

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ

METODIKA PRO NAVRHOVÁNÍ TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK



BRNO 2015

Metodika vznikla v rámci výzkumného projektu TA03030050 – Moderní turbo-okružní křižovatky a jejich aplikace v návrhu dopravních staveb financovaného Technologickou agenturou České republiky, programem na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje ALFA.

Název: Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek

Autor:

Vysoké učení technické v Brně

Ing. Martin Smělý, Ing. Miroslav Patočka, Ing. Michal Radimský, Ph.D., Ing. Jíří Apeltauer

Spoluautor:

AF-CITYPLAN s.r.o.

Ing. Petr Hofhansl, Ph.D., Ing. Marek Šída

Recenzenti:

Ing. Vladimír Pančík, IČ: 87120305

kpt. Ing. Lubomír Sedlák, Policie České republiky, Krajské ředitelství policie Jihomoravského kraje

Brno 2015

ISBN 978-80-214-5202-2

OBSAH

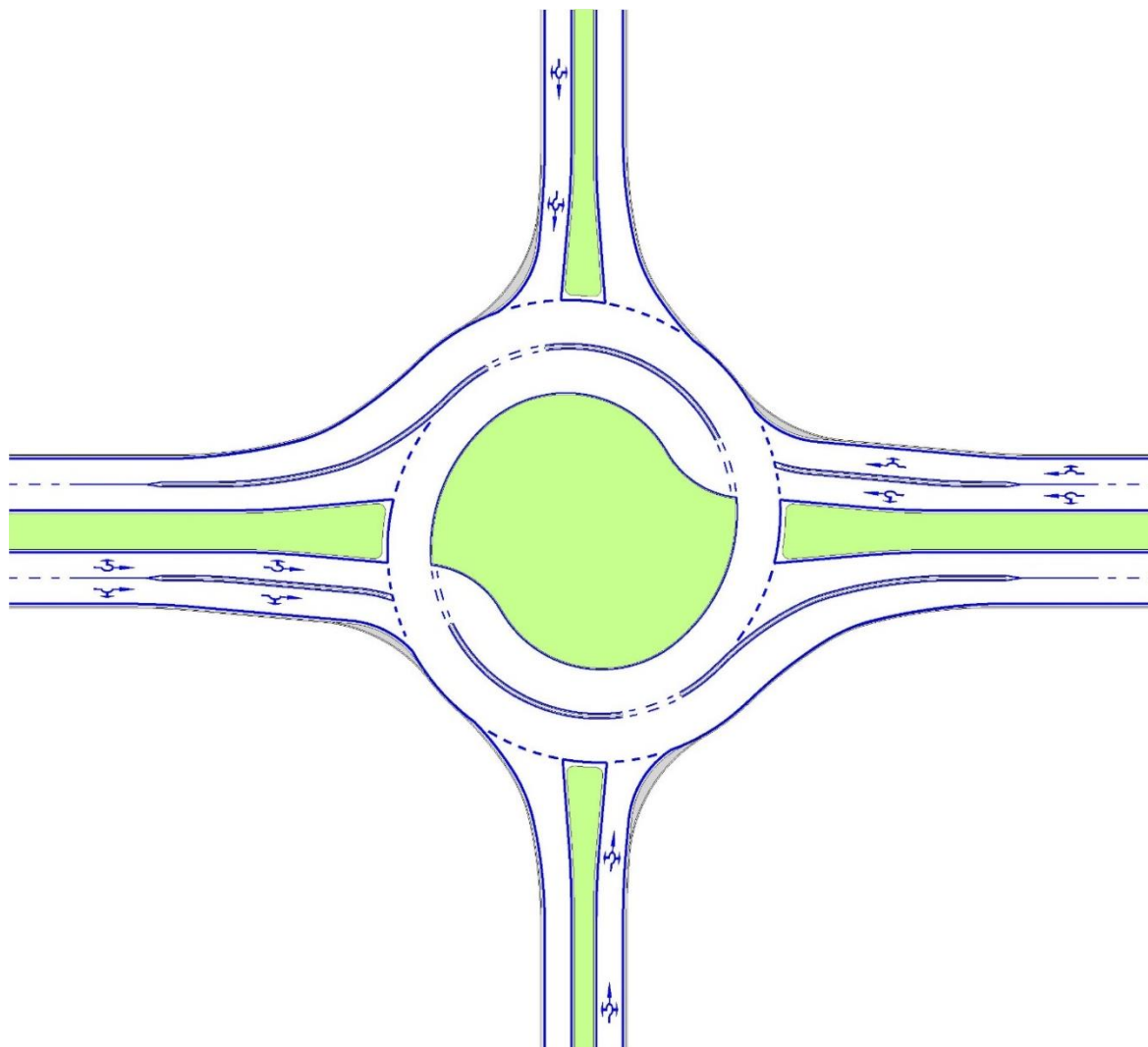
1.	PŘEDMĚT METODIKY	2
2.	TERMÍNY A DEFINICE	3
3.	SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY	6
4.	ATRIBUTY TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK	7
5.	ROZDĚLENÍ TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK	8
6.	GEOMETRIE TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK	14
6.1	POSTUP NÁVRHU	15
6.2	NAVRHOVÁNÍ OSTATNÍCH TYPŮ TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK	23
7.	KONTROLA VELIKOSTI PŘÍČNÉHO ZRYCHLENÍ A DOSAHOVANÉ RYCHLOSTI	28
8.	ROZHLEDOVÉ POMĚRY	30
9.	FYZICKÉ ODDĚLENÍ JÍZDNÍCH PRUHŮ	33
10.	ZIMNÍ ÚDRŽBA	35
11.	ODVODNĚNÍ	35
12.	VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ	36
13.	SVISLÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ	37
14.	VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ	38
15.	MÍSTA PRO PŘECHÁZENÍ A PŘECHODY PRO CHODCE	39
16.	BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ	40
17.	UKÁZKY REALIZOVANÝCH TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK	41

1. PŘEDMĚT METODIKY

Tato metodika se zabývá navrhováním a praktickým využitím turbo-okružních křižovatek. Dle ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích se jedná o okružní křižovatky se dvěma a více jízdními pruhy s usměrněním dopravy na okružním pásu spirálovým uspořádáním jízdních pruhů a dopravním značením, které vyloučí výskyt průpleťových úseků. Dle zákona č. 361/2000 Sb. se jedná o kruhový objezd označený dopravní značkou C1. V české literatuře se někdy tyto křižovatky nazývají jako spirálové okružní křižovatky.

Turbo-okružní křižovatky se navrhují na dopravně významných místních komunikacích a silnicích určených zejména pro dálkovou a mezistátní dopravu podle zásad a parametrů uvedených v této metodice a ČSN 73 6102. Spirálové uspořádání jízdních pruhů je rovněž vhodným řešením pro prstencovité mimoúrovňové křižovatky.

Pokud výpočet provedený na stávající neřízené úrovňové křižovatce dle TP 188 nebo TP 234 prokáže vyčerpání nebo nedostatek rezervy kapacity, je vhodné navrhnout turbo-okružní křižovatku za předpokladu, že kapacitní výpočet prokáže předepsanou UKD na konci návrhového období a bude možné akceptovat případný dodatečný zábor pozemků.



Obr. 1. Schéma uspořádání turbo-okružní křižovatky.

2. TERMÍNY A DEFINICE

Turbo-okružní křižovatka – je zvláštní typ okružní křižovatky se dvěma a více jízdními pruhy na okružním jízdním pásu, jejímž principem je rozřazení vozidel do jízdních pruhů pro požadovaný směr odbočení před křižovatkou. Vozidla následně projíždí křižovatkou po plynule vedených, spirálově uspořádaných, jízdních pruzích okružního pásu, na kterých je zamezeno proplétání vozidel a konfliktům vozidel jedoucích po okružním pásu s vozidly okružní pás opouštějícími fyzickým oddělením jízdních pruhů. Navrhuje se na stávajících nebo nově řešených křižovatkách za účelem zvýšení kvality dopravy. V české literatuře se někdy tyto křižovatky nazývají jako spirálové okružní křižovatky.

Vnější průměr turbo-okružní křižovatky – je průměr kružnice, kterou je možné vepsat mezi vnitřní líc obrubníků nebo vnější okraje vodicích proužků vnějšího jízdního pruhu okružního jízdního pásu křižovatky v místě translační osy.

Fyzické oddělení jízdních pruhů – je zvýšený, pevně založený, liniový prvek (viz Obr. 25), jehož výška by neměla přesahovat 40 mm. Fyzické oddělení jízdních pruhů má tyto funkce:

- předchází průpletům vozidel a křížení drah vozidel jedoucích po okruhu s vozidly okružní pás opouštějícími
- předchází narovnávání trajektorie průjezdu vozidel v obdobích s nízkou intenzitou dopravy
- snižuje obavy řidičů z vozidel v ostatních jízdních pruzích

Turboblok - je uskupení všech oblouků potřebných poloměrů (viz Obr. 12), které je nutné určitým způsobem uspořádat tak, abychom získali linie okrajů vozovek nebo jízdních pruhů na okružním pásu. Tvoří základ při návrhu geometrie turbo-okružní křižovatky.

Translační osa – je linie, na které se setkávají jednotlivé navazující oblouky turbobloku a zároveň na ni leží středy těchto oblouků (viz Obr. 12).

Posun podél translační osy – je vzdálenost mezi středy oblouků na pravé a levé straně translační osy (viz Obr. 12).

Vychýlení – je vzdálenost od středu oblouku k celkovému středu turbo-okružní křižovatky. Jedná se zároveň o polovinu posunu podél translační osy (viz Obr. 12).

Středový ostrov – je fyzická překážka tvaru odsazeného kruhu sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček. Součástí středového ostrova je i prstenec, jímž se v některých případech lemuje okraj středového ostrova.

Prstenec – je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova. Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být ojedinele pojížděn zejména rozměrnými vozidly (kamión, kloubový autobus, apod.). Prstenec není nutnou součástí turbo-okružních křižovatek. Využitelný je zejména v trasách, kde lze předpokládat přepravu nadměrných nákladů.

Okružní jízdni pás křižovatky – je jízdni pás v šířce zpevnění vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně eventuálního fyzického oddělení jízdních pruhů a vodicích proužků). V případě použití fyzického oddělení jízdních pruhů se dělí na vnitřní a vnější okružní jízdni pruh.

Vjezd – je jízdni pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružní jízdni pás křižovatky.

Výjezd – je jízdni pruh nebo pás křižující komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdni pásu křižovatky.

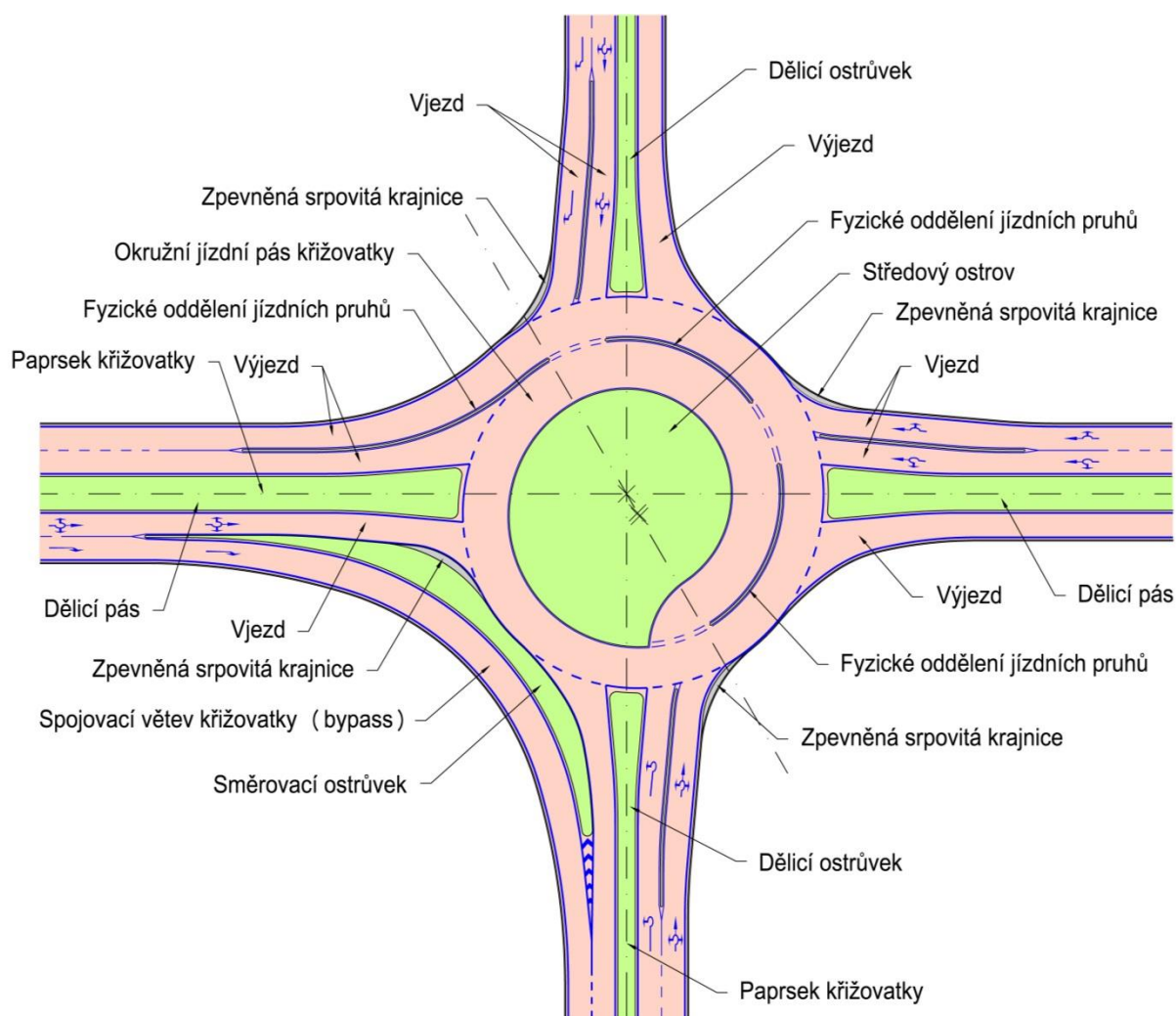
Samostatný vjezd/výjezd – je jízdni pás na jednosměrné komunikaci v místě napojení na okružní jízdni pás.

Zpevněná srpovitá krajnice – je záměrně nerovný zpevněný okraj vozovky v místě připojení nebo odpojení jízdniho pruhu na/z okružního pásu křižovatky. Slouží pro ojedinělý pojezd vozidla s větším poloměrem zatáčení než jaký má připojovací pravostranný oblouk vjezdu/výjezdu na/z okružního pásu křižovatky.

Dělicí pás – je plocha ohraničená fyzicky nebo opticky vůči přilehlým dopravním pruhům, která na křižující komunikaci křižovatky odděluje jízdni pásy v délce nad 25 m od okružního jízdniho pásu křižovatky. Minimální šířka dělicího pásu je 1,50 m, v odůvodněných případech 1,0 m.

Směrovací ostrůvek – je plocha ohraničená po celém svém obvodu fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdniím pruhům, která odděluje dopravní proud vozidel na okružním jízdniím pásem od dopravního proudu vozidel na spojovací větví (bypassu).

Dělicí ostrůvek – je plocha ohraničená na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdniím pruhům. Dělicí ostrůvek se umísťuje mezi protisměrnými jízdniími pruhy/pásem v délce 5 – 25 m a tvoří zpomalovací (retardační) prvek před vjezdem do křižovatky. Slouží také ke zdvojenému osazení svislých dopravních značek, popřípadě i jako ochranný ostrůvek pokud je využíván pro přechod pěších.



Obr. 2. Popis prvků turbo-okružní křižovatky s fyzickým oddělením jízdniích pruhů.

Paprsek okružní křižovatky – je jízdni pás (pásem v případě směrově rozdělené komunikace), kterým jsou propojeny pozemní komunikace v oblasti křižovatky na okružní jízdni pás a vzájemně mezi sebou.

Spojovací větev křižovatky (bypass) – je jízdní pruh nebo pás, který spojuje dva sousední paprsky okružní křižovatky mimo okružní jízdní pás křižovatky a umožňuje odlehčení křižovatky uskutečněním pravého odbočení po této spojovací větvi bez napojení na okružní jízdní pás křižovatky.

Průjezdnost – vyjadřuje fyzickou možnost průjezdu vozidel křižovatkou s ohledem na vlastnosti a rozměry vozidla a geometrické uspořádání a rozměry křižovatky, a to jak půdorysné, tak i výškové (ověřuje se vlečnými křivkami).

Směrodatné vozidlo – je největší vozidlo, na jehož jízdní parametry a rozměry se navrhuje geometrický tvar dané okružní křižovatky.

Dosahovaná rychlost na oblouku – je předpokládaná maximální rychlost vozidla stanovená pro určitý úsek trajektorie průjezdu křižovatkou na základě jejího poloměru a koeficientu příčného tření.

Koeficient příčného tření – proměnný parametr vozovky, který závisí na rychlosti, pneumatikách (měkkost, vzorek), stavu povrchu (suchý, mokrá, náledí) a charakteristikách povrchu (makrotextura, mikrotextura). Pro účely této metodiky, tzn. pro výpočet dosahované rychlosti na oblouku, je stanovena hodnota 0,35 pro rychlost do 20 km/h a 0,40 pro rychlost přes 20 km/h.

Příčné zrychlení – jedna ze složek určující velikost odstředivé síly, vypočte se jako podíl druhé mocniny rychlosti vozidla a poloměru oblouku.

3. SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY

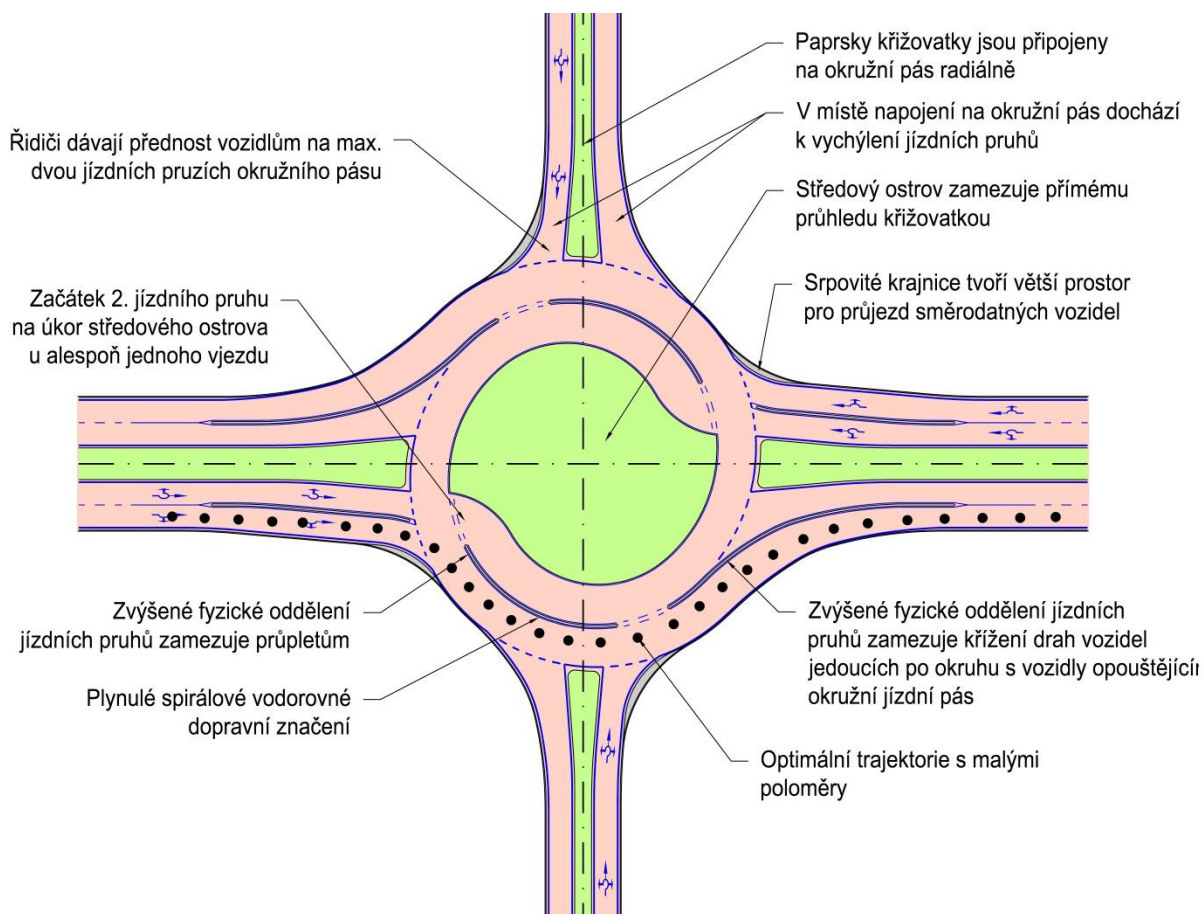
- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích
- ČSN CEN/TR 13201 Osvětlení pozemních komunikací
- ČSN 73 6100 Názvosloví pozemních komunikací
- ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic (změna 1, změna 2)
- ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (edice 2)
- ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- TP 58 Směrové sloupky a odrazky – Zásady pro používání
- TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích
- TP 100 Zásady pro orientační dopravní značení na PK
- TP 101 Výpočet svodidel
- TP 114 Svodidla na PK (zatížení, stanovení úrovně zadržení na PK, navrhování "jiných" svodidel, zkoušení a uvádění svodidel na trh)
- TP 128 Ocelové svodidlo NH4
- TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na PK
- TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
- TP 139 Betonové svodidlo
- TP 140 Dřevoocelová svodidla TERTU
- TP 159 Vodící stěny - rozřídění vodících stěn, požadavky na vodící stěny, použití a uvádění na trh
- TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích
- TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek
- TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek
- TOLLAZZI, Tomaz. Alternative types of roundabouts. ISBN 978-331-9090-832.

4. ATRIBUTY TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

Následující výčet návrhových prvků může být nazván základní v tom smyslu, že bez jejich aplikace nelze křižovatku považovat za turbo-okružní:

1. naproti alespoň jednomu vjezdu začíná druhý jízdní pruh okružního pásu na úkor středového ostrova
2. alespoň na dvou paprscích turbo-okružní křižovatky se čtyřmi paprsky musí být vjezdy, na kterých dávají řidiči přednost vozidlům na dvou jízdních pruzích okružního pásu
3. alespoň na jednom paprsku turbo-okružní křižovatky se třemi paprsky musí být vjezd, na kterém dávají řidiči přednost vozidlům na dvou jízdních pruzích okružního pásu
4. nesmí nastat uspořádání, ve kterém by řidiči na vjezdu museli dávat přednost vozidlům na třech a více jízdních pruzích okružního pásu
5. spirálové vodorovné dopravní značení plynule vede vozidla od vjezdu po výjezd bez potřeby průpletů a bez umožnění křížení dráhy vozidel jedoucích po okruhu s vozidly opouštějícími okružní pás
6. fyzické oddělení jízdních pruhů doporučené výšky 40 mm nad vozovkou na okružním pásu zajišťuje jednak optimální zakřivení jízdní dráhy s malým poloměrem a jednak používání zvoleného jízdního pruhu po celou dobu průjezdu křižovatkou.

Obr. 3 popisuje hlavní atributy turbo-okružních křižovatek, které je nezbytné dodržet při jejich konstrukci.



Obr. 3. Atributy turbo-okružní křižovatky.

5. ROZDĚLENÍ TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

Metodika zavádí 7 typů turbo-okružních křižovatek, které se liší jednak počtem paprsků a jednak počtem jízdnic pruhů na jednotlivých paprscích a okružním jízdnicím pásem v závislosti na rozložení intenzit dopravy. Rozložení intenzit dopravy je u každého typu znázorněno poměrově černými šipkami.

Čtyřpaprskové turbo-okružní křižovatky:

- Turbo-okružní křižovatka typu vejce (viz Obr. 4)
- Základní turbo-okružní křižovatka (viz Obr. 5)
- Turbo-okružní křižovatka typu koleno (viz Obr. 6)
- Spirálová turbo-okružní křižovatka (viz Obr. 7)
- Rotorová turbo-okružní křižovatka (viz Obr. 8)

Třípaprskové turbo-okružní křižovatky:

- Turbo-okružní křižovatka typu propnuté koleno (viz Obr. 9)
- Turbo-okružní křižovatka typu hvězda (viz Obr. 10)

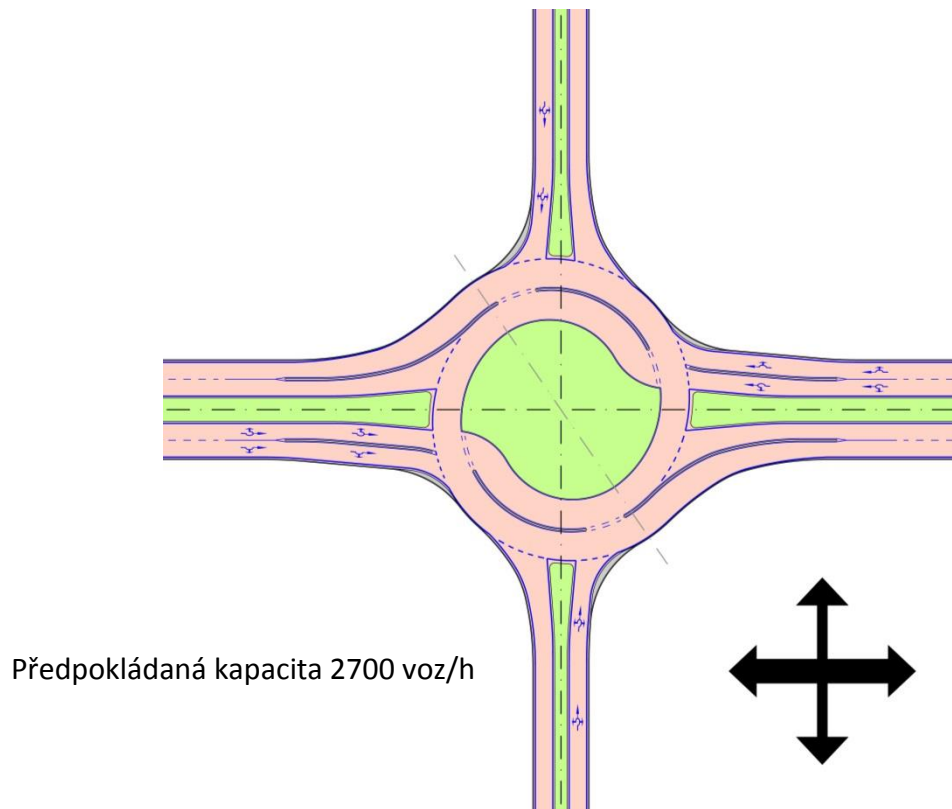
Vícepaprskové turbo-okružní křižovatky jsou křižovatky s více než 4 paprsky. Jedná se o atypické řešení, u kterého je třeba zajistit dostatečný vnější průměr pro napojení všech paprsků.

Podle velikosti dále rozdělujeme výše uvedené typy turbo-okružních křižovatek na (rozměry viz Tab. 1):

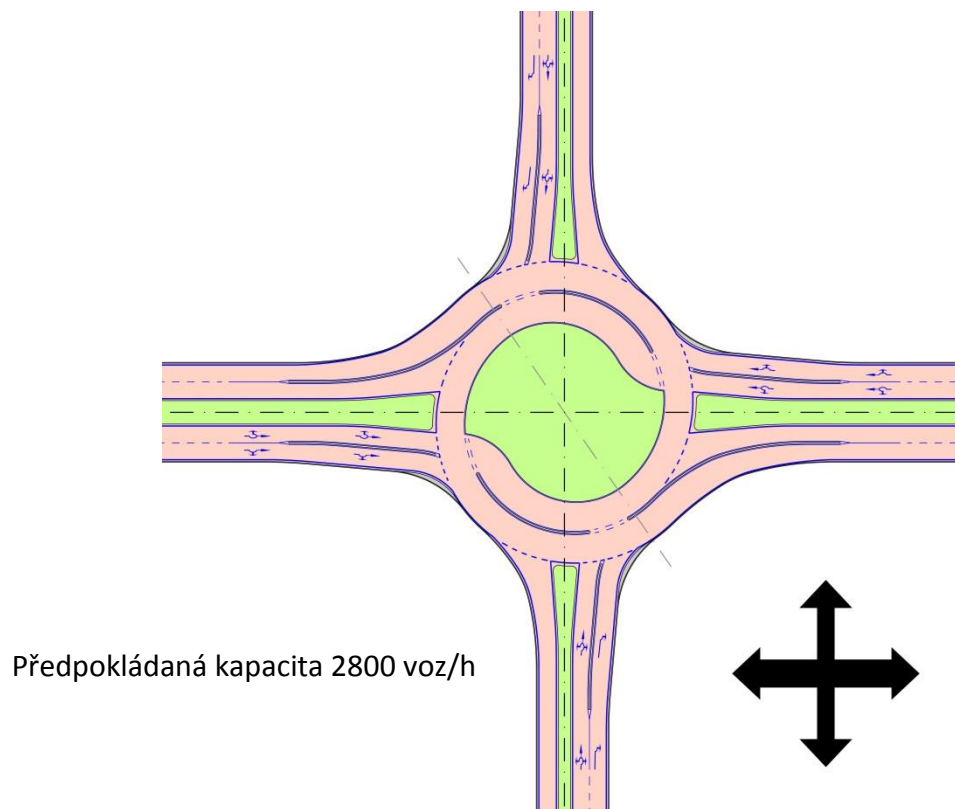
- malé
- malé standardní
- standardní
- velké

Faktory ovlivňující výběr typu a velikosti turbo-okružní křižovatky jsou následující:

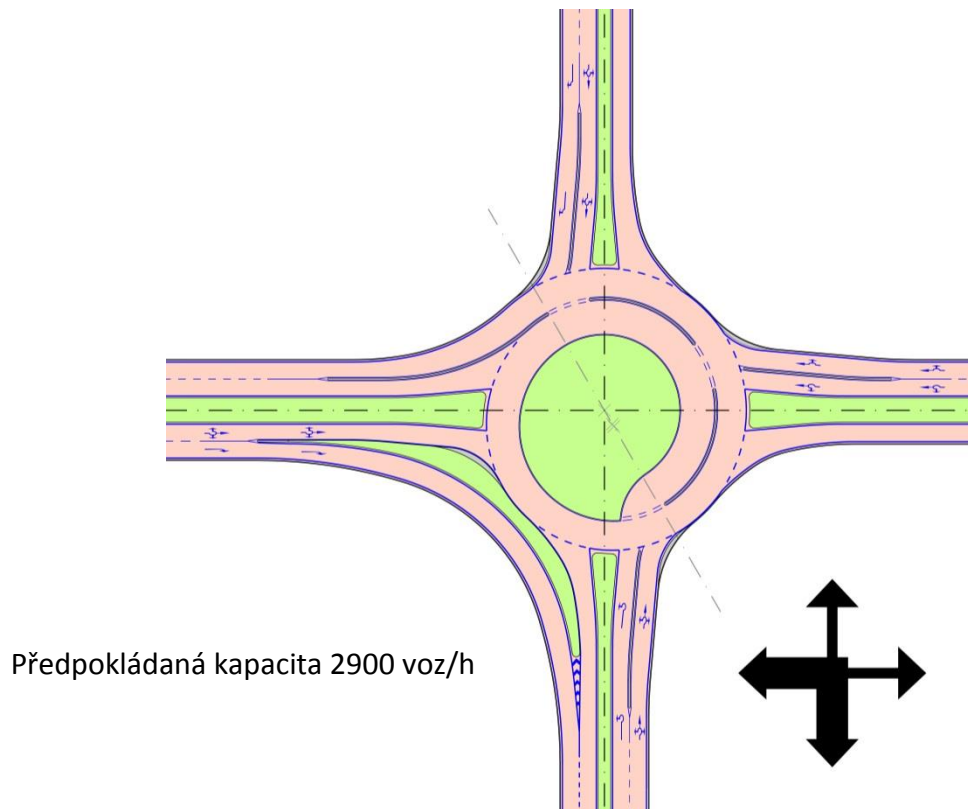
- počet připojovaných paprsků
- rozložení intenzit dopravy
- požadovaná průměrná doba zdržení
- prostorové možnosti a zábory pozemků
- náklady na výstavbu



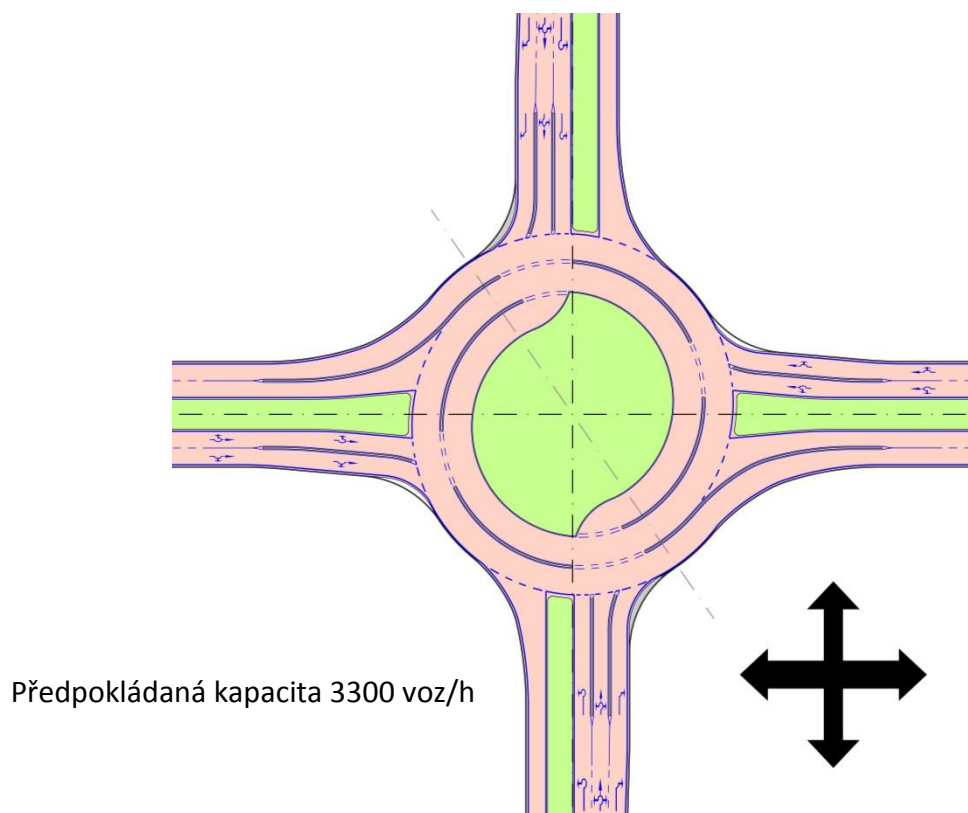
Obr. 4. Turbo-okružní křižovatka typu vejce.



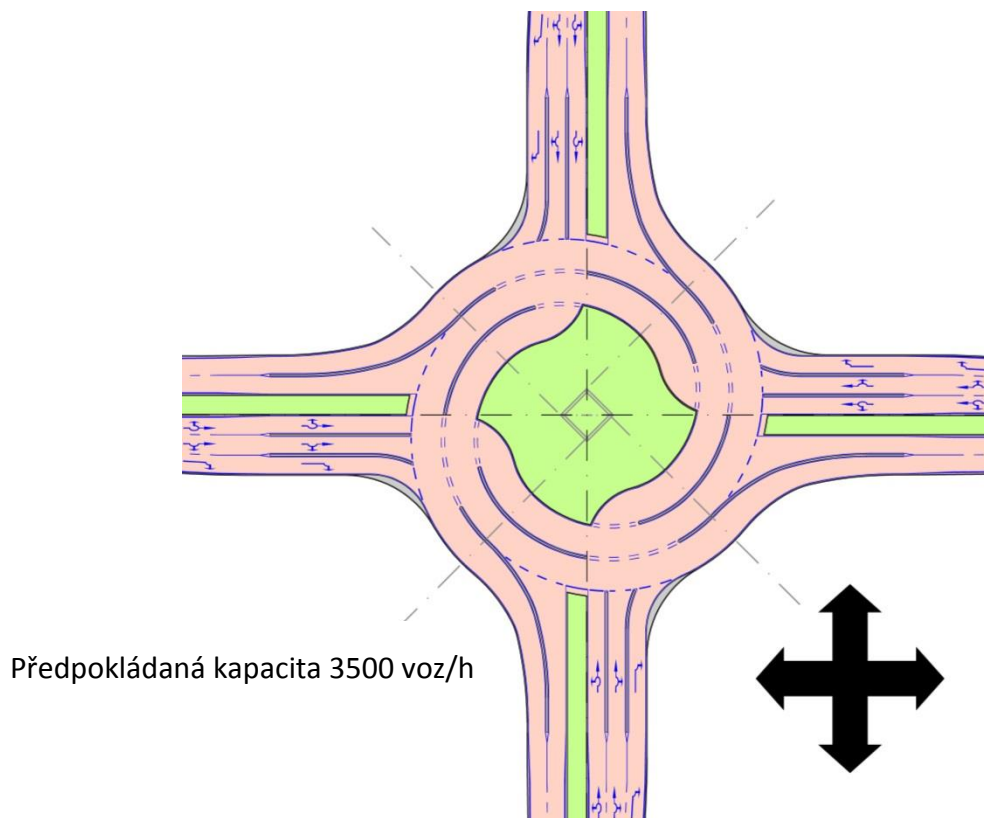
Obr. 5. Základní turbo-okružní křižovatka.



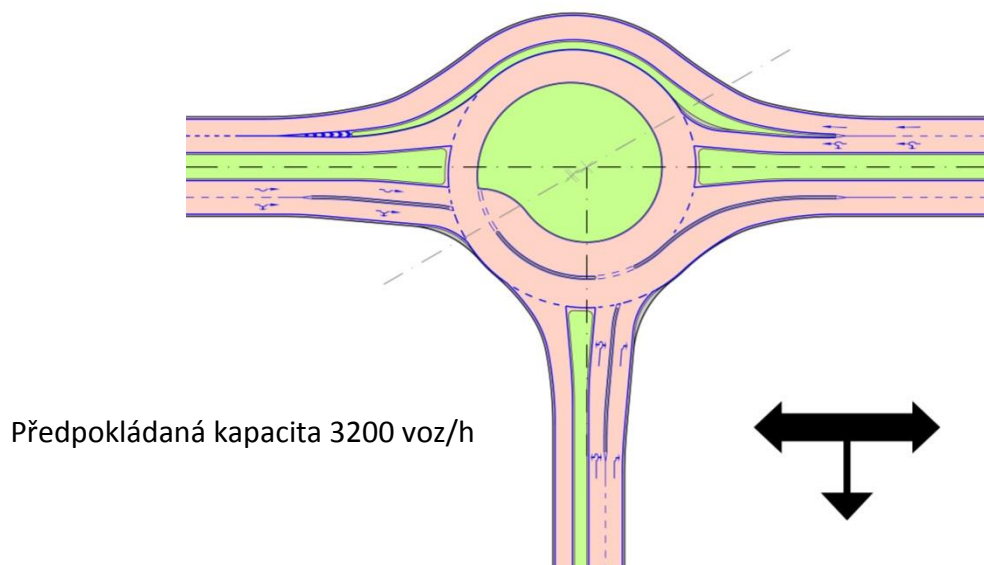
Obr. 6. Turbo-okružní křižovatka typu koleno.



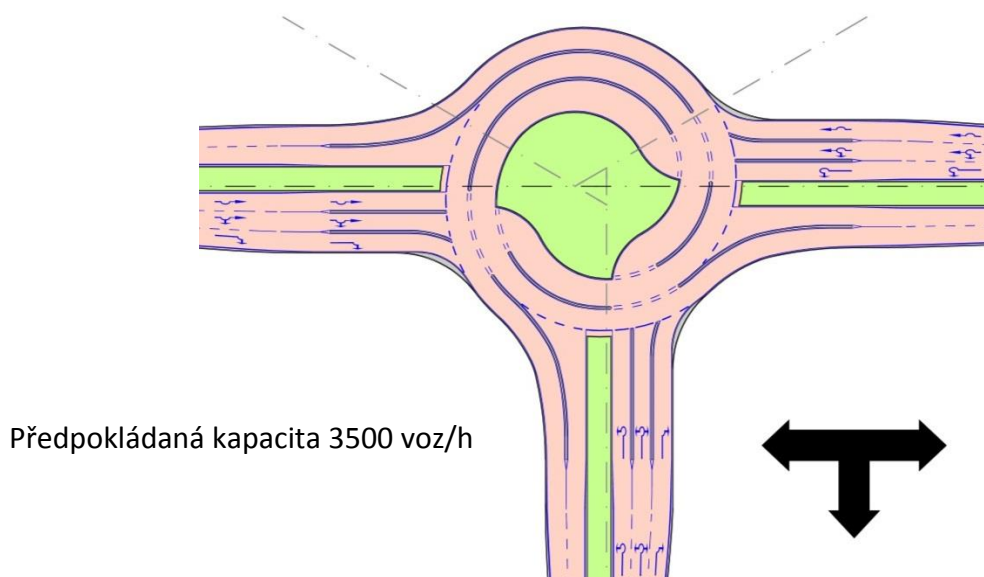
Obr. 7. Spirálová turbo-okružní křižovatka.



Obr. 8. Rotorová turbo-okružní křižovatka.



Obr. 9. Turbo-okružní křižovatka typu propnuté koleno.



Obr. 10. Turbo-okružní křižovatka typu hvězda.

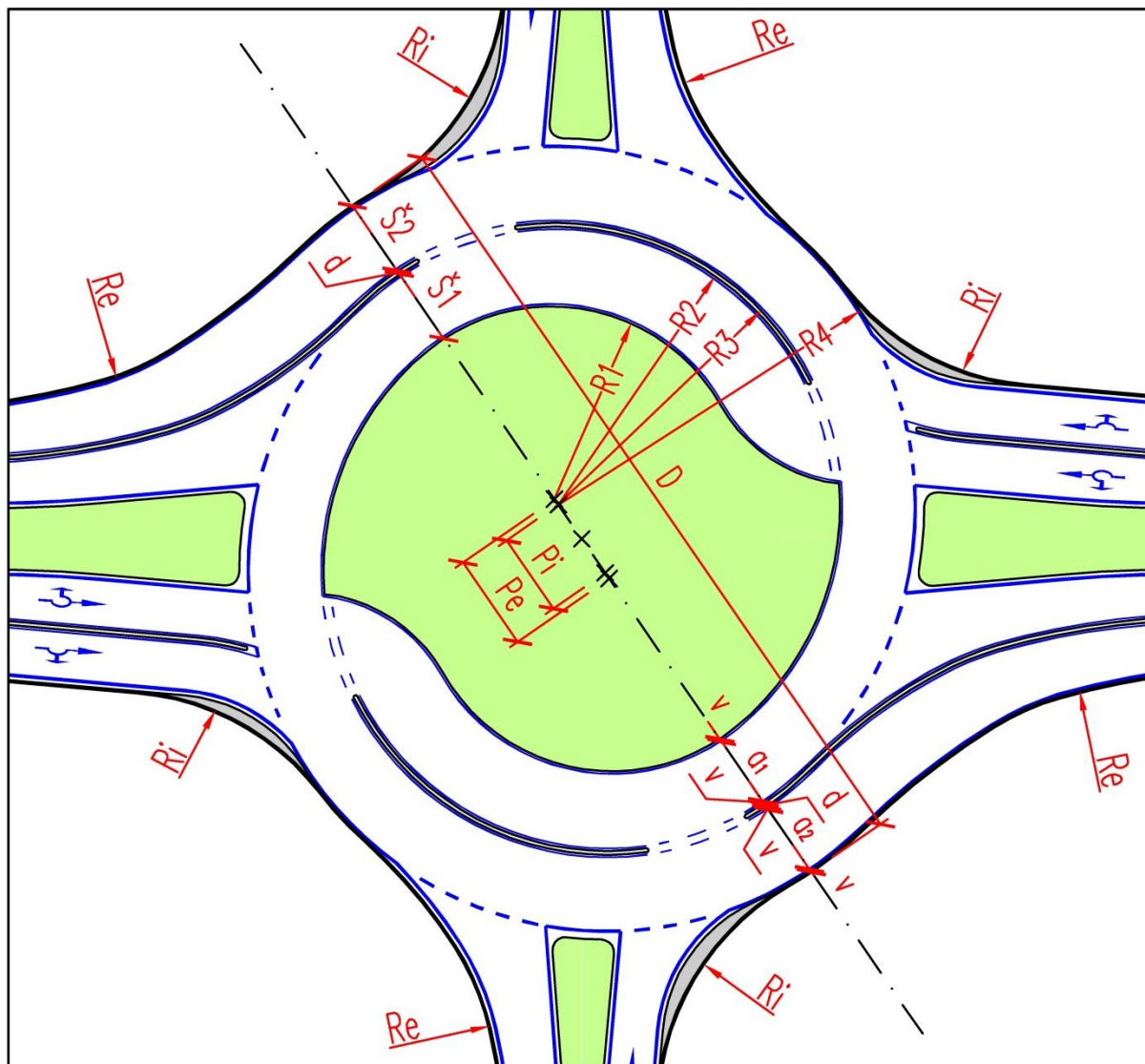
Použití turbo-okružní křižovatky typu hvězda (viz Obr. 10), spirálové a rotorové turbo-okružní křižovatky (viz Obr. 7 a Obr. 8) se doporučuje zvážit kvůli jejich komplikovanosti a obtížné orientaci řidičů. Rovněž nutnost dávat přednost vozidlům na dvou jízdnicích na okružním jízdnicím pásu způsobuje na již realizovaných křižovatkách v zahraničí dopravní problémy.

V budoucnosti, jakmile se řidiči obeznámí s těmito typy křižovatek a osvojí si jejich využívání, se uplatní především pro velké okružní křižovatky s vnějším průměrem $D > 60,0$ m, případně pro světelně řízené turbo-okružní křižovatky.

Tab. 1 Tabelaované rozměry návrhových prvků pro základní turbo-okružní křižovatku a typ vejce (rozměry jednotlivých prvků jsou patrné z Obr. 11)

Prvek TOK	Ozn.	Rozměry			
		Malá TOK	Malá standardní TOK	Standardní TOK	Velká TOK
Vnější průměr turbo okružní křižovatky [m]	D	< 56,0	56,0 – 60,0	60,0 – 65,0	> 65,0
Vnitřní vozovka, vnitřní okraj [m]	R1	10,500	12,000	15,000	20,000
Vnitřní vozovka, vnější okraj [m]	R2	17,850	18,975	21,550	25,950
Vnější vozovka, vnitřní okraj [m]	R3	18,150	19,275	21,850	26,250
Vnější vozovka, vnější okraj [m]	R4	24,550	25,525	27,850	31,900
Šířka vnitřní vozovky [m]	Š1	8,30	7,70	7,10	6,25
Šířka vnější vozovky [m]	Š2	6,40	6,25	6,00	5,65
Šířka vnitřního jízdního pruhu [m]	a ₁	7,80	7,20	6,60	5,75
Šířka vnějšího jízdního pruhu [m]	a ₂	5,90	5,75	5,50	5,15
Vodící proužek [m]	v	0,25	0,25	0,25	0,25
Fyzické oddělení jízdních pruhů [m]	d	0,30	0,30	0,30	0,30
Posun vnější (vzdálenost vnějších středů) [m]	Pe	8,60	8,00	7,40	6,55
Posun vnitřní (vzdálenost vnitřních středů) [m]	Pi	6,70	6,55	6,30	5,95
Poloměr zaoblení na vjezdu [m]	R _i	20,00	20,00	20,00	20,00
Poloměr zaoblení na výjezdu [m]	R _{e1}	40,0; 20,0; 60,0	40,0; 20,0; 60,0	40,0; 20,0; 60,0	40,0; 20,0; 60,0
Poloměr zaoblení fyzického oddělení na výjezdu [m]	R _{e2}	40,0; 20,0; 60,0	40,0; 20,0; 60,0	40,0; 20,0; 60,0	40,0; 20,0; 60,0
Dosahovaná rychlost průjezdu dle ČSN 73 6102 [km/h]	v ₁	19-27	20-28	20-29	20-30

Poznámka: Natočení translační osy je popsáno v kapitole 6.1.



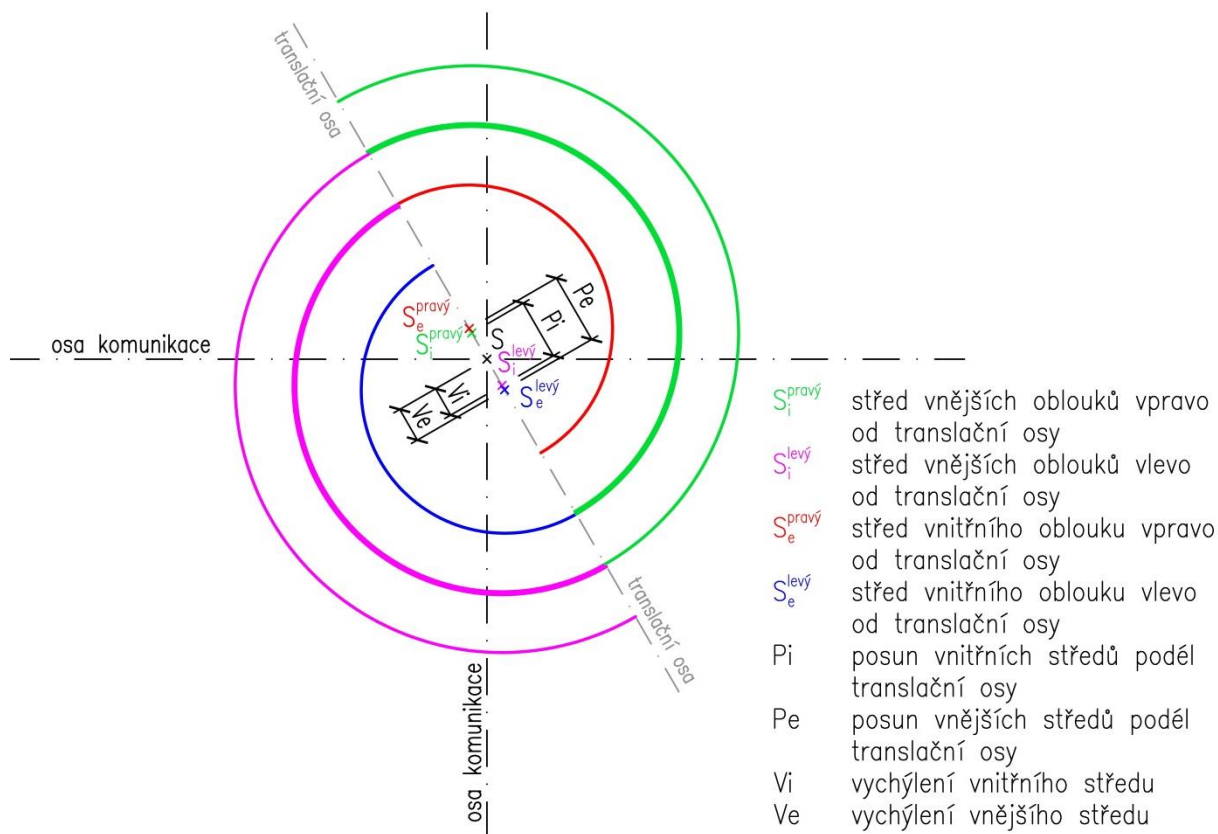
Obr. 11. Rozměry uvedené v Tab. 1.

6. GEOMETRIE TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

Turbo-okružní křižovatky se skládají ze spirál. Tyto spirály tvoří kruhové segmenty (1/2, 1/3, nebo 1/4 kruhu dle typu křižovatky), kde každý oblouk má větší poloměr než ten předchozí. Vždy, když se poloměr oblouku mění, se střed oblouku posune na translační ose o odpovídající hodnotu tak, aby křivka zůstávala spojitá.

Idealizovaná geometrie **turbo-okružní křižovatky typu vejce** (viz Obr. 4) sestává ze dvou spirál, které představují okraje vozovek. Každá spirála sestává ze tří půlkruhů s postupně většími poloměry R_1 , R_2 a R_4 , přičemž poloměry R_2 a R_3 vytváří fyzické oddělení jízdních pruhů. Půlkruhy se setkávají na linii, která se nazývá *translační osa*. Oblouky na pravé straně translační osy mají střed v bodě $S^{\text{pravý}}$, který se nachází nad celkovým středem turbo-okružní křižovatky S . Oblouky na levé straně translační osy mají střed v bodě $S^{\text{levý}}$, který se nachází pod celkovým středem turbo-okružní křižovatky. Vzdálenost mezi těmito středy oblouků se nazývá *posun podél translační osy*. *Vychýlení oblouku* je potom vzdálenost od jeho středu ($S^{\text{pravý}}$ nebo $S^{\text{levý}}$) k celkovému středu S . Zároveň je tato hodnota rovna polovině *posunu podél translační osy*. Aby spirála byla spojitá, *posun podél translační osy* musí být roven změně poloměru.

V ideálním případě je *posun podél translační osy* roven šířce jízdního pruhu, protože průběh spirály směřuje ven od středového ostrova o šířku jednoho jízdního pruhu každých 180°. Schéma ukazující tyto spirály (viz Obr. 12) se nazývá *turboblok* a tvoří základ při konstrukci geometrie turbo-okružní křižovatky. Jedná se o uskupení všech oblouků potřebných poloměrů, které je nutné určitým způsobem uspořádat tak, aby byly získány linie okrajů vozovek nebo jízdních pruhů na okružním pásu.



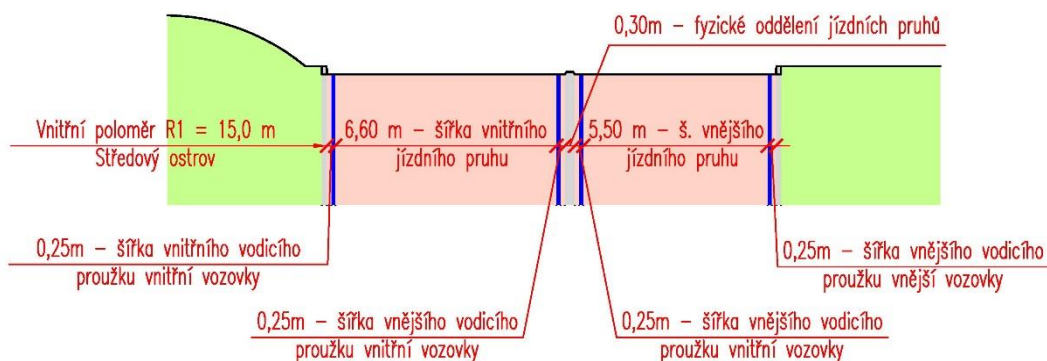
Obr. 12. Schéma geometrie turbo-okružní křižovatky, tzv. turboblok.

6.1 POSTUP NÁVRHU

6.1.1 TURBO-OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKA TYPU VEJCE

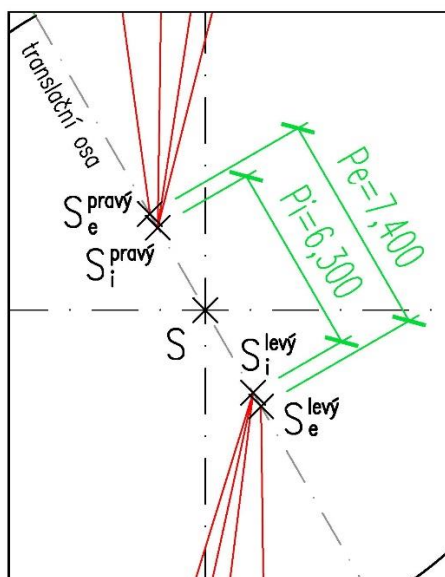
Proces návrhu geometrie turbo-okružní křižovatky se skládá z pěti kroků aplikovaných na příkladu turbo-okružní křižovatky standardní velikosti typu vejce s vnějším průměrem $D=62,0$ m. Grafické znázornění postupu konstrukce je uvedeno krok za krokem na Obr. 19.

Krok 1 - výběr šířek základních prvků – vnitřní poloměr (poloměr středního ostrova), vnitřní a vnější okružní jízdní pruh, fyzické oddělení jízdních pruhů a vodicí proužky viz Obr. 13. Šířky jízdních pruhů by měly být určeny pomocí vlečných křivek návrhového vozidla nebo dle normy ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. Šířka vnitřního jízdního pruhu (6,60 m měřeno od vnitřních okrajů vodicích proužků nebo 7,10 m měřeno od okraje vozovky po fyzické oddělení jízdních pruhů) je o 1,10 m větší než šířka pruhu vnějšího, protože čím menší je poloměr oblouku, kterým musí vozidlo projet, tím širší jsou vlečné křivky tohoto vozidla.

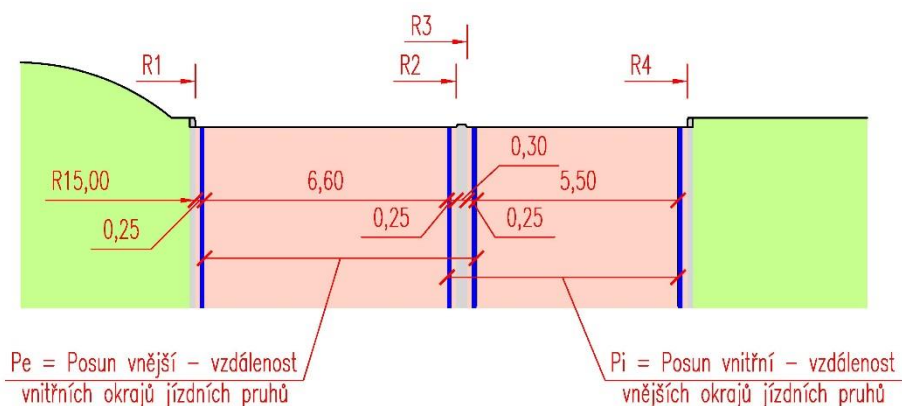


Obr. 13. Popis prvků šířkového uspořádání na příkladu turbo-okružní křižovatky typu vejce s vnějším průměrem $D=62,0$ m.

Krok 2 - určení posunu jízdních pruhů a z toho vyplývající vychýlení pro vykreslení půlkruhových oblouků. Požadovaná geometrie spirál je komplikována nutností započítat odlišné šířky jízdních pruhů a šířky fyzického oddělení jízdních pruhů. Namísto jednoho středu $S^{\text{pravý}}$ pro půlkruhové oblouky na pravé straně translační osy se tak použijí dva pravostranné středy, jeden s mírně větším vychýlením než druhý. Střed s větším vychýlením $S_e^{\text{pravý}}$ se použije pro vnitřní půlkruh ($R_1=15,00$ m) za účelem vytvoření přechodu od vnitřního okraje k fyzickému oddělení jízdních pruhů. Vnitřní střed $S_i^{\text{pravý}}$ se použije pro vytvoření zbytku spirály pomocí poloměrů $R_2=21,55$ m, $R_3=21,85$ m a $R_4=27,85$ m. Středy $S_e^{\text{pravý}}$ a $S_i^{\text{pravý}}$ jsou zobrazeny na schématech turbobloku, viz Obr. 14, Obr. 16. Taktéž oblouky na levé straně translační osy mají dva středy $S_i^{\text{levý}}$ a $S_e^{\text{levý}}$, které jsou stejně vzdáleny od středu S jako středy $S_i^{\text{pravý}}$ a $S_e^{\text{pravý}}$.



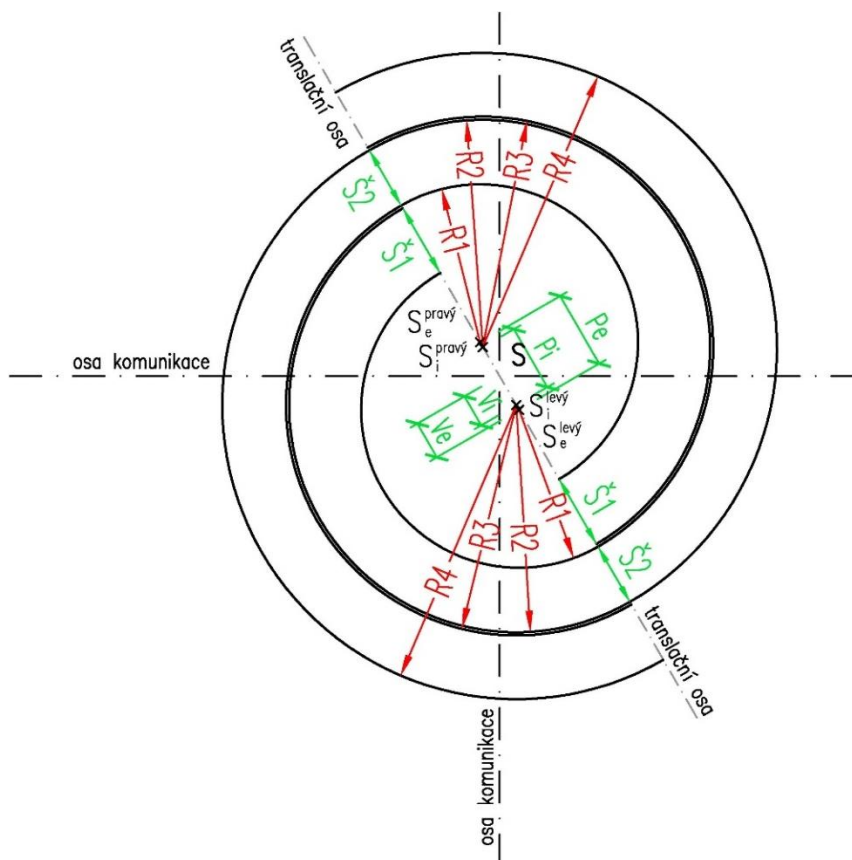
Obr. 14. Detail středů oblouků turbo-okružní křižovatky.



Obr. 15. Šířkové uspořádání okružního jízdního pásu turbo-okružní křižovatky typu vejce s vnějším průměrem $D=62,0$ m a vyznačení poloměrů a posunů.

Posun podél translační osy se vypočítá z náčrtu příčného řezu, viz Obr. 15. Vnitřní okraj vnitřního jízdního pruhu se musí odsunout o **7,40 m** od okraje vodicího proužku směrem k fyzickému oddělení jízdních pruhů. Stejně tak je zřejmé, že vnější okraj vnitřního jízdního pruhu se posune o **6,30 m** od fyzického oddělení jízdních pruhů k vnějšku turbo-okružní křižovatky.

Krok 3 - výpočet poloměru kruhových oblouků a sestavení turbobloku. Na Obr. 16 jsou zakresleny oblouky reprezentující okraje vozovky, jejichž poloměry označujeme R1 až R4. Postup výpočtu poloměrů je popsán v Tab. 2.



Obr. 16. Jednotlivé rozměry a poloměry turbobloku s fyzickým oddělením jízdních pruhů.

Krok 4 - pootočení a posunutí turbobloku tak, aby navazoval na jednotlivé paprsky křižovatky. Obr. 17 ukazuje správnou pozici translační osy za předpokladu, že převládající dopravní intenzity jsou ve směru východ – západ. Vzdálenost mezi pravým okrajem zpevnění každého vjezdu a vnějším obloukem vnitřní vozovky okružního pásu (poloměr R_2) by měla být za předpokladu správného umístění translační osy přibližně stejná (hodnota A je blízká hodnotě B, viz Obr. 17).

Krok 5 - zaoblení vjezdových a výjezdových hran (viz Obr. 18)

- vjezd
 - vnější okraj srpovité krajnice - prostý kružnicový oblouk $R=20,0$ m
 - vnitřní okraj srpovité krajnice - prostý kružnicový oblouk $R=12,0$ m
 - fyzické oddělení jízdnic pruhů - prostý kružnicový oblouk $R=20,0$ m
- výjezd
 - vnější okraj vozovky - složený kružnicový oblouk s poloměry $R_1:R_2:R_3 = 40:20:60$ m
 - fyzické oddělení jízdnic pruhů - složený kružnicový oblouk s poloměry $R_1:R_2:R_3 = 40:20:60$ m

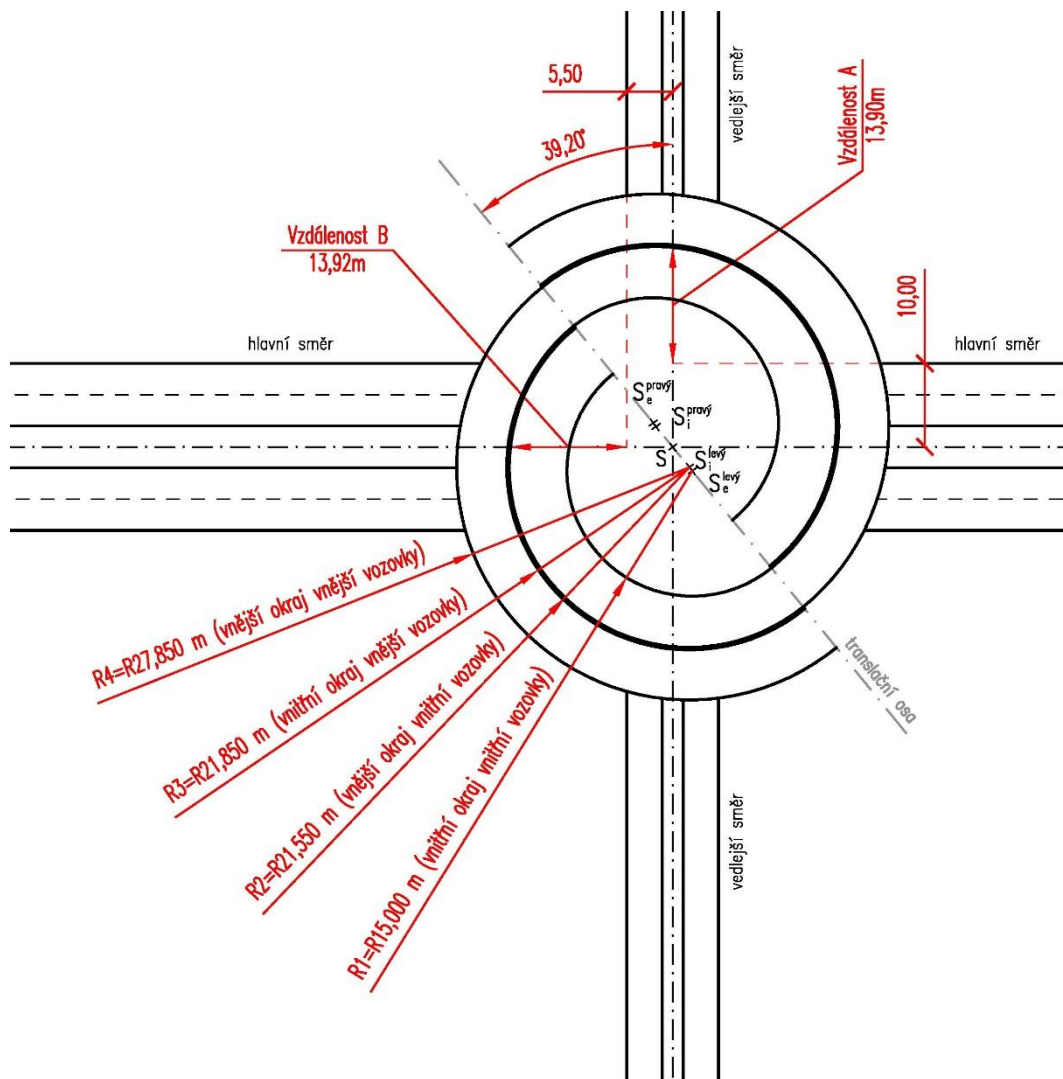
V místě napojení paprsku křižovatky na okružní jízdní pás je vhodné provést mírné vychýlení jízdnic pruhů na vjezdu i výjezdu (cca 5° směrem od osy paprsku). Tím se zajistí zpomalení vozidel přijíždějících k okružnímu jízdnímu pásu, usnadní průjezd rozměrných vozidel a oddálí vjezdy od výjezdů. Tato úprava má pozitivní vliv na kapacitu turbo-okružní křižovatky.

Tab. 2 Rozměry a poloměry turbobloku turbo-okružní křižovatky základní a typu vejce s vnějším průměrem $D=62,0\text{ m}$

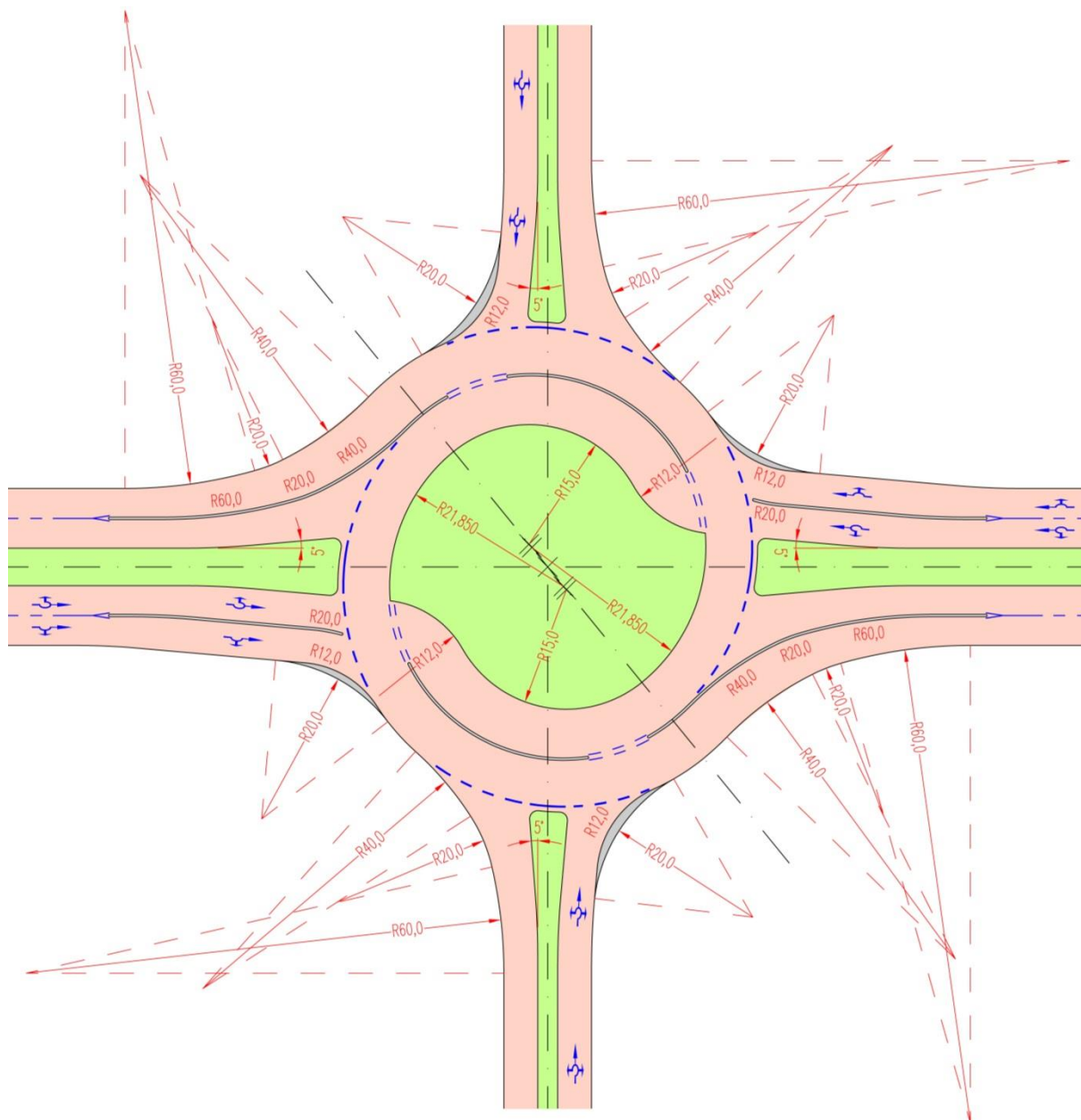
Šířkové uspořádání příčného řezu	Šířka [m]				
Vnitřní poloměr	15,00				
Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25	} Š1	} Pe	} Pi	
Vnitřní jízdní pruh	6,60				
Vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25				
Fyzické oddělení jízdních pruhů	0,30				
Vnitřní vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25	} Š2			
Vnější jízdní pruh	5,50				
Vnější vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25				
Šířky vozovek, posunutí podél translační osy a vychýlení					
Š1 = Šířka vnitřní vozovky	7,10				
Š2 = Šířka vnější vozovky	6,00				
Pe = Posun vnější (vzdálenost vnitřních okrajů jízdních pruhů)	7,40				
Pi = posun vnitřní (vzdálenost vnějších okrajů jízdních pruhů)	6,30				
Ve = vychýlení vnější = $Pe / 2$ (pro R1)	3,700				
Vi = vychýlení vnitřní = $Pi / 2$ (pro ostatní R)	3,150				
Rozdíl vychýlení	0,550				
Poloměry okrajů vozovek	vychýlení středu oblouku	poloměr	počáteční pozice	koncová pozice	1) 2) 3)
R1 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	3,700	15,000	11,300	18,700	4)
R2 = vnitřní vozovka, vnější okraj	3,150	21,550	18,400	24,700	5)
Rozdíly			7,100	6,000	6)
R3 = vnější vozovka, vnitřní okraj	3,150	21,850	18,700	25,000	7)
R4 = vnější vozovka, vnější okraj	3,150	27,850	24,700	31,000	8)

Poznámky:

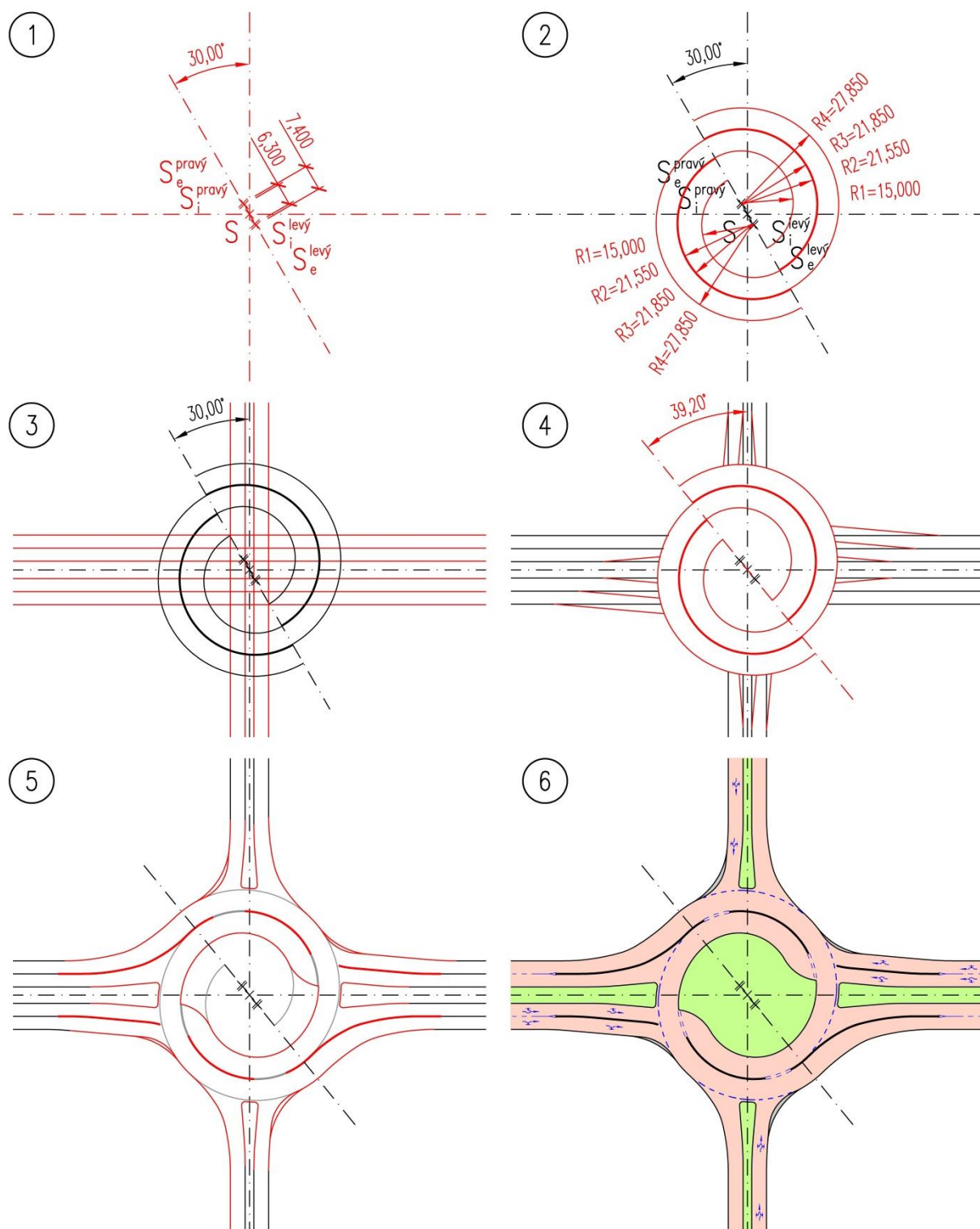
- 1) Pozice je vztažena k celkovému středu S
- 2) Počáteční pozice = poloměr – vychýlení
- 3) Koncová pozice = poloměr + vychýlení
- 4) R1 = vnitřní poloměr
- 5) R2 = R1 + Š1 šířka vnitřní vozovky – rozdíl vychýlení
- 6) Rozdíly odpovídají šířkám vozovek
- 7) R3 = R2 + šířka fyzického oddělení jízdních pruhů
- 8) R4 = R3 + Š2 šířka vnější vozovky



Obr. 17. Kontrola pozice translační osy.



Obr. 18. Zaoblení vjezdových a výjezdových nároží.



Obr. 19. Grafické znázornění postupu konstrukce turbo-okružní křižovatky typu vejce s vnějším průměrem $D=62,0$ m.

6.2 NAVRHOVÁNÍ OSTATNÍCH TYPŮ TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

Výše popsaný postup návrhu turbo-okružní křižovatky typu vejce je rovněž použitelný pro základní turbo-okružní křižovatku, která má také dva pruhy na okružním pásu vytvořené ze dvou spirál. Ostatní typy turbo-okružních křižovatek mají odlišné uspořádání spirál, a proto vyžadují modifikace v návrhu geometrie.

6.2.1 TURBO-OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKA TYPU KOLENO A TYPU PROPNUTÉ KOLENO

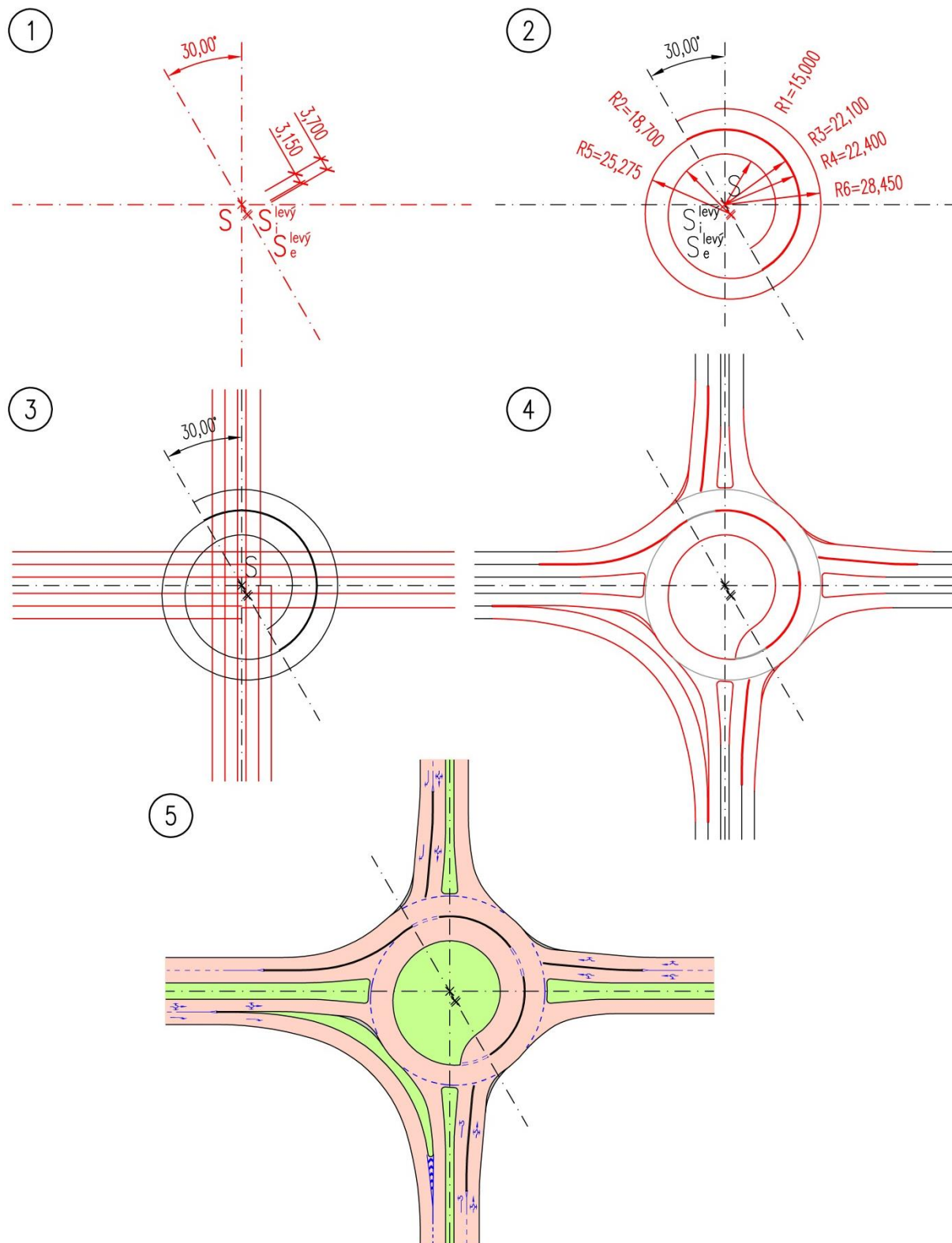
Konstrukce turbo-okružních křižovatek typu „koleno“ a „propnuté koleno“ (viz Obr. 6 a Obr. 9) je založena na jedné spirále. Spirála se tudíž posunuje pouze o polovinu šířky jízdního pruhu v každém půlkruhu, a proto mají tyto křižovatky jednodušší turboblok. Středy oblouků této spirály se posunují o polovinu posunu základní turbo-okružní křižovatky. Postup konstrukce je naznačen na Obr. 20 a Obr. 21. U těchto typů turbo-okružních křižovatek není třeba měnit natočení translační osy, ponechává se počáteční úhel 30°. Výpočet parametrů turbobloku je uveden v Tab. 3 a Tab. 4.

Tab. 3 Rozměry a poloměry turbobloku turbo-okružní křižovatky typu koleno s vnějším průměrem $D=56,9$ m

Šířkové uspořádání příčného řezu	Šířka [m]				
Vnitřní poloměr	15,00				
Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25	}	Š1		
Vnitřní jízdní pruh	6,60				
Vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25				
Fyzické oddělení jízdních pruhů	0,30				
Vnitřní vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25	}	Š2		
Vnější jízdní pruh	5,55				
Vnější vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25				
Šířka směrovacího osrůvku	min. 1,50				
Šířky vozovek, posunutí podél translační osy a vychýlení					
Š1 = Šířka vnitřní vozovky	7,10	1)			
Š2 = Šířka vnější vozovky	6,00	2)			
Š3 = Šířka vozovky bypassu	-	3)			
Ve = vychýlení vnější (pro R1 a R2)	3,700	4)			
Vi = vychýlení vnitřní (pro ostatní R)	3,150	5)			
Poloměry okrajů vozovek	vychýlení středu oblouku	poloměr	počáteční pozice	konečná pozice	⁶⁾ ⁷⁾ ⁸⁾
R1 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	0,000	15,000	15,000	15,000	⁹⁾
R2 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	3,700	18,700	15,000	22,400	¹⁰⁾
R3 = vnitřní vozovka, vnější okraj	0,000	22,100	22,100	22,100	¹¹⁾
R4 = vnější vozovka, vnitřní okraj	0,000	22,400	22,400	22,400	¹²⁾
R5 = vnitřní vozovka, vnější okraj	3,175	25,275	22,100	28,450	¹³⁾
R6 = vnější vozovka, vnější okraj	0,000	28,450	28,450	28,450	¹⁴⁾

Poznámky:

- 1) $\check{S}1$ = Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu + Vnitřní jízdni pruh + Vnější vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu
- 2) $\check{S}2$ = Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu + Vnější jízdni pruh + Vnější vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu
- 3) **Šířka vozovky bypassu** $\check{S}3$ se určí dle normy ČSN 73 6102 na základě poloměru vnitřní hrany jízdniho pruhu bypassu
- 4) $V_e = \check{S}1/2$ + Fyzické oddělení jízdniých pruhů / 2
- 5) $V_i = \check{S}2/2$ + Fyzické oddělení jízdniých pruhů / 2
- 6) Pozice je vztažena k celkovému středu S
- 7) Počáteční pozice = poloměr – vychýlení
- 8) Koncová pozice = poloměr + vychýlení
- 9) $R1$ = vnitřní poloměr
- 10) $R2 = R1$ + Vychýlení vnější V_e
- 11) $R3 = R2$ + Vychýlení vnější V_e - Fyzické oddělení jízdniých pruhů
- 12) $R4 = R2$ + Vychýlení vnější V_e + Fyzické oddělení jízdniých pruhů
- 13) $R5 = R3$ + Vychýlení vnitřní V_i
- 14) $R6 = R5$ + Vychýlení vnitřní V_i



Obr. 20. Grafické znázornění postupu konstrukce turbo-okružní křižovatky typu koleno s vnějším průměrem $D=56,9$ m.

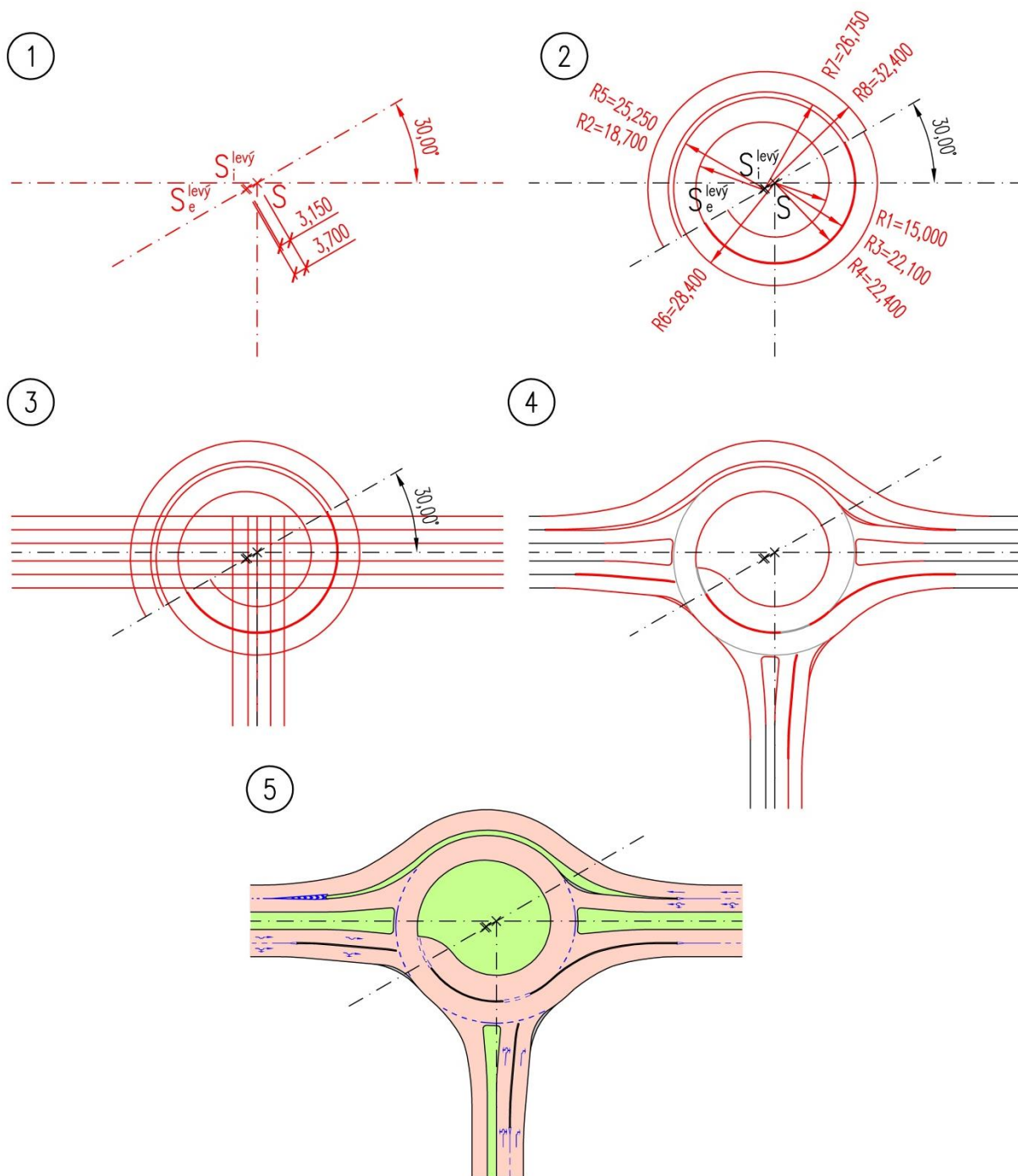
Tab. 4 Rozměry a poloměry turbobloku turbo-okružní křižovatky typu propnuté koleno s vnějším průměrem $D=50,55$ m

Šířkové uspořádání příčného řezu	Šířka [m]				
Vnitřní poloměr	15,00				
Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu	0,25	} Š1			
Vnitřní jízdni pruh	6,60				
Vnější vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu	0,25				
Fyzické oddělení jízdni pruhů	0,30				
Vnitřní vodící proužek vnějšího jízdniho pruhu	0,25	} Š2			
Vnější jízdni pruh	5,55				
Vnější vodící proužek vnějšího jízdniho pruhu	0,25				
Šířka postranního dělicího pásu	min. 1,50				
Šířky vozovek, posunutí podél translační osy a vychýlení					
Š1 = Šířka vnitřní vozovky	7,10	1)			
Š2 = Šířka vnější vozovky	6,00	2)			
Š3 = Šířka vozovky bypassu	5,65	3)			
Ve = vychýlení vnější (pro R1 a R2)	3,700	4)			
Vi = vychýlení vnitřní (pro ostatní R)	3,150	5)			
Poloměry okrajů vozovek	vychýlení středu oblouku	poloměr	počáteční pozice	koncová pozice	6) 7) 8)
R1 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	0,000	15,000	15,000	15,000	9)
R2 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	3,700	18,700	15,000	22,400	10)
R3 = vnitřní vozovka, vnější okraj	0,000	22,100	22,100	22,100	11)
R4 = vnější vozovka, vnitřní okraj	0,000	22,400	22,400	22,400	12)
R5 = vnitřní vozovka, vnější okraj	3,150	25,250	22,100	28,400	13)
R6 = vnější vozovka, vnější okraj	0,000	28,400	28,400	28,400	14)
R7 = vnitřní poloměr bypassu	3,150	26,750	23,600	29,900	15)
R8 = vnější poloměr bypassu	3,150	32,400	29,250	35,550	16)

Poznámky:

- 1) Š1 = Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu + Vnitřní jízdni pruh + Vnější vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu
- 2) Š2 = Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu + Vnější jízdni pruh + Vnější vodící proužek vnitřního jízdniho pruhu
- 3) Šířka vozovky bypassu Š3 se určí dle ČSN 73 6102 na základě poloměru vnitřní hrany jízdniho pruhu bypassu
- 4) $Ve = \frac{\text{Š1 Šířka vnitřní vozovky}}{2} + \text{Fyzické oddělení jízdni pruhů} / 2$
- 5) $Vi = \frac{\text{Š2 Šířka vnější vozovky}}{2} + \text{Fyzické oddělení jízdni pruhů} / 2$
- 6) Pozice je vztažena k celkovému středu S
- 7) Počáteční pozice = poloměr – vychýlení
- 8) Koncová pozice = poloměr + vychýlení
- 9) R1 = vnitřní poloměr

- 10) $R2 = R1 + \text{Vychýlení vnější } V_e$
- 11) $R3 = R2 + \text{Vychýlení vnější } V_e - \text{Fyzické oddělení jízdních pruhů}$
- 12) $R4 = R2 + \text{Vychýlení vnější } V_e$
- 13) $R5 = R3 + \text{Vychýlení vnitřní } V_i$
- 14) $R6 = R5 + \text{Vychýlení vnitřní } V_i$
- 15) $R7 = R5 + \text{Šířka postranního dělicího pásu}$
- 16) $R8 = R7 + \text{Š3 Šířka vozovky bypassu}$



Obr. 21. Grafické znázornění postupu konstrukce turbo-okružní křižovatky typu propnuté koleno s vnějším průměrem $D=50,55$ m.

Spirálová turbo-okružní křižovatka (viz Obr. 7) má podobnou geometrii jako základní turbo-okružní křižovatka a typ vejce založenou na dvou spirálách. Tyto spirály jsou však prodlouženy o další půlkruh za účelem vytvoření třetího jízdního pruhu na okružním pásu. Na základě dosavadních zahraničních zkušeností se však nedoporučuje tuto křižovatku navrhovat z důvodu vyšší nepřehlednosti a nehodovosti.

6.2.2 ROTOROVÁ TURBO-OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKA

Rotorová turbo-okružní křižovatka (viz Obr. 8) sestává ze čtyř vložených spirál, tzn. že její turboblok má čtyři translační osy. Na základě dosavadních zahraničních zkušeností se však nedoporučuje tuto křižovatku navrhovat z důvodu vyšší nepřehlednosti a nehodovosti.

6.2.3 TURBO-OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKA TYPU HVĚZDA

Turbo-okružní křižovatka typu hvězda (viz Obr. 10) sestává ze tří spirál, tzn. že turboblok má tři translační osy. Na základě dosavadních zahraničních zkušeností se však nedoporučuje tuto křižovatku navrhovat z důvodu vyšší nepřehlednosti a nehodovosti.

7. KONTROLA VELIKOSTI PŘÍČNÉHO ZRYCHLENÍ A DOSAHOVANÉ RYCHLOSTI

Jako mezní hodnota příčného zrychlení je uvažována hodnota 0,33 g, která byla vypočtena z hodnot uvedených v Tabulce 11 ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích ed. 2 (červen 2012) pro poloměr oblouku 15,0 m, příčný sklon 2,5 %, a návrhovou rychlost 25 km/h.

Dosažovaná rychlost na oblouku se vypočítá dle vzorce:

$$v_1 = 3,6 \cdot \sqrt{g \cdot R_L \cdot f_0'} = \sqrt{127 \cdot R_L \cdot f_0'} \quad [km \cdot h^{-1}]$$

kde g je gravitační zrychlení [m/s^2], R_L je poloměr kružnicové dráhy [m], f_0' je koeficient příčného tření (0,35 pro rychlost do 20 km/h a 0,40 pro rychlost přes 20 km/h).

Příčné zrychlení se vypočítá dle vzorce.

$$a = \frac{\left(\frac{v_1}{3,6}\right)^2}{R_L \cdot g}$$

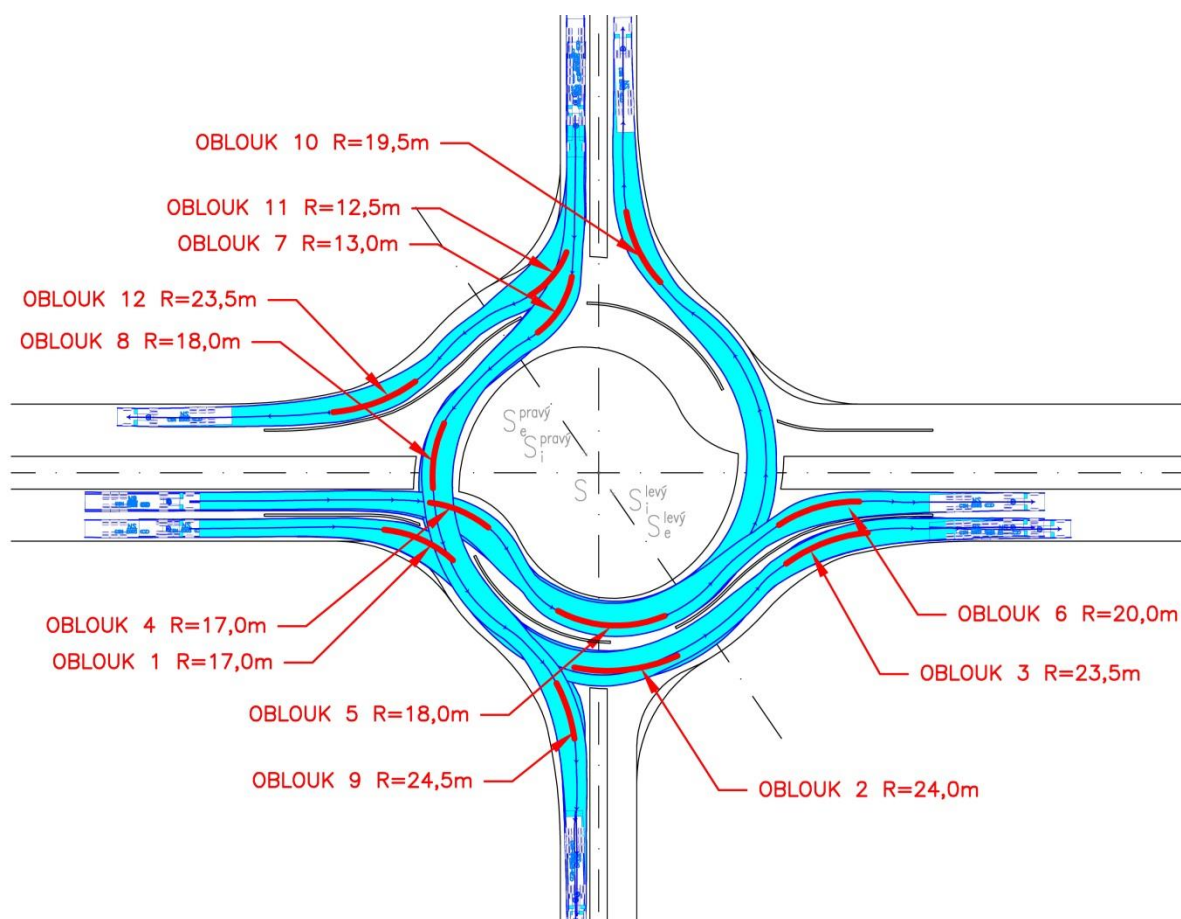
kde v_1 je dosažovaná rychlost na oblouku [$km \cdot h^{-1}$], R_L je poloměr kružnicové dráhy [m] a g je gravitační zrychlení [m/s^2]. Výsledek se uvádí v násobcích g .

Dosažovaná rychlost na oblouku by neměla překročit u osobních automobilů 30-35 $km \cdot h^{-1}$ a zároveň by neměla být u směrodatného vozidla menší než 20 $km \cdot h^{-1}$. Příčné zrychlení u směrodatného vozidla by nemělo v žádném úseku křižovatky překročit hodnotu 0,33 g při rychlosti 20 km/h.

Poloměry jednotlivých oblouků trajektorie průjezdu vozidla křižovatkou jsou získány aproximací křivky této trajektorie soustavou prostých kružnicových oblouků, viz Obr. 22.

Tab. 5 Kontrola velikosti příčného zrychlení a dosahované rychlosti.

	R	Dosahovaná rychlost v_1	$v_1 < 35$ km/h	Příčné zrychlení a pro dosahovanou rychlost v_1	$v_1 > 20$ km/h	Příčné zrychlení a pro rychlost 20 km/h	$a < 0,33$ g
	[m]	[km/h]	[-]	[g]	[-]	[g]	[-]
Oblouk 1	17,0	23	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,19	VYHOVUJE
Oblouk 2	24,0	28	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,13	VYHOVUJE
Oblouk 3	23,5	27	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,13	VYHOVUJE
Oblouk 4	17,0	23	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,19	VYHOVUJE
Oblouk 5	18,0	24	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,17	VYHOVUJE
Oblouk 6	20,0	25	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,16	VYHOVUJE
Oblouk 7	13,0	20	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,24	VYHOVUJE
Oblouk 8	18,0	24	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,17	VYHOVUJE
Oblouk 9	24,5	28	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,13	VYHOVUJE
Oblouk 10	19,5	25	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,16	VYHOVUJE
Oblouk 11	12,5	20	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,25	VYHOVUJE
Oblouk 12	23,5	27	VYHOVUJE	0,25	ANO	0,13	VYHOVUJE



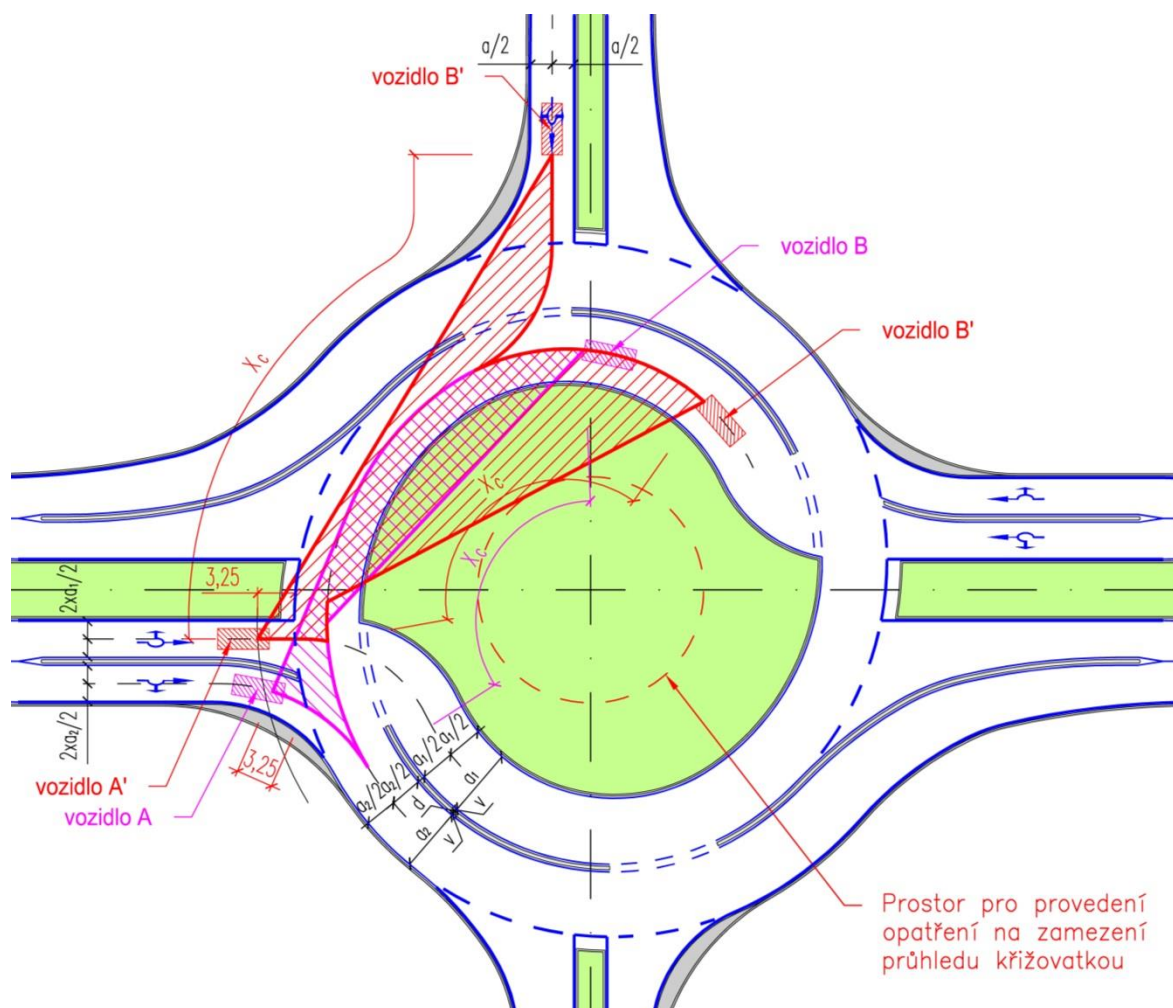
Obr. 22. Popis trajektorie průjezdu návrhového vozidla (tahače s návěsem dl. 16,5 m) turbo-okružní křižovatkou typu vejce standardní velikosti.

8. ROZHLEDOVÉ POMĚRY

Pro sestavení rozhledových trojúhelníků na vjezdech do turbo-okružní křižovatky se použije analogie s konstrukcí rozhledových trojúhelníků na stykové křižovatce podle uspořádání A dle ČSN 73 6102 s jediným rozdílem, že jako vstupní hodnota pro určení vzdáleností X_B a X_C se používá dosahovaná rychlost v_1 , nikoliv dovolená rychlost. Dosahovaná rychlost se vypočítá dle vzorce:

$$v_1 = 3,6 \cdot \sqrt{g \cdot R_L \cdot f_0'} = \sqrt{127 \cdot R_L \cdot f_0'} \quad [km \cdot h^{-1}]$$

kde g je gravitační zrychlení [m/s^2], R_L je poloměr kružnicové dráhy [m] a f_0' je koeficient příčného tření (0,35 pro rychlost do 20 km/h a 0,40 pro rychlost přes 20 km/h).



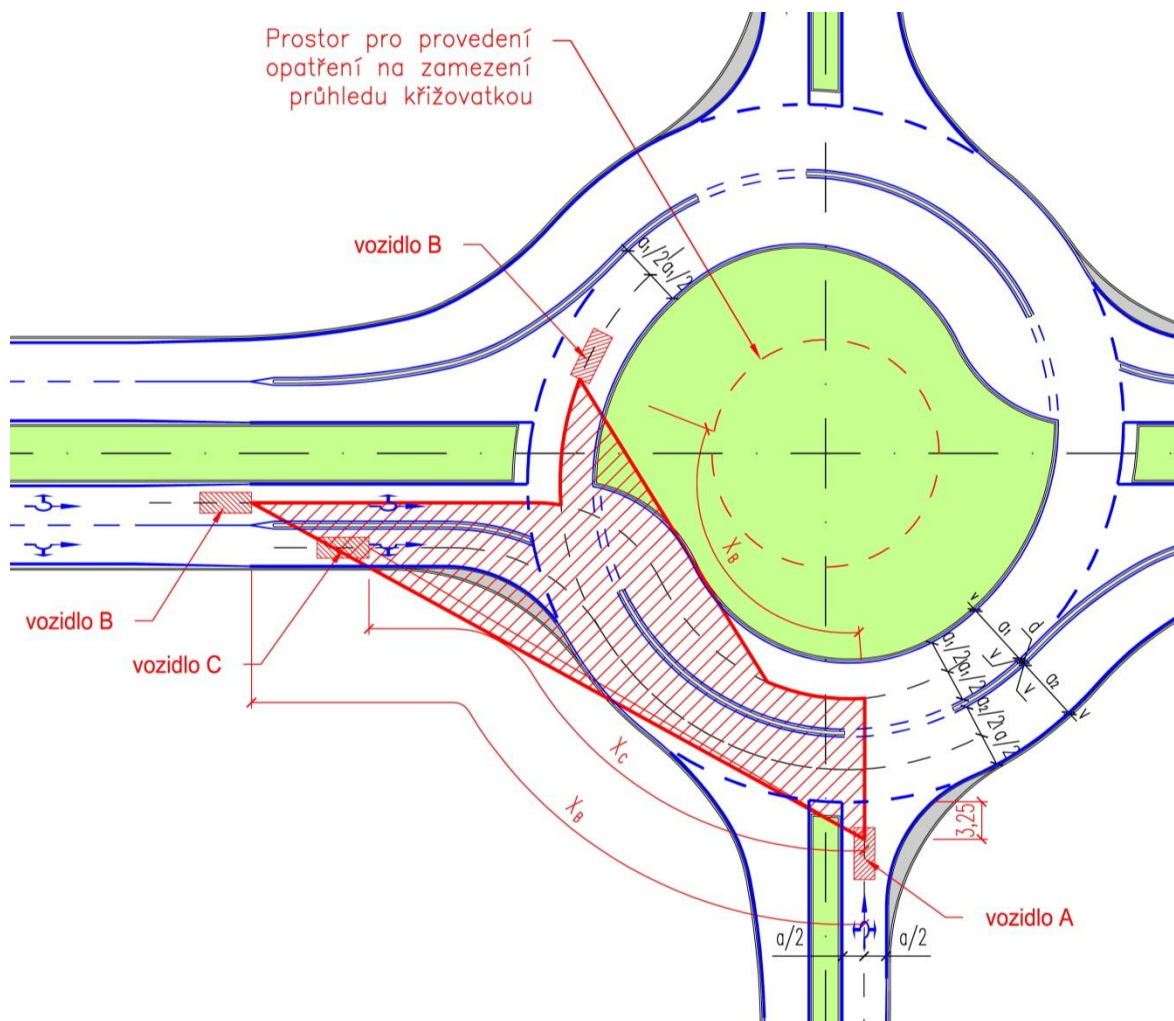
Obr. 23. Rozhledové trojúhelníky pro vozidla vjíždějící do křižovatky z dvoupruhového vjezdu.

Rozhledový bod na vjezdu leží ve vzdálenosti 3,25 m od vnějšího okraje vnějšího jízdního pruhu okružního jízdního pásu. Délka odvěsny rozhledového trojúhelníku X_C pro vjetí do vnějšího jízdního pruhu se vynese do osy vnějšího jízdního pruhu. Délka odvěsny rozhledového trojúhelníku X_B pro vjetí do vnitřního jízdního pruhu se vynese do osy vnitřního jízdního pruhu (viz Obr. 24)

Délka rozhledu pro zastavení D_z se určí rovněž z dosahované rychlosti v_1 a musí být zajištěna na okružním jízdním pásu a na výjezdech.

Požadavkům na zajištění rozhledů musí být přizpůsobeno řešení křižovatky jak z hlediska geometrických prvků, tak z hlediska umístění bezpečnostních zařízení a svislých dopravních značek, umístění veřejného osvětlení, výškového uspořádání středového ostrova, terénu na vnějším okraji turbo-okružní křižovatky, ozelenění křižovatky a také případných překážek v rozhledu např. telefonní budky, prodejní stánky, městský mobiliář atd.

Pokud je část nebo celý středový ostrov mimo rozhledové pole, řeší se v tom místě jeho výškové uspořádání tak, aby bylo zabráněno v průhledu křižovatkou z paprsků křižujících komunikací křižovatky.



Obr. 24. Rozhledové trojúhelníky pro vozidla vjíždějící do křižovatky z jednoruhového vjezdu.

Rozhledy na vjezdech je vhodné prověřit i podle uspořádání B tak, aby řidič přijíždějící ke křižovatce viděl dopravní situaci na okružním jízdním pásu. Bez ohledu na to, zda bude zajištěn rozhled i podle uspořádání B, bude vždy osazena na vjezdu na okružní jízdni pás křižovatky dopravní značka P4 – Dej přednost v jízdě spolu s dopravní značkou C1 Kruhový objezd.

Tab. 6 Délky stran rozhledových trojúhelníků v m s předností v jízdě podle uspořádání A (vynášení jednotlivých vzdáleností je patrné z Obr. 23 a Obr. 24) – tabulkové hodnoty byly převzaty z ČSN 73 6102.

Strany rozhledového trojúhelníku v m								
Rychlost ^{a)} [km/h]	Vozidla skupiny 1		Vozidla skupiny 2		Vozidla skupiny 3		Vozidla skupiny 4	
	X _B	X _C	X _B	X _C	X _B	X _C	X _B	X _C
20	30	25	35	25	45	40	50	40
30	40	35	45	35	55	45	60	50
40	55	50	60	50	75	65	80	70
50	70	65	80	65	100	85	110	95
60	90	80	100	85	125	110	140	125
70	110	100	125	105	160	140	170	155
80	135	120	150	130	195	170	210	190
90	160	145	180	160	230	210	250	230

^{a)} Dosahovaná rychlost v_1

9. FYZICKÉ ODDĚLENÍ JÍZDNÍCH PRUHŮ

Fyzické oddělení jízdních pruhů je zvýšený, pevně založený liniový prvek, který se doporučuje provádět s převýšením 40 mm nad povrchem vozovky v minimální šířce 300 mm. V případě návrhu místa pro přecházení/přechodu pro chodce je vhodné jej navrhovat širší, zejména při výjezdu z okružního pásu. Rozšířené fyzického oddělené jízdních pruhů na výjezdu je patrné z Obr. 34 a Obr. 37.

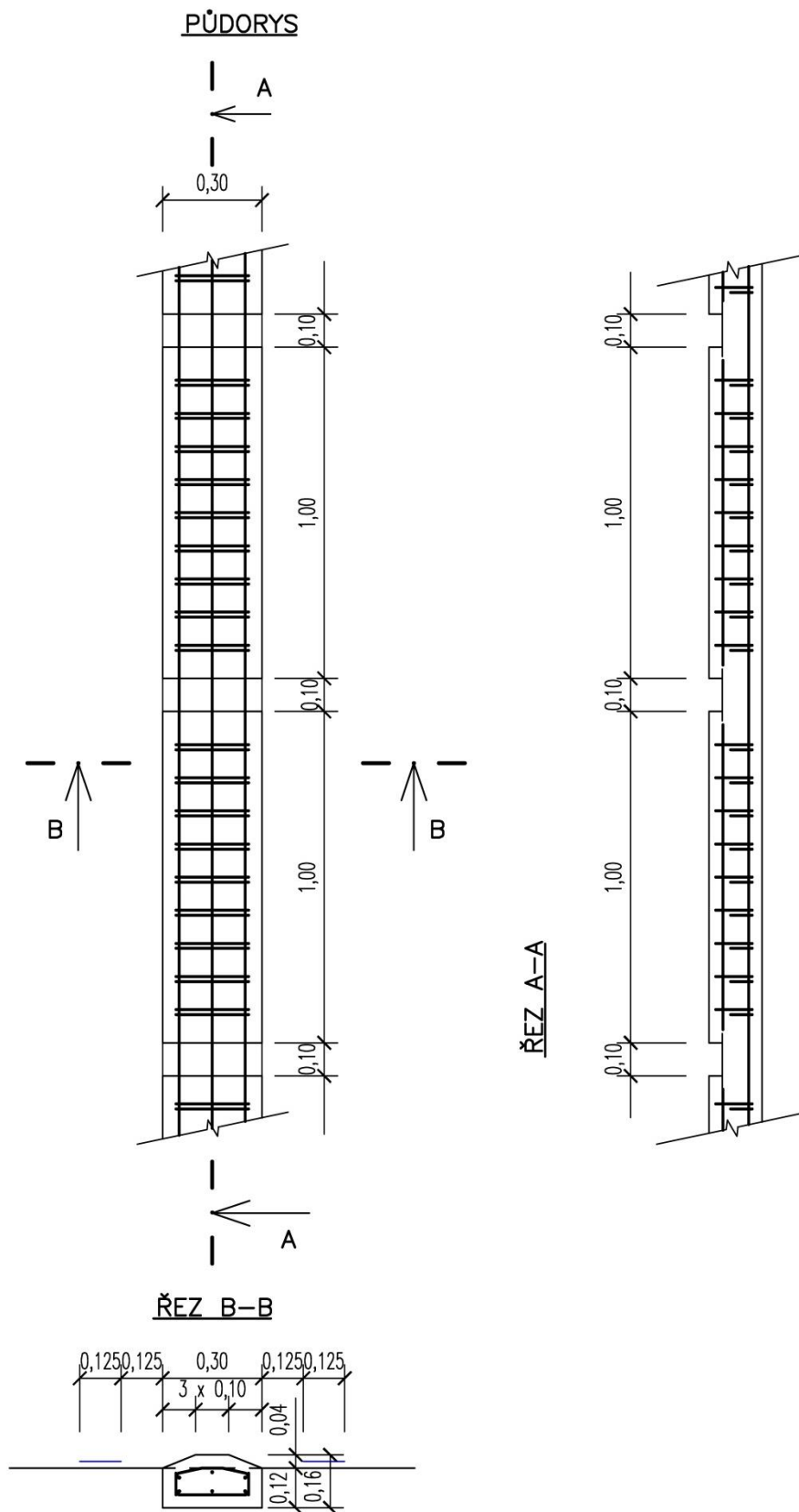
Fyzické oddělení jízdních pruhů se doporučuje navrhovat z těchto důvodů:

- předchází průpletům vozidel a křížení dráhy vozidel jedoucích po okruhu s vozidly, které okružní pás opouštějí
- předchází narovnávání trajektorie průjezdu vozidel v obdobích s nízkou intenzitou dopravy
- snižuje obavy řidičů z vozidel v ostatních jízdních pruzích

Aby bylo zajištěno odvodnění vnitřního jízdního pruhu na okružním pásu, je třeba fyzické oddělení jízdních pruhů v pravidelných intervalech přerušit, aby zachycená voda mohla odtéct (viz Obr. 25).

Jako alternativa k monolitickému provedení fyzického oddělení jízdních pruhů lze navrhnout některé z v současnosti vyráběných prefabrikovaných obrubníků používaných jako lem dlážděných prstenců okružních křižovatek. V případě použití těchto prefabrikátů je třeba počítat s nárůstem jak šířky, tak výšky fyzického oddělení jízdních pruhů.

Vodorovné zhlaví fyzického oddělení jízdních pruhů šířky 100 mm je nutné opatřit prvky zvyšujícím postřehnutelnost, např. zvýrazňujícími knoflíky bílé barvy, které odolávají pojezdu motorových vozidel a působení povětrnosti. Tato opatření musí být provedena v souladu s TP 58.



Obr. 25. Příklad provedení monolitického fyzického oddělení jízdnic pruhů.

10. ZIMNÍ ÚDRŽBA

Při návrhu křižovatky je třeba zohledňovat technické parametry vozidel zimní údržby příslušného správce komunikace. Například běžné vozidlo zimní údržby dálnic a rychlostních silnic je třínápravové vozidlo kategorie N3 se sněhovou radlicí šířky 5000 mm. Viz výkresy opakovaných řešení ŘSD ČR – R 49 (<http://www.rsd.cz/doc/Technicke-predpisy/PPK-a-dopravni-znaceni/vykresy-opakovanych-reseni>).

11. ODVODNĚNÍ

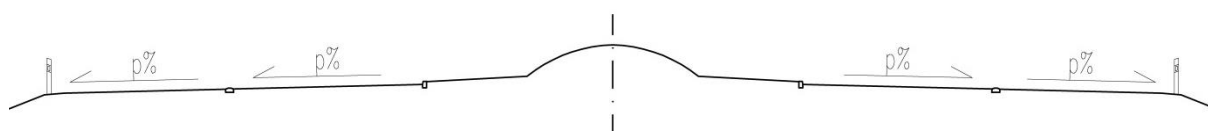
Plocha turbo-okružní křižovatky musí být vyspádována tak, aby nedocházelo ke zdržování vody na zpevněných plochách. Okružní jízdní pás by měl být spádován mimostředně (viz Obr. 26), vyžadují-li to podmínky, je možné použít dostředný sklon (viz Obr. 27), eventuálně jednostranně naklonit celou plochu křižovatky (viz Obr. 28).

Podélné sklony křižujících se komunikací musí mít takové hodnoty, aby při plynulém napojení na okružní jízdní pás křižovatky nebyl na okružním jízdním pásu překročen příčný sklon 3,5 % směrem k vnějšímu okraji a 6,0% směrem ke středu křižovatky. Podélný sklon okružního jízdního pásu křižovatky nesmí překročit 5 %. Výsledný sklon okružního jízdního pásu musí být nejméně 0,5 %.

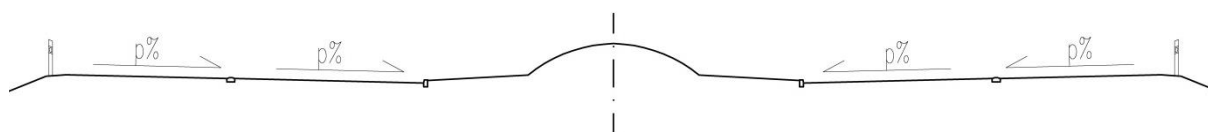
S výjimkou výše uvedených odlišných parametrů se příčné sklony na turbo-okružní křižovatce navrhují v souladu s ČSN 73 6101, ČSN 73 6102 a ČSN 73 6110.

Příčný sklon lze na okružním jízdním pásu překlápět, a to tam, kde to vyžaduje výšková poloha turbo-okružní křižovatky a návaznost na podélné sklony paprsků křižujících se komunikací. Změna příčného sklonu by neměla být větší než 2,5 % na délku 10 m, přičemž tato délka se měří v ose jízdního pruhu.

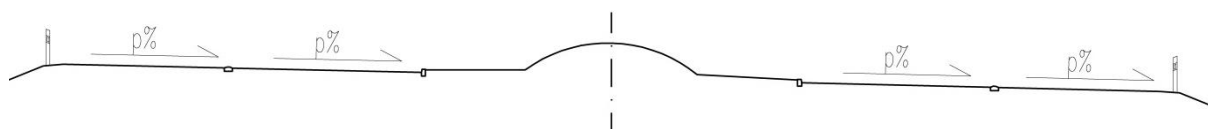
Přechod mezi podélným sklonem napojovaného paprsku a příčným sklonem okružního jízdního pásu má být plynulý, vytvořený vloženým výškovým obloukem. Ve stísněných poměrech mohou být paprsky napojeny přímo, přičemž rozdíl opačných sklonů má být do 4 % a ve zdůvodněných případech nejvíce 5 %.



Obr. 26. *Mimostředný příčný sklon.*



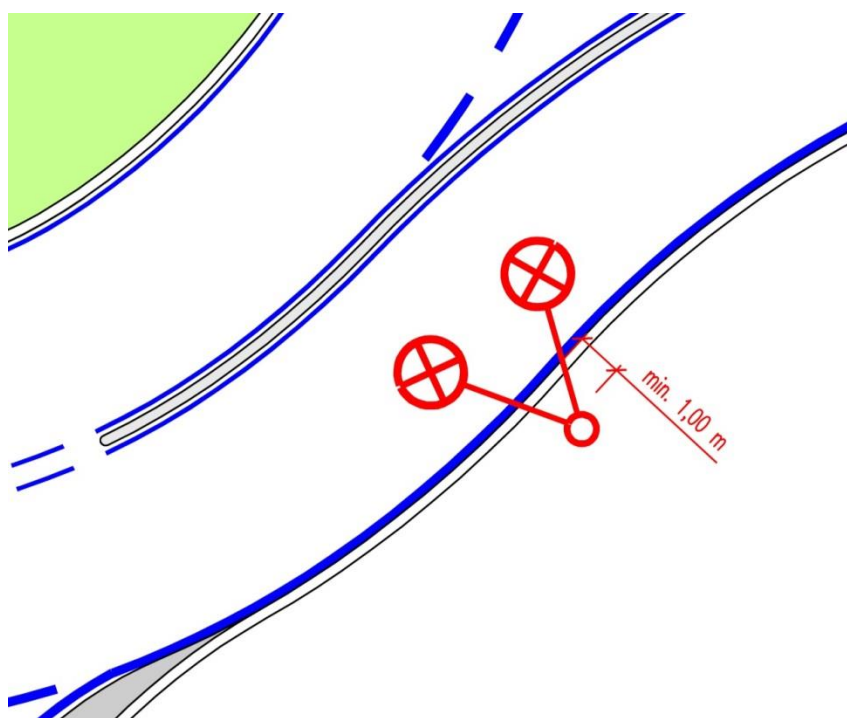
Obr. 27. *Dostředný příčný sklon.*



Obr. 28. *Jednostranně nakloněná plocha křižovatky.*

12. VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ

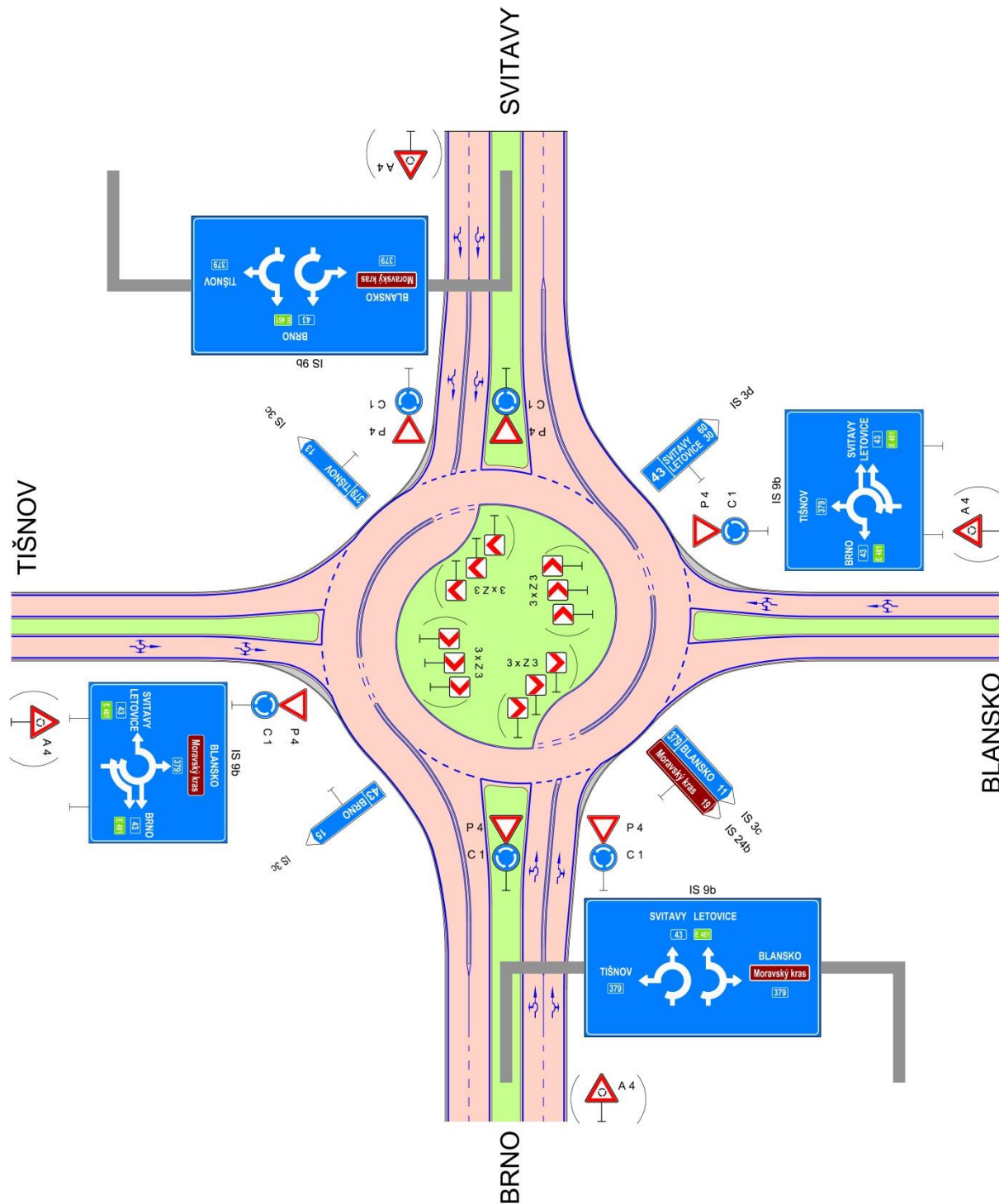
Veřejné osvětlení okružních křižovatek se navrhuje vždy v průřezných úsecích silnic zastavěným územím. Na místních komunikacích, případně i na veřejně přístupných účelových komunikacích, okružních křižovatkách v extravilánu, se realizace osvětlení doporučuje na základě individuálního hodnocení. Osvětlení se navrhuje podle ČSN CEN/TR 13201 s přihlédnutím k příslušným ustanovením ČSN 73 6101 a ČSN 73 6110. Osvětlovací body se umísťují podél vjezdů a výjezdů a na vnější straně okružního jízdního pásu křižovatky. Pro zajištění případného průjezdu nadměrných přeprav se stožáry VO a případné zábradlí i mobiliář zpravidla navrhuje odsazeny od okraje okružního jízdního pásu, vjezdů i výjezdů nejméně o 1,0 m, aby bylo možno na sloupy VO umístit svislé dopravní značení. Osvětlení nesmí v žádném případě oslňovat řidiče vozidel, cyklisty, ale ani chodce, a musí zabezpečit osvětlení svislých a vodorovných dopravních značek, okružního jízdního pásu, vjezdů a výjezdů okružní křižovatky, tvar a výškové uspořádání křižovatky, jakož i chodce na přechodech a cyklisty na přejezdech. Na přechodech je nutné doplnění veřejného osvětlení s intenzivnějším nasvětlením přechodů pro pěší. Zvýšený středový ostrov má být osvětlen (to však neznamená umístění osvětlovacího bodu na ploše středového ostrova).



Obr. 29. Detail umístění sloupu VO.

13. SVISLÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

Svislé dopravní značení se provádí v souladu s TP 65 a TP 169. Příklad provedení a rozmístění svislého dopravního značení je patrný z Obr. 30.

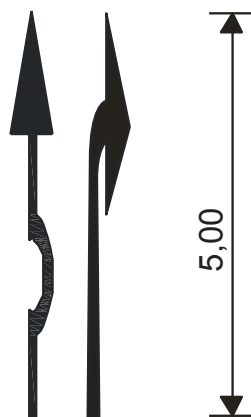


Obr. 30. Svislé dopravní značení na turbo-okružní křižovatce.

14. VODOROVNÉ DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

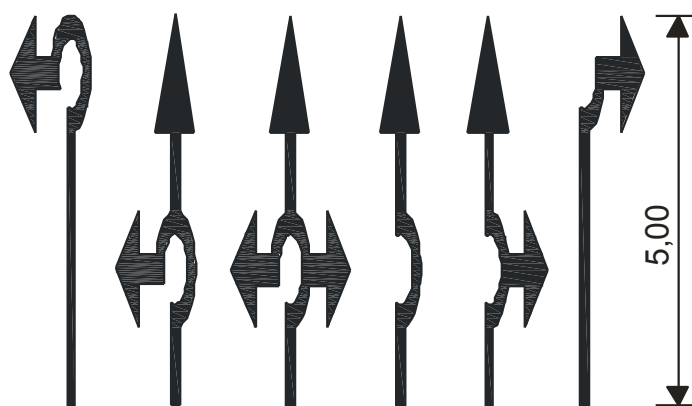
Vodorovné dopravní značení se provádí v souladu s TP 133 a TP 169.

Jízdni pruhy před turbo-okružní křižovatkou se spojovací větví („bypassem“) se doporučuje vyznačit jako řadící pruhy užitím směrových šipek vyznačujících stanovený směr jízdy křižovatkou.

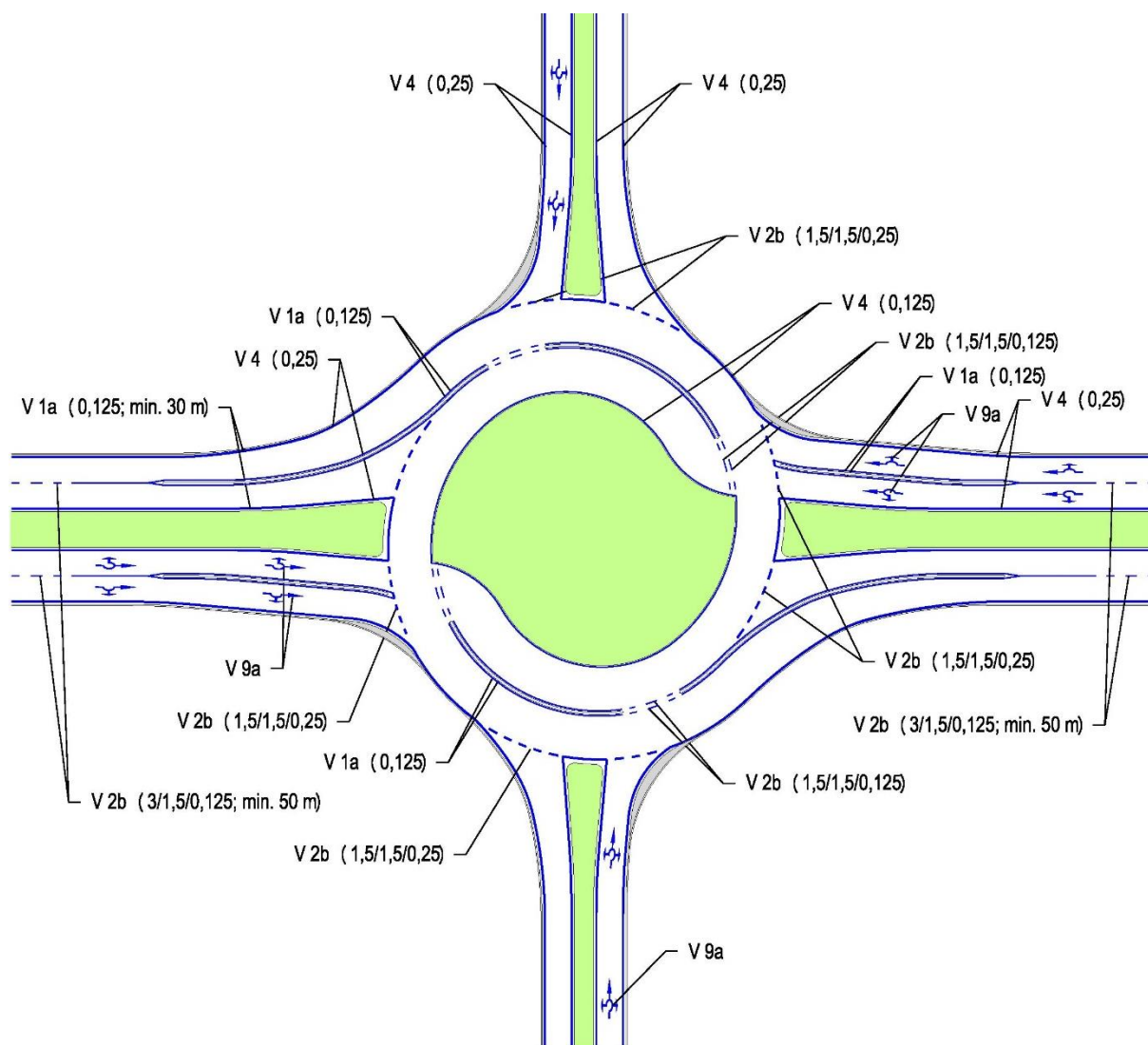


Obr. 31. Vyznačení spojovacích větví. Převzato z TP 133.

Jízdni pruhy před turbo-okružní křižovatkou je nezbytné vyznačit jako řadící pruhy užitím směrových šipek v provedení odpovídajícím stanovenému směru jízdy v prostoru křižovatkou (v okružním jízdním pásu).



Obr. 32. Vyznačení jízdnic před křižovatkou. Převzato z TP 133.



Obr. 33. Vodorovné dopravní značení turbo-okružní křižovatky s fyzickým oddělením jízdních pruhů.

15. MÍSTA PRO PŘECHÁZENÍ A PŘECHODY PRO CHODCE

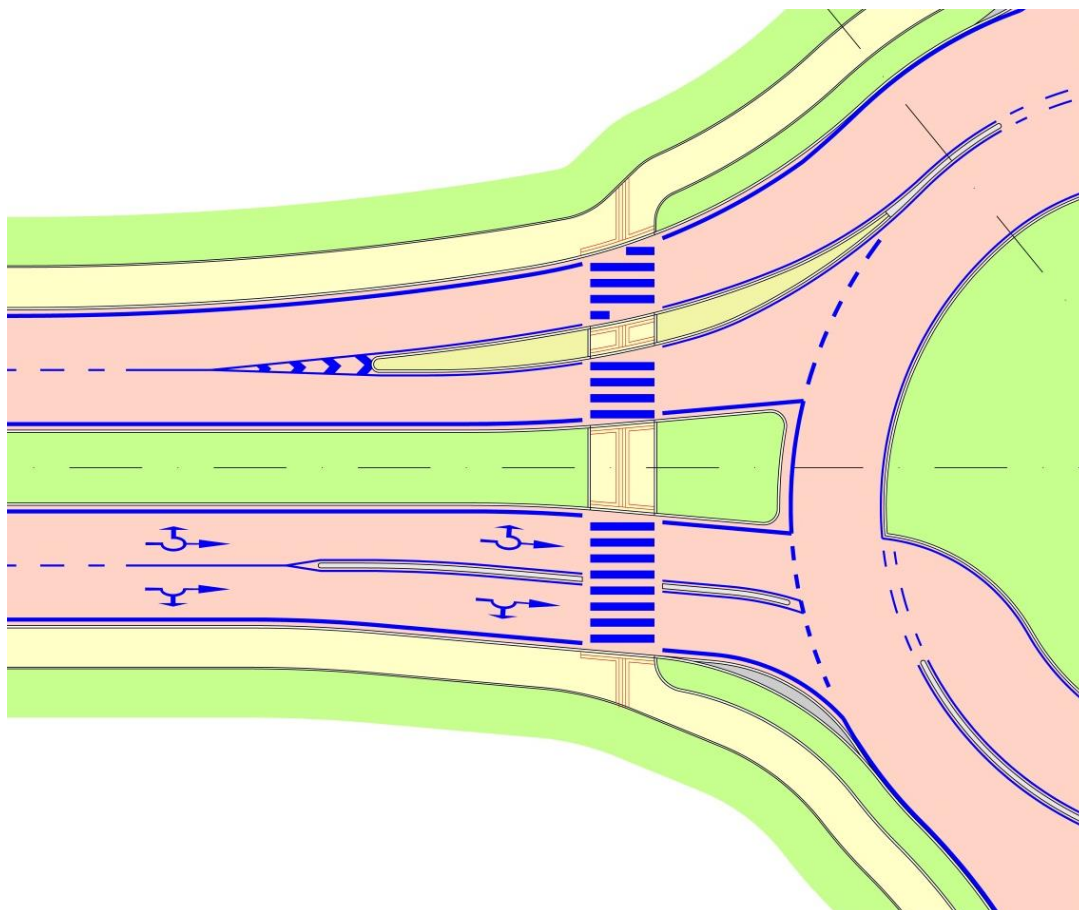
Místa pro přecházení a přechody pro chodce se na paprscích turbo-okružních křižovatek navrhuje dle ČSN 73 6110, není-li níže stanoveno jinak. Při návrhu turbo-okružních křižovatek je třeba si uvědomit, že chodci mohou ovlivňovat jejich kapacitu.

Místa pro přecházení a přechody pro chodce se zřizují pouze v místech existujících nebo předpokládaných pěších příčných vztahů, která navazují na přiměřeně chráněný prostor a dostatečný prostor k vyčkávání několika chodců mimo jízdní pás paprsku křižovatky. Místo pro přecházení/přechod pro chodce má křížit jízdní pruhy/pásky kolmo a má být umístěno tak, aby byly dodrženy rozhledové poměry a vzdálenost pro rozlišitelnost místa pro přecházení/přechodu pro chodce dle ČSN 73 6110.

Místa pro přecházení/přechody pro chodce musí být opatřeny prvky pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace dle vyhlášky 398/2009 Sb.

Přechody pro chodce na paprscích turbo-okružních křižovatek se smí navrhovat pouze přes dva protisměrné jízdní pruhy (přes dvoupruhovou obousměrnou komunikaci), nebo přes dva stejnosměrné řadící jízdní pruhy před křižovatkou. Na dvoupruhovém výjezdu musí být přechod pro chodce vždy rozdělen ochranným ostrůvkem. Šířka ochranného ostrůvku má být 2,50 m až 3,00 m, ve stísněných podmínkách je možné šířku snížit až na 2,00 m. Případná zeleň v ochranném ostrůvku může mít výšku nejvíce 0,50 m

Standardní šířka přechodu pro chodce je 4,0 m, v místech s větší koncentrací chodců se šířka přechodů zvětší v kroku po jednom metru. Největší délku neděleného místa pro přecházení/přechodu pro chodce stanovuje ČSN 73 6110.



Obr. 34. Schéma uspořádání přechodu pro chodce na paprsku turbo-okružní křižovatky.

16. BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ

Vodící a záchytná bezpečnostní zařízení se navrhují dle ČSN 73 6101, ČSN 73 6110, TP 101, TP 114, TP 128, TP 139 a TP 140.

Pokud se v menší než rozhodující vzdálenosti od okraje zpevnění plochy křižovatky nebo jejích paprsků nachází pevná překážka, např. sloupy portálových konstrukcí, sloupy veřejného osvětlení apod., je nutno v takovém případě osadit svodidlo.

Výjimku tvoří komunikace s dovolenou rychlostí ≤ 60 km/h, kde se svodidla obvykle nenavrhují. Pokud by bylo s ohledem na bezpečnost silničního provozu vhodné svodidla navrhnout, použijí se kritéria uvedená v ČSN 73 6101.

17. UKÁZKY REALIZOVANÝCH TURBO-OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

Obr. 35. Brno – křižovatka ulic Kamenice x Netroufalky.



Obr. 36. Brno – křižovatka ulic Olomoucká x Řípská.



Obr. 37. Brno – křižovatka ulic Olomoucká x Řípská, fyzické oddělení jízdních pruhů na výjezdu.



Obr. 38. České Budějovice – aplikace fyzického oddělení jízdních pruhů na okružním pásu.



Obr. 39. České Budějovice – detail fyzického oddělení jízdních pruhů na okružním pásu.



Obr. 40. Olomouc – křižovatka ulic Hamerská x Lipenská.



Obr. 41. Rakousko – Zell am See – detail vjezdu.



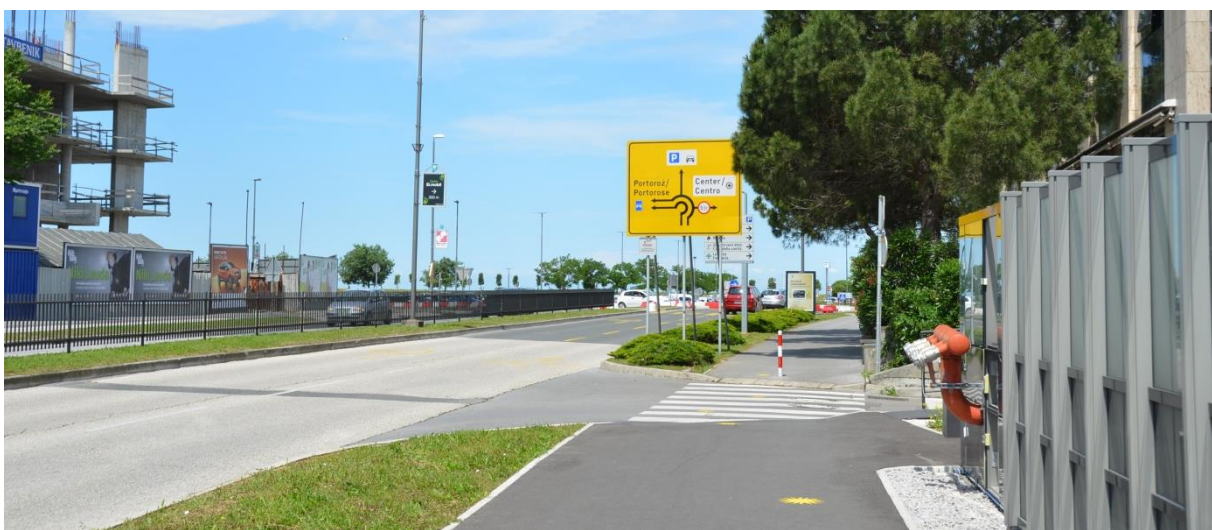
Obr. 42. Rakousko – Zell am See – detail výjezdu.



Obr. 43. *Slovensko – Koper – provizorní turbo-okružní křižovatka.*



Obr. 44. *Slovensko – Koper – provizorní turbo-okružní křižovatka.*



Obr. 45. *Slovensko – Koper – návěstí před provizorní turbo-okružní křižovatkou.*



Obr. 46. Slovinsko – Ljubljana – světelně řízená turbo-okružní křižovatka.



Obr. 47. Slovinsko - Ljubljana - světelně řízená turbo-okružní křižovatka.



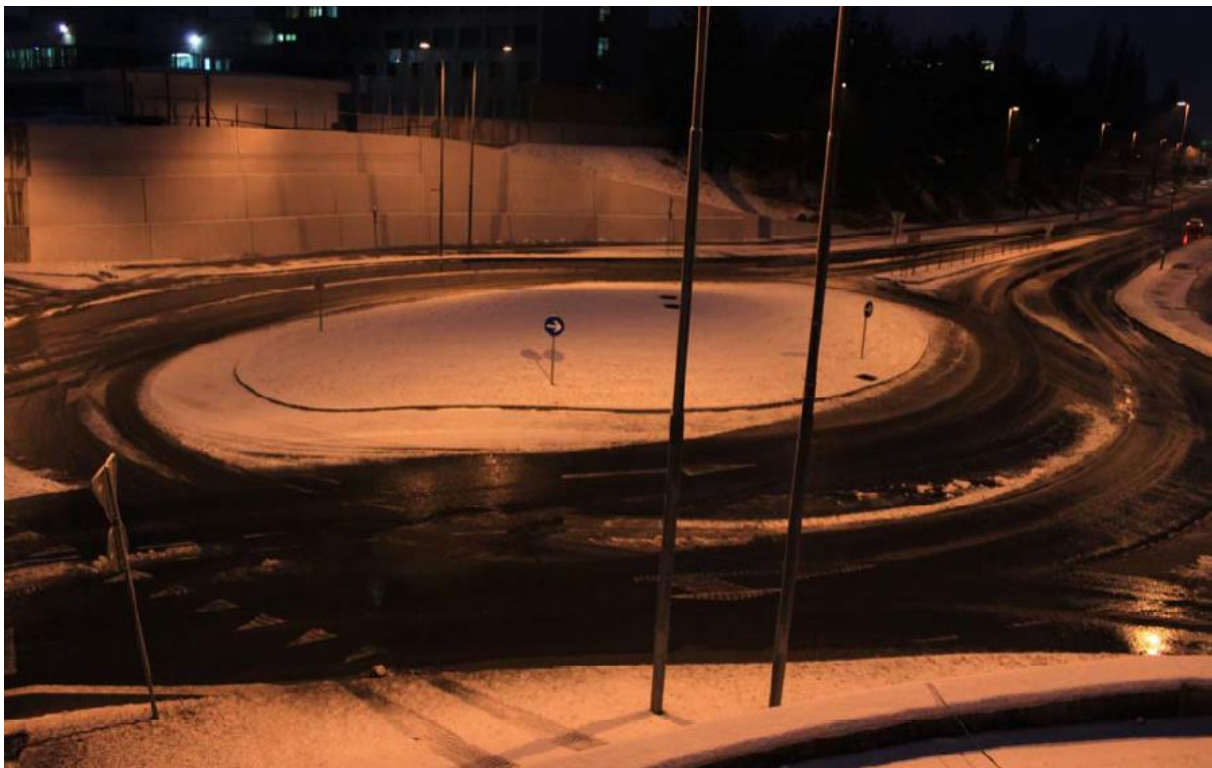
Obr. 48. *Slovinsko – Maribor – turbo-okružní křižovatka v intravilánu.*



Obr. 49. *Slovinsko – Maribor – detail betonové tvarovky fyzického oddělení jízdních pruhů.*



Obr. 50. Slovinsko – Maribor – turbo-okružní křižovatka s fyzickým oddělením jízdních pruhů v letním období.



Obr. 51. Slovinsko – Maribor – turbo-okružní křižovatka s fyzickým oddělením jízdních pruhů v zimním období po provedení zimní údržby (Převzato z: TOLAZZI, Tomaž; RENČELJ Marko a TURNŠEK Sašo; TURBO ROUNDABOUTS – SLOVENIAN EXPERIENCES).

