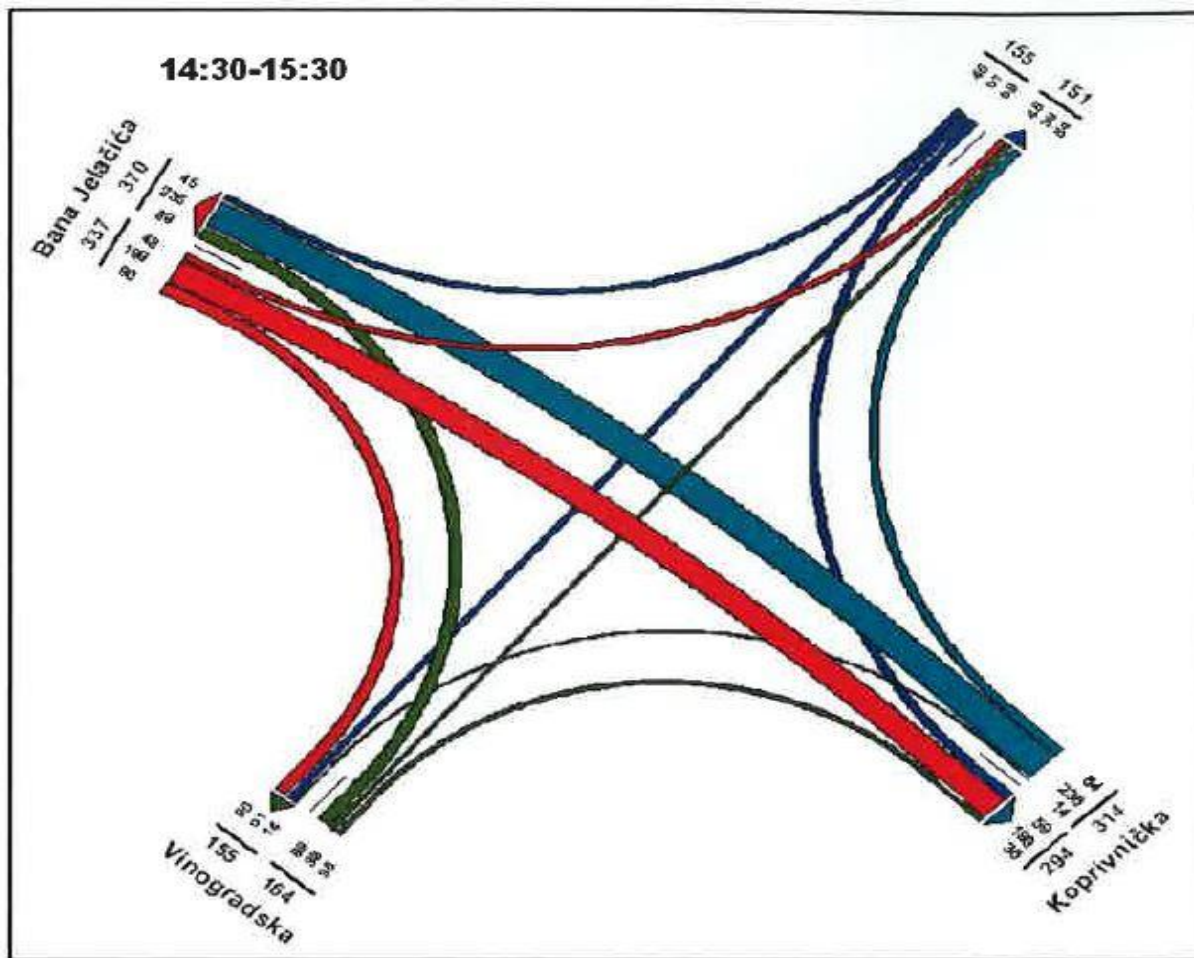
Grafikon 7. prikazuje broj vozila prikazan u EJA ( ekvivalent jedinice automobila) u odnosu na vremenske intervale brojanja. Može se vidjeti da najviše vozila kao i na ostalim raskrižjima ima za vrijeme popodnevno vršnog sata (14:30h – 15:30h), slijedi prijepodnevni vremenski interval od 10:00h – 11:00h, zatim kasni poslijepodnevni vremenski interval od 16:00h – 17:00h i na kraju jutarnji vršni sat (6:30h – 7:30h). Na ovome raskrižju je veće opterećenje prometnih tokova i tim podatkom vidi se da se raskrižje nalazi bliže centru. Primjetan je i veliki nesrazmjer između intervala 6:30h – 7:30h i intervala 14:30h – 15:30h gdje je razlika 337 EJA.



**Grafikon 7.** Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

Kod ovog raskrižja je također grafički prikazana raspodjela prometnih tokova u najopterećenijem intervalu. Vidi se iz slike 23 da je najveće opterećenje na smjeru Koprivnička – Bana Jelačića. Opterećenja na ulazima u raskrižje su: sjeverni privoz (iz smjera M. Krleže) 15,98%, južni privoz (iz smjera Vinogradske) 16,91%, istočni privoz (iz smjera Koprivničke) 32,37%, zapadni privoz (iz smjera Bana Jelačića) 34,74%. Opterećenja na izlazima iz raskrižja se razlikuju od onih na ulazu: sjeverni privoz (u smjeru M. Krleže) 15,57%, južni privoz (u smjeru Vinogradske) 15,98%, istočni privoz (u smjeru Koprivničke) 30,31%, zapadni privoz (u smjeru Bana Jelačića) 38,14%. Iz priloženih podataka vidi se da su privozi na glavnoj cesti (Bana Jelačića – Koprivnička) podjednako opterećeni, kao i privozi Vinogradska i Miroslava Krleže kod kojih je opterećenje duplo manje.



**Slika 23.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže

*Izvor: Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.*

## **5. Analiza podataka o brojanju prometa na području grada Ludbrega u 2015. godini**

Za potrebu izrade diplomskog rada bilo je potrebno obaviti brojanje prometa na raskrižjima s područja grada Ludbrega. Utvrđivanje prometnih tokova jedna je od najvažnijih informacija prilikom prometnog planiranja. Utvrđivani su smjerovi, intenzitet i struktura prometnih tokova na četiri raskrižja.

Brojanje prometa je osnova za daljnje planiranje prometnica i raskrižja, te se njime dobiva uvid u trenutno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. Najbolje je provesti za vrijeme jutarnjeg i večernjeg vršnog sata, odnosno u vrijeme odlaska i povratka ljudi s posla. Vrijeme vršnog sata je fleksibilno, što znači da nije jednako u svim gradovima Hrvatske. Brojanje prometa bi se uvijek trebalo planirati kad su uvjeti za korist od promatranja najveći, a to je za vrijeme radnog dana u tjednu, u ljeti na rekreacijskim rutama i zimi vikendom za rute koje povezuju skijališta. Zbog svih tih zahtjeva brojanje prometa je najbolje izvršiti tijekom radnog tjedna, odnosno utorkom, srijedom i četvrtkom.

Danas se u svijetu provodi par metoda za brojanje prometa:

- metoda ručnog brojanja prometa
- metoda automatskog brojanja prometa
- video i nove tehnologije
- naplatno brojanje prometa

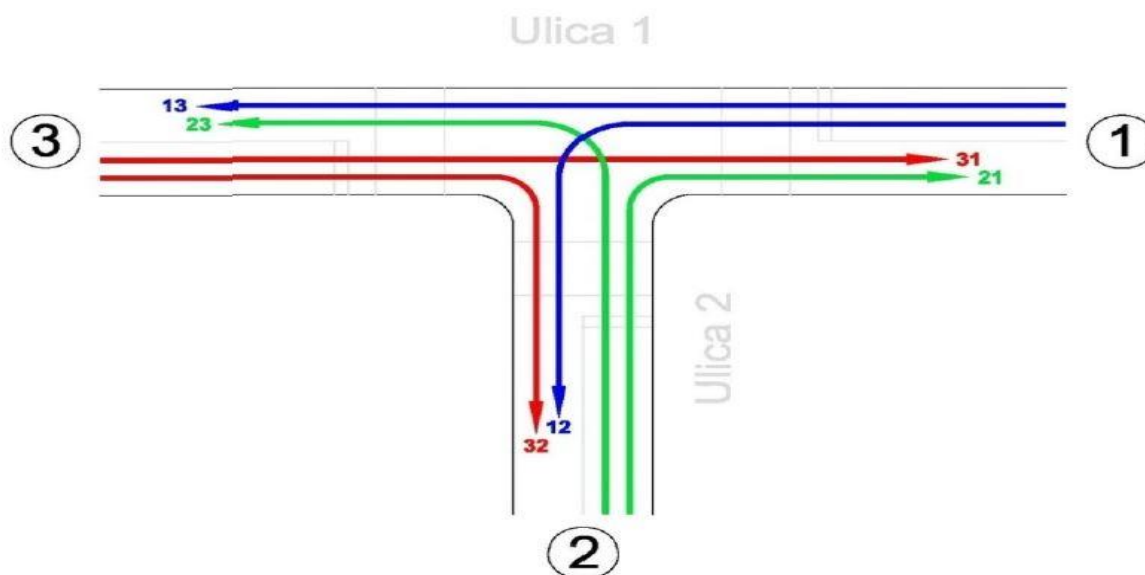
Najčešće se provodi pomoću ručne i automatske metode, odnosno ovisi i o vrsti informacije koju želimo dobiti, o dužini brojanja prometa i o raspoloživim financijskim sredstvima. Kod brojanja prometa na raskrižjima najčešće se primjenjuje metoda ručnog brojanja, zbog niza prednosti u odnosu na automatsko brojanje. Prednosti su što je ovakvim brojanjem moguće dobiti podatke o broju vozila, strukturi prometnog toka, smjerovima kojima se vozila kreću unutar raskrižja, zatim brojitelji mogu zapaziti razne anomalije prilikom brojanja i zabilježiti ih ( prometne nesreće, kvar semafora i sl. ), obrasci se lako koriste kod daljnje obrade podataka, te relativno niski troškovi ako se radi o brojanju u kraćem vremenskom periodu.

Brojanje prometa izvršeno je na 4 raskrižja. To su najprometnija raskrižja na području grada jer se nalaze u samom centru. Tvore dionicu koja povezuje državnu cestu D2 na sjeveru grada i državnu cestu D24 na jugu.

**Tablica 9.** Mjesta brojanja prometa

Raskrižje	Broj prilaza	Br.sem.faza
1. Obilaznica - V. Lisinskog - Glavna	4	2
2. Frankopanska - P. Zrinskog - V. Lisinskog	3	-
3. P. Zrinskog - M. Gupca - V. Nazora	4	-
4. Bana Jelačića - Lj. Gaja - P. Zrinskog - Kalnička	4	-

Tok vozila definiran je dvjema brojkama, odnosno oznakom privoza iz kojeg tok dolazi i oznakom privoza u koji tok ulazi ( npr. Oznaka 12 označava dolazak vozila iz privoza 1 i ulazak u privoz 2 ). Svako vozilo je brojano pri izlasku iz raskrižja. Brojana vozila podijeljena su u sedam skupina: osobna vozila, laka teretna vozila, teška teretna vozila, autobusi, traktori, motocikli i bicikli.



**Slika 24.** Način brojanja prometa

Izvor: Slavulj, M.: Nastavni materijali iz kolegija Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, akademska godina 2010/2011.

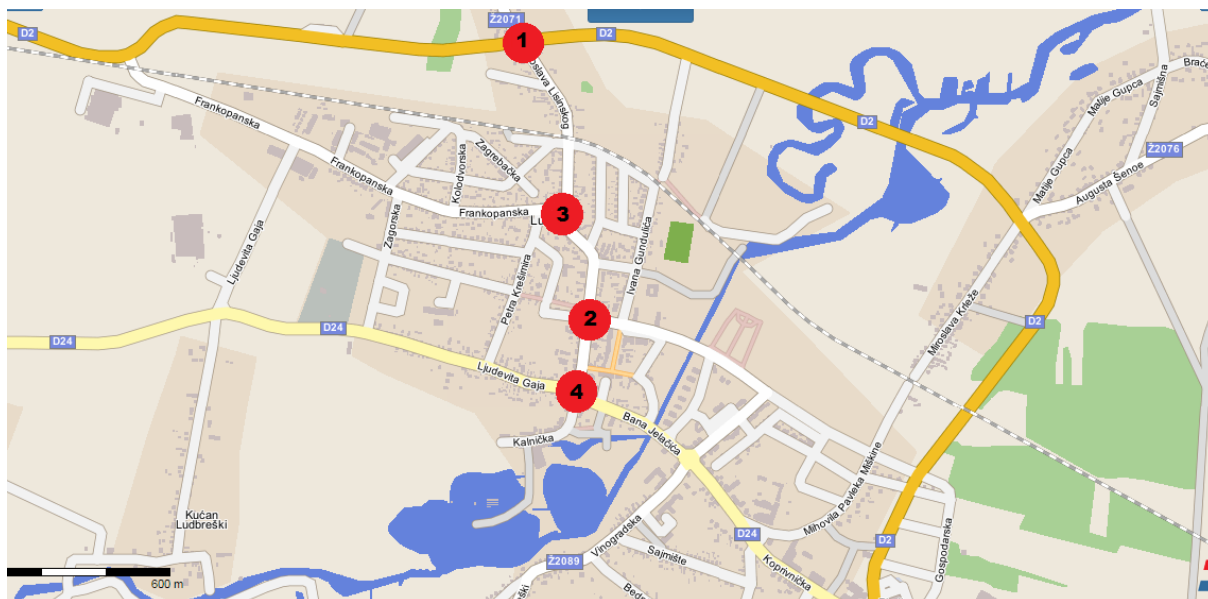


U cilju lakšeg određivanja intenziteta prometnih tokova svaka skupina vozila ponderirana je određenim koeficijentom i svedena na jedinstvenu jedinicu „EJA“ ( ekvivalentna jedinica automobila ). Za osobna vozila koeficijent iznosi 1, laka teretna vozila i traktore 1.5, za teška teretna vozila i autobuse 2, za motocikle 0.5 i za bicikle 0.3.

**Tablica 10.** Tumač simbola

Oznaka	Značenje
12	Prva brojka je oznaka iz kojeg tok dolazi u raskrižje. Druga brojka je njegov odlazni smjer iz raskrižja.
EJA	Ekvivalent jedinici automobila
OA	Osobni automobil
LT	Lako teretno vozilo
TT	Teško teretno vozilo
BUS	Autobus
TRAK	Traktor
MOT	Motocikl
BIC	Bicikl

Brojanje prometa izvršeno je 5., 6., 7. i 12. svibnja 2015. na 4 brojačka mjesta u jutarnjem vršnom satu (06.30h – 07.30h) i popodnevnom vršnom satu (14.30h – 15.30h). Ti vremenski intervali su izabrani kao vršni jer većina tvrtki na području Ludbrega radi od 07:00 sati, dok manji broj radi od 06:00 sati. Vremena vršnog sata razlikuju se između gradova, te tako nisu isti vršni satovi u Ludbregu i Zagrebu gdje većina tvrtki radi od 08:00 sati. Kako bi se točno odredile značajke analiziranih tokova, odnosno oscilacije unutar jednog sata, svaki sat je podijeljen u intervale po 15 minuta.



**Slika 25.** Mjesta brojanja prometa u Gradu Ludbregu

Izvor: <http://map2010.hak.hr/>

### 5.1 Brojačko mjesto 1: Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Obilaznica Sigetec - Obilaznica Poljanec

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Obilaznica	0 - 15'	29	7	1	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Obilaznica	0 - 15'	24	3	3	0	0	0	0
	Sigetec -	15' - 30'	36	1	6	0	0	0	0		Sigetec -	15' - 30'	21	7	5	0	0	0	0
	Obilaznica	30' - 45'	31	5	7	0	0	0	0		Obilaznica	30' - 45'	32	4	6	0	0	0	0
	Poljanec	45' - 60'	33	1	7	0	0	0	0		Poljanec	45' - 60'	44	3	10	0	0	0	0
	ukupno		129	14	21	0	0	0	0		ukupno		121	17	24	0	0	0	0
	EJA		129	21	42	0	0	0	0		EJA		121	25,5	48	0	0	0	0
sveukupno vozila						164				sveukupno vozila						162			
sveukupno EJA						192				sveukupno EJA						195			

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Obilaznica Sigetec – Vatroslava Lisinskog

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC		
6:30 - 7:30	Obilaznica	0 - 15'	9	0	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Obilaznica	0 - 15'	6	1	1	0	0	0	0		
	Sigetec -	15' - 30'	7	0	0	0	0	0	0		Sigetec -	15' - 30'	8	0	0	0	0	0	1	0	
	Vatroslava	30' - 45'	5	0	0	0	0	0	0		Vatroslava	30' - 45'	5	0	0	0	0	0	0	0	
	Lisinskog	45' - 60'	7	2	0	0	0	0	0		Lisinskog	45' - 60'	7	1	0	0	0	0	0	0	0
	ukupno		28	2	0	0	0	0	0		0	ukupno		26	2	1	0	0	0	1	0
	EJA		28	3	0	0	0	0	0		0	EJA		26	3	2	0	0	0	0,5	0
sveukupno vozila		30								sveukupno vozila		30									
sveukupno EJA		31								sveukupno EJA		32									

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Obilaznica Sigetec – Glavna

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	
6:30 - 7:30	Obilaznica	0 - 15'	7	1	0	0	0	1	1	14:30 - 15:30	Obilaznica	0 - 15'	9	1	1	0	0	0	0	
	Sigetec -	15' - 30'	4	0	0	0	0	0	1		Sigetec -	15' - 30'	4	1	1	0	0	0	1	
	Glavna	30' - 45'	10	4	1	0	0	0	0		Glavna	30' - 45'	9	0	0	1	0	0	0	
	ukupno		4	3	1	0	0	0	2		ukupno		15	2	1	0	0	0	0	0
	EJA		25	8	2	0	0	1	4		EJA		37	4	3	1	0	0	1	
			25	12	4	0	0	0,5	1,2				37	6	6	2	0	0	0,3	
sveukupno vozila		40								sveukupno vozila		46								
sveukupno EJA		43								sveukupno EJA		51								

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Obilaznica Poljanec - Obilaznica Sigetec

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Obilaznica	0 - 15'	29	3	9	0	2	0	0	14:30 - 15:30	Obilaznica	0 - 15'	27	7	4	0	1	0	0
	Poljanec -	15' - 30'	27	2	7	0	0	0	0		Poljanec -	15' - 30'	21	6	6	1	0	1	0
	Obilaznica -	30' - 45'	22	6	5	0	0	0	0		Obilaznica -	30' - 45'	21	6	4	0	0	1	0
	Sigetec	45' - 60'	21	2	7	0	0	0	0		Sigetec	45' - 60'	19	5	4	0	1	0	0
	ukupno		99	13	28	0	2	0	0		ukupno		88	24	18	1	2	2	0
	EJA		99	19,5	56	0	4	0	0		EJA		88	36	36	2	3	1	0
sveukupno vozila		142								sveukupno vozila		135							
sveukupno EJA		179								sveukupno EJA		166							

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Obilaznica Poljanec - Vatroslava Lisinskog

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	
6:30 - 7:30	Obilaznica	0 - 15'	11	2	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Obilaznica	0 - 15'	31	2	0	0	0	0	0	0
	Poljanec -	15' - 30'	41	2	0	0	0	0	0		Obilaznica	15' - 30'	16	0	0	1	0	0	0	0
	Vatroslava	30' - 45'	16	1	0	0	0	0	0		Poljanec -	30' - 45'	21	2	0	0	0	0	0	0
	Lisinskog	45' - 60'	28	2	0	0	1	1	0		Vatroslava	45' - 60'	26	0	0	0	0	0	1	0
		ukupno	96	7	0	0	1	1	0		Lisinskog	ukupno	94	4	0	1	0	1	0	0
		EJA	96	10,5	0	0	1,5	0,5	0			EJA	94	6	0	2	0	0,5	0	0
		sveukupno vozila	105									sveukupno vozila	100							
	sveukupno EJA	109									sveukupno EJA	103								

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Obilaznica Poljanec - Glavna

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC		
6:30 - 7:30	Obilaznica	0 - 15'	3	0	1	1	0	0	0	14:30 - 15:30	Obilaznica	0 - 15'	5	0	0	0	0	0	0	0	
	Poljanec -	15' - 30'	6	0	0	0	0	0	0		Poljanec -	15' - 30'	4	0	0	0	0	0	0	0	
	Glavna	30' - 45'	3	0	0	0	0	0	0		Glavna	30' - 45'	3	1	0	0	0	0	0	0	
		45' - 60'	2	1	0	0	0	0	0			45' - 60'	7	0	0	0	0	0	0	0	
		ukupno	14	1	1	1	0	0	0			ukupno	19	1	0	0	0	0	0	0	0
		EJA	14	0	2	2	0	0	0			EJA	19	1,5	0	0	0	0	0	0	
		sveukupno vozila	17									sveukupno vozila	20								
	sveukupno EJA	18									sveukupno EJA	21									

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Glavna- Vatroslava Lisinskog

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Glavna-	0 - 15'	23	0	0	2	0	0	9	14:30 - 15:30	Glavna-	0 - 15'	19	2	0	1	0	0	0
	Vatroslava	15' - 30'	36	1	1	1	0	0	7		Vatroslava	15' - 30'	31	3	0	1	0	0	2
	Lisinskog	30' - 45'	23	1	0	0	0	0	4		Lisinskog	30' - 45'	17	1	1	0	0	0	2
		45' - 60'	22	0	0	0	0	0	6			45' - 60'	24	0	1	0	0	0	6
		ukupno	104	2	1	3	0	0	26			ukupno	91	6	2	2	0	0	10
		EJA	104	3	2	6	0	0	7,8			EJA	91	9	4	4	0	0	3
		sveukupno vozila	136									sveukupno vozila	111						
	sveukupno EJA	123									sveukupno EJA	111							

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Glavna - Obilaznica Poljanec

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Glavna - Obilaznica Poljanec	0 - 15'	6	1	0	0	0	0	0
		15' - 30'	5	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	7	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	4	0	0	0	0	0	0
		ukupno	22	1	0	0	0	0	0
	EJA	22	1,5	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila		23							
sveukupno EJA									
14:30 - 15:30	Glavna - Obilaznica Poljanec	0 - 15'	2	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	3	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	7	1	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	0	0	0	0	0	0
		ukupno	15	1	0	0	0	0	0
	EJA	15	1,5	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila		16							
sveukupno EJA		17							

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Glavna - Obilaznica Sigetec

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Glavna - Obilaznica Sigetec	0 - 15'	11	0	0	0	0	0	1
		15' - 30'	15	1	0	0	0	0	0
		30' - 45'	11	2	0	0	0	1	1
		45' - 60'	5	2	0	0	0	0	1
		ukupno	42	5	0	0	0	1	3
	EJA	42	7,5	0	0	0	0,5	0,9	
sveukupno vozila		51							
sveukupno EJA		51							
14:30 - 15:30	Glavna - Obilaznica Sigetec	0 - 15'	7	1	0	0	0	0	0
		15' - 30'	11	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	3	2	2	0	0	0	0
		45' - 60'	4	2	0	0	1	0	0
		ukupno	25	5	2	0	1	0	0
	EJA	25	7,5	4	0	1,5	0	0	
sveukupno vozila		33							
sveukupno EJA		38							

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Vatroslava Lisinskog - Glavna

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Vatroslava Lisinskog - Glavna	0 - 15'	18	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	13	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	14	0	1	0	0	0	2
		45' - 60'	21	2	0	0	0	0	0
		ukupno	66	2	1	0	0	0	2
	EJA	66	3	1,5	0	0	0	0,6	
sveukupno vozila		71							
sveukupno EJA		71							
14:30 - 15:30	Vatroslava Lisinskog - Glavna	0 - 15'	22	0	0	0	0	2	9
		15' - 30'	27	1	0	0	2	0	8
		30' - 45'	20	1	0	1	0	0	12
		45' - 60'	26	0	0	0	0	1	5
		ukupno	95	1	0	1	2	3	34
	EJA	95	1,5	0	2	3	1,5	10,2	
sveukupno vozila		136							
sveukupno EJA		113							

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Vatroslava Lisinskog - Obilaznica Poaljanec

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC		
6:30 - 7:30	Vatroslava	0 - 15'	14	0	0	0	0	0	1	14:30 - 15:30	Vatroslava	0 - 15'	18	1	0	0	0	1	0		
	Lisinskog -	15' - 30'	23	0	0	0	0	0	0		Lisinskog -	15' - 30'	19	1	0	0	0	0	1	0	
	Obilaznica	30' - 45'	21	0	0	0	0	0	0		Obilaznica	30' - 45'	18	1	0	0	0	1	1	0	
	Poaljanec	45' - 60'	15	0	0	0	0	0	0		Poaljanec	45' - 60'	32	0	0	0	1	1	0	0	
	ukupno		73	0	0	0	0	0	0		1	ukupno		87	3	0	0	1	3	0	0
	EJA		73	0	0	0	0	0	0,3			EJA		87	4,5	0	0	1,5	1,5	0	0
sveukupno vozila						74				sveukupno vozila						94					
sveukupno EJA						73				sveukupno EJA						95					

Brojačko mjesto: 1

Lokacija: Obilaznica – Vatroslava Lisinskog - Glavna

Smjer: Vatroslava Lisinskog - Obilaznica Sigetec

Vrijeme brojanja: utorak, 5. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC		
6:30 - 7:30	Vatroslava	0 - 15'	3	0	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Vatroslava	0 - 15'	6	0	2	0	0	0	0	0	
	Lisinskog -	15' - 30'	5	0	0	0	0	0	0		Lisinskog -	15' - 30'	7	1	0	0	0	0	0	0	
	Obilaznica	30' - 45'	4	0	0	0	0	0	0		Obilaznica	30' - 45'	6	0	0	0	0	0	0	0	
	Sigetec	45' - 60'	6	0	0	0	0	0	0		Sigetec	45' - 60'	13	1	0	0	0	0	0	0	
	ukupno		18	0	0	0	0	0	0		0	ukupno		32	2	2	0	0	0	0	0
	EJA		18	0	0	0	0	0	0		0	EJA		32	3	4	0	0	0	0	0
sveukupno vozila						18				sveukupno vozila						36					
sveukupno EJA						18				sveukupno EJA						39					

## 5.2 Brojačko mjesto 2: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Petra Zrinskog - Crkva

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra Zrinskog - Crkva	0 - 15'	44	2	0	3	0	0	3	14:30 - 15:30	Petra Zrinskog - Crkva	0 - 15'	43	4	2	2	0	1	2
		15' - 30'	41	2	0	1	0	0	1			15' - 30'	43	2	1	1	0	3	1
		30' - 45'	26	3	0	0	0	1	0			30' - 45'	44	2	1	1	0	0	3
		45' - 60'	39	6	0	0	0	2	2			45' - 60'	51	3	0	1	2	1	2
	ukupno	150	13	0	4	0	3	6	ukupno		181	11	4	5	2	5	8		
	EJA	150	19,5	0	8	0	1,5	1,8	EJA		181	16,5	8	10	3	2,5	2,4		
sveukupno vozila						176				sveukupno vozila						216			
sveukupno EJA						181				sveukupno EJA						223			

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Petra Zrinskog – Matije Gupca

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra	0 - 15'	24	2	0	2	1	0	0	14:30 - 15:30	Petra	0 - 15'	32	1	0	0	0	0	1
	Zrinskog -	15' - 30'	26	1	1	0	0	0	1		Zrinskog -	15' - 30'	33	0	0	0	0	0	3
	Matije	30' - 45'	27	1	0	0	0	0	2		Matije	30' - 45'	43	2	1	0	0	0	3
	Gupca	45' - 60'	38	3	0	0	0	0	2		Gupca	45' - 60'	46	3	0	1	0	1	2
	ukupno		115	7	1	2	1	0	5		ukupno		154	6	1	1	0	1	9
	EJA		115	10,5	2	4	1,5	0	1,5		EJA		154	9	2	2	0	0,5	2,7
	sveukupno vozila		131								sveukupno vozila		172						
sveukupno EJA		135							sveukupno EJA		170								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra	0 - 15'	2	0	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Petra	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
	Zrinskog -	15' - 30'	2	0	0	0	0	0	1		Zrinskog -	15' - 30'	3	0	0	0	0	0	1
	Vladimira	30' - 45'	1	0	0	0	0	0	0		Vladimira	30' - 45'	6	0	0	0	0	0	0
	Nazora	45' - 60'	1	0	0	0	0	0	2		Nazora	45' - 60'	5	0	0	0	0	0	2
	ukupno		6	0	0	0	0	0	3		ukupno		14	0	0	0	0	0	3
	EJA		6	0	0	0	0	0	0,9		EJA		14	0	0	0	0	0	0,9
	sveukupno vozila		9								sveukupno vozila		17						
sveukupno EJA		7							sveukupno EJA		15								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Crkva - Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Crkva - Petra Zrinskog	0 - 15'	29	1	1	0	0	0	1	14:30 - 15:30	Crkva - Petra Zrinskog	0 - 15'	34	2	0	0	1	0	1
		15' - 30'	24	3	1	0	0	0	1			15' - 30'	22	0	2	0	1	1	2
		30' - 45'	23	2	1	0	0	1	0			30' - 45'	47	3	0	0	0	1	4
		45' - 60'	23	4	4	1	0	0	2			45' - 60'	41	2	1	0	1	0	3
	ukupno		99	10	7	1	0	1	4		ukupno		144	7	3	0	3	2	10
	EJA		99	15	14	2	0	0,5	1,2		EJA		144	10,5	6	0	4,5	1	3
	sveukupno vozila		122								sveukupno vozila		169						
sveukupno EJA		132							sveukupno EJA		169								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Crkva - Matije Gupca

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Crkva - Matije Gupca	0 - 15'	7	1	0	0	0	0	0
		15' - 30'	5	0	0	0	0	0	1
		30' - 45'	8	2	0	0	0	0	1
		45' - 60'	6	3	0	0	0	0	2
		ukupno	26	6	0	0	0	0	4
	EJA	26	9	0	0	0	0	1	
	sveukupno vozila	36							
sveukupno EJA	36								
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Crkva - Matije Gupca	0 - 15'	9	2	0	0	0	0	1
		15' - 30'	6	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	11	0	0	0	0	1	0
		45' - 60'	8	0	0	0	0	0	0
		ukupno	34	2	0	0	0	1	1
	EJA	34	3	0	0	0	1	0	
	sveukupno vozila	38							
sveukupno EJA	38								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Crkva – Vladimira Nazora

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Crkva - Vladimira Nazora	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	2	0	0	0	0	0	1
		30' - 45'	3	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	2	0	1	0	0	0	2
		ukupno	8	0	1	0	0	0	3
	EJA	8	0	2	0	0	0	1	
	sveukupno vozila	12							
sveukupno EJA	11								
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Crkva - Vladimira Nazora	0 - 15'	3	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	2	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	0	0	0	0	0	0
		ukupno	10	0	0	0	0	0	0
	EJA	10	0	0	0	0	0	0	
	sveukupno vozila	10							
sveukupno EJA	10								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Matije Gupca - Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Matije Gupca - Petra Zrinskog	0 - 15'	18	1	0	2	0	0	0
		15' - 30'	20	1	0	0	0	0	1
		30' - 45'	21	2	0	1	0	0	2
		45' - 60'	33	0	1	1	0	0	1
		ukupno	92	4	1	4	0	0	4
	EJA	92	6	2	8	0	0	1	
	sveukupno vozila	105							
sveukupno EJA	109								
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Matije Gupca - Petra Zrinskog	0 - 15'	31	2	0	2	1	0	6
		15' - 30'	21	0	0	0	0	0	2
		30' - 45'	46	3	0	1	0	0	1
		45' - 60'	34	0	1	1	0	1	6
		ukupno	132	5	1	4	1	1	15
	EJA	132	7,5	2	8	1,5	0,5	4,5	
	sveukupno vozila	159							
sveukupno EJA	156								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Matije Gupca - Crkva

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.



sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC		
6:30 - 7:30	Matije Gupca - Crkva	0 - 15'	8	1	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Matije Gupca - Crkva	0 - 15'	9	0	0	0	0	0	0	0	
		15' - 30'	5	1	0	0	0	0	0			0	0	0							
		30' - 45'	3	0	0	0	0	0	0			0	0	0							
		45' - 60'	9	0	0	0	0	0	0			0	0	0							
	ukupno	25	2	0	0	0	0	0	0		1	ukupno	35	0	0	0	0	0	0	0	0
	EJA	25	3	0	0	0	0	0	0		0,3	EJA	35	0	0	0	0	0	0	0	0
sveukupno vozila	28									sveukupno vozila	35										
sveukupno EJA	28									sveukupno EJA	35										

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Matije Gupca - Vladimira Nazora

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC		
6:30 - 7:30	Matije Gupca - Vladimira Nazora	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Matije Gupca - Vladimira Nazora	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	2	0	
		15' - 30'	1	0	0	0	0	0	0			0	1	0							
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0			1	30' - 45'	3	0	0	0	0	0	0	1
		45' - 60'	3	0	0	0	0	0	0			1	45' - 60'	2	0	0	0	0	0	1	0
	ukupno	6	0	0	0	0	0	0	2		ukupno	7	0	0	0	0	0	4	1		
	EJA	6	0	0	0	0	0	0	0,6		EJA	7	0	0	0	0	0	2	0,3		
sveukupno vozila	8									sveukupno vozila	12										
sveukupno EJA	7									sveukupno EJA	9										

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Vladimira Nazora - Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC	
6:30 - 7:30	Vladimira Nazora - Petra Zrinskog	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0	14:30 - 15:30	Vladimira Nazora - Petra Zrinskog	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0						
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0			0	30' - 45'	6	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	1	0	0	0	0	0	0			0	45' - 60'	3	0	0	0	0	0	0
	ukupno	4	0	0	0	0	0	0	0		ukupno	10	0	0	0	0	0	0	0	
	EJA	4	0	0	0	0	0	0	0		EJA	10	0	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila	4									sveukupno vozila	10									
sveukupno EJA	4									sveukupno EJA	10									

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Vladimira Nazora - Crkva

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Vladimira Nazora - Crkva	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	1	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	0	0	0	0	0	0
		ukupno	7	0	0	0	0	0	0
	EJA	7	0	0	0	0	0	0	
	sveukupno vozila	7							
sveukupno EJA	7								
14:30 - 15:30	Vladimira Nazora - Crkva	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	3	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	3	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	5	0	0	0	0	1	0
		ukupno	12	0	0	0	0	1	0
	EJA	12	0	0	0	0	0,5	0	
	sveukupno vozila	13							
sveukupno EJA	13								

Brojačko mjesto: 2

Lokacija: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Smjer: Vladimira Nazora - Matije Gupca

Vrijeme brojanja: srijeda, 6. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Vladimira Nazora - Matije Gupca	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	0	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	2	0	1	0	0	0	0
		ukupno	4	0	1	0	0	0	0
	EJA	4	0	2	0	0	0	0	
	sveukupno vozila	5							
sveukupno EJA	6								
14:30 - 15:30	Vladimira Nazora - Matije Gupca	0 - 15'	5	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	3	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	0	0	0	0	0	0
		ukupno	13	0	0	0	0	0	0
	EJA	13	0	0	0	0	0	0	
	sveukupno vozila	13							
sveukupno EJA	13								

### 5.3 Brojačko mjesto 3: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Brojačko mjesto: 3

Lokacija: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Smjer: Frankopanska – Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: četvrtak, 7. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Frankopanska - Petra Zrinskog	0 - 15'	27	1	1	2	0	0	3
		15' - 30'	32	4	0	0	0	0	3
		30' - 45'	34	4	1	0	1	1	4
		45' - 60'	51	4	0	0	0	1	0
		ukupno	144	13	2	2	1	2	10
	EJA	144	19,5	4	4	1,5	1	3	
	sveukupno vozila	174							
sveukupno EJA	177								
14:30 - 15:30	Frankopanska - Petra Zrinskog	0 - 15'	36	2	1	2	0	0	2
		15' - 30'	38	2	1	1	0	1	5
		30' - 45'	53	3	0	1	0	3	1
		45' - 60'	51	6	0	0	1	0	5
		ukupno	178	13	2	4	1	4	13
	EJA	178	19,5	4	8	1,5	2	3,9	
	sveukupno vozila	215							
sveukupno EJA	217								

Brojačko mjesto: 3

Lokacija: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Smjer: Frankopanska – Vatroslava Lisinskog

Vrijeme brojanja: četvrtak, 7. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Frankopanska -	0 - 15'	8	1	0	2	0	0	0
	15' - 30'	5	0	0	0	0	0	0	1
	Vatroslava Lisinskog	30' - 45'	10	2	0	0	0	0	2
	45' - 60'	22	2	0	1	0	0	0	0
	ukupno	45	5	0	3	0	0	0	3
	EJA	45	7,5	0	6	0	0	0	0,9
sveukupno vozila		56							
sveukupno EJA		59							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Frankopanska -	0 - 15'	15	1	0	0	0	0	0
	15' - 30'	10	0	0	0	0	0	0	1
	Vatroslava Lisinskog	30' - 45'	23	3	1	0	0	0	1
	45' - 60'	18	1	0	0	0	0	0	1
	ukupno	66	5	1	0	0	0	0	3
	EJA	66	7,5	2	0	0	0	0	0,9
sveukupno vozila		75							
sveukupno EJA		76							

Brojačko mjesto: 3

Lokacija: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Smjer: Petra Zrinskog - Frankopanska

Vrijeme brojanja: četvrtak, 7. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra	0 - 15'	21	0	0	1	0	0	1
	Zrinskog -	15' - 30'	23	1	0	0	0	1	3
	Frankopanska	30' - 45'	34	1	1	0	1	1	4
	45' - 60'	42	3	1	1	0	0	2	2
	ukupno	120	5	2	2	1	2	10	10
	EJA	120	7,5	4	4	1,5	1	3	3
sveukupno vozila		142							
sveukupno EJA		141							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Petra	0 - 15'	33	3	0	0	0	0	1
	Zrinskog -	15' - 30'	38	0	2	0	0	1	0
	Frankopanska	30' - 45'	48	3	0	1	0	1	4
	45' - 60'	37	2	1	0	0	1	1	1
	ukupno	156	8	3	1	0	3	6	6
	EJA	156	12	6	2	0	1,5	1,8	1,8
sveukupno vozila		177							
sveukupno EJA		179							

Brojačko mjesto: 3

Lokacija: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Smjer: Petra Zrinskog - Frankopanska

Vrijeme brojanja: četvrtak, 7. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra	0 - 15'	23	3	1	0	0	0	0
	Zrinskog -	15' - 30'	19	2	0	0	0	1	0
	Vatroslava Lisinskog	30' - 45'	26	3	1	1	0	0	1
	45' - 60'	32	3	1	0	0	1	1	1
	ukupno	100	11	3	1	0	2	2	2
	EJA	100	16,5	6	2	0	1	0,6	0,6
sveukupno vozila		119							
sveukupno EJA		126							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Petra	0 - 15'	33	2	0	0	0	0	2
	Zrinskog -	15' - 30'	31	2	0	0	1	0	2
	Vatroslava Lisinskog	30' - 45'	45	1	0	0	0	4	9
	45' - 60'	38	3	0	0	0	0	0	5
	ukupno	147	8	0	0	1	4	18	18
	EJA	147	12	0	0	1,5	2	5,4	5,4
sveukupno vozila		178							
sveukupno EJA		168							

Brojačko mjesto: 3

Lokacija: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Smjer: Vatroslava Lisinskog - Frankopanska

Vrijeme brojanja: četvrtak, 7. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Vatroslava Lisinskog - Frankopanska	0 - 15'	18	1	0	0	0	0	0
		15' - 30'	14	0	0	0	0	1	1
		30' - 45'	9	3	0	0	0	0	1
		45' - 60'	24	2	0	0	0	0	0
		ukupno	65	6	0	0	0	1	2
		EJA	65	9	0	0	0	0,5	0,6
		sveukupno vozila	74						
	sveukupno EJA	75							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Vatroslava Lisinskog - Frankopanska	0 - 15'	22	1	0	1	0	0	1
		15' - 30'	7	1	1	0	0	0	1
		30' - 45'	16	0	0	0	0	0	1
		45' - 60'	17	0	1	0	0	0	1
		ukupno	62	2	2	1	0	0	4
		EJA	62	3	4	2	0	0	1,2
		sveukupno vozila	71						
	sveukupno EJA	72							

Brojačko mjesto: 3

Lokacija: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Smjer: Vatroslava Lisinskog - Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: četvrtak, 7. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Vatroslava Lisinskog - Petra Zrinskog	0 - 15'	36	2	0	2	0	0	9
		15' - 30'	32	4	0	0	0	1	4
		30' - 45'	31	1	0	0	1	1	1
		45' - 60'	33	2	1	1	0	1	4
		ukupno	132	9	1	3	1	3	18
		EJA	132	13,5	2	6	1,5	1,5	5,4
		sveukupno vozila	167						
	sveukupno EJA	162							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Vatroslava Lisinskog - Petra Zrinskog	0 - 15'	34	2	0	1	0	1	2
		15' - 30'	27	0	0	0	0	0	3
		30' - 45'	39	2	0	0	0	1	1
		45' - 60'	51	2	0	0	0	2	2
		ukupno	151	6	0	1	0	4	8
		EJA	151	9	0	2	0	2	2,4
		sveukupno vozila	170						
	sveukupno EJA	166							

#### 5.4 Brojačko mjesto 4: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Bana Josipa Jelačića – Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Bana Josipa Jelačića - Petra Zrinskog	0 - 15'	31	3	0	0	0	1	1
		15' - 30'	23	2	1	0	0	0	2
		30' - 45'	28	1	0	1	0	0	5
		45' - 60'	41	2	2	1	0	1	1
		ukupno	123	8	3	2	0	2	9
		EJA	123	12	6	4	0	1	2,7
		sveukupno vozila	147						
	sveukupno EJA	149							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Bana Josipa Jelačića - Petra Zrinskog	0 - 15'	37	3	0	0	0	0	3
		15' - 30'	35	1	0	0	0	2	5
		30' - 45'	52	3	0	1	0	2	11
		45' - 60'	34	2	0	0	0	1	1
		ukupno	158	9	0	1	0	5	20
		EJA	158	13,5	0	2	0	2,5	6
		sveukupno vozila	193						
	sveukupno EJA	182							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Bana Josipa Jelačića - Ljudevita Gaja	0 - 15'	22	1	3	1	0	0	1
		15' - 30'	20	2	0	1	0	0	2
		30' - 45'	24	1	2	1	0	0	1
		45' - 60'	54	7	1	3	0	0	2
		ukupno	120	11	6	6	0	0	6
		EJA	120	16,5	12	12	0	0	1,8
sveukupno vozila		149							
sveukupno EJA		162							

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Bana Josipa Jelačića - Ljudevita Gaja	0 - 15'	34	7	4	0	1	0	4
		15' - 30'	29	3	6	1	0	0	2
		30' - 45'	40	1	2	1	0	4	1
		45' - 60'	41	4	3	0	0	1	2
		ukupno	144	15	15	2	1	5	9
		EJA	144	22,5	30	4	1,5	2,5	2,7
sveukupno vozila		191							
sveukupno EJA		207							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Bana Josipa Jelačića – Kalnička

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Bana Josipa Jelačića - Kalnička	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	1	0	1	0	0	0	0
		30' - 45'	3	1	0	0	0	0	0
		45' - 60'	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	6	1	1	0	0	0	0
		EJA	6	1,5	2	0	0	0	0
sveukupno vozila		8							
sveukupno EJA		10							

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Bana Josipa Jelačića - Ljudevita Gaja	0 - 15'	34	7	4	0	1	0	4
		15' - 30'	29	3	6	1	0	0	2
		30' - 45'	40	1	2	1	0	4	1
		45' - 60'	41	4	3	0	0	1	2
		ukupno	144	15	15	2	1	5	9
		EJA	144	22,5	30	4	1,5	2,5	2,7
sveukupno vozila		191							
sveukupno EJA		207							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Petra Zrinskog – Bana Josipa Jelačića

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra Zrinskog - Bana Josipa Jelačića	0 - 15'	48	3	0	2	0	1	8
		15' - 30'	44	4	1	1	0	0	12
		30' - 45'	29	1	0	0	2	0	1
		45' - 60'	43	2	1	0	2	2	1
		ukupno	164	10	2	3	4	3	22
		EJA	164	15	4	6	6	2	7
sveukupno vozila		208							
sveukupno EJA		203							

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Petra Zrinskog - Bana Josipa Jelačića	0 - 15'	56	4	0	1	1	1	3
		15' - 30'	54	3	0	2	0	2	4
		30' - 45'	56	4	0	1	0	3	5
		45' - 60'	65	3	2	0	1	1	4
		ukupno	231	14	2	4	2	7	16
		EJA	231	21	4	8	3	4	5
sveukupno vozila		276							
sveukupno EJA		275							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Petra Zrinskog – Ljudevita Gaja

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra Zrinskog - Ljudevita Gaja	0 - 15'	8	1	0	0	0	0	1
		15' - 30'	7	0	0	0	0	0	2
		30' - 45'	9	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	18	1	0	0	0	0	1
		ukupno	42	2	0	0	0	0	4
		EJA	42	3	0	0	0	0	1
	sveukupno vozila	48							
	sveukupno EJA	46							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Petra Zrinskog - Ljudevita Gaja	0 - 15'	12	0	0	1	0	0	0
		15' - 30'	9	0	0	0	0	0	2
		30' - 45'	7	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	11	0	1	0	0	0	1
		ukupno	39	0	1	1	0	0	3
		EJA	39	0	2	2	0	0	1
	sveukupno vozila	44							
	sveukupno EJA	44							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Petra Zrinskog – Kalnička

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Petra Zrinskog - Kalnička	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	2	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	1	1	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	2	0	0	0	0	0
		ukupno	6	3	0	0	0	0	0
		EJA	6	5	0	0	0	0	0
	sveukupno vozila	9							
	sveukupno EJA	11							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Petra Zrinskog - Kalnička	0 - 15'	2	0	0	0	0	0	1
		15' - 30'	2	1	0	0	0	0	0
		30' - 45'	5	0	0	0	0	0	1
		45' - 60'	5	0	0	0	0	1	0
		ukupno	14	1	0	0	0	1	2
		EJA	14	2	0	0	0	1	1
	sveukupno vozila	18							
	sveukupno EJA	17							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Ljudevita Gaja – Bana Josipa Jelačića

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Ljudevita Gaja - Bana Josipa Jelačića	0 - 15'	28	4	5	2	2	3	2
		15' - 30'	39	5	2	1	1	0	3
		30' - 45'	18	1	3	0	0	0	0
		45' - 60'	46	8	4	2	0	0	3
		ukupno	131	18	14	5	3	3	8
		EJA	131	27	28	10	5	2	2
	sveukupno vozila	182							
	sveukupno EJA	204							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Ljudevita Gaja - Bana Josipa Jelačića	0 - 15'	31	4	0	1	1	1	1
		15' - 30'	23	2	1	0	0	0	4
		30' - 45'	31	1	0	0	0	0	5
		45' - 60'	35	2	3	0	1	1	0
		ukupno	120	9	4	1	2	2	10
		EJA	120	14	8	2	3	1	3
	sveukupno vozila	148							
	sveukupno EJA	151							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Ljudevita Gaja - Petra Zrinskog	0 - 15'	13	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	5	0	0	0	0	0	3
		30' - 45'	7	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	14	1	0	0	0	1	2
		ukupno	39	1	0	0	0	1	5
		EJA	39	2	0	0	0	1	2
	sveukupno vozila	46							
	sveukupno EJA	43							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Ljudevita Gaja - Petra Zrinskog	0 - 15'	11	2	0	0	0	1	0
		15' - 30'	11	0	0	0	0	0	1
		30' - 45'	12	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	19	0	0	0	0	1	1
		ukupno	53	2	0	0	1	1	2
		EJA	53	3	0	0	2	1	1
	sveukupno vozila	59							
	sveukupno EJA	59							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Ljudevita Gaja – Kalnička

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Ljudevita Gaja - Kalnička	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	1	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	1	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	1	0	0	0	0	0
		ukupno	5	1	0	0	0	0	0
		EJA	5	2	0	0	0	0	0
	sveukupno vozila	6							
	sveukupno EJA	7							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Ljudevita Gaja - Kalnička	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	2	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	1	0	0	0	0	0
		45' - 60'	5	0	0	0	0	0	2
		ukupno	9	1	0	0	0	0	2
		EJA	9	2	0	0	0	0	1
	sveukupno vozila	12							
	sveukupno EJA	11							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Kalnička - Bana Josipa Jelačića

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Kalnička - Bana Josipa Jelačića	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	3	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	2	1	0	0	0	0	0
		ukupno	7	1	0	0	0	0	0
		EJA	7	2	0	0	0	0	0
	sveukupno vozila	8							
	sveukupno EJA	9							
sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
14:30 - 15:30	Kalnička - Bana Josipa Jelačića	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	1	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	4	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	2	0	0	0	0	0	0
		ukupno	8	0	0	0	0	0	0
		EJA	8	0	0	0	0	0	0
	sveukupno vozila	8							
	sveukupno EJA	8							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Kalnička – Petra Zrinskog

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Kalnička - Petra Zrinskog	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	1	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	3	1	0	0	0	0	0
		ukupno	7	1	0	0	0	0	0
	EJA	7	2	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila		8							
sveukupno EJA		9							
14:30 - 15:30	Kalnička - Petra Zrinskog	0 - 15'	6	0	0	0	0	0	1
		15' - 30'	2	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	3	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	10	0	0	0	0	0	0
		ukupno	21	0	0	0	0	0	1
	EJA	21	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila		22							
sveukupno EJA		21							

Brojačko mjesto: 4

Lokacija: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog - Kalnička

Smjer: Kalnička – Ljudevita Gaja

Vrijeme brojanja: utorak, 12. svibanj 2015.

sat	smjer	15' - int	OA	LT	TT	BUS	TRAK	MOT	BIC
6:30 - 7:30	Kalnička - Ljudevita Gaja	0 - 15'	0	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	0	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	1	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	1	0	0	0	0	0	0
		ukupno	2	0	0	0	0	0	0
	EJA	2	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila		2							
sveukupno EJA		2							
14:30 - 15:30	Kalnička - Ljudevita Gaja	0 - 15'	1	0	0	0	0	0	0
		15' - 30'	0	0	0	0	0	0	0
		30' - 45'	2	0	0	0	0	0	0
		45' - 60'	0	0	0	0	0	0	0
		ukupno	3	0	0	0	0	0	0
	EJA	3	0	0	0	0	0	0	
sveukupno vozila		3							
sveukupno EJA		3							

## 5.5 Usporedba dobivenih rezultata brojanja prometa 2010. i 2015. godine

Radi potrebe boljeg i sigurnijeg odvijanja prometa u gradu Ludbregu, Grad je 2010. godine zatražio izradu „Analize dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu“. Studiju je izradio Institut prometa i veza iz Zagreba. U spomenutoj studiji brojanje je izvršeno na svim većim raskrižjima na području Grada, odnosno na 11 brojačkih mjesta u četiri vremenska intervala u vremenskom trajanju od jednog sata raspoređenih tijekom dana na svim lokacijama. Vremenski intervali brojanja prometa su bili:

- 6:30h – 7:30h
- 10:00h – 11:00h
- 14:30h – 15:30h
- 16:00h – 17:00h

Iz podataka dobivenih brojanjem prometa u 2010. godini vidljivo je da je najveće prometno opterećenje u vremenskom intervalu 14:30h – 15:30h. Taj vremenski interval najopterećeniji je na svih 11 lokacija na kojima je izvršeno brojanje. Zatim slijedi vremenski interval 10:00h – 11:00h koji je na drugom mjestu po broju vozila na svim brojačkim mjestima osim raskrižja na južnom izlazu iz grada, gdje se spajaju državne ceste D2 i D24. Na sedam raskrižja je najmanje opterećenje u vremenu od 6:30h – 7:30h, a na četiri u vremenu od



16:00h – 17:00h. Iz prikazanih podataka vidimo da je drugi najopterećeniji vremenski interval 10:00h – 11:00h, a ne interval 6:30h – 7:30h kako je bilo za očekivati radi odlaska ljudi na posao, te je čak na većini raskrižja imao najmanje opterećenje od svih vremenskih intervala. Razlog tome bi mogao biti da nekoliko tvrtki ima radno vrijeme od 06:00 sati, te da većina tvrtki ima popodnevne smjene.

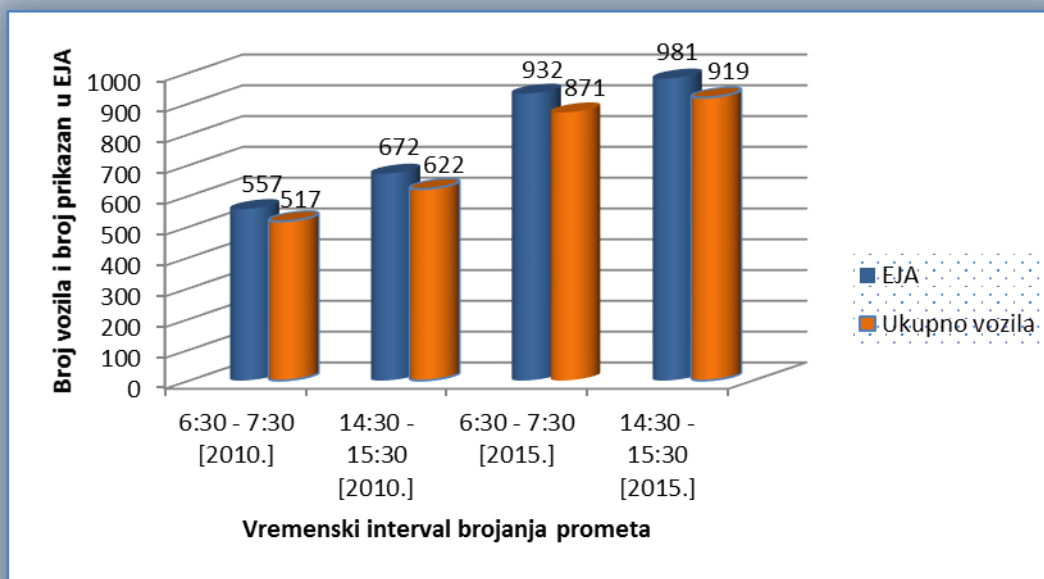
### 5.5.1 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 1: Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna

Brojačko mjesto 1 nalazi se na sjevernoj obilaznici Grada, te je sjecište državne ceste D2 i županijske ceste Ž2071. Raskrižje je semaforizirano. Iz prikazanih podataka u poglavlju 5.1 vidljivo je da kroz raskrižje prometuje veliki broj teških teretnih vozila, a razlog tome je tranzitni promet na državnoj cesti D2, koja spaja granični prijelaz s Republikom Slovenijom i Osijek, odnosno cijelu Slavoniju. Brojanje prometa 2010. godine je izvršeno u srijedu, 21. travnja, a 2015. godine u utorak, 5. svibnja.

**Tablica 11.** Odnos osobnih i teretnih vozila

Red.br.	Vremenski interval	Osobna vozila	Teretna vozila
1.	06:30 - 07:30 [2010.]	78,72%	17,02%
2.	14:30 - 15:30 [2010.]	75,72%	16,88%
3.	06:30 - 07:30 [2015.]	82,21%	13,12%
4.	14:30 - 15:30 [2015.]	79,43%	13,92%

U tablici 11 je prikazan odnos između osobnih vozila i teretnih vozila u koje pripadaju laka teretna vozila, teška teretna vozila i traktori. Uzete su samo te dvije kategorije jer one najviše utječu na odvijanje prometa u raskrižju, te su u ovome slučaju i najbrojnije kategorije s postotkom od oko 95% u odnosu na ukupan broj vozila u raskrižju. Iz priloženih podataka vidi se da se u razdoblju od 5 godina povećao udio osobnih vozila, a smanjio udio teretnih vozila. Postotak osobnih vozila se povećao u 2015. godini u odnosu na 2010. godinu za otprilike 4% u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu, dok se udio teretnih vozila u 2015. godini u jutarnjem vršnom satu smanjio za 3,9%, a u popodnevnom vršnom satu za 2,9%. Razlog tome bi moglo biti znatno povećanje ukupnog broja vozila 2015. godine u odnosu na 2010. godinu.



**Grafikon 8.** Usporedba broja vozila na raskrižju Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna

U grafikonu 8 je prikazan ukupan broj vozila koji su prošli raskrižjem u vremenskom intervalu od jednog sata, te taj broj izražen u EJA (ekvivalent jedinice automobila). Vidljiv je znatan porast broja vozila u razdoblju od 5 godina. Tako je razlika između 2010. i 2015. godine u jutarnjem vršnom satu 354 vozila, a u popodnevnom vršnom satu 297 vozila.

### 5.5.2 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 2: Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Brojačko mjesto 2 nalazi se u samom centru Grada, u blizini središnjeg gradskog trga i svih državnih ustanova i jedno je od najprometnijih raskrižja na području Grada. Raskrižje je izvedeno kao mini kružno raskrižje. Brojanje prometa 2010. godine je izvršeno u petak, 23. travnja, a 2015. godine u srijedu, 6. svibnja.

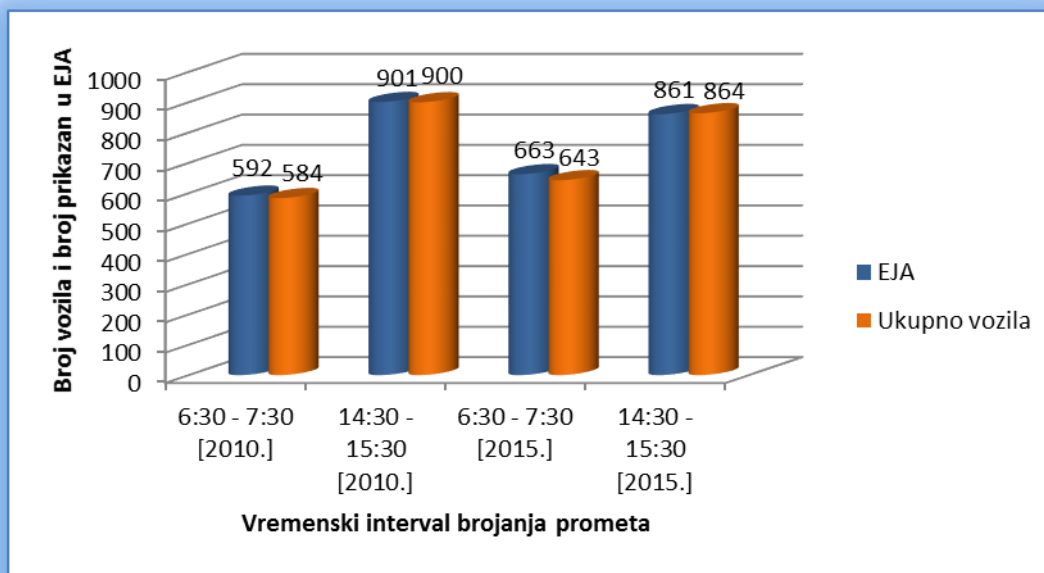
**Tablica 12.** Odnos osobnih, teretnih vozila i bicikala

Red.br.	Vremenski interval	Osobna vozila	Teretna vozila	Bicikli
1.	06:30 - 07:30 [2010.]	85,10%	8,56%	4,62%
2.	14:30 - 15:30 [2010.]	90,00%	4,88%	4,44%
3.	06:30 - 07:30 [2015.]	84,29%	8,41%	4,97%
4.	14:30 - 15:30 [2015.]	86,34%	5,32%	5,39%

U tablici 12 je prikazan odnos između osobnih, teretnih vozila i bicikala unutar vršnog sata. Za razliku od prethodnog brojačkog mjesta, ovdje je prisutno znatno više biciklista, te je

i njih potrebno uzeti kao važan čimbenik na odvijanje prometa unutar raskrižja. Razlog povećanja udia biciklista u ukupnom broju vozila je blizina centra, te područja pješačkih i biciklističkih zona. Znatno se smanjio i udio teretnih vozila, što je i očekivano pošto se lokacija raskrižja nalazi u užem centru Grada. Treba napomenuti da i za razliku od prethodnog brojačkog mjesta koje se nalazi na gradskoj obilaznici, na ovome raskrižju u ukupnom udio teretnih vozila dominiraju laka teretna vozila.

Iz priloženih podataka u tablici je vidljivo da u jutarnjem vršnom satu (6:30h – 7:30h) nema većih promjena između 2010. i 2015. godine. Razlika je mali pad postotka osobnih i teretnih vozila, te povećanje postotka bicikala u 2015. godini. U popodnevnom vršnom satu (14:30 – 15:30) dogodio se pad udjela osobnih vozila za 3,66% u odnosu na 2010. godinu, ali i povećanje teretnih vozila i bicikala za 0,44%, odnosno za 0,95%.



**Grafikon 9.** Usporedba broja vozila na raskrižju Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

U grafikonu 9 je prikazan ukupan broj vozila koji su prošli raskrižjem u vremenskom intervalu od jednog sata, te taj broj izražen u EJA (ekvivalent jedinice automobila). Vidi se da se broj vozila u jutarnjem vršnom satu povećao u odnosu na 2010. godinu, dok se broj vozila u popodnevnom vršnom satu smanjio. U vremenskom intervalu brojanja prometa od 6:30h – 7:30h povećao se broj vozila za 59, a u vremenskom intervalu od 14:30h – 15:30h smanjio se broj vozila za 36. Podatak da se broj vozila u popodnevnom vršnom satu u razdoblju od pet

godina smanjio, a ne povećao, je iznenađujuće i neočekivan, te je to jedino raskrižje i vremenski interval u kojemu nije došlo do povećanja broja vozila u odnosu na 2010. godinu. Razlog tome može biti to što je brojanje izvršeno metodom ručnog brojanja prometa i samo jedan dan u godini pa ti podaci se ne mogu uzeti sa sto posto točnosti.

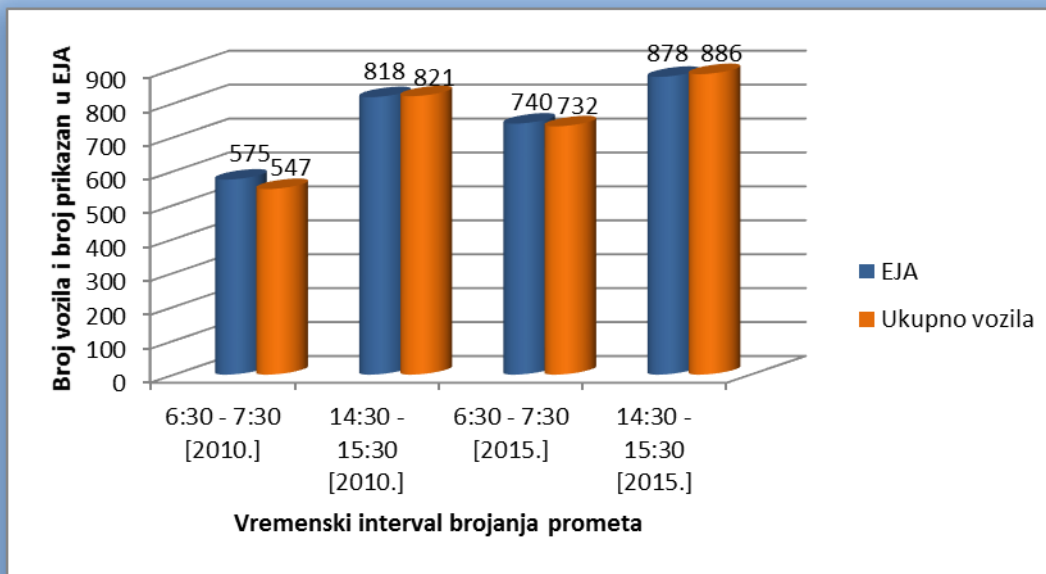
### 5.5.3 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 3: Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

Brojačko mjesto 3 nalazi se u sjeverozapadnom djelu Grada te spaja sjeverni i zapadni ulaz u Ludbreg. Sjecište je županijskih cesta Ž2071 koja dolazi sa sjever i Ž2075 koja je zapadni ulaz u Grad. Raskrižje je izvedeno kao raskrižje s kružnim tokom prometa. Brojanje prometa 2010. godine je izvršeno u petak, 23. travnja, a 2015. godine u četvrtak, 7. svibnja.

**Tablica 13.** Odnos osobnih i teretnih vozila

Red.br.	Vremenski interval	Osobna vozila	Teretna vozila
1.	06:30 - 07:30 [2010.]	81,90%	12,97%
2.	14:30 - 15:30 [2010.]	89,28%	4,51%
3.	06:30 - 07:30 [2015.]	82,78%	8,19%
4.	14:30 - 15:30 [2015.]	85,77%	5,86%

U tablici 13 je prikazan odnos osobnih i teretnih vozila u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu. U obzir nisu uzeti biciklisti jer u ovome raskrižju nemaju veliki utjecaj na odvijanje prometa. Vidi se da se u vremenskom intervalu od 6:30h – 7:30h povećao postotak osobnih vozila za 0,88% u razdoblju od pet godina, dok se postotak teretnih vozila smanjio za 4,78% u istom razdoblju. Iz tog podatka možemo zaključiti da se tranzitni promet teretnih vozila prebacio iz gradske prometne mreže na njenu obilaznicu. U vremenskom intervalu od 14:30h – 15:30h smanjio se postotak osobnih vozila za 3,51%, dok se postotak teretnih vozila povećao za 1,35%. Iz prikazanih podataka u tablici je vidljiv veliki nerazmjer između jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata.



**Grafikon 10.** Usporedba broja vozila na raskrižju Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

U grafikonu 10 je prikazan ukupan broj vozila koji su prošli raskrižjem u vremenskom intervalu od jednog sata, te taj broj izražen u EJA (ekvivalent jedinice automobila). Vidi se da se broj vozila povećao i u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu između 2010. i 2015. godine. U vremenskom intervalu brojanja prometa od 6:30h – 7:30h povećao se broj vozila za 185, a u vremenskom intervalu od 14:30h – 15:30h za 65 vozila.

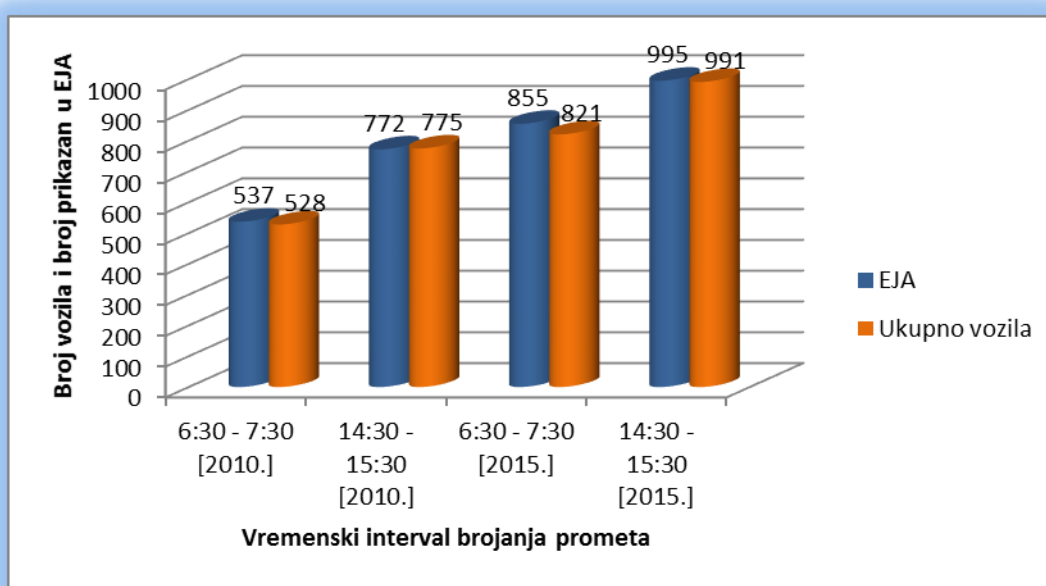
#### 5.5.4 Usporedba dobivenih rezultata brojačkog mjesta 4: Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička

Brojačko mjesto 3 nalazi se u južnom djelu grada te spaja državnu cestu D24 i županijsku cestu Ž2075. Raskrižje je izvedeno kao obično raskrižje u razini s vrlo ostrim zavojem u samom raskrižju. Brojanje prometa 2010. godine je izvršeno u četvrtak, 22. travnja, a 2015. godine u utorak, 12. svibnja.

**Tablica 14.** Odnos osobnih, teretnih vozila i bicikala

Red.br.	Vremenski interval	Osobna vozila	Teretna vozila	Bicikli
1.	06:30 - 07:30 [2010.]	85,03%	8,14%	5,03%
2.	14:30 - 15:30 [2010.]	88,00%	5,67%	5,03%
3.	06:30 - 07:30 [2015.]	79,41%	10,96%	6,57%
4.	14:30 - 15:30 [2015.]	82,34%	7,97%	6,55%

U tablici 14 je prikazan odnos između osobnih, teretnih vozila i bicikala unutar vršnog sata. U jutarnjem vršnom satu se smanjio postotak osobnih vozila za 5,62%, postotak teretnih vozila se povećao za 2,82% dok se postotak bicikala povećao za 1,54%. Vidi se da je u razdoblju od pet godina došlo do znatnog smanjenja udjela osobnih vozila od gotovo 6%. U popodnevnom vršnom satu se smanjio postotak osobnih vozila za 5,66%, postotak teretnih vozila se povećao za 2,3%, dok se postotak bicikala povećao za 1,52%. Na ovome raskrižju prometuje i veliki broj teretnih vozila, posebno u jutarnjem vršnom satu, a razlog tome je državna cesta D24 koja povezuje Varaždinske Toplice i izlaz sa autoceste sa državnom cestom D2 prema Osijeku.



**Grafikon 11.** Usporedba broja vozila na raskrižju Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička

Grafikon 11 prikazuje ukupan broj vozila koji su prošli raskrižjem u vremenskom intervalu od jednog sata, te taj broj izražen u EJA (ekvivalent jedinice automobila). Vidi se znatan porast broja vozila u razdoblju od pet godina, između 2010. i 2015. godine. Tako se broj vozila u vremenskom intervalu 6:30h – 7:30h povećao za čak 293 vozila, a u intervalu od 14:30h – 15:30h za 216 vozila. Kod ovog raskrižja je došlo do najznačajnijeg porasta broja vozila u odnosu na tri ostala analizirana raskrižja, a podatak koji najviše zabrinjava je porast teretnih vozila za oko 2,5% u razdoblju od pet godina.

## 6. Prijedlog poboljšanja postojećih raskrižja na području grada Ludbrega

U ovom poglavlju je analizirano postojeće stanje četiri najvažnija raskrižja obuhvaćena ovim radom, izvedeno je ručno brojanje prometa i napravljena detaljna analiza postojećeg stanja sa svim prednostima i nedostacima. Grafički su prikazani prometni tokovi iz kojih možemo vidjeti opterećenja u raskrižjima po privozima. Dani su i prijedlozi poboljšanja vođenja prometnih tokova kroz raskrižja ako je to postojeće stanje zahtijevalo.

### 6.1 Raskrižje Obilaznica – Vatroslava Lisinskog – Glavna

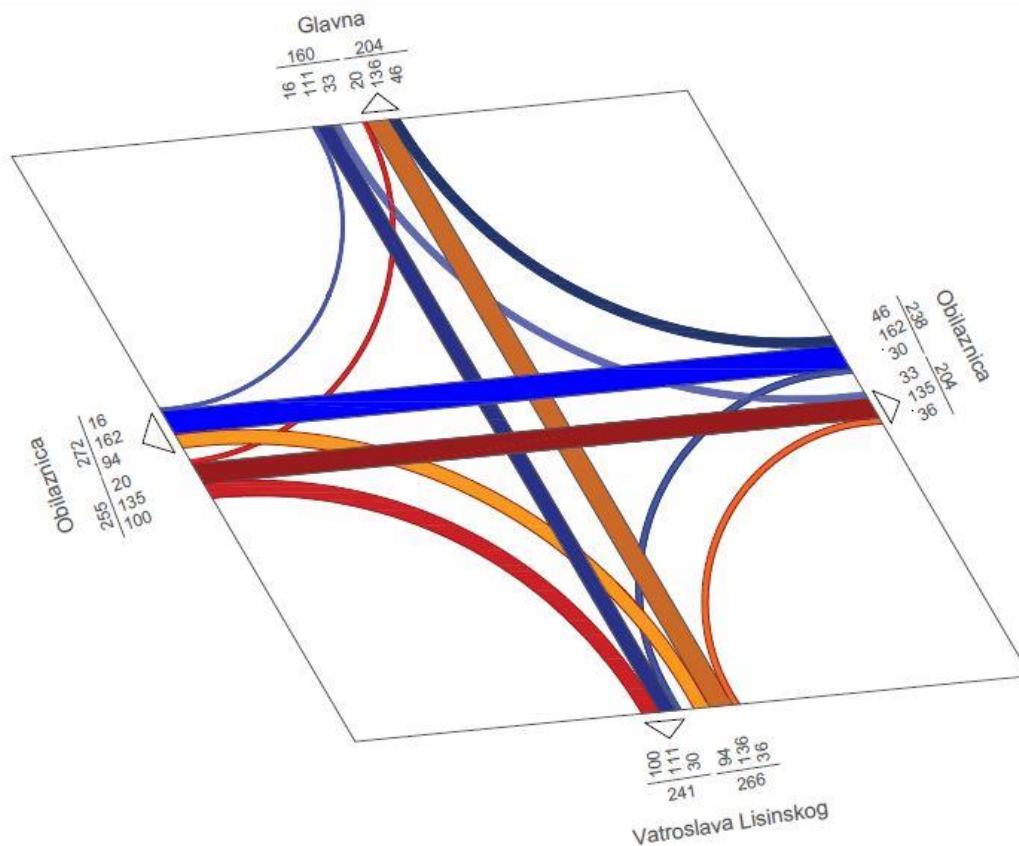
Raskrižje se nalazi na gradskoj obilaznici, na sjevernom ulazu u grad između Ludbrega i prigradskog naselja Selnik. Raskrižje je četverokrako i semaforizirano. Na sporednim privozima po jedna je traka u svakom smjeru, na zapadnom privozu obilaznice tri su trake u dolaznom smjeru i jedna u odlaznom, dok su na istočnom privozu dvije u dolaznom (s proširenjem za desne skretače na zajedničkom prometnom traku za ravno i desno) i jedna u odlaznom. Širina prometnog traka za lijeve skretače na istočnom privozu je 4 m, a zajednički trak za ravno i desno je širine 5 m. Širina svih prometnih trakova na zapadnom privozu iznosi 3,5 m, dok su širine trakova na sporednim privozima 4 m.



**Slika 26.** Raskrižje Obilaznica – Vatroslava Lisinskog – Glavna

*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Semaforški ciklus radi u dvije faze u trajanju od 78 s. Na obilaznici su vremena trajanja svjetlosnih signala sljedeća: crveno svjetlo 33 s, zeleno svjetlo 40 s, žuto svjetlo 3 s, crveno žuto svjetlo 2 s, dok na sporednim privozima u drugoj fazi su: crveno svjetlo 51 s, zeleno svjetlo 22 s, žuto svjetlo 3 s, crveno žuto svjetlo 2 s.



**Slika 27.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica – Vatroslava Lisinskog – Glavna

Na slici 27 vidi se grafički prikaz prometnih tokova dobivenih iz podataka prikazanih u petom poglavlju. Prikazani su podaci dobiveni brojanjem prometa u vremenskom intervalu 14:30h – 15:30h. Vidi se da su prometna opterećenja na privozima približno jednaka. Tako opterećenje iz smjera obilaznica – istok iznosi 25,89%, iz Ulice Vatroslava Lisinskog 28,92%, na obilaznica – zapad je opterećenje 27,74%, a iz Glavne ulice 17,45%. Opterećenja na izlazima iz raskrižja su također približno jednaka, a najveće opterećenje na izlazu je na zapadnom privozu obilaznice. Najviše su opterećeni prometni tokovi za ravno, pogotovo na glavnoj cesti, a od jače opterećenih tokova još je onaj iz smjera obilaznica (zapad) – Ulica Vatroslava Lisinskog i Ulica Vatroslava Lisinskog –obilaznica (zapad).



Podaci dobiveni u jutarnjem vršnom satu se malo razlikuju od onih u popodnevnom vršnom satu. U vremenskom intervalu 6:30h – 7:30h je prošlo ukupno 871 vozilo kroz raskrižje, a u vremenskom intervalu 14:30h – 15:30h 919 vozila. Najveća razlika je u opterećenjima privozi pa tako južni privoz koji u popodnevnom vršnom satu ima najveće opterećenje u jutarnjem ima najmanje. Razlog tome je odlazak i vraćanje putnika s posla. Opterećenja na privozima su također približno jednaka, osim malo manjeg na južnom privozu (Ulica Vatroslava Lisinskog), kao što je i slučaj u popodnevnom vršnom satu kad opterećenje na sjevernom privozu (Glavna ulica) odudara od ostalih privoza.

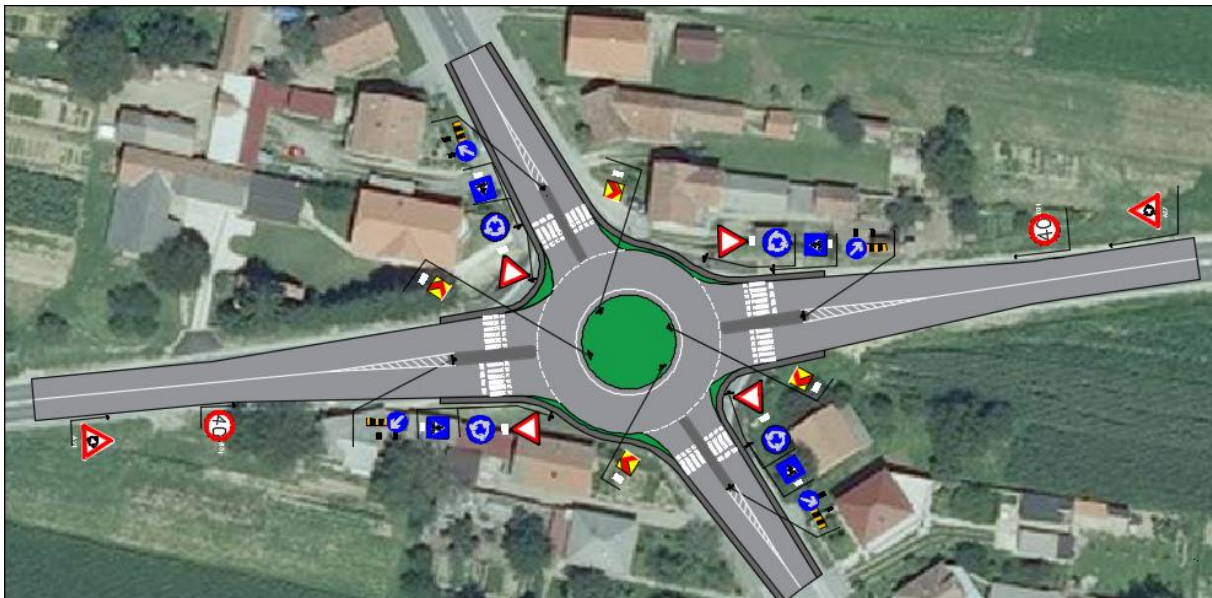
Kako je obilaznica ujedino i državna cesta D2 njome i prometuje veliki broj teretnih vozila koji iznosi čak 20% od ukupnog prometa na relaciji istok – zapad. Na relaciji sjever – jug zabilježen je malo veći broj biciklista koji iznosi nešto manje od 10%. Naravno najveći je postotak osobnih automobila koji je na svim privozima oko 80%.

Pod nedostatke ovog raskrižja može se navesti ulazak vozila u raskrižje prevelikom brzinom zbog trenutne konfiguracije raskrižja kada je na svjetlosnom uređaju za upravljanje prometom zeleno svjetlo, pogotovo na obilaznici gdje brzine prelaze i 100 km/h, te znatno smanjuju sigurnost odvijanja prometnog procesa. Problem ovog raskrižja je i mogućnost kvara na svjetlosnom uređaju što se na spomenutom raskrižju dogodilo par puta u zadnjih nekoliko godina, te uzrokovalo prometne nesreće od kojih i one s teškim tjelesnim ozljedama. Na sporednim privozima se nalazi samo jedna prometna traka, te se u vremenima vršnog sata stvaraju kolone, posebno na južnom privozu iz smjera Ludbrega gdje ima veliki broj lijevih skretača. Kao što je već navedeno na smjeru sjever – jug zabilježen je veliki broj biciklista, postoji i biciklistička staza gotovo do samog raskrižja, no radi sigurnosti biciklista potrebno je iscertati je i preko samog raskrižja.

Zbog svih tih nedostataka najpovoljnije rješenje bi bila izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa. Taj prijedlog rješenja ovog raskrižja može se smatrati i kao najučinkovitiji iz razloga što je već bilo prijedloga iz Hrvatskih cesta da se na spomenutom raskrižju izgradi kružni tok. Na taj način bi se znatno povećala sigurnost odvijanja prometa, riješio bi se i jedan od najvećih problema raskrižja, ulazak u raskrižje velikom brzinom, te time smanjio broj prometnih nesreća i njihove posljedice. Ovakvim rješenjem bi došlo do manjih čekanja na prilazima, posebno u vremenima vršnog sata na sporednim prilazima, a samim time bi se i smanjila buka i emisija štetnih plinova motornih vozila. Iz grafičkog prikaza prometnih tokova na raskrižju vidi se da je zadovoljen jedan od najvažnijih zahtjeva za pristupanje

izgradnji raskrižja s kružnim tokom prometa, približno jednako opterećenje na svim privozima. Prednost ovakvog rješenja su i manji troškovi održavanja u odnosu na semaforizirano raskrižje, a smanjila bi se i mogućnost ponavljanja prometnih nesreća radi kvara svjetlosnih uređaja. U prilog izgradnji kružnog raskrižja ide i dovoljno prostora za izgradnju središnjeg otoka, što je čest problem u urbanim već izgrađenim sredinama.

Kao problem kod projektiranja raskrižja s kružnim tokom prometa javlja se povećani broj lijevih skretača iz smjera Ludbrega (južni privoz) prema zapadnom privozu. Na ostalim privozima broj lijevih skretača je znatno manji. Problem može stvarati i malo veći intenzitet biciklističkog prometa na relaciji sjever – jug koji iznosi nešto manje od 10%. Iz prikazanih prednosti i nedostataka planiranog kružnog raskrižja vidi se da postoji znatno više kriterija za izgradnju od onih kriterija kod kojih se ne preporučuje izgradnja.



**Slika 28.** Prijedlog kružnog raskrižja Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna

Na slici 28 je prikazano predloženo kružno raskrižje s prometnim znakovima. Zbog blizine stambenih površina na sjevernom privozu bilo je potrebno pomaknuti središnje osi privoza prema dolje da bi se mogao projektirati zadovoljavajući vanjski polumjer. Vanjski polumjer raskrižja iznosi 15,35 m, a polumjer središnjeg otoka je 7,85 m. Zbog prometa teretnih vozila tim raskrižjem izveden je povozni dio središnjeg otoka širine 1 m.

Kolnik u kružnom djelu otoka izveden je s jednim prometnim trakom te je njegova širina 6,5 m, što je više od minimalne širine koja iznosi 5,5 metara. Širine prilaznih i odlaznih trakova na državnoj cesti iznose 6 m zbog prometa kamiona s prikolicom i ostalih teretnih

vozila, dok na sporednim privozima prometni trakovi su širine 4,5 m. Trakovi su manje širine zbog nedostatka mjesta i iz razloga što na tim privozima ne prometuju veća teretna vozila.

Ulazni polumjeri u raskrižje iznose 14 m na svim privozima, izlazni polumjeri na sporednim privozima su isto 14 m, dok su na glavnoj prometnici 16 m. Razdjelni otoci na obilaznici su širine 2 m, a na sporednim privozima 1,5 m. Duljina razdjelnih otoka je 15 m. Pješački prijelaz je izveden na svim privozima te je izmaknut 5 m od produžetka vanjskog ruba kružnog dijela kolnika u raskrižju.

Na slici 29 je prikazana provjera trajektorije kružnog raskrižja pomoću programskog alata AutoTURN. Kod provjere trajektorije uzet je kamion s poluprikolicom Lastzug duljine 18,71 m i kamion Grober – Lkw duljine 10,10 m. Iz slike je vidljivo da kamion s poluprikolicom može proći kroz raskrižje i s glavnih i sporednih privoza čime je zadovoljena provoznost kružnog raskrižja.



**Slika 29.** Kružno raskrižje Obilaznica - V. Lisinskog - Glavna s trajektorijama

## **6.2 Raskrižje Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca**

Raskrižje se nalazi u centru grada u neposrednoj blizini glavnog gradskog trga. Izvedeno je kao mini kružno raskrižje. Smješteno je na križanju Ulice Petra Zrinskog koja se proteže smjerom sjever – jug koja je klasificirana kao županijska cesta ŽC-2071, Ulice Matije Gupca na istoku koja je također klasificirana kao županijska cesta ŽC-2075 te Ulice Vladimira Nazora na zapadu koja je nerazvrstana i slijepa cesta. Zbog nedostatka prostora u raskrižju ono je izvedeno kao mini kružno raskrižje a montažnim središnjim otokom.

Središnji otok, kao glavni dio mini kružnog raskrižja, izveden je od montažnih razdvajajućih rubnjaka i popunjen asfaltom. Nadvišenje središnjeg otoka na vanjskom rubu iznosi do 4 cm, a prema sredini raste do 12 cm. Na taj način onemogućuje se prijelaz osobnih automobila preko otoka, a istovremeno se omogućuje velikim vozilima (s velikim pneumaticima) provoz preko istog.

Predmetno kružno raskrižje projektirano je kružnog oblika u gabaritima postojećeg četverokrakog raskrižja, vanjskog promjera  $D_v=19,0$  m i promjera središnjeg otoka  $D_u=5,0$  m. Kolnik u kružnom toku ima jednu prometnu traku širine 7,0 m, s time da je prijelazni pojas širine 1,0 m. Ova širina omogućuje nesmetani prolazak osobnih i manjih teretnih vozila (duljine do 10 m) kružnim raskrižjem.

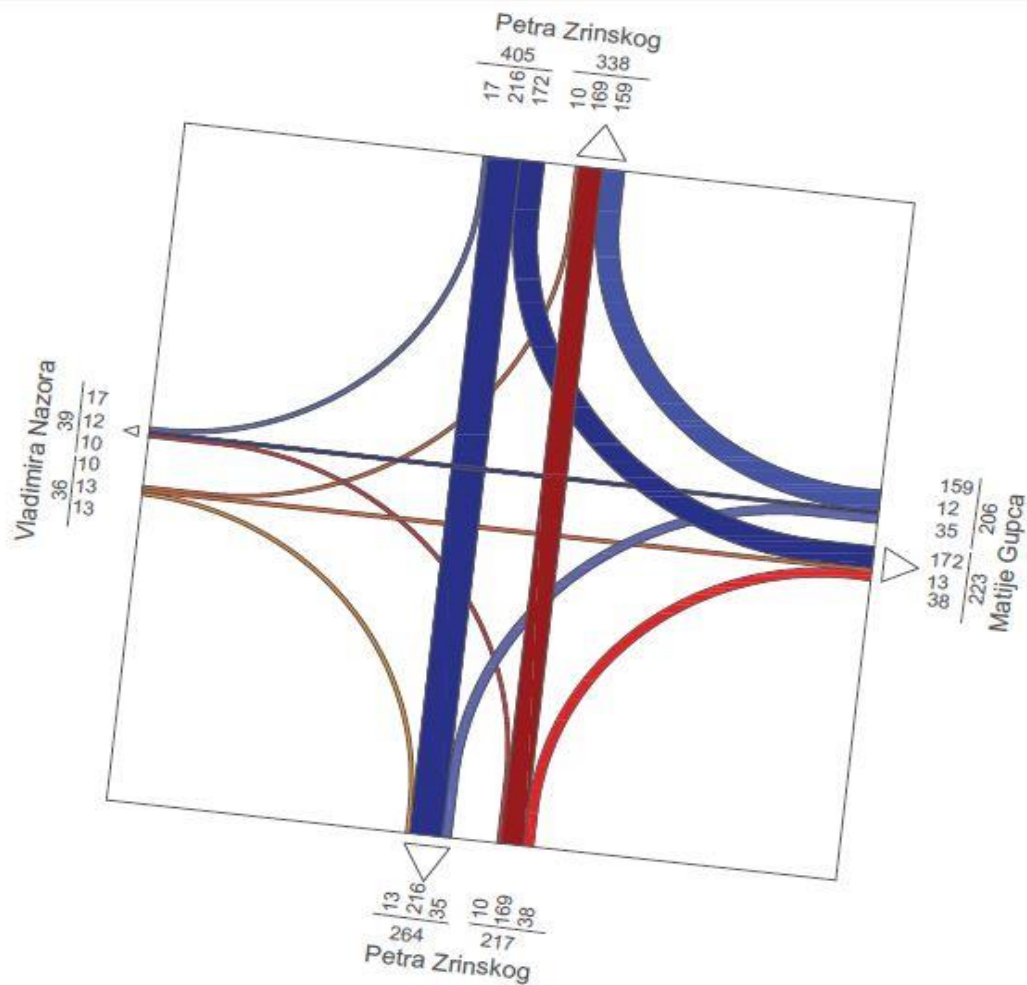


**Slika 30.** Raskrižje Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Privozi su ograničeni postojećim tlocrtnim gabaritima četverokrakog raskrižja i širina im iznosi 3,00 – 4,5 m (ulazni i izlazni dio). Sastavni dio privoza su razdjelni otoci širine 2,00 m (sa sjeverne i istočne strane raskrižja), dužine 5,0 m, koja omogućuje izvedbu pješačko biciklističkih prijelaza na propisanoj udaljenosti od samog rotora. Ulazno-izlazni radijusi na privozima iznose 6 i 12 m. Pješačko-biciklistički promet u zoni raskrižja vođen je tako da što manje ometa promet vozila. Pješački prijelazi su širine 3,0 m i prolazi za bicikle širine 1,20 m.

Na grafičkom prikazu prometnih tokova vidi se da je najveće opterećenje na sjevernom privozu, a da su istočni i južni privoz, odnosno Ulica Matije Gupca i Petra

Zrinskog podjednako opterećene. Najmanje i koje gotovo ne utječe na odvijanje prometnog procesa u raskrižju je prometno opterećenje na zapadnom privozu u Ulici Vladimira Nazora. Opterećenje iz smjera Ulice Petra Zrinskog – sjever je 46,87%, iz Ulice Matije Gupca 23,86%, iz Ulice Petra Zrinskog – jug 25,11%, te najmanje opterećenje iz Ulice Vladimira Nazora sa samo 4,16%. Najviše su opterećeni prometni tokovi za ravno na glavnoj prometnici, zatim lijevi skretači iz smjera sjever – istok i desni skretači iz smjera istok – sjever.



**Slika 31.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca

Analizirano raskrižje je rekonstruirano 2013. godine kada je zbog većeg inteziteta prometa u središtu grada za vrijeme vršnih sati dolazilo do smanjenja propusne moći, stvaranje repova čekanja na istočnom sporednom pravcu, te otežano uključivanje sa sporednih pravaca. Problem kod nastojanja izrade najboljeg projektnog rješenja predstavlja nedostatak prostora. Pošto se raskrižje nalazi u središtu grada ne postoji veliki broj teretnih vozila, a i ona

koja prolaze su laka teretna vozila manjih dimenzija, ali kako se na istočnoj strani raskrižja nalazi Autobusni kolodvor raskrižjem prolazi nešto veći broj autobusa. Tu se javlja problem malih ulazno – izlaznih radijusa na privozima. U prilog povećanja propusne moći raskrižja i cijele dionice također ne ide što je računaska brzina koja omogućuje siguran prolaz vozila kroz kružno raskrižje s opisanim elementima iznosi 25 km/h.

U pronalaženju najkvalitetnijeg mogućeg rješenja koje bi zadovoljavalo kriterije iz sigurnosnog aspekta i aspekta povećanja propusne moći raskrižja i analizom postojećeg raskrižja može se zaključiti da analizirano raskrižje funkcionira, te da nema potrebe za rekonstrukcijom istog. Problem malog prostora i malih ulazno – izlaznih radijusa riješen je montažnim središnjim otokom punjenim asfaltom, visine do 12 cm. Na taj način velika vozila mogu proći preko središnjeg otoka. Takvo rješenje dovelo je i smirivanje prometa na glavnoj prometnici što je važno iz aspekta sigurnosti odvijanja prometa zbog velikog broja pješaka i biciklista.

Jedna od razmatranih varijanti je bila i rekonstrukcija postojećeg u semaforizirano raskrižje. Od te ideje se odustalo zbog toga što bi semaforizacija bila opravdana samo u vršnim opterećenjima u danu, dok bi u ostalo vrijeme semafor nepotrebno zaustavljao vozila koja bi morala čekati zelenu fazu u vrijeme kada bi mogla proći raskrižjem. Taj problem bi se mogao riješiti postavljanjem detektora na sporednim privozima, no to dodatno poskupljuje troškove već ionako dovoljno skupe izgradnje semaforiziranog raskrižja.

### **6.3 Raskrižje Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog**

Raskrižje se nalazi u sjeverozapadnom dijelu grada, te je mjesto u kojem se spajaju prometni tokovi sa sjevernog i zapadnog ulaza u grad. Izvedeno je kao raskrižje s kružnim tokom prometa. Nije klasično kružno raskrižje, postoje tri kraka raskrižja, a središnji otok nije pravilnog kružnog oblika već jajčastog oblika. Specifično je i po brojnim prilazima u ugostiteljske objekte, kuće i parkirališta koji se nalaze unutar samog raskrižja. Izvan raskrižja su izvedeni nogostupi za pješački i biciklistički promet.



**Slika 32.** Raskrižje Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog

*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Zbog svog specifičnog izgleda teško je odrediti vanjske i unutarnje polumjere, unutarnji polumjer [ $R_u$ ] tako iznosi oko 14 m, a vanjski polumjer [ $R_v$ ] oko 23 m. Širina voznog traka je 4,5 m.

Opterećenja na privozima nisu tako izjednačena kao na prethodnom raskrižju, ali još uvijek prometni tok iz Ulice Vatroslava Lisinskog ne zaostaje puno za takozvanim glavnim prometnim tokom Frankopanska – Petra Zrinskog. Ukupno prometno opterećenje raskrižja u jutarnjem vršnom satu [6:30h – 7:30h] je 732 vozila, a u popodnevnom vršnom satu [14:30h – 15:30h] 886 vozila. Tako prometno opterećenje na privozu Frankopanska iznosi 32,73%, na privozu Petra Zrinskog 40,06%, a na privozu Vatroslava Lisinskog 27,21%. Ti podaci se odnose na popodnevni vršni sat. Podaci u jutarnjem vršnom satu se poprilično razlikuju, te su opterećenja na privozima gotovo jednaka. Prometno opterećenje na privozu Frankopanska iznosi 31,43%, na privozu Petra Zrinskog 35,65%, a na privozu Vatroslava Lisinskog 32,92%. Vidi se da se u odnosu na popodnevni vršni sat prometno opterećenje na privozu Petar Zrinski znatno smanjilo, dok se na privozu Vatroslav Lisinski povećalo. Razlog tome je veliko povećanje broja vozila na privozu Petar Zrinski na koji vozila dolaze iz centra grada sa 261 vozila u jutarnjem vršnom satu na 355 vozila u popodnevnom vršnom satu.

Kao zamjerka postojećem raskrižju može se naći samo veliki broj prilaza u samom raskrižju koji utječu na sigurnost odvijanja prometa. Ali usprkos tome raskrižje funkcionira vrlo dobro, te ne zahtjeva rekonstrukciju ni izgradnju nekog novog rješenja. U prilog tome ide i da ja postojeće raskrižje izgrađeno prije osam godina, te se još može smatrati relativno novim raskrižjem.

#### **6.4 Raskrižje Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička**

Raskrižje se nalazi u jugozapadnom dijelu grada te spaja državnu cestu D24 i županijsku cestu Ž2075. Izvedeno je kao obično raskrižje u razini s vrlo oštrim zavojem u samom raskrižju. Kao što vidimo na slici 34 glavna cesta koja se proteže u smjeru sjever – istok je pod 90° što znatno smanjuje preglednost u raskrižju. Glavna cesta dolazi iz centra prema istočom izlazu iz grada, sporedni privoz Ulica Ljudevita Gaja je državna cesta D24 kojom dolazi tranzitni promet iz smjera Varaždinskih Toplica. Kalnička ulica je slijepa ulica male dužine s malim prometnim opterećenjem. Širina prometnih trakova unutar raskrižja na glavnoj cesti je 4 m.



**Slika 33.** Raskrižje Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička

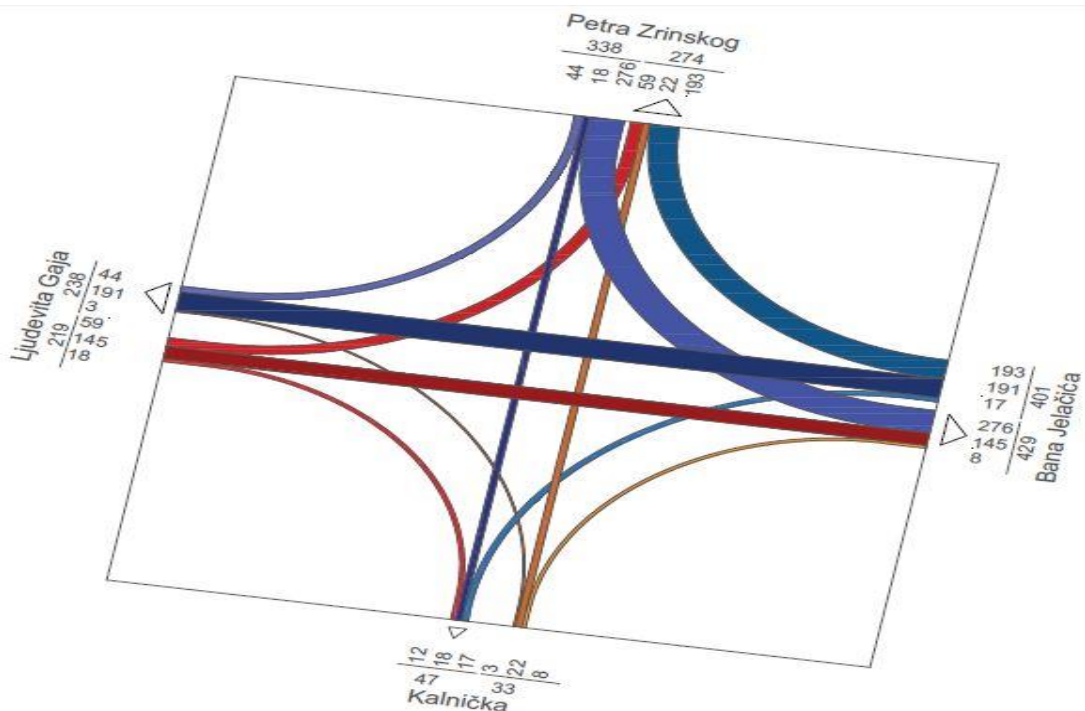
*Izvor: <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>*

Slika 34. prikazuje grafički prikaz prometnih tokova u vremenskom intervalu 14:30h – 15:30h prema podacima dobivenih brojanjem prometa iz petog poglavlja. Tako se vidi da je



najveće opterećenje na prometnim tokovima između ulica Petra Zrinskog i Bana Josipa Jelačića koja je ujedino i glavna cesta. Prometno opterećenje iz smjera Ulice Bana Josipa Jelačića (istok) je 40,46%, iz smjera Ulice Petra Zrinskog (sjever) 34,10%, iz smjera Ljudevita Gaja 22,12%, te iz smjera Kalničke ulice neznatnih 3,32%. Vidljivo je i da je opterećenje na istočnom privozu (Bana Jelačića) najveće i u ulasku i izlasku iz raskrižja.

Najviše su opterećeni tokovi za ravno na glavnoj cesti koji se u ovome slučaju ne protežu ravno već su u luku. Slijedeći prometni tok po opterećenju je onaj lijevih skretača iz smjera Bana Jelačića prema Ulici Ljudevita Gaja koji također ima veliko opterećenje. Može se zamjetiti i gotovo zanemarivo opterećenje na južnom privozu što s obzirom na kompliciranost raskrižja može se smatrati kao olakšavajuća okolnost. Kako raskrižjem prolazi državna cesta D24 povećan je i broj tranzitnog prometa i promet teretnih vozila. Tako je postotak teretnih vozila iz smjera Bana Jelačića – Ljudevita Gaja 16,2%, a iz smjera Ljudevita Gaja – Bana Jelačića 10,1%. Postotak teretnih vozila na ostalim tokovima je manji i iznosi oko 5% i manje.



**Slika 34.** Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička

Kao što se vidi na dispoziciji raskrižja, ono nije klasično četverokrako raskrižje. Postoji niz problema i nedostataka koji ga stavljaju u poziciju najproblematičnijeg raskrižja na

području Ludbrega. Glavni problem predstavlja mala preglednost koja znatno utječe na sigurnost odvijanja prometnog procesa. Mala preglednost je na glavnoj cesti koja se nalazi u zavoju pod kutem od 90°, te na sporednom privozu u Ulici Ljudevita Gaja gdje zbog stambene građevine je potrebno ući gotovo u raskrižje kako bi vidjeli da li ima vozila iz Ulice Petra Zrinskog. Kao što je već spomenuto, raskrižjem prolazi državna cesta D24, a njome i teretna vozila u tranzitu koja stvaraju veliku buku i emisiju štetnih plinova u centru grada.

Iz grafičkog prikaza prometnih tokova vidi se da postoji veliki broj lijevih skretača iz smjera Bana Jelačića prema Ulici Ljudevita Gaja čime dolazi do preplitanja dva od tri najopterećenija toka. Taj problem je posebno izražen kod vremena vršnog sata kada se stvaraju repovi čekanja unutar raskrižja pošto je za manevar skretanja ulijevo potrebno ući u raskrižje. Problem je još izraženiji kada se u tim repovima čekanja nađe par uzastopnih teretnih vozila što dovodi do potpunog kolapsa, stvaranja repova čekanja na istočnom i zapadnom privozu, a time i smanjenja propusne moći raskrižja.

Problem kod kretanja u rekonstrukciju raskrižja predstavlja mala površina dostupna za izgradnju nekog novog prometnog rješenja pošto se raskrižje nalazi u urbanoj sredini. Spomenuti problemi bi se mogli riješiti izgradnjom južne obilaznice oko grada, čime bi se sav tranzitni promet premjestio iz centra i spomenutog raskrižja na tu obilaznicu. Problem kod izgradnje južne obilaznice predstavlja konfiguracija terena jer bi ta prometnica morala prolaziti kroz močvarno tlo uz rijeku Bednju i brežuljke Kalničkog gorja što znatno povećava financijske troškove izgradnje.

Kao sljedeće moguće rješenje predlaže se promjena trase državne ceste D24 kako više ne bi prolazila kroz centar grada i njeno spajanje prije ulaska u Ludbreg na sjevernu obilaznicu, odnosno državnu cestu D2. Tim rješenjem bi se izbacio tranzitni promet iz centra grada što bi uzrokovalo smanjenje opterećenja raskrižja, te znatno manji broj teretnih vozila u centru. Smanjio bi se i broj lijevih skretača skretača iz smjera Bana Jelačića prema Ulici Ljudevita Gaja, čime bi se povećala propusna moć raskrižja.

Na slici 35 je prikazan spoj državnih cesta D2 i D24 koji je prijedlog poboljšanja raskrižja Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička iako se direktno ne odnosi na samo raskrižje. Nova dionica počinje prije naselja Hrastovsko te se priključuje na D2 nakon završetka naselja Poljanec. Tim načinom vođenja prometnice izbjegnuto je prolazak tranzitnog prometa kroz Hrastovsko i Poljanec. Trasa je specifičnog oblika jer se

vodi po već postojećim nerazvrstanim cestama te se na taj način izbjegava povećanje troškova kupnje zemljišta. Takva varijanta zahtjeva detaljnu rekonstrukciju i proširenje postojeće ceste prema pravilniku te kupnju samo par zemljišnih čestica. Dionica prolazi preko željezničke pruge Varaždin – Koprivnica i zbog sigurnosnih razloga je potrebno napraviti denevelirani pružni prijelaz. Prijelaz preko pruge bi se izveo kao podvožnjak.

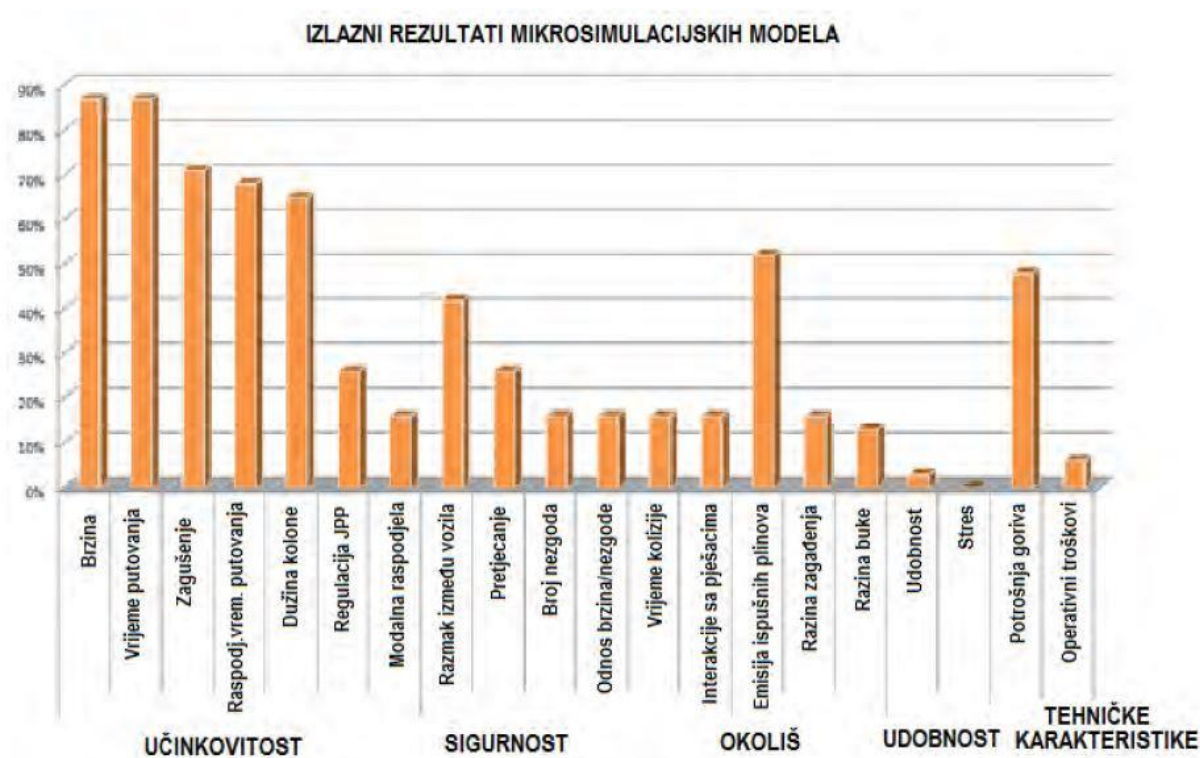


**Slika 35.** Spoj državnih cesta D2 i D24

Na projektiranoj dionici postoje tri zavoja od kojih su dva manja polumjera 100 m i veći s polumjerom 250 m. Širina prometnice je 3,25 m, a ukupna duljina dionice iznosi 1375,25 m.

## 7. Simulacija i evaluacija predloženih rješenja optimizacije prometnih tokova

U svijetu postoji pedesetak mikrosimulacijskih programskih alata koji su u većini slučajeva nastali na istraživačkim institutima i sveučilištima. Počeci mikrosimulacija u prometu potječu iz 1955. godine. U početku su se mikrosimulacijski modeli razvijali zbog potrebe za testiranjem pojedinih prometnih rješenja, s namjerom poboljšanja protočnosti odnosno kapaciteta raskrižja, prije svega u urbanom okruženju. S razvojem mikroprocesora i osobnih računala, današnji modeli jednakom preciznošću obrađuju više od 100 km mreže s više od 200 raskrižja i desetak tisuća vozila u realnom vremenu bez većih poteškoća.



**Slika 36.** Simulacijske metode s obzirom na preciznost obrade

*Izvor: Šraml, M. i Jovanović, J. Mikrosimulacije u prometu (radni udžbenik s primjenom Vissima-a). Maribor: Fakultet za gradbeništvo; 2014.*

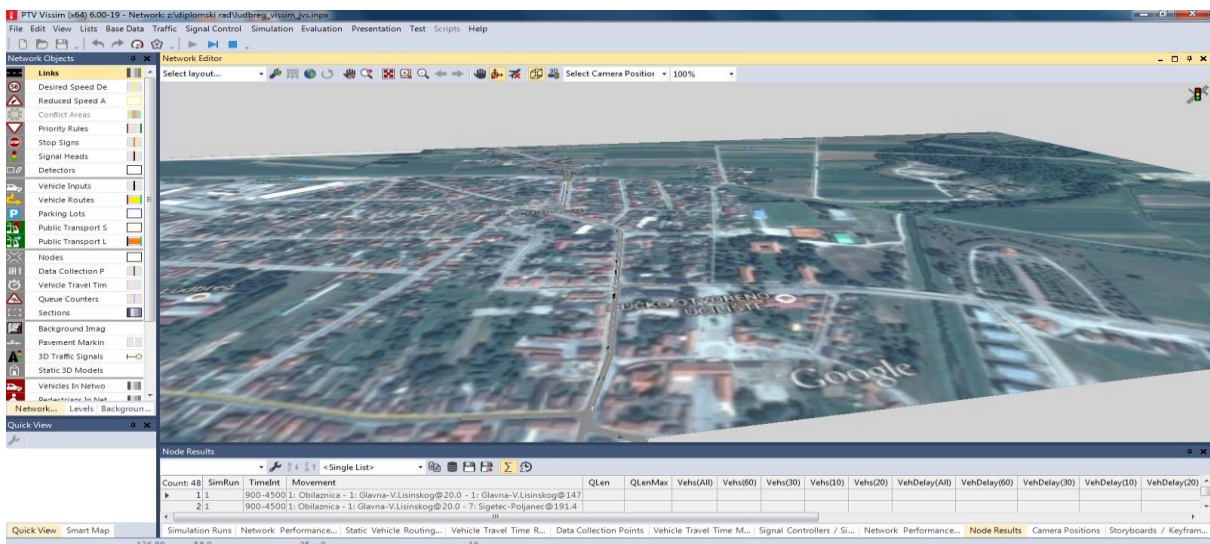
U izradi ovog rada je korišten programski alat PTV Vissim koji ima vodeću ulogu u području mikrosimulacija i koristi se u više od sto zemalja svijeta. Proizvod je njemačkog poduzeća PTV. Vissim je mikroskopski simulacijski računalni program koji se temelji na višenamjenskoj simulaciji prometnih tokova, s naglaskom na analizi i optimizaciji prometnih tokova. Programska oprema Vissim-a temelji se na objektno orijentiranom kodu C++. Vissim

nudi mnoštvo različitih mogućnosti simulacija urbanog i izvanurbanog prometa, te povezivanje simulacija javnog i pojedinačnog prometa. Pomoću modeliranja realnih prometnih uvjeta možemo vrlo dobro, s relativno visokim stupnjem sličnosti između realnih i modeliranih prometnih tokova, obuhvatiti kompleksnost uvjeta u prometu. [12]

Pomoću mikrosimulacijskih modela Vissima-a mogu se simulirati sve vrste prometnih površina (autoceste, lokalne ceste, brze ceste, biciklističke staze, raskrižja itd.), sve vrste prometa (motorizirani i nemotorizirani) i javni promet (autobusi, tramvaji, podzemna željeznica i sl.).

## 7.1 Simulacija i evaluacija postojećeg stanja raskrižja na području grada Ludbrega

U mikrosimulacijskom alatu Vissim napravljena je simulacija četiri odabrana raskrižja koje su povezane u dionicu duljine 1,3 kilometara. Dionica prolazi od sjevernog ulaza u grad, centrom grada sve do južnog dijela grada, što ju čini prometnicom s najvećim opterećenjem. Prvo analizirano raskrižje je semaforizirano, sljedeća dva su kružna raskrižja od kojih je jedno mini kružno raskrižje, a posljednje je klasično četverokrako raskrižje. Simulacija i evaluacija je napravljena za vremenske intervale 6:30 – 7:30 i 14:30 – 15:30. Evaluacijom su dobiveni brojni podaci od kojih su najvažniji prosječno vrijeme kašnjenja iz kojih se određuje razina usluge, prosječna brzina, repovi čekanja i vrijeme putovanja na određenoj dionici.



Slika 37. Grafičko sučelje Vissim-a

U tablici 15 su prikazani izlazni podaci dobiveni evaluacijom u Vissimu. Podaci su prikazani za jutarnji i popodnevni vršni sat, te se vidi da ima razlika zbog većeg broja vozila

za vrijeme popodnevnog vršnog sata. Najvažniji podatak je svakako prosječno vrijeme kašnjenja [s/voz] koji govori o razini usluge za simuliranu dionicu. Prosječna vremena kašnjenja na ovoj dionici iznose 13,69 [s/voz], odnosno 14,58 [s/voz], te prema tablici 16 se može vidjeti da je razina usluge simulirane dionice B.

Brzine prikazane u tablici su prosječne te iznose 39,37 [km/h], odnosno 39,34 [km/h]. Prosječna brzina je tako mala iz razloga što u njezin prosjek ulaze prosječne brzine automobila, teretnih vozila, busova i bicikala. Razlog je i veliki broj raskrižja na dionici. Ukupno vrijeme kašnjenja je vrijeme koje je ukupan broj vozila proveo čekajući na raskrižjima unutar jednog sata, te on u ovome slučaju iznosi 372, odnosno 447 minuta. Broj zaustavljanja unutar jednog sata na simuliranoj dionici iznosi 570 za jutarnji vršni sat, te 685 za popodnevni vršni sat.

**Tablica 15.** Izlazni podaci mikrosimulacijskog programa Vissim za postojeće stanje

Vremenski interval [h]	Vrijeme kašnjenja [s/voz]	Brzina [km/h]	Ukupno vrijeme kašnjenja [min]	Broj zaustavljanja
6:30 - 7:30	13,69	39,37	372	570
14:30 - 15:30	14,58	39,34	447	685

Razina usluge je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnog toka prema percepciji odnosno opažanjima korisnika, a određuje se prema izračunatima i izmjerenim prosječnim vrijednostima kontrole kašnjenja za pojedine prometne trakove. [13]

**Tablica 16.** Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja

Razina usluge	Prosječno vrijeme kašnjenja [s/voz]
A	0 - 10
B	> 10 - 15
C	> 15 - 25
D	> 25 - 35
E	> 35 - 50
F	> 50

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

Evaluacijom u Vissimu su dobiveni i podaci o repovima čekanja na raskrižjima. Naravno najveći repovi čekanja su na semaforiziranom raskrižju. Repovi čekanja u jutarnjem vršnom satu su najveći na sporednim privozima gdje u prosjeku iznose 5,5 m, a najveći rep čekanja je kod lijevih skretača sa sjevernog u istočni privoz. Na glavnoj cesti repovi čekanja su znatno manji, do prosječno 3,5 m, a najveći je kod lijevih skretača sa istočnog u južni privoz i iznosi 3,75 m. Repovi čekanja na ostalim raskrižjima su znatno manji te ne dolazi do većih čekanja.

Kod popodnevnog vršnog sata repovi čekanja su veći zbog većeg broja vozila. Na semaforiziranom raskrižju na južnom privozu iz smjera Ludbrega repovi čekanja u prosjeku iznose 9,75 m, a na sjevernom privozu 5 m. Na glavnoj prometnici ne dolazi do stvaranja većih repova čekanja te on u prosjeku iznosi 3 m. Maksimalni repovi čekanja su najveći na južnom privozu i mogu biti do 70 m, na sjevernom privozu do 50 m. Na obilznici su maksimalni repovi čekanja oko 45 m. Razlog takvih izlaznih podataka je u tome da veliki broj vozila nakon posla izlazi iz grada. Na ostalim raskrižjima kao i u jutarnjem vršnom satu nema većih repova čekanja.

## **7.2 Simulacija i evaluacija raskrižja s prijedlozima poboljšanja na području grada Ludbrega**

Nakon izrađene simulacije četiri raskrižja i cijele dionice postojećeg stanja, napravljena je simulacija dionice s prijedlozima poboljšanja. Promjena je napravljena na raskrižju Obilznica – V. Lisinskog – Glavna gdje je umjesto semaforiziranog raskrižja predloženo kružno raskrižje. Sljedeća dva simulirana raskrižja nisu se mijenjala, odnosno ostala su ista kao i kod postojećeg stanja iz razloga što su izgrađena prije nekoliko godina te zadovoljavaju sva prometno – tehnička pravila, kao i sigurnost odvijanja prometa.

Na četvrtome raskrižju nije predloženo direktno rješenje rekonstrukcije raskrižja jer zbog svoje dispozicije u centru grada i nedostatku prostora to nije moguće, već je predložena izmjena trase državne ceste D24 koja prolazi tim raskrižjem. Predložena je nova dionica spoja državnih cesta D2 i D24 izvan Ludbrega, čime bi se smanjio tranzitni promet kroz raskrižje, a time i povećala propusna moć samog raskrižja. Takav prijedlog u programskom alatu Vissim je napravljen na način da je smanjen broj vozila na privozima postojeće državne ceste. Simulacija i evaluacija je također napravljena za vremenske intervale 6:30 – 7:30 i 14:30 – 15:30.

**Tablica 17.** Izlazni podaci mikrosimulacijskog programa Vissim za predloženo stanje

Vremenski interval [h]	Vrijeme kašnjenja [s/voz]	Brzina [km/h]	Ukupno vrijeme kašnjenja [min]	Broj zaustavljanja
6:30 - 7:30	6,52	46,37	169	71
14:30 - 15:30	5,74	46,76	136	122

U tablici 17 su prikazani izlazni podaci dobiveni evaluacijom u Vissimu. Podaci su prikazani za jutarnji i popodnevni vršni sat. Prosječno vrijeme kašnjenja u jutarnjem vršnom satu je 6,52 s/voz, a u popodnevnom vršnom satu 5,74 s/voz što znači da je razina usluge A. Prosječna brzina svih vozila iznosi 46,37 km/h, odnosno 46,76 km/h u popodnevnom vršnom satu. Ukupno vrijeme kašnjenja je 169 i 136 minuta. Broj zaustavljanja unutar jednog sata na simuliranoj dionici iznosi 71 za jutarnji vršni sat, te 122 za popodnevni vršni sat.

Repovi čekanja koji su se stvarali na semaforiziranom raskrižju s prijedlogom izgradnje kružnog raskrižja su se znatno smanjili te sada maksimalno iznose 15 m u jutarnjem vršnom satu, odnosno 23 m u popodnevnom vršnom satu. Na ostalim raskrižjima kao i kod simulacije postojećeg stanja ne dolazi do većih repova čekanja.

U tablicama 18 i 19 prikazani su izlazni podaci dobiveni evaluacijom u Vissimu gdje je na zadanom odsjeku određene duljine izmjereno vrijeme prolaska kroz postojeće stanje i stanje s prijedlozima poboljšanja. Tim podatkom može se vidjeti koje rješenje je bolje iz aspekta vremena putovanja. Pod mjerena dionica se misli na smjer mjerenog djela dionice, a duljina prikazuje duljinu tog djela dionice u metrima.

U tablici 18 su prikazani podaci dobiveni u jutarnjem vršnom satu. Cijela dionica je odsjek mjeren od ulaska u mrežu na sjeveru simulirane dionice do izlaska na jugu. Duljina odsjeka iznosi 1350 m. Vrijeme potrebno za prolaz te dionice na postojećem stanju je 142 s, a s novim prijedlozima ono bi se smanjilo na 131 s. Ostale mjerene dionice se nalaze na raskrižju Obilaznica – V. Lisinskog – Glavna jer se tu najbolje može izmjeriti razlika između vremena potrebnog za prolazak kroz postojeće semaforizirano raskrižje i predloženo kružno raskrižje. Iz prikazanih podataka se vidi da bi se vrijeme prolaska kroz raskrižje smanjilo s izgradnjom kružnog raskrižja.



**Tablica 18.** Vrijeme putovanja u jutarnjem vršnom satu

Redni broj	Mjerena dionica	Duljina [m]	Vrijeme putovanja [s]	
			Postojeće	Prijedlog
1.	Cijela dionica	1350	142	131
2.	Istok - Zapad	250	27,62	19,48
3.	Istok - Jug	150	28,72	21,32
4.	Jug - Sjever	150	36,28	25,37
5.	Jug - Zapad	150	43,55	32,68

Tablica 19 prikazuje podatke dobivene u popodnevnom vršnom satu za iste odsjeke. Potrebno vrijeme prolaska cijele dionice na postojećem stanju iznosi 134 s, a s prijedlozima poboljšanja 119 s. Također se vidi kao i u prethodnoj tablici da je vrijeme putovanja na dionici s prijedlozima poboljšanja manje u odnosu na sadašnje stanje.

**Tablica 19.** Vrijeme putovanja u popodnevnom vršnom satu

Redni broj	Mjerena dionica	Duljina [m]	Vrijeme putovanja [s]	
			Postojeće	Prijedlog
1.	Cijela dionica	1350	134	119
2.	Zapad - Istok	250	25,41	19,92
3.	Zapad - Sjever	150	24,15	13,3
4.	Jug - Sjever	150	39,85	27,26
5.	Jug - Zapad	150	42,34	30,72

## 8. Zaključak

Raskrižja su mjesta na prometnoj mreži koja najviše utječu na propusnu moć neke analizirane dionice te samim time je potrebno konstantno tražiti neka bolja rješenja postojećih raskrižja. Optimizacijom prometnih tokova u raskrižju dolazi se do povećanja propusnosti raskrižja te povećanje sigurnosti odvijanja prometa u njemu. Razvojem tehnologije i simulacijskih programa zadnjih desetljeća, znatno je olakšano traženje optimalnog rješenja za svako raskrižje. Simulacijski programi omogućuju da se nakon projektiranja više varijanti raskrižja, simulacijom i evaluacijom dobiju izlazni podaci te njihovom usporedbom najbolje rješenje.

U ovome radu napravljena je analiza postojećih većih raskrižja na području Ludbrega te su dani prijedlozi poboljšanja da li novim projektnim rješenjem ili samo komentaram. Detaljna analiza je napravljena na četiri najvažnija raskrižja. Ta četiri raskrižja su spojena u dionicu i na taj način je izvršena simulacija u mikrosimulacijskom programu Vissim. Najvažniji prijedlog poboljšanja se odnosi na raskrižje na ludbreškoj obilaznici, Obilaznica – V. Lisinskog – Glavna gdje se umjesto semaforiziranog raskrižja predlaže kružno raskrižje. Drugi prijedlog je izmjena trase državne ceste D24 čime bi se smanjio tranzitni promet kroz raskrižje Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička, time bi se povećala propusnost raskrižja, izbacio teretni promet iz grada, smanjila emisija štetnih plinova i buke u samom centru. Na ostala dva raskrižja nisu dani prijedlozi poboljšanja jer su ona rekonstruirana prije nekoliko godina te dobro funkcioniraju.

Napravljena je simulacija raskrižja povezanih u dionicu za jutarnji i popodnevni vršni sat na postojećem stanju i s prijedlozima poboljšanja. Evaluacijom izlaznih podataka dobivena su prosječna vremena kašnjenja iz čega se može odrediti razina usluge. Razina usluge postojećeg stanja je B, dok je razina usluge s prijedlozima poboljšanja A. Razina usluge je podjeljena u šest kategorija od A do F, gdje je najbolja A, a najlošija F. Prosječna brzina je povećana s 39 km/h na postojećem stanju na 47 km/h. Također smanjilo se ukupno vrijeme kašnjenja u jednom satu u odnosu na postojeće stanje. Prijedlogom izgradnje kružnog raskrižja umjesto semaforiziranog znatno su smanjeni repovi čekanja, na sporednim privozima s maksimalnih 70 m na 15 m. Vrijeme putavanja kroz cijelu dionicu u popodnevnom vršnom satu smanjilo bi se za 15 s, odnosno s 134 s na 119 s. Iz prikazanih podataka može se zaključiti da bi se izgradnjom predloženih rješenja poboljšala razina usluge i povećala propusna moć raskrižja.

## Literatura

- [1] Zakon o cestama NN 92/14
- [2] Hozjan, D. i Novačko, L. Cestovne prometnice II: interna skripta za izradbu seminarskog rada, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2009.
- [3] Brlek, P., Dadić, I., Šoštarić, M.: Prometno tehnološko projektiranje (autorizirana predavanja, radna verzija), Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2011.
- [4] <http://ludbreg.hr/o-ludbregu/>
- [5] Zakon o prostornom uređenju NN 153/13
- [6] Urbanistički plan uređenja Ludbrega
- [7] Institut prometa i veza. Analiza dosadašnjeg prometnog razvitka, brojanje i prognoza prometa u Gradu Ludbregu. Zagreb; 2010.
- [8] MUP HR – Policijska postaja Ludbreg
- [9] <http://map2010.hak.hr/>
- [10] <http://geoportal.dgu.hr/viewer/>
- [11] Slavulj, M.: Nastavni materijali iz kolegija Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I, akademska godina 2010/2011.
- [12] Šraml, M. i Jovanović, J. Mikrosimulacije u prometu (radni udžbenik s primjenom Vissima-a). Maribor: Fakultet za gradbeništvo; 2014.
- [13] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta / Cestovne prometnice II, , Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb 2008.

## Popis slika

Slika 1. Oblikovanje traka za lijevo skretanje .....	5
Slika 2. Oblikovanje skretanja udesno bez posebnog traka za desno skretanje .....	6
Slika 3. Oblikovanje rubova kolnika pomoću tri kružna luka .....	7
Slika 4. Plan Grada Ludbrega.....	10
Slika 5. Urbanistički plan uređenja – Planirana prometna i ulična mreža.....	13
Slika 6. Legenda prometne i ulične mreže .....	13
Slika 7. Postojeća prometna i ulična mreža.....	16
Slika 8. Planirana izgradnja prometnica (plavo – planirane prometnice).....	17
Slika 9. Položaj Ludbrega u Republici Hrvatskoj .....	19
Slika 10. Povezanost Ludbrega s autocestom A4.....	20
Slika 11. Uništen prometni znak.....	23
Slika 12. Neprepoznatljiv prometni znak .....	23
Slika 13. Parkirališna mjesta u Ludbregu.....	26
Slika 14. Lokacije analiziranih raskrižja ( plava boja) .....	34
Slika 15. Raskrižje Obilaznica – Frankopanska .....	35
Slika 16. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica – Frankopanska .....	37
Slika 17. Raskrižje Obilaznica – Matije Gupca – Miroslava Krleže.....	38
Slika 18. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica - Matije Gupca - Miroslava Krleže .....	40
Slika 19. Raskrižje Obilaznica – Kardinala A. Stepinca – Zona.....	41
Slika 20. Raskrižje Obilaznica – Koprivnička .....	43
Slika 21. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica – Koprivnička – Zona .....	45
Slika 22. Raskrižje Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže.....	46
Slika 23. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže .....	48

Slika 24. Način brojanja prometa .....	50
Slika 25. Mjesta brojanja prometa u Gradu Ludbregu .....	52
Slika 26. Raskrižje Obilaznica – Vatroslava Lisinskog – Glavna .....	73
Slika 27. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Obilaznica – Vatroslava Lisinskog – Glavna	74
Slika 28. Prijedlog kružnog raskrižja Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna.....	76
Slika 29. Kružno raskrižje Obilaznica - V. Lisinskog - Glavna s trajektorijama .....	77
Slika 30. Raskrižje Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca.....	78
Slika 31. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca .....	79
Slika 32. Raskrižje Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog.....	81
Slika 33. Raskrižje Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička .....	82
Slika 34. Grafički prikaz prometnih tokova na raskrižju Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička .....	83
Slika 35. Spoj državnih cesta D2 i D24.....	85
Slika 36. Simulacijske metode s obzirom na preciznost obrade.....	86
Slika 37. Grafičko sučelje Vissim-a .....	87

## Popis tablica

Tablica 1. Popis broja prometnih znakova u gradu Ludbregu po ulicama .....	21
Tablica 2. Broj parkirališnih mjesta u Ludbregu .....	27
Tablica 3. Prikaz zaposjednutosti parkirališnih mjesta pod naplatom u 1. zoni 2010. godine .....	28
Tablica 4. Prikaz zaposjednutosti parkirališnih mjesta pod naplatom u 2. zoni 2010. godine .....	29
Tablica 5. Prometne nesreće na opasnim mjestima u Gradu Ludbregu .....	32
Tablica 6. Prometne nesreće na području Ludbrega.....	33
Tablica 7. Broj nesreća i težina tjelesnih ozljeda po podacima MUP-a .....	33
Tablica 8. Prometne nesreće na analiziranim raskrižjima .....	34
Tablica 9. Mjesta brojanja prometa .....	50
Tablica 10. Tumač simbola .....	51
Tablica 11. Odnos osobnih i teretnih vozila.....	67
Tablica 12. Odnos osobnih, teretnih vozila i bicikala .....	68
Tablica 13. Odnos osobnih i teretnih vozila.....	70
Tablica 14. Odnos osobnih, teretnih vozila i bicikala .....	71
Tablica 15. Izlazni podaci mikrosimulacijskog programa Vissim za postojeće stanje .....	88
Tablica 16. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena kašnjenja .....	88
Tablica 17. Izlazni podaci mikrosimulacijskog programa Vissim za predloženo stanje.....	90
Tablica 18. Vrijeme putovanja u jutarnjem vršnom satu.....	91
Tablica 19. Vrijeme putovanja u popodnevnom vršnom satu .....	91

## Popis grafikona

Grafikon 1. Broj znakova na ulicama Ludbrega .....	23
Grafikon 2. Prikaz zaposjednutosti parkirališta u 1. zoni po satima u odnosu na ukupan broj parkirališta u toj zoni.....	28
Grafikon 3. Prikaz zaposjednutosti parkirališta u 2. zoni po satima u odnosu na ukupan broj parkirališta u toj zoni.....	29
Grafikon 4. Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Obilaznica – Frankopanska.....	36
Grafikon 5. Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Obilaznica – Matije Gupca – Miroslava Krleže. 39	
Grafikon 6. Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Obilaznica – Koprivnička .....	44
Grafikon 7. Broj vozila prikazan u EJA na raskrižju Koprivnička – Bana Jelačića – Vinogradska – Miroslava Krleže.....	47
Grafikon 8. Usporedba broja vozila na raskrižju Obilaznica - V. Lisinskog – Glavna.....	68
Grafikon 9. Usporedba broja vozila na raskrižju Petra Zrinskog – Vladimira Nazora – Matije Gupca 69	
Grafikon 10. Usporedba broja vozila na raskrižju Frankopanska – Petra Zrinskog – Vatroslava Lisinskog .....	71
Grafikon 11. Usporedba broja vozila na raskrižju Bana Josipa Jelačića – Ljudevita Gaja – Petra Zrinskog – Kalnička .....	72

## **Popis priloga**

Prilog 1. Kružno raskrižje Obilaznica - V. Lisinskog - Glavna .....	99
---	----