

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvorna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Mardetko, Š., 2013. Optimalna rešitev križošča - Orožnova ulica, Hofbauerjeva ulica, cesta v Loke - v Mozirje. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P.): 33 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Mardetko, Š., 2013. Optimalna rešitev križošča - Orožnova ulica, Hofbauerjeva ulica, cesta v Loke - v Mozirje. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P.): 33 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVA

MODUL PROMET

Kandidatka:

ŠPELA MARĐETKO

**OPTIMALNA REŠITEV KRIŽOŠČA - OROŽNOVA
ULICA, HOFBAUERJEVA ULICA, CESTA V LOKE - V
MOZIRJE**

Diplomska naloga št.: 45/B-GR

**OPTIMAL SOLUTION OF THE INTERSECTION -
OROŽNOVA ULICA, HOFBAUERJEVA ULICA, CESTA
V LOKE - IN MOZIRJE**

Graduation thesis No.: 45/B-GR

Mentor:
doc. dr. Peter Lipar

Predsednik komisije:
izr. prof. dr. Janko Logar

Ljubljana, 17. 09. 2013

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisana Špela Mardetko izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom »Optimalna rešitev križišča – Orožnova ulica, Hofbauerjeva ulica, Cesta v Loke – v Mozirju«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 3. 9. 2013

Špela Mardetko

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	625.739(497.4)(043.2)
Avtor:	Špela Mardetko
Mentor:	doc. dr. Peter Lipar
Naslov:	Optimalna rešitev križišča – Orožnova ulica, Hofbauerjeva ulica, Cesta v Loke – v Mozirju
Tip dokumenta:	diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	33 str., 19 sl., 14 pregl., 5 graf., 14 pril.
Ključne besede:	nasičenost, štetje prometa, varnost, krožno križišče, kanalizirano križišče, TSC – tehnična specifikacija za javne ceste

Izvelek

V diplomski nalogi preučujem klasično štirikrako križišče v domačem kraju. V prvem delu izvajam analizo obstoječega stanja, kamor spada preveritev prepustnosti, prometno varnostna analiza, meritev hitrosti in zaustavitvene razdalje ter preglednosti pri uvozu v križišče. V nadaljevanju navedem nekaj potencialnih nevarnosti z vidika lastnega opazovanja in izkušenj domačinov.

V drugem delu predstavim prvo možno rešitev za izboljšanje obstoječega stanja. To je najbolj pogosta izvedba za umirjanje prometa - krožno križišče. Druga možna rešitev je kanalizirano križišče, ki jo predstavim v tretjem delu. V obeh primerih preverjam nasičenost in preglednost posameznih krakov križišča. Izvedem osnovno projektiranje vodenja motoriziranih in ostalih prometnih udeležencev v križišču s pomočjo tehnične specifikacije za ceste iz različnih področij.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION WITH ABSTRACT

UDC:	625.739(497.4)(043.2)
Author:	Špela Mardetko
Supervisor:	Assist. Prof. Peter Lipar, Ph.D.
Title:	Optimal solution of the intersection – Orožnova ulica, Hofbauerjeva ulica, Cesta v Loke – in Mozirje
Document type:	Graduation Thesis – University studies
Notes:	33 p., 19 fig., 14 tab., 5 graph., 14 ann.
Key words:	saturation, traffic count, safety, roundabout, channelized intersection, TSR – Technical Specifications for Public Roads

Abstract

This thesis studies a typical 4-way intersection in my home town. The first part is a complete analysis of the existing condition, which includes intersection capacity, traffic safety, speed and stopping distance measurements, and analysis of sight triangle of the intersection. It continues with a list of potential dangers, drawn from my own observations and locals' experiences.

The second part introduces the first possible solution for improvement of the existing condition, the most frequent solution for traffic calming – a roundabout. The next possible solution is a channelized intersection, introduced in the third part of this thesis. Both cases study saturation and visibility of each way of the intersection. I also design basic guiding of motor vehicles and other road users in the intersection using technical specifications for roads from various fields.

ZAHVALA

Za pomoč in strokovne nasvete pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Petru Liparju.

Posebna zahvala gre celotni moji družini, ki mi je omogočila študij, me podpirala in mi ves čas šolanja stala ob strani.

Kazalo vsebine

IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION WITH ABSTRACT	IV
ZAHVALA.....	V
1 UVOD.....	1
2 TEORIJA ŠTIRIKRAKIH KRIŽIŠČ.....	1
3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA.....	4
3.1 Splošne značilnosti.....	4
3.2 Opis v slikah.....	6
3.3 Štetje prometa.....	8
3.3.1 Postopek izvedbe štetja prometa.....	8
3.3.2 Preveritev prepustnosti nesemaforiziranega križišča	8
3.3.3 Ugotovitve	11
3.4 Opazovanje odvijanja prometa.....	11
3.4.1 Lastna opazovanja.....	11
3.4.2 Izkušnje domačinov.....	11
3.5 Prometno varnostna analiza.....	12
3.5.1 Podatki o prometnih nesrečah.....	12
3.5.2 Ugotovitve	12
3.6 Merjenje hitrosti.....	13
3.6.1 Izvedba meritev	13
3.6.2 Izračun in ugotovitve	14
3.7 Zaustavitvena razdalja in zaustavitvena preglednost.....	15
3.7.1 Teoretične osnove	15
3.7.2 Izračun	16
3.7.3 Ugotovitve	17
3.8 Preglednost pri uvozu v križišče	18

3.8.1	Teoretične osnove	18
3.8.2	Izračun in ugotovitve	18
4	KROŽNO KRIŽIŠČE.....	19
4.1	Lastnosti krožnih križišč	19
4.1.1	Kapaciteta krožnega križišča	20
4.2	Razlogi za izvedbo	21
4.3	Nasičenost krožišča	22
4.3.1	Postopek izračuna	22
4.3.2	Ugotovitve	24
4.4	Projektiranje krožnega križišča.....	25
4.4.1	Karakteristike voznih pasov.....	25
4.4.2	Karakteristike zavijalnih radijev.....	25
4.4.3	Dimenzije ločilnih otokov	25
4.4.4	Vodenje pešcev in kolesarjev.....	26
4.4.5	Preglednost.....	27
5	KANALIZIRANO KRIŽIŠČE	28
5.1	Razlogi za izvedbo	28
5.2	Nasičenost kanaliziranega križišča	28
5.2.1	Ugotovitve	29
5.3	Projektiranje kanaliziranja.....	29
5.3.1	Izvedba priključevanja krakov	29
5.3.2	Pas za leve zavijalce.....	30
5.3.3	Vodenje pešcev in kolesarjev.....	31
5.3.4	Preglednost pri uvozu v križišče	31
6	ZAKLJUČEK.....	32
	VIRI.....	33

Kazalo slik

Slika 1: Prioriteta prometnih tokov pri prečkanju križišča	3
Slika 2: Lokacija obravnavanega križišča (Geopedia, 2013)	5
Slika 3: Posamezni kraki v križišču (Zemljevid google.com, 2013)	5
Slika 4: Uvoz v križišče iz kraka A in omejitev	6
Slika 5: Prehod za pešce na prednostni cesti	6
Slika 6: Uvoz v križišče iz kraka B	6
Slika 7: Krak C	7
Slika 8: Uvoz v križišče iz kraka C in omejitev	7
Slika 9: Krak D	7
Slika 10: Prednostni prometni tokovi	9
Slika 11: Označba izvajanja meritev na kraku A	13
Slika 12: Označba izvajanja meritev na kraku C	13
Slika 13: Preglednost pri vključevanju iz priključka na GPS	18
Slika 14: Osnovni elementi krožnega križišča	19
Slika 15: Lokacija obravnavanega križišča in dveh krožnih križišč v Mozirju (Geopedia, 2013)	22
Slika 16: Polovični središčni kot med konfliktnima točkama (TSC 03.341, 2002, str. 17)	24
Slika 17: Dimenzije ločilnih otokov, TSC 03.341, 2002, str. 26)	26
Slika 18: Določitev preglednosti pri vključevanju v krožno križišče (TSC 03.341, 2002, str. 31)	27
Slika 19: Elementi pasu za leve zavijalce (Pravilnik o cestnih ..., 2009, str. 12)	30

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Nasičenost za jutranjo konico	10
Preglednica 2: Nasičenost za popoldansko konico	10
Preglednica 3: Osnovni podatki meritev	14
Preglednica 4: Izračunane hitrosti na kraku A	14
Preglednica 5: Izračunane vrednosti na kraku C	15
Preglednica 6: Izračunane vrednosti zaustavitvene razdalje in zaustavitvene preglednosti v odvisnosti od hitrosti na kraku A	16
Preglednica 7: Izračunane vrednosti zaustavitvene razdalje in zaustavitvene preglednosti v odvisnosti od hitrosti na kraku C	17
Preglednica 8: Vrednosti korekcijskih faktorjev in faktorjev rasti	23
Preglednica 9: Geometrijske karakteristike, ki vplivajo na prepustnost uvoza	24
Preglednica 10: Nasičenost za jutranjo konico	24
Preglednica 11: Nasičenost za popoldansko konico	25
Preglednica 12: Določitev korekcijskih faktorjev in faktorjev rasti	28
Preglednica 13: Nasičenost za jutranjo konico	29
Preglednica 14: Nasičenost za popoldansko konico	29

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Odčitavanje zmogljivosti smeri prometnega toka	10
Grafikon 2: Merjene in izračunane vrednosti hitrosti na kraku A	14
Grafikon 3: Merjene in izračunane vrednosti hitrosti na kraku C	15
Grafikon 4: Zaustavitvena razdalja na kraku A v odvisnosti od hitrosti	16
Grafikon 5: Zaustavitvena razdalja na kraku C v odvisnosti od hitrosti	17

1 UVOD

Zaradi vse večjega števila prometnih udeležencev se dandanes srečujemo s problemom, kako zagotoviti čim bolj nemoteno in tekoče odvijanje prometa. Hkrati je potrebno na določenih odsekih, večinoma križiščih, promet umiriti, s tem pa poskrbeti za varnost prometnih udeležencev, zlasti pešcev in kolesarjev. To sta pogoja, s katerima se srečujemo pri projektiranju križišč. Ker obema kriterijema v celoti ne gre zadostiti, se odločimo za vmesno rešitev. V diplomski nalogi obravnavam klasično štirikrako križišče v Mozirju med Orožnovo ulico, Cesto v Loke in Hofbauerjevo ulico.

V prvem delu predstavim analizo obstoječega stanja in se osredotočim predvsem na izračun nasičenosti posameznih krakov križišča. Prav tako s pomočjo baze podatkov o prometnih nesrečah in njihovih udeležencev izvedem prometno-varnostno analizo. V sklopu varnosti prometnih udeležencev izvedem meritve hitrosti in izračun zaustavitvene razdalje ter preverjam preglednost pri uvozu v križišče.

V drugem in tretjem delu predstavim dve možni rešitvi izboljšanja obstoječega stanja. Kot prvo rešitev vidim krožno križišče, ki je dandanes najbolj pogost način umirjanja prometa in zagotavljanja varnosti prometnih udeležencev. Kot drugo, v današnjem času manj pogosto rešitev, vidim izvedbo kanaliziranega križišča. V tem primeru s pomočjo horizontalne signalizacije in z uvedbo prometnih otokov zagotovim urejeno vodenje prometa ter večjo varnost udeležencev v prometu. V obeh primerih izvedem izračun prepustnosti posameznih krakov za predpisano obdobje planske dobe, temu pa sledi projektiranje krožnega in kanaliziranega križišča s pomočjo pravilnikov in tehnične specifikacije.

2 TEORIJA ŠTIRIKRAKIH KRIŽIŠČ

Glede na odvijanje prometa ločimo neovirani prometni tok, neprekinjeni, delno ovirani prometni tok ter ovirani prometni tok. Križišče s stransko cesto predstavlja ovirani prometni tok, za katerega so značilne stalne prekinitve, ki so posledica naprav ali posebnosti, nameščenih ob cesti. Mednje sodijo svetlobno signalne naprave ter prometna znaka II – 1 (Križišče s prednostno cesto) in II – 2 (Ustavi!). V primeru obravnavanega križišča tok prekineta prometna znaka II – 1 in II – 2 na krakih B in D, cesta preko krakov A in C pa je prednostna.

Značilne karakteristike prometnega toka križišča s stransko cesto

- Sestavljen prometni tok: Enostavni prometni tokovi se med seboj prepletajo in križajo.
- Oviran prometni tok: Na gibanje poleg medsebojne odvisnosti vozil vplivajo tudi zahteve po uporabi istih prometnih površin za vozila iz različnih smeri, ki se med seboj sekajo. Vozilo se je prisiljeno pri potovanju po določenem odseku ceste ustavljati zaradi motenj, katerih vzrok je izven prometnega toka.

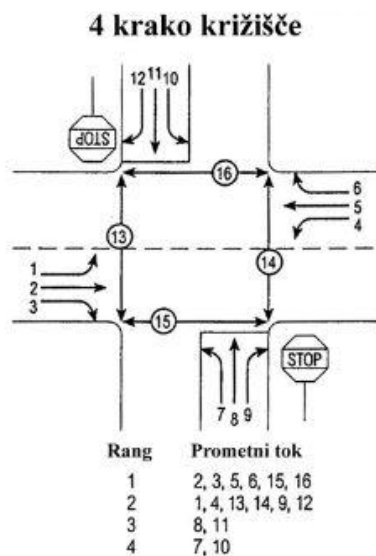
- Sestava prometnega toka: Realno gre za nehomogen prometni tok, ki je sestavljen iz dveh ali več različnih kategorij vozil. Za lažje določanje ga lahko obravnavamo kot pogojno homogenega, saj se tu nehomogeni prometni tok spremeni v homogenega. Pogojno homogeni tok se izraža v t. i. enotah osebnih vozil [EOV], velikost ekvivalenta pa je odvisna od vrste vozila, njegove dolžine in vozno-dinamičnih karakteristik ceste.
- Časovna neenakomernost prometnih tokov: Prometno obremenitev ceste predstavlja število vozil, ki v določenem časovnem intervalu peljejo skozi določen povprečni presek ceste. Pri globalnih analizah sta odločilna parametra PLDP (povprečni dnevni letni promet) in PDP (povprečni dnevni promet).

Za prometno dimenzioniranje križišč je potrebno upoštevati merodajno 15-minutno prometno obremenitev $Q_{15,mer}$, izraženo v [EOV].

Kapaciteta je določena z maksimalnim številom vozil, ki v dani časovni enoti, pri prevladujočih cestnih in prometnih pogojih, prevozijo cestni prerez v obeh smereh pri dvo- ali tripasovni cesti ali v eni smeri pri večpasovni avtocesti (Maher, 2006). Izkoriščenost kapacitete (nasičenost) predstavlja razmerje q/C , ki pove, kolikšen del kapacitete dosega trenutni prometni tok. Za zagotavljanje dobre pretočnosti križišča je to razmerje običajno manjše od vrednosti 0,85.

Za izračun kapacitete moramo določiti prioritete posameznih smeri prečkanja križišča. Prioriteta prometnega toka pri prečkanju križišča se lahko razvrsti v štiri range:

- rang 1: vožnja naravnost po prednostni cesti in zavijanje desno s prednostne na stransko cesto;
- rang 2: zavijanje levo s prednostne ceste na stransko in zavijanje desno s stranske ceste na prednostno;
- rang 3: vožnja naravnost s stranske na stransko cesto;
- rang 4: zavijanje levo s stranske na prednostno cesto (Maher, 2006).



Slika 1: Prioriteta prometnih tokov pri prečkanju križišča

V primeru, v katerem so zavijanje levo, vožnja naravnost in desno zavijanje združeni na enem prometnem pasu, se uporablja redukcijska enačba za določitev zmogljivosti pasu za neprednostne prometne obremenitve. Redukcijska enačba se glasi:

$$M_N = \frac{1}{\sum_{i=1}^k \frac{a_i}{M_{Ni}}}$$

V enačbi nastopata:

a_i delež delnega prometnega toka (levo, naravnost, desno) pri celotnem neprednostnem toku na skupnem prometnem pasu;

M_{Ni} zmogljivost pripadajočega ustreznega delnega neprednostnega prometnega toka ob predpostavki, da je na razpolago lasten prometni pas.

Za natančno določanje nihanja prometa na cestah je potrebno analizirati prometno obremenitev v obdobju ene ure (jutranjo ali popoldansko konico). Kot nominalna enota za določanje neenakomernosti prometne obremenitve križišč se upošteva 15-minutni časovni interval ($Q_{15,mer}$). Parameter neenakomernosti prometne obremenitve koničnega časa je definiran kot faktor urne konice (v nadaljevanju: FKU), ki pomeni naslednje razmerje:

$$FKU = \frac{\text{prometna obremenitev v konični uri}}{\text{maksimalna prometna obremenitev}} = \frac{\sum_{i=1}^4 Q_i^{15}}{4 * Q_{i,max}^{15}}$$

Letna neenakomernost odvijanja prometa je različna za ceste z mestnim, izvenmestnim, primestnim in turističnim prometom – največje variacije se pojavijo na turističnih cestah, najmanjše pa na mestnih cestah.

3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

3.1 Splošne značilnosti

Obravnava se štirikrako križišče Orožnove ulice, Ceste v Loke in Hofbaurjeve ulice. Križišče je del državne ceste R1-225, odsek št. 1248 Radmirje – Mozirje od km 10+500 do km 11+500 v občini Mozirje.

Obravnavano križišče sestavljajo naslednji kraki:

- GPS iz smeri SV: državna cesta R1-225 odsek 1248 iz smeri Letuša;
- GPS iz smeri JZ: državna cesta R1-225 odsek 1248 iz smeri Nazarij;
- SPS iz smeri SZ: lokalna cesta iz centra Mozirja (Hofbaurjeva ulica);
- SPS iz smeri JV: lokalna cesta iz smeri naselja Loke pri Mozirju (Cesta v Loke).

GPS iz smeri SV (krak A)

Obravnavani krak se v križišče priključuje v premi oz. rahli levi krivini. Pred križiščem je dodan dodaten prometni pas za leve zavijalce. Zaporne površine so označene samo s horizontalno signalizacijo. Ob desni strani vozišča je urejen pločnik za pešce. Na območju križišča je hitrost omejena na 50 km/h. Pred križiščem je tudi zaznamovani prehod za pešce z osvetljenim znakom nad voziščem.

GPS iz smeri JZ (krak C)

Obravnavani krak se križišču približuje v levi krivini. Ob desni strani vozišča je postavljena jeklena varnostna ograja. Pred križiščem se tudi na tem kraku prične dodaten pas za leve zavijalce. Tudi na tem kraku so zaporne površine zaznamovane zgolj s talno signalizacijo. V območju križišča je hitrost omejena na 50 km/h.

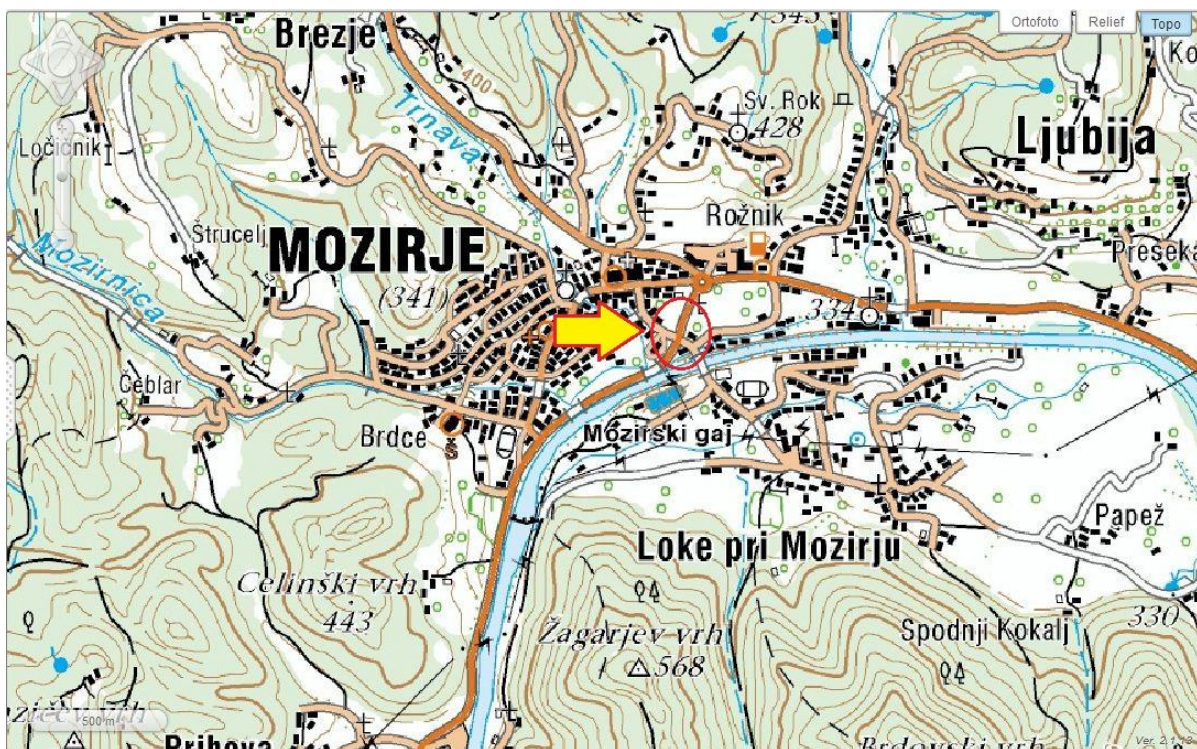
SPS iz smeri SZ – Hofbaurjeva ulica (krak B)

Omenjeni krak se iz smeri centra Mozirja rahlo spušča proti križišču. Z desne strani je tik pred križiščem priključek avtobusne postaje in manjšega parkirišča ob njej. Dodatnih prometnih pasov (namenjenih za leve/desne zavijalce) na tem kraku ni. Pred križiščem je prehod za pešce, pločnik za pešce je lociran (ob levem robu vozišča) zgolj v najožjem območju križišča.

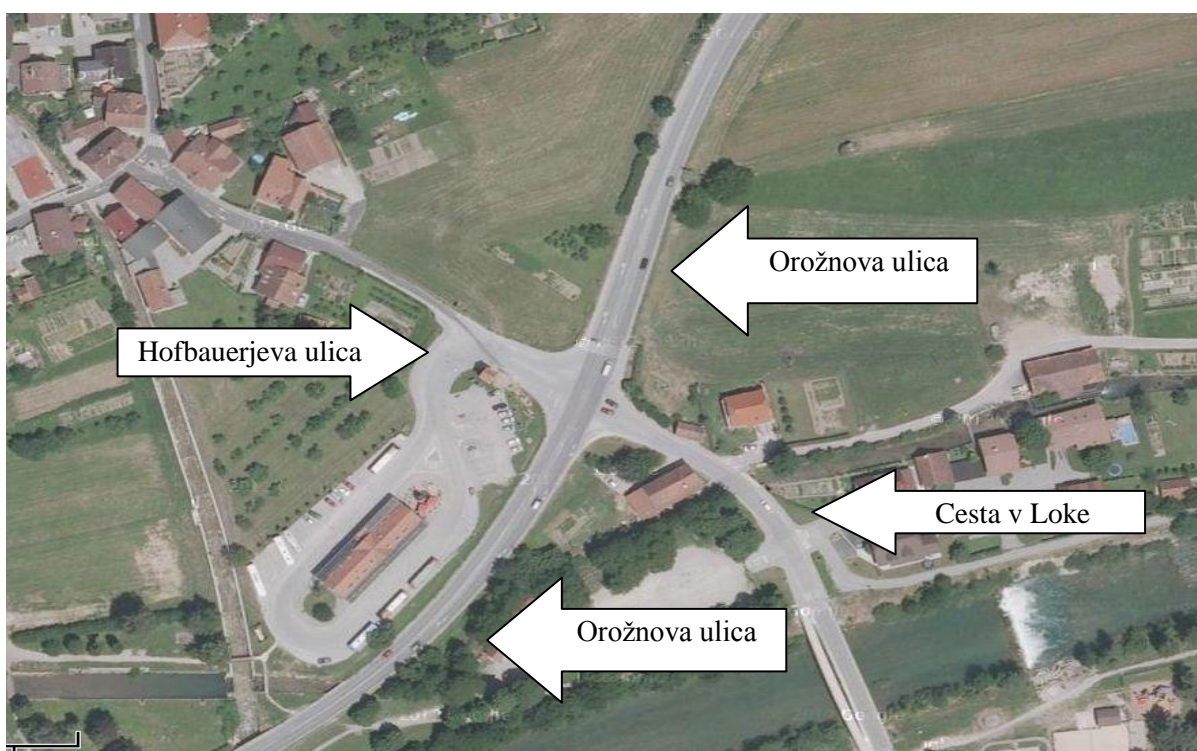
SPS iz smeri JV – Cesta v Loke (krak D)

Krak se proti križišču približuje v rahlem vzponu, v premi. Tudi na tem kraku ni dodatnih prometnih pasov namenjenih levim/desnim zavijalcem. Pred križiščem ni prehoda za pešce, pločnik za pešce pa je lociran (ob desnem robu vozišča) v ožjem območju križišča.

(Bukovnik, 2009)



Slika 2: Lokacija obravnavanega križišča (Geopedia, 2013)

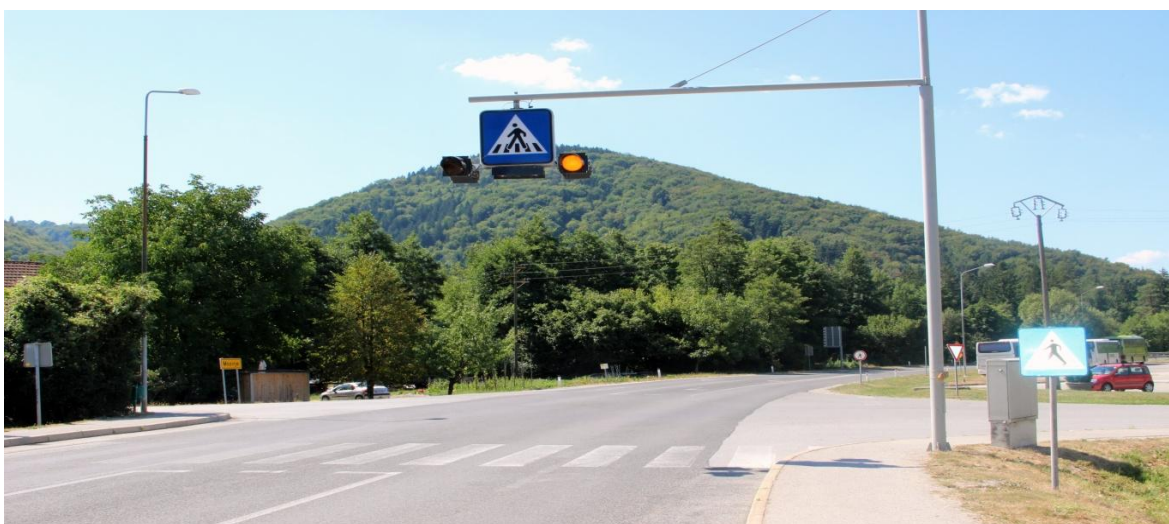


Slika 3: Posamezni kraki v križišču (Zemljevid google.com, 2013)

3.2 Opis v slikah



Slika 4: Uvoz v križišče iz kraka A in omejitvev



Slika 5: Prehod za pešce na prednostni cesti



Slika 6: Uvoz v križišče iz kraka B



Slika 7: Krak C



Slika 8: Uvoz v križišče iz kraka C in omejitvev



Slika 9: Krak D

3.3 Štetje prometa

3.3.1 Postopek izvedbe štetja prometa

Štetje prometa sem opravila v četrtek, 18. 4. 2013, v dveh 3–urnih časovnih obdobjih, med 6. in 9. uro ter med 14. in 17. uro. S tem so bile zajete obremenitve tako v jutranji, kot tudi v popoldanski konici, ki sta merodajni za nadaljnji izračun obremenjenosti in zasičenosti posameznih krakov križišča. Štetje prometa je bilo izvedeno v 15-minutnih časovnih intervalih. Rezultati so zbrani v štirih preglednicah, za vsak krak posebej, posamezne smeri vožnje in razdelitev vozil v prometu pa so ločene med seboj.

Struktura vozil v prometu, ki sem jih štela in statistično obdelala, je naslednja (Juvanc, Rijavec, 2005b):

- MO – motorna kolesa;
- OA – osebni avtomobili;
- BUS – avtobusi;
- LT – lahki tovornjaki;
- ST – srednje težki tovornjaki;
- TT – težki tovornjaki;
- TP – tovornjaki s priklopnikom, vlačilci;
- TR – traktorji;
- KO – kolesarji.

Za nadaljnji izračun je bila razdelitev nekoliko enostavnejša, pri čemer kolesarji niso obravnavani kot prometna obremenitev:

- OA (OA + MO);
- BUS;
- TOV (LT + ST + TT + TR);
- VLAČ (TP).

Rezultati štetja prometa so zajeti v Prilogi B.1.

3.3.2 Preveritev prepustnosti nesemaforiziranega križišča

Po preštetem prometu je potrebno vsa vozila pretvoriti na isto enoto, tj. [EOV]. [EOV] pomeni pretvorba vseh vozil na enoto osebnih vozil, pri kateri osebni avto (OA) predstavlja 1 enoto, avtobusi (BUS) in tovornjaki (TOV) 2, težki tovornjaki (VLAČ) pa 4. V nadaljevanju se za vsako konico (jutranjo in popoldansko) in za vsak krak posebej izračuna FKU (faktor konične ure). Čas urne konice se določi s pomočjo časa, v katerem se pojavi maksimalna urna obremenitev za celotno križišče. Za

jutranjo konico je to obdobje med 6.45 in 7.45, za popoldansko pa med 14.00 in 15.00. FKU se izračuna po naslednji formuli:

$$FKU = \frac{\sum_{i=1}^4 Q_i^{15}}{4 \times Q_{i,max}^{15}}$$

Ta formula predstavlja razmerje med prometno obremenitvijo v konični uri in maksimalno prometno obremenitvijo v nominalnem časovnem intervalu. V nadaljnjih izračunih upoštevamo le še prometne obremenitve v koničnem času, prikazane za vsak krak posebej.

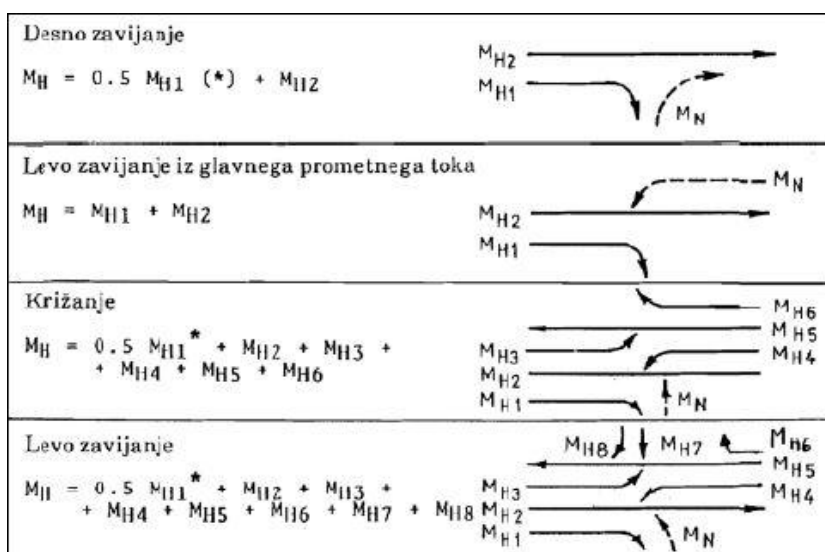
Sledila je določitev dejanskega pretoka v konični uri, ki se izračuna tako, da se seštejejo obremenitve 15-minutnih intervalov za vsak krak posebej. Dobimo spremenjene enote [EOV/h]. S pomočjo že izračunanega FKU se dejanski pretok pretvori na merodajnega, ta služi za nadaljnjo analizo in že upošteva neenakomernost odvijanja prometa v času jutranje ali popoldanske konice. Pri tem se uporabi spodnja enačba:

$$Q_{mer} = \frac{Q_{dej}}{FKU}$$

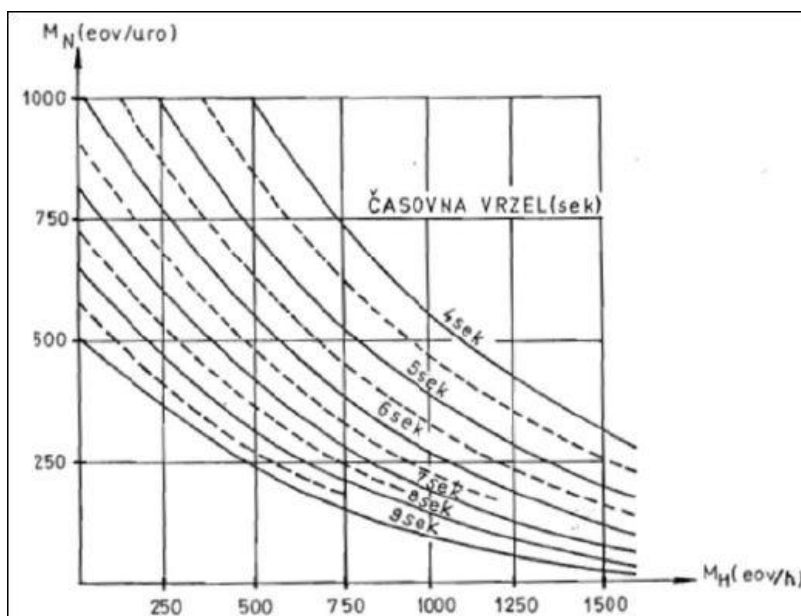
Izračun iskanega parametra – nasičenosti X – se izvede po enačbi:

$$X = \frac{Q_{mer}}{M_N}$$

pri čemer je M_N zmogljivost smeri prometnega toka. V primeru, v katerem so zavijanje desno, vožnja naravnost in desno zavijanje združeni na enem prometnem pasu, je potrebno izvesti dodaten račun po enačbi, navedeni v poglavju Teorija križišč. M_{Ni} v tem primeru predstavlja zmogljivost posamezne smeri v skupnem voznem pasu in je odvisna od prednostnega prometnega toka M_H in časovne vrzeli t_{cv} . Vrednosti časovne vrzeli so standardizirane, medtem ko je za prednostni tok potrebno upoštevati posamezne range prečkanja križišča (Slika 10). Ko določimo oba parametra, lahko M_{Ni} odčitamo iz grafikona, ki je podan spodaj (Grafikon 1).



Slika 10: Prednostni prometni tokovi



Grafikon 1: Odčitavanje zmogljivosti smeri prometnega toka

Celoten postopek izračuna je bil opisan na vajah pri predmetu Ceste, lasten izračun pa predstavljen v Prilogi B.2. V nadaljevanju so podane izračunane vrednosti nasičenosti za jutranjo in popoldansko konico.

Preglednica 1: Nasičenost za jutranjo konico

	x	
A_{n+d}	0.23	≤ 0.85
A_l	0.00	≤ 0.85
B_{n+d+l}	0.25	≤ 0.85
C_{n+d}	0.21	≤ 0.85
C_l	0.01	≤ 0.85
D_{n+d+l}	0.34	≤ 0.85

Preglednica 2: Nasičenost za popoldansko konico

	x	
A_{n+d}	0.22	≤ 0.85
A_l	0.02	≤ 0.85
B_{n+d+l}	0.36	≤ 0.85
C_{n+d}	0.35	≤ 0.85
C_l	0.00	≤ 0.85
D_{n+d+l}	0.70	≤ 0.85

3.3.3 Ugotovitve

Z nasičenostjo križišča ni nobenega problema, saj so izračunane vrednosti bistveno manjše od mejnih. Nekoliko višja vrednost nasičenosti je vidna v popoldanski konici na neprednostnem kraku D, predvsem zaradi uporabe enega voznega pasu za vse smeri.

3.4 Opazovanje odvijanja prometa

3.4.1 Lastna opazovanja

Na območju obravnavanega križišča sem v sklopu izvajanja posameznih meritev za nadaljnjo analizo opazila naslednja dejstva, ki poslabšujejo prometno-varnostno situacijo:

- visoke hitrosti na GPS (Motorna vozila pri vožnji skozi križišče (na GPS) ne upoštevajo postavljene prometne signalizacije (omejitev hitrosti na 50 km/h). To dejstvo je še posebej zaskrbljujoče, ker je za vozila iz SPS pri vključevanju na GPS s tem bistveno poslabšana prometna varnost oz. večja verjetnost za konfliktno situacijo med vozili na GPS in SPS.);
- prehitevanja v območju križišča (Opaziti je bilo, da prihaja na območju križišča do prehitevanja počasnejših vozil. Vzrok je neustrezna obstoječa geometrija križišča. Zaporne površine so namreč označene zgolj s horizontalno signalizacijo, poleg tega pa ni prometnih otokov, s katerimi je omogočena vožnja vozil čez zaporne površine.);
- preglednost pri približevanju križišču (Na kraku iz smeri Nazarij se pojavi problem neustrezne preglednosti, ki je povezana z visokimi hitrostmi na GPS ter levo krivino sorazmerno majhnega polmera. Pri vključevanju v križišču iz kraka SPS (iz smeri centra Mozirja) imajo predvsem večja in počasnejša vozila (npr. avtobusi) problem pri vključevanju na GPS.);
- zastoji na SPS (Ker sta neprednostna kraka SPS urejena tako, da nimata posebnih pasov za leve/desne zavijalce, prihaja v konicah do zastojev.).

3.4.2 Izkušnje domačinov

Za pridobitev koristnih informacij sem se pozanimala pri domačinih, ki imajo največ izkušenj z vožnjo v obravnavanem križišču. Tako sem za informacije prosila nekaj ljudi, ki živijo v Lokah pri Mozirju, pa tudi nekaj takih, ki se vsak dan vozijo v službo skozi obravnavano križišče. Moja opažanja ter njihove izkušnje so precej podobne:

- previsoke hitrosti voznikov na GPS (predvsem v času, ko ni konic) in prehitevanje v območju križišča;
- vozniki na GPS ne ustavljajo pešcem, ki prečkajo cesto; to je nevarno že samo po sebi, poleg tega pa se v Lokah nahaja športno igrišče, zato cesto prečka veliko otrok in starejših sprehajalcev;

- uporaba mobilnih telefonov med vožnjo;
- slaba preglednost pri vključevanju s stranske ulice iz centra Mozirja na glavno cesto, ki je posledica parkiranih avtobusov na avtobusni postaji ob glavni cesti iz smeri Nazarij proti Letušu.

3.5 Prometno varnostna analiza

3.5.1 Podatki o prometnih nesrečah

Za potrebe prometno-varnostne analize sem pridobila podatke o prometnih nesrečah, ki so se zgodile na območju obravnavanega križišča v obdobju 2001–2011. Najbolj pogosto orodje za tako analizo je računalniški program Microsoft Office Access, ki je namenjen obdelavi podatkov. Baza podatkov Nezgode_2001_2011 je vsebovala vse podatke o prometnih nezgodah in udeležencih na slovenskih cestah. Za iskalni niz se uporabi naslednje kategorije:

- državna cesta R1-225;
- odsek 1248 Radmirje–Mozirje;
- med stacionažama km 10+500 in km 11+500.

V obravnavanem obdobju se je na območju križišča zgodilo 22 prometnih nesreč. Podrobnejši podatki so prikazani v skupni tabeli (Priloga B.3).

3.5.2 Ugotovitve

Na osnovi zbranih in analiziranih podatkov o prometnih nesrečah lahko za obravnavano križišče ugotovimo naslednje:

- Vzrok prometnih nesreč: Daleč najpogostejši vzrok prometnih nesreč je bilo neupoštevanje pravil o prednosti, kot drugi najpogostejši vzrok se pojavi neprilagojena hitrost, ostali vzroki pa niso bili prevladujoči.
- Tip prometne nesreče: Med tipi prometnih nesreč izstopata čelno in bočno trčenje, na drugem mestu je nesreča s povoženim peščem, ostali tipi pa so nastopali zgolj v enem primeru.
- Promet v času nastanka prometnih nesreč: V večini prometnih nesreč je bil promet normalen.
- Vozišče v času nastanka prometnih nesreč: V veliki večini prometnih nesreč je bilo vozišče suho, mokro je bilo le v 31 %.
- Klasifikacija poškodb: Skupno je bilo v vseh 22 prometnih nesrečah 45 udeležencev; 2 osebi sta bili hudo telesno poškodovani, 16 oseb se je lažje telesno poškodovalo, 27 udeležence pa je bilo nepoškodovanih.
- Starost udeležencev: 14–76 let. V nesrečah, v katerih je bila najstarejša oseba stara več kot 65 let, je bila le-ta tudi povzročiteljica nesreče (v 3 primerih od 4). Za nesreče z udeležencem, mlajšim od 21 let, velja enako (pomanjkanje izkušenj, prehitra vožnja).

- Spol udeležencev: V nesrečah je udeleženih več moških kot žensk.
- Varnostni pas: V štirih primerih le eden od udeležencev nesreče ni bil privezan z varnostnim pasom.
- Alkohol: V dveh primerih je bil razlog za prometno nesrečo alkohol.

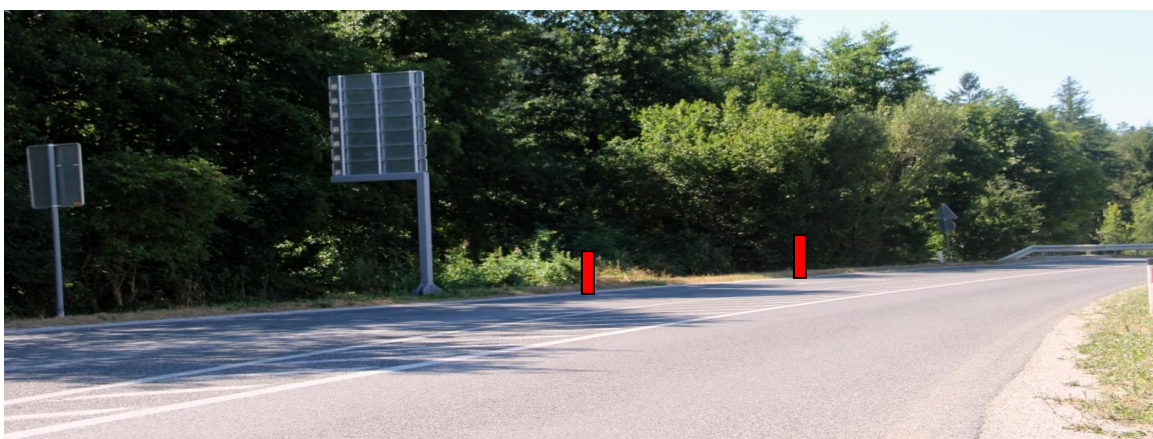
3.6 Merjenje hitrosti

3.6.1 Izvedba meritev

Kot je razvidno iz rezultatov analize nesreč ter iz lastnih opazovanj in izkušenj domačinov, so visoke hitrosti velik problem obravnavanega križišča. Najbolj kritične so hitrosti na prednostnih krakih A in C, predvsem zaradi neprekinjenosti te smeri, ki dovoljuje vozilom razviti visoke hitrosti. Meritve sem izvedla ročno, in sicer s pomočjo občestnih količkov. Najprej sem izmerila čas vožnje preko odseka s pomočjo štoparice in sproti zabeležila rezultate na list papirja. Sledila je pretvorba rezultatov na km/h v računalniškem programu Excel. Na obeh krakih je omejitev 50 km/h ter razdalja med občestnimi priključki 25 m.



Slika 11: Označba izvajanja meritev na kraku A



Slika 12: Označba izvajanja meritev na kraku C

Za vsak krak se zaradi večje natančnosti izvede 50 meritev, in sicer med 14:45 in 16:02. Osnovni podatki meritev so vidni v Preglednici 3, medtem ko so meritve zabeležene v Prilogi B.4. V prvem stolpcu so podane meritve časa v sekundah, v drugem pa izračunane vrednosti hitrosti.

Preglednica 3: Osnovni podatki meritev

Začetek	14:45	
Konec	16:02	
Št. meritev	50	
Dolžina odseka	25	m
Omejitev	50	km/h

3.6.2 Izračun in ugotovitve

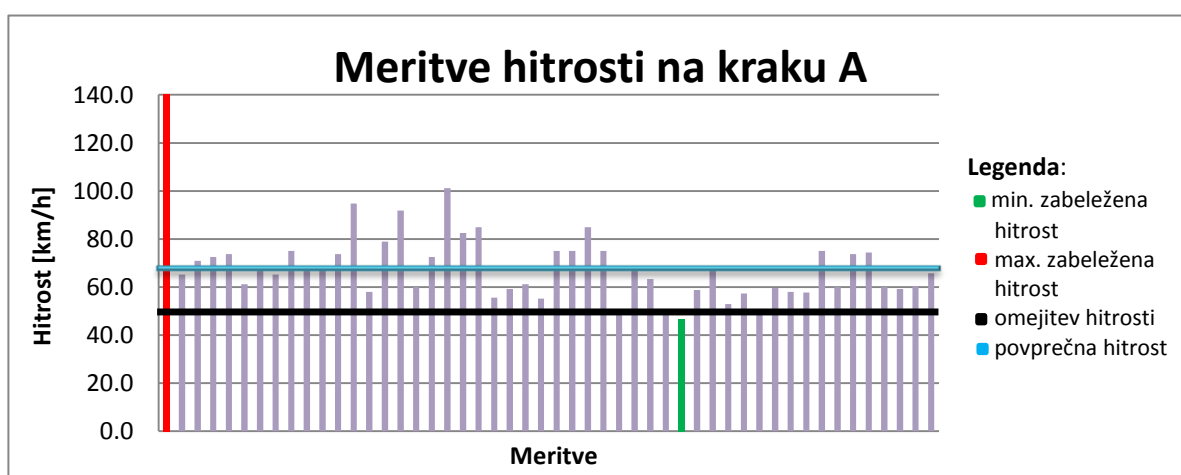
Hitrost vozil se izračuna po osnovni fizikalni enačbi:

$$hitrost = \frac{pot}{čas}$$

Prvotne enote so [m/s], ki jih s faktorjem 3,6 pretvorimo na [km/h], kar nam služi za lažjo primerjavo z omejitvami hitrosti. Glavni izračuni so vidni spodaj v preglednicah in grafikoni.

Preglednica 4: Izračunane hitrosti na kraku A

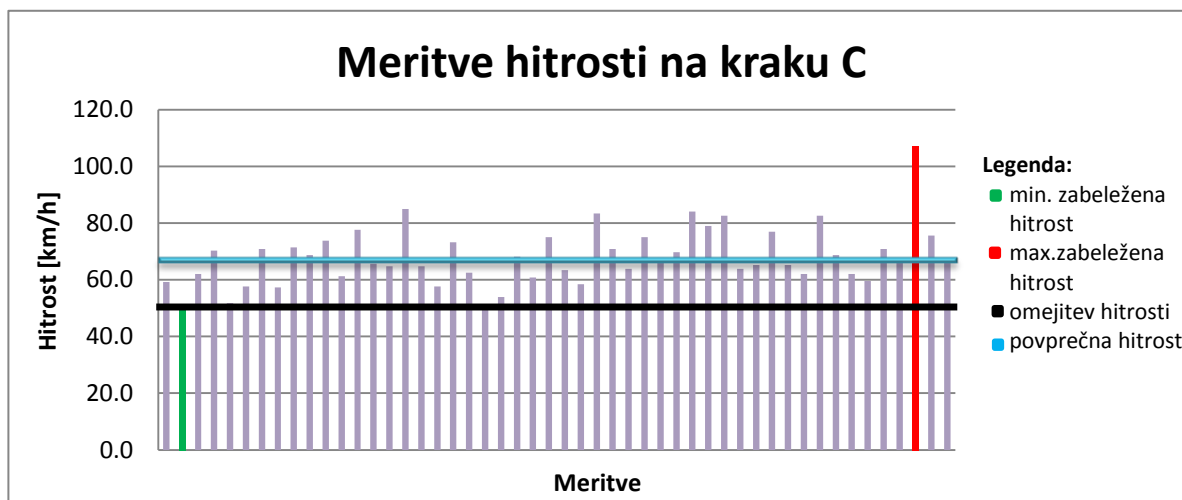
KRAK A		
MAX	140.6	km/h
MIN	46.6	km/h
POVPREČJE	69.7	km/h



Grafikon 2: Merjene in izračunane vrednosti hitrosti na kraku A

Preglednica 5: Izračunane vrednosti na kraku C

KRAK C		
MAX	107.1	km/h
MIN	49.7	km/h
POVPREČJE	68.5	km/h



Grafikon 3: Merjene in izračunane vrednosti hitrosti na kraku C

Iz zgornjih grafov je vidno precejšnje nihanje hitrosti. Razlike med najnižjo in najvišjo izmerjeno hitrostjo so na obeh krakih zelo velike. Glede na najvišjo izmerjeno hitrost na kraku A sklepamo, da lahko vozila razvijejo zelo veliko hitrost iz smeri Letuša proti Nazarjam, čeprav je le približno 200 m pred križiščem postavljeno krožno križišče, ki naj bi umirjalo promet. Prav zaradi omenjenega krožnega križišča je zanimivo, da je povprečna hitrost nekoliko višja na kraku A. Prav tako lahko vidimo, da sta povprečni hitrosti na obeh krakih kar precej višji od njene omejitve. Če upoštevamo, da glavno cesto na krakih A in C prečka veliko pešcev, je rezultat še toliko večji pokazatelj nevarnosti obravnavanega križišča.

3.7 Zaustavitvena razdalja in zaustavitvena preglednost

3.7.1 Teoretične osnove

Vzdolž ceste je potrebno zagotoviti preglednost za:

- pregled nad potekom linije ceste v smeri vožnje in nad prometno signalizacijo;
- zaustavitev vozila pred oviro na vozišču (horizontalno in vertikalno).

(Juvanc, Rijavec, 2005b)

Pri tem ima odločilno vlogo hitrost vozila. »Zaustavitvena razdalja (L_z) je najkrajša dolžina, na kateri lahko voznik na mokrem in čistem vozišču zaustavi vozilo v pogojih dopustne vrednosti koeficienta

drsnega trenja.« (Juvanc, Rijavec, 2005a, str. 17). Določena je v odvisnosti od projektne hitrosti in vzdolžnega nagiba nivelete ceste.

»Zaustavitvena preglednost (P_z) je najkrajša dolžina vizure, na kateri voznik opazi oviro, da bi lahko do nje popolnoma zaustavil vozilo v pogojih dopustne vrednosti koeficienta drsnega trenja.« (Juvanc, Rijavec, 2005a, str. 18). Dolžina zaustavitvene preglednosti je enaka zaustavitveni razdalji, povečani za 7 m.

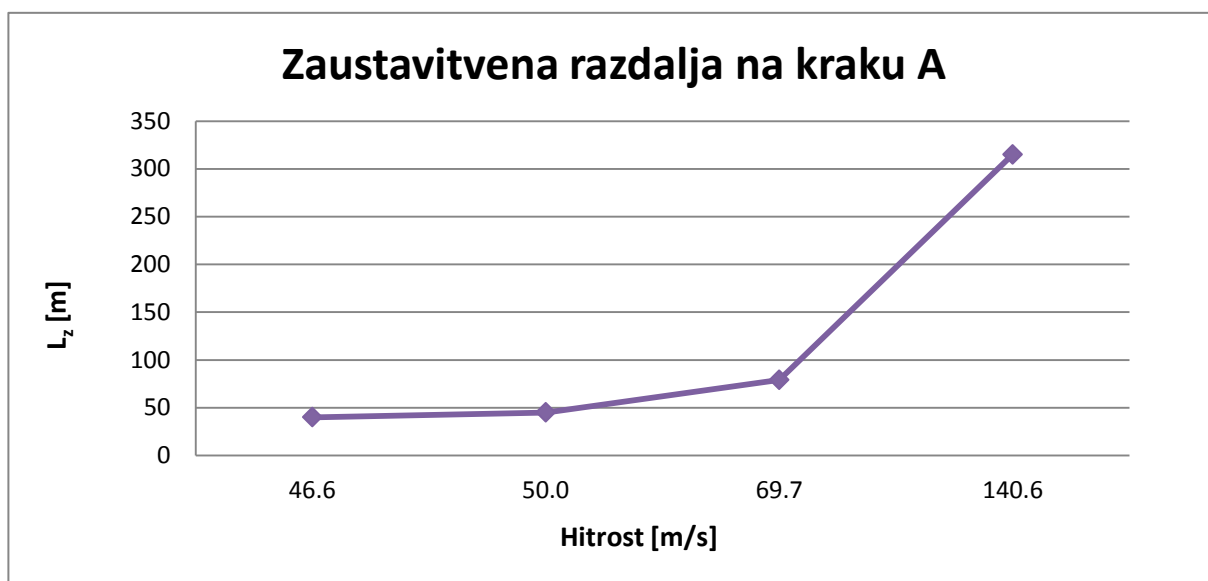
3.7.2 Izračun

Za oba prednostna kraka A in C se predpostavi, da nimata vzdolžnega nagiba oz. je ta zanemarljivo majhen ($s = 0\%$).

Vrednosti zaustavitvene razdalje se odčita iz preglednice v odvisnosti od hitrosti in nagiba, zaustavitveno preglednost pa določi z dodanim varnostnim odmikom 7 m. Rezultati analize so podani v naslednjih preglednicah in grafikoni.

Preglednica 6: Izračunane vrednosti zaustavitvene razdalje in zaustavitvene preglednosti v odvisnosti od hitrosti na kraku A

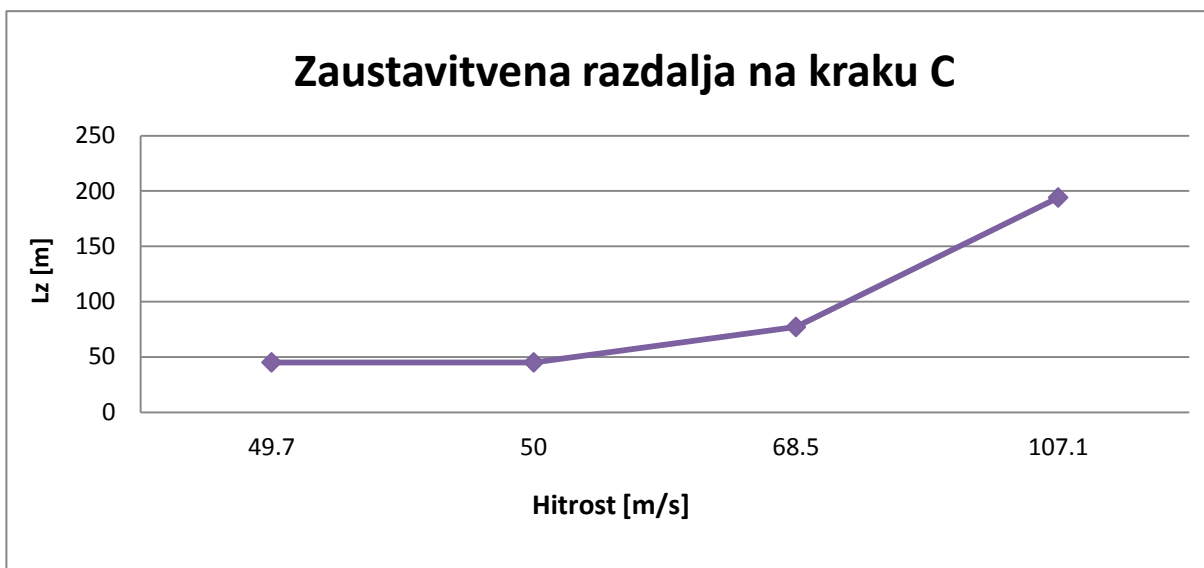
KRAK A			L_z [m]	P_z [m]
V_{min}	46.6	km/h	40	47
V_o	50	km/h	45	52
V_{povp}	69.7	km/h	79	86
V_{max}	140.6	km/h	315	322



Grafikon 4: Zaustavitvena razdalja na kraku A v odvisnosti od hitrosti

Preglednica 7: Izračunane vrednosti zaustavitvene razdalje in zaustavitvene preglednosti v odvisnosti od hitrosti na kraku C

KRAK C			L_z [m]	P_z [m]
V_{min}	49.7	km/h	45	52
V_o	50	km/h	45	52
V_{povp}	68.5	km/h	77	84
V_{max}	107.1	km/h	194	201



Grafikon 5: Zaustavitvena razdalja na kraku C v odvisnosti od hitrosti

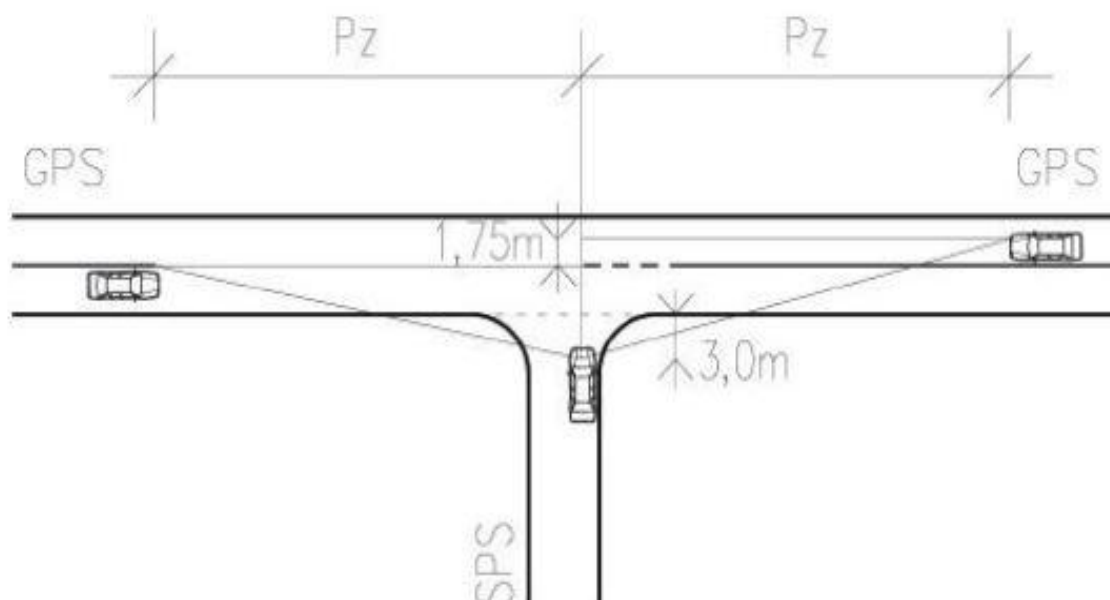
3.7.3 Ugotovitve

Iz grafikonov je razvidno, da zaustavitvena razdalja nelinearno narašča v odvisnosti od hitrosti. Na kraku A, kjer je bila največja izmerjena hitrost 140.6 km/h, meri zaustavitvena razdalja kar 315 m, to pa je 7-krat več od razdalje, ki jo potrebujejo vozila za zaustavitev, če se vozijo po omejitvah. Ker je bila največja izmerjena hitrost merjena pri motornem kolesu, je bolj realna slika zaustavitvene razdalje pri kraku C. Tukaj bi vozilo z maksimalno hitrostjo potrebovalo približno 150 m več za zaustavitev, kot če bi vozilo po omejitvah (50 km/h). Če pogledamo povprečni hitrosti na obeh krakih, je zaustavitvena razdalja na kraku A za 34 m daljša kot pri omejitveni hitrosti, na kraku C pa vozila za zaustavitev potrebujejo 32 m več.

3.8 Preglednost pri uvozu v križišče

3.8.1 Teoretične osnove

»Dolžina preglednosti pri uvozu v križišče je tista dolžina, ki omogoča vozniku na prednostni cesti, da do križišča vozilo zaustavi, če se vozilo s stranske ceste že vključuje na njegov vozni pas ali prečka križišče. Dolžina preglednosti je enaka zaustavitveni razdalji.« (Juvanc, Rijavec, 2005a, str. 23). Določi se jo v odvisnosti od projektne hitrosti in nagiba nivelete. Pri načrtovanju cest morajo biti vse ovire locirane izven polja preglednosti, ki je določen s t. i. preglednim trikotnikom. Eno stranico trikotnika predstavlja zaustavitvena preglednost na posameznem kraku P_z , drugo pa razdalja 3 m od roba vozišča, pri čemer je ta razdalja merjena od voznikovih oči.



Slika 13: Preglednost pri vključevanju iz priključka na GPS

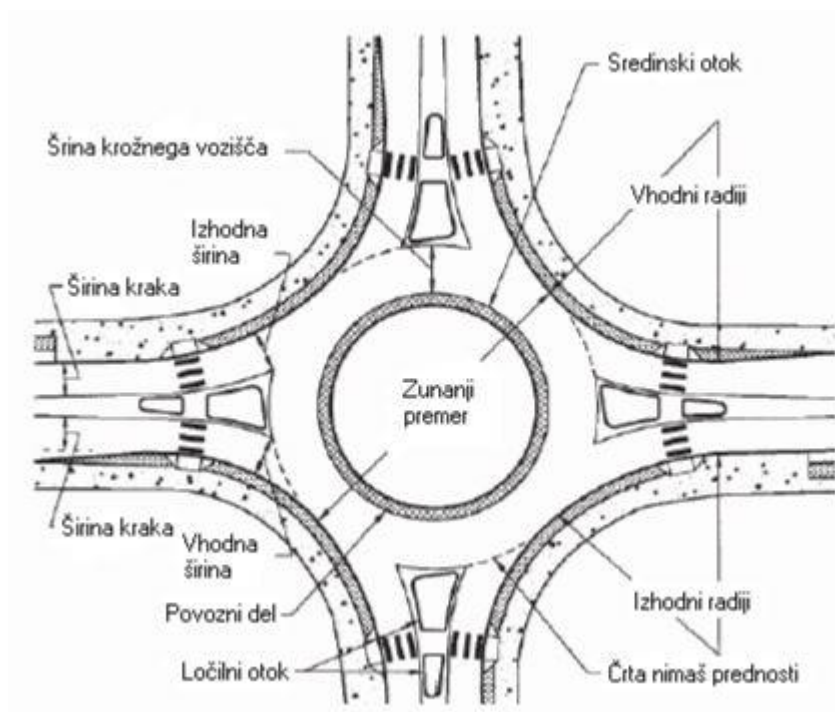
3.8.2 Izračun in ugotovitve

Preglednosti pri uvozu v obstoječe križišče s krakov B in D je prikazana na tlorisu kanaliziranega križišča v programu AutoCAD (Priloga D.3). Za določitev zaustavitvene preglednosti P_z na prednostnih krakih A in C se uporabi izračunane vrednosti iz prejšnjega poglavja pri predpisani hitrosti V_0 in brez vzdolžnega nagiba.

4 KROŽNO KRIŽIŠČE

4.1 Lastnosti krožnih križišč

Krožno križišče je kanalizirano križišče krožne oblike z nepovoznim, delno povoznim ali prevoznim sredinskim otokom ter krožnim voziščem, v katerega se steka več cest in po katerem poteka vožnja nasprotno od smeri gibanja urinega kazalca (Maher, 2008, str. 88). Zaradi ugodnega kota križanja osi cest, povečanja prepustnosti križišča, skrajšanja čakalnega intervala in umirjanja prometa se ga lahko uvede na vseh vrstah cest (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).



Slika 14: Osnovni elementi krožnega križišča

Krožna križišča imajo nekaj posebnosti, s katerimi se razlikujejo od klasičnih nivojskih križišč:

- krožna križišča so križišča s kombinacijo prekinjenega in neprekinjenega prometnega toka;
- prednost pred vozili na uvozih v križišče imajo vozila v krožnem toku (v krožnih križiščih torej ne velja »pravilo desnega«);
- vozilo na uvozu v krožno križišče se v primeru prostega krožnega vozišča ne ustavlja, temveč z zmanjšano hitrostjo uvozi v krožni tok;
- zaradi odvodnjavanja meteorne vode s krožnega vozišča so le-ta praviloma nagnjena navzven in ne proti središču krivine, kot je to običajno pri drugih cestnih krivinah;

- dolga vozila (avtobusi, tovorna vozila s prikolicami, vlačilci ...) lahko pri vožnji po krožnem vozišču uporabljajo tudi neasfaltirani (tlakovani) del krožnega vozišča (povozni del sredinskega otoka), za kar pri manjših vozilih ni potrebe.

Prednosti krožnega križišča so:

- velika prometna varnost (manjše število konfliktnih točk kot pri klasičnih nivojskih križiščih, eliminacija konfliktnih točk križanja, nemogoča vožnja skozi krožno križišče brez zmanjšanja hitrosti ...);
- visoka zmogljivost;
- zmanjšanje čakalnih časov;
- manjša poraba prostora kot pri nivojskih križiščih s pasovi za zavijalce pri enaki kapaciteti;
- dobra rešitev pri 5 in več krakih križiščih ter »Y« križiščih;
- manjše posledice prometnih nesreč;
- dobra rešitev pri močnem toku zavijalcev;
- estetski videz.

Krožno križišče je razvito za situacije, ki so tipične za ceste izven urbanega okolja; glavna regionalna cesta z veliko jakostjo prometnega toka prečka stranske prometne smeri z majhnimi prometnimi jakostmi.

V krožnem križišču načeloma ni prometnih nesreč s smrtnim izidom oz. s težkimi telesnimi poškodbami. Vzrok za to je v tem, da v krožnih križiščih ni čelnih trkov, pri katerih so posledice prometnih nesreč najhujše. V krožnih križiščih so trki med vozili večinoma stranski, pod ostrim kotom, ali posledica naletov – od zadaj. Trki med motornimi vozili in kolesarji oz. pešci so enaki kot pri klasičnih križiščih, le da so tu posledice trkov nekoliko manjše.

Slabosti krožnega križišča so predvsem:

- zaporedna krožna križišča ne omogočajo sinhronizacije (»zelenega vala«);
- zagotavljanje ustreznega prostora v močno pozidanem območju;
- nemogoče usmerjanje prometa s prometno policijo;
- problemi se pojavijo pri močnem kolesarskem ali peš prometu, ki seka enega od krakov krožnega križišča.

4.1.1 Kapaciteta krožnega križišča

Na prepustnost krožnega križišča vplivajo predvsem:

- zunanji premer in širina voznega pasu;
- širina voznega pasu pred krožiščem ter širina uvoza/izvoza;

- gostota v krožišču;
- dimenzije ločilnih otokov;
- vodenje krakov v krožišče;
- preglednost (pri približevanju, v krožišču, pri uvozu);
- uvozni/izvozni radij in uvozni/izvozni kot.

Kapaciteta krožnega križišča C nam pove, koliko vozil prevozi krožno križišče v enoti časa. Dobimo jo tako, da seštejemo prepustnosti vseh uvozov Q_{Ei} v krožno križišče (TSC 03.341: 2002):

$$C = \sum_1^n Q_{Ei},$$

pri čemer je:

n število uvozov.

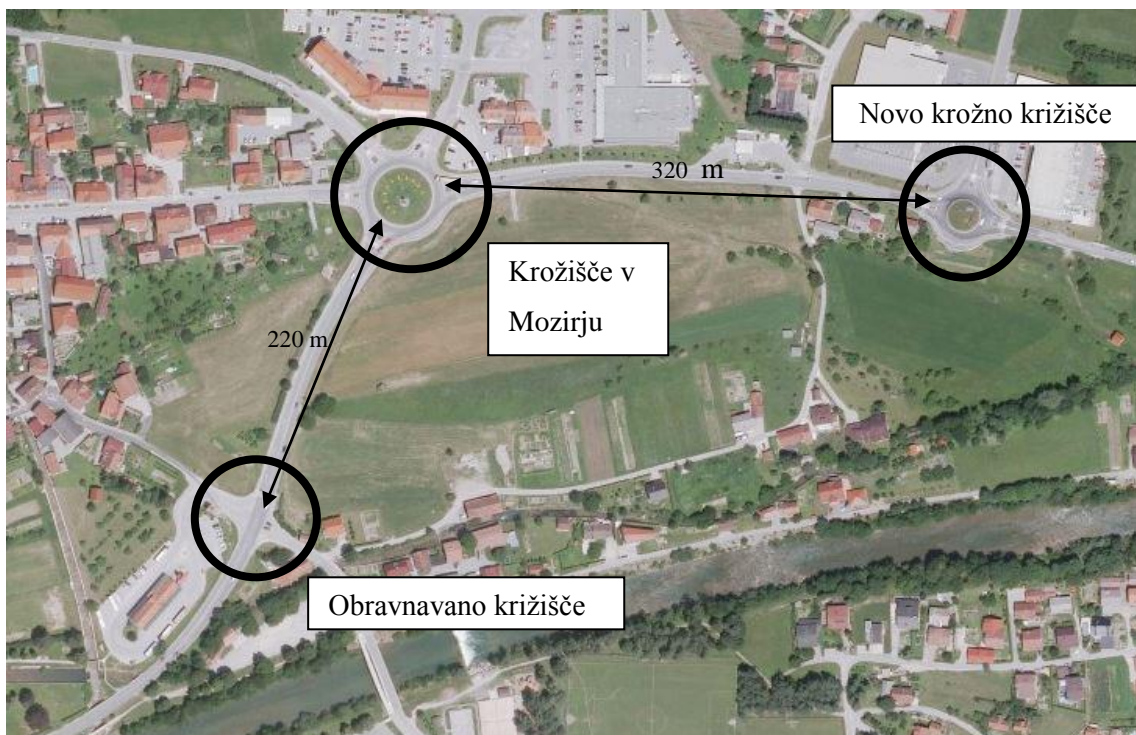
Prepustnost uvoza Q_E določa, koliko vozil uvozi v krožno križišče skozi en uvoz v časovni enoti. Odvisna je od geometrijskih značilnosti krožnega križišča in krožečega prometnega toka. Geometrijske karakteristike, ki vplivajo na prepustnost uvoza, so:

- število pasov v krožnem križišču in na uvozu/izvozu (faktorja γ in β);
- zunanji premer krožnega križišča (D);
- premer središčnega otoka R_n (v odvisnosti od zunanjega premera, širine krožnega vozišča prevoznega dela);
- širina krožnega vozišča (FB);
- polovični središčni kot med konfliktnima točkama φ (Maher, 2006).

4.2 Razlogi za izvedbo

Iz analize obstoječega stanja je razvidno, da je previsoka hitrost velik problem obravnavanega križišča, zato bi uvedba krožnega križišča doprinesla k umirjanju prometa. S tem bi se zmanjšale hitrosti na vseh krakih, prav tako pa bi kraki med seboj postali bolj enakovredni. V konici bi se vozila iz krakov B in D lažje vključila v promet, pa tudi do zastojev na teh dveh krakih ne bi prišlo.

V neposredni bližini obravnavanega križišča se nahaja krožno križišče v Mozirju, prav tako pa je zgrajeno novo krožno križišče na območju trgovskega centra. Razdalja obravnavanega štirikrakega križišča do krožišča v Mozirju je 220 m, razdalja od tega krožišča do novega krožišča pri trgovskem centru pa 320 m. Kolone na glavnem kraku križišča v primeru izvedbe krožnega križišča ne bi segale v območje krožišča v Mozirju. Zaradi enotnega koncepta in glede same prometne ureditve ter vodenja prometa bi bila smiselna enotna izvedba na območju vseh treh križišč, ker bi tako območje delovalo kot celota.



Slika 15: Lokacija obravnavanega križišča in dveh krožnih križišč v Mozirju (Geopedia, 2013)

4.3 Nasičenost krožišča

4.3.1 Postopek izračuna

Pri preureditvi klasičnega v krožno križišče gre teoretično za rekonstrukcijo, toda v osnovi je to novozgrajeno križišče, križišče s povsem drugačnimi karakteristikami odvijanja prometa. Pri tem se upošteva večja planska doba, ki je napovedana za 20-letno obdobje po zaključku gradnje (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

Osnovne karakteristike krožišča, povzete po TSC 03.341 (2002):

- število krakov: štirikrako z vodenjem pod kotom cca. 90° (podaljški osi se sekajo v centru križišča);
- velikost: srednje veliko krožišče z zunanjim premerom $D = 35$ m;
- št. voznih pasov: enopasovno krožišče z enopasovnimi uvozi/izvozi;
- širina voznih pasov: $FB = 7,50$ m v krožnem vozišču;
- širina prevoznega dela $\delta_{povozni_del} = 1,50$ m, tlakovana izvedba v nagibu 5 %, prevoznost sredinskega otoka: NE;
- sredinski otok: stožčaste oblike, polmera $R_n = 8,50$ m.

Izračun se začne z določitvijo prometne obremenitve za napovedano plansko dobo 20 let. K temu obdobju se običajno doda še rezervo, ki znaša 2 leti. To pomeni, da je prvotne obremenitve potrebno

pomnožiti z vrednostjo faktorja rasti za obdobje 22 let. Stopnja rasti se oceni na osnovi podatkov avtomatskih števecv prometa. Ker pa je števno mesto 139 Prihova prešlo oktobra 2012 iz ročnega v avtomatsko štetje prometa, zadnje ročno štetje pa je bilo opravljeno leta 2008, se stopnja rasti predpostavi, in sicer na $p = 1,5 \%$. Faktor rasti, izračunan po enačbi $f_{rasti} = (1 + p)^n$ (kjer je n število projektiranih let, torej 22), znaša približno $f_{rasti} = 1,3876$. Dodaten, korekcijski faktor upošteva še čas izvajanja štetja prometa. Ker je bilo štetje izvedeno v četrtek, 18. 4. 2013, je potrebno ugotoviti razporeditev prometa v enakem obdobju lani, glede na celoten promet tistega leta. Ker podatkov o štetju prometa v enakem obdobju lani ni mogoče dobiti, sem si pomagala kar z vrednostmi iz leta 2013. Primerja se torej PDP_{april} in $PDP_{četrtek}$ s $PLDP_{2013}$, kar opisujeta korekcijska faktorja $f_{kor,dan}$ in $f_{kor,mesec}$. Vse navedene faktorje se nato pomnoži s pretokom, dobljenim z lastnim štetjem prometa ($Q_{mer,danes}$), pri čemer dobimo bodoči pretok planske dobe ($Q_{mer,PD}$).

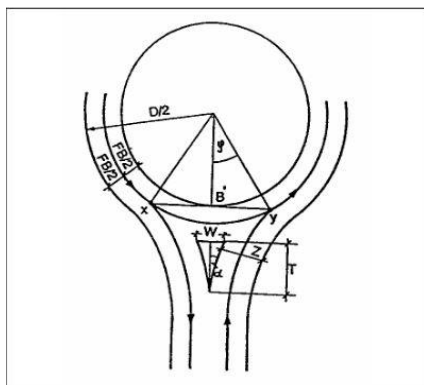
Vrednosti faktorjev so zapisane v Preglednici 8.

Preglednica 8: Vrednosti korekcijskih faktorjev in faktorjev rasti

PLDP ₂₀₁₃	9287
p	0.03
PD	20
n	22
f _{rasti}	1.3876
f _{kor,mesec}	0.9688
f _{kor,dan}	0.9125
f _{for,skupaj}	0.8841

Nadaljnji postopek izračuna je drugačen kot pri klasičnem štirirakem križišču. Glede na število pasov v krožnem vozišču ter na uvozu/izvozu se določi faktorja γ in β . V našem primeru gre za enopasovno, srednje veliko krožno križišče, tako da za izračun vzamemo naslednji vrednosti: $\gamma = 0,9$ in $\beta = 0,95$. Za določitev faktorja α je s tlorisne situacije krožišča potrebno odčitati polovični središčni kot med konfliktnima točkama (φ) za posamezni krak. Konfliktni točki predstavljata presečišče linije vožnje z uvoza v krožno vozišče ali iz krožnega vozišča na izvoz (Slika 16). Faktor α se določi s pomočjo standardiziranega diagrama v odvisnosti od razdalje med konfliktnima točkama B. Račun temelji na švicarski metodi – ETH Lausanne 1991 (Maher, 2006):

$$B = \frac{(D-FB) \cdot \pi \cdot \varphi}{180}$$



Slika 16: Polovični središčni kot med konfliktnima točkama (TSC 03.341, 2002, str. 17)

Preglednica 9: Geometrijske karakteristike, ki vplivajo na prepustnost uvoza

D	35	m
R _z	17.5	m
R _n	8.5	m
š _{vozni pas} = FB	7.5	m
š _{povožni del}	1.5	m
β	0.95	
γ	0.9	

	2*φ [°]	φ [°]	B [m]	α
A	85	42.5	20.1	0.16
B	83	41.5	19.6	0.19
C	85	42.5	20.1	0.16
D	83	41.5	19.6	0.19

Za določitev prometne prepustnosti uvoza Q_e je potrebno določiti jakost prometa prednostnih prometnih tokov Q_b . Ta vozila mora tisti, ki se vključuje z uvoza, počakati in opazovati njihov manever. Q_b torej zajema jakost prometa na krožnem vozišču Q_c in jakost prometa na obravnavanem izvozu Q_a , pri tem pa se uporabi enačbi, ki smo ju obravnavali na vajah pri predmetu Prometno inženirstvo:

$$Q_e = \frac{1500 - \frac{8}{9} * Q_b}{\gamma},$$

$$Q_b = \beta * Q_c + \alpha * Q_a.$$

Vrednosti nasičenosti X so vidne v nadaljevanju, izračun predhodno opisanih parametrov pa v Prilogi C.4.

4.3.2 Ugotovitve

Preglednica 10: Nasičenost za jutranjo konico

	X	
A	0.43	≤ 0.85
B	0.08	≤ 0.85
C	0.44	≤ 0.85
D	0.13	≤ 0.85

Preglednica 11: Nasičenost za popoldansko konico

	X	
A	0.51	≤ 0.85
B	0.12	≤ 0.85
C	0.63	≤ 0.85
D	0.19	≤ 0.85

Rezultati so pokazali, da je krožišče z vidika prepustnosti zelo dobra rešitev, kljub večjim prometnim obremenitvam zaradi daljše planske dobe. Vrednosti nasičenosti so na vseh krakih precej nižje od mejnih, le na kraku C se je nasičenost nekoliko povečala, še vedno pa ni dosegla mejne vrednosti.

4.4 Projektiranje krožnega križišča

4.4.1 Karakteristike voznih pasov

Širina voznih pasov se ohrani takšna, kot je v primeru obstoječega križišča – vozna pasova na krakih A in C sta široka 3,50 m, vozna pasova na stranskih krakih B in D pa 3 m. Skladno s Pravilnikom o projektiranju cest (2005) se za kraka A in C določi širino robnega pasu 0,50 m, za kraka B in D pa 0,25 m. Priključki krakov v križišče so urejeni pod pravim kotom, medtem ko vzdolžni nagib nivelete ostane nespremenjen glede na obstoječe stanje.

4.4.2 Karakteristike zavijalnih radijev

Velikosti izvoznih radijev so odvisne od velikosti krožnega križišča, števila voznih pasov v krožnem toku in oblike sredinskega ločilnega otoka ter morajo biti vedno večje od velikosti uvoznih radijev, le izjemoma pa so lahko enake. Pri srednje velikih krožnih križiščih s sredinskimi ločilnimi otoki je primerna uporaba izvoznega radija velikosti od 12 m do 15 m. V našem primeru je z izbranim $R_n = 8,5$ m ter sredinskim ločilnim otokom stožčaste oblike najbolj primerna uporaba izvoznega radija velikosti 13,5 m na vseh krakih. Za uvozni radij se nujno izbere manjšo vrednost, in sicer 12 oz. 11,5 m (TSC 03.341, 2012).

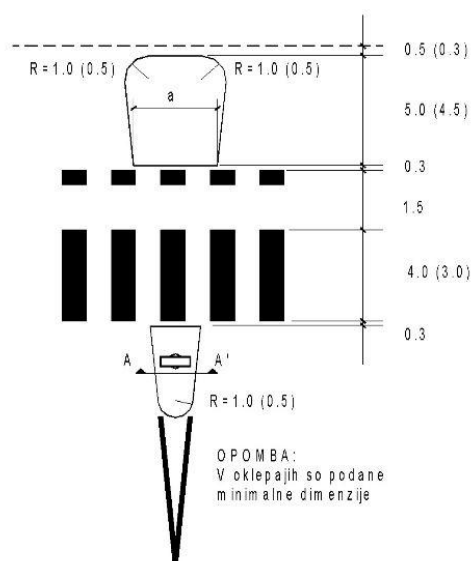
4.4.3 Dimenzije ločilnih otokov

Ločilni otok je element krožnega križišča, ki ločuje uvoz in izvoz iz krožnega križišča, usmerja vozila v pravilno uvažanje in izvažanje iz krožišča ter zagotavlja višjo raven prometne varnosti pešcev in kolesarjev pri prečkanju kraka krožnega križišča. Njegova oblika je odvisna od velikosti krožišča. Pri srednje velikih krožnih križiščih se priporoča uporaba ločilnih otokov kapljaste oblike. Minimalne dimenzije ločilnega otoka kapljaste oblike izhajajo iz vrste udeležencev v krožnem križišču, ki prečkajo ločilni otok (pešci in kolesarji).

Priporoča se, da je širina ločilnega otoka na širšem mestu, kjer ga seka kolesarska steza, vsaj 2 m, minimalna širina na mestu postavitve prometnih znakov obvezna vožnja mimo po desni strani (II-47) in znaka za označitev prometnega otoka (VI-8) pa vsaj 1 m.

Priporoča se, da je širina ločilnega otoka na širšem mestu, kjer ga seka prehod za pešce, vsaj 2 m, minimalna širina na mestu postavitve prometnih znakov vožnja mimo po desni strani (II-47) in znaka za označitev prometnega otoka (VI-8) pa vsaj 1 m.

Vsa navedena priporočila najdemo v tehničnih specifikacijah za krožna križišča (TSC 03.341, 2002).



Slika 17: Dimenzije ločilnih otokov, TSC 03.341, 2002, str. 26)

4.4.4 Vodenje pešcev in kolesarjev

Poznamo tri načine vodenja kolesarjev v območju krožnega križišča:

- mešano vodenje motornega in kolesarskega prometa;
- vzporedno vodenje kolesarjev ob zunanjem robu krožnega križišča;
- ločeno vodenje kolesarjev, vzporedno z robniki ali v koncentričnih krogih.

Pešce je najbolje voditi po pločnikih, višinsko ločenih od voznih pasov za motorni promet, vsa križanja motoriziranih udeležencev v prometu s kolesarji in pešci pa naj se izvajajo pravokotno. Prav tako je potrebno poudariti zamaknjenost vodenja za vsaj 5,00 m od roba glavne prometne osi. Postopek projektiranja je podrobno opisan v TSC 03.340 (2002).

Izvedba:

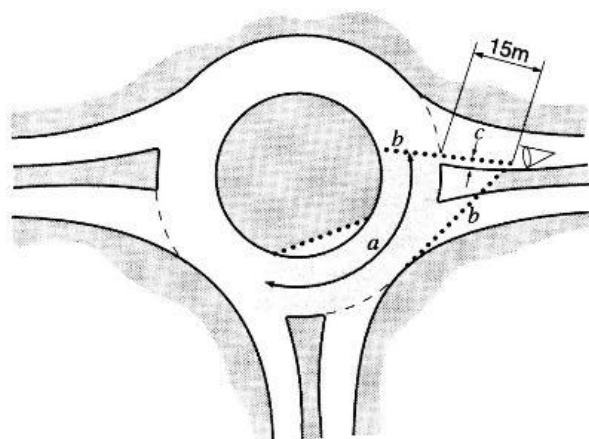
- pločnik za mešano vodenje pešcev in kolesarjev v širini 2,5 m;
- višinsko dvignjen pločnik (12 cm);
- izvedba mešanega prehoda za pešce in kolesarje preko ločilnih otokov na vseh krakih v skupni širini 4,50 m (3,00 m za pešce in 1,50 m za kolesarje);
- zamik prehoda od GPS za cca. 5,50 m;
- urejena niša za čakanje pri uvozu v krožišče (posledica odmaknjenosti prehoda), označena s talno označbo V-39.2: »Trikotnik za odvzem prednosti« (TSC 02.401, 2012).

4.4.5 Preglednost

S stališča preglednosti v krožnih križiščih izven urbanega okolja mora biti vozniku onemogočena preglednost na nasprotni izhod iz krožnega križišča, kar pa dosežemo z deniveliranjem sredinskega otoka. To pravilo se smiselno uporablja ne glede na število krakov krožnega križišča in število voznih pasov v krožnem vozišču.

4.4.5.1 Preglednost v levo

V krožišču poteka promet v nasprotni smeri urinega kazalca, kar pomeni, da imajo prednost vedno vozila na levi. Voznikom vseh vozil, ki se približujejo krožnemu križišču, mora biti omogočen pregled nad celotno širino krožnega vozišča, od ločilne črte na njihovo levo stran, in sicer na razdalji, ki je potrebna za ustavljanje, izmerjeni vzdolž osi krožnega vozišča. Preglednost v levo se preverja iz sredine voznega pasu na razdalji 15 metrov pred ločilno črto, kot je prikazano na Sliki 18.



Slika 18: Določitev preglednosti pri vključevanju v krožno križišče (TSC 03.341, 2002, str. 31)

Na tlorisu krožnega križišča v programu AutoCAD je prikazana preglednost pri uvozu s kraka D (Priloga C.3). Na šrafiranem območju ne sme biti ničesar, kar bi oviralo preglednost in varno vključevanje v prometni tok.

5 KANALIZIRANO KRIŽIŠČE

Kanaliziranje križišča pomeni urejeno vodenje prometa s pomočjo horizontalne signalizacije in prometnih otokov. S kanaliziranjem prometa dosežemo večjo prometno varnost, z njim namreč prihaja do manj konfliktnih točk, prav tako pa tudi umirja promet (več označb avtomatično pomeni zmanjšanje hitrosti). Na račun kanaliziranj se promet odvija bolj tekoče (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

5.1 Razlogi za izvedbo

Z uvedbo kanaliziranega križišča se sama geometrija obstoječega križišča ne bi kaj dosti spremenila, saj je že sedaj na GPS urejen pas za leve zavijalce, tako na kraku A, kot tudi na kraku C. Z uvedbo prometnih otokov in horizontalne signalizacije bi se promet bolj umiril in dosežena bi bila večja varnost, prav tako pa boljše vodenje prometnih udeležencev. Na krakih B in C bi tudi v primeru kanaliziranega križišča pasova ostala nespremenjena. To pomeni, da bi en pas ostal namenjen za zavijanje v levo, desno in vožnjo naravnost.

5.2 Nasičenost kanaliziranega križišča

»Za projekt rekonstrukcije, sanacije ali obnove obstoječe ceste se uporabi prometna obremenitev, ki je napovedana za 10-letno obdobje po zaključku gradnje projektiranega ukrepa.« (Pravilnik o projektiranju cest, 2005, str. 4). K temu obdobju se običajno doda še rezervo, ki nanese 2 leti. To pomeni, da je prvotne obremenitve potrebno pomnožiti z vrednostjo faktorja rasti za obdobje 12 let.

Stopnja rasti prometa se predpostavi kot v primeru krožnega križišča in sicer na $p = 1,5\%$. Faktor rasti se izračuna po že znani enačbi $f_{rasti} = (1 + p)^n$, pri čemer se za n vzame obdobje 12 let. Korekcijska faktorja ostaneta nespremenjena.

Preglednica 12: Določitev korekcijskih faktorjev in faktorjev rasti

PLDP ₂₀₁₃	11072
p	0.03
PD	10
n	12
f_{rasti}	1.1956
$f_{kor,mesec}$	0.9688
$f_{kor,dan}$	0.9125
$f_{for,skupaj}$	0.8841

Vse navedene faktorje se nato pomnoži s pretokom, dobljenim z lastnim štetjem prometa ($Q_{mer,danes}$), pri tem pa dobimo bodoči pretok planske dobe ($Q_{mer,PD}$).

Preglednica 13: Nasičenost za jutranjo konico

	X	
A_{n+d}	0.24	≤ 0.85
A_l	0.00	≤ 0.85
B_{n+d+l}	0.27	≤ 0.85
C_{n+d}	0.22	≤ 0.85
C_l	0.01	≤ 0.85
D_{n+d+l}	0.36	≤ 0.85

Preglednica 14: Nasičenost za popoldansko konico

	X	
A_{n+d}	0.23	≤ 0.85
A_l	0.02	≤ 0.85
B_{n+d+l}	0.37	≤ 0.85
C_{n+d}	0.37	≤ 0.85
C_l	0.00	≤ 0.85
D_{n+d+l}	0.67	≤ 0.85

5.2.1 Ugotovitve

Iz dobljenih rezultatov, ki so manjši od mejnih, je razvidno, da bi ta rešitev izvedbe križišča zadoščala vsaj za 10-letno obdobje. Podobno kot pri obstoječem stanju je izjema le krak D, kjer se je nasičenost še nekoliko povečala. Razlog je v planski dobi 12 let, saj je ta povzročila porast prometnih obremenitev, in še vedno uporaba enega voznega pasu za vožnjo v vseh smereh. Ostali kraki so z vidika pretočnosti neproblematični in bi zadoščali mnogo večjim prometnim obremenitvam.

5.3 Projektiranje kanaliziranja

Kot je že prej omenjeno, se širina voznih pasov na GPS ne spremeni, torej ostane 3,50 m. Določi se še minimalna širina pasov za leve zavijalce 3,00 m oz. 2,75 m za ceste, ki imajo manj kot 5 % tovornega prometa. V našem primeru se izbere širino 3,50 m. Kraka s stranskih smeri sta pri uvozu v križišče razširjena na širino cca 6,00 m, kar omogoča hkratno čakanje vsaj 2 vozil z različno smerjo vožnje. Širina robnega pasu se določi glede na širino voznega pasu. Ker so širine voznih pasov iste kot pri krožnem križišču, vzamemo za širino robnega pasu na krakih A in C 0,50 m, na krakih B in D pa 0,25 m. Priključki krakov so urejeni pod pravim kotom, medtem ko vzdolžni nagib ostane nespremenjen glede na obstoječe stanje (Pravilnik o projektiranju cest, 2005).

5.3.1 Izvedba priključevanja krakov

Ustrezna velikost in dobra izvedba zavijalnih radijev posameznih krakov pri uvozu/izvozu zagotavljata pretočnost križišča in tekočo vožnjo, s tem pa odločilno vplivata na varnost v križišču. Pri skupinskih priključkih so zavijalni loki sestavljeni iz treh krožnih (košarasta krivina), katerih velikosti

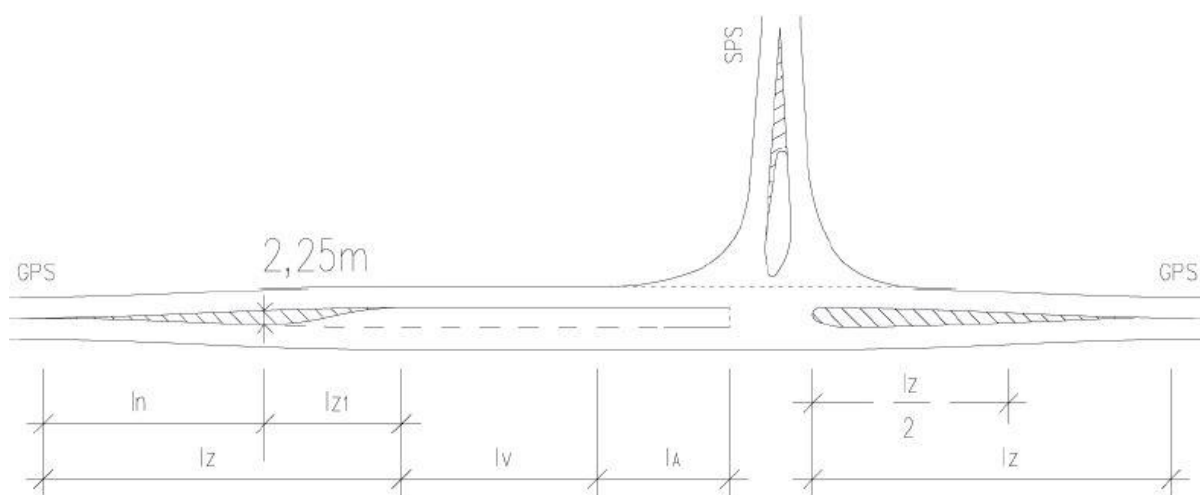
so v medsebojnem razmerju $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$, pri čemer je krožni lok R_1 tisti pri GPS, R_3 pa zadnji, gledano v smeri vožnje z GPS na SPS. R_2 je pri tem minimalna vrednost zavijalnega radija, ki jo narekujejo konstrukcijske lastnosti merodajnega vozila. Pri tem si je za tako vozilo potrebno izbrati največje vozilo, ki bo uporabljalo izbrani krak. Najbolj primerna izbira je vlačilec, ki zahteva radij vsaj 12,00 m. Ostale radije se ustrezno prilagodi glede na podane faktorje razmerja.

5.3.2 Pas za leve zavijalce

Ker je pas za leve zavijalce v obstoječem križišču že narejen na krakih prednostne ceste A in C, se v tem poglavju le preveri njegova ustreznost. Pas za zavijanje v levo je sestavljen iz:

- čakalnega dela l_A (Ta je namenjen čakanju vozil na sprejemljivo časovno praznino med vozili iz nasprotne smeri, ki nadaljujejo z vožnjo naravnost skozi priključek. Okvirne normalne velikosti čakalnega dela so od 20 m do 40 m.);
- zaustavljalnega dela l_V (Namenjen je zaviranju vozila pred čakalnim delom. Začne se v zadnji točki razširitvenega dela ter konča v prvi točki čakalnega dela. Dolžina je odvisna od dovoljene hitrosti v križišču, vzdolžnega nagiba ceste in jakosti prometnega toka.);
- prehodnega dela l_{Z1} (Nakazuje postopen prehod vožnje s pasu za naravnost na pas za leve zavijalce in se ga določi v odvisnosti od dovoljene hitrosti na izbranem kraku);
- dolžine razširitve vozišča l_Z (Odvisna je od hitrosti na posameznem kraku in velikosti odmika prometnega pasu od prvotne cestne osi tega kraka.).

(Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009)



Slika 19: Elementi pasu za leve zavijalce (Pravilnik o cestnih ..., 2009, str. 12)

Elementi krakov A in C:

- $l_A = 20$ m;
- $l_V = 0$ m, saj se te dolžine za hitrost 50 km/h ne upošteva;
- $l_{Z1} = 30$ m ($V_0 = 50$ km/h);

- $l_z = 54$ m ($V_0 = 50$ km/h, zamik od prvotne cestne osi = 3,50 m).

5.3.3 Vodenje pešcev in kolesarjev

Posebno pozornost je potrebno nameniti pešcem in kolesarjem. Njihova varnost je odvisna predvsem od uporabljenega načina vodenja v območju križišča, načina izvedbe otkov ter pravilne izvedbe vertikalne in horizontalne signalizacije.

Poznamo dva načina vodenja kolesarjev v območju štirikrakah križišč. Prvi način je mešano vodenje motornega in kolesarskega prometa, drugi pa je ločeno (samostojno) vodenje kolesarjev po pločnikih.

Pešce običajno vodimo po pločnikih, dvignjenih od voznih pasov za motorni promet. Vsa križanja z motornimi udeleženci se izvajajo pravokotno, s čimer je doseženo, da je pregledno polje pravilne oblike. S tem je doseženo tudi, da se konfliktni točki nahajajo le na mestih prehodov preko krakov krožnega križišča.

Vodenje kolesarjev je na krakah obstoječega križišča vodeno v kombinaciji z motornim prometom, medtem ko je na krakah A, B in D urejen pločnik za pešce po eni strani vozišča. Prav tako je na kraku A in B urejen prehod za pešce. Menim, da druge rešitve v tem primeru ni potrebno iskati, saj je obstoječa situacija glede vodenja pešcev in kolesarjev dovolj varna.

5.3.4 Preglednost pri uvozu v križišče

Teoretične osnove preglednosti pri uvozu v križišče so bile predstavljene že v poglavju Obstoječe stanje.

Na situaciji kanaliziranega križišča v programu AutoCad je prikazana preglednost pri uvozu s krakov B in D v križišče (Priloga D.3). Za zaustavitveni preglednosti, potrebni za določitev preglednega trikotnika, se uporabi vrednost 52 m na krakah A in C.

Iz slike je razvidno, da preglednost na krakah B in D ni vprašljiva. Problem je le pri preglednosti na kraku B zaradi parkiranih avtobusov ob cesti na avtobusni postaji, vendar le v primeru, ko je tam parkiranih več avtobusov hkrati.

6 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem iskala optimalno rešitev klasičnega štirikrakega križišča v domačem kraju. V ta namen sem izvedla celotno analizo obstoječega stanja z vidika zagotavljanja prepustnosti in varnosti prometnih udeležencev. Glede nasičenosti obstoječe križišče ni problematično, saj so vrednosti na vseh krakih manjše od mejnih. Križišče je bolj problematično z vidika varnosti, sodeč po rezultatih merjenja hitrosti, ki so pokazali, da je povprečna hitrost precej višja od njene omejitve. S tem se povečuje tudi zavorna pot vozil. Poleg tega je problematična še slaba preglednost pri uvozu v križišče s kraka B, in sicer zaradi parkiranih avtobusov na avtobusni postaji poleg križišča. Obstoječe križišče je zaradi prevelikih hitrosti in neupoštevanja prometne signalizacije nevarno predvsem za pešce in kolesarje, ki prečkajo prednostno cesto. Po vseh teh ugotovitvah lahko sklepamo, da je preureditev križišča nujno potrebna.

V nadaljevanju sem obravnavala dve možni rešitvi obstoječega stanja. Kanalizirano križišče z vidika prepustnosti ni prineslo bistvene spremembe, saj je križišče v geometrijskem smislu ostalo nespremenjeno – pas za leve zavijalce na prednostnih krakih, na stranskih krakih pa še vedno en pas za vožnjo naravnost ter zavijanje levo in desno. Z dodatno horizontalno signalizacijo in izvedbo usmerjevalnega otoka je ta oblika križišča prinesla dodatne prednosti pri vodenju motoriziranih prometnih udeležencev, prav tako pa je zaradi prej omenjenih ukrepov nekoliko umirila promet.

Izvedba krožnega križišča je prinesla še dodatne prednosti. To je razvidno iz analize nasičenosti, pri kateri so vrednosti v primerjavi s kanalizirano izvedbo veliko bolj enakomerne in dokaj podobne za vse krake, hkrati pa so kljub daljši planski dobi veliko manjše od mejnih vrednosti. Razlog je ta, da krožno križišče izniči ureditev križišča s stransko cesto in tako vsi kraki postanejo enakovredni med seboj.

Krožno križišče se izkaže kot najboljši ukrep umirjanja prometa, s tem pa tudi zagotavljanja varnosti, kar potrjuje velika popularnost takega vodenja prometa v današnjem času. Kanalizirano križišče pa omogoča bolj tekočo vožnjo na krakih prednostne ceste z višjimi hitrostmi in brez časovnih izgub. Z vidika privlačnosti prevladuje lastna presoja. Sama bi se raje odločila za krožno križišče, ker je le-to bolj privlačno in omogoča enkratno priložnost za olepšanje okolice. Poleg tega pa z manj postanki in onemogočanjem močnih pospeškov pripomore k zmanjšanju hrupa ter manjšem onesnaževanju okolja in porabi goriva.

VIRI

Bukovnik, S. (Vodnogospodarski biro Maribor d. d.). 2009. Prometna analiza predvidenega krožnega križišča »Gaj« na R1-225, odsek 1248 v Mozirju. Tehnično poročilo: 26 f.

Geopedia – interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije. 2013.

http://www.geopedia.si/#T105_x499072_y112072_s9_b4 (Pridobljeno 12. 5. 2013.)

Juvanc, A., Rijavec, R. 2005a. Geometrijski elementi cestne osi in vozišča. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometnotehniški inštitut: 64 str.

Juvanc, A., Rijavec, R. 2005b. Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov v odvisnosti od voznodinamičnih pogojev, psihofizičnih lastnosti voznikov, okoljskih pogojev, prometne obremenitve, prometne varnosti ter ekonomičnosti in racionalnosti. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometnotehniški inštitut: 52 str.

Maher, T. 2006. Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov. Skripta. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 105 str.

Nezgode. 2001-2011. Baza podatkov v programu Microsoft Office Access.

Ljubljana, Ministrstvo za notranje zadeve – Policija.

<http://www.policija.si> (Pridobljeno 20. 8. 2013.)

Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste. Uradni list RS št. 86-3808/2009: 11593-11612.

Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS št. 91-3896/2005: 1–17.

Pregled dnevni obremenitev za obdobje od oktobra 2012 do julija 2013. Števno mesto: 139 Prihova. 2013. Ljubljana, Direkcija RS za ceste.

Rezultati avtomatskega števca prometa za obdobje od oktobra 2012 do julija 2013. Števno mesto: 139 Prihova. Prometni odsek: 1248 Mozirje. 2013. Ljubljana, Direkcija RS za ceste.

TSC 03.341:2002. Krožna križišča: 1–40.

Zemljevid google.com. 2013.

<https://maps.google.si/maps?hl=sl&tab=wl> (Pridobljeno 12. 5. 2013.)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A Teorija križišč

- A.1 Povprečni dnevni promet od oktobra 2012 do julija 2013 po posameznih mesecih
- A.2 Osnovni podatki izbranega števca prometa ter dnevni promet za 18. 4. 2013 po posameznih urah

PRILOGA B Načrti in analiza obstoječega stanja

- B.1 Štetje prometa
- B.2 Izračun nasičenosti klasičnega štirikrakega križišča
- B.3 Analiza nesreč in udeležencev v nesrečah
- B.4 Meritve hitrosti

PRILOGA C Načrti in analiza krožnega križišča

- C.1 Situacija krožnega križišča
- C.2 Krožno križišče z vrisanimi prometnimi znaki
- C.3 Preglednost pri uvozu v krožno križišče
- C.4 Izračun nasičenosti krožnega križišča

PRILOGA D Načrt in analiza kanaliziranega križišča

- D.1 Situacija kanaliziranega križišča
- D.2 Kanalizirano križišče z vrisanimi prometnimi znaki
- D.3 Preglednost pri uvozu s kraka B in D kanaliziranega križišča
- D.4 Izračun nasičenosti kanaliziranega križišča