



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSG-211-009: 2023

Ministrica za infrastrukturo na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/22, 140/22 – ZSDH-1A, 29/23 in 78/23 – ZUNPEOVE) izdaja tehnično specifikacijo

PROJEKTIRANJE CEST IN PROMETNA VARNOST

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

TSPI – PGV.03.245: 2023

Ministrica za infrastrukturo
mag. Alenka Bratušek

Številka: 007-192/2021/36-02112049

V Ljubljani, 1. 12. 2023

K tej tehnični specifikaciji je pridobljeno soglasje ministra, pristojnega za prostor in graditev objektov, št. 35000-31/2023-2550-4 z dne 5. 7. 2023.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM**Vsebina**

1	Predmet tehnične specifikacije	2
2	Pomen izrazov	2
3	Lastnosti turbo krožnih križišč	4
3.1	Definicija	4
3.2	Pogoji za turbo krožno križišče	4
3.3	Kriteriji za ustreznost izvedbe turbo krožnega križišča	5
3.4	Tipizacija turbo krožnih križišč	5
3.5	Splošno o prepustni sposobnosti turbo krožnih križišč	8
3.6	Pogoji prometne varnosti v turbo krožnih križiščih	9
3.6.1	Prometna varnost motoriziranih udeležencev v prometu	9
3.6.2	Prometna varnost nemotoriziranih udeležencev	9
4	Izračun prepustne sposobnosti turbo krožnih križiščih	10
4.1	Analitični modeli za izračun prepustne sposobnosti večpasovnih krožnih križišč	10
4.2	Izračun z mikrosimulacijskimi programskimi orodji	10
5	Projektno-tehnični elementi turbo krožnega križišča	11
5.1	Turbo blok in translacijska os	11
5.2	Velikosti polmerov turbo krožnega križišča	12
5.3	Odvisnost širine krožnega voznega pasu od velikosti polmera turbo krožnega križišča	14
5.4	Polmeri uvoznih in izvoznih radijev	15
5.5	Določanje položajev središč polmerov konstrukcijskih elementov	15
5.6	Položaj translacijske osi in kontrola položaja turbo bloka	16
5.7	Izračun pričakovane hitrosti prevoza	18
5.8	Ločilni otoki na priključnih krakih v turbo krožno križišče	20
5.9	Vodenje pešcev in kolesarjev na območju turbo krožnih križišč	20
5.9.1	Prehodi za pešce in/ali kolesarje	21
5.9.2	Dodatni ločilni otoki na uvozu/izvozu	21
5.9.3	Zamik prehoda za kolesarje (in pešce) med uvozom in izvozom	22
5.9.4	Izvedba ukrepov za umirjanje prometa – trapeznih ploščadi – v kombinaciji s prehodom	23
5.10	Sredinski otok turbo krožnega križišča	24
5.11	Specifični projektno-tehnični elementi turbo krožnega križišča	25
6	Prometna signalizacija	26
6.1	6.1 Vertikalna prometna signalizacija	26
6.2	6.2 Horizontalna prometna signalizacija	27
7	Cestna razsvetljava	29

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM**1 Predmet tehnične specifikacije**

Tehnična specifikacija podaja usmeritve za planiranje, projektiranje in gradnjo oz. prometno-tehnično in projektno-tehnično dimenzioniranje krožnih križišč s spiralnim potekom krožnega vozišča (v nadaljevanju: turbo krožnih križišč) na javnih cestah v Republiki Sloveniji.

Tehnična specifikacija vsebuje:

- področje uporabe turbo krožnih križišč,
- določitev pojmov, vezanih na turbo krožna križišča,
- lastnosti turbo krožnih križišč,
- kriterije za upravičenost njihove izvedbe,
- tipizacijo turbo krožnih križišč,
- metodologijo izračuna in dimenzioniranja,
- izbiro ustreznih projektno-tehničnih elementov,
- potrebno prometno signalizacijo in opremo in
- prikaz specifičnih detajlov in elementov turbo krožnih križišč.

2 Pomen izrazov

Večpasovno krožno križišče (ang. multi-lane roundabout, nem. mehrstreifiger Kreisverkehr) je kanalizirano križišče petih ali več cest krožne oblike in z nepovoznim, delno povoznim ali v celoti povoznim sredinskim otokom, s po enim ali dvema voznima pasovoma na uvozih/izvozih, katerega krožno vozišče je dvo- ali večpasovno in ki ima samo eno središče konstrukcijskih krožnih lokov, kar pomeni, da so vsi glavni projektno-tehnični elementi krožnega vozišča izvedeni v obliki koncentričnih krogov.

Vozni pasovi v krožnem vozišču standardnega dvo- ali večpasovnega krožnega križišča so označeni oz. medsebojno ločeni s prekinjeno talno črto, ki dovoljuje prepletanje (spreminjanje voznega pasu) na krožnem vozišču.

Nova večpasovna krožna križišča se v Sloveniji izvajajo le izjemoma; v primerih, ko se v križišču stika pet in več krakov.

Turbo krožno križišče (ang. turbo-roundabout, nem. Turbokreisverkehr) je kanalizirano dvopasovno krožno križišče (Slika 2.1) ovalne oblike, s krožnim voziščem spiralne oblike, v katerega se stekajo trije ali štiri kraki cest, z večjim številom središč glavnih projektno-tehničnih elementov krožnega vozišča, pri katerem sta krožna vozna pasova medsebojno ločena z dvignjenim robnikom – delineatorjem.

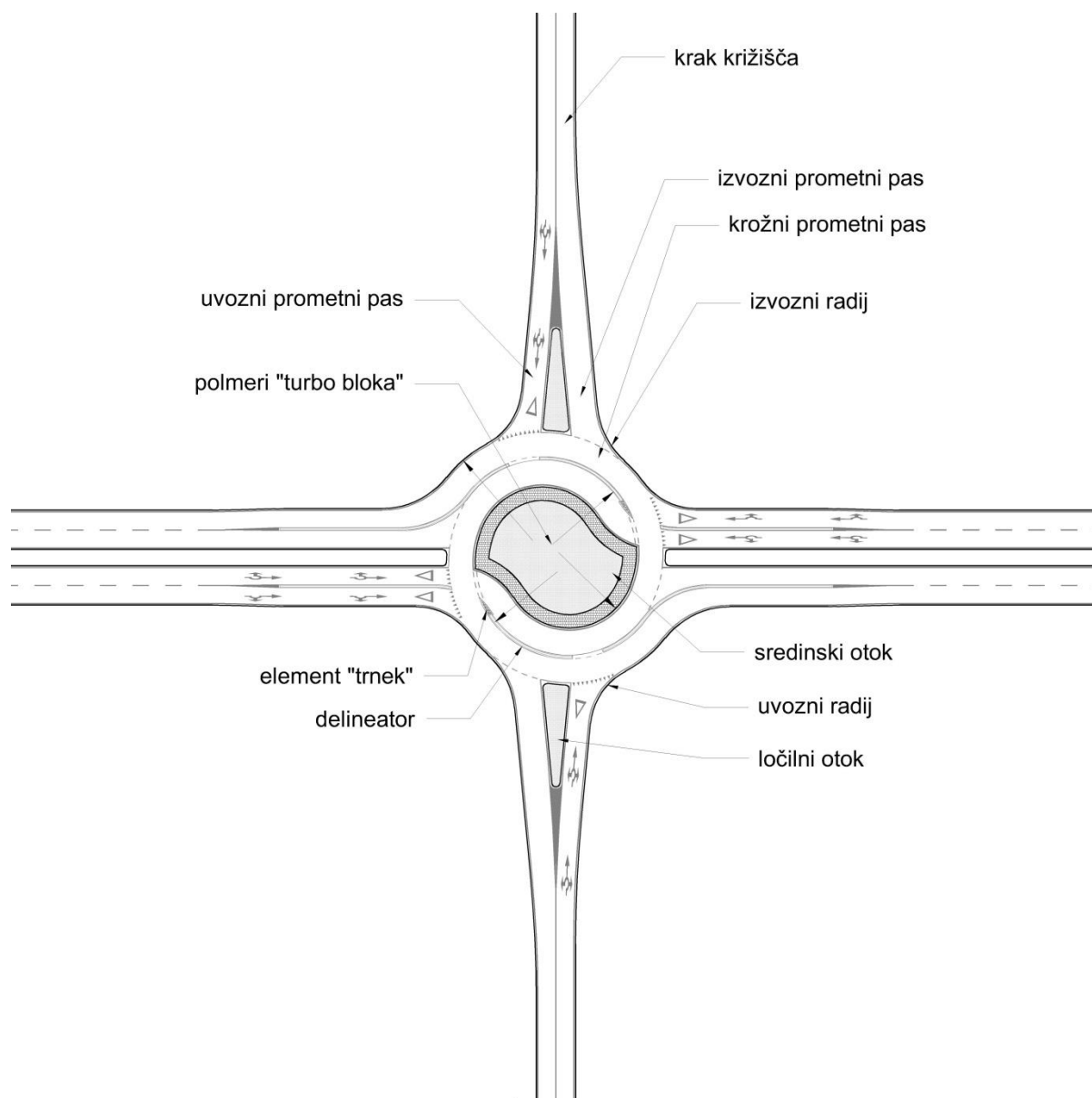
Dvignjen robnik – delineator – na krožnem vozišču turbo krožnega križišča (ang. raised mountable lane divider, nem. erhöhter Bordstein/Schwelle) je betonski ali iz kakšnega drugega materiala izdelan prefabriciran element, ki ovira, ne pa tudi preprečuje (vendar le v izjemnih primerih – intervencijska vozila) prometni manever prepletanja prometnih tokov v krožnem vozišču turbo krožnega križišča.

»Trnek« (ang. specially designed traversable beginning on a mountable lane divider (»frog«), nem. Haken) je ureditev začetka elementa za preprečevanje prometnega manevra prepletanja prometnih tokov v krožnem vozišču turbo krožnega križišča.

Trnek je namenjen odvrčanju voznikov osebnih vozil od vožnje po napačni – krajši trajektoriji. Voznikom tovornih vozil, ki so zaradi svojih gabaritov prisiljeni voziti preko tovrstnih elementov, vožnja preko trnka ne predstavlja problema.

V primeru, da se trnek ne izvede, mora imeti prvi delineator poševno vrhno ploskev.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM



Slika 2.1: Osnovni elementi turbo krožnega križišča

Sredinski otok turbo krožnega križišča (ang. central island of the turbo-roundabout, nem. Kreisinsel des Turbokreisverkehrs) je deniveliran otok krožne ali ovalne oblike, izveden v središču turbo krožnega križišča, ki preprečuje vožnjo naravnost in omejuje krožno vozišče na notranji strani.

Ločilni otoki v turbo krožnem križišču (ang. splitter island in the turbo roundabout, nem. Fahrbahnteiler des Turbokreisverkehrs) so denivelirani otoki med uvozom v in izvozom iz turbo krožnega križišča, ki usmerjajo (kanalizirajo) motorna vozila v pravilno krivuljo vožnje s predvideno hitrostjo.

Vmesni (dodatni) ločilni otoki na uvozu/izvozu iz turbo krožnega križišča (ang. »additional splitter island at the entrance/exit of the turbo roundabout«, nem. (zusätzlicher) zwischen Fahrbahnteiler am Kreis- zufahrt/ausfahrt des Turbokreisverkehrs) so denivelirani ločilni otoki, ki se izvedejo med dvema uvoznima ali

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

izvoznima voznima pasovoma na uvozu oz. izvozu iz turbo krožnega križišča, namenjeni dvigu ravni prometne varnosti pešcev in kolesarjev.

»Turbo blok« (ang. **turbo-block**, nem. **Turboblock**) je blok oz. skupek vseh konstrukcijskih krožnih lokov turbo krožnega križišča, ki jih je treba na določen način »zavrteti« in tako dobiti ustrezne vozne linije oz. linije voznih pasov.

Turbo blok vsebuje (razen vseh konstrukcijskih krožnih lokov) tudi t. i. translacijsko os, po kateri se izvaja premikanje oz. rotiranje določenih polmerov.

3 Lastnosti turbo krožnih križišč

3.1 Definicija

Turbo krožno križišče je posebna vrsta večpasovnega krožnega križišča (praviloma dvopasovnega), pri katerem so nekateri smerni tokovi medsebojno ločeni oz. so vodeni po fizično ločenih voznih pasovih.

V turbo krožnem križišču so prometni tokovi vodeni ločeno že pred uvozom v krožno križišče, ločene pasove zasedajo ves čas vožnje skozi krožno križišče, ločeno pa so prometni tokovi vodeni tudi na izvozu iz krožnega križišča.

Fizična ločenost voznih pasov je prekinjena le na mestih predvidenega uvažanja na notranji krožni vozni pas turbo krožnega križišča. Fizično ločevanje se doseže z deniveliranimi elementi posebne oblike – delineatorji, ki ovirajo, ne pa tudi preprečujejo (vendar le v izjemnih primerih – intervencijska vozila) menjavo voznih pasov na krožnem vozišču.

Ta tip krožnega križišča torej ne dovoljuje spremembe voznih pasov – prepletanja – v krožnem vozišču.

Za razliko od standardnih krožnih križišč (katerih izvedba je praviloma smiselna na lokacijah s približno enakovredno jakostjo prometnega toka na glavni in stranski prometni smeri), je izvedba turbo krožnih križišč smiselna tudi v križiščih s poudarjeno jakostjo prometnega toka na glavni prometni smeri.

3.2 Pogoji za turbo krožno križišče

Obstajajo štiri osnovni in dva dodatna pogoja za to, da je neko krožno križišče turbo krožno križišče.

Osnovni pogoji so:

- a) krožno vozišče tvorita največ dva z delineatorji medsebojno ločena krožna vozna pasova;
- b) vozila na krožnih voznih pasovih imajo prednost pred vozili na uvozih;
- c) v turbo krožnem križišču ni konfliktnih točk prepletanja na krožnem vozišču in konfliktnih točk križanja na izvozih;
- d) spiralno izvedena talna signalizacija oz. delineatorji so izvedeni tako, da postopoma prehajajo z manjšega (notranjega) na večji (zunanji) polmer.

Dodatna pogoja:

- e) na glavnih prometnih smereh so uvozi/izvozi izvedeni s po dvema voznima pasovoma; na stranskih prometnih smereh so izvozi lahko tudi enopasovni;

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

- f) na vsakem krožnem segmentu (med enim uvozom in naslednjim izvozom iz krožnega križišča) lahko obstaja samo ena točka, v kateri lahko voznik sprejme odločitev, da bo krožno križišče zapustil ali pa nadaljeval z vožnjo po krožnem vozišču.

Za vsako krožno križišče, ki ga želimo opredeliti kot turbo krožno križišče, je treba preveriti, ali izpolnjuje vse zgoraj navedene pogoje.

3.3 Kriteriji za ustreznost izvedbe turbo krožnega križišča

Turbo krožno križišče je ustrezen rešitev za križišče izven urbanega okolja, kjer ni prisotnih nemotoriziranih udeležencev v prometu. V urbanem okolju je ustrezen rešitev ob pogoju, da je rešeno prometno varno vodenje nemotoriziranih udeležencev v prometu.

Turbo krožno križišče je ustrezen rešitev v primerih:

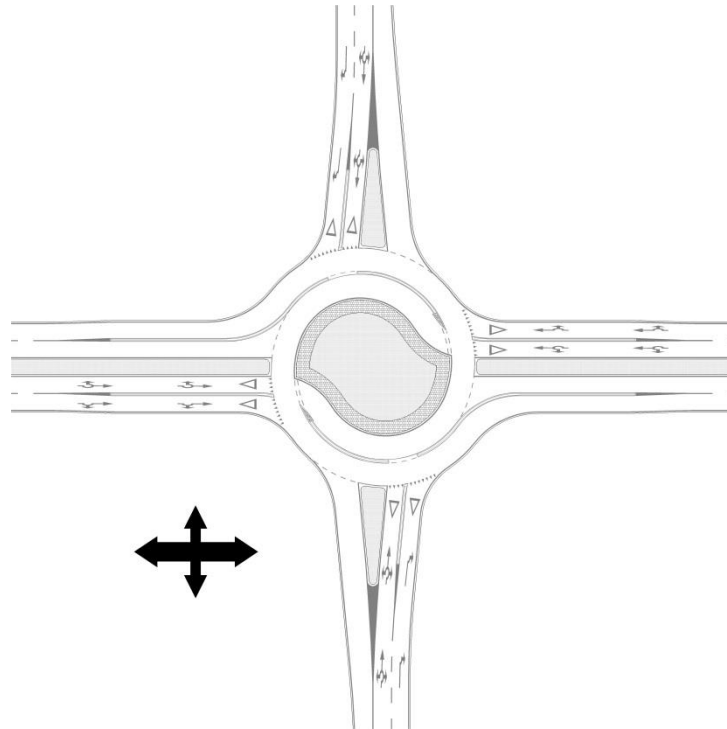
- ko standardno enopasovno krožno križišče ne bi ustrezno servisiralo pričakovanih prometnih obremenitev na koncu planske dobe;
- obstoječih, prometno preobremenjenih standardnih enopasovnih krožnih križišč, katerih velikost (zunanj polmer) omogoča izvedbo dodatnega krožnega pasu proti notranjosti (boljša rešitev), ali pa obstaja prostor za izvedbo še enega krožnega pasu navzven (nekoliko slabša oz. dražja rešitev);
- obstoječih, prometno preobremenjenih standardnih dvopasovnih krožnih križišč,
- obstoječih, prometno manj varnih standardnih dvopasovnih krožnih križišč,
- rekonstrukcije klasičnega nivojskega križišča s prevladujočo glavno prometno smerjo z veliko jakostjo prometnega toka.

Pri vseh prej naštetih primerih je izbira tipa turbo krožnega križišča odvisna od smeri prevladujočega prometnega toka.

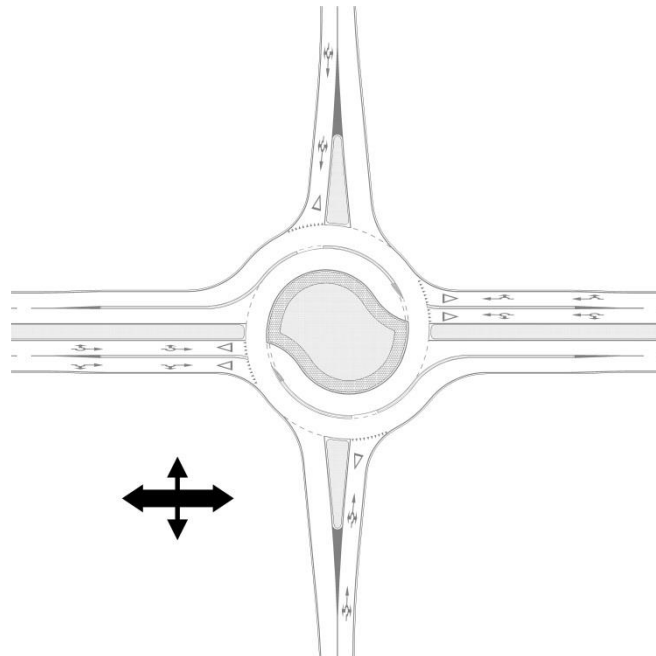
3.4 Tipizacija turbo krožnih križišč

Izbira tipa turbo krožnega križišča je odvisna od smeri in jakosti prevladujočega prometnega toka (Slika 3.1–Slika 3.5).

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

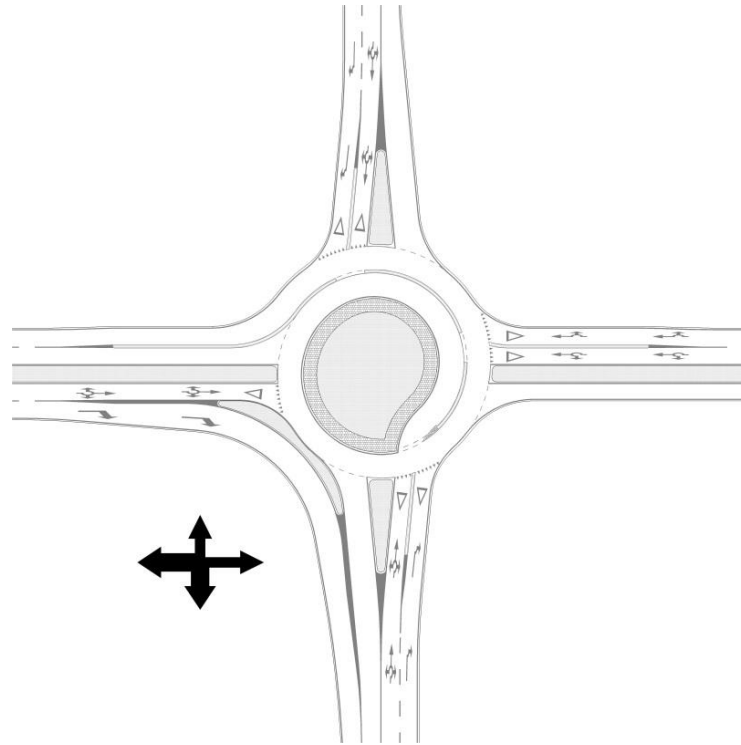


Slika 3.1: Standardni tip

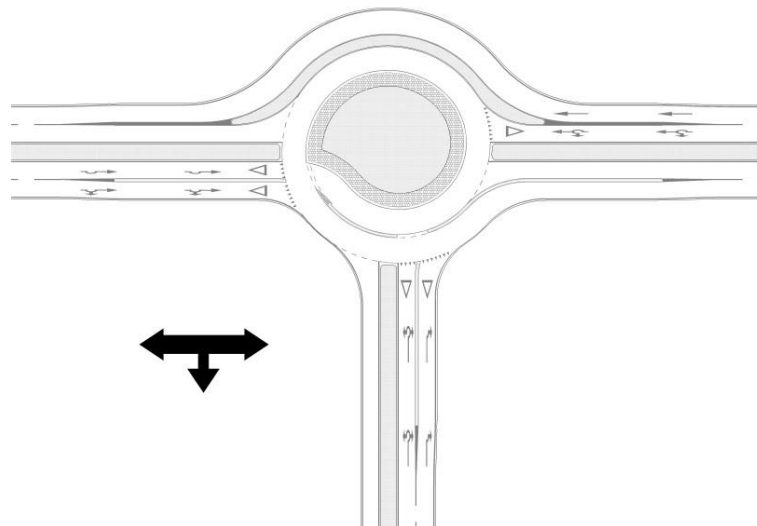


Slika 3.2: Jajčasti tip

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

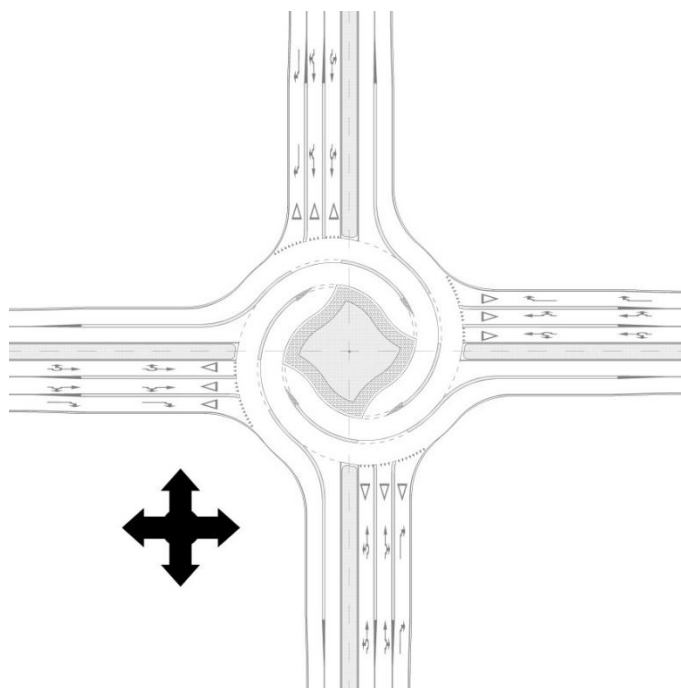


Slika 3.3: Kolenasti tip



Slika 3.4: Raztegnjeni kolenasti (trikraki) tip

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM



Slika 3.5: Turbina*

*Samo v primeru, ko je turbo krožno križišče semaforizirano.

3.5 Splošno o prepustni sposobnosti turbo krožnih križišč

Turbo krožno križišče ima, v primerjavi s standardnim dvopasovnim krožnim križiščem (Preglednica 3.1), večjo prepustno sposobnost zaradi več vzrokov:

- turbo krožna križišča imajo na glavni prometni smeri dvopasovne uvoze, ki se neposredno nadaljujejo v dvopasovno krožno vozišče;
- uporaba notranjega krožnega voznega pasu v turbo krožnem križišču je atraktivnejša kot v standardnem dvopasovnem krožnem križišču, saj ni potrebe po prepletanju;
- uvozni prometni tok uvaža v turbo krožno križišče z manj zadržkov (dvomov), kar povečuje prepustno sposobnost uvozov.

Preglednica 3.1: Največja prepustna sposobnost dvopasovnih krožnih križišč različnih tipov

Tip dvopasovnega krožnega križišča	Največji dnevni promet (voz./dan)	Največja urna konica (EOV/h)
Standardno dvopasovno krožno križišče z enopasovnimi uvozi/izvozi	20.000–25.000	1500
Standardno dvopasovno krožno križišče z dvopasovnimi uvozi/izvozi	22.000–30.000	1800
Standardno turbo krožno križišče	ocenjeno na 37.000	ocenjeno na 2000
Največja prepustna sposobnost enopasovnega izvoza – 1500 EO/h		
Največja prepustna sposobnost dvopasovnega izvoza – 2500 EO/h		

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

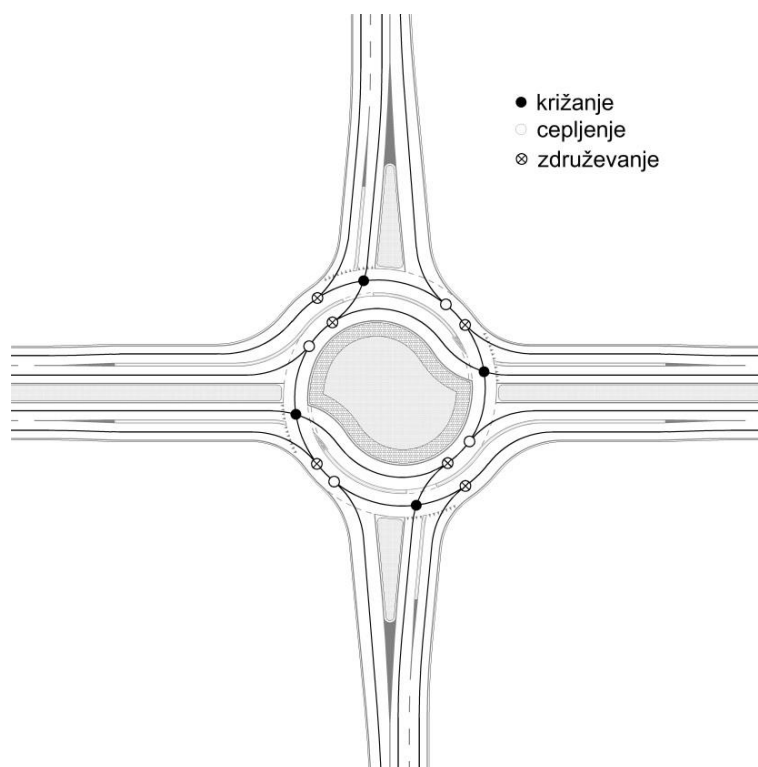
- Opomba 1 Vrednosti v preglednici (Preglednica 3.1) so zgolj okvirne narave in veljajo za štirikraka krožna križišča. Pri turbo krožnem križišču gre za ocenjeno vrednost, saj nobeno od njih še ni doseglo planske dobe.
- Opomba 2 V drugem in tretjem stolpcu je mišljena vsota vseh uvoznih prometnih tokov.

3.6 Pogoji prometne varnosti v turbo krožnih križiščih**3.6.1 Prometna varnost motoriziranih udeležencev v prometu**

Glavni prednosti turbo krožnega križišča v primerjavi s standardnim dvopasovnim krožnim križiščem z dvopasovnimi uvozi in izvozi sta (Slika 3.6):

- manjše število konfliktnih točk križanja, ki je doseženo z zmanjšanjem števila križajočih se prometnih tokov;
- odprava konfliktnih točk prepletanja v krožnem vozišču, ki je doseženo z ločenim vodenjem posameznih smernih tokov.

V primeru tropasovnih (ali več) turbo krožnih križišč ter v primeru treh (ali več) uvoznih pasov je obvezna semaforizacija. Navedeno ne velja v primeru, da se med dvema krakoma pojavi dodatni prometni pas kot mimobežni pas (ang. by-pass).



Slika 3.6: Konfliktni točke v turbo krožnem križišču z dvopasovnimi uvozi in po dvema paroma enopasovnih in dvopasovnih izvozov (štiri križanja na uvozih, šest združevanj in štiri cepljenja)

3.6.2 Prometna varnost nemotoriziranih udeležencev

Prečkanja nemotoriziranih udeležencev v turbo krožnih križiščih preko večpasovnih uvozov/izvozov so urejena izvennivojsko; nivojsko prečkanje je dopustno le v primeru, ko prostorske omejitve ne omogočajo izvedbe izvennivojskega križanja. V tem primeru je treba izvesti ločilni otok s čakališčem tudi med dvema voznima pasovoma.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Prostorske omejitve so grajene in naravne ovire (npr. stavbe, objekti, strme skalnate brežine, visoki podporni in oporni zidovi), katerih odstranitev ali poseg vanje bi pomenil nesorazmerno visoke stroške v primerjavi z investicijskimi stroški izvedbe izvenivojskega prečkanja.

V primeru štirikrakega turbo krožnega križišča, v katerem GPS poteka naravnost, je priporočljivo izvesti samo en podhod, ki poteka po diagonali preko turbo krožnega križišča.

4 Izračun prepustne sposobnosti turbo krožnih križiščih**4.1 Analitični modeli za izračun prepustne sposobnosti večpasovnih krožnih križišč**

Za izračun prepustne sposobnosti večpasovnih krožnih križišč (med njimi tudi turbo krožnih križišč) se uporabljata dve vrsti analitičnih modelov.

Prva temelji na teoriji prometnega toka, pri čemer se predpostavi, da je prepustna sposobnost uvoza odvisna od jakosti krožečega prometnega toka in možnega konfliktnega prometnega toka neposredno pred izvozom iz krožnega križišča. Odvisno od uporabljenega modela/enačbe je lahko razmerje med prepustno sposobnostjo uvoza in jakostjo krožečega prometnega toka linearno ali pa eksponentno, prepustna sposobnost pa je pogojena z velikostmi geometrijskih elementov krožnega križišča.

Druga vrsta analitičnih modelov za izračun prepustne sposobnosti večpasovnih krožnih križišč temelji na teoriji časovnih praznin v prometnem toku, pri kateri se opazuje interakcija dveh prometnih tokov. Prepustna sposobnost uvoza se določa na osnovi razpoložljivih časovnih praznin v krožečem prometnem toku in izkoriščenosti teh časovnih praznin s strani prometnega toka na uvozu. Parametri, ki določajo to interakcijo, so: minimalna praznina (minimalna razdalja, ang. headway) v krožečem prometnem toku, povprečen čas čakanja na uvozu in kritična časovna praznina (minimalni kritični čas, ang. gap time).

Najpogosteje uporabljeni analitični modeli za izračun prepustne sposobnosti večpasovnih krožnih križišč po teoriji prometnega toka temeljijo na enačbah Bovyja in Brilona, po teoriji časovnih praznin pa na enačbah Hagringa, Fiska, Tannera in Troutbecka.

4.2 Izračun z mikrosimulacijskimi programskimi orodji

Prepustno sposobnost turbo krožnih križišč je možno analizirati tudi z uporabo mikrosimulacijskih modelov in metod, ki so integrirani v posamezna programska orodja.

Vsekakor pa je treba vsako turbo krožno križišče najprej kapacitetno preveriti po eni od uveljavljenih analitičnih metodologij in/ali z enim od priznanih programskih orodij, ki uporabljajo eno od uveljavljenih metodologij, saj modeliranje krožnih križišč v mikrosimulacijskih programskih orodjih vnaprej predpostavlja, da so tehnični in projektni elementi krožnih križišč ustrezni.

Mikrosimulacija je torej primerno orodje za preveritev odvijanja prometnih tokov po tem, ko je bilo krožno križišče ustrezno dimenzionirano z enim od analitičnih orodij in/ali po eni od metodologij.

Vsa mikrosimulacijska programska orodja niso posebej in/ali dovolj prirejena za analizo turbo krožnih križišč, saj ne upoštevajo dovolj geometrijskih oziroma projektnih elementov. Običajno je modeliranje turbo krožnih križišč za namen analize z mikroskopsko simulacijo tudi dokaj zahtevno. Napačno modeliranje lahko privede do zavajajočih rezultatov.

Danes na trgu obstaja nekaj dobrih programskih orodij, ki so primerna za analizo odvijanja prometnih tokov na vnaprej optimalno dimenzioniranih turbo krožnih križiščih.

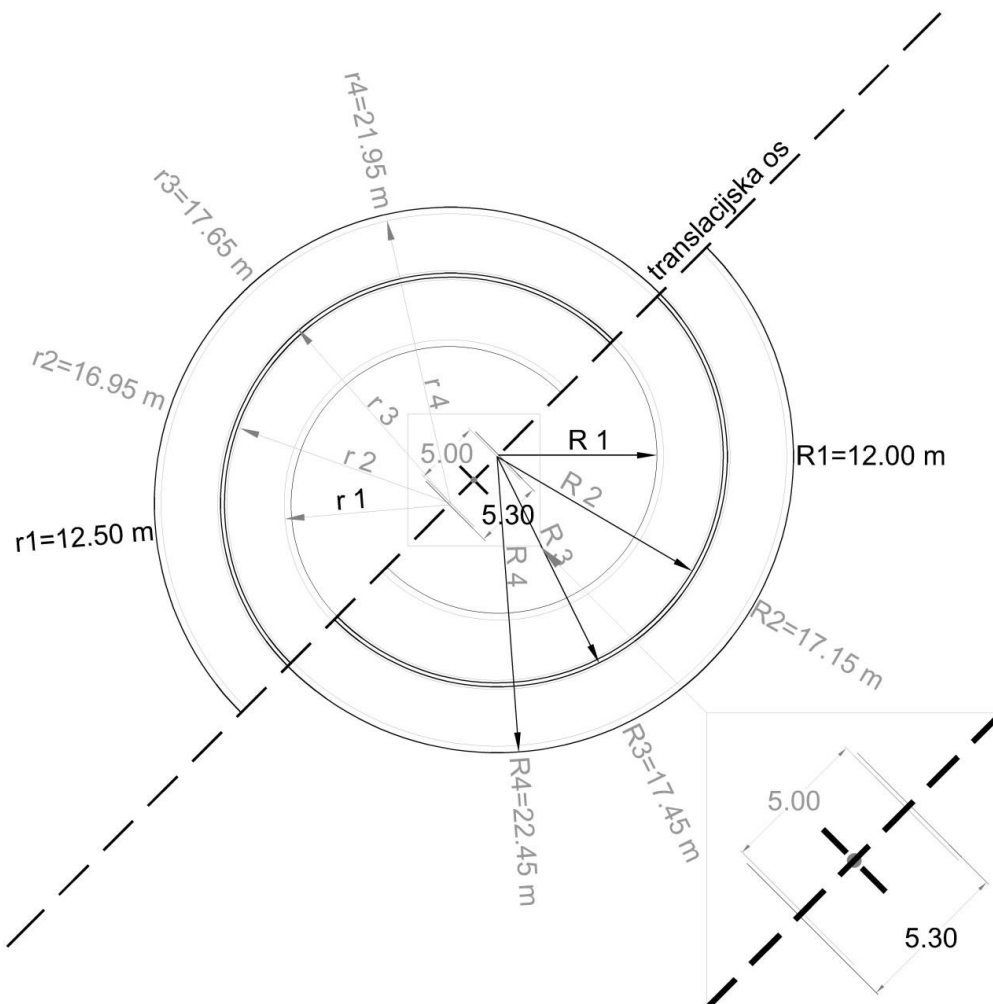
KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Pri izbiri mikrosimulacijskega programskega orodja mora biti projektant pozoren na izjave proizvajalca o primernosti programskega orodja za reševanje posameznih tipov krožnih križišč oz. v konkretnem primeru o ustreznosti programskega orodja za modeliranje turbo krožnih križišč.

V primerih, ko lahko pričakujemo tudi pešce in kolesarje na območju uvozov in izvozov, je treba upoštevati njihov vpliv na prepustno sposobnost oziroma jo iz vrednotiti v mikrosimulaciji.

5 Projektno-tehnični elementi turbo krožnega križišča**5.1 Turbo blok in translacijska os**

Turbo blok je blok oz. skupek vseh konstrukcijskih polmerov turbo krožnega križišča (polmerov in talnih črt), ki jih je treba na določen način »zavrteti« in na ta način dobiti vozne linije oz. linije voznih pasov (Slika 5.1).



Slika 5.1: Turbo blok za običajno veliko turbo krožno križišče

Turbo blok vsebuje (razen vseh konstrukcijskih polmerov) tudi t. i. translacijsko os, po kateri se izvaja premikanje oz. rotiranje določenih polmerov.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Turbo blok kreiramo tako, da na translacijski osi najprej določimo pomožno središče, od katerega na levo in desno stran nanašamo središča konstrukcijskih elementov oz. polmerov. V drugem koraku iz teh središč narišemo polmere glavnih konstrukcijskih elementov in talnih črt.

5.2 Velikosti polmerov turbo krožnega križišča

Turbo krožno križišče ima, za razliko od enopasovnega krožnega križišča, več polmerov. Velikost polmerov turbo krožnega križišča in širino krožnega voznega pasu je treba izbrati tako, da je hitrost prevoza skozi križišče med 35 in 37 km/h. Vsako izbrano geometrijsko obliko je treba obvezno preveriti s stališča hitrosti prevoza.

Priporočene dimenzije tipskih turbo krožnih križišč so, odvisno od njihove velikosti, podane v preglednici (Preglednica 5.1).

Glavni konstrukcijski elementi oz. polmeri turbo krožnega križišča so označeni na Sliki 5.1. Za običajno veliko turbo krožno križišče (tretji stolpec v Preglednici 5.1) so priporočljive dimenzije, navedene v Preglednici 5.2. Glavni konstrukcijski polmeri običajno velikega turbo krožnega križišča so označeni na slikah (Slika 5.1 in Slika 5.2).

Preglednica 5.1: Priporočene dimenzije turbo krožnega križišča v odvisnosti od njegove velikosti

ELEMENTI TURBO KROŽNEGA KRIŽIŠČA				
Element	majhno	običajno veliko	srednje veliko	veliko
R_1 (m)	10,50	12,00	15,00	20,00 (21,75)
R_2 (m)	15,85	17,15	20,00	24,90 (27,10)
R_3 (m)	16,15	17,45	20,30	25,20 (27,40)
R_4 (m)	21,15	22,45	25,20	29,90 (32,75)
r_1 (m)	10,95	12,45	15,45	20,45
r_2 (m)	15,65	16,95	19,80	24,70
r_3 (m)	16,35	17,65	20,50	25,40
r_4 (m)	20,70	22,00	24,75	29,45
B_v (m)	5,00	5,00	4,90	4,70 (5,35)
B_u (m)	5,35	5,15	5,00	4,90 (5,35)
b_v (m)	4,35	4,35	4,25	4,05
b_u (m)	4,70	4,50	4,35	4,25
D_v (m)	5,75	5,35	5,15	5,15 (5,50)
D_u (m)	5,05	5,05	4,95	4,75 (5,50)

Opomba Vrednosti v oklepajih so vrednosti polmerov z dodatnimi ločilnimi pasovi v velikem turbo krožnem križišču.

Razlaga označb v preglednici (Preglednica 5.1), glej tudi sliko (Slika 5.2):

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

R_1	zunanj rob tlakovanega dela sredinskega otoka,
R_2	desni rob delineatorja,
R_3	levi rob delineatorja,
R_4	notranji rob zunanjega robnika,
r_1, r_2, r_3, r_4	polmeri talnih označb,
B_v	širina zunanjega krožnega pasu (merjeno od zunanjega roba delineatorja do zunanjega roba zunanjega robnika),
B_u	širina notranjega krožnega pasu (merjeno od zunanjega roba tlakovanega dela sredinskega otoka do notranjega roba delineatorja),
b_v	oddaljenost med robnima črtama zunanjega krožnega pasu,
b_u	oddaljenost med robnima črtama notranjega krožnega pasu,
D_v	oddaljenost med zunanji točkami translacijske osi,
D_u	oddaljenost med notranji točkami translacijske osi.

Preglednica 5.2: Dimenzije turbo krožnega križišča običajne velikosti

Polmer notranjega roba povoznega dela sredinskega otoka (priporočena širina prevozne površine (pogojno povoznega sredinskega otoka) 2,50 m)	$R_o = 9,50$ m
Polmer notranjega roba vozišča (notranjega pasu)	$R_1 = 12,00$ m
Polmer zunanjega roba vozišča (notranjega pasu), hkrati rob 30 cm širokega ločilnega otoka	$R_2 = 17,15$ m
Polmer notranjega roba vozišča (zunanjega pasu), hkrati rob 30 cm širokega ločilnega otoka	$R_3 = 17,45$ m
Polmer zunanjega roba vozišča (zunanjega pasu)	$R_4 = 22,45$ m

Opomba Če se pri turbo krožnem križišču standardne velikosti uporabi nizozemski način izvedbe horizontalnih označb, je treba v turbo krožnem križišču formirati tudi polmere teh črt po nizozemskem načinu (Preglednica 5.3).

Preglednica 5.3: Dimenzije polmerov horizontalnih označb

Polmer notranjega roba (na vozni strani) robne črte širine 0,15 m (skupni robni pas 0,45 m)	$r_1 = 12,45$ m
Polmer notranjega roba (na vozni strani) robne črte ob 30 cm širokem ločilnem otoku širine 0,10 m (skupni robni pas 0,20 m)	$r_2 = 16,95$ m
Polmer notranjega roba (na vozni strani) robne črte ob 30 cm širokem ločilnem otoku širine 0,10 m (skupni robni pas 0,20 m)	$r_3 = 17,65$ m
Polmer notranjega roba (na vozni strani) robne črte širine 0,15 m (skupni robni pas 0,45 m)	$r_4 = 22,00$ m

Širina asfaltne površine notranjega krožnega voznega pasu je $B_u = 5,15$ m.

Širina asfaltne površine zunanjega krožnega voznega pasu je $B_v = 5,00$ m.

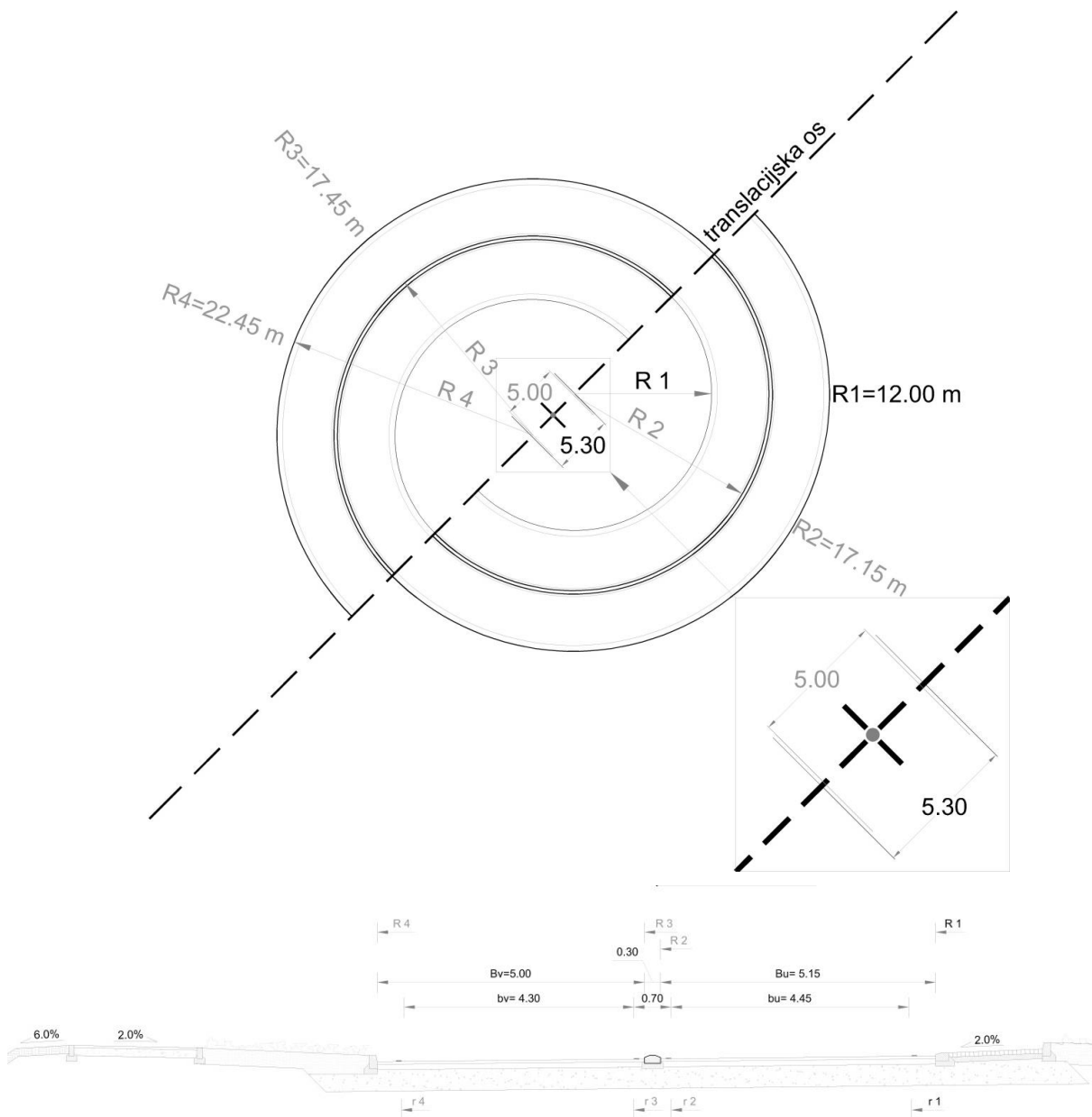
Širine med robnimi črtami so $b_u = 4,50$ m in $b_v = 4,35$ m.

Oddaljenost med zunanji točkami translacijske osi je $D_v = 5,35$ m.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Oddaljenost med notranjimi točkami translacijske osi je $D_u = 5,05$ m.

Polmeri so izbrani tako, da se robne črte priključujejo ena na drugo.



Slika 5.2: Elementi in dimenzije turbo krožnega križišča standardne velikosti

5.3 Odvisnost širine krožnega voznega pasu od velikosti polmera turbo krožnega križišča

Manjši, kot so polmeri turbo krožnega križišča, večje so širine krožnih voznih pasov. Širina krožnega voznega pasu je torej v funkciji polmera in merodajnega vozila.

Širina krožnega voznega pasu mora omogočati kritičen manever (praviloma je to zavijanje za 270°) merodajnega vozila. Merodajno vozilo izven urbanega prostora je praviloma sedlasti vlačilec (dolžine 16,5 m), v urbanem prostoru pa avtobus (ali zglobni avtobus).

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Pri izvedbi kritičnega manevra merodajno vozilo ne sme uporabljati povoznega dela sredinskega otoka, niti nepovoznega sredinskega otoka niti 30 cm širokega ločilnega pasu (elementa za preprečevanje prepletanja – delineatorja) med krožnima voznima pasovoma, lahko pa uporabi začetni del (»špico«) elementa za preprečevanje prepletanja.

S povečevanjem polmera se potrebna (zahtevana) širina krožnega voznega pasu zmanjšuje. Uporaba širin krožnega voznega pasu, večjih od 5,25 m, se odsvetuje.

Kontrola ustreznosti širine krožnega voznega pasu se izvede in argumentira z enim od računalniških orodij za izris krivulje sledi in pokrite površine za kritičen manever, grafični prikaz kontrole pa je sestavni del projektne dokumentacije.

5.4 Polmeri uvoznih in izvoznih radijev

Polmeri uvoznih in izvoznih radijev se izbirajo v odvisnosti od velikosti turbo krožnega križišča, merodajnega vozila in zelene hitrosti.

Polmeri uvoznih in izvoznih radijev morajo biti v ustreznem razmerju:

$$\begin{aligned} R_I &> R_U \\ R_U &> 12 \text{ m} \\ R_I &> 15 \text{ m} \\ R_I &< R_4 \end{aligned} \tag{5.1}$$

kjer je:

- R_I polmer izvoznega radija,
- R_U polmer uvoznega radija,
- R_4 notranji rob zunanjega robnika.

Tretja in četrta zahteva veljata v primeru, če je uporabljen enoten radij. V primeru, če sta uvozna/izvozna krivina izvedeni s traktrisi nadomestno košarasto krivino, velja to za srednji polmer.

Kontrola ustreznosti izbranih dimenzij se izvede in argumentira z enim od računalniških orodij za izris trajektorije gibanja in površine, ki jo pri izvedbi kritičnega prometnega manevra zasede merodajno vozilo in je sestavni del projektne dokumentacije.

Pri kontroli ustreznosti izbranih dimenzij se vozna linija na uvozu na notranji krožni pas izvede s polmerom $R = 20$ m, na uvozu na zunanji pas pa s polmerom $R = 12$ m.

5.5 Določanje položajev središč polmerov konstrukcijskih elementov

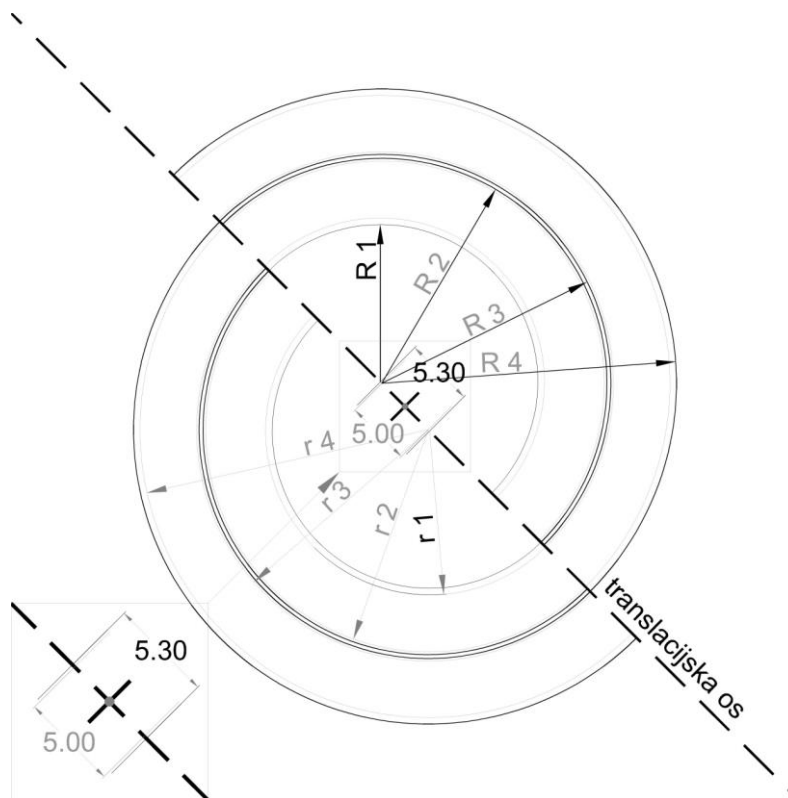
Sukanje oz. rotiranje krožnih lokov in drugih elementov turbo bloka je odvisno od širine krožnega voznega pasu in lokacije robov.

Razmik med zunanji točkami translacijske osi znaša (v primeru turbo krožnega križišča običajne velikosti) 5,35 m, med notranji točkami pa 5,05 m (Slika 5.2). V primeru turbo krožnega križišča druge velikosti je treba razdaljo med točkami izračunati.

Polmeri konstrukcijskih elementov morajo biti izbrani tako, da se pri kreiranju spiralnega poteka robne črte priključujejo ena na drugo. Pri konstrukciji turbo bloka se polmer R_I kreira iz točk na

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

oddaljenosti $D_v = 5,35$ m, polmeri R_2 , R_3 in R_4 pa iz točk na oddaljenosti $D_u = 5,05$ m. Taka konstrukcija omogoča, da krožnica polmera R_1 na eni strani translacijske osi prehaja v krožnico polmera R_2 na drugi strani translacijske osi (Slika 5.3). Enako tudi krožnica polmera R_3 na eni strani translacijske osi prehaja v krožnico polmera R_4 na drugi strani le-te.



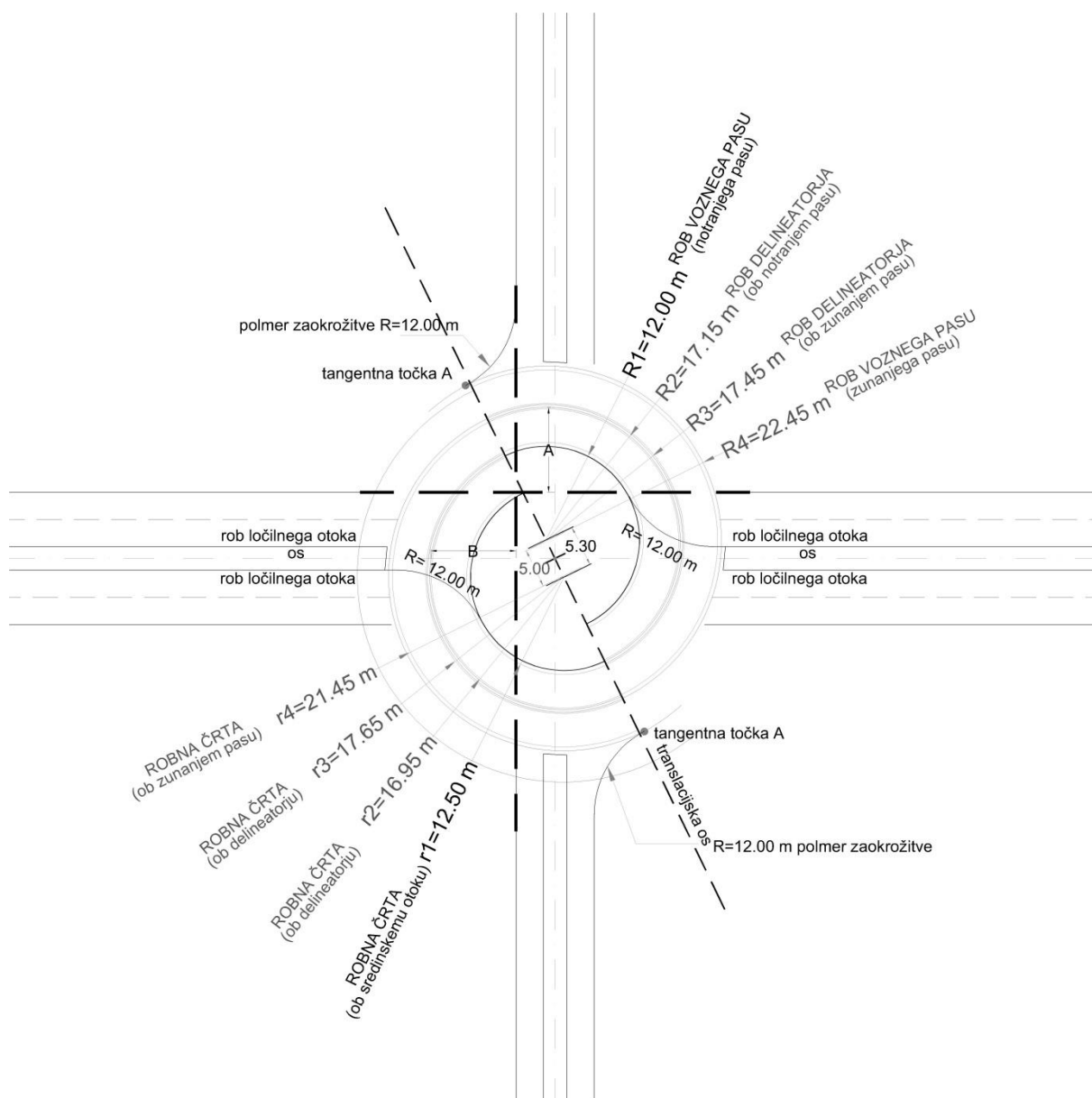
Slika 5.3: Določanje položajev središč krožnih lokov

5.6 Položaj translacijske osi in kontrola položaja turbo bloka

Za pravilen položaj translacijske osi je merodajen položaj tangentnih točk uvoznega polmera. Tangentni točki na obeh koncih morata ležati na translacijski osi ali nekoliko za njo. Če temu pogoju ni zadoščeno, je treba turbo blok zavrteti tako, da je prej naveden pogoj izpolnjen.

Najugodnejši začetni položaj turbo bloka je, ko so osi priključnih cest pod pravim kotom in z enakomerno porazdelitvijo na štiri kvadrante (Slika 5.4).

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM



Slika 5.4: Pravilna lega translacijskih točk

Najugodnejši položaj translacijske osi je v položaju, kot da kazalci ure kažejo čas »pet minut do petih« pri štirikrakah (oz. »osem in deset minut« pri trikrakah) kolenastih turbo krožnih križiščih.

Pravilen položaj translacijske osi je zelo pomemben s stališča največje hitrosti prevoza in vozne dinamike (udobje, občutenje bočnega sunka).

Napačen položaj translacijske osi privede na dveh krakah do prevelikega zmanjšanja hitrosti, na dveh pa do premajhnega.

Opis kontrole položaja turbo bloka:

Kontrola 1: Za kontrolo položaja turbo bloka je treba formirati dve pomožni črti v podaljšku zunanjih robov uvozno-izvozne horizontalne in vertikalne smeri in potem odmeriti razdaljo od pomožnih črt do polmerov, ki določajo položaj 30 cm širokega ločilnega otoka (delineatorja) v

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

krožnem vozišču (Slika 5.4, označeno/kotirano z »A« in »B«). Če so ti odmiki enaki, je položaj translacijske osi pravičen.

Kontrola 2: Ko je določen položaj translacijske osi turbo bloka, se kontrolira prevozna linija za vse smeri. Če se izkaže, da je katera od linij »zlomljena«, je treba pristopiti k rotaciji translacijske osi.

Pri vsaki spremembi položaja translacijske osi je treba ponovno skonstruirati vse uvozne in izvozne polmere.

5.7 Izračun pričakovane hitrosti prevoza

Izhodišče pri izračunu oz. kontroli pričakovane hitrosti vožnje skozi turbo krožno križišče je, da ta ne preseže vrednosti med 35 in 37 km/h.

Pričakovana hitrost vožnje skozi turbo krožno križišče se preverja enako kot pri enopasovnem krožnem križišču s pomočjo naslednje enačbe:

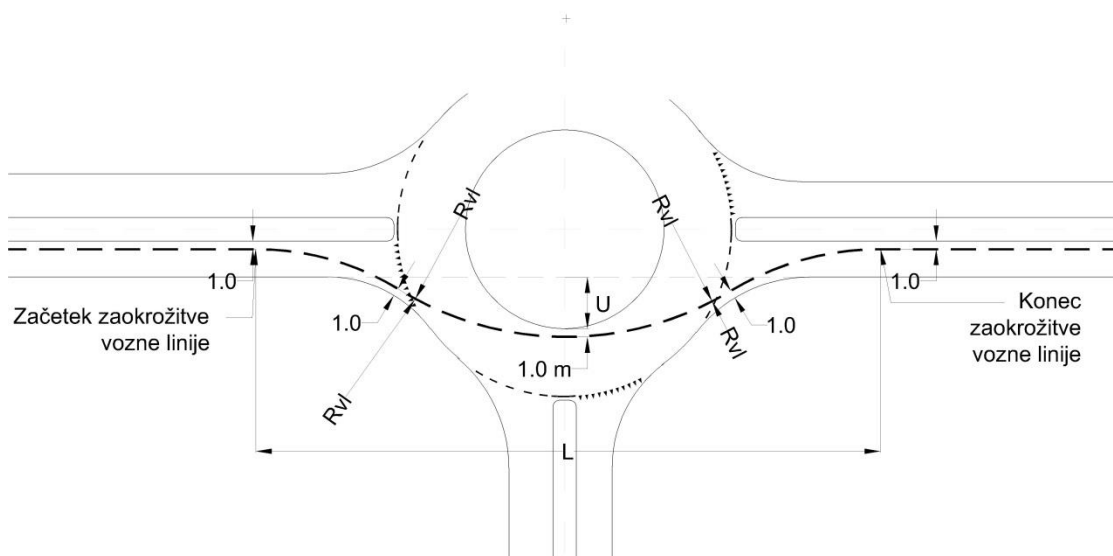
$$V = 7,4\sqrt{R_{vl}} \quad (5.2)$$

kjer je:

- V hitrost prevoza (km/h),
- R_{vl} polmer vozne linije (m).

Polmer vozne linije (R_{vl}) pa se določi na naslednji način (Slika 5.5):

$$R_{vl} = \frac{0,25L^2 + 0,5(U + 2)^2}{U + 2} \quad (5.3)$$



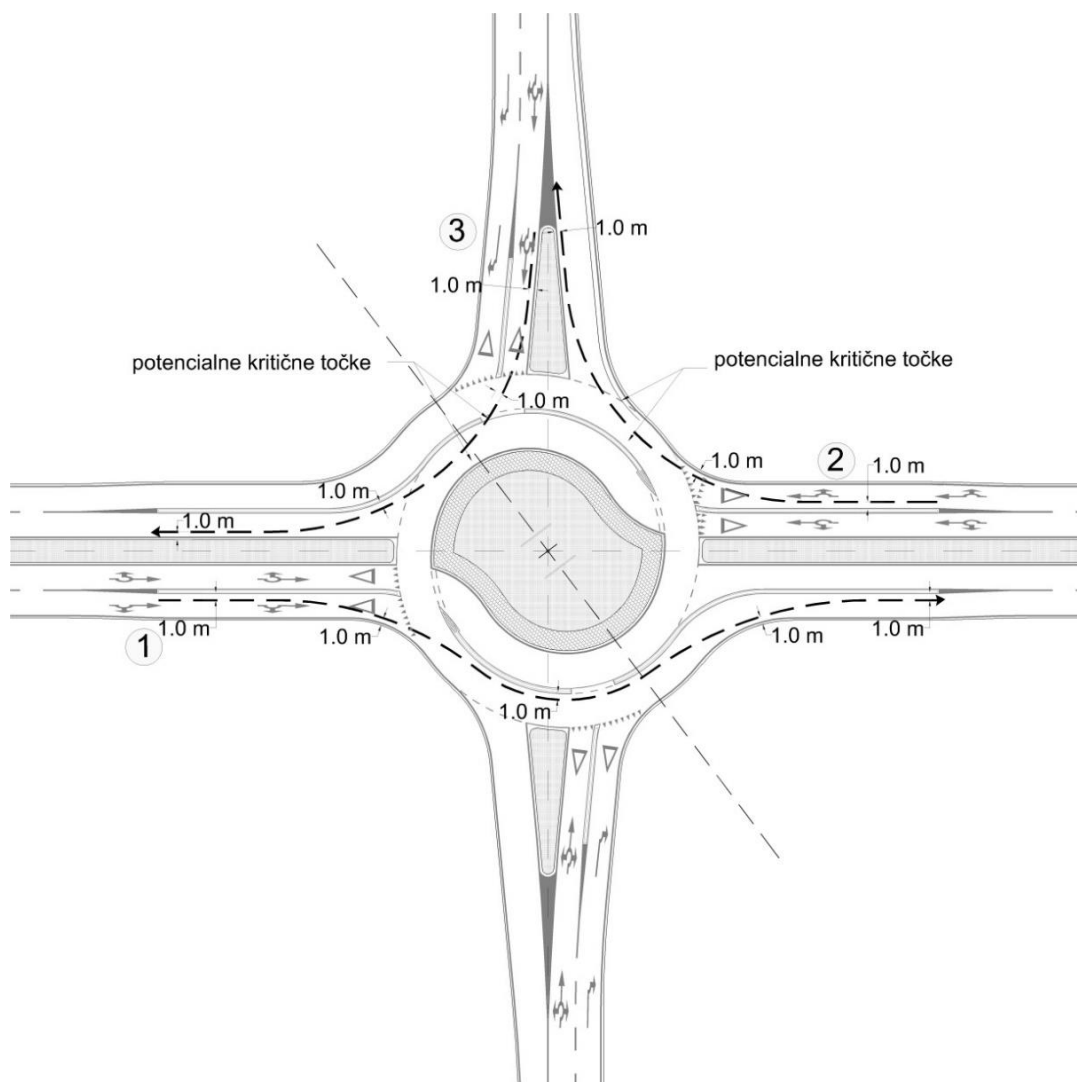
Slika 5.5: Kontrola prevozne hitrosti in vozna linija v enopasovnem krožnem križišču

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Pred kontrolo hitrosti prevoza je treba določiti dva parametra. Prvi parameter L je dolžina med začetkom zaokrožitve na uvozu in koncem zaokrožitve na izvozu, odvisen pa je od velikosti polmera zaokrožitve in zunanega polmera krožnega križišča. Drugi parameter U (ukrivljenost oz. defleksija) je oddaljenost med robom sredinskega otoka in podaljškom desnega roba vozišča (merjeno na začetku zaokrožitve). Hitrost vožnje skozi krožno križišče je odvisna od ukrivljenosti vozne linije, ki je pogojena z velikostjo U .

Pri turbo krožnem križišču se zahteva kontrola hitrosti prevoza v treh situacijah (Slika 5.6):

Prva kontrola (1) se nanaša na »skozi krožno križišče vozeči prometni tok«. Za standardno turbo krožno križišče je možno kreirati šest vozni linij za ta smerni prometni tok. Kontrola se izvaja ločeno za vsako od njih. Vozne linije pri tem prometnem toku imajo štiri potencialno kritične točke (točke, v katerih je hitrost lahko večja od 37 km/h), ki so vse oddaljene 1 m od zunanega roba vozišča. Vozne linije so sestavljene iz po treh krožnih lokov enakih polmerov in nasprotne usmerjenosti.



Slika 5.6: Kontrola hitrosti prevoza skozi turbo krožno križišče v treh situacijah

Druga kontrola (2) hitrosti prevoza se izvaja za »desno zavijajoči prometni tok iz desnega uvoznega pasu«, za katerega je možno kreirati štiri vozne linije. Te imajo po tri potencialno

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

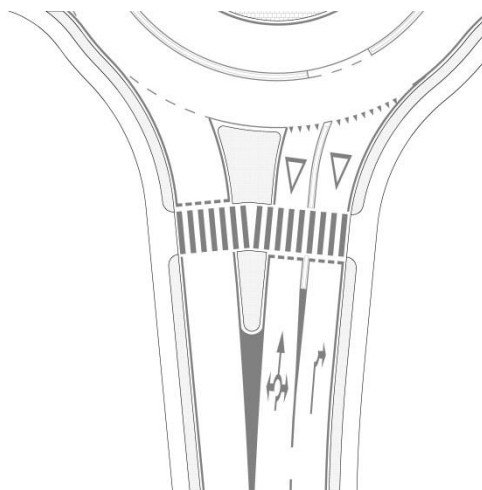
kritične točke, katerih lega je odvisna od načina priključevanja krakov na krožno križišče. Odvisno od geometrije vozne linije so na sliki (Slika 5.6) prikazane tudi druge možne potencialno kritične točke.

Tretja kontrola (3) prevozne hitrosti se izvaja za »desno zavijajoči prometni tok iz levega pasu stranske prometne smeri«, pri čemer sta možni dve vozni liniji. Če sta prvi dve kontroli dali pozitiven rezultat, se tretja kontrola uporablja za določitev položaja 30 cm širokega ločilnega otoka na krožnem vozišču (delineatorja).

5.8 Ločilni otoki na priključnih krakih v turbo krožno križišče

Ločilni otok na priključnem kraku v turbo krožno križišče pozitivno vpliva na prometno varnost tako motornih vozil kot nemotoriziranih udeležencev v prometu, izboljšuje pa tudi pretočnost turbo krožnega križišča. Ima funkcijo usmerjanja (vodenja) motornih vozil na uvozu v turbo krožno križišče, hkrati pa tudi varovanja pešcev (in kolesarjev) pri prečkanju kraka turbo krožnega križišča. Zato je njegova uporaba obvezna tudi v turbo krožnem križišču.

V turbo krožnem križišču je zahtevana uporaba ločilnih otokov trikotne (lijakaste) oblike (Slika 5.7). Minimalne dimenzije ločilnega otoka izhajajo iz vrste udeležencev v prometu v turbo krožnem križišču, ki prečkajo ločilni otok (pešci in kolesarji, samo pešci, brez nemotoriziranih udeležencev v prometu).



Slika 5.7: Ločilni otok trikotne (lijakaste) oblike

Priporoča se, da je ločilni otok na ožjem delu, kjer ga seka prehod za pešce, širok vsaj 2 m (dolžina otroškega vozička in osebe, ki ga vozi, plus varnostna razdalja na obeh straneh), minimalna širina na mestu postavitve prometnega znaka obvezna vožnja mimo po desni strani (2303) in znaka za označitev prometnega otoka (3313) pa vsaj 1 m.

5.9 Vodenje pešcev in kolesarjev na območju turbo krožnih križišč

Pri odločitvi o načinu vodenja nemotoriziranih udeležencev na območju turbo krožnega križišča je treba upoštevati njegovo velikost (hitrost vozil), jakosti tokov pešcev/kolesarjev in motornih vozil (število konfliktnih situacij med pešci/kolesarji in motornimi vozili) ter število pasov na uvozih/izvozih (dolžina prehoda za pešce).

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM**5.9.1 Prehodi za pešce in/ali kolesarje**

Razdalja med zunanjim robom turbo krožnega križišča in prehodom za pešce je odvisna od strukture prometnega toka oz. lokacije (v naselju ali izven naselja) in je enaka dolžini enega do treh osebnih vozil oz. enega sedlastega vlačilca (5–15 m).

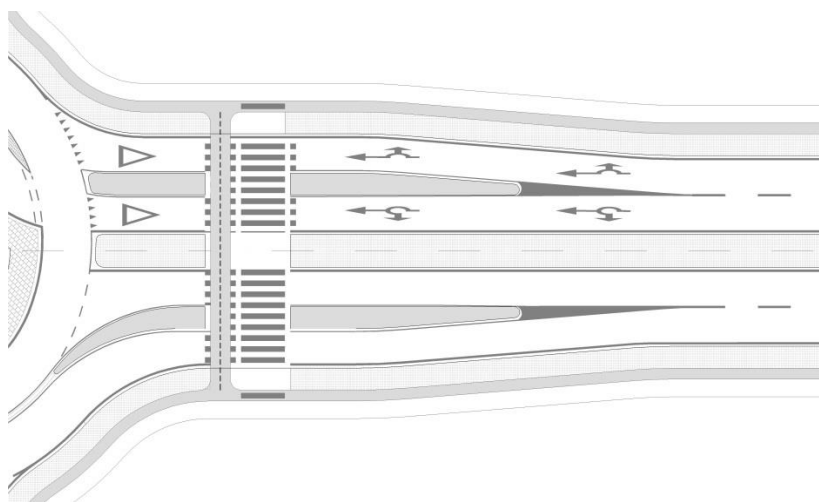
V primeru, ko prostorske omejitve ne omogočajo izvedbe izvenivojskega križanja preko večpasovnih uvozov/izvozov, je treba uvesti ukrepe za izboljšanje prometne varnosti nemotoriziranih udeležencev.

Možni ukrepi so:

- ločevanje uvozno-izvoznih in izvozno-uvoznih prometnih pasov z dodatnim vmesnim ločilnim otokom,
- zamik prehoda za kolesarje (in pešce) v desno,
- izvedba ukrepov za umirjanje prometa – trapeznih ploščadi – v kombinaciji s prehodom ali z zamaknjenim prehodom.

5.9.2 Dodatni ločilni otoki na uvozu/izvozu

Ločevanje uvoznih in izvoznih prometnih pasov z dodatnim vmesnim ločilnim otokom se izvede v primeru, ko s stališča prepustne sposobnosti ni sprejemljivo, da se na uvozu/izvozu izvede le en prometni pas, in ko je za izvedbo dodatnega ločilnega otoka na voljo dovolj prostora (Slika 5.8).



Slika 5.8: Dodatna ločilna otoka na uvozu in izvozu

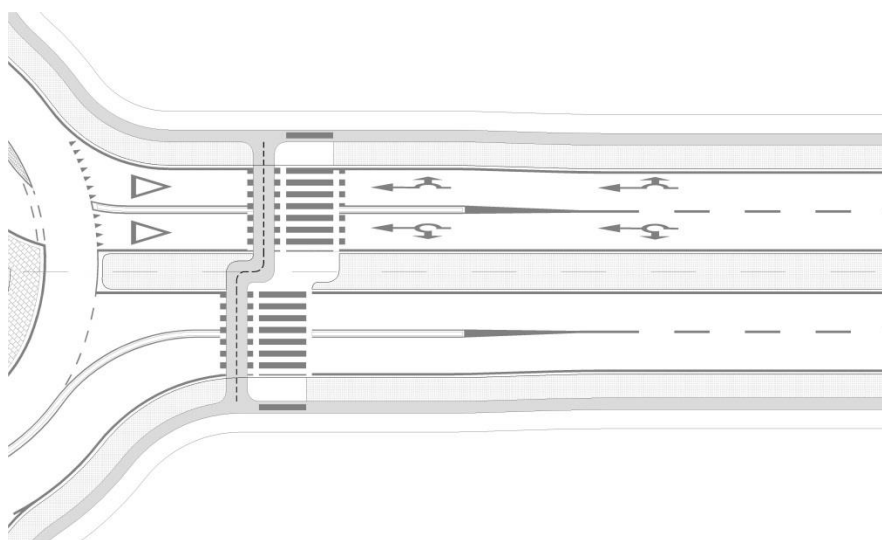
Dodatni ločilni otok mora biti na ožjem delu, kjer ga seka prehod za pešce in/ali kolesarje, širok vsaj 2 m (dolžina otroškega vozička in osebe, ki ga vozi, plus varnostna razdalja na obeh straneh), minimalna širina na mestu postavitve prometnega znaka obvezna vožnja mimo po desni strani (2303) in znaka za označitev prometnega otoka (3313) pa vsaj 1 m.

Minimalna širina dodatnega ločilnega otoka je 1,5 m.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM**5.9.3 Zamik prehoda za kolesarje (in pešce) med uvozom in izvozom**

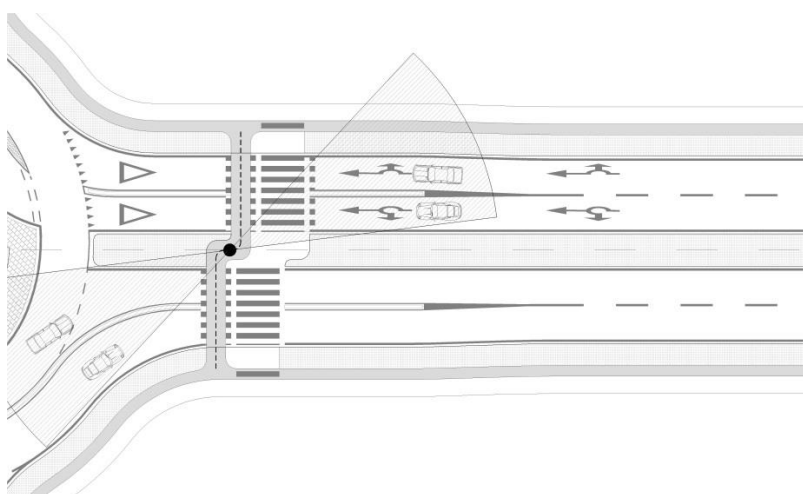
Zamik prehoda za kolesarje (in pešce) med uvozom in izvozom (Slika 5.9) se izvede v primeru, ko pričakujemo veliko število kolesarjev, katerih hitrosti pri prečkanju kraka turbo krožnega križišča je treba zmanjšati in s tem prispevati k dvigu ravni njihove prometne varnosti.

Rešitev se lahko izvede samo v turbo krožnem križišču izven urbanega okolja in v katerem kolesarji nimajo prednosti. Zamik prehoda za kolesarje (in pešce) med uvozom in izvozom je (običajno) enak širini kolesarske površine (oz. širini prehoda za kolesarje) ali širini prehoda za pešce (Slika 5.9 in Slika 5.11). Velikost zamika je odvisna tudi od širine sredinskega ločilnega otoka.



Slika 5.9: Zamik prehoda za kolesarje (in pešce) med uvozom in izvozom

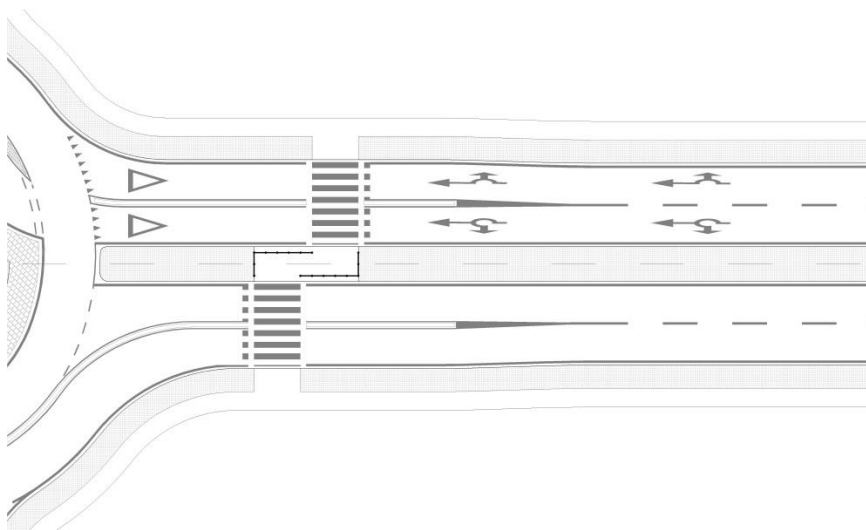
Zamik prehoda za kolesarje je oblikovan tako, da ima kolesar v obeh primerih (na uvozu in izvozu iz turbo krožnega križišča) zagotovljeno preglednost do motoriziranega udeleženca v prometu (Slika 5.10).



Slika 5.10: Pregledno polje med kolesarjem in motoriziranim udeležencem v prometu

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

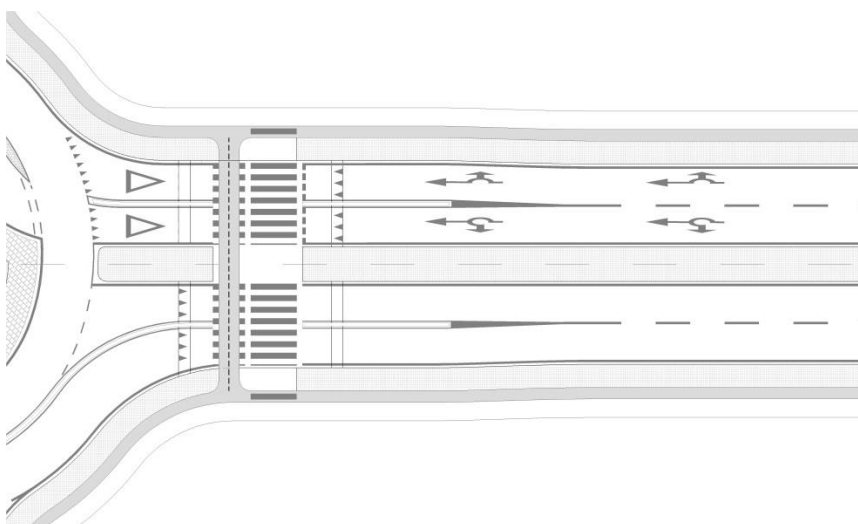
Zamik prehoda se lahko izvede tudi samo za pešce, pri čemer je način oblikovanja identičen (Slika 5.11).



Slika 5.11: Zamik prehoda v desno

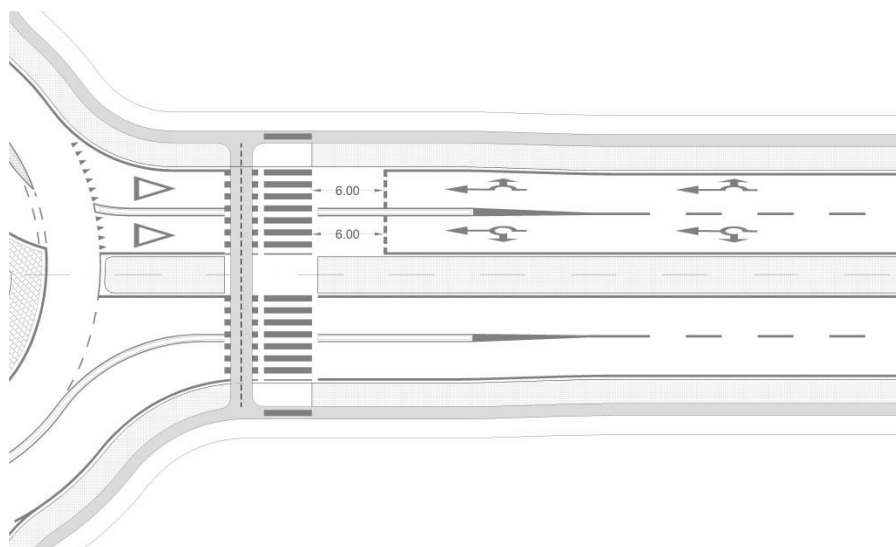
5.9.4 Izvedba ukrepov za umirjanje prometa – trapeznih ploščadi – v kombinaciji s prehodom

V primeru, da se v turbo krožnem križišču pričakuje veliko število nemotoriziranih udeležencev v prometu, ali se po določenem času obratovanja ugotovijo hitrosti motoriziranih udeležencev na uvozu/izvozu iz turbo krožnega križišča, večje od dovoljenih, je kot ukrep za zagotavljanje višje ravni prometne varnosti nemotoriziranih udeležencev v prometu možno izvesti trapezne ploščadi v kombinaciji s prehodom (Slika 5.12). V takem primeru mora biti dolžina ploščadi večja od medosne razdalje merodajnega vozila, višine manj ali enako 10 cm in z ustreznim naklonom rampe.



Slika 5.12: Trapezna ploščad v kombinaciji s prehodom

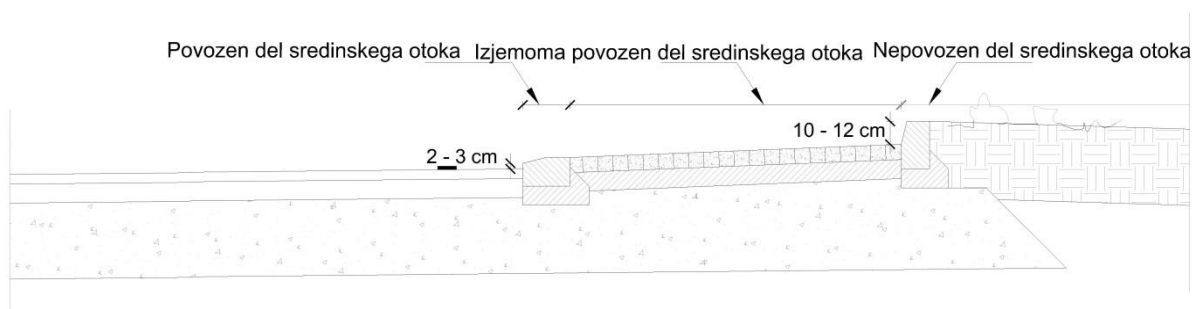
Možna pa je izvedba tudi samo odmika črte za odvzem prednosti od prehoda za pešce (Slika 5.13). Odmik črte znaša 6 m.

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Slika 5.13: Odmik črte za odvzem prednosti od prehoda za pešce

5.10 Sredinski otok turbo krožnega križišča

Sredinski otok turbo krožnega križišča je praviloma izveden iz treh delov: povoznega dela, izjemoma povoznega dela in nepovoznega dela (Slika 5.14).



Slika 5.14: Sestavni deli sredinskega otoka turbo krožnega križišča

Povozni del sredinskega otoka predstavlja obroba iz vnaprej izdelanih betonskih elementov, ki predstavljajo prehod s krožnega prometnega pasu na izjemoma povozni del sredinskega otoka. Na zunanjem delu, kjer meji s krožnim prometnim pasom, je od tega višji za 2–3 cm (»zob«), notranji del, kjer meji z izjemoma povoznim delom sredinskega otoka, pa je višji za 10–12 cm.

Izjemoma povozni del sredinskega otoka ima več pomenov. Na njem se lahko ustavijo vozila v sili in intervencijska vozila, pomemben pa je tudi pri izrednih prevozih.

Izveden je iz materiala oz. elementov, ki voznike odvrčajo od vožnje po njem, hkrati pa omogoča zaustavitev vozil v sili ali intervencijskih vozil. Izveden je v nagibu 2–4 % navzven iz središča turbo krožnega križišča. Na zunanjem delu se zaključuje v notranji rob povoznega dela sredinskega otoka na isti višini, kot je notranji rob povoznega dela sredinskega otoka. Na notranjem delu se zaključuje z vnaprej izdelanim betonskim elementom (robnikom), ki je višji za 10–12 cm od notranjega roba izjemoma povoznega dela sredinskega otoka.

Obstajata dva načina izvedbe izjemoma povoznega dela sredinskega otoka:

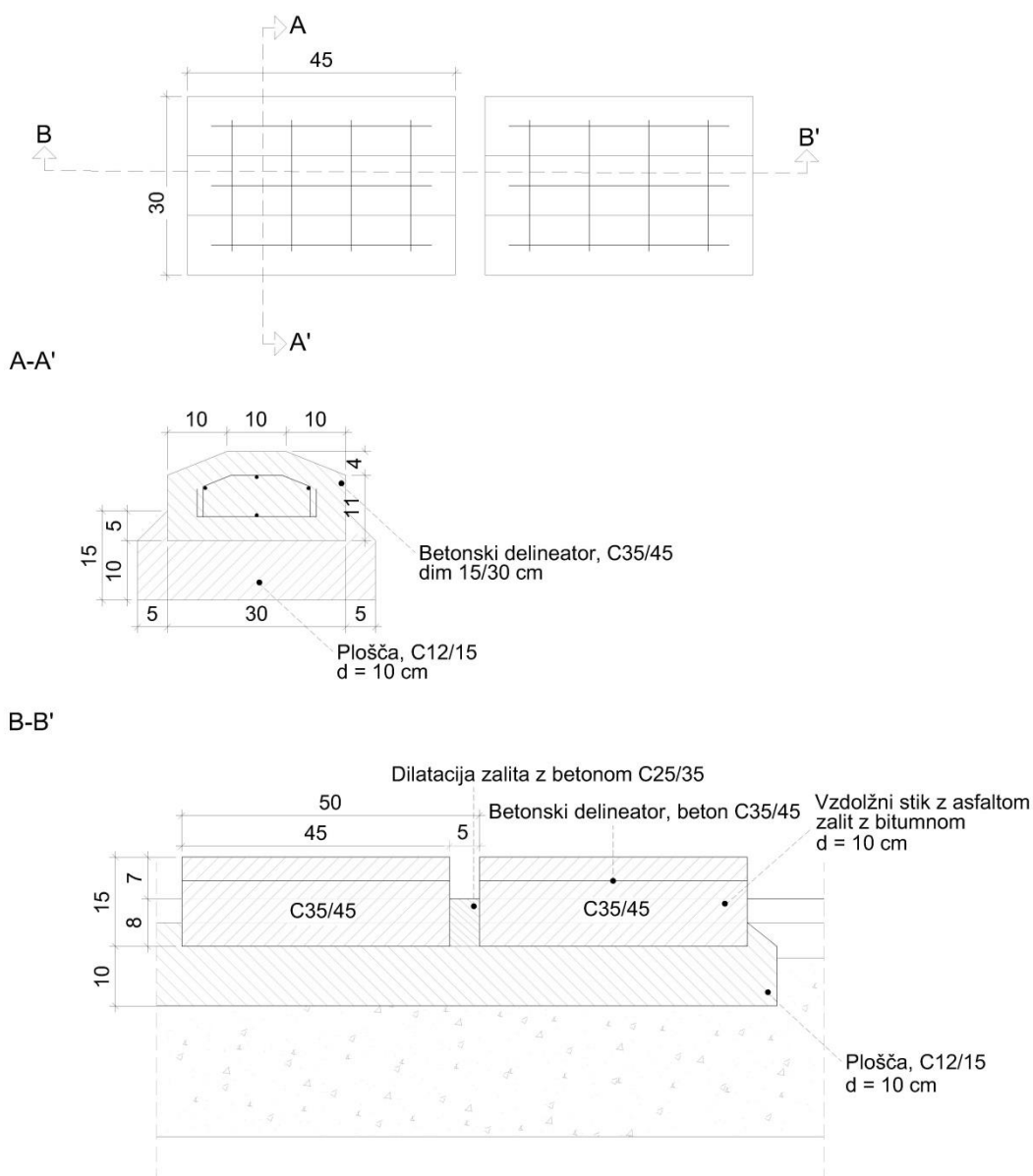
KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

- konstantne širine; linija sredinskega otoka sledi spiralni obliki;
- spremenljive širine; sredinski otok je okrogle oblike, širina izjemoma povoznega dela sredinskega otoka pa se spreminja od 0,5 do 2,5 m.

5.11 Specifični projektno-tehnični elementi turbo krožnega križišča

Med specifične projektno-tehnične elemente turbo krožnega križišča sodita dvignjen robnik na krožnem vozišču (delineator) in ureditev začetka elementa za preprečevanje prometnega manevra prepletanja prometnih tokov na krožnem vozišču (trnek).

Dvignjen robnik na krožnem vozišču (delineator) v turbo krožnem križišču je praviloma betonski prefabricirani element, ki ovira prometni manever prepletanja prometnih tokov na krožnem vozišču turbo krožnega križišča (Slika 5.15)



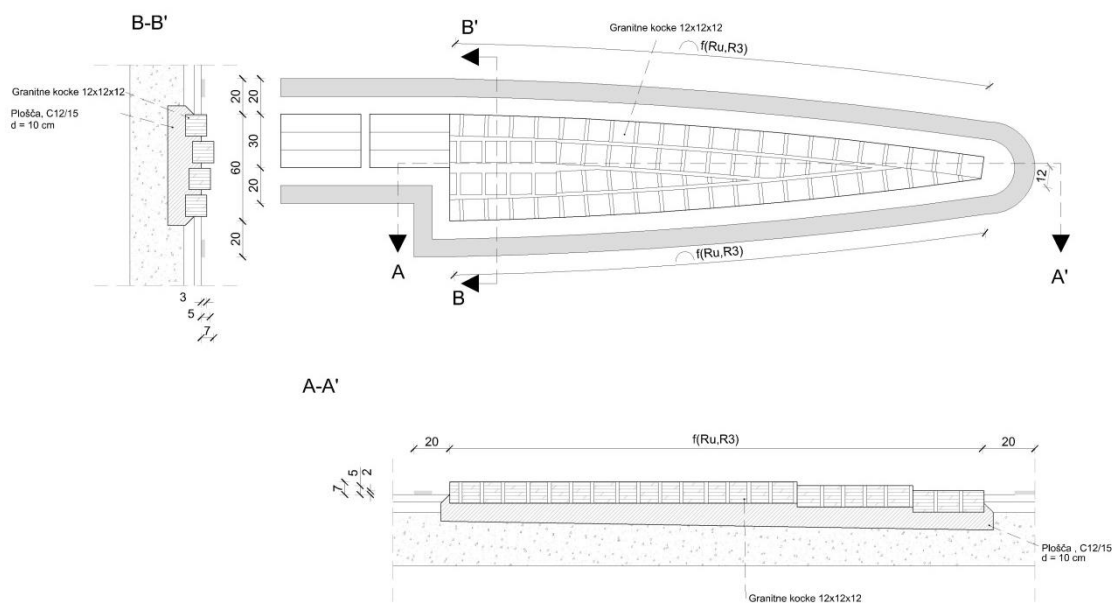
Slika 5.15: Dimenzije, armatura in način vgrajevanja standardnega delineatorja

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

Trnek je ureditev začetka elementa za preprečevanje prometnega manevra prepletanja prometnih tokov na krožnem vozišču turbo krožnega križišča (Slika 5.16). Hkrati tudi izboljšuje vidnost delineatorjev.

Namenjen je odvrčanju voznikov osebnih vozil od vožnje po napačni trajektoriji vožnje. Voznikom tovornih vozil, ki so zaradi svojih gabaritov prisiljeni voziti preko tovrstnih elementov, vožnja preko trnka ne predstavlja problema.

V primeru, da se trnek ne izvede, mora biti začetek prvega delineatorja izveden s poševno vrhno ploskvijo.



Slika 5.16: »Trnek«

6 Prometna signalizacija**6.1 6.1 Vertikalna prometna signalizacija**

Vsako turbo krožno križišče mora biti opremljeno vsaj z naslednjimi prometnimi znaki:

- obvezna smer desno (2301-1) na nepovoznem delu sredinskega otoka, v podaljšku sredinske črte uvoznega pasu;
- križišče s prednostno cesto (2101) in krožni promet (2304) na skupnem drogu na ustju uvoza v krožno križišče, neposredno pred prekinjeno široko prečno črto (5212), ki morata na dvopasovnih uvoznih krakih biti izvedena obojestransko;
- obvezna vožnja mimo po desni strani (2303) in znak za označitev prometnega otoka (3313) na skupnem drogu na vrhu otoka v smeri vožnje
- oz. v primeru izvedbe dodatnih ločilnih pasov znak za označitev prometnega otoka (3313) na vrhu otoka v smeri vožnje.

Ovisno od lokacije turbo krožnega križišča (križišče ulic, lokalnih cest, državnih cest) mora biti le-to opremljeno s prometnimi znaki za vodenje prometa, in sicer:

1. na notranjem delu ločilnega otoka:

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM

- tabla za označevanje imena ulice,
- kažipot (3403) ali po potrebi (odvisno od deleža tovornih vozil) kažipot nad voziščem (3409) v primeru vsaj dveh pasov na izvozu;

2. na območju približevanja krožnemu križišču:

- križišče s krožnim prometom (1105), kažipotna tabla (3401-1),
- predkrižiščna tabla (3401-1) s prikazom možnih smeri vožnje,
- znak za razvrščanje vozil (2412-1) ali znak za razvrščanje vozil z imeni krajev (3411-1) z obliko puščic na začetku razvrstilnih pasov ob ali nad voziščem, kadar so prometni cilji dosegljivi le po določenih prometnih pasovih,
- po potrebi (odvisno od dolžine pasov za razvrščanje) še s kažipoti za razvrščanje nad prometnimi pasovi (3407) na začetku območja fizične ločitve uvoznih pasov.

6.2 Horizontalna prometna signalizacija

Vsako turbo krožno križišče mora biti opremljeno vsaj z naslednjimi označbami na vozišču:

- prekinjena široka prečna črta (5212), ki je označena neposredno pred uvozom (zunanji rob turbo krožnega križišča na uvozih) v križišče in ki je lahko pred preходом za pešce ali kolesarje, opozorilni trikotnik (5604), označen na vozišču pred prekinjeno široko prečno črto, ki mora biti pri večpasovnih uvozih označen na vsakem prometnem pasu (če je prehod za pešce, se znak lahko ponovi pred preходом),
- kratka prekinjena črta (5123) za označitev zunanjega roba krožnega križišča (na izvozih),
- ločilna prekinjena črta (5121) za razmejevanje prometnih pasov v krožnem vozišču,
- polje pred otokom za ločitev prometnih tokov (5314),
- prehod za pešce (5231) in prehod za kolesarje (5232), kadar so v turbo krožnem križišču prisotni kolesarji in pešci,
- neprekinjena ločilna črta (5111) pred ločilnim otokom na območju približevanja turbo krožnemu križišču ter prekinjena ločilna črta (5121) na območju razmejitve prometnih pasov (območje razvrščanja),
- puščice na prometnih pasovih pred vstopom na turbo krožno križišče za obveščanje voznikov o namenu prometnih pasov glede na položaj izvoznih krakov krožnega križišča (5414, 5415, 5416 itd.) in po potrebi puščice na vozišču za zaznamovanje obvezne smeri vožnje, puščice za obveščanje voznikov o namenu prometnih pasov (5425, 5426 itd.) na krožnem vozišču.

Puščice za označevanje smeri vožnje v turbo krožnem križišču, na uvozih v turbo krožno križišče, se uporabljajo izključno v tem tipu krožnih križišč. (Na krožnem vozišču se uporabljajo puščice standardnih oblik.)

Oblike in dimenzije puščic na uvozih v turbo krožno križišče so podane na sliki (Slika 6.1).

KROŽNA KRIŽIŠČA S SPIRALNIM POTEKOM**7 Cestna razsvetljava**

Zaradi zadoščenja pogojem prometne varnosti ponoči mora biti turbo krožno križišče ustrezno razsvetljeno. Področje razsvetljave celovito obravnava tehnična specifikacija »Cestna razsvetljava«.