



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Promet
Modul (cestni promet)

UREDITEV KROŽIŠČ

Mentor: mag. Brane Lotrič, univ. dipl. org.
Somentor: Pavle Hevka
Somentor: mag. Tadej Markič
Lektor: Andrija Hevka, univ. dipl. prof.

Kandidat: Milivoj Turkovič

Ljubljana, avgust 2008

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju g. mag. Branetu Lotriču, univ. dipl. org.

Hvala somentorjema g. Pavletu Hevki in g. mag. Tadeju Markiču za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorju g. Andriji Hevki, univ. dipl. prof., ki je lektoriral mojo diplomsko nalogo.

Posebne zahvale ženi Andreji, staršema in g. polkovniku Dobranu Božiču za nesebično pomoč in spodbujanje v času študija.

IZJAVA

»Študent Milivoj Turkovič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom g. Pavleta Hevke in g. mag. Tadeja Markiča.«

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

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Sodobni evropski trendi vse pogosteje uvajajo krožna križišča ali krožišča, ki lahko v opisanih določenih pogojih uspešno nadomestijo klasično obliko križišč, predvsem z rekonstrukcijami. Prednosti, kot so varnost, večja prevoznost, manjša poraba prostora in dobra rešitev za umirjanje prometa nam ponujajo vgradnjo krožišča na mnogih krajih, kjer se križajo prometni pasovi.

Te prednosti in slabosti smo opisali in podali ugotovitve za boljše načrtovanje rekonstrukcij in novih krožišč. Podana je primerjava z Republiko Kosovo, kjer so na začetku načrtovanja in postavljanja prometne infrastrukture in posodabljanja. Sestavni deli teh načrtov so tudi izgradnje krožnih križišč - krožišč.

Pomemben element vsakega prometnega sistema je varnost prometa. Krožišča imajo pri tem velik pozitiven učinek. Sledi opis teh učinkov in nadaljnje smeri razvoja krožišč. V Sloveniji se gradi prvo turbo - krožno križišče.

KLJUČNE BESEDE

- krožno križišče
- projektiranje
- prometna infrastruktura
- prometna varnost
- turbo- krožno križišče

ABSTRACT

Contemporary european trends are more often introducing round crossings or crossroads which can in descriptive defined terms succesfully replace classical shape of crossroads specialy with reconstructions. Advantages as speed, bigger transportability, lower consumption of space and good solution for lower down the traffic, are offering construction of crossroads in many places where traffis belts crosses.

We have described these advantages and disadvantages and gave ascertainment for a better planning of reconstructions and new crossroads. There is a comparison with Republic of Kosovo where are at the beginning of planning and boasting of traffic infrastructure and modernazing.

The important element of each traffis system is traffic safety. Crossroads have here a big positive effect. Now follows a description of these effects and the following directions of development of crossroads. In Slovenia are building the first turbo-round crossroads.

KEYWORDS

- round crossroad
- projection
- traffic infrastructure
- traffic safety
- turbo-round crossroad

KAZALO

1	Uvod	3
1.1	Predstavitev problema	3
1.2	Predstavitev okolja	3
1.3	Predpostavke in omejitve	3
1.4	Metode dela	3
2	Osnove - tehnične specifikacije krožišč	4
2.1	Zgodovina krožišč	4
2.2	Pojmi	4
2.3	Lastnosti križišč	7
2.3.1	Posebnosti krožnih križišč	7
2.3.2	Prednosti in pomankljivosti	7
2.3.3	Prometna varnost v krožiščih	8
2.4	Delitev krožnih križišč	12
2.4.1	Delitev glede na lokacijo in velikost	12
2.4.2	Delitev glede na namembnost	13
2.4.3	Delitev glede na število krakov	13
2.4.4	Delitev glede na število vozniških pasov	13
2.4.5	Delitev glede na vodenje posameznih smeri	14
2.5	Kapaciteta krožnega križišča	14
2.6	Projektno – tehnični elementi	15
2.6.1	Izbira zunanje premera in širine krožnega pasu	15
2.6.2	Vodenje cest v krožišče	15
2.6.3	Širina voznega pasu pred krožiščem	16
2.6.4	Širina uvoza v krožišče in dolžina razširitve uvoza	16
2.6.5	Uvozni radij in vpadni kot	16
2.6.6	Širina izvoza iz krožišča	16
2.6.7	Izvozni radij	16
2.6.8	Dimenzije ločilnih otokov	17
2.7	Preglednost krožnega križišča - krožišča	17
2.7.1	Višina očišča in ovire	18
2.7.2	Preglednost v levo	19
2.7.3	Čelna preglednost pri uvozu	19
2.7.4	Preglednost v krožnem vozišču	20
2.7.5	Preglednost pri prehodu za pešce	20
2.7.6	Motnje preglednosti	20
2.7.7	Preglednost pri deniveliranih krakih krožnega križišča	20
2.8	Horizontalno in višinsko vodenje	21
2.8.1	Horizontalno vodenje	21
2.8.2	Višinsko vodenje	21
2.9	Prometna oprema in signalizacija	24
2.9.1	Ločilni otoki - otoki za pešce	24
2.9.2	Prehodi za pešce in kolesarje	24
2.9.3	Povozni del središčnega otoka	24
2.9.4	Barva in oblika robnikov	25
2.9.5	Razsvetjava krožnega križišča	25
2.9.6	Vertikalna in talna signalizacija	25
2.10	Krajinska ureditev	27
2.10.1	Primer krajinske ureditve	28

3	Obstoječe stanje	30
3.1	Cestna infrastruktura v Republiki Sloveniji	30
3.2	Cestna infrastruktura v Republiki Kosovo	33
3.3	Kritična analiza	39
4	Prenova	41
4.1	Prometna varnost na krožnih križiščih	41
5	Turbo krožna križišča	43
5.1	Začetek razvoja turbo - krožnih križišč	43
5.2	Osnovne lastnosti turbo - krožnih križišč	44
5.3	Prednosti in pomanjkljivosti turbo - krožnih križišč	46
5.4	Hitrost v turbo - krožnih križiščih	46
5.5	Propustnost v turbo - krožnih križiščih	47
5.6	Prometna varnost v turbo – krožnih križiščih	50
5.7	Vrste turbo – krožnih križišč	53
5.8	Oblikovni elementi turbo – krožnih križišč	56
5.9	Prometna oprema in signalizacija v turbo - krožnih križiščih	58
5.9.1	Elementi za ločitev voznih pasov	58
5.9.2	Prehod za pešce in kolesare	61
5.9.3	Razsvetljava turbo - krožnega križišča	62
5.9.4	Vertikalna in talna signalizacija v turbo - krožnih križiščih	63
6	Zaključek	64
6.1	Ocena učinkov	64
6.2	Pogoji za uvedbo	64
6.3	Možnosti nadaljnjega razvoja	64
	Literatura in viri	66
	Priloge	67
	Kazalo slik	67
	Kazalo tabel	69
	Kazalo grafov	69
	Pojmovnik	70
	Kratice in akronimi	70
	Priloge	71

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Zanimanje za krožna križišča je v zadnjih letih močno naraslo, kar nam pokažejo tudi podatki o številu novozgrajenih krožnih križišč v Republiki Sloveniji. Za njih se zanimajo tako projektanti kot investitorji.

Zaradi pomanjkanja izkušenj v začetnih obdobjih je bilo več smernic, kar je posledica delne neenotnosti pri oblikovanju takratnih krožišč v Sloveniji. Dobeseden prenos tujih izkušenj in usmeritev v naš prostor nista sprejemljiva, saj imamo drugačne prometne razmere in bi bil tak prenos lahko negativen oz. neustrezen. S pomočjo projektantov in izvajalcev se je z leti to področje uredilo. Med drugimi pozitivnimi lastnostmi, ki jih krožišča prinašajo, je zelo ugoden vpliv na manjše število in lažje posledice prometnih nesreč.

V pričujoči diplomski nalogi želimo opisati kriterije, ki vplivajo na odločitev za tako vrsto križišč, navodila za prometno-tehnično oblikovanje in smernice, ki urejajo področje ureditve krožišč v Sloveniji, obenem pa prikazati razvoj in trenutno stanje krožnih križišč in njihovo uporabo pri nas ter jih primerjati z načrtovanjem in izgradnjo podobnih križišč v novonastali državi Kosovo.

1.2 PREDSTAVITEV OKOLJA

Veliko tujih pa tudi domačih raziskav kaže, da so krožna križišča dobra rešitev za križišča ob uvozu v naselja. Umirjajo promet, voznike pa pripravijo na spremenjene vozne razmere. Za krožna križišča je tudi značilno, da imajo visoko raven prometne varnosti. Zato so v Sloveniji zelo dobrodošla, saj dajejo pomemben prispevek k prometni varnosti, zmanjšujejo število prometnih nesreč in njihovih posledic ter ohranjajo človeška življenja. Imajo ugoden vpliv na večjo propustnost prometa, kar je v času velikega porasta prometa ugoden parameter.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Analizirali smo obstoječo literaturo in opravili sintezo iz različnih dostopnih virov. Vir večine informacij glede Kosova je iz osem mesecev trajajoče mirovne misije in internetnih strani ter poročil mednarodnih organizacij in podjetij, ki trenutno delajo na tem področju.

1.4 METODE DELA

Pri sestavljanju naloge smo uporabili teoretično metodologijo dela.

Uporabljamo deskriptivno (opisno) metodo za konkretno uporabo, študijo in interpretacijo že napisane literature.

2 OSNOVE - TEHNIČNE SPECIFIKACIJE KROŽIŠČ

2.1 ZGODOVINA KROŽIŠČ

Prva krožna križišča so se pojavila že koncem prejšnjega stoletja, najprej v Franciji, nato pa še v Veliki Britaniji. Sprva so bila dvosmerna in šele kasneje je prevladala ideja o enosmernih krožnih križiščih.

Njihova tradicija na Slovenskem sega skoraj do prvega desetletja prejšnjega stoletja, nastala pa so na enak način, kot drugod po svetu. Na začetku je to bil le mestni trg, okoli katerega so se izvajale različne dejavnosti, med njimi tudi promet. Z naraščanjem prometa je prihajalo do potrebe uvedbe določenega prometnega režima, saj večje število vozil ni več omogočalo pravila dogovora o prednosti. Marsikje so iz prostih ploščadi in mestnih trgov nastali denivelirani otoki. Na ta način se je zožila prvotna precej široka površina vzdolž celotnih trgov in pripeljala do uvedbe pravil vožnje okoli otokov.

Z ozirom na število v preteklosti izvedenih krožnih križišč v našem prostoru lahko trdimo, da za njih ni bilo zadostnega razumevanja. Kljub temu, da so bila klasična križišča prometno nevarna in so imela večkrat nelogičen potek prednostne smeri, ali pa so bila večkraka, ni znano, da bi v praksi problem reševali z uporabo krožnega križišča.

V zadnjem desetletju smo v Sloveniji priče povečanemu zanimanju za krožišča, tako s strani projektantov kot investitorjev. Z začetno navdušenostjo so se začela postavljati tudi prva vprašanja o upravičenosti izvedbe in dejanski ravni prometne varnosti, ki jo le-ta nudijo. Takšna previdnost je razumljiva, saj so krožišča (kljub vsemu) bila novost v našem prostoru in nihče ni mogel zagotoviti, da se bodo pri nas uveljavila podobno, kot so se v drugih državah.

Pomanjkanje lastnih smernic v začetnem obdobju je povzročalo, da se je pri projektiranju vsak projektant sam moral odločati za eno od tujih smernic. Posledica tega je delna neenotnost pri projektiranju takratnih krožišč v Sloveniji oz. dejstvo, da je bilo v tistem času vsako krožišče sprojektirano po drugih smernicah. V Sloveniji v tistem času nismo imeli pravne ali fizične osebe, ki bi s krožišči imela toliko praktičnih izkušenj in teoretičnega znanja, da bi z gotovostjo lahko določila, katere od tujih smernic naj bi prevzeli za standard v Sloveniji. Zaradi pomanjkanja strokovne literature o krožnih križiščih v začetni fazi, preveč strokovne literature, predpisov in smernic drugih držav v naslednji fazi, glede na pomankanje lastnih navodil za prometno-tehnično oblikovanje krožnih križišč in glede na število in posledice prometnih nesreč v slovenskih krožnih križiščih lahko rečemo, da so projektanti in izvajalci svoje delo opravili strokovno in na visoki ravni.

2.2 POJMI

Krožno križišče je kanalizirano križišče krožne oblike z nepovoznim, delno povoznim ali prevoznim središčnim otokom ter krožnim voziščem, v katerega se steka tri ali več krakov cest, po katerem poteka vožnja nasprotno od smeri gibanja urinega kazalca (če promet poteka po desni strani vozišča).

Enopasovno krožišče je krožišče s po enim voznim pasom na vseh uvozih in izvozih, katerega krožno vozišče je enopasovno.

Večpasovno krožišče je krožišče z enim ali več voznih pasov na uvozih/izvozih, katerega del krožnega vozišča ali celotno krožišče je oblikovano kot večpasovno vozišče.

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

Sredinski otok je denivelirana fizična ovira krožne ali ovalne oblike, postavljena v sredini krožišča, ki preprečuje vožnjo naravnost in omejuje krožišče na notranji strani.

Povozni del sredinskega otoka je tisti del sredinskega otoka, ki skupaj z 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 krožišča oz. premer zunanjega roba krožnega vozišča.

Notranji premer je premer središčnega otoka oz. notranjega roba krožnega vozišča.

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

Uvoz v križišče je območje krožišča, kjer se uvozni vozni pas steka v krožišče in je od njega ločen z ločilno črto. Poznamo lijakasto razširjen uvoz ali pa so njegovi robovi vzporedni. Na uvozu morajo vozila upočasniti vožnjo ali ustaviti do trenutka, ko je med vozili v krožnem toku zadostna časovna praznina za njihovo priključitev na krožno vozišče.

Izvoz je območje, na katerem vozila zapuščajo krožišče.

Število voznih pasov na uvozu vsakega kraka krožišča in število voznih pasov v krožišču sta osnovna parametra izračuna prepustnosti. Iz števila voznih pasov na uvozih in v krožnem vozišču izhaja osnovna delitev na enopasovna in večpasovna krožišča.

Uvozni prometni tok je tok vozila, ki se vključujejo v krožišče.

Izvozni prometni tok tvorijo vozila, ki zapuščajo krožišče.

Krožni prometni tok ali krožeči prometni tok tvorijo vozila, ki krožijo po krožnih prometnih pasovih okoli središčnega otoka.

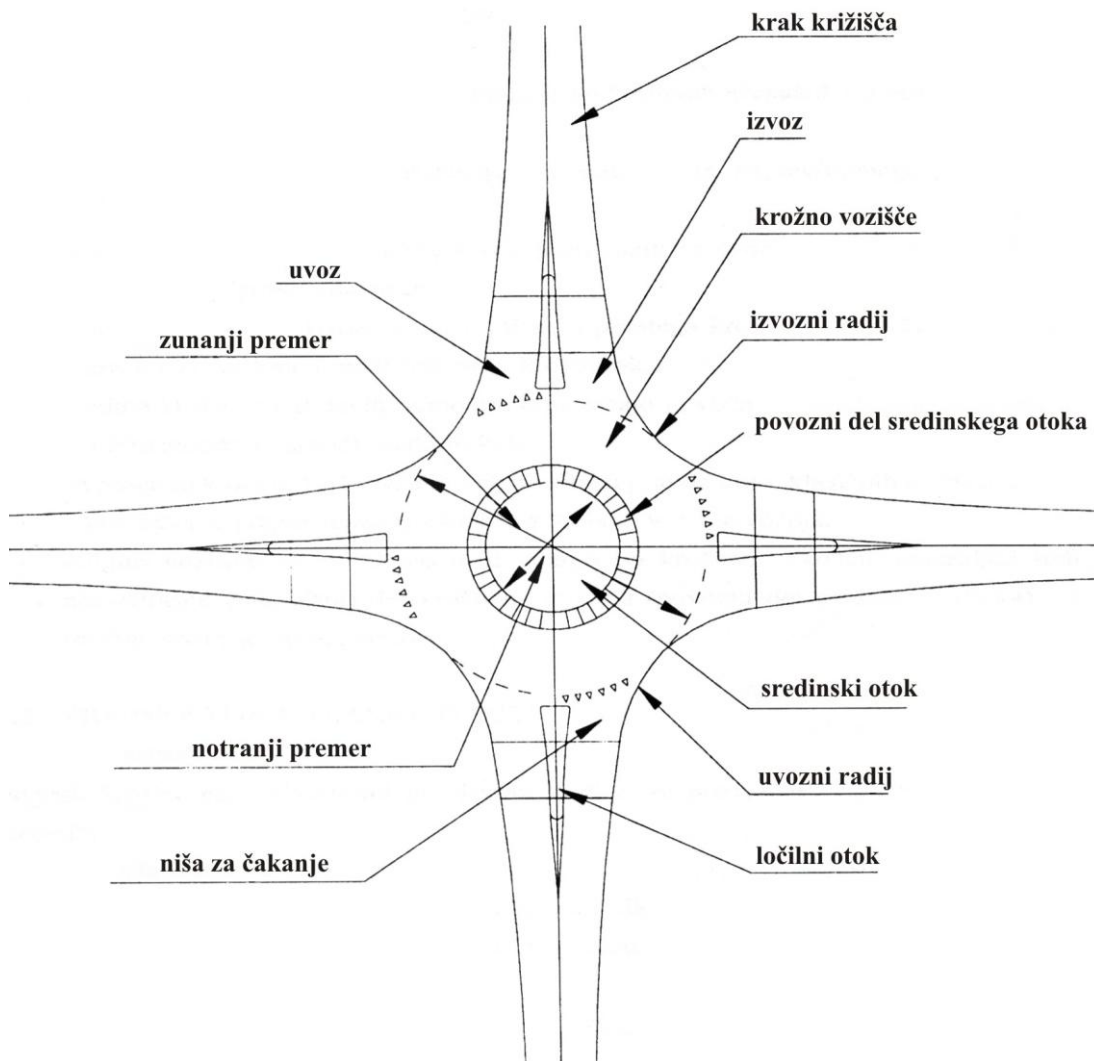
Niša za čakanje je prostor med notranjim robom zaznamovanega prehoda za pešce ali kolesarje in zunanjim robom krožišča, ki ga uporabljajo vozila za čakanje na

sprejemljivo časovno praznino med vozili v krožnem toku.

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

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

Ločilni otok - otok za pešce je deniveliran element krožišča, ki ločuje uvoz in izvoz iz njega, usmerja vozila v pravilno uvažanje in izvažanje iz krožišča ter zagotavlja višjo raven prometne varnosti pešcev in kolesarjev pri prečkanju kraka krožišča. Oblika ločilnega otoka je odvisna od velikosti krožnega križišča, ki je kapljaste ali trikotne oblike.



Slika 1: Krožno križišče (Vir: TSC 03.341 : 2002)

2.3 LASTNOSTI KRIŽIŠČ

2.3.1 POSEBNOSTI KROŽNIH KRIŽIŠČ

Krožišča se razlikujejo od klasičnih nivojskih križišč v naslednjih posebnostih:

- krožišča so križišča s kombinacijo prekinjenega in neprekinjenega prometnega toka,
- prednost imajo vozila v krožnem toku pred vozili na uvozi v križišče (v krožiščih torej ne velja "pravilo desnega"),
- vozilo na uvozu v krožišče se, v primeru prostega krožnega vozišča, ne ustavlja, temveč z zmanjšano hitrostjo uvozi v krožni tok,
- majhna krožišča v urbanih območjih omogočajo le vožnjo z majhnimi hitrostmi in velikim zasučnim kotom prednjih koles,
- za pešce in kolesarje v krožiščih veljajo enaka pravila kot v klasičnih križiščih,
- v krožiščih je prepovedana (pa tudi nepotrebna) vzvratna vožnja,
- dolgim vozilom je dovoljeno med vožnjo po krožnem vozišču uporabljati tudi neasfaltirani (tlakovani) del krožnega vozišča (povozni del središnjega otoka), za majhna vozila za to ni potrebe.

2.3.2 PREDNOSTI IN POMANKLJIVOSTI

Prednosti krožišč pred klasičnimi nivojskimi križišči so predvsem v naslednjih lastnostih:

- velika prometna varnost (manjše število konfliktnih točk kot pri klasičnih nivojskih križiščih, eliminacija konfliktnih točk križanja, nemogoča vožnja skozi krožišče brez zmanjšanja hitrosti...),
- možnost prepuščanja prometnih tokov velikih jakosti,
- manjši čakalni časi (kontinuiranost vožnje),
- manjši hrup in emisija škodljivih plinov,
- manjša poraba prostora (kot pri nivojskih 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 krakov),
- manjše posledice prometnih nesreč (ni čelnih trkov in trkov pod pravim kotom),
- manjši stroški vzdrževanja kot pri semaforiziranih križiščih,
- dobra rešitev kot ukrep za umirjanje prometa v urbanih območjih, in
- estetski videz.

Pomanjkljivosti krožišč pa so:

- s povečanjem števila pasov v krožnem vozišču se raven prometne varnosti zmanjšuje (nasprotno od klasičnih nivojskih križišč),
- zaporedna krožišča ne omogočajo sinhronizacije ("zelenega vala"),
- težave s pomanjkanjem prostora za izvedbo središnjega otoka v zazidanem območju,

- prometa v krožišču ni možno usmerjati s prometno policijo,
- krožišča niso priporočljiva pred inštitucijami za slepe in slabovidne ter slušno motene, pred domovi za ostarele, bolnišnicami in zdravstvenimi domovi in na vseh drugih mestih, kjer nemotorizirani udeleženci v prometu zaradi svojih začasnih ali trajnih fizičnih prizadetosti ne morejo varno prečkati ceste brez svetlobnih signalnih naprav,
- velika krožišča niso priporočljiva pred otroškimi vrtci in šolami ter na drugih mestih z velikim številom otrok,
- problemi pri močnem kolesarskem in peš prometu, ki seka enega ali več krakov enopasovnega krožišča,
- slaba rešitev pri močnem toku levih zavijalcev,
- naknadna semaforizacija na kapaciteto bistveno ne vpliva.

Za vsak primer posebej je potrebno presoditi primernost uvedbe krožišča. Izvedba le-teh je torej primerna in priporočljiva predvsem pri križanjih:

- v obliki X, Y, K (oster kot sekanja),
- večjega števila krakov (pet ali več), ki so posebej izpostavljeni nastanku prometnih nesreč, katerih posledice so velike,
- ko so hitrosti na uvozi v križišče prevelike,
- kjer se spremenijo pogoji vožnje (n.pr. na zaključkih hitrih cestnih odsekih, na uvozi v urbana področja, na izvozi z avtoceste),
- v primeru prevelikih hitrosti na glavni prometni smeri, ki ne omogočajo varnega priključevanja vozil s stranske prometne smeri,
- kjer semaforizacija ni upravičena, je pa presežena kapaciteta nesemaforiziranega križišča,
- kot ukrep za umirjanje prometa.

2.3.3 PROMETNA VARNOST V KROŽIŠČIH

MOTORNI PROMET

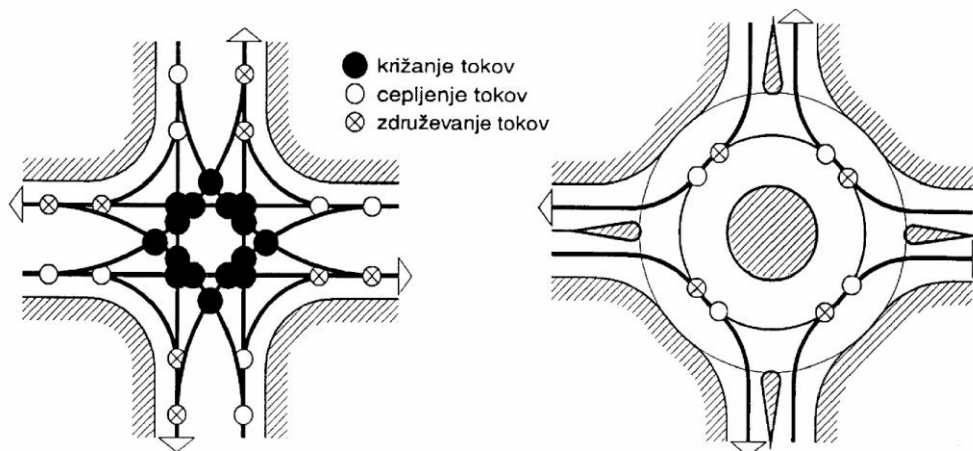
Glavna prednost enopasovnih krožišč s stališča zagotavljanja prometne varnosti (v primerjavi s klasičnimi tri ali štiri krakimi križišči) je v odstranitvi konfliktnih površin in konfliktnih točk prvega (križanje), drugega (prepletanje) in zmanjšanje števila konfliktnih točk tretjega (priključevanje, odcepljanje) reda.

Teoretično ima klasično štirikrako križišče 32 konfliktnih točk : 16 križanj, 8 cepljenj - 8 združevanj, enopasovno štirikrako krožišče pa le 8 točk nižjega reda (4 cepljenj a in 4 združevanja).

V večpasovnih krožnih križiščih z dvopasovnimi uvozi in izvozi se število konfliktnih točk poveča za konfliktno točko prepletanja, katerih število je teoretično enako številu priključnih cest, vendar je to število še vedno manjše od 32 (pri dvopasovnih uvozi in izvozi imamo 20 konfliktnih točk).

Vozniku ob običajno večjih dovoljenih hitrostih vožnje na večpasovnem krožnem križišču ni nikjer določeno mesto za prehod iz enega voznega pasu na drugega, kar je tudi eden od glavnih vzrokov za nastanek večjega števila prometnih nesreč v dvopasovnih krožnih križiščih v primerjavi z enopasovnimi. Ravno zaradi večjih

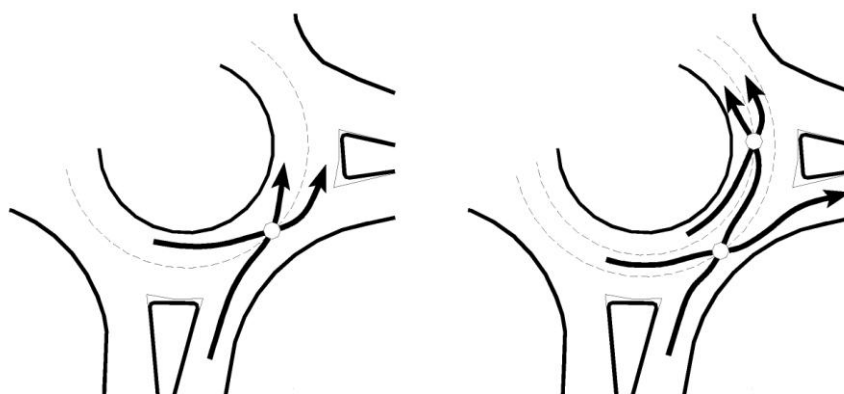
dovoljenih hitrosti so velika krožišča manj varna od majhnih.



Slika 2: Konfliktne točke v štirirakem klasičnem in štirirakem krožnem križišču
(Vir: Tomaž Tollazzi, Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 2006)

Konfliktne točke v štirirakem klasičnem križišču		Konfliktne točke v štirirakem krožnem križišču	
križanja	16	križanja	-
ceplenja	8	ceplenja	4
združevanja	8	združevanja	4
skupaj	32	skupaj	8

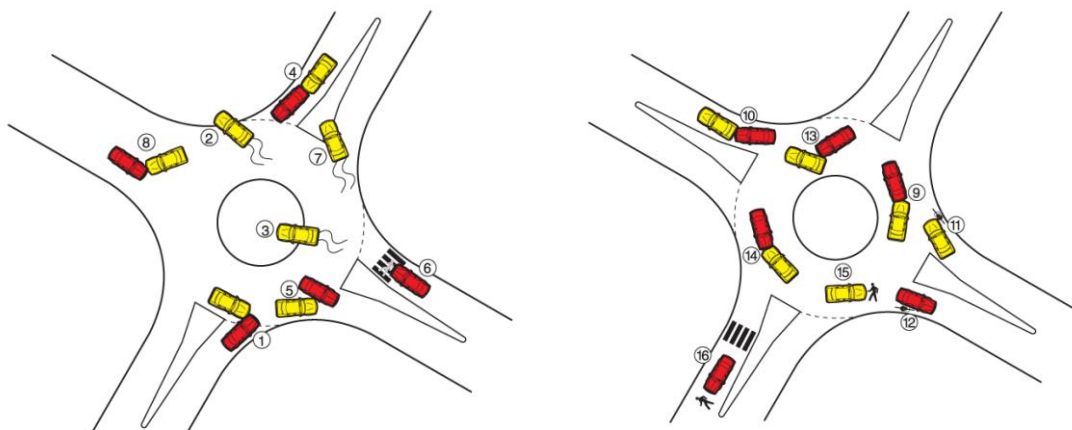
Pri krožiščih z dvema ali več voznimi pasovi v krožnem toku torej ne govorimo le o konfliktnih točkah temveč tudi o konfliktnih odsekih. Raven prometne varnosti pa se hitro poslabša z uvedbo dodatnih voznih pasov (tri ali več).



Slika 3: Konfliktne točke v dvo – in trotračnem krožnem križišču z enim uvoznim pasom
(Vir: Tomaž Tollazzi, Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 2006)

Posledice prometnih nesreč v krožiščih so bistveno drugačne kot pri klasičnih. Te so praviloma manjše in brez smrtnih žrtev ter težkih telesnih poškodb. Vzrok za to je v tem, da v krožiščih ni čelnih trčenj z najhujšimi posledicami. Pri krožiščih so trki med vozili večinoma stranski, pod ostrim kotom ali zaradi naletov od zadaj.

Trki med motornimi vozili in kolesarji (pešci), ki prečkajo krak križišča, so enaki kot pri klasičnih križiščih, le posledice trkov so nekoliko manjše (zaradi zmanjšane hitrosti vozil na uvozih in izvozih).



Slika 4: Tipi prometnih nesreč v krožnem križišču (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. trk pri uvozu v krožnem križišču | 9. nalet od zadaj v krožnem križišču |
| 2. zanašanje (zdrs) pri izvozu | 10. nalet od zadaj pri izvozu |
| 3. trk v središčni otok | 11. trk s kolesarjem pri uvozu |
| 4. nalet od zadaj pri uvozu | 12. trk s kolesarjem pri izvozu |
| 5. trk pri izvozu | 13. zanašanje v krožnem križišču |
| 6. trk s pešcem na prehodu | 14. vožnja v nasprotno smer |
| 7. trk v ločilni otok pri izvozu | 15. trk s pešcem v krožnem križišču |
| 8. trk pri izvozu - uvozu | 16. trk s pešcem izven prehoda |

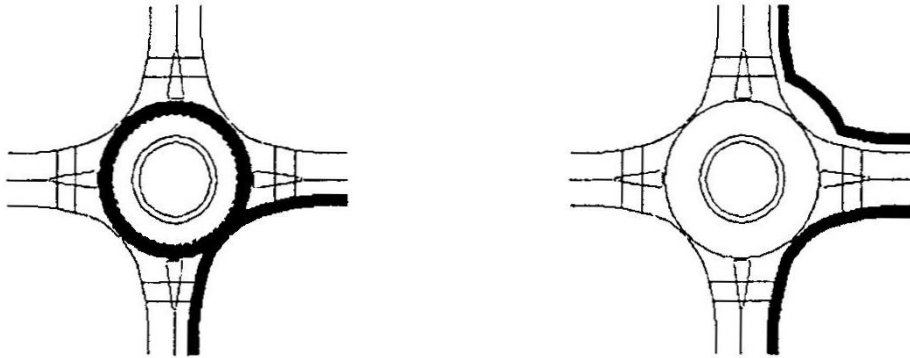
Ostali vzroki nesreč so še: zdrs s krožnega križišča, trk v ločilni otok pri uvozu, prevrnitev, prehitevanje pred križiščem, trk pri menjavi voznega pasu v večpasovnih krožnih križiščih.

PEŠCI IN KOLESARJI

Prometna varnost pešcev in kolesarjev je odvisna od pravilne izvedbe vertikalne in horizontalne signalizacije in ločilnih otkov ter uporabljenega načina vodenja kolesarskega prometa v območju križišča.

Načeloma poznamo dva načina vodenja kolesarjev v območju krožnega križišča:

- vzporedno vodenje kolesarskega prometa (ob zunanem robu krožnega vozišča), in
- samostojno vodenje (vzporedno z robniki ali v obliki kocentričnega kroga).



Slika 5: Levo – vzporedno, in desno - samostojno vodenja pešcev in kolesarjev
(Vir: TSC 03.341 : 2002)

Vzporedno vodenje kolesarskega prometa je nekoliko manj varno (izjema so krožišča z zelo majhno prometno obremenitvijo motornega prometa), saj je kolesar v neposrednem stiku z motoriziranimi udeleženci v prometu oz. na isti površini. V takih primerih je priporočljiva namestitvev deniveliranih elementov v podaljšku ločilnih otokov.

Varnejši način je samostojno vodenje kolesarjev. Vsa križanja motornega prometa s pešci in kolesarji se izvajajo pod pravim kotom, s čimer je pregledno polje udeležencev, ki se križajo, najpravišnje oblike. S tem je doseženo tudi, da so edine konfliktne točke na mestih prehodov preko krakov krožišča, pa še na teh mestih so pešci in kolesarji delno zavarovani z dvignjenimi otoki.

V krožiščih izven naselja je potrebno kolesarje obvezno voditi samostojno - ločeno, v krožiščih v naselju pa je tak način vodenja priporočljiv. Vzporedno vodenje kolesarskega prometa naj bo uporabljeno le v primeru, ko je največja dovoljena hitrost 40 km/h, in v conah umirjenega prometa. V primeru, ko so kolesarji pred krožiščem v naselju na vozišču, naj se jim v območju krožišča zagotovi ločeno vodenje.

V naselju se na osnovi jakosti in strukture motornega prometa, jakosti toka kolesarjev in položaja krožišča v cestni mreži naselja opredelimo za enega od zgoraj navedenih dveh načinov vodenja kolesarjev.

UKREPI ZA ZAGOTVLJANJE PROMETNO VARNEGA KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Po preveritvi ustreznosti lokacije in položaja v cestni mreži je potrebno pri oblikovanju krožišča v največji možni meri upoštevati naslednje :

- vodenje krakov v križišče čimbolj pravokotno,
- širino uvoza v križišče in dolžino razširitve,
- ukrivljenost poti vozila,
- uvozne in izvozne radije,
- prehode za pešce in kolesarje,
- ločilne otoke,
- odvodnjavanje krožišča,
- povozne dele središčnega otoka,

- razsvetljava krožišča, in
- kontrolo hitrosti vožnje skozi krožišče.



Slika 6: Vodenje krakov v krožišče: levo – nepravilno, desno – pravilno
(Vir: TSC 03.341 : 2002)

2.4 DELITEV KROŽNIH KRIŽIŠČ

2.4.1 DELITEV GLEDE NA LOKACIJO IN VELIKOST

Tip krožnega križišča	Zunanji premer (m)	Okvirna kapaciteta (vozil/dan)
Mini urbano	14-25	10.000
Majhno urbano	22-35	15.000
Srednje veliko urbano	30-40	20.000
Srednje veliko (enopasovno) izvenurbano	50	22.000
Srednje veliko (dvopasovno) izvenurbano	70	-
Veliko izvenurbano	>70	-

Tabela 1: Delitev glede na lokacijo in velikost. Tu so navedene le informativne vrednosti za štirikraka krožišča z enakomerno porazdelitvijo prometnih tokov
(Vir: TSC 03.341 : 2002)

V urbanih naseljih poznamo naslednja krožišča:

Mini krožišča (pričakovana hitrost vozil je do 25 km/h)

Uporabljamo jih v strnjениh urbanih okoljih z namenom umirjanja prometa. Pričakovana hitrost vozil je do 25 km/h. Pri vodenju kolesarjev se uporablja vzporedno vodenje (ob zunanjemu robu krožnega vozišča). Zaradi majhnih dimenzij mini krožišča so ločilni otoki montažni in velikosti, ki so manjše od minimalnih dovoljenih za majhna krožišča. V primerjavi s klasičnim nesemaforiziranim križiščem ima mini krožišče praviloma večjo kapaciteto z neprimerno večjo varnostjo udeležencev v prometu, hkrati pa nizke stroške za izvedbo. Projektiranje mini krožišč zahteva poseben pristop.

Majhno krožišče (pričakovana hitrost vozil je do 30 km/h)

Izvajajo se načeloma le v urbanih okoljih. Pričakovana hitrost vožnje skozi majhno

krožišče je pod 30 km/h. Pri bolj obremenjenih majhnih krožiščih se priporoča uporaba deniveliranih kolesarskih stez. Zelo pogosta uporaba tovrstnih krožišč je na vhodih v manjša naselja, kjer poleg opozorila voznikom, da se spreminjajo pogoji vožnje, nudijo tudi možnosti krajinskega in arhitektonskega oblikovanja.

Srednje veliko krožišče (pričakovana hitrost vozil je do 40 km/h)

Načeloma se uporabljajo na bolj obremenjenih vozliščih v urbanih okoljih. Projektne - tehnični elementi morajo biti izbrani tako, da zagotavljajo maksimalne hitrosti vozil do 40 km/h. Velik poudarek je na vodenju pešcev in kolesarjev, ki so višinsko ločeni od vozišča. Ločilni otoki omogočajo zadosten prostor za varovanje kolesarja med voznimi pasovi na uvozu/izvozu.

Izvenurbana krožišča:

Srednje veliko krožišče

Izjava se izven urbanih središč, kjer ni pričakovati velikega števila pešcev in kolesarjev. Oblikovano je tako, da omogoča maksimalno prepustnost uvozov ob primerni prometni varnosti (največja hitrost je 40 km/h). Dvopasovna krožišča se izvajajo načeloma izven urbanih središč, kjer so prometne obremenitve velike.

Veliko krožišče

Izvajajo se izjemoma, navadno na avtocestnih pristopih mestu. Projektiranje le-teh zahteva poseben pristop. Kolesarski in peš promet se vodi ločeno in ni sestavni del takih krožišč.

2.4.2 DELITEV GLEDE NA NAMEMBNOST

Po namembnosti ločimo tri osnovne tipe krožišč:

- krožišča za umirjanje prometa - izvedba v urbanih in predhodnih območjih v urbano naselje,
- krožišča za omejevanje prometa - izvedba v urbanih območjih, kjer hočemo omejiti in z ustreznimi geometrijskimi elementi zagotoviti maksimalno dopustno ali vnaprej predpisano propustnost, in
- krožišča za zagotavljanje čim večje kapacitete pri zadostni varnosti (samo v neurbanih območjih).

2.4.3 DELITEV GLEDE NA ŠTEVILO KRAKOV

Glede na število krakov ločimo krožišča:

- s tremi kraki,
- s štirimi kraki,
- s petimi in več kraki.

2.4.4 DELITEV GLEDE NA ŠTEVILO VOZNIH PASOV

Glede na število voznih pasov :

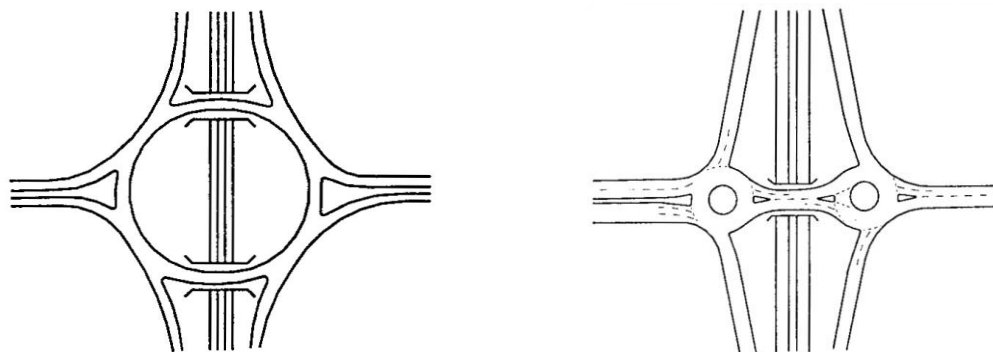
- enopasovna krožišča,
- dvopasovna krožišča,
- večpasovna krožišča.

Število voznih pasov v krožnem vozišču mora biti vsaj enako številu voznih pasov na uvozih in izvozih iz krožišča. Število pasov v krožnem toku je omejeno na največ tri. Dobra odločitev glede prepustnosti in varnosti krožišča sta dva prometna pasova v krožnem toku.

2.4.5 DELITEV GLEDE NA VODENJE POSAMEZNIH SMERI

Glede na vodenje posameznih smeri v krožišču ločimo:

- nivojsko v krožno in mimo,
- večnivojsko - eden veliki in dva majhna.



Slika 7: Večnivojsko vodenje posameznih smeri - eden veliki (levo) in dva majhna (desno) (Vir: TSC 03.341 : 2002)

2.5 KAPACITETA KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Izračun prepustnosti (kapacitete) krožišča je možno izvesti na dva načina.

Prvi način je iterativen (preverja se neka priporočena oblika - dimenzije krožišča, ki je bila izbrana na osnovi prostorskih, urbanističnih in/ali drugih meril). Na osnovi kapacitetnega izračuna se lahko spreminjajo dimenzije projektnih elementov, vse dokler rezultati izračuna ne dajejo zadostne projektne prepustnosti na koncu planske dobe.

Drugi način izračuna je, da na osnovi znanih prometnih obremenitev iščemo optimalne projektne elemente, ki zagotavljajo zadostno prepustnost. V tem primeru sledi prostorska, urbanistična in/ali kakšna druga preveritev.

Pri določanju prepustnosti novega krožišča je potrebno upoštevati predvidene prometne obremenitve na koncu planske dobe. Izračune je potrebno izvesti za konične obremenitve, izražene v odstotku povprečnega dnevnega prometa. Odstotek je določen na osnovi znanih podatkov o spreminjanju prometnih obremenitev na tem območju.

V primeru rekonstrukcije obstoječega križišča v krožišče je izračun prepustnosti potrebno izvesti za dve ali več koničnih obremenitev (vsaj za jutranjo in popoldansko prometno obremenitev).

Tudi v tem primeru je potrebno upoštevati predvideno stopnjo rasti prometa do konca planske dobe. Za razliko od novih krožišč je v primeru rekonstrukcije običajnega klasičnega križišča v krožno, potrebno izvesti tudi pretvorbo prometnih obremenitev s klasičnega križišča v krožišče.

2.6 PROJEKTNO – TEHNIČNI ELEMENTI

Projektno-tehnične elemente podajamo samo v nekih priporočenih mejah, saj le-ti izhajajo iz prometnotehničnih ali varnostnih vidikov in so za vsako križišče specifični. Naloga projektanta je, da v predpisanih mejah izbere optimalne vrednosti elementov za specifične prometne in prostorske razmere.

Pri geometrijskem optimiranju krožišča je potrebno opazovati vpliv posameznih sprememb na prepustnosti uvozov in varnost. Za opazovanje sprememb prepustnosti uvozov je zelo primerna angleška metoda. Metoda bazira na opazovanju voznikovega obnašanja v krožnem prometu. Zaradi specifičnega načina vožnje Angležev kvantitativni rezultati njihove metode niso prenosljivi v naše okolje, zato pa je metoda zelo primerna za kvalitativno primerjavo izbranih variant. Priporoča se le pri geometrijskem optimiranju izbranih variant. Za končni izračun dejanske prepustnosti za zahtevnejša krožišča pa so bolj primerne švicarska, nemška ali avstralska metoda (za zahtevnejša krožišča).

2.6.1 IZBIRA ZUNANJEGA PREMERA IN ŠIRINE KROŽNEGA PASU

Na izbiro teh elementov vpliva predvsem lokacija bodočega krožišča. V stanovanjskih naseljih ima krožišče predvsem nalogo umirjati promet pri zadostni prepustnosti, medtem ko je na magistralnih cestah glavna naloga krožišč zagotavljanje prepustnosti pri zadostni varnosti udeležencev v prometu.

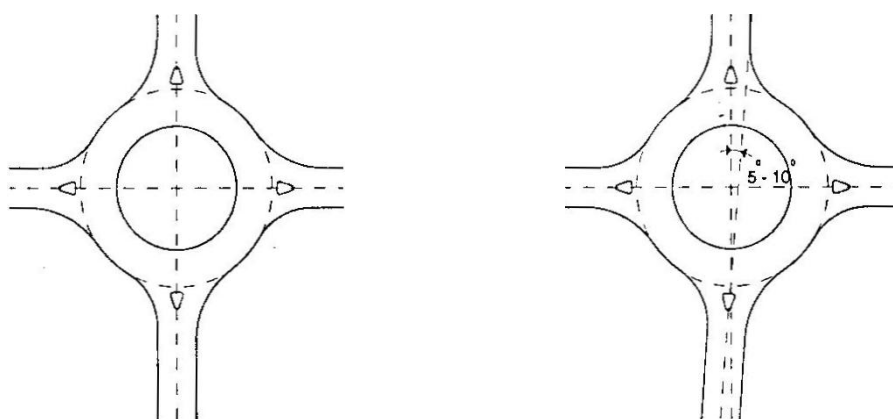
Zunanji premer in širina krožnega voznega pasu sta v medsebojni povezavi. Najprej je potrebno določiti število voznih pasov v krožnem toku. Iz prometnih in varnostnih razlogov v prometu se priporočata le dva vozna pasova. Za vsa krožišča je potrebna preveritev prevoznosti merodajnega vozila.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti manjšim krožiščem, skozi katera potekajo linije javnega potniškega prometa. V takih primerih je potrebno in smiselno uvesti posebni pas.

Hitrost vozil skozi krožišče lahko reguliramo tudi z drugimi parametri, kar je opisano v nadaljevanju.

2.6.2 VODENJE CEST V KROŽIŠČE

Iz varnostnih razlogov vodimo ceste v krožišče čim bolj pravokotno, saj tangencialno vodenje povzroča prevelike hitrosti vozil pri vstopu, težko vključevanje vozil v krožišče in nalete od zadaj pri vstopu.



Slika 8: Optimalno (levo) in dopustno (desno) vodenje cest v krožno križišče
(Vir: TSC 03.341 : 2002)

Dobre pogoje za vključevanje vozila v krožišče ustvarimo s pravilno izbiro vhodnega radija, širine uvoza in dolžine razširitve uvoza.

2.6.3 ŠIRINA VOZNEGA PASU PRED KROŽIŠČEM

Pomemben element, s katerim bistveno vplivamo na prepustnost uvoza, je širina voznega pasu pred krožiščem. Pri rekonstrukcijah je širina voznega pasu pogojena z obstoječo širino pasu pred njo.

Slovenski predpisi določajo najmanjšo širino voznega pasu 2,75 m.

2.6.4 ŠIRINA UVOZA V KROŽIŠČE IN DOLŽINA RAZŠIRITVE UVOZA

Najbolj kritičen vozni maneuver je vstop v krožišče, zato je zelo pomembno, da je ta majhen prostor optimalno oblikovan. Opisujemo ga z dvema elementoma : širino uvoza in dolžino razširitve uvoza

Dolžina razširitve uvoza je definirana kot dolžina srednice med krivuljo normalno širokega uvoza in krivuljo razširitve. Večje priporočene širine uvoza pomenijo večje število prometnih pasov.

2.6.5 UVOZNI RADIJ IN VPADNI KOT

Uvozni radij in vpadni kot nimata večjega vpliva na prepustnost, sta pa pomembna za zagotavljanje prometne varnosti na uvozu v krožišče in v krožnem toku. Velikost uvoznega radija je odvisna od velikosti krožišča. Tuje izkušnje kažejo, da optimalen vpadni kot znaša več kot 30°.

2.6.6 ŠIRINA IZVOZA IZ KROŽIŠČA

Pri prepustnosti izvozov temelji osnova za izračun na predpostavki, da se promet nemoteno izliva iz križišča. Da bi to dosegli, mora biti izvoz dovolj širok.

2.6.7 IZVOZNI RADIJ

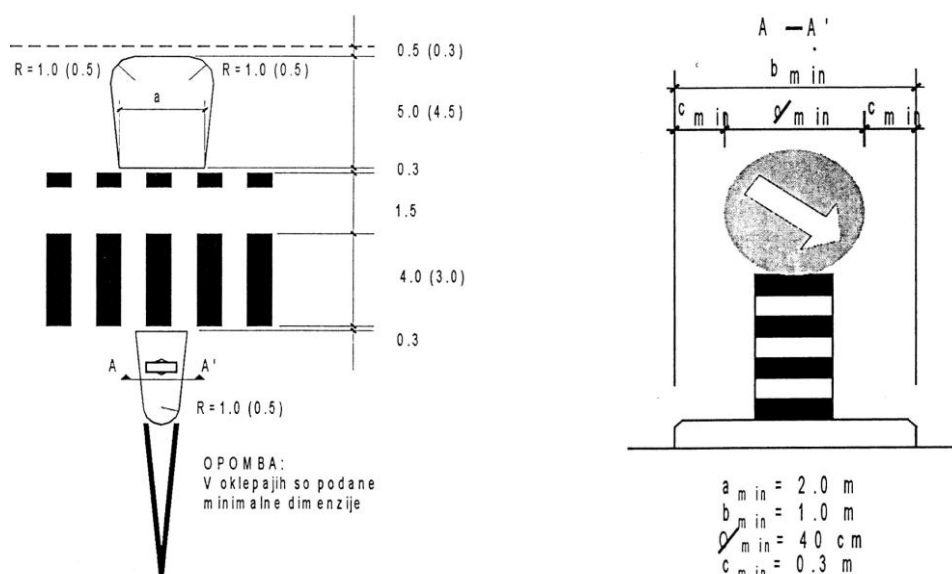
Za izvozni radij velja podobno kot za širino izvoza. Izvozni radij mora zagotavljati primerno prepustnost in varnost izvozov pri izvozni hitrosti vozil. Izvozni radij naj bo večji ali enak uvoznemu, nikakor pa ne manjši.

2.6.8 DIMENZIJE LOČILNIH OTOKOV

Pri velikih krožiščih se priporoča uporaba ločilnih otokov trikotne, pri majhnih pa kapljaste oblike.

Minimalne dimenzije ločilnega otoka trikotne oblike izhajajo iz velikosti krožišča in velikosti uvoznega radija, ki jim (zaradi velikosti krožišča) ni težko zadostiti.

Minimalne dimenzije kapljaste oblike pa izhajajo iz vrste udeležencev v krožišču, ki prečkajo ločilni otok (pešci in kolesarji ali samo pešci).



Slika 9: Minimalne dimenzije ločilnega otoka (Vir: TSC 03.341 : 2002)

Priporočena širina ločilnega otoka na širšem mestu, kjer ga seka kolesarska steza, je vsaj 2 m (dolžina moškega kolesa + varnostna razdalja), minimalna širina na mestu postavitve prometnih znakov pa vsaj 1 m. V krožiščih, v katerih so kolesarji vodeni po krožnem voznem pasu (vzporedno vodenje), je lahko širina ločilnega otoka na širšem delu tudi ožja od 2,0 m.

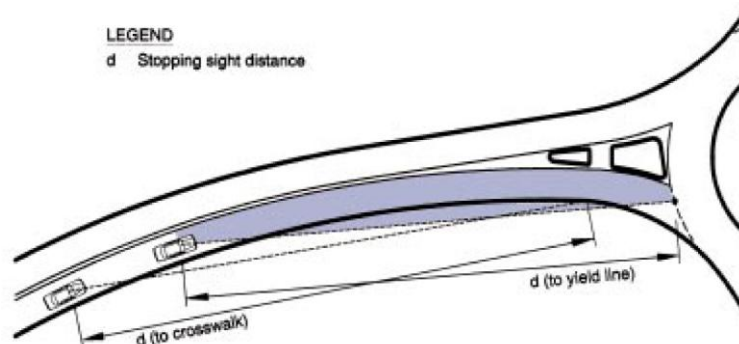
Priporočena širina ločilnega otoka na širšem mestu, kjer ga seka prehod za pešce, je vsaj 2 m (dolžina otroškega vozička in osebe, ki ga vozi + varnostna razdalja), minimalna širina na mestu postavitve prometnih znakov pa vsaj 1.0 m. Enako velja tudi za krožišča brez kolesarjev. V takih primerih se ločilni otok izvede iz drugih materialov in segmentne oblike.

2.7 PREGLEDNOST KROŽNEGA KRIŽIŠČA - KROŽIŠČA

Glavni pravili, ki jima je s stališča preglednosti krožišč potrebno zadostiti, sta:

- V krožiščih v urbanem okolju je vozniku lahko omogočena preglednost na nasprotni izhod iz križišča, ni pa nujno,

- V krožiščih v neurbanem okolju pa mora biti vozniku onemogočena preglednost na nasprotni izhod iz krožišča, kar dosežemo z deniveliranjem sredinskega otoka.



Slika 10: Čelna pregledna razdalja (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)

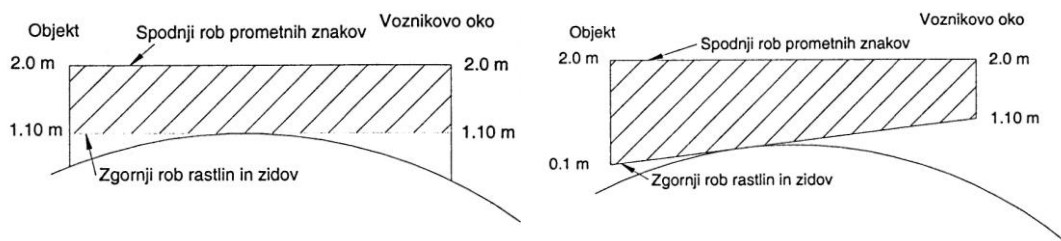
Zaustavitvena pregledna razdalja (m)		
V_R (km/h)	40	50*
priporočena	50	70
minimalna	40	50

Tabela 2 : Zaustavitvena pregledna razdalja. Op.:* velja pri velikih krožnih križiščih izven urbanih naselij in na avtocesti (Vir: TSC 03.341 : 2002)

Opisani pravili se uporabljata smiselno ne glede na število krakov križišča in število voznih pasov krožnega vozišča.

2.7.1 VIŠINA OČIŠČA IN OVIRE

Pregledno polje na uvozu v levo in čez sredinski otok naj bo zagotovljeno kot na sliki 11 (levo). Preglednost naj bo zagotovljena od višine voznikovega očesa 1.1 m do višine ovire 1.1 m, pregledno polje pa naj sega do višine 2.0 m nad površino vozišča.



Slika 11: Višina očišča in ovire - preglednost na uvozu v levo (levo) in preostala preglednost (desno) (Vir: TSC 03.341 : 2002)

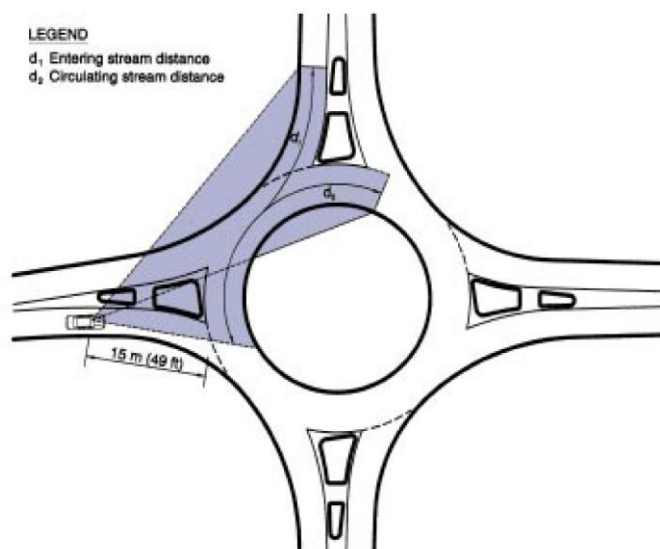
Preostala preglednost naj bo zagotovljena kot je prikazano na sliki 11 (desno). Preglednost naj bo od višine voznikovega očesa (med 1.1 m in 2.0 m) do višine ovire med 1.1 m in 2.0 m, merjeno od površine vozišča.

Prometni znaki v tem območju križišča naj ne bodo nameščeni nižje od 2.0 m, merjeno od površine vozišča do spodnjega roba znaka.

2.7.2 PREGLEDNOST V LEVO

Voznikom vozil, ki se približujejo talni označbi na rob krožnega vozišča, mora biti omogočen pregled nad celotno širino vozišča od ločilne črte na njihovo levo stran in sicer na razdalji, ki je potrebna za ustavljanje, izmerjeni vzdolž osi krožnega vozišča.

Preglednost v levo se preverja iz sredine voznega pasu na razdalji 15 metrov pred ločilno črto. Potrebno je preveriti, ali obcestne konstrukcije in naprave, prometni znaki ali drugi trajni ali začasni objekti omejujejo preglednost. V primerih, ko lahko prevelika čelna preglednost na uvozu ali preglednost med sosednjima uvozoma povzroči prevelike hitrosti vozil na uvozu v krožišče (majhna krožišča brez vsebine v sredinskem otoku), je smiselno le-to omejiti s selektivnim dodajanjem rastlinja v središčni otok.



Slika 12: Preglednost v levo, potrebna pri uvozu v krožišče (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)

Premer krožnega križišča (m)	Pregledna razdalja (m)
< 40	
40-60	40
60-100	50

Tabela 3 : Preglednost v levo (Vir: TSC 03.341 : 2002)

2.7.3 ČELNA PREGLEDNOST PRI UVOZU

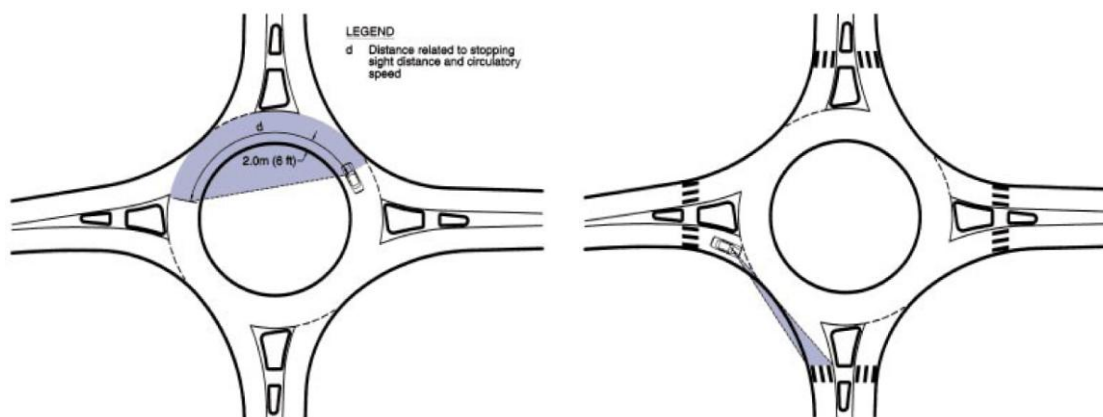
Voznikom vseh vozil, ki se približujejo ločilni črti, mora biti omogočen pregled nad celotno širino krožnega vozišča pred njimi, in sicer v dolžini, izmerjeni vzdolž središčnice krožnega vozišča, ki je primerna velikosti krožišča.

Vozniku v krožnem vozišču mora biti omogočena preglednost nad celotno širino krožnega vozišča pred njim na razdalji, ki je primerna velikosti krožišča.

2.7.4 PREGLEDNOST V KROŽNEM VOZIŠČU

Voznikom mora biti omogočena preglednost nad celotno širino krožnega vozišča pred njimi na razdalji, ki je primerna velikosti krožišča (slika 13, levo).

To preglednost je treba preveriti 2 metra navzven od roba središčnega otoka.



Slika 13: Preglednost v krožnem vozišču (levo) in preglednost pri prehodu za pešce (desno) (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)

2.7.5 PREGLEDNOST PRI PREHODU ZA PEŠČE

Vozniki, ki se približujejo prehodu za pešce, morajo pri približevanju krožišču imeti na voljo tolikšno preglednost, da je omogočena varna zaustavitev pri hitrosti, ki je dovoljena na uvozu.

V majhnih in srednjevelikih krožiščih naj bo voznikom, ki so neposredno za ločilno črto, omogočen pogled na celotno širino prehoda za pešce na naslednjem izvozu (če je prehod od krožnega križišča oddaljen do 50 metrov).

2.7.6 MOTNJE PREGLEDNOSTI

Prometni znaki, gosta in visoka zasaditev, drevesa in drugi denivelirani elementi in objekti smejo biti znotraj preglednega polja le v primeru, da ne motijo preglednosti.

Drevesa, stebri javne razsvetljave, nadvozi ... so lahko v preglednem polju le v primeru, če v širino merijo maksimalno 55 cm.

Kjer je le možno, naj bodo hodniki za pešce izvedeni izven preglednih polj. Kjer to ni mogoče, naj bo poskrbljeno, da promet pešcev kar se da malo vpliva na poslabšanje pogojev preglednosti.

2.7.7 PREGLEDNOST PRI DENIVELIRANIH KRAKIH KROŽNEGA KRIŽIŠČA

V primerih, ko je krožno križišče nad glavno prometno smerjo (slika 7), je potrebno zadostiti pogoju preglednosti pri uvozu s klančine. Že v začetni fazi načrtovanja je potrebno preveriti preglednost na način, da se preveri, ali bodo predvidene ograje nadvoza, zidovi ali prometni znaki in usmerjevalne table ovirale preglednost pri uvozu v krožno križišče.

Nezadostne pregledne razdalje na uvozih lahko povzročajo zastoje (zaviranja voznikov na uvozih) in zmanjšajo raven prometne varnosti. Pomembno je, da je ločilna črta voznikom v bližajočih se vozilih jasno vidna, in da je ne zakriva konveksna zaokrožitev.

2.8 HORIZONTALNO IN VIŠINSKO VODENJE

2.8.1 HORIZONTALNO VODENJE

Tu je mišljeno vodenje ceste v širšem in ožjem pomenu. Vodenje v širšem pomenu predstavljajo elementi horizontalnega poteka ceste na daljšem odseku pred in po krožišču.

Potek osi ceste na daljšem odseku

Postopno zmanjšanje hitrosti pred krožiščem in s tem preprečitev možnosti prepozna zaznavanja krožišča s strani voznikov in nalet vozil dosežemo z zmanjšanjem radijev zaporednih krožnih lokov pred krožiščem. Prema, kot element na daljšem odseku pred krožiščem, sicer ni prepovedana oziroma se uporabi načeloma le pri rekonstrukcijah obstoječih klasičnih križišč ali v naseljih, kjer je potek osi ceste zaradi okoliške zazidave, vnaprej določen. V takem primeru moramo javni razsvetljavi posvetiti posebno pozornost.

Potek osi ceste v območju krožišča

Ožji pomen predstavlja, da za zadnji element pred in prvi neposredno po krožišču velja, da je prema dobra rešitev, ni pa to nujno. S premo je načeloma dosežena pravokotnost pri priključevanju kraka na krožišče, kar je ugodno s stališča prometne varnosti.

Zaželeno je sekanje krakov v enem presečišču. Najugodnejše je, če je to presečišče v centru krožišča. Nekoliko manj ugodno je, če je to presečišče levo od centra krožnega loka (gledano v smeri uvažanja). V takih primerih je dovoljena razlika manj kot 15° . Najslabše pa je, če je presečišče desno od centra, saj se s tem povečuje največja možna hitrost na uvozu. Od predvidene omejitve hitrosti pa so odvisne velikosti predhodnih in naslednjih krožnih lokov.

2.8.2 VIŠINSKO VODENJE

Načrtovalci krožišč morajo posebno pozornost posvetiti višinskemu oblikovanju oz. vzdolžnim nagibom križajočih se cest, elementom vertikalnih zaokrožitev in prečnim nagibom krožnega voznega pasu. Mejne vrednosti naštetih elementov določamo na osnovi upoštevanja pravil vozne dinamike, psihofizičnih in prometno-psiholoških zakonitosti in predvsem konstrukcijskih možnosti ter zahtev. Med zahteve sodita

vozna dinamike in učinkovito odvodnjavanje območja krožnega križišča.

Splošna načela niveletnega vodenja tras križajočih se cest v narisu so:

Ceste, ki se priključujejo v krožišče, ne smemo voditi skozi krožišče tako, da bi tvorili greben, ki bi zmanjševal preglednost na uvozu. Lom priključnih nivelet naj bo manjši oz. enak $\pm 4 \%$, v nasprotnem primeru je potrebno izvesti zaokrožitev vsaj z $R - 500$. Radij vertikalne zaokrožitve ne sme segati v krožni vozni pas. Celotno območje, ki ga omejuje zunanji radij krožišča (v primeru, da so v krožišču tudi kolesarji in pešci, pa zunanji rob hodnika za pešce), mora ležati v eni ravnini. Nedopustno je, da je ta ravnina prelomljena preko sredinskega otoka. Maksimalni nagib omenjene ravnine je od $0,5 \%$ do $3,0 \%$, s tem da se posebno pozorno uredi odvodnavanje. Nagib vozišča je $2,0 \%$.

Pogoji nivelet priključkov

Maksimalni vzdolžni nagib nivelet priključkov v krožišče naj neposredno pred vertikalno zaokrožitvijo ne presega $s_{max} = 3.5 \%$. V primeru, da je niveleta priključka neposredno pred vertikalno zaokrožitvijo v nagibu, ki je večji od s_{max} , ga je potrebno zmanjšati na vrednost $s = 3 \%$. Polmer vertikalne zaokrožitve, s katerim zaokrožimo novonastali lom, izberemo tako, da večji ali enaki r_{min} in da ta ne pade v območje vertikalne zaokrožitve priključka v krožišče.

Minimalni vzdolžni nagib nivelet priključkov v krožišče določajo naprave za odvodnavanje. Tudi v območju krožišča naj bi nivelete priključnih cest ne imele vzdolžnega nagiba roba ceste manjšega od $0,5 \%$, čeprav so možne tudi horizontalne nivelete. V takem primeru mora biti obroba vozišča izdelana s perforiranimi (vtočnimi) robniki, ki omogočajo linijske vtoke deževnice.

Pogoj vertikalnih zaokrožitev priključka v krožišče

V kolikor so priključni kraki krožišča v vzponu ali padcu, je potrebno zagotoviti plato neposredno pred uvozom z vzdolžnim naklonom maksimalno $\pm 3,5 \%$.

Dolžina platoja je minimalno 6 m , v primeru močnih prometnih tokov in tokov velikega števila tovornih vozil pa ustrezno več. V takih primerih je zaželeno, da se vertikalna zaokrožitev prične šele po 12 m , merjeno od talne signalizacije, ki določa odvzem prednosti. Vzdolžni nagib na platuju na oddaljenosti 6 m (oz. 12 m) ne sme presegati $\pm 3,5 \%$. V kolikor je na tem mestu vertikalna zaokrožitev, je merodajen nagib tangente.

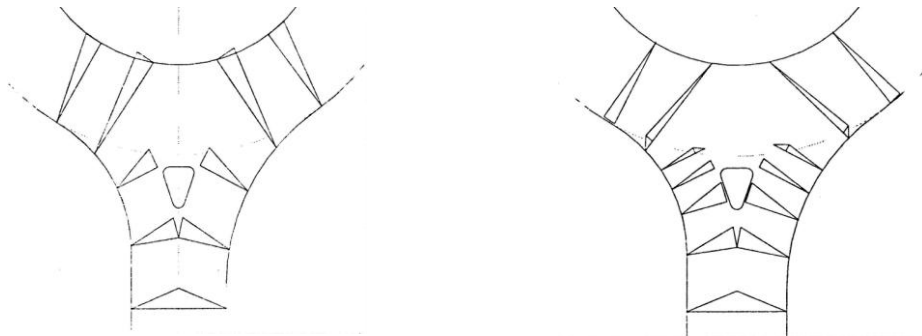
V ostalih segmentih vodenja nivelet priključkov v krožišče veljajo enaki pogoji kot pri klasičnih nivojskih križiščih.

Prečni nagib krožnega vozišča

Glavni nalogi prečnega nagiba krožnega vozišča sta:

- ustrezno odvodnavanje,
- omogočanje zveznih sprememb naklonov na prehodih med priključnimi pasovi in krožnim pasom.

Poznamo dva prečna nagiba krožnega vozišča. V uporabi je prečni nagib navzven (negativen) in prečni nagib navznoter (pozitiven).



Slika 14: Prečni nagib navzven (negativen - levo) in prečni nagib navznoter (pozitiven - desno) (Vir: TSC 03.341 : 2002)

Najpogostejši način višinskega vodenja krožišča navzven je prečni nagib krožnega vozišča. S tem načinom najlažje dosežemo ustrezno odvodnjavanje, neproblematičen pa je tudi prehod med priključnimi pasovi in krožnim pasom. Prečni nagib je po Pravilniku o projektiranju cest (Ur.l. RS, št. 91/2005) 2 %, je enostranski in usmerjen proti zunanjemu robu krožišča.

Kombinacija prečnega nagiba navzven in geometrijskih elementov, ki omogočajo prevelike hitrosti, pa lahko privede do nevarnega krožišča. Slabost tega načina se pokaže ob slabih vremenskih razmerah, ko zaradi kombinacije negativnega prečnega nagiba in zmanjšanega tornega koeficienta med pnevmatikami in podlago, vozilo prične drseti navzven že pri majhni hitrosti. Poleg tega pa vožnja skozi krivino pri negativnem prečnem nagibu neugodno vpliva na počutje voznika in potnikov v vozilu (delovanje prečne sile v nasprotni smeri od pričakovane).

Pri rekonstrukcijah klasičnih križišč v majhna in srednje velika krožišča je način višinskega vodenja s prečnim nagibom navzven navadno cenejši za izvedbo, saj načeloma lahko obdržimo način odvodnjavanje prejšnjega križišča.

Prečni nagib krožnega vozišča navznoter je prometno tehnično pravilen prečni nagib v krožni krivini, ki zmanjšuje sredobežno silo. Je manj pogosto uporabljen, saj je pravilna izvedba odvodnjavanje in priklopa priključkov precej zahtevnejša. Pri menjavi smeri nagnjenja prečnega nagiba na uvozih in izvozih moramo paziti, da sprememba naklona ne preseže 5 %. Menjava naklonov se izvede z vertikalnim radijem. Veliko pozornosti je potrebno posvetiti tudi lokaciji cestnih odtokov. Kritična mesta za zastajanje vode (vodni žepi) so uvozi in izvozi ter notranji vozni pas v krožnem vozišču. Voda pri padcu manj od 0,3 % na asfaltnih površinah ne teče. Pri nagnjenju krožnega vozišča proti središču krožnega križišča lahko nastopijo naslednje napake:

- nezveznost vijačenja priključkov,
- vodni žepi na uvozih in izvozih, in
- zastajanje vode na notranjem krožnem voznem pasu.

Za oblikovanje zunanjega roba voznega pasu na uvozu in izvozu je potrebno upoštevati splošna navodila za projektiranje cestne osi in robov (Ur.l. RS št. 91/05).

2.9 PROMETNA OPREMA IN SIGNALIZACIJA

2.9.1 LOČILNI OTOKI - OTOKI ZA PEŠČE

Uporaba deniveliranega ločilnega otoka na uvozu v krožišče je obvezna, razen pri mini krožiščih, saj je izjemnega pomena za varno vodenje tako motornih vozil, kot pešcev in kolesarjev.

Če je le možno, se tudi v mini krožiščih s tipskimi deniveliranimi elementi fizično ločita uvoz in izvoz iz krožišča. Linije ločilnega otoka naj bodo prilagojene linijam uvoznega, izvoznega in krožnega pasu v krožišču. Presečišča teh linij naj bodo zaokrožena z radijem velikosti vsaj 0,5 m.

2.9.2 PREHODI ZA PEŠČE IN KOLESARJE

Izvedba prehodov za pešce in kolesarje zagotavlja prometno varnost in udobnost pešcev in kolesarjev pri prečkanju krakov krožišča. Prehodi morajo biti izvedeni tako, da nase pritegnejo največje možno število pešcev (ki bi v nasprotnem primeru prečkali cesto naključno). Pešcem mora biti omogočeno, da med prečkanjem prehoda vidijo bližajoča se vozila.

Pri preglednosti zaradi pešcev je treba posebno pozornost posvetiti krožnim križiščem, v katerih so avtobusna postajališča. Avtobusi, ustavljeni na le-teh, ne smejo ovirati preglednosti pešcem ali voznikom.

Prehodi za pešce naj bodo nameščeni nekoliko v stran od izvozov iz krožišča (za dolžino enega do dveh osebnih vozil), kar pa ni v soglasju z zahtevami pešcev. Pešci ne bodo uporabljali prehodov, ki so predaleč od izvoza iz krožišča. V takih primerih je rešitev fizično preprečevanje nepravilnega prečkanja krakov krožišča (grmičevje, ograje ...). Če je prehod za pešce preblizu krožišča, obstaja možnost nastanka kolon vozil na uvozu, ki utegnejo segati na krožno vozišče, kar pa ovira potekanje prometa v krožnem vozišču.

Pri projektiranju krožišč je potrebno upoštevati hitrost vozil, jakosti tokov pešcev, kolesarjev in vozil, velikost krožišča in dolžino prehoda za pešce.

2.9.3 POVOZNI DEL SREDIŠČNEGA OTOKA

Prevozni del središčnega otoka omogoča skupaj s krožnim voziščem vožnjo skozi krožišče dolgim vozilom v primerih, ko zaradi majhne velikosti krožišča ali širine krožnega vozišča brez povoznega dela središčnega otoka, vožnja ne bi bila možna. Povožni del središčnega otoka se zgradi le pri majhnih in srednje velikih krožnih križiščih.

Pri mini krožiščih izvedba povoznega dela sredinskega otoka ni možna, pri velikih (večpasovnih) krožiščih pa je nepotrebna.

Širina povoznega dela središčnega otoka običajno znaša od 1,0 do 2,0 m, odvisno od pokrite površine merodajnega vozila pri vožnji skozi krožišče (polni krog).

Povožni del sredinskega otoka mora biti izveden na način in z materiali, da voznike

kratkih vozil odvrata od uporabe oz. da se ga poslužujejo le tista vozila, ki brez uporabe le-tega ne morejo prevoziti krožišča.

To dosežemo z dovolj velikim naklonom ploskve navzven (cca 5 %) in s hrapavo površino, npr. tlakovanje z granitnimi kockami. Polaganje mora biti izvedeno v betonu, da preprečimo izpadanje kock.

2.9.4 BARVA IN OBLIKA ROBNIKOV

Robniki ločilnih otokov so belo ali belo - črno pobarvani in morajo biti dobro vidni..

Na notranji strani krožnega vozišča je obvezna uporaba robnikov z blažjim naklonom v primeru, ko po notranjem krožnem pasu sledi povozni del središčnega otoka. Naklon tega robnika naj bo manjši ali enak 5:1, s čimer je preprečeno nastajanje poškodb pnevmatik dolgih vozil pri prevozu preko robnika. Priporočljiva denivelacija robnika je 2,0 - 3,0 cm.

Pri zelo majhnih krožiščih je zaradi manjše obrabe pnevmatik priporočljiva izvedba zveznega prehoda med notranjim krožnim voznim pasom in povoznim (tlakovanim) delom središčnega otoka.

2.9.5 RAZSVETLJAVA KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Krožno križišče mora biti zaradi zadoščanja pogojem prometne varnosti ponoči primerno razsvetljeno. Velja tako za uvoze v križišče kot tudi za središčni otok.

V ločilne otoke lahko postavimo drogove svetilk le, če so dovolj veliki, in ne zmanjšujejo preglednosti.

Stebri razsvetljave naj bodo postavljeni v krogu po obodu krožišča. Razporeditev je enakomerna glede na medsebojno oddaljenost med posameznimi lučmi in razdaljo do središča otoka. Vsak priključek oziroma uvoz naj bo osvetljen že najmanj 60 metrov od krožišča. Barva svetlobe in višina luči naj bosta enotni na celotnem območju križišča, vendar ne nižji kot na priključkih. Osvetljenost krožnega križišča naj bo enaka osvetljenosti priključkov.

2.9.6 VERTIKALNA IN TALNA SIGNALIZACIJA

V krožiščih se postavljajo prometni znaki in prometna oprema, ki jih predpisuje Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah.

Načeloma naj bi bilo vsako krožišče opremljeno vsaj s temi znaki:

- obvezna smer desno (II-45.1),
- križišče s prednostno cesto (II-1) in krožni promet (II-48),
- opozorilni trikotnik (V-39), označen na vozišču,
- obvezna vožnja mimo po desni strani (II-47), in
- znak za označitev prometnega toka (VI-8 in VI-8.1).



V odvisnosti od namembnosti krožnega križišča, mora biti le to opremljeno s prometnimi znaki za vodenje prometa, in sicer :

- tabla za označevanje imena ulice (III-106),
- kažipot (III-86), kažipotna tabla (III-87),
- kažipot nad voziščem na portalu (III-90.1),
- omejitev hitrosti (II-30), in
- križišče s krožnim prometom (I-30).



Vsako križišče pa naj bo načeloma opremljeno tudi z naslednjimi talnimi označbami na vozišču :

- prekinjeno široko prečno črto pred uvozom (V-10),
- kratko prekinjeno črto (V-4),
- ločilno prekinjeno črto (V-2),
- polje pred otokom za ločitev prometnih tokov (V-33),
- prehod za pešce (V-16),
- prehod za kolesarje (V-17), in
- ločilno črto (V-1).

V posameznih primerih, kadar to zahtevajo varnostni razlogi v prometu, morajo biti krožišča opremljena z dodatno prometno opremo upravljalca (z varnostnimi ograjami in cestnimi smerniki).

Semaforizacija krožišč pa se izvaja le izjemoma pri:

- obstoječih preobremenjenih krožiščih, ki jih ni možno rekonstruirati in tirnem prometu, ki seka krožišče,
- povečanju prometne varnosti zelo močnega toka pešcev in kolesarjev, če križanja ni možno rešiti izvenivojsko,
- spremenjenih prometnih razmerah v naseljih, ki so nastale po izvedbi krožišča.

S semaforizacijo v preobremenjenih krožiščih se kapaciteta sicer ne poveča, ampak le omogoča časovne praznine in poveča pretočnost. Z uvedbo semaforizacije se namreč prepreči, da bi se vsa vozila, ki se približujejo uvozu v krožišče, zaradi odvzema prednosti morala ustavljati.

Povečanje prometne varnosti močnega toka kolesarjev in pešcev v velikih krožiščih je možno izvesti z izvenivojskim vodenjem kolesarskega in peš prometa ali uvedbo semaforizacije krožišča.

Semaforizacija krožišča je ena od možnih rešitev tudi v primeru spremenjenih prometnih razmer, do katerih lahko pride po izvedbi krožišča. Zaradi spremenjenih prometnih razmer se v križišču lahko ustvari prevladujoča (glavna) prometna smer, s tem pa je eliminiran eden od glavnih kriterijev za uvedbo krožišča (približno enaka jakost prometnega toka na glavni in stranski prometni smeri).

V takih primerih je možna izvedba semaforizacije, drugi dve možnosti pa sta:

- uvedba pasu za vožnjo mimo krožnega prometa (če je glavna prometna smer desni zavijalec), ali pa
- denivelacija glavne prometne smeri (če je glavna prometna smer levi zavijalec ali vožnja naravnost).

Obe rešitvi pa sta dražji od semaforizacije.

2.10 KRAJINSKA UREDITEV

Pri oblikovanju okolja krožišča je potrebno sodelovanje pristojnih strokovnjakov, zlasti krajinskih arhitektov, ki morajo ureditev okolice križišč vključiti v načrte krajinske arhitekture. Pri načrtovanju je prav tako pomemben element upoštevanje vzdrževanja.

Odgovornost za vzdrževanje lahko prevzame lokalna organizacija za urejanje nasadov in zelenic, vendar morajo biti predhodno dogovorjeni standardi in pravila vzdrževanja. Vsaka sprememba, ko želi tretja oseba kakor koli spremeniti pogoje urejanja krajine na območju krožišča (n.pr. zasaditev visokega rastlinja), lahko to stori le s predhodnim soglasjem pristojnih institucij:

- MPZ - Ministrstvo za promet, Langusova 4, 1000 Ljubljana <http://www.gp.mzp@gov.si>,
- DRSC - Direkcija Republike Slovenije za ceste, Tržaška 19, 1000 Ljubljana <http://www.drse.si>,
- DARS - Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji, <http://www.dars.si>, občine

Zasaditev ne sme vplivati na zmanjšanje preglednosti ali prometne varnosti (bujne krošnje, plodovi, listje ...). Ne glede na estetiko ima lahko urejanje krajine v območju krožišča s stališča prometnega inženirstva tudi praktične prednosti. S prilagajanjem zemljišča - zasaditve v središčnem otoku je mogoče bolj jasno opozoriti bližajoča se vozila na približevanje krožišču. Z zakrivanjem prometa na nasprotni strani krožišča glede na mesto priključevanja se lahko izognemo zmeda in zbežanosti, ki ju pri voznikih povzroča pregled nad odvijanjem prometa v celotnem krožišču.

Zasaditev v središčnem otoku predstavlja dobro ozadje za prometne znake in usmerjevalne table na središčnem otoku, medtem ko vizualno usklajuje različne vertikalne značilnosti ter zmanjšuje videz nereda. Z natančnim planiranjem lahko na območju, kjer je zahtevana preglednost (na zunanjem robu središčnega otoka), predvidimo zasaditev nizkorastočih vrst, proti središču otoka pa vedno višje in gostejše vrste grmičevja in obrezanega drevja.

Posebna zasaditev, ki je morda primernejša v urbanih območjih, zahteva običajno več truda in vlaganj. Na podeželju je pri zasaditvi primeno upoštevati omejitve, ki jih narekujejo prvotne avtohtone rastlinske vrste in izgled krajine. Na ravnih, odprtih travnatih območjih se oblikovanje prostora praviloma omejuje na oblikovanje zemljine. Možne zasaditve se preverja preko idejnih projektov v skladu z načrti krajinske arhitekture.

Na splošno je zasaditev središčnega otoka krožišč, katerih premer je manj kot 10 m, z visokim rastlinjem neprimerna. Zaradi potrebe po zagotovitvi preglednosti ostane na sredini otoka zelo majhna razpoložljiva površina za zasaditev. Ozelenitev ločilnih otokov naj se izvaja le pri velikih ločilnih otokih in to na način, da se najprej zadosti pogojem izvedbe vertikalne signalizacije in preglednosti, šele nato se izvaja ozelenitev in zasaditev na preostalem razpoložljivem prostoru. V urbanem okolju višina središčnega otoka ni predpisana in je prepuščena oblikovalcem. V neurbanih cestnih odsekih, kjer so hitrosti večje, pa mora višina središčnega otoka voznika opozoriti, da se bliža krožišču oziroma oviri na cesti. Središčni otok mora biti oblikovan tako, da ponoči onemogoča bleščanje nasproti vozečih vozil, in da istočasno zagotavlja predpisano preglednost sosednjih uvozov.

Pod pogojem, da nista omejeni preglednost in vidljivost prometne signalizacije, je v središčnem otoku možno postavljanje fontan, spomenikov, skulptur in drugih objektov. Postavljanje tabel, napisov in drugih objektov ali naprav za slikovno in zvočno obveščanje in oglaševanje v središčnem otoku krožišča ni dovoljeno.

2.10.1 PRIMER KRAJINSKE UREDITVE

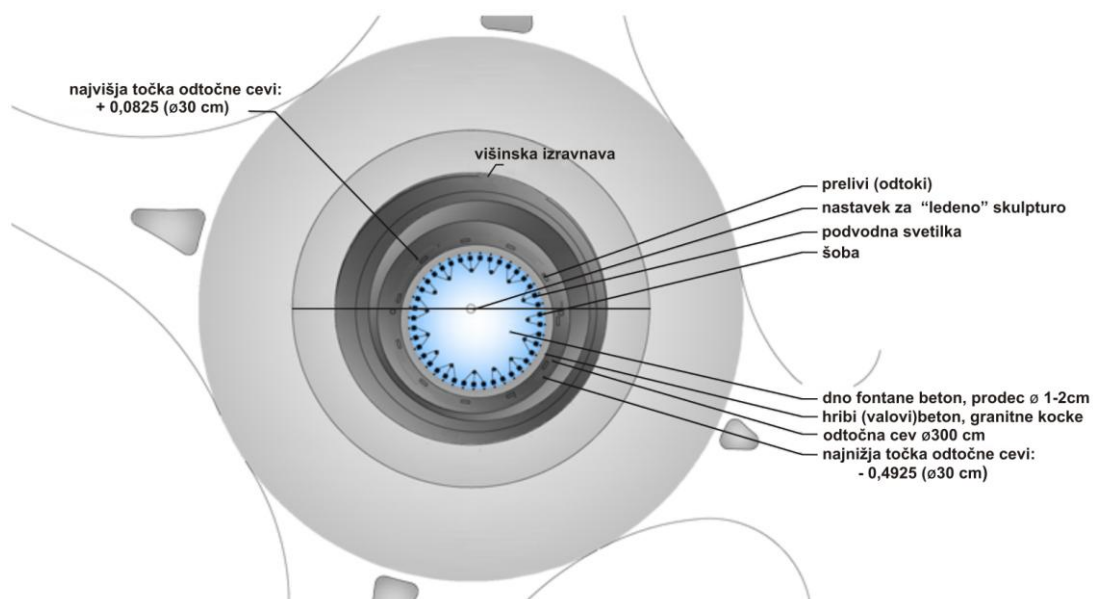
Primer krajinske ureditve krožišča na Mariborski cesti v Celju (slika 15), zgrajenega s sodelovanjem arhitektov iz Društva krajinskih arhitektov Slovenije. Projekt je bil izpeljan leta 2006.

Izdelava projekta je potekala po predhodno postavljenih kriterijih kot so prometna varnost, poudarek vstopa v mesto, enkratno oblikovanje, nizki stroški izgradnje in vzdrževanja.

Oblika krožišča temelji na krogu, iz katerega izhajajo krožnice različnih velikosti in poljubnih središč. Med seboj se krožnice razlikujejo tudi po vrsti materiala, s katerim je zapolnjen tudi vmesni prostor. Zunanji rob krožišča se zaključuje s tremi betonskimi vzpetinami, obloženimi z granitnimi kockami, ki se koncentrično dvigujejo in spuščajo okoli centralnega bazena. Notranja obroba poteka z vodno zaveso, ki jo oblikujejo vodni curki v različnih višinah. Voda se steka v osrednji del vodnega bazena, ki je v nočnem času osvetljen z vgrajenimi lučmi.



Slika 15: Ureditev krožišča z vodometom na Mariborski cesti v Celju
(Vir: www.dkas.si, 2008)



Slika 16: Ureditev krožišča z vodometom – tloris (Vir: www.dkas.si, 2008)

3 OBSTOJEČE STANJE

V strnjeni obliki bomo podali opis razvitosti stanja cestne infrastrukture v Republiki Sloveniji in stanje v novonastali državi Kosovo. Tu so šele začeli postavljati cestno omrežje. Primerjava je zelo kontrastna, pokaže pa tudi elemente, katere smo v Sloveniji uspešno odpravili. Opisali bomo tudi stanje prometne varnosti, ki je še kako pomembno za vsako nacionalno gospodarstvo.

3.1 CESTNA INFRASTRUKTURA V REPUBLIKI SLOVENIJI

Javne ceste predstavljajo celotno javno cestno omrežje v Republiki Sloveniji. Delimo jih na:

- državne ceste, ki so v lasti Republike Slovenije, in
- občinske ceste, ki so v lasti občin. Razdelitev je bila narejena po zgledu evropskih držav. Temelji na pomenu javnih cest za povezovanje in odvijanje prometa v določenem prostoru.

Za upravljanje, vzdrževanje in razvoj državnega omrežja – hitrih cest, regionalnih in glavnih cest je pristojna Direkcija Republike Slovenije za ceste (DRSC), v pristojnosti Družbe za avtoceste v Republiki Sloveniji (DARS) pa je upravljanje, vzdrževanje in razvoj avtocest. Kategorizacija javnih cest je bila narejena na podlagi Uredbe o merilih za kategorizacijo javnih cest. Državne ceste se kategorizirajo na:

- avtoceste, hitre ceste,
- glavne ceste I. in II. Reda, ter
- regionalne ceste I., II. in III. reda (R1,R2,R3) in regionalne turist. ceste (RT3).

Občinske ceste so ceste javnega cestnega omrežja, ki so v upravljanju občin. Te tudi skrbijo za njihovo izgradnjo in vzdrževanje. Delimo jih v skladu s kategorizacijo občinskih cest, ki jo sprejme občina. Med občinske ceste spadajo lokalne ceste in javne poti.

Nacionalni program izgradnje avtocest je postavil strateške, organizacijske in finančne temelje za uresničevanje izgradnje avtocestnega križa v smeri sever - jug, ki so skladni z evropskim transportnim koridorjem številka X. (Ljubljana – Zagreb - Beograd - Skopje - Solun), in v smeri zahod - vzhod, ki so skladni z evropskim transportnim koridorjem številka V. (Trst - Koper - Postojna -Ljubljana -Budimpešta).

Med naloge Direkcija Republike Slovenije za ceste sodijo tudi priprava predlogov za investicije v državne ceste v njeni pristojnosti, usklajevanje pri projektiranju, graditvi in obnovah cest in objektov na teh cestah. Direkcija zbira in obdeluje različne podatke, potrebne za presojo glede vlaganj v ceste in izvaja naloge, sprejete v Državnem zboru, na vladi in v Ministrstvu za promet.

Slovenija je prisotna v različnih mednarodnih organizacijah in komisijah s ciljem sodelovanja in koordinacije na strateški, sistemski, proceduralni in tehnični ravni, z zblževanjem nacionalnih in regijskih programov in uvajanjem novih transportnih sistemov in storitev.



Slika 17: Avtocestni sistem v Republiki Sloveniji 2006
(Vir: www.avtoceste.si/, 2008)

	Dolžina v km
Javne ceste – SKUPAJ	38.558,6
Državne ceste	6.420,6
avtoceste - AC	504,5
hitre ceste (z deljenim cestiščem) - HC	74,1
hitre ceste (brez deljenega cestišča) - HC H1	27,1
glavne ceste I - G1	482,0
glavne ceste II - G2	446,8
regionalne ceste I - R1	953,4
regionalne ceste II - R2	1.223,6
regionalne ceste III - R3	2.114,5
regionalne turist. ceste – RT3	594,7
Občinske ceste	32.138,0
lokalne ceste - LC	11.427,3
glavne mestne ceste - LG	111,4
zbirne mestne ceste - LZ	716,8
mestne (krajevne) ceste - LK	1.556,3
javne poti - JP	18.270,0
javne poti za kolesarje - KJ	56,2

Tabela 4: Dolžine cest po kategoriji, občine, Slovenija, letno 2006 (Vir: Ministrstvo za promet - Direkcija Republike Slovenije za ceste, 2008)

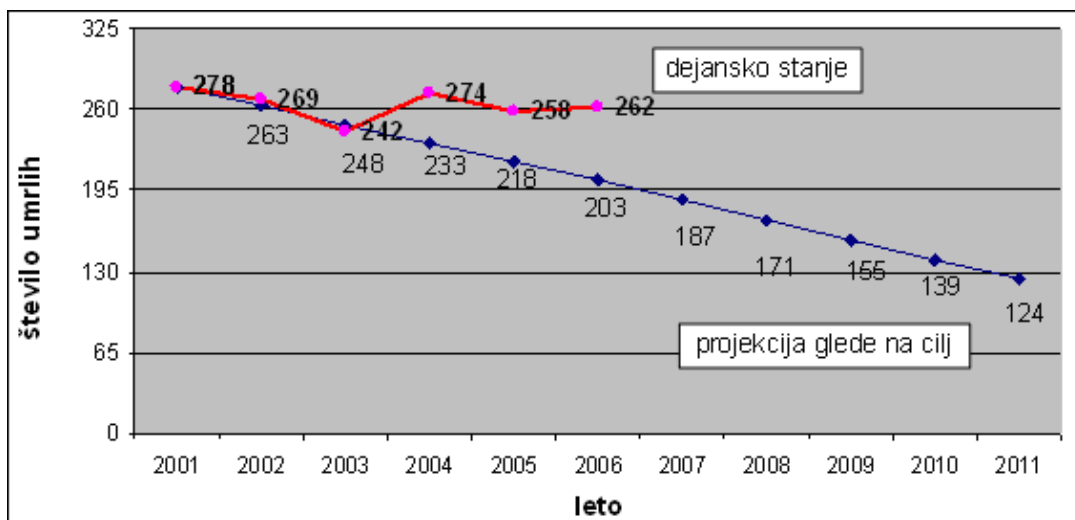
Prometna varnost

Leta 2001 je v državah EU umrlo 50.000 ljudi, skupni cilj, ki je bil predlagan leta 2001, pa je, da smrtne žrtve do konca leta 2010 ne bi presegle števila 25.000 na leto. V EU je v prometnih nesrečah vsako leto 1.700.000 telesno poškodovanih. Število mrtvih upada – razen v letu 2004, ko je na slovenskih cestah umrlo 274 ljudi, poškodovalo pa se jih je približno 13.000. Sloveniji je v zadnjih desetih letih s prizadevanjem uspelo zmanjšati število smrtnih žrtev od leta 1995 za 45 %.

Skupnemu cilju držav članic Evropske unije sledi tudi Slovenija s svojim nacionalnim programom, ki predvideva, da število umrlih v prometnih nesrečah leta 2011 ne bi bilo večje od 124. Trenutno stanje mrtvih na evropskih cestah ne sledi dosegu zastavljenega cilja: 50 % zmanjšanje števila mrtvih do konca leta 2010.

Če se prizadevanja za večjo varnost ne bodo povečala, bo zmanjšanje le 35 %. V nacionalnem programu je kot izhodišče uporabljena Vizija nič, ki bi skupaj s smotri in cilji pripeljala do zmanjšanja najhujših posledic v prometu. To so narekovala tudi dejstva in pričakovanja slovenske družbe, da se v naslednjih letih izboljša varnost in zagotovi sledljivost evropskim ciljem.

Iz spodnjega grafa je razvidno, da se je prvo odstopanje od predvidenih trendov zgodilo v letu 2005. Podobno je tudi v državah EU, kjer komisija ugotavlja, da v kolikor se trend iz leta 2005 nadaljuje, bo zmanjšanje mrtvih le 35 % in ne 50 % tako kot to zahteva EU program varnosti cestnega prometa, kateremu s cilji sledi tudi slovenski.



Graf 1: Prikaz dejanskega števila mrtvih in zmanjšanja števila umrlih glede na cilj nacionalnega programa (Vir: a107v1_12.doc, 2007)

Najpogostejši vzroki nastanka nesreč so bili neprilagojena hitrost, neupoštevanje pravil o prednosti, nepravilna stran ali smer vožnje, nepravilno ravnanje pešcev, nepravilni premiki z vozilom in nepravilno prehitevanje.

Leto	Prometne nesreče				Posledice		
	Vse nesreče	Nesreče s smrtnim izidom	Nesreče s telesnimi poškod.	Nesreče z mater. škodo	Mrtvi	Hudo telesno poškod.	Lahko telesno poškod.
2001	39.431	243	8.956	30.232	278	2.689	9.984
2002	39.601	239	9.960	29.402	269	1.571	12.359
2003	41.173	220	11.456	29.497	242	1.393	15.310
2004	43.004	254	12.467	30.283	274	1.391	17.332
2005	31.094	230	10.079	20.785	258	1.266	13.048
2006	31.569	233	10.990	20.346	262	1.220	14.855
2007	30.400	263	11.151	18.986	293	1.263	14.774

Tabela 5: Število prometnih nesreč in njihove posledice (Vir: MNZ, Policija, 2008)

Trendi stanja varnosti kažejo, da naj bi se število mrtvih v Sloveniji iz leta v leto zmanjševalo. Zmanjševalo naj bi se tudi število hudo telesno poškodovanih oseb, število lahko telesno poškodovanih oseb pa naj bi se povečevalo. Podoben trend je tudi na ravni EU.

Prometna obremenitev se je v Sloveniji zadnja leta zelo povečala. Med dejavniki, ki pozitivno vplivajo na prometno varnost, so tudi ukrepi za izboljšanje cestne infrastrukture, katerih sestavni del so zlasti gradnja krožnih križišč, pločnikov, kolesarskih površin ter ukrepi za umirjanje prometa. Konec leta 2002 je bilo v Sloveniji 42 krožnih križišč (od tega le 4 dvopasovna). Danes je zgrajenih preko 100 krožnih križišč, od tega 23 dvo in tropasovnih.

Tako beležimo iz leta v leto porast projektih rešitev, ki zmanjšujejo hitrost vozil, kar pomeni umirjanje prometa in izboljšanje prometne varnosti, predvsem v naseljih. Med najbolj znane tovrstne rešitve umirjanja prometa so vse bolj v uporabi krožna križišča ali krožišča, kot jih tudi imenujemo.

3.2 CESTNA INFRASTRUKTURA V REPUBLIKI KOSOVO

Kosovo je po površini pol manjše od Slovenije (10,887 km²) in ima po različnih ocenah od 1,9 do 2,4 milijona prebivalcev, od tega je več kot 90 % Albancev. Ostale narodnosti so še Srbi, Turki, Romi in Bošnjaki. Glavno mesto Priština naj bi imelo okoli pol milijona prebivalcev. Pokrajina je še vedno pod začasnim protektoratom Združenih narodov in v njej deluje misija UNMIK (United Nations Mission in Kosovo), ki si prizadeva vzdrževati red, skrbeti za varnost in vzpostaviti delovanje civilnih institucij. Mednarodne sile Nata KFOR so odgovorne za stabilnost in varnost. Kosovska policija (KPS), ki jo je vzpostavila mednarodna civilna policija CIVPOL (Civilian Police), počasi prevzema vse več odgovornosti, povezanih z varnostjo. Denarna valuta je euro. Razglasitev neodvisnosti nove države je bila 17.02.2008.

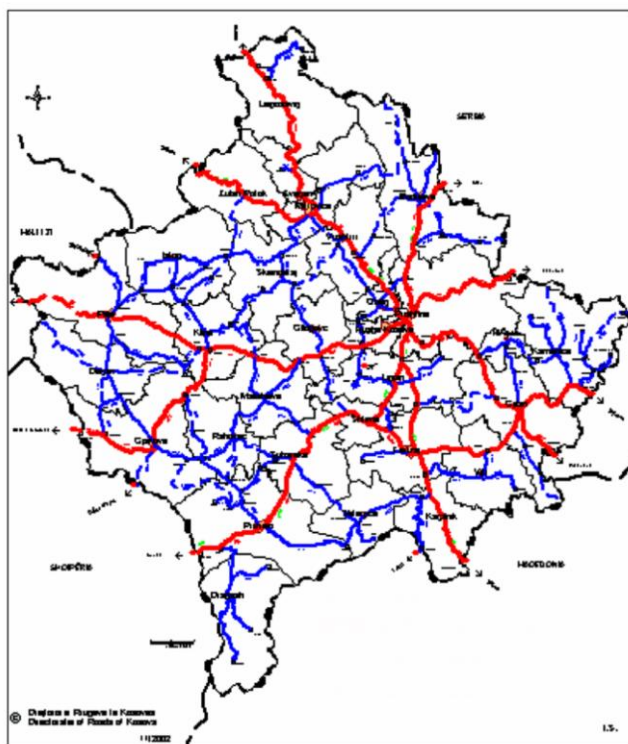
Na Kosovu potekajo strukturne reforme, zlasti se je pospešila privatizacija podjetij v

družbeni lasti. V okviru pospešene privatizacije je bilo že kar nekaj tujih neposrednih naložb. Gospodarska rast je nizka. Stopnja brezposelnosti ostaja visoka. Gospodarsko dejavnost še naprej ovira nezadostna osnovna infrastruktura.

Napredek je bil na področju prometa, kjer Kosovo sodeluje pri regionalnih prometnih pobudah. Prištinsko letališče je prešlo pod nadzor civilne uprave in je postalo registrirana družba. Kosovo sodeluje pri širitvi skupnega evropskega zračnega prostora na jugovzhodno Evropo. Na področju *energetike* je Kosovo podpisnik Pogodbe o energetski skupnosti jugovzhodne Evrope.

Prometna infrastruktura Republike Kosovo

Glavnih cest je 647 km, regionalnih 1287 in lokalnih cest približno 1800 km. Imajo približno 252 mostov. Gostota prometne mreže je relativno nizka, $0,35\text{km}/\text{km}^2$.



Kosovo – cestno omrežje

LEGENDA:

- Glavne ceste (647 km)
- Regionalne ceste (1287 km)
- Lokalne ceste (1800 km)

Mostovi: približno število 252

Slika 18: Kosovo - prometno omrežje (Vir: Ministrstvo za transport in komunikacije, Kosovo – UNMIK, 2008)

Evropska agencija za obnovo že od leta 1999 financira program obnove kosovskih cest po evropskih standardih, vendar so rezultati na cestni infrastrukturi praktično neopazni. Sredstva iz tega programa so namenjena obnovi 220 kilometrov glavnih kosovskih cest: M2 Priština-Blače, R116 Doganovič-Globočica (pot za Tetovo) in M9 Priština-Peč-Črna Gora.

V novonastali državi skrbi za rekonstrukcije, obnove in nove gradnje cest Ministrstvo za promet, pošto in telekomunikacije (MSPT). Velja omeniti še Prometni observatorij držav jugovzhodne Evrope (SEETO), ki je bil ustanovljen na podlagi Memoranduma o razvoju temeljnega regionalnega transportnega omrežja

jugovzhodne Evrope (podpisan leta 2004), katerega članica je tudi Kosovo.

Prometna varnost

Ceste so ozke in največkrat brez sredinske črte, prometni znaki so redkost, talnih označb najpogosteje ni. Med vozniki velja večinoma pravilo močnejšega. Vozila so večinoma stara in tehnično nepopolna. Večina cest je slabo vzdrževanih, tovorni promet pa jih še bolj uničuje. Za počasi vozečimi in preveč natovorjenimi tovornjaki nastajajo dolge kolone, le-te pa so povod za nevarna prehitevanja in nesreče. Kosovo je med državami z večjim številom prometnih nesreč.

Po nekateri ocenah naj bi se število motornih vozil od leta 1999 kar šestkrat povečalo. Promet je tako glede na cestno omrežje nadvse gost. Vozniki so večinoma neizkušeni in nekateri sploh nimajo vozniških dovoljenj. Razmere v križiščih, tudi tistih s semaforji, so zaradi nediscipline prav kaotične.

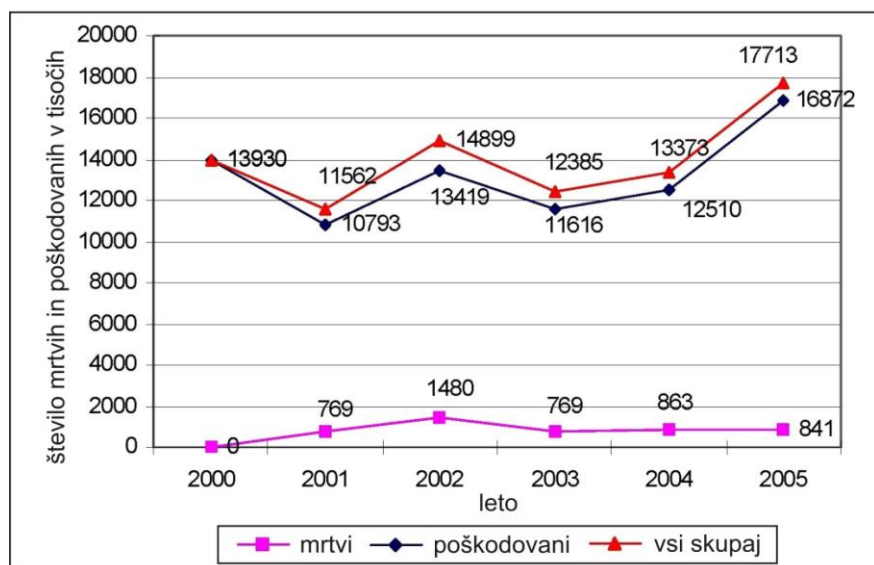


Slika 19: Krožno križišče v centru Peći (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)

Prevoz potnikov izvaja avtobusno podjetje KosovoTrans. Domačini se prevažajo tudi v velikem številu raznoraznih transporterjev in minibusov, katerih uporabnost vzbuja dvom. Ustavljajo se na vseh mogočih mestih in s tem povzročajo dodatno gnečo in nevarnost v prometu.

V mestih je pomanjkanje parkirnih mest in površin za pešce. Na pločnikih so parkirana vozila, zato pešci največkrat hodijo kar po robu vozišča in se zaradi gostega prometa močno izpostavljajo. Šole so večinoma zgrajene ob cestah, na katerih ni označenih prehodov za pešce ali znakov, ki bi opozarjali na bližino najmlajših udeležencev prometa. Leta 2007 se je na Kosovu zgodilo 132 nesreč, v katerih je poškodbam podleglo 140 oseb, in 2035 nesreč, v katerih je bilo

poškodovanih 3051 oseb. Vzroki so nepazljivost udeležencev v prometu, neprilagojena hitrost, napačna smer vožnje, neupoštevanje prednosti, nepravilno prehitevanje, alkohol itd. Razmerje mrtvih v prometnih nesrečah na 10,000 vozil (9,5) je 9 krat višje, kot v "varnejših" državah EU. Prometne nesreče stanejo ekonomijo Kosova skoraj 1.2 % BDP.



Graf 2: Prikaz števila mrtvih in poškodovanih v prometnih nesrečah na Kosovu (Vir: Technical background paper-the European Commission and the World Bank, 2008)

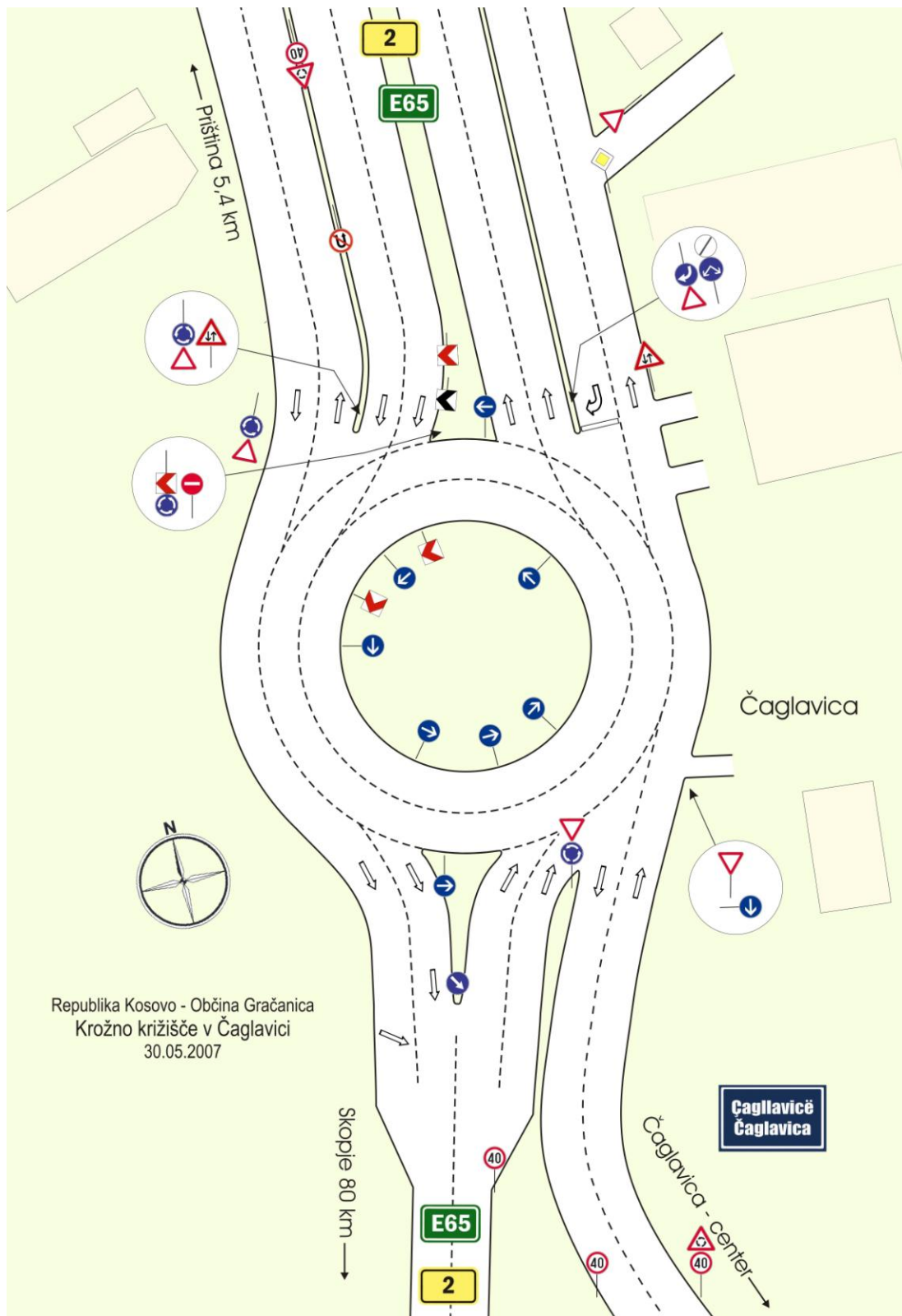
Po razglasitvi neodvisnosti so pristopili k pospešeni obnovi cest. V tem trenutku je to povezava v smeri Skopja in tudi v smeri Peči, vpadnico za Prištino obnavljajo ter širijo, v načrtu pa je tudi izgradnja ceste Morina – Priština – Merdare („Route 7“), ki je ključna komponenta regionalne mreže jugovzhodne Evrope, ki povezuje cestni Panevropski koridor 10 v Srbiji s pristaniščem v Draču na albanski obali. Avtocesta je v celoti dolga 117 km in med drugim zaobjema izgradnjo štirih tunelov, katerih skupna dolžina je približno 5 km. Dela se bodo predvidoma začela v zadnjem tromesečju 2008 ali v začetku 2009.

Projektirati in graditi so začeli tudi nova krožna križišča. Eno od teh je novozgrajeno krožišče na koncu osempasovne ceste (M2) (E65) na južni vpadnici v Prištino.

Krožišče je bilo zgrajeno v sredini leta 2007. Za Kosovske razmere je zelo dobro označeno, vendar vozniki ne upoštevajo cestno prometnih predpisov. Ta del cestnega odseka je postal pogosto mesto prometnih nesreč. Kljub občasnim radarskim kontrolam je bilo na tem krožišču do konca leta 2007 zaradi neprilagojene hitrosti nekaj nesreč s smrtnim izidom.

Projektanti so pozabili na prehode za pešce in kolesarje; le-ti prečkajo vozišče nezavarovani. Pri prehajanju osempasovnega cestišča preskakujejo ograjo na štirih mestih. Rezultat pritožb krajanov je načrtovana izgradnja nadhoda.

Mladi vozniki večkrat uporabijo ta del ceste za dirkanje, zato krajanje zahtevajo od UNMIK-a in Kosovske policije, da na drugačen način regulirajo promet na tej točki.



Slika 20: Krožno križišča na magistralni cesti E 65 Priština - Skopje v kraju Čaglavica (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)



Slika 21: Krožno križišče na magistralni cesti E 65 v kraju Čaglavica (pogled iz severne strani) (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)



Slika 22: Krožno križišče na magistralni cesti E 65 v kraju Čaglavica (pogled iz južne strani) (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)

3.3 KRITIČNA ANALIZA

Najprej nekaj besed o voznikih in ravni prometne kulture.

Slovenski vozniki pri dvopasovnih krožiščih ne uporabljajo notranjega voznega pasu. Večina se odloči za vožnjo po zunanjem pasu vozišča v krožišču tudi v primeru, ko le-tega ne zapuščajo na prvem možnem izvozu.

Nekateri vozniki se bojijo, da ne bi mogli pravočasno zapustiti krožišča in izstopiti, ne zavedajo pa se, da v primeru pomote lahko nadaljujejo v nov krog. Stanje se navkljub prizadevanjem za osveščanja voznikov, da uporabljajo oba pasova krožišč, le počasi spreminja.

V večjih krožiščih vozila dosegajo večje hitrosti od dovoljenih. To povzroča težave voznikom, ki se želijo vključiti v krožni tok. Zaradi težavnega vstopa se poveča možnost naletov. V Sloveniji je tak primer krožno križišče na Tomačevem. Rešitev bi lahko bila postavitve kamer za nadzor prometa. Za nekatere starejše voznike predstavlja vožnja v krožiščih težavo, saj jih redkokdaj uporabljajo in gredo z nelagodjem v krožni tok.

Opaziti je tudi voznike, ki vstopajo v krožišče in takoj zavijejo v levo, to pa pomeni nepoznavanje cestno prometnih predpisov. Nekateri ne vedo, kje se je pri vstopanju v krožišče potrebno ustaviti. Z uvajanjem novih krožišč v Sloveniji ter njihovo vsakdanjo uporabo se bo spremenil odnos in zaupanje do njih.

Omeniti velja tudi kolesarje, ki z neprimerno hitrostjo vozijo po kolesarski stezi in prečkajo vozišče, pri tem pa se ne prepričajo, ali lahko to storijo varno.

Potrebno je dvigniti raven prometne kulture. Začeti moramo že pri mladini. Tem pa so veliki vzorniki odrasli. Za mlade in tudi manj mlade voznike bi bile zelo dobrodošle šole varne vožnje in občasne obnovitve znanj. Tu bi bilo potrebno govoriti tudi o krožiščih. Le tako lahko dolgoročno vplivamo na zmanjšanje nesreč in dviganje prometne varnosti.

Infrastruktura

Krožna križišča so v Sloveniji smiselno projektirana in zgrajena. Po desetih letih pojenjuje začetna euforija in smo v obdobju, ko lahko zrelo gledamo na potrebe pri izgradnji novih krožišč. Krožišča pa bi lahko postavili še marsikje, kjer so izpolnjeni vsi pogoji, da lahko dobro izpolnjujejo svojo vlogo.

Večje prometnice so speljane skozi vsako vas. V preteklem času je to pomenilo razvoj, odprtost v svet, pa turizem in še kaj. Sčasoma pa je število vozil zelo naraslo. Zaradi vsakodnevnih migracij velikega števila ljudi so ceste zelo obremenjene. Obremenjeno je tudi okolje.

Obvozov mimo urbanih naselij skoraj ne poznamo oz. jih ni. To bi bilo dobro za naselja (manj onesnaženja, hrupa in večja prometna varnost), pozitivno pa bi vplivalo tudi za promet, saj bi potekal hitreje in bolj tekoče. Premajhna je uporaba elementov za umirjanje prometa. Med najbolj znanimi rešitvami za umirjanja prometa so vsekakor krožna križišča.

Tudi nekatere šole še vedno stojijo ob zelo s prometom obremenjenih prometnicah.

Zakonski predpisi

Zakonodaja za projektiranje in gradnjo krožišč je na podlagi izkušenj že postavljenih krožišč in ostalih objektov cestne infrastrukture doživela nekaj posodobitev in dopolnil. To pomeni zrelost in nadaljno kvalitetno delo na tem področju.

Zakonski predpisi so naravnani predvsem represivno, manj pa so usmerjeni k temu, kako zmanjšati število žrtev prometnih nesreč.

4 PRENOVA

Prometni sistem je dinamičen, tehničen, tehnološki, organizacijski in gospodarski sistem in je zelo pomemben segment vsakega narodnega gospodarstva. Pomemben element vsakega prometnega sistema je "varnost prometa", ki se kot pojem danes najpogosteje uporablja kot izraz za:

- določeno stanje prometa (stopnja varnosti prometa),
- predmet družbene in individualne dejavnosti, ki ima svoj cilj v doseganju večje stopnje varnosti, in
- predmet znanstvenega raziskovanja.

Zagotovo spada cestni promet zaradi velikega števila različnih prometnih sredstev, velikega števila različnih udeležencev, različnih vrst prometnih poti v cestnem prometu in različnih vremenskih pogojev med najmanj varne prometne podsisteme. Dejavniki, ki vplivajo na izboljšanje varnosti cestnega prometa, so:

- ustrezno izobraževanje udeležencev cestnega prometa,
- stanje prometnih sredstev,
- cestna infrastruktura, in
- ustrezna omejitvena politika.

4.1 PROMETNA VARNOST NA KROŽNIH KRIŽIŠČIH

Po nekajletnem obratovanju krožnih križišč sledi vprašanje, ali se je dejansko stanje prometne varnosti izboljšalo oziroma poslabšalo in za koliko. S tem namenom je bilo opravljeno kar nekaj analiz stanja prometne varnosti pred in po izgradnji teh objektov. Ocenjevanje varnosti temelji na podlagi statistične, primerjalne in opisne metode. To je bilo opravljeno v predhodnih letih na številnih krožiščih v Sloveniji.

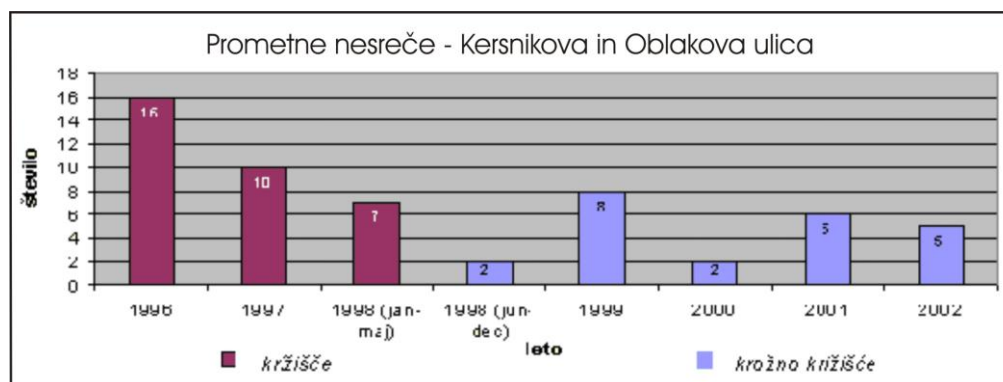
V nadaljevanju sledijo rezultati meritev opravljenih v mestni občini Celje, kjer je bila opravljena primerjava prometne varnosti več krožnih križišč v mestu in njegovi okolici od datuma izgradnje do 31.12.2002.

V letih 1996 in 1997 se je na celotni Kersnikovi ulici pred izgradnjo krožnega križišča Kersnikove in Oblakove ulice povprečno zgodilo 67 prometnih nesreč na leto. Po izgradnji krožišča (junija 1998) se je stanje prometne varnosti na Kersnikovi ulici bistveno izboljšalo, saj se je v obdobju od leta 1999 do 2002 v povprečju zgodilo 37 prometnih nesreč na leto (Graf 3). To pomeni zmanjšanje nesreč za 45 %.

V letih 1996 in 1997 se je pred izgradnjo krožišča na lokaciji Kersnikove in Oblakove ulice povprečno zgodilo 13 prometnih nesreč na leto. Po izgradnji krožišča se je stanje prometne varnosti bistveno izboljšalo, saj se je od 1999 do 2002 v povprečju zgodilo le 5 (zmanjšanje za 62 %) prometnih nesreč na leto (Graf 4). Iz opravljene analize je razvidno, da se je stanje na vseh krožnih križiščih izboljšalo, saj se je na njih zgodilo precej manj prometnih nesreč. Najbolj učinkovita pa so krožišča, ki so nastala z rekonstrukcijo prejšnjih "klasičnih" križišč. Tam, kjer so krožišča nadomestila obstoječa klasična, nivojska križišča, se je število prometnih nesreč v povprečju zmanjšalo za 75 %, občutno blažje pa so tudi posledice prometnih nesreč.



Graf 3: Prometne nesreče na Kersnikovi ulici v Celju (pred in po izgradnji krožnega križišča), od leta 1996 do 2002 (Vir: MNZ, Strokovni posvet "Izkušnje in perspektive gradnje krožnih križišč", 2003)



Graf 4: Prometne nesreče na križišču (do maja 1998) in krožnem križišču (od junija 1998) Kersnikove in Oblakove ulice (Vir: MNZ, Strokovni posvet "Izkušnje in perspektive gradnje krožnih križišč", 2003)

Absolutnih pokazateljev prometne varnosti ni, te razmere je možno oceniti le s primerjavami po območju in obdobju. Temeljni pokazatelj na določenem območju je skupno število prometnih nesreč. Na izboljšanje varnosti cestnega prometa vplivajo številni dejavniki, med katerimi je zelo pomembna tudi cestna infrastruktura. Kakšen vpliv ima lahko cestna infrastruktura na varnost cestnega prometa, se nazorno vidi iz zgoraj navedenih podatkov na najbolj prometno obremenjenih krožnih križiščih v mestu Celje, ki so zamenjala klasična križišča, kjer je bilo ugotovljeno:

- da je krožno križišče za udeležence cestnega prometa bistveno bolj varno od klasičnih križišč,
- da se na krožnem križišču število prometnih nesreč zmanjša za več kot 5%,
- da na krožnem križišču praviloma ni prometnih nesreč s smrtnim izidom (v mestu Celje se doslej še na nobenem od 14 krožnih križišč ni zgodila prometna nesreča s smrtnim izidom),
- da se na krožnem križišču število prometnih nesreč s telesnimi poškodbami zmanjša za več kot 50 %.

Analize so pokazale podobne pozitivne učinke na prometno varnost krožišč v ostalih krajih Slovenije.

5 TURBO KROŽNA KRIŽIŠČA

Zaradi ugodnega vpliva na varnost in pretočnost prometa so krožna križišča dobila v izgradnji cestne infrastrukture pomembno vlogo. Razvoj krožišč pa se še ni ustavil.

V Sloveniji bo zgrajena do konca leta 2008 najnovejša pridobitev s tega področja. V mestni občini Koper naj bi zgradili prvo turbo - krožno križišče pri nas. Podobno dvopasovno turbo krožišče naj bi se začelo graditi tudi v Mariboru.

5.1 ZAČETEK RAZVOJA TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČ

Najnovejša tuja in domača spoznanja in raziskave na tem področju odkrivajo prednosti take rešitve v večpasovnih krožiščih z dvopasovnimi uvozi in izvozi, kjer nastopajo konflikti pri sekanju krožnih pasov na uvozu, še večji pri menjavi voznega pasu v krožnem vozišču, daleč najbolj nevaren pa je prometni manever zupuščanja krožnega križišča. To je, ob običajno večjih hitrostih vožnje, tudi eden od glavnih tehničnih vzrokov za nastanek večjega števila prometnih nesreč v dvopasovnih krožnih križiščih kot v enopasovnih.



Slika 23: Turbo - krožno križišče (Vir: Swov, Factsheets, 2007)

Prve zamisli glede turbo - krožišč so bile leta 1997. Zasnova izvira iz velikih krožnih križišč prejšnje generacije (krožnih trgov). Tudi v turbo – križišču velja naslednje: prednost vozil v krožnem toku pred vozili na uvozu in radialno priključevanje krakov v križišče, torej sodi med krožna križišča. Na Nizozemskem so že nekaj let po objavi prvega prispevka s področja turbo – krožišč izvedli nekaj konkretnih primerov teh križišč. Z izgradnjo podobnih objektov jim je kmalu zatem sledila tudi Danska.

5.2 OSNOVNE LASTNOSTI TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČ

Pri načrtovanju dvopasovnih krožnih krožiščih so se pojavile težave, kako jih oblikovati, da bi bila varna.

Pridemo v položaj, ko se srečamo z dvema dilemama:

- kako zmanjšati število trkov zlasti z ranljivimi uporabniki cest,
- kako zmanjšati prepletanje prometa na krožnem vozišču in sekanje prometnih tokov na uvozih in izvozih.

Pri večpasovnih krožnih krožiščih se s povečanjem vozil v krožnem delu križišča poveča možnost nastanka bočnih trčenj med vozili, ki peljejo po sosednjih prometnih pasovi, katerih rezultat je prepletanja na krožnem vozišču in sekanja prometnih tokov, kar poveča tveganje trkov.

Ena glavnih težav konvencionalnih dvopasovnih krožnih krožišč je višje tveganje zaradi prepletanja na krožnem vozišču in sekanja prometnih tokov ter možnosti trkov zlasti z ranljivimi uporabniki cest.

Izziv je bil razviti krožno križišče z:

- višjo zmogljivostjo, kot klasično dvopasovno krožno križišče, in
- z istimi oz. boljšimi lastnostmi glede varnosti.

Pogoji za rešitev takšnih težav so:

- preprečitev prepletanja vozil v krožnem delu križišča,
- ne več, kot dva vozna pasova, in
- nizka hitrost v krožišču.

Predlog rešitve ob upoštevanju zgoraj navedenih pogojev je tubo - krožno križišče.

Kako lahko izpolnimo zahteve v zasnovi?

Lastnosti, ki jih mora takšno krožišče izpolnjevati glede udobja uporabnikov:

- kroženje na prometnih pasovih, ki imajo spremenljivo centralno točko, mora biti tekoče, mehko in enakomerno. Voznikova udobnost je zagotovljena s pravilno postavitvijo osi simetrije (to je os, na kateri je centralna točka postavljena na različnih pozicijah) na takšen način, da imajo vsa vozila, ki peljejo naravnost, pravi odklon (in s tem tudi enakomerno hitrost),
- prometni pasovi morajo biti dovolj široki, da lahko tovorna vozila dolžine 16.5 m uporabljajo krožno križišče brez uporabe prevoznega dela sredinskega otoka (pomembna je pravilna širina voznega pasu v krožnem vozišču),
- tovorna vozila dolžine 28 m z možnostjo upravljanja zadnjih osi lahko prevozijo takšno vrsto krožišča z uporabo prevoznega dela sredinskega otoka,
- označbe smeri, cestne označitve in ostale informacije morajo biti postavljene tako, da ponujajo voznikom glede na dane možnosti najugodnejše in najboljše podatke za izbiro pravega pasu.

Lastnosti, ki jih mora takšno krožišče izpolnjevati glede varnost so:

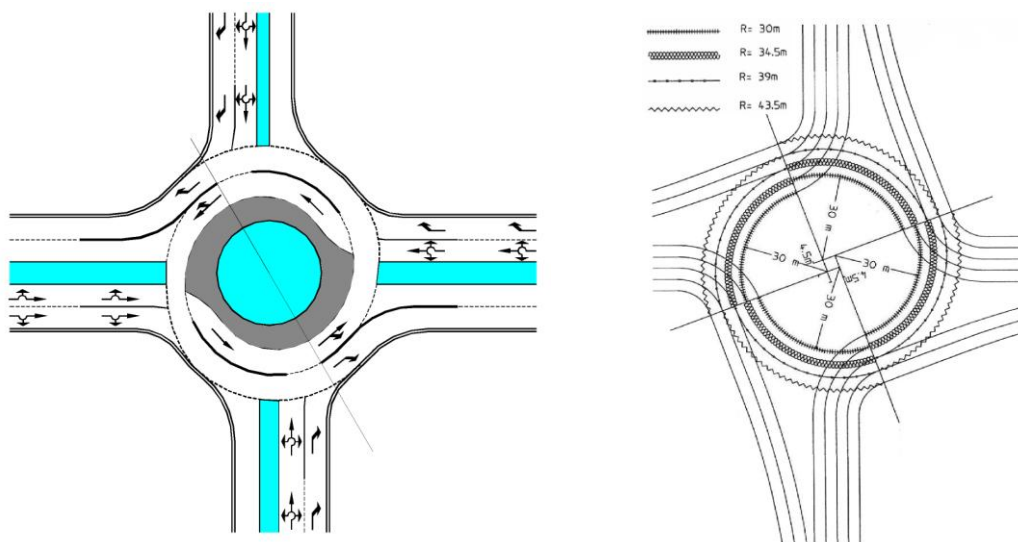
- nobene konfliktne točke pri izhodu iz krožišča (ang. cutting-off conflict), uporabljajoč spiralno obliko,
- ne več, kot dva vozna pasova v krožnem križišču,
- zajamčena nizka hitrost v krožišču z uporabo majhnega premera krožnega križišča,
- onemogočiti prehode vozil med prometnimi pasovi s fizičnimi elementi za ločevanje prometnih pasov,
- dobro razmerje povezav med širinami ločilnih otokov na lokacijah priključnih krakov in radijem krožišča, z nalogo dovolj zmanjšati hitrost toka premikajočih vozil.

Izpolnitev zahtev pri oblikovanju krožišč bo dalo naslednje rezultate:

- visoko zmogljivost krožišča dobimo z uporabo dveh vstopnih in dveh izstopnih prometnih pasov,
- nezmožnost prepletanja vozil v krožnem križišču z dobro uporabo notranjega voznega pasu,
- voznikom je izbira in uporaba prometnih pasov lažja in bolj priročna.

Turbo - krožno križišče je krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča. Osnovna lastnost turbo - krožišča je, da so prometni tokovi vodeni ločeno.

Prometna toka se fizično ločita že pred uvozom v krožno križišče, ločena sta na krožnem vozišču, ločeno pa sta vodena tudi na izvozu iz krožišča, torej odpadejo prometni manevri prepletanja na krožnem vozišču in sekanja prometnih tokov na uvozih in izvozih.



Slika 24: Osnovni koncept turbo - krožnega križišča in os simetrije (levo) in primer oblikovanja turbo - krožnega križišča (desno), (Fortuijn, 2001) (Vir: Tomaž Tollazzi, Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 2006)

Fizična ločenost vozniških pasov se prekinja le na mestih predvidenega uvažanja (notranji krožni vozni pas) v krožno križišče.

Ta lastnost turbo - krožnega križišča zahteva od voznika, da se ta mora opredeliti za smer izvoza iz krožnega križišča (oz. za izbiro ustreznega vozniškega pasu) že na uvozu v krožno križišče, saj turbo - krožno križišče ne omogoča spremembe vozniških pasov v krožnem vozišču (prepletanja).

5.3 PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČ

Glavni prednosti dvopasovnega turbo - krožnega križišča napram "običajnemu" dvopasovnemu krožnemu križišču s po dvema uvoznima in izvoznima pasovoma na vseh krakih križišča sta:

- večja prepustnost,
- večja raven prometne varnosti.

Posledici fizične ločenosti prometnih tokov na celotnem območju turbo - krožnega križišča (z izjemo mest uvozov) v primerjavi z "običajnim" dvopasovnim krožnim križiščem sta:

- večje hitrosti vožnje skozi križišče (dejstvo, da je vsakemu smernemu prometnemu toku namenjen svoj vozni pas in da ni nevarnih prepletanj, povzroča pri voznikih občutek večje varnosti, kar pa pomeni večjo hitrost),
- večja prepustnost (uporaba notranjega krožnega vozniškega pasu postane atraktivnejša in ta prične "delovati" s polno močjo, uvozni prometni tok ni več omahljiv pri uvažanju v krožno vozišče (voznik opazuje vozila samo na enem krožnem vozniškem pasu), s čimer se poveča prepustna sposobnost uvozov, odpadejo pa tudi zastoji in zmede v primeru zapuščenja krožnega vozišča z notranjega krožnega vozniškega pasu.

Negativna posledica prej navedenega je:

- zmanjšanje ravni prometne varnosti nemotoriziranih udeležencev v prometu, ki pa jo v takih primerih rešujemo z vodenjem le - teh v drugi ravnini.

5.4 HITROST V TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČIH

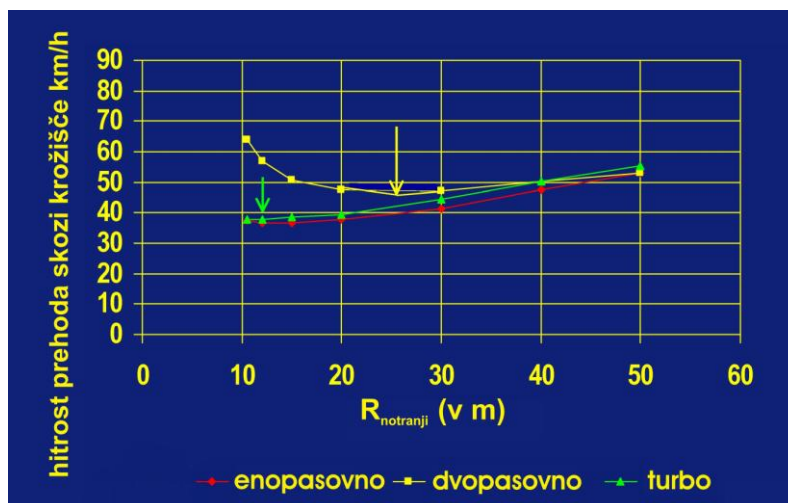
Graf 5 prikazuje primerjave med hitrostjo vozil in notranjim radijem v različnih vrstah krožnih križišč (širina ločilnih otokov je 3 m). V primerjavi so:

- enopasovna krožišča,
- dvopasovna krožišča, in
- turbo - krožna križišča.

Vpliv ločitve vozniških pasov je zelo opazen.

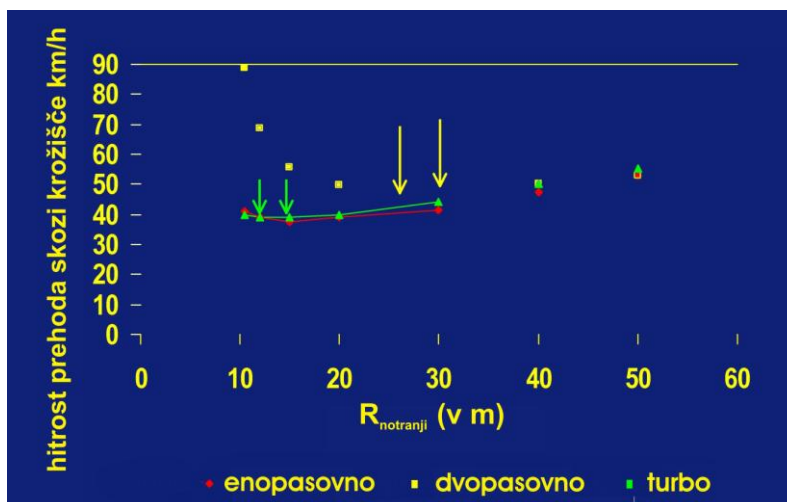
Brez fizične ločitve vozniških pasov je minimalna hitrost prehoda skozi dvopasovno krožišče, ki ima notranji radij 30 m, 48 km/h. V turbo - krožnem križišču se hitrost vozil v povprečju zmanjša na 38 km/h, kar je podobno hitrosti na enopasovnih

krožiščih, ki niso v urbanih področjih.



Graf 5: Primerjave med hitrostjo vozil in notranjim radijem v različnih vrstah krožnih križišč (širina ločilnih otokov je 3 m) (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

V primeru, ko je širina ločilnega otoka v kraku krožnega križišča širine 7 m (graf 6), bo minimalna dosežena hitrost z večjim radijem višja.



Graf 6: Primerjave med hitrostjo vozil in notranjim radijem v različnih vrstah krožnih križišč (širina ločilnih otokov je 7 m) (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

5.5 PROPUSTNOST V TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČIH

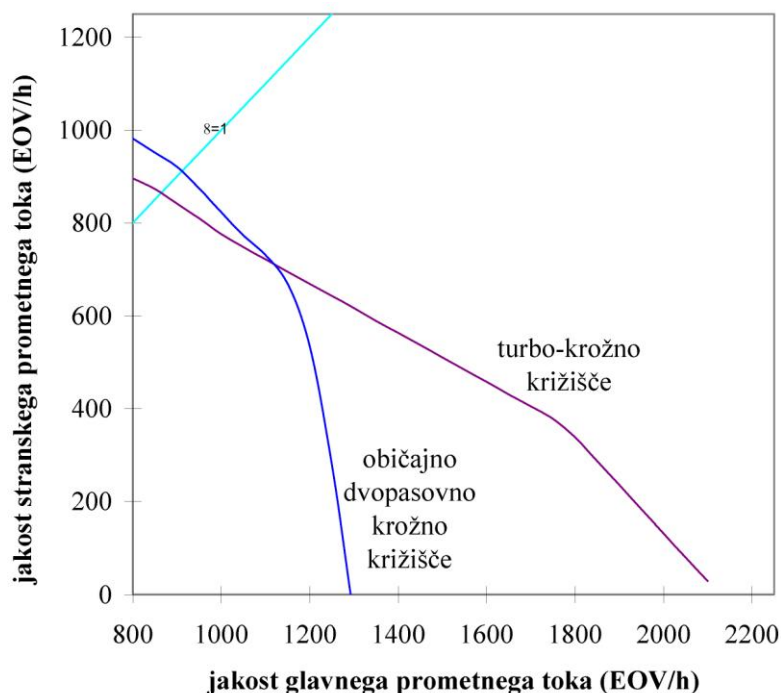
Dosedanje pristope pri obravnavi prepustnosti turbo - krožnih križišč lahko v splošnem razdelimo v tri skupine:

- teoretične,
- eksperimentalne, in
- simulacijske.

TEORETIČNE RAZISKAVE PREPUSTNOSTI TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČ

Poznamo več teoretičnih metod:

- klasična Bovyeva metoda, ki se uporablja na Nizozemskem,
- modificirana Bovyeva enačba za izračun prepustnosti turbo - krožnih križišč,
- določanje prepustne sposobnosti turbo - krožnih križišč z uporabo mikro-simulacijskih modelov.



Graf 7: Primerjava prepustne sposobnosti običajnega dvopasovnega in eksperimentalnega turbo - krožnega križišča (Vir: Tomaž Tollazzi, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor, Gradbeni vestnik, 2006)

S teoretičnimi raziskavami prepustnosti turbo - krožnih križišč se v določenem primeru izkaže, da kapaciteta celotnega dvopasovnega turbo - krožnega križišča presega kapaciteto celotnega tripasovnega običajnega krožnega križišča za 12% v primeru, ko je intenziteta stranskih tokov od 0 do 20 % vrednosti glavnih tokov. Razlika še dodatno naraste v korist turbo - krožnega križišča v primeru, ko je intenziteta prometnega toka na vseh uvozih podobna. Pri običajnem križišču se v takih primerih kapaciteta poveča za 35%, pri turbo - krožnem križišču pa celo do 45%.

EKSPERIMENTALNE RAZISKAVE PREPUSTNOSTI TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČ

Južna Nizozemska razvija eksperimentalne modele z namenom približnega izračuna prepustnosti alternativnih oblik krožnih križišč.

Eksperimentalni modeli so izvedeni na preizkusnih poligonih, ločeno od javnega prometa. Kot sestavni del eksperimenta je izvedena primerjava med turbo - krožnim

križiščem in "običajnim" dvopasovnim krožnim križiščem z enopasovnimi izvozi. Primerjava je pokazala, da je s stališča prepustne sposobnosti turbo - krožno križišče v precejšnji prednosti (do 30 % večja prepustnost).

SIMULACIJSKI MODELI RAZISKAVE PREPUSTNOSTI TURBO – KROŽNIH KRIŽIŠČ

Simulacija prometnih tokov se vse bolj uveljavlja v vsakdanji praksi na področju izdelave prometnih študij in postaja nepogrešljiv sestavni del sleherne projektne dokumentacije, ki se nanaša na rekonstrukcijo ali novogradnjo samostojnih ali sistema križišč. Simulacijske metode lahko razdelimo na makroskopske in mikroskopske metode.

Makroskopski modeli agregirajo vozila in sama potovanja po skupinah, prometni tok se replicira kot statični model, rezultat pa se predstavi kot povprečje v določenem času. Koncentrirajo se na same cestne povezave (linke), križišča pa se v modelu poenostavljajo. Makroskopski modeli se najpogosteje uporabljajo za primerjave različnih scenarijev prostorskega razvoja (urbanizacije), analize ukrepov prometne politike in učinkov prometnih rešitev. Z njimi se vršijo tudi napovedi pričakovanih prometnih obremenitev za potrebe dimenzioniranja cestnega omrežja.

Mikroskopski modeli modelirajo posebej vsako individualno vozilo, pešca in kolesarja z realnimi karakteristikami (dimenzije, pospešek, pojemek, hitrost gibanja...). Modeli predstavljajo inženirski pripomoček, ki je osredotočen na sama križišča (zelo detajlna obdelava geometrije) in se uporablja za analizo koničnih prometnih tokov v krajšem planskem obdobju.

Iz rezultatov analize konkretnega primera izhaja, da je prepustna sposobnost turbo - krožnega križišča po modificirani Bovyevi metodi za 35% večja od klasičnega krožnega križišča. Iz rezultatov mikrosimulacije prometnih tokov je razvidno, da pri majhnih prometnih obremenitvah ni bistvenih razlik med običajnim in turbo - krožnim križiščem.

Do precejšnjih razlik pa prihaja pri večjih prometnih obremenitvah, pri katerih so pri turbo - krožnem križišču zastoji bistveno krajši in nivo usluge temu primerno boljši.

Turbo - krožno križišče je zelo primerno za ceste izven urbanega okolja: glavna regionalna cesta z veliko jakostjo prometnega toka prečka stranske prometne smeri z majhnimi prometnimi jakostmi. Primerjava je pokazala, da je turbo - krožno križišče glede propustnosti v precejšnji prednosti nasproti "običajnim" dvopasovnim krožnim križiščem z enopasovnimi izvozi.

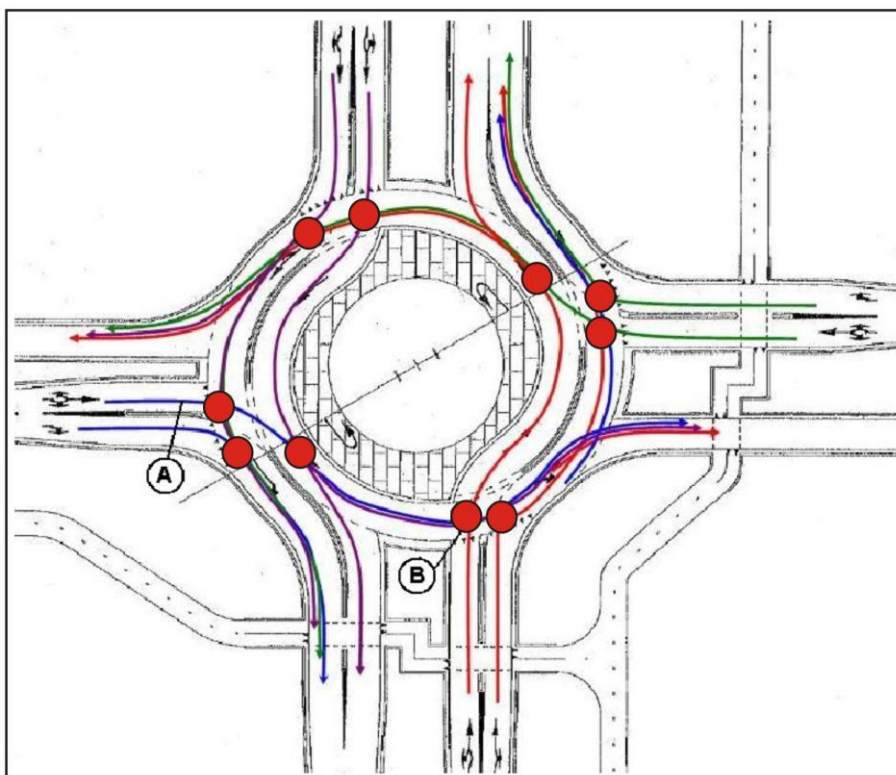
Za to obstajata dva vzroka:

- uporaba notranjega krožnega voznega pasu postane privlačnejša, ker ni potrebe za prepletanjem,
- uvozni prometni tok ni več omahljiv pri uvažanju v krožno vozišče (voznik opazuje samo vozila na enem krožnem voznem pasu), s čimer se poveča prepustna sposobnost uvozov.

5.6 PROMETNA VARNOST V TURBO – KROŽNIH KRIŽIŠČIH

5.6.1 MOTORNI PROMET

Ker ni možnosti prepletanja vozil v krožnem vozišču, in to na kratki razdalji med enim uvozom in naslednjim izvozom, govorimo o tem, da v turbo - krožnem križišču ni neskončnega števila konfliktnih točk oz. konfliktnih odsekov (zaporedje konfliktnih točk).



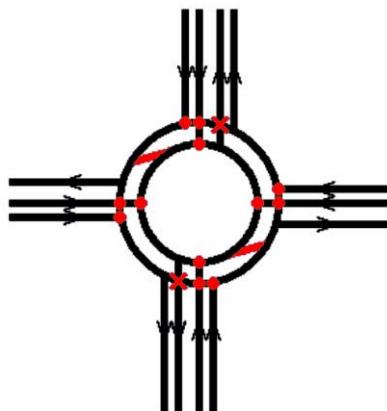
Slika 25: Turbo - krožno križišče – konfliktno točke v krožnem vozišču
(Vir: <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3201018-v-2kaistkiertoliitt.pdf>, 2006)

Turbo - krožno križišče ima le 10 konfliktnih točk v krožnem vozišču in 2 prepletanja izven krožnega vozišča (skupaj 12).

Varnostni učinek turbo - krožnih križišč v primerjavi z enopasovnimi krožnimi križišči v časovnem obdobju treh let					
		Nesreče s poškodbami		Vse nesreče skupaj	
		Enopasovna krožišča	Turbo krožišča	Enopasovna krožišča	Turbo krožišča
Prej:	krožišče	1,12	2,40	4,22	11,90
Kasneje:	krožišče	0,19	0,44	2,30	6,06
Razlika od predhodnega stanja		- 83 %	- 82 %	- 46 %	- 49 %

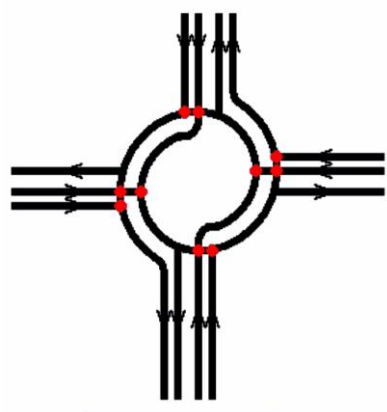
Tabela 6 : Konfliktno točke v različnih krožiščih, (analizirana krožišča, na katerih kolesarji nimajo prednosti prehoda) (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

Še boljša je primerjava z "običajnim" dvopasovnim krožnim križiščem z dvopasovnimi izvozi in uvozi: število konfliktnih točk je dosti manjše. To prispeva tudi k večji udobnosti vožnje.



Dvopasovno krožno križišče z dvopasovnimi izvozi in uvozi

konfliktne točke	12	●
prepletanja	2	—
konflikti na izhodu	2	×
skupaj	16	



Turbo – krožno križišče

konfliktne točke	10	●
prepletanja	-	
konflikti na izhodu	-	
skupaj	10	

Slika 26: Konfliktni točke v različnih vrstah krožišč (Vir: *Signalized Intersection Safety in Europe.pdf*, 2003)

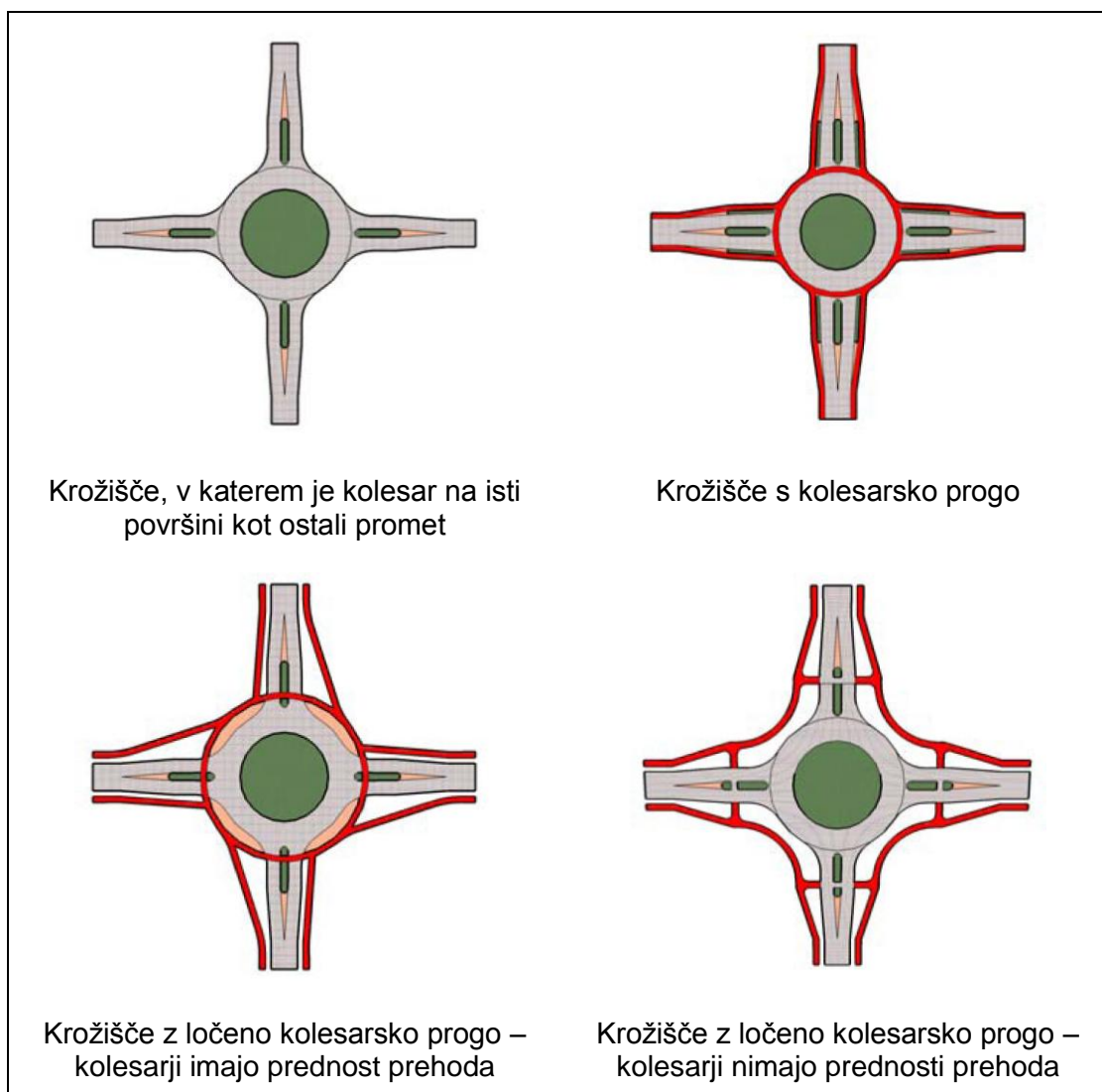
5.6.2 VARNOST KOLESARSKEGA PROMETA

Publikacija nizozemske neprofite organizacije CROW (The national Information and Technology Centre for Transport and Infrastructure), ki deluje na področju načrtovanja, gradnje in upravljanja cest ter vsega, kar je povezano s transportom, deli samostojno vodenje kolesarjev v krožnih križiščih na:

- krožna križišča, v katerih je kolesarjem dana prednost prehoda, in
- krožna križišča, v katerih kolesarji nimajo prednosti prehoda.

Krožna križišča, v katerih je kolesarjem dana prednost prehoda, naj bi bila v urbanih območjih, izven mest in naseljenih krajih pa se priporočajo krožna križišča, v katerem kolesarji nimajo prednosti prehoda. To je zelo pomembno, saj se vozniki mopedov in koles le tako prepričajo, ali je možen varen prehod in pri tem upočasnijo hitrost.

Kolesarska pot v krožnih križiščih, v katerem je kolesarjem dana prednost prehoda (priloga 1), teče vzporedno s krožnim cestiščem na oddaljenosti 5 metrov. To pomeni, da kolesarska pot pripada temu krožišču. Razdalja 5 metrov od zunanjega radija krožišča je za varnost zelo pomembna.



Slika 27: Načini vodenja kolesarjev v krožišču (Vir: [http://www. Steunpuntmowverke.ersveiligheid.be/modules/publications/store/150.pdf](http://www.Steunpuntmowverke.ersveiligheid.be/modules/publications/store/150.pdf), 2008)

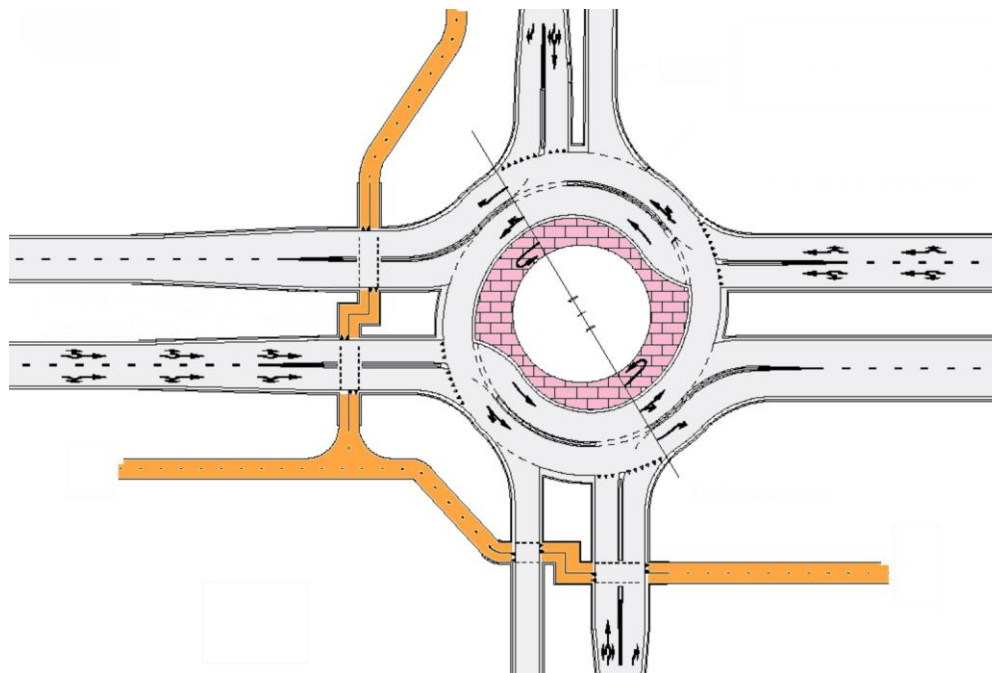
Enako pravilo velja tudi za pešce, ki prečkajo cestišče. Cesto morajo prečkati na prehodu za pešce.

Pri krožnih križiščih, v katerih kolesarjem ni dana prednost prehoda (priloga 2), je zelo pomembno za njih in voznike mopredov, da preverijo trenutek, preden prečkajo cestišče. Po dobljenih izkušnjah so ti uporabniki varnejši, če zmanjšajo hitrost, s tem tudi izboljšajo svojo pozornost.

Ta oblika prihrani prostor med priključenimi cestami in krožnim križiščem.

Omenili smo, da je hitrost vozil v turbo krožnem križišču v povprečju 38 km/h, kar je v primerjavi z dvopasovnimi križišči podobne velikosti precej manj. Takšna križišča pa zaradi velike zmožnosti pretoka prometa zahtevajo izvennivojsko vodenje kolesarskega prometa v primeru, če le-ta seka več kot dva vozna pasa v križišču.

V realnosti večkrat nastopi situacija, ko tega enostavno ni možno izvesti. Zato CROW v svoji publikaciji 126 (CROW, 1998) navaja tudi rešitev, ki se uporablja, ko kolesar prečka dva dovozna in en izvozni pas kraka turbo - krožnega križišča, izvennivojsko vodenje kolesarjev pa ni možno.



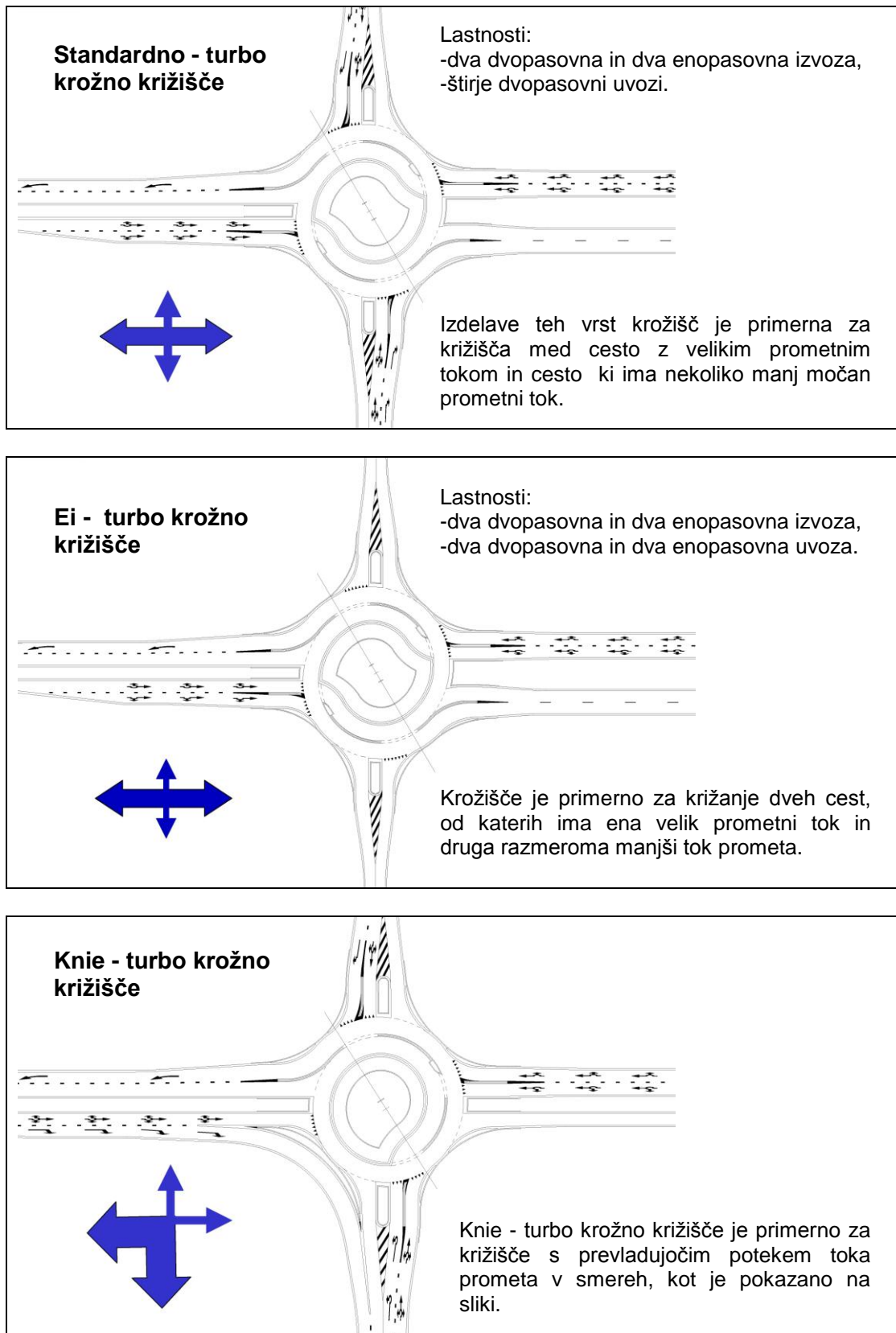
Slika 28: Vodenje kolesarjev skozi turbo – krožno križišče (Vir: *Synthesis of Literature Relevant to Roundabout Signalization to Provide Pedestrian Access, 2007*)

Prehod za kolesarje je v takem primeru oblikovan tako, da preprečuje velike hitrosti kolesarjev pri prečkanju z zamikom prehoda na območju ločilnega otoka za širino dvosmerne kolesarske steze in z odmikom navzven iz ustja krožnega križišča za približno 10 m.

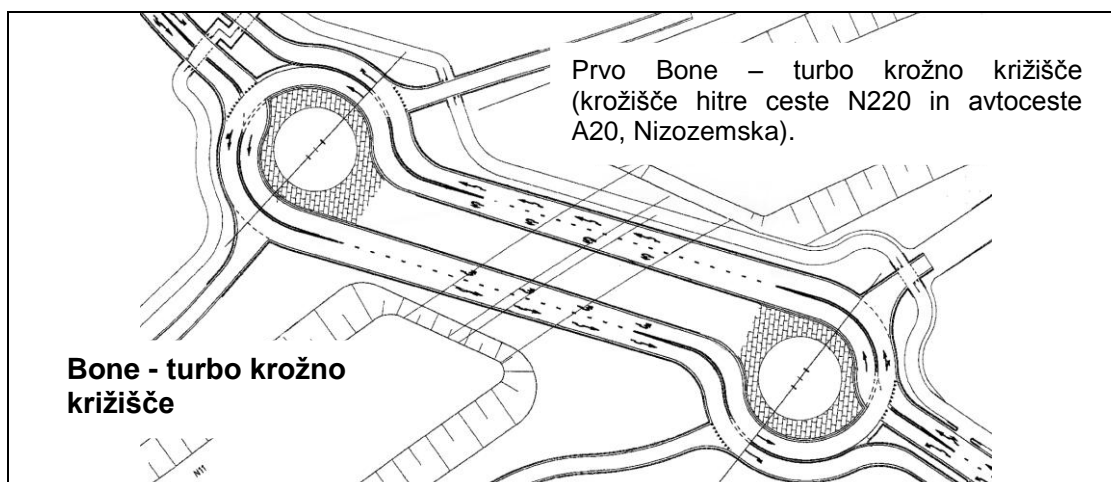
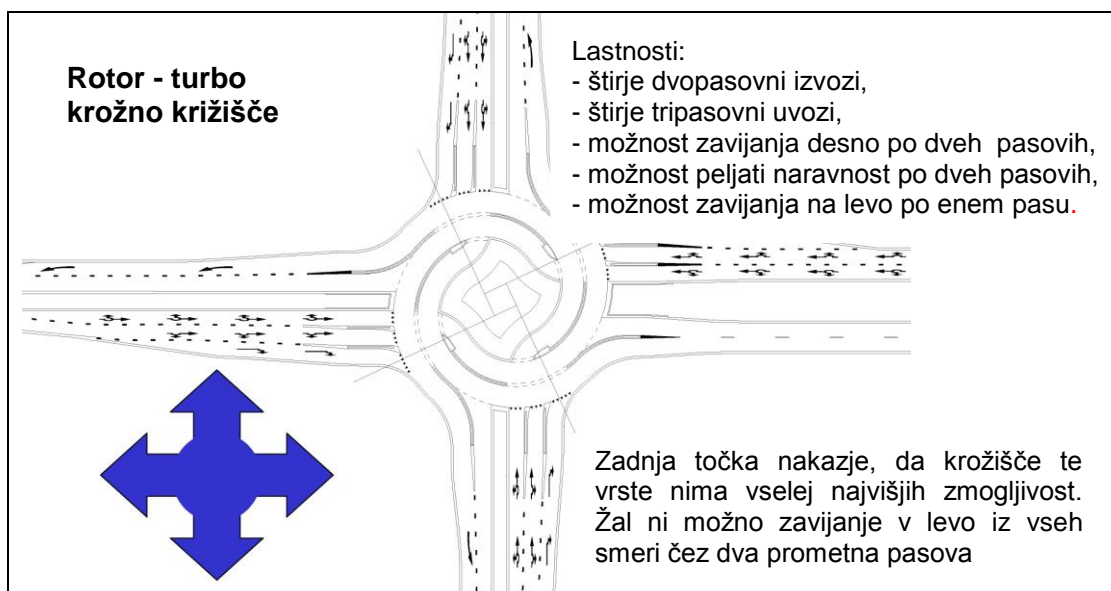
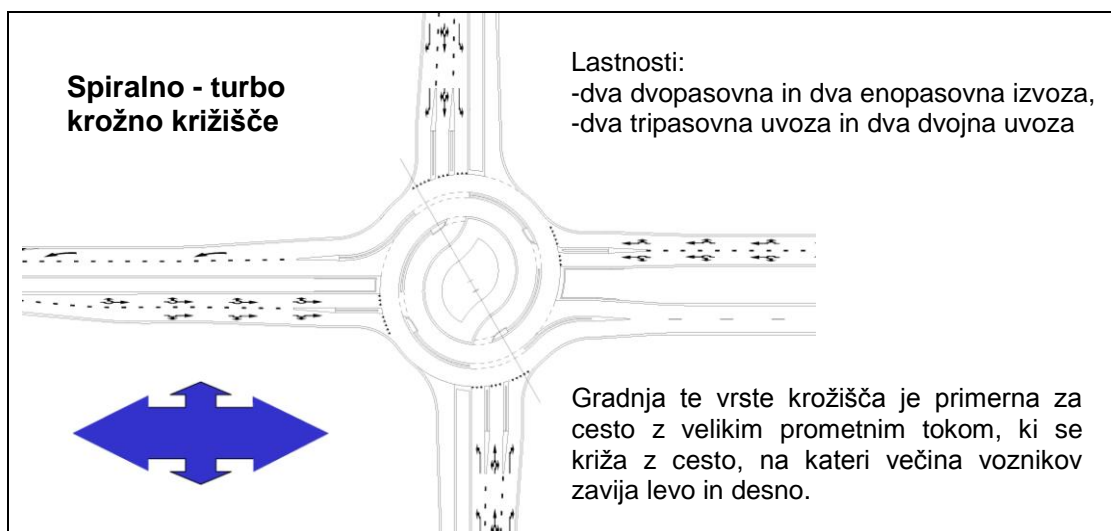
5.7 VRSTE TURBO – KROŽNIH KRIŽIŠČ

Do sedaj so razvili več oblik turbo krožnih križišč. Zasnova je pri vseh vrstah ista, razlike so nastale zaradi različnega števila krakov in upoštevanja jakosti prometnih tokov. Poznamo pa naslednje oblike:

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



Slike 29: Vrste turbo - krožnih križišč (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)



Slike 30: Vrste turbo - krožnih križišč (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

5.8 OBLIKOVNI ELEMENTI TURBO – KROŽNIH KRIŽIŠČ

Elementi, ki sestavljajo turbo – krožno križišče so: os simetrije (ang. translation axis), denivelirni elementi za delitev voznih pasov v krožnem vozišču, oznake smeri, svetlobne in ostale oznake in kolesarska pot.

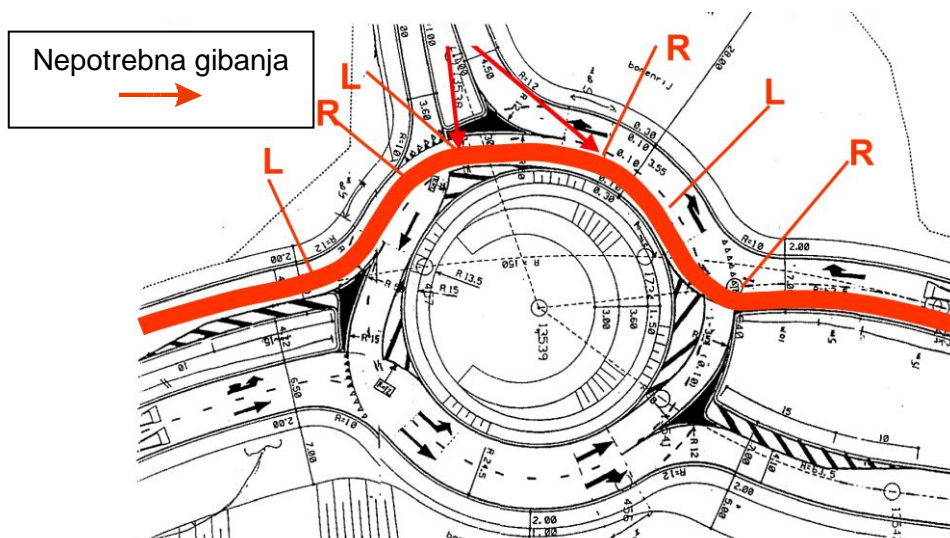
Vsi ti elementi so v medsebojni povezavi in dajo turbo krožišču naslednje značilnosti:

- turbo – krožno križišče ima spiralni potek krožnega vozišča, ki je ustvarjen s premikanjem centralnih točk na osi simetrije,
- ima majhno velikost (dobro za varnost - ni velikih hitrosti), privablja pa sekanje ovinkov, vendar to ni mogoče zaradi elementov, ki delijo vozne pasove med seboj,
- zahteva vnaprej pravilno odločitev izbire pasov, zato moramo krožišče dovolj vidno in pravilno označiti (prometni znaki, smerne table, talne oznake),
- potrebujejo posebej oblikovane prehode za kolesarje na uvozih in izvozih, in
- turbo – krožna križišča so nov gradbeni elementi v cestni infrastrukturi, ki še ni dosegel popolnega nivoja v oblikovanju.

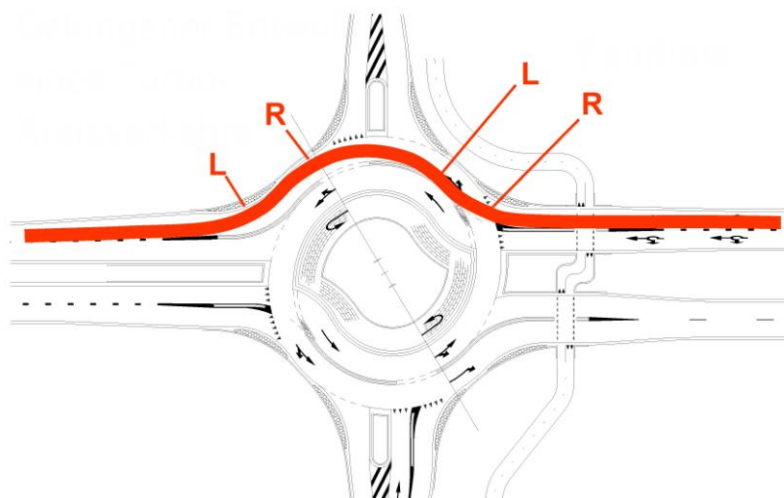
SPIRALNI POTEK KROŽNEGA VOZIŠČA

Vožnja v krožnem delu turbo krožišča se odlikuje s tekočim in enakomernim potekom. To omogoča pravilno nastavljena os simetrije, saj je od tega odvisen pravilen spiralni potek krožnega vozišča.

Skoraj nemogoče je narediti rekonstrukcijo dvopasovnega krožišča v turbo - krožno križišče z idealno linijo spiralnega poteka voznih pasov. Takšna rekonstrukcija je bila opravljena na krožišču Noorderdreef – Westerdreef – Oosterdreef na Nizozemskem. Neenakomerno zavijanje vozil in popravljanje smeri nam pove, da je načrtovanje rekonstrukcije neuspešno. Opravičijo ga lahko le finančni razlogi, za novo turbo krožišče pa je takšno načrtovanje nesprejemljivo.



Slika 31: Rekonstrukcija dvopasovnega krožišča v turbo krožišče, Noorderdreef – Westerdreef – Oosterdreef, Nizozemska (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)



Slika 32: Vožnja v turbo – krožnem križišču (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

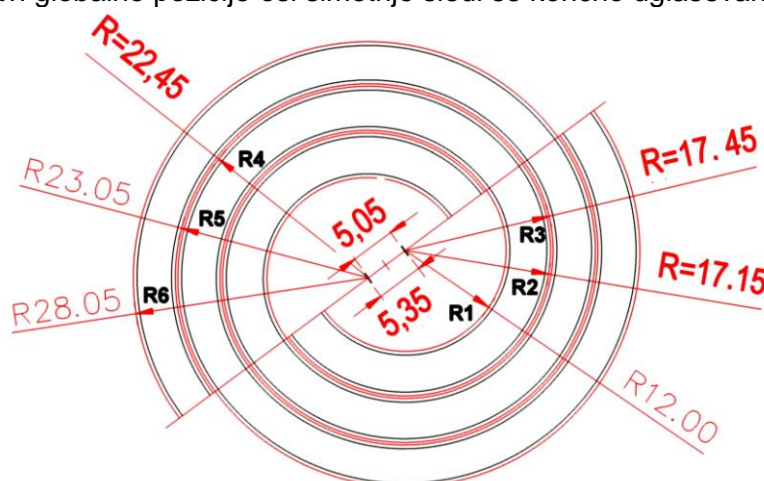
Uspešno načrtovano turbo krožišče vidimo na sliki 32, na kateri je prikazana pot vozila v krožnem delu krožišča brez nepotrebnih popravkov smeri. Voznik le enakomerno sledi krivulji ovinka do kraka, na katerem ima namen zapustiti krožišče.

Takšen potek vožnje je rezultat prej omenjene osi simetrije. Na sliki 33 vidimo metodo, s katero s spreminjanjem pozicije centralnih točk povzročimo spiralno vijačenje. Z povečanjem radija (R) lahko vplivamo na širino voznih pasov v turbo krožišču. Vozni pasovi so pri povečanju radija ožji.

Sledi še nastavljanje osi simetrije, kar je odvisno od več pogojev. Prvi je položaj dvopasovnih izvozov. Os mora biti nastavljena tako, da je hitrost lahko v vseh smereh podobna. To pomeni enak odklon prometnih pasov v vseh smereh. Do pravilne rešitve pridemo z rotiranjem osi simetrije in spiralnih pasov.

V praksi bi nepravilno nastavljena os simetrije pomenila za voznike ostrina in takojšna zavijanja na uvozih v krožišče, nato pa majhna in počasna popravljanje smeri.

Po nastavitvi globalne pozicije osi simetrije sledi še končno uglasovanje nastavitvev.



Slika 33: Metoda za določanje širine voznega pasu v turbo - krožnem križišču (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

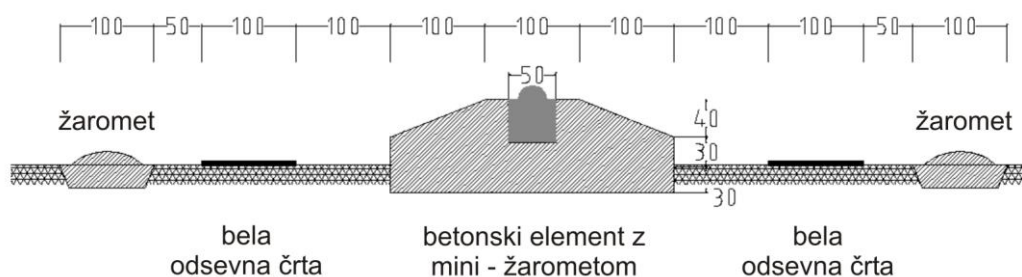
5.9 PROMETNA OPREMA IN SIGNALIZACIJA V TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČIH

5.9.1 ELEMENTI ZA LOČITEV VOZNIH PASOV

Ločitev vozniških pasov je izvedena z deniveliranimi elementi (deniveliranimi otoki, delineatorji, spuščeni robniki ali na podoben način) ali z nedvoumno talno signalizacijo. Tako voznik v vsakem trenutku ve, kje je njegova vozna površina. Vsakemu prometnemu toku je namreč namenjena le ena površina.



Slika 34: Elementi, ki ločujejo vozne pasove (delineatorji) v turbo – krožnem križišču (Vir: <http://www.imob.uhasselt.be/var/files/misc/Donne+Pres+Omgaan+met+Ruimte.pdf>, 2008)



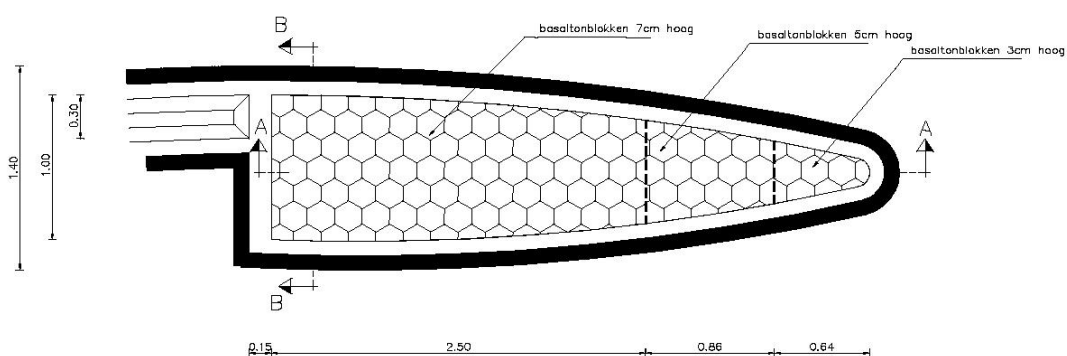
Merilo v mm

Slika 35: Delineator z odsevnimi črtami in žarometi (Vir: *Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts*, <http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf>, 2008)

Denivelirani elementi odstranijo možnost prepletanja v krožnem delu vozišča in s tem zmanjšajo število potencialnih konfliktnih točk. Voznik se mora odločiti za izbiro ustreznega voznega pasu že na uvozu v krožno križišče, torej odpade prehajanje vozil iz enega voznega pasu na drugega. Delineatorji so rahlo dvignjeni iz površine vozišča (7 cm), s tem pa tudi bolje usmerjajo prihajajoča vozila. V njih so lahko vgrajene luči zaradi boljše vidljivosti v slabih vremenskih razmerah in ponoči. Na vsaki strani delineator obdaja bela odsevna črta. Sledijo vgrajeni žarometi v vozišču.

Delineatorji niso postavljeni na mestih predvidenega uvoza in izvoza vozil, ki uporabljajo notranji vozni pas v krožnem delu vozišča. Zaradi trdnost so elementi narejeni debelejši, pod njimi pa je bitumenski podsloj. Obstaja le tveganje za voznike motornih koles.

Na vstopu v krožni del vozišča je postavljen pred delineatorji denivelirani otok. Ta element je prav tako vgrajen v cestišče. V dolžino meri 4 m in je širok 1 m. Sestavljajo ga bazaltne kocke premera 3 cm na začetku, 5 cm v srednjem delu in 7 cm na delu, ki se stika z delineatorjem. Prav tako, kot delineator je tudi denivelirani otok rahlo dvignjen iz tal. Pri vstopu v krožno vozišče je ukrivljen rahlo v desno z namenom, da drži voznike v notranjem vozišču na ustrezni razdalji od delineatorjev, ki so na njihovi desni strani in so nadaljevanje deniveliranega otoka.

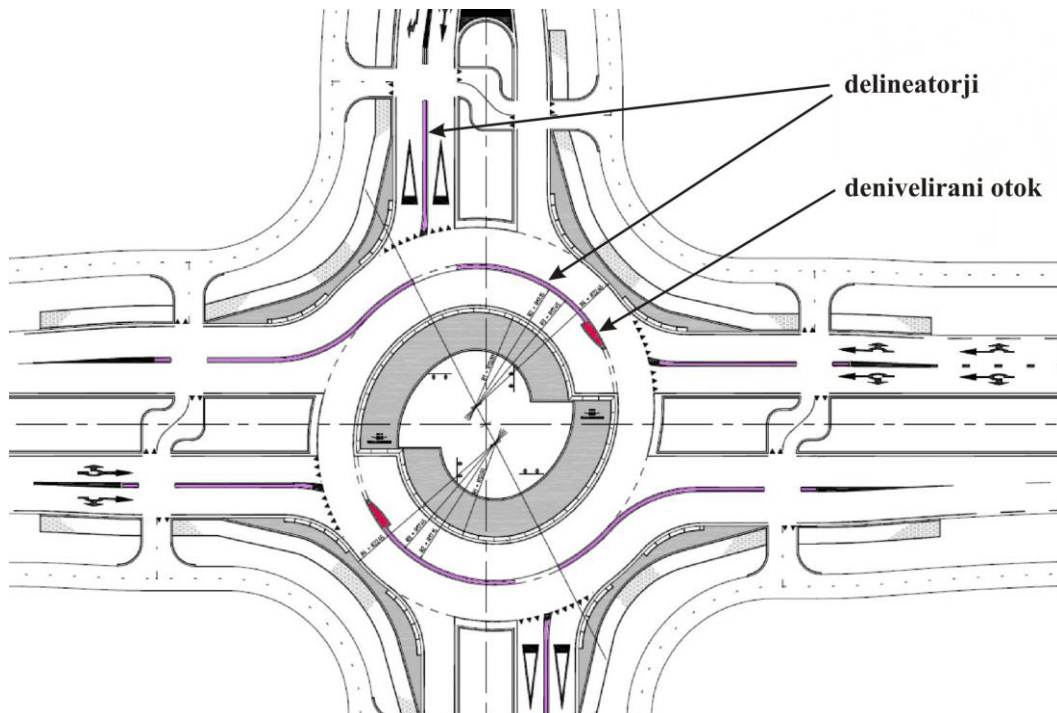


Translation: basaltblokken 7 cm hoog = basalt blocks (elevation +7 cm.) etc.

Slika 36: Denivelirani otok (Vir: *Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts*, <http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf>, 2008)



Slika 37: Denivelirani otok (Vir: www.giverbo.com/, 2008)



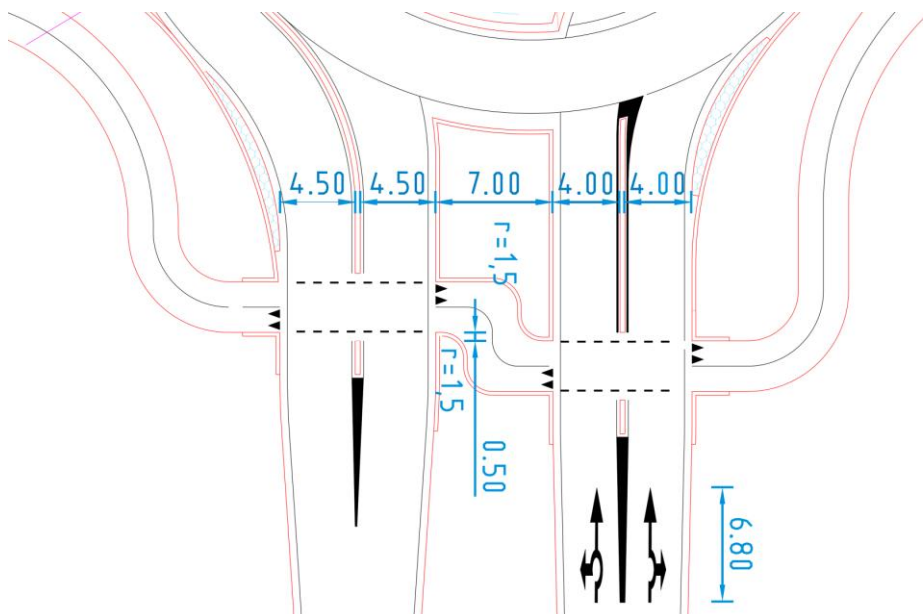
Slika 38: Postavitev deniveliranih elementov v turbo – krožnem križišču
(Vir: Turborotondes – CROW - publicatie 257 pdf, 2008)



Slika 39: Turbo – krožno križišče (Vir: <http://i1.tinypic.com/>, 2008)

5.9.2 PREHOD ZA PEŠCE IN KOLESARJE

Pri načrtovanju prehodov za pešce in kolesarje je zelo pomembno, komu v krožišču dajemo prednost prehoda. Če imajo kolesarji prednost prehoda, imajo vozniki dovolj časa, da lahko to predvidevajo in jih pričakujejo. Minimalna razdalja 5 metrov med krožnim križiščem in preходом je preveč kratka za zaznavanje hitrih kolesarjev, toda zakonsko upoštevano iz stališča zavzemanja prostora, da kolesarska pot pripada isti cesti, lahko njeno pomembnost komaj kaj poveča. V realnosti, je na tej majhni površini in kratki razdalji, velika težnja za uporabo.



Slika 40: Dimenzije prehoda za kolesarje v turbo – krožnem križišču
(Vir: <http://www.giverbo.com/>, 2008)



Slika 41: Prehod za pešce in kolesarje (Fortuijn, 2003) (Vir: Tomaž Tollazzi, Zgodovina krožnih križišč na slovenskem in "novi val" krožnih križišč, 2008)

V primeru, ko so pešci in kolesarji v krožnem krožišču, v katerem nimajo prednosti prehoda, so pričakovanja obratna. Prečkanje križišča, ki ima dva vozna pasova je za te uporabnike cest zelo zahtevna, zato je pričakovani čas dveh sekund (prepričajo se, ali lahko varno prečkajo cest), zelo zaželen.

Na sliki 40 in 41 lahko vidimo zamik prehoda dvosmerne kolesarske steze na območju ločilnega otoka. Ločilni otoki je širine 7 metrov. Odmik prehoda navzven iz ustja krožnega križišča pa je približno 10 m.

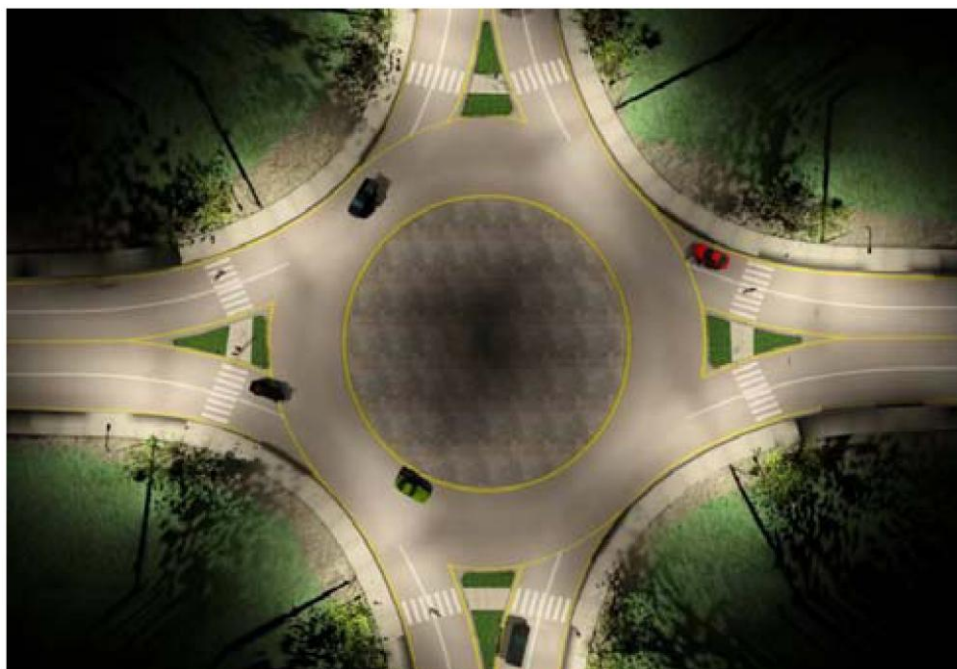
Zaradi počasnejše hitrosti pešcev, je razdalja treh metrov na vmesnem prostoru (ločilni otok) med prometnima pasovoma zadostna, da dobijo čas dveh sekund za opazovanje prometa in s tem varen prehod.

5.9.3 RAZSVETLJAVA TURBO - KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Osvetlitvi krožišča mora biti primerna, saj le ta vpliva na vidljivost pešcev in kolesarjev, znakov ter ostalih označb. Slaba osvetlitev vodi voznike motornih vozil v pomanjkanje informacij. Temu lahko sledi zmedenost, naglo zaviranje in izguba kontrole nad vozilom. Seštevek vseh vzrokov lahko pripelje do nesreče. Slaba osvetlitev je lahko vzrok, da ne vidimo vseh fizičnih elementov v krožišču vključno z ločilnimi otoki. Ti morajo biti dobro osvetljeni.

Razdelitev mora biti v predpisanih mejah potrebnih za normalno uporabo vozišča. Razporeditev je enakomerna, barva svetlobe pa mora biti enotna na celotnem območju turbo krožišča. Omeniti velja zadostno osvetlitev elementov, ki fizično ločijo vozne pasove (delineatorji so opremljeni z lučmi, odsevniki...). Primerna osvetlitev velja tudi za kažipote, kažipote nad voziščem na portalih in talne označbe smeri.

Prizadevanja gredo v smeri izboljšanja periferne osvetlitve, kar je boljše, kot centralna, saj tako uporabniki krožišča dobijo boljši pregled.



Slika 42: Primerna razsvetljava krožnega križišča (Vir: <http://www.tac-atc.ca/English/pdf/conf2004/lenters.pdf>, 2008)

5.9.4 VERTIKALNA IN TALNA SIGNALIZACIJA V TURBO - KROŽNIH KRIŽIŠČIH

Veliko pozornost v takem križišču je potrebno posvetiti prometni signalizaciji, saj je le od te odvisna njegova razumljivost. Tu govorimo o portalih pred uvozom, smernih tablah, talnih črtah in smernih puščicah na vozišču.



Slika 43: Prometna signalizacija v turbo - krožnih križiščih (Vir: Commons, wikimedia.Org, 2008 ; Turbo circuits: a well-tried concept in a new guise, 2008)



Slika 44: Turbo - krožno križišče, Hilversum (Vir: <http://www.fietsberaad.nl/index.cfm?section=Voorbeeldenbank&mode=list&ontwerpvoorbeeldPage=Rotondes>, 2008)

To je zelo pomembno ob slabih vremenskih razmerah in zmanjšani vidljivosti, saj uporaba turbo - krožnega križišča zahteva od voznika, da se mora opredeliti za smer pred uvozom v krožno križišče (izbira ustreznega voznega pasu), prav tako je to pomembno pri izvozu, saj turbo - krožno križišče ne omogoča spremembe voznih pasov v krožnem vozišču.

6 ZAKLJUČEK

6.1 OCENA UČINKOV

V prvem delu diplomske naloge je bil namen prikazati tehnične osnove, smernice in pravila, katerih znanje in razumevanje sta pogoj za pravilno načrtovanje in rekonstrukcije krožnih križišč – krožišč. V nadaljevanju so opisani vplivi posameznih elementov na prepustnost, preglednost, kapaciteto in varnost. Omenjene so še tehnične specifikacije, prometna oprema in signalizacija.

Poudarek smo dali na varnost, saj je to poleg pretočnosti ena od temeljnih lastnosti, ki jih ti infrastrukturni objekti ponujajo. Velik pozitiven učinek glede varnosti krožnih križišč je potrjen in upravičuje sredstva in trud, ki so vloženi v izgradnjo. To dejstvo ima tudi pozitiven ekonomski vpliv na celotno gospodarstvo.

Prvo krožno križišče pri nas je nastalo pred nekaj več kot 15 leti. Razvoj je potekal v treh fazah: zadržanost, popolna euforija in umirjanje situacije. Na začetku uvajanja krožnih križišč smo bili odvisni le od izkušenj nekaterih držav, ki imajo tradicijo na tem področju. Na podlagi lastnih izkušenj, primerjav in opazovanj na prvoizgrajenih krožnih križiščih pri nas smo dejansko ugotovili njihove prednosti in pomanjkljivosti.

Sčasoma smo glede specifičnost izvajanja prometa, različnost vplivnih faktorjev, prometno kulturo, navade voznikov, način obnašanja do kolesarjev in pešcev in mentaliteto ljudi, poiskali svojo pot in način uvajanja krožnih križišč.

Čeprav so šele na začetku izgradnje, se bodo morali snovalci prometne infrastrukture na Kosovu spopadati s podobnimi težavami, dokler ne ustvarijo njim domačega in varnega prometnega sistema.

6.2 POGOJI ZA UVEDBO

Imamo vse pogoje za načrtovanje in izgradnjo novih krožnih križišč. To ne pomeni, da jih postavljamo vsepovprek; postavljamo jih tam, kjer je to smiselno. Glede na koristi, ki jih prinašajo v naš prostor, so zelo dobrodošla. Od prvih projektov na tem področju so projektanti dosegli zavidljivo raven projektiranja.

V Republiki Sloveniji imamo kar nekaj podjetij, ki lahko kvalitetno gradijo takšne infrastrukturne objekte. To so podjetja, ki imajo že bogate izkušnje na gradbiščih pri nas in v tujini.

Finančna podpora projektom, ki varujejo življenja in istočasno prinašajo tudi ekonomske koristi celotni družbi, ne bi smela biti vprašljiva.

6.3 MOŽNOSTI NADALJNEGA RAZVOJA

V prihodnosti je pričakovati predvsem povečanje števila majhnih in srednje velikih krožnih križišč, število velikih krožnih križišč pa bo verjetno naraščalo počasneje.

Kot je iz naloge razvidno, se razvoj krožnih križišč nadaljuje. In to ne samo kot črke na papirju. Nova spoznanja se dejansko uveljavljajo v našem vsakdanjiku. Slovenija bo kmalu dobila prvo turbo - krožno križišče. Le-to bo prineslo nove kvalitete v naš prostor. Prehajamo torej v obdobje, ko se ti objekti razvijajo naprej, sami pa sledimo razvoju. Ne samo z raziskavami, temveč tudi z izgradnjo aplikacije v prostoru.

V celoti gledano vsa krožna križišča na novih lokacijah s pridom izvajajo svojo vlogo. Še večji učinek pa imajo krožna križišča, ki so nastala kot rezultat rekonstrukcije prejšnjih klasičnih križišč.

Krožna križišča imajo prihodnost v našem vsakdanjiku.

LITERATURA IN VIRI

Knjige:

Tollazzi, T, (2000) Krožna križišča, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor
Republika Slovenija, Ministrstvu za promet, (2002)
Tehnična specifikacija za javne ceste TSC 03.341 : 2002 Krožna križišča

Poročila, interni dokumenti:

Profesor, Hevka P. (2007) Zapiski predavanj: Urbanizem in cestni promet.
Profesor, Kovše N. (2007) Zapiski predavanj: Organizacija cestnega prometa.
SV, (2007) Lastni zapiski iz mednarodne mirovne misije SICON 15, Kosovo.

Spletne strani:

Državne ceste, http://www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja/ceste/drzavne_ceste/#c10917, 7.07.2008.
Kosovo-Technical background paper transport sector, <http://www.seerecon.org/kdc/080701%20Transport%20-%20FINAL.pdf>, 5.07.2008
Mednarodne mirovne misije, Uprava uniformirane policije, <http://www.policija.si/portal/index.php>, 12.06.2008.
Ocena prepustne sposobnosti turbo - krožnega križišča, www.appia.si/reference/raziskave/AP000-07-Turbo_Rondo-reference-raziskave.pdf, 23.06.2008
Prometna infrastruktura Kosova, www.mtp.org 2008-06-14 ministry of transport and communications republika kosova, UNMIK, 13.06.2008.
Roundabouts, <http://www.tfhr.gov/library/library.htm>, 12.06.2008
Roundabouts, http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/FS_Roundabouts.pdf, 7.07.08
Synthesis of Literature Relevant to Roundabout Signalization to Provide Pedestrian Access , <http://www.access-board.gov/research/roundabouts-signals/report.htm>, 26.06.2008.
Turbo - krožno križišče, <http://www.drc.si/LinkClick.aspx?Fileticket=VouJseD%2B3Kc%3D&tabid=83&mid=416>, 18.06.2008
Turborotondes, <http://www.giverbo.com/>, 17.06.2008
Turborotondes – CROW publicatie257 <http://www.royalhaskoning.com/NR/rdonlyres/6EB9E06A-6846-4B3E-B4DD-2528675E78F6/0/Turborotondes.pdf>
Ureditev krožišča z vodometom, www.dkas.si/pictures/1Vodomet_4_s.gif, 8.07.2008

Pravni viri:

Nacionalni program varnostni cestnega prometa republike Slovenije (Ur. list RS, št. 63-3025/2002).
Pravilnik o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest (Uradni list RS, št. 62/98)
Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (Uradni list RS, št. 46/2000 z dne 31.05.2000)
Pravilnik o projektiranju cest (Uradni list RS, št.91/2005 z dne 14.10.2005
Zakon o javnih cestah - ZJC (Uradni list RS, št. 29/97)
Zakon o graditvi objektov (ZGO-1) (Uradni list RS, št. 102/2004 z dne 21.09.2004)
Zakon o varnosti cestnega prometa (ZVCP-1) (Uradni list RS, št. 37/2008)

Začasna navodila krožna križišča 2007, http://www.dc.gov.si/fileadmin/dc.gov.si/pageup/loads/pdf_datoteke/.pdf, 07.06.2008

PRILOGE

- Priloga 1: Oblika krožnega križišča, v katerem je kolesarjem dana prednost prehoda (Vir: CROW: 1998)
- Priloga 2: Oblika krožnega križišča, v katerem kolesarji nimajo prednosti prehoda (Vir: CROW: 1998)
- Priloga 3: Idejna zasnova spiralnega krožnega križišča Titova c. – Ul. heroja Bračiča v Maribor
- Priloga 4: Turbo krožno križišče Titova cesta v Mariboru
- Priloga 5: Turbo krožno križišče - delineatorji
- Priloga 6: Turbo krožno križišče - denivelirani otok
- Priloga 7: Turbo krožno križišče - delineator in prevozni del sredinskega otoka
- Priloga 8: Turbo krožno križišče - tloris

KAZALO SLIK

- Slika 1: Krožno križišče (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 2: Konfliktne točke v štirikrakem klasičnem in štirikrakem krožnem križišču (Vir: Tomaž Tollazzi, Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 2006)
- Slika 3: Konfliktne točke v dvo – in trotračnem krožnem križišču z enim uvoznim pasom (Vir: Tomaž Tollazzi, Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 2006)
- Slika 4: Tipi prometnih nesreč v krožnem križišču (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)
- Slika 5: Levo – vzporedno, in desno - samostojno vodenja pešcev in kolesarjev (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 6: Vodenje krakov v krožišče: levo – nepravilno, desno – pravilno (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 7: Večnivojsko vodenje posameznih smeri - eden veliki (levo) in dva majhna (desno) (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 8: Optimalno (levo) in dopustno (desno) vodenje cest v krožno križišče. (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 9: Minimalne dimenzije ločilnega otoka (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 10: Čelna pregledna razdalja (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)
- Slika 11: Višina očišča in ovire - preglednost na uvozu v levo (levo) in preostala preglednost (desno) (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Slika 12: Preglednost v levo, potrebna pri uvozu v krožišče (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)
- Slika 13: Preglednost v krožnem vozišču (levo) in preglednost pri prehodu za pešce(desno) (Vir: U.S.Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide FHWA-RD-00-67, June 2000)
- Slika 14: Prečni nagib navzven (negativen - levo) in prečni nagib navznoter (pozitiven - desno) (Vir: TSC 03.341 : 2002)

- Slika 15: Ureditev krožišča z vodometom (Vir: www.dkas.si, 2008)
- Slika 16: Ureditev krožišča z vodometom – tloris (Vir: www.dkas.si, 2008)
- Slika 17: Avtocestni sistem v Republiki Sloveniji 2006 (Vir: www.avtoceste.si/, 2008)
- Slika 18: Kosovo-prometno omrežje Vir: Ministrstvo za transport in komunikacije Kosovo – UNMIK, 2008
- Slika 19: Krožno križišče v centru Peči (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)
- Slika 20: Krožno križišče na magistralni cesti E 65 Priština - Skopje v kraju Čaglavica (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)
- Slika 21: Krožno križišče na magistralni cesti E 65 v kraju Čaglavica (pogled iz severne strani) (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)
- Slika 22: Krožno križišče na magistralni cesti E 65 v kraju Čaglavica (pogled iz južne strani) (Vir: lasten, Kosovo - SICON 15, 2007)
- Slika 23: Turbo - krožno križišče (Vir: Swov, Factsheets, 2007)
- Slika 24: Osnovni koncept turbo - krožnega križišča in os simetrije (levo) in primer oblikovanja turbo - krožnega križišča (desno), (Fortuijn, 2001) (Vir: Tomaž Tollazzi, Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 2006)
- Slika 25: Turbo - krožno križišče – konfliktna točka v krožnem vozišču (Vir: <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3201018-v-2kaistkiertoliitt.pdf>, 2006)
- Slika 26: Konfliktna točka v različnih vrstah krožišč (Vir: [Signalized_Intersection_Safety_in_Europe.pdf](#), 2003)
- Slika 27: Načini vodenja kolesarjev v krožišču (Vir: <http://www.steunpuntmowverke.ersveiligheid.be/modules/publications/store/150.pdf>: 2008)
- Slika 28: Vodenje kolesarjev skozi turbo-krožno križišče (Vir: [Synthesis of Literature Relevant to Roundabout Signalization to Provide Pedestrian Access](#), 2007)
- Slika 29: Vrste turbo - krožnih križišč (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Slika 30: Vrste turbo - krožnih križišč (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Slika 31: Rekonstrukcija dvopasovnega krožišča v turbo krožišče, Noorderdreef – Westerdreef – Oosterdreef, Nizozemska, (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Slika 32: Vožnja v turbo krožišču (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Slika 33: Metoda za določanje širine voznega pasu v turbo - krožnem križišču, (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Slika 34: Elementi, ki ločujejo vozne pasove (delineatorji) v turbo – krožnem križišču (Vir: <http://www.imob.uhasselt.be/var/files/misc/Donne+Pres+Omgaan+met+Ruimte.pdf>, 2008)
- Slika 35: Delineator z odsevnimi črtami in žarometi (Vir: [Pedestrian and Bicycle - Friendly Roundabouts](http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf), <http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf>, 2008)
- Slika 36: Denivelirani otok (Vir: [Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts](http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf), <http://www.mnt.ee/atp/failid/SlowTrRoundb.pdf>, 2008)
- Slika 37: Denivelirani otok, (Vir: www.giverbo.com/ 2008)
- Slika 38: Postavitev deniveliranih elementov v turbo – krožnem križišču (Vir: [Turborotondes – CROW - publicatie 257 pdf](#), 2008)
- Slika 39: Turbo - krožno križišče (Vir: <http://i1.tinypic.com/>, 2008)
- Slika 40: Dimenzije prehoda za kolesarje v turbo – krožnem križišču, (Vir: <http://www.giverbo.com/>, 2008)
- Slika 41: Prehod za pešce in kolesarje (Fortuijn, 2003) (Vir: Tomaž Tollazzi,

- Zgodovina krožnih križišč na slovenskem in "novi val" krožnih križišč, 2008)
- Slika 42: Primerna razsvetljava krožnega križišča (Vir: <http://www.tac-atc.ca/English/pdf/conf2004/lenters.pdf>, 2008)
- Slika 43: Prometna signalizacija v turbo - krožnih krožiščih (Vir: Commons, wikimedia.Org ; Turbo circuits: a well-tried concept in a new guise, 2008)
- Slika 44: Turbo - krožno križišče, Hilversum (Vir.: <http://www.fietsberaad.nl/index.cfm?section=Voorbeeldenbank&mode=list&ontwerpvoorbeeldPage=Rotondes> 2008)

KAZALO TABEL

- Tabela 1: Delitev glede na lokacijo in velikost. To so navedene le informativne vrednosti za štirikraka krožišča z enakomerno porazdelitvijo prometnih tokov (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Tabela 2: Zaustavitvena pregledna razdalja. Op.:* velja pri velikih krožnih križiščih izven urbanih naselij in na avtocesti (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Tabela 3 : Preglednost v levo (Vir: TSC 03.341 : 2002)
- Tabela 4: Dolžine cest po kategoriji, občine, Slovenija, letno 2006 (Vir: Ministrstvo za promet - Direkcija Republike Slovenije za ceste, 2008)
- Tabela 5: Število prometnih nesreč in njihove posledice (Vir: MNZ, Policija) 2008
- Tabela 6: Konfliktne točke v različnih krožiščih, (analizirana krožišča, kolesarji nimajo prednosti prehoda) (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)

KAZALO GRAFOV

- Graf 1: Prikaz dejanskega števila mrtvih in zmanjšanja števila umrlih glede na cilj nacionalnega programa (Vir: a107v1_12.doc, 2007)
- Graf 2: Prikaz števila mrtvih in poškodovanih v prometnih nesrečah na Kosovu (Vir: Technical background paper-the European Commission and the World Bank, 2008)
- Graf 3: Prometne nesreče na Kersnikovi ulici v Celju (pred in po izgradnji krožnega križišča), od leta 1996 do 2002 (Vir: MNZ, Strokovni posvet "Izkušnje in perspektive gradnje krožnih križišč", 2003)
- Graf 4: Prometne nesreče na križišču (do maja 1998) in krožnem križišču (od junija 1998) Kersnikove in Oblakove ulice (Vir: MNZ, Strokovni posvet "Izkušnje in perspektive gradnje krožnih križišč", 2003)
- Graf 5: Primerjave med hitrostjo vozil in notranjim radijem v različnih vrstah krožnih križišč (širina ločilnih otokov je 3 m) (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Graf 6: Primerjave med hitrostjo vozil in notranjim radijem v različnih vrstah krožnih križišč (širina ločilnih otokov je 7 m) (Vir: ir. L.G.H. Fortuijn, TU Delft, 2007)
- Graf 7: Primerjava prepustne sposobnosti običajnega dvopasovnega in eksperimentalnega turbo - krožnega križišča (Vir: Tomaž Tollazzi, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor, Gradbeni vestnik 2006)

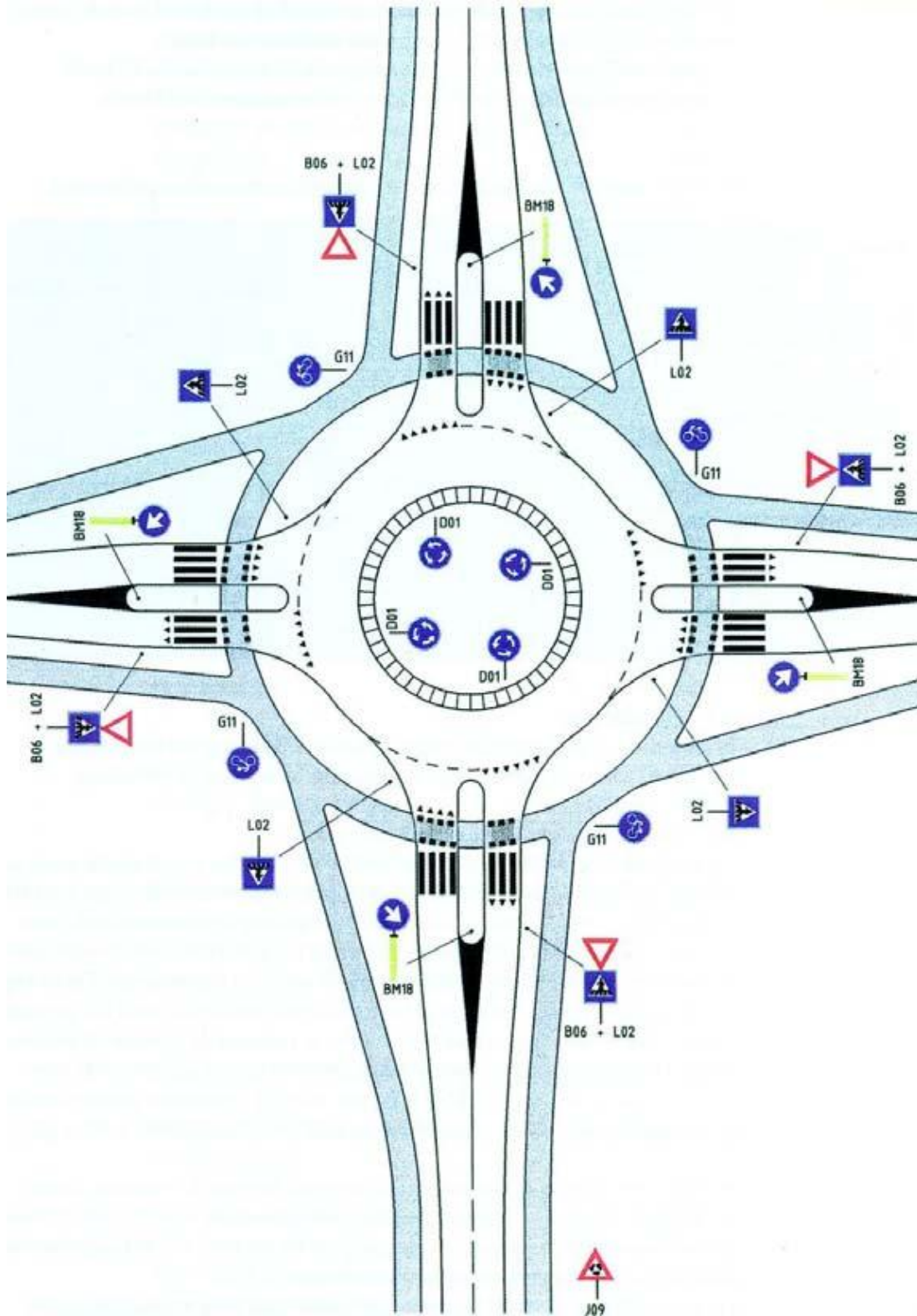
POJMOVNIK

Delineator	element, ki v krožnem vozišču razdvaja prometne pasove in onemogoča prehode vozil iz enega voznega pasu na drugega
Denivelirani otok	element postavljen na delu vozišča, kjer se začne delitev prometnih pasov v krožnem vozišču turbo - krožišča
Turbo - krožno križišče	krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča

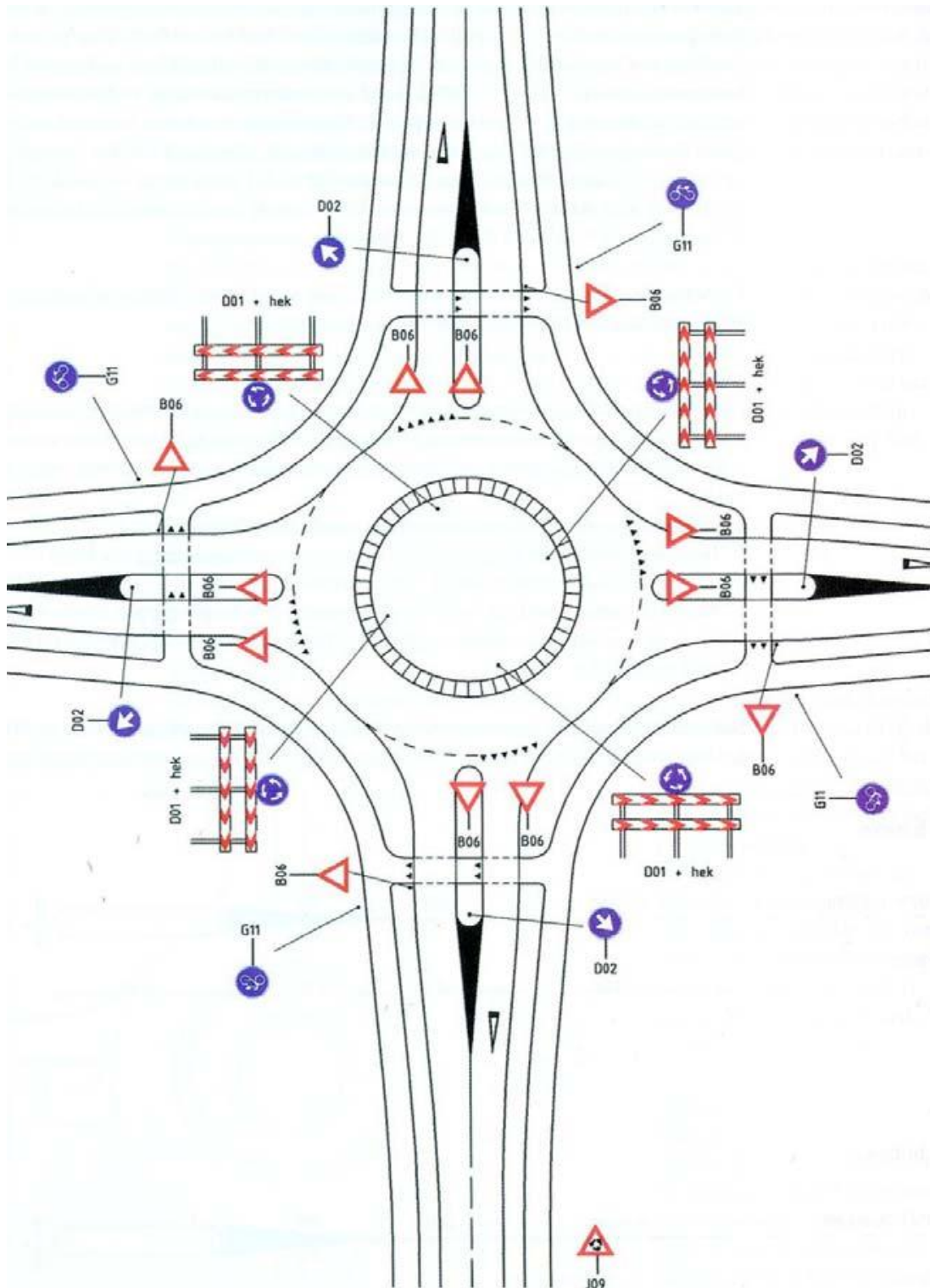
KRATICE IN AKRONIMI

CROW	Nizozemske neprofitne organizacije, ki deluje na področju načrtovanja, gradnje in upravljanja cest ter vsega, kar je povezano s transportom
DARS:	Družba za avtoceste Republike Slovenije
DRSC:	Direkcija Republike Slovenije za ceste
DRSC-SPV:	Direkcija Republike Slovenije za ceste, Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu
MSPT	Ministrstvo za promet, pošto in telekomunikacije (Republika Kosovo)
MZP:	Ministrstvo za promet (Republika Slovenija)
PIRS:	Prometni inšpektorat Republike Slovenije
SEETO	Prometni observatorij držav jugovzhodne Evrope (South East Europe Transport Observatory)
SWOV	Nizozemski inštitut za varnost v prometu (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid)
TU Delft	Tehniška univerza Delft, Nizozemska (Delft University of Technology)

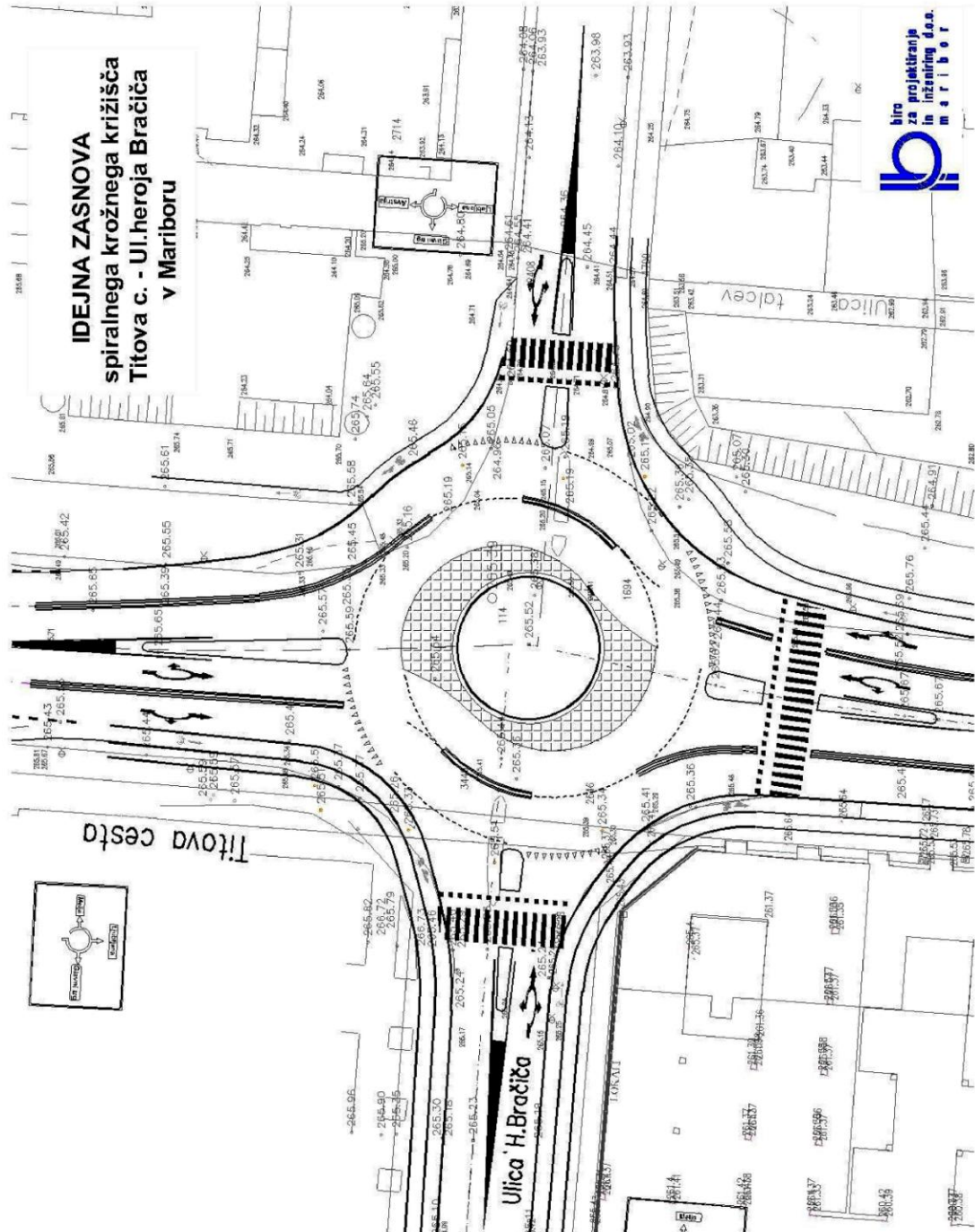
PRILOGE



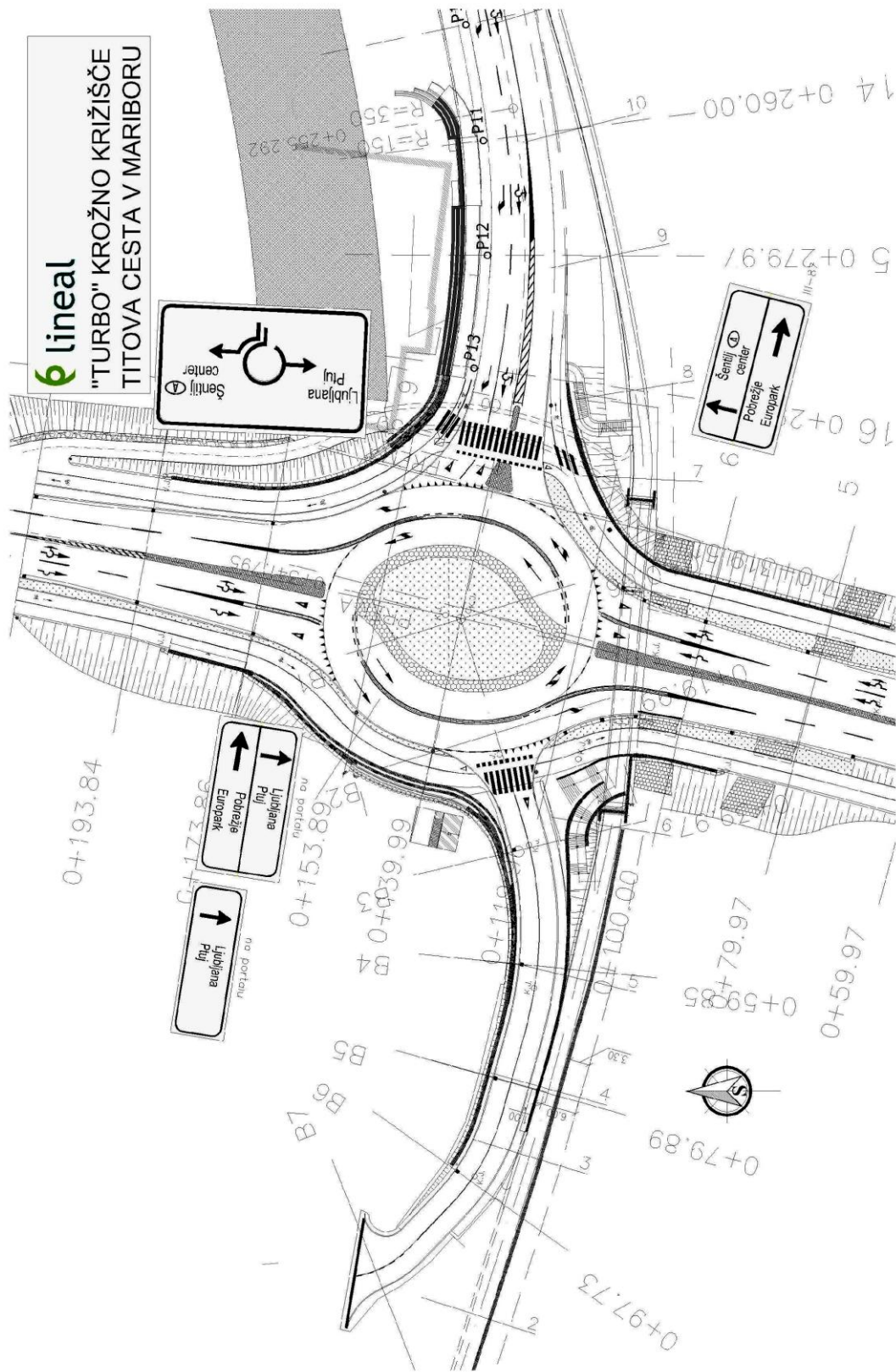
Priloga 1: Oblika krožnega križišča, v katerem je kolesarjem dana prednost prehoda
(Vir: CROW, 1998)



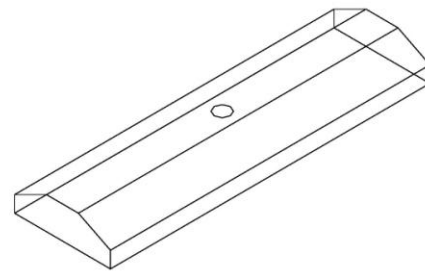
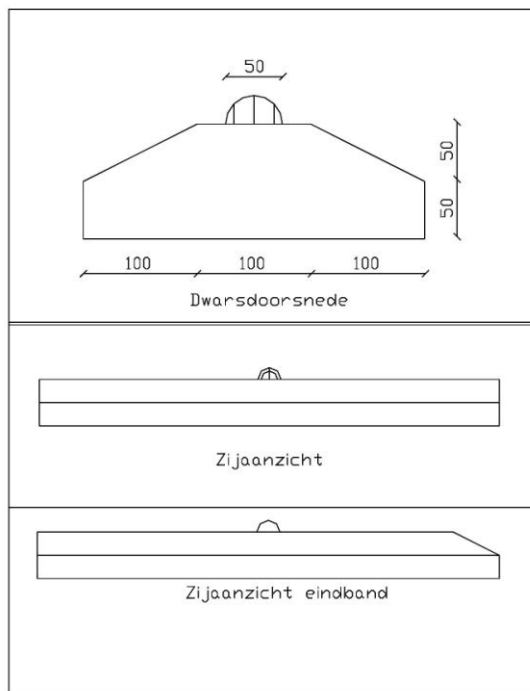
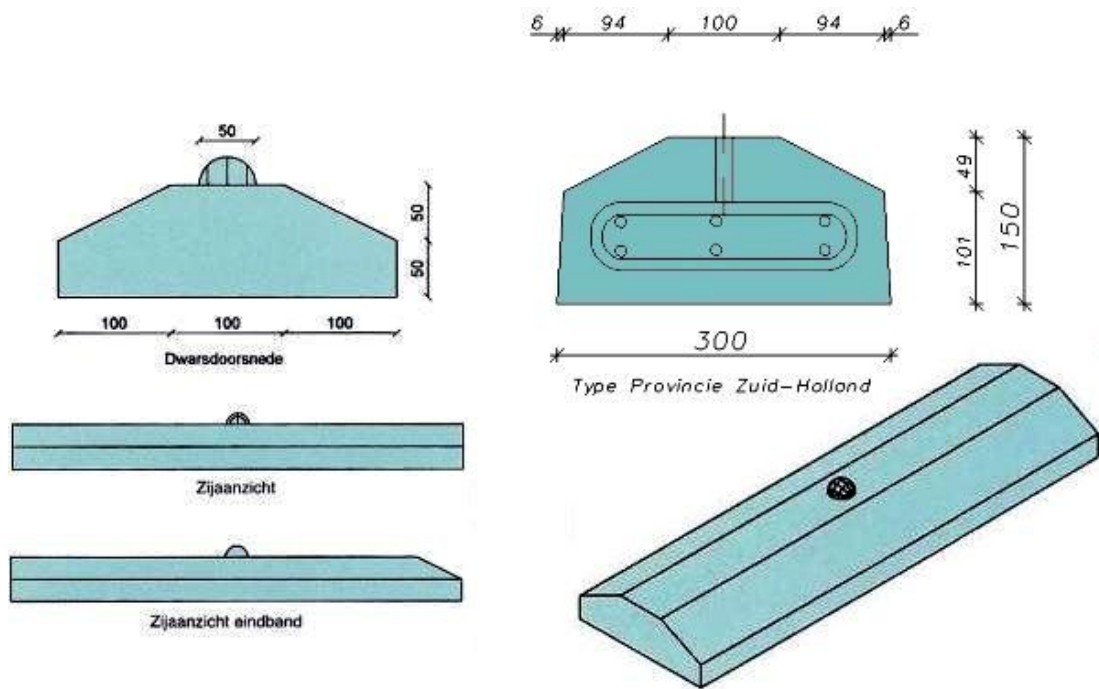
Priloga 2: Oblika krožnega križišča, v katerem kolesarji nimajo prednosti prehoda
(Vir: CROW, 1998)



Priloga 3: Idejna zasnova spiralnega krožnega križišča Titova c. - Ul. heroja Bračiča v Mariboru

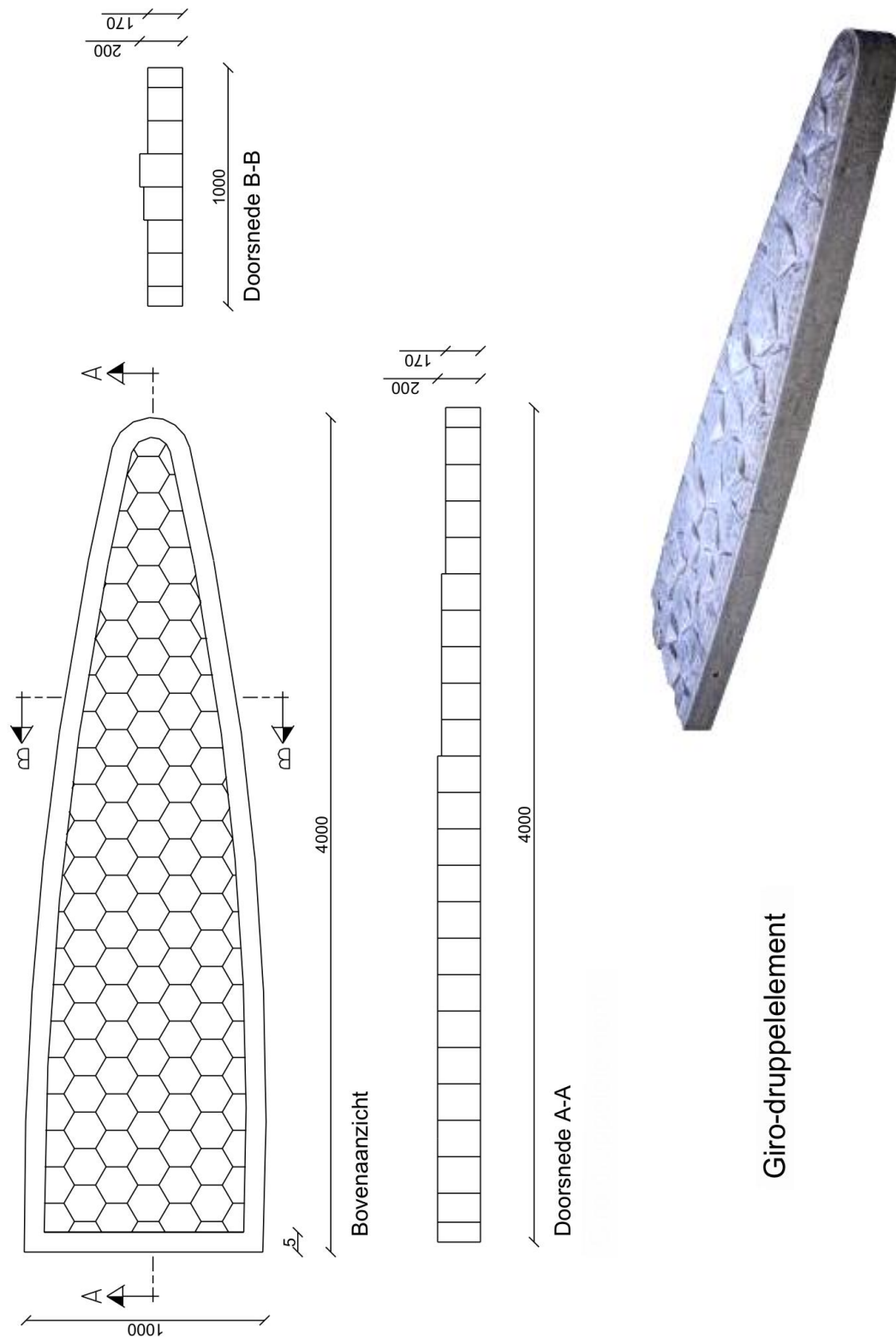


Priloga 4: Turbo krožno križišče Titova cesta v Mariboru

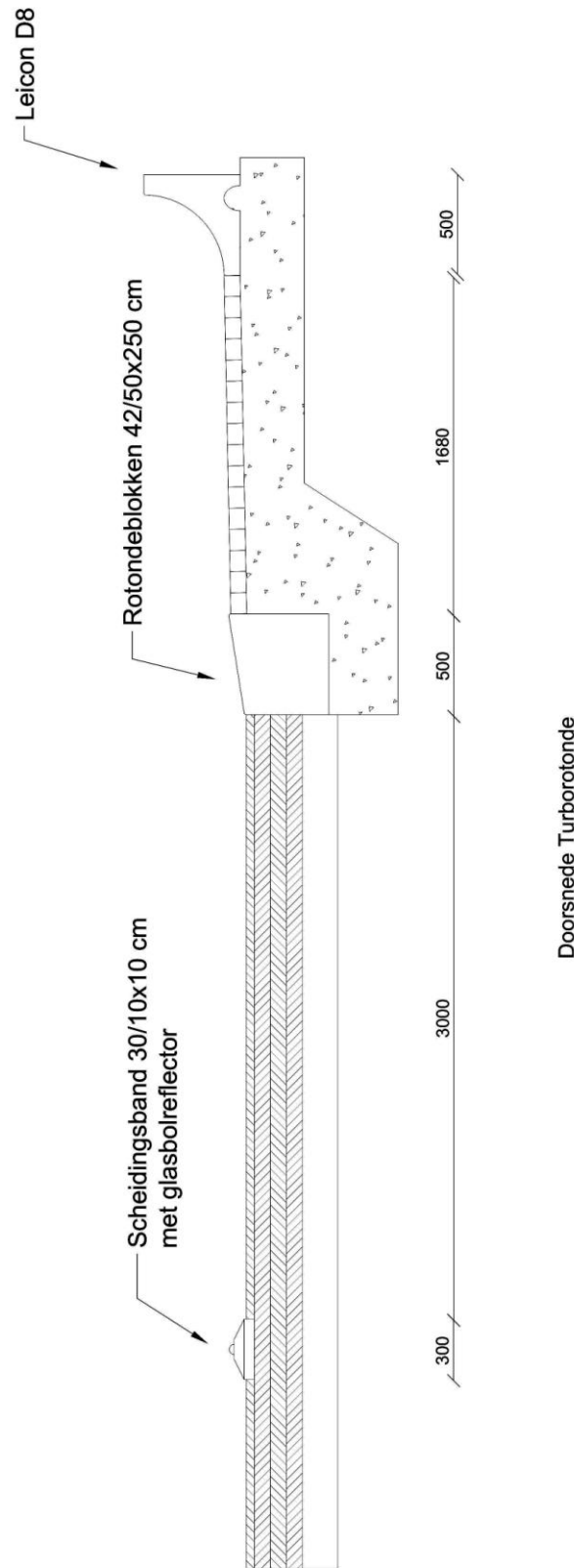


Giro-scheidingsband met glasbolreflector
G10/30x10x100 cm

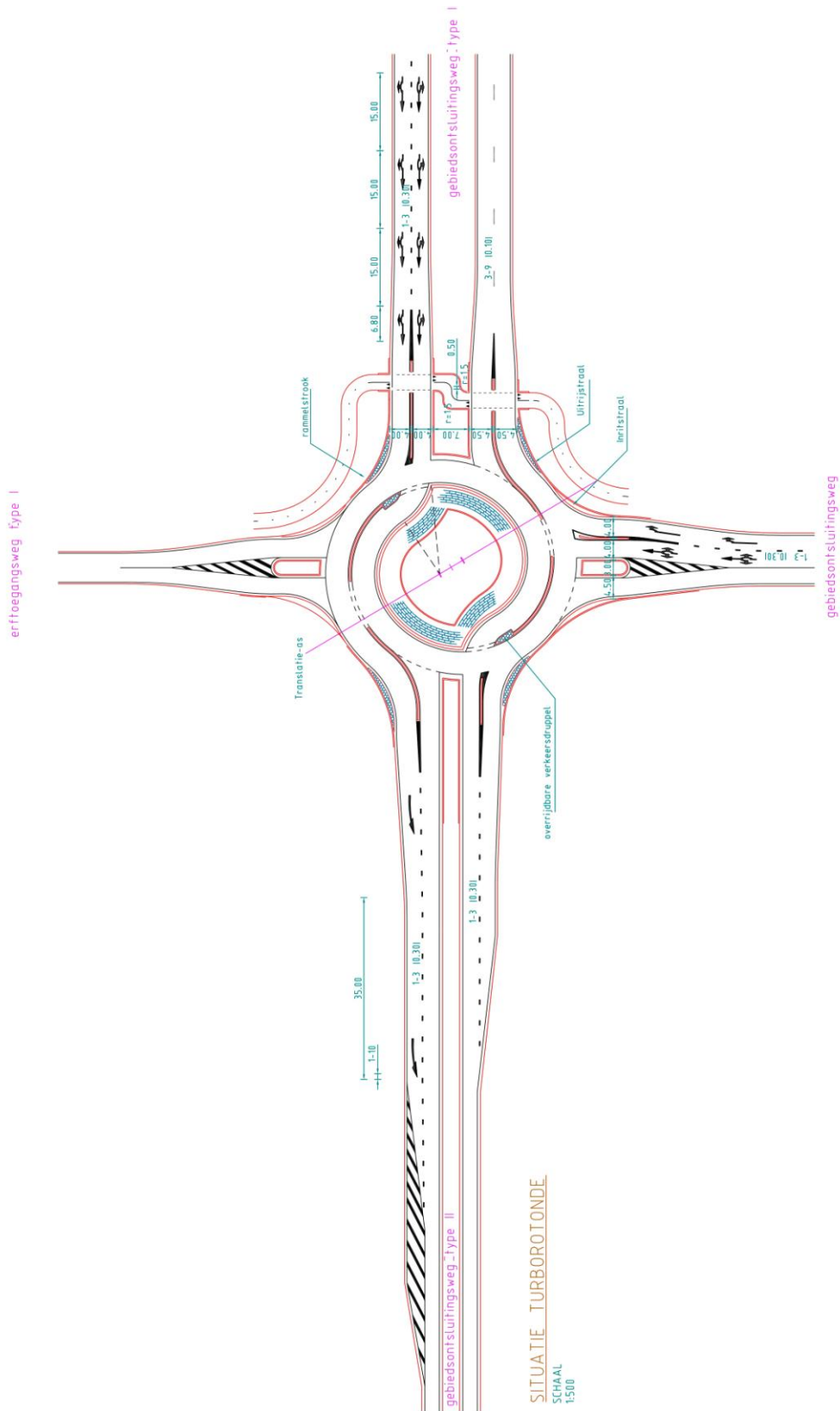
Priloga 5: Turbo krožno križišče - delineatorji



Priloga 6: Turbo krožno križišče – denivelirani otok



Priloga 7: Turbo krožno križišče - delineator in prevozni del sredinskega otoka



Priloga 8: Turbo krožno križišče – tloris