

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

DIPLOMSKO DELO

**Varnostna primerjava treh tipov križišč – semaforizirano, turbo
krožišče in klasično krožišče v mestu Maribor**

Kandidat: Benjamin Mohorko

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060194

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor: Bojan Dapčević, univ. dipl. inž. gradb.

Maribor, 2015

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani/a Benjamin Mohorko, z vpisno št 11190060194, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom Varnostna primerjava treh tipov križišč – semaforizirano, turbo krožišče in klasično krožišče v mestu Maribor , ki sem ga napisal/a pod mentorstvom Bojana Dapčeviča, univ. dipl. inž. gradb.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena projektna naloga izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, julij 2015

Podpis študenta:

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju predavatelju Bojanu Dapčeviču, univ. dipl. inž. grad., za strokovno pomoč in svetovanje pri pisanju diplomskega dela.

Zahvala velja tudi mag. Nataši Gajšt z Ekonomsko-poslovne fakultete Univerze v Mariboru, ki mi je ustrezno in pravilno prevedla povzetek in tako onemogočila nepotrebne napake v prevodu.

Posebna in iskrena zahvala gre mojima staršema in partnerki za zaupanje, podporo, čas in njihov trud, ki so ga vložili vame v času mojega študija, ter predvsem, ker so ves ta čas brezpogojno verjeli vame.

POVZETEK

Diplomsko delo predstavlja varnostno primerjavo treh tipov križišč, in sicer semaforiziranega križišča, klasičnega krožnega križišča in turbo-krožnega križišča. Namen diplomskega dela je spoznati vse predvidene tipe križišč in poiskati čim bolj optimalno rešitev. Diplomsko delo se navezuje na preureditev semaforiziranega križišča na območju Maribora, in sicer križišča Ptujске ceste, Tržaške ceste in Ceste proletarskih brigad. Na začetku so podani strokovni termini za vsak zgoraj naštet tip križišča. Predstavljeni so vsak posamezno, predstavljene so njihove prednosti in pomanjkljivosti, način vožnje, pravila vožnje. Velik poudarek je tudi na prometni varnosti znotraj teh tipov križišč, omenjena pa je tudi njihova zmožnost prepustnosti vozil. Na kratko je predstavljeno tudi, kaj sploh je križišče, prav tako nekatere osnovne trditve v zvezi s križišči. Opisi posameznih poglavij so tudi slikovno podkrepljeni, predvsem za lažjo predstavo samega besedila, ki je podano. Na koncu pa so podane tri rešitve glede na vse prej navedno. Rešitve so podane na podlagi strokovne terminologije in lastnih ugotovitev in razmišljanja tekom samega pisanja diplomskega dela. Rešitve so podane tudi s pomočjo do sedaj pridobljenega znanja na fakulteti.

Ključne besede: semaforizirano križišče, krožno križišče, turbo-krožno križišče, prepustnost, prednosti, pomanjkljivosti, varnost.

ABSTRACT

Safety comparison of three types of intersections - traffic lights, turbo roundabout and classic roundabout in the city of Maribor

The diploma thesis presents a comparison of road safety of three types of road junctions, i.e. traffic light controlled crossroad, classic roundabout and turbo roundabout. The aim of this thesis is to study all potential types of road junctions in a specific location and to find the most optimal solution. The thesis is based on the reconstruction of traffic light controlled crossroads in Maribor at the junction of Ptujška road, Tržaška road and Cesta proletarskih brigad road. After a brief introduction in which fundamental concepts regarding road junctions are defined, professional terminology and explanation of the above three types of junctions is provided separately. The explanation also includes their advantages and disadvantages, driving in a particular type of a junction and relevant driving rules. A large emphasis is placed on traffic safety in these junctions. Their capacity is also mentioned. In order to support our claims, the descriptions of these road junctions include visual material as well. In the final part of the thesis, three separate solutions are given for the location. They are based on professional terminology, our own research and findings during the thesis preparation as well as on the theoretical and practical knowledge acquired during our studies at the Faculty.

Keywords: traffic light controlled crossroads, classic roundabout, turbo roundabout, road capacity, advantages, disadvantages, safety

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	10
1.1 OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE	10
1.2 NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	11
1.2.1 Namen	11
1.2.2 Cilji	11
1.2.3 Osnovne trditve	12
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE.....	12
1.4 PREDVIDENE METODE RAZISKOVANJA	13
2 CESTNA KRIŽIŠČA	14
2.1 SPLOŠNO O CESTNIH KRIŽIŠČIH	14
2.2 SPLOŠNA NAČELA PRI OBLIKOVANJU KRIŽIŠČ	15
2.2.1 Kriterij prometne varnosti	15
2.2.2 Kriterij prepustnosti	16
2.2.3 Kriterij ekonomičnosti	16
2.2.4 Kriterij vklapljanja v okolje	17
3 SEMAFORIZIRANO KRIŽIŠČE PTUJSKA CESTA–TRŽAŠKA CESTA–CESTA PROLETARSKIH BRIGAD	18
3.1 PROJEKTNO TEHNIČNA ZASNOVA SEMAFORIZIRANEGA KRIŽIŠČA	18
3.2 ANALIZA PREPUSTNOSTI	21
3.3 PRAVILNA VOŽNJA IN OBNAŠANJE V KRIŽIŠČU	21
3.4 PROMETNA VARNOST SEMAFORIZIRANIH KRIŽIŠČ	23
4 KROŽNO KRIŽIŠČE PTUJSKA CESTA–TRŽAŠKA CESTA–CESTA PROLETARSKIH BRIGAD	26
4.1 POSEBNOSTI KROŽNIH KRIŽIŠČ	26
4.2 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI.....	28
4.3 PROMETNA VARNOST	29
4.3.1 Posebnosti obravnavanega krožnega križišča	30
4.3.2 Motorni promet	31
4.3.2 Pešči in kolesarji.....	36
4.3.3 Ukrepi za zagotavljanje prometno varnega krožnega križišča	37
4.4 DELITEV KROŽNIH KRIŽIŠČ	39
4.4.1 Delitev glede na lokacijo in velikost	39
4.4.2 Delitev glede na namembnost	40

4.4.3 Delitev glede na število krakov	41
4.4.4 Delitev glede na število vozniških pasov	41
4.4.5 Delitev glede na vodenje posameznih poti	42
5 TURBO KROŽIŠČE PTUJSKA CESTA–TRŽAŠKA CESTA CESTA PROLETARSKIH BRIGAD	44
5.1 NASTANEK RAZVOJA TURBO-KROŽNIH KRIŽIŠČ	44
5.2 VRSTE TURBO-KROŽNIH KROŽIŠČ	45
5.3 LASTNOSTI TURBO-KROŽNIH KROŽIŠČ	46
5.4 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI TURBO-KROŽNIH KRIŽIŠČ	48
5.5 PREPUSTNOST IN HITROST V TURBO-KROŽNIH KRIŽIŠČIH	50
5.5.1 Teoretične raziskave	53
5.5.2 Eksperimentalne raziskave	54
5.5.3 Simulacijske raziskave	54
5.5.4 Hitrost	55
5.6 PROMETNA OPREMA IN SIGNALIZACIJA V TURBO-KROŽNIH KRIŽIŠČIH	56
5.6.1 Elementi za ločitev vozniških pasov	56
5.6.2 Prehod za pešce in kolesarje	57
5.6.3 Razsvetljava turbo-krožnega križišča	57
5.6.4 Vertikalna in talna signalizacija v turbo-krožnih križiščih	58
5.7 PROMETNA VARNOST TURBO-KROŽNIH KRIŽIŠČ	60
6 PREDLOG REŠITVE ZA SEMAFORIZIRANO KRIŽIŠČE PTUJSKA CESTA– TRŽAŠKA CESTA–CESTA PROLETARSKIH BRIGAD	62
6.1 PREDLOG KRATKOROČNE NARAVE	62
6.2 PREDLOG DOLGOROČNE NARAVE	66
6.3 PREDLOG OPTIMALNE REŠITVE	68
6.3.1 Turbo-krožno križišče	69
6.3.2 Pametni semaforji	69
7 ZAKLJUČEK	74
7.1 SLABOSTI OBRAVNAVANIH TIPOV KRIŽIŠČ	75
7.2 PREDNOSTI OBRAVNAVANIH TIPOV KRIŽIŠČ	77
8 LITERATURA IN VIRI	83
8.1 LITERATURA	83
8.2 VIRI	83
8.2 ELEKTRONSKI VIRI	84

KAZALO SLIK

Slika 1: Semaforizirano križišče tržaška cesta–ptujška cesta–cesta proletarskih brigad.....	19
slika 2: Preglednost križišča	23
Slika 3: Prikaz slabega stanja talnih označb in uničenosti cestne površine.....	24
Slika 4: Klasično krožno križišče	27
Slika 5: Osnovni elementi krožnega križišča	30
Slika 6: Prikazan zapiranje voznega pasu in posledica neupoštevanja prometnih predpisov ..	31
Slika 7: Konfliktne točke v štirikrakem klasičnem in štirikrakem krožnem križišču	32
Slika 8: Opozorilna tabla, ki udeleženca v prometu obvešča o poteku razvrstitve v prometu.	33
Slika 9: Tipi prometnih nesreč v krožnih križiščih.....	34
Slika 10: Konfliktne točke v dvo- in tritračnem krožnem križišču z enim uvoznim pasom	35
Slika 11: Načini vodenja pešcev in kolesarjev v območju krožnega križišča	36
Slika 12: Vodenje krakov v krožišče: levo – nepravilno, desno – pravilno	38
Slika 13: Oblika ločilnega otoka v odvisnosti od velikosti krožnega križišča in predvidene hitrosti.....	38
Slika 14: Vodenje pasov mimo krožnega križišča.....	43
Slika 15: Osnovni koncept turbo-krožnega križišča in os simetrije	48
Slika 16: Turbo-krožno križišče pod ukc maribor	50
Slika 17: Prikaz posebnega uvoznega in izvoznega pasu v turbo-krožnem križišču	52
Slika 18: Primerjava prepustne sposobnosti običajnega dvopasovnega in eksperimentalnega turbo-krožnega križišča.	53
Slika 19: Opozorilna tabla, ki udeležencem v prometu omogoča pravočasno razvrstitev, da ne prihaja do prepletanja in omogoča večjo prepustnost, saj se udeleženci lahko še pravočasno odločijo za ustrezno razvrstitev	55
Slika 20: Deniveliran otok.....	56
Slika 21: Dimenzije prehoda za kolesarje v turbo-krožnem križišču.....	57
Slika 22: Postavitev svetilk v velikem krožnem križišču	58

Slika 23: Prikaz vertikalne in horizontalne prometne signalizacije	59
Slika 24: Pogled na celotno turbo-krožno križišče, z jasno vidnimi cestnimi in talnimi označbami ter sredinskih otokom, ki preprečuje pogled preko krožnega križišča	59
Slika 25: Primerjava današnjega semaforja in način delovanje pametnega semaforja	63
Slika 26: Primer montažnega križišča	65
Slika 27: Krožišče tomačevo	68
Slika 28: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji	71
Slika 29: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji	71
Slika 30: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji	72
Slika 31: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji	72
Slika 32: Primer realnega stanja cestišča glede na zahteve projektiranja	76
Slika 33: Deniveliran dvignjen otok za ločevanje pasov in ustrezna talna označba.	78
Slika 34: Polna črta, ki prekinja vozni pas in zapoveduje vožnjo v zgolj določeni smeri za vozila na zunanjem pasu	79
Slika 35: Opozorilna tabla za razvrščanje pri trgovskem centru qlandia	80
Slika 36: Opozorilne table za razvrščanje vozil	81

KAZALO TABEL

Tabela 1: Osnovne oblike križišč	20
Tabela 2: prikaz konfliktnih točk v klasičnem štirikrakem križišču in v štirikrakem krožnem križišču	32
Tabela 3: Delitev glede na lokacijo in velikost. Navedene so zgolj informativne vrednosti za štirikraka krožišča z enakomerno porazdelitvijo prometnih tokov	40

1 UVOD

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

V diplomskem delu se bomo podrobno srečali s tremi tipi križišč. Osredotočili se bomo na obravnavo semaforiziranega križišča v Mestni občini Maribor. Primerjali ga bomo z dvema tipoma krožnih križišč, in sicer s klasičnim krožnim križiščem in t. i. turbo-krožnim križiščem, ki se prav tako nahajata v Mestni občini Maribor. Za vsakega izmed teh treh bomo zapisali osnovne podatke o njih, kako se jih projektira, kakšno prometno signalizacijo potrebujejo, kako jim zagotovimo pravilno prepustnost, s čim zagotavljamo umirjanje prometa v njih ipd. Za primerjavo smo se odločili vzeti sledeča križišča: semaforizirano križišče, ki se nahaja na stiku Ptujске ceste in Ceste proletarskih brigad, krožno križišče na Cesti proletarskih brigad pri trgovskem centru Qlandia in turbo-krožno križišče med Univerzitetnim centrom Maribor in trgovskim centrom Europark. Za te smo se odločili, saj tudi sami kot aktivni udeleženci v prometu opažamo, da tukaj prihaja do marsikaterih neljubih dogodkov in prekrškov v cestno prometnem sistemu. Zavaljo tega se bomo v diplomski nalogi predvsem posvetili zagotavljanju varnosti in predvsem opisali varnostne metode, ki se jih uporablja za zagotavljanje ustrezne varnosti udeležencev v prometu. Poizkusili bomo tudi podati ustrezne kratkoročne in dolgoročne ukrepe za še večjo zagotavljanje varnosti in predloge nekih optimalnih rešitev, ki bi lahko z zelo malimi sredstvi ali posegi veliko pripomogli k izboljšanju varnosti vseh udeležencev, ki se pojavljajo v teh treh tipih križišč.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

1.2.1 Namen

Namen diplomskega dela je narediti primerjavo med tremi različnimi tipi križišč. V diplomskem delu bomo primerjali klasično semaforizirano križišče, klasično krožno križišče (rondo) in turbo-krožno križišče. Pri tej primerjavi se bomo osredotočili predvsem na varnostne sisteme in samo varnost, ki jo je potrebno zagotoviti ali bi jo bilo pomembno še dodatno izboljšati in prikazati, zakaj semaforizirano križišče spremeniti v krožno križišče.

1.2.2 Cilji

Cilj je podati osnovne informacijske podatke o posameznem tipu križišča oz. krožnega križišča. Zapisati osnovne podatke, iz katerih je jasno razviden opis posameznega tipa in način projektiranja.

Naloga bo zahtevala tudi podroben posamezen opis vsakega tipa križišča oz. krožnega križišča. Zapisati bo potrebno osnovne projektno tehnične lastnosti in jih predstaviti; opisati, katere so prednosti in pomanjkljivosti posameznih tipov. Predvsem pa opisati, kakšna je prometna varnost pri posameznih tipih križišč oz. krožnih križišč. Semaforizirano križišče izvesti kot krožno križišče oziroma turbo krožišče glede na ugotovitve. Pri krožiščih bomo tudi zapisali, na katere parametre jih delimo, kakšen je bil nastanek krožišč, katere vrste vse poznamo ter kakšno prometno opremo in signalizacijo potrebujemo. Obravnavali bomo tudi različne posebnosti, ki se navezujejo na posamezen tip križišča oz. krožnega križišča.

1.2.3 Osnovne trditve

Osnovne trditve v diplomskega dela so bile naslednje:

- Krožna križišča omogočajo večjo propustnost vozil.
- Krožna križišča pozitivno vplivajo na hitrost oz. zmanjšanje hitrosti udeležencev v prometu.
- Semaforizirana križišča s pomočjo SSN vplivajo na umirjanje prometa.
- Krožna križišča imajo boljši vpliv na okolje, saj ne prihaja do tolikšnih ustavljanj kot pri semaforiziranih križiščih.
- Zagotavljanje varnosti je ključnega pomena pri vseh tipih križišč, vendar pri vsakem na svoj ustrezen način.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavke diplomskega dela so bile naslednje:

- Križišča različnih tipov nas spremljajo na vsakem koraku.
- Varnost je ključen faktor, ki ga je potrebno zagotavljati v križiščih in krožiščih.
- Urejenost krožnih križišč in križišč omogoča večjo prepustnost in posledično hitrejši promet, ki pa je še vedno varen za vse udeležence v prometu.
- Poznavanje varne vožnje skozi krožišča je še vedno resen problem, kajti predvsem starejši vozniki in objestni vozniki ne upoštevajo pravil varne vožnje skozi križišča in krožna križišča.
- Zagotoviti kratkoročne in dolgoročne predloge reševanja prometne varnosti in zagotoviti oz. zapisati idejne ali optimalne rešitve pri prej omenjeni prometni varnosti.

V diplomskem delu smo se srečevali z omejitvami. Te pa so bile naslednje:

- Diplomsko delo bo zajemalo izključno tri tipe križišč oz. krožnih križišč, zavedati se moramo, da je tipov mnogo več znotraj le teh naštetih.
- Omejitev je tudi ta, da se diplomska naloga ne piše zaradi potreb določenega projekta in kasnejše realizacije, tako da nimamo konkretnih zahtev po pisanju.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Diplomskega dela smo se lotili z objektivnim in s sistematičnim raziskovanjem posameznih tipov križišč oz. krožnih križišč. Razdelili smo si jo na tri dele oz. na tri tipe, ki smo jih posamezno raziskovali in jih razdelili na enake in najbolj ključne termine, ki so jasno prikazani v kazalu vsebine.

Uporabljali bomo naslednje metode dela:

- metodo opisovanja (opisovali in orisali smo stanje, dejstva, pregledali smo zakonodajo s tega področja. Metodo opisovanja smo uporabljali tudi v teoretičnem delu diplomske naloge, kjer smo opisali znane termine o semaforiziranih križiščih in o krožnih križiščih.),
- metodo zbiranja (zbirali smo podatke o vseh treh tipih križišč, ki so že prej večkrat omenjeni, ogledali smo si posamezne tipe, jih fotografirali in tako prišli do lastnih virov, pregledali prometno signalizacijo, kje se nahaja, ali je ustrezno vidna itd.),
- seznanili smo se tudi z ustrezno literaturo in elektronskimi viri, prav tako smo pri pristojnih organih povprašali po statistiki prometnih nesreč in težav na predvidenih križiščih.

2 CESTNA KRIŽIŠČA

2.1 Splošno o cestnih križiščih

Križišče je prometna površina, na kateri se v isti ravnini združujeta ali križata dve ali več cest. Križišče predstavlja zavoljo prepletanja več različnih prometnih tokov, največkrat različnih tipov vozil, pogosto pa se v križišče vključujejo tudi drugi udeleženci cestnega prometa. Najpogostejše so to pešci in kolesarji, torej zavoljo velikosti križišč so ravno ti udeleženci velik razlog za tveganje, da pride do nezgod z lažjimi ali hujšimi posledicami. Te trditve potrjujejo tudi statistični podatki o prometnih nesrečah. Prometne nesreče so najpogostejše v naseljih, kjer je hitrost manjša. Logično pa je, da so posledice nesreč izven naselja pogostejše hujše, saj je letam mnogo večja hitrost. Križišče sestavljajo tudi prehodi za pešce in kolesarske poti. Razvrstilni prometni pasovi ne sodijo h križišču, temveč so sestavni del širšega območja križišča (<http://www.varna-voznja.si/krizisce>).

Križišča morajo biti oblikovana in zgrajena tako da, (<http://www.varna-voznja.si/krizisce>):

- pogoje gibanja prometnih tokov čim bolj približamo udobnostim in pogojem odprte ceste,
- promet lahko poteka varno,
- s pravilnim medsebojnim usklajevanjem in dimenzioniranjem vseh vplivnih elementov zagotovimo potrebno prepustnost in posledično so stroški za dosego varnosti in kapacitete v sorazmerju z doseženim uspehom.

Križišča so različnih oblik, imamo trikraka, štirikraka ali večkraka križišča, poznamo pa tudi +, Y in T križišča. V zadnjih letih se v Evropi in pri nas vedno bolj uveljavljajo krožna križišča, ki imajo glede pretočnosti prometa in varnosti mnogo prednosti pred klasičnimi križišči (<http://www.varna-voznja.si/krizisce>).

V nadaljevanju diplomskega dela se bomo osredotočili na splošna načela pri oblikovanju ustreznih križišč v prometnem sistemu.

2.2 Splošna načela pri oblikovanju križišč

Križišča so tiste prometne površine, kjer se prometni tokovi ali posamezne prometne enote porazdeljujejo ali združujejo. Zavaljo tega morajo biti oblikovana in organizirana tako, da na njih ne prihaja do konfliktnih situacij oz. so le-te čim redkejše. Upoštevati je potrebno tudi, da so časovne zamude znotraj križišč čim manjše oz. krajše in da je možnost za nastanek prometnih nesreč minimalen (Lipičnik, 1989, str. 5).

Projektiranje in oblikovanje križišč znotraj mestnih prometnih površin izpostavlja določene tehnične normative za projektiranje. Upoštevati moramo naslednje normative: varnost, prepustnost, udobnost, ekonomičnost in vklapljanje v okolje (Lipičnik, 1989, str. 5).

V nadaljevanju diplomskega dela bomo omenili kriterije prometne varnosti, prepustnosti, ekonomičnosti in kriterije vklapljanja v okolje.

2.2.1 Kriterij prometne varnosti

Prometne nesreče oz. njihov nastanek je najtesneje povezan s številom konfliktnih točk in z velikostjo konfliktne površine. Z določenimi ukrepi lahko konfliktne točke in konfliktne površine zmanjšamo, in sicer (Kastelic, 1991, str. 10):

- z zmanjšanjem števila krakov križišča,
- s kanaliziranjem prometnih tokov,
- s spremembo tipa križišča in
- z zmanjšanjem števila prometnih tokov skozi križišče.

Ostali možni prometnotehnični ukrepi za zmanjšanje jakosti in števila konfliktnih situacij v nesemaforiziranih križiščih so naslednji: (Kastelic, 1991, str. 12):

- uvedba ustrezne vertikalne signalizacije,
- semaforizacija križišča,
- povečanje fizične preglednosti križišča,
- izvedba ločilnih otokov za pešce,
- označba nevoznih površin in vodilnih črt,
- uvedba dodatne javne razsvetljave in
- omogočanje obračanja v križišču.

2.2.2 Kriterij prepustnosti

Pravilno dimenzioniranje in medsebojno usklajevanje vseh vplivnih elementov je potrebno, da je zagotovljena pravilna in potrebna prepustnost križišča. Prepustnost moramo zagotoviti v vseh pogledih in v vseh smereh, prav tako mora ustrezati najmanj do konca planiranega obdobja. Pomembno je, da zagotovimo takšno stopnjo prepustnosti, da se gibanje prometnih tokov najbolj približa pogojem in udobnosti odprte ceste (Kastelic, 1991, str. 12).

2.2.3 Kriterij ekonomičnosti

Kriteriju ekonomičnosti izgradnje pomeni, da je dosežen uspeh v sorazmerju z dosego varnosti in kapacitet. S pomočjo ekonomskih raziskav in izračunov se izdelava ocena stroškov. Vsota stroškov vzdrževanja, eksploatacije in gradnje ne sme biti nikoli premajhna zaradi tega, da bi to negativno vplivalo na samo varnost (Kastelic, 1991, str. 13).

2.2.4 Kriterij vklapljanja v okolje

Načrtovanje križišč mora biti takšno, da je okolje minimalno prizadeto in da je samo križišče tudi tako oblikovano, da sovпада z okoljem. Kadar se odločimo za križišče, moramo upoštevati naslednje faktorje (Kastelic, 1991, str. 14):

- prometni hrup,
- onesnaževanje zraka,
- vklapljanje v mesto in
- vklapljanje v okolje.

V naslednjem poglavju diplomskega dela se bomo posvetili semaforiziranemu križišču Ptujška cesta–Tržaška cesta–Cesta proletarskih brigad. Podrobno bomo predstavili projektno tehnično zasnovo semaforiziranega križišča, analizo prepustnosti, pravilno vožnjo in obnašanje v križišču ter prometno varnost semaforiziranih križišč.

3 SEMAFORIZIRANO KRIŽIŠČE PTUJSKA CESTA– TRŽAŠKA CESTA–CESTA PROLETARSKIH BRIGAD

3.1 Projektno tehnična zasnova semaforiziranega križišča

Križišča so prometne površine, na katerih se cepijo, križajo, prepletajo in združujejo prometni tokovi. Križišče mora biti tehnično zasnovano tako, da lahko voznik pravočasno zazna celotno dogajanje iz vseh smeri, da lahko pravočasno zavira, se lahko pravilno vključi na stransko cesto in se lahko pravilno usmeri. Projektirana morajo biti tako, da zagotavljajo ustrezno preglednost, da lahko vsi, ki nimajo prednosti, pravočasno opazijo tiste, ki jo imajo. Projektirana morajo biti tako, da zadostijo naslednjim pogojem (Kastelic, 1991, str. 25):

- udobnost odprte ceste in pogoji morajo biti čim bolj približani pogojem gibanja prometnim tokom,
- promet mora v prvi fazi potekati varno,
- ob pravilnem projektiranju in dimenzioniranju moramo zagotoviti potrebno prepustnost in usklajenost vseh vplivnih elementov,
- stroški morajo biti tolikšni, da je doseženo sorazmerje varnosti in same kapacitete križišča glede na ekonomičnost, in
- zagotovljena mora biti tudi varnost vseh ostalih nemotoriziranih udeležencev v prometu, torej pešcev in kolesarjev.

Spodnje slike prikazujejo realno stanje obravnavanega semaforiziranega križišča. Prikazan je pogled iz vseh štirih smeri poteka vožnje. Jasno je razvidno, da vsaka smer omogoča udeležencu v prometu vključitev v tri smeri. Torej lahko udeleženec nadaljuje pot v center mesta, odloči se lahko za nadaljevanje v smeri Pohorja ali v smeri Ljubljane, Zagreba ali Avstrije. Križišče ima tudi dodaten pas iz smeri Ptujске ceste v smeri centra mesta, ki udeležencem v prometu omogoča hitrejši dostop v center in tako se ti izognejo čakanju v koloni, če niso namenjeni v določeno smer. S tem tudi poveča prepustnost prometa. Prikazano je tudi, kako so vidne cestne označbe, ki so eden izmed ključnih pogojev pri projektiranju semaforiziranega križišča in

zagotavljanju prometne varnosti, ter kakšna je realna slika stanja samega cestišča, ki je izjemno dotrajana in potrebna temeljite prenove.



Iz smeri Ceste proletarskih brigad



Iz smeri Tržaške ceste



Iz smeri Ptujške ceste, viden je tudi poseben pas v smeri Maribor–center

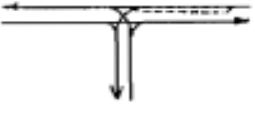
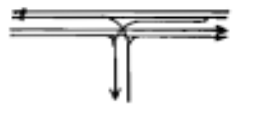
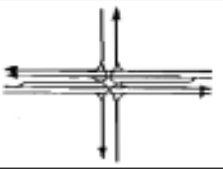
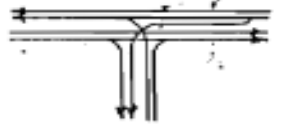
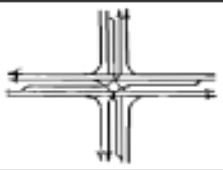
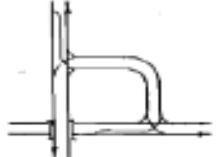
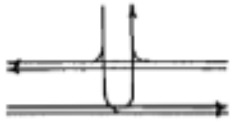
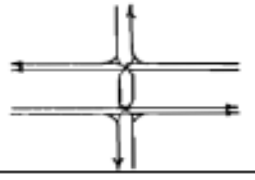
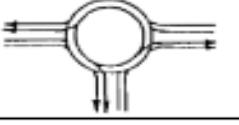
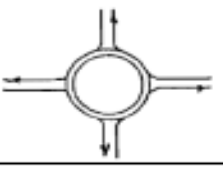


V smeri iz mesta proti Ljubljani

Slika 1: Semaforizirano križišče Tržaška cesta–Ptujška cesta–Cesta proletarskih brigad

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

Tabela 1: Osnovne oblike križišč

	OBLIKA KRIŽIŠČA	PRIKLJUČEK	KRIŽIŠČE
I	Priključek ali križanje dvopasovnih cest		
II	Priključek ali križanje dvo- in štiripasovne ceste		
III	Priključek ali križanje štiripasovnih cest		
IV	Izvennivojsko križanje dvo- ali štiripasovnih cest		
V	Križanje dvopasovnih cest (zamaknjeno)		
VI	Razmaknjeno priključevanje ali križanje dvopasovnice z najmanj eno štiripasovnico		
VII	Krožno križišče dvo- ali štiripasovnic		

Vir: Kastelic, 1991, str. 10

3.2 Analiza prepustnosti

Definicija prepustnosti ceste je pojem, ki opisuje največje možno število motornih vozil, ki peljejo skozi določen profil ceste ob upoštevanju vseh varnostnih kriterijev v določeni enoti časa in je odvisna od oddaljenosti stranskih ovir, vzponov in padcev, deleža tovornih vozil, preglednosti in stanja same ceste, torej poškodovanosti vozišča.

Projektiranje nivojskih in izvennivojskih križišč od nas zahteva temeljit razmislek glede odločitve, kako ga bomo projektirali. Križišče mora ustrezati najmanj za obdobje, za katerega je bilo planirano, to pa je lahko tudi za 20 let ali več. Potrebno je razmisliti o potrebnosti svetlobnih signalnih naprav, kako jih razvrstiti, kakšen interval jim nastaviti, da bomo zagotovili čim manjše zastoje in čim večjo prepustnost. Prepustnost križišča je potrebno zagotoviti tako, da ne bo zapostavljen niti eden udeleženec v cestno prometnem sistemu. Zagotoviti mora takšno stopnjo prepustnosti, da vozilo, ki je na cesti nižjega reda, ne bo čakalo predolgo, hkrati pa moramo zagotoviti, da se vozilo, ki je na cesti višjega reda, ne bo predolgo zadrževalo na prednostni cesti, medtem ko bi rado zavilo na cesto nižjega reda (Tollazzi, 2005, str. 112).

3.3 Pravilna vožnja in obnašanje v križišču

Poznamo križišča enakovrednih cest. V teh križiščih velja pravilo, da ima prednost tisto vozilo, ki prihaja z desne strani. To pravilo je eno izmed dveh temeljnih pravil o prednosti na križišču, v primeru, da v križišču prednost ni urejena s prometno signalizacijo. Drugo temeljno pravilo v takšnem tipu križišča je t. i. pravilo srečanja. Pri tem pravilu gre za to, da mora voznik, ki zavija levo, pred sebe spustiti vozila, ki prihajajo iz nasprotne smeri ali zavijajo desno. Enako velja tudi v primeru kolesarjev in motoristov. Vsi vozniki, ki zavijajo desno, morajo pred seboj mimo spustiti vsa vozila, ki vozijo v isti smeri, prav tako pa tudi vse kolesarje. Prednost imajo tudi avtobusi in druga vozila, ki vozijo po označenem prometnem pasu za vozila javnega prevoza. Posebno pozornost morajo vozniki nameniti tudi pešcem. Predvsem v primeru, ko imajo namen zaviti levo ali v desno in pri tem sekajo poti pešcev ali kolesarjev. Pri zavijanju v levo pa morajo biti še posebej pozorni na nasproti vozeča vozila. Enaka pravila veljajo tudi,

kadar je promet v križišču urejen s prometno signalizacijo oz. s svetlobnimi signalnimi napravami. Še vedno je pomembno pravilo desnega in pravilo srečanja, saj kljub temu, če je promet urejen s semaforji, ta pravila držijo. Posebnost v tem primeru so zgolj intervencijska vozila, torej vozila z modro lučjo in protokolarna vozila, ki uporabljajo modro-rdečo luč in modro-zeleno luč. Ta vozila imajo prednost pred vsemi, ne glede na tip križišča in ne glede na to, ali je enakovredno ali opremljeno s svetlobnimi signalizacijskimi napravami. Vendar kljub svoji prednosti morajo upoštevati zgoraj navedena pravila in ne smejo ogrožati varnosti drugih udeležencev v prometu ob prečkanju križišča.

Kultura vožnje je zelo pomembna predvsem iz vidika varnosti vseh udeležencev v cestno prometnem sistemu. Zavrlo tega se mora npr. voznik, ki v križišču zavija levo, zapeljati v sredino križišča, če prometna signalizacija ne določa drugače, ali če tega ne dopušča promet iz nasprotne smeri, torej da ni kanaliziranih površin za varno vožnjo v sredini križišča. Takšno pravilo ima dve pozitivni lastnosti. Voznik lažje in hitreje zapusti križišče, predvsem pa je tudi mnogo bolj opazen od ostalih udeležencev. Menjavanje prometnih pasov v križišču je prepovedano, izjema so krožna križišča določenega tipa. To je prepovedano v primeru, kjer v križišče vodita zgolj dva prometna pasova. Voznik, ki pripelje v križišče iz smeri, kjer je samo en prometni pas, in zavija na območje, kjer je več prometnih pasov, ima pravico zapeljati na kateri koli prometni pas želi, vendar samo v primeru, da mu na drugi pas od nikoder ne prihaja drugo vozilo oz. voznik. Vsi vozniki se morajo zavedati, da velja še eno pomembno pravilo, ki se ga ob projektiranju in ob tehničnih zasnovah križišča ne sme spregledati. Pravilo se navezuje na kolesarje in govori o tem, da imajo vsi kolesarji prednost pred vozniki, razen v primeru, da ni ustrezno prikazano, da je kolesarjem odvzeta prednost s predpisanim prometnim znakom. Če tega znaka ni in je kolesarjem prednost vseeno odvzeta, se to smatra za izjemno nevarno in hudo napako izvajalca pri projektiranju križišča (<http://www.varna-voznja.si/krizisce>).

3.4 Prometna varnost semaforiziranih križišč

Križišča so varna tedaj, ko se lahko vozniki v njih pravilno obnašajo. To pomeni da (Kastelic, 1991, str. 18):

- voznik pravočasno zazna križišče,
- je križišče lahko prevozno,
- je križišče pregledno in
- kadar lahko voznik z enim pogledom zajame celotno križišče.



Slika 2: Preglednost križišča

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

Križišče je varno za uporabnike v cestno prometnem sistemu takrat, ko je oblika križišča usklajena z dinamičnimi in geometrijskimi značilnostmi gibanja vozil. Temu zadostimo takrat, ko upoštevamo naslednje pogoje:

- oznake na vozišču so jasno vidne, tako vertikalne kot horizontalne,
- robovi prometnih otokov in ceste morajo prilagojeni tudi geometriji vožnje težjih vozil in
- vsi prometni pasovi so dovolj široki tako na cestnih odsekih pred križiščem in tudi v samem križišču.



Slika 3: Prikaz slabega stanja talnih označb in uničenosti cestne površine

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

V primeru, da se ti pogoji ne upoštevajo in se kasneje spozna, da bi bilo potrebno katerega izmed njih narediti naknadno. Vključene so slike, ki prikazujejo realno stanje že prej omenjenega semaforiziranega križišča. Jasno je vidno, da kriteriji, ki smo jih navedli v določenih vidikih, niso zadovoljeni, primer tega je jasna razvidnost talnih cestnih označb. Glede preglednosti semaforiziranega križišča težko rečemo, da ne zadostuje pogojem, saj je dobro pregledno. Mogoče je malo slabša preglednost iz smeri Tržaške ceste proti centru mesta, v primeru, da želimo pot nadaljevati v smeri Ptuja. V tem delu križišča pogled krade manjši gozdček. Vsi, ki vozimo skozi to semaforizirano križišče, opazimo, da so vozni pasovi dovolj široki, vendar križišče ni enakomerno postavljeno v smeri iz in v mesto. Kadar se peljemo iz mesta v smeri proti Ljubljani, opazimo, da če po notranjem pasu peljemo ravno proti Ljubljani, pridemo, ko prečkamo križišče dejansko, na zunanji pas križišča. Tukaj je ponovno krivda v slabih cestnih označbah. Pridemo do zaključka, da se nam prvotni stroški drastično povečajo,

saj je dodaten poseg v že obstoječe stanje mnogo dražji kot ob sami gradnji objekta (Kastelic, 1991, str. 15).

V nadaljevanju bomo s pomočjo teoretičnih podatkov bralcu približali krožno križišče Ptujška cesta–Tržaška cesta–Cesta proletarskih brigad in tako bomo v tem poglavju povzeli posebnosti krožnih križišč, njihove prednosti in pomanjkljivosti, prometno varnost, omenili bomo tudi udeležbo pešcev in kolesarjev v prometu, prometno varnega krožnega križišča in delitev krožnih križišč. Delitev bomo razmejili in sicer glede na:

- lokacijo in velikost,
- namembnost,
- število krakov in
- število vozniških pasov (http://sl.wikipedia.org/wiki/Prometna_varnost).

4 KROŽNO KRIŽIŠČE PTUJSKA CESTA-TRŽAŠKA CESTA-CESTA PROLETARSKIH BRIGAD

4.1 Posebnosti krožnih križišč

Krožna križišča imajo določene lastnosti, zaradi katerih jih razlikujemo od drugih klasičnih križišč. Te posebnosti so sledeče (Tollazzi, 2005, str. 100):

- v krožnih križiščih se vozi v smeri gibanja urinega kazalca ali obratno,
- prednost imajo vozila v krožnem toku pred vozili na uvozi v krožno križišče,
- majhna krožna križišča v urbanih območjih omogočajo vožnjo z velikimi zasučnim kotom sprednjih koles in z majhnimi hitrostmi,
- za kolesarje in pešce veljajo v krožnih križiščih enaka pravila kot v klasičnih križiščih,
- v krožnih križiščih je prepovedana vzvratna vožnja,
- kolesarji in pešci imajo pri izvozu iz krožnega križišča prednost pred ostalimi udeleženci v prometu,
- krožna križišča so križišča, kjer se prepleta kombinacija neprekinjenega in prekinjenega prometnega toka,
- vozilo na uvozu v krožno križišče se v primeru prostega krožnega križišča ne ustavlja, vendar se z zmanjšano hitrostjo uvozi v krožni tok,
- v krožnem križišču majhnim vozilom ni dovoljeno voziti po neasfaltiranemu (tlakovanemu) delu krožnega križišča ali na povoznem delu središčnega otoka, takšna vožnja je dovoljena zgolj avtobusom, tovornim vozilom s prikolico, sedlastim vlačilcem ...



V smeri proti trgovskemu centru Qlandia



V smeri proti Pohorju



Iz smeri trgovskega centra Qlandia



Iz smeri Pohorja proti mestu

Slika 4: Klasično krožno križišče

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

Slike nam prikazujejo realno stanje obravnavanega krožnega križišča, ki je posebno zaradi polnih črt, ki zapirajo tri izvoze na zunanjih pasovih. Ob nastanku so te lastnosti povzročale kar nekaj nevšečnosti. Trenutno jih je manj, vendar so še prisotne in ravno ena izmed mojih slik jasno prikazuje, kaj se zgodi, kadar se ne upošteva cestno prometnih predpisov v takšnem tipu krožnega križišča, več je vidno na sliki 7. Govora je o odvzemu prednosti in povzročitvi prometne nesreče.

4.2 Prednosti in pomanjkljivosti

Krožna križišča so eden izmed mnogih tipov nivojskih križišč. Vsako križišče ima svoje pozitivne prednosti in določeno pomanjkljivosti, prav tako je tudi, kadar govorimo o krožnih križiščih (Tollazzi, 2005, str. 101).

Prednosti:

- visoka raven prometne varnosti (manj konfliktnih točk, nemogoče “lovljenje zelene”,
- prepustnost prometnih tokov velikih jakosti,
- manjši čakalni časi,
- manj emisij izpušnih plinov in manj hrupa,
- mnogo bolje izrabljen prostor v naravi, predvsem pa porabljena manjša površina,
- odlična rešitev kadar imamo opravka z večkrakimi križišči,
- estetski videz,
- manjši stroški vzdrževanja,
- odličen ukrep za umirjanje prometa v urbanih območjih in
- manjšanje posledic prometnih nesreč.

Slabosti

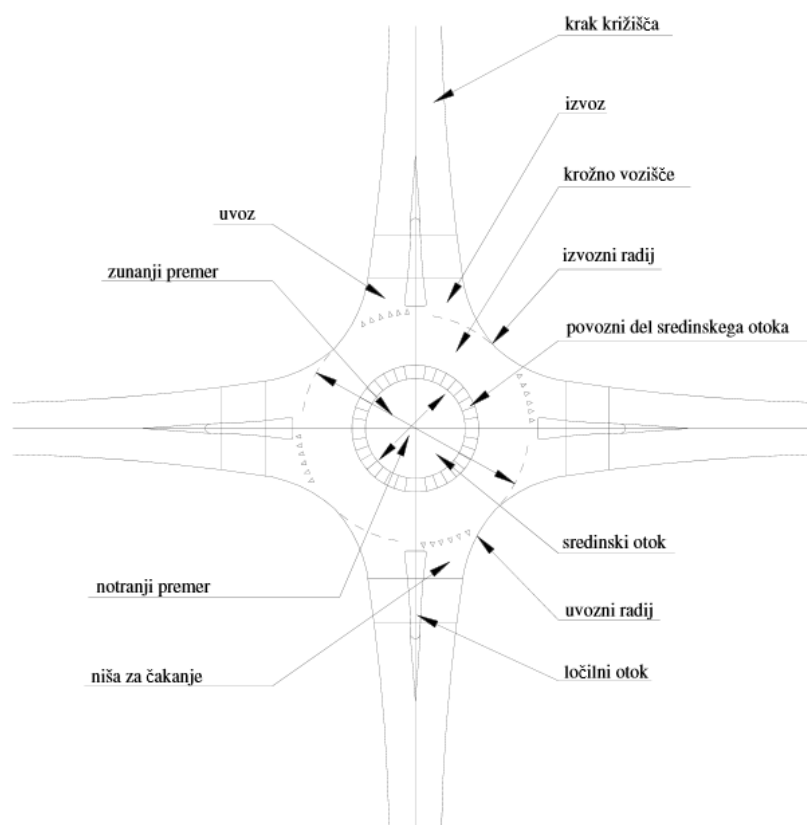
- pomanjkanje prostora za izvedbo sredinskega otoka v zazidanem območju,
- v krožnem križišču se prometa ne da urejati s prometno policijo,
- velika krožna križišča se ne pripora izvesti pred vrtci in šolami,
- slaba rešitev pri močnem toku (levih) zavijalcev,
- naknadna izgradnja semaforizacije ne vpliva bolje na kapaciteto,
- problemi pri močnem kolesarskem ali peš prometu,
- pri uvajanju dodatnih prometnih pasov v krožno križišče se drastično zmanjša prometna varnost,

- krožna križišča ne omogočajo “zelenega vala”, zato ni smotrno uvesti več krožnih križišč drugega za drugim na glavnih prometnih smereh, pri katerih je ključnega pomena hitrost,
- prav tako se krožna križišča ne uvajajo pred ustanovami, kot so bolnišnice, zdravstveni domovi, domovi za ostarele, institucijami za slepe in slabovidne ter slušno motene.

Sedaj smo opisali prednosti in slabosti krožnih križišč. Zavrlo zgoraj naštetih argumentov ni enotnega obrazca, ki bi nam povedal, kje uvesti krožno križišče. V večini primerov se za uvedbo krožnega križišča odločimo, kadar gre za rekonstrukcijo klasičnega, nivojskega nesemaforiziranega križišča. Drugi dve možnosti, ki ju imamo, pa sta dodajanje pasov za zavijalce in semaforizacija križišča (Tollazzi, 2005, str. 101).

4.3 Prometna varnost

Kadar govorimo o prometni varnosti, je ključnega pomena, da vemo, s čim imamo opravka oz. kako objekt, ki se ga bomo lotili, mora izgledati in katere elemente mora vsebovati, da je zagotovljena prometna varnost. Vsako krožno križišče ima določene osnovne elemente, ki so prikazani na spodnji sliki (Tollazzi, 2005, str. 106).



Slika 5: Osnovni elementi krožnega križišča

Vir: TSC 03.0341: 2002

4.3.1 Posebnosti obravnavanega krožnega križišča

Krožno križišče pri trgovskem centru Qlandia je bilo ob koncu izgradnje klasično krožno križišče. Šele kasneje se je spremenilo in o tem priča nadaljnje besedilo in spodnji sliki. Obravnavano krožno križišče pri trgovskem centru Qlandia je posebno zgolj iz enega vidika. V smeri treh izvozov je zunanji pas prekinjen s polno črto, ki udeležencu v prometu sporoča, da ne sme prečkati voznega pasu in nadaljevati v smeri vožnje. Primer tega je, če udeleženec prihaja iz smeri Pohorja in bi rad nadaljeval pot v smeri proti Dravogradu.

Mora obvezno uporabiti notranji pas, kajti zunanji pas mu omogoča nadaljevanje poti zgolj v smeri Ljubljane ali Ptuja. Zgoraj naveden primer tudi jasno prikazuje naslednja fotografija. Fotografija ob njej pa jasno prikazuje, kaj se zgodi v krožnem križišču, če se ne upoštevajo

pravila vožnje, ki jih določen tip krožnega križišča zahteva. Pride do odvzemov prednosti, ki v redkih primerih vodijo v prometno nesrečo z lažjimi telesnimi poškodbami, v veliki večini pa zgolj z materialno škodo.



Slika 6: Prikazan zapiranje voznega pasu in posledica neupoštevanja prometnih predpisov

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

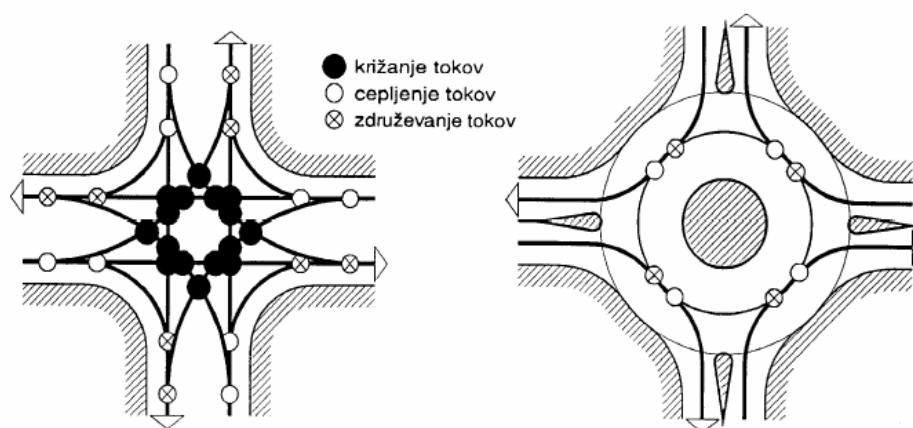
4.3.2 Motorni promet

Ključna prednost enopasovnih križišč s stališča zagotavljanja prometne varnosti, kadar jih primerjamo s klasičnimi tri ali štirikrakimi križišči, je predvsem v odstranitvi konfliktnih površin in konfliktnih točk prvega in drugega reda. Prav tako pa tudi zmanjšanja števila konfliktnih točk tretjega reda, kjer gre predvsem za priključevanje in odcepljanje (Tollazzi, 2005, str. 105).

V teoriji ima vsako klasično štirikrako križišče 32 konfliktnih točk. Od tega se delijo na 16 točk križanja, 8 točk cepljenja in 8 točk združevanja. Medtem ko ima enopasovno štirikrako križišče zgolj 8 konfliktnih točk nižjega reda, zgolj 4 cepljenja in 4 združevanja (Tollazzi, 2005, str. 105).

Kadar imamo križišča z dvopasovnimi uvozi in izvozi, se to število konfliktnih točk teoretično poistoveti z 32 točkami, vendar v realnosti je to število kljub vsemu manjše in tako imamo na uvozi in izvozi zgolj 20 konfliktnih točk (Tollazzi, 2005, str. 103).

Običajno so dovoljene večje hitrosti vožnje na večpasovnih krožnih križiščih. Problem nastopi, ker ni nikjer določeno mesto za prehod iz enega voznega pasu na drugega, čeprav se je sedaj s turbo krožišči, to zelo dobro uredilo. Vendar dokler tega ni bilo, je bil to eden izmed glavnih razlogov za nastanek večjega števila prometnih nesreč v dvopasovnih krožnih križiščih glede na primerjavo z enopasovnimi. Iz tega je jasno razvidno, da so manjša krožna križišča mnogo varnejša od večjih krožnih križišč (Tollazzi, 2005, str. 103).



Slika 7: Konfliktni točke v štirikrakem klasičnem in štirikrakem krožnem križišču

Vir: Tollazzi, 2006, str. 101

Tabela 2: Prikaz konfliktnih točk v klasičnem štirikrakem križišču in v štirikrakem krožnem križišču

Konfliktni točke v štirikrakem klasičnem križišču		Konfliktni točke v štirikrakem krožnem križišču	
križanja	16	križanja	
ceplenja	8	ceplenja	4
združevanja	8	združevanja	4
skupaj	32	skupaj	8

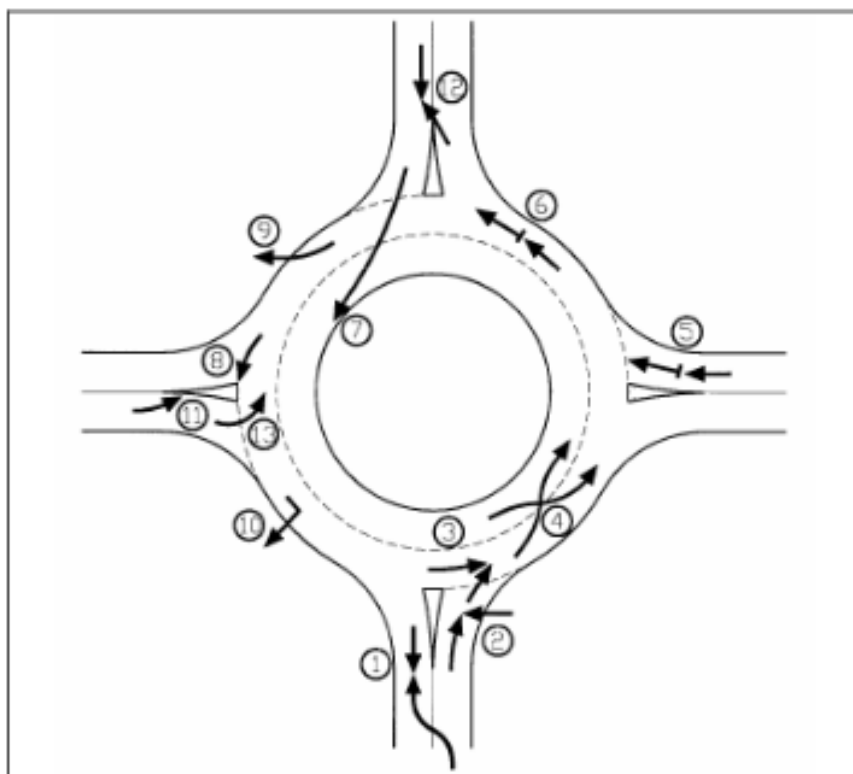
Vir: Tollazzi, 2005, str. 101

Pri krožiščih z dvema ali več voznimi pasovi v krožnem toku ne govorimo zgolj o konfliktnih točkah, ampak tudi o konfliktnih odsekih. Prometno varnost najbolj poslabšamo, kadar začnemo v obstoječi objekt vstavljati dodatne vozne pasove. Zagotavljanje prometne varnosti v krožnih križiščih zagotovimo tudi s tem, da udeležence v prometu pravočasno obvestimo o tem, da se v nadaljevanju prometa približujejo krožnemu križišču z ustrezno opozorilno tablo (Tollazzi, 2005, str. 103).



Slika 8: Opozorilna tabla, ki udeleženca v prometu obvešča o poteku razvrstitve v prometu

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

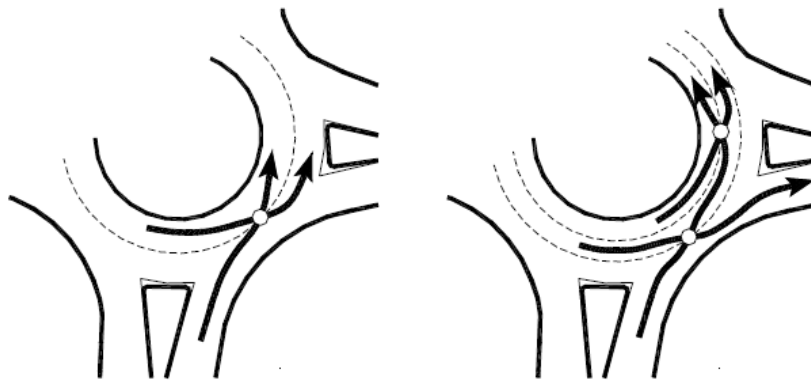


Slika 9: Tipi prometnih nesreč v krožnih križiščih

Vir: Tollazzi, 2005, str. 103

Iz zgornje slike je lepo razvidno, da se v krožnih križiščih pojavlja 13 tipov prometnih nesreč, ti tipi so sledeči (Tollazzi, 2005, str. 105):

- 1. – prehitevanje pred križiščem,
- 2. – trk s pešcem/kolesarjem,
- 3. – trk pri uvozu,
- 4. – trk pri menjavi voznega pasu,
- 5. – nalet od zadaj pri uvozu,
- 6. – nalet od zadaj pri izvozu,
- 7. – trk v središčni otok,
- 8. – trk v ločilni otok pri izvozu,
- 9. – zdrs s krožnega križišča,
- 10. – prevrnitev,
- 11. – trk v ločilni otok pri uvozu,
- 12. – zanašanje pri izvozu in
- 13. – vožnja v nasprotno smeri.



Slika 10: Konfliktne točke v dvo- in tritračnem krožnem križišču z enim uvoznim pasom

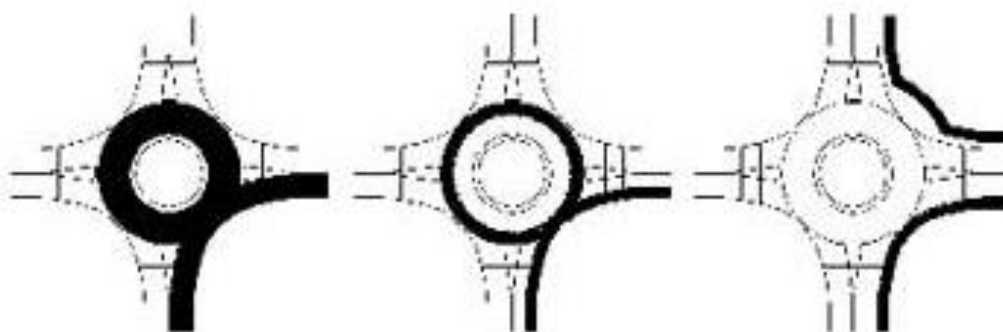
Vir: Tollazzi, 2006, str. 105

4.3.2 Pešči in kolesarji

Prometna varnost kolesarjev in pešcev je predvsem odvisna od pravilne izvedbe vertikalne in horizontalne signalizacije in ločilnih otokov. Pomembno je tudi, na kakšen način se uporablja način vodenja kolesarskega prometa v območju krožišča (Tollazzi, 2005, str. 103).

V osnovi poznamo dva načina vodenja kolesarjev v območju krožnega križišča (Tollazzi, 2005, str. 103):

- vzporedno vodenje kolesarskega prometa (poteka ob zunanjem robu krožnega križišča) in
- samostojno vodenje (v obliki koncentričnega kroga ali vzporedno z robniki).



Slika 11: Načini vodenja pešcev in kolesarjev v območju krožnega križišča

Vir: <http://www.fg.uni-mb.si/research/cccp/staff/tollazzi/slo-clanek2.html>

Kadar primerjamo vzporedno ali samostojno vodenje pešcev in kolesarjev v območju krožnega križišča, pridemo do ugotovitve, da je samostojno vodenje mnogo bolj varno glede na primerjavo z vzporednim. Vzporedno vodenje je varnejše na območjih, kjer ni velike obremenitve motornega prometa. Pri vzporednem vodenju gre za to, da sta pešec in kolesar v neposrednem stiku z motoriziranimi udeleženci v prometu oz. na isti površini. Zavaljo tega je priporočljivo namestiti denivelirane elemente v podaljšku ločilnih pasov (Tollazzi, 2005, str. 105).

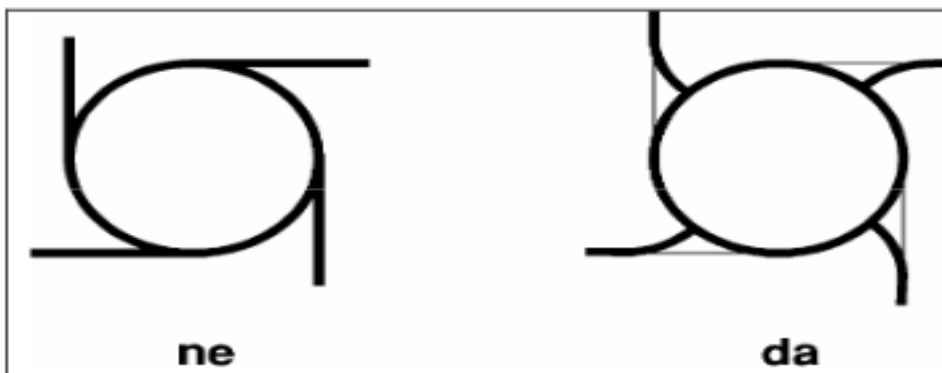
Samostojno vodenje kolesarjev in pešcev je varnejše zaradi tega, ker se vsa križanja izvajajo pod pravim kotom. Pri tem prihaja do mnogo večjega preglednega polja. Do edinih konfliktnih točk tako prihaja samo na mestih prehodov preko krakov krožišča. Vendar je tudi za ta mesta poskrbljeno, saj so pešci in kolesarji delno zavarovani z dvignjenimi otoki (Tollazzi, 2005, str. 105).

V vseh krožnih izven naselja in prav tako v naselju je priporočljivo, da se kolesarje vodi samostojno oz. ločeno. Vzporedno vodenje se naj na teh območjih izvaja zgolj tam, kjer hitrost ne presega dovoljene hitrosti 40 km/h in v conah umirjenega prometa (Tollazzi, 2005, str. 106).

4.3.3 Ukrepi za zagotavljanje prometno varnega krožnega križišča

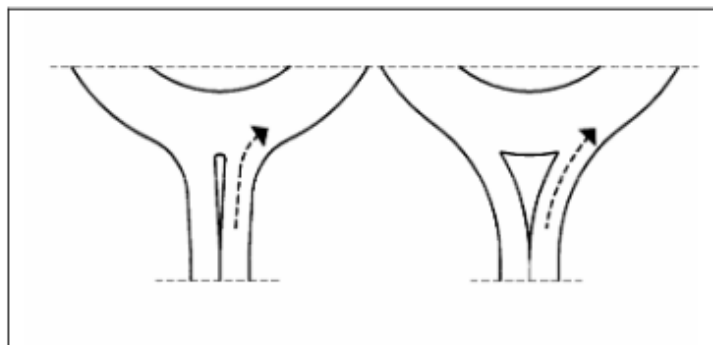
Kadar začnemo projektirati krožno križišče, moramo preveriti ustreznost lokacije in položaja v cestni mreži. Po preveritvi vsega tega pa moramo v največji možni meri upoštevati naslednje postavke (Tollazzi, 2005, str. 106):

- ukrivljenost poti vozila,
- ločilne otoke,
- prehode za pešce in kolesarje,
- uvozne in izvozne radije,
- odvodnjavanje krožišča,
- povozne dele središčnega otoka,
- širino uvoza v krožišče in dolžino razširitve,
- vodenje krakov v krožišče čim bolj pravokotno,
- razsvetljavo krožišča in
- kontrolo hitrosti vožnje skozi krožišče.



Slika 12: Vodenje krakov v krožišče: levo – nepravilno, desno – pravilno

Vir: TSC 03.341: 2002



Slika 13: Oblika ločilnega otoka v odvisnosti od velikosti krožnega križišča in predvidene hitrosti

Vir: Tollazzi, 2006, str. 113

Tukaj se predvsem ta otok navezuje na pešce, da lahko varno počakajo med posameznimi voznimi pasovi. (Tollazzi, 2005, str. 113).

4.4 Delitev krožnih križišč

Krožna križišča lahko delimo na več načinov oz. stališč. V nadaljevanju je delitev krožnih križišč, navedena po sledečem vzorcu (Tollazzi, 2005, str. 114):

- velikosti,
- namen izvedbe,
- števila krakov,
- lokaciji,
- številu vozniških pasov v krožnem loku,
- vodenju posameznih smeri in
- poveznosti sredinskega otoka.

4.4.1 Delitev glede na lokacijo in velikost

Kadar delimo krožno križišče glede na velikost, se oziramo na velikost zunanega polmera oz. zunanega premera. Vsaka država uporablja različne delitve glede velikosti. V večini držav pa je delitev glede na velikost enaka. Krožna križišča se tako delijo na štiri skupine: mini krožna križišča, majhna krožna križišča, srednje velika krožna križišča in velika krožna križišča.

Tabela 3: Delitev glede na lokacijo in velikost. Navedene so zgolj informativne vrednosti za štirikraka krožišča z enakomerno porazdelitvijo prometnih tokov

Tip krožnega križišča	Zunanji premer (m)	Okvirna kapaciteta (vozil/dan)
Mini urbano	14–25	10.000
Majhno urbano	22–35	15.000
Srednje veliko urbano	30–40	20.000
Srednje veliko (enopasovno) izvenurbano	35–45	22.000
Srednje veliko (dvopasovno) izvenurbano	40–70	–
Veliko izvenurbano	>70	–

Vir: TSC 03.341: 2002

Delitev, ki jih imajo določene posamezne države, med seboj ni mogoče primerjati. Glede na lokacijo se krožna križišča delijo na tri osnovne tipe krožnih križišč (Tollazzi, 2005, str. 115):

- krožna križišča v urbanem območju,
- krožna križišča izven urbanega območja in
- krožna križišča v prehodnem območju.

4.4.2 Delitev glede na namembnost

Prav tako kot pri lokaciji tudi pri namembnosti krožnih križišč ločimo tri osnovne tipe, ki so (Tollazzi, 2005, str. 115):

- Krožna križišča za omejevanje prometa, izvajamo jih na območjih, kjer želimo omejiti izvajanje prometa.

- Krožna križišča, pri katerih želimo zagotoviti čim večje kapacitete pri zadostni prometni varnosti. Ta tip krožnega križišča izvajamo zgolj izven urbanih območjih, v njih pa so vključeni zgolj motorizirani udeleženci.
- Krožna križišča za umirjanje prometa, ki jih izvajamo zgolj v prehodnih in urbanih območjih.

4.4.3 Delitev glede na število krakov

Kadar govorimo o delitvi krožnega križišča glede na številko krakov, govorimo o (Tollazzi, 2005, str. 115):

- trikraka,
- štirikraka,
- petkraka itd.

4.4.4 Delitev glede na število vozniških pasov

Krožna križišča glede na številko vozniških pasov delimo na (Tollazzi, 2005, str. 116):

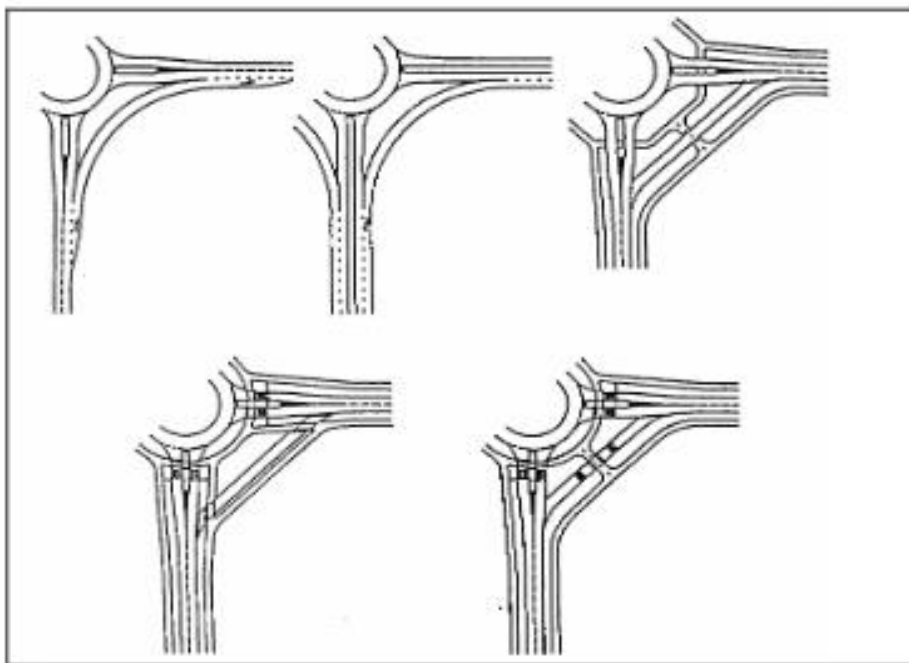
- enopasovna krožna križišča,
- dvopasovna krožna križišča in
- večpasovna krožna križišča.

Število pasov v krožnem križišču je mišljeno število krožnih vozniških pasov, ki jih mora biti toliko, kot je število pasov na uvozi in izvozi. Največje število vozniških pasov v krožnem križišču ni omejeno, vendar so načeloma največ trije vozni pasovi. Večje kot je število vozniških pasov, s tem se posledično zelo hitro manjša prometna varnost, kapacitete pa s tem ne pridobimo, saj se po mednarodnih raziskavah le-ta niti ne podvoji. Z uvedbo dodatnega pasu pridobimo na kapaciteti manj kot 40 % povečanje le-te. Krožno križišče, ki ima zgolj en vozni pas, ima osem konfliktnih točk, z dodajanjem pasu se teoretično gledano število konfliktnih

točk podvoji, skratka – več kot imamo prometnih pasov, večje je število konfliktnih točk in možnosti za nastanek prometne nezgode (Tollazzi, 2005, str. 116).

4.4.5 Delitev glede na vodenje posameznih poti

Kadar se ukvarjamo z delitvijo glede vodenja posameznih poti v krožnem križišču, imamo opravka z dvema tipoma delitev. Delimo jih lahko po številu nivojev in po načinu vodenja. Pri številu nivojev ločimo enonivojska, dvonivojska in večnivojska krožna križišča. Glede načina vodenja pa pri krožnem križišču ločimo dva tipa, in sicer vodenje v krožno križišče in vodenje mimo krožnega križišča. Način vodenja v krožnem križišču je odvisen od udeležencev v krožnem križišču. Najlažje so rešljivi primeri, ko imamo opravka zgolj z motoriziranimi udeleženci, težje pa se te težave rešijo, kadar imamo zraven še opravka s pešci in kolesarji (Tollazzi, 2005, str. 117).



Slika 14: Vodenje pasov mimo krožnega križišča

Vir: Tollazzi, 2005, str. 117

V naslednjem poglavju se bomo osredotočili na turbo krožišče Ptujška cesta–Tržaška cesta–Cesta proletarskih brigad. V njem bomo povzeli njihov nastanek in razvoj, vrste krožišč, njihove lastnosti, prednosti in pomanjkljivosti, prepustnost ter hitrost.

5 TURBO KROŽIŠČE PTUJSKA CESTA–TRŽAŠKA CESTA CESTA PROLETARSKIH BRIGAD

5.1 Nastanek razvoja turbo-krožnih križišč

Nastanek turbo-krožnih križišč sega v leto 1997, takrat je bil objavljen prvi članek na to temo, ki sta ga napisala Fortuijn in Harte. Kasneje sta bila še dva članka na to temo, in sicer leta 1999 in 2003. Zamisel glede spiralnega krožnega voznega pasu sicer ni nova, temveč je povzeta iz zelo starih načinov ureditve trgov, tako imenovanih krožnih trgov. Kaj je njegova ključna prednost? Prednosti sta ti, da izhaja iz temeljnih značilnosti sodobnih krožnih križišč, in sicer, da imajo prednost vozila v krožnem toku pred vozili na uvozu in radialno priključevanje krakov v krožno križišče. Krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča ima prav tako te lastnosti in zavržje tega spada med krožna križišča.

Prvi, ki so se lotili gradnje takšnih krožnih križišč, so bili Nizozemci, ki so jih zgradili kar lepo število. Do marca 2008 je bilo na Nizozemskem zgrajenih že več kot 80 takih krožnih križišč. Njihove raziskave pa segajo vse v leto 1996, ko se je na Nizozemskem začel poizkusni projekt za krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča. Tukaj sedaj lahko trdimo, da je Fotuijn nekakšen oče tega tipa krožnega križišča (DRSC, 2008, str. 6).

5.2 Vrste turbo-krožnih križišč

Do današnjih časov je bilo razvitih več različnih tipov turbo-krožnih križišč. Pomembno je, da je zasnova pri vseh tipov enaka, razlike so nastale predvsem zaradi različnega števila krakov in upoštevanja jakosti prometnih tokov. Tako danes poznamo naslednje oblike turbo-krožnih križišč:

- Bone turbo-krožno križišče,
- Spiralno turbo-krožno križišče,
- Rotor turbo-krožno križišče,
- Knie turbo-krožno križišče,
- Ei turbo-krožno križišče in
- Standardno turbo-krožno križišče.

Standardno turbo-krožno križišče je primerno za križišča med cesto z velikim prometnim tokom in cesto, kjer je prometni tok manjši. Njegove lastnosti so, da ima dva dvopasovna in dva enopasovna uvoza in štiri dvopasovne izvoze.

Ei turbo-krožno križišče je najbolj primerno, kadar imamo križanje dveh cest, od katerih ima ena velik prometni tok, druga pa manjšega. Njegove lastnosti so dva dvopasovna in dva enopasovna izvoza ter enako število pasov za uvoze.

Knie turbo-krožno križišče se izvede tam, kjer imamo križišče s prevladujočim potekom toka prometa v določenih smereh.

Spiralno turbo-krožno križišče je najbolj primerno izvesti tam, kjer imamo cesto z zelo velikim prometnim tokom in cesto, kjer večina voznikov zavija levo in desno. Njegove lastnosti so, da ima dva dvopasovna in dva enopasovna izvoza ter dva tripasovna in dva dvojna uvoza.

Bone turbo-krožno križišče je najbolj znano na Nizozemskem, pri njemu pa gre predvsem za dva krožna križišča, ki sta si zelo blizu in v večini primerov povezujeta hitro cesto z avtocesto.

Rotor turbo-krožno križišče je eno izmed najmanj uporabljenih turbo-krožnih križišč, saj pri njem ni mogoče zavijati v levo iz vseh smeri čez dva prometna pasova. Njegove lastnosti pa so, da ima štiri dvopasovne izvoze, štiri tripasovne uvoze, možnost zavijanje desno po dveh pasovih, možnost peljati naravnost po dveh pasovih in možnost zavijanja na levo na enem pasu (Tollazzi, 2005, str. 21-76).

5.3 Lastnosti turbo-krožnih križišč

Načrtovanje dvopasovnih krožnih križišč nam povzroča težave pri tem, kako jih oblikovati, da bi bila čim bolj varna. Tukaj se srečamo z dvema dilemama:

- Kako zmanjšati prepletanje prometa in sekanje prometnih tokov?
- Kako zmanjšati število trkov, predvsem z ranljivimi uporabniki cest?

Največje težave so prepletanje, možnost bočnih trkov, sekanje vozniških pasov itd. Želimo si vse to zmanjšati, naredimo tako, da nimamo več kot dveh vozniških pasov, ne omogočamo prevelike hitrosti. Imeti želimo krožno križišče, ki bi nam omogočalo višjo zmogljivost in bi imelo iste oz. boljše varnostne lastnosti, kot klasično dvopasovno krožno križišče. V trenutku, ko zadostimo vsem želenim pogojem, dobimo t. i. turbo-krožno križišče. Turbo-krožno križišče ima določene lastnosti, ki jih mora izpolnjevati glede udobja uporabnikov in glede varnosti (http://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEno_kri%C5%BEi%C5%A1%C4%8De).

Lastnosti, turbo-krožnega križišča glede udobja uporabnikov:

- Označene smeri, cestne označitve in ostale informacije, morajo uporabniku oz. vozniku zagotavljati najugodnejše in najboljše podatke glede na dane možnosti za izbiro pravega voznega pasu.
- Tovornim vozilom dolžine 28 m, ki imajo omogočeno upravljanje zadnjih osi, je dovoljeno, da prevozijo del sredinskega otoka.
- Prometni pasovi morajo biti dovolj široki, in sicer toliko, da lahko tovorna vozila dolžine 16,5 m nemoteno uporabljajo vozni pas, ne da bi pri tem zapeljala na drug vozni pas ali uporabila sredinski otok.
- Vsa krožišča, ki imajo spremenljivo centralno točko, morajo biti projektirana tako, da omogočajo mehko, tekoče in enakomerno vožnjo.

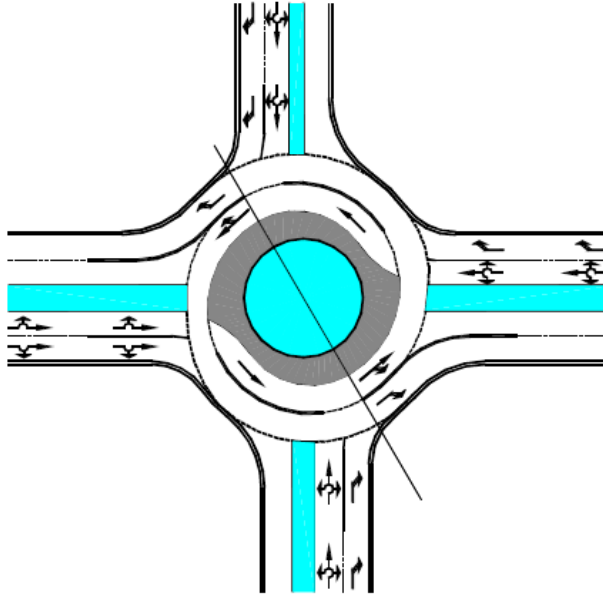
Lastnosti, ki jih morajo turbo-krožna križišča zagotavljati glede varnosti so:

- ne sme biti več kot dveh voznih pasov,
- omogočiti čim manjšo hitrost,
- nobene konfliktna točka pri izhodu iz krožišča in
- omogočiti prehode vozil med prometnimi pasovi s pomočjo fizičnih elementov za ločevanje prometnih pasov.

Ob upoštevanju vseh zgoraj zapisanih lastnosti oz. zahtev dobimo naslednje rezultate:

- Z uporabo dveh izstopnih in dveh vstopnih prometnih pasov, dobimo visoko zmogljivost vozišča.
- Vozniki mnogo raje vidijo, da lahko sami izbirajo in uporabljajo prometne pasove, ki jim najbolj odgovarjajo.
- V primeru, ko bomo notranji pas ustrezno sprojektirali, ne bomo imeli nobenih težav s prepletanjem.

Turbo-krožno križišče je krožno križišče, ki uporablja spiralen potek prometnih pasov oz. krožnega vozišča. Ključnega pomena tukaj je, da so prometnih pasovi vodeni ločeno. Prometna tokova sta fizično ločena že pred samim uvozom v krožno vozišče, prav tako sta ločena tudi na samem vozišču in na koncu sta ločeno vodena tudi na izvozu iz krožišča. Zavrlo tega odpadejo vsi možni prometni manevri, preletanja ali sekanja cestišča (Tollazzi, 2006, str. 78).



Slika 15: Osnovni koncept turbo-krožnega križišča in os simetrije

Vir: Tollazzi, 2006, str. 79

5.4 Prednosti in pomanjkljivosti turbo-krožnih križišč

Dvopasovno turbo-krožno križišče ima dve glavni prednosti in praktično nobene omembe vredne pomanjkljivosti, razen morda varnost nemotoriziranih udeležencev pred običajnim dvopasovnim krožnim križiščem in ti sta:

- večja prepustnost in
- večja raven prometne varnosti.

Pozitivne posledice ločenih voznih pasov z izjemo, kjer so mesta uvozov v primerjavi s običajnim dvopasovnim krožnih križiščem, so sledeče:

- Večja prepustnost zaradi uporabe notranjega krožnega voznega pasu, zaradi tega uvozni prometni tok ni več omahljiv pri uvažanju v krožno vozišče. Prednost tega je, da voznik opazuje vozila samo na enem delu celotnega krožnega križišča, zaradi tega je lahko mnogo bolj skoncentriran na svojo vožnjo in varno vključevanje v promet. S tem se zmanjšajo tudi zastoji in zmeda pri zpuščanju krožnega vozišča z notranjega krožnega voziščnega pasu.
- Omogočajo večje hitrosti skozi samo križišče, saj je vsakemu prometnemu toku namenjen svoj vozni pas, tako tudi ne prihaja do nevarnih prepletanj. Vse te lastnosti omogočajo vozniku občutek večje varnosti in posledično večjo, a hkrati varno hitrost.
- Negativne posledice ali pomanjkljivosti tukaj pa so, da se zmanjša varnost ostalih udeležencev v prometu, tukaj je govora predvsem o nemotoriziranih udeležencih. Te težave se najlažje rešijo tako, da se le-te udeležence vodi v drugi ravni.

Prikazano realno stanje trubo-krožnega križišča v MOM na območju pod UKC Maribor. V diplomski smo se lotili treh primerjav in med njimi je tudi to turbo-krožno križišče, ki je posebno zaradi uvoza in izvoza, ki je namenjen samo določenim udeležencem v prometu, več pa je omenjeno v nadaljevanju in kasneje predstavljeno tudi v samem zaključku.



V smeri iz centra mesta



V smeri iz izvoza za urgentna vozila



V smeri proti centru mesta

Iz smeri trgovskega centra Europark

Slika 16: Turbo-krožno križišče pod UKC Maribor

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

5.5 Prepustnost in hitrost v turb-krožnih križiščih

Kadar je govora o prepustnosti v turbo-krožnih križiščih, poznamo tri načine oz. skupine:

- teoretične,
- simulacijske in
- eksperimentalne.

V nadaljevanju bomo opisali različne teoretične raziskave v tujini in jih podkrepili s slikovnim prikazom, ki se imenuje Jakost stranskega prometnega toka (EOV/h). V okviru teh raziskav bomo podali teoretični okvir o eksperimentalni in simulacijski raziskavi ter o njihovi hitrosti.

Obravnavano turbo-krožno križišče ima izmed vseh v MOM veliko posebnost. Narejen ima uvoz in izvoz, ki ni dovoljen za uporabo za vse udeležence v prometu, temveč je na voljo samo za urgentna vozila. Ta vozila imajo tudi popolno prednost vključevanja v turbo-krožno križišče

pred ostalimi udeleženci v prometu v primeru, da imajo vklopljeno intervencijsko luč, ki oddaja zvočni signal. V tem primeru se spremeni tudi eno izmed osnovnih pravil, ki govori, da imajo pešci in kolesarji prednost pred motornimi vozili. Zgolj tukaj gre zato, da tudi ti izgubijo to prednost, če je urgentno vozilo na t. i. nujni vožnji. Spodnje slike prikazujejo primer, ki je naveden zgoraj.



Uvoz za urgentna vozila UKC Maribor

Jasno vidna tabla iz smeri Europarka in
dvižna rampa, ki nakazuje, da je uvoz zaprt
za ostali promet



Opozorilna tabla, ki udeležencem v prometu prepoveduje zavijanje v desno. Ima tudi
dopolnilno tablo, na kateri je jasno zapisano, komu je promet dovoljen.

Slika 17: Prikaz posebnega uvoznega in izvoznega pasu v turbo-krožnem križišču

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

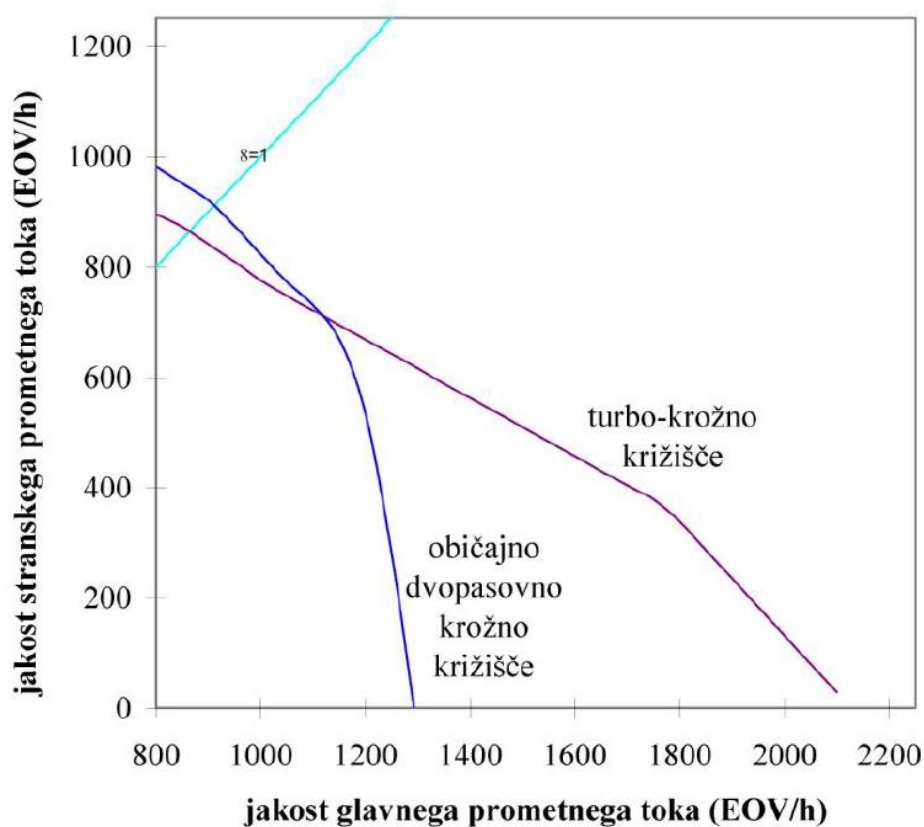
V Diplomskem delu bomo podali tudi podatke o prometni opremljenosti in signalizaciji v turbo-krožnih križiščih. Slednje bo zajemalo elemente za ločitev voznih pasov, prehod za pešce in kolesarje, razsvetljava turbo-krožnega križišča, vertikalno in talno signalizacijo v turbo-krožnih

križiščih, Na koncu tega poglavja pa bo omenjena tudi prometna varnost turbo-krožnih križišč (http://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEno_kri%C5%BEi%C5%A1%C4%8De).

5.5.1 Teoretične raziskave

Teoretične raziskave so naslednje:

- klasična Bovyeva metoda, ki se uporablja zgolj na Nizozemskem,
- prepustnost določamo s pomočjo mikro-simulacijskih modelov,
- modificirana Bovyeva enačba za izračun prepustnosti.



Slika 18: Primerjava prepustne sposobnosti običajnega dvopasovnega in eksperimentalnega turbo-krožnega križišča

Vir: Tomaž Tollazzi, 2006, str. 85

5.5.2 Eksperimentalne raziskave

Raziskav takšne vrste se poslužujejo predvsem na Nizozemskem, kjer na za to ustreznih poligonih, izven prometnih območij, izvajajo raziskave, ki se navezujejo na prepustnost vozil v klasičnem dvopasovnem krožnem križišču in v dvopasovnem turbo-krožnem križišču. Prihajajo do zelo pozitivnih rezultatov, ki dokazujejo, da imajo turbo-krožna križišča do 30 % večjo prepustnost kot klasična dvopasovna krožna križišča.

5.5. 3 Simulacijske raziskave

V vsakdanji praksi se vedno bolj poslužujemo izdelave prometnih študij, ki so postale nepogrešljiv del sleherne projektne dokumentacije, ki se nanaša na rekonstrukcijo ali novogradnjo določenih prometnih objektov. Simulacijske raziskave delimo na makroskopske in mikroskopske. Pri enih gre za to, da se simulacije izvajajo na večjem in hkratnem številu, medtem ko se pri mikroskopskih simulacijah raziskuje posamezno vsakega udeleženca v cestno prometu sistemu. Strokovnjaki s tega področja so prišli do spoznanja, da se s pomočjo modificirane Bovyeye analize prepustnost poveča za 35 % glede na klasično krožno križišče. Največ razlik je razvidnih, kadar so prometne konice in prihaja do zastojev. Takrat je lepo razvidno, da so ti zastoji pri turbo-krožnih križiščih minimalni. Kdaj je najbolj smiselno uporabiti turbo-krožno križišče? Kadar imamo ceste izven urbanega okolja, glavne ceste z veliko jakostjo prometnega toka, ceste, kjer je veliko prečkanja iz stranskih cest z manjšimi prometnimi tokovi. Zavoljo česa je turbo-krožno križišče v tolikšni prednosti glede prepustnosti. Za to obstajata dva vzroka:

- uvozni prometni tok ni več omahljiv pri uvažanju v krožno vozišče, ker voznik opazuje samo vozila na enem krožnem voznem pasu, s tem se poveča prepustna sposobnost uvozov,
- uporaba notranjega krožnega pasu je mnogo privlačnejša, saj ni nobene potrebe po prepletanju.



Slika 19: Opozorilna tabla, ki udeležencem v prometu omogoča pravočasno razvrstitev, da ne prihaja do prepletanja in omogoča večjo prepustnost, saj se udeleženci lahko še pravočasno odločijo za ustrezno razvrstitev

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

5.5.4 Hitrost

Ob dejstvu, da vozni pasovi niso ločeni, je minimalna hitrost prehoda skozi dvopasovno krožišče, ki ima notranji radij 30 m, nekje 48 km/h. V turbo-krožnem križišču se hitrost v povprečju oz. v večini zmanjša na 38 km/h, takšna hitrost je podobna hitrosti na enopasovnih krožiščih, ki niso v urbanih območjih. Pomembno pa je vedeti tudi sledeče. Večja kot je širina ločilnega otoka v kraku krožnega križišča, višja bo minimalna hitrost z večjim radijem.

5.6 Prometna oprema in signalizacija v turbo-krožnih križiščih

5.6.1 Elementi za ločitev voznih pasov

Vozne pasove ločimo s pomočjo deniveliranih elementov, tukaj poznamo denivelirane otoke, delineatorje, spoščene robnike ali kakšen podoben način, ali z nedvoumno talno signalizacijo. V tem primeru voznik v vsakem trenutku ve, kje je njegova vozna površina. Vedeti moramo, da je vsakemu prometnemu toku namreč namenjena le ena površina. Denivelirani elementi odstranijo vse možnosti, da bi prišlo do prepletanj v krožnem delu vozišča, s tem se zmanjša število konfliktnih točk. Delineatorji so od vozišča dvignjeni za 7 cm in s tem je tudi usmerjenost vozil mnogo boljša. Nikoli niso postavljeni na mestih, kjer so uvozi in izvozi iz krožnega križišča, pogosto pa vsebujejo tudi svetlobne signale, da so jasno vidni tudi v nočnem času (Tollazzi, 2005, str. 154).

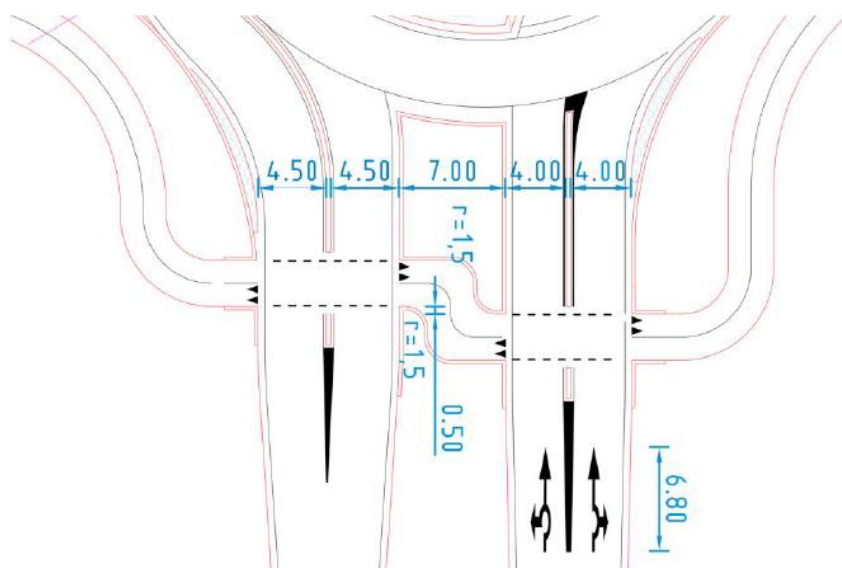


Slika 20: Deniveliran otok

Vir: www.giverbo.com

5.6.2 Prehod za pešce in kolesarje

Kadar načrtujemo prehode za pešce in kolesarje je zelo pomembno komu v krožišču dajemo prednost prehoda. Če dajemo prednost kolesarjem, morajo imeti vozniki dovolj časa, da lahko to predvidijo in jih tudi pričakujejo. Minimalna razdalje med krožnim voziščem in prehodom znaša 5 m in je prekratka za zaznavanje hitrih kolesarjev. Tukaj prav tako treba upoštevati, da kolesarska pot pripada isti cesti oz. objektu (Tollazzi, 2005, str. 164).



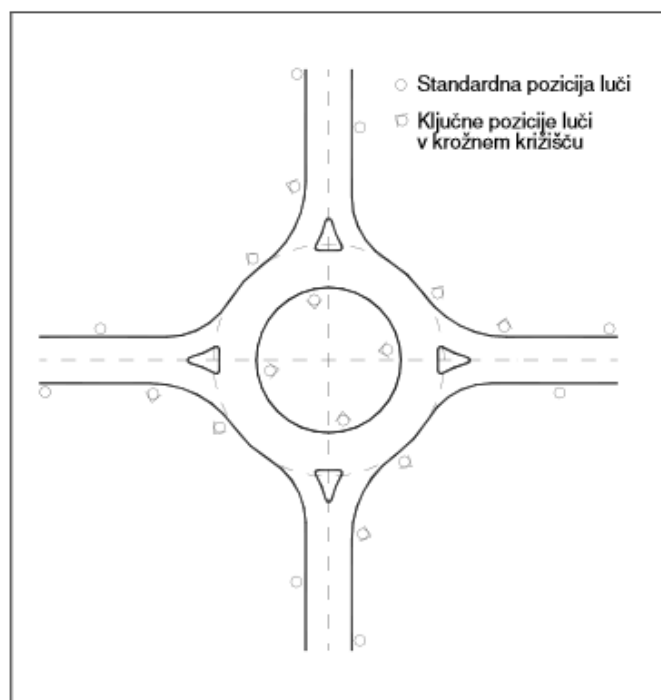
Slika 21: Dimenzije prehoda za kolesarje v turbo-krožnem križišču

Vir: www.giverbo.com

5.6.3 Razsvetljava turbo-krožnega križišča

Osvetlitev mora biti primerna, saj najbolj vpliva na samo vidljivost ostalih udeležencev v prometu, predvsem pa pešcev, kolesarjev, znakov in ostalih označb. Če je krožno križišče izpostavljeno slabi signalizaciji, vodi le-to voznike k pomanjkanju informacij. Takšnim pomanjkanjem informacij lahko sledi izguba nadzora nad vozilom, naglo zaviranje ali katero ostalo nepredvidljivo dejanje. Posledično lahko to vodi do prometne nesreče. Razdelitev osvetlitve v krožnih križiščih mora biti narejena po ustreznih normativih. Razporeditev je

enakomerna, barva svetlobe mora biti enotna na celotnem območju turbo-krožnega križišča. Vedno mora biti vidna vsa talna in vertikalna signalizacija, prav tako pa morajo biti jasno vidni tudi vsi ločilni in povozni otoki. Priporočeno je, da so vsi izvozi in uvozi osvetljeni na razdalji vsaj 60 m (Tollazzi, 2005, str. 163).



Slika 22: Postavitev svetilk v velikem krožnem križišču

Vir: Tollazzi, 2005, str. 163

5.6.4 Vertikalna in talna signalizacija v turbo-krožnih križiščih

Razumljivost vožnje v turbo-krožnih križiščih je odvisna ogromno od vertikalne in talne signalizacije. Tukaj se navezujemo na portale pred uvozi, smernih tablah, talnih črtah in smernih puščicah na samem vozišču. Kdaj je signalizacija ključnega pomena? Načeloma vedno, še bolj pa pride do izraza, kadar imamo slabe vremenske razmere. Takrat se vidljivost pogosto zelo zmanjša. Takrat nam pride signalizacija še kako prav, saj se moramo v primeru turbo-krožnega križišča ustrezno, odločiti kateri vozni pas bomo izbrali (Tollazzi, 2005, str. 158).



Slika 23: Prikaz vertikalne in horizontalne prometne signalizacije

Vir: www.signalinea.hr



Slika 24: Pogled na celotno turbo-krožno križišče, z jasno vidnimi cestnimi in talnimi označbami ter sredinskih otokom, ki preprečuje pogled preko krožnega križišča

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

5.7 Prometna varnost turbo-krožnih križišč

Največjo prometno varnost v turbo-krožnem križišču zagotavljamo s tem, da, ker imamo spiralen potek vozniških pasov, ne pride do prepletanj, predvsem na kratki razdalji med enim uvozom in naslednjim izvozom. Takšna vrsta rešitve pripomore glede varnosti k udobnosti vožnje in posledično tudi konkretnemu zmanjšanju konfliktnih točk. To dejstvo velja tudi, kadar so vsi izvozi enopasovni. Krožno križišče takšnega tipa ima tako zgolj 12 konfliktnih točk, in sicer 10 konfliktnih točk na krožnem križišču in zgolj 2 prepletanji zunaj krožnega vozišča. Enako velja, če se navežemo na dvopasovne izvoze in uvoze, kjer prav tako ni konfliktnih odsekov. Iz napisanega je jasno razvidno, da je število konfliktnih točk mnogo manjše kot pri običajnih krožnih križiščih.

Največji problem pri tem tipu krožnega križišča so nemotorizirani udeleženci v prometu, ki jim je potrebno nameniti veliko pozornosti. Problem nastaja zavrženje tega, ker le ti udeleženci niso sposobni dosežati, tako velikih hitrosti, kot pa motorizirani udeleženci. Problematika prometne varnosti nemotoriziranih udeležencev se tako rešuje na več različnih načinov, ki so sledeči (DRSC, 2008, str. 8):

- izvedbo le enega prometnega pasu na izvozu,
- zamik prehoda za pešce in kolesarje na uvozu in izvozu,
- izvedbo ukrepov za umirjanje prometa na uvozih v krožno križišče,
- vodenje nemotoriziranih udeležencev v prometu na drugi ravni ter
- nadzor nad hitrostjo na uvozih in izvozih.

V predzadnjem poglavju bomo podali predlog rešitve za semaforizirano križišče Ptujška cesta–Tržaška cesta–Cesta proletarskih brigad. To poglavje bo predvsem lastno delo ob temeljiti raziskavi in prebiranju različnih člankov, diplomskih, in magistrskih nalog ter ob prebiranju raznih raziskav na obravnavanem področju. Poskušali bomo svoje mnenje obrazložiti s pomočjo slikovnega materiala kot tudi s pomočjo dostopa do posameznih internetnih povezav, ki bodo navedene in ustrezno utemeljene.

V tem poglavju se bomo torej seznanili s predlogom kratkoročne narave, predlogom dolgoročne narave in predlogom optimalne rešitve.

Na koncu diplomskega dela pa bomo poskušali vse naše ugotovitve povzeti in jih povezati z našimi zastavljenimi nameni, cilji, osnovnimi trditvami, kakor tudi z našimi predpostavkami.

6 PREDLOG REŠITVE ZA SEMAFORIZIRANO KRIŽIŠČE PTUJSKA CESTA–TRŽAŠKA CESTA–CESTA PROLETARSKIH BRIGAD

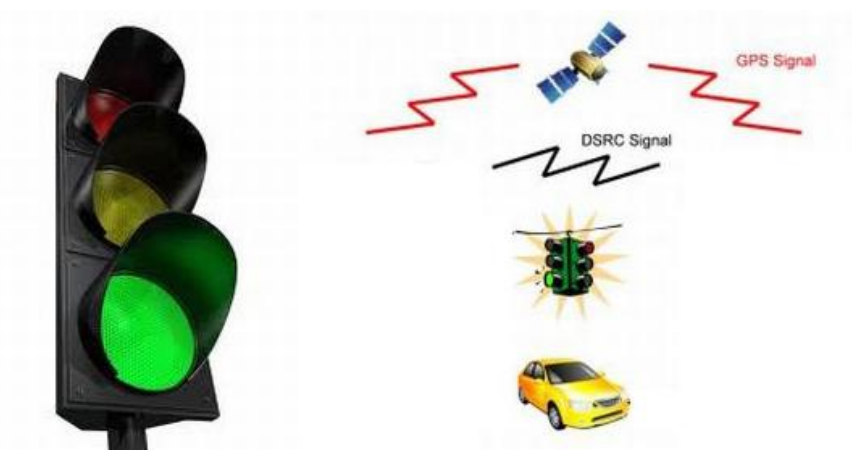
6.1 Predlog kratkoročne narave

Na podlagi prej pridobljenih teoretičnih znanj ob pisanju tega diplomskega dela in lastnih izkušenj ob delu v geodetskem biroju smo prišli do določenih spoznanj. Poznamo štiri tipe rešitev, ki se lahko navezujejo na vsako zadevo ali podjetje ali gradbeni objekt. Kadar je govora o kratkoročni rešitvi moramo na podlagi ekonomskih znanj vedeti, da le-ta lahko traja od nekaj mesecev pa nekje do leta dni. Na podlagi tega smo se odločili, da bomo za semaforizirano križišče Ptujске ceste, Tržaške ceste in Ceste proletarskih brigad za kratkoročno rešitev vzeli periodno obdobje, ki bo trajalo točno leto dni. Leto dni bi razdelili na dve periodi, in sicer bi vsaka trajala po šest mesecev. Pred tem bi preko portala Mestne občine Maribor ozavestili občane in ostale, ki to vrstne novice prebirajo, da bi prišlo do določenih sprememb v sistemu vožnje preko zgoraj omenjenega semaforiziranega križišča. Kasneje bi naredili elaborat, ki bi zajemal terminski in finančni plan ter ga predstavili MOM in potencialnim investitorjem v sam projekt. Dvakrat po šest mesecev bi naredili zavoljo tega, ker človek potrebuje po raziskavah strokovnjakov nekje 21 dni, da se privadi na določeno spremembo in zapade v rutino. S tega lahko sklepamo, da bi verjetno bilo na začetku nekaj manjših komplikacij. Kakšni bi bili postopki v kratkoročni rešitvi?

Prva naloga bi bila postaviti stalne merilce cestnega prometa preko vseh voznih pasov, da bi tako prišli do najbolj točnih podatkov o številu vseh vrst vozil, ki prečkajo to križišče. S to metodo bi dobili realen pogled v PLDP. Vedeti moramo, da pri ročnem štetju lahko pride do tega, da človek ob močnih konicah ne utegne ali spregleda vozilo, na koncu pa lahko to odloča o tem, kateri tip in kako veliko krožno križišče bi se moralo tukaj sprojektirati. Od tega so seveda odvisni tudi stroški izvedbe in časovni plan samega izvajanja, ki pa je seveda pomemben za prost in ne preveč moteč promet. Poleg tega bi celotno križišče opremili tudi z nadzornimi kamerami, ki bi snemale zgolj promet in z njihovo pomočjo ne bi lovili prehitrih voznikov ipd.

Kamere bi bile izključno namenjene snemanju prometa za kasnejšo pomoč pri ostalih dveh šest mesečnih periodah.

Druga naloga bi zajemala prvih šest mesecev in bi se navezovala na novost v prometu, to so pametni semaforji. Iztekajo se časi, ko so semaforji diktirali tempo vožnje. Kljub temu, da gre za zelo veliko križišče, se vedno zgodi, da ni vedno iz vseh smeri avtomobilov, sploh v obdobju, ko ni prometnih konic. Tukaj si moramo zastaviti vprašanje, zakaj bi nekdo moral stati v križišču, če nima nasprotno vozečih vozil ali nikomur ne seka poti in ga s tem ogroža. Zavedati se moramo, da je svet in ljudje vedno bolj ekološko ozaveščen in ravno ti semaforji nam omogočajo, da prihaja do mnogo manj izpustov ogljikovih emisij in porabe goriva. Zavedati se moramo, da vsaka naša ustavitev na semaforju pomeni večje onesnaženje okolja, večjo porabo goriva, predvsem pa nam to jemlje čas, ki je danes vreden več, kot se ljudje zavedajo. Pametni semaforji se nenehno prilagajajo trenutni situaciji v križišču. Delujejo po principu, da uporabljajo brezžične oddajnike v avtomobilih, ali zaznajo vozilo oz. se navezujejo na ostale elemente v križišču. Pametni semaforji so danes tako zelo dovršeni, da so se sposobni prilagoditi hitrosti vozila, tipu vozila in sami velikosti vozila. Takšen način bi uporabljali torej šest mesecev in že vmes delali podrobno analizo pridobljenih podatkov. Po šestih mesecih bi to ukinili in nadaljevali z naslednjo možno rešitvijo. Med tem časom, ko bi potekala druga perioda, pa bi se podrobno lotili analize prvih šestih mesecev in nato podali končne rezultate.



Slika 25: Primerjava današnjega semaforja in način delovanje pametnega semaforja

Vir: <http://www.bodieko.si/pametni-semaforji>

Tretja naloga znotraj kratkoročne rešitve bi bila drugačnega tipa kot prvi dve. Navezovala bi se na to, da bi se križišče preuredilo v montažno krožno križišče. Tukaj ni pogojeno, da bi trajalo šest mesecev, saj se morda ne bo izšlo po naših načrtih. Vendar bi bilo vse jasno obveščeno, tako da nebi prihajalo do neprijetnih situacij. Tukaj bi vključili tudi prometno policijo, ki bi na začetku pomagala z usmerjanjem, če bi prihajalo do težav, saj se moramo zavedati, da so ljudje sedaj že mnogo let navajeni na to stanje in bi jih lahko tako drastična sprememba konkretno šokirala, zavrlo tega bi pomoč poiskali, kot smo omenili v prometni policiji. Montažna krožna križišča so lahko zelo dober pokazatelj, kako bo potekal promet, kakšna bo kultura vožnje in do kakšnih sprememb bo prišlo. Omenjeno je že bilo, da bi celotno križišče bilo pod kamerami in tukaj se ta trend ne bi spremenil, kajti tudi teh šest mesecev bi se promet zelo podrobno snemali, da bi bilo kasneje na podlagi posnetkov tudi lažje narediti analizo. Pri pametnih semaforjih ne bi imeli konstantnega štetja prometa, tukaj pa bi ga uvedli nazaj, saj bi ob tem lahko videli, iz katerih smeri se je najtežje vključiti v krožno križišče, predvsem pa, od kod prihaja v določenih časovnih obdobjih največ vozil. Enako kot pri pametnih semaforjih, bi že vmes delali analize obstoječih stanj in poizkusili predvidevati na podlagi pridobljenega od prej, kaj se bo zgodilo v prihodnosti. Montažno krožno križišče v tako velikem križišču bi bil velik poseg, saj se moramo zavedati, da je v tem križišču ogromno voznih pasov. Po Tržaški cesti prihajajo trije pasovi za v mesto in dva iz mesta ter dva za Ptujsko cesto, iz Ptujске ceste prihaja pet pasov za v mesto in dva proti Ptujskim cestim. Po Cesti proletarskih brigadah proti mestu prihajajo trije pasovi in dva proti Pohorju. Jasno je vidno, da imamo vsega skupaj veliko število prometnih pasov. Ne smemo pa pozabiti še na pločnike za pešce in kolesarske poti, ki jih v tem križišču prav tako imamo. Vendar smo mnenja, da bi se zadevo dalo zelo dobro izpeljati ob zelo podrobnem projektiranju in tehničnih zasnovah.



Slika 26: Primer montažnega križišča

Vir: www.rtvsl0.si.

Po letu dni bi nato v čim krajšem času podali analizo prve in druge periode in nato skupni povzetek in ugotovitve ter končni predlog rešitve, ki bi bil najboljši glede na finančne zmožnosti in kulturo vožnje. Predlog, ki bi še bolj pospešil promet in bil hkrati tudi mnogo bolj ekološko ozaveščen.

6.2 Predlog dolgoročne narave

Pri predlogu dolgoročne rešitve bi izhajali iz kratkoročnih predlogov. To bi storili s pomočjo pridobljenih podatkov, podrobnega opisa projekta. Ta projekt bi se sprva delil na različna podpoglavja, glede na način izvedbe po zakonu ločimo naslednje, ki jih navajamo (<http://www.uradni-list.si/1/content?id=86836>):

- Idejno zasnovo (IDZ), njen namen je pridobitev projektnih pogojev oz. soglasij za priključitev pristojnih soglasodajalcev.
- Idejni projekt (IDP), njegov namen je izbor najustrežnejše variante nameravanega objekta oz. načina izvedbe del, ta se izdelava le, če je tako določeno s predpisi ali če je to želel investitor.
- Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD), z njim pridobimo gradbeno dovoljenje.
- Projekt za izvedbo (PZI), namen je izvedba gradnje.
- Projekt izvedenih del (PID), z njim pridobimo uporabno dovoljenje.

Mnenja smo, da je za nas ključnega pomena, da upoštevamo akt oz. sestavo projekta, ki zajema slednje (<http://www.uradni-list.si/1/content?id=86836>):

- vodilno mapo,
 - načrte in
 - e-laborat.
-
- Vodilna mapa vsebuje podatke o projektu in udeležencih pri gradnji, lokacijske podatke ter druge podatke, pomembne za ugotavljanje skladnosti rešitev v projektu s prostorskimi akti, izpolnjevanju bistvenih zahtev predvidene gradnje in drugi podatki, ki so pomembni za odločanje v upravnem postopku.
 - Načrti vsebujejo sistematično urejene sestavine grafičnih prikazov in opisov, s katerimi se določijo lokacijske, funkcionalne, oblikovne in tehnične karakteristike predvidene gradnje in s pomočjo katerih je mogoče dokazati, da bo nameravana gradnja skladna s prostorskimi akti, da bo izpolnjevala bistvene zahteve ter da bo za

objekt, za katerega je to določeno s posebnimi predpisi, zagotovljen neoviran dostop.

- Elaborati vsebujejo študije, zasnove, strokovne ocene in geodetske načrte. Prav tako e-laborat zajema konservatorske načrte ter druge tehnične dokumente v zvezi z gradnjo kadar so zaradi posebnosti posamezne vrste objekta ali lokacije, na kateri se objekt gradi, potrebni in jih zahtevajo posebni predpisi.
- Vsebina vodilne mape zajema načrte in e-laborate projektne dokumentacije. Slednje se vlagajo v mape, ki omogočajo vstavljanje listov v velikosti formata A4. Med seboj morajo biti tudi ločeni po namembnosti.
- Na zunanji strani platnic vsake mape projekta so zaželeni vsaj naslednji podatki:
 - vrsta projekta,
 - podatki o objektu,
 - vsebina mape z oznakami, določenimi s pravilnikom (npr. 0 Vodilna mapa, 1 Načrt arhitekture ...),
 - podatki o projektantu,
 - podane morajo biti identifikacijske označbe projekta,
 - pričetek izdelave projekta.
- Pomemben podatek pa je ta, da mora biti projektna dokumentacija izdelana v slovenskem jeziku.

Vse pomembne termine projekta oz. dokumentacije, kot smo navedli, bi tudi upoštevali. Poskušali bi uporabiti oz. združiti tako pametne semaforje, kakor tudi krožni sistem, saj smo mnenja, da bi s tem povečali pretočnost samega prometnega sistema. Zavedati se je treba, da je to eno izmed najpomembnejših križišč v mestu Maribor tako iz vidika gospodarstva, kot iz vidika šolstva in zdravstva. Zakaj? Cesta vodi iz in izven centra mesta, na tej lokaciji je tudi naš največji trgovski center, ki omogoča velikemu številu krajanov zaposlitev, hitrost nakupa in možnost brezplačnega parkiranja. Prav tako je na tej relaciji najhitrejši možni, torej urgentni izhod iz Univerzitetnega kliničnega centra Maribor. Za njih je pomembno, da je promet v prvi vrsti varen, hiter in pretočen tako za njih, kakor za sovoznike. Prav tako ne smemo pozabiti, da je nekaj krajanov zaposlenih v strogem centru mesta, nekateri izmed njih se tudi vozijo z vlaki ali avtobusi, kar nam ponazarja, da moramo upoštevati še te ljudi tako iz vidika hitrosti, priti iz točke A do točke B, kot tudi iz finančne plati za MOM. Ob vsem skupaj pa ne smemo pozabiti, da se na tej relaciji prevažajo osnovnošolci, srednješolci in študentje iz drugih krajev izven

mesta, zato bi bilo pametno in primerno, če bi umestili takšen prometni sistem, ki bi omogočal varnost, spontanost oz. nezakompliciranost in nemoteno pretočnost, kar bi s kombinacijo obojega tudi omogočili. Torej, naredili bi kombinacijo pametnega semaforja in krožnega sistema.

6.3 Predlog optimalne rešitve

Optimalna rešitev za že prej večkrat navedeno križišče je po našem mnenju kombinacija turbo-krožnega križišča in sistema pametnih semaforjev. Pri tem primeru smo se zgledovali po našem največjem krožnem križišču in sicer krožišču Tomačevo.



Slika 27: Krožišče Tomačevo

Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/f/fe/Kro%C5%BEi%C5%A1%C4%8De_Toma%C4%8Devo.PNG

Krožno križišče Tomačevo je bilo pred spremembo prometnega režima vedno trn v peti voznikov, saj so tukaj nastajali obširni prometni zastoji. Praktično je bil to velik prometni zamašek, ki so ga kasneje rešili z uvedbo semaforjev. Mi bi naše križišče še dodatno posodobili z uvedbo pametnih semaforjev.

6.3.1 Turbo-krožno križišče

Ne želimo se ponavljati in ponovno naštevati vseh prednosti in slabosti turbo-krožnega križišča. Za ta tip krožišča smo se odločili, ker bi lahko znatno povečali pretok prometa v smeri mesta Maribor in prav tako iz njega v prometnih konicah, torej zjutraj med 7.00 in 8.00 in popoldan med 15.00 in 17.00. Kasneje bo omenjena naša rešitev zavoljo pametnih semaforjev. Treba je povedati, da se bi celotno križišče preuredilo v turbo-krožno križišče. Uporabili bi srednje veliko urbano krožišče, ki ima kapaciteto 20.000 vozil, kar je seveda za naš primer več kot odlično. S tem bi ga morda malo predimenzionirali, vendar zavoljo tega, da bi promet tekel še hitreje. Pomemben dejavnik tukaj pa je tudi bližina Centra za obveščanje, kjer se nahaja gasilka brigada MOM in center intervencijskih reševalnih vozil Zdravstvenega zavoda dr. Adolfa Drolca Maribor. Ob večji prepustnosti bi se lahko vozila mnogo lažje vključila v promet in s tem pridobila še več časa, ki ga še kako potrebujejo. Edini prometni pas, ki se nebi vključil v krožno križišče, je desni zavijalni pas, ki prihaja iz smeri Ptujske ceste in zavija proti mestu. Ta pas bi ostal takšen, kot je, le njegov iztok bi se podaljšal, da bi se vozila vključevala v promet nekoliko dlje stran od krožnega križišča in tako ne bi povzročala nevarnosti in nepotrebne gneče na vozišču. Zavedati se moramo, da se s turbo-krožnim krožiščem voznikom omeji vožnja preko pasov, ti ne morejo sekati pasov, se prepletati in ostalo. Tako bi tudi njim olajšali vožnjo, predvsem pa odločitve, na kateri pas se morajo postaviti oz. pravilno razvrstiti, da bodo prišli hitro in varno na zeleni cilj in pri tem ne bodo ogrožali ostalih udeležencev v prometu. Tukaj so sedaj omenjeni ključni termini, zakaj bi izbrali na podlagi kratkoročnih in dolgoročnih rešitev ravno ta tip krožnega križišča.

6.3.2 Pametni semaforji

Pametni semaforji so sistem za pospeševanje prometa, ki pri nas še ni vstopil v veljavo, tako kot bi moral. Sistem tudi ni najbolj ugoden, vendar ogromno pripomore k sami varnosti prometa in hitrejšemu zmanjševanju prometnih zastojev. Zakaj smo se odločili, da bi sedaj že nam znanemu križišču poleg turbo-krožnega križišča dodali še pametne semaforje. Zavedamo se, da gre za eno največjih križišč v MOM, vendar se v vsakem križišču zgodi, da kdaj iz katere smeri ni avtomobilov in takrat je zelo nesmotno, da morajo druga vozila stati in čakati na preklon semaforjev. Pri tem prihaja do neljubih okoljskih stvari, kot so povečano število emisij iz

izpušnih sistemov vozil. Vozila morajo nato vsakič znova speljati, kar pripelje do večje porabe goriva in podobno. Pri pametnih semaforjih se ta pojav ne izniči, dejstvo pa je, da se ga zelo zmanjša, kar je seveda bistvenega pomena pri vsaki izboljšavi. V našem primeru smo se odločili, da bi tudi spremenili časovne intervale samih prometnih pasov. Jasno je razvidno, da je promet največji zjutraj v smeri proti mestu Maribor in popoldan v smeri izven mesta. Prometni pasovi, ki prihajajo iz smeri Ptujске ceste in Ceste proletarskih brigad, niso tako zelo obremenjeni, zavrlojo tega bi se tukaj časovni interval zmanjšal. V primeru, da se bi zgodilo, da od nikoder ne bi bilo vozil, bi pa pametni semaforji poskrbeli, da bi ti pasovi imeli konstantno zeleno luč in seveda obratno. Iz lastnih izkušenj vemo, da če zjutraj pademo prometno konico v tem križišču ob 7.30 uri, bomo zelo težko zagotovili pravočasni prihod na delovno mesto, kajti tukaj je preveč semaforjev in prometnih pasov, ki niso pravilo časovno razporejeni in tako imajo nekateri prometni pasovi drastično daljši interval, kot tisti, ki so mnogo bolj ključnega pomena za voznika. S spodnjimi slikami bomo poizkusili prikazati pogled na turbo-krožno križišče Tomačevo. Zraven so pripete tudi povezave do simulacij vožnje skozi Tomačevo, na katerega smo se tudi mi osredotočili. Po našem mnenju bi lahko tak podoben način zelo dobro odigral svojo vlogo tudi v MOM.



Slika 28: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji

Vir: <https://www.youtube.com/watch?v=Zjs77FE3YiI>.



Slika 29: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji

Vir: http://www.youtube.com/watch?v=S_9WR_1lqK0.



Slika 30: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji

Vir: <https://www.youtube.com/watch?v=aptOWWF45wE>



Slika 31: Primer vožnje skozi krožišče, ki je urejeno s semaforji

Vir: <http://www.youtube.com/watch?v=ATDuWlFc6Pg>

S pomočjo kratkoročne in dolgoročne rešitve in s pomočjo analiznih podatkov, ki bi jih s tem pridobili, smo nato predlagali optimalno rešitev za naše križišče. Tako smo prišli do zamisli, da bi projektirali turbo-krožno križišče s pametnimi semaforji. Zgornje slike so izvzete iz simulacije, ki nam na kratko predstavlja pravilen potek vožnje v krožnem križišču, ki je urejeno s semaforji. Iz samih slik je jasno razvidno prepletanje prometnih pasov, kakšna je vertikalna in horizontalna signalizacija. Na eni izmed slik je tudi pogovorno okence, ki nam prikazuje fizično ločitev med prometnimi pasovi, kar je eden izmed ključnih elementov, ki loči turbo-krožno križišče od drugega. Ob ogledu vseh štirih animacij se tudi jasno vidi, kakšen je interval semaforjev. Intervali so kratki in zelo pogosti, tako se krožno križišče hitro in enakomerno prazni in polni, predvsem pa nihče nikogar ne ovira. S pomočjo pametnih semaforjev bi to še izboljšali, saj se tudi na sami simulaciji vidi že prej omenjeno, da vedno ni na vseh pasovih vozil. Takrat je preklapljanje semaforjev nepotrebno.

Mnenja smo, da bi bila takšna naloga izvedljiva in tudi zelo praktična. Zagotovo ne bi bili rezultati vidni takoj, vendar dolgoročno bi se zadeva obrestovala. Zavedati se moramo, da bi bil takšen poseg velik finančni strošek. Vsa ta sodobna tehnologija ima svojo ceno, vendar je potrebno gledati dolgoročno. Če smo mi omogočili, da lahko vozniki, torej delovna sila, prihajajo hitreje v mesto, pomeni, da je prej na svojem delovnem mestu in lahko prej opravlja svoje delo v dobrobit podjetjem ali sebi v primeru, da je samostojen podjetnik. Prav tako bi bilo to dobro tudi ob odhodu ljudi iz službe, saj si takrat vsakdo želi priti čim hitreje domov. Posledično bi bilo na cesti tudi manj živčnosti in nestrpnosti. Mnenja smo, da se moramo pri takih projektih ozirati predvsem na ljudi in da se ljudem omogoči čim lažje premikanje in dostop do zelenega cilja. Takšen projekt bi zagotovo pozitivno vplival tudi na samo gospodarstvo v MOM, saj bi se razvedelo, da se da v mesto sedaj še hitreje in predvsem varneje in da ljudem tukaj ni vseeno, kako se pride do njih.

7 ZAKLJUČEK

Začetek diplomskega dela je predstavljal izpeljati primerjavo med tremi različnimi tipi križišč in nato na podlagi le teh ugotovitev izpeljati rešitev za določeno križišče, ki smo si ga izbrali, da bi ga preuredili v MOM. Obravnavali smo semaforizirano križišče, klasično krožno križišče in turbo-krožno križišče. Ključen namen je bil, da opredelimo varnostno območje posameznih tipov križišč in ugotovimo, kaj je za nas najboljše oz. kakšna je za nas najboljša optimalna rešitev ter zakaj je temu tako. Naloga je bila razmisliti v smeri, ali je potrebno samim že znanim lastnostim in terminom, ki jih poznamo do sedaj na podlagi analiz, možno dodati kakšno izboljšavo ali pametno združitev. Tako smo počasi začeli prehajati na zamisel kombinacije turbo-krožnega križišča in pametnih semaforjev, ki smo jo na koncu tudi podali. S predpostavko posameznega poizkusa z montažnim turbo-krožnim križiščem in posamezno s pametnimi semaforji.

Skozi diplomsko delo smo podajali različne termine in podatke. Začeli smo s semaforiziranim križiščem, nadaljevali s klasičnim krožiščem in končali s turbo-krožnim križiščem, na katerega se je tudi celotno diplomsko delo najbolj navezovalo. Zapisali smo osnovne projektno – tehnične lastnosti, njihove prednosti in slabosti oz. pomanjkljivosti, predstavili sistem prepustnosti v posameznem tipu in, kot sam naslov pove, smo se lotili tudi same varnosti posameznega tipa križišča oz. krožišča. Lotili smo se tudi tem, kot so prometna signalizacija, in obravnavali konfliktne točke, kar je iz samega diplomskega dela jasno razvidno. Konfliktne točke so ključnega pomena, kadar se odločamo, kako preoblikovati nek tip križišča ali krožišča. Zanima nas, ali je smotrno dodajati vozni pas ali kje katerega odvzeti in kaj bo to prineslo drugemu delu. Pri prometni signalizaciji smo se osredotočili na horizontalno in vertikalno signalizacijo, saj sta za varno in uspešno vožnjo obe ključnega pomena.

Na podlagi trditev, ki smo si jih postavili na začetku diplomskega dela, smo s pomočjo analize skozi celotno diplomsko delo prišli do naslednjih ugotovitev. Vse trditve, ki smo jih našli, smo tudi skozi diplomsko delo potrdili. Vsekakor popolnoma drži, da nam krožna križišča omogočajo mnogo večjo prepustnost vozil in hkrati drastično zmanjšujejo konfliktne točke. Tukaj ni več pomembno, ali je vozilo na SPS ali na GPS smeri, saj se lahko, kadar gre za turbo-

krožno križišče, vsak voznik varno vključi v promet, saj se mora že pred tem odločiti za svojo smer. Zapisali smo, da bi kot optimalno rešitev izvedli turbo-krožno križišče skupaj s pametnimi semaforji, kajti le-ti zagotovo vplivajo na umirjanje prometa in ga hkrati varno pospešujejo. Danes je okoljsko ozaveščanje in ekologija na vrhuncu in bistvenega pomena. Ponovno pridemo do zaključka, da je kombinacija, ki smo jo predvideli, tudi ekološko sprejemljiva, saj pri krožnih križiščih prihaja do manj zaustavljanja in ni toliko ponovnega speljevanja, kar zmanjša število izpustov vozil. Naša tema je bila varnost in turbo-krožno križišče zagotavlja med vsemi največjo varnost, saj ne omogoča prepletanja niti združevanja, ampak je vse to potrebno urediti pred vstopom v samo križišče. V kombinaciji s pametnimi semaforji bi pa bilo to še veliko bolj varno, saj bi se umiril tudi promet, prav tako pa vozniki ne bi mogli pridrveti s preveliko hitrostjo v križišče, kar je ena izmed ključnih prednosti krožnih križišč. Med drugim tudi ne omogočajo sekanja cestišča, zato je seveda ob pravilni vožnji skozi križišče ustrezno zmanjšati hitrost.

7.1 Slabosti obravnavanih tipov križišč

Sprva se bomo lotili obdelave semaforiziranega tipa križišča. Ob pregledu križišča in ob fotografiranju in pridobivanju slikovnega materiala sem predvsem opazil troje slabosti. Prva izmed njih je nesorazmerna postavitev pasov v smeri iz mesta proti Ljubljani. Opazimo lahko, da če uporabljamo notranji pas in se držimo linije notranjega pasu, pridemo ob zaključku prečkanja celotnega križišča na drugi strani na zunanji pas. Ob nepozornosti le-tega lahko pride do prometne nesreče, saj se dejansko zapeljemo na nasprotni vozni pas, ne da bi se tega zavedali. Ključna težava je tudi dotrajanost samega križišča, ki bi bil potreben temeljite prenove. Za razliko od krožnih križišč so semaforizirana križišča slabše označena. Kasneje bomo videli, kako so označena krožna križišča. To lahko privede do počasnejšega razvrščanja vozil v semaforiziranih križišč in do kolon, saj udeleženci prepozno opazijo tablo, ki jim pove, v katero smer so namenjeni oz. na katero smer bi se radi razvrstili. Sledi obravnavanje vozne površine, ki se je močno posedla, najbolj je to vidno ob cestnih jaških za meteorne vode, kjer se lahko vozilo tudi poškoduje. Samo cestišče je močno razpokano, ponekod pa manjkajo celi kosi fine plasti asfaltne mase. Križišče se nikoli ne popravi temeljito, ampak se nenehno delajo samo manjši oz. zelo mali odseki ali se zapolnijo samo obstoječe luknje, ki so po večini po zimi samo še večje in še bolj uničene. Posledica tega je tudi zelo slaba cestna talna označba, ki je

ena izmed ključnih lastnosti, kadar gre za projektiranje semaforiziranih križišč in za samo varnost udeležencev v prometu. Zavorlo tega je lahko tudi slabša orientiranost udeležencev v prometu. Tudi kadar je govora o krožnih križiščih, ne moremo mimo tega, da se ti gradbeni projekti naredijo z zelo visokimi stroški, od katerih bi pričakovali, da bodo imeli dolgoletno trajnost. Vendar, kot bo pokazala tudi slika realnega stanja krožnega križišča pri trgovskem centru Qlandia, je lepo vidno, da se je površina že morala popravljati, talne označbe pa se niso popravile. Pri teh popravilih v večini primerov pride do posedka materiala, kar povzroča neudobno vožnjo in prav tako tudi hojo, saj je to za pešce lahko nevarno, kajti privede lahko do padca ali zvina.



Slika prikazuje že prej omenjene razpoke na cestišču in luknje v fini asfaltni masi. Prav tako je jasno vidno, da se v večini sploh več ne vidi, kje je prehod za pešce. Vidne so tudi poškodbe obcestnih robnikov, ki so okrušeni in odlomljeni.

Krožno križišče pri trgovskem centru Qlandia je v primerjavi s semaforiziranim križiščem mnogo novejše. Vendar lahko jasno opazimo popravila na prehodu za pešce, nedokončane talne cestnih označbe. Lepo je viden tudi posedek cestnega jaška, ki se je zaradi nepravilnega fiksiranja posedel skupaj z obcestnimi robniki.

Slika 32: Primer realnega stanja cestišča glede na zahteve projektiranja.

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

7.2 Prednosti obravnavanih tipov križišč

Prednosti vseh treh tipov križišč, ki sem jih obravnaval, so v preglednosti celotnega križišča in vseh voznih pasov. Omenjeno je že bilo, da se malo slabša preglednost pojavi pri semaforiziranem križišču v smeri proti centru mesta, v primeru, da želimo pot nadaljevati proti Ptuj ali Avstriji, nam pogled na desno tam zakriva manjši gozdiček. Oba tipa krožnega križišča imata odlično obveščanje o razvrščanju v prometu na ustreznih razdaljah. Razlikujeta se v tem, da krožno križišče pri trgovskem centru Qlandia nima na opozorilnih tablah za razvrščanje navedene razdalje, medtem ko ima turbo-krožno križišče pri UKC Maribor tudi razdaljo, ki udeleženca obvesti o tem, koliko še je do prihoda v križišče. Razlika je tudi v tem, da ima turbo-krožno križišče v smeri iz in v center mesta drugačno razdaljo kot v smeri od trgovskega centra Europark. Razlog je v tem, ker v smeri iz Europarka ni tolikšnega prometa kot v smeri iz in v center mesta. Zavržjo tega je opozorilna tabla kasneje kot v drugih dveh primerih. Prej smo omenili problem razvrstitve pasov v semaforiziranem križišču. Prednost turbo-krožnega križišča je, da ima denivelirane otočke, ki ločujejo vozne pasove. Prednost krožnega križišča je tudi zapiranje zunanjega voznega pasu, ki tako omogoča večjo prepustnost in lažje razvrščanje vozil in ne povzroča, da se vozila vrinjajo, ko želijo zapustiti krožišče. Posebnost tukaj je tudi, da lahko vozila na notranjem pasu prav tako zapustijo krožno križišče na istem izvozu kot tista na zunanjem pasu. Razlika je zgolj v tem, da tista na notranjem lahko vožnjo nadaljujejo po krožnem križišču, tista na zunanjem pa ga morajo ob izvozu zapustiti. Pri tem se krožno križišče pri trgovskem centru Qlandia razlikuje od turbo-krožnega križišča pri UKC Maribor, kajti tam so, kot že vemo, vozni pasovi ločeni z deniveliranimi otočki in vozila na notranjem pasu ne morejo zapustiti krožišča pri istem izvozu kot tista na notranjem.



Slika 33: Deniveliran dvignjen otok za ločevanje pasov in ustrezna talna označba.

Vir: Benjamin Mohorko, 2015



Slika 34: Polna črta, ki prekinja vozni pas in zapoveduje vožnjo v zgolj določeni smeri za vozila na zunanjem pasu..

Vir: Benjamin Mohorko, 2015



Na sliki je prikazana opozorilna tabla za krožno križišče pri trgovskem centru Qlandia. V eni izmed smeri lahko opazimo, da je znak za slepo ulico. Načeloma ta znak drži, vendar izvoz in uvoz potekata v tej smeri, saj vodita do trgovskega centra. Drži pa tudi, da je dalje predvidena povezovalna cesta, ki pa je ni in zaradi tega je tudi znak za slepo ulico.

Slika 35: Opozorilna tabla za razvrščanje pri trgovskem centru Qlandia

Vir: Benjamin Mohorko, 2015



Slike prikazujejo turbo-krožno križišče pod UKC Maribor. Na opozorilnih tablah je zapisana tudi razdalja do samega krožišča. Razdalja se določi na podlagi štetja vozil in glede na velikost tranzita iz določene smeri. Jasno je vidno, da iz smeri Europarka ni tolikšnega prometa kot v smeri centra mesta in iz njega. Zavrlo tega je razdalja opozorilne table do krožišča zgolj 130 m, medtem ko je iz ostalih dveh smereh 300 m. Če podrobno pogledamo slike, tudi opazimo, da nikjer na tablah ni označen uvoz in izvoz za urgentna vozila, o čemer sem govoril v prejšnjih poglavjih. Na spodnjih slikah sem osebno označil, kje bi naj ta uvoz potekal, vendar kot je že bilo rečeno, ni na voljo za ostale udeležence v prometu.

Slika 36: Opozorilne table za razvrščanje vozil

Vir: Benjamin Mohorko, 2015

Poznavanje varne vožnje in kultura vožnje je ključnega pomena, kadar se govori o varni vožnji. Tukaj je ponovni dokaz, zakaj smo na podlagi celotnega diplomskega dela ugotovili, da je turbo-krožno križišče najbolj pametna rešitev, ker, kot je že bilo omenjeno, ne pusti vozniku, da bi vozil po svoje, ampak se mora držati ustreznih navodil. Zavedati se moramo, da vsak poseg v obstoječe stanje za seboj potegne določene stroške, vendar če smo s tem lahko zagotovili dolgoročno rešitev, je vsak strošek, ki smo ga investirali v objekt še kako upravičen. Ljudem, ki so udeleženi v prometu, s tem olajšamo premike med točko A in točko B. Vsaka noviteta v prometnem sistemu pa vedno pozitivno vpliva na gospodarstvo in vse ostale panoge, ki se navezujejo na uspešno delovanje ljudi in samega mesta, kjer se inovacija nahaja. Vse stvari gredo naprej, zavrlo tega smo si mislili, zakaj pa tudi mi ne bi imeli nekaj inovativnega in naprednega. Tako je nastalo turbo-krožno križišče, ki omogoča hitrejše premike, večjo prepustnost in še večjo varnost s pomočjo pametnih semaforjev.

Z diplomskih delom smo zaobjeli vse termine in predpostavke, ki smo si jih zadali, prav tako smo se srečevali z omejitvami, ki pa jih ni bilo težko ovreči in kljub temu ustrezno zapisati potrebne podatke. S pomočjo računalniških simulacij in ostale slikovne literature smo na koncu podali optimalno rešitev, za katero še vedno menimo, da bi bila nekaj novega na področju krožnih križišč. Zavedati se moramo, da je teh tipov ogromno in vsaka sprememba ali inovacija na tem področju povzroči nastanek novega tipa.

8 LITERATURA IN VIRI

8.1 Literatura

1. Kastelic, T. (1991). *Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin*. Ljubljana: Prometnotehniški inštitut FAGG.
2. Lipičnik, M. (1989). *Cestna križišča*, Učno gradivo.
3. Tollazzi, T. (2005). *Krožna križišča*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo.
4. Tollazzi, T. (2001). *Varnost v cestnem prometu, učno gradivo*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo.
5. Tollazzi, T. (2006). Portorož: *Slovenski kongres o cestah in prometu*.

8.2 Viri

1. Direkcija RS za ceste. (2002). *Krožna križišča*. Ljubljana.
2. Uradni list RS., št. 91/2005. (2005). *Pravilnik o projektiranju cest*. Ljubljana.
3. Zbornik strokovnega posvetovanja. (2007). *Krožna križišča in umirjanje prometa na cestah*, Otočec.

8.2 Elektronski viri

1. Krožna križišča, Uradni list RS, št. 8/2012. (2012). Pridobljeno 11.3.2015 s spletne strani
http://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEno_kri%C5%BEi%C5%A1%C4%8De
2. Miljevič, J. in drugi. (2010). Pridobljeno 11.3.2015 s spletne strani
http://sl.wikipedia.org/wiki/Prometna_varnost
3. Zakon o cestah, Uradni list RS, št. 109/2010. Zakon o pravilih cestnega prometa, Uradni list RS, št. 109/2010. (2010). Pridobljeno 14.3.2015 s spletne strani
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Kri%C5%BEi%C5%A1%C4%8De>
4. Javna agencija Republike Slovenije za varnost prometa. (2011). Pridobljeno 11.3.2015 s spletne strani
<http://www.avp-rs.si/>
5. Zakon o varnosti cestnega prometa. Uradni list RS, št. 133/2006. (2006). Pridobljeno 14.3.2015 s spletne strani
<http://www.varna-voznja.si/krizisce>
6. Podjetje Signalinea d.o.o. (2012). Pridobljeno 11.3.2015 s spletne strani
www.signalinea.hr
7. Pridobljeno 11.3.2015 s spletne strani
www.giverbo.com
8. Pridobljeno 12.3.2015 s spletne strani
www.fg.um.si

9. Podjetje Denso Corp. (2011). Pridobljeno 15.3.2015 s spletne strani
<http://www.bodieko.si/pametni-semaforji>
10. Tollazzi, T. (1999). Tehnična specifikacija Krožna križišča. Pridobljeno 12.3.2015 s spletne strani
<http://www.fg.uni-mb.si/research/cccp/staff/tollazzi/slo-clanek2.html>
11. Pridobljeno 14.3.2015 s spletne strani
www.rtvsl.si
12. Video je ustvarilo podjetje APPIA d.o.o. (2010). Pridobljeno 17.3.2015 s spletne strani
<https://www.youtube.com/watch?v=Zjs77FE3YiI>
13. Video je ustvarilo podjetje APPIA d.o.o. (2010). Pridobljeno 17.3.2015 s spletne strani
http://www.youtube.com/watch?v=S_9WR_1lqK0
14. Video je ustvarilo podjetje APPIA d.o.o. (2010). Pridobljeno 17.3.2015 s spletne strani
<https://www.youtube.com/watch?v=aptOWWF45wE>
15. Video je ustvarilo podjetje APPIA d.o.o. (2010). Pridobljeno 17.3.2015 s spletne strani
<http://www.youtube.com/watch?v=ATDuWIFc6Pg>
16. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/f/fe/Kro%C5%BEi%C5%A1%C4%8De_Toma%C4%8Devo.PNG
17. Uradni list RS, ŠT. 55/2008. (2008). Pravilnik o projektni dokumentaciji. Pridobljeno 12.3.2015 s spletne strani
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=86836>