



KONZALTING I INŽENJERING PROMETNE TEHNIKE

INVESTITOR : **GRAD DUBROVNIK,**
Dubrovnik, Pred Dvorom 1

IZRADIO: : **"PROMEL PROJEKT" d.o.o.,**
Poduzeće za prometni,elektronički i informacijski
inženjering, Zagreb, Budmanijeva 5

NAZIV PROJEKTA : **ANALIZA BROJANJA PROMETA**
U GRADU DUBROVNIKU 2014

VRSTA PROJEKTA : PROMETNI ELABORAT

OZNAKA PROJEKTA : **T.D. 19/14**

VODITELJ PROJEKTA : MARIO NJEGOVEC, mag.ing.aedif.

SURADNICI : MARIO BANDO, dipl.ing.prom.
MARIO PERUŠINA, mag.ing.traff.

MJESTO I DATUM IZRADE : ZAGREB, srpanj, 2014. godina

DIREKTOR : ZLATKO VUKOVIĆ, ing.prom.

SADRŽAJ

1.	Uvod	3
2.	Analiza podataka	5
2.1.1.	Ilijina Glavica i Nazorova-A. Hebranga	6
2.1.2.	Splitski put – Nazorova	8
2.1.3.	Dom Zdravlja	11
2.1.4.	Lapad Pošta	15
2.1.5.	Zona Lapad Stanica.....	17
2.1.6.	Razina uslужnosti (LOS).....	22
3.	Zaključak.....	23

Analiza brojanja prometa u Gradu Dubrovniku 2014

1. Uvod

Na temelju projektnog zadatka Grada Dubrovnika izvršeno je ručno i automatsko brojanje prometa na području Grada. Brojanje se vršilo 24. lipnja 2014. u periodu od 6:30 h do 20:00 h. U tablici 1 su navedena sve lokacije brojanja prometa koje su označene brojem i nazivom ulica te popularnim nazivom križanja koji će se uglavnom, zbog jednostavnosti prikaza, koristiti u elaboratu. Od navedenih raskrižja na tri lokacije promet je upravlján semaforskim uređajima, Ilijina Glavica, Nazorova-A.Hebranga i Dom Zdravlja.

Tablica 1. Popis brojačkih lokacija

Lokacija br.	Naziv lokacije
1	Zagrebačka – P. Bakića (Ilijina Glavica)
2	Nazorova-A. Hebranga
3	Splitski put-Nazorova
4	Splitski put- Put od Republike (Dom zdravlja)
6	Lapad Pošta
7	Lapad Stanica
8	N.Tesle-Spojna cesta
9	A. Starčevića-Spojna cesta 2

Na slici 1 prikazane su lokacije brojanja prometa u Gradu Dubrovniku. Brojanje je provedeno u svrhu dobivanja nove prometne slike koja je rezultat niza prometnih i građevinskih zahvata/mjera koje je Grad realizirao. Posljednja mjerenja prometa izvršena su 2011. godine u sklopu izrade Prometne studije Grada Dubrovnika.

Prometna studija definirala je probleme u prometnom sustavu Grad i predložila mjere za njihovo rješavanja u kratkoročnom i dugoročnom planskom razdoblju.

Izgradnjom Ilijine Glavice Grad je otklonio usko grlo na ulazu sa Jadranske magistrale. Na lokaciji Lapad Pošte izvedeno je malo kružno raskrižje koje je doprinjelo smirivanju prometa na predmetnoj lokaciji i lakše skretanje iz Ulice M. Bartoša u Ulicu Kralja Tomislava.

U 2014. godine izvedena je rekonstrukcija raskrižja Lapad Stanica. Promet iz Obale S. Radića skreće desno u Ulicu N. Tesle, te nakon toga Spojnom cestom 1 prema Ulici A. Starčevića. Spojna cesta 2 povezuje Vukovarsku ulicu i Ulicu A. Starčevića odnosno Spojnu cestu 1 i Vukovarsku. Segment Ulice A. Starčevića od raskrižja Lapad Stanica do nove zgrade Atlantske plovidbe pretvoren je u pješačku zonu.



Slika 1. Lokacije brojanja prometa

Studenti su za brojanje dobili pripremljene formulare koje su popunjavali na licu mjesta. Interval brojanja je 15 minuta, a vozila su kategorizirana u 6 skupina : motocikli i mopedi (MT), putnički automobili (PA), lokalni autobusi javnog prijevoza (BUS L), turistički autobusi (BUS T), teretni automobili do 3,5 t (TA) i teški teretni automobili (TTA) (Slika 2.). Podaci o brojanju prometa su naknadno obrađeni i služe kao osnova za prikaz postojećeg opterećenja na prometnoj mreži Grada Dubrovnika.

INTERVAL		KRETANJA						
			MT - motori	PA - putnički auto	BUS - lokalni	BUS - turistički	TA - teretni auto	TTA - teški teretni auto
14:00 - 15:00	0 - 15'	3 - 1						
		3 - 4						
	15 - 30'	3 - 1						
		3 - 4						
	30 - 45'	3 - 1						
		3 - 4						
	45 - 60'	3 - 1						
		3 - 4						

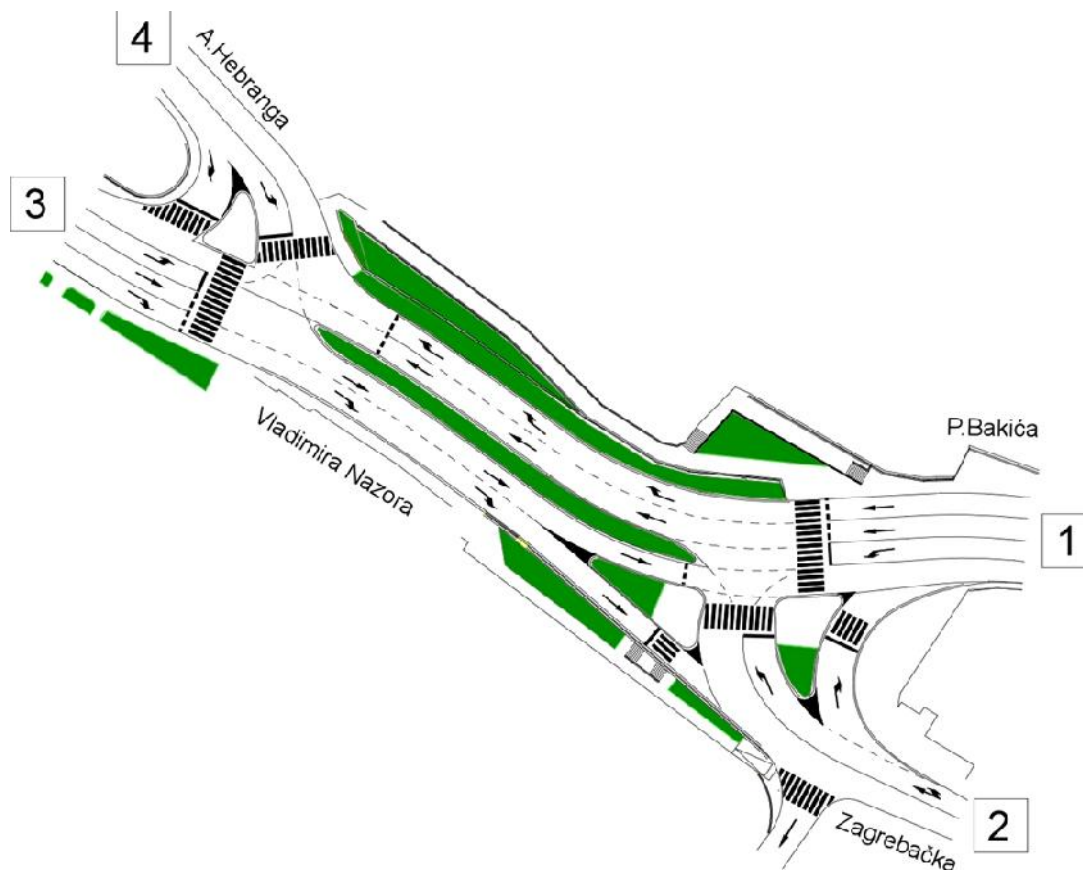
Slika 2. Isječak iz formulara za brojanje prometa (kretanje iz privoza 3 u privoz 1 i privoz 4)

2. Analiza podataka

Na osnovu izvršenog brojanja prometa napravljene su analize dobivenih rezultata u cilju prikazivanja postojeće prometne situacije na navedenim lokacijama u Gradu Dubrovniku. Dobiveni podaci su implementirani u PTV Visum model koji služi kao temelj za definiranje prometnih indikatora.

Za pojedina križanja dobivena su prometna opterećenja, distribucija prometnih tokova, struktura vozila. Na temelju geometrijskih i prometnih karakteristika raskrižja proračunate su razine uslužnosti.

2.1.1. Ilijina Glavica i Nazorova-A. Hebranga



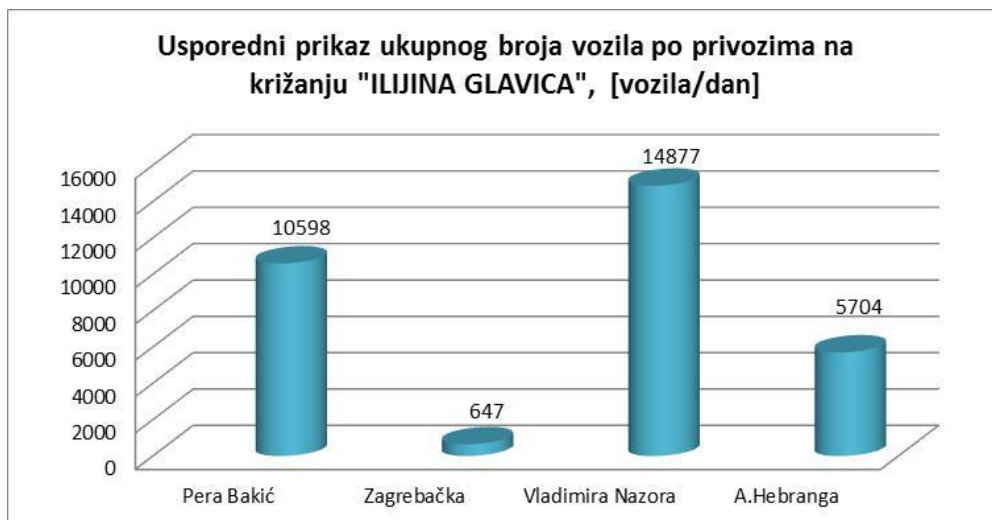
Slika 3: Prikaz raskrižja Ilijina Glavica i Nazorova –A.Hebranga

Semaforizirano raskrižje Ilijina Glavica rekonstruirano je dodavanjem dodatnih voznih traka u Ulici P. Bakića i V. Nazora. Uvedeno je i semaforsko upravljanje prometom i na raskrižju Nazorove i A. Hebranga.

Ukupno prometno opterećenje raskrižja je 31826 vozila/dan. U odnosu na prometno opterećenje iz 2011. godine na raskrižju je promet povećan za 10%. Najveće povećanje je na privozu Ulice A. Hebranga jer je usljed uvođenja semaforskog upravljanja prometom olakšano uključivanje na Ulicu V. Nazora. Slika 4 i 5 prikazana su dnevna opterećenja raskrižja po pojedinim privozima 2011 i 2014 godine.

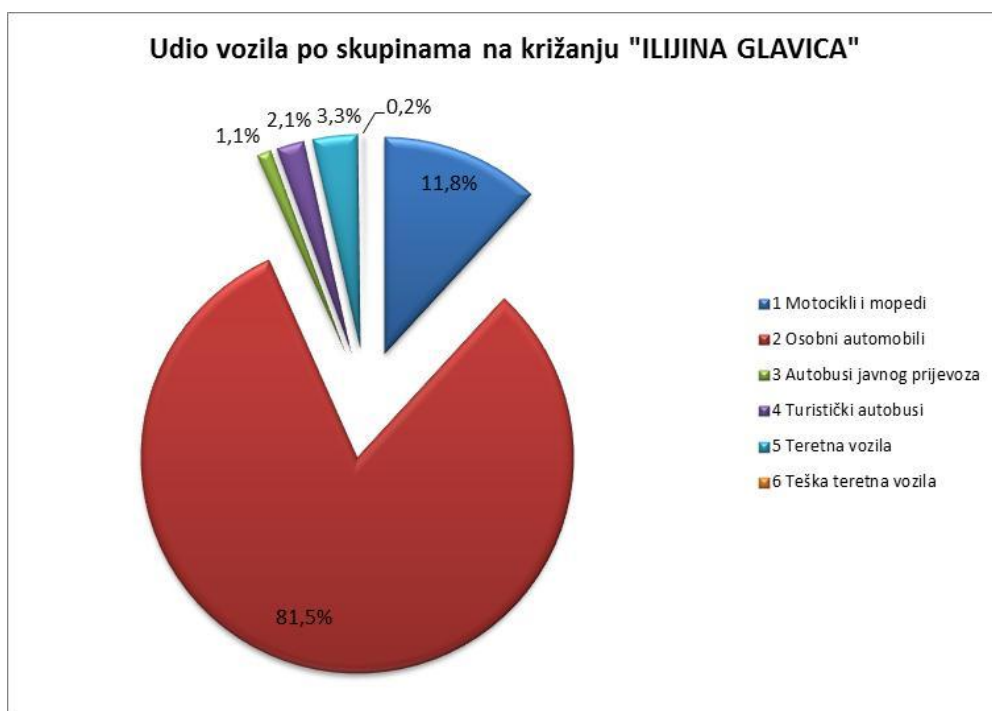


Slika 4: Dnevno opterećenje po privozima raskrižja Ilijina Glavica 2011. godine



Slika 5: Dnevno opterećenje po privozima raskrižja Ilijina Glavica i V. Nazorova –A.Hebranga

Analiza udjela vozila po skupinama pokazuje da osobna vozila čine 81,5%, a udio motocikala je 11,8%, Autobusi javnog i turističkog prijevoza zajedno čine 3,2%, a teška teretna vozila 0,2 %. Prikaz distribucije vozila po skupinama na raskrižju Ilijina Glavica prikazan je na slici 6.



Slika 6: Udio vozila po skupinama na raskrižju Ilijina Glavica i V. Nazorova –A.Hebrang

Distribucija prometa na raskrižju Ilijina Glavica i Nazorova-A. Hebranga u periodu od 8-9 sati pokazuje dominantan smjer kretanja vozila iz Ulice Petra Bakića prema Nazorovoj i obratno. Slika 7 prikazuje satnu distribuciju prometa na križanju.



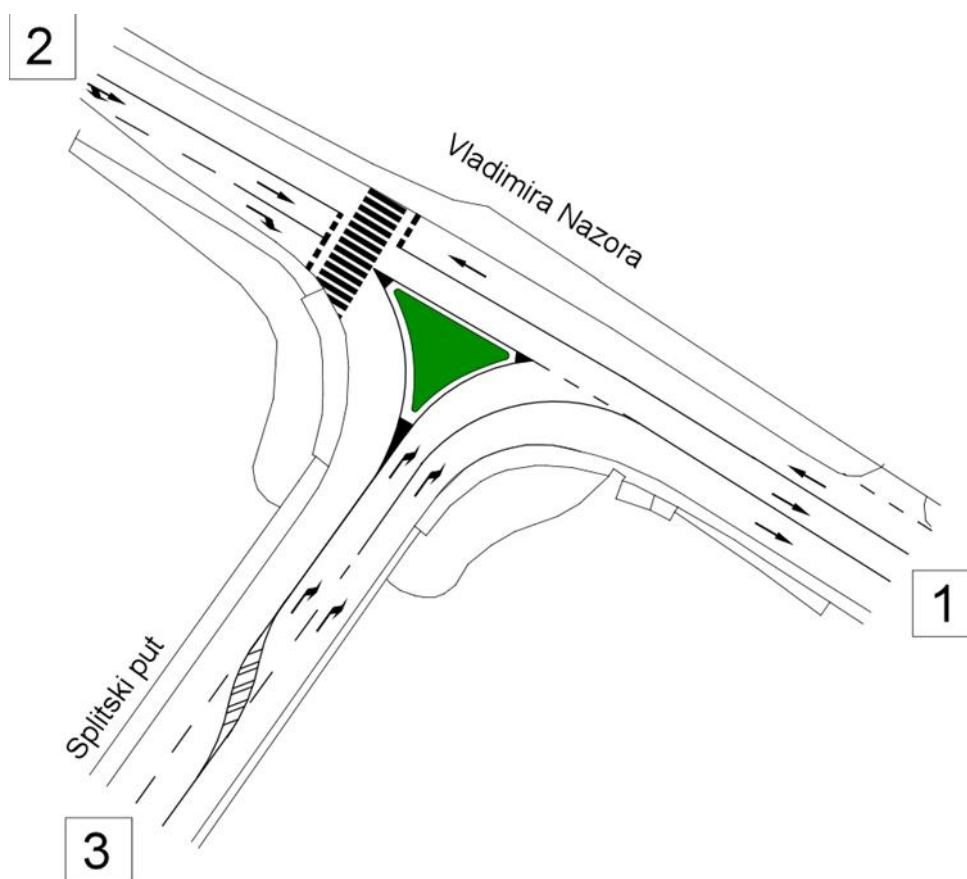
Slika 7: Distribucija satnog prometa na raskrižju Ilijina Glavica i V. Nazorova –A.Hebrang

2.1.2. Splitski put – Nazorova

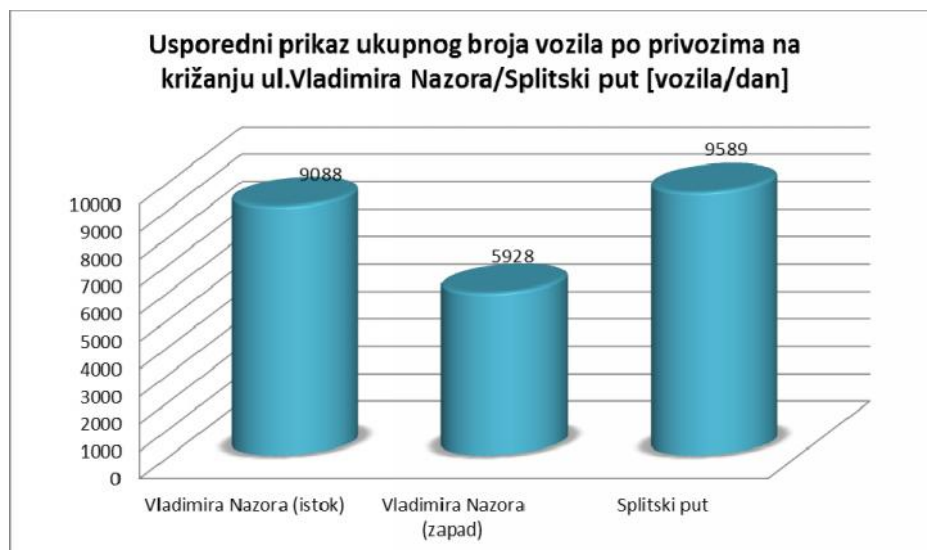
Raskrižje Splitski put- Ulica V.Nazora rekonstruirano je na način da je uklonjen semafor a iz Splitskog puta omogućen je samo uljev-izljev na Nazorovu ulicu. U Nazorovoj ulici je onemogućeno lijevo skretanja u Ulicu Splitski put. Slika 8 prikazuje novo prometno rješenja raskrižja Splitski put- Nazorova.

Ukupno prometno opterećenje raskrižja je 24605 vozila/dan.

Prometno opterećenje privoza u danu pokazano je na slici 9.



Slika 8: Prikaz raskrižja Splitski put - Nazorova



Slika 9: Dnevno opterećenje po privozima raskrižja Splitski put – Nazorova

Analiza udjela vozila po skupinama pokazuje da osobna vozila čine 82,3%, a udio motocikala je 13,1%, Autobusi javnog i turističkog prijevoza zajedno čine 2,8%. Teška teretna vozila i teretna vozila imaju udio od 2,8 %. Prikaz udjela vozila po skupinama na raskrižju Splitski put – Nazorov prikazan je na slici 10.



Slika 10: Udio vozila po skupinama na raskrižju Splitski put – Nazorova

Slika 11 prikazuje satnu distribuciju prometa na križanju u 2011. i 2014. godine u periodu od 8-9 sati. Novo prometno rješenje utjecalo je na prometnu sliku na navedenom raskrižju. Nemogućnost skretanja s Ulice V. Nazora u Splitski put smanjilo je opterećenje privoza V. Nazora istok i povećalo prometno opterećenje privoza V. Nazora zapad sa vozilima koja skreću desno prema Ulici Splitski put.



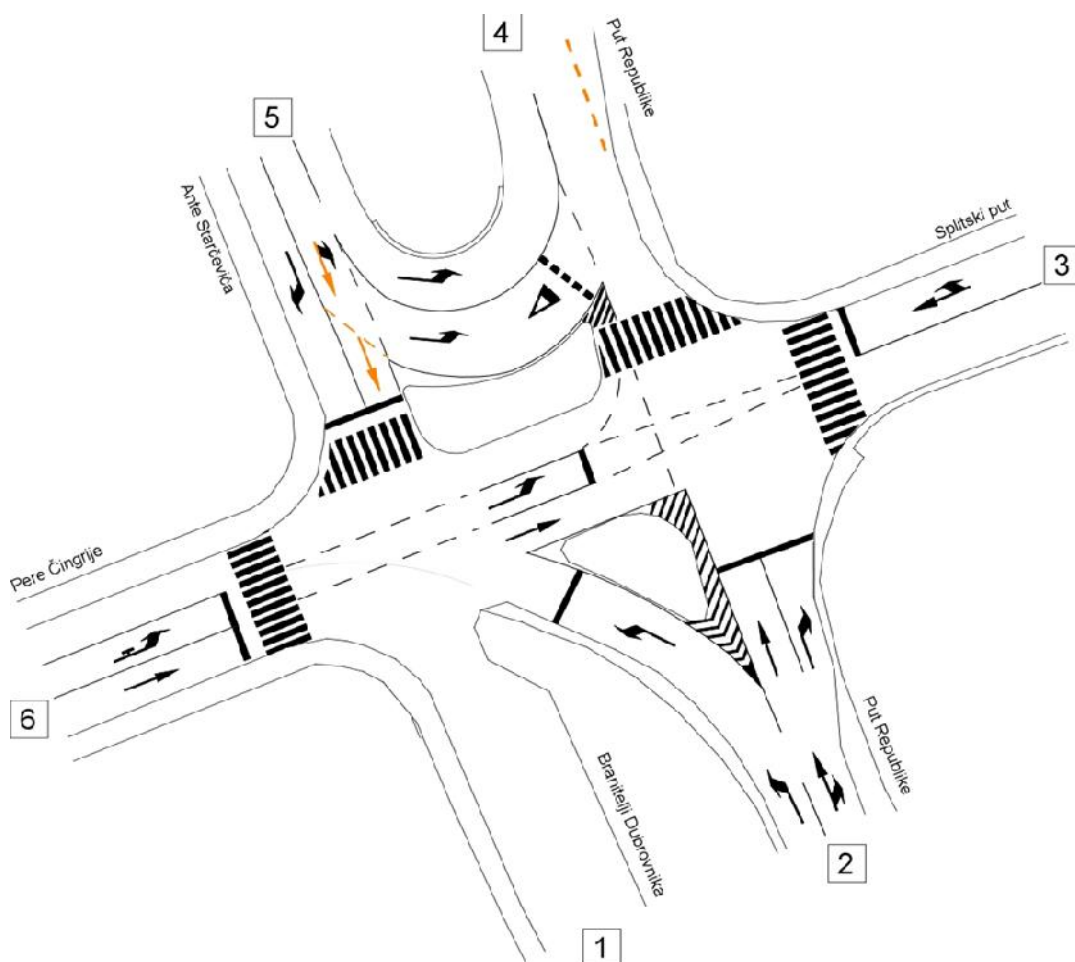
Slika 11: Distribucija satnog prometa na raskrižju Splitski put – Nazorova 2011. i 2014. godine

2.1.3. Dom Zdravlja

Raskrižje Dom Zdravlja zadržalo je prometno i građevinsko rješenje iz 2011. godine (Slika 12). Zadnja promjena je bila skretanje prometa iz Ulice A. Starčevića lijevo izvan raskrižja na Put Od Republike . Promet koj je išao preko Splitskog puta do Nazorova sada se vraća po Putu Od Republike i kod benzinske INA-e skreće desno prema Nazorovoj. Raskrižje Dom Zdravlja je najopterećenije u Gradu Dubrovniku. Ukupno prometno opterećenje raskrižja je 34820 vozila/dan.

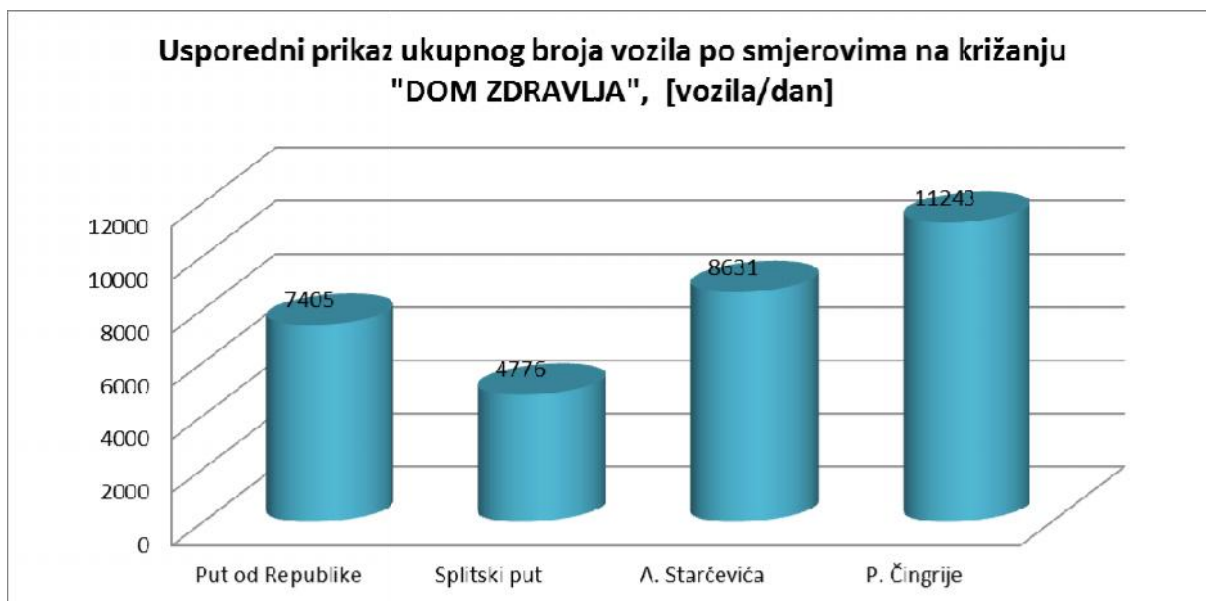
Proračunata razina uslužnosti D označava stabilan tok visoke gustoće. Kroz raskrižje prolazi turistički promet koji dolazi iz smjera Pila, što može u ljetnim špicama pridonjeti usiljenom toku odnosno prouzročiti zastoje u tom dijelu prometne mreže.

Planiranje ograničavanja i kontrole prometa kroz Pile doprinjet će stabilnosti prometnog toka na raskrižju Dom Zdravlja.

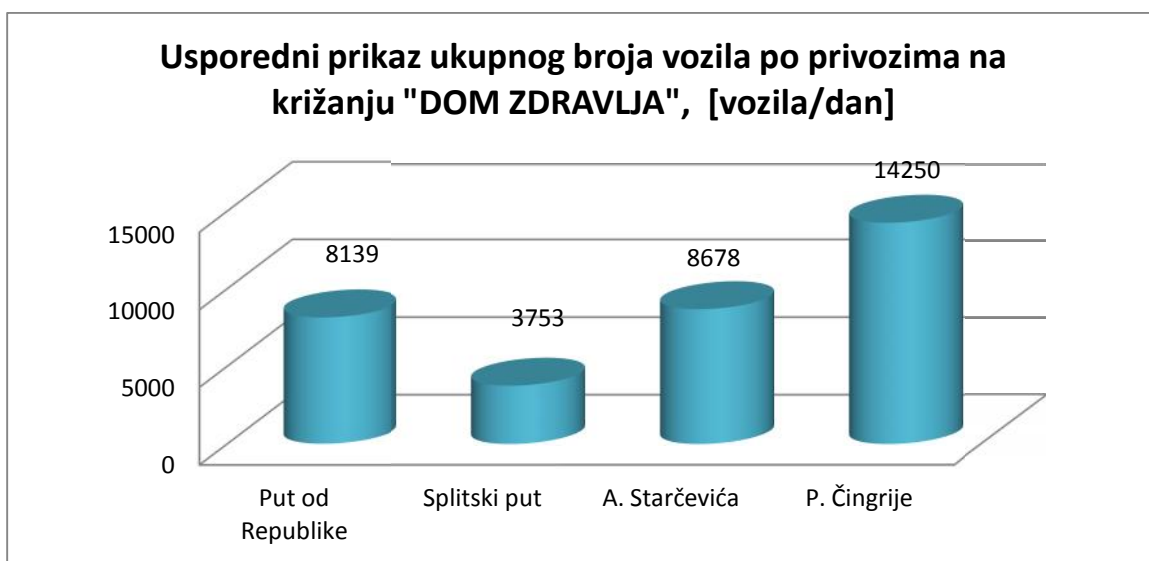


Slika 12: Prikaz raskrižja Dom Zdravlja

Rekonstrukcija pojedinih segmenata mreže a pogotovo raskrižja Splitski put-Nazorova utjecali su na prometnu sliku na raskrižju Dom Zdravlja. Na privozu Splitski put smanjeno je prometno opterećenje dok je na privozima Put Republike i P. Čingrije povećano. Privoz iz Ulice A. Starčevića ima jednako prometno opterećenje kao i 2011. godine (Slika 13 i 14).

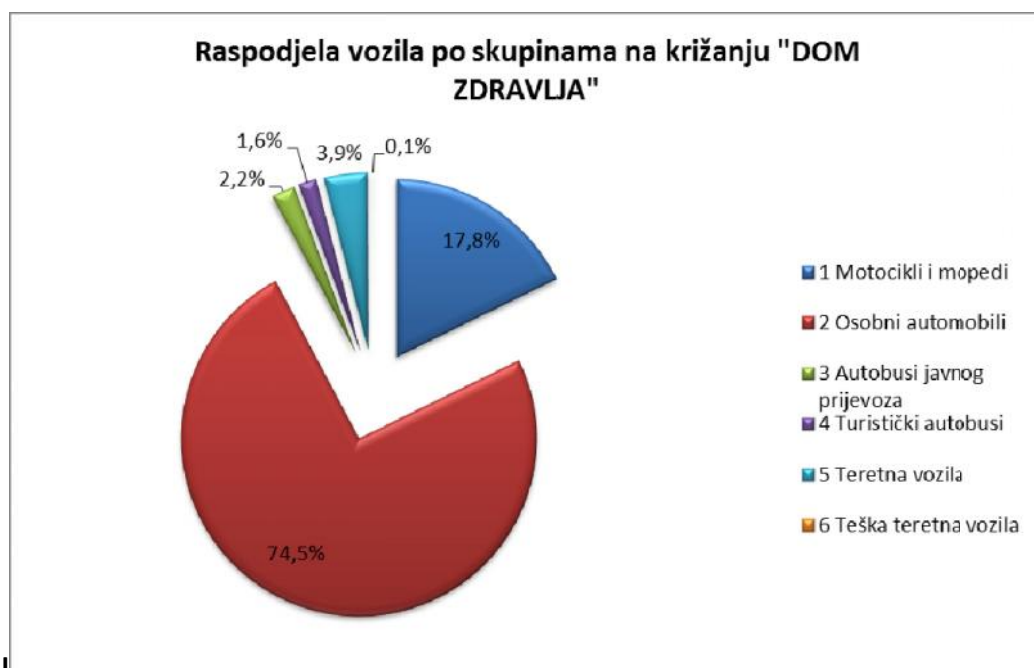


Slika 13: Dnevno opterećenje po privozima raskrižja Dom Zdravlja 2011. godine



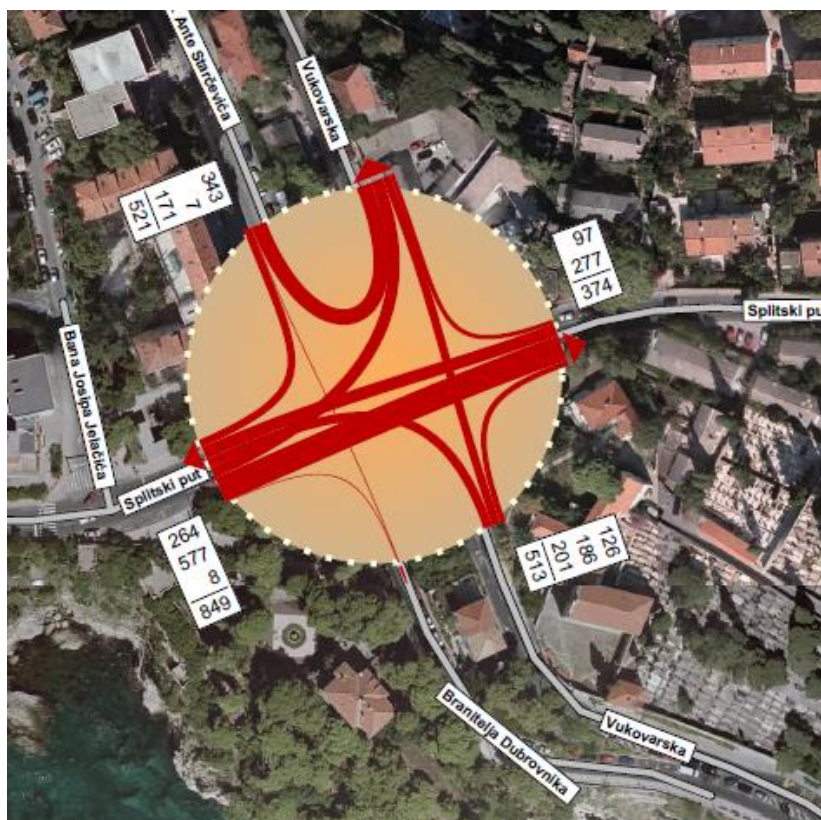
Slika 14: Dnevno opterećenje po privozima raskrižja Dom Zdravlja 2014. godine

Raspodjela vozila pokazuje povećanje udjela motocikala (17.8%) u odnosu na prethodna raskrižja dok je udio osobnih vozila 74,5%. Udio autobusa je 3.8% a teretnih vozila 4%. Na slici 15 prikazana je raspodjela vozila po skupinama.



Slika 15: Udio vozila po skupinama na raskrižju Dom Zdravlja

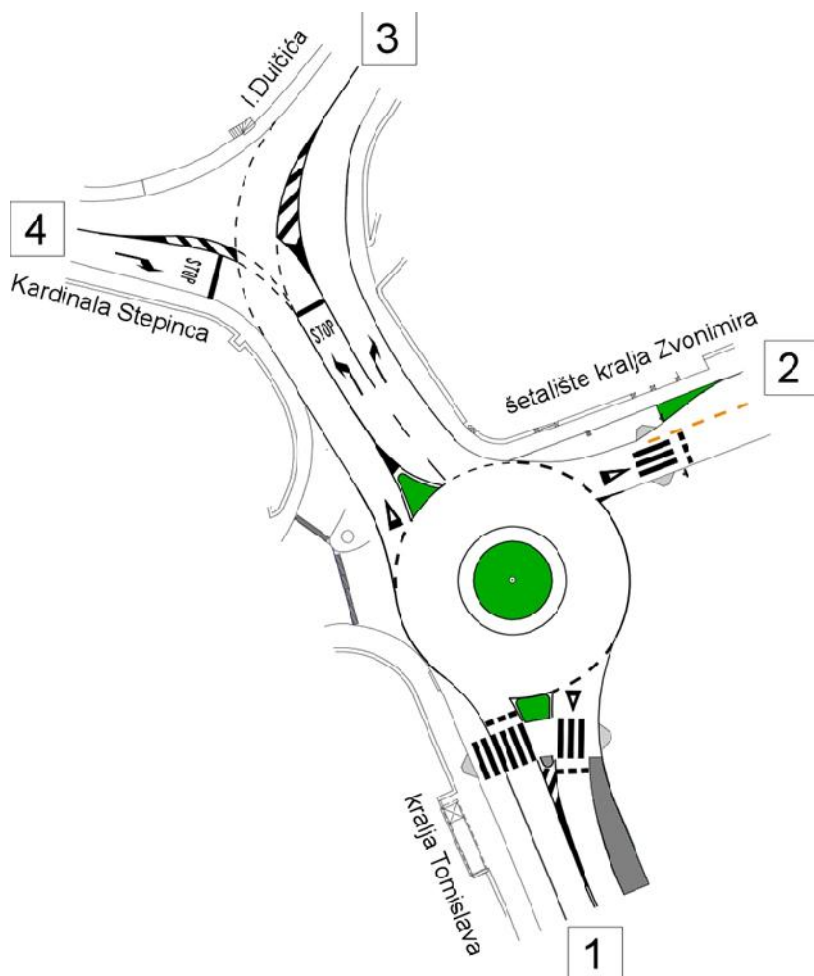
Distribucija prometa na raskrižju Dom Zdravlja prikazana je na slici 16.



Slika 16: Distribucija satnog prometa na raskrižju Dom Zdravlja 2014. godine

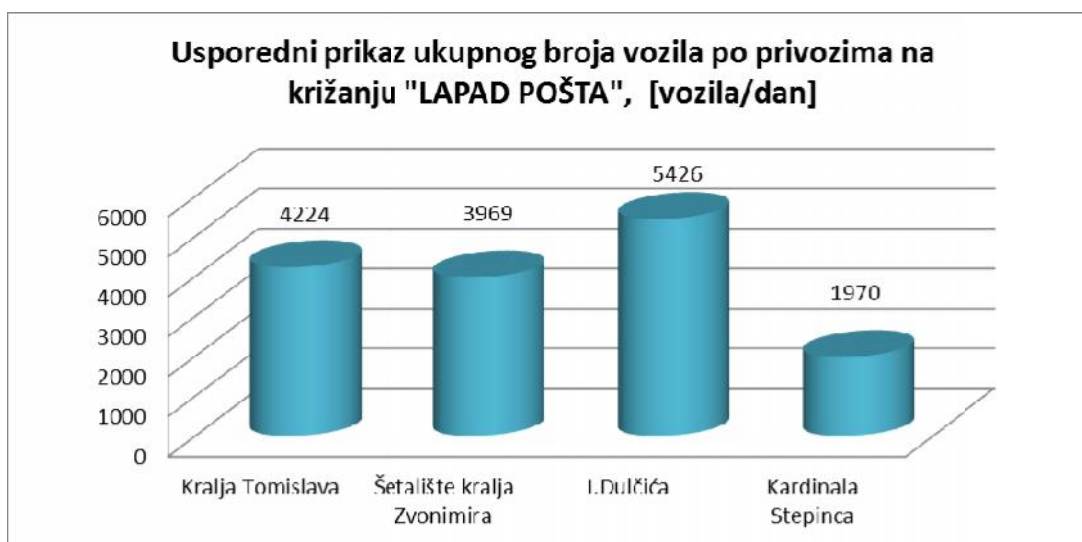
2.1.4. Lapad Pošta

Raskrižje Lapad Pošta rekonstruirano je 2012. godine konverzijom klasičnog trokrakog raskrižja u kružno raskrižje sa promjerom od 21m. Slika 17 prikazuje novu situaciju raskrižja. Ukupno prometno opterećenje raskrižja je 15589 vozila dnevno.



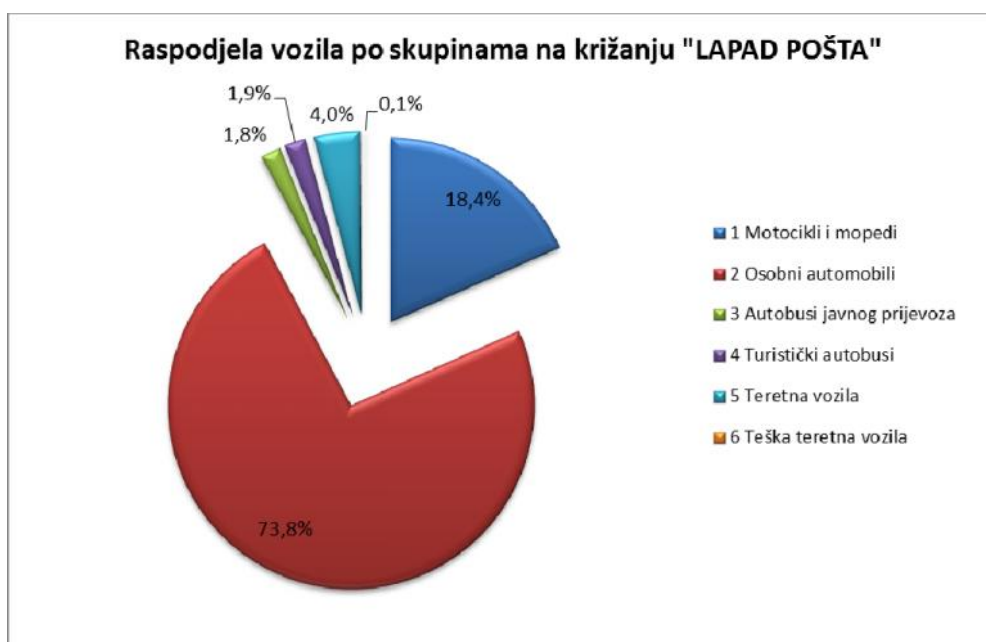
Slika 17: Prikaz raskrižja Lapad Pošta

Privozi kružnom raskrižju imaju opterećenje od 3969 vozila dnevno iz Ulice M. Bartoša, 4224 vozila dnevno iz Ulice K. Tomislava dok je najopterećeniji privoz iz Ulice I. Dulčića sa 5426 vozila dnevno. Slika 18 prikazuje dnevno opterećenje po privozima raskrižja Lapad Pošta.



Slika 18: Dnevno opterećenje po privozima na raskrižju Lapad Pošta

Na slici 17 prikazana je raspodjela vozila po skupinama. Kao i kod Doma Zdravlja povećan je udio motocikala (18.4 %) dok je udio osobnih vozila 73,8 %. Udio autobusa je 3.7 % a teretnih vozila 4% (Slika 19).



Slika 19: Udio vozila po skupinama na raskrižju Lapad Pošta

Distribucija prometnih tokova (Slika 20) pokazuje dominantan tok iz Ulice K. Tomislava prema Ulici I. Dulčića. Iz jednosmjerne ulice M. Bratoša 80% prometa skreće lijevo prema Ulici K. Tomislava. Distribucija prometa nije se bitno promjenila u odnosu na 2011. godinu.

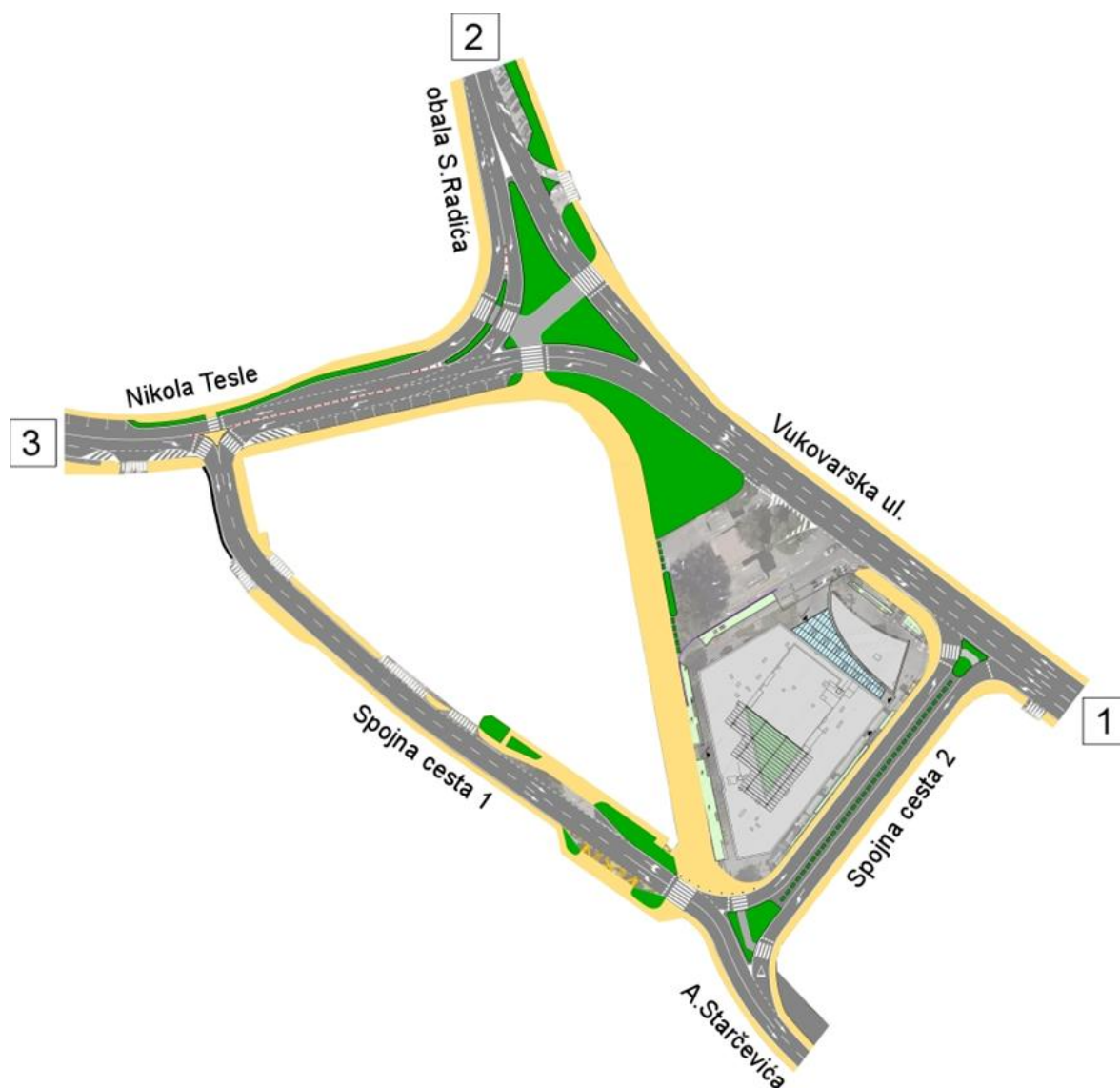


Slika 20: Distribucija satnog prometa na raskrižju Lapad Pošta 2011. i 2014.

Povećanje prometa u odnosu na 2011. godinu iznosi 8%. Proračun propusne moći raskrižja pokazuje razinu uslужnost A bez utjecaja pješaka a s utjecajem pješaka razinu B. Kružno rješenje poboljšalo je protočnost prometa, smanjilo vremena čekanja. Teoretski mala kružna raskrižja imaju kapacitet do 25000 vozila dnevno.

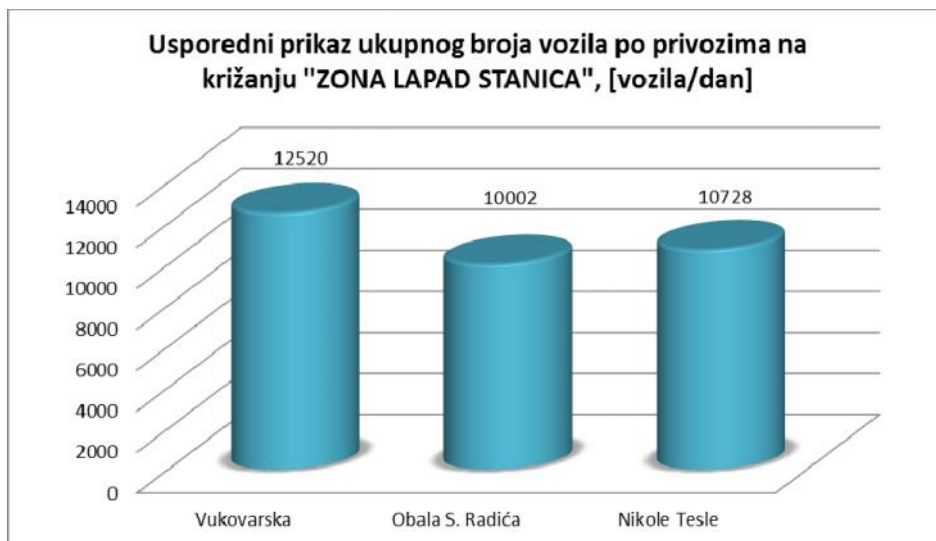
2.1.5. Zona Lapad Stanica

Grad Dubrovnik 2014. godine realizirao je prvu fazu projekta rekonstrukcije raskrižja Lapad Stanica. Ulica N. Tesle od raskrižja sa Lapad Stanicom do raskrižja sa Spojnom cestom 1 uređena je kao jednosmjerna. Promet koji dolazi Ulicom obala S. Radića skreće desno u Ulicu N. Tesle i Spojnom cestom dolazi do Ulice A. Starčevića. Promet iz Ulice N. Tesla koji ide u Ulicu obala S. Radića sada ide Spojnom cestom 1, Spojnom cestom 2 i Vukovarskom. Na slici 21 prikazano je prometno rješenje zone Lapad Stanice sa Spojnom cestom 1 i Spojnom cestom 2. U drugoj fazi predviđena je semaforizacija raskrižja i pješačkih prijelaza te njihova koordinacija.



Slika 21: Prikaz novog rješenja u zoni Lapad Stanica

Mjerenje prometnih tokova u zoni Lapad Stanice pozuje dnevno opterećenje od 33250 vozila dnevno. Najopterećeniji je privoz je iz Vukovarske ulice sa 12520 vozila dnevno dok privoz iz Obale S. Radića i N. Tesle imaju opterećenje od 10002 odnosno 10728 vozila dnevno. Slika 22. prikazuje opterećenje po privozima u zoni Lapad stanice.



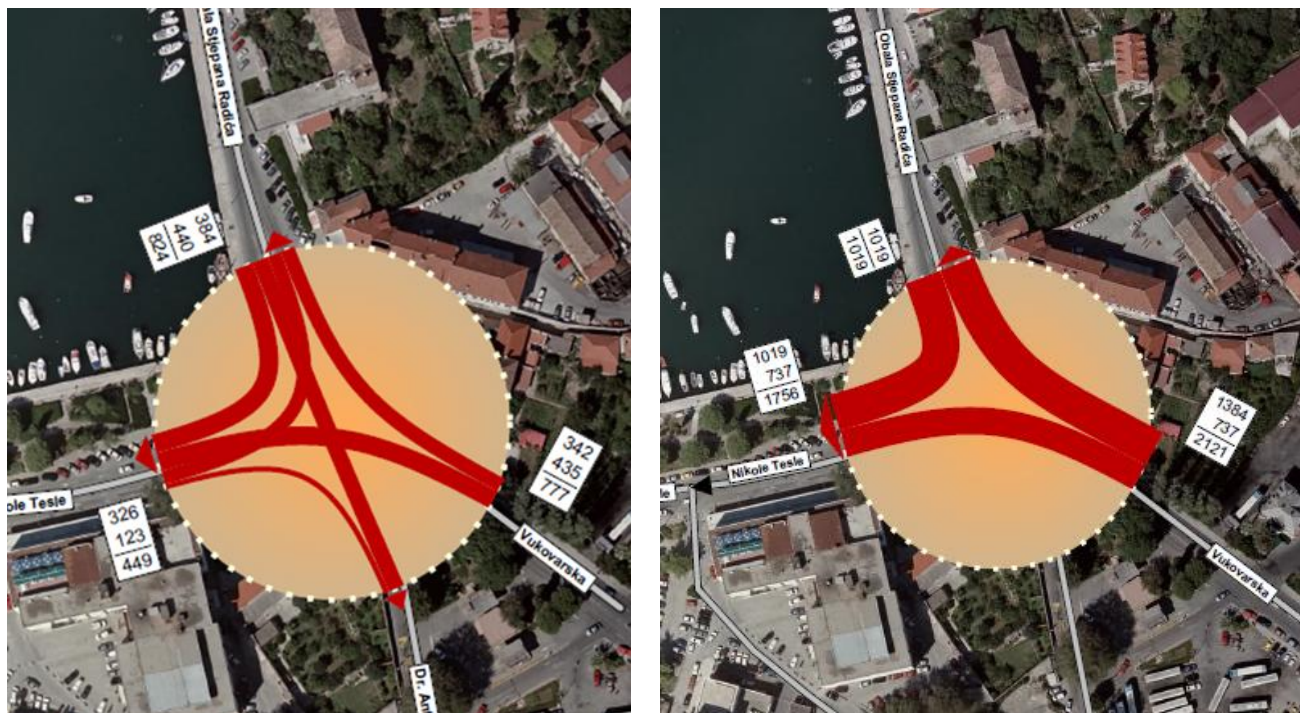
Slika 22: Dnevno opterećenje po privozima u zoni Lapad stanice

Po strukturi dominiraju osobna vozila sa 76.7 %, sljedeći po udjelu su motocikli i mopedi sa 14.5. Udio autobusnog prometa je 4.9% a teretnog 3.9%. Slika 23 prikazuje udio vozila poskupinama na temelju brojanja u 2014. godini.



Slika 23: Udio vozila po skupinama u zoni Lapad stanice

Slika 24 prikazuje distribuciju prometa na Lapad stanica 2011. i 2014. godine. Novim rješenjem nema križanja prometnih tokova iz Ulice N. Tesle koji skreću lijevo u Ulicu obala S. Radića sa prometnim tokom iz Vukovarske koji ide u Ulicu N. Tesle. Prometni tok iz Ulice obala S. Radića koji ide prema Ulici A. Starčevića ne križa se više sa tokom iz Vukovarske.



Slika 24: Distribucija satnog prometa na raskrižju Lapad stanica 2011. i 2014. godine

Rekonstrukcijom zone Lapad Stanica razina uslužnosti na raskrižju Lapad Stanica iz razine E, što označava odvijanje prometa blizu razine propusne moći, poboljšana je na razinu B, tj. stabilan tok.

Slika 25 prikazuje distribuciju prometa u zoni Lapad stanice sa proračunatim razinama služnosti uz pomoć softverskog modula ICA (Intersection Capacity Analysis). Prikazana kružna organizacija prometnih tokova doprinijela je poboljšanju odvijanja prometa u zoni Lapad Stanice.



Slika 25: Distribucija satnog prometa u zoni Lapad stanica 2014. godine

Na temelju podataka iz prometnog istraživanja korigirana je i makroskopska slika prometa u Gradu. Slika 26 prikazuje opterećenje prometne mreže u Gradu kalibriranu na temelju provedenih istraživanja. U modelu su također napravljene izmjene u prometnoj mreži u pogledu novih građevinskih elemenata i prometne organizacije.



Slika 26: Prometno opterećenje mreže Grada Dubrovnika- 2014.godina

2.1.6. Razina uslužnosti (LOS)

Razina uslužnosti (eng. *Level of Service*) je kvalitativna mjera koja opisuje uvjete odvijanja prometa i procjenjuje se kroz šest razina, od A do F, gdje razina A predstavlja najpovoljnije uvjete, a razina F najnepovoljnije. Procjena razina uslužnosti donosi se na osnovu prosječnog vremena čekanja vozila na raskrižju [s/voz]. Ovisi o uvjetima kolnika, brzini, sastavu prometnog toka, regulaciji prometa. Definicije razina uslužnosti su sljedeće:

- A – slobodan tok,
- B – stabilan tok,
- C – stabilan tok pod značajnim utjecajem drugih sudionika u prometu,
- D – stabilan tok visoke gustoće,
- E – odvijanje prometa blizu razine propusne moći,
- F – usiljeni ili prekinuti tok.

Prema HCM-u (Highway Capacity Manual) razina uslužnosti raskrižja se određuje na temelju prosjeka zakašnjenja na svim privozima u raskrižju:

$$d_I = \frac{\sum d_A v_A}{\sum v_A}$$

d_I – prosječno vrijeme čekanja vozila na raskrižju [s/voz],

d_A – prosječno vrijeme čekanja vozila na privozu, [s/voz],

v_A – broj vozila na privozu, [voz/h]

Za određivanje razina uslužnosti koristio se programski paket PTV Visum i njegov programski segment ICA (Intersection Capacity Analysis).

U tablici 2 prikazani su rezultati proračuna razine uslužnosti za analizirana raskrižja.

Tablica 2. Razina uslužnosti analiziranih raskrižja (HCM)

Lokacija br.	Naziv lokacije	Tip raskrižja	Vrijeme zakašnjenja [s/voz]	Razina uslužnosti LOS
1	Zagrebačka – P. Bakića (Ilijina glavica)	Semafor	21,41	C
2	Nazorova-A. Hebranga	Semafor	24,22	C
3	Splitski put-Nazorova	Prednost prolaska	2,02	A
4	Splitski put- Put od Republike (Dom zdravlja)	Semafor	51,12	D
6	Lapad Pošta	Rotor	6,82	B
7	Lapad Stanica	Prednost prolaska	10,47	B
8	N.Tesle-Spojna cesta	Prednost prolaska	2,46	A
9	A. Starčevića-Spojna cesta 2	Prednost prolaska	4,96	A

3. Zaključak

Kroz provedena istraživanja i analizu podataka na raskrižjima u Gradu Dubrovniku provjerene su realizirane mjere vezane uz prometnu infrastrukturu. Poboljšanja su postignuta na svim raskrižjima, osim Doma Zdravlja na kojem nisu provedene nikakve mjere ali je zbog svog položaja u prometnom sustavu grada izvršeno istraživanje i analiza.

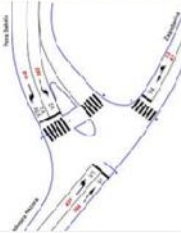
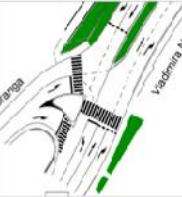
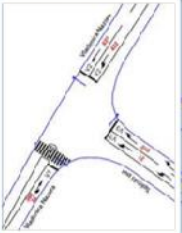
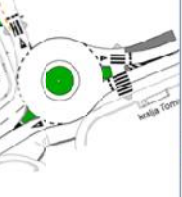
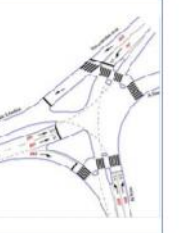
Poboljšanje odvijanja prometa doprinos je smanjnu gubitka vremena, poboljšanju sigurnosti, smanjenju štetnih utjecaja prometa na ostale sudionike (pješake) kao i na urbani prostor.

Poboljšanje na Ilijinoj Glavici i Ulici V. Nazora –A. Hebranga rezultat je građevinskog zahvata proširenja i povećanja kapaciteta te uvođenja kordinirane svjetlosne signalizacije.

Razina uslužnosti na raskrižju Ilijina Glavica poboljšana je iz razine D na razinu C. Na raskrižju V.

Nazora i A. Hebranga provedenim rješenjem omogućeno je lakše uključivanje iz ulice A. Hebranga što je doprinjelo i povećanju prometa na predmetnom privozu. U sporedbi sa 2011. godinom promet je na raskrižju povećan 15.2%.

Tablica 3. Prikaz raskrižja, prometnog opterećenja i razine uslužnosti 2011. i 2014. godine

Broj lokacije	Naziv raskrižja	2011.		2014.			Razlika prometa 2014.-2011.	Napomena
		Situacija/ Rješenje	Prometno opterećenje voz/dan	Razina uslužnosti	Situacija/ Rješenje	Prometno opterećenje voz/dan	Razina uslužnosti	
1	Ilijina Glavica		24490	D		25045	C	Poboljšanje razine uslužnosti
2	V.Nazora-A.Hebranga		24197	F		27881	C	Poboljšanje razine uslužnosti
3	Splitski put- V. Nazora		22801	D		24605	A	Poboljšanje razine uslužnosti
4	Dom Zdravlja		32055	D		34820	D	Razina uslužnosti nije se promijenila
5	Lapad Pošta		14345	E		15589	B	Poboljšanje razine uslužnosti
6	Lapad Stanica		25540	C		22522	B	Poboljšanje razine uslužnosti

Rotor na Lapad Pošti, iako manjeg radijusa, ima razinu uslužnosti B. Rekonstrukcijom klasičnog trokrakog raskrižja u kružno raskrižje povećana je sigurnost pješačkog prometa i dobiveno prometno funkcionalno rješenje.

Na ostalim raskrižjima, osim Doma Zdravlja, provedena je nova organizacija prometa uz minimalne građevinske zahvate. Realizirana je prva faza projekta zone Lapad Stanica, dok druga faza predviđa uvođenje semaforizacije na pješačkim prijelazima. Provedeno rješenje u skladu je sa preporukama Prometne studije da se promet u urbanom tkivu grada gdje je god to moguće organizira jednosmjerno sa što manjim brojem križanja između prometnih tokova.

Kroz proračun razine uslužnosti dokazano je poboljšanje prometnog toka u zoni Lapad Stanice te na raskrižju Nazorove i Splitskog puta.

Kroz praćenje prometa, izradu Prometne studije, analize i rješenja pojedinih gradskih segmenata grad je poboljšao odvijanje prometa.

Tablica 3 prikazuje usporedbu raskrižja i njihovih razina uslužnosti 2011. i 2014. godine. Na navedenim raskrižjima provedeno je mjerenje prometa u ta dva vremenska presjeka. Uz poboljšanje odvijanja prometa, tablica 3 pokazuje i povećanje individualnog prometa u gradu. Na raskrižju Lapad Stanica prometno opterećenje je smanjeno za 11.8% zbog promjene u odvijanju prometa kroz Spojnu cestu.

U sljedećem planskom razdoblju potrebno je nastaviti sa optimalizacijom gradske prometne mreže kroz provođenje sličnih rješenja. Uz mjere u individualnom prometu potrebna je provedba mjera u poticanju javnog prijevoza kroz kombinaciju različitih instrumenata prometne politike od tehnologije, korištenja prostora, infrastrukture, upravljanja do formiranja cijena.

Poticanje te razvoj javnog i nemotoriziranog prometa u skladu je sa Europskim smjernicama za urbanu održivu mobilnost. Stoga planovi grada da oslobodi Ul. branitelja Dubrovnika, Ulicu N. Tesle i dio Ulice obala S.Radića od individualnog prometa doprinjet će značajnom iskoraku grada u razvoju i poticanju pješačkog prometa i pješačkih zona.

Provedenim mjerama grad doprinosi održivom razvoju prometa kroz smanjenje zastoja i povećanjem sigurnosti.