



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Cestni promet

PRETOČNOST IN VARNOST PROMETA V KROŽNEM KRIŽIŠČU ŽALE

Mentor: Ljubo Zajc, univ. dipl. prav.
Lektorica: Vesna Vrabič, prof. slov.

Kandidat: Luka Vrečar

Ljubljana, julij 2015

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju g. Ljubu Zajcu, univ. dipl. prav., za napotke in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici ge. Vesni Vrabič za lektoriranje diplomske naloge.

Zahvaljujem se partnerici Daši in sinu Niku za potrpljenje in razumevanje v času mojega študija.

IZJAVA

»Študent Luka Vrečar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Ljuba Zajca, univ. dipl. prav.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Krožna križišča so varnejša od navadnih, saj s svojo konstrukcijo preprečujejo visoke hitrosti, ki so vzrok večine prometnih nesreč s težjimi telesnimi poškodbami. Prav tako omogočajo bolj tekoč promet v mestih, kjer je gostota prometa velika in zato nastajajo velike zamude.

V diplomski nalogi smo se osredotočili na tripasovno krožno križišče Žale v Ljubljani, ki je verjetno eno najbolj obremenjenih krožnih križišč v Sloveniji. Predstavili smo konstrukcijske in druge ukrepe, ki bi po lahko pripomogli k boljši pretočnosti in varnosti v tem krožnem križišču, saj je trenutno stanje z vidika uporabnika nezadovoljivo oziroma krožno križišče ne izkorišča svojih možnosti.

KLJUČNE BESEDE

- Krožno križišče,
- turbo-krožno križišče,
- pretočnost,
- varnost.

ABSTRACT

Roundabouts are safer than ordinary crossroads, because of their construction, which prevents high speed that is the reason for most traffic accidents with fatal injuries. They also allow fluid transport in the cities, where the traffic is dense and because of which there are big delays.

In our thesis, we focused on a three-lane roundabout Žale in Ljubljana, which is probably one of the most loaded roundabouts in Slovenia. We presented some construction and other actions that, in our opinion, should help to a better flow and safety in this roundabout, because the current situation is unsatisfactory from the perspective of the user and a roundabout does not exploit his potential.

KEY WORDS

- Roundabout,
- turbo-roundabout,
- flow,
- safety.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problematike	2
1.2	Cilji naloge	2
1.3	Predpostavke in omejitve	2
1.4	Metode dela	2
2	TEORETIČNE OSNOVE KROŽNIH KRIŽIŠČ	3
2.1	Posebnosti krožnih križišč	4
2.2	Delitev krožnih križišč.....	4
2.3	Prednosti in pomanjkljivosti krožnih križišč	6
2.4	Prometna varnost v krožnih križiščih	7
2.5	Ukrepi za zagotavljanje prometno varnega krožnega križišča	10
3	TURBO-KROŽNO KRIŽIŠČE	13
3.1	Osnovne značilnosti	13
3.2	Krožno križišče s pritisnjenimi pasovi za desno zavijanje	14
4	PROMETNA PRAVILA V KROŽNIH KRIŽIŠČIH	15
5	ANALIZA PRETOČNOSTI IN VARNOSTI V KROŽNEM KRIŽIŠČU ŽALE	18
5.1	Pretočnost.....	18
5.2	Varnost	23
6	UKREPI ZA IZBOLJŠANJE PRETOČNOSTI IN VARNOSTI V KROŽNEM KRIŽIŠČU ŽALE	26
6.1	Povečanje števila vozniških pasov na krakih in prometnicah	26
6.2	Podaljšanje ločilnih otokov	30
6.3	Ločeni vozniški pasovi za desne zavijalce	33
6.4	Prometna signalizacija	35
7	ZAKLJUČEK	38
	LITERATURA IN VIRI	39
	PRILOGE	41

KAZALO SLIK

Slika 1: Konfliktne točke v štirikrakem klasičnem križišču (levo) in štirikrakem krožnem križišču (desno)	8
Slika 2: Konfliktna točka prepletanja (levo) in konfliktni odsek (desno)	8
Slika 3: Tipi prometnih nesreč v dvopasovnem krožnem križišču	9
Slika 4: Vodenje krakov v krožno križišče	10
Slika 5: Ukrivljenost poti vozila skozi krožno križišče	11
Slika 6: Novo turbo-krožno križišče na Letališki cesti v Ljubljani	14
Slika 7: Prometna pravila v krožnih križiščih – vozni tokovi	15
Slika 8: Prometna pravila v krožnih križiščih – vključevanje v krožno križišče	16
Slika 9: Prometna pravila v krožnih križiščih – zapuščanje krožnega križišča	17
Slika 10: Prometna pravila v krožnih križiščih – turbo-krožno križišče	17
Slika 11: Kolona vozil na Linhartovi cesti	21
Slika 12: Kolona vozil na Savski cesti	21
Slika 13: Vožnja po zunanjem pasu	22
Slika 14: Prepletanje na Štajerski cesti	23
Slika 15: Prepletanje na uvozu na kraku Štajerska cesta	24
Slika 16: Vožnja po zunanjem voznom pasu	25
Slika 17: Sedanje stanje – Linhartova cesta	27
Slika 18: Razširitev kraka – Linhartova cesta	27
Slika 19: Sedanje stanje – Savska cesta	28
Slika 20: Razširitev kraka – Savska cesta	28
Slika 21: Sedanje stanje – Pokopališka ulica	29
Slika 22: Razširjen krak in celotna Pokopališka ulica	30
Slika 23: Primer podaljšanega ločilnega otoka (Duplica pri Kamniku)	30
Slika 24: Podaljšani ločilni otok – Linhartova cesta	31
Slika 25: Podaljšani ločilni otok – Savska cesta	31
Slika 26: Podaljšani ločilni otok – Pokopališka ulica	32
Slika 27: Podaljšani ločilni otok – Štajerska cesta	32
Slika 28: Denivelirana fizična ovira	34
Slika 29: Ločeni vozni pasovi za desne zavijalce	35
Slika 30: Portali pred krožnim križiščem	36
Slika 31: Smerne puščice na vozišču	36
Slika 32: Končni videz krožnega križišča Žale	37

1 UVOD

Prometna varnost je v Sloveniji že dalj časa nesprejemljiva in nezadovoljiva. V zadnjem času se je res izboljšala, vendar je še vedno preveč prometnih nesreč s smrtnim izidom, čeprav so se te v zadnjih 12 letih prepolovile. Med glavnimi razlogi za tako stanje lahko omenimo slabo cestno infrastrukturo in predvsem nepoznavanje oziroma neupoštevanje prometnih predpisov udeležencev v cestnem prometu. Prometna infrastruktura je šibka točka sistema varnosti na cestah, saj imata njuni pomanjkljivi vzdrževanje in posodabljanje neposreden vpliv na varnost v cestnem prometu (<http://www.avto-magazin.si/novice/kako-izboljsati-prometno-varnost/>, dostopno 10. 7. 2015). V javnosti se pogosto omenja množica nevarnih cest in cestnih odsekov, ki so dotrajani ali niso prilagojeni trenutnim obremenitvam cestnih udeležencev. Kadar beseda naleti na slabo ali pomanjkljivo prometno infrastrukturo na lokalni ali tudi na državni ravni, se v zadnjem času pogosto omenja nezmožnost obnavljanja cest zaradi pomanjkanja denarja, kar pa lahko v prihodnosti pripelje do še hujših posledic v prometni varnosti v cestnem prometu. Težave v cestnem prometu pa ne povzročajo samo kršitve oziroma neupoštevanje prometnih predpisov. Temeljno težavo vidimo v nizki kulturi vožnje in slabem vedenju udeležencev v cestnem prometu. V Sloveniji se premalo naredi v zvezi s preventivnim izobraževanjem vseh starostnih skupin. Predvsem je pomembna preventivna vzgoja v mlajših letih udeležencev, saj je po našem mnenju večji del prometnovarnostne vzgoje odvisen od okolja oziroma družine, v kateri bodoči udeleženec v cestnem prometu odrašča in živi. Poudariti je treba, da je za prometno varnost treba izboljšati stanje na vseh področjih, kar pomeni, da je treba urediti cestno infrastrukturo in ustrezno izobraziti oziroma s preventivnimi ukrepi izboljšati miselnost ter vedenje udeležencev v cestnem prometu.

K boljši prometni varnosti pri nas veliko pripomorejo tudi vedno številčnejša krožna križišča. Če navadno križišče ne omogoča tekočega prometa ali če prihaja do prometnih nesreč s hujšimi posledicami, je smiselno preučiti možnost preureditve takega križišča v krožno križišče ali turbo-krožno križišče. Krožno križišče je veliko varnejše kot navadno križišče. Glavna prednost krožnega križišča je, da v njem ne prihaja do prometnih nesreč s hujšimi posledicami, predvsem zato, ker so hitrosti manjše kot v navadnih križiščih. Prav zato je tudi promet bolj tekoč oziroma pretočen, še posebej na urbanih območjih, kjer je gostota vseh vrst prometa velika.

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE

Krožna križišča so dobra alternativa navadnim križiščem, saj omogočajo večjo pretočnost motoriziranega in drugega prometa ter imajo manj konfliktnih točk, kar posledično pomeni tudi večjo varnost za vse udeležence v cestnem prometu. Vsako krožno križišče je zaradi konstrukcije in gostote prometa, ki v njem poteka, specifično. Vsako krožno križišče se razlikuje po obliki ter številu prometnih pasov in krakov. Predstavili bomo tripasovno krožno križišče Žale v Ljubljani, ki je prometno zelo obremenjeno, še posebej v času prometnih konic. Omenjeno krožno križišče ima kar nekaj pomanjkljivosti, kar po našem mnenju močno vpliva na pretočnost in tudi varnost motoriziranega prometa. Osredotočili se bomo na konstrukcijske in druge ukrepe, ki bi pripomogli k izboljšanju pomanjkljivosti.

1.2 CILJI NALOGE

Namen in cilj diplomske naloge je prikazati pomanjkljivosti krožnega križišča Žale, ki jih glede na gostoto motoriziranega prometa ne bi smelo imeti, ter predstaviti ukrepe, s katerimi bi se po našem mnenju te pomanjkljivosti odpravile oziroma vsaj toliko zmanjšale, da bi promet v omenjenem krožnem križišču potekal bolj tekoče in posledično tudi varneje.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Diplomska naloga je zasnovana na podlagi osebnih izkušenj voznika osebnega avtomobila, ki se vsak dan srečuje s pomanjkljivostmi krožnega križišča Žale. Predstavljeni so ukrepi, ki so v praksi že sprejeti in uveljavljeni ter glede na izkušnje oziroma opažanja veliko pripomorejo k večji pretočnosti in varnosti v krožnih križiščih. Za primer krožnega križišča Žale smo se obrnili tudi na Policijsko postajo Ljubljana Bežigrad, na kateri smo poskušali pridobiti podatke o prometnih nesrečah, vendar so nam pojasnili, da ne vodijo posebnih evidenc o prometnih nesrečah na omenjenem krožnem križišču.

1.4 METODE DELA

V diplomski nalogi smo z opisno metodo prikazali posamezne pojme in dejstva o krožnih križiščih, kakor tudi trenutno stanje oziroma konstrukcijo krožnega križišča Žale. Primer krožnega križišča Žale smo z analitično metodo razčlenili in preučili pomanjkljivosti ter z metodo združevanja uporabili izsledke različnih avtorjev, citatov in izpiskov. Primerjalno metodo smo uporabili na način, da smo s fotografijami

primerjali trenutno stanje krožnega križišča in stanje po uvedbi oziroma prilagoditvi s projektno-tehničnimi ukrepi.

2 TEORETIČNE OSNOVE 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 urnega kazalca (Tollazzi, 2000).

V nadaljevanju bomo predstavili nekaj osnovnih pojmov, ki so povezanih s krožnim križiščem, in jih bomo zasledili v diplomski nalogi.

Enopasovno krožno križišče – je krožno križišče s po enim voznim pasom na uvozih/izvozih njegovo krožno vozišče je enopasovno.

Večpasovno krožno križišče – je krožno križišče z enim ali več voznimi pasovi na uvozih/izvozih, del njegovega krožnega vozišča ali celotno krožno vozišče je oblikovano kot večpasovno vozišče.

Krožno vozišče – je vozišče krožne oblike, po katerem vozijo vozila okoli središčnega otoka v nasprotni smeri urnega kazalca.

Sredinski otok – je denivelirana površina krožne ali ovalne oblike, postavljena v sredini krožnega križišča, ki preprečuje vožnjo naravnost in omejuje krožno križišče na notranji strani.

Povozni del sredinskega otoka – je tisti del sredinskega otoka, ki skupaj s krožnim voziščem omogoča vožnjo skozi krožno križišče dolgim vozilom. Od krožnega vozišča se gradbeno razlikuje po materialu in barvi.

Kraki krožnega križišča – so dovozne ceste ali vozni pasovi na obeh straneh deniveliranega ali samo s talno signalizacijo označenega ločilnega otoka – otoka za pešče, ki nasprotni ali istosmerni promet (uvoz – izvoz) vodijo do/iz krožnega križišča.

Uvoz – je del krožnega križišča, kjer se uvozni pas steka v krožno vozišče in je od njega ločen z ločilno črto. Lahko je lijakasto razširjen ali pa so njegovi robovi vzporedni.

Izvoz – je območje, po katerem vozila zapuščajo krožno križišče.

Število voznih pasov na uvozu in število voznih pasov krožnega toka sta osnovna parametra izračuna prepustnosti krožnega križišča. Iz števila voznih pasov na uvozih in v krožnem toku izhaja osnovna delitev krožnih križišč na enopasovne in večpasovne (Tollazzi, 2000).

2.1 POSEBNOSTI KROŽNIH KRIŽIŠČ

Krožna križišča imajo nekatere lastnosti, zaradi katerih se razlikujejo od »klasičnih« nivojskih križišč:

- krožna križišča so nivojska križišča s kombinacijo prekinjenega in neprekinjenega prometnega toka;
- v krožnih križiščih poteka promet v nasprotni smeri urnega kazalca;
- prednost imajo vozila v krožnem toku pred vozili na uvozi v križišče;
- vozilo na uvozu v krožno križišče se pri prostem krožnem vozišču ne ustavlja, temveč z zmanjšano hitrostjo uvozi v krožno križišče;
- krožna križišča v urbanem okolju omogočajo le vožnjo z majhnimi hitrostmi in velikim zasučnim kotom sprednjih koles (volana);
- zaradi odvodnjavanja meteorne vode s krožnega vozišča so ta praviloma nagnjena navzven in ne proti središču krivine, kot je to običajno pri drugih cestnih krivinah;
- dolga vozila lahko pri vožnji po krožnem vozišču uporabljajo tudi neasfaltirani (tlakovani) del krožnega vozišča (povozni del sredinskega otoka);
- z dodajanjem drugega voznega pasu v krožnem vozišču se prepustnost ne podvoji; poveča se le za 30 odstotkov (Tollazzi, 2000).

2.2 DELITEV KROŽNIH KRIŽIŠČ

Delitev krožnih križišč po navadi predstavimo z vidika različnih meril, vendar se ta lahko v posameznih državah razlikujejo zaradi projektno-tehničnih elementov posameznega krožnega križišča. Pri nas je delitev krožnih križišč navadno izvedena z vidika:

- velikosti,
- lokacije,
- namena izvedbe,
- števila krakov,
- števila voznih pasov v krožnem toku,
- vodenja posameznih smeri in
- poveznosti (prevoznosti) sredinskega otoka.

Delitev po velikosti

Velikost pri tej delitvi je mišljena kot velikost zunanega radija oziroma zunanega premera (d).

Poznamo:

- | | |
|---|--------------------------|
| – mini krožno križišče s prevoznim srednjim delom | $14 < d < 20 \text{ m}$ |
| – mini krožno križišče z neprevoznim osrednjim otokom | $18 < d < 24 \text{ m}$ |
| – majhno krožno križišče | $22 < d < 35 \text{ m}$ |
| – srednje krožno križišče | $32 < d < 80 \text{ m}$ |
| – veliko krožno križišče | $80 < d < 120 \text{ m}$ |
| – zelo veliko krožno križišče | $d > 120 \text{ m}$ |

Delitev glede na lokacijo

Glede na lokacijo ločimo krožna križišča:

- na urbanem območju,
- na prehodnem območju,
- zunaj urbanega območja.

Delitev glede na namen izvedbe

- Krožna križišča za umirjanje prometa (na urbanih in prehodnih območjih),
- krožna križišča za omejevanje prometa (na urbanih območjih),
- krožna križišča za zagotavljanje čim večje kapacitete pri zadostni varnosti (po navadi zunaj urbanih območij ali na prometnicah z omejenim dostopom).

Delitev glede na število krakov

Po tem merilu lahko krožna križišča delimo na:

- trikraka,
- štirikraka,
- petkraka itn.

Delitev glede na število pasov

Število pasov v krožnem križišču pomeni število krožnih vozniških pasov. Mora jih biti vsaj toliko, kot je število pasov na uvozi in izvozi. Ločimo:

- enopasovna krožna križišča,
- dvopasovna krožna križišča in
- večpasovna krožna križišča.

Delitev glede na vodenje posameznih smeri

Po tem merilu delimo krožna križišča po številu nivojev in po načinu vodenja.

Po številu nivojev:

- enonivojska,
- dvonivojska,
- večnivojska.

Po načinu vodenja:

- vodenje v krožno križišče in
- vodenje mimo krožnega križišča.

Delitev glede na poveznost (prevoznost) sredinskega otoka

Ločimo krožna križišča s:

- poveznim sredinskim otokom (mini krožno križišče),
- delno poveznim sredinskim otokom (majhno in srednje krožno križišče),
- brez poveznega dela sredinskega otoka (srednje in veliko krožno križišče),
- prevoznim sredinskim otokom (Tollazzi, 2000).

2.3 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI KROŽNIH KRIŽIŠČ

Prednosti:

- visoka raven prometne varnosti – manjše število konfliktnih točk kot pri drugih nivojskih križiščih,
- manjši čakalni časi,
- manjši hrup in emisije izpušnih plinov,
- gradnja krožnega križišča zasede manj prostora kot nivojsko križišče,
- dobra rešitev pri križanjih s približno enako jakostjo prometnih tokov na glavni in stranski prometni smeri,
- dobra rešitev pri pet- in večkrakih križiščih,
- manjše posledice prometnih nesreč,
- manjši stroški vzdrževanja,
- ukrep za umirjanje prometa v urbanih območjih,
- estetski videz.

Pomanjkljivosti:

- krožna križišča ne omogočajo »zelenega vala«, zato je vprašljiva uvedba večjega števila zaporednih krožnih križišč na kratkih razdaljah na glavnih prometnih smereh, pri katerih je hitrost prednostnega pomena – mestne vpadnice ali obvoznice,
- zmanjšanje ravni prometne varnosti s povečanjem števila voznih pasov v krožnem vozišču,
- prometa v krožnem križišču ni mogoče usmerjati s prometno policijo (oziroma je to zelo oteženo),
- mogoče težave s prepustnostjo krožnega križišča pri izjemno močnem kolesarskem prometu in/ali prometu pešcev, ki seka enega od krakov enopasovnega krožnega križišča,
- velika krožna križišča z nivojskim križanjem motoriziranih in nemotoriziranih udeležencev v prometu niso ustrezna rešitev pred institucijami za slepe in slabovidne ter slušno motene, pred domovi za starejše, bolnišnicami, zdravstvenimi domovi, pred vrtci in šolami (Tollazzi, 2006).

2.4 PROMETNA VARNOST V KROŽNIH KRIŽIŠČIH

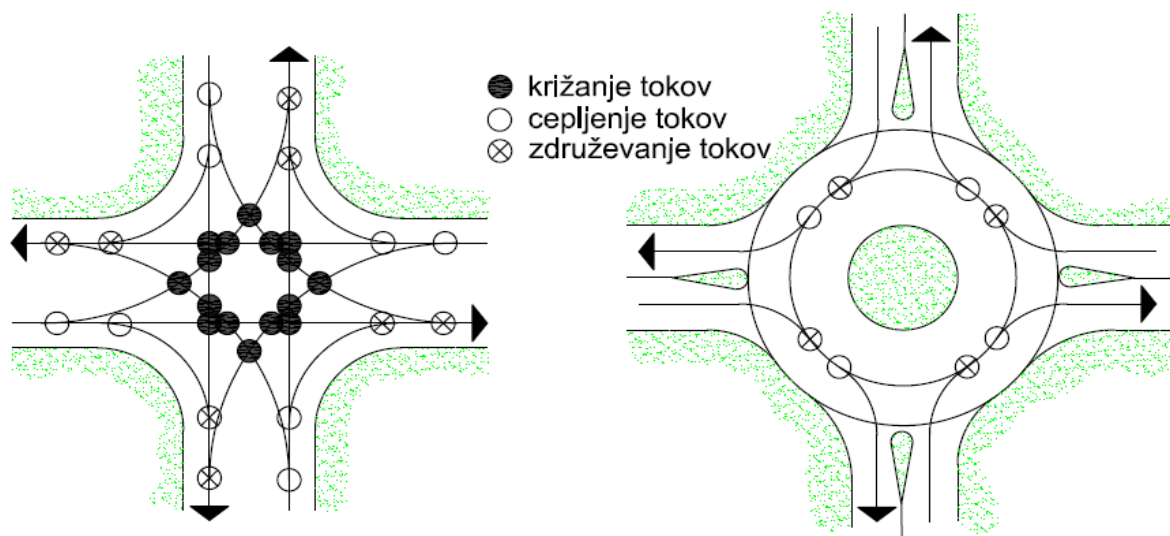
Motorni promet

Glede varnosti je glavna prednost enopasovnih krožnih križišč v primerjavi s tri- in štirikrakimi križišči v zmanjšanju konfliktna površine ter konfliktnih točk prvega reda (križanje), drugega reda (prepletanje) in tretjega reda (priključevanje, odcepljanje).

Število konfliktnih točk:

Klasično štirikrako križišče – 32 (16 križanja, 8 cepljenja, 8 združevanja)

Enopasovno štirikrako krožno križišče – 8 (4 cepljenja, 4 združevanja)

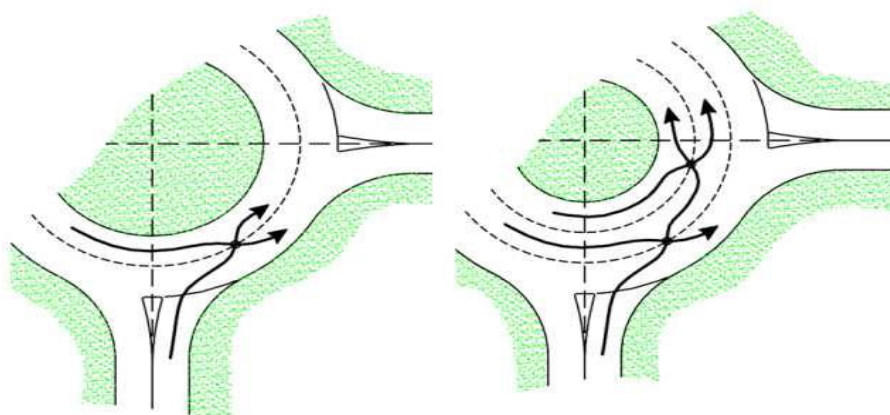


Slika 1: Konfliktne točke v štirirakem klasičnem križišču (levo) in štirirakem krožnem križišču (desno)

(Vir: TSC 03.341, 2011)

Če krožno vozišče tvorita dva vozna pasova, se število konfliktnih točk poveča, in sicer za konfliktne točke prepletanja (teoretično je število enako številu priključnih cest, vendar še vedno manjše od 32). Z uvedbo dodatnih vozniških pasov (tri ali več) se varnost v krožnem križišču hitro poslabša.

Pri krožnih križiščih z dvema ali več vozniškimi pasovi pa ne govorimo le o konfliktnih točkah, temveč tudi o konfliktnih odsekih, saj vozniku z ničimer ni določeno mesto, na katerem naj bi zamenjal voziški pas v krožnem križišču. Poleg večje določene hitrosti vožnje je to eden glavnih tehničnih vzrokov, da so velika krožna križišča manj varna od majhnih.



Slika 2: Konfliktna točka prepletanja (levo) in konfliktni odsek (desno)

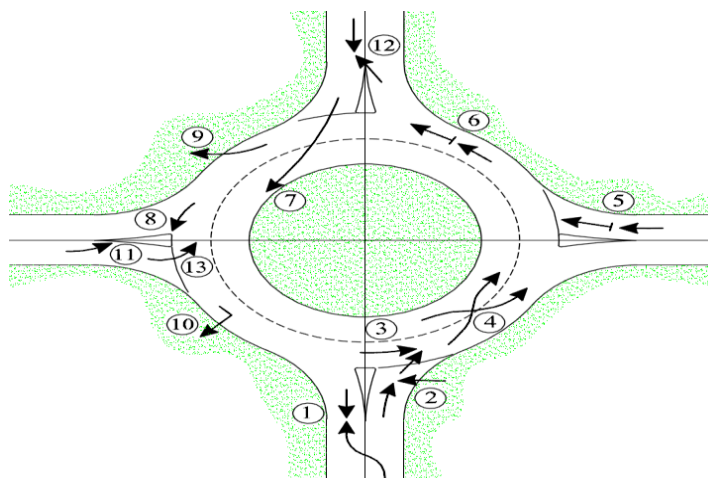
(Vir: TSC 03.341, 2011)

Krožna križišča niso imuna na prometne nesreče, vendar pa so te bistveno drugačne kot pri klasičnih križiščih. Prometne nesreče v krožnih križiščih so manjše in navadno brez smrtnih žrtev ali težjih telesnih poškodb. Tukaj namreč ne prihaja do čelnih trkov, pri katerih so posledice prometnih nesreč najhujše. Najpogosteje prihaja do stranskih trkov in trkov pod ostrim kotom ter naletov od zadaj, posledice teh prometnih nesreč pa so največkrat le materialna škoda ali majhne telesne poškodbe.

Trki med motornimi vozili in kolesarji ali pešci so po navadi enaki kot pri klasičnih križiščih, le posledice so predvsem zaradi zmanjšane hitrosti na uvozih oziroma izvozih iz krožnih križišč nekoliko manjše.

Tipi prometnih nesreč, do katerih lahko pride v dvopasovnem krožnem križišču:

- prehitevanje pred krožiščem,
- trk s pešcem ali kolesarjem,
- trk pri uvozu,
- trk pri menjavi voznega pasu,
- nalet od zadaj pri uvozu,
- nalet od zadaj pri izvozu,
- trk v sredinski otok,
- trk v ločilni otok pri izvozu,
- zdrs s krožnega križišča,
- prevrnitev,
- trk v ločilni otok pri uvozu,
- zanašanje (zdrs) pri izvozu,
- vožnja v nasprotno smer (TSC 03.341, 2011).



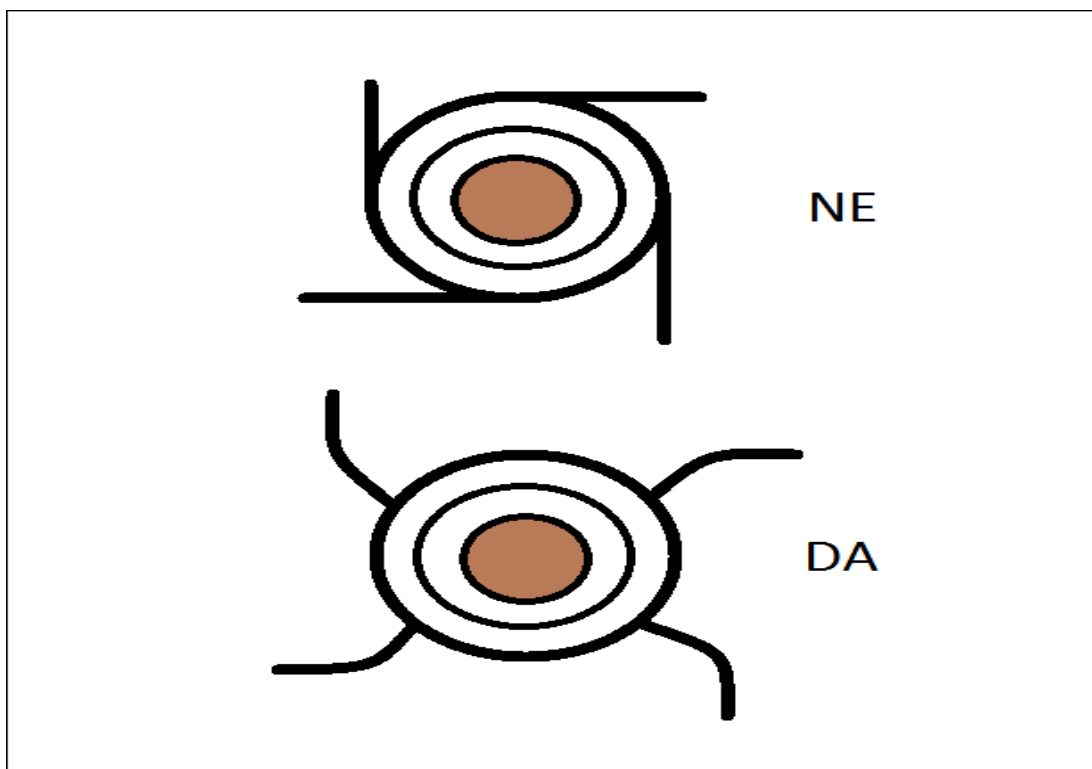
Slika 3: Tipi prometnih nesreč v dvopasovnem krožnem križišču

(Vir: TSC 03.341, 2011)

2.5 UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE PROMETNO VARNEGA KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Kadar se izbirata ustrezna lokacija in položaj v cestni mreži, je treba pri oblikovanju krožnega križišča upoštevati več dejavnikov.

Vodenje krakov cest v krožno križišče naj bo čim bolj pravokotno. Primerno vključevanje vozila v krožni tok dosežemo z izbiro uvoznega radija primerne velikosti. Velikost hitrosti na uvozu v krožno križišče je neposredno povezana z velikostjo uvoznega radija – večji ko je radij, večja je lahko hitrost. Tangencialno vodenje uvoznega pasu v krožno križišče povzroča nerazumljivost pravila prednosti vozil v krožnem toku pred vozili na uvozu, velike hitrosti vozil na uvozu, nepreglednost pri vključevanju vozil in njihove nalete. Tako vodenje izvozov iz krožnega križišča hkrati zahteva veliko sukanje volana vozila in povzroči veliko pokrito površino.



Slika 4: Vodenje krakov v krožno križišče

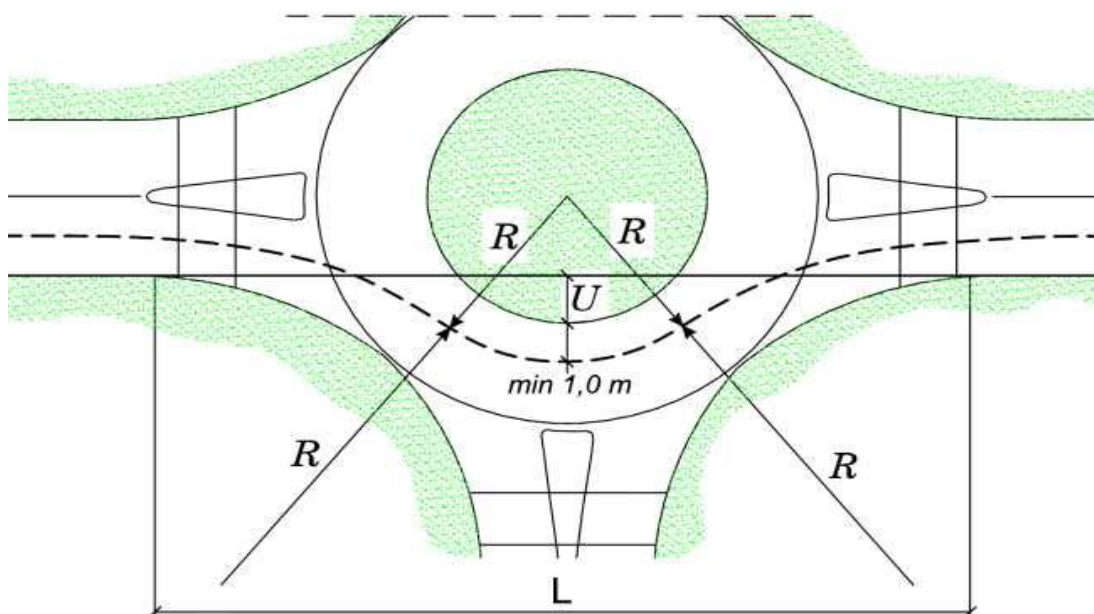
(Vir: TSC 03.341, 2011)

Širina uvoza v krožno križišče in dolžina razširitve – ker se uvažanje v krožno križišče opravi na zelo majhnem prostoru, velja za najnevarnejši manever, zato je zelo pomembna njegova oblika, tako zaradi prometne varnosti (vožnja z minimalno

hitrostjo in čakanje na prazen prostor za vključevanje v krožni tok) kot zaradi kapacitete.

Ukrivljenost poti vozila skozi krožno križišče ima enega največjih vplivov na prometno varnost v krožnem križišču. Krivulja sledi mora imeti obliko dvojne S-krivine, ki jo sestavljajo trije radiji, katerih velikosti morajo biti medsebojno usklajene. Večja ko je ukrivljenost krivulje, manjša je hitrost vožnje na uvozu in večja je raven prometne varnosti krožnega križišča. Na ukrivljenost krivulje lahko vplivamo na dva načina:

- s spreminjanjem velikosti sredinskega otoka,
- z obliko ločilnih otokov.



Slika 5: Ukrivljenost poti vozila skozi krožno križišče

(Vir: TSC 03.341, 2011)

Uvozni in izvozni radiji – velikosti so odvisne od velikosti krožnega križišča, števila voznih pasov v krožnem toku in oblike sredinskega ločilnega otoka. Izvozni radij mora biti vedno večji od uvoznega, le izjemoma sta lahko enaka.

Prehodi za pešce in kolesarje naj bodo postavljeni navzven iz krožnega križišča za dolžino od enega do dveh vozil (niša za čakanje). Dolžina niše za čakanje je odvisna od velikosti krožnega križišča oziroma velikosti (dolžine) ločilnih otokov. Z izvedbo niše za čakanje se izboljša prometna varnost nemotoriziranih udeležencev v prometu, hkrati pa se poveča prepustnost krožnega križišča, saj kolesarji in pešci manj ovirajo vključevanje vozil v krožni tok.

Ločilni otoki morajo biti prilagojeni velikosti krožnega križišča. V velikih krožnih križiščih naj bodo trikotne oblike, v manjših pa kapljaste.

Odvodnjavanje krožnega križišča – pogostejši je prečni nagib krožnega pasu navzven, saj je prehod med priključki in krožnim pasom lažje izvedljiv, enostavnejše pa je tudi odvodnjavanje. Pomanjkljivosti takega nagiba se pokažejo v primerih zmanjšane koeficienta oprijemljivosti med pnevmatikami in voziščem (dež, poledica itn.), saj ta ne zadošča za prevzem centrifugalne sile, ki deluje na vozilo v krožnem toku. Prečni nagib navznoter je tehnično gledano pravilnejši, vendar je pravilna izvedba odvodnjavanja in vijačenja priključkov precej zahtevnejša.

Povozni del sredinskega otoka mora biti izveden tako, da se loči od voznega pasu in da odvrča vozila od vožnje po njem, hkrati pa omogoča vožnjo dolgim vozilom.

Od razsvetljave krožnega križišča je odvisna prometna varnost krožnega križišča ponoči.

Kontrola hitrosti vožnje skozi krožno križišče je eden najpomembnejših podatkov za oceno ravni prometne varnosti. Manjša hitrost motornega prometa vodi k mirnejšemu poteku prometa in se lahko pozornost nameni drugim udeležencem, zmanjša pa se tudi možnost prometnih nesreč s težkimi posledicami. Pred kontrolo je treba določiti velikost dveh elementov. Prvi element je dolžina med začetkom zaokrožitve na vhodu in koncem zaokrožitve na izhodu. Dolžina je odvisna od velikosti radijev zaokrožitve in zunanega radija krožnega križišča. Drugi element je ukrivljenost ali difleksija, ki predstavlja oddaljenost med robom sredinskega otoka in desnim robom vozišča na izhodu. Vpliv večje ukrivljenosti na zmanjšanje hitrosti je večji od vpliva dolžine zaokrožitve.

Podhodi in nadhodi kot ukrep za izboljšanje prometne varnosti pešcev in kolesarjev – v krožnih križiščih, ki omogočajo velike hitrosti (velika enopasovna in turbo-krožna križišča), ni priporočljiva izvedba nivojskega prehoda za pešce in kolesarje. V takih primerih je treba preveriti in utemeljiti smiselnost izvedbe podhoda ali nadhoda v odvisnosti od jakosti in strukture motornega prometa, števila in strukture pešcev ter položaja krožnega križišča v cestni mreži (TSC 03.341, 2011).

3 TURBO-KROŽNO KRIŽIŠČE

Turbo-krožno križišče je spiralno krožno križišče, ki ga je leta 1996 razvil L. G. H. Fortuijn, lektor na Delft University of Technology na Nizozemskem. Turbo-krožna križišča so bila v osnovi zasnovana z namenom, da bi se zmanjšale konfliktno točke na uvozi in izvozi v večpasovna krožna križišča. To pomeni, da se morajo vozniki razvrstiti na pravi vozni pas, še preden zapeljejo v krožno križišče in po tem voznem pasu potem nadaljujejo vožnjo skozi krožno križišče. Tako se število konfliktnih točk zmanjša s 16 v dvopasovnem krožnem križišču na 10 v turbo-krožnem križišču (Engelsman in Uken, 2007).

3.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI

Glavna značilnost turbo-krožnega križišča je, da so prometni tokovi ločeni oziroma da poteka vodenje prometa po voznih pasovih ločeno.

Prometni tokovi se ločijo že pred uvozom v krožno križišče, kjer ostanejo ločeni tudi skozi krožno križišče in pa tudi na izvozu.

Vozni pasovi se lahko fizično ločijo z deniveliranimi otoki ali delineatorji. K pravilni razvrstitvi na pravi vozni pas veliko pripomore tudi nedvoumna signalizacija v krožnem križišču.

Ena pomembnejših značilnosti turbo-krožnega križišča je tudi to, da zaradi ločenosti voznih pasov ne omogoča spremembe teh pasov, tako imenovanega prepletanja.

Turbo-krožno križišče ima veliko večjo pretočnost kot klasično dvopasovno krožno križišče zaradi naslednjih vzrokov:

- uvoz takega krožnega križišča ima po navadi dva vozna pasova, ki se nadaljujeta skozi celotno dolžino krožnega križišča;
- uporaba notranjega voznega pasu je uporabnejša in varnejša, saj ne more priti do prepletanja oziroma menjavanja voznega pasu;
- promet na uvozu poteka bolj tekoče, saj ni križanja vozil;
- voznik vozila se lažje in hitreje vključi v krožno križišče, saj opazuje samo vozila na enem voznem pasu (Tollazzi in Renčelj, 2014).

Ukrepi za krožno križišče Žale, ki jih bomo predlagali pozneje v diplomski nalogi, bodo vsebovali elemente turbo-krožnega križišča.

3.2 KROŽNO KRIŽIŠČE S PRITISNJENIMI PASOVI ZA DESNO ZAVIJANJE

Gre za tip krožnega križišča, ki združuje pozitivne lastnosti običajnega dvopasovnega krožnega križišča in turbo-krožnega križišča.

Lastnosti:

- glavna lastnost je enaka kot pri turbo-krožnem križišču – fizično ločeni prometni pasovi na krožnem vozišču;
- vsi desni zavijalci imajo svoj, ločeni, pas, kar pomeni, da notranji krožni vozniki uporabljajo le vozila, ki nadaljujejo vožnjo skozi krožno križišče;
- pozitivna lastnost je tudi, da če se vozilo na uvozu v krožno križišče pomotoma razvrsti na notranji krožni prometni pas, še vedno obstaja možnost, da na prvem naslednjem izvozu zapusti krožno križišče (Tollazzi, Renčelj, Jovanovič, Turnšek, 2011).



Slika 6: Novo turbo-krožno križišče na Letališki cesti v Ljubljani

(Vir: lasten, 29. 5. 2015)

4 PROMETNA PRAVILA V KROŽNIH KRIŽIŠČIH

V nadaljevanju bom podrobneje predstavil pravila, ki veljajo pri vključevanju in zapuščanju dvo- ali večpasovnega krožnega križišča. Pri vožnji skozi krožno križišče je treba dosledno upoštevati pravila s področja cestnoprometnih predpisov. Prav tako je zelo pomembno, da odstranimo vse moteče dejavnike (na primer uporaba pametnih telefonov), ki bi nas ovirali pri zbranosti in varni vožnji skozi krožno križišče.



Slika 7: Prometna pravila v krožnih križiščih – vozni tokovi

(Vir:

<http://www.policija.si/images/stories/Preventiva/PrometnaVarnost/PDF/VarnoSkoziKrizisce.pdf>, dostopno 6. 5. 2015)

V krožnem križišču je promet urejen tako, da ima voznik v njem prednost pred voznikom, ki se vključuje na krožno vozišče, zato se je treba pred vključevanjem prepričati, ali lahko to varno storimo.

Ko zapeljemo v krožno križišče, se razvrstimo na notranji vozni pas, ker tako omogočimo vključitev tudi voznikom na naslednjih uvozih. Če pa zapuščamo krožno križišče na prvem naslednjem izvozu, lahko pot nadaljujemo na zunanem voznem pasu. Vožnjo po zunanem voznem pasu lahko nadaljujemo tudi (kadar krožnega križišča ne zapuščamo na prvem naslednjem izvozu), če konstrukcijske značilnosti tega ne omogočajo oziroma če so uvozi in izvozi v krožnem križišču tako blizu drug

drugemu, da je menjava vozni pasov nemogoča ali obstaja velika verjetnost, da bi zaradi gostote prometa lahko prišlo do prometne nesreče.

Pri vključevanju v krožno križišče moramo še posebej paziti na to, da sta oba, tako notranji kot zunanji vozni pas, prosta.



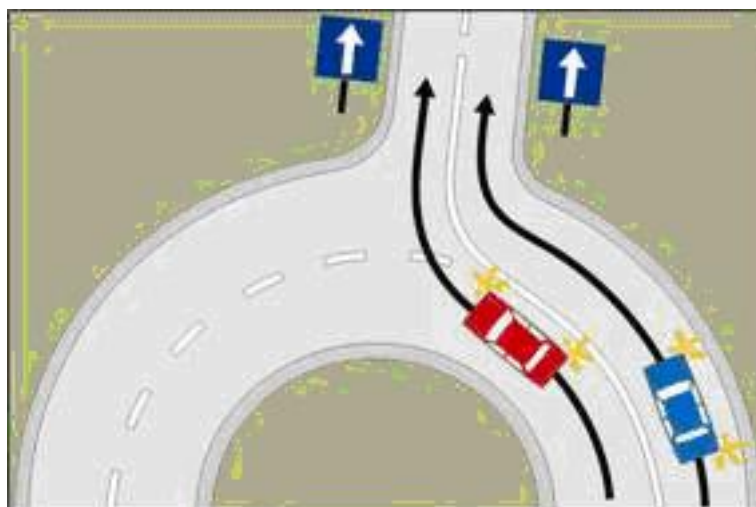
Slika 8: Prometna pravila v krožnih križiščih – vključevanje v krožno križišče

(Vir:

<http://www.policija.si/images/stories/Preventiva/PrometnaVarnost/PDF/VarnoSkoziKrizisce.pdf> , dostopno 6. 5. 2015)

Ko nameravamo zapustiti krožno križišče, se razvrstimo na zunanji vozni pas. Preden to storimo, se prepričamo, da je zunanji vozni pas prost, torej, da ob našem desnem boku ni drugega vozila, in svojo namero nakažemo z desno smerno utripalko. Če zgrešimo zeleni izvoz in ni varno zapustiti krožno križišče, se ne smemo ustavljati in ne smemo voziti vzvratno. V tem primeru se odpeljemo še en krog in potem zapustimo krožno križišče.

Posebnost so krožna križišča, v katerih je s prometno signalizacijo dovoljeno zavijanje desno (zapuščanje krožnega križišča) tudi z notranjega voznega pasu. To so krožna križišča, ki imajo na kraku dva vozna pasova. Tukaj je zunanji pas namenjen samo tistim vozilom, ki zavijajo desno in je fizično ločen od notranjega pasu. Notranji pas pa je potem namenjen tako zapustitvi krožnega križišča kakor tudi vožnji proti naslednjim izvozom.

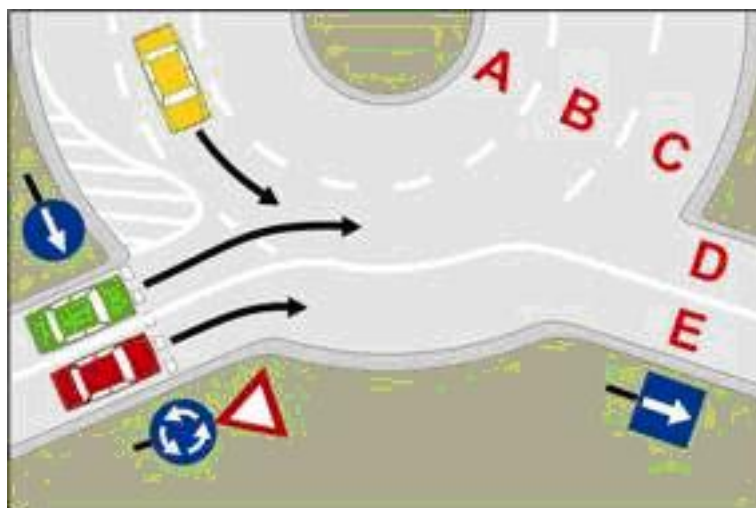


Slika 9: Prometna pravila v krožnih križiščih – zapuščanje krožnega križišča

(Vir:

<http://www.policija.si/images/stories/Preventiva/PrometnaVarnost/PDF/VarnoSkoziKrizisce.pdf>, dostopno 6. 5. 2015)

V nekaterih krožnih križiščih se prometni tokovi ločijo že pred uvozom, zato se je treba pravilno razvrstiti že prej, preden sploh pridemo do uvoza (<http://www.policija.si/images/stories/Preventiva/PrometnaVarnost/PDF/VarnoSkoziKrizisce.pdf>, dostopno 6. 5. 2015).



Slika 10: Prometna pravila v krožnih križiščih – turbo-krožno križišče

(Vir:

<http://www.policija.si/images/stories/Preventiva/PrometnaVarnost/PDF/VarnoSkoziKrizisce.pdf>, dostopno 6. 5. 2015)

5 ANALIZA PRETOČNOSTI IN VARNOSTI V KROŽNEM KRIŽIŠČU ŽALE

Krožno križišče Žale v Ljubljani je tripasovno krožno križišče in velja za prvo pravo krožno križišče v Sloveniji. Po gradnji tega krožnega križišča leta 1993 se je v Sloveniji začela množična gradnja krožnih križišč (https://sl.wikipedia.org/wiki/Krožišče_Žale, dostopno 14.6.2015).

Sestavljeno je iz petih krakov, ki smo jih poimenovali kar po ulicah oziroma cestah. To so Linhartova cesta, Savska cesta, Flajšmanova ulica, Pokopališka cesta in Štajerska cesta.

Vsi štirje kraki razen Flajšmanove ulice imajo veliko gostoto prometa, še posebno ob delavnikih v času koničnih ur, torej med 7. in 9. uro ter od 15. do 17. ure.

Krožno križišče je zelo prometno obremenjeno, saj se vanj steka promet iz središča kakor tudi več predelov Ljubljane. Povezuje tudi zelo obremenjeno turbo-krožno križišče Tomačevo, ki povezuje Ljubljano z okoliškimi mesti.

Pretočnost bomo poskušali ponazoriti s prikazom števila vozil po posameznih krakih in pojasniti, kateri so glavni vzroki, zakaj pretočnost ni taka, kot bi si želeli oziroma ne omogoča tekočega prometa.

Varnost bomo predstavili s fotografijami najpogostejših prekrškov oziroma konfliktnih točk, ki nastanejo zaradi slabe konstrukcije krožnega križišča glede na gostoto prometa.

5.1 PRETOČNOST

S pretočnostjo bi radi pokazali, koliko je posamezni krak krožnega križišča obremenjen oziroma koliko vozil vstopi in izstopi v krožno križišče v določenem časovnem obdobju, ter kakšni so vzroki, da v tem krožnem križišču prihaja do zastojev oziroma kolapsa prometa.

Štetje prometa v krožnih križiščih je veliko težje kot štetje v klasičnih križiščih predvsem zato, ker je težko hitro ugotoviti, v katerem izvozu krožnega križišča bo vozilo, ki se približuje po določenem priključku, zapustilo krožno križišče. Če pogledamo presek na uvozu v krožno križišče, vidimo, da je prometni tok sestavljen iz vozil, ki bodo, potem ko bodo prevozila krožno križišče, zavila desno ali levo ali pa vozila naravnost. V krožnem križišču je težko šteti tudi zaradi načina vožnje skozi križišče. Najbolj problematični so levi zavijalci. Vsako vozilo bi bilo treba opazovati

od uvoza do izvoza, da bi ugotovili, v katero smer bo peljalo. Ker je razdalja med tema dvema točkama v krožnem križišču lahko zelo velika, je za vsako vozilo potrebno več časa in/ali več ljudi, ki štejejo.

Pri obdelavi podatkov se lahko pojavijo napake, ki pa so posledica napak pri štetju. Pri štetju namreč ne moremo nikoli zagotoviti absolutne natančnosti. Če štetje ni izvedeno brezhibno, se v rezultatih pojavijo napake, ki pa so največ dvakrat tolikšne, kot so napake v podatkih. Ker je napaka razmeroma majhna in ker so podatki štetja že zaradi stohastične narave prometnega toka le približna informacija o stanju na krožnem križišču, je natančnost za nadaljnje analize zadostna. Če bi hoteli, da bi bili rezultati štetja absolutno natančni, bi morali opraviti vsaj tedensko ali celo dvotedensko štetje, iz katerega bi dobili povprečno prometno obremenitev krožnega križišča (TSC 03.341, 2011).

Štetje prometa v krožnem križišču Žale smo opravljali štiri zaporedne dni, od 25. do 28. maja 2015 med 15.30 in 16.30 uro. Zaradi pomanjkanja števila oseb za štetje oziroma števec je štetje opravljala ena oseba. Štetje je potekalo v navedenem času za en krak na posamezen dan. Čeprav štetja nismo opravljali na vseh krakih na isti dan, smo mnenja, da je dnevnih voznikov, ki vsak dan ob približno istem času uporabljajo to krožno križišče, dovolj za prikaz kapacitete oziroma pretočnosti krožnega križišča Žale.

Ker je krak na Flajšmanovi ulici zelo malo prometno obremenjen in po našem mnenju zanemarljivo vpliva na pretočnost in varnost v krožnem križišču Žale, smo opravili štetje na preostalih štirih krakih, in sicer na Linhartovi cesti, Savski cesti, Pokopališki ulici in Štajerski cesti.

Za posamezen krak smo šteli motorna vozila, ki so se vključevala v krožno križišče (uvoz v krožno križišče), vozila, ki so se vključevala v krožno križišče in zavijala desno (so zapustila krožno križišče na prvem izvozu), in vozila, ki so se vključevala v krožno križišče in vozila naravnost (vozila so nadaljevala vožnjo v krožnem toku).

Opravljeno štetje prometa na kraku Linhartove ceste, 25. maja 2015 med 15.30 in 16.30 uro:

- število vozil, ki so zapuščala krožno križišče na tem kraku: 553 (7 avtobusov),
- število vozil, ki so zavijala desno: 101,
- število vozil, ki so vozila naravnost: 524 (6 avtobusov).

Opravljeno štetje prometa na kraku Savske ceste, 26. maja 2015 med 15.30 in 16.30 uro:

- število vozil, ki so zapuščala krožno križišče na tem kraku: 421 (4 avtobusi),
- število vozil, ki so zavijala desno: 25,

- število vozil, ki so vozila naravnost: 396 (4 avtobusi).

Opravljen štetja prometa na kraku Pokopališke ulice, 27. maja 2015 med 15.30 in 16.30 uro:

- število vozil, ki so zapuščala krožno križišče na tem kraku: 535 (17 avtobusov),
- število vozil, ki so zavijala desno: 221 (4 avtobusi),
- število vozil, ki so vozila naravnost: 220 (8 avtobusov).

Opravljen štetja prometa na kraku Štajerske ceste, 28. maja 2015 med 15.30 in 16.30 uro:

- število vozil, ki so zapuščala krožno križišče na tem kraku: 585 (10 avtobusov),
- število vozil, ki so zavijala desno: 112 (3 avtobusi),
- število vozil, ki so vozila naravnost: 402 (7 avtobusov).

Ugotovitve:

Na podlagi štetja prometa lahko ugotovimo, da je najbolj obremenjen krak **Linhartova cesta**, saj je skupno število vozil, ki so peljala skozi ta krak, **1178**. Najmanj obremenjen je krak **Savska cesta** z **842** vozili.

Največ vozil je zapustilo krožno križišče na kraku **Štajerska cesta**, in sicer **585**. Vozil, ki so se vključila v krožno križišče in ga zapustila na prvem izvozu, smo največ našteali na kraku **Pokopališka ulica**, in sicer **221**.

Število vozil, ki so se vključila v krožno križišče in nadaljevala pot v krožnem toku, je bilo največje na kraku **Linhartova cesta**, in sicer **524**.

V času štetja je pri vstopu v krožno križišče nastala dolga kolona vozil na kraku Linhartove in Savske ceste.

Na kraku Pokopališke ulice je nastala kolona stoječih vozil tako na uvozu kakor tudi na izvozu iz krožnega križišča. Tukaj je težava vrsta semaforiziranih križišč na Šmartinski cesti, ki slabo »požirajo« gostoto vozil.

Na Štajerski cesti ni bilo stoječe kolone vozil, saj je ta krak edini dvopasovni in je vključevanje ter tudi zapuščanje krožnega križišča lažje oziroma bolj pretočno kot pri drugih krakih.



Slika 11: Kolona vozil na Linhartovi cesti
(Vir: lasten, 25. 5. 2015)



Slika 12: Kolona vozil na Savski cesti
(Vir: lasten, 25. 5. 2015)

Na dobro pretočnost veliko vpliva tudi nemoteno in varno vključevanje v krožno križišče. V krožnem križišču Žale prihaja do zastojev že veliko prej, preden se vozilo lahko vključi v krožni promet. V času koničnih ur pogosto prihaja do dolgih kolon vozil, za katere sta po našem mnenju dve težavi.

Prva težava je nizka raven slovenske prometne kulture, v kateri ni prostora za upoštevanje zakonskega določila o uporabi notranjega voznega pasu za tista vozila, ki ne zapuščajo krožnega križišča na prvem izvozu. To pomeni, da vozniki motornih vozil, ki pogosto oziroma kar stalno uporabljajo zunanji vozni pas, onemogočajo vključevanje vozilom, ki čakajo na vstop v krožno križišče. To se dogaja skozi celotno krožno križišče, kar pomeni, da zato nastajajo zamude pri vključevanju na vsakem kraku.



Slika 13: Vožnja po zunanjem pasu

(Vir: lasten, 25. 5. 2015)

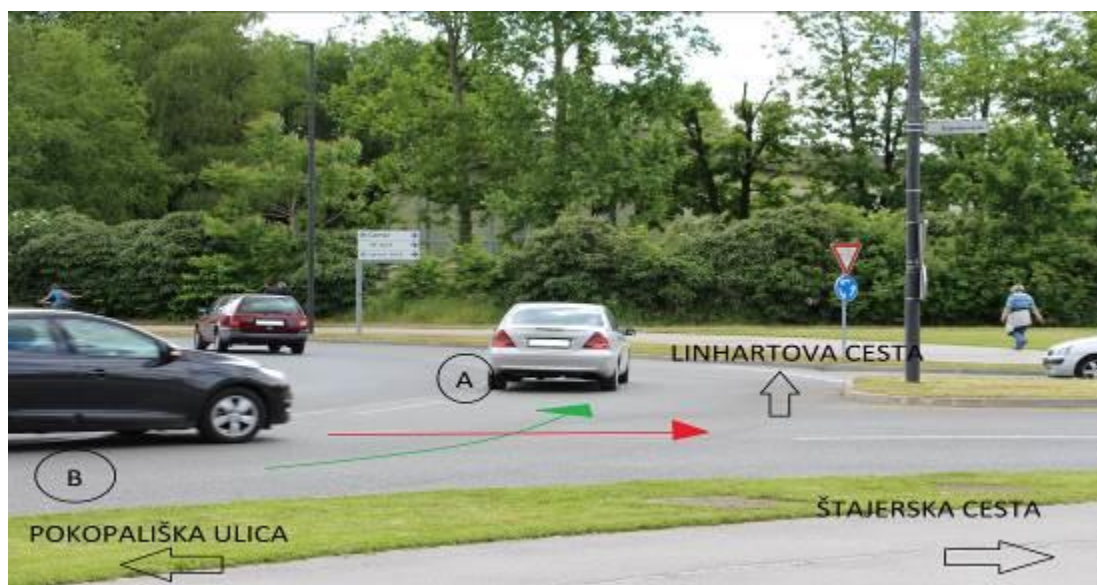
Drugo težavo vidimo v tem, da so vsi uvozi razen Štajerske ceste enopasovni, kar povzroča, da zaradi gostote prometa in prej omenjene težave nastajajo daljši zastoji.

5.2 VARNOST

Krožna križišča so v osnovi varnejša od navadnih križišč, vendar je po našem mnenju in izkušnjah krožno križišče Žale, glede na velikost in gostoto prometa, med manj varnimi. Vzrok za to so številne konfliktna točka in odseki, ki jih bomo predstavili v tem poglavju.

Ker nam ni uspelo pridobiti števila in vrst prometnih nesreč v omenjenem krožnem križišču, se bomo osredotočili na konfliktna točka in odseke, ki lahko privedejo do prometnih nesreč.

Prepletanje na kraku Štajerska cesta (izvoz) – na sliki 15 vidimo, kako se vozilo, označeno s črko A (v nadaljevanju vozilo A), vozi po krožnem križišču po zunanjem pasu in ne zapusti krožnega križišča na izvozu Štajerska cesta. Medtem vozilo, označeno s črko B (v nadaljevanju vozilo B), zapušča krožno križišče z notranjega voznega pasu. Čeprav ima po pravilu vozilo na zunanjem voznem pasu prednost pred vozilom na notranjem voznem pasu, je izvoz vozila B pravilen, saj sta kraka Pokopališka ulica in Štajerska cesta preblizu skupaj in se vozilo B pred izvozom ne bi moglo varno razvrstiti na zunanji vozni pas in zapustiti krožno križišče. Omenjena situacija je toliko bolj verjetna zato, ker je krak Štajerska cesta dvopasoven in ker med notranjim in zunanjim voznim pasom ločilna črta ni neprekinjena. Ta črta je prekinjena, zato lahko vozilo A nadaljuje vožnjo po zunanjem voznem pasu, čeprav bi moralo zapustiti krožno križišče kakor vozilo B. Da bi se izognilo prometni nesreči, bi se moralo vozilo A pri vključevanju v krožno križišče razvrstiti na notranji vozni pas in nadaljevati vožnjo po tem pasu.



Slika 14: Prepletanje na Štajerski cesti

(Vir: lasten, 25. 5. 2015)

Prepletanje na kraku Štajerska cesta (uvoz) – Štajerska cesta je vse do krožnega križišča Žale dvopasovna. Tam na uvozu nastane težava, ker vozniki na krožnem križišču niso ločeni med seboj oziroma ni ločenih voznih pasov za desne zavijalce. Težava nastane, ko se na uvozu vključujeta dve vozili hkrati, vsako na svojem pasu. Takrat pride do prepletanja, saj vozilo, ki se vključuje z desnega pasu, ne nadaljuje vožnje po zunanjem voznem pasu in se pozneje vključi na notranji pas, temveč se neposredno vključi na notranji pas in tako preseka pot vozilu, ki se je vključevalo z levega pasu na notranji vozni pas krožnega križišča.



Slika 15: Prepletanje na uvozu na kraku Štajerska cesta

(Vir: lasten, 25. 5. 2015)

Konfliktni odseki – na vsakem kraku v krožnem križišču Žale prihaja do konfliktnih odsekov, saj nikjer ni posebej določeno, kje lahko vozilo zamenja vozni pas.

Skozi celotno krožno križišče prav tako obstaja nevarnost **prepletanja**, saj je upoštevanje prometnih pravil na zelo nizki ravni. Ker krožno križišče s svojo velikostjo vzbuja strah med vozniki, ki niso vajeni vožnje po krožnih križiščih in nima ločenih voznih pasov, vozila vozijo po vseh treh voznih pasovih (ne glede na to, kje vozilo zapušča krožno križišče, uporablja zunanji pas) in se ne ozirajo na druge udeležence motornega prometa, kar še poveča število konfliktnih točk oziroma možnost prometnih nesreč.



Slika 16: Vožnja po zunanjem voznem pasu

(Vir: lasten, 28. 5. 2015)

6 UKREPI ZA IZBOLJŠANJE PRETOČNOSTI IN VARNOSTI V KROŽNEM KRIŽIŠČU ŽALE

Dejstvo je, da je trenutno stanje v krožnem križišču Žale z vidika uporabnika nezadovoljivo, kar se tiče pretočnosti in varnosti, saj krožno križišče ni kos gostoti prometa, ki v njem poteka. Težavo vidimo v konstrukciji krožnega križišča, premajhnem številu voznih pasov krakov, ki se stekajo vanj, pa tudi v kulturi vožnje ter upoštevanju prometnih pravil in zakonov. Predvsem zaradi prvih dveh omenjenih težav prihaja do gneče oziroma slabe pretočnosti v krožnem križišču in tudi na krakih, kar ima za posledico tudi občasno popolno blokado krožnega križišča.

S projektno-tehničnimi ukrepi bi sedanje krožno križišče skupaj z voznimi pasovi krakov preuredili oziroma rekonstruirali. Taki ukrepi bi po našem mnenju pripomogli k večji pretočnosti in varnosti prometa v krožnem križišču, pa tudi na krakih.

Samo z rekonstrukcijo krožnega križišča bi sicer izboljšali stanje v njem, vendar bi promet še vedno potekal moteno, saj se gneča oziroma zastoji pojavljajo že prej, še preden vozilo zapelje v krožno križišče.

Treba bi bilo izvesti naslednje ukrepe:

- povečati število voznih pasov na krakih in prometnicah;
- podaljšati ločilne otoke na krakih;
- ločiti vozne pasove v krožnem križišču za desne zavijalce;
- z ustrezno signalizacijo pripraviti voznika na vstop v krožno križišče.

Čeprav je krožno križišče Žale sestavljeno iz petih krakov, smo se pri ukrepih v diplomski nalogi osredotočili na štiri krake, in sicer Štajerska cesta, Linhartova cesta, Savska cesta in Pokopališka ulica. Krak Flajšmanove ulice smo izpustili, saj je na njem tako malo prometa, da število vozil ne vpliva bistveno na pretočnost oziroma varnost v krožnem križišču.

6.1 POVEČANJE ŠTEVILA VOZNIH PASOV NA KRAKIH IN PROMETNICAH

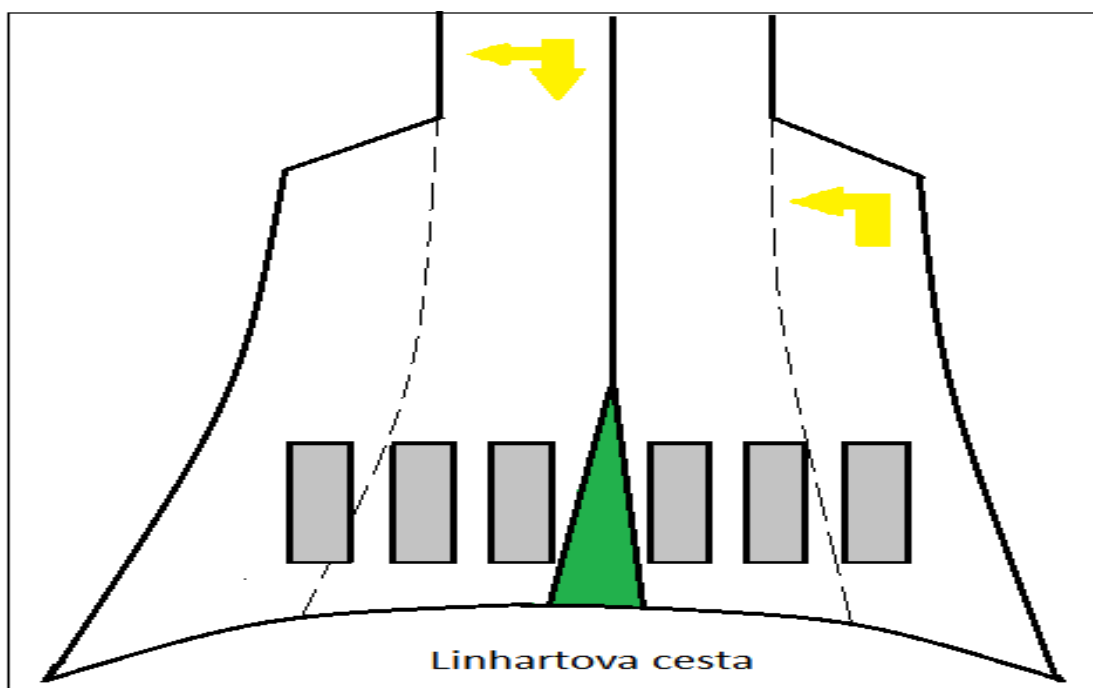
Zaradi gostote prometa bi bilo nujno treba povečati število pasov oziroma razširiti sedanje krake in prometnice:

– razširitev kraka Linhartove ceste na izvozu in uvozu v krožno križišče;



Slika 17: Sedanje stanje – Linhartova cesta

(Vir: lasten, 25. 5. 2015)



Slika 18: Razširitev kraka – Linhartova cesta

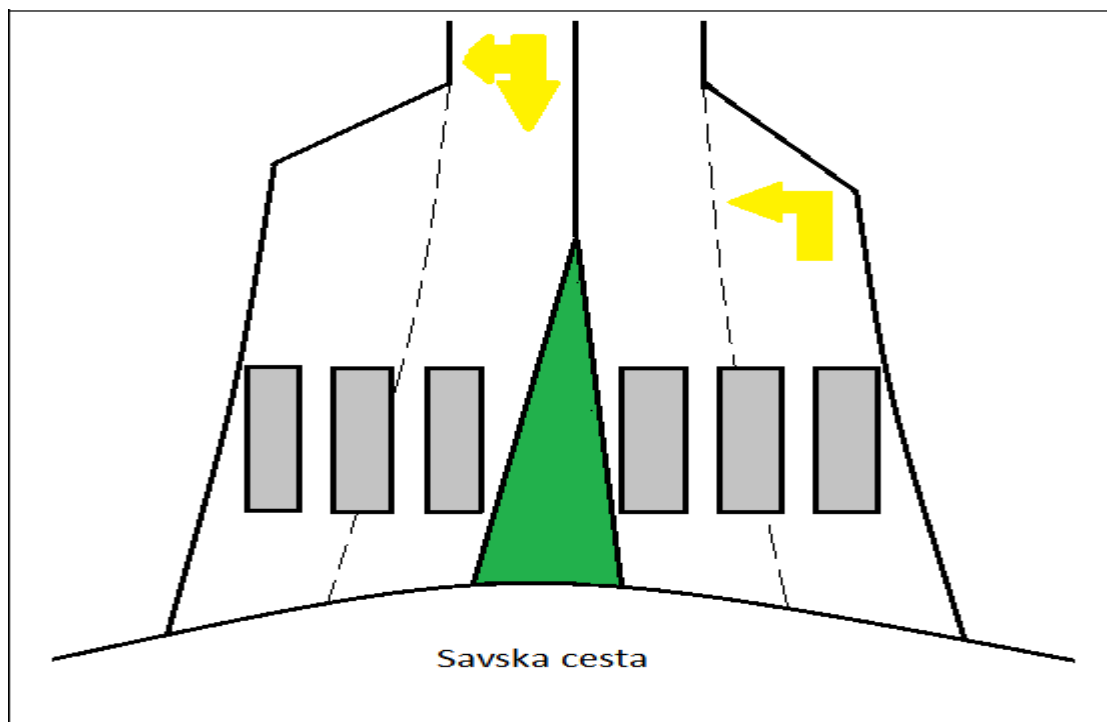
(Vir: lasten)

– razširitev kraka Savske ceste na izvozu in uvozu v krožno križišče;



Slika 19: Sedanje stanje – Savska cesta

(Vir: lasten, 26. 5. 2015)



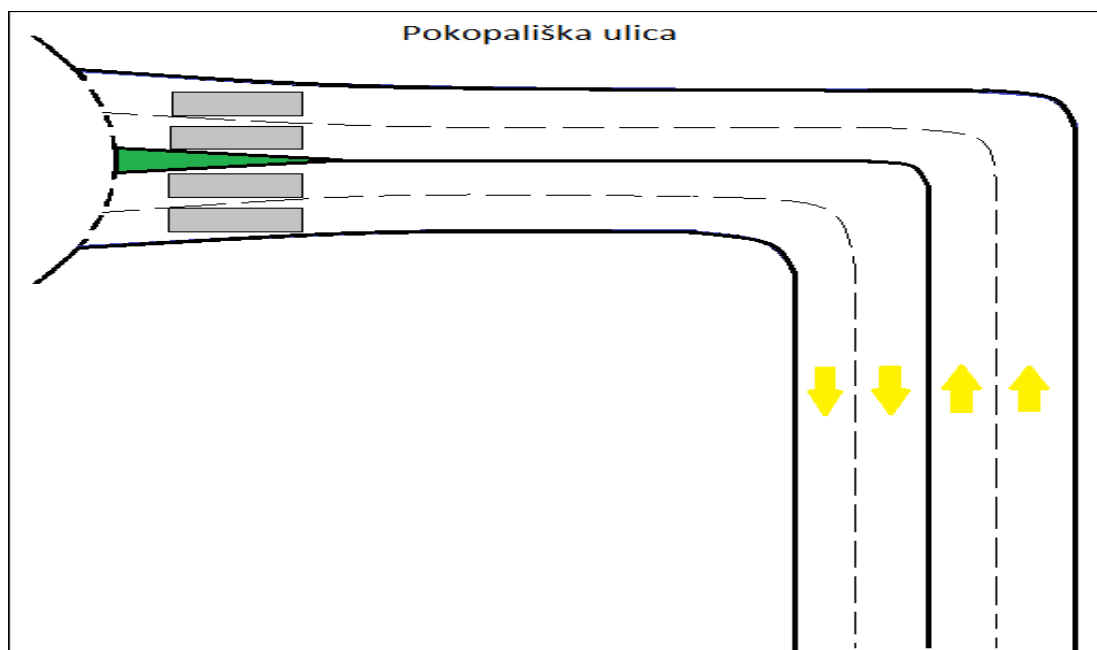
Slika 20: Razširitev kraka – Savska cesta

(Vir: lasten)

– razširitev kraka in celotne Pokopališke ulice. Zaradi velike gostote prometa in slabe pretočnosti semaforiziranega križišča na Šmartinski cesti je nujno potrebna razširitev celotne pokopališke ulice.



*Slika 21: Sedanje stanje – Pokopališka ulica
(Vir: lasten, 27. 5. 2015)*



Slika 22: Razširjen krak in celotna Pokopališka ulica

(Vir: lasten)

6.2 PODALJŠANJE LOČILNIH OTOKOV

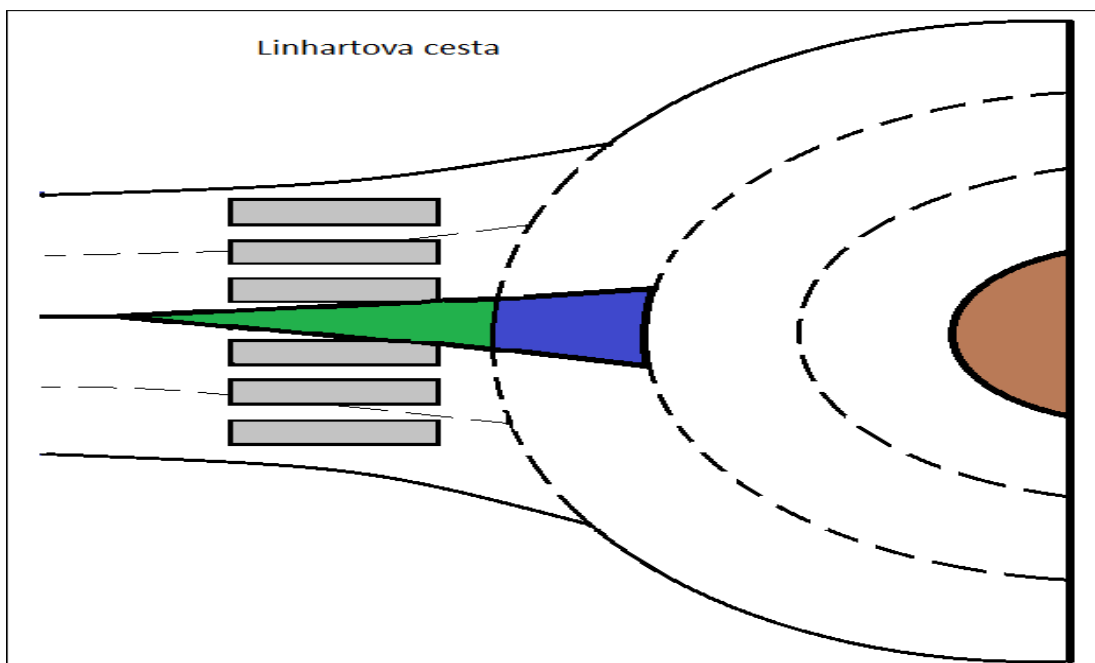
Podaljšani ločilni otoki delujejo odlično kot preventiva pred pretirano uporabo zunanjega pasu. To pomeni, da s podaljšanimi ločilnimi otoki (podaljšani v zunanji vozni pas krožnega križišča) preprečujemo vožnjo po zunanjem voznem pasu voznikom, ki ga ne zapuščajo na prvem izvozu.



Slika 23: Primer podaljšanega ločilnega otoka (Duplica pri Kamniku)

(Vir: http://www.motorevija.si/si/778/1775/Tezava_je_spostovanje_pravil.aspx, dostopno 10. 6. 2015)

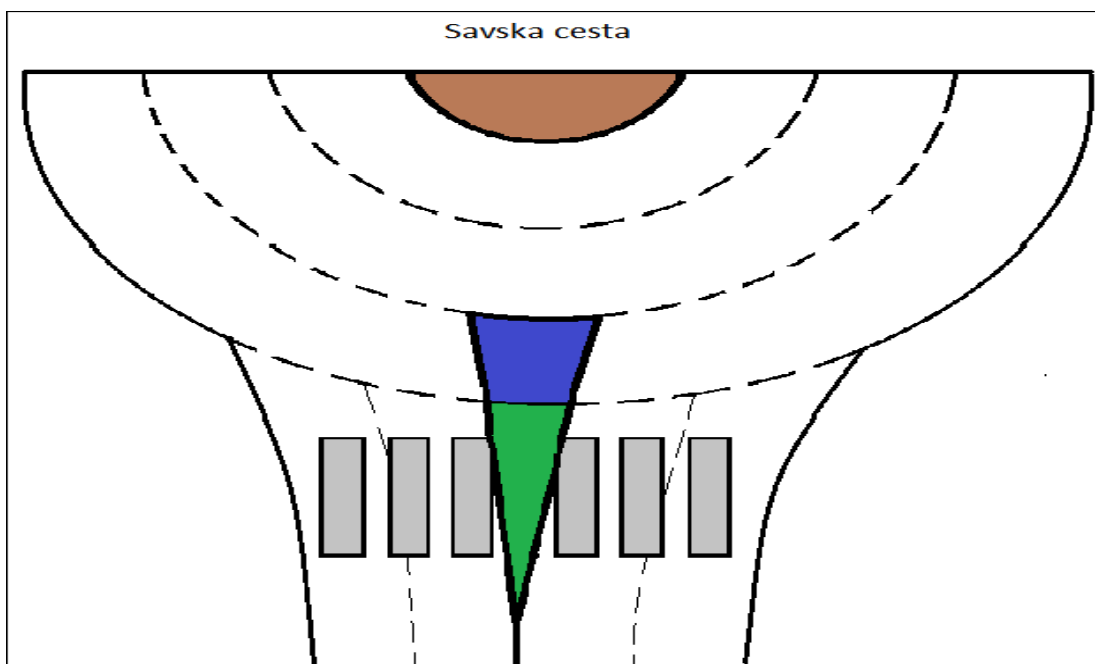
Podaljšani ločilni otok na Linhartovi cesti:



Slika 24: Podaljšani ločilni otok – Linhartova cesta

(Vir: lasten)

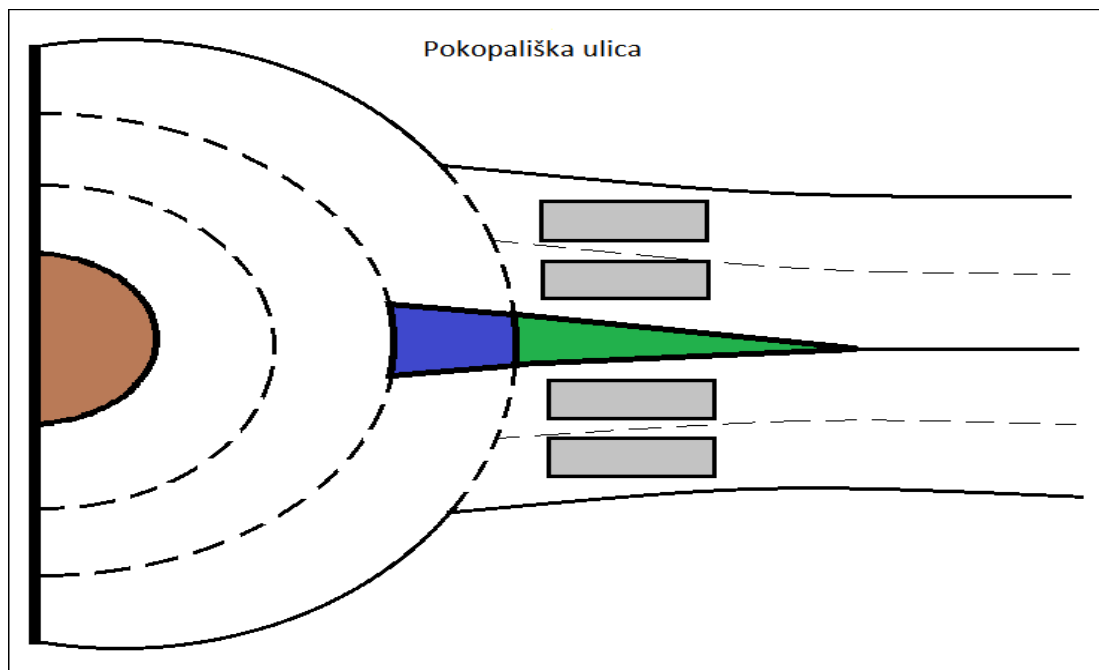
Podaljšani ločilni otok na Savski cesti:



Slika 25: Podaljšani ločilni otok – Savska cesta

(Vir: lasten)

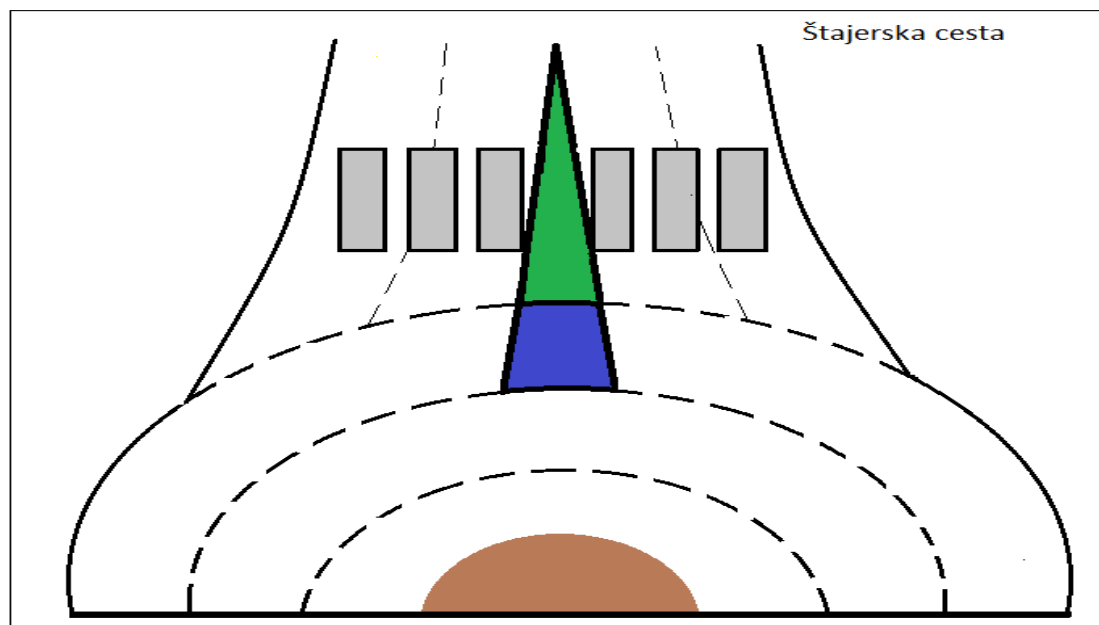
Podaljšani ločilni otok na Pokopališki ulici:



Slika 26: Podaljšani ločilni otok – Pokopališka ulica

(Vir: lasten)

Podaljšani ločilni otok na Štajerski cesti:



Slika 27: Podaljšani ločilni otok – Štajerska cesta

(Vir: lasten)

Pri Savski cesti in Flajšmanovi ulici podaljšani ločilni otok ni dobra rešitev, saj sta kraka zelo blizu skupaj in bi tak otok lahko močno oviral uvoz in izvoz iz krožnega križišča.

6.3 LOČENI VOZNI PASOVI ZA DESNE ZAVIJALCE

Ločeni vozni pasovi za desne zavijalce so ključni za tekoči promet skozi krožno križišče. Z vidika varnosti zmanjšujejo konfliktno točko, pretočnost pa izboljšujejo tako, da onemogočajo vožnjo po zunanem voznem pasu skozi celotno krožno križišče. Ločeni vozni pasovi pomenijo, da se mora voznik pred vstopom v krožno križišče razvrstiti na pravi prometni pas, saj pozneje to ni mogoče oziroma dovoljeno.

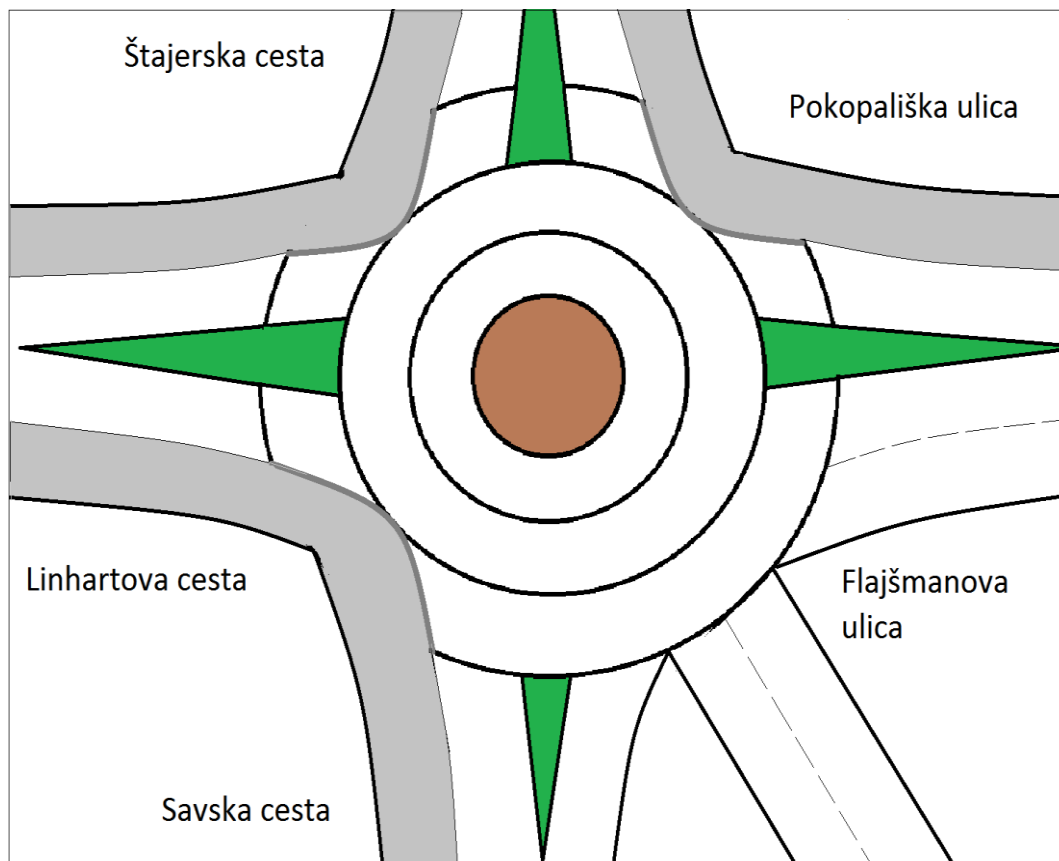
Vozne pasove ločimo z denivelirano fizično oviro ali tako imenovanimi delineatorji. V krožnem križišču Žale bi uporabili betonske delineatorje, ki so za malenkost dvignjeni od tal, saj daljša vozila, kot so zgibni avtobusi ali polpriklopniki, včasih potrebujejo večji obračalni krog in lahko prevozijo tak delineator.

Taki delineatorji prav tako pripomorejo k večji varnosti na vhodu in izhodu iz krožnega križišča, saj v primeru spolzkega voznega pasu preprečujejo zdrs vozila na sosednji vozni pas (Engelsman in Uken, 2007).



Slika 28: Denivelirana fizična ovira
(Vir: lasten, 29. 5. 2015)

Ukrep ločenih vozni pasov na krožnem križišču Žale:



Slika 29: Ločeni vozni pasovi za desne zavijalce

(Vir: lasten)

6.4 PROMETNA SIGNALIZACIJA

Pomemben ukrep za izboljšanje pretočnosti in varnosti je tudi ustrezna signalizacija, še posebej v turbo-krožnem križišču oziroma krožnem križišču, ki vsebuje značilnosti turbo-krožnega križišča. Signalizacija je predvsem pomembna za razumljivost krožnega križišča, še posebej za voznike, ki takega krožnega križišča ne uporabljajo zelo pogosto in se pri vstopu vanj oziroma že prej zlahka zmedejo.

Ukrep 1: Portali pred uvozom

Postavili bi portale pred uvozom v krožno križišče. Portali prikazujejo, kateri vozni pas je namenjen za določeno smer. Taki portali bi bili postavljeni tako daleč od uvoza, da bi imel voznik še dovolj časa za spremembo voznega pasu oziroma bi se lahko varno razvrstil na vozni pas, na katerem bi želel nadaljevati pot skozi krožno križišče.



Slika 30: Portali pred krožnim križiščem

(Vir: lasten, 11. 6. 2015)

Ukrep 2: Smerne puščice na vozišču

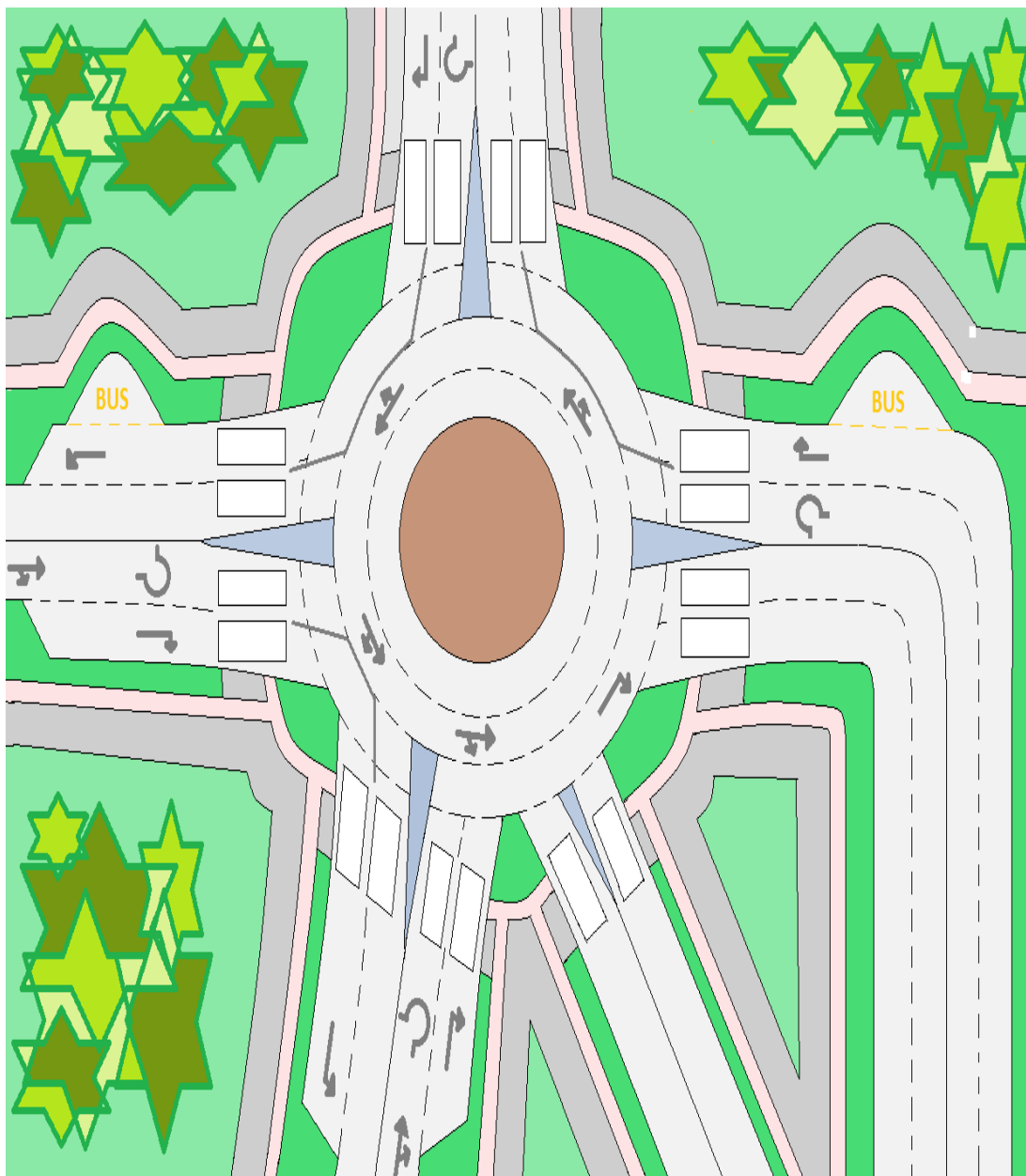
Smerne puščice bi naredili skozi celotno krožno križišče, pa tudi na krakih, ki se stekajo vanj.



Slika 31: Smerne puščice na vozišču

(Vir: lasten, 29. 5. 2015)

Prometna signalizacija v velikem krožnem krožišču, kakršno je krožno križišče Žale, mora biti nedvoumna in dovolj dobro vidna, da omogoča nemoten promet in predvsem skrbi za varno udeležbo vozil v prometu. Voznikom mora nakazovati smer, da se lahko pravilno razvrstijo na določen vozni pas in nadaljujejo vožnjo skozi krožno križišče. Signalizacija mora biti postavljena na mestu, kjer ni bojzani, da bi jo lahko kaj prekrivalo, oziroma mora biti zaščitena pred kakršnimi koli zunanjimi vplivi.



Slika 32: Končni videnz krožnega križišča Žale

(Vir: lasten)

7 ZAKLJUČEK

Krožna križišča so namenjena umirjanju, večji varnosti in pretočnosti prometa tam, kjer je gostota velika in je smiselno, da se navadno križišče nadomesti s krožnim. Toda slabo oziroma pomanjkljivo konstruirano krožno križišče je lahko zelo veliko breme za voznike in promet nasploh, še posebej v državah, kjer je kultura vožnje na nizki ravni. Krožno križišče Žale je prometno zelo obremenjeno, vendar pa ima kar nekaj pomanjkljivosti, ki povzročajo veliko gnečo in zamude. Prav tako je zelo pomembno, da se pozornost nameni tudi krakom krožnega križišča in prometnicam, saj se težave z gnečo začnejo že pred krožnim križiščem in se prenašajo vanj. Menimo, da je nujno, da se preuredijo tako krožno križišče kakor tudi kraki in prometnice, saj sta le tako mogoči sprostitev prometa in varnejša udeležba voznikov v krožnem križišču. V diplomski nalogi smo predstavili ukrepe, ki imajo elemente turbo-krožnih križišč in ki bi lahko zelo pripomogli k boljši učinkovitosti krožnega križišča Žale, tako da bi bilo prijazno in varno za uporabnike ter zgled varnosti in smiselnosti uporabe takih krožnih križišč v prihodnje. Ob tem pa na koncu ne gre spregledati dejstva, da so analize in predlogi opravljeni in pripravljene na podlagi omejenega prometnotehničnega znanja.

LITERATURA IN VIRI

Engelsman, J.C., Uken, M. (2007). *Turbo roundabouts as an alternative to two lane roundabouts*. Proceedings of the 26th Southern African Transport Conference, 9-12 July 2007, Pretoria, South Africa. Str.: 581–589.

Gotlin, V. (2003). *Analiza vpliva izgradnje turbo krožnih križišč na potek in varnost prometa*. Magistrska naloga, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo.

Katern, D. (2008). *Vodenje prometa skozi večpasovno krožno križišče*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Krožna križišča. (2011). *Tehnična specifikacija za javne ceste*. Ministrstvo za infrastrukturo – Direkcija Republike Slovenije za ceste.

Perme, S. (2013). *Kapaciteta krožnega križišča z upoštevanjem izvoznega toka*. Magistrska naloga, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Tollazzi, T. (2000). *Krožna križišča*. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo.

Tollazzi, T. (2006). *Kje, kdaj in zakaj krožna križišča?* Ljubljana: Direkcija Republike Slovenije za ceste.

Tollazzi, T. (2006). *Turbo-krožno križišče*. VIII. Slovenski kongres o cestah in prometu. Portorož 2006.

Tollazzi, T., Renčelj, M., Jovanovič, G., Turnšek, S. (2011). *Nov tip krožnega križišča: Krožno križišče s pritisnjenimi pasovi za desne zavijalce – »Flower roundabout«*. Gradbeni vestnik, letnik 60. Str.: 164–169.

Tollazzi, T., Renčelj, M. (2014). *Turbo-roundabouts in Slovenia – state of the art*. XII International Symposium » Road accidents prevention 2014«. 9-10 October, Borsko jezero.

Križišče-približevanje, prednost in vožnja po njem. Sektor prometne policije UUP GPU. Pridobljeno 6. 5. 2015 z naslova:
<http://www.policija.si/images/stories/Preventiva/PrometnaVarnost/PDF/VarnoSkoziKrizisce.pdf>

Krožišče Žale. Pridobljeno 6. 5. 2015 z naslova:
https://sl.wikipedia.org/wiki/Krožišče_Žale.

Lipar, P. (2014). *Težava je spoštovanje pravil!* Pridobljeno 24. 4. 2015 na naslovu:
http://www.motorevija.si/si/778/1775/Tezava_je_spostovanje_pravil.aspx.

Odprtje dvopasovnega krožišča na Duplici. (16.12.2010). Pridobljeno 24. 4. 2015 z naslova: <http://www.kamnik.si/novice/Odprtje-dvopasovnega-krozisca-na-Duplici-16-12-2010>

Pojbič, F. (23. 1. 2014). *Aktualno: Kako izboljšati prometno varnost?* Pridobljeno 10. 7. 2015 z naslova: <http://www.avto-magazin.si/novice/kako-izboljsati-prometno-varnost/>

PRILOGE

Priloga 1: Zapisnik štetja prometa na Linhartovi cesti

Linhartova cesta	Ura: 25.5. 2015	Datum: 15 ³⁰ -16 ³⁰
------------------	-----------------	---

izvoz

546
7

uvoz

518
6

101

Priloga 2: Zapisnik štetja prometa na Savski cesti

Savska cesta Ura: 26.5.2015 Datum: 15³⁰ - 16³⁰

izvoz

|||||

|||||

|||||

|||||

|||||

417
4

uvoz

↑

|||||

|||||

|||||

|||||

392
4

→

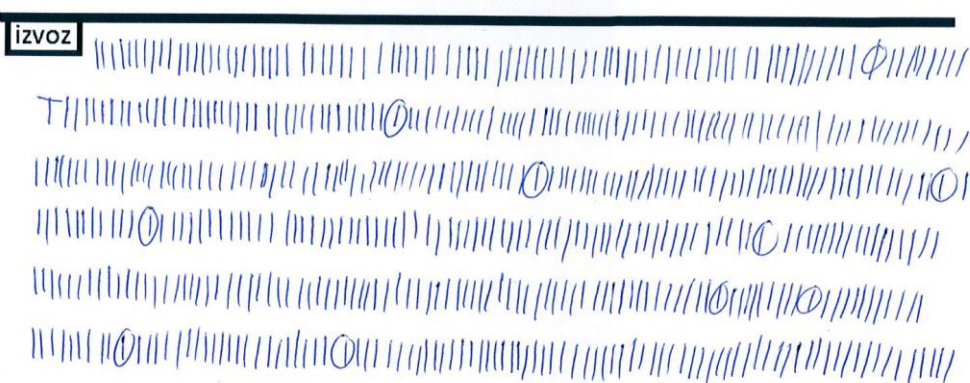
|||||

25

Priloga 4: Zapisnik štetja prometa na Štajerski cesti

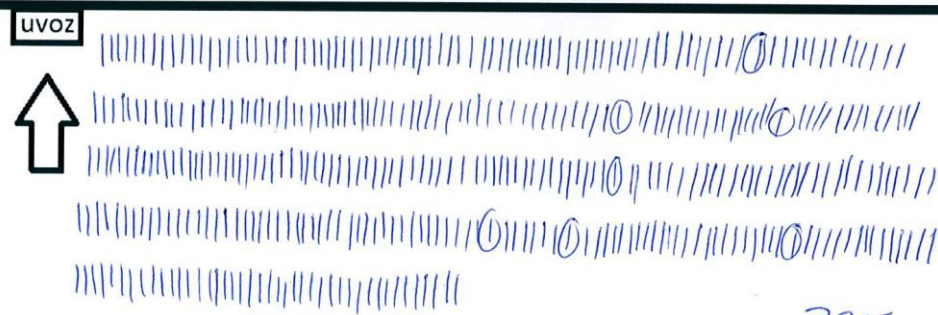
Štajerska cesta	Ura: 28.5. 2015	Datum: 15 ³⁰ - 16 ³⁰
-----------------	-----------------	--

izvoz

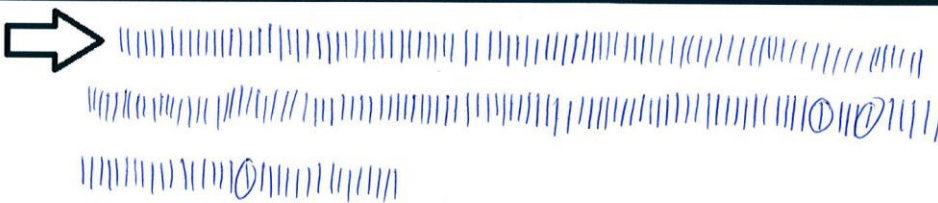


575
10

uvoz



395
7



209
3