

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



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

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

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Strupi Pavlin, A., 2016. Preureditve nesemaforiziranih križišč v krožna križišča. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P.): 173 str.

Datum arhiviranja: 23-08-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Strupi Pavlin, A., 2016. Preureditve nesemaforiziranih križišč v krožna križišča. M.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P.): 173 pp.

Archiving Date: 23-08-2016

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo

Jamova 2, p.p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



**MAGISTRSKI ŠTUDIJ
GRADBENIŠTVA
PROMETNA SMER**

Kandidatka:

ANDREJA STRUPI PAVLIN, univ. dipl. inž. grad.

**PREUREDITVE NESEMAFORIZIRANIH KRIŽIŠČ V
KROŽNA KRIŽIŠČA**

Magistrsko delo štev.: 261

**CONVERSION OF UNSIGNALIZED INTERSECTIONS
INTO ROUNDABOUTS**

Master of Science Thesis No.: 261

Mentor:

doc. dr. Peter Lipar

Predsednik in član komisije:

izr. prof. dr. Marijan Žura

Član komisije:

doc. dr. Tomaž Maher

Ljubljana, 19. avgust 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisana študentka ANDREJA STRUPI PAVLIN, univ. dipl. inž. grad., vpisna številka 26006611, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: PREUREDITVE NESEMAFORIZIRANIH KRIŽIŠČ V KROŽNA KRIŽIŠČA

IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

Kranj, 19. 8. 2016

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 625.739:656.053.3(497.4)(043)
Avtor: Andreja Strupi Pavlin, univ. dipl. inž. grad.
Mentor: doc. dr. Peter Lipar
Naslov: Preureditve nesemaforiziranih križišč v krožna križišča
Tip dokumenta: magistrsko delo
Obseg in oprema: 173 str., 32 pregl., 108 sl., 8 pril.
Ključne besede: krožno križišče, geometrijski elementi, sredinski otok, ločilni otok

Izvleček:

Gradnja novih križišč v obliki krožnih križišč je v Sloveniji postala močno aktualna pred dobrimi 20 leti. Trend se do danes še ni ustavil, so se pa poleg klasičnih krožnih križišč pojavile tudi nove oblike. V zadnjem obdobju so predvsem »v modi« krožna križišča manjših dimenzij, ki se jih poskuša umestiti v gabarite obstoječega klasičnega križišča z minimalnimi ali nič gradbenimi posegi.

V magistrskem delu so preko vzorca osmih križišč analizirane preureditve klasičnih križišč v krožna križišča. Analiza zajema dimenzije osnovnih geometrijskih elementov, ki jih zakonodaja priporoča za enopasovno krožno križišče z zunanjim premerom najmanj 27 m, in preverja, če priporočila veljajo tudi za manjša oziroma mini krožna križišča.

Skozi analizo izbranih geometrijskih elementov se je potrdila zastavljena hipoteza. V zaključku se podajajo nekateri predlogi pri dopolnitvi zakonodaje in usmeritve pri načrtovanju preureditev.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 625.739:656.053.3(497.4)(043)
Author: Andreja Strupi Pavlin, B. Sc. Civ. Eng.
Supervisor: Assist. Prof. Peter Lipar, Ph. D.
Title: CONVERSION OF UNSIGNALIZED INTERSECTIONS INTO
ROUNDAABOUTS
Document type: M. SC Thesis
Scope and tools: 173 p., 32 tab., 108 fig., 8 ann.
Keywords: roundabout, geometric elements, the center and the splitter island

Abstract

Construction of a new junction as a roundabout is very popular in Slovenia over the last 20 years. Latest trends integrate conversion of unsignalized intersections into roundabouts. Since the space for conversion of the intersection is usually limited, especially in urban areas, the solutions have to be found with either minimal or no construction activity.

Modification possibilities were investigated with the analysis of a sample of eight intersections. In my thesis, I verified that the basic geometric elements, recommended by legislation for single lane roundabouts with diameter at least 27 m, could also be applied to smaller and mini roundabouts.

Analysis of the basic geometric elements has confirmed my hypothesis. In the conclusion some new directions in the design conversion are proposed.

ZAHVALA

Za usmerjanje in pomoč pri nastajanju magistrskega dela se zahvaljujem mentorju doc. dr. Petru Liparju, za potrpežljivost in podporo pa moji družini: Simonu, Nacetu in Mojci.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VII
LIST OF TABLES	IX
KAZALO SLIK	X
LIST OF FIGURES	XIV

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Delitev krožnih križišč glede na lokacijo in velikost [3].....	12
Preglednica 2: Mejne in priporočene dimenzije osnovnih elementov krožnih križišč [3]	21
Preglednica 3: Elementi prevoznosti za merodajno vozilo sedlasti vlačilec [3]	22
Preglednica 4: Zaustavitvena pregledna razdalja [3]	25
Preglednica 5: Primerjava elementov za mini krožna križišča [13]	36
Preglednica 6: Primerjava elementov za majhna krožna križišča [13].....	36
Preglednica 7: Prometne obremenitve in struktura prometa za križišče Črnivec [20]	40
Preglednica 8: Uporabljeni osnovni elementi v krožnem križišču Črnivec	49
Preglednica 9: PLDP in struktura prometa na merodajnem števnem mestu za križišče Lesce [20]	52
Preglednica 10: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Lesce	58
Preglednica 11: PLDP in struktura prometa na posameznih odsekih [20].....	62
Preglednica 12: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Bohinjska Bistrica	69
Preglednica 13: PLDP in struktura prometa na odseku 1136 za števni mesti Primskovo in Brnik [20]	73
Preglednica 14: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Šenčur	78
Preglednica 15: PLDP in struktura prometa na števnem mestu Bled [20].....	82
Preglednica 16: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Bled	87
Preglednica 17: PLDP in struktura prometa v Kamniku [20]	89
Preglednica 18: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Volčji potok	97
Preglednica 19: PLDP in struktura prometa na pododseku odseka 1203 [20]	101
Preglednica 20: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Kandijska Novo mesto	103
Preglednica 21: Uporabljeni elementi krožnega križišča Bakovnik.....	111
Preglednica 22: Križišča, uporabljena v analizi	112
Preglednica 23: Mini oziroma majhno krožno križišče - zunanji premer	113
Preglednica 24: Premer sredinskega otoka in premer sredinskega otoka skupaj s povoznim delom pri izbranem zunanjem premeru krožnega križišča	115
Preglednica 25: Mejne in priporočene vrednosti krožnega vozišča za mini in majhna krožna križišča	118
Preglednica 26: Priporočene vrednosti širine krožnega vozišča za mini in majhna krožna križišča po Brilonu.....	118
Preglednica 27: Mejne in priporočene dimenzije širine uvoza in širine voznega pasu	120
Preglednica 28: Uporabljene širine uvoza in voznega pasu pri izbranih primerih.....	120
Preglednica 29: Mejne vrednosti ostrine razširitve	122
Preglednica 30: Izračunana ostrina razširitve.....	122
Preglednica 31: Priporočene in mejne vrednosti uvoznih radijev	123

Preglednica 32: Uporabljeni uvozni radiji na posameznem kraku	124
---	-----

LIST OF TABLES

Table 1: Basic categories of roundabouts according to location and diameter [3].....	12
Table 2: Limited and recommended dimensions of basic elements of roundabouts [3]	21
Table 3: Design elements of single-lane roundabout for towing vehicle	22
Table 4: Stopping sight distance [3].....	25
Table 5: Critical design parameters for mini-roundabouts [13]	36
Table 6: Critical design parameters for single-lane roundabouts [13]	36
Table 7: Traffic loads and traffic structure in the main direction [20]	40
Table 8: Basic elements, used in roundabout Črnivec	49
Table 9: ADT and traffic structure of the counting site on the main road [20].....	52
Table 10: Basic elements, used in roundabout Lesce.....	58
Table 11: ADT and traffic structure of the counting site for different legs of the intersection [20]	62
Table 12: Basic elements, used in roundabout Bohinjska Bistrica	69
Table 13: ADT and traffic structure of the counting site <i>Primskovo</i> and <i>Brnik</i> on the main road [20]	73
Table 14: Basic elements, used in roundabout Šenčur	78
Table 15: ADT and traffic structure of the counting site Bled on the main road [20]	82
Table 16: Basic elements, used in roundabout Bled	87
Table 17: ADT and traffic structure on main road in Kamnik [20]	89
Table 18: Basic elements, used in roundabout Volčji potok.....	97
Table 19: ADT and traffic structure on the main road [20]	101
Table 20: Basic elements used in roundabout Kandijska, Novo mesto	103
Table 21: Basic elements of roundabout Bakovnik.....	111
Table 22: Intersections, used in analyses	112
Table 23: Mini and small roundabout – outer diameter	113
Table 24: Diameter of central island and diameter of central island together with apron, according to outer diameter of roundabout	115
Table 25: Limited and recommended values for circular roadway width.....	118
Table 26: Recommended values for circular roadway width according to Brilon.....	118
Table 27: Limited and recommended values for entry width and lane width.....	120
Table 28: Used values for entry width and lane width in model roundabouts	120
Table 29: Limited values for approach flaring.....	122
Table 30: Approach flaring used in model roundabouts	122
Table 31: Recommended and limited values for entry radius	123
Table 32: Used values for entry radius in sample legs of roundabouts.....	124

KAZALO SLIK

Slika 1: Uvozna širina (e) in širina voznega pasu dostopne ceste (v) [3].....	8
Slika 2: Povprečna efektivna dolžina razširitve l' [3].....	8
Slika 3: Osnovni elementi standardnega enopasovnega krožnega križišča [3].....	9
Slika 4: Konfliktne točke v štirikrakem klasičnem in krožnem križišču [6].....	10
Slika 5: Poraba prostora (krožno križišče (rdeča) vs. štirikrako križišče s pasovi za levo zavijanje (modra)) – težave s pomanjkanjem prostora za izvedbo sredinskega otoka v pozidanem območju [6]	11
Slika 6: Mini krožno križišče, Karlsruhe [11].....	13
Slika 7: Mini krožno križišče, Shakopee, Minnesota [29].....	13
Slika 8: Mini krožno križišče, Sežana.....	14
Slika 9: Enopasovno krožno križišče, ZDA [30].....	15
Slika 10: Vodenje krakov v krožno križišče [3].....	16
Slika 11: Ukrivljenost (defleksija) poti vozila skozi križno križišče [3].....	18
Slika 12: Elementi prevoznosti za merodajno vozilo sedlasti vlačilec [3].....	22
Slika 13: Idealno in dopustno vodenje ceste v krožno križišče [3].....	23
Slika 14: Minimalne dimenzije ločilnega otoka na mestu postavitve prometnih znakov [3].....	24
Slika 15: Čelna pregledna razdalja [3].....	25
Slika 16: Preglednost v levo, potrebna pri uvozu v krožno križišče [3].....	26
Slika 17: Čelna preglednost pri uvozu v krožno križišče [3].....	26
Slika 18: Preglednost od uvoza do prehoda za pešce pri naslednjem izvozu [3].....	26
Slika 19: Osnovne značilnosti mini krožnega križišča [7].....	28
Slika 20: Montažni elementi krožnik križišč: reciklirana guma, montažni vodilni robnik in plastična varnostna ograja.....	30
Slika 21: Delitev krožnih križišč v Nemčiji glede na osnovne karakteristike.....	32
Slika 22: Bočni zamik uvoznega kraka [8].....	35
Slika 23: Lega križišča Črnivec v prostoru [19].....	39
Slika 24: Tloris križišča Črnivec [19].....	41
Slika 25: Potek ceste ca 350 m pred križiščem iz smeri Radovljice.....	42
Slika 26: Potek ceste ca 200 m pred križiščem iz smeri Radovljice.....	42
Slika 27: Pogled iz smeri Radovljica (v smeri naraščanja stacionaže na državni cesti).....	43
Slika 28: Pogled iz smeri Črničva (lokalna cesta).....	43
Slika 29: Izvedeno stanje – začasna oblika križišča (1. stopnja reševanja problematike),.....	45
Slika 30: Situacija ureditve [21].....	46
Slika 31: Izvedeno stanje, montažno krožno križišče znotraj obstoječih gabaritov križišča,.....	47
Slika 32: Izvedeno stanje, montažno krožno križišče znotraj obstoječih gabaritov križišča,.....	47
Slika 33: Prometne nesreče pred in po izgradnji krožnega križišča.....	49

Slika 34: Lokacija križišča Lesce [19]	50
Slika 35: Izhodiščna geometrija križišča Lesce [19].....	51
Slika 36: Pogled v križišče – iz smeri Lesce, Radovljica (v smeri naraščanja stacionaže).....	52
Slika 37: Pogled v križišče iz smeri Kamne Gorice	53
Slika 38: Situacija križišča iz izvedbenega načrta [22].....	54
Slika 39: Pogled v križišče – iz smeri Lesce, Radovljica (v smeri naraščanja stacionaže),.....	55
Slika 40: Pogled iz smeri Kamne Gorice, izvedeno stanje.....	55
Slika 41: Pogled iz Boštjanove ulice (LC).....	56
Slika 42: Shematski prikaz geometrije križišča Lesce [6].....	57
Slika 43: Zamik sredinskega otoka v osi vzhod – zahod [6].....	57
Slika 44: Zamik enega od vpadnih krakov smeri vzhod – zahod [6]	57
Slika 45: Prometne nesreče križišče Lesce.....	59
Slika 46: Lokacija križišča v naselju Bohinjska Bistrica [19].....	60
Slika 47: Lokacija križišča v naselju – izhodiščno stanje [19].....	61
Slika 48: Pogled v križišče iz smeri Bled.....	63
Slika 49: Pogled v križišče iz smeri Soriška planina.....	64
Slika 50: Prečni prerez križišča [23]	65
Slika 51: Situacija križišča [23]	67
Slika 52: Križišče Bohinjska Bistrica – izvedeno stanje, pogled iz smeri Soriška planina.....	68
Slika 53: Križišče Bohinska Bistrica - izvedeno stanje, pogled iz smeri Bleda.....	69
Slika 54: Lega križišča Šenčur v prostoru [19].....	70
Slika 55: Osnovna prometna ureditev križišča po izgradnji obrtne cone	71
Slika 56: Prometni znak, ki udeležencem v prometu daje obvestilo o možnosti dostopa do poslovne cone [31].....	72
Slika 57: Pogled na križišče pred preureditvijo, smer Kranj [31]	73
Slika 58: Pogled na križišče pred preureditvijo, smer Moste [31]	74
Slika 59: Izsek iz projekta izvedenih del, montažno krožno križišče Šenčur [24].....	76
Slika 60: Pogled na zgrajeno križišče v smeri Kranja.....	76
Slika 61: Prometne nesreče v križišču Šenčur po ureditvi obrtne cone,	78
Slika 62: Lega križišča Bled v naselju [19].....	79
Slika 63: Križišče Ljubljanske, Seliške in Koritenske ceste [19].....	80
Slika 64: Pogled na križišče v smeri Lesc [31]	80
Slika 65: Pogled na križišče s Koritenske ceste [31].....	81
Slika 66: Sled skrajnega kolesa linijskega avtobusa iz smeri Koritno [25]	84
Slika 67: Gradbeni posegi v križišču na Bledu (siva – dograditev, svetlo modra – preplastitev oziroma zagotavljanje prečnih sklonov) [25].....	85

Slika 68: Končna ureditev krožnega križišča na Bledu [25]	85
Slika 69: Preurejeno križišče, pogled v smeri Bled – center	86
Slika 70: Preurejeno križišče, pogled v smeri Lesc	86
Slika 71: Lokacija križišča Volčji potok [19].....	88
Slika 72: Prometne nesreče v križišču Volčji potok v zadnjem 5 in 10-letnem obdobju,	90
Slika 73: Število nesreč in število udeležencev v prometnih nesrečah med 2010 – 2015.....	90
Slika 74: Posledice prometnih nesreč v obdobju 2010 - 2015.....	91
Slika 75: Pogled v križišče – iz smeri Kamnika proti Duplici	91
Slika 76: Pogled iz smeri Duplice proti Kamniku	92
Slika 77: Primerjava v izhodišču projektirane in popravljene geometrije križišča	93
Slika 78: Dograditev ožjega območja križišča Volčji potok [26].....	94
Slika 79: Situacija krožišča Volčji potok [26].....	94
Slika 80: Pogled iz smeri Kamnika, izvedeno stanje.....	95
Slika 81: Pogled v smeri Kamnika, izvedeno stanje.....	95
Slika 82: Lega križišča "Kandijska" v prostoru [19]	98
Slika 83: Križišče "Kandijska cesta", ožje območje [19]	99
Slika 84: Pogled na križišče Kandijska cesta v smeri stacionaže	99
Slika 85: Pogled na križišče Kandijska cesta v nasprotni smeri stacionaže	100
Slika 86: Situacija križišča Kandijska cesta [27].....	102
Slika 87: Lokacija križišča Bakovnik – Lidl v Kamniku [19].....	104
Slika 88: Situacija križišča Bakovnik [19]	105
Slika 89: Pogled v križišče – v smeri Kamnik- center [31]	107
Slika 90: Pogled v križišče v smeri Duplica [31]	107
Slika 91: Pogled v križišče iz javne poti Bakovnik [31]	108
Slika 92: Pogled v križišče iz Klavčičeve ulice [31]	108
Slika 93: Umestitev krožnega križišča Bakovnik v gabarite obstoječega križišča [28]	109
Slika 94: Pogled na izvedeno krožno križišče	111
Slika 95: Zunanji premer izbranih krožnih križišč glede na mejne vrednosti	113
Slika 96: Zunanji premer izbranih krožnih križišč glede na mejne vrednosti	114
Slika 97: Priporočene meje sredinskega otoka	116
Slika 98: V vzorčnih križiščih izbrana širina krožnega vozišča glede na dimenzije po TSC.....	119
Slika 99: V vzorčnih križiščih izbrana širina krožnega vozišča	119
Slika 100: Primerjava širine uvoza v različni deželah [13]	121
Slika 101: Grafični prikaz uporabljene širina voznega pasu »v« [m].....	121
Slika 102: Grafični prikaz uporabljene širine uvoza "e" [m].....	122
Slika 103: Ostrina razširitve pri posameznem primeru glede na dopustne meje.....	123
Slika 104: Uvozni radiji v križišče glede na priporočene / dopustne radije	124

Slika 105: Primerjava dimenzij uvoznega radija v različnih deželah [13].....	125
Slika 106: Uporaba daljšega ločilnega otoka kot ukrep umirjanja prometa [6]	126
Slika 107: Uporaba deniveliranih in tlakovanih ločilnih otokov	127
Slika 108: Skupna širina vozišča pred križiščem	128

LIST OF FIGURES

Figure 1: Entry width (e) and approach lane width (v) [3].....	8
Figure 2: Effective flare length l' [3].....	8
Figure 3: Basic geometric elements of a single-lane roundabout [3]	9
Figure 4: Vehicle conflict point comparison for intersections with single-lane approaches [6]	10
Figure 5: Area comparison: single-lane roundabout versus comparable signalized intersection – problems of implementation of central island in built-up area [6]	11
Figure 6: Mini roundabout, Karlsruhe [11]	13
Figure 7: Mini roundabout, Shakopee, Minnesota [29]	13
Figure 8: Mini roundabout, Sežana	14
Figure 9: Single-lane roundabout, USA [30].....	15
Figure 10: Single-lane roundabout entry alignment [3]	16
Figure 11: Deflection of vehicle path [3]	18
Figure 12: Towing vehicle turning path [3].....	22
Figure 13: Optimal and acceptable alignment of entry design [3]	23
Figure 14: Minimal dimensions of splitter island where signing is required [3].....	24
Figure 15: Stopping sight distance at approach [3]	25
Figure 16: Visibility to the left at intersection entry [3].....	26
Figure 17: Forward visibility at entry [3]	26
Figure 18: Sight distance	26
Figure 19: Basic characteristics of mini-roundabout [7]	28
Figure 20: Elements for assembly roundabout: prefabricated rubber curbs and different kinds of plastic protective barriers	30
Figure 21: Definition of types of roundabouts by their inscribed circle diameter and their maximum capacity in terms of average daily traffic [11].....	32
Figure 22: Small offside shift [8]	35
Figure 23: Positioning of the Črnivec intersection [19]	39
Figure 24: Layout of the intersection Črnivec [19]	41
Figure 25: Route from Radovljica, ca 350 m before the intersection Črnivec	42
Figure 26: Route from Radovljica, ca 200 m before the intersection Črnivec	42
Figure 27: Intersection Črnivec viewed from the direction of Radovljica	43
Figure 28: Intersection Črnivec viewed from the local road	43
Figure 29: Assembled roundabout, constructed from plastic protective barriers (temporary regulation)	45
Figure 30: Layout of the roundabout [21]	46
Figure 31: Roundabout, viewed from the direction of Radovljica	47

Figure 32: Roundabout, viewed from the direction of the highway.....	47
Figure 33: Traffic accidents before and after construction of the roundabout	49
Figure 34: Positioning of the Lesce intersection [19]	50
Figure 35: Layout of the intersection Lesce [19]	51
Figure 36: Intersection Lesce, viewed from the direction of Radovljica	52
Figure 37: Intersection Lesce, viewed from the direction of Kamna Gorica	53
Figure 38: Layout of the roundabout [22]	54
Figure 39: Roundabout, viewed from the direction of Radovljica.....	55
Figure 40: Roundabout Lesce, from the direction of Kamna Gorica	55
Figure 41: Roundabout Lesce, viewed from local road	56
Figure 42: Geometry of the roundabout Lesce [6].....	57
Figure 43: Deflection of the outer curb line at the top of the intersection [6].....	57
Figure 44: Roundabout shifted along minor street axis [6].....	57
Figure 45: Traffic accidents in the intersection Lesce	59
Figure 46: Positioning of the Bohinjska Bistrica intersection [19]	60
Figure 47: Layout of the intersection – baseline situation [19].....	61
Figure 48: Intersection Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Bled.....	63
Figure 49: Intersection Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Soriška planina.....	64
Figure 50: Cross – section of the roundabout [23].....	65
Figure 51: Layout of the roundabout [23]	67
Figure 52: Roundabout Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Soriška planina	68
Figure 53: Roundabout Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Bled	69
Figure 54: Positioning of the Šenčur intersection [19].....	70
Figure 55: Baseline situation on the main road, after the construction of the industrial zone	71
Figure 56: Traffic sign for the intermediate traffic regime [31].....	72
Figure 57: Intersection intermediate traffic regime, the direction towards Kranj [31]	73
Figure 58: Intersection intermediate traffic regime, the direction towards Moste [31]	74
Figure 59: Layout of the roundabout Šenčur [24].....	76
Figure 60: Roundabout Šenčur, viewed towards Kranj	76
Figure 61: Traffic accidents in the intersection Šenčur according to three different traffic regimes....	78
Figure 62: Positioning of the intersection Bled [19]	79
Figure 63: The intersection of Ljubljanska, Seliška and Koritenska streets	80
Figure 64: Intersection Bled, towards the direction of Lesce [31].....	80
Figure 65: Intersection Bled, viewed from the direction of Street Koritenska [31].....	81
Figure 66: Bus turning path, from the direction of Koritno towards Bled - centre [25]	84
Figure 67: Construction site in the intersection (grey-completion, bright blue-asphalt overlay) [25]..	85

Figure 68: Layout of the roundabout Bled [25].....	85
Figure 69: New roundabout, viewed towards Bled - centre	86
Figure 70: New roundabout, viewed towards Lesce	86
Figure 71: Positioning intersection Volčji potok [19]	88
Figure 72: Traffic accidents in Volčji potok intersection in last two 5-years periods.....	90
Figure 73: Traffic accidents and participants in traffic accidents during 2010 - 2015	90
Figure 74: Consequences of traffic accidents 2010 - 2015.....	91
Figure 75: Intersection Volčji potok, viewed from the direction of Kamnik	91
Figure 76: Intersection Volčji potok, viewed from the direction of Duplica	92
Figure 77: Geometry comparison of initial and final (changed) design of the roundabout.....	93
Figure 78: Completion of roundabout Volčji potok [26].....	94
Figure 79: Layout of roundabout Volčji potok [26]	94
Figure 80: Roundabout Volčji potok, viewed from the direction of Kamnik.....	95
Figure 81: Roundabout Volčji potok, viewed in the direction towards Kamnik.....	95
Figure 82: Positioning of the intersection »Kandijska« [19].....	98
Figure 83: Layout of intersection »Kandijska« [19].....	99
Figure 84: Intersection Kandijska viewed from the direction of Straža	99
Figure 85: Intersection Kandijska, view towards Straža	100
Figure 86: Layout of Kandijska roundabout [27]	102
Figure 87: Positionig of the intersection Bakovnik-Lidl, Kamnik [19].....	104
Figure 88: Layout of the intersection Bakovnik [19]	105
Figure 89: Intersection Bakovnik, view in the direction toward Kamnik-centre [31].....	107
Figure 90: Intersection Bakovnik, view towards Duplica [31].....	107
Figure 91: Intersection, viewed from the local road Bakovnik [31].....	108
Figure 92: Intersection, viewed from the Klavčičeva Street [31].....	108
Figure 93: Layout of the roundabout Bakovnik [28].....	109
Figure 94: Roundabout Bakovnik.....	111
Figure 95: Outer diameter of roundabouts, used in analyses,.....	113
Figure 96: Outer diameter of roundabouts, used in analyses,.....	114
Figure 97: Recommended values for central island of mini-roundabout	116
Figure 98: Circular roadway width, used in model roundabouts, according to national regulations ..	119
Figure 99: Circular roadway width, used in model roundabouts, according to Brilon.....	119
Figure 100: Entry width in different countries [13].....	121
Figure 101: Lane width according to national regulation.....	121
Figure 102: Entry width according to national regulation.....	122
Figure 103: Approach flaring used in model roundabouts according to national regulations.....	123
Figure 104: Entry radius in sample roundabouts according to national regulations	124

Figure 105: Entry radius recommended in different countries.....	125
Figure 106: Extended splitter island treatment [6].....	126
Figure 107: Use of non-traversable and traversable splitter island in model roundabouts	127
Figure 108: Road width before roundabout	128

1	UVOD - PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE.....	1
1.1	PROBLEM IN PREDMET RAZISKOVANJA	1
1.2	NAMEN IN CILJI MAGISTRSKE NALOGE	1
1.3	METODE DELA	2
1.4	TEZE MAGISTRSKE NALOGE.....	2
2	PREGLED OBSTOJEČE ZAKONODAJE NAČRTOVANJA V SLOVENIJI	3
2.1	SPLOŠNE DEFINICIJE – ZAKONODAJA	3
2.1.1	KRIŽIŠČE	3
2.2	NIVOJSKO KRIŽIŠČE.....	4
2.3	KROŽNO KRIŽIŠČE.....	5
2.3.1	KROŽNO KRIŽIŠČE - POMEN IZRAZOV [3].....	6
2.3.2	PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI KROŽNIH KRIŽIŠČ	9
2.3.3	DELITEV KROŽNIH KRIŽIŠČ.....	12
2.3.4	PROMETNA VARNOST V KROŽNIH KRIŽIŠČIH.....	15
2.3.5	KRITERIJI ZA IZBOR KROŽNEGA KRIŽIŠČA.....	18
2.3.6	KAPACITETNI IZRAČUN.....	20
2.3.7	DOLOČITEV PROJEKTNO TEHNIČNIH ELEMENTOV	21
2.3.8	HORIZONTALNO IN VIŠINSKO VODENJE.....	24
2.3.9	PREGLEDNOST.....	24
2.3.10	PROMETNA SIGNALIZACIJA IN OPREMA	26
2.4	MINI KROŽNA KRIŽIŠČA.....	27
2.5	MONTAŽNA KROŽNA KRIŽIŠČA	29
3	PREDPISI V TUJINI.....	31
3.1	IZKUŠNJE PRI NAČRTOVANJU IZ TUJINE	31
3.1.1	NEMČIJA.....	31
3.1.2	VELIKA BRITANIJA	34
3.1.3	PRIMERJAVA STANDARDOV V TUJINI	36
4	ANALIZA IZVEDENIH UKREPOV V SLOVENIJI	38
4.1	UVOD	38
4.2	KRIŽIŠČE BREZJE – ČRNIVEC NA R2-452/0208 V KM 7,050.....	39
4.2.1	OPIS OBSTOJEČEGA/PREDHODNEGA STANJA	39
4.2.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI.....	39
4.2.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI.....	40

4.2.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	40
4.2.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	41
4.2.6	PROBLEMATIKA	44
4.2.7	PREDLOG REŠITVE	44
4.2.8	ZASNOVA KRIŽIŠČA	44
4.2.9	ANALIZA UKREPA	48
4.3	KRIŽIŠČE LESCE – KAMNA GORICA na R3-635/1121 v km 1,150	50
4.3.1	OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA	50
4.3.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI	50
4.3.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI	51
4.3.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	51
4.3.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	52
4.3.6	PREDLOG REŠITVE	53
4.3.7	ZASNOVA KRIŽIŠČA	53
4.3.8	ANALIZA UKREPA	56
4.4	KRIŽIŠČE BOHINJSKA BISTRICA na R1-209/1091 v km 1,337	60
4.4.1	OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA	60
4.4.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI	61
4.4.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI	61
4.4.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	62
4.4.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	62
4.4.6	PREDLOG REŠITVE	63
4.4.7	ZASNOVA KRIŽIŠČA	64
4.4.8	ANALIZA UKREPA	67
4.5	KRIŽIŠČE ŠENČUR – POSLOVNA CONA na G2-104/1136 v km 2,400	70
4.5.1	OPIS OBSTOJEČEGA / PREDHODNEGA STANJA	70
4.5.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI	71
4.5.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI	72
4.5.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	72
4.5.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	73
4.5.6	PROBLEMATIKA	74
4.5.7	PREDLOG REŠITVE	75
4.5.8	ZASNOVA KRIŽIŠČA	75
4.5.9	ANALIZA UKREPA	77
4.6	KRIŽIŠČE BLEDE – križišče Seliška na R1-209/1088 v km 3,340	79

4.6.1	OPIS OBSTOJEČEGA / PREDHODNEGA STANJA	79
4.6.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI.....	79
4.6.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI.....	81
4.6.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	82
4.6.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	82
4.6.6	PROBLEMATIKA.....	82
4.6.7	PREDLOG REŠITVE	83
4.6.8	ZASNOVA KRIŽIŠČA	83
4.6.9	ANALIZA UKREPA	86
4.7	KRIŽIŠČE DUPLICA - KAMNIK na R1-225/1359 v km 0,575.....	88
4.7.1	OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA	88
4.7.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI.....	88
4.7.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI	89
4.7.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	89
4.7.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	89
4.7.6	PREDLOG REŠITVE	92
4.7.7	ZASNOVA KRIŽIŠČA	92
4.7.8	ANALIZA UKREPA	96
4.8	KRIŽIŠČE KANDIJSKA CESTA Novo mesto na R2-419/1203 Soteska – Novo mesto v km 12,230	98
4.8.1	OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA	98
4.8.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI.....	100
4.8.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI	100
4.8.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	101
4.8.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	101
4.8.6	PREDLOG REŠITVE	101
4.8.7	ZASNOVA KRIŽIŠČA	101
4.8.8	ANALIZA UKREPA	102
4.9	KRIŽIŠČE Ljubljanska cesta, Bakovnik (Lidl) v Kamniku na LC 160521	104
4.9.1	OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA	104
4.9.2	PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI.....	105
4.9.3	PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI	106
4.9.4	PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH	106
4.9.5	PODATKI O PROMETNIH NESREČAH	106
4.9.6	PREDLOG REŠITVE	108
4.9.7	ZASNOVA KRIŽIŠČA	109

4.9.8	ANALIZA UKREPA	110
5	UGOTOVITVE RAZISKOVANJA	112
5.1	ANALIZA GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV	113
5.1.1	VELIKOST KROŽNEGA KRIŽIŠČA	113
5.1.2	PREMER SREDINSKEGA OTOKA	114
5.1.3	ŠIRINA KROŽNEGA PASU	118
5.1.4	ŠIRINA VOZNEGA PASU »v« IN ŠIRINA UVOZA »e«.....	120
5.1.5	UVOZNI RADIJ	123
5.1.6	LOČILNI OTOKI	125
5.2	ZAKLJUČKI ANALIZE.....	129
6	POVZETEK	131
7	SUMMARY	132
8	VIRI.....	133
	SEZNAM PRILOG.....	136

Ta stran je namenoma prazna.

1 UVOD - PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE

1.1 PROBLEM IN PREDMET RAZISKOVANJA

V zadnjih dvajsetih letih je gradnja krožnih križišč v Sloveniji močno narasla. Trend izgradnje krožnih križišč se v tem času še ni ustavil. Nasprotno. Pojavljajo se vedno nove zahteve, na nekaterih lokacijah, kljub izdelani metodologiji za ugotavljanje upravičenosti izvedbe, tudi neupravičene ali nesmiselne. Zaradi gospodarske krize v zadnjem obdobju so se pojavile tudi ideje o »poceni« rešitvah, uvedba krožnih križišč brez gradbenih posegov ali z minimalnimi gradbenimi posegi, ki ju omogočajo montažna in mini krožna križišča. Skoraj po načelu: krožno križišče v vsako vas. Tudi za ceno zmanjšane prometne varnosti zaradi polovičnih rešitev?

Zagotavljanje prometne varnosti je temeljno načelo pri načrtovanju kakovostnega prometnega sistema, tudi če gre za »začasne« rešitve. Tudi takšne rešitve morajo biti prometno varne, funkcionalne glede na vlogo križišča v prostoru, projektno – tehnično ustrezne in zadostno prepustne. Rešitev, ki ne izpolnjuje navedenih kriterijev, nikakor ne more biti ekonomsko upravičena, četudi je poceni.

Montažno ali mini krožno križišče je lahko povsem ustrezna preureditev in rešitev določenega problematičnega križišča. Vendar ne katerega koli.

1.2 NAMEN IN CILJI MAGISTRSKE NALOGE

Skozi analizo vzorca križišč, ki so se v zadnjih letih preurejala na cestah (v večji meri v upravljanju Direkcije RS za infrastrukturo), se želi preveriti ustreznost izbranih rešitev glede na znane kriterije ter opozoriti na najpogostejše pomanjkljivosti, ki so se pojavile pri preureditvah križišč. Za posamezen primer se izdelata tudi predlog potrebnih ukrepov za zagotavljanje ustreznega nivoja prometne varnosti v križišču.

Na osnovi vzorca se dopolni predlog smernic za projektiranje »začasnih« rešitev. Glede na prostorske omejitve in namen oziroma funkcijo ceste se določijo minimalni kriteriji, ki še dopuščajo posamezno začasno rešitev.

Delovna hipoteza, na kateri temelji naloga, so geometrijski elementi krožnih križišč, vpeti v gabarite izhodiščnih, tri ali štirikraki nivojskih križišč. Glede na kriterija za umestitev krožnih križišč v prostor in metodologijo zagotavljanja upravičenosti, se poskuša ugotoviti, v kakšnih primerih je te posege sploh možno izvesti brez gradbenih posegov (montažna križišča) oziroma z minimalnimi

gradbenimi posegi. Poleg tega se poskuša definirati smiselne, upravičene in potrebne posege začasne rešitve.

1.3 METODE DELA

Magistrsko delo v prvem delu vsebuje pregled obstoječe domače in tuje literature, znanstvenih razprav, člankov in zakonodaje glede umeščanja krožnih križišč v prostor, konstrukcijskih elementov, prepustnosti in kriterijev za izbor variante ter analizo in presojo ustreznosti rekonstrukcije obstoječega križišča.

Poleg kritične analize strokovnoteoretičnih dognanj so zaradi lažjega razumevanja za ilustracijo navedeni tudi nekateri praktični primeri iz strokovne literature. Ta del magistrskega dela je analiziran s pomočjo opisne (deskriptivne) metode, metode kompilacije, sintetične in induktivno-deduktivne metode in komparativne metode.

Drugi, empirični del magistrskega dela temelji na deskriptivni metodi, komparativni metodi in statistični metodi. Pri izdelavi magistrskega dela so uporabljena teoretična znanja, pridobljena v okviru študija ter znanje in izkušnje, pridobljene v aktivnem sodelovanju na področju načrtovanja in graditve krožnih križišč v Republiki Sloveniji.

1.4 TEZE MAGISTRSKE NALOGE

Skozi nalogo poskušamo ugotoviti, **ali geometrijske elemente za majhno krožno križišče lahko uporabimo tudi za mini krožno križišče** oziroma poskušamo ugotoviti, kje so omejitve.

2 PREGLED OBSTOJEČE ZAKONODAJE NAČRTOVANJA V SLOVENIJI

2.1 SPLOŠNE DEFINICIJE – ZAKONODAJA

2.1.1 KRIŽIŠČE

Križišče je po definiciji Zakona o cestah (ZCes-1) prometna površina, ki nastane s križanjem ali združitvijo dveh ali več cest v isti ravnini [1]. Pravilnik o projektiranju cest definira **nivojsko** in **krožno** križišče.

Nivojsko križišče [2]:

- mora zagotavljati varno in udobno križanje, združevanje in odcepljanje prometnih smeri,
- oblika se določi na osnovi prometne funkcije ceste, načela distribucije prometnih tokov, količine prometa, prevoznosti merodajnega tipskega vozila ter varnega prečkanja kolesarjev in pešcev,
- kot križanja mora biti čim bliže pravemu kotu oziroma lahko odstopa do 15° zaradi terenskih razmer,
- maksimalni vzdolžni nagib nivelete glavne prometne smeri v območju križanja ne sme presegati 3,5% in
- zavijalne loke je treba preveriti z dinamičnimi traktrisami merodajnega vozila.

Krožno križišče [2]:

- je definirano kot nivojsko kanalizirano križišče krožne oblike s sredinskim otokom in krožnim voziščem, na katero se priključujejo trije ali več krakov cest z vodenjem motornega prometa v nasprotni smeri urinega kazalca,
- in se ga lahko predvidi na vseh vrstah cest na lokacijah, kjer se križata dve ali več cest, zaradi neugodnega križanja osi cest, zaradi povečanja prepustnosti križišča, skrajnega čakalnega intervala ali umirjanja hitrosti,
- ki mora biti na dobro zaznavni lokaciji in katerega dimenzije sredinskega otoka in širine krožišča se določijo za prevoz merodajnega tipskega vozila in za konkretne prometne obremenitve,
- kjer je vzdolžni nagib ravnine krožišča od 0,5% do 3,0% v smeri nivelete prednostne ceste, na priključnih krakih pa $\pm 4\%$ in
- kjer ima vozišče v krožišču enostranski prečni nagib 2%, usmerjen proti zunanjemu robu krožišča.

2.2 NIVOJSKO KRIŽIŠČE

Križišča so tiste prometne površine, na katerih se prometnih tokovi ali posamezne enote združujejo ali porazdeljujejo, zato morajo biti oblikovana in organizirana tako, da se na njih **čim redkeje pojavljajo kakršne koli motnje** oziroma konflikti, da so **časovne izgube** in možnosti za **nastanek prometnih nesreč čim manjše** ter se pogoji gibanja prometnih tokov čim bolj približajo pogojem in udobnosti odprte ceste. Naloga križišč je, da omogočajo **varno, udobno, hitro in ekonomično** križanje, prepletanje, združevanje ali cepljenje prometnih tokov enakih ali različnih cestnih vozil, pešcev in kolesarjev [5].

Pri nivojskih križiščih se križanja, prepletanja, združevanja in cepljenja izvajajo **v eni ravnini**.

Po obliki ta križišča delimo na [5]:

- »T« križišča,
- »Y« križišča
- štirikraka »+« in »X« križišča,
- krožna križišča.

Glede na **število krakov** nivojska križišča delimo na [5]:

- tri-kraka križišča,
- štiri-kraka križišča,
- več-kraka križišča.

Na kraku pa je promet lahko enosmeren ali dvosmeren.

Širše območje nivojskega križišča je območje, ki ga tvorijo kraki križišča in območje neposrednega križanja dveh ali več cest. Območje križišča omejujejo tiste točke na posameznih krakih, v katerih se začne oblika ceste kakorkoli spreminjati. Uporabljata se dve delitvi prometnih tokov: prostorska in časovna. Pri prostorski delitvi križišč gre za gradbeno tehnično oblikovanje križišča, pri časovni pa za umetno prekinjanje posameznih prometnih tokov, da ustvarimo časovne vrzeli, ki jih uporabljajo druga vozila prometnega toka.

Nivojska križišča delimo še na:

- **nesemaforizirana križišča in**
- **semaforizirana križišča.**

Nesemaforizirana križišča pa glede na tehnično oblikovanje na:

- **križišča glavne in stranske prometne smeri in**
- **krožna križišča.**

2.3 KROŽNO KRIŽIŠČE

Krožno križišče je po definiciji križišče, kjer prednostna cesta poteka po zaključenem krogu v smeri, ki je nasprotna smeri gibanja urinih kazalcev. Ima nepovozni, delno povozni ali povozni sredinski otok ter krožno vozišče, v katerega se steka tri ali več krakov cest [3].

Osnovni tipi krožnih križišč so:

- enopasovno krožno križišče,
- večpasovno krožno križišče,
- mini krožno križišče,
- montažno krožno križišče in
- krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča – turbo krožno križišče.

Krožna križišča kot ena izmed oblik križišč in križanja prometnih tokov se projektirajo skladno s **Pravilnikom o projektiranju cest**. Pravilnik določa »tehnične zahteve, pogoje in normative, ki se morajo zaradi zagotavljanja prometne varnosti in ekonomičnosti gradnje ter vzdrževanja javnih cest in njihovih elementov upoštevati pri izdelovanju projektne in tehnične dokumentacije, namenjene za gradnjo, uporabo in vzdrževanje cest« [2]. **Tehnična specifikacija za krožna križišča TSC 03.341:2011**, katere uporaba je obvezna, pa »podaja usmeritve za projektno tehnično oblikovanje krožnih križišč na javnih cestah v Republiki Sloveniji« [3] in »obravnava le najpogostejše tipe krožnih križišč: standardna enopasovna krožna križišča, mini krožna križišča in montažna krožna križišča«.

Tehnična specifikacija definira področje uporabe krožnih križišč, kriterije za upravičenost njihove izvedbe, način pridobivanja podatkov za izračun kapacitete, metodologijo izračuna in dimenzioniranja, vpliv posameznih konstrukcijskih elementov krožnega križišča, horizontalne in vertikalne elemente krožnega križišča, vplive kolesarjev in pešcev na pretočnost krožnega križišča, prometno signalizacijo, pogoje preglednosti in ureditve sredinskega otoka.

2.3.1 KROŽNO KRIŽIŠČE - POMEN IZRAZOV [3]

Krožno križišče je križišče, kjer prednostna cesta poteka v zaključenem krogu v smeri, ki je nasprotna smeri gibanja urinih kazalcev. Ima nepovozni, delno povozni ali povozni sredinski otok ter krožno vozišče, v katerega se steka tri ali več krakov cest.

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

Mini krožno križišče je enopasovno krožno križišče s povoznim sredinskim otokom. Za razliko od »klasičnih« enopasovnih krožnih križišč je **sredinski otok izveden na takšen način, da omogoča prevoznost (večjim) motornim vozilom.**

Montažno krožno križišče je projektna rešitev, **umeščena v gabarite obstoječega »klasičnega« križišča**, izvedena z elementi, prometno signalizacijo in opremo, ki je v skladu s prometno varnostnimi zahtevami, namenjena izboljšanju pretočnosti ali /in prometne varnosti.

Krožno vozišče je vozišče krožne oblike, po katerem vozijo vozila okoli sredinskega otoka v nasprotni smeri urinega kazalca. Vozila v krožnem toku imajo prednost pred vozili, ki prihajajo z uvozov.

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

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

Zunanji premer je premer zunanjega (največjega) kroga krožnega križišča oziroma premer zunanjega roba krožnega vozišča.

Notranji premer je premer sredinskega otoka oziroma notranjega roba krožnega vozišča.

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

Uvoz je območje krožnega križišča, kjer se **uvozni pas steka v krožno vozišče** in je od le-tega ločen z ločilno črto. Uvoz je lahko lijakasto razširjen ali pa so njegovi pasovi vzporedni. Na tem območju morajo vozila upočasniti vožnjo ali ustaviti do trenutka, ko je med vozili v krožnem toku zadostna časovna praznina za njihovo vključitev v krožno vozišče.

Izvoz je območje, na katerem vozila zapuščajo krožno križišče.

Število voznih pasov na uvozu vsakega kraka krožnega križišča in število voznih pasov v krožnem križišču sta osnovna parametra izračuna prepustnosti krožnega križišča.

Iz števila voznih pasov na uvozi in v krožnem križišču izhaja osnovna delitev krožnih križišč v enopasovne in večpasovne.

Uvozni prometni tok tvorijo vozila, ki uvažajo v krožno križišče.

Izvozni prometni tok tvorijo vozila, ki izvažajo iz krožnega križišča.

Krožni (krožeči) prometni tok tvorijo vozila, ki krožijo po krožnih prometnih pasovih okoli sredinskega otoka.

Niša za čakanje je prostor med notranjim robom zaznamovanega prehoda za pešce ali kolesarje in zunanjim robom krožnega vozišča, ki ga uporabljajo vozila za čakanje na sprejemljivo časovno praznino med vozili v krožnem toku.

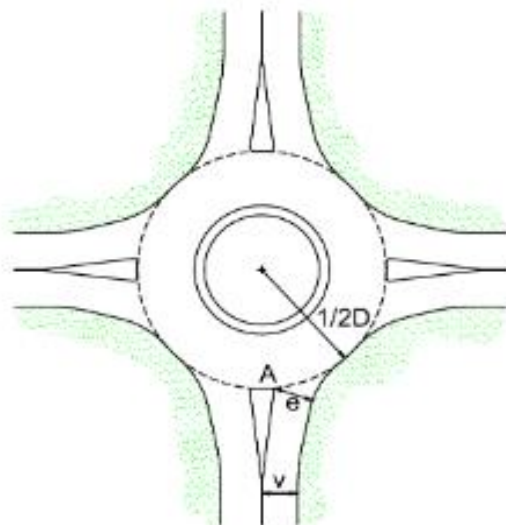
Uvozni radij je radij desnega roba vozišča na uvozu v krožno križišče, ki usmerja vozila proti krožnem vozišču.

Izvozni radij je radij desnega roba vozišča na izvozu iz krožnega križišča, ki usmerja vozila iz krožnega vozišča.

Ločilni otok – otok za pešce je deniveliran element krožnega križišča, ki ločuje uvoz in izvoz iz krožnega križišča, usmerja vozila v pravilno uvažanje in izvažanje iz krožnega križišča in zagotavlja višjo raven prometne varnosti pešce in kolesarjev pri prečkanju krožnega križišča. Oblika ločilnega otoka (trikotni ali kapljasti) je odvisna od velikosti krožnega križišča.

Uvozna širina (e) je širina lijakastega uvoza. Meri se pravokotno od uvoznega radija do presečišča podaljška desnega roba otoka za pešce in talne signalizacije, ki označuje zunanji rob krožnega vozišča.

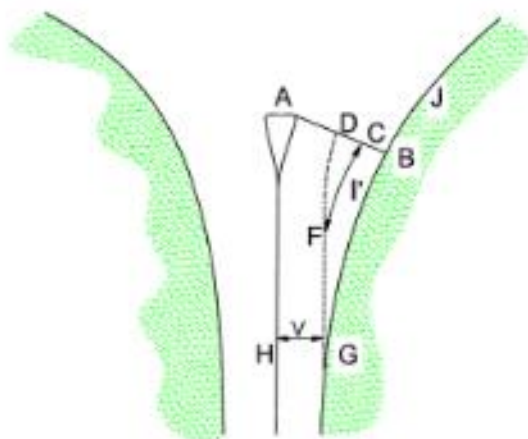
Širina voznega pasu (v) je širina voznega pasu dostopne ceste pred pričetkom krožnega križišča.



Slika 1: Uvozna širina (e) in širina voznega pasu dostopne ceste (v) [3]

Figure 1: Entry width (e) and approach lane width (v) [3]

Povprečna efektivna dolžina razširitve (l') je povprečna širina razširitve na uvozu v krožno križišče. V primeru, da na uvozu ni izvedene razširitve, desni rob vozišča na uvozu sledi liniji GFD, vhodna širina pa je enaka širini voznega pasu. BA je pravokotnica na vhodno krivino in je dolžine e . Dolžina daljice BD je $e - v$, dolžina daljice BC pa $(e - v)/2$. **Povprečna efektivna razširitev je CF**, oddaljena za $(e - v)/2$ od desnega roba vozišča.

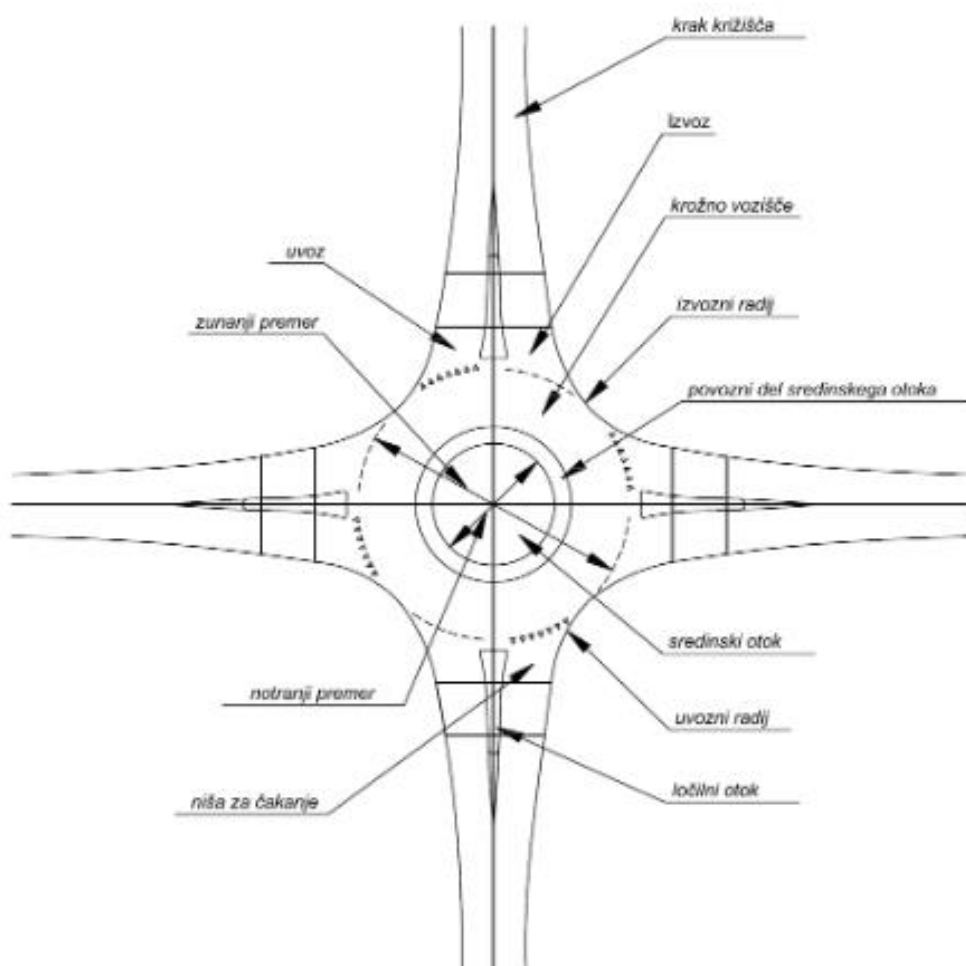


Slika 2: Povprečna efektivna dolžina razširitve l' [3]

Figure 2: Effective flare length l' [3]

Ostrost (stopnja) **razširitve** je določena z razmerjem $S=1,6*(e - v)/l'$ in je merilo za stopnjo razširjanja od v do e vzdolž povprečne efektivne dolžine razširitve l' . Večje vrednosti ustrezajo kratkim, ostrim razširitvam, majhne pa dolgim in postopnim.

Uvozni kot (Φ) je kot, ki ga določata tangenti na sredinski črti uvoznega pasu in krožnega vozišča na mestu, kjer sredinska črta uvoznega pasu seka zunanji radij krožnega križišča oziroma na mestu, kjer podaljšek prve tangente seka sredinko krožnega vozišča.



Slika 3: Osnovni elementi standardnega enopasovnega krožnega križišča [3]

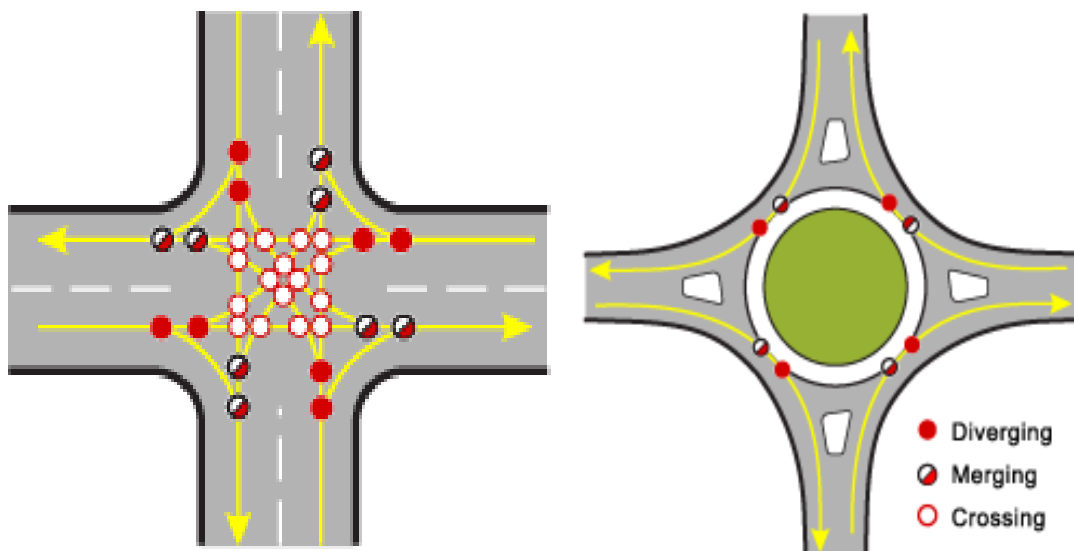
Figure 3: Basic geometric elements of a single-lane roundabout [3]

2.3.2 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI KROŽNIH KRIŽIŠČ

Prednosti krožnih križišč pred klasičnimi nivojskimi križišči so predvsem v njihovih lastnostih [3]:

- visoka raven prometne varnosti (manjše število konfliktnih točk kot pri klasičnih nivojskih križiščih, eliminacija konfliktnih točk križanja in prepletanja, manjše hitrosti trkov z nemotoriziranimi udeleženci v prometu, voznja v križišče ob zmanjšani hitrosti, ...),
- možnost prepuščanja prometnih tokov velikih jakosti,

- manjši čakalni časi (kontinuiranost vožnje),
- manjši hrup in emisija škodljivih plinov,
- manjša poraba prostora (v primerjavi z nivojskim križiščem s pasovi za zavijalce pri enaki kapaciteti)
- dobra rešitev pri križanjih s približno enako jakostjo prometnega toka na glavni in stranski prometni smeri,
- dobra rešitev pri večkrakih križiščih (pet ali več),
- manjše posledice prometnih nesreč (ni čelnih trkov in trkov pod pravim kotom),
- manjši stroški vzdrževanja (v primerjavi s semaforiziranimi križišči),
- dobra rešitev kot ukrep umirjanja prometa v urbanih območjih,
- estetski videz.



Slika 4: Konfliktne točke v štirikrakem klasičnem in krožnem križišču [6]

(cepljenje (●), združevanje (◐) in križanje (○) tokov)

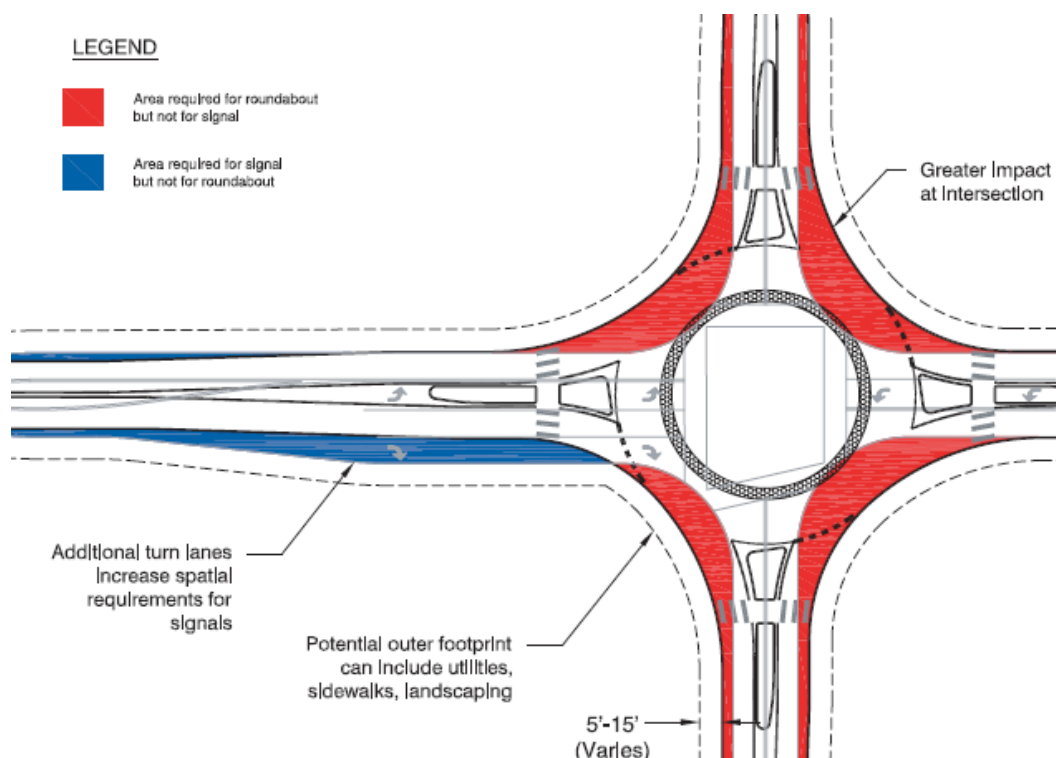
Figure 4: Vehicle conflict point comparison for intersections with single-lane approaches [6]

(Diverging (●), Merging (◐) and Crossing (○))

Pomanjkljivosti krožnih križišč [3]:

- znižanje ravni prometne varnosti s povečanjem števila pasov v krožnem prometu,
- ni sinhronizacija (»zelenega vala) pri večjem številu zaporednih krožnih križišč,
- težave s pomanjkanjem prostora za izvedbo sredinskega otoka v pozidanem območju,
- prometna v krožnem križišču ni možno voditi s prometno policijo,
- krožna križišča niso priporočljiva pred inštitucijami za slepe in slabovidne ter slušno motene, pred domovi za ostarele, bolnišnicami in zdravstvenimi domovi oziroma na mestih, kjer nemotorizirani udeleženci v prometu zaradi svojih fizičnih prizadetosti ne morejo varno prečkati ceste brez svetlobnih signalnih naprav,...

Vsled naštetih in drugih meril, ki bi lahko vplivala na varno odvijanje prometa, je potrebno za vsak primer posebej presoditi primernost uvedbe krožnega križišča.



Slika 5: Poraba prostora (krožno križišče (rdeča) vs. štirikrako križišče s pasovi za levo zavijanje (modra)) – težave s pomanjkanjem prostora za izvedbo sredinskega otoka v pozidanem območju [6]

Figure 5: Area comparison: single-lane roundabout versus comparable signalized intersection – problems of implementation of central island in built-up area [6]

2.3.3 DELITEV KROŽNIH KRIŽIŠČ

Glede na velikost, v urbanem naselju gradimo:

- mini krožno križišče,
- majhno krožno križišče,
- srednje veliko urbano krožno križišče in
- krožno križišče s spiralnim potekom krožnega prometa.

Preglednica 1: Delitev krožnih križišč glede na lokacijo in velikost [3]

Table 1: Basic categories of roundabouts according to location and diameter [3]

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 izven urbano	35 - 45	22.000
S spiralnim potekom krožnega vozišča (srednje veliko, urbano in izven urbano)	40 - 70	40.000
Veliko izven urbano	>70	

Okvirne kapacitete so le aproksimativne vrednosti za štirikraka krožna križišča z enakomerno porazdelitvijo prometnih tokov. Vrednosti, podane v tabeli, so informativne.

Mini krožno križišče se uporablja v strnjenih urbanih okoljih z namenom umirjanja prometa. Pričakovana hitrost vozil je do 25 km/h. Kolesarji se vodijo vzporedno (ob zunanjem robu krožnega križišča). Zaradi majhnih dimenzij mini krožnih križišč so **ločilni otoki montažni in velikosti, ki so manjše od minimalnih dovoljenih** za majhna in srednje velika krožna križišča. V primerjavi s klasičnim nesemaforiziranim križiščem ima mini krožno križišče praviloma večjo kapaciteto z neprimerno večjo varnostjo udeleženih v prometu, hkrati pa nizke stroške za izvedbo. Projektiranje letih zahteva poseben pristop [3].



Slika 6: Mini krožno križišče, Karlsruhe [11]

Figure 6: Mini roundabout, Karlsruhe [11]



Slika 7: Mini krožno križišče, Shakopee, Minnesota [29]

Figure 7: Mini roundabout, Shakopee, Minnesota [29]



Slika 8: Mini krožno križišče, Sežana

Figure 8: Mini roundabout, Sežana

Majhno krožno križišče se izvaja načeloma le v urbanih okoljih. Pričakovana hitrost je pod 30 km/h. Pri bolj obremenjenih majhnih krožnih križiščih se priporoča uporaba deniveliranih kolesarskih stez. Zelo pogosta uporaba tovrstnih krožnih križišč je na vseh v manjša naselja. Poleg opozorila voznikom, da se spreminjajo pogoji vožnje, nudijo tudi neomejene možnosti krajinskega in arhitekturnega oblikovanja [3].

Srednje veliko krožno križišče se uporablja na bolj obremenjenih vozliščih v urbanih okoljih. Projektno – tehnični elementi morajo biti izbrani tako, da zagotavljajo maksimalne hitrosti do 40 km/h [3]. Ker so **dimenzije srednje velikega krožnega križišča precej večje v primerjavi z diagonalami med robniki oziroma robnimi točkami klasičnega križišča, le redko pridejo v poštev pri preoblikovanju slednjega brez večjih gradbenih posegov.**



Slika 9: Enopasovno krožno križišče, ZDA [30]

Figure 9: Single-lane roundabout, USA [30]

Glede na **namembnost** ločimo tri osnovne tipe krožnih križišč:

- krožna križišča za umirjanje prometa,
- krožna križišča za omejevanje prometa in
- krožna križišča za zagotavljanje čim večje kapacitete in zadostne varnosti (po TSC načeloma samo izven urbanih območij).

Glede na **način izvedbe** so ta križišča lahko [3]:

- fiksna ali
- montažna.

2.3.4 PROMETNA VARNOST V KROŽNIH KRIŽIŠČIH

S stališča zagotavljanja prometne varnosti je v primerjavi s klasičnimi tri- ali štirikrakimi križišči glavna prednost **enopasovnih** krožnih križišč v eliminaciji konfliktne površine in konfliktnih točk prvega (križanje) ali drugega (prepletanje) reda ter zmanjšanje števila konfliktnih točk tretjega reda (priključevanje, cepljenje). Posledice prometnih nesreč so bistveno drugačne kot pri klasičnih.

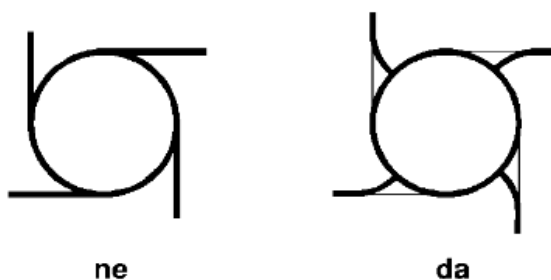
Predvsem so manjše in načeloma brez smrtnih žrtev ali težkih telesnih poškodb. Vzrok za to je v tem, da v krožnih križiščih ni čelnih trkov, kjer so posledice nesreč največje [3].

Prometna varnost pešce in kolesarjev je odvisna predvsem od pravilne izvedbe vertikalne in horizontalne signalizacije in ločilnih otokov ter uporabljenega načina vodenja kolesarskega prometa v območju krožnega križišča (mešano ali samostojno) [3].

Prometno varno krožno križišče zagotavljamo, po preveritvi ustreznosti lokacije in položaja v cestni mreži, v največji možni meri še z upoštevanjem naslednjih dejavnikov [3]:

- **vodenja krakov cest v krožno križišče,**
- **širine uvoza v križišče in dolžine razširitve,**
- **ukrivljenost poti vozila,**
- **uvoznimi in izvoznimi radii,**
- **prehodi za pešce in kolesarje,**
- **ločilnimi otoki,**
- **odvodnjavanjem,**
- **povoznim delom sredinskega otoka,**
- **razsvetljava krožnega križišča in**
- **kontrolno hitrosti skozi krožno križišče.**

Vodenje krakov v križišče naj bo čim bolj pravokotno (zmanjšanje hitrosti, pregledno polje pravilne oblike,...). Tangencialno vodenje uvoznega pasu v križišče povzroča nerazumljivost pravila prednosti vozil v krožnem toku pred vozili na uvozu, velike hitrosti vozil na uvozu, nepreglednost pri vključevanju vozil v križišče in nalete vozil. Tangencialno vodenje izvozov iz krožnega križišča hkrati zahteva veliko sukanje volana in povzroči veliko pokrito površino. Če je le možno, naj se torej podaljški osi krakov krožnega križišča sekajo v eno točki - centru krožnega križišča [3].



Slika 10: Vodenje krakov v krožno križišče [3]

Figure 10: Single-lane roundabout entry alignment [3]

Širina uvoza v križišče in dolžina razširitve je pomemben oblikovni element krožnega križišča, saj njegova oblika močno vpliva na prometno varnost. Uvažanje v krožno križišče se opravi na relativno majhnem prostoru, zato je pomembna vožnja z minimalno hitrostjo in čakanje na prazen prostor za vključevanje krožni tok [3].

Ukrivljenost poti vozila skozi krožno križišče ima enega največjih vplivov pri vožnji skozi križišče. Krivulja sledi mora imeti obliko dvojne S krivine, ki jo sestavljajo trije radiji, katerih velikosti morajo biti medsebojno usklajene. Večja kot je ukrivljenost krivulje, manjša je hitrost na uvozu, s tem pa večja prometna varnost krožnega križišča. Na ukrivljenost vplivamo na dva načina: z večanjem sredinskega otoka in obliko ločilnih otokov [3].

Velikosti izvoznih radijev so odvisne od velikosti krožnega križišča, števila voznih pasov v krožnem toku in oblike sredinskega ločilnega otoka in so praviloma večje od velikosti **uvoznih radijev**, izjemoma enake. Pri majhnih enopasovnih krožnih križiščih ($8\text{m} \leq R_n \leq 14,5\text{m}$) in srednje velikih krožnih križiščih (do $R_n \leq 21\text{m}$) s sredinskimi ločilnimi otoki stožčaste oblike, je primerna uporaba izvoznega radija velikosti 12m – 15m. Velikosti uvoznih in izvoznih radijev pri montažnih krožnih križiščih so identične radijem pri fiksni izvedbi [3].

Prehodi za pešce in kolesarje se umeščajo navzven iz krožnega križišča za dolžino enega do dveh vozil (niša za čakanje in je odvisna od dolžine ločilnega otoka; min. 4,5m, max. 10m) [3].

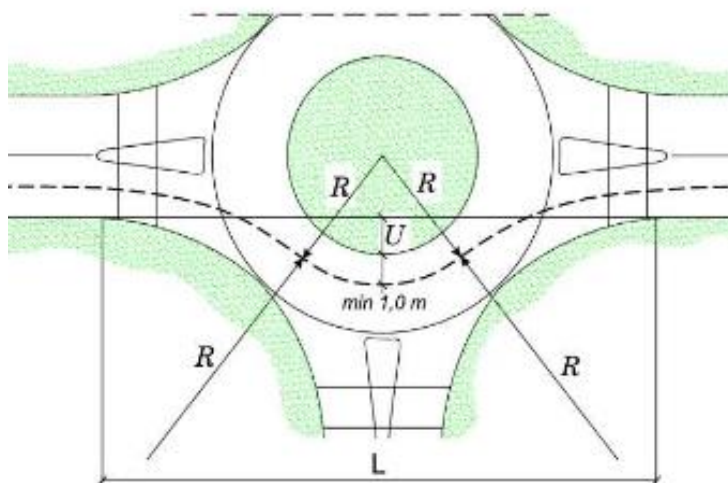
Ločilni otoki se prilagodijo velikosti krožnega križišča. Pri majhnih so kapljaste oblike, pri velikih pa trikotne [3].

Odvodnjavanje krožnega križišča se najpogosteje **izvede s prečnim nagibom krožnega pasu navzven**. Tako je lažje izvedljiv prehod med priključki in krožnim pasom. Prečni nagib navzven (ti. negativni prečni nagib) je manj ugoden pri zmanjšanem koeficientu oprijemljivosti med pnevmatikami in voziščem (dež, poledica). Zato je pri večjih krožnih križiščih zaradi večjih hitrosti potrebno preveriti stabilnost vozila (centrifugalna sila) [3].

Povozni del sredinskega otoka mora odvracati vožnjo vozilom (sprememba tlaka: grobo, tlakovano), hkrati pa omogočati vožnjo dolgim vozilom. Izvaja se le pri majhnih in srednje velikih krožnih križiščih, v širini 1m – 2m. Stik povoznega dela sredinskega otoka in krožnega vozišča je smiselno denivelirati (2 – 3cm) [3].

Razsvetljava krožnega križišča pogojuje prometno varnost krožnega križišča ponoči [3].

Kontrolo hitrosti vožnje skozi krožno križišče je eden pomembnejših podatkov za oceno ravni prometne varnosti. Manjša hitrost motornega prometa vodi k mirnejšemu potekanju prometa. Hitrost pri ravnem prehodu (polovica kroga) naj ne bi presegala hitrosti med 30 – 35km/h. Kontrolo se izvede s pomočjo dveh elementov: **dolžine L** in **ukrivljenosti U** (slika 11). L je dolžina med začetkom zaokrožitve na vходу in koncem zaokrožitve na izhodu in je odvisna od velikosti radijev zaokrožitve in zunanje radija krožnega križišča. Ukrivljenost U pa predstavlja oddaljenost med robom sredinskega otoka in desnim robom vozišča na izhodu [3].



Slika 11: Ukrivljenost (defleksija) poti vozila skozi križno križišče [3]

Figure 11: Deflection of vehicle path [3]

$$R = \frac{(0.25 * L)^2 + (0.5 * (U + 2))^2}{U + 2}$$

$$V = 7.4 * \sqrt{R}$$

Dobre rešitve zagotavljajo vrednosti R med 22 in 23m [3].

2.3.5 KRITERIJI ZA IZBOR KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Pri uvedbi **novega križišča** (ali **preureditvi obstoječega**) je potrebno pri ugotavljanju primernosti uvedbe novega križišča preveriti **ustreznost kriterijev** [3]:

- **funkcionalni kriterij,**
- **kriterij prepustnosti,**
- **prostorski kriterij,**

- **projektno tehnični kriterij,**
- **kriterij prometne varnosti,**
- **kriterij čakalnih časov in**
- **družbeno ekonomska upravičenost investicije.**

Funkcionalni kriterij pomeni ustreznost glede na **funkcijo** (notranji promet ali tranzit), vlogo (**pretočnost ali prevoznost**) in **položaj** predvidenega križišča (v ali izven urbanega območja) v globalni cestni mreži. Gre za odgovor na vprašanje, kakšna je **primarna vloga križišča**.

Kriterij prepustnosti pomeni ugotavljanje ravni prepustnosti predvidenega križišča na koncu planske dobe in temu primerna izbira elementov križišča (število prometnih pasov, izbira vodenja prometnih tokov). Gre za odgovor na vprašanje, **ali bo rešitev ustrezala pričakovanim prometnim obremenitvam na koncu planske dobe**.

Prostorski kriterij pogojuje vrsto in način porazdelitve prometa v nivojskih križiščih, število prometnih pasov, izvedbo dodatnih pasov,... in vpliva na izbiro projektne tehničnih elementov križišča, s tem pa tudi na rabo prostora, potrebnega z izvedbo križišča. Torej kriterij predstavlja **preveritev zadostnega prostora za izvedbo križišča, ki ustreza kriteriju prepustnosti**.

Projektno tehnični kriterij preveri **opredelitev projektne rešitve** na podlagi okoliščin na obravnavanem mestu.

Kriterij prometne varnosti preveri **raven prometne varnosti križišča**, ki jo bodo nudili: vrsta in način porazdelitve prometa ter s tem povezana prepustnost, uporabljeni projektne tehnični elementi križišča in razpoložljiv prostor. Uporablja se pri rekonstrukciji in novogradnji.

Kriterij čakalnih časov je glavna mera pri **vrednotenju nivoja uslug**. Pri vožnji skozi križišče se zaradi vodenja prometa, prepletanja tokov in geometrije križišča ustvarjajo zamude, ki jih povzročajo počasna vožnja, speljevanje, ustavljanje v koloni, pospeševanje.

Družbeno ekonomska upravičenost investicije določi **interno stopnjo donosa investicije**, pri čemer se upoštevajo stroški investicije in koristi uporabnikov (izdelava primerjave med možnimi rešitvami).

2.3.6 KAPACITETNI IZRAČUN

Za vsako novo ali rekonstruirano krožno križišče je potrebno preveriti prepustnost. Ker se v nalogi ukvarjamo z možnostjo preureditve obstoječega križišča, se tudi v kapacitetnem izračunu osredotočimo na tovrstne primere. Kapacitetni izračuni se običajno nanašajo na analizo obstoječega križišča, kjer z njimi preverjamo obstoječe kapacitetne probleme, ki se pojavljajo v koničnih urah dneva ter na rekonstruirano križišče (nova geometrija) v začetku in na koncu planske dobe.

Izračun je lahko:

- **iterativen**: preverja se neka priporočena oblika – dimenzije, ki je bila izbrana na osnovi prostorskih, urbanističnih in/ali drugih meril, dokler rezultati izračuna ne dajo zadostne prepustnosti na koncu planske dobe ali pa
- na osnovi znanih prometnih obremenitev iščemo **optimalne** projektne elemente, ki zagotavljajo zadostni prepustnost. Temu sledi prostorska in urbanistična preveritev.

Pri preureditvah obstoječih križišč je glede na prostorske omejitve, ki so običajno značilne za urbano okolje, primernejši prvi način.

Prometne podatke obstoječega nivojskega križišča se pridobi s pomočjo štetja prometa na tipični dan v tednu (torek, sreda ali četrtek). Izogniti se je potrebno obdobjem, ki niso tipična za obravnavano območje, kjer se analizirano križišče nahaja. Štetje običajno poteka 16 ur. Na podlagi števnihih podatkov se določita jutranja in popoldanska konična obremenitev oziroma druge urne konične obremenitve, v kolikor se pojavijo v različnih obdobjih dneva. Štetje se izvede po 15 minutnih intervalih, kar omogoča izračun faktorja urne konice (PHF). Pri določitvi merodajnih urnih obremenitev se za potrebe izračuna upoštevajo ekvivalentni faktorji, ki pretvorijo različna vozila (struktura vozil) v EOv (enote osebnih vozil).

Pri določanju prepustnosti novega (krožnega) križišča se upoštevajo prometne obremenitve na koncu planske dobe, ki je opredeljena s Pravilnikom o projektiranju cest (10 oziroma 20 let).

Za kapacitetni izračun krožnega križišča so danes v uporabi računalniški programi, ki temeljijo na eni od priznanih metodologij (kot npr HCM, Highway capacity manual). V Sloveniji je daleč najbolj razširjeno orodje **SIDRA**, naslednica SIDRA INTERSECTION in aaSIDRA (avtorja Akcelik & Associates Pty Ltd iz Avstralije). Program je relativno enostaven za uporabo, predvsem pa je pomembna interpretacija dobljenih rezultatov.

2.3.7 DOLOČITEV PROJEKTNO TEHNIČNIH ELEMENTOV

Ker je vsako križišče specifično, se projektno – tehnične elemente podaja samo v priporočenih mejah, ki izhajajo iz prometno tehničnih in varnostnih vidikov [3]. Naloga projektanta pa je, da v okviru priporočenih meja izbere optimalne vrednosti elementov za specifične prometne in prostorske razmere.

Preglednica 2: Meje in priporočene dimenzije osnovnih elementov krožnih križišč [3]

Table 2: Limited and recommended dimensions of basic elements of roundabouts [3]

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100
Vpadni kot	Φ	°	0,0 – 77,0	10 – 60
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0
Širina krožnega psu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9

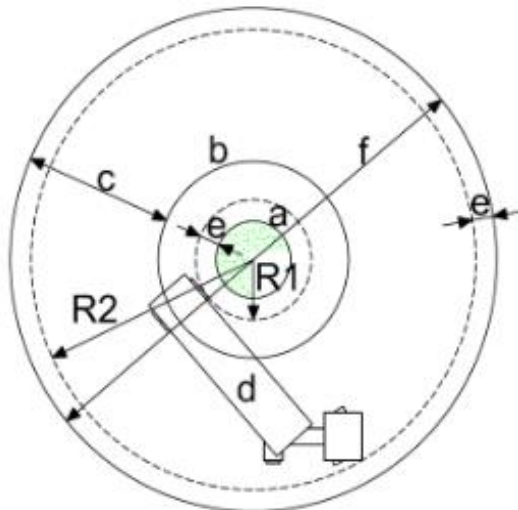
Vrednosti, podane v tabeli, veljajo za enopasovna krožna križišča, ne glede na način izvedbe (montažna ali fiksna), ne pa tudi za mini krožna križišča. Vrednosti v tabeli so pridobljene izkustveno, zato je vsa odstopanja potrebno pretehtati.

Pri geometrijskem optimiranju krožnega križišča je potrebno opazovati vpliv posameznih sprememb na prepustnost.

Na izbiro zunanjšega premera vpliva predvsem lokacija bodočega krožnega križišča. V stanovanjskih naseljih ima predvsem nalogo umirjati promet pri zadostni prepustnosti, medtem ko je na odprtih (glavnih, regionalnih) cestah njegova glavna naloga zagotavljanje prepustnosti pri zadostni varnosti udeležencev v prometu [3].

Glede na tip krožnega križišča in zunanji premer, lahko določimo okvirno kapaciteto krožnega križišča (*po preglednici 1, Delitev krožnih križišč*).

Zunanji premer D in širina krožnega voznega pasu u sta v medsebojni povezavi. Za prevoznost merodajnega sedlastega vlačilca skozi majhno in srednje veliko krožno križišče ($R_z = 14 - 18\text{m}$), morajo biti glavni oblikovni elementi v določenem razmerju in določenih minimalnih vrednosti [3].



Slika 12: Elementi prevoznosti za merodajno vozilo sedlasti vlačilec [3]

Figure 12: Towing vehicle turning path [3]

Kjer je:

a sredinski otok

b sredinski otok + povozni del
sredinskega otoka

c krožno vozišče

d merodajno vozilo

e varovalna razdalja 1,0m (znotraj katere
ne sme biti fizičnih ovir)

f zunanji premer krožnega križišča

Preglednica 3: Elementi prevoznosti za merodajno vozilo sedlasti vlačilec [3]

Table 3: Design elements of single-lane roundabout for towing vehicle

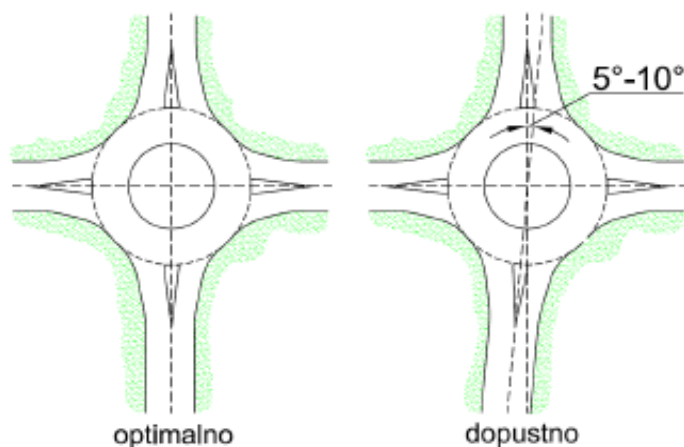
Premer sredinskega otoka [m]	R1 [m]	R2 [m]	Minimalni zunanji premer krožnega križišča [m]
6,0	4,0	13,4	28,8
8,0	5,0	13,9	29,8
10,0	6,0	14,4	30,8
12,0	7,0	15,0	32,0
14,0	8,0	15,6	33,2
16,0	9,0	16,3	34,6
18,0	10,0	17,0	36,0

Posebno pozornost je treba posvetiti manjšim krožnim križiščem skozi katera potekajo linije javnega potniškega prometa.

Iz prometno varnostnih razlogov vodimo ceste v križišče čim bolj pravokotno (*slika 13*). Tangencialno vodenje namreč povzroča prevelike hitrosti vozil pri vstopu, težko vključevanje vozil v križišče in nalete od zadaj pri vstopu. Pogoje za dobro vključevanje vozila v križišče ustvarimo s pravilno izbiro vhodnega radija R , širine uvoza e in dolžine razširitve uvoza l' [3].

Širina voznega pasu pred krožnim križiščem je pomemben element, s katerim bistveno vplivamo na prepustnost uvoza. Slovenski predpisi določajo minimalno širino pasu 2,75m, mejne in priporočene vrednosti pa so podane v *preglednici 2* [3].

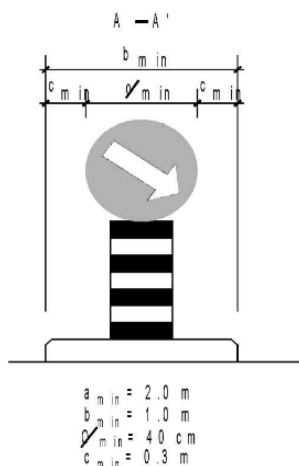
Uvozni radij (R) in vpadni kot (Φ) na prepustnost nimata večjega vpliva, sta pa pomembna za zagotavljanje prometne varnosti na uvozu krožno križišče in v krožnem toku [3].



Slika 13: Idealno in dopustno vodenje ceste v krožno križišče [3]

Figure 13: Optimal and acceptable alignment of entry design [3]

Dimenzije ločilnih otokov so odvisne od velikosti krožnega križišča. Pri velikih krožnih križiščih se priporoča uporaba ločilnih otokov trikotne, pri manjših pa kapljaste oblike. Minimalne dimenzije ločilnega otoka trikotne oblike izhajajo iz velikosti krožnega križišča in velikosti uvoznega radija. Minimalne dimenzije ločilnega otoka kapljaste oblike pa izhajajo iz vrste udeležencev v krožnem križišču, ki prečkajo ločilni otok. Širina ločilnega otoka na širšem mestu, kjer ga seka kolesarska steza ali prehod za pešce, naj bi bila vsaj 2m (dolžina moškega kolesa + varnostna razdalja / dolžina otroškega vozička in osebe, ki ga vozi + varnostna razdalja), na ožjem mestu pa mora zagotavljati postavitev prometnih znakov za označitev ločilnega otoka in obvezna vožnja mimo [3].



Slika 14: Minimalne dimenzije ločilnega otoka na mestu postavitve prometnih znakov [3]

Figure 14: Minimal dimensions of splitter island where signing is required [3]

2.3.8 HORIZONTALNO IN VIŠINSKO VODENJE

Z zmanjšanjem radijev zaporednih krožnih lokov pred krožnim križiščem dosežemo postopno zmanjšanje hitrosti pred krožnim križiščem, s tem pa preprečimo tudi prepozno zaznavanje krožnega križišča s strani voznikov in povečamo prometno varnostni vidik. Prema pred krožnim križiščem ja manj ugodna in se jo načeloma uporabi pri rekonstrukciji obstoječih klasičnih križišč ali v naseljih, kjer je potek osi ceste v naprej določen. Zadnji element pred in prvi element za krožnim križiščem je priporočeno prema, s katero dosežemo pravokotno vključevanje kraka v krožno križišče. Prav tako je zaželeno, da se podaljški osi krakov krožnega križišča sekajo le v enem presečišču. Najugodnejše je, če je to v centru krožnega križišča, manj ugodno pa, da se sekajo do 15° levo od centra krožnega križišča, gledano v smeri uvažanja.

2.3.9 PREGLEDNOST

Glavni pravili, ki jima je s stališča preglednosti v krožnih križiščih potrebno zagotoviti sta [3]:

- v urbanem okolju je vozniku lahko omogočena preglednost na nasprotni izhod iz krožnega križišča (ni pa nujno),
- izven urbanega okolja mora biti vozniku onemogočena preglednost na nasprotni izhod iz krožnega križišča (dosežemo z deniveliranjem sredinskega otoka).

Pregledne razdalje, ki jih moramo zagotoviti so:

- Zaustavitvena pregledna razdalja (*preglednica 4*),

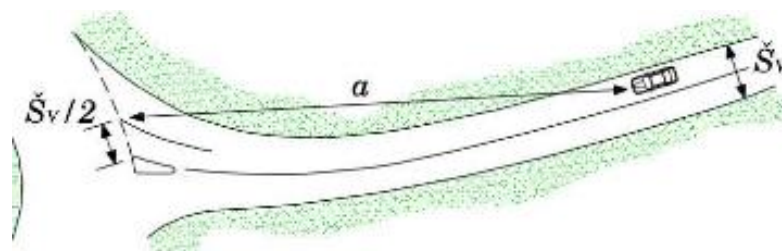
- Čelna preglednost na uvozu v krožno križišče (*slika 15*),
- Pregledno polje (višina oči in ovire),
- Preglednost na uvozu v levo (*slika 16*),
- Preglednost v krožnem vozišču (*slika 17*),
- Preglednost do prehodov za pešce (*slika 18*).

Preglednica 4: Zaustavitvena pregledna razdalja [3]

Table 4: Stopping sight distance [3]

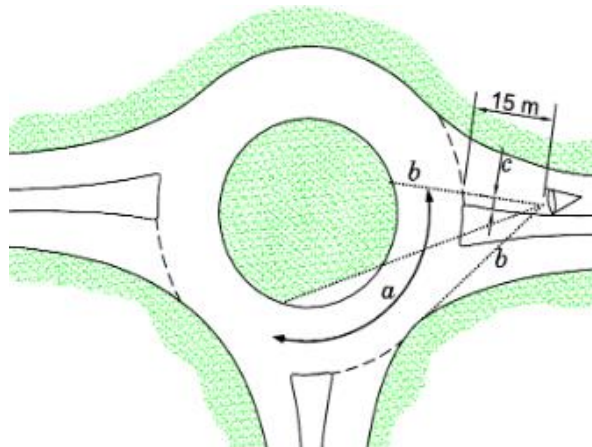
Zaustavitvena pregledna razdalja [m]		
V_R [km/h]	40	50*
priporočena	50	70
minimalna	40	50

* le pri velikih krožnih križiščih izven urbanega okolja ali na avtocestah



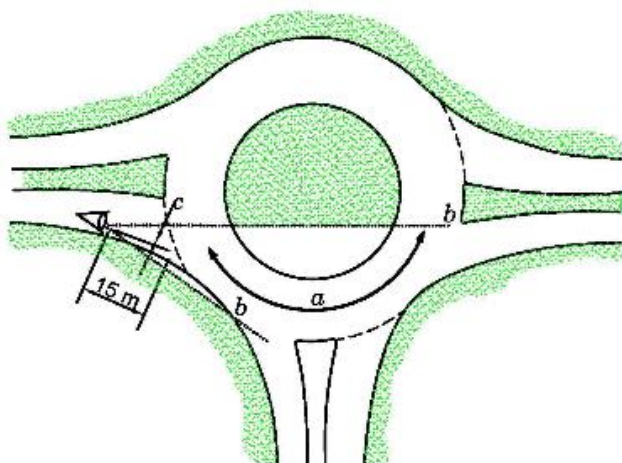
Slika 15: Čelna pregledna razdalja [3]

Figure 15: Stopping sight distance at approach [3]



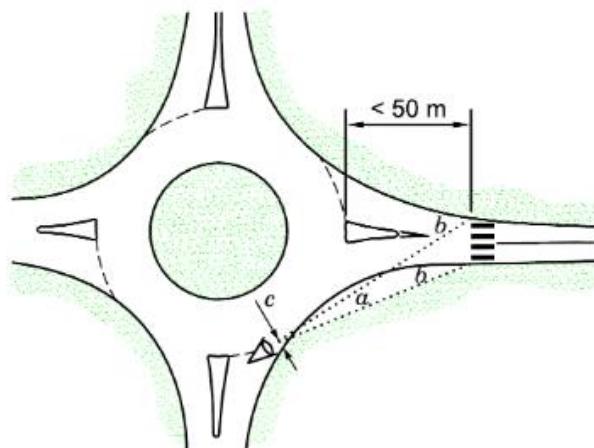
Slika 16: Preglednost v levo, potrebna pri uvozu v krožno križišče [3]

Figure 16: Visibility to the left at intersection entry [3]



Slika 17: Čelna preglednost pri uvozu v krožno križišče [3]

Figure 17: Forward visibility at entry [3]



Slika 18: Preglednost od uvoza do prehoda za pešce pri naslednjem izvozu [3]

Figure 18: Sight distance to crosswalk on exit [3]

2.3.10 PROMETNA SIGNALIZACIJA IN OPREMA

Vsako krožno križišče naj bi bilo opremljeno s horizontalno in vertikalno prometno signalizacijo v taki meri, da daje vozniku zadostno informacijo o prometni ureditvi, ki jo lahko pričakuje, ko se približuje križišču.

Od vertikalne prometne signalizacije se uporabijo prometni znaki za križišče s prednostno cesto v kombinaciji s krožnim prometom v ustju vhoda v križišče, obvezna smer desno na nepovoznem delu sredinskega otoka, obvezna vožnja mimo po desni strani in znak za označitev prometnega otoka na skupnem drogu na zunanjem delu ločilnega otoka in na notranjem delu ločilnega otoka še tabla za označevanje ulic ali kažipot oz. kažipotna tabla. V območju približevanja krožnemu križišču pa še križišče s krožnim prometom (pod posebnimi pogoji) ter predkrižiščna tabla izven naselja.

Talne označbe, ki se uporabijo na vozišču so naslednje:

- prekinjena široka prečna črta pred uvozom v krožno križišče (in/ali prehodom za pešce) ter predhodno označen opozorilni trikotnik,
- kratka prekinjena črta za označitev zunanlega roba krožnega križišča,
- polje pred otokom za ločitev smernih tokov,
- ločilna črta pred ločilnim otokom na območju približevanja križišču.

V posameznih primerih se uporabijo še varnostne ograje ali smerniki.

Uporaba deniveliranega ločilnega otoka na uvozu v križno križišče je obvezna, razen pri mini krožnih križiščih [3].

Povozni del sredinskega otoka se izvaja le pri majhnih in srednje velikih krožnih križiščih [3].

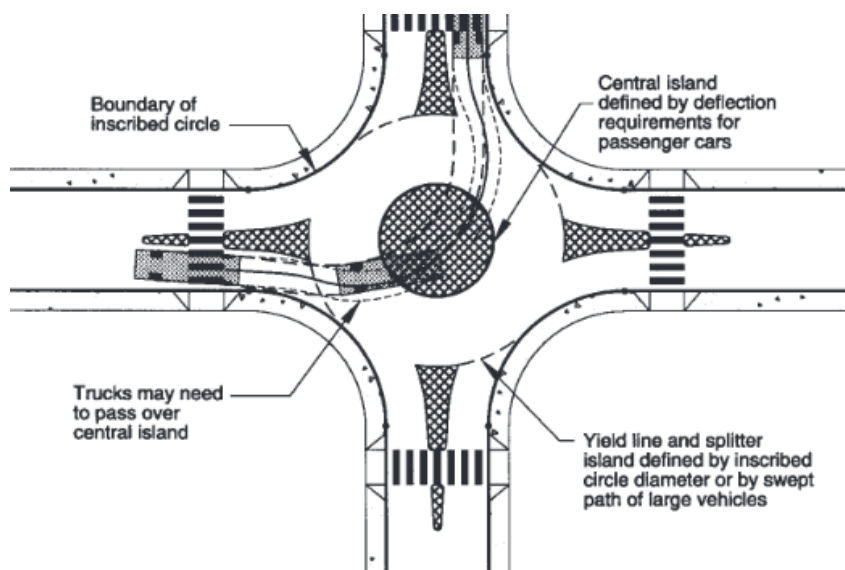
Pri mini krožnih križiščih izvedba povoznega dela sredinskega otoka ni možna, pri velikih krožnih križiščih pa je nepotrebna [3].

Prehodi za pešce in kolesarje zahtevajo ločeno in temeljito obravnavo vsake lokacije posebej glede na hitrost vozil, jakost prometnega toka, velikost krožnega križišča, dolžino prehoda za pešce ter ostalih okoliščin (npr. avtobusno postajališče ipd).

2.4 MINI KROŽNA KRIŽIŠČA

Mini krožno križišče je praviloma **trajna projektna rešitev, običajno postavljena v gabarite obstoječega križišča** [3]. Običajno je postavljena znotraj naselja z namenom izboljšanja prometne varnosti in / ali pretočnosti. Največja dovoljena hitrost je lahko 50km/h ali manj. V primerjavi s klasičnim križiščem ima mini krožno križišče večjo kapaciteto z neprimerno večjo varnostjo udeležencev v prometu [3].

Mini krožno križišče je lahko izvedeno kot 3- ali 4-krako križišča **z zunanjim premerom do 25m**. V primeru uporabe večjih dimenzij, se lahko izvede klasično enopasovno majhno krožno križišče.



Slika 19: Osnovne značilnosti mini krožnega križišča [7]

Figure 19: Basic characteristics of mini-roundabout [7]

Preveritev ustreznosti izvedbe mini krožnega križišča je enaka kot pri preveritvi »klasičnega« križišča (preverjanje kriterijev: funkcionalni, prepustnost, prostorski kriterij, projektno – tehnični, prometno-varnostni in ekonomski).

Z mini krožnimi križišči lahko preoblikujemo obstoječa »klasična« križišča, s čimer je možno doseči zmanjšanje števila prometnih nesreč, zamud in kolon v križišču ter zmanjšanje hitrosti motornih vozil.

Mini krožno križišče predstavlja dobro rešitev v primeru rekonstrukcije ali sanacije obstoječega križišča [3],

- ki je nepravilnih oblik (Y, K, A, X),
- je oblike »F« ali »H« (dve zaporedni T križišči na kratki razdalji),
- ima približno enake prometne obremenitve na glavni in stranski smeri,
- kjer semaforizacija ni upravičena, je pa kapaciteta nesemaforiziranega križišča presežena,
- ko je potek smeri glavne ceste neustrezen glede na obstoječo geometrijo križišča.

Pri projektiranju situacijskih elementov mini krožnega križišča se načeloma upoštevajo zahteve, ki veljajo za majhna enopasovna krožna križišča z naslednjimi izjemami [3]:

- osi posameznih krakov v krožno križišče morajo biti vodene tako, da je dosežena **defleksija** (sprememba smeri vožnje) vsaj velikosti **R=60m**

- **velikost sredinskega ločilnega otoka** ter lokacija se definira **na osnovi izrisanih poti merodajnega vozila za vse možne manevre vožnje**,
- **zunanj premer** znaša med **13,5 in 25m**,
- širina krožnega **vozišča** je običajno med **4,5 in 5,0m**
- **sredinski otok** naj bo premera med **7,0 in 9,0m** in se izvede v obliki **kupole**, pri čemer je zunanji rob otoka dvignjen za 3 cm glede na višino krožnega vozišča, na sredini je kupola dvignjena za 10cm, pri večjih premerih sredinskih otokov pa za 12cm,
- zaradi boljše vidnosti je priporočljivo, da je celoten sredinski otok izveden **v tlakovani izvedbi**,
- **ločilni otoki** so lahko **denivelirani**, izvedeni kot **povozni v tlakovani obliki** ali izvedeni zgolj s **talnimi označbami**.

Preglednost v mini krožnih križiščih se zagotovi na enak način kot pri enopasovnih (majhnih) krožnih križiščih, posebno pozornost pa je potrebno posvetiti zaznavnosti takega krožnega križišča (vodenje priključnih krakov, signalizacija, cestna razsvetljava).

2.5 MONTAŽNA KROŽNA KRIŽIŠČA

Montažno krožno križišče se poskuša izvesti **znotraj meja obstoječega križišča** oziroma »**med obstoječimi robniki**«. Pri izvedbi montažnega krožnega križišča se torej ne predvideva velikih prestavitev robnikov obstoječega križišča, dviganje asfalta, niti kakršnegakoli drugega gradbeno zahtevnega posega [3].

Montažno križno križišče mora biti izvedeno z elementi, prometno signalizacijo in opremo, ki je v skladu z veljavno zakonodajo ter prometno varnostnimi zahtevami. To pa pomeni, da **vsebuje enake elemente kot fiksna rešitev, le da so elementi montažni** [3].

Montažno krožno križišče se kot projektna rešitev izvede v primeru [3]:

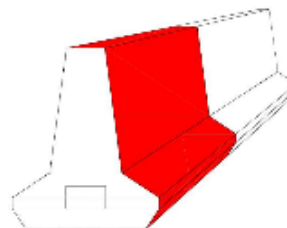
- spremenjenih prometnih razmer (npr. začasna sprememba poteka glavne prometne smeri),
- začasno oviranega potekanja prometa (npr. gradbišče v križišču),
- **v procesu dokazovanja primernosti izvedbe krožnega križišča kot trajne rešitve**,
- **v času izvedbe fiksnega krožnega križišča**,
- kot **ukrep za umirjanje prometa** v obstoječih nesemaforiziranih križiščih (prevelike hitrosti na GPS ali težave pri vključevanju s SPS)

- z namenom **takojšnje omilitve slabih prometno varnostnih razmer** (zaradi pomanjkanja finančnih sredstev za zagotovitev trajne rešitve).

Pogoji **horizontalnega in višinskega vodenja** so pri montažnem krožnem križišču zaradi obstoječega križišča **že določeni**, v vsakem primeru pa je potrebno **preveriti, če so njihove dimenzije ustrezne**. Posebno pozornost je potrebno posvetiti **preveritvi prečnih prerezov**.

Montažno krožno križišče se lahko izvede:

- iz betonskih prefabriciranih elementov segmentne oblike in različne ukrivljenosti,
- montažnih vodilnih robnikov ali
- montažnih (plastičnih) varnostnih ograj.



Slika 20: Montažni elementi krožnik križišč: reciklirana guma, montažni vodilni robnik in plastična varnostna ograja

Figure 20: Elements for assembly roundabout: prefabricated rubber curbs and different kinds of plastic protective barriers

Do fiksne izvedbe se »montažna« rešitev vsaki dve leti preverja ali so izpolnjeni vsi kriteriji za upravičenost obstoja montažnega krožnega križišča.

3 PREDPISI V TUJINI

National cooperative highway research program (NCHRP), ki združuje strokovnjake iz več držav in kontinentov (poleg Združenih držav še predstavnike Kanade, Velike Britanije, Francije in Avstralije) je izdal »Informativni vodnik« o krožnih križiščih, zbirko »navodil« o planiranju, operativnih analizah, varnosti, geometrijskem oblikovanju, apliciranju naprav za kontrolo prometa, osvetlitvi, krajinskem oblikovanju, izgradnji in vzdrževanju.

Literatura je bistveno obsežnejša od slovenskih »navodil« za projektiranje: zakona o cestah, pravilnika o projektiranju cest, pravilnika o priključkih na ceste,... in tehničnih specifikacij za krožna križišča in bolj natančno in obširneje obravnava več primerov planiranja, umeščanja v prostor, oblikovanja... Osnovna izhodišča so v primerjavi s slovenskimi predpisi v več odsekih identična. Glede na vsebino lahko ugotovimo, da je omenjena literatura v večjem delu predstavljala tudi izhodišča za izdajo slovenskega predpisa (tehnično specifikacijo).

3.1 IZKUŠNJE PRI NAČRTOVANJU IZ TUJINE

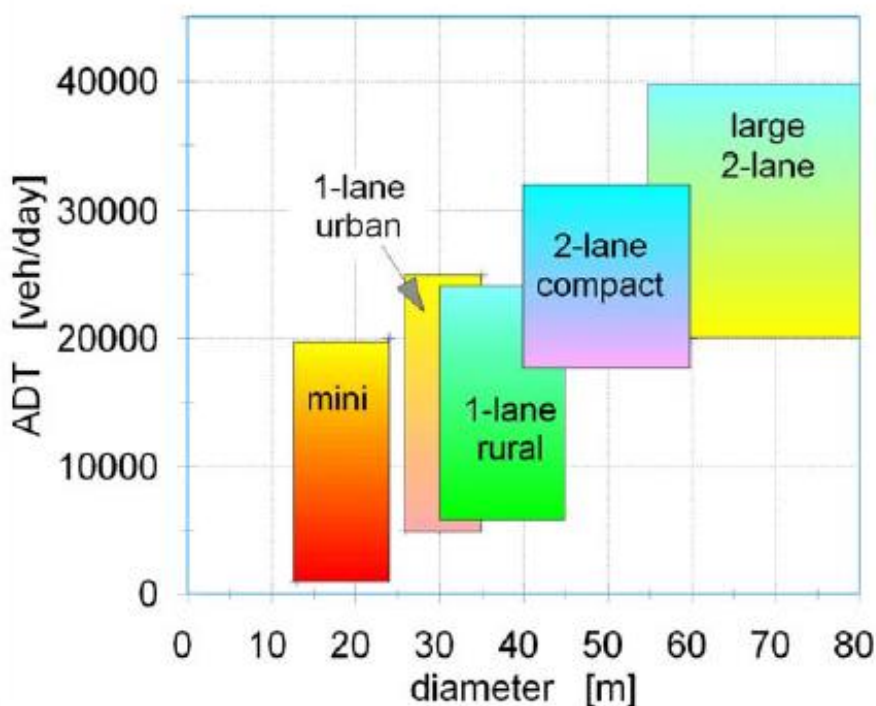
3.1.1 NEMČIJA

Nemčija ima pri načrtovanju »modernih oblik« krožnih križišč sedaj že več kot 25-letno tradicijo, če ne omenjamo konvencionalnih krožišč, ko so v uporabi preko 70 let. Med moderna krožna križišča sodijo:

- enopasovna krožna križišča s premerom med 26m in 40m,
- mini krožna križišča s povoznim sredinskim otokom in premerom med 13m in 25m,
- velika krožna križišča (40m – 60m) z dvema uvozoma za osebna vozila in enim pasom za tovorna vozila in
- turbo krožna križišča.

Raziskave glede razvrščanja tipov križišč, določitev tehničnih elementov in vpliv novih križišč na prometno varnost v Nemčiji proučuje delovna skupina okrog profesorja dr. W. Brilon-a, Ruhr University Bochum.

Navedeni tipi krožnih križišč so zelo »uspešni« glede prometno varnostnih razmer kot pretočnosti. Na drugi strani pa so se tradicionalna dvopasovna krožna križišča izkazala kot prometno varnostno problematična.



Slika 21: Delitev krožnih križišč v Nemčiji glede na osnovne karakteristike

(premer in kapaciteta izražena s povprečnim letnim dnevnim prometom -PLDP) [11]

Figure 21: Definition of types of roundabouts by their inscribed circle diameter and their maximum capacity in terms of average daily traffic [11]

Osnovna razlika med modernimi krožnimi križišči in klasičnim krožnim prometom izhaja iz geometrijskih karakteristik. Medtem, ko so klasična krožna križišča imela večji premer sredinskega otoka, večje vhodne radije in majhno ukrivljenost, kar je vse dopuščalo tako večje hitrosti na vhodu v krožno križišče kot tudi v samem krožnem toku, so moderna krožna križišča oblikovana z manjšim premerom, manjšimi vhodnimi radiji, večjo ukrivljenostjo ter tudi odvzemom prednosti pred vstopom v krožni promet, kar vse skupaj narekuje manjše hitrosti.

Glede na dejstvo, da se z nalogo omejujemo na preureditve obstoječih štirikrakah križišča v krožna križišča, se omejimo na izsledke analiz za enopasovna in mini krožna križišča.

Mini krožna križišča so križišča z zunanji premerom med 13m in 24m (med robniki) in ki **jih večja vozila prevozi tako, da povozijo sredinski otok.**

Poskus preureditve 13 nesemaforiziranih križišč v krožna križišča v zvezni državi Severno Porenje - Vestfalija (Bochum, Dortmund,...) je pri sorazmerno majhnih investicijskih stroških prinesel velik uspeh, predvsem s stališča povečanja prometne varnosti, saj se je stopnja nesreč na milijon vozil iz

0,79 znižala na 0,56, kar je pomenilo znižanje stroškov prometnih nesreč za 60%. Kot rezultat raziskave so se oblikovala **priporočila za umeščanje mini kožnih križišč:**

- uporaba samo v urbanih območjih z največjo dovoljeno hitrostjo 50 km/h,
- zunanji premer med **13m in 24m,**
- širina vozišča, namenjena krožnemu prometu med **4,5m in 6m,**
- prečni nagib **2,5%, nagnjen navzven,**
- **sredinski otok** z največjo **višino 12cm v sredini,**
- ni priporočljivo, da se ga označi samo s talnimi označbami,
- da bi preprečili nepotrebno vožnjo preko sredinskega otoka, se **povozni sredinski otok izvede z robnikom višine 4-5cm,**
- kapaciteta izvedenega križišča je **do 20.000 vozil/dan,**
- brez svetlobnih znakov na uvozu,
- samo enojni uvozi in izvozi.

Raziskava je bila izvedena tudi na mini krožnih križiščih izven naselij. Rezultat raziskave je ugotovitev, da **mini krožna križišča zunaj naselij niso priporočljiva iz prometno varnostnih razlogov.**

Standardni tip krožnega križišča v Nemčiji ima premer med 26m (kot minimum, bolje 30m) in 45m. Ima po en uvozni in izvozni pas na vsakem kraku kot en pas, namenjen krožnemu prometu. **Sredinski otok se za promet ne uporablja.** Zaradi potreb velikih vozil, se širina krožnega pasu poveča (na 8m pri premeru križišča 26m). Del takega pasu neposredno ob sredinskem otoku se tlakuje. V zadnjih 20 letih je bilo v Nemčiji zgrajenih okrog 4.000 enopasovnih krožnih križišč.

Glede varnosti je bilo izdelanih več študij, ki se sicer med seboj razlikujejo glede primerjave stopnje prometnih nesreč, vsem pa je enak zaključek glede stroškov prometnih nesreč, ki se znižajo za 50% (glede na stanje prej/ potem), k čemur pa v največji meri prispevajo nizke hitrosti vozil v samem križišču.

Znižanje hitrosti v križišču je tako osnovno vodilo pri oblikovanju krožnega križišča. To pomeni da:

- je **osi krakov** potrebno usmeriti **v center krožnega križišča čim bolj pravokotno** (ne tangencialno). To **izboljša preglednost** pri približevanju križišču in **zmanjša hitrost.**
- mora prehod **robu uvoznega pasu** in krožišča potekati **v majhnem radiju** (12m - 16m na uvozu in 14m – 18m na izvozu), vendar mora biti **prilagojen traktrisi večjih vozil** (dinamične zavijalne krivulje).

- mora biti krožno vozišče nagnjeno navzven (**2,5%**). To omogoča odvodnjavanje in boljše preglednost v križišče približujočim se vozilom ter zmanjša hitrost.

Za pešce in vozila je to najvarnejša oblika krožnega križišča. Edino pomembno tveganje predstavljajo **kolesarji**. Za slednje je bilo ugotovljeno, da jih **pri prometnih obremenitvah do 15.000 vozil/dan lahko preko križišča varno vodimo skupaj z motornim prometom**, nad tem volumnom pa se priporočajo ločene kolesarske površine. Pri izven urbanih krožnih križiščih je ločeno vodenje kolesarjev priporočljivo v vsakem primeru, ne glede na prometno obremenitev.

Enopasovno krožno križišče je ne glede na okoliščine zadostno propustno do kapacitete 15.000 vozil/dan, glede na ugodne zunanje pogoje pa vse do 25.000 vozil/dan.

3.1.2 VELIKA BRITANIJA

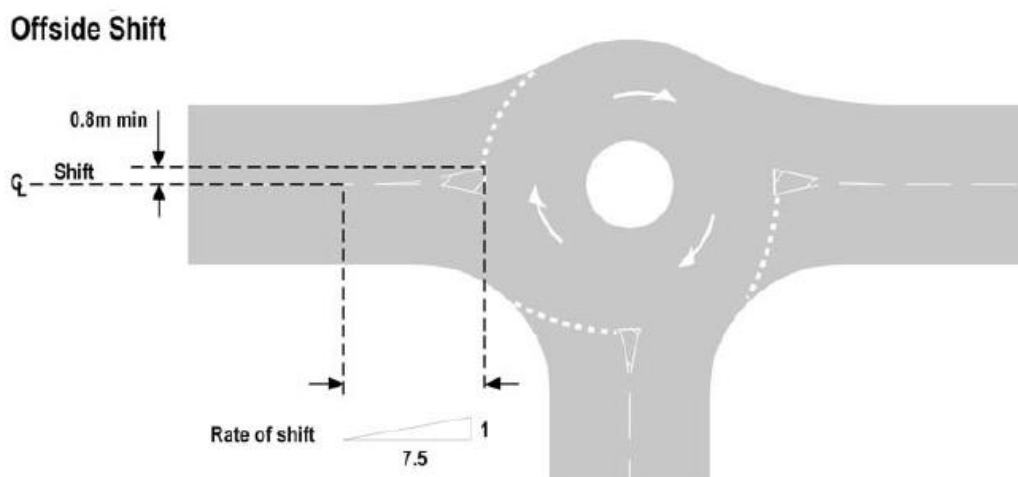
Velika Britanija ima glede krožnih križišč gotovo največ izkušenj, saj se njihova uporaba širi že od srede 60-tih let prejšnjega stoletja, ko so bila prvič uporabljena. Poznana so kot varna in učinkovita oblika križišča, predvsem v primerih, ko so prometne obremenitve stranskih smeri visoke. Postopki modernega projektiranja danes temeljijo na 10 različnih kategorijah krožnih križišč («Normal or Compact» - navadna ali kompaktna) in temeljijo na vrsti oz. kategoriji ceste, PLDP-ju, omejitvi hitrosti znotraj 100-metrške razdalje do križišča in potrebah nemotoriziranih udeležencev (pešcev in kolesarjev).

Nič mlajša ni niti ideja o mini krožnih križiščih, ki se uporablja v urbanih predelih, kjer je bila v osnovi prva izbira krožno križišče, če bi prostor to dopuščal. Danes predvsem nadomeščajo nesemaforizirana križišča. Tako kot običajna krožna križišča se smatrajo kot varna in učinkovita oblika križanja.

Priporočila za oblikovanje **mini krožnih križišč**, zbrana v standardu so naslednja:

- sredinski otok predstavlja krožna bela talna označba premera med 1m in 4m, ki se jo lahko povozi,
- vozilo jo mora praviloma obvoziti (*v VB po levi*),
- lahko se uporabljajo le na enopasovnih cestah, kjer je hitrost na razdalji 70m pred križiščem omejena na največ 50 km/h,
- uporabljajo se **kot sanacijski ukrep** za slabo delujoča nesemaforizirana križišča,

- **ne smejo se uporabiti**
 - **na novih križiščih** in
 - na območjih, kjer so prometne obremenitve na posameznem kraku **manjše** od 500 vozil na dan, istočasno pa skupna **največja urna obremenitev** križišča ne sme presežati 500 vozil,
- dopustno jih je uporabiti pri križanju največ 4 krakov,
- ni primeren kot samostojen ukrep umirjanja prometa, temveč le kot del sheme umirjanja prometa v naselju,
- linijo robnikov in premer sredinskega otoka se določi z dinamično simulacijo merodajnega vozila,
- največji zunanji premer krožnega križišča naj ne presega 28m,
- širina prometnega pasu na vstopu v križišče je običajno 3m, vendar ne manj kot 2,5m in ne več kot 4m,
- defleksija pri barvani talni označbi ni bistvenega pomena, se je pa bočni zamik uvoza za najmanj 0,8m v notranjost uvoznega pasu izkazal kot dobra praksa (*slika 23*)
- pri tem križišču je pomembna preglednost v *desno*,
- sredinski otok je lahko tudi v obliki kupole (z namenom odvrčanja osebnih vozilom, da bi vozili preko ter izboljšanja vidnosti oz. zaznavnosti),
- priporoča se, da se zgradi iz kontrastnega materiala,
- če je ločilni otok zarobničen, je na njem potrebno postaviti dodatno signalizacijo.



Slika 22: Bočni zamik uvoznega kraka [8]

Figure 22: Small offside shift [8]

3.1.3 PRIMERJAVA STANDARDOV V TUJINI

V *preglednici 5* so nemška dognanja prikazana v primerjavi z britanskimi in ameriškimi. Povzeta so iz članka: Design Considerations of Modern Roundabouts; National Technical University of Athens.

Preglednica 5: Primerjava elementov za mini krožna križišča [13]

Table 5: Critical design parameters for mini-roundabouts [13]

Mini Roundabout Guidelines			
Design Element	UK	US	German
Average operating speed (km/h)	—	< 50	< 50
Central island treatment	fully traversable		
Typical inscribed circle diameter (m)	≤ 28	13 - 27	13 - 24
Circulatory roadway width (m)	4.5 – 5.5	4.2 – 5.5	4.5 – 6.0
Typical daily service volumes (veh/day)	not specified	≤ 15,000	≤ 20,000
Entry Lanes	1	1	1
Exit Lanes	1	1	1
Urban - Rural	urban		

Primerjava uporabljenih elementov za enopasovna krožna križišča med nemškimi, britanskimi in ameriškimi smernicami je prikazana v *preglednici 6*.

Preglednica 6: Primerjava elementov za majhna krožna križišča [13]

Table 6: Critical design parameters for single-lane roundabouts [13]

Single-Lane Roundabout Guidelines			
Design Element	UK	US	German
Average operating speed (km/h)	—	< 50	< 50
Central island treatment	raised		
Apron utilization if required	traversable	traversable	traversable (urban)
Typical inscribed circle diameter (m)	28 - 36	27 - 55	26 - 50
Circulatory roadway width (m)	≤ 5.5	≤ 6.5	6.0 – 8.0
Typical daily service volumes (veh/day)	not specified	≤ 25,000	≤ 25,000
Entry Lanes	1	1	1
Exit Lanes	1	1	1
Urban - Rural	urban - rural		

Ne glede na različne opise med nemškimi in britanskimi stališči glede uporabe mini in majhnih krožnih križišč, so si določene smernice, prikazane v zgornjih tabelah, precej podobne:

- **mini krožna križišča** imajo **povozen sredinski otok** in se uporabljajo na cesti z do 15.000 vozili/dan ali celo več,
- zgornja meja zunanjšega premera se giblje med 24m in 28m,
- širina krožnega vozišča pa med 4,5m in 6,0m,
- **majhna krožna križišča** imajo **dvignjen sredinski otok**, ob katerem je po potrebi zgrajen še povozni del sredinskega otoka,
- spodnja meja zunanjšega premera znaša med 26m in 28m,
- širina krožnega vozišča je običajno pod 6,5m ter
- prometnimi obremenitvami do 25.000 vozil/dan.

Vsem sta skupna enopasovni uvoz in izvoz in uporaba pri hitrostih do 50 km/h.

4 ANALIZA IZVEDENIH UKREPOV V SLOVENIJI

4.1 UVOD

V tem delu naloge se izvede analiza že zgrajenih krožnih križišč (montažnih ali »mini«) v gabaritih predhodnega nivojskega križišča ali z manjšimi gradbenimi posegi. Predstavljeni so rezultati ukrepov in pomanjkljivosti za vsak konkreten primer. Za posamezno križišče se izvede analiza prej / potem.

Za vsako obravnavano križišče se opiše obstoječe (predhodno) stanje, s podatki o cestnih elementih in voziščni konstrukciji, prometni signalizaciji in opreми ter prometnih obremenitvah. Izvede se analiza obstoječih (predhodnih) elementov, opišejo pomanjkljivosti ter poda oz. analizira predlog ureditve. Za križišča, ki so že bila preoblikovana, se prav tako analizirajo ukrepi, preveri prometno – varnostni vidik ukrepa ter podajo zaključki.

Zbiranje podatkov prej/potem je pridobljeno z meritvami na terenu, razpoložljivo dokumentacijo upravljavca ceste (Direkcija RS za infrastrukturo) ter dokumentacijo, izdelano v podjetju Gorenjska gradbena družba d.d., za naročnika Direkcijo RS za infrastrukturo ali druge naročnike, za katere je bilo v fazi projektiranja od Direkcije RS za infrastrukturo pridobljeno soglasje.

4.2 KRIŽIŠČE BREZJE – ČRNIVEC NA R2-452/0208 V KM 7,050

4.2.1 OPIS OBSTOJEČEGA/PREDHODNEGA STANJA

Križišče Brezje – Črnivec na odseku državne ceste (ki se analizira kot stanje »prej«) je bilo zgrajeno v letu 2008, po izgradnji avtocestnega odseka Lesce – Lešnica. Avtocestni odsek je bil v tem delu zgrajen izven območja stare magistralne ceste. Severni krak obravnavanega križišča je pred izgradnjo avtoceste predstavljal del magistralne ceste Avstrija (Korensko sedlo) – Jesenice – Ljubljana – Zagreb. Povezovalna lokalna cesta med naseljema Brezje in Črnivec (današnji vzhodni in zahodni krak) je na tem delu potekala v podvozu pod magistralno cesto. Po prekategorizaciji magistralne ceste v regionalno cesto, je na območju križanja tokov nastalo štirikrako nivojsko križišče.



Slika 23: Lega križišča Črnivec v prostoru [19]

Figure 23: Positioning of the Črnivec intersection [19]

4.2.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Štirikrako križišče, ki deli naselja Brezje in Črnivec, se nahaja izven naselja. Križišče je bilo projektirano v sklopu gradnje avtoceste kot del spremembe poteka regionalne ceste na odseku, kjer je predhodno potekala magistralna povezava Radovljica – Kranj. Hitrost je v širšem območju križišča, ki vključuje tudi avtobusni postajališči, omejena na 60 km/h. Neposredno ob križišču ni objektov. Med severnim in zahodnim krakom križišča se nahaja parkirišče gostišča, ki je niveletno dvignjeno nad

teren ceste. Na priključnih krakih regionalne ceste so urejeni ločeni pasovi za levo zavijanje. Prednostna cesta v križišču poteka v blagi »S« krivini. Vzdolžni nagib priključnih cest v križišču je minimalen. Preglednost v križišču je »zadovoljiva«. Širina vozišča na prednostni cesti je znašala 2 x 3,5m + 1 x 3,0m (pas za levo), na priključni cesti pa 2 x 2,75m. V križišču je urejena cestna razsvetljava ter površine za pešce. Promet kolesarjev poteka skupaj z motornim prometom. Površine za pešce so urejene na regionalni cesti med avtobusnima postajališčema, na lokalni cesti pa med naseljema. Na vseh krakih križišča so označeni prehodi za pešce. Voziščna konstrukcija je v dobrem stanju.

4.2.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI

V območju približevanja križišču so na regionalni ceste postavljene predkrižiščne table, ki voznikom dajejo informacijo o obliki križišča in smeri prometnih ciljev. Vodenje prometa je v samem križišču ponovljeno s kažipot. Na lokalni cesti so pred križiščem postavljene kažipotne table. V območju križišča je prehitevanje prepovedano (neprekinjena ločilna črta), hitrost pa omejena na 60 km/h. Preko vseh krakov križišča so označeni prehodi za pešce. Za križiščem je na glavni prometni smeri v smeri vožnje urejen par avtobusnih postajališč. Postajališča so ustrezno označena tako s prometnim znakom kot talnimi označbami.

4.2.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENTIVAH

Prometna obremenitev odseka PLDP po podatkih avtomatskega števca Radovljica2 (števno mesto 697) v letu 2014 znaša 3.309 vozil. Osebnega prometa je 88%. Ročno štetje na števnom mestu 773 Podvin, ki je za obravnavano križišče še bolj relevantno, izkazuje še nekaj več prometa (v povprečju 3.550 vozil/dan). Struktura prometa je razvidna iz spodnjih tabel:

Preglednica 7: Prometne obremenitve in struktura prometa za križišče Črnivec [20]

Table 7: Traffic loads and traffic structure in the main direction [20]

Številka števca	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
697	QLD5	3.309	81	2.906	94	180	24	19	2	3
773	ROČNO	3.550	60	3.225	85	130	30	10	5	5

Pred izgradnjo avtoceste v letu 2008 so bila na celotnem odseku urejena izven nivojska križišča, povprečna letna dnevna obremenitev je znašala blizu 28.000 vozil, medtem ko so največje dnevne obremenitve v turistični sezoni dosegle tudi do 44.000 vozil.

4.2.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

V letu 2010 sta se na ožjem območju križišča pripetili dve prometni nesreči. Nesreči sta se pripetili v jutranji in nočni uri zaradi čelnega (1x) in bočnega (1x) trčenja. Obe nesreči sta se pripetili, ko je bilo vozišče mokro. Vzrok nesreče je obakrat evidentiran kot »neupoštevanje pravil o prednosti«. Skupno je bilo v dveh prometnih nesrečah udeleženih sedem (7) oseb, ena oseba je bila brez poškodb, ostalih šest pa je utrpelo lažje poškodbe.

V predhodnih letih na odseku prometnih nesreč ni bilo evidentiranih.

Po izgradnji krožnega križišča nesreč, do konca leta 2015 prometnih nesreč ni bilo več evidentiranih.



Slika 24: Tloris križišča Črnivec [19]

Figure 24: Layout of the intersection Črnivec [19]



Slika 25: Potek ceste ca 350 m pred križiščem iz smeri Radovljice

Figure 25: Route from Radovljica, ca 350 m before the intersection Črnivec



Slika 26: Potek ceste ca 200 m pred križiščem iz smeri Radovljice

Figure 26: Route from Radovljica, ca 200 m before the intersection Črnivec



Slika 27: Pogled iz smeri Radovljica (v smeri naraščanja stacionaže na državni cesti)
Desno: krak Črnivec, kjer je zagotovljena preglednost za hitrost,
skladno z omejitvijo hitrosti v križišču

Figure 27: Intersection Črnivec viewed from the direction of Radovljica



Slika 28: Pogled iz smeri Črničca (lokalna cesta)

Figure 28: Intersection Črničca viewed from the local road

4.2.6 PROBLEMATIKA

Krajani naselij, ki ju tangirana cesta loči, so se vse od izgradnje avtoceste in ureditve križišča pritoževali nad visokimi hitrostmi, ki jih vozila dosegajo na odseku. Kljub temu, da bil je z ureditvijo nivojskega križišča porušen tudi odstavni pas, ki je bil zgrajen ob magistralni cesti, je krivinska karakteristika ceste ostala nespremenjena. Stegnjena trasa na dolžini več kot kilometer iz smeri Radovljice, je vozniku dajala občutek »odprte« trase in omogočala visoke hitrosti. Ne glede na oznake in opozorila o približevanju križišču, marsikateri voznik skoraj ni zmanjšal hitrosti. Iz navedenega razloga, je krak lokalne ceste iz smeri Črnivca glede na v_{85} na GPS, »postal« nepregleden.

4.2.7 PREDLOG REŠITVE

Za potrebe umirjanja prometa v križišču se je Direkcija RS za infrastrukturo odločila začasno preurediti klasično štirikrako križišče v montažno krožno križišče. Za potrebe postavitve opreme je bil izdelan načrt ureditve križišča. **Pri snovanju rešitev je bilo potrebno upoštevati obstoječe gabarite križišča.** Gradbeni posegi s preureditvijo niso bili predvideni. Na podlagi računalniških simulacij je bila izbrana geometrija križišča.

4.2.8 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Dimenzije obstoječega križišča omogočajo oblikovanje krožnega križišča zunanjsega premera 21,0m (krajša diagonala križišča). Ker je druga diagonala križišča širine 30m in križišče ni »pravilnih« oblik, z oblikovanjem robu vozišča med obstoječimi robniki oblikujemo elipsasto krožnico.

Sredinski otok se na podlagi zavijalnih krivulj postavi v obliki elipse s krajšo stranico 6m in daljšo 9m. Taka oblika onemogoča ravno vožnjo skozi križišče (še posebej na glavni smeri) in prisili voznike, da se vključijo v krožni tok.

Predvideni gradbeni posegi so minimalni in zajemajo ureditev klančin na pločnikih za pešce. Obstoječe izvedene klančine so premalo oddaljene od križišča in se zato ukinejo. Nove se izvedejo na mestih novih prehodov za pešce na krakih proti Črnivcu, Dobremu Polju in Brezjam.

Ločilna otoka širine 1,5m in dolžine 10,0m (4,0m + 6,0m) se postavitava tako, da se med njima lahko označi prehod za pešce. (Tudi na kraku proti Podvinu, kjer zaradi ne zadostne dolžine pločnika in

posledično ne ureditve čakališča, označitev prehoda še ni možna.) Na krakih proti Črnicu in Brezjam se ločilni otoki nadomestijo z zapornima ploskvama, ki ju bodo večja vozila pri uvažanju in izvažanju lahko povozila. Z dinamičnimi zavijalnimi krivuljami je bilo namreč ugotovljeno, da umestitev deniveliranega otoka ne bi zagotavljala prevoznosti merodajnemu vozilu.

Celotna geometrija je prilagojena prevoznosti sedlastega vlačilca v glavni smeri in turističnega avtobusa na stranski smeri. S spremembo prometnega režima v križišču se preuredi pripadajočo prometno signalizacijo.

Preurejanje cestne razsvetljave in obstoječega sistema odvodnjavanja ni predvideno.

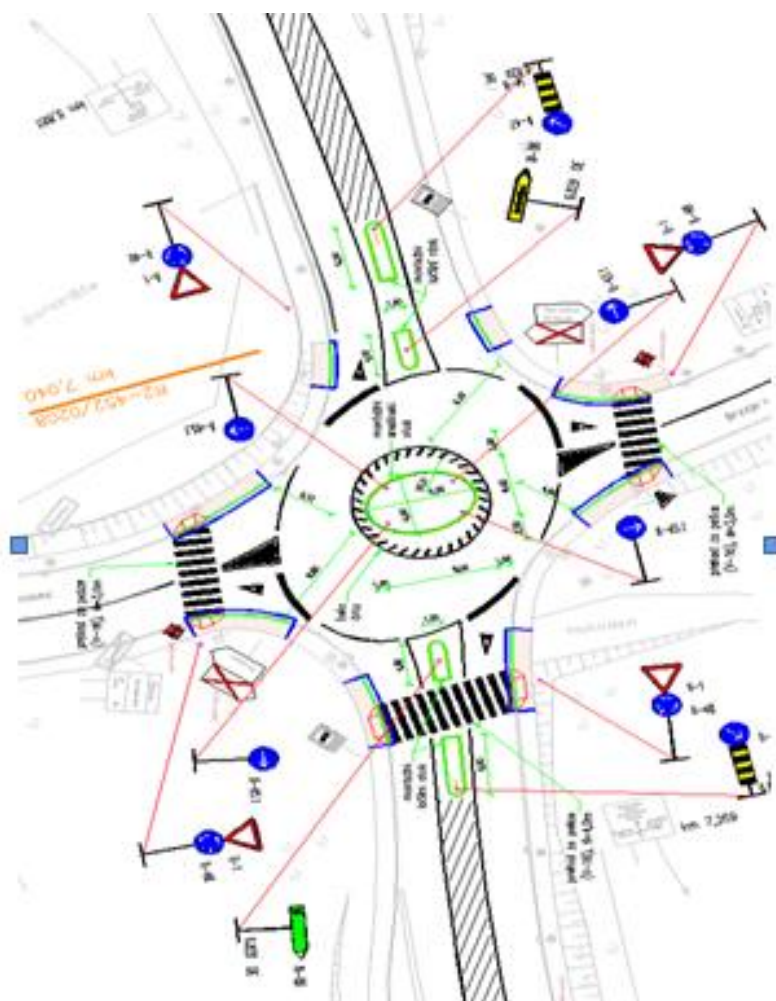
Opisani ukrepi so prilagojeni minimalnim posegom v obstoječo geometrijo križišča. Za zagotovitev varnosti pešcev bi bilo pločnike potrebno odmakniti od krožečega toka vozil za 1,0m. Smiselna je tudi dograditev pločnika med makadamskim parkiriščem na severni strani križišča in krakom proti Podvinu ter označitev prehoda za pešce tudi na tem kraku.

Ker so uporabniki in investitor zadovoljni z začasnim krožnim križiščem, se je investitor odločil, da križišče preuredi v montažno krožno križišče »trajnejšega« značaja.



**Slika 29: Izvedeno stanje – začasna oblika križišča (1. stopnja reševanja problematike),
pogled na križišče iz smeri Radovljica**

Figure 29: Assembled roundabout, constructed from plastic protective barriers (temporary regulation)



Slika 30: Situacija ureditve [21]

Figure 30: Layout of the roundabout [21]



Slika 31: Izvedeno stanje, montažno krožno križišče znotraj obstoječih gabaritov križišča, pogled iz smeri Radovljica

Figure 31: Roundabout, viewed from the direction of Radovljica



Slika 32: Izvedeno stanje, montažno krožno križišče znotraj obstoječih gabaritov križišča, pogled iz smeri avtoceste proti Radovljici

Figure 32: Roundabout, viewed from the direction of the highway

4.2.9 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za mini krožno križišče, ki se načeloma izvaja le v urbanih okoljih. - Obravnavano križišče se nahaja izven naselja.
- Načeloma se tovrstna križišča uporabljajo v strnjenih urbanih okoljih z namenom umirjanja prometa.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 10.000 vozil/dan (pri enakomerni razporeditvi prometnih tokov) – prometna obremenitev križišča je več kot pol manjša in funkcionira brez zastojev.
- Križišče je montažno. Izvedeni so bili **minimalni gradbeni posegi, ki v celoti ne omogočajo poti pešcev v vseh smereh** kot jih je dopuščala predhodna ureditev (ni izvedeno podaljšanje obstoječih površin za pešce -pločnika za ureditev čakališča za ca 6 metrov).
- **Turistični avtobus** pri zavijanju iz smeri Radovljice proti Brezjam s sprednjim delom **presega na površine za pešce**. Radij med krakoma Dobro Polje – Brezje bi bilo potrebno gradbeno preurediti (odmakniti od obstoječe linije za ca 1 meter).
- Montažno križišče je izvedeno z elementi, prometno signalizacijo in opremo.
- Merila, ki dopuščajo montažno rešitev kot projektno rešitev (opisano v poglavju 2.5 - kdaj se montažno krožno križišče lahko izvede kot projektna rešitev), **so izpolnjena** (dokazovanje primernosti izvedbe krožnega križišča, ukrep umirjanje prometa v obstoječem križišču). Z manjšimi dodatnimi stroški je smiselna in potrebna izvedba korektne, prometno varne rešitve.
- Križišče je osvetljeno.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij: notranji in tranzitni promet:
 - notranji: povezuje dve sosednji naselji (z enim vrtcem, šolo, trgovino, cerkvijo),
 - izven urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: čeprav kapacitetni izračun ni bil izveden, glede na nizko prometno obremenitev odseka in opazovanja na terenu, lahko ugotovimo, da bi križišče ob koncu planske dobe delovalo ustrezno
 - V območju predvidenih ukrepov je na voljo dovolj prostora.
 - Projektno tehnični kriterij: glede na kot križanja je krožno križišče ustrezna rešitev (»X« oblika križišča).
 - Kriterij prometne varnosti: izvedeno je umirjanje prometa. Posamezni ukrepi, kot so podaljšanje pločnika zaradi ureditve prehoda za pešce in povečanje radija med krakoma Brezje in Dobro Polje zaradi vožnje turističnega avtobusa iz smeri Radovljice proti turistično atraktivnim Brezjam, ki kljub opozorilom niso bili izvedeni, predstavljajo nesprejemljivo in neodgovorno ravnanje investitorja.
- Analiza projektno tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je prikazana v preglednici 8.

Preglednica 8: Uporabljeni osnovni elementi v krožnem križišču Črnivec

Table 8: Basic elements, used in roundabout Črnivec

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	4,0
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,5
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	4
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	21m / 30m
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	12m / 21m
Širina krožnega pasu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	4,9m – 9,8m
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,20

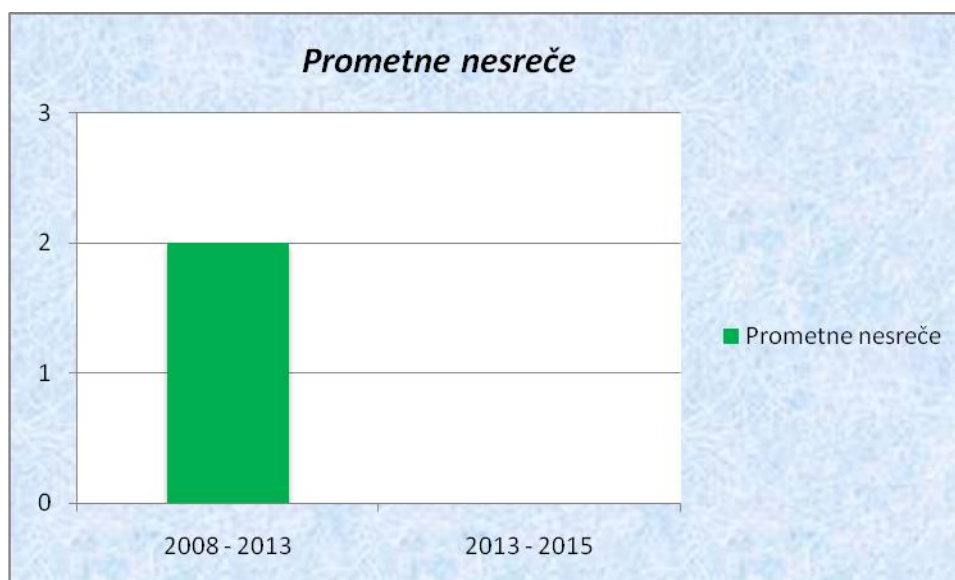
**Slika 33: Prometne nesreče pred in po izgradnji krožnega križišča**

Figure 33: Traffic accidents before and after construction of the roundabout

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K1«.

4.3 KRIŽIŠČE LESCE – KAMNA GORICA na R3-635/1121 v km 1,150

4.3.1 OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA

Kot začasen ukrep za izboljšanje prometne varnosti v obstoječem trikrakem križišču pri naselju Lesce, na R3-635, odsek 1121 Lesce – Kamna Gorica – Lipnica, v km 2+447 oz. v km 1,150 (nova stacionaža po spremembi poteka odseka, december 2012), je bila v oktobru 2012 naročena postavitvev montažnega krožnega križišča.



Slika 34: Lokacija križišča Lesce [19]

Figure 34: Positioning of the Lesce intersection [19]

4.3.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Trikrako križišče se nahaja izven naselja, kjer hitrost ni dodatno omejena. Neposredno ob križišču ni objektov. Na vseh priključnih krakih so urejeni ločeni pasovi za zavijanje. Prednostna cesta v križišču iz smeri Radovljice zavije za 90° v levo proti Kropi, iz desne strani pa se iz smeri Lesc priključuje Boštjanova ulica. Vzdolžni nagib priključnih cest v križišču je minimalen. Preglednost v križišču je zadovoljiva. Širina vozišča na prednostni cesti je znašala 2 x 3,0m, na priključni cesti pa 2 x 2,75m. Cestne razsvetljave v križišču ni bilo urejene, prav tako ne ločenih površin za pešce in kolesarje.



Slika 35: Izhodiščna geometrija križišča Lesce [19]

Figure 35: Layout of the intersection Lesce [19]

4.3.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI

Iz smeri Radovljice je pred križiščem postavljena predkrižiščna tabla, ki prikazuje geometrijo križišča in prometne cilje. Iz ostalih smeri predkrižiščnih tabel ni evidentiranih. Na prednostni smeri, ki ne poteka naravnost, je postavljen prometni znak »prednostna cesta« z dopolnilno tablo, ki grafično prikazuje potek prednostne ceste. Neposredno v križišču so postavljeni kažipot. Iz smeri Kroke pa je postavljen še prometni znak »razvrščanje vozil«. Na glavni prometni smeri so označeni samostojni pasovi za posamezne smeri vožnje (levo – desno oziroma naravnost – desno).

4.3.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENITVAH

Povprečni letni dnevni promet na odseku znaša 1.854 vozil. Osebnih vozil je 89%. Števno mesto, merodajno za odsek, se nahaja v Kamni Gorici (števno mesto 250). Dejanske prometne obremenitve odseka so verjetno nekaj večje, saj se med števnim mestom in obravnavanim križiščem nahaja še

nekaj manjših naselij, ki pretežno tangirajo obravnavano križišče, poleg tega pa je bilo v smeri lokalne zgrajeno novo stanovanjsko naselje, ki prav tako delno tangira obravnavano križišče.

Preglednica 9: PLDP in struktura prometa na merodajnem števničnem mestu za križišče Lesce [20]

Table 9: ADT and traffic structure of the counting site on the main road [20]

Številka števec	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
250	QLD5	1.854	37	1.648	20	83	34	27	3	2

4.3.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

Med leti 2004 in 2013 so se na območju križišča pripetile 3 prometne nesreče, v zadnjem pet letnem obdobju pred preureditvijo križišča dve (2). Nesreči sta se pripetili na mokrem ali spolzkem vozišču zaradi neupoštevanja prednosti (1x) in nepravilne strani vožnje (1x). Tip nesreče je bilo 1x bočno, 1x pa čelno trčenje. Skupaj so bile v nesrečah udeležene štiri (4) osebe, dve sta bili lažje poškodovani.

Po preureditvi klasičnega križišča v krožno konec leta 2012 na odseku ni bilo več evidentiranih prometnih nesreč (podatki pridobljeni na Agenciji za varnost prometa za obdobje do konca leta 2015).



Slika 36: Pogled v križišče – iz smeri Lesce, Radovljica (v smeri naraščanja stacionaže)

Figure 36: Intersection Lesce, viewed from the direction of Radovljica



Slika 37: Pogled v križišče iz smeri Kamne Gorice

Figure 37: Intersection Lesce, viewed from the direction of Kamna Gorica

4.3.6 PREDLOG REŠITVE

Za potrebe postavitve opreme je bil izdelan načrt ureditve križišča. Pri snovanju rešitev je bilo potrebno upoštevati obstoječe gabarite križišča. Gradbeni posegi s preureditvijo niso bili predvideni. Geometrija križišča je določena na podlagi izrisa dinamičnih zavijalnih krivulj za merodajno vozilo. Pri preureditvi križišča se uporabijo montažni elementi.

4.3.7 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Dimenzije obstoječega križišča omogočajo oblikovanje krožnega križišča zunanega premera 27,0m. Na sredini se z montažnimi elementi izvede sredinski otok premera 12,0m. Na razdalji 2,0m od oboda otoka se označi robna črta, za njo pa zaporna ploskev. Širina krožnega vozišča do črte tako znaša 5,5m, do oboda sredinskega otoka pa 7,5m. Prečni prerezi na priključnih krakih so prilagojeni obstoječim širinam. Celotna geometrija je prilagojena prevoznosti sedlastega vlačilca v vseh smereh. S spremembo prometnega režima v križišču se preuredi pripadajočo prometno signalizacijo.

Prometni znaki se namestijo skladno s situacijo prometne ureditve. Nekaj obstoječih znakov se ohrani. Prometnih znakov »obvezna smer desno« se zaradi geometrije sredinskega otoka in vpadnega kota priključnih krakov, kljub določilom tehnične specifikacije, v sredinskem otoku ne morejo postaviti.

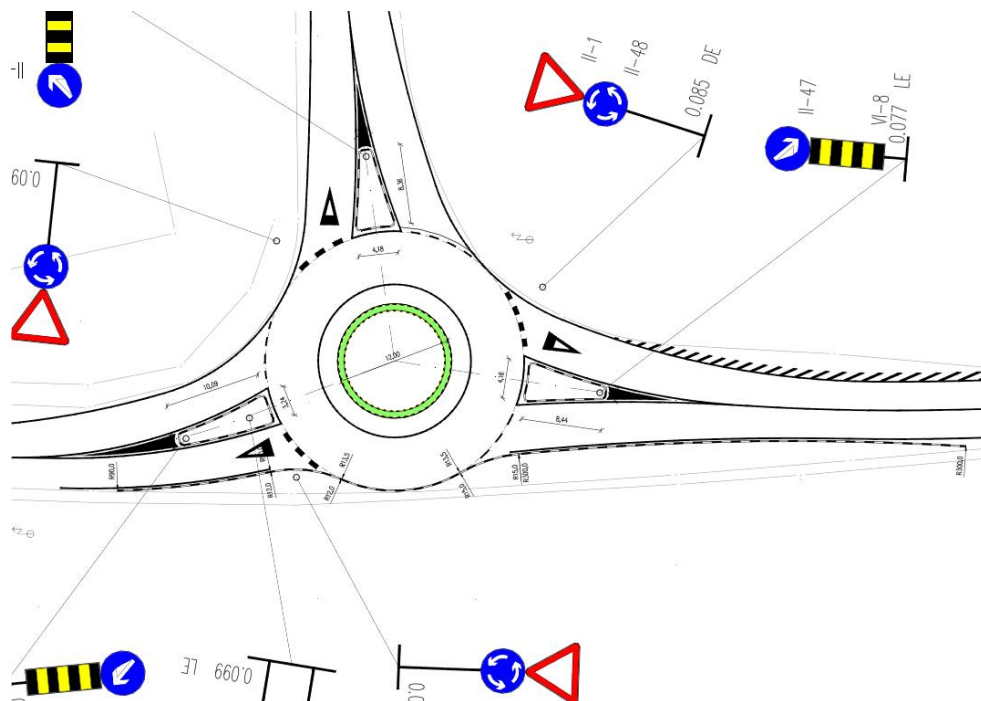
Prav tako se namesto debelo slojnih talnih označb glede na začasnost ukrepa predlaga uporaba tanko slojnih označb.

Otoki se sestavijo iz montažnih elementov. Elementi se izberejo iz materialov, ki bodo ob zimskem vzdrževanju trajni in obstojni in bodo sposobni brez večjih deformacij prevzeti tudi oplazenje ali blažji trk vozila. Skladno s priporočili tehnične specifikacije za krožna križišča mora biti robnik sredinskega otok v blažjem naklonu od 1,25:1.

Sredinski otok se oblikuje z montažnimi elementi iz reciklirane gume ali drugih ekvivalentnih materialov, ločilni otoki na priključnih krakih in zožitev preveč odprte smeri Lesce – Kropa se izvede z montažnimi robniki. Otoki so izvedeni na način, da padavinska voda ne zastaja za robniki in nemoteno odteka na nižji teren.

Robovi otokov morajo biti dobro vidni, zato se priporoča, da so obarvani. Možne so kombinacije v črno – beli/rumeni ali rdeče - beli barvi.

Križišče je skladno z določili pravilnika o projektiranju cest potrebno ustrezno osvetliti.



Slika 38: Situacija križišča iz izvedbenega načrta [22]

Figure 38: Layout of the roundabout [22]



**Slika 39: Pogled v križišče – iz smeri Lesce, Radovljica (v smeri naraščanja stacionaže),
izvedeno stanje**

Figure 39: Roundabout, viewed from the direction of Radovljica



Slika 40: Pogled iz smeri Kamne Gorice, izvedeno stanje

Figure 40: Roundabout Lesce, from the direction of Kamna Gorica



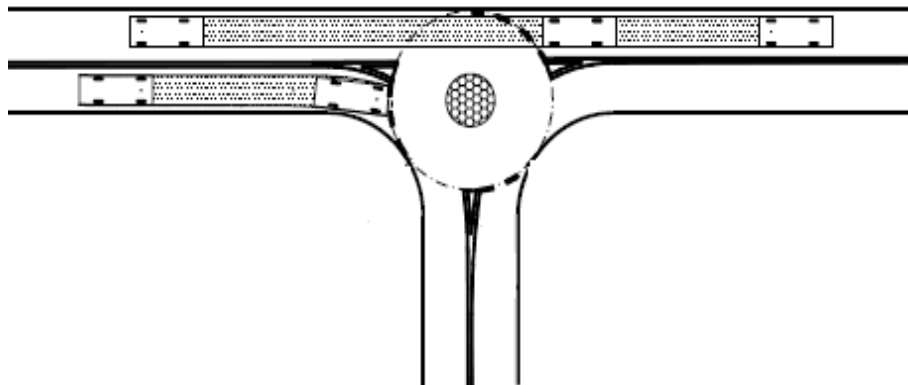
Slika 41: Pogled iz Boštjanove ulice (LC)

Figure 41: Roundabout Lesce, viewed from local road

4.3.8 ANALIZA UKREPA

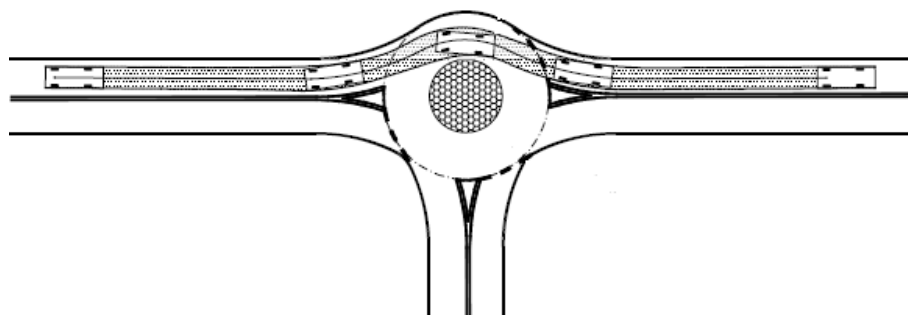
- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za majhno krožno križišče ($D = 27\text{m}$), ki se načeloma izvaja le v urbanih okoljih. Obravnavano križišče se nahaja izven naselja.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 15.000 vozil/dan (pri enakomerni razporeditvi prometnih tokov). Obravnavano križišče glede na prometne obremenitve kapacitetno ni problematično.
- Tovrstna križišča se praviloma uporabljajo na vseh vstopih v manjša naselja (kot opozorilo vozniku, da prihaja v drugačno okolje in kot ukrep umirjanja prometa). Priporočena uporaba je tudi v primeru, da glavna prometa smer ne poteka naravnost.
- Križišče je montažno. Gradbeni posegi niso bili izvedeni. Obstoječe križišče je bilo urejeno brez robnikov, voda se je prosto zlivala na nižje ležeči teren preko bankin.
- Montažno križišče je izvedeno z elementi, prometno signalizacijo in opremo.
- Merila, ki dopuščajo montažno rešitev kot projektno rešitev, **dokazovanje ustreznosti krožne oblike križišča**, so izpolnjena.
- **Ni pa izpolnjen pogoj geometrije, saj v okviru obstoječih gabaritov križišča ni možno zagotoviti krožnega prometa (slika 42).** Smer vzhod – zahod (Boštjanova ulica – Kamna Gorica) je povsem »odprta«. Vozila na tej smeri vozijo naravnost. Hitrosti pred vstopom v križišče jim za vožnjo naravnost ni potrebno zmanjšati. **Rešitev je možna:**

- z zamikom sredinskega otoka v os ceste, ki poteka v smeri vzhod – zahod (slika 43) ali
- z zamikom kraka Boštjanove ulice (slika 44).



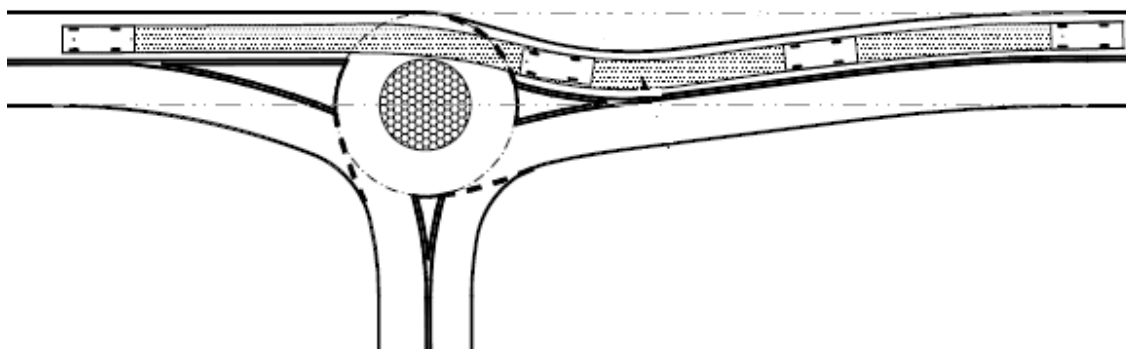
Slika 42: Shematski prikaz geometrije križišča Lesce [6]

Figure 42: Geometry of the roundabout Lesce [6]



Slika 43: Zamik sredinskega otoka v osi vzhod – zahod [6]

Figure 43: Deflection of the outer curb line at the top of the intersection [6]



Slika 44: Zamik enega od vpadnih krakov smeri vzhod – zahod [6]

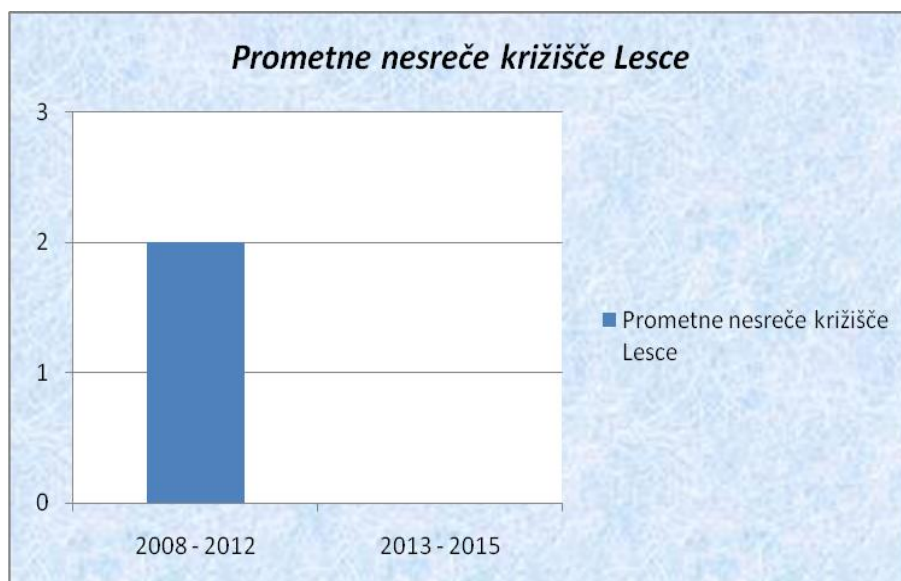
Figure 44: Roundabout shifted along minor street axis [6]

- Križišče ni osvetljeno.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij: notranji in tranzitni promet:
 - notranji: povezuje dva dela naselja
 - tranzit: Lesce – Kamna Gorica,
 - izven urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: čeprav kapacitetni izračun ni bil izveden, glede na nizko prometno obremenitev odseka lahko sklepamo, da bi obe križišči ob koncu planske dobe delovali ustrezno.
 - V območju predvidenih ukrepov je na voljo dovolj prostora. Potreben je odkup zemljišč, ki bi omogočal korektno rešitev.
 - Projektno tehnični kriterij: potek glavne prometne smeri ni ustrezen glede na obstoječo geometrijo križišča.
 - Kriterij prometne varnosti: **prometnih nesreč po preoblikovanju križišča ni evidentiranih.**
- Analiza projektne tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je prikazana v preglednici 10.

Preglednica 10: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Lesce

Table 10: Basic elements, used in roundabout Lesce

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	5,0
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,0
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	20/27
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	27
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	19/33/38
Širina krožnega psu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	5,5
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,12



Slika 45: Prometne nesreče križišče Lesce

Figure 45: Traffic accidents in the intersection Lesce

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K2«.

4.4 KRIŽIŠČE BOHINJSKA BISTRICA na R1-209/1091 v km 1,337

4.4.1 OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA

Obravnavano križišče treh državnih cest R1-209/1091, R1-209/1092, RT-909/1125 in Triglavske ceste se nahaja v naselju Bohinjska Bistrica. Hitrost je z znaki za naselje administrativno omejena na 50 km/h. Teren je ravninski.

Glavna prometna smer (GPS) poteka od severa iz smeri Bleda (R1-209/1091) proti zahodu v smeri Jezera (R1-209/1092). Iz vzhodne smeri se v križišče priključuje RT-909/1125, ki vodi preko Sorice v Selško dolino, iz južne strani pa občinska cesta, ki vodi do Mercatorjevega trgovskega centra.



Slika 46: Lokacija križišča v naselju Bohinjska Bistrica [19]

Figure 46: Positioning of the Bohinjska Bistrica intersection [19]



Slika 47: Lokacija križišča v naselju – izhodiščno stanje [19]

Figure 47: Layout of the intersection – baseline situation [19]

4.4.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Širine vozišč na posameznih krakih so med 5,5 in 6,0m. Ločenih pasov za levo zavijanje ni urejenih. Pločniki ob vozišču so enostranski širine 2,0 oz. 1,6m, vendar na določenih delih niso višinsko ločeni od vozišča. Cestna razsvetljava je delno urejena. Preglednost v območju križišča je dobra. Vozišče v križišču ni poškodovano, saj je bilo preplaščeno.

4.4.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI

Glavna prometna smer, ko poteka v smeri sever – zahod (Bled – Bohinj jezero) je označena s prometnim znakom za potek prednostne ceste in dopolnilno tablo, ki označuje geometrijo poteka prednostne ceste. V križišču poteku prednostne ceste sledijo vodilne črte.

Na vzhodnem (Soriška planina) in severnem (Bled) kraku sta preko vozišča označena prehoda za pešce, ki povezujeta nivojsko dvignjene površine za pešce. Na vzhodnem kraku je prehod za pešce dodatno označen s prometnim znakom z notranjo osvetlitvijo na usločenem drogu nad voziščem (bič).

V križišču so postavljene kažipotne table z označenimi prometnimi cilji. Cestna razsvetljava v križišču je prisotna, vendar pomanjkljiva.

4.4.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENTIVAH

Prometne podatke predstavljajo odseki treh krakov državnih cest:

- R1-209/1091 (privzeto števno mesto):
- PLDP 2014: 3.000 vozil, od tega 89% osebnih vozil
- R1-209/1092 (števno mesto 255 Ribčev Laz):
- PLDP 2014: 2.438 vozil, od tega 90% osebnih vozil
- RT-909/1125 (ročno štetje v letu 2008)
- PLDP 2014: 660 vozil, od tega 89% osebnih vozil

Preglednica 11: PLDP in struktura prometa na posameznih odsekih [20]

Table 11: ADT and traffic structure of the counting site for different legs of the intersection [20]

Odsek	Številka števca	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
1091	privzeto	P	3.000	55	2.683	55	145	20	25	7	10
1092	255	QLD3	2.438	22	2.194	57	129	14	10	3	8
1125	253	ROČNO	660	30	586	1	29	2	1	4	7

Podatki o prometnih obremenitvah lokalne ceste k trgovskemu centru niso na voljo.

Po analizi števnih podatkov (spletna stran Direkcije RS za infrastrukturo) je razvidno, da promet na obravnavanih cestah upada. Križišče glede na PLDP iz vidika prepustnosti ni problematično.

4.4.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

V ožjem območju križišča se v zadnjih petih letih ni pripetila nobena prometna nesreča.

4.4.6 PREDLOG REŠITVE

Skladno s projektno nalogo in zabeležko sestanka z naročnikom je predvidena preureditev obstoječega križišča v mini krožno križišče. Ob upoštevanju robnih pogojev je bil po predhodni potrditvi naročnika izbran zunanji premer 24m. Sredinski otok je izveden v nepovozni izvedbi, ločilni otoki pa v povozni izvedbi.

Situativni potek ureditve sledi obstoječi trasi.



Slika 48: Pogled v križišče iz smeri Bled

Figure 48: Intersection Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Bled



Slika 49: Pogled v križišče iz smeri Soriška planina

Figure 49: Intersection Bohinj, viewed from the direction of Soriška planina

4.4.7 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Prvotna ideja, definirana s projektno nalogo, je bila oblikovanje mini krožnega križišča s povoznim sredinskim otokom in/ali izdelava mini montažnega krožnega križišča.

Ideja o povoznem otoku tako projektantu kot predstavnikom lokalne skupnosti ni bila sprejemljiva (zaradi zagotavljanja prometne varnosti oziroma bojazni o ne upoštevanju »krožnega prometa« pri vzpostavitvi oblike križišča, ki tega glede na gradbene posege ne »zahteva«).

Montažno mini krožno križišče v obstoječih gabaritih (brez gradbenih posegov) ni izvedljivo. Štirirakno križišče ne nudi pravokotne geometrije (*slika 47*). Diagonali obstoječega štirirakega križišča znašata 16m in 23m. Višina robu med zahodnim in južnim krakom je ca 20 cm nižja od sredine križišča. Obstoječi pločniki so na nekaj mestih nižji od vozišča (kot posledica zadnje preplastitve vozišča).

Opisani robni pogoji so narekovali zasnovo mini krožnega križišča z gradbenimi posegi in povoznim ter nepovoznim sredinskim otokom.

Geometrijski elementi krožnega križišča

Izbran je zunanji premer krožnega križišča 24 m. Premer nepovoznega dela sredinskega otoka je 7,0 m, širina povoznega dela otoka 2,5m. Širina krožnega vozišča je 6,0 m. Priključni radiji so določeni na osnovi računalniške simulacije prevoznosti merodajnih vozil po posameznih smereh. Praviloma jih tvorijo sestavljeni radiji.

Na Med krakoma Soriška planina – Bled in Jezero – TC Mercator se zaradi zagotavljanja optičnega zoženja izvozno-uvoznega radija predvidi tlakovana površina iz granitnih kock.

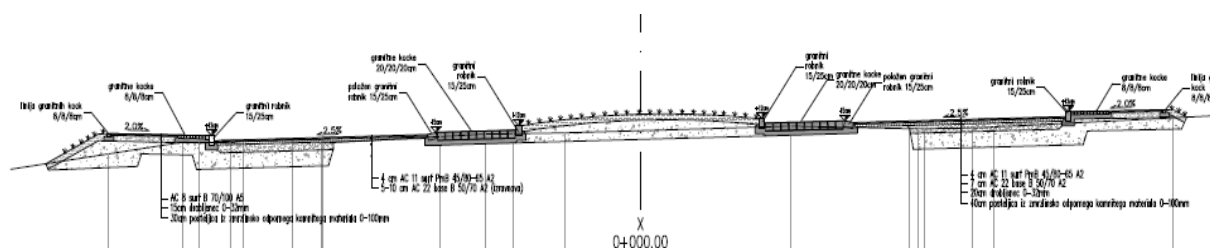
Ločilni otoki so trikotne oblike in povozne izvedbe. Obrobljeni so s poševno položenimi granitnimi robniki prereza 15x25cm in so nad koto asfalta dvignjeni 7cm. Sredina otoka je tlakovana z granitnimi kockami 8x8x8cm, položenimi v plast podložnega betona.

Na podoben način je izvedena obroba povoznega dela sredinskega otoka. Ta je projektiran nad koto asfalta za 5cm. Povozni del sredinskega otoka je tlakovan z granitnimi kockami in se zaključí z dvignjenim granitnim robnikom (+12cm).

Površine za pešce se ohranijo v obstoječih gabaritih in se prilagodijo novi geometriji križišča. Pločnik se od vozišča loči z granitnim robnikom višine 12cm.

Namestitev znakov je prilagojena velikosti krožnega križišča (mini krožno križišče). Znaki »obvezna vožnja desno« v sredinskem otoku zaradi dimenzije otoka niso nameščeni. Ravno tako se na ločilnih otokih ne postavijo znaki za obvezno vožnjo mimo po desni strani. Kažipoti se iz istega razloga namesto v ločilnih otokih namestijo na rob pločnika.

Novim razmeram se prilagodi tudi cestna razsvetljava.



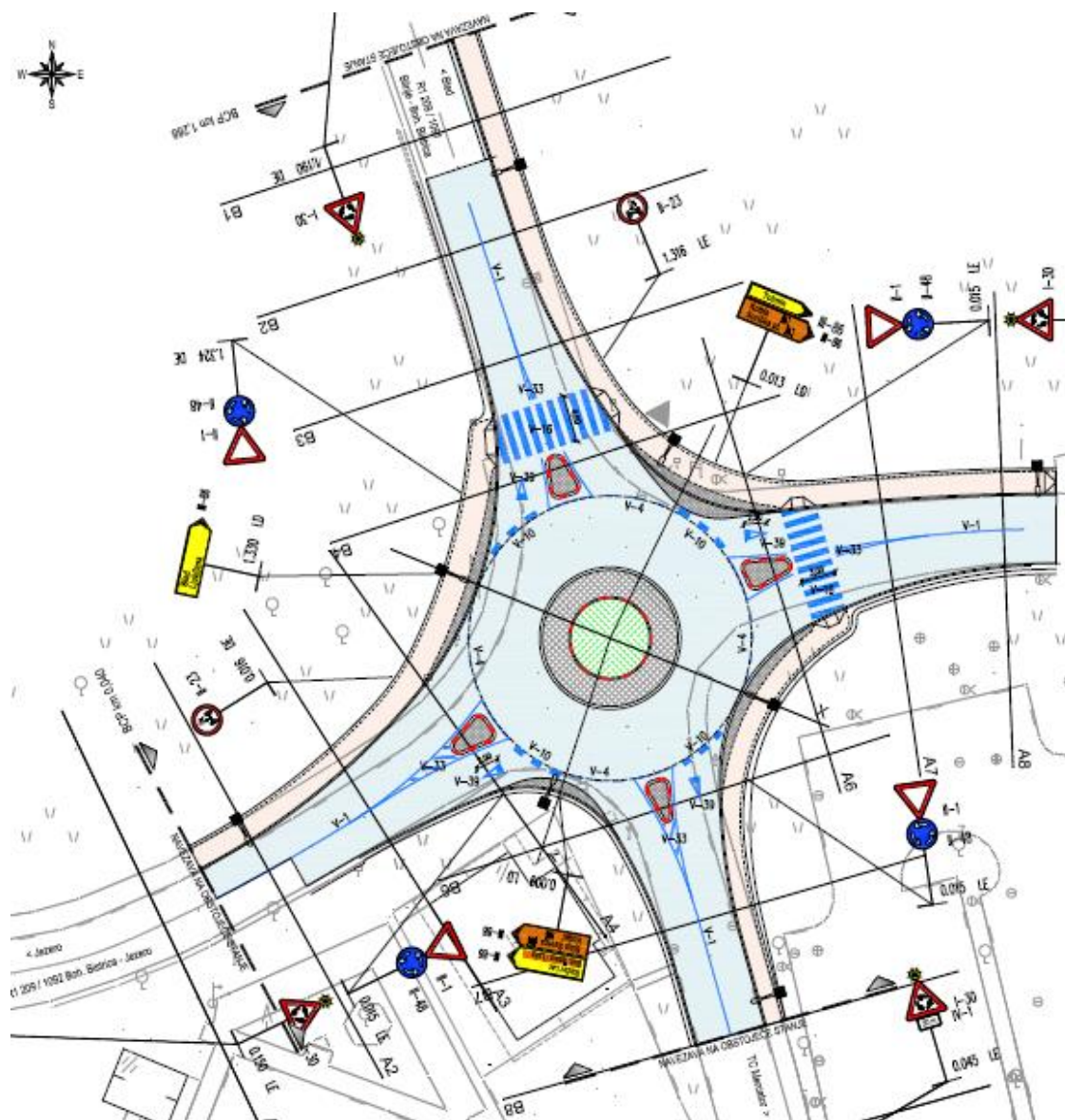
Slika 50: Prečni prerez križišča [23]

Figure 50: Cross – section of the roundabout [23]

Prečni prerez

Prečni prerezi na priključnih krakih so prilagojeni obstoječim širinam:

bankina	0,25 m
pločnik	2,00 m
tlakovana površina	1,00 m
krožno vozišče	6,00 m
povozni del sredinskega otoka	2,50 m
sredinski otok	7,00 m
povozni del sredinskega otoka	2,50 m
krožno vozišče	6,00 m
tlakovana površina	1,20 m
pločnik za pešce	1,60 m
bankina	0,25 m
skupaj	30,30 m



Slika 51: Situacija križišča [23]

Figure 51: Layout of the roundabout [23]

4.4.8 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za mini krožna križišča, ki se predvidi kot ukrep umirjanja prometa.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 10.000 vozil/dan (pri enakomerni razporeditvi prometnih tokov). Dejanske prometne obremenitve so manjše od dopustnih.
- Križišče je predvideno v fiksni izvedbi, z gradbeni posegi, ki jih narekujejo robni pogoji zaradi zagotavljanja prevoznosti in ustrezne prometne varnosti.
- V novem križišču je predvidena ureditev cestne razsvetljave.

- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij: notranji in tranzitni promet:
 - notranji: povezuje dva dela naselja,
 - tranzit: Bled – Jezero – Soriška planina,
 - znotraj urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: čeprav kapacitetni izračun ni bil izveden, glede na nizko prometno obremenitev odseka in padanje prometnih obremenitev zadnjih nekaj let lahko zaključimo, da bo križišče ob koncu planske dobe delovalo ustrezno.
 - V območju predvidenih ukrepov je prostor omejen.
 - **Projektno tehnični kriterij: potek obstoječe glavne prometne smeri ni ustrezen glede na obstoječo geometrijo križišča.**
 - Kriterij prometne varnosti: umirjanje odvijanja prometa.
- Analiza projektne tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je prikazana v preglednici 12.



Slika 52: Križišče Bohinjska Bistrica – izvedeno stanje, pogled iz smeri Soriška planina

Figure 52: Roundabout Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Soriška planina



Slika 53: Križišče Bohinjska Bistrica - izvedeno stanje, pogled iz smeri Bleda

Figure 53: Roundabout Bohinjska Bistrica, viewed from the direction of Bled

Preglednica 12: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Bohinjska Bistrica

Table 12: Basic elements, used in roundabout Bohinjska Bistrica

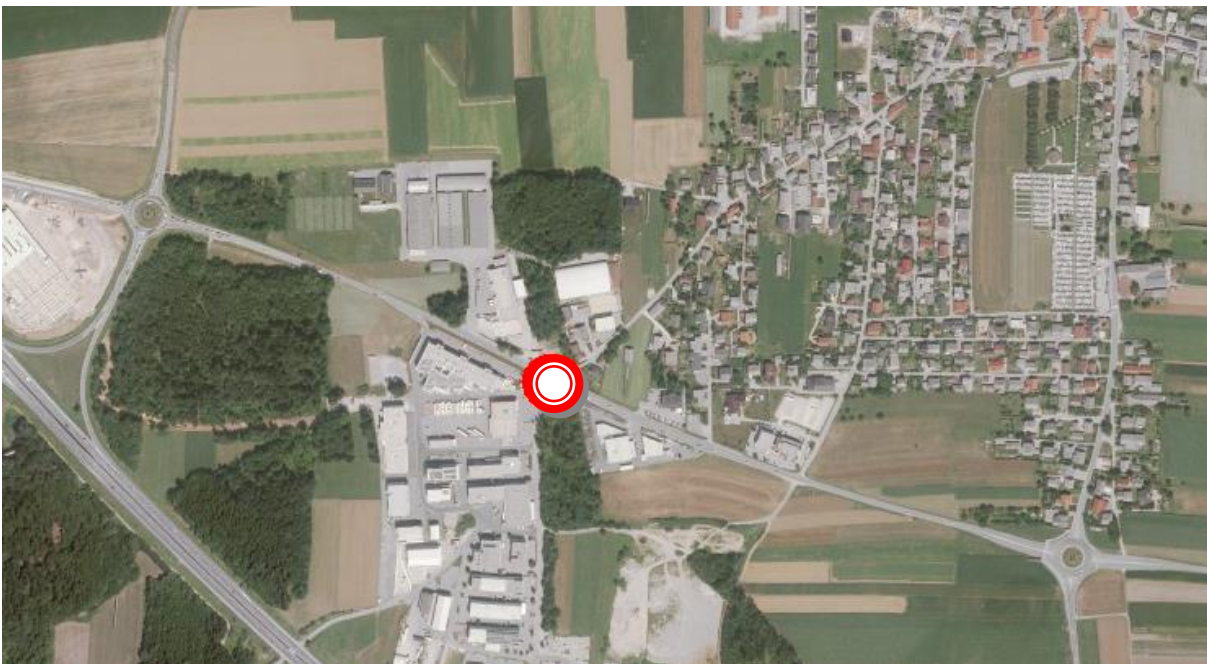
element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	3,8 – 4,4
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	2,75 – 3,00
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	14
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	24,0
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	9,0/ 14,0/ 21,0/ 30,0
Širina krožnega psu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	6,0
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,16

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K3«.

4.5 KRIŽIŠČE ŠENČUR – POSLOVNA CONA na G2-104/1136 v km 2,400

4.5.1 OPIS OBSTOJEČEGA / PREDHODNEGA STANJA

Križišče »Šenčur – poslovna cona« se nahaja med krožnima križiščema, izvozom iz avtoceste Kranj – zahod in dvopasovnim krožnim križiščem pri centralnem uvozu v naselje Šenčur. Cesta G2-104, odsek 1136 Kranj – Sp. Brnik, km 2,400, kjer se nahaja obravnavano križišče, predstavlja glavno povezovalno cesto od Kranja, mimo letališča do Most, Mengša in Trzina. Obstoječe križišče nima urejenih samostojnih pasov za zavijanje. Zaradi zagotavljanja prometne varnosti, je križišče že dlje časa urejeno po sistemu desno – desno. Zavijanje levo je fizično preprečeno z vodilnim montažnim robnikom. Dostop do poslovne cone iz vseh smeri je mogoč z obračanjem vozil v sosednjih krožnih križiščih (*slika 54*).



Slika 54: Lega križišča Šenčur v prostoru [19]

Figure 54: Positioning of the Šenčur intersection [19]



Slika 55: Osnovna prometna ureditev križišča po izgradnji obrtne cone

Figure 55: Baseline situation on the main road, after the construction of the industrial zone

4.5.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJ

Križišče se nahaja znotraj naselja, kjer je hitrost administrativno omejena na 50 km/h. Cesta na območju križišča poteka v premi. Na obeh straneh ceste se nahajajo poslovni objekti. En neprednostni krak križišča napaja poslovno cono, medtem ko drugi krak napaja del stanovanjskega naselja Šenčur. Neposredno ob cesti ni objektov, se pa na južni strani pred poslovno stavbo nahaja parkirišče, ki ima desni uvoz ca 200m pred križiščem. Priključka stranskih smeri sta med seboj zamaknjena. Geometrija križišča glede na položaj vseh krakov tvori nepravilno obliko »X«. Preglednost v križišču je zadovoljiva. Promet pešcev in kolesarjev ni urejen, prav tako v križišču ni cestne razsvetljave. Promet vozil med stranskima prometnima smerema je zaradi montažnih vodilnih robnikov, postavljenih na ločilni črti na glavni prometni smeri onemogočen. Vozišče je v pretežni meri brez vidnejših poškodb, z izjemo roba ceste, ki je na posameznih odsekih dotrajan.

4.5.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI

Križišče z obvestilno signalizacijo posebej ni označeno. Iz obeh smeri na glavni prometni smeri je postavljen prometni znak, ki pojasnjuje dovoljenje smeri vožnje (naravnost in desno), iz smeri Most pa je pred križiščem dodatno postavljen prometni znak, ki pojasnjuje način dostopa do cone (*slika 51*). Smerni vozišči sta ločeni z montažnimi vodilnimi robniki, opremljeni z markerji. Dvojna neprekinjena črta, ki je bila na tem mestu predhodno označena, namreč voznikov ni odvrnila od zavijanja levo. Zaradi zagotavljanja višjega nivoja prometne varnosti, je bil sprejet začasen ukrep (preprečitev naletov, zastojev, ipd.).



Slika 56: Prometni znak, ki udeležencem v prometu daje obvestilo o možnosti dostopa do poslovne cone [31]

Figure 56: Traffic sign for the intermediate traffic regime [31]

4.5.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH

Prometna obremenitev odseka glede na števne podatke in merodajno števno mesto 200 KR Primskovo1 znaša 25.243 vozil. Ker vemo, da se na tem odseku nahaja avtocestni priključek Kranj – vzhod, lahko z veliko gotovostjo trdimo, da je prometa na tem odseku manj. Na odseku 1136, kjer se nahaja še eno števno mesto št. 627 Brnik, znaša PLDP 10,383 vozil (v letu 2014). Za potrebe ocene prometnih obremenitev je bilo izvedeno štetje prometa v popoldanski konični uri, na podlagi katerega se ocenjuje, da je vozil na odseku v povprečju okrog 18.000 dnevno.

Preglednica 13: PLDP in struktura prometa na odseku 1136 za številni mesti Primskovo in Brnik [20]

Table 13: ADT and traffic structure of the counting site *Primskovo* and *Brnik* on the main road [20]

Odsek	Številka števec	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
1136	200	QLTC8	25.243	124	22.533	96	1.802	227	132	86	243
1136	627	QLTC8	10.383	99	8.495	95	894	250	145	86	319

4.5.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

Po podatkih agencije za varnost prometa se je v ožjem območju križišča ($\pm 50\text{m}$) v zadnjih desetih (10) letih pripetilo 5 prometnih nesreč, od tega štiri v dnevnem času, v času suhega vremena. Ne tip, ne vzrok prometne nesreče ne podajata nobenega vzorca. Štiri nesreče so se pripetile v letu 2007, ena v letu 2013. Vzrok in tip slednje nesreče sta razvrščena pod »ostalo«. V nesreči sta bila udeležena osebno in tovorno vozilo, udeleženca sta jo odnesla brez poškodb. Po izgradnji krožnega križišča poleti 2015 prometnih nesreč, do konca leta 2015, ni evidentiranih.



Slika 57: Pogled na križišče pred preureditvijo, smer Kranj [31]

Figure 57: Intersection intermediate traffic regime, the direction towards Kranj [31]



Slika 58: Pogled na križišče pred preureditvijo, smer Moste [31]

Figure 58: Intersection intermediate traffic regime, the direction towards Moste [31]

4.5.6 PROBLEMATIKA

Poslovna cona Šenčur ob izgradnji ni imela urejenega priključevanja iz državne ceste. Priključna cesta v dolžini ca 20m od državne ceste je imela enake elemente kot predhodno, ko je makadamski priključek omogočal dostop do zemljišč. Zaradi močno povečanih prometnih obremenitev s stranske na glavno prometno smer in obratno in pojava več prometnih nesreč je bil najprej na priključku vzpostavljen prometni režim desno – desno, ki je fizično preprečeval manevre vozil preko nasprotnega smernega vozišča. Zaradi gostega prometnega toka na glavni prometni smeri je bila vsaka vožnja mimo priključka in obračanje na sosednjih krožnih križiščih dodatna obremenitev odseka, tudi glede hrupa in emisij. Rešitev problema je bila projektno obdelana v obliki krožnega križišča že pred leti, vendar zaradi višine potrebnih sredstev za realizacijo projekta in gospodarske krize, križišče ni bilo rekonstruirano.

4.5.7 PREDLOG REŠITVE

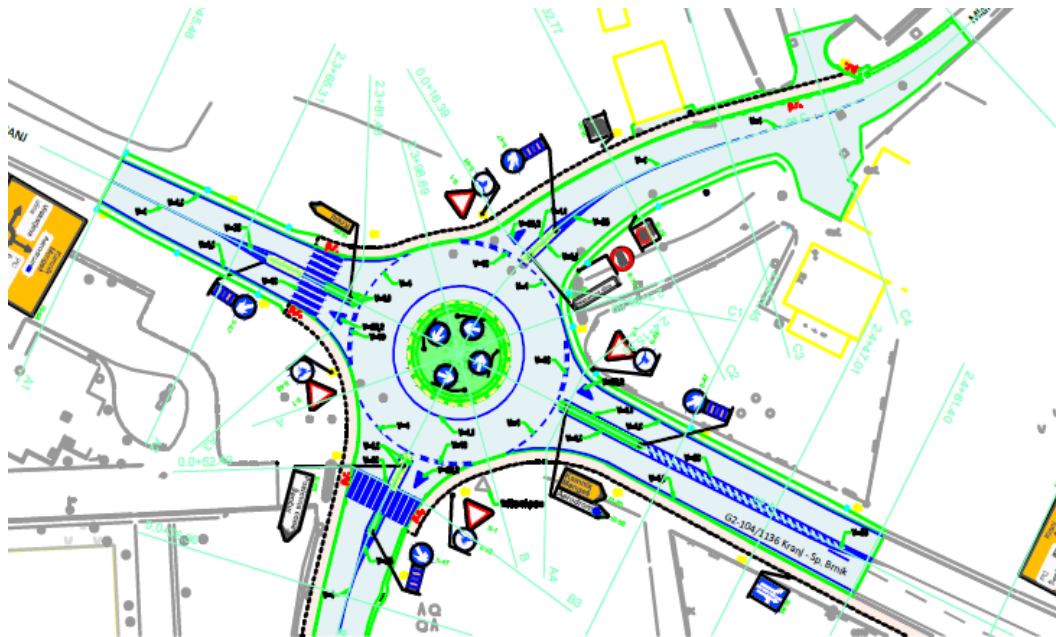
Kot alternativna rešitev dvopasovnemu krožnemu križišču se je izvedla začasna rešitev v obliki montažnega krožnega križišča, kjer dimenzije pogojuje prevoznost sedlastega vlačilca na glavni prometni smeri in v poslovno cono ter težko tovorno vozilo na stranski prometni smeri, ki vodi v naselje.

4.5.8 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Zasnova križišča je bila obstoječa geometrija glavne prometne smeri, katere os se je ohranila. Obstoječi trasi glavne ceste sledi tudi višinski potek. Niveleta priključkov je prilagojena robu krožnega križišča.

Izbran je bil zunanji premer krožnega križišča 30m ter notranji premer sredinskega otoka 14,0m. Na razdalji 2,0m od zunanjega robu sredinskega otoka je označena robna črta. Širina krožnega vozišča znaša 6,0m. Prehodi za pešce so urejeni preko južnega kraka (poslovna cona) in preko zahodnega kraka (Kranj) in potekajo preko ločilnih otokov.

Za potrebo korektno izvedbe priključnih krakov, so se le-ti prestavili (čim bolj pravokotno priključevanje), del vozišča izven pasov glavne prometne smeri pa se je v celoti dogradilo. Celotno območje krožnega križišča se je preplastilo. S tem so bili doseženi ustrezni prečni nagibi za odvodnja meteorne vode, ki je v celoti zgrajena glede na nove površine in nagibe. Za povezovanje stranskih prometnih smeri so zgrajene površine za pešce. Kolesarski promet se ločeno ni urejal.



Slika 59: Izsek iz projekta izvedenih del, montažno krožno križišče Šenčur [24]

Figure 59: Layout of the roundabout Šenčur [24]



Slika 60: Pogled na zgrajeno križišče v smeri Kranja

Figure 60: Roundabout Šenčur, viewed towards Kranj

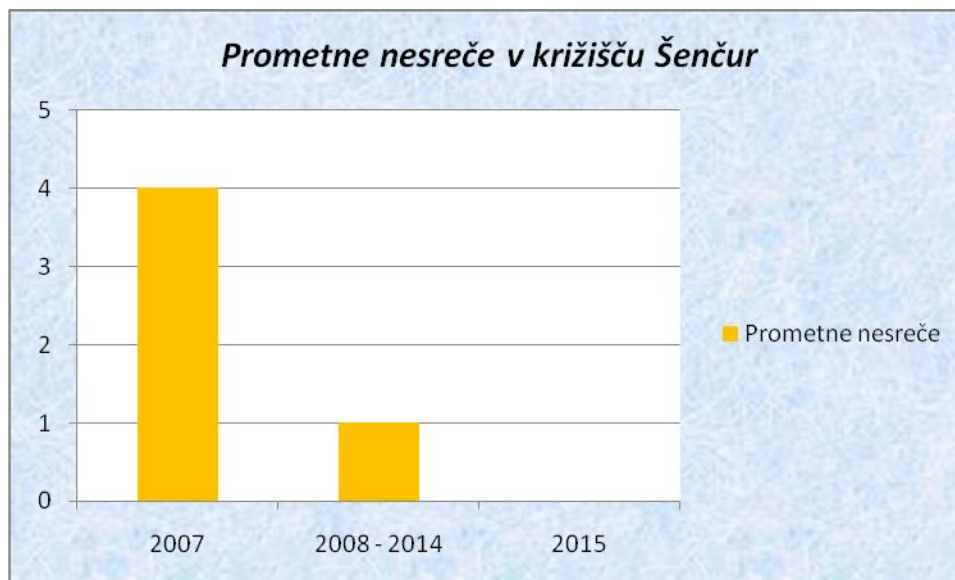
4.5.9 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za majhno/srednje veliko urbano krožno križišče, ki se predvidi kot ukrep povečanja prometne varnosti in prepustnosti iz stranske prometne smeri.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 15.000/20.000 vozil/dan. Obstoječe prometne obremenitve ustrezajo kriteriju.
- Križišče je predvideno v montažni izvedbi, čeprav z gradbeni posegi, ki jih narekujejo robni pogoji zaradi zagotavljanja prevoznosti in ustrezne prometne varnosti.
- Kapacitetni izračun križišča je bil izveden za dvopasovno krožno križišče (1. faza projekta).
- V novem križišču je predvidena ureditev cestne razsvetljave in površin za pešce.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij:
 - v večji meri tranzitni promet,
 - zagotavljanje pretočnosti in prevoznosti stranske prometne smeri,
 - znotraj urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: kapacitetni izračun je bil izveden za prvo fazo projekta, ki je kot optimalno rešitev predvideval dvopasovno krožno križišče.
 - V območju predvidenih ukrepov je prostora dovolj.
 - Projektno tehnični kriterij: kapacitetna analiza je pokazala, da je krožno križišče optimalna rešitev v danih razmerah.
 - Kriterij prometne varnosti: upočasnitev odvijanja prometa, možnost priključevanja iz stranskih prometnih smeri.
- Analiza projektne tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je prikazana v preglednici 14.

Preglednica 14: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Šenčur

Table 14: Basic elements, used in roundabout Šenčur

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	4,5
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,8
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	2
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	30,0
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	12-15
Širina krožnega psu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	6,0
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,56



Slika 61: Prometne nesreče v križišču Šenčur po ureditvi obrtne cone, po vzpostavitvi prometa po sistemu desno - desno in po ureditvi krožnega križišča

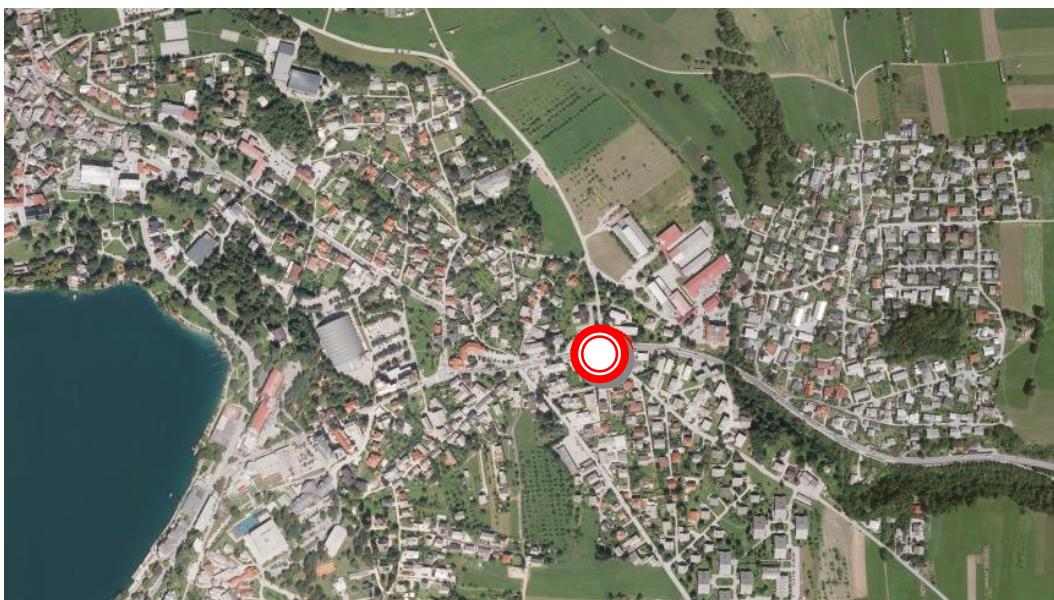
Figure 61: Traffic accidents in the intersection Šenčur according to three different traffic regimes

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K4«.

4.6 KRIŽIŠČE BLED – križišče Seliška na R1-209/1088 v km 3,340

4.6.1 OPIS OBSTOJEČEGA / PREDHODNEGA STANJA

Križišče se nahaja znotraj naselja na glavni prometnici skozi Bled, ki Bled z okolico, dolino Bohinja ni planoto Pokljuko povezuje z osrednjo Slovenijo. V križišče se s severa priključuje Seliška cesta, ki predstavlja začetek »severne obvozne ceste«, z juga pa Koritenska cesta, ki povezuje naselje Koritno z Bledom. Križišče ima na glavni prometni smeri urejene pasove za levo zavijanje. Za križiščem se v obeh smereh vožnje nahaja bencinski servis. V križišče se kot peti krak priključuje še dovoz do treh stanovanjskih objektov. Cestna razsvetljava ob vozišču je urejena, vendar ne v celoti skladno s priporočili.



Slika 62: Lega križišča Bled v naselju [19]

Figure 62: Positioning of the intersection Bled [19]

4.6.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Cesta na delu skozi križišče poteka v blagi levo smerni krivini z minimalnim vzdolžnim naklonom. Severna Seliška cesta se v križišče priključuje skoraj pravokotno, medtem ko se Koritenska cesta v križišče priključuje po ostrim kotom skoraj 50°. Križišče je relativno široko. Ob površinah za motorni promet so na obeh straneh ob glavni prometni smeri zgrajene površine za pešce, medtem ko so ob stranskih prometnih smereh površine za pešce urejene enostransko. Kolesarski promet poteka skupaj z motornim. Vozišče je v dobrem stanju, saj je bila na širšem območju v letu 2011 izvedena preplastitev.

Širine pasov na glavni prometni smeri za vožnjo naravnost znašajo 3,20m, širina pasu za levo zavijanje pa 3,0m. Na stranski prometni smeri je širina vozišča 2 x 3,0m.



Slika 63: Križišče Ljubljanske, Seliške in Koritenske ceste [19]

Figure 63: The intersection of Ljubljanska, Seliška and Koritenska streets



Slika 64: Pogled na križišče v smeri Lesce [31]

Figure 64: Intersection Bled, towards the direction of Lesce [31]



Slika 65: Pogled na križišče s Koritenske ceste [31]

Figure 65: Intersection Bled, viewed from the direction of Street Koritenska [31]

4.6.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI IN OPREMI

Križišče se nahaja v naselju, kjer je hitrost administrativno omejena na 50 km/h. Prometni znak razvrščanje vozil z imeni krajev, ki označuje kraje v smeri naravnost (Bohinj, Pokljuka) in levo (Bodešče, Koritno) se nahaja le na vzhodnem kraku regionalne ceste (iz smeri Lesc, proti centru Bleda), medtem ko na ostalih krakih ni nobene table za vodenje prometa. V križišču se v smeri vožnje proti centru Bleda nahaja kažipot levo za vodenje krajev Bodešče, Koritno. Iz smeri Bleda proti Lescam ni kažipotne signalizacije. Iz smeri Koritenske ceste na nasprotni strani križišča zaznamo kažipotno tablo s ciljema levo (Bohinj, Pokljuka) in desno (Ljubljana, Jesenice).

Na vzhodnem kraku regionalne ceste in preko Seliške ceste sta označena prehoda za pešce. Prehod preko regionalne ceste je opremljen s prometnim znakom na usločenem drogu nad voziščem (bič). V križišču so označene vodilne črte v vseh smereh.

4.6.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENTIVAH

PLDP na odseku za števno mesto 109 Bled, ki se nahaja na istem odseku v km 2,700 je v letu 2014 znašal 17.467 vozil. Osebnih vozil je 91%. Ker je promet na cesti vezan na izrazit turistični značaj kraja, tudi prometne obremenitve preko leto močno nihajo. Tako v mesecih »mrtve« sezone dnevne obremenitve posamezne dni padejo pod 15.000 vozil, medtem ko v poletnih mesecih (junij, julij, avgust) dosežejo do 25.000 vozil.

Preglednica 15: PLDP in struktura prometa na števnem mestu Bled [20]

Table 15: ADT and traffic structure of the counting site Bled on the main road [20]

Odsek	Številka števeca	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
1088	109	QLTC8	17.467	55	15.959	171	1.042	106	74	20	40

4.6.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

Po podatkih Agencije za varnost prometa, se je med leti 2005 in 2015 na območju križišča zgodila ena prometna nesreča (v letu 2010), katere vzrok je bila neprilagojena hitrost, ki je imela za posledico povozitev pešca. Prometna nesreča se je zgodila podnevi, ob mokrem vozišču, pešec pa je utrpel lažjo poškodbo. Voznik osebnega vozila ni bil poškodovan.

4.6.6 PROBLEMATIKA

Prometne obremenitve na glavni prometni smeri otežujejo varno vključevanje s stranske prometne smeri na glavno prometno smer ali prečkanje glavne prometne smeri. Zaradi nizkih potovalnih hitrosti skozi naselje, predvsem pa zaradi zasičenega prometnega toka, nesreče niso pogoste. Na podlagi opazovanj pa je zaradi dolgih čakalnih dob na stranski prometni smeri evidentirati izsiljevanje prednosti.

4.6.7 PREDLOG REŠITVE

Obravnavano križišče s severnim krakom krožnega križišča, Seliške ceste v prihodnosti predstavlja krak severne razbremenilne ceste Bleda. Končna rešitev na obravnavanem mestu predvideva izgradnjo krožnega križišča s premerom 38m, katere realizacije zaradi zapletov z zemljišči ni pričakovati v bližnji prihodnosti (vključno z denacionalizacijo).

Z namenom izboljšanja prepustnosti stranske prometne smeri in povečanja prometne varnosti (izključiti čim več situacij »skoraj nesreča«), se preveri možnost umestitve mini krožnega križišča, pri čemer se upošteva robne pogoje (racionalni posegi na sosednja zemljišča, ekonomska upravičenost). Geometrija križišča se izbere na podlagi računalniških simulacij za merodajno vozilo za posamezno smer vožnje.

4.6.8 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Dimenzije križišča (širine vozišč) so se v vseh smereh izkazale za zadostne v obstoječih gabaritih, »ozko grlo« pa je predstavljalo ožje območje križišča oziroma diagonali obstoječega križišča, ki sta znašali 21m in 22m med obstoječima robnikoma, kjer je potekala »fizična« meja med površinami za motorni in peš promet.

Neugodna geometrija (oziroma vpadni kot) južnega kraka je ob zavijanju za četrto, pol in tri četrto kroga preprečevala vožnjo linijskemu avtobusu kot merodajnemu vozilu na tem kraku. Tako je najneugodnejša sled merodajnega vozila narekovala oblikovanje minimalne dopustne geometrije križišča. Zunanji premer krožnega križišča je tako 24m. Premer sredinskega otoka, ki ni povezen je 8m, dopolnjuje ga 1,5m širok povozni del. Krožno vozišče je širine 6,5m.

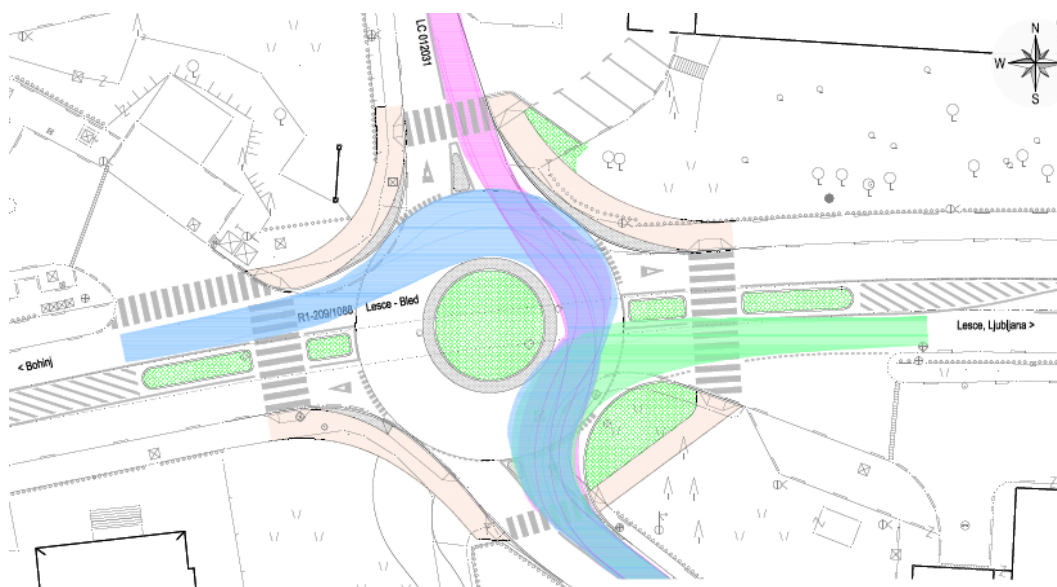
Ločilni otoki na glavni prometni smeri so izvedeni z robniki in polnilom (beton, zatravitev), na posameznem kraku so zaradi prehodov za pešce razmaknjeni za 5m. Na severnem in južnem kraku križišča sta zaradi zagotavljanja prevoznosti merodajnih vozil predvidena tlakovana ločilna otoka v povozni izvedbi.

Dovoz na javno pot do treh objektov, (ki se je predhodno priključeval na Koritensko cesto v neposrednem območju križišča) se z izvedbo krožnega križišča uredi preko pločnika oz. pogreznjenega robnika na JZ strani predvidenega krožnega križišča (za predlagan priključek na

Koritensko cesto, v oddaljenosti najmanj 10m od križišča, naročnik ni uspel pridobiti soglasja lastnika).

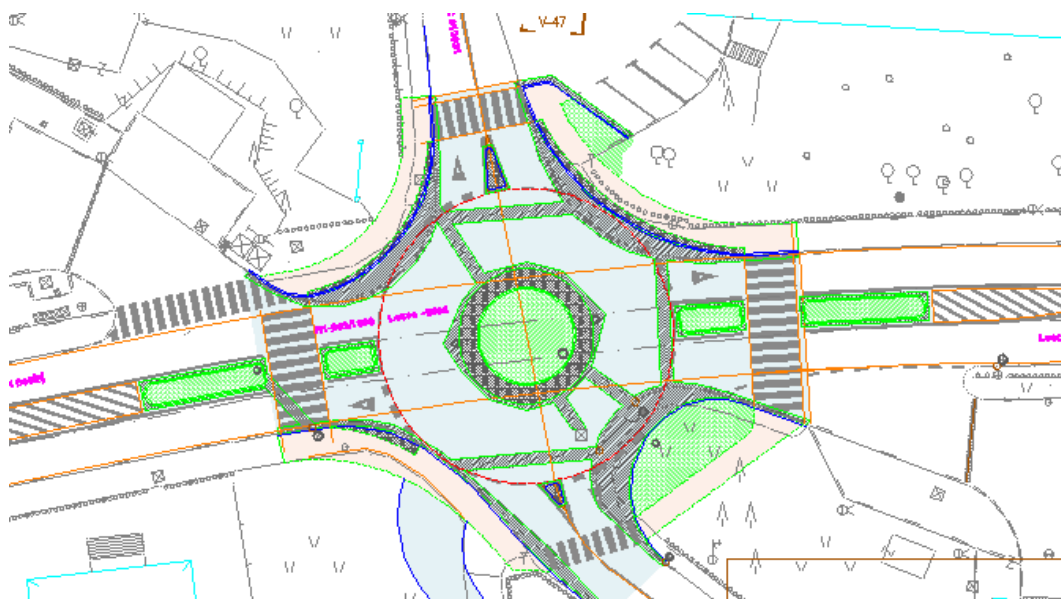
Širina uvoznih pasov med robnikom in ločilnim otokom je med 3,87m in 5,44m, širina izvoznih pasov pa med 4,12m in 5,40m.

Ob vozišču so se uredile nove površine za pešce, cestna razsvetljava in prometna signalizacija. Dopolnil se je sistem odvodnjavanja. Vozišče v krožnem križišču se je obnovilo z asfaltom s polimernim bitumnom, ki je pri večjih prometnih obremenitvah primernejši.



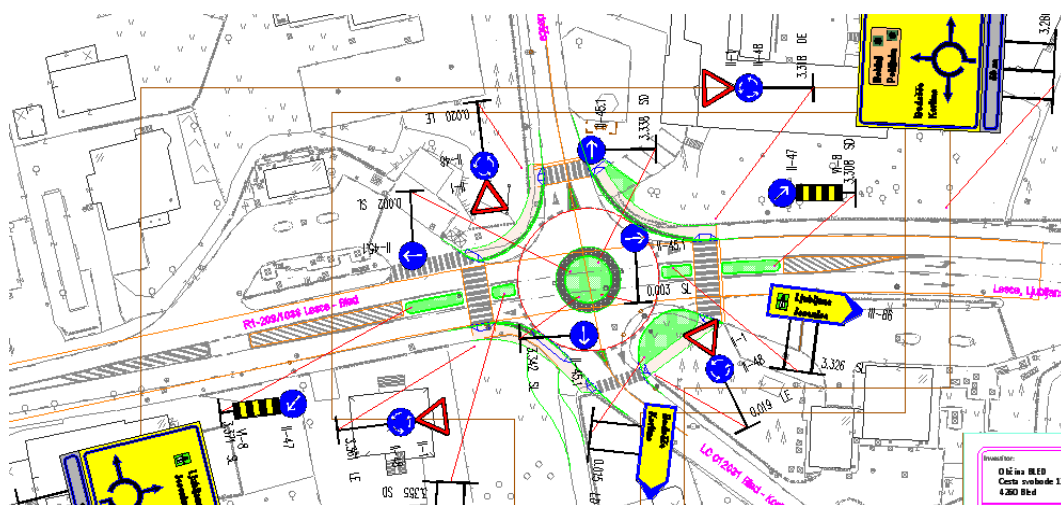
Slika 66: Sled skrajnega kolesa linijskega avtobusa iz smeri Koritno [25]

Figure 66: Bus turning path, from the direction of Koritno towards Bled - centre [25]



Slika 67: Gradbeni posegi v križišču na Bledu (siva – dograditev, svetlo modra – preplastitev oziroma zagotavljanje prečnih sklonov) [25]

Figure 67: Construction site in the intersection (grey-completion, bright blue-asphalt overlay) [25]



Slika 68: Končna ureditev krožnega križišča na Bledu [25]

Figure 68: Layout of the roundabout Bled [25]



Slika 69: Preurejeno križišče, pogled v smeri Bled – center

Figure 69: New roundabout, viewed towards Bled - centre



Slika 70: Preurejeno križišče, pogled v smeri Lesce

Figure 70: New roundabout, viewed towards Lesce

4.6.9 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za mini krožno križišče, ki se predvidi kot ukrep povečanja prometne varnosti in prepustnosti iz stranske prometne smeri.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je po tehnični specifikaciji do 10.000 vozil/dan. Naše križišče ima PLDP preko 17.000 vozil, kar je po nemških smernicah še dopustna obremenitev.
- Križišče je predvideno v fiksni izvedbi in z gradbeni posegi, ki jih narekujejo robni pogoji zaradi zagotavljanja prevoznosti in ustrezne prometne varnosti.

- Kapacitetni izračun križišča je bil izveden za enopasovno krožno križišče premera 38m (končno stanje, po izgradnji severne povezovalne ceste).
- V novem križišču je urejena nova cestna razsvetljava.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij:
 - zagotavljanje pretočnosti in prevoznosti stranske prometne smeri,
 - znotraj urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: kapacitetni izračun za mini krožno križišče ni bil izveden.
 - V območju predvidenih ukrepov je prostorska omejitev in problem z zemljišči.
 - Projektno tehnični kriterij: kapaciteta obstoječega križišča je presežena, levih zavijalcev ni veliko.
 - Kriterij prometne varnosti: upočasnitev odvijanja prometa, možnost priključevanja iz stranskih prometnih smeri.
- Analiza projektne tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je prikazana v preglednici 16.

Preglednica 16: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Bled

Table 16: Basic elements, used in roundabout Bled

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	3,8 - 5,4
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,2
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	4 - 7
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	24
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	7,5-19-13-12
Širina krožnega pasu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	6,0
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,16

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K5«.

4.7 KRIŽIŠČE DUPLICA - KAMNIK na R1-225/1359 v km 0,575

4.7.1 OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA

Kot začasen ukrep za izboljšanje prometne varnosti v obstoječem štirikrakem križišču pri naselju **Volčji potok**, na R1-225, odsek 1359 Duplica - Kamnik, v km 0,575 je bila konec leta 2015 naročena postavitve montažnega krožnega križišča. Med izvedbo del (pred postavitvijo montažnih elementov) je izvajalec del opozoril, da projektirana rešitev ne zagotavlja krožnega prometa v smeri Kamnik – Duplica. Tako je bilo potrebno ob že skoraj izvedenih delih poiskati novo rešitev, ki bo zagotavljala zadosten nivo prometne varnosti ob že definiranih robnih pogojih.



Slika 71: Lokacija križišča Volčji potok [19]

Figure 71: Positioning intersection Volčji potok [19]

4.7.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Štirikrako križišče se nahaja izven naselja, kjer hitrost ni dodatno omejena. Ob križišču ni objektov. Cesta poteka v nasipu. Na glavni prometni smeri so urejeni ločeni pasovi za levo zavijanje, prav tako na kraku stranske prometne smeri iz smeri Volčji potok. Prednostna smer poteka naravnost. Vzdolžni nagib priključnih cest v križišču je znaten. Preglednost v križišču je zadovoljiva. Širina vozišča na prednostni cesti je znašala 2 x 3,4m, na priključni cesti pa 2 x 3,0m oz. 2 x 2,0m (na kraku slepe ceste). Cestna razsvetljava v križišču je urejena, površin za pešce in kolesarje ni. Nasip ob kraku

glavne prometne smeri varuje jeklena varnostna ograja, ki pa nima ustrezno urejenih zaključnic na vseh krakih križišča. Vozišče ima več prečnih in vzdolžnih razpok, v območju priključka Volčji potok je bilo zaradi porušenega vozišča že delno sanirano.

4.7.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI

Pri približevanju križišču je iz obe strani pred križiščem postavljena znak za nevarnost, ki opozarja na približevanju križišču s stranskima smerema. Predkrižiščnih tabel ni. Neposredno v križišču so na glavni prometni smeri postavljeni kažipoti, nasproti kraka iz smeri Volčjega potoka pa kažipotna tabla. Na GPS je postavljen še prometni znak »razvrščanje vozil«. Na glavni prometni smeri in kraku proti Volčjemu potoku so označeni samostojni pasovi za posamezne smeri vožnje (levo, naravnost / desno oziroma naravnost, desno / levo). Promet tovornih vozil nad 7,5 ton v smeri Volčjega potoka je dovoljen samo za lokalni promet (dostavo).

4.7.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENTVAH

Prometna obremenitev odseka PLDP znaša 16.036 vozil. Osebnih vozil je 89%. Števno mesto št. 632 (Kamnik), merodajno za odsek, je od obravnavanega križišča oddaljeno ca 700m.

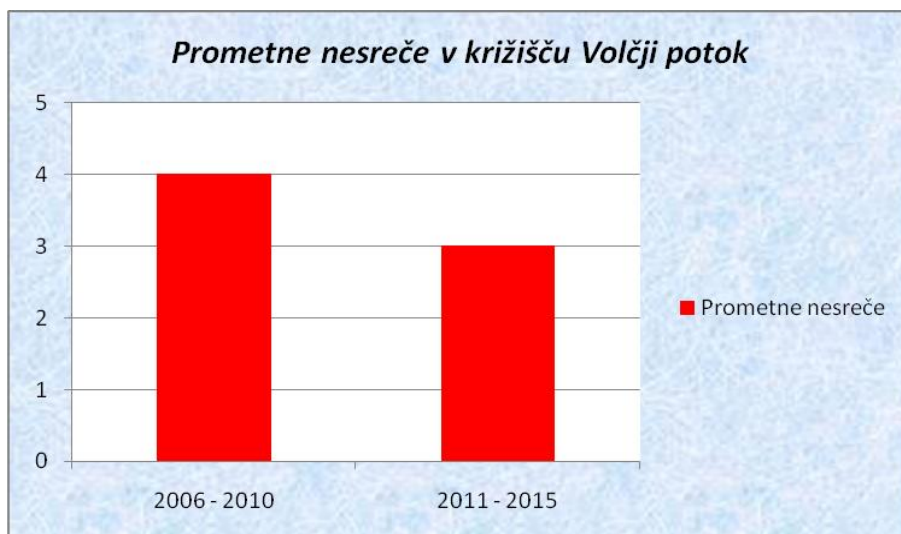
Preglednica 17: PLDP in struktura prometa v Kamniku [20]

Table 17: ADT and traffic structure on main road in Kamnik [20]

Odsek	Številka števec	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebnostna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
1359	362	QLTC10	16.036	115	14.343	32	1.054	157	111	38	186

4.7.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

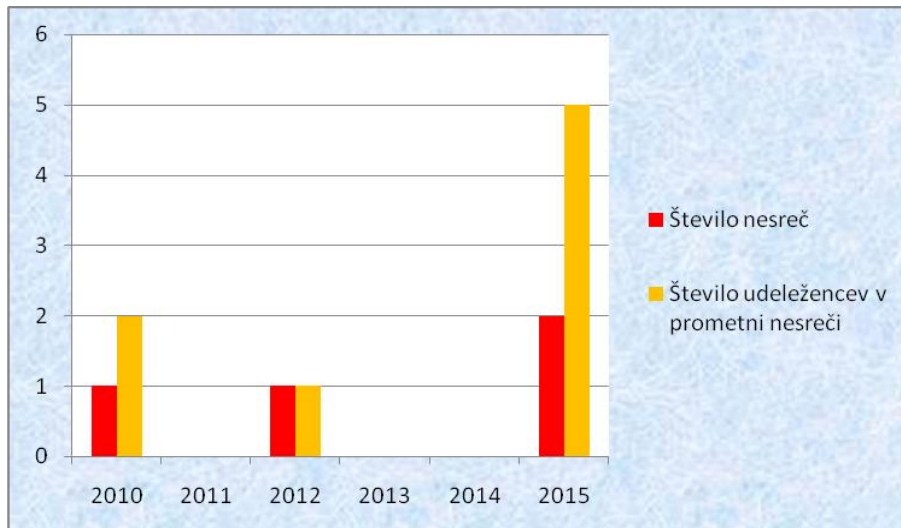
Med leti 2006 in 2010 so se na območju križišča pripetile 4 prometne nesreče, v obdobju zadnjih 5 let (2011 – 2015) pa tri (3), od tega dve v zadnjem letu.



Slika 72: Prometne nesreče v križišču Volčji potok v zadnjem 5 in 10-letnem obdobju, pred preureditvijo klasičnega križišča v krožno

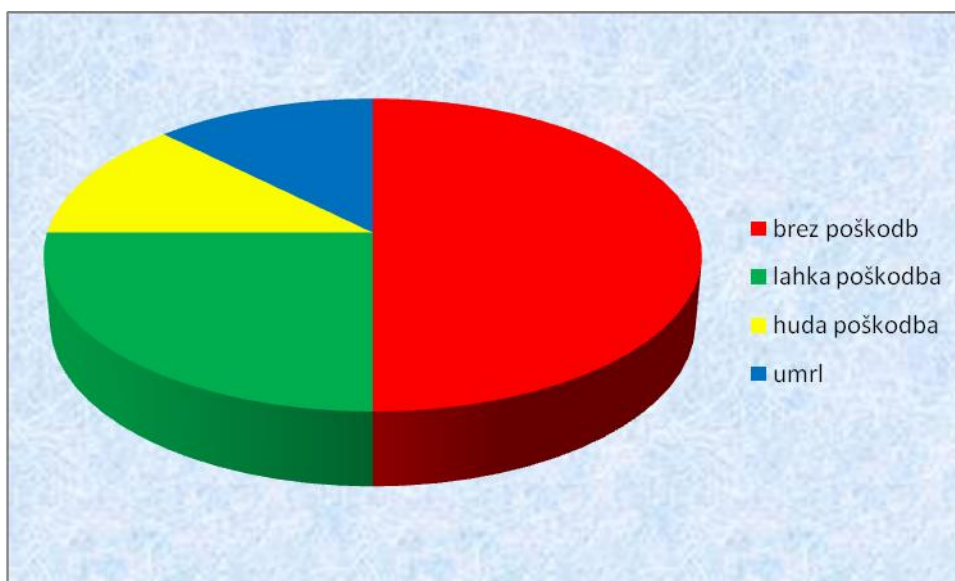
Figure 72: Traffic accidents in Volčji potok intersection in last two 5-years periods

Kot tip nesreče v križišču je evidentirano: dva bočna trka, en trka vozila in en-krat »ostalo«, katerih posledica je razvidna iz spodnjih diagramov:



Slika 73: Število nesreč in število udeležencev v prometnih nesrečah med 2010 – 2015

Figure 73: Traffic accidents and participants in traffic accidents during 2010 - 2015



Slika 74: Posledice prometnih nesreč v obdobju 2010 - 2015

Figure 74: Consequences of traffic accidents 2010 - 2015

Na podlagi evidentiranega tipa prometnih nesreč pred preoblikovanjem križišča lahko sklepamo na izsiljevanje prednosti kot posledica daljših čakalnih dob pri vključevanju s stranke prometne smeri na glavno prometno smer. Glede na posledice prometnih nesreč bi lahko sklepali, da so v več odstotkih hitrosti na glavni prometni smeri skozi križišče, velike.

Podatki o prometnih nesrečah po izgradnji krožnega križišča še niso dostopni.



Slika 75: Pogled v križišče – iz smeri Kamnika proti Duplji

Figure 75: Intersection Volčji potok, viewed from the direction of Kamnik



Slika 76: Pogled iz smeri Duplice proti Kamniku

Figure 76: Intersection Volčji potok, viewed from the direction of Duplica

4.7.6 PREDLOG REŠITVE

Zaradi težav pri vključevanju vozil iz stranske prometne smeri na glavno prometno smer je bil izdelan izvedbeni načrt montažnega krožnega križišča z minimalnimi posegi znotraj gabaritov obstoječe ceste. Ker po osnovnem načrtu v križišču ni bilo zagotovljenega krožnega toka iz vseh smeri, se je izdelala dopolnitev načrta (povečanje zunanega in notranjega premera) znotraj razpoložljivih zemljišč.

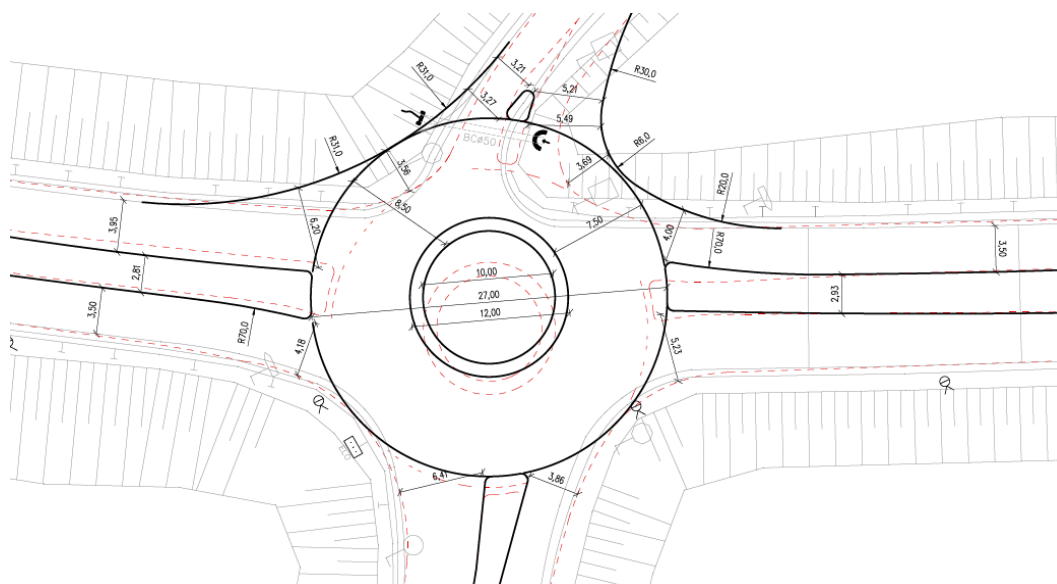
4.7.7 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Robni pogoji omogočajo oblikovanje krožnega križišča zunanega premera 27,0m. Na sredini se z montažnimi elementi izvede sredinski otok premera 10,0m. Na razdalji 1,0m od oboda otoka se označi robna črta. Širina krožnega vozišča do črte tako znaša 7,5m, do oboda sredinskega otoka pa 8,5m. Prečni prerezi na priključnih krakih so prilagojeni obstoječim širinam. Celotna geometrija je prilagojena prevoznosti sedlastega vlačilca v treh smereh in triosnega kamiona na kraku slepe ceste. S spremembo prometnega režima v križišču se preuredi pripadajočo prometno signalizacijo.

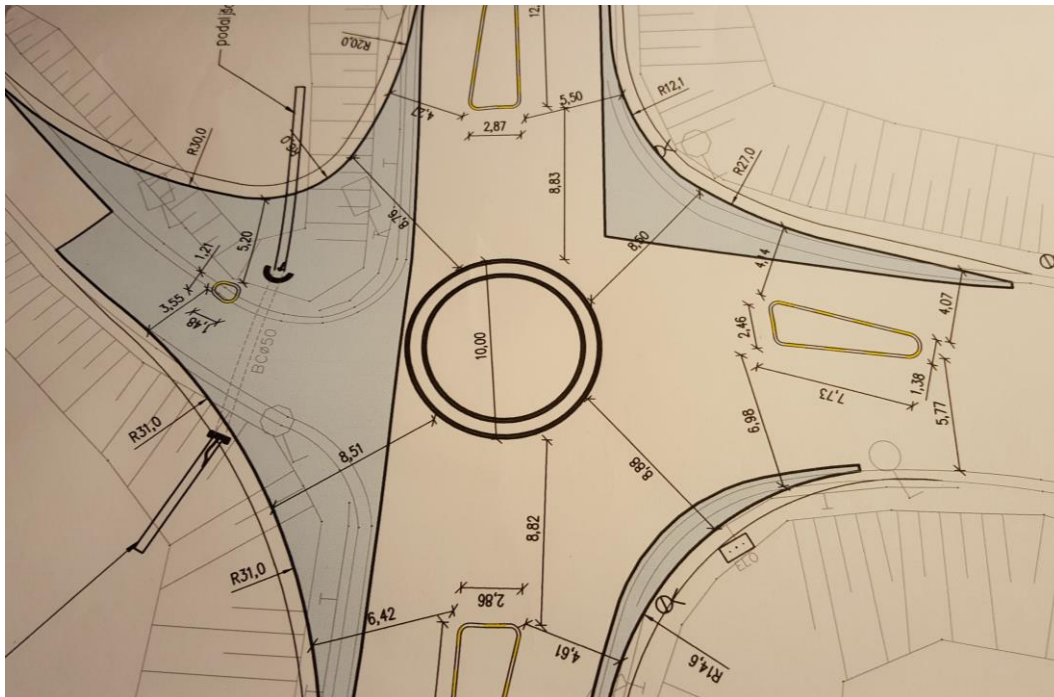
Prometni znaki se namestijo skladno z novo situacijo prometne ureditve. Postavijo se kažipotne table na GPS z označenimi prometnimi cilji na posameznih smereh, ob približevanju križišču se omeji hitrost na 50 km/h. V ločilne otoke so postavljeni kažipoti. Sredinski otok in ločilni otoki so sestavljeni iz montažnih elementov. Ločilni otoki so trikotne oblike, sestavljeni iz montažnih elementov, ki so pritrjeni neposredno v asfalt. Otoki so dodatno stabilizirani z betonskim polnilom (ločilni) oziroma gramoznim in humusnim nasutjem (sredinski). Montažni elementi so izmenično pobarvani z rumeno in črno bravo, kar omogoča boljšo zaznavo.

Sistem odvodnjavanja v križišču se je ohranil. Voda se preliva preko bankine na nižje ležeči teren.

Talne označbe so izvedene v rumeni obliki – križišče je začasnega značaja.

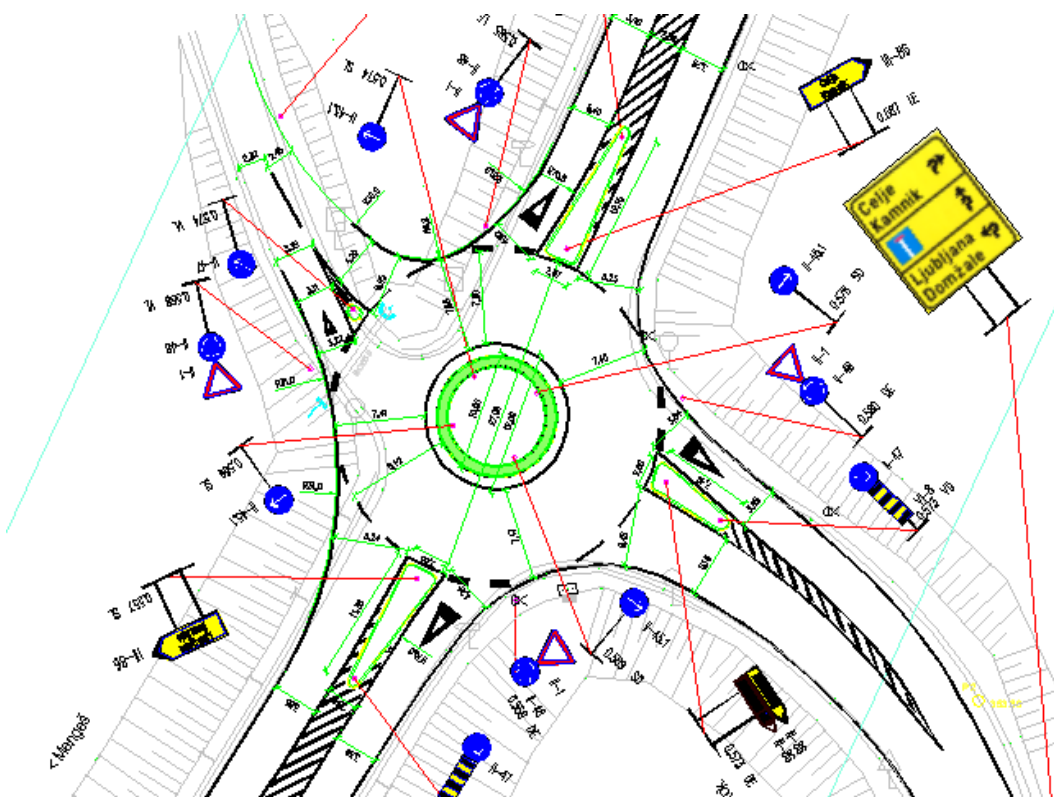


Slika 77: Primerjava v izhodišču projektirane in popravljenе geometrije križišča
Figure 77: Geometry comparison of initial and final (changed) design of the roundabout



Slika 78: Dograditev ožjega območja križišča Volčji potok [26]

Figure 78: Completion of roundabout Volčji potok [26]



Slika 79: Situacija krožišča Volčji potok [26]

Figure 79: Layout of roundabout Volčji potok [26]



Slika 80: Pogled iz smeri Kamnika, izvedeno stanje

Figure 80: Roundabout Volčji potok, viewed from the direction of Kamnik



Slika 81: Pogled v smeri Kamnika, izvedeno stanje

Figure 81: Roundabout Volčji potok, viewed in the direction towards Kamnik

4.7.8 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za majhno krožno križišče ($D = 27\text{m}$), ki se načeloma izvaja le v urbanih okoljih. Obravnavano križišče se nahaja izven naselja.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 15.000 vozil/dan (pri enakomerni razporeditvi prometnih tokov).
- Načeloma se tovrstna križišča uporabljajo na vseh v manjša naselja (kot opozorilo vozniku, da prihaja v drugačno okolje in kot ukrep umirjanja prometa).
- Križišče je montažno. Gradbeni posegi so bili izvedeni (osnovni diagonalni križišča sta bili 18 in 22m). Obstoječe križišče je bilo urejeno brez robnikov, voda se je prosto zlivala na nižje ležeči teren preko bankin.
- Montažno križišče je izvedeno z elementi, prometno signalizacijo in opremo, vendar ni izvedeno v okviru obstoječih gabaritov ali z manjšimi gradbenimi posegi.
- Kapacitetni izračun križišča ni bil izveden (naročnik ga ni naročil).
- Križišče je enostransko osvetljeno.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij: notranji in tranzitni promet:
 - tranzit: povezuje Kamnik in Tuhinjsko dolino z osrednjo Slovenijo
 - izven urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: kapacitetni izračun ni bil izveden, bi pa bil smiseln glede na prometno obremenitev odseka (določitev optimalne oblike križišča).
 - V območju predvidenih ukrepov je na voljo dovolj prostora.
 - Projektno tehnični kriterij: potrebno bi bilo izvesti kapacitetno analizo križišča in določiti optimalno rešitev. Ker gre za rešitev problema na odprti trasi, bi bilo gotovo potrebno tudi povečati zunanji premer.
 - Kriterij prometne varnosti: zmanjšanje hitrosti na glavni prometni smeri in omogočeno lažje vključevanje s stranske prometne smeri.
- Analiza projektne tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov se nahaja v preglednici 18.

Preglednica 18: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Volčji potok

Table 18: Basic elements, used in roundabout Volčji potok

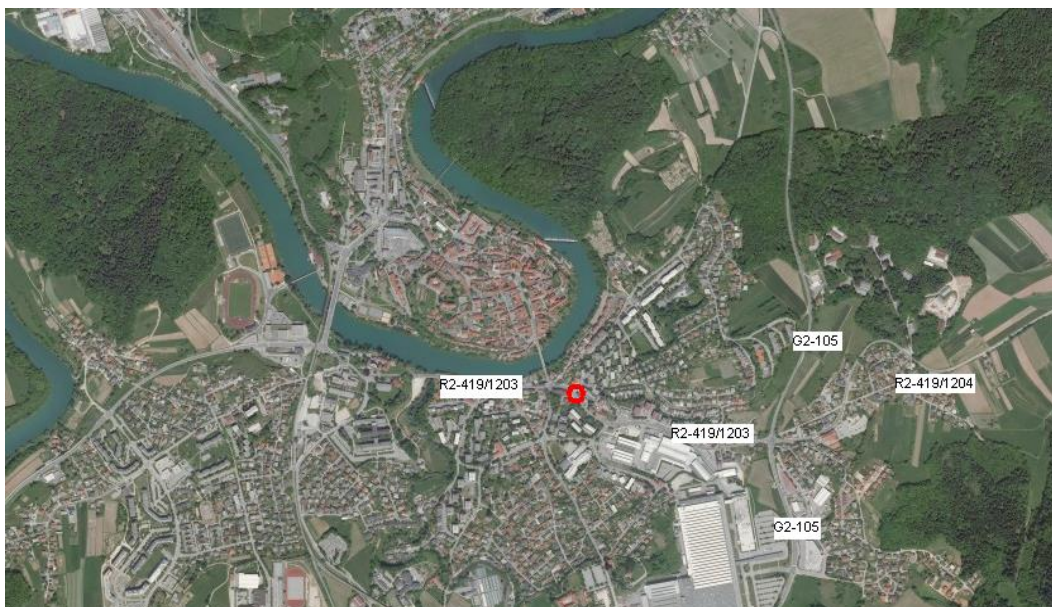
element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	3,2 – 4,2
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,0 – 3,4
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	4
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	27
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	16-22-16-29
Širina krožnega psu	U	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	7,4
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,24-0,27

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K6«.

4.8 KRIŽIŠČE KANDIJSKA CESTA Novo mesto na R2-419/1203 Soteska – Novo mesto v km 12,230

4.8.1 OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA

Obravnavano križišče se nahaja na regionalni cesti znotraj naselja Novo mesto in predstavlja eno od križišč v sklopu urejanja starega mestnega jedra Novega mesta, ki ima izhodišča v konservatorskem načrtu, katerega cilj je prometno praznenje mestnega jedra. Na regionalno cesto R2-419/1203, ki poteka v smeri vzhod – zahod (jugozahod), se s severa priključuje Jakčeva ulica, z juga pa se napaja plato parkirišča za osebna vozila. Križišče je zaradi nezadostne preglednosti južnega kraka prometno varnostno neugodno.



Slika 82: Lega križišča "Kandijska" v prostoru [19]

Figure 82: Positioning of the intersection »Kandijska« [19]



Slika 83: Križišče "Kandijška cesta", ožje območje [19]

Figure 83: Layout of intersection »Kandijška« [19]



Slika 84: Pogled na križišče Kandijška cesta v smeri stacionaže

Figure 84: Intersection Kandijška viewed from the direction of Straža



Slika 85: Pogled na križišče Kandijska cesta v nasprotni smeri stacionaže

Figure 85: Intersection Kandijska, view towards Straža

4.8.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Štirikrako križišče v smeri stacionaže poteka v vzponu, v desnosmerni krivini. Širina posameznega smernega vozišča znaša 3,0m, kolikor je tudi širina pasu za levo zavijanje iz Kandijske ceste na Jakčevo ulico. Upoštewane so razširitve zaradi poteka ceste v krivini. Jakčevo ulica je široka preko 8,0m. Za križiščem je v smeri vožnje na GPS umeščen par avtobusnih postajališč. Površine za pešce so urejene, cestna razsvetljava je pomanjkljiva. Kolesarski promet poteka skupaj z motornim. Južni krak, ki napaja parkirišče, je zaradi neustrezne preglednosti urejen po sistemu desno – desno. Voziščna konstrukcija je na več delih križišča poškodovana.

4.8.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI

V križišču ni prisotnih prometnih znakov, z izjemo obvestilnih prometnih znakov za označitev avtobusnega postajališča. S talnimi oznakami so ločena smerna vozišča, narisane so puščice za označevanje smeri vožnje ter prehodi za pešce. Na stranski prometni smeri sta označeni neprekinjeni široki prečni črti za ustavljanje.

4.8.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENITVAH

Na odseku Novo mesto – Drska / Novo mesto – Žabja vas je PLDP ocenjen na 15.000 vozil. Podatki za pododsek so izračunani (privzeti).

Preglednica 19: PLDP in struktura prometa na pododseku odseka 1203 [20]

Table 19: ADT and traffic structure on the main road [20]

Odsek	Številka števc	Tip štetja	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lah. tov. < 3,5t	Sr. tov. 3,5-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačilci
1203	privzeto	P	15.000	50	14.125	45	560	60	70	35	55

4.8.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

Med leti 2008 in 2015 sta se po podatkih Agencije za varnost prometa na odseku zgodili dve prometni nesreči, ena v letu 2011, druga pa v letu 2012. Vzrok ene prometne nesreče je bila neprilagojena hitrost, katere posledica je bilo naletno trčene. Druga prometna nesreča je klasificirana pod ostalo.

Ker križišče še ni zgrajeno, analiza stanja nesreč po spremembi križišča ni možna. V nadaljevanju se analizira predlog rešitve.

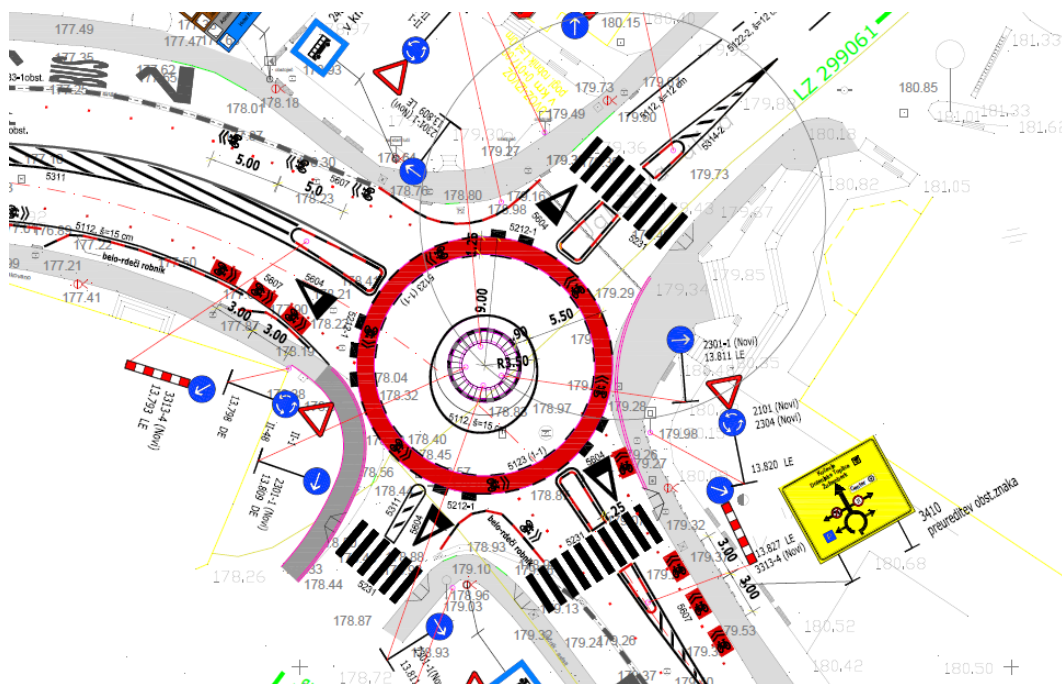
4.8.6 PREDLOG REŠITVE

Na podlagi izvedene prometne študije mesta in prometno varnostnih razmer je bil izdelan izvedbeni načrt montažnega krožnega križišča z minimalnimi posegi znotraj gabaritov obstoječe ceste. Pri oblikovanju gabaritov križišča je podana zahteva, da se zagotovi prevoznost za sedlasti vlačilec na GPS, za triosni kamion na stranski prometni smeri iz Jakčeve ulice ter za osebno vozilo za parkirišče.

4.8.7 ZASNOVA KRIŽIŠČA

V obstoječe gabarite je možno umestiti krožno križišče z zunanjim premerom 18m in premerom sredinskega otoka 7,0m, ob katerem je na razdalji 0,9m označena robna črta. Širina krožnega vozišča

znaša 5,50m. Ločilni otoki so izvedeni denivelirano v montažni izvedbi, z izjemo otoka na parkirišče. Zaradi zagotovitve prevoznosti se preuredita dva diagonalna robova ceste.



Slika 86: Situacija križišča Kandijska cesta [27]

Figure 86: Layout of Kandijska roundabout [27]

4.8.8 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za mini krožno križišče ($D = 18\text{m}$), ki se izvaja le v urbanih okoljih.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 10.000 vozil/dan (pri enakomerni razporeditvi prometnih tokov), po podatkih o prometnih obremenitvah je PLDP na odseku 15.000 vozil.
- Križišče je predvideno zaradi lažjega vključevanja vozil iz SPS na GPS (nepregledno obstoječe križišče).
- Križišče je montažno. Gradbeni posegi so minimalni (zaradi zagotovitve zavijanja).
- Montažno križišče je izvedeno z elementi, prometno signalizacijo in opremo.
- Merila, ki dopuščajo montažno rešitev kot projektno rešitev (opisano v poglavju 2.5 - kdaj se montažno krožno križišče lahko izvede kot projektna rešitev), so izpolnjena.
- Kapacitetni izračun križišča je bil izveden in je predlagal izbrano projektirano rešitev.
- Obstoječe križišče je pomanjkljivo osvetljeno.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - funkcionalni kriterij: notranji promet:

- povezuje del Novega mesta s središči južno od naselja
- znotraj urbanega območja.
- Kapaciteta križišča: kapacitetni izračun je pokazal krožno križišče kot optimalno rešitev.
- Predvideni ukrepi se nahajajo znotraj pozidanega območja, kjer je prostor omejen.
- **Projektno tehnični kriterij:** zagotovitev prevoznosti v vseh smereh.
- Kriterij prometne varnosti: zmanjšanje hitrosti na glavni prometni smeri in omogočeno vključevanje s stranske prometne smeri. **Pomembno je, da se z geometrijo križišča, položajem sredinskega otoka in povoznega dela sredinskega otoka zagotovi krožeči tok vozil** (nobena od smeri ne sme potekati naravnost, potrebno je zagotoviti odklon iz smeri).
- Analiza projektne tehničnih elementov:
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je razvidna iz preglednice 20.

Preglednica 20: Uporabljeni elementi v krožnem križišču Kandijska Novo mesto

Table 20: Basic elements used in roundabout Kandijska, Novo mesto

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	3,85
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,0
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	3
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	18
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	22
Širina krožnega pasu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	4,25 – 5,5
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,45

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K7«.

4.9 KRIŽIŠČE Ljubljanska cesta, Bakovnik (Lidl) v Kamniku na LC 160521

4.9.1 OPIS OBSTOJEČEGA /PREDHODNEGA STANJA

Obravnavano štirikrako križišče Ljubljanske ceste, Klavčičeve ulice in Bakovnika (pri trgovini Lidl) v naselju **Kamnik**, na LC 160521 zaradi svoje lege (blaga desnosmerna krivina), geometrije (velika širina križišča) in prometne obremenitve glavne in stranske prometne smeri, predstavlja kritično točko v prometnem toku. Težko vključevanje uporabnikov na glavno prometno smer, predvsem iz vzhodne stranske prometne smeri (trgovina in proizvodnja), je dalo pobudo upravljavcu po preveritvi spremembe prometnega režima v križišču oziroma preveritvi možnosti umestitve krožnega križišča v obstoječe gabarite križišča.



Slika 87: Lokacija križišča Bakovnik – Lidl v Kamniku [19]

Figure 87: Positioning of the intersection Bakovnik-Lidl, Kamnik [19]



Slika 88: Situacija križišča Bakovnik [19]

Figure 88: Layout of the intersection Bakovnik [19]

4.9.2 PODATKI O CESTNIH ELEMENTIH IN VOZIŠČNI KONSTRUKCIJI

Štirikrako križišče se nahaja v naselju, kjer je hitrost administrativno omejena na 50km/h. Obcestni prostor je pozidan. Na glavni prometni smeri so urejeni ločeni pasovi za levo zavijanje. Prednostna smer poteka naravnost. Vzdolžni nagib priključnih cest v križišču je znoten. Preglednost v križišču je iz stranskih prometnih smeri zaradi obcestne zasaditve zmanjšana. Širina vozišča na prednostni cesti je 3 x 3,5m, na priključni cesti pa 2 x 3,0m v smeri Bakovnik in 2 x 4,7m v smeri Klavčičeve ulice. Cestna razsvetljava v križišču je urejena, prav tako površine za pešce in kolesarje. Kolesarska pot poteka samo ob glavni prometni smeri, prečkanja za kolesarje preko glavne prometne smeri niso urejena. Par avtobusnih postajališč je gledano v smeri Kamnik – center urejen pred križiščem (obojestransko). Postajališče proti centru je označeno na vozišču, v smeri proti Duplici pa je urejeno v niši ob vozišču.

4.9.3 PODATKI O PROMETNI SIGNALIZACIJI

Ker se križišče nahaja znotraj naselja, signalizacija za opozarjanje približevanja križišču ni postavljena, prav tako ni prometnih znakov za vodenje prometnih ciljev. Od prometnih znakov sta s prometnima znakoma označena oba prehoda za pešce preko glavne prometne smeri, stranski prometni smeri pa sta opremljeni s prometnim znakom »ustavi«. Talne označbe sledijo prometni ureditvi (pasovi za levo zavijanje na GPS, puščice za označevanje smeri vožnje, prehod za pešce in kolesarje (samo na SPS) ter črte za ustavljanje).

4.9.4 PODATKI O PROMETNIH OBREMENITVAH

Podatki o prometni obremenitvi odseka niso na voljo. Na podlagi opazovanja se povprečna letna dnevna prometna obremenitev na odseku oceni na okrog 5.000 vozil.

4.9.5 PODATKI O PROMETNIH NESREČAH

Podatki o prometnih nesrečah so pridobljeni iz Agencije za varnost v prometu za obdobje 2008 – 2015. Podatki o prometnih nesrečah na lokalnih cestah niso vezani na stacionažo odseka, temveč na hišno številko, ki je najbližja križišču. V tem času so se v ožjem območju križišča pripetile štiri (4) prometne nesreče, dve v letu 2008 in po ena v letu 2012 in 2015. Po enkrat je bil vzrok prometne nesreče neprilagojena hitrost in neustrezna varnostna razdalja, dvakrat pa neupoštevanje pravila o prednosti. Posledica prometne nesreče je bila dvakrat povozitev pešca, po enkrat pa naletno in bočno trčenje. Skupno je bilo v nesrečah udeleženih osem oseb.



Slika 89: Pogled v križišče – v smeri Kamnik- center [31]

Figure 89: Intersection Bakovnik, view in the direction toward Kamnik-centre [31]



Slika 90: Pogled v križišče v smeri Duplica [31]

Figure 90: Intersection Bakovnik, view towards Duplica [31]



Slika 91: Pogled v križišče iz javne poti Bakovnik [31]

Figure 91: Intersection, viewed from the local road Bakovnik [31]



Slika 92: Pogled v križišče iz Klavčičeve ulice [31]

Figure 92: Intersection, viewed from the Klavčičeva Street [31]

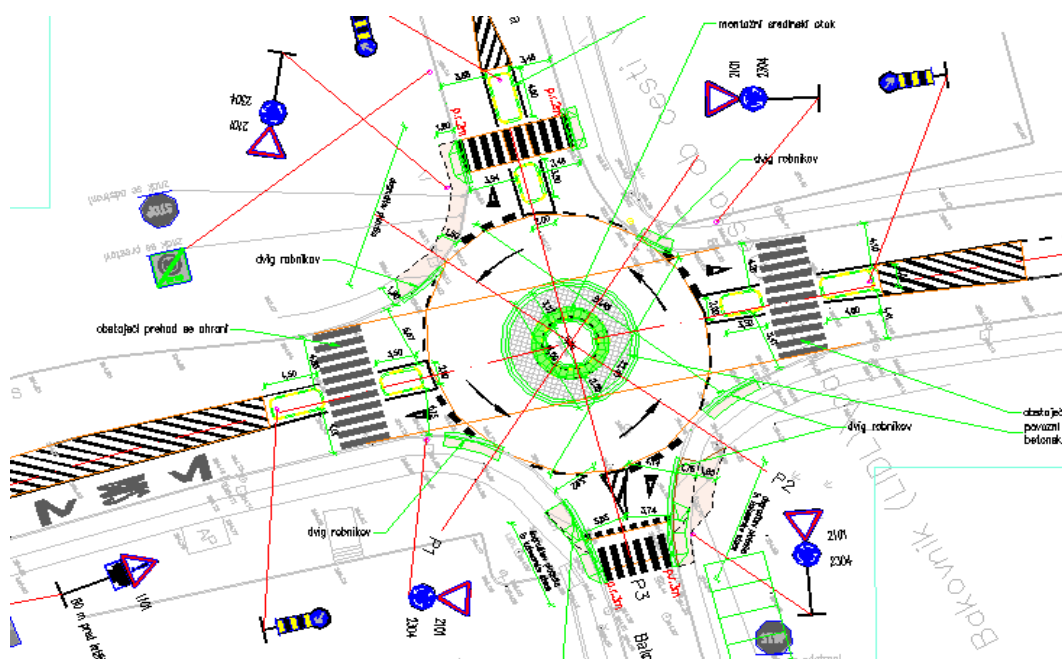
4.9.6 PREDLOG REŠITVE

Zaradi težav pri vključevanju vozil iz stranske prometne smeri na glavno prometno smer je bil izdelan izvedbeni načrt montažnega krožnega križišča z minimalnimi posegi znotraj gabaritov obstoječe ceste. Pri oblikovanju gabaritov križišča je pomembno, da se zagotovi prevoznost za sedlasti vlačilec v smeri

javne poti Bakovnik (trgovina Lidl). V smeri Klavčičeve ulice se zagotovi prevoznost za smetarsko vozilo (triosni kamion).

4.9.7 ZASNOVA KRIŽIŠČA

Robni pogoji omogočajo oblikovanje krožnega križišča v obliki elipse z diagonalama 22,0m in 25,0m. Na sredini se z montažnimi elementi izvede sredinski otok premera 6,5m. Širina povoznega dela krožnega vozišča znaša 2,25m. Povozni del krožnega križišča naj se v blagem nagibu dvigne nad obstoječe vozišče vsaj za 5cm. Širina krožnega vozišča znaša med 5m in 7,0m. Prečni prerezi na priključnih krakih so prilagojeni obstoječim širinam. Ločilni otoki na smereh, kjer prevoznost to omogoča, izvedejo v denivelirani obliki, v smeri Bakovnik pa se zaradi zagotavljanja prevoznosti označijo s talno označbo. S spremembo prometnega režima v križišču se preuredi pripadajočo prometno signalizacijo. Gradbeno se uredijo le nove klančine za spremenjene lokacije prehodov za pešce in dogradi del površin za pešce na severozahodnem delu križišča. Začasno se na GPS postavi prometni znak, ki označuje spremenjen prometni režim. Sistem odvodnjavanja v križišču se ohrani.



Slika 93: Umestitev krožnega križišča Bakovnik v gabarite obstoječega križišča [28]

Figure 93: Layout of the roundabout Bakovnik [28]

4.9.8 ANALIZA UKREPA

- Zunanji premer krožnega križišča ustreza merilom za mini krožno križišče ($D = 22m$), ki se izvaja le v urbanih okoljih.
- Okvirna kapaciteta takega križišča je do 10.000 vozil/dan (pri enakomerni razporeditvi prometnih tokov). Obravnavano križišče se po oceni nahaja znotraj tega okvira.
- Križišče je predvideno zaradi lažjega vključevanja vozil iz SPS na GPS (slabše pregledno in precej veliko obstoječe križišče).
- Križišče je lahko montažno ali fiksno. Gradbeni posegi so minimalni (zaradi preureditve prometa pešcev in kolesarjev).
- Montažno križišče je izvedeno z elementi, prometno signalizacijo in opremo.
- Kapacitetni izračun križišča ni bil izveden (naročnik ga ni naročil).
- Križišče je obojestransko osvetljeno.
- Upravičenost izvedbe krožnega križišča:
 - Funkcionalni kriterij: notranji promet:
 - povezuje del Kamnik Bakovnik z mestnim središčem in Duplico
 - znotraj urbanega območja.
 - Kapaciteta križišča: kapacitetni izračun ni bil izveden.
 - Predvideni ukrepi se nahajajo znotraj pozidanega območja, kjer je prostor omejen.
 - **Projektno tehnični kriterij:** levih zavijalcev ni veliko, upravičenost semaforizacije se ni preverjala.
 - Kriterij prometne varnosti: zmanjšanje hitrosti na glavni prometni smeri in omogočeno lažje vključevanje s stranske prometne smeri.
- Analiza projektne tehničnih elementov
 - Analiza posameznih geometrijskih elementov je prikazana v preglednici 21.



Slika 94: Pogled na izvedeno krožno križišče

Figure 94: Roundabout Bakovnik

Preglednica 21: Uporabljeni elementi krožnega križišča Bakovnik

Table 21: Basic elements of roundabout Bakovnik

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije	uporabljene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0	4,2 / 3,7
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3	3,5 / 3,0
Dolžina razširitve	l'	m	12 – 100	30,0 – 50,0	5,5
Premer	D	m	27 – 172,0	27,0 – 100	22-25
Uvozni radij	R	m	6,0 – 100	8,0 – 45,0	16/22/16/29
Širina krožnega psu	u	m	4,5 – 25	5,4 – 16,2	5 - 7
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9	0,56

Za nadaljnjo analizo je križišče označeno kot »K8«.

5 UGOTOVITVE RAZISKOVANJA

V poglavju so analizirani rezultati raziskave in vpliv izvedenih ukrepov na prometno varnost ter podane konkretne usmeritve za implementacijo majhnih (mini ali montažnih) krožnih križišč v urbanem okolju v Republiki Sloveniji.

Skozi smernice za projektiranje krožnih križišč v Sloveniji (TSC – tehnična specifikacija 03.341:2011) so analizirani uporabljeni osnovni geometrijski elementi (*preglednica 2*) v konkretnih primerih (vzorec). Vzorec predstavlja izbranih osem (8) tri ali štirikraki križišč, ki so bila zaradi različnih zahtev preprojektirana v krožna križišča. Vzorci K1 – K6 so bili tudi že izvedeni, zato so se v teh križiščih izvedla tudi opazovanja (spremljanje vedenja in reagiranja voznikov ob novi prometni ureditvi). Ker obravnavamo preureditve križišč znotraj obstoječih gabaritov, brez ali z manjšimi gradbenimi posegi, je analiza izvedena za majhna in mini krožna križišča, fiksne ali montažne izvedbe.

Preglednica 22: Križišča, uporabljena v analizi

Table 22: Intersections, used in analyses

Številka križišča	Ime križišča	Zunanji premer D [m]
K1	Črnivec	21
K2	Lesce	27
K3	Boh. Bistrica	24
K4	Šenčur	30
K5	Bled	24
K6	Volčji potok	27
K7	Kandijska NM	18
K8	Kamnik - Bakovnik	22

5.1 ANALIZA GEOMETRIJSKIH ELEMENTOV

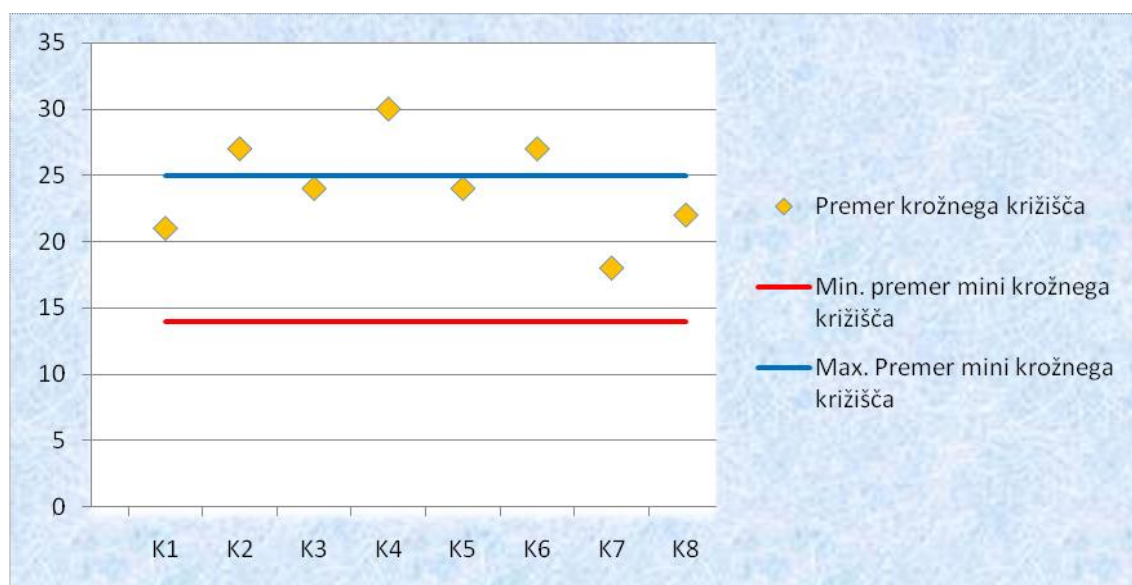
5.1.1 VELIKOST KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Glede na velikost oziroma **zunani premer D [m]** preurejena krožna križišča delimo na **mini** in **majhna**. Ob določenih tehničnih specifikacijah za krožna križišča in dejstvu, da imamo ob preureditvi klasičnega križišča v krožno običajno zelo omejene pogoje, preverimo, kam obravnavana križišča lahko uvrstimo.

Preglednica 23: Mini oziroma majhno krožno križišče - zunanji premer

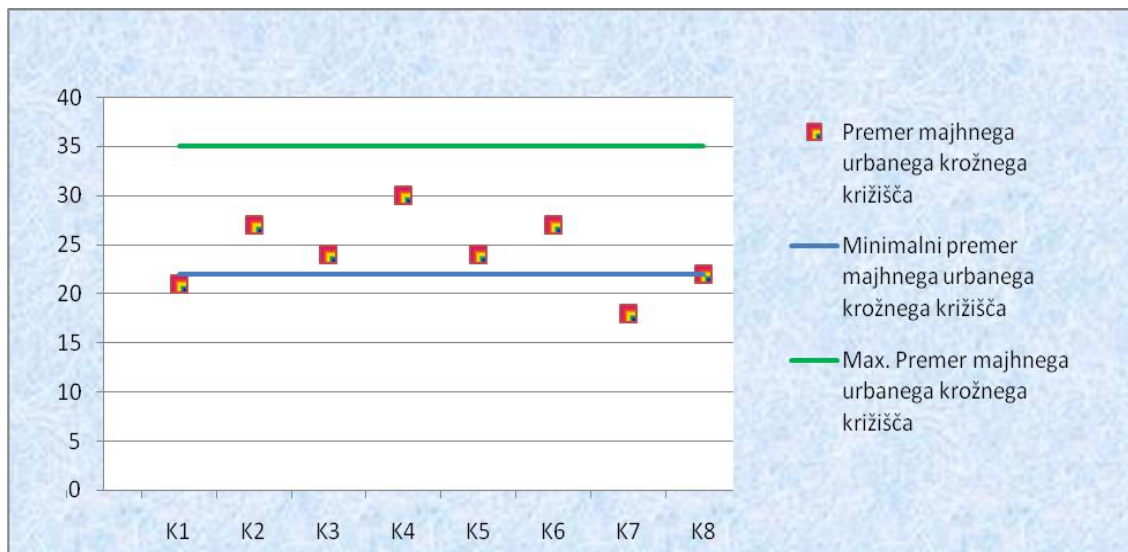
Table 23: Mini and small roundabout – outer diameter

Tip krožnega križišča	Zunanji premer [m]
Mini urbano	14 - 25
Majhno urbano	22 - 35



Slika 95: Zunanji premer izbranih krožnih križišč glede na mejne vrednosti MINI krožnega križišča

Figure 95: Outer diameter of roundabouts, used in analyses, according to limit values for mini-roundabouts



Slika 96: Zunanji premer izbranih krožnih križišč glede na mejne vrednosti MAJHNEGA krožnega križišča

Figure 96: Outer diameter of roundabouts, used in analyses, according to limit values for small-roundabouts

Glede na zunanji premer krožnega križišča, bi nekatera križišča iz vzorca lahko uvrstili v obe skupini. Pa glede na veljavno tehnično specifikacijo res lahko zgradimo majhno krožno križišče s premerom npr. 24m? Kaj pravijo ostali kriteriji?

5.1.2 PREMER SREDINSKEGA OTOKA

Sredinski otok je funkcionalno in konstrukcijsko najpomembnejši element krožnega križišča ker [10]:

- izboljšuje prepoznavnost križišča kot krožišča,
- prekinja karakteristike ceste,
- omejuje krožno vozišče ter pri krožnih križiščih večjih dimenzij tudi:
 - omogoča obračanje vozil,
 - je mesto za postavitve prometnih znakov in opreme za vodenje prometa in
 - nudi možnost za oblikovanje križišča.

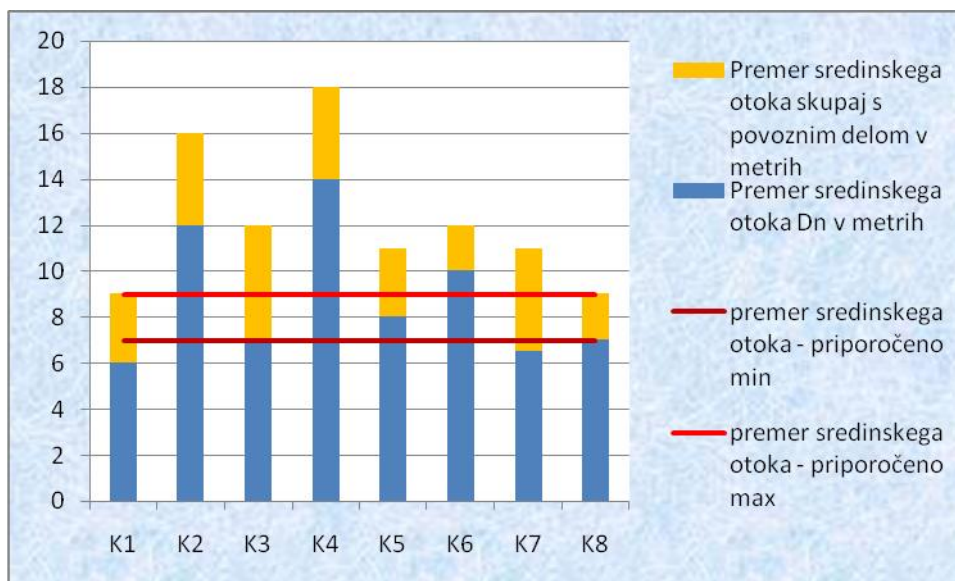
Sredinski otok mora pri vožnji skozi krožno križišče povzročiti zadosten odklon od preme, da se doseže čim večje zmanjšanje hitrosti. Osrednji element predstavlja tudi pri mini krožnih križiščih, saj se z njim križišče identificira kot krožišče. Na sredini mora biti dobro zaznavno, predvsem pa oblikovano tako, da preko osrednjega elementa vozijo izključno samo dolga vozila.

V **preglednici 24** so prikazani premeri sredinskega otoka, uporabljeni v posameznih primerih (vzorcu) ob danem zunanjem premeru krožnega križišča (robni pogoj). V zadnji vrstici tabele je premeru sredinskega otoka dodan še del ob zunanjem robu sredinskega otoka (povozni del), ki »povečuje« sredinski otok, istočasno pa omogoča dolgim vozilom, da križišče prevozijo z uporabo le-tega. V debelem tisku so označena križišča, ki jih glede na zunanji premer lahko uvrščamo med **mini** krožna križišča. Za mini krožna križišča je definirana tudi priporočljiva velikost sredinskega otoka, ki naj znaša med 7 in 9 metri (mejni črti v grafikonu na *sliki 97*).

Preglednica 24: Premer sredinskega otoka in premer sredinskega otoka skupaj s povoznim delom pri izbranem zunanjem premeru krožnega križišča

Table 24: Diameter of central island and diameter of central island together with apron, according to outer diameter of roundabout

Križišče	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
	Črnivec	Lesce	Boh. Bistrica	Šenčur	Bled	Volčji potok	Kandijska NM	Bakovnik
Zunanji premer D [m]	21	27	24	30	24	27	22	18
Premer sredinskega otoka Dn [m]	6	12	7	14	8	10	6,5	7
Širina sredinskega otoka skupaj s povoznim delom [m]	9	16	12	18	11	12	11	9



Slika 97: Priporočene meje sredinskega otoka za MINI krožna križišča po TSC in uporabljene dimenzije

Figure 97: Recommended values for central island of mini-roundabout according to national regulations and used values

Križišča K2, K4 in K6, katerih zunanji premer je večji od 25m, imajo tudi večji sredinski otok. Križišča K1, K3, K5, K7 in K8, katerih zunanji premer ustreza merilom mini krožnega križišča, imajo premer sredinskega otoka blizu priporočenih meja (priporočeno: po TSC 7 – 9m, po nemških smernicah najmanj 4m, uporabljeno 6 – 8m). Če k dvignjenemu delu sredinskega otoka prištejemo še povozni del, so skupne dimenzije večje od maksimalnih priporočenih. S tem **povečamo spremembo smeri vožnje vozila skozi križišče** ter posledično zmanjšamo hitrost. Tehnična specifikacija za vsak manever vožnje priporoča defleksijo (spremembo smeri vožnje) vsaj v velikosti $R = 60m$. Po nemških smernicah pa naj bi odklon vozila presegal dvakratnik uvozne širine.

Z namenom čim večjega zmanjšanja hitrosti vožnje skozi križišče, je priporočljivo zgraditi čim večji sredinski otok, ki zagotavlja odklon naravnost vozečega vozila, istočasno pa zagotoviti prevoznost tudi za dolga vozila. Premer sredinskega otoka na vzorčnih primerih je bil izbran na podlagi dinamičnih zavijalnih krivulj za merodajno vozilo za posamezno smer vožnje. V nobenem od projektiranih krožnih križišč, **ne glede na uporabo majhnega zunanjega premera (ki bi ustrezali mini krožnim križiščem), ni bil izbran sredinski otok, ki bi bil v celoti povozen (kar definira mini krožna križišča).**

Dinamične zavijalne krivulje, merodajne za oblikovanje sredinskega otoka za posamezno križišče, so prikazane v **prilogah**.

Izbira geometrije in materiala za povozni del sredinskega otoka

V primeru izvedbe polno povoznega (oz. prevoznega) dela **sredinskega otoka** pri mini krožnem križišču, se le-ta izvede v obliki **kupole**, pri čemer je zunanji rob otoka dvignjen za 3cm (po TSC) oziroma za 4-5 cm (po nemških smernicah). Uporabljen **material mora odvracati vozila od voznje po tem delu** (npr. tlakovanje, položen robnik ipd.).

Pri montažnih krožnih križiščih, ki se pogosto postavljajo v gabarite obstoječega križišča, se povozni del sredinskega otoka pogosto označi le z ločilno črto.

Po umestitvi izbranih križišč K1 – K6 v prostor, je bila voznja vozil skozi nova križišča večkrat opazovana. Ker so se križišča projektirala v sosledju, je bilo pri vsakem nadaljnjem projektiranem križišču na podlagi opazovanj voženj vozil skozi križišče v predhodnih primerih, možno dodati nove detajle.

Zaključki opazovanj:

- robna črta ob sredinskem ločilnem otoku, ne glede na širino krožnega vozišča, ne predstavlja ovire (prepovedi voznje preko nje) in jo prevozi večino vozil
- tlakovan povozni del sredinskega otoka, ki je v naklonu dvignjen nad vozišče do 3cm, pri voznji naravnost skozi križišče povozi polovica vozil, medtem ko se jih pri voznji tri četrt kroga, večina izogne
- povozni del sredinskega otoka, ki je od vozišča dvignjen vsaj 5 cm, večina voznikov obvozi

Glede na vedenjske značilnosti voznikov na Gorenjskem (v Sloveniji), način voznje in iskanje »bližnjic« tudi pri voznji skozi krožna križišča, na regionalnih cestah ali na lokalnih cestah, kjer s postavitvijo krožnega križišča v gabarite obstoječega križišča želimo umiriti promet ali zagotoviti varno vključevanje vozil iz stranske prometne smeri, se mini krožna križišča s povoznim sredinskim otokom odsvetujejo. Izvedba kupole v teh primerih torej ne pride v poštev.

Iz podobnega razloga se prav tako predlaga, da se mini krožna križišča ne izvajajo v montažni obliki (z elementi, kjer ločilni otok ne ostane na fiksnem mestu in ga je možno prestaviti oziroma premakniti). Montažni elementi, ki se privijačijo ali kako drugače pritrdijo na obstoječo voziščno konstrukcijo in jih ni mogoče premakniti (kot npr. montažni elementi iz prefabricirane gume), in so dejansko funkcionalno identični vgrajenim elementom, ne sodijo v to skupino. Vendar je v tem primeru prav tako potrebno izvesti povozni del sredinskega otoka na način, ki odvraca voznjo po tem delu krajšim vozilom.

5.1.3 ŠIRINA KROŽNEGA PASU

Tehnična specifikacija pri določitvi projektne tehničnih elementov za krožna križišča podaja mejne in priporočene vrednosti:

Preglednica 25: Mejne in priporočene vrednosti krožnega vozišča za mini in majhna krožna križišča

Table 25: Limited and recommended values for circular roadway width

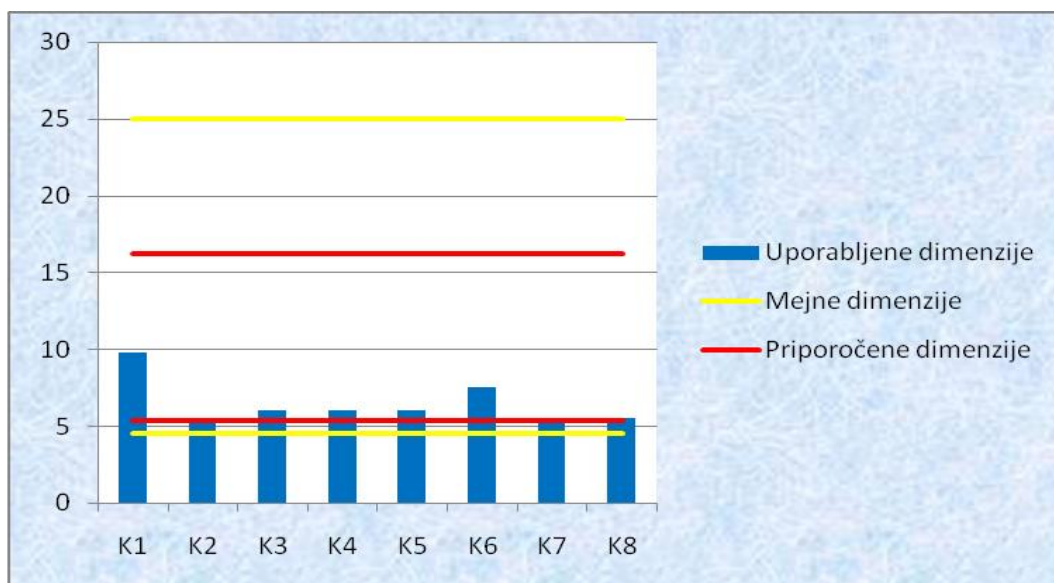
	Mejne dimenzije	Priporočene dimenzije
<i>Širina krožnega vozišča [m]</i>	4,5 – 25	5,4 – 16,2
<i>Širina MINI krožnega vozišča [m]</i>		4,5 – 5,0

V nemški raziskavi, opravljeni na univerzi v Bochumu (prof. W. Brilon), so izsledki raziskave prikazani na *sliki 21*. Pri tem gre poudariti, da se kot majhno krožno križišče smatra križišče z zunanjim premerom najmanj 26m (oz. bolje 30m) in največ 45m.

Preglednica 26: Priporočene vrednosti širine krožnega vozišča za mini in majhna krožna križišča po Brilonu

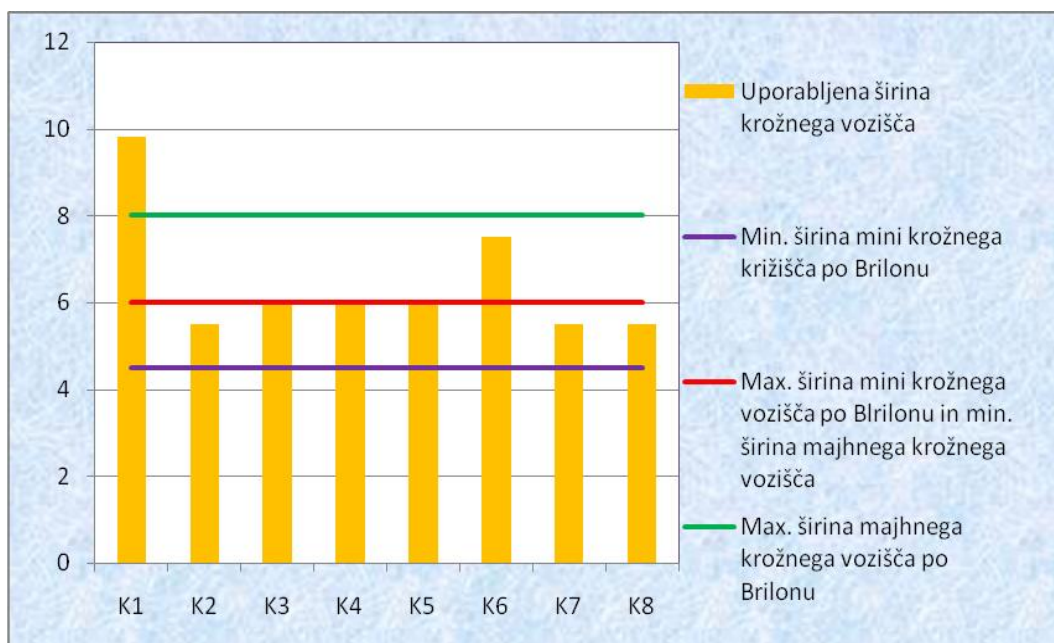
Table 26: Recommended values for circular roadway width according to Brilon

<i>Širina krožnega vozišča [m]</i>	Priporočene dimenzije
<i>MINI krožno križišče</i>	4,5 – 6,0
<i>MAJHNO krožno križišče</i>	6,0 – 8,0



Slika 98: V vzorčnih križiščih izbrana širina krožnega vozišča glede na dimenzije po TSC

Figure 98: Circular roadway width, used in model roundabouts, according to national regulations



Slika 99: V vzorčnih križiščih izbrana širina krožnega vozišča glede na priporočene vrednosti po Brilonu

Figure 99: Circular roadway width, used in model roundabouts, according to Brilon

5.1.4 ŠIRINA VOZNEGA PASU »v« IN ŠIRINA UVOZA »e«

V tehnični specifikaciji so podani še naslednji projektno tehnični elementi, ki izhajajo iz prometno tehničnih in varnostnih vidikov: to so širina uvoza »e«, širina voznega pasu »v« in dolžina razširitve »l'«. V analizi preverimo, v kakšnem obsegu jih lahko zagotovimo v križiščih, ki jih preurejamo in so določeni robni pogoji podani, brez možnosti spreminjanja.

Preglednica 27: Mejne in priporočene dimenzije širine uvoza in širine voznega pasu

Table 27: Limited and recommended values for entry width and lane width

Element	Simbol	Enota	Mejne dimenzije	Priporočene dimenzije
Širina uvoza	e	m	3,6 – 16,5	4,0 – 15,0
Širina voznega pasu	v	m	2,75 – 12,5	3,0 – 7,3

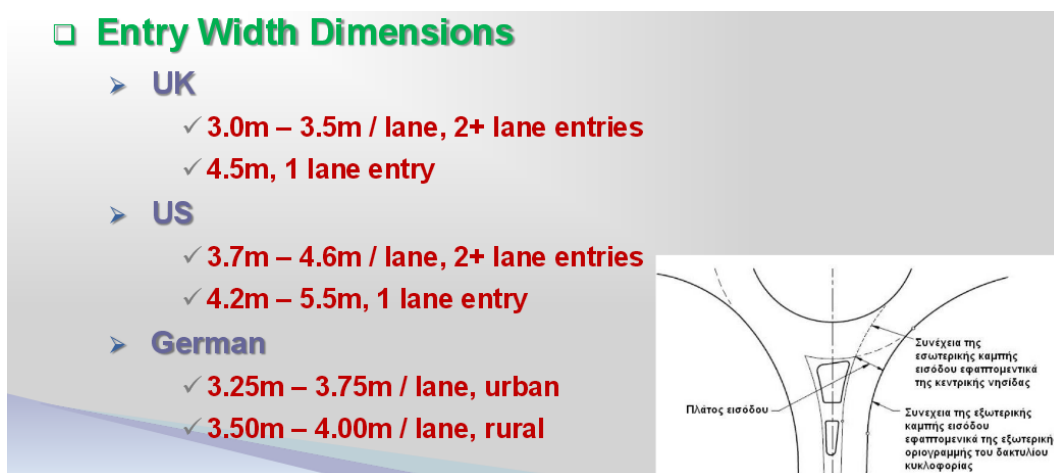
Preglednica 28: Uporabljene širine uvoza in voznega pasu pri izbranih primerih

(* - različne vrednosti na posameznih krakih)

Table 28: Used values for entry width and lane width in model roundabouts

Križišče	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8								
	Črnivec	Lesce	Bohinj	Šenčur	Bled	Volčji potok	Bakovnik Kamnik	Kandijska NM								
Širina uvoza e [m]	4	5	3,8 - 4,4*	4,5	3,8	3,4	3,7 - 3,5*	3,85								
Širina voznega pasu v [m]	3,5	3	2,75 - 3,0*	3,8	3,4	4	3,0 - 3,5*	3								
Dolžina razširitve l' [m]	4	27	27	14	14	2	2	4	4	4	4	4	5,5	5	3	3

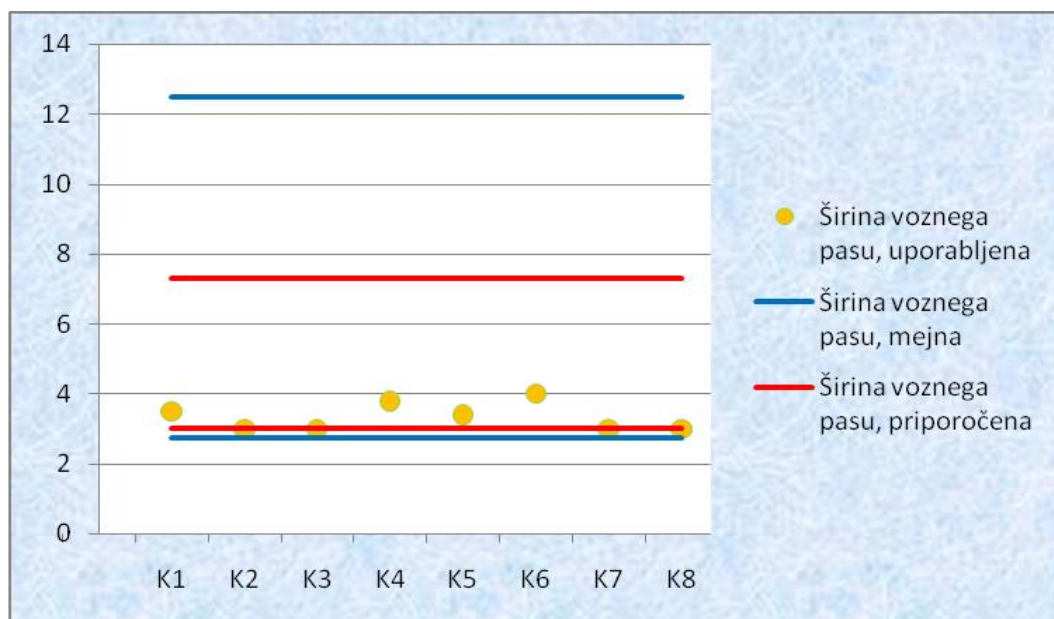
Za lažjo predstavo številčnih podatkov, sta širina uvoza in širina voznega pasu glede na mejne in priporočene vrednosti prikazane še grafično.



Slika 100: Primerjava širine uvoza v različni deželah [13]

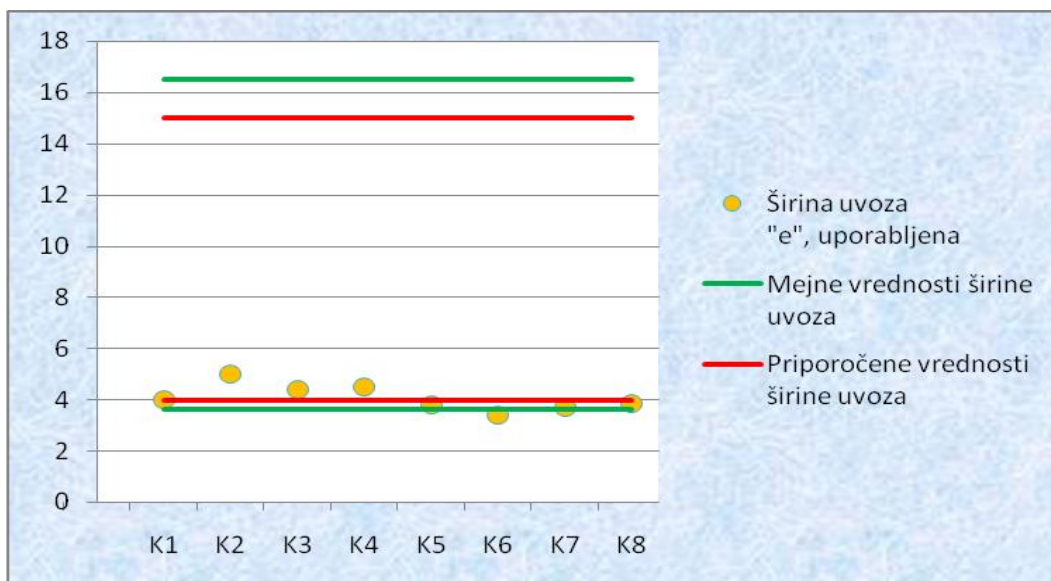
Figure 100: Entry width in different countries [13]

Na element dolžina razširitve »l'« glede na dane robne pogoje ne moremo vplivati, zato ni posebej prikazan. Priporočeno je, da se njegova dolžina vsaj 12m (priporočeno 30m), kar pa v večini primerov ni doseženo.



Slika 101: Grafični prikaz uporabljene širina voznega pasu »v« [m]
glede na priporočene in mejne vrednosti

Figure 101: Lane width according to national regulation



Slika 102: Grafični prikaz uporabljene širine uvoza "e" [m] glede na priporočene in mejne vrednosti

Figure 102: Entry width according to national regulation

Iz navedenih elementov lahko izračunamo ostrino razširitve kot elementa, ki vpliva na samo uvažanje vozil v krožno križišče (voznja z minimalno hitrostjo in čakanje na prazen prostor za vključevanje v krožni tok).

Ostrina razširitve: $S = 1,6 * (e-v) / l'$

Preglednica 29: Mejne vrednosti ostrine razširitve

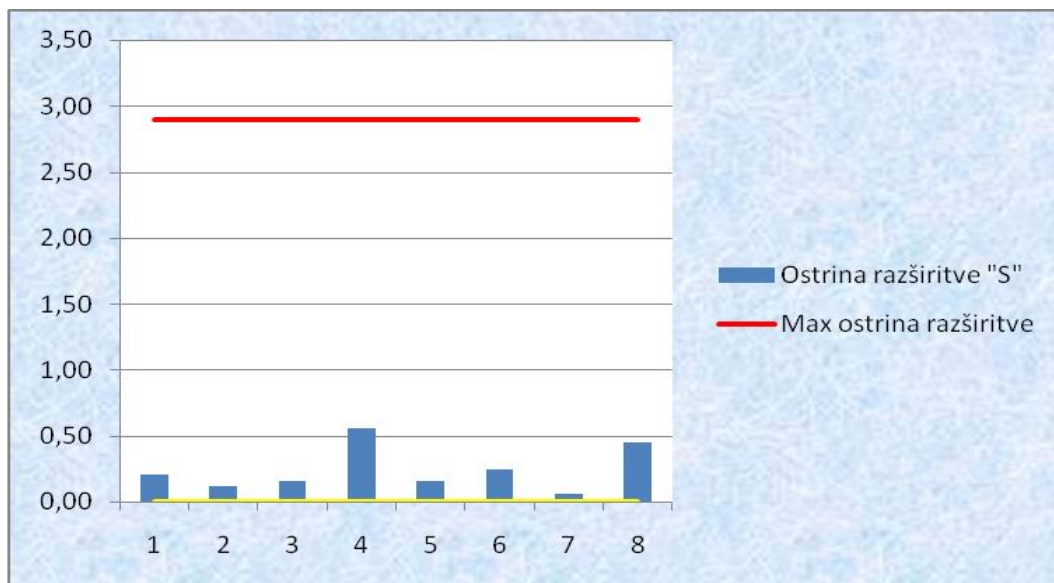
Table 29: Limited values for approach flaring

Element	Simbol	Enota	Mejne dimenzije	Priporočene dimenzije
Ostrina razširitve	S	-	0 – 2,9	0 – 2,9

Preglednica 30: Izračunana ostrina razširitve

Table 30: Approach flaring used in model roundabouts

Križišče	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
	Črnivec	Lesce	Bohinj	Šenčur	Bled	Volčji potok	Bakovnik Kamnik	Kandijska NM
Ostrina razširitve »S«	0,2	0,11-0,16	0,12-0,19	0,56	0,16	0,24-0,27	0,56	0,45



Slika 103: Ostrina razširitve pri posameznem primeru glede na dopustne meje

Figure 103: Approach flaring used in model roundabouts according to national regulations

Glede na ostrino razširitve, so projektirana križišča v okviru priporočenih vrednosti.

5.1.5 UVOZNI RADIJ

Eden osnovnih geometrijskih elementov, ki so definirani v tehnični specifikaciji za enopasovna krožna križišča, je tudi uvozni radij. Velikost uvoznega radia je pogojena z velikostjo krožnega križišča.

Preglednica 31: Priporočene in mejne vrednosti uvoznih radijev

Table 31: Recommended and limited values for entry radius

Element	Simbol	Enota	Mejne dimenzije	Priporočene dimenzije
Uvozni radij	R	<i>m</i>	6,0 – 100	8,0 – 45,0

Preglednica 32: Uporabljeni uvozni radiji na posameznem kraku

Table 32: Used values for entry radius in sample legs of roundabouts

Križišče	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
	Črnivec	Lesce	Bohinj	Šenčur	Bled	Volčji potok	Bakovnik Kamnik	Kandijska NM
Velikost uvoznega radija R	15/9/15/10	12/26/16	16/10/10/26	12/15	7,5/19/13/12	16/20/31/13	15/22/12/15	22/6/7,5/6

Če tabelo uporabljenih elementov primerjamo s tabelo priporočenih oziroma mejnih vrednosti, ugotovimo, da so uporabljeni uvozni radiji znotraj priporočenih dimenzij, ne glede na to, kakšna je velikost zunanjega premera krožnega križišča. Izjema so priključki treh stranskih prometnih smeri (ena v križišču K5 in dve v križišču K8), kjer se uvozni radiji približajo spodnjim priporočenim mejnim vrednostim. Vsi izbrani radiji sledijo obstoječim gabaritom križišča in so bili povečani v primerjavi s predhodnimi dimenzijami, v kolikor je bilo z dinamični zavijalnimi krivuljami ugotovljeno, da je to potrebno.

Glede na zagotavljanje zadostnega nivoja prometne varnosti, je z oblikovanjem uvoznega radija potrebno zagotoviti zadostno **zmanjšanje hitrosti pred vstopom v krožni promet**. Radij vstopne krivine ima namreč direkten vpliv na pogostost prometnih nesreč. Z zmanjšanjem radija na vstopni krivini v krožno križišče, zmanjšamo predvsem nalete vozil. [6]

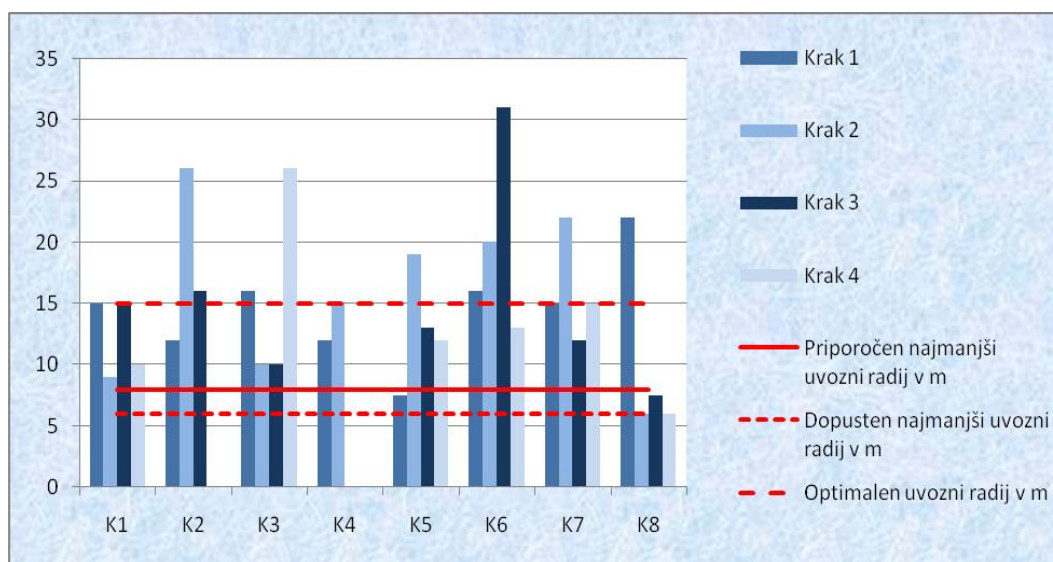
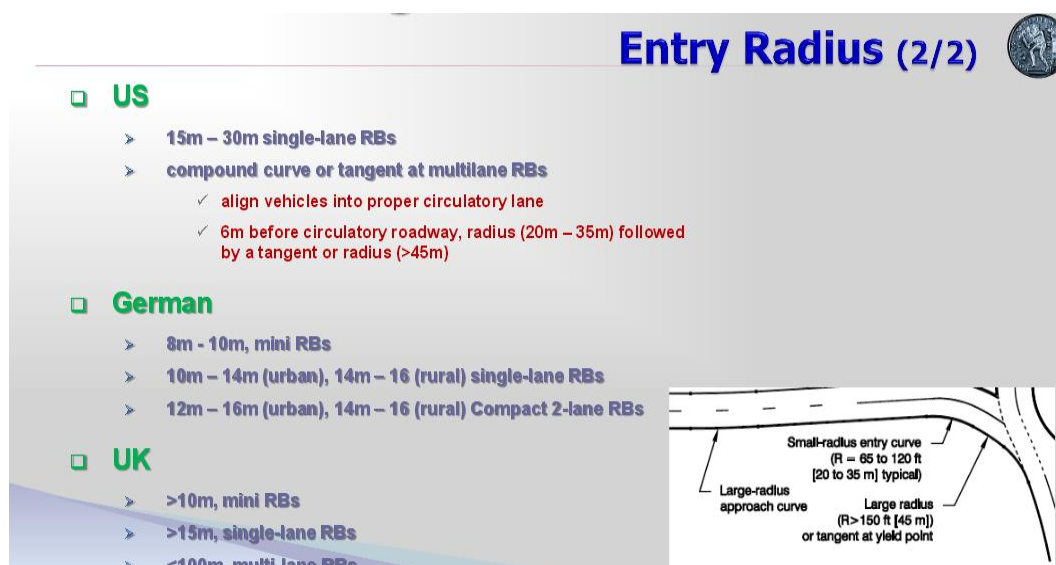
**Slika 104: Uvozni radiji v križišče glede na priporočene / dopustne radije**

Figure 104: Entry radius in sample roundabouts according to national regulations



Slika 105: Primerjava dimenzij uvoznega radija v različnih deželah [13]

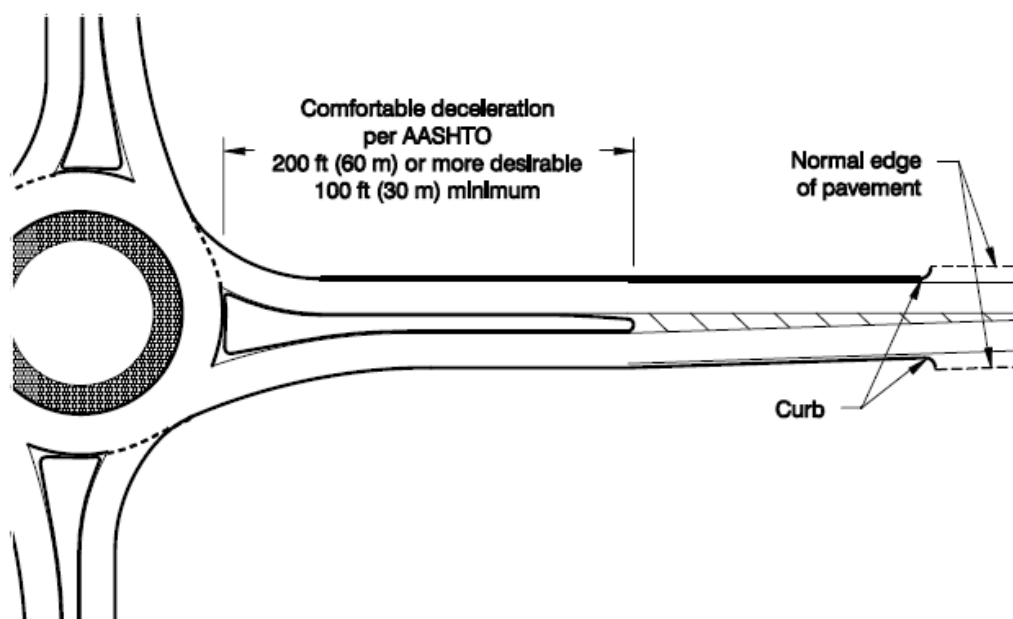
Figure 105: Entry radius recommended in different countries

Izvozni radiji so praviloma večjih dimenzij kot uvozni radiji, izjemoma so lahko tudi enaki.

5.1.6 LOČILNI OTOKI

Pri krožnih križiščih manjših dimenzij se praviloma uporabljajo ločilni otoki **kapljaste** oblike, katerih dimenzije na območju prečkanja določajo udeleženci v krožnem križišču, ki prečkajo ločilni otok. To so lahko pešci ali pešci in kolesarji, ki jih **denivelirani ločilni otoki** na območju prečkanja ločijo od motornega prometa. Na njegovem skrajnem delu, ki je namenjen postavitvi prometne signalizacije, pa dimenzije določa velikost prometnega znaka s pripadajočo varnostno širino.

Ločilni otoki sicer niso element, ki je zajet v tabeli osnovnih geometrijskih elementov enopasovnih krožnih križišč, so pa pomemben element pri oblikovanju slednjih. Imajo pomemben vpliv tudi v fazi uvoza vozila v krožno križišče. Tako kot uvozni radij vplivajo na hitrost uvažanja vozil v križišče.



Slika 106: Uporaba daljšega ločilnega otoka kot ukrep umirjanja prometa [6]

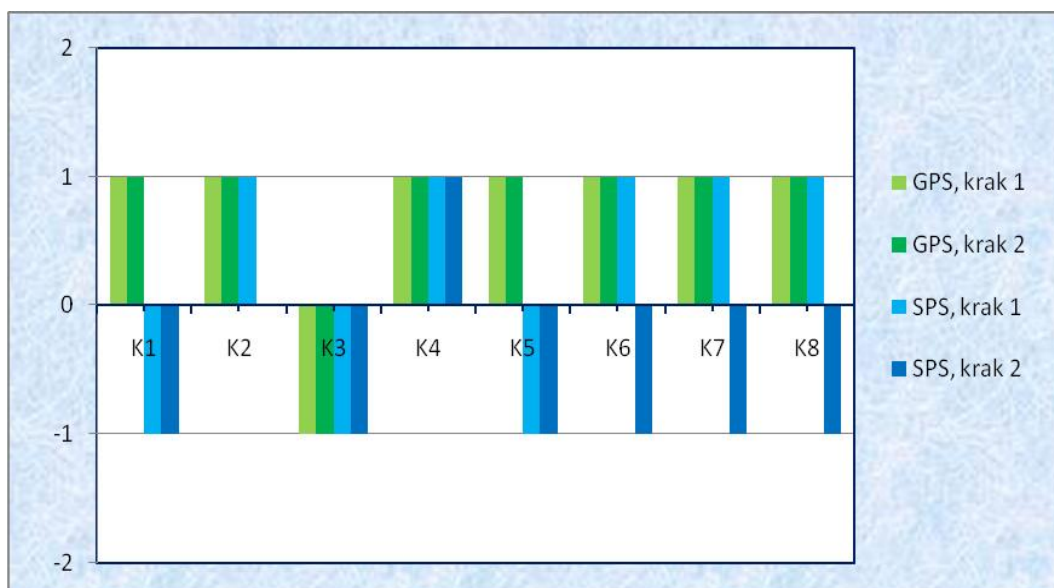
Figure 106: Extended splitter island treatment [6]

Pri križiščih, ki jih preurejamo iz klasičnih v krožna, imamo na glavni prometni smeri v več primerih zgrajen samostojen prometni pas za levo zavijanje. Namesto šrafure na daljšem potezu pasu za levo zavijanje, zgradimo daljši ločilni otok, ki optično zoži vozišče in vozniku narekuje zmanjšanje hitrosti pred vstopom v križišče.

Pri krožnih križiščih manjših dimenzij (pod 26m) izgradnja deniveliranih ločilnih otokov, predvsem na stranskih smereh, lahko predstavlja nerešljiv problem. Problem izhaja iz naslednjih ugotovitev:

- kraki stranski prometnih smeri so v naprej definirani (že zgrajeni), zato v krožno križišče niso vodeni optimalno (kot križanja je običajno daleč od idealnega oziroma predpisanega)
- priključni kraki stranskih prometnih smeri imajo zgrajena samo dva prometna pasova (po en uvozni in en izvozni pas), kar pogojuje širino vozišča in omejuje umestitev deniveliranega ločilnega otoka

Uporaba deniveliranih in tlakovanih ločilnih otokov na vzorčnih primerih je prikazana v grafikonu na *sliki 107*.

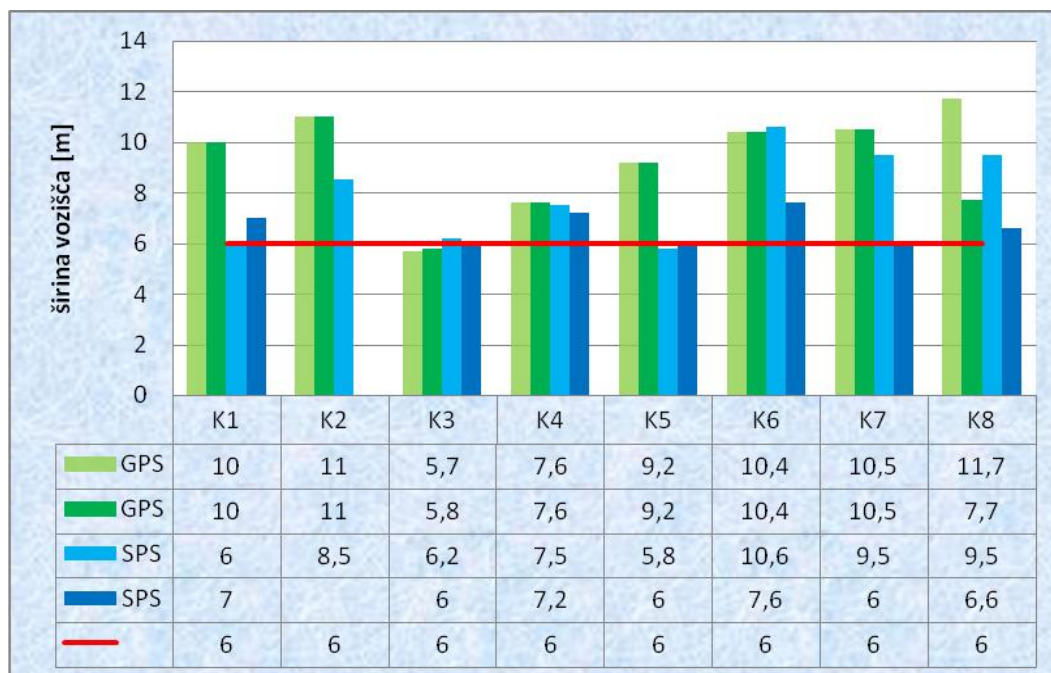


Slika 107: Uporaba deniveliranih in tlakovanih ločilnih otokov

Figure 107: Use of non-traversable and traversable splitter island in model roundabouts

Na grafikonu so prikazani vzorčni primeri (K1 – K8) s posameznimi kraki, ki se priključujejo v križišče. Vrednost »1« predstavljajo kraki, kjer je možno zgraditi denivelirane ločilne otoke, vrednost »-1« pa predstavljajo kraki, kjer deniveliranih otokov ni bilo mogoče zgraditi. Razlog za to je prostor, ki ga je potrebno zagotoviti zaradi zagotavljanja prevoznosti za merodajna vozila, kar evidentno pokažejo zavijalne krivulje merodajnih vozil (v prilogah). Od osmih obravnavanih križišč je bilo samo v dveh primerih možno zagotoviti denivelirane otoke tudi na obeh stranskih smereh (pri zunanjem premeru krožnega križišča 27m in 30m). V enem križišču, kjer pa glavne prometna smer ne poteka naravnost, pa na nobenem.

Taka križišča zahtevajo v nadaljevanju tehten razmislek glede vodenja peš prometa preko krakov, prav tako pa tudi glede vodenja prometa in postavljanja prometne signalizacije.



Slika 108: Skupna širina vozišča pred križiščem

Figure 108: Road width before roundabout

Čprav bi križišča K3, K5 in K7 z zunanjimi premeri 24m, 24m in 22m skladno s tehnično specifikacijo glede zunanjega premera lahko uvrstili **tudi med majhna krožna križišča**, nam pogoj o deniveliranih ločilnih otokih to preprečuje. V K5 in K7 je širina stranske prometne smeri preozka, da bi ob deniveriranem otoku sploh omogočala prevoznost, v K3 pa sta preozka tudi kraka glavne prometne smeri (obstoječe / predhodno stanje nima zgrajenih pasov za levo zavijanje). Izjema v analizi primerov je križišče K6, ki na stranskem kraku napaja en objekt in kljub »zadostni« širini ne omogoča umestitve deniveliranega ločilnega otoka. Vzrok je sami geometriji kraka, ki poteka v krivini.

Ne zmožnost izgradnje deniveliranih ločilnih otokov glede na zahtevo tehnične specifikacije za krožna križišča preprečuje uvrstitev križišč z zunanjim premerom pod 27m, v klasična enopasovna (majhna) krožna križišča.

Pri **mini** krožnih križiščih je skladno s tehnično specifikacijo za krožna križišča **ločilni otok** lahko izveden tudi kot **povozni** v tlakovani izvedbi ali zgolj s talnimi označbami (zaporno ploskvijo).

5.2 ZAKLJUČKI ANALIZE

V nalogi se je analiziralo vzorec osmih križišč, ki so se iz nesemaforiziranih križišč preuredila oziroma je za njih pripravljena dokumentacija, da se preuredijo v krožna križišča. Skozi analizo osnovnih geometrijskih elementov se je poskušalo ugotoviti ali geometrijski elementi, katere priporočene in mejne vrednosti opredeljuje veljavna tehnična specifikacija za krožna križišča in veljajo za enopasovna krožna križišča, velja tudi za mini krožna križišča. Preverjali so se naslednji elementi: širina uvoza, širina voznega pasu, dolžina razširitve, premer, uvozni radij, širina krožnega pasu in ostrina razširitve. Edini element, ki se ni preverjal je vpadni kot, ki je z geometrijo obstoječega križišča že definiran in ga ob preureditvi ni moč spreminjati.

Odgovor je: »da«. **Osnovni geometrijski elementi, z izjemo dolžine razširitve, ki jih tehnična specifikacije predpisuje za majhna krožna križišča, veljajo tudi za mini krožna križišča, z zunanjim premerom pod 25m.**

Poleg osnovnih geometrijskih elementov so se v nalogi analizirali še ostali elementi, ki uvrščajo krožno križišče v posamezen tip krožnega križišča. Skozi analizo vzorca križišč in njihovih elementov je bilo ugotovljenih več neskladij znotraj veljavne specifikacije. Kot zaključek analize se predlagajo posamezne dopolnitve. Pri tem so bila analizirana tudi dognanja tujih strokovnjakov, ki potrjujejo ugotovitve pri analizi vzorčnih primerov.

Velikost krožnega križišča:

Majhnega urbanega krožnega križišča z zunanjim premerom pod 27m ni možno zgraditi brez odstopanja od ostalih določil tehnične specifikacije za krožna križišča. Zunanji premer 27m opredeljuje kot minimalni premer tabela osnovnih geometrijskih elementov, medtem ko tabela »*Delitev krožnih križišč glede na lokacijo in velikost*« dopušča gradnjo majhnega krožnega križišča do najmanjšega zunanjega premera 22m. Pri tako majhnem radiju, ob zagotavljanju prevoznosti, na vseh krakih ni možno zgraditi deniveliranih ločilnih otokov, ki jih specifikacija predpisuje kot obvezna za majhna krožna križišča.

Pri radiju pod 27m, kjer bi morali definirati spodnjo mejo majhnega krožnega križišča, bi bilo potrebno **geometrijo krožnega križišča določiti z dinamičnimi zavijalnimi krivuljami**. Krožno križišče se sme zgraditi le v primeru, če **z geometrijo sredinskega otoka lahko ustvarimo krožeči tok**. Sredinski otok je potrebno oblikovati na način, da poleg prevoznosti za dolga vozila zagotavlja **krožni promet** ostalim vozilom, z odvrčanjem od iskanja bližnjic pri vožnji naravnost. Stalne ali začasne rešitve, ki tega pogoja ne izpolnjujejo, bi bilo potrebno prepovedati.

Kakšen sredinski otok torej zgraditi na bolj obremenjenih lokalnih in regionalnih cestah, da bo zagotovljen krožni promet in ga ne bodo povozila vsa vozila?

Rešitev je v »dvignjeni« odliki sredinskega otoka, ki mu dodamo povozni del in ga oblikujemo tako, da odvrta voznike osebnih vozil, da bi vozili preko njega. V tuji literaturi tako obliko krožnega križišča navajajo kot **MIDI ROUNDABOUT** [12]. **Križišče ima vse karakteristike mini krožnega križišča, vendar z dvignjenim sredinskim otokom.** Izvaja se izključno v primeru rekonstrukcije že zgrajenega tri- ali štiri-krakega križišča.

Predlog geometrijskih elementov za midi/mini krožno križišče:

- zunanji premer do 27m,
- dvignjen del sredinskega otoka najmanj 6m in največ 9m in se ga obvezno določi z dinamičnimi zavijalnimi krivuljami za merodajno vozilo v posamezni smeri,
- povozni del sredinskega otoka višinsko dvignjen nad nivo vozišča za 4–5cm in oblikovan za vožnjo dolgih vozil,
- širina krožnega pasu od 4,5m do 6m, izjemoma do 8m,
- širina uvoza (e) od 3,6m do 5m,
- širina voznega pasu (v) od 2,75m do 3,5m,
- uvozni radij naj bo majhen (optimalno 12m – 16m), vendar obvezno izdelan na podlagi dinamičnih zavijalnih krivulj merodajnega vozila,
- ločilni otoki se izvedejo v denivelirani ali povozni obliki (tlakovani ali barvani).

6 POVZETEK

Krožno križišče je ena izmed oblik nivojskega križanja prometnih tokov, kjer prednostna cesta poteka v zaključnem krogu v smeri, nasprotni gibanju urinih kazalcev in v katero se stekajo trije ali več krakov cest. Krožno vozišče je definirano z zunanjim premerom ter sredinskim otokom. V primerjavi s klasičnim tri ali štirikrakim križiščem nudi večjo kapaciteto in višji nivo prometne varnosti. Hitrost skozi krožišče je ob pravilni obliki sredinskega otoka znižana, promet pa ustrezno umirjen. Predvsem slednje je največkrat tudi razlog za preureditev klasične oblike križišča v krožno križišče.

Krožno križišče v osnovi na mestu prepletanja prometnih tokov zahteva več prostora kot klasično križišče, vendar je prostor predvsem v urbanem okolju običajno zelo omejen. Ravno omejen prostor je predstavljal največji problem, zato je bilo potrebno preveriti, kaj je možno zgraditi v tem prostoru, brez ali z minimalnimi gradbenimi posegi. Pojavila se je ideja o mini krožnih križiščih stalnih in začasnih oblik, umeščenih v gabarite obstoječega križišča.

Skozi analizo vzorca osmih križišč se je preverjala možnost realizacije preureditve. Glede na velikost zunanjega premera krožnega križišča se je križišča uvrstilo v dva tipa, v majhno in mini krožno križišče. V nalogi sem preverila, ali dimenzije osnovnih geometrijskih elementov, ki jih zakonodaja priporoča za enopasovno krožno križišče, veljajo tudi za mini krožna križišča.

Analiza širine krožnega vozišča, širine voznega pasu na kraku, širine uvoza, ostrine razširitve in uvoznih radijev je potrdila zastavljeno hipotezo.

Analiza zunanjega premera ter oblikovanja sredinskega otoka ter ločilnih otokov pa je podala nove smernice pri oblikovanju krožnih križišč. Glede na veljavno zakonodajo večino že preoblikovanih križišč v celoti ne moremo uvrstiti ne med majhna in ne med mini krožna križišča.

SUMMARY

A roundabout is a form of level crossing for traffic flows, whereby the main road runs into the circle in a counter-clockwise direction and where three or more legs flow into. Circular carriageway is defined by an outer diameter and the central island. Compared with a conventional three or four-leg intersection, it provides greater capacity and a higher level of traffic safety. With the correct design of the central island, the speed in the roundabout is decreased and the traffic is decelerated. The latter is often the reason for the conversion of traditional forms of intersection into the roundabouts.

The roundabout on the spot of interweaving traffic flows requires more space than a conventional intersection however the space in mainly urban areas is usually very limited. The biggest problem is precisely these limited spaces. For that reason, it was necessary to analyze what can be constructed with either minimal or no construction activity. Consequently, the idea about mini roundabouts with permanent or temporary designs was formed.

Modification possibilities were investigated with the analysis of a sample of eight intersections. Depending on the size of the outer diameter of the roundabout, junctions are divided in two types: small and mini roundabouts. In my thesis, I verified that the basic geometric elements, recommended by legislation for single lane roundabouts, could also be applied to mini roundabouts.

Analysis of the width of the circulating roadway, the lane width, the width of the entry, sharpness expansion, and the entry radius has confirmed my hypothesis.

Analysis of the external diameter and the design of the central island and splitter islands have made the new guidelines in the design of roundabouts, which according to the legislation as a whole cannot be classified not either as a small nor as a mini roundabout.

7 VIRI

- [1] Zakon o cestah, Uradni list RS, št. 109/2010 z dne 30. 12. 2010.
- [2] Pravilnik o projektiranju cest, Uradni list RS, št. 91/2005 z dne 14. 10. 2005.
- [3] TSC 03.314: 2011 Krožna križišča.
- [4] Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, Uradni list RS, št. 86/2009 z dne 30.10.2009.
- [5] TSC 03.344 : 2003 Nivojska križišča in priključki (predlog).
- [6] Transportation Research Board of National Academies: Roundabouts: An Informational Guide. 2010. Second Edition.
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_672.pdf (Pridobljeno 30. 9. 2014.)
- [7] US Department of Transportation, Federal Highway Administration. 2010.
<http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/innovative/roundabouts/fhwas10007/#s1> (Pridobljeno 2. 5. 2016.)
- [8] Kennedy, J.: The UK Standards for Roundabouts and Mini-Roundabouts. National Roundabout Conference. 2008. Transport Research Laboratory.
http://teachamerica.com/RAB08/RAB08_Papers/RAB08WWRKennedy.pdf (Pridobljeno 5. 5. 2016.)
- [9] Sawers C. 2012. Mini-roundabouts - Getting them Right!
<http://www.mini-roundabout.com/> (Pridobljeno 3. 3. 2016.)
- [10] Zupan, S. 2007. Navodila za načrtovanje krožnega prometa: 45 str.
(prevod iz: Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen Arbeitsgruppe Strassenentwurf. 2006). Osebna komunikacija 22. 3. 2012.
- [11] Brilon, W. 2011. Studies on Roundabouts in Germany: Lessons Learned.
http://www.ruhr-uni-bochum.de/verkehrswesen/download/literatur/Brilon_roundabouts_2011_05_29_cit.pdf
(Pridobljeno 28. 9. 2014.)
- [12] The MIDI-roundabout. 2012.
<http://www.midi-roundabout.co.uk/> (Pridobljeno 30. 4. 2016.)
- [13] Nikou, D. 2015. Research Associate, National Technical University of Athens.
http://www.nrso.ntua.gr/images/stories/conferences/16_9_ishgd_15_roundabouts.pdf
(Pridobljeno 9. 5. 2016.)
- [14] Roundabouts - information guide (US Department of Transportation). 2000.

- <http://www.learningace.com/doc/6506976/0f0e8bbcb6fcdee5b3eb0dbbbf5e85ec/roundabouts-information-guide> (Pridobljeno 30. 9. 2014.)
- [15] Nelligan, B. 2012. Safety Review of Roundabouts in Alberta, Canada.
<https://trid.trb.org/view.aspx?id=1263529> (Pridobljeno 30. 9. 2014.)
- [16] US Department of Transportation, Federal Highway Administration: 2010. Mini Roundabouts, Technical Summary (FHWA-SA-10-007).
<http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/fhwasa10007/> (Pridobljeno 2. 5. 2016.)
- [17] Roundabout Design Standards. 2005. A Section of the Traffic Engineering Policy & Design Standards, City of Colorado Springs – Transportation Engineering.
<http://www.virginiadot.org/info/resources/round/coloradospringsroundaboutdesignstandards.pdf> (Pridobljeno 9. 5. 2016.)
- [18] Roundabouts in the United States. 2007.
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_572.pdf (Pridobljeno 30. 9. 2014.)
- [19] Geopedia – interaktivni in spletni atlas in zemljevid Slovenije. 2016.
<http://www.geopedia.si/> (Pridobljeno 21. 4. 2016 – 9. 5. 2016.)
- [20] Direkcija RS za infrastrukturo, prometne obremenitve 2014.
http://www.di.gov.si/si/delovna_podrocja_in_podatki/ceste_in_promet/podatki_o_prometu/ (Pridobljeno 21. 4. 2016 – 9. 5. 2016.)
- [21] Gorenjska gradbena družba d.d. PZI Ureditev križišča Črnivec na cesti R2-452/0208, km 7,050 št. NK-03/13, Odgovorna vodja projekta: Andreja Strupi Pavlin.
- [22] Gorenjska gradbena družba d.d. INZI Sanacija nevarnega mesta z ureditvijo križišča na R3-635/1121 Lesce – Kamna Gorica – Lipnica v km 2+447 št. P-21/14, Odgovorna izdelovalka: Andreja Strupi Pavlin.
- [23] Gorenjska gradbena družba d.d. INZI Ureditev mini krožnega križišča v Bohinjski Bistrici št. P-21/14, Odgovorna izdelovalka: Andreja Strupi Pavlin.
- [24] Gorenjska gradbena družba d.d. INID Ureditev enopasovnega montažnega krožnega križišča K3 na G2-104/1136 Kranj – Sp, Brnik v km 2+400 št. INID-34/15, Odgovorna izdelovalka: Andreja Strupi Pavlin.
- [25] Gorenjska gradbena družba d.d. INZI Ureditev začasnega krožnega križišča na R1-209/1088 Lesce – Bled v km 3,340 št. P-92/12, Odgovorna izdelovalka: Andreja Strupi Pavlin.
- [26] Gorenjska gradbena družba d.d. INID Ureditev začasnega montažnega krožnega križišča na R1-225/1359 v km 0,575 št. P-05/16, Odgovorna izdelovalka: Andreja Strupi Pavlin.
- [27] Stia d.o.o., PZI Ureditev montažnega krožnega križišča na R2-419/1203, v km 13,807 št. proj. 443/16, Odgovorna vodja projekta: Magda Meglič, Osebna komunikacija 26. 4. 2016.

- [28] Gorenjska gradbena družba d.d. INZI Montažno krožno križišče Bakovnik (pri Lidlu), št. P-03/16, Odgovorna izdelovalka: Andreja Strupi Pavlin.
- [29] Mini-Roundabout at Vierling Drive & County Road 79. 2016.
<http://www.shakopeemn.gov/residents/roads-transportation/current-projects/mini-roundabout-at-vierling-drive> (Pridobljeno 5. 3. 2016.)
- [30] Roundabout – Wikipedija. 2013.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Roundabout> (Pridobljeno 5. 3. 2016.)
- [31] Google zemljevidi. 2016.
<https://www.google.si/maps/> (Pridobljeno 5. 3. 2016 – 10. 5. 2016.)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE ČRNIVEC

PRILOGA B: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE LESCE

PRILOGA C: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE BOHINJSKA BISTICA

PRILOGA D: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE ŠENČR

PRILOGA E: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE BLED

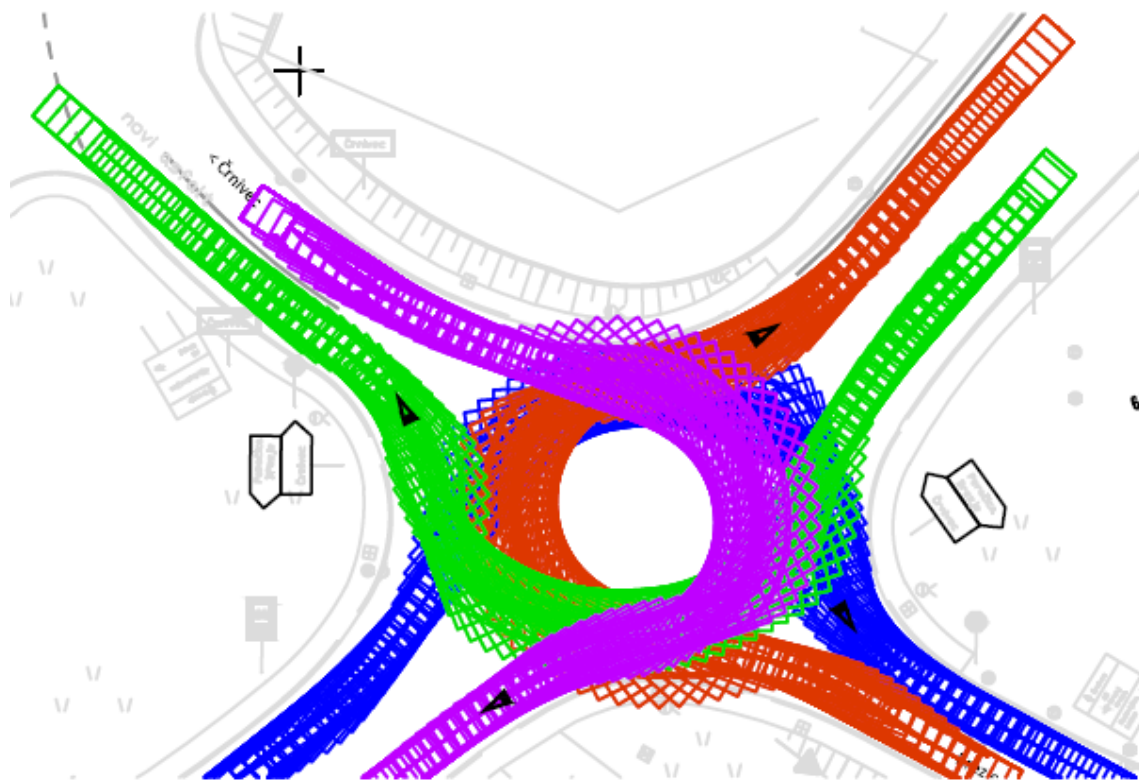
PRILOGA F: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE VOLČJI POTOK

PRILOGA G: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE KANDIJSKA

PRILOGA H: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE BAKOVNIK

PRILOGA A: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE ČRNIVEC

Turistični avtobus:

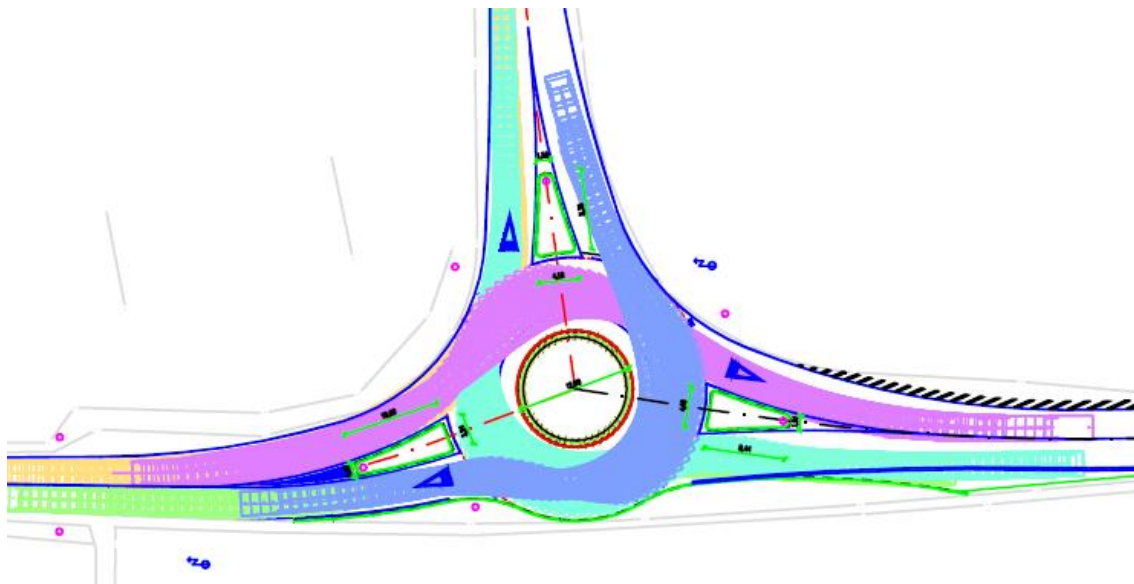


Vlačilec:



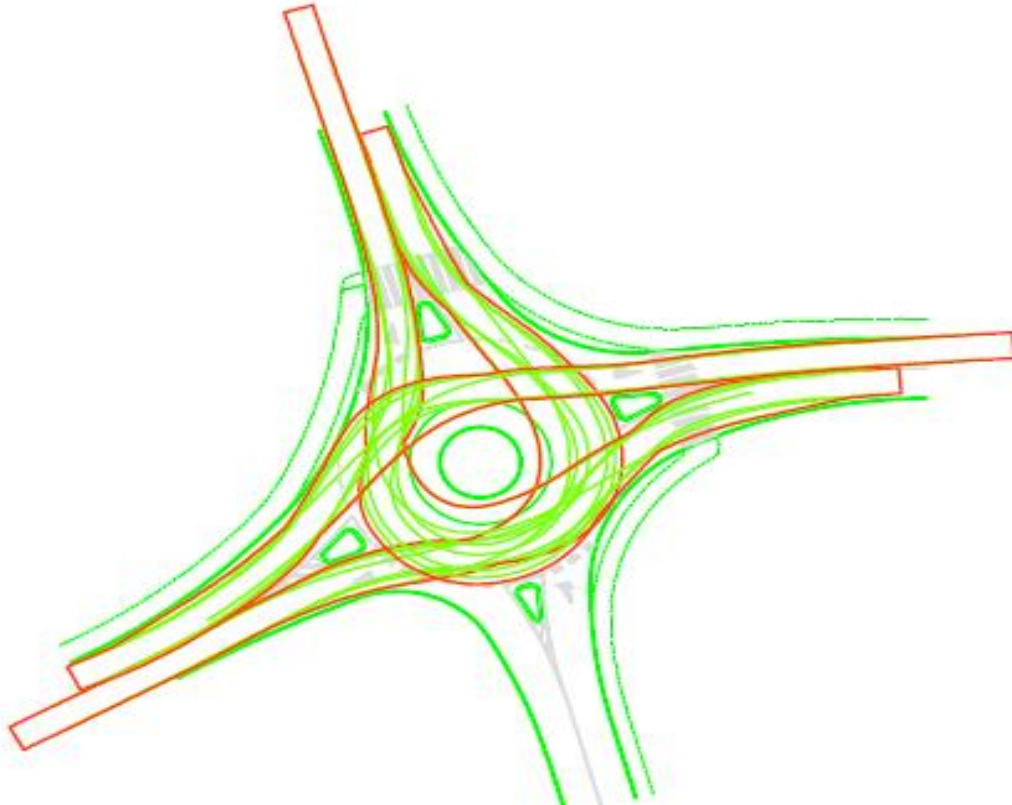
PRILOGA B: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE LESCE

Vlačilec v vseh smereh

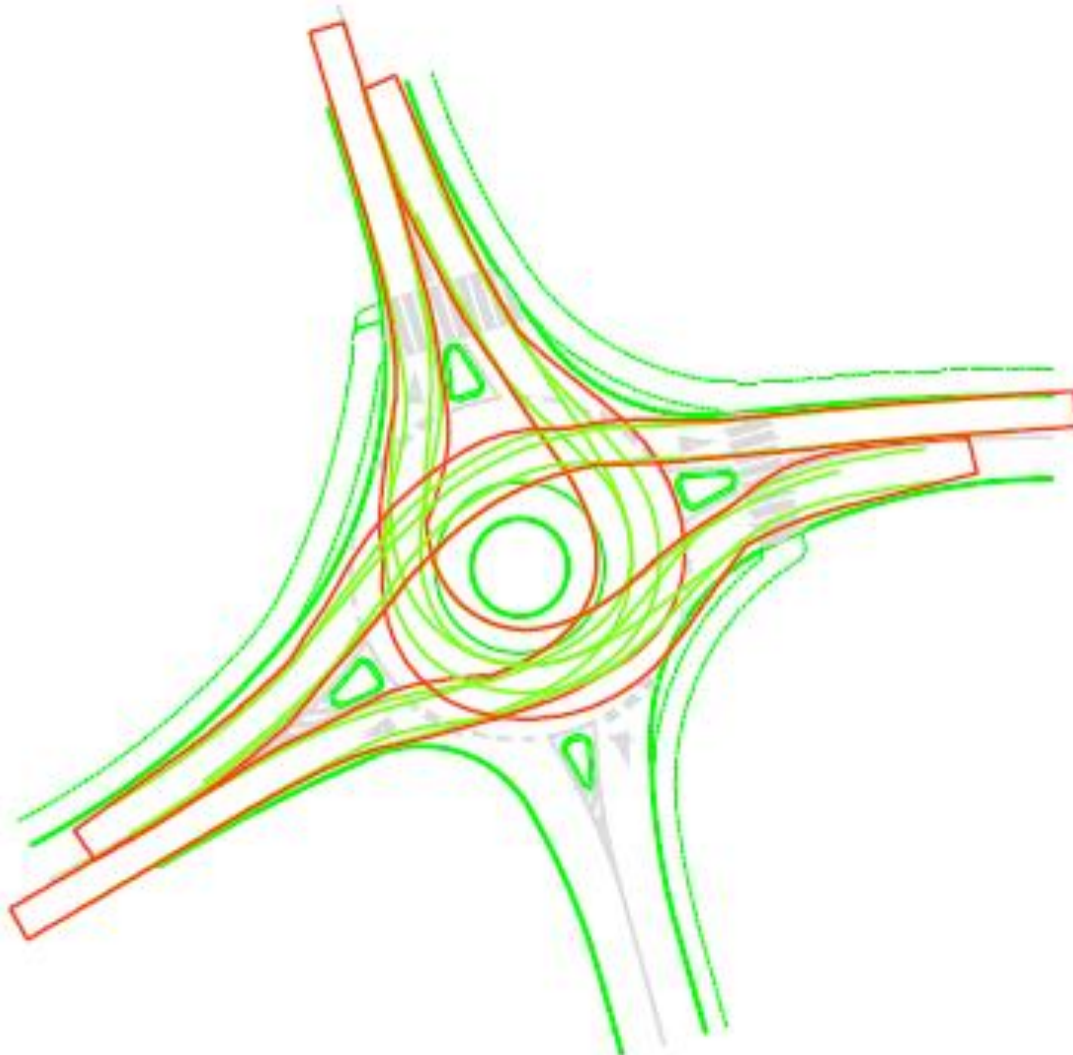


PRILOGA C: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE BOHINJSKA BISTICA

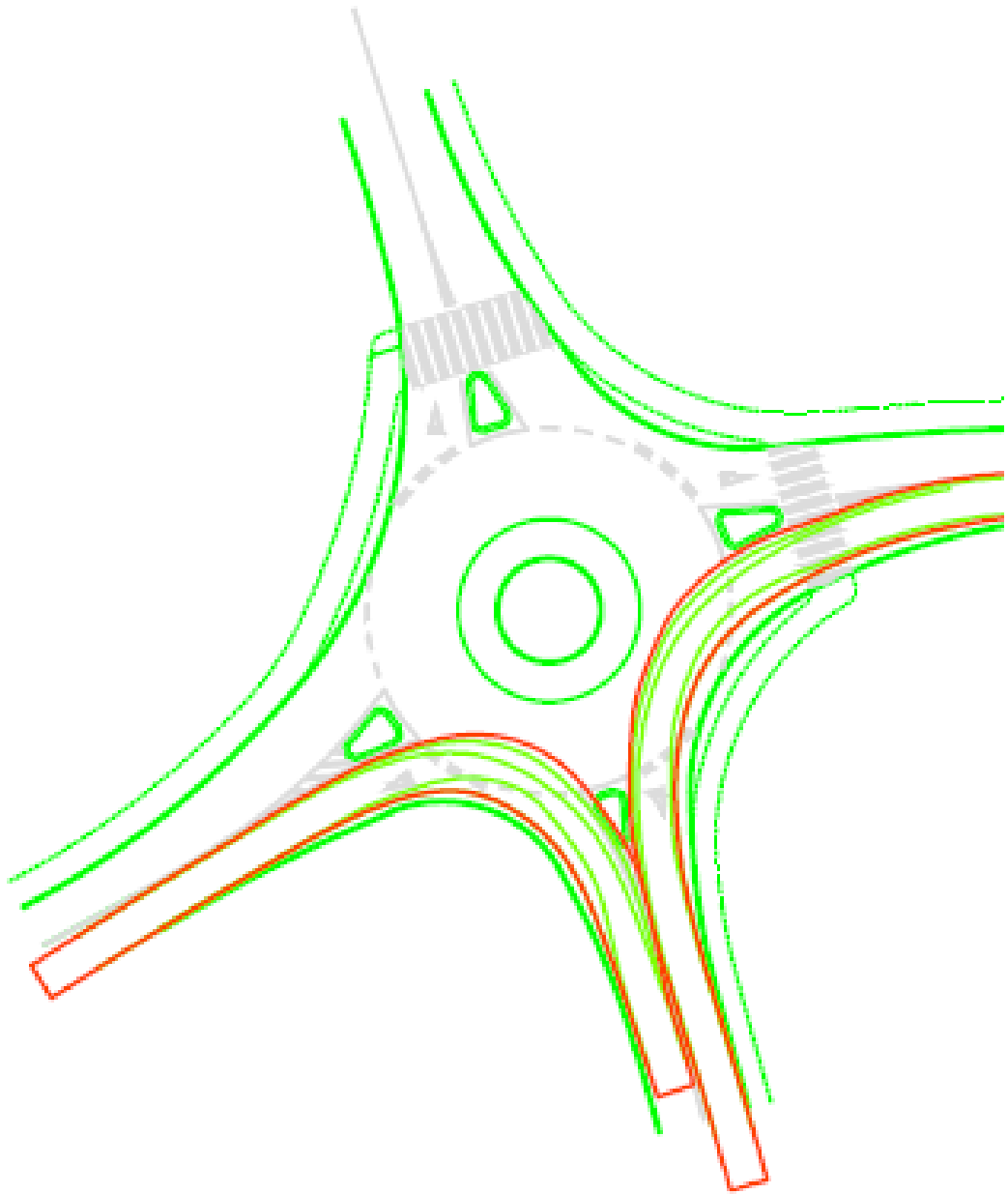
Sedlasti vlačilec, $v = 20 \text{ km/h}$



Turistični avtobus, $v = 20 \text{ km/h}$

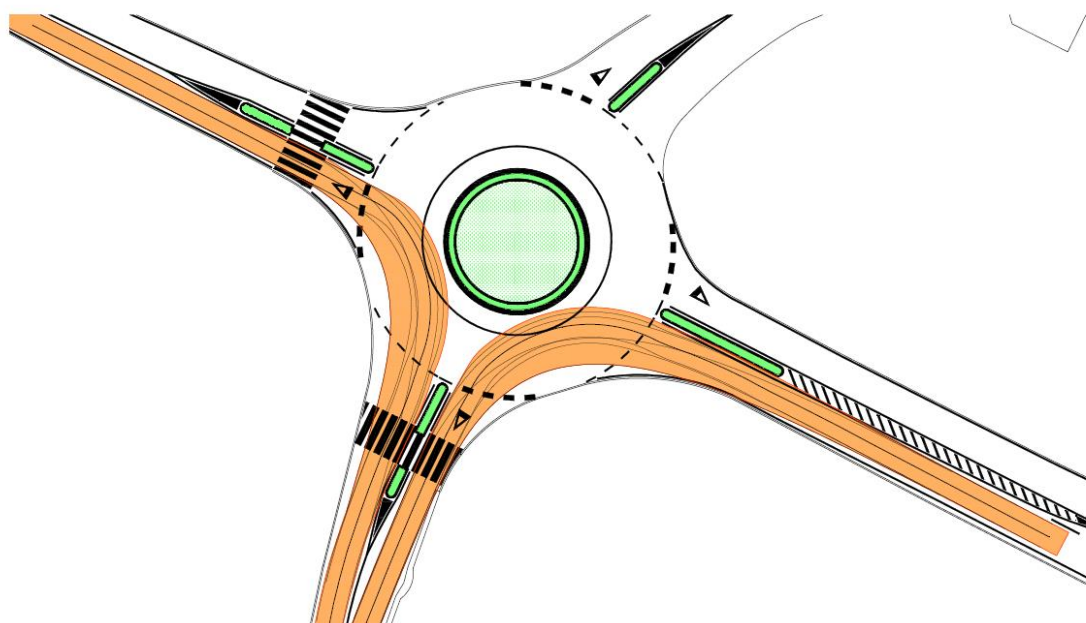
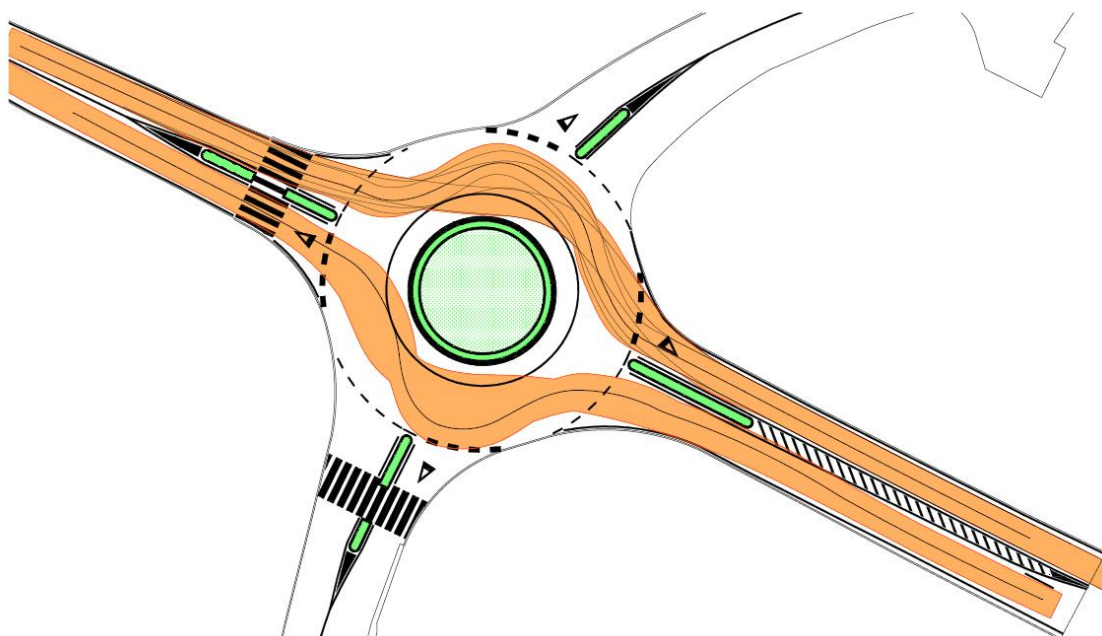


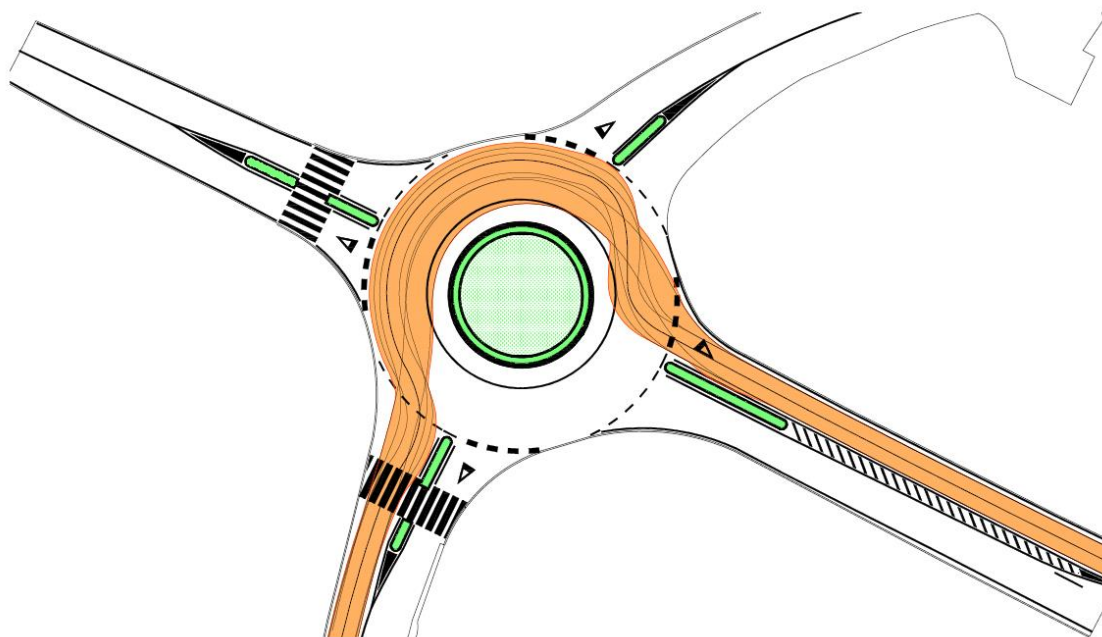
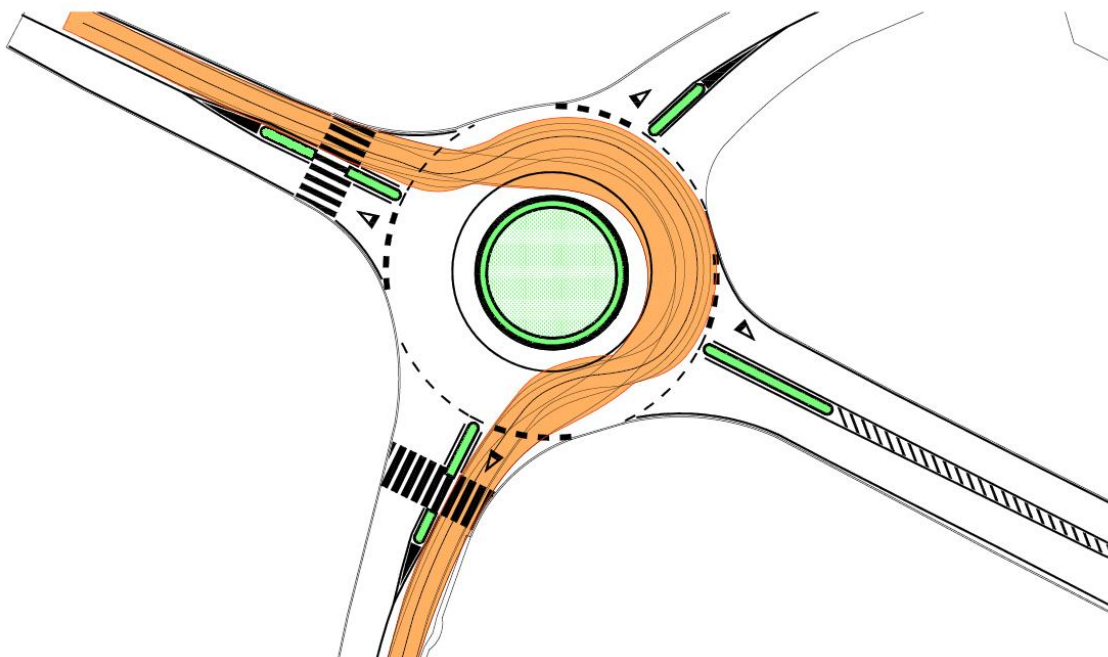
Triosni kamion, $v = 20\text{km/h}$

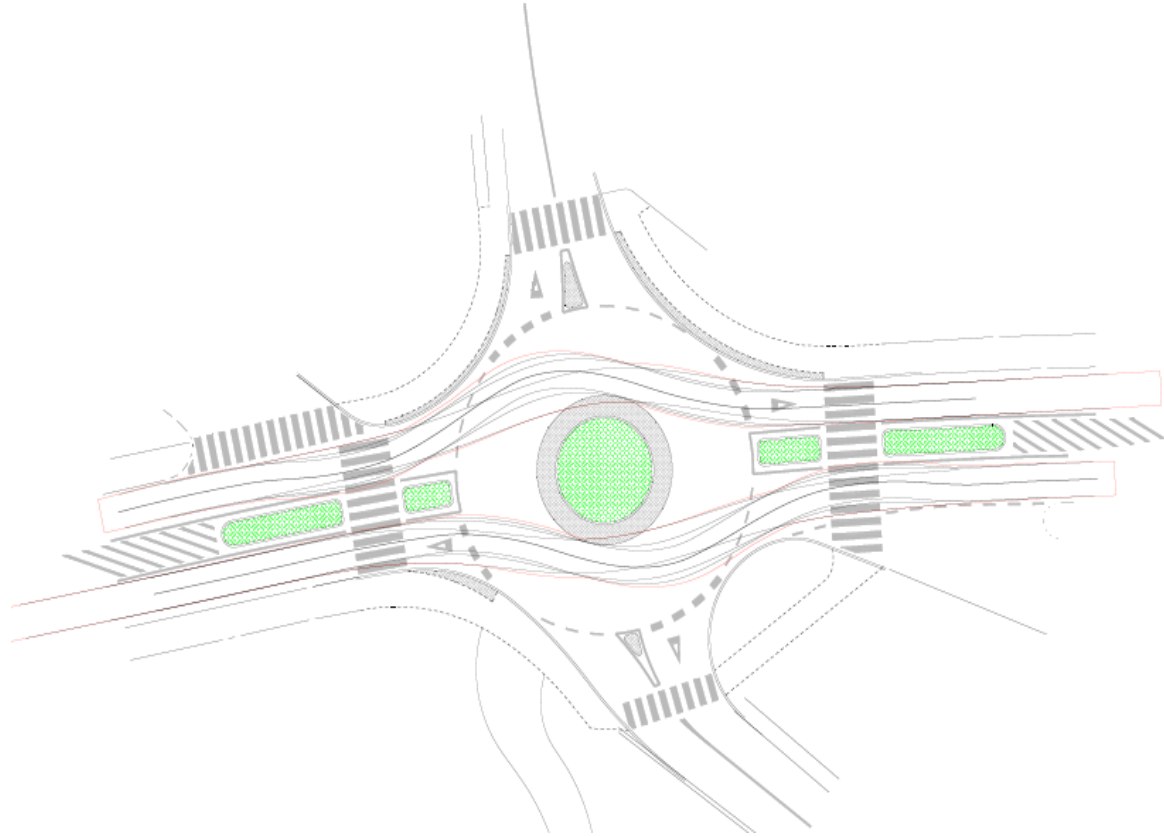


PRILOGA D: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE ŠENČR

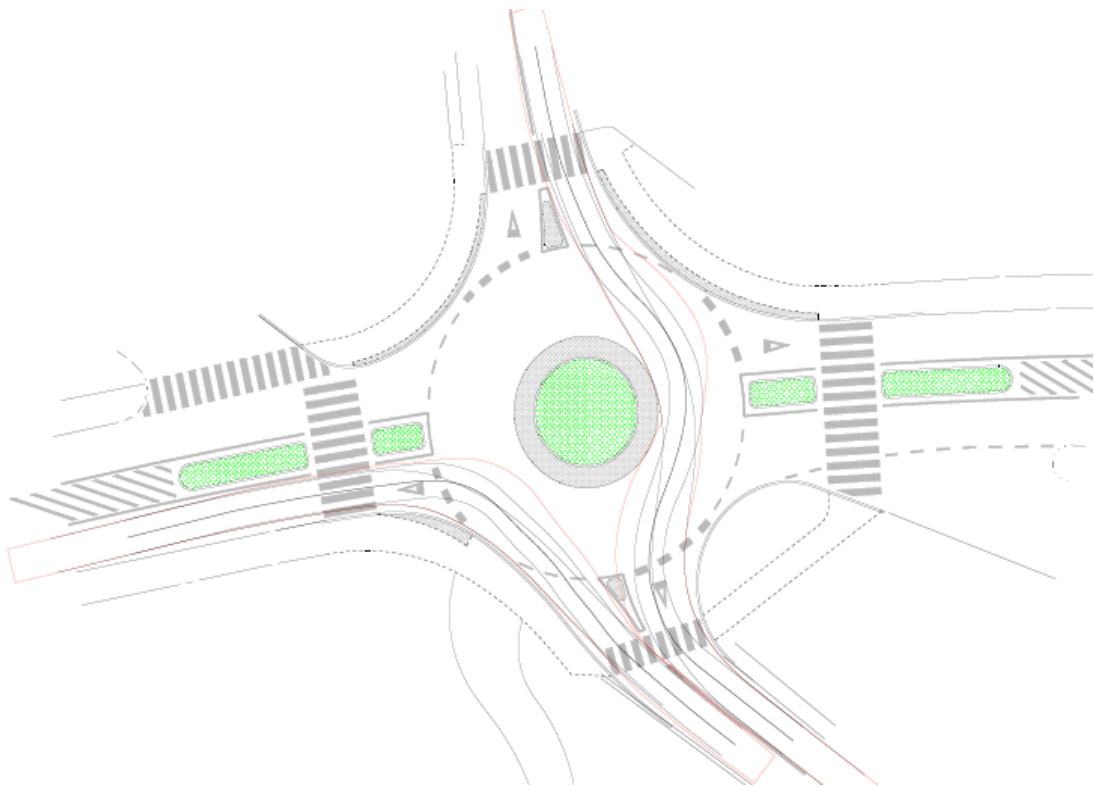
Zavijalne krivulje so prikazane za sedlasti vlačilec za prevozno hitrost 10 km/h.



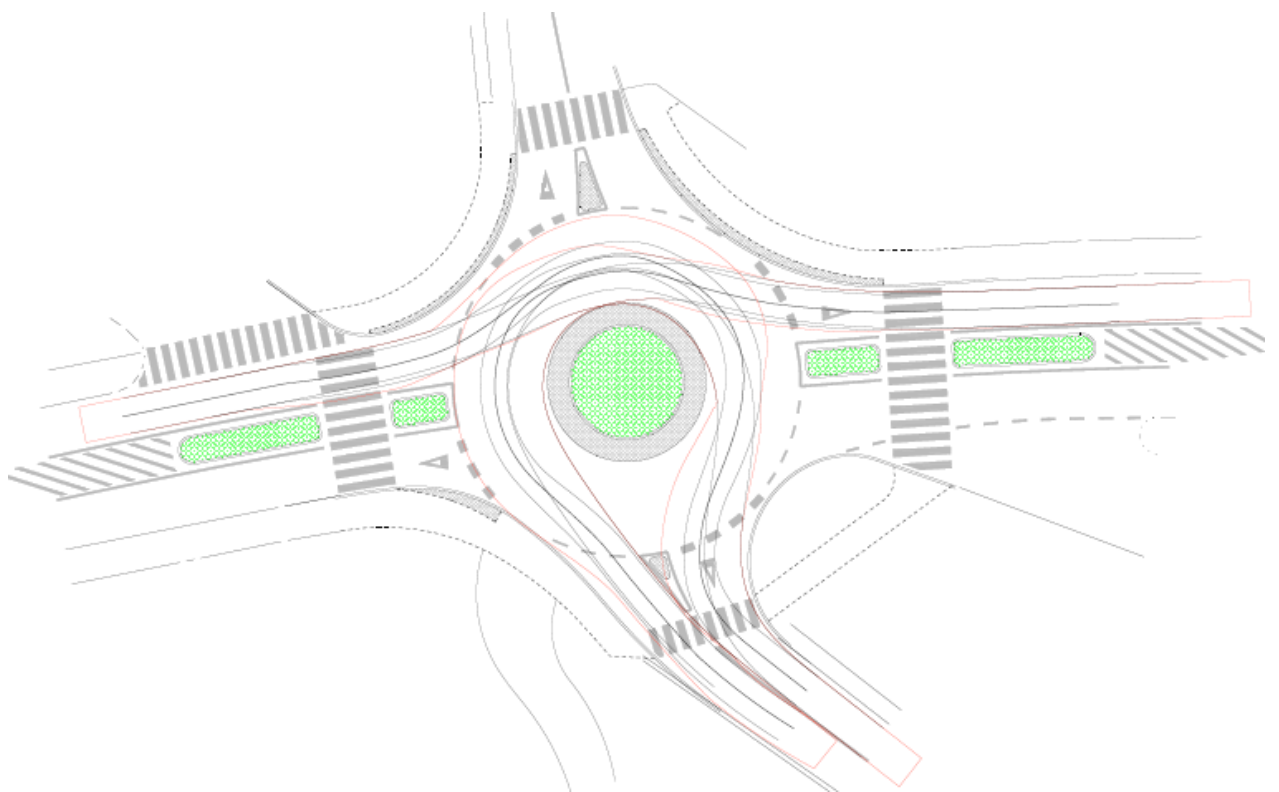


PRILOGA E: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE BLEDVlačilec, $v = 20 \text{ km/h}$ 

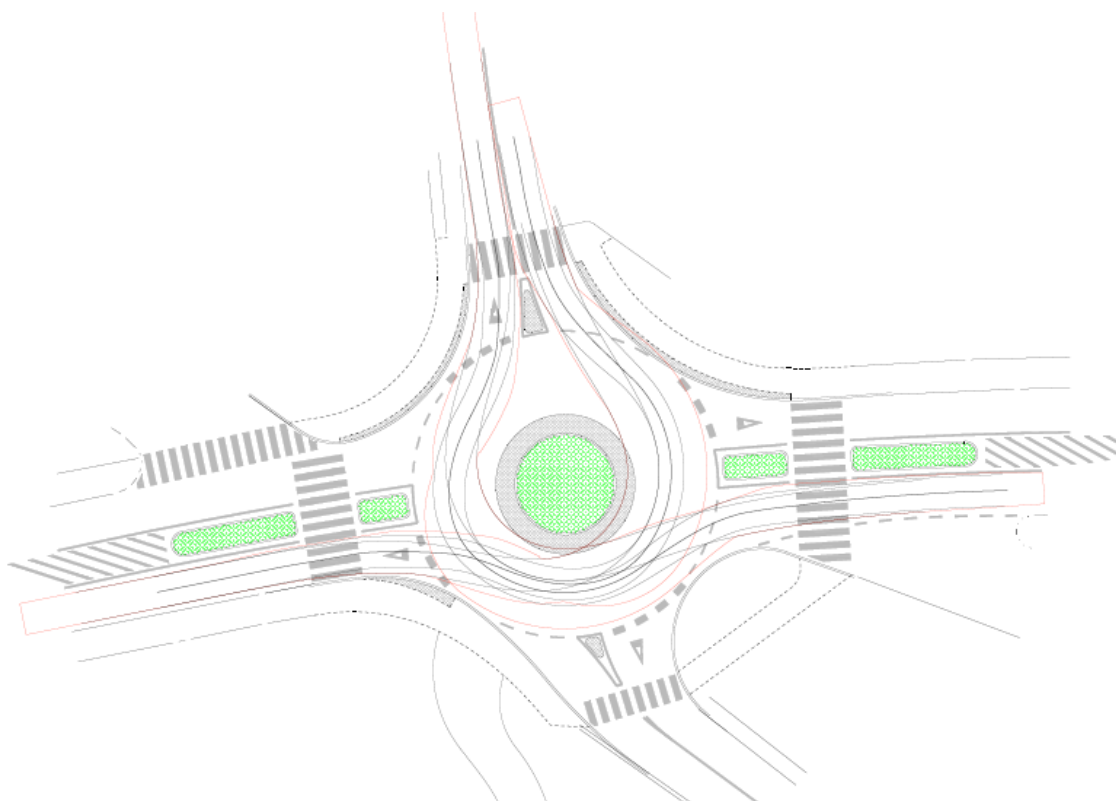
Mestni avtobus, $v = 15 \text{ km/h}$



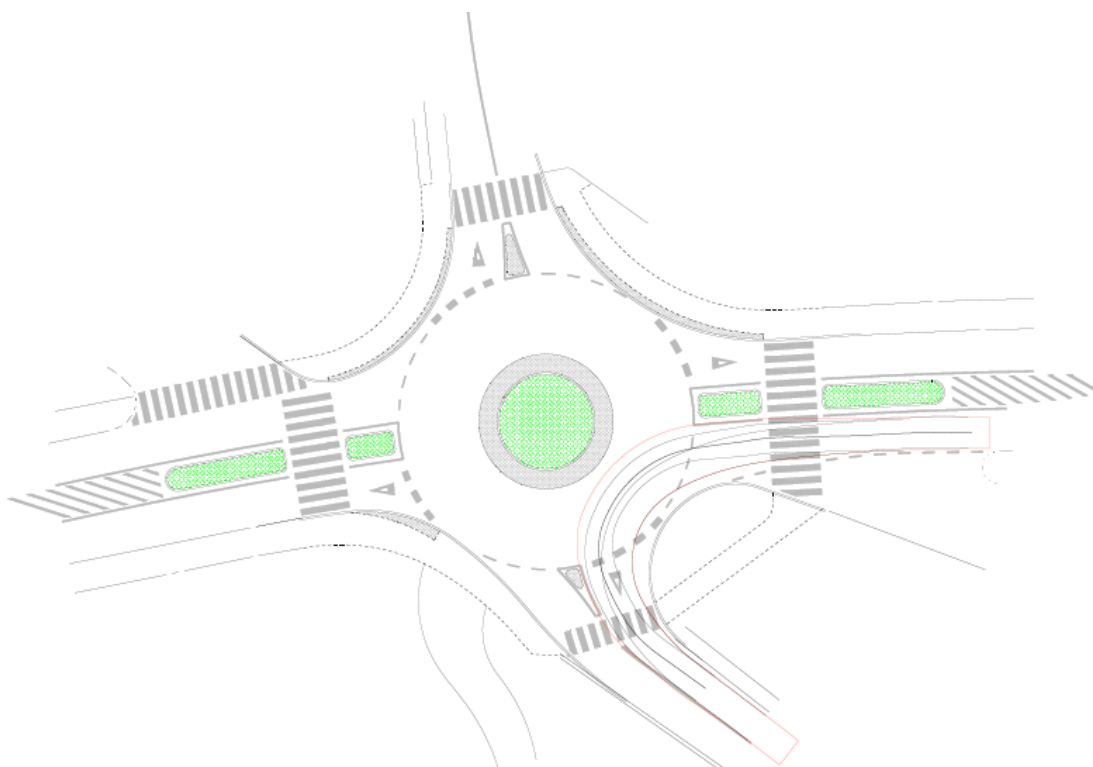
Mestni avtobus, $v = 15 \text{ km/h}$



Turistični avtobus, $v = 15 \text{ km/h}$

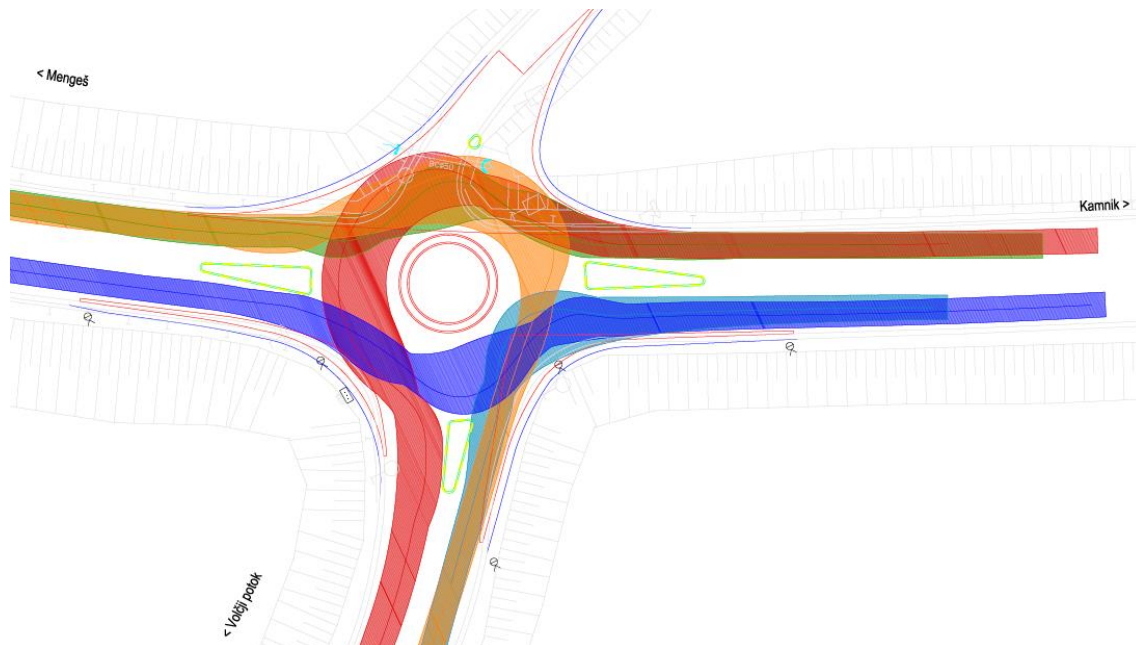


Veliko tovorno vozilo, $v = 15 \text{ km/h}$



PRILOGA F: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE VOLČJI POTOK

Sedlasti vlačilec, $v = 20 \text{ km/h}$



Smetar, $v = 20 \text{ km/h}$



PRILOGA H: ZAVIJALNE KRIVULJE – KRIŽIŠČE BAKOVNIK

Sedlasti vlačilec – zavijanje v smeri in iz smeri trgovskega centra Lidl



Smetarsko vozilo v vseh smereh, merodajno za Klavčičevo ulico (na zahodu)

