



[6] 2018 6[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области
ACEG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

048-062

Стручни рад | Professional paper

UDK I UDC 625.739:625.712

DOI 10.7251/AGGPLUS1806060R

Рад примљен | Paper received 01/06/2018

Рад прихваћен | Paper accepted 03/09/2018

Област *Грађевинарство* | Scientific field *Civil Engineering*

Љиљана Милић-Марковић

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Војводе Степе Степановића 77/3, e-mail: ljmilic@agfbl.org

Гордана Туторић

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Војводе Степе Степановића 77/3, e-mail: tutoricg@gmail.com

ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ
ПЛАНА И ПОДУЖНОГ
ПРОФИЛА КОД ТУРБО
КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

THE ELEMENTS OF
SITUATIONAL PLAN AND
LONGITUDINAL PROFILE OF
TURBO ROUNDABOUTS

Стручни рад
Professional paper
Рад прихваћен | Paper accepted
03/09/2018
UDK | UDC
625.739:625.712
DOI
10.7251/AGGPLUS1806060R

Љиљана Милић-Марковић

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Војводе Степе Степановића 77/3, e-mail: ljmilic@agfbl.org

Гордана Түторић

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Војводе Степе Степановића 77/3, e-mail: tutoricg@gmail.com

ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ ПЛАНА И ПОДУЖНОГ ПРОФИЛА КОД ТУРБО КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

АПСТРАКТ

Турбо кружне раскрснице су релативно нова врста кружних раскрсница, осмишњених у циљу повећања капацитета и безбједности једнотрачних и двотрачних класичних кружних раскрсница. Турбо кружне раскрснице чине елементи карактеристични за класичне кружне раскрснице и нови елементи, који се јављају искључиво код ове врсте раскрсница. У раду је приказан основни концепт турбо кружне раскрснице са акцентом на елементе ситуационог плана и подужног профила.

Кључне ријечи: турбо кружна раскрсница, саобраћајна безбједност, капацитет, елементи ситуационог плана, елементи подужног профила

THE ELEMENTS OF THE SITUATIONAL PLAN AND LONGITUDINAL PROFILE OF TURBO ROUNDABOUTS

ABSTRACT

Turbo roundabouts are a relatively new type of roundabouts, designed to increase the capacity and safety of single-lane and double-lane roundabouts. Turbo roundabouts consist of elements that are characteristic for classic roundabouts and new elements that occur exclusively in this kind of roundabouts. In this paper the basic concept of a turbo roundabout is presented with an emphasis on elements of the situational plan and elements of the longitudinal profile.

Key words: turbo roundabout, traffic safety, capacity, the elements of the situational plan, the elements of the longitudinal profile

1. УВОД

Примјена кружних раскрсница у посљедње вријеме је велика. Разлог томе је једноставан концепт раскрснице и позитиван ефекат на одвијање саобраћаја и саобраћајну сигурност. У кружним раскрсницама је јасно дефинисано право првенства (возач у кружном току има предност над возилом на улазу у кружну раскрсницу), чиме се побољшава проток (смањује вријеме чекања) у односу на класичне раскрснице у нивоу [1].

Кружне раскрснице се према броју кружних возних трака могу подијелити на [1]:

- једнотрачне,
- двотрачне,
- вишетрачне и
- турбо кружне раскрснице.

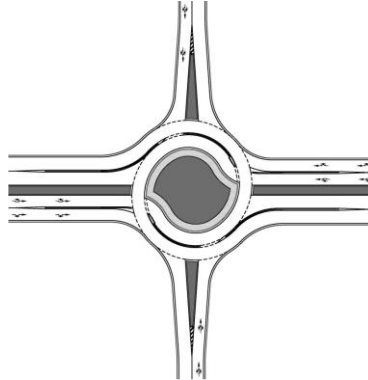
Турбо кружне раскрснице (ТКР) су нова врста кружних раскрсница, настала у Холандији, као рјешење за преоптерећене и недовољно сигурне једнотрачне и двотрачне кружне раскрснице. Турбо кружне раскрснице имају спиралан ток возних трака, које су одвојене спиралном хоризонталном сигнализацијом и физички раздвојене надвишењем. Њиховом конструкцијом смањен је број конфликтних тачака у односу на класичну двотрачну кружну раскрсницу и повећан капацитет у односу на класичну једнотрачну и двотрачну кружну раскрсницу [1].

Циљ рада је дати увид у основни концепт турбо кружне раскрснице, као релативно нове врсте кружних раскрсница, а акценат је на елементима ситуационог плана и подужног профила ТКР-е. Рад је заснован на смјерницама (техничким условима) за пројектовање турбо кружних раскрсница у Словенији [2], као држави бивше Југославије у којој су највише заступљене и једној од земаља које се налазе у самом врху по броју изведених турбо кружних раскрсница. Према подацима из децембра 2018. године, Словенија је на трећем мјесту на свијету по броју изведених турбо кружних раскрсница (исти број, 12, имају Њемачка и Чешка Република); испред ње су Холандија и Пољска [3].

2. ТУРБО КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

2.1. УОПШТЕНО О ТУРБО КРУЖНИМ РАСКРСНИЦАМА

Турбо кружне раскрснице су посебан тип кружних раскрсница са двије или више спирално распоређених возних трака у кружном току, на које се прикључују три или више крака (слика 1). Правилно функционисање турбо кружне раскрснице подразумијева расподјелу возила у траке за сваки правац (циљ) прије уласка у раскрсницу.



Слика 1. Типичан изглед турбо кружне раскрснице [2]

Турбо кружне раскрснице је осмислио 1996. године Ламбертус Фортијн (*Lambertus Fortuijn*) на Техничком универзитету у Холандији (*Delft University of Technology*), као алтернативно рјешење за једнотрачне, двотрачне или вишестрачне кружне раскрснице [4].

Раздвајање возила по тракама је обезбијеђено издигнутим ивичњацима – делинеаторима, којима се спречавају преплитања саобраћајних токова (промјена возне траке) у кружној раскрсници.

Данас се изводе турбо кружне раскрснице на два начина [4]:

- са делинеаторима (Холандија, Словенија, Мађарска, Македонија, Хрватска) и
- без делинеатора (Њемачка, Пољска, Данска, Чешка).

Главне карактеристике турбо кружних раскрсница јесу (слика 2) [5]:

- турбо кружна раскрсница има више од једне траке;
- права трака мора бити изабрана прије уласка у раскрсницу;
- саобраћај на улазу мора дати предност саобраћају у раскрсници, што је ограничено на максимално двије траке;
- унутар раскрснице није могуће преплитање и пресијецање;
- раскрсница може бити напуштена само кроз претходно изабрани пут.



Слика 2. Главне карактеристике турбо кружне раскрснице [5]

2.2. ТИПОЛОГИЈА ТУРБО КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

Постоји седам типова турбо кружних раскрсница, које се разликују по броју прикључних крака, броју трака на њима и кружним возним тракама у зависности од расподеле интензитета саобраћаја [2].

Типови турбо кружних раскрсница са четири прикључна крака [2]:

- стандардни,
- овални (јајолики),
- кољенасти,
- спирални,
- турбина.

Типови турбо кружних раскрсница са три прикључна крака [2]:

- растегнута кољенаста,
- звијезда.

У зависности од величине, турбо кружне раскрснице се дијеле на [2]:

- мале,
- стандардне,
- средње и
- велике,

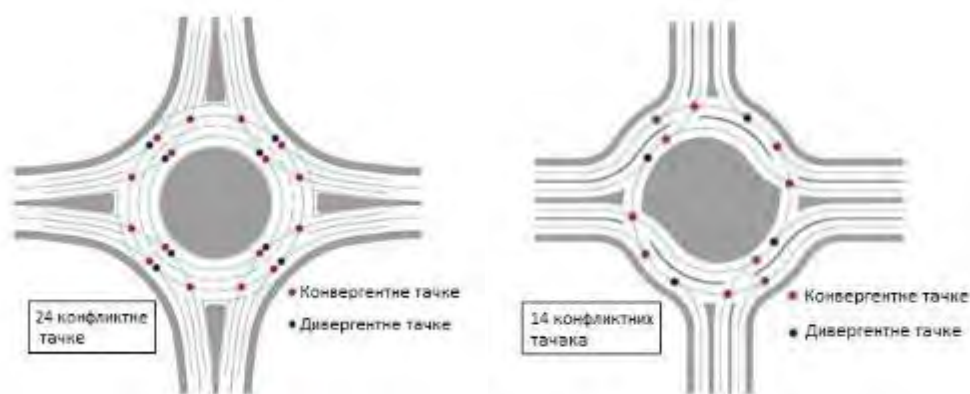
које се разликују по величини параметара турбо блока.

2.3. УСЛОВИ САОБРАЋАЈНЕ БЕЗБЈЕДНОСТИ У ТУРБО КРУЖНИМ РАСКРСНИЦАМА

2.3.1. Саобраћајна безбједност моторизованих учесника

Главне предности турбо кружне раскрснице у односу на „обичну“ двотрачну кружну раскрсницу са двотрачним уливама и изливима јесу [6]:

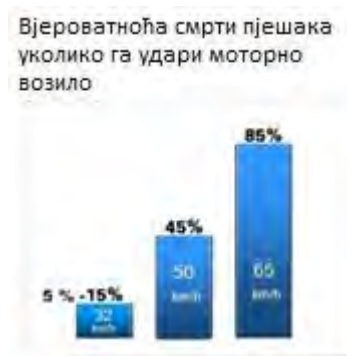
- мањи број конфликтних тачака (слика 3),
- смањење брзине,
- низак ризик од бочних судара.



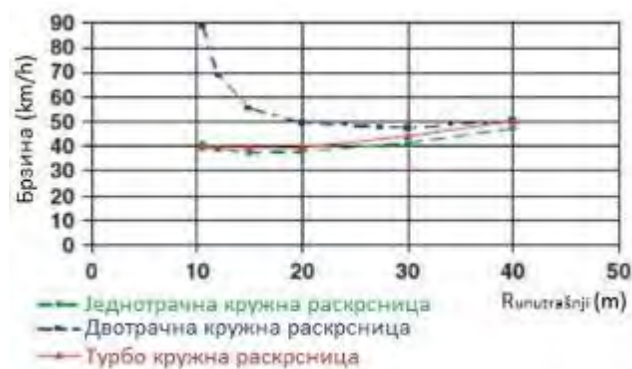
Слика 3. Конфликтне тачке на двотрачној кружној раскрсници (лијево) и стандардној ТКР (десно) [6]

2.3.2. Саобраћајна безбједност немоторизованих учесника

Због високог интензитета саобраћаја на турбо кружним раскрсницама, потребно је посебну пажњу посветити немоторизованим учесницима у саобраћају. Према истраживањима, возачи у турбо кружној раскрсници возе спорије него у двотрачној кружној раскрсници, и то смањењем брзине са 48 km/h на 38 km/h [6]. Брзина вожње има велики утицај на сигурност моторизованог и немоторизованог саобраћаја. Према истраживањима, смањење брзине са 50 km/h на 32 km/h смањује вјероватноћу смрти пјешака приликом удара за око 5 пута (слика 4) [7]. У турбо кружним раскрсницама се остварују пуно мање брзине, при истим унутарашњим полупречницима, него у двотрачним кружним раскрсницама, тј. подједнаке су брзинама у једнотрачном кружном току (слика 5).



Слика 4. Утицај брзине на смртност пјешака [7]



Слика 5. Однос брзине и унутрашњег полупречника [5]

3. ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТУРБО КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

3.1. ОСНОВНЕ ПРЕТПОСТАВКЕ И ПОГОДНОСТИ ТУРБО КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Пројектно рјешење турбо кружне раскрснице мора бити базирано на саобраћајно-инжењерским подацима, просторним могућностима и специфичним локалним условима. Тип, величина и геометрија турбо кружне раскрснице морају одговарати [2]:

- својствима, функцији и саобраћајном значају прикључних крака,
- потенцијалном интензитету и смјеровима саобраћајних токова,

- захтјеву за сигуран, проточан и економичан рад возила.

Због високог интензитета саобраћаја, који се сматра једним од услова примјене ове врсте раскрсница, турбо кружна раскрсница је одговарајуће рјешење на ванградским раскрсницама, гдје се очекује низак интензитет кретања пјешака и бициклиста, док је у градском окружењу условно одговарајуће рјешење због већег интензитета немоторизованих учесника у саобраћају [8].

Турбо кружна раскрсница је одговарајуће рјешење за реконструкцију код [2, 8]:

- преоптерећених једнотрачних кружних раскрсница, ако њихове величине омогућавају извођење додатне кружне траке према унутра или постоји простор за извођење још једне кружне траке ка споља,
- постојећих, саобраћајно преоптерећених, двотрачних кружних раскрсница,
- постојећих, саобраћајно недовољно сигурних, двотрачних кружних раскрсница,
- класичних површинских раскрсница на којима постоји преовлађујући главни саобраћајни смјер са великим интензитетом саобраћајног тока.

3.2. ГЕОМЕТРИЈСКИ РАСПОРЕД ЕЛЕМЕНАТА ТУРБО КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ У СИТУАЦИОНОМ ПЛАНУ

Турбо кружне раскрснице су састављене од спирала, формираних из кружних сегмената, гдје сваки лук има већи полупречник од претходног. Центар лукова се помјера, када се мијења величина радијуса, дуж транслаторне осе, тако да крива остаје континуална. На тај начин, помоћу система лукова турбо блока, цртају се линије кружног коловоза. [2].

3.2.1. Израда турбо блока

Геометријски облик турбо кружне раскрснице састоји се од двије спирале, које представљају ивице пута. Свака спирала се састоји од четири полукруга различитих радијуса R_1 , R_2 , R_3 и R_4 . Полукругови се састају на линији која се зове оса транслације. Лукови на десној страни транслаторне осе имају центар C_{desno} , који се налази изнад центра цјелокупне раскрснице; лукови на лијевој страни транслаторне осе имају центар C_{lijevo} , који се налази испод центра цјелокупне раскрснице (слика 6) [2].

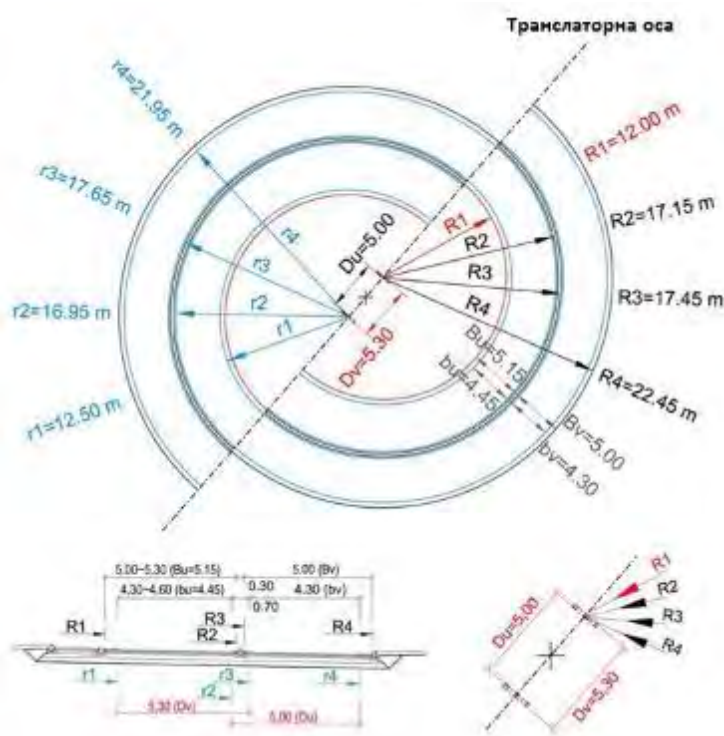


Слика 6. Центри лукова [8]

Удаљеност између центара лукова се назива помак (*shift*) дуж транслаторне осе. *Bias* лука је удаљеност од његовог центра до центра цјелокупне раскрснице, и то је, дакле, половина помака (*shift*). Да би спирала била непрекидна, помак (*shift*) мора бити једнак промјени полупречника. Идеално, помак (*shift*) је једна ширина траке, зато што се

спирала помјера ван за једну ширину траке на сваких 180° . Скица која приказује ове спирале назива се "турбо блок" (слика 7) [2].

То је блок или скуп свих потребних полупречника које треба на одређен начин заротирати и на тај начин дефинисати трајекторије кретања или возне линије, односно, траке [8]. Примјер турбо блока са транслаторном осом за турбо кружну раскрсницу стандардне величине приказан је на слици 7.



Слика 7. Примјер турбо блока са транслаторном осом (стандардна величина турбо кружне раскрснице) [2]

3.2.2. Величина полупречника турбо кружне раскрснице и ширина трака

Величину полупречника турбо кружне раскрснице и ширину кружног коловоза потребно је изабрати тако да брзина вожње кроз раскрсницу буде мања од 40 km/h . На темељу искуства из иностранства, препоручује се да се као максимална брзина усвоји 35 km/h [2]. Потребна ширина коловоза повећава се са смањењем полупречника на турбо кружној раскрсници. Ширина кружног коловоза је у функцији полупречника и мјеродавног возила. Ширина кружног коловоза мора омогућавати критичан саобраћајни маневар (по правилу је то скретање за 270°) мјеродавног возила. Мјеродавно возило је обично камион са полуприколицом, дужине $16,5 \text{ m}$ [2].

3.2.3. Полупречници улазних и излазних кривина

Полупречници улазних и излазних кривина се бирају у зависности од величине турбо кружне раскрснице, мјеродавног возила и жељене брзине вожње кроз турбо кружну раскрсницу. Величине полупречника улазних и излазних кривина морају бити у одговарајућем односу. Полупречник улазне кривине мора увијек бити мањи од полупречника излазне кривине. Полупречник улазне кривине у турбо кружну

раскрсницу не би требало да буде мањи од $R_u=12$ m. Полупречник излазне кривине не би требало да буде мањи од $R_i=15$ m нити већи од највећег полупречника кружне раскрснице [2].

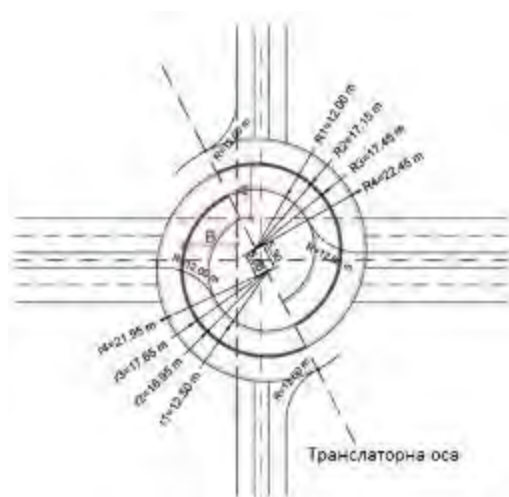
3.2.4. Одређивање положаја центара кружних лукова

Положај центара лукова на транслаторној оси зависи од ширине кружног коловоза и положаја ивица.

Полупречници морају бити изабрани тако да се приликом формирања спиралног тока ивичне линије прикључују једна на другу. Приликом конструкције турбо блока, полупречник R_1 формира се из тачака на удаљености D_v , а полупречници R_2 , R_3 и R_4 из тачака на удаљености D_u (вриједности на основу величине турбо кружне раскрснице). Таква конструкција омогућава да кружница полупречника R_1 на једној страни транслаторне осе прелази у кружницу полупречника R_2 на другој страни транслаторне осе. Исто тако и кружница полупречника R_3 на једној страни транслаторне осе прелази у кружницу полупречника R_4 на другој страни транслаторне осе [2].

3.2.5. Положај транслаторне осе и провјера положаја турбо блока

За правилан положај транслаторне осе мјеродаван је положај тангентних тачака полупречника улазних кривина (слика 8). Тангентне тачке на оба краја морају лежати на транслаторној оси или мало иза ње. Ако овај услов није задовољен, потребно је турбо блок заротирати тако да се тај услов испуни [2].



Слика 8. Најпогоднији положај транслаторне осе четворокраке турбо кружне раскрснице (стандардна величина ТКР) [2]

Опис провјере положаја турбо блока [8]:

- **Провјера 1:** За провјеру положаја турбо блока потребно је формирати двије помоћне линије у продужетку вањских ивица улазно-излазног хоризонталног и вертикалног смјера и након тога измјерити удаљеност од помоћних линија (црвена тачка – линија на слици 8) до полупречника који одређују положај 30 cm широког раздјелног острва (делинеатора) на кружном коловозу (удаљености A и B на слици 8). Уколико су те удаљености једнаке, положај транслаторне осе је исправан.

- **Провјера 2:** Када је положај трансаторне осе турбо блока одређен, изврши се провјера провозне линије за све смјерове возње. Уколико се установи да је нека од линија „сломљена“, потребно је приступити корекцији, односно, поновној ротацији трансаторне осе.

3.2.6. Контрола постигнуте брзине

Приликом избора димензија полупречника турбо кружне раскрснице, брзина пролаза кроз кружну раскрсницу је један од најважнијих фактора за постизање саобраћајне сигурности [8].

Стварна брзина проласка путничких возила кроз турбо кружну раскрсницу треба бити нижа од 40 km/h. Постигнута брзина у луку се израчунава из модификоване формуле за најмањи полупречник лука који не захтијева концентричан попречни нагиб [2]:

$$R_{\min} \geq \frac{v_n^2}{g \cdot (f' + 0,01 \cdot p)} \quad (1)$$

Постигнута брзина је онда:

$$v = \sqrt{127 \cdot R \cdot (f' + 0,01 \cdot p)} \quad (2)$$

гдје је:

R_{\min} – најмањи полупречник лука који не захтијева концентричан попречни нагиб (m),

v – постигнута брзина у луку (km/h),

g – гравитационо убрзање (m/s²), $g = 9,81 \text{ m/s}^2$,

R – полупречник кружног пута (m),

f' – коефицијент попречног трења (-),

у сваја се: $f' = 0,26$ за брзине до 20 km/h,

$f' = 0,24$ за брзине од 20 km/h до 35 km/h,

p – попречни нагиб (%),

у сваја се: негативна вриједност (-) за ексцентричан нагиб,

позитивна вриједност (+) за коцентричан нагиб.

Полупречници сваке кружне траке кроз коју пролазе возила добијају се апроксимацијом трајекторије пројектног возила (камион са полуприколицом 16,5 m) помоћу система обичних кружних лукова.

3.3. НАГИБ ПУТА И ОДВОДЊАВАЊЕ

Попречни и подужни нагиби на кружном коловозу и прикључним крацима обезбјеђују одводњу коловоза и сигуран пролаз возила.

Попречни нагиб кружног коловоза се може пројектовати као ексцентричан (усмјерен од централног острва), концентричан (усмјерен ка централном острву) или пројектовати површину цијеле раскрснице у једностраном нагибу (слика 9). Појединачна рјешења

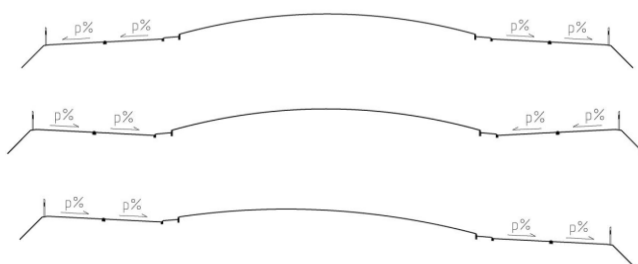
имају одређене предности и недостатке и избор одређеног рјешења зависи од локалних услова и ограничења, које пројектант мора узети у обзир [2].

Подужни нагиби кракова, који се прикључују на раскрсницу, морају имати такве вриједности да, у случају континуалног спајања са кружним током, није прекорачена вриједност попречног нагиба кружног коловоза 3% према спољашњој ивици (ексцентричан) и 6% према центру (концентричан) турбо кружне раскрснице [2].

Прелаз између подужног нагиба прикључних кракова и попречног нагиба кружног тока требало би да буде гładак, формиран помоћу уметнутог лука. У ограниченим условима краци се могу повезати директно, тако да разлика у супротним нагибима буде највише 4%, изузетно 5%. Подужни нагиб крака на мјесту улаза и излаза не смије прекорачити 5% (континуално повезивање са подужним нагибом кружног тока) [2].

За глатку везу са подужним нагибима прикључних кракова, попречни нагиб кружног коловоза се може повећати. Промјена попречног нагиба не смије бити већа од 2,5% на дужини од 10 m (мјерено у оси возне траке) [2].

Максимални подужни нагиб кружног коловоза турбо кружне раскрснице јесте 5%, док резултујући нагиб кружног коловоза мора бити најмање 0,5%. Основни попречни нагиб кружног коловоза износи 2,5% [2].



Слика 9. Попречни нагиб кружног коловоза [2]

3.4. УСЛОВИ ПРЕГЛЕДНОСТИ

Као и код других врста раскрсница, и код турбо кружне раскрснице морају се поштовати услови прегледности. Услови прегледности се процјењују слично као и на раскрсницама са пресијецањем саобраћајних струја, при чему се мора поштовати дужина зауставне прегледности D_z [2].

На улазу у турбо кружну раскрсницу мора бити осигуран услов прегледности потребан за одлуку возача да ли да се заустави или не (слика 10). Тачка прегледности на улазу у кружни ток се налази 15 m од спољашње ивице кружног коловоза. Дужина од 15 m представља дужину зауставне прегледности при брзини од 20–25 km/h. У кружном току мора бити испуњен услов зауставне прегледности, гдје возач мора имати поглед на возила испред себе у дужини од 25 m [2].

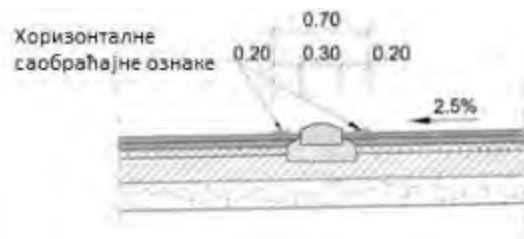


Слика 10. Троуглови прегледности (примјер за ТКР стандардне величине, дужина прегледности $D_2=x_1 = 25 \text{ m}$ за $v_n = 35 \text{ km/h}$) [2]

4. ЕЛЕМЕНТИ И ОПРЕМА ТУРБО КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

4.1. СПЕЦИФИЧНИ ПРОЈЕКТНИ ЕЛЕМЕНТИ ТУРБО КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Делинеатор у турбо кружној раскрсници је бетонски предготовљен елемент који спречава (не искључује) саобраћајни маневар преплитања саобраћајних токова на кружном коловозу турбо кружне раскрснице (слика 11) [8]. Висина делинеатора изнад нивоа коловоза износи 5 cm [2].



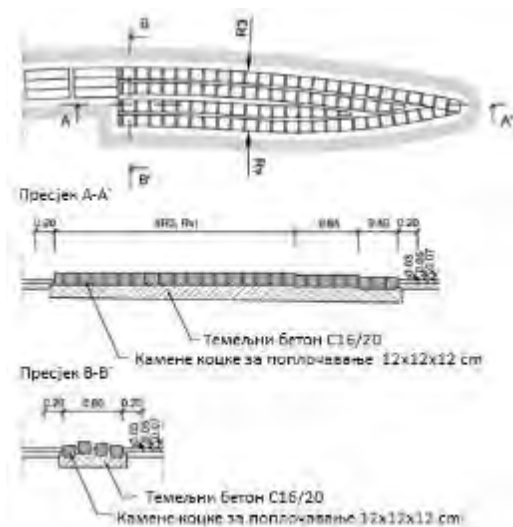
Слика 11. Пресјек делинеатора и детаљ извођења [2]

Током зимског периода физичко одвајање трака (делинеатор) може бити слабо видљиво због снијега. То може довести до проблема приликом одржавања зими (зависно о типу технологије одржавања). Из тог разлога током зимске сезоне крајеви делинеатора су наглашени плочама (слика 12). Плоче се постављају на посебно обликоване префабриковане бетонске елементе у складу са захтјевима контроле путева [2].



Слика 12. Плоча за наглашавање (лијево) и примејр из Словеније (десно) [2]

Шпица је уређење почетка елемента за спречавање саобраћајног маневра преплитања саобраћајних токова у турбо кружној раскрсници (слика 13) [8]. Позиција, димензије и материјал овог елемента дјелују као препрека пролазу путничких аутомобила, док су прилагођени за пролаз великих возила [2].



Слика 13. Елемент „шпице“ [2]

4.2. ЦЕНТРАЛНО ОСТРВО

Централно острво турбо кружне раскрснице састоји се од два дијела: непроходног дијела и ојачаног проходног дијела (слика 14) [2].

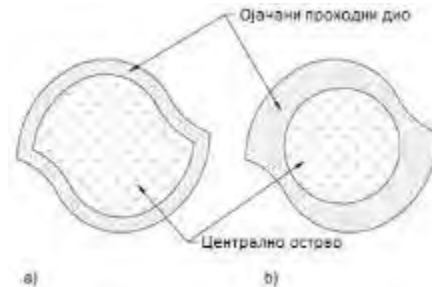


Слика 14. Дијелови централног острва турбо кружне раскрснице [2]

Ојачани проходни дио централног острва изграђен је од материјала или елемената који возаче обесхрабрују од војње по њему. Изграђен је у нагибу 4% – 7% у смјеру од централног острва са максималном ширином 2–2,5 m [2].

Постоје два типа ојачаног (асфалтираног) проходног дијела централног острва (слика 15) [2]:

- с непромијењеном ширином; ивица централног острва је помакнута за ширину ојачаног пролаза и има исти облик као унутрашња ивица кружног тока,
- с промјењивом ширином; централно острво је кружног облика, ширина ојачаног проходног дијела централног острва је промјењива.



Слика 15. Ојачани проходни дио централног острва: (а) непромијењене ширине, (б) промјењиве ширине [2]

Непроходан дио централног острва код турбо кружне раскрснице нема никакав значај у одвијању саобраћаја и представља сувишан простор који остаје са унутрашње стране кружне раскрснице [2].

Централно острво није погодно за фонтане, споменике, скулптуре или друге објекте. Пројектно рјешење централног острва (непроходног дијела) је ограничено на једноставне облике. Најприкладније рјешење је за подручје централног острва пројектовати површину у облику куполе покривене само травнатом вегетацијом [2].

4.3. РАЗДЈЕЛНА ОСТРВА

Раздјелно острво на прикључном путу има позитиван утицај на безбједност моторизованих и немоторизованих учесника у саобраћају и побољшава проточност кружне раскрснице. Оно има функцију усмјеравања возила на улазу у турбо кружну раскрсницу и функцију заштите пјешака и бициклиста приликом преласка прикључног крака, због чега је његова примјена у турбо кружним раскрсницама обавезна [2].

Код турбо кружних раскрсница могућа је примјена два облика раздјелних острва: троугаоног и капљастиг (слика 16) [2].



Слика 16. Раздјелно острво: троугаоног облика (лијево) и капљастиг облика (десно) [8]

4.4. ВОЂЕЊЕ ПЈЕШАКА И/ИЛИ БИЦИКЛИСТА НА ПОДРУЧЈУ ТУРБО КРУЖНИХ РАСКРСНИЦА

Прелази за пјешаке и бициклисте на кружним раскрсницама су неопходни због обезбјеђивања саобраћајне безбједности и удобности, али се при томе не смију стварати прекомјерни застоји у саобраћају. Пјешачки прелази се изводе на одређеној

удаљености од спољашње ивице турбо кружне раскрснице. Препоручена удаљеност између спољашње ивице турбо кружне раскрснице и прелаза једнака је дужини једног до три путничка аутомобила (5,0–15,0 m) [8].

Уколико се у турбо кружној раскрсници очекује велики број немоторизованих учесника у саобраћају и уколико је вођење немоторизованог саобраћаја изведено преко прелаза за пјешаке, ниво њихове саобраћајне сигурности могуће је додатно повећати на неки од ових начина [8]:

- раздвајањем улазних/излазних саобраћајних трака раздјелним острвом,
- смицањем прелаза између улаза и излаза,
- примјеном мјера за смиривање саобраћаја на прикључцима – трапезном платформом у комбинацији с прелазом.

Прелази за пјешаке и/или бициклисте у нивоу не смију се користити у сљедећим случајевима [2]:

- није могуће обезбиједити довољну видљивост,
- велики је интензитет моторних возила у саобраћају,
- велики је удио камиона у саобраћају,
- велики је интензитет кретања пјешака и/или бициклиста.

5. ЗАКЉУЧАК

Турбо кружне раскрснице су нова врста кружних раскрсница које су настале у Холандији, гдје су и најзаступљеније, али своје мјесто су нашле и у многим државама Европе и шире.

Разлике у геометријском распореду елемената ТКР-е се јављају у вриједностима појединих параметара. Највећа разлика у пројектовању ТКР-а јесте примјењивање, односно, непримјењивање надвишења при раздвајању трака у раскрсници. Док поједине земље (Холандија, Словенија, Мађарска, Македонија, Хрватска) сматрају делинеатор неизоставним елементом ТКР-а, друге земље (Њемачка, Пољска, Данска, Чешка) сматрају га непотребним трошком. Свака од земаља настоји прилагодити изворну геометрију (Холандија) сопственим приликама и условима.

Турбо кружне раскрснице испуњавају задатак који им је намијењен, њиховом примјеном смањен је број и озбиљност саобраћајних несрећа, а избором одговарајуће врсте доводе и до повећавања капацитета у односу на класичне једнотрачне и двотрачне раскрснице.

6. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] Zoran Kenjić. (2009, avgust). KRUŽNE RASKRSNICE – ROTORI. Priručnik za planiranje i projektovanje. [On-line]. Dostupno na: http://e-ucenje.gfmo.ba/predmeti/attachments/article/2111/rotori_kenjic.pdf [22.03.2018].
- [2] Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií. (2015, 31. decembar). TECHNICKÉ PODMIENKY PROJEKTOVANIE TURBO-OKRUŽNÝCH KRIŽOVATIEK. [On-line]. Dostupno na: https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_100.pdf [22.03.2018].

- [3] Verkeer|Verkeersveiligheid|Vorm. Internet: <http://www.dirkdebaan.nl/locaties.html> [22.03.2018].
- [4] Tomaž Tollazzi. 12th International Symposium, Topic: „Turbo roundabouts in Slovenia – state of the art.“ Borsko Jezero, oktobar 09 i 10, 2014.
- [5] Ministry of Transport, Public Works and Water management, Partners for Roads. (2009, june). Roundabouts – Application and design, A practical manual. [On-line]. Dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/30821772.pdf> [22.03.2018].
- [6] Sliva, B. A.; Santos, S.; Gaspar, M. 6TH ANNUAL CONFERENCE ON PLANNING RESEARCH, Topic: „ Turbo-roundabout use and design.“ University of Coimbra, Coimbra, Portugal may 17, 2013.
- [7] Ir. L. G. H. Fortuijn. International Roundabout Design and Capacity Seminar, Topic: „Roundabouts in the Netherlands Development and experiences.“ Stockholm, july 1, 2011.
- [8] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci. (2014, rujan). SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA SA SPIRALNIM TOKOM KRUŽNOG KOLNIKA NA DRŽAVNIM CESTAMA. [On-line]. Dostupno na: https://hrvatskeceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/106/SMJERNICE_KRUZNA_RASKRIZJA-HRVATSKE_CESTE.pdf [22.03.2018].