

Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií

TP 14/2015

TECHNICKÉ PODMIENKY
PROJEKTOVANIE TURBO-OKRUŽNÝCH KRIŽOVATIEK

účinnosť od: 31.12.2015

OBSAH

1	Úvodná kapitola	3
1.1	Vzájomné uznávanie	3
1.2	Predmet technických podmienok (TP)	3
1.3	Účel TP	3
1.4	Použitie TP	3
1.5	Vypracovanie TP	3
1.6	Distribúcia TP	4
1.7	Účinnosť TP	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	4
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy	4
1.10	Súvisiace a citované normy	4
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky	5
1.12	Súvisiace zahraničné predpisy	5
1.13	Použitá literatúra	5
1.14	Použité skratky	6
2	Všeobecne	8
2.1	Základné pojmy	8
3	Turbo-okružné križovatky (TOK)	11
3.1	Základný princíp	11
3.2	Hlavné znaky a charakteristika	12
3.3	Rozdelenie TOK	13
3.4	Kapacita TOK	15
3.5	Bezpečnosť cestnej premávky na TOK	16
4	Plánovanie a projektovanie TOK	17
4.1	Základné predpoklady a vhodnosť použitia TOK	17
4.2	Návrh geometrického usporiadania	18
4.3	Sklony vozovky a odvodnenie	25
4.4	Charakteristické návrhové prvky a vybavenie TOK	26
4.5	Rozhľadové pomery	36
4.6	Dopravné značenie na TOK	38
5	Výpočet kapacity TOK	40
5.1	Účel a rozsah pôsobnosti	40
5.2	Podklady na kapacitné posúdenie	40
5.3	Kritériá a stupne kvality dopravného prúdu	41
5.4	Výpočet intenzít dopravy na TOK	42
5.5	Výpočet základnej kapacity jazdného pruhu na vjazde	44
5.6	Vplyv chodcov	45
5.7	Posúdenie kapacity vjazdu do TOK	47
5.8	Posúdenie kapacity výjazdu z TOK	50
5.9	Posúdenie kapacity spojovacej vetvy TOK	52
6	Prílohy	53
6.1	Výpočtové formuláre pre posúdenie TOK	53
6.2	Príklad kapacitného posúdenia TOK	55
6.3	Postup zostrojenia oválnej TOK štandardnej veľkosti	57
6.4	Turboblok pre špirálovú TOK	59
6.5	Turboblok pre rotorovú TOK	60
6.6	Turboblok pre hviezdnicovú TOK	61
6.7	Detaily prvkov TOK	62
6.9	Vedenie cyklistov v priestore TOK	67
6.10	Príklady dopravného značenia na TOK	67

1 Úvodná kapitola

1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- (a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- (b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- (c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- (d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení (EÚ) č. 305/2011.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti alebo technického pokroku.

„Štát EHP a Turecko“ znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych alebo iných medzinárodných noriem.

1.2 Predmet technických podmienok (TP)

Tieto TP určujú zásady pre návrh a projektovanie turbo-okružných križovatiek na cestných, miestnych a verejne prístupných účelových komunikáciách, pričom nadväzujú na STN 73 6102.

TP vychádzajú z holandských a slovinských skúseností a sú prispôsobené slovenským podmienkam a legislatíve.

1.3 Účel TP

Tieto TP obsahujú informácie a usmernenia pre plánovanie, geometrický návrh, bezpečnosť cestnej premávky, stanovenie kapacity, priestorové usporiadanie a konkrétne detaily turbo-okružných križovatiek na cestných, miestnych a verejne prístupných účelových komunikáciách.

Turbo-okružné križovatky sa budujú ako kapacitnejšia a bezpečnejšia alternatíva k viacpruhovým okružným križovatkám za účelom zvýšenia kvality dopravy. Vzhľadom na ich odlišné charakteristiky a geometrické usporiadanie v porovnaní s okružnými križovatkami si vyžadujú osobitný prístup.

1.4 Použitie TP

Tieto TP sa používajú pri projektových prácach všetkých stupňov projektovej dokumentácie na navrhovanie turbo-okružných križovatiek, pri posudzovaní a schvaľovaní v dopravno-inžinierskej činnosti, v stavebnom a územnom konaní. Určené sú investorom, projektantom, dopravným inžinierom, zhotoviteľom, vlastníkom, správcom, pracovníkom štátnej správy a samosprávy.

1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovalo Centrum excelentnosti pre dopravné staviteľstvo - Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.

Zodpovedný riešiteľ:

doc. Ing. Andrea Kociánová, PhD., tel. č.: +421 41 513 5912, e-mail: andrea.kocianova@fstav.uniza.sk.

Spoluriešitelia:

Ing. Martin Bartovic, PhD., tel. č.: +421 41 413 5545, e-mail: martin.bartovic@fstav.uniza.sk,

Ing. Marián Kopček, tel. č.: +421 41 513 5515, e-mail: marian.kopcek@fstav.uniza.sk.

Zahraniční konzultanti:

prof. dr. Tomaž Tollazzi, univ. dipl. inž. grad., University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: tomaz.tollazzi@um.si,

asist. mag. Sašo Turnšek, univ. dipl. inž. grad., University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, 2000 Maribor, Slovenia, e-mail: saso.turnsek@um.si.

1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy rezortu) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nenahrádzajú žiadny iný predpis.

1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

[Z1]	Vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
[Z2]	zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
[Z3]	zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
[Z4]	zákon č. 50/1976 Zb., o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
[Z5]	vyhláška MŽP SR č. 453/2000 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia stavebného zákona;
[Z6]	vyhláška MŽP SR č. 532/2002 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie;
[Z7]	zákon SNR č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov;
[Z8]	zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch, v znení neskorších predpisov.

1.10 Súvisiace a citované normy

STN 01 8020	Dopravné značky na pozemných komunikáciách
STN 01 8028	Cykloturistické značenie
STN 01 8521	Názvoslovie cestnej dopravy a prepravy
STN 73 6100	Názvoslovie pozemných komunikácií
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6102	Projektovanie križovatiek na pozemných komunikáciách
STN 73 6110	Projektovanie miestnych komunikácií
STN 73 6114	Vozovky pozemných komunikácií. Základné ustanovenia pre navrhovanie
STN 73 6133	Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií
STN 73 6425	Stavby pre dopravu. Autobusové, trolejbusové a električkové zastávky
STN EN 124	Vtokové mreže dažďových vpustov a poklopy vstupných šácht na jazdné
- súbor noriem (13 6301)	plochy a pešie zóny

STN EN 1317 – súbor noriem (73 6030)	Záchytné bezpečnostné zariadenia na pozemných komunikáciách
STN EN 13201-2 (36 0410)	Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetlotechnické požiadavky
STN EN 13201-3 (36 0410)	Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 3: Svetlotechnický výpočet
STN EN 13201-4 (36 0410)	Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetlotechnických vlastností

Poznámka: Súvisiace a citované normy vrátane aktuálnych zmien, dodatkov a národných príloh.

1.11 Súvisiace a citované technické predpisy a podmienky

[T1]	TP 04/2004	Projektovanie okružných križovatiek na cestných a miestnych komunikáciách, MDPT SR: 2004 a Dodatok č.1/2015 k TP 04/2004;
[T2]	TP 1/2005	Zvodidlá na pozemných komunikáciách. Zaťaženie, stanovenie úrovne zachytenia na PK, projektovanie individuálnych zvodidiel, MDPT SR: 2005;
[T3]	TP 04/2005	Použitie zvislých a vodorovných dopravných značiek na pozemných komunikáciách, MDPT SR: 2005;
[T4]	TP 15/2005	Zásady navrhovania prvkov upokojuvania dopravy na úsekoch cestných prietahov v obciach a mestách na štvorpruhových komunikáciách (Upokojuvanie dopravy), MDPT SR: 2005 a Dodatok č.1/2006 k TP 15/2005;
[T5]	TP 13/2005	Projektovanie odvodňovacích zariadení na cestných komunikáciách, MDPT SR: 2005;
[T6]	TP 03/2006	Dokumentácia stavieb ciest, Prílohy 01 až 13, Príloha 14, MDPT SR: 2006;
[T7]	TP 04/2010	Vegetačné úpravy pri pozemných komunikáciách, Prílohy 01 až 03, MDPT SR: 2010;
[T8]	TP 06/2010	Záchytné bezpečnostné zariadenia na pozemných komunikáciách – Betónové zvodidlo, MDPT SR: 2010;
[T9]	TP 10/2011	Navrhovanie debarierizačných opatrení pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie na pozemných komunikáciách, MDVRR SR: 2011;
[T10]	TP 07/2014	Navrhovanie cyklistickej infraštruktúry, MDVRR SR: 2014;
[T11]	TP 16/2015	Výpočet kapacít pozemných komunikácií, MDVRR SR: 2015.

1.12 Súvisiace zahraničné predpisy

[T12]	HBS 2001/2009, Handbüch für Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, FGSV, Köln, Ausgabe 2001/2009 [HBS 2001/2009, Príručka pre dimenzovanie cestných dopravných zariadení, BAST, FGSV, Köln, Vydanie 2001/2009];
[T13]	Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehrsplätzen, FGSV, Cologne, 2006 [Príručka pre návrh okružných križovatiek, FGSV, Cologne, 2006];
[T14]	Roundabouts - Application and design, A practical manual, Ministry of Transport, Public Works and Water management, Partners for Roads, June 2009, Netherlands [Okružné križovatky – aplikácie a projektovanie, Praktický manuál, Ministerstvo dopravy, verejných prác a vodný manažment, Partneri pre cesty, jún 2009, Holandsko];
[T15]	HCM 2010, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington DC, 2010 [HCM 2010, Diaľničná kapacitná príručka, Transportation Research Board, Washington DC, 2010];
[T16]	TP 234, Posuzování kapacity okružních křižovatek, EDIP s.r.o., 2011, 1. Vydání;
[T17]	Smjernica za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na državnim cestama, HRVATSKE CESTE d.o.o. Zagreb, Rijeka 2014 [Pokyny pre navrhovanie okružných križovatiek so špirálovitým vjazdom na okruh na štátnych cestách, Chorvátske cesty s.r.o. Zagreb, Rijeka 2014].

1.13 Použitá literatúra

[L1]	Akcelik, R., Troutbeck, R.: Implementation of the Australian roundabout analysis method in SIDRA. Highway capacity and level of Service. Proceeding of The International Symposium of Highway Capacity. Karlsruhe, Germany, 1991;
[L2]	Posúdenie kapacity okružných križovatiek podľa technických podmienok SR, RVT SSC 2009, ŽU v Žiline, Stavebná fakulta, 2009;

- [L3] Fortuijn, L.G.H.: Turbo roundabouts - Design Principles and Safety Performance, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Transportation Research Board, Vol. 2096, pp 16-24, 2009;
- [L4] Kenjić, Z.: Kružne raskrsnice - rotor (Roundabouts), Udruženje konsultanata inženjera Bosne i Hercegovine, 2009, ISBN 978-9958-9984-0-9
- [L5] Mauro, R., Cattani, M., Potential accident rate of turbo-roundabouts, 4th International Symposium on Highway Geometric Design, Valencia, 2010;
- [L6] Rozborová úloha (RÚ) Projektovanie križovatiek na pozemných komunikáciách, STU Bratislava, Stavebná fakulta, 2013;
- [L7] Turborotonde en turboplein: Ontwerp, capaciteit en veiligheid, L.G.H. (Bertus) Fortuijn, Netherlands, 2013;
- [L8] Brilon, W., Bonzio, I., Weiser, F.: Experiences with Turbo-Roundabouts in Germany, 5th Rural Roads Design meeting, 2014;
- [L9] Tollazzi, T.: Alternative Types of Roundabouts, An Informational Guide, Springer 2015, ISBN 978-3-319-09083-2.

1.14 Použité skratky

a_r	relatívne priečne zrýchlenie v oblúku [-]
b_v	bezpečnostný odstup vozidla od prekážky, slúži na zaokrúhlenie dĺžky D_z na najbližších vyšších 5 m pre $v_n < 80$ km/h, 10 m pre $v_n \geq 80$ km/h [m]
C_{SP}	kapacita jednoruhovej spojovacej vetvy TOK [j.v./h]
C_e	kapacita pruhu na výjazde [j.v./h]
C_i	kapacita pruhu na vjazde do turbo-okružnej križovatky zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov [j.v./h]
D_T	maximálny vonkajší priemer turbo-okružnej križovatky meraný v translačnej osi [m]
L_{ch}	dĺžka priechodu pre chodcov na pruhu na výjazde z turbo-okružnej križovatky [m]
L_p	dĺžka radiaceho pruhu na vjazde [m]
L_{voz}	dĺžka vozidla [m]
e	index dopravného prúdu na výjazde z okružnej križovatky [-]
f'	koeficient priečného trenia [-]
f_v	výpočtový súčiniteľ brzdného trenia na mokrej vozovke s hĺbkou dezénu pneumatiky 1,6 mm podľa STN 73 6101
g	gravitačné zrýchlenie [m/s^2]
G_i	základná kapacita jedného pruhu na vjazde do turbo-okružnej križovatky [j.v./h]
g_e	stupeň saturácie pruhu na výjazde z turbo-okružnej križovatky [-]
g_i	stupeň saturácie pruhu na vjazde do turbo-okružnej križovatky [-]
h_1	priemerná výška oka vodiča 1,2 m
h_2	priemerná výška najmenšej viditeľnej prekážky podľa STN 73 6101
ch	chodec
q_{ch}	intenzita prechádzajúcich chodcov [ch/h]
i	index dopravného prúdu na jazdnom pruhu na vjazde do okružnej križovatky [-]
$j.v.$	jednotkové vozidlo
k	index dopravného prúdu na okružnom páse na TOK [-]
L	vľavo, index dopravného prúdu na ľavom pruhu [-]
N	dĺžka kolóny [m]
N_{95}	dĺžka kolóny na pruhu na vjazde, ktorá sa v 95 % prípadov neprekročí [m]
n_e	počet jazdných pruhov na výjazde z turbo-okružnej križovatky [-]
n_i	počet jazdných pruhov na vjazde do turbo-okružnej križovatky [-]
n_k	počet jazdných pruhov s rozhodujúcim dopravným zaťažením na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným pruhom na vjazde [-]
P	vpravo, index dopravného prúdu na pravom pruhu [-]
OK	okružná križovatka
p	priečny sklon [%]
q	intenzita dopravného prúdu [j.v./h]
q_e	intenzita dopravného prúdu na jednoruhovom výjazde [j.v./h]
$q_{e,L}$	intenzita dopravného prúdu na ľavom pruhu na dvojpruhovom výjazde [j.v./h]
$q_{e,P}$	intenzita dopravného prúdu na pravom pruhu na dvojpruhovom výjazde [j.v./h]
q_{ch}	intenzita pešieho prúdu na priechode pre peších [ch/h]
q_i	intenzita dopravného prúdu na jednoruhovom vjazde [j.v./h]
$q_{i,L}$	intenzita dopravného prúdu na ľavom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h]

$q_{i,P}$	intenzita dopravného prúdu na pravom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h]
q_k	intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [j.v./h]
q_L	intenzita dopravy vľavo [j.v./h]
q_P	intenzita dopravy vpravo [j.v./h]
q_R	intenzita dopravy rovno [j.v./h]
QSV	stupeň kvality dopravného prúdu [-]
R	polomer kružnicovej dráhy [m]
r_e	polomer výjazdu z turbo-okružnej križovatky [m]
R_{EK}	polomer obruby/hrany vozovky na vjazde do TOK [m]
R_{EN}	polomer obruby/hrany vozovky na výjazde z TOK [m]
R_i	rezerva kapacity pruhu na vjazde do turbo-okružnej križovatky [j.v./h]
R_{T1}	polomer líniového oddeľovača na vjazde do vnútorného jazdného pruhu okružného jazdného pásu [m]
R_{T2}	polomer líniového oddeľovača na vjazde do vonkajšieho jazdného pruhu okružného jazdného pásu [m]
s	pozdĺžny sklon jazdného pruhu/pásu [%]
SP	index dopravného prúdu na spojovacej vetve TOK [-]
t	časový odstup [s]
t_{bezp}	bezpečnostný odstup vozidla a chodca [s]
t_f	priemerný následný časový odstup [s]
t_q	kritický časový odstup [s]
t_{min}	minimálny časový odstup medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse [s]
TOK	turbo-okružná križovatka
v	dosahovaná rýchlosť v oblúku [km/h]
v_{ch}	rýchlosť chodcov [m/s]
v_n	návrhová rýchlosť podľa STN 73 6101 [km/h]
v_{voz}	rýchlosť vozidla [m/s]
w	priemerný čas čakania vozidla [s]
%L	podiel intenzity vozidiel využívajúci ľavý pruh [-]
%P	podiel intenzity vozidiel využívajúci pravý pruh [-]
1/1	jednopruhový vjazd s jedným pruhom na okružnom jazdnom páse
1/2	jednopruhový vjazd s dvomi pruhmi na okružnom jazdnom páse
2/1	dvojpruhový vjazd s jedným pruhom na okružnom jazdnom páse
2/2	dvojpruhový vjazd s dvomi pruhmi na okružnom jazdnom páse

2 Všeobecne

2.1 Základné pojmy

Jednopruhová okružná križovatka - križovatka, na ktorej je cestná premávka vedená jednosmerným objazdom okolo stredového ostrovčeka; s jedným jazdným pruhom na okružnom páse, do ktorého vstupujú tri alebo viacero ramien pozemných komunikácií. Neumožňuje prieplet vozidiel na okružnom jazdnom páse medzi vjazdmi a výjazdmi. Podľa spôsobu prejazdu môže byť s neprejazdným, čiastočne prejazdným alebo prejazdným stredovým ostrovčekom.

Dvojpruhová (viacpruhová) okružná križovatka - okružná križovatka s dvomi (alebo viacerými) jazdnými pruhmi na okružnom páse, do ktorého vstupujú tri alebo viacero ramien pozemných komunikácií. Jazdné pruhy na okružnom páse sú oddelené pozdĺžnou prerušovanou čiarou, čo umožňuje zmenu jazdného pruhu (prieplet) v celej dĺžke okružného jazdného pásu. Križovatka má jednopruhové alebo dvojpruhové vjazdy a výjazdy. Podľa spôsobu prejazdu môže byť bez prístupu dopravy alebo s obmedzeným prístupom dopravy na stredový ostrovček.

Turbo-okružná križovatka (TOK) - špeciálny typ okružnej križovatky s dvomi alebo viacerými špirálovito usporiadanými jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse, do ktorého vstupujú tri alebo viacero ramien pozemných komunikácií. Špirálovité vedenie jazdných pruhov a ich fyzické oddelenie zabezpečujú plynulý prejazd križovatkou bez nutnosti zmeny jazdného pruhu s eliminovaním priepletov na okružnom jazdnom páse a križných kolíznych bodov pri výjazde. Správne fungovanie TOK predpokladá rozdelenie vozidiel do jazdných pruhov pre jednotlivé smery (ciele) jazdy už pred križovatkou. Základné skladobné prvky TOK sú vyznačené na obrázku 2.1.

Turboblok - zostava oblúkov s určitými polomermi, ktoré musia byť usporiadané a pootočené daným spôsobom, čím sa vytvorí línie pre návrh jazdných pruhov okružného jazdného pásu (fyzických prvkov a vodorovného dopravného značenia). Turboblok tvorí základ návrhu geometrie TOK.

Špirála - krivka, ktorá sa otáča okolo stredového bodu a podľa smeru otáčania sa k nemu približuje alebo oddiaľuje.

Translačná os - priamka, na ktorej sa stretávajú jednotlivé nadväzujúce oblúky turbobloku a zároveň na nej ležia stredy týchto oblúkov. Poloha jednotlivých stredov oblúkov je vzájomne posunutá po translačnej osi o hodnotu vyplývajúcu z veľkosti turbo-okružnej križovatky.

Posun pozdĺž translačnej osi - vzdialenosť medzi stredmi oblúkov na pravej a ľavej strane translačnej osi (obrázok 4.1).

Vychýlenie oblúka - vzdialenosť medzi stredom oblúka a celkovým stredom turbo-okružnej križovatky. Hodnota vychýlenia je rovná polovici posunu pozdĺž translačnej osi.

Jazdný pruh - základná časť jazdného pásu určená pre jeden jazdný prúd cestných vozidiel, alebo hlavný dopravný pruh jednopruhovej cestnej komunikácie.

Okružný jazdný pás križovatky - jazdný pás okolo stredového ostrovčeka vrátane líniového oddeľovača.

Vjazd - jazdný pruh/pás križujúcej sa komunikácie, ktorým vozidlá vstupujú na okružný jazdný pás.

Výjazd - jazdný pruh/pás križujúcej sa komunikácie, ktorým vozidlá vystupujú z okružného pásu.

Deliaci ostrovček - spravidla vyvýšená plocha na ramenách križovatky, ktorá oddeľuje a usmerňuje dopravný prúd vozidiel vchádzajúcich na okružný jazdný pás od dopravného prúdu vozidiel opúšťajúcich okružný jazdný pás. Tvorí spomaľovací prvok pred vjazdom na okružný jazdný pás, slúži pre osadenie dopravného značenia a ako ochranný ostrovček pre peších a cyklistov, ktorí križujú rameno turbo-okružnej križovatky. Jeho dĺžka je maximálne 20 m. Ostrovček dlhší ako 20 m sa považuje už za deliaci pás.

Deliaci pás - spravidla vyvýšená plocha (voči prilahlým jazdným pruhom) na ramenách križovatky, ktorá oddeľuje a usmerňuje dopravný prúd vozidiel vchádzajúcich na okružný jazdný pás, od dopravného prúdu vozidiel opúšťajúcich okružný jazdný pás. Slúži pre osadenie dopravného značenia a ako ochranný ostrovček pre peších a cyklistov, ktorí križujú rameno turbo-okružnej križovatky. Je dlhší ako deliaci ostrovček.

Ochranný ostrovček - dopravný ostrovček určený na ochranu chodcov a cyklistov pred idúcimi vozidlami, ktorý rozdeľuje dlhé priechody na kratšie úseky. Zhotovuje sa na viacpruhových vjazdoch a výjazdoch ramena turbo-okružnej križovatky v mieste, kde je pre ich realizáciu dostatok priestoru. Ochranné ostrovčeky zvyšujú bezpečnosť chodcov/cyklistov, ktorí križujú rameno turbo-okružnej križovatky (postupné prechádzanie jazdných pruhov na vjazde/výjazde).

Smerovací ostrovček - spravidla vyvýšená plocha (voči príľahlým jazdným pruhom), ktorá oddeľuje dopravný prúd vozidiel na okružnom jazdnom páse od dopravného prúdu vozidiel na spojovacej vetve TOK.

Fyzické oddelenie jazdných pruhov (líniový oddeľovač) - vyvýšený líniový prvok turbo-okružnej križovatky oddeľujúci jazdné pruhy na vjazde, okružnom jazdnom páse a výjazde z turbo-okružnej križovatky. Fyzické oddelenie jazdných pruhov má za úlohu zamedziť priepletu vozidiel (zmenám jazdného pruhu) na okružnom jazdnom páse a prejazdu vozidiel veľkou rýchlosťou po vyrovnanej trajektórii v čase nízkej dopravnej intenzity. Líniový oddeľovač má zamedziť prejazdom z pruhu do pruhu, nie ich však úplne znemožniť.

Rozšírená časť fyzického oddelenia jazdných pruhov - počiatočné rozšírenie fyzického oddelenia jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse slúžiace na usmernenie jazdy osobných vozidiel pri vjazde do jeho vnútorného pruhu a umožňujúce pohodlný prejazd nákladných vozidiel, resp. vozidiel s veľkou plochou otáčania. Dispozične, rozmerovo a materiálovo tento prvok pôsobí ako prekážka prejazdu pre osobné vozidlá rovnako ako líniový oddeľovač, ale nepredstavuje prekážku prejazdu pre nákladné vozidlá (vzhľadom na rozmer ich kolies).

Kosákovito spevnená krajnica – spevnená úprava časti krajnice v mieste pripojenia alebo odpojenia jazdného pruhu na/z okružný jazdný pás, pre umožnenie plynulejšieho prejazdu ťažkých nákladných vozidiel (podobná alebo rovnaká konštrukcia ako úprava spevnenej prejazdnej časti stredového ostrovčeka).

Stredový ostrovček turbo-okružných križovatiek - fyzická, vyvýšená kruhová alebo oválna prekážka zhotovená v strede turbo-okružnej križovatky, ktorá bráni jazde v priamom smere a ohraničuje turbo-okružnú križovátku na vnútornej strane.

Spevnená prejazdna časť stredového ostrovčeka - vonkajšia časť stredového ostrovčeka, ktorá sa navrhuje tak, aby umožňovala prejazd rozmerných vozidiel (ťažké nákladné vozidlá, návesové a prívesové súpravy, kĺbové autobusy), kde povrchová úprava a priečny sklon musia byť odlišné od príľahlého okružného jazdného pásu križovatky.

Spojovacia vetva TOK - jazdný pruh alebo pás, ktorý spája dve susedné ramená TOK, a to priamym pravým odbočovaním (príp. priamym prejazdom) po tejto vetve bez pripojenia vozidiel na okružný jazdný pás.

Extravilán - voľná krajina mimo zastavaného územia sídelných útvarov.

Intravilán - zastavané alebo na zastavanie určené územie sídelného útvaru.

Návrhové vozidlo - najväčšie vozidlo, na ktorého jazdné parametre a rozmery sa navrhuje geometrické usporiadanie turbo-okružnej križovatky.

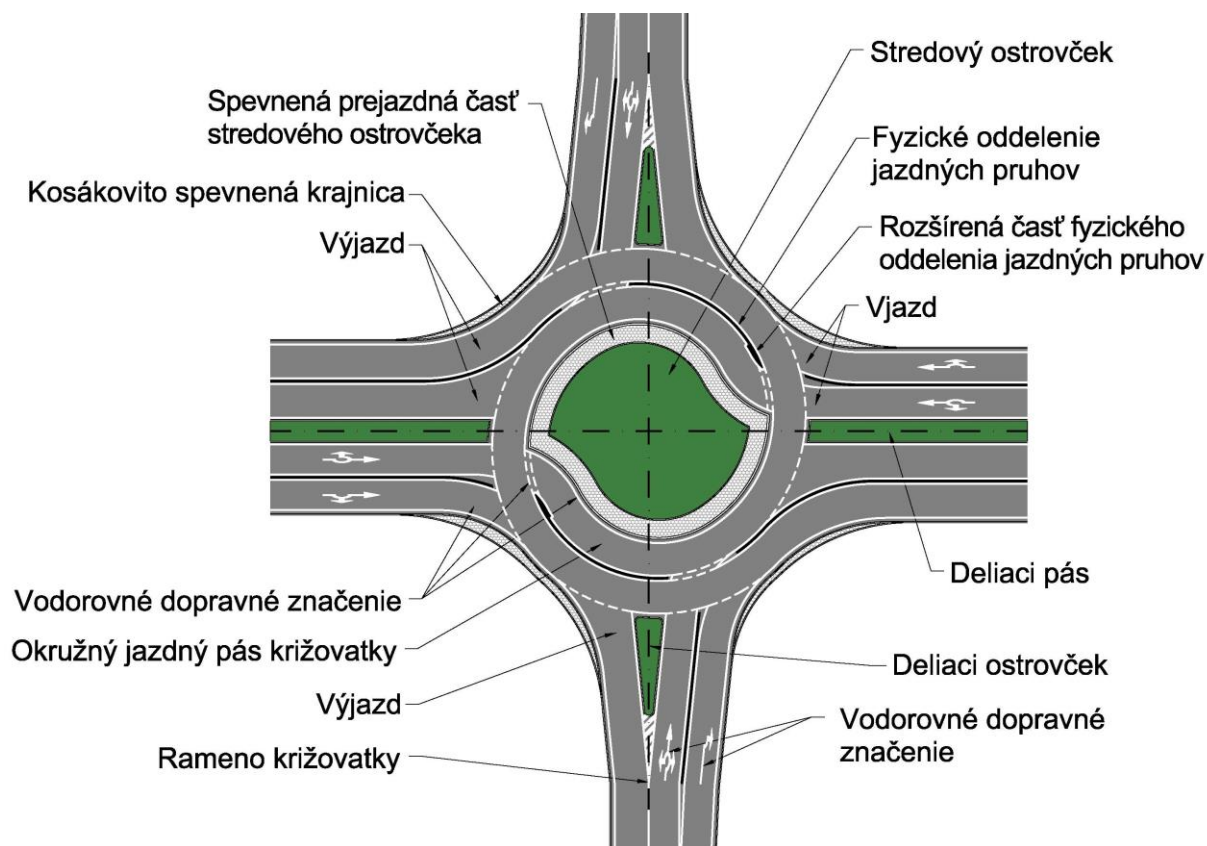
Dosahovaná rýchlosť na okružnom jazdnom páse - predpokladaná maximálna rýchlosť vozidla, stanovená pre určitý úsek jeho aproximovanej trajektórie prejazdu križovatkou, na základe jej polomeru a koeficientu priečného trenia.

Koeficient priečného trenia - premenný parameter závislý od rýchlosti vozidla, pneumatík (mäkkosť, dezén), stavu povrchu vozovky (suchý mokrý, poľadovica) a charakteristík povrchu vozovky (makrotextúra, mikrotextúra).

Priečne zrýchlenie - jedna zo zložiek určujúca veľkosť odstredivej sily, stanovená ako podiel druhej mocniny rýchlosti vozidla a polomeru oblúka.

Prieplet - zmena jazdnej dráhy medzi vozidlami prechádzajúcimi z jedného jazdného pruhu do druhého na okružnom jazdnom páse. Križovanie medzi vozidlami je pod veľmi malým uhlom (15° - 20°) a pri relatívne rovnakých rýchlostiach.

Kolízny bod - bod vzájomnej možnej kolízie dopravných prúdov (obrázok 3.3).



Obrázok 2.1 Základné skladobné prvky turbo-okružnej križovatky

3 Turbo-okružné križovatky (TOK)

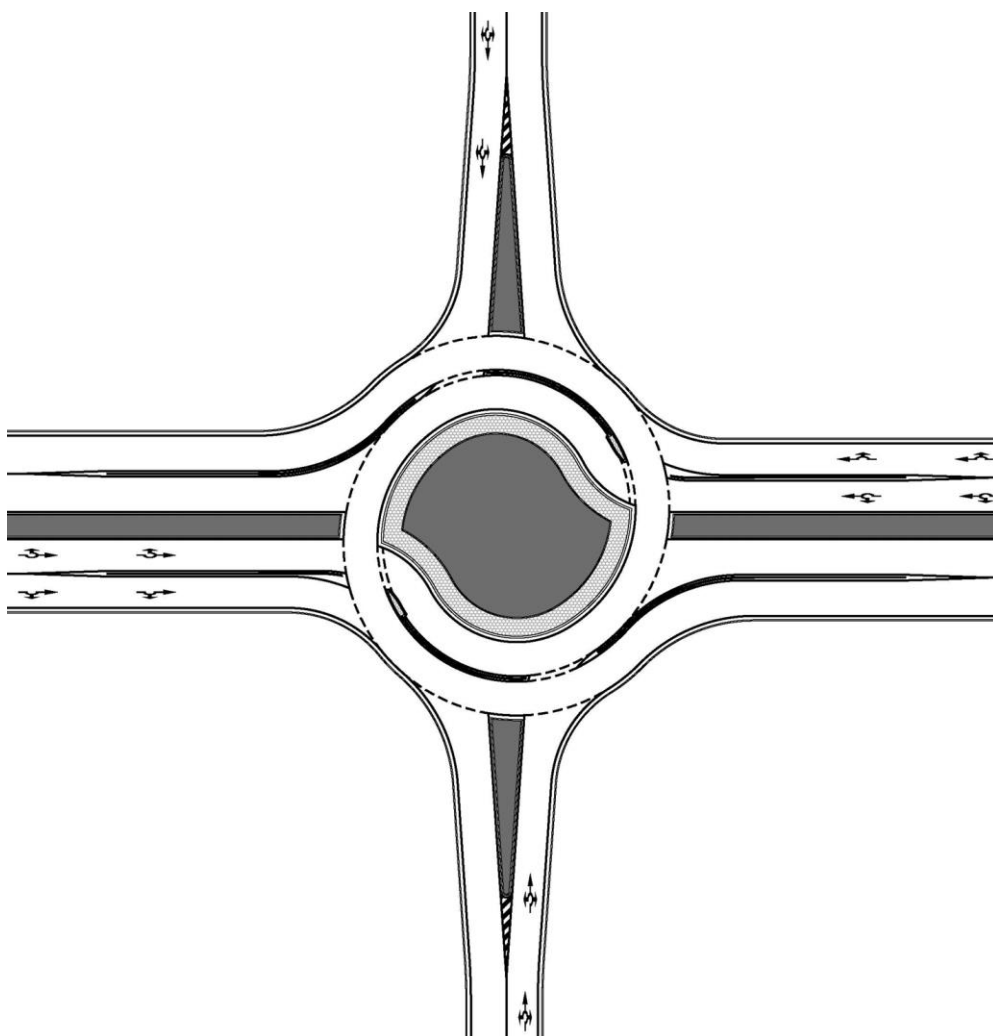
3.1 Základný princíp

TOK je špeciálny typ okružnej križovatky s dvomi alebo viacerými špirálovito usporiadanými jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse, do ktorého vstupujú tri alebo viacero ramien pozemných komunikácií. Jazdné pruhy na okružnom jazdnom páse majú rôzne stredy vonkajších a vnútorných okrajov. Správne fungovanie TOK predpokladá rozdelenie vozidiel do jazdných pruhov pre jednotlivé smery (ciele) jazdy už pred križovatkou (obrázok 3.1).

Vozidlá sa v križovatke pohybujú po špirálovito vedených jazdných pruhoch okružného jazdného pásu, ktoré zabezpečujú plynulý prejazd križovatkou bez nutnosti zmeny jazdného pruhu s eliminovaním priepletov na okružnom jazdnom páse a krížnych kolíznych bodov pri výjazde (pozri obrázok 3.3).

Rozdelenie vozidiel do jazdných pruhov je zabezpečené fyzickým oddelením jazdných pruhov na vjazde, okružnom jazdnom páse a výjazde z TOK. Prerušené je len v miestach vjazdov do vnútorného pruhu na okružnom jazdnom páse.

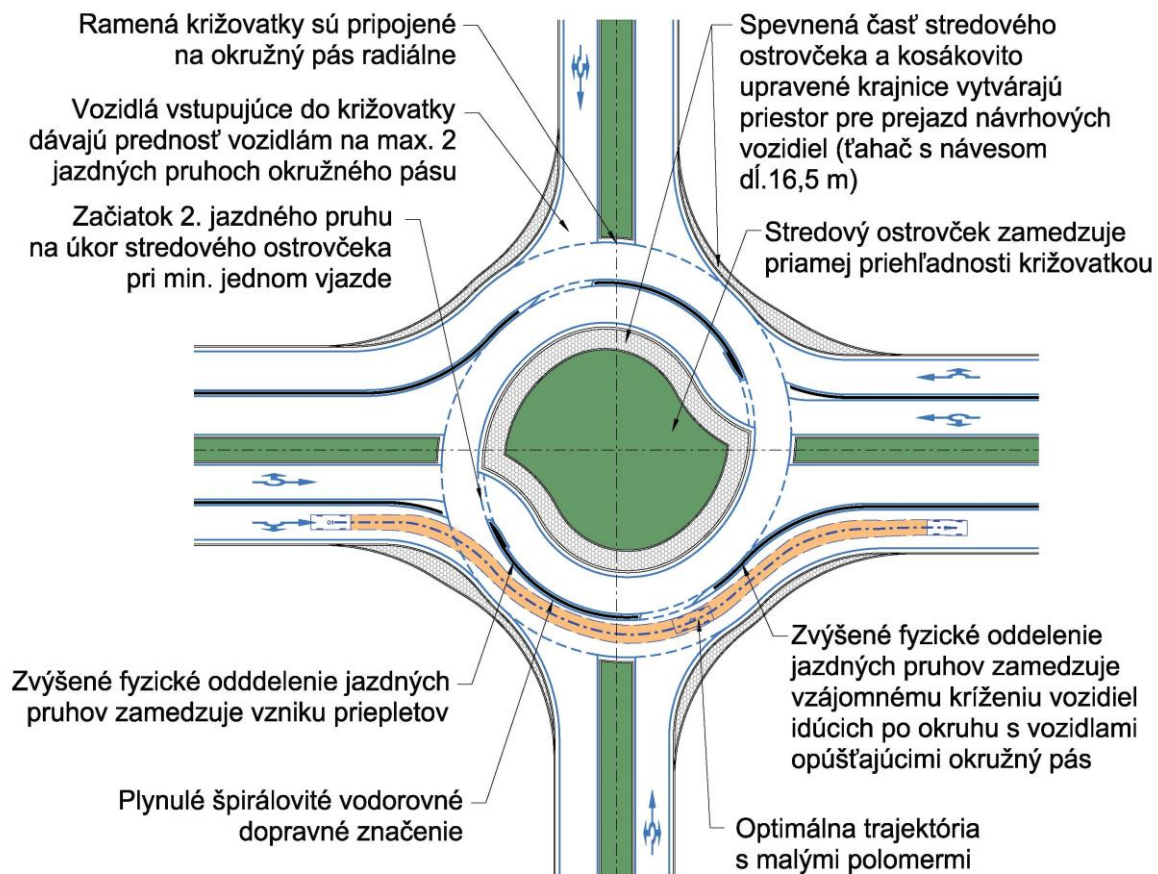
Fyzické oddelenie jazdných pruhov sa radí z pohľadu bezpečnosti a plynulosti dopravy k najdôležitejším prvkom TOK. Zamedzuje priepletu vozidiel (nie je možná zmena jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse), čo má za následok zvýšenie bezpečnosti cestnej premávky, ako aj kapacity TOK.



Obrázok 3.1 Typické usporiadanie TOK

3.2 Hlavné znaky a charakteristika

Na obrázku 3.2 sú znázornené a popísané hlavné znaky TOK, ktoré treba dodržať pri jej návrhu.



Obrázok 3.2 Hlavné znaky TOK

Aby mohla byť okružná križovatka považovaná za turbo-okružnú, musia byť splnené tieto podmienky:

- Minimálne v napojení jedného z ramien okružnej križovatky sa dopravný prúd pohybuje v dvoch jazdných pruhoch okružného jazdného pásu (podmienka vyplývajúca z pohľadu kapacity).
- Vozidlá vstupujúce do križovatky dávajú prednosť vozidlám na maximálne dvoch jazdných pruhoch okružného jazdného pásu (podmienka vyplývajúca z pohľadu bezpečnosti).
- Prejazd vozidiel križovatkou je zabezpečený od vjazdu až po výjazd bez priepletov a krížnych kolíznych bodov na výjazde (podmienka vyplývajúca z pohľadu bezpečnosti).
- Vodorovné dopravné značenie špirálovitej dráhy prejazdu križovatkou plynule vedie vodiča z menšieho (vnútorného) do väčšieho (vonkajšieho) polomeru okružného jazdného pásu (podmienka vyplývajúca z pohľadu vodiča).
- V dominantnom smere sú navrhnuté dvojpruhové vjazdy/výjazdy, pričom na vedľajšom smere môžu byť navrhnuté aj jednopruhé výjazdy (podmienka vyplývajúca z pohľadu kapacity).
- V každom segmente TOK sa nachádza jeden jazdný pruh, v ktorom sa vodič rozhoduje, či opustí okružný jazdný pás, alebo bude pokračovať v jazde v ňom.

3.3 Rozdelenie TOK

Rozlišujeme sedem typov TOK, ktoré sa líšia počtom ramien, počtom jazdných pruhov na jednotlivých ramenách a okružnom jazdnom páse v závislosti od rozloženia intenzít dopravy.

Typy TOK s tromi alebo štyrmi ramenami (tabuľka 3.1):

- základná,
- oválna,
- kĺbová,
- špirálová,
- rotorová.

Typy TOK s tromi ramenami (tabuľka 3.2):

- rozšírená kĺbová,
- hviezdicová.

Okrem trojramenných a štvorramenných TOK možno navrhnuť aj atypické viacramenné TOK. V takomto prípade treba zabezpečiť dostatočne veľký vonkajší priemer križovatky pre zaistenie napojenia všetkých ramien.

Podľa veľkosti ďalej rozdeľujeme TOK na:

- malé,
- štandardné,
- stredné,
- veľké,

ktoré sa líšia veľkosťou jednotlivých návrhových parametrov turbobloku (tabuľka 4.1.).

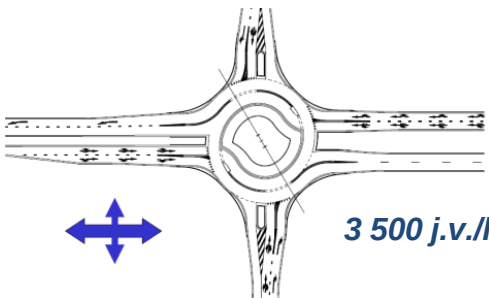
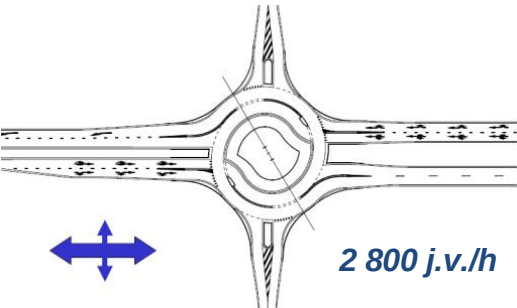
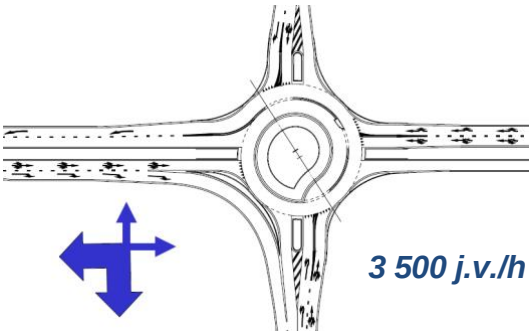
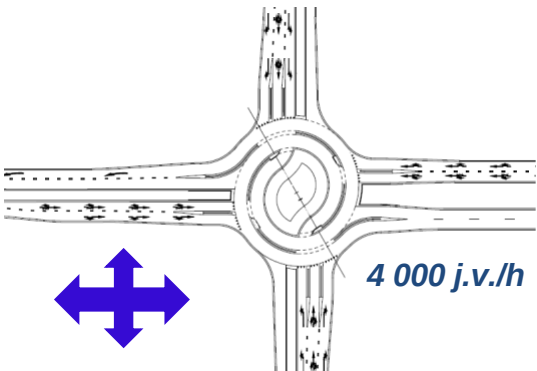
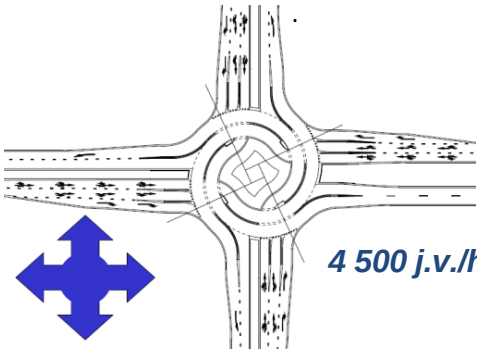
Výber vhodného typu turbo-okružnej križovatky závisí od počtu ramien, veľkosti a rozloženia intenzít dopravy, požadovanej úrovne kvality dopravy a priestorových možností. **Základným kritériom pri výbere je smerovanie dominantného dopravného prúdu**, ktoré je znázornené pomerovo šípkami pri schémach jednotlivých typov TOK v tabuľke 3.1 a 3.2.

Viacpruhové typy TOK (špirálová, rotorová a hviezdicová) sa neodporúča navrhovať, kvôli ich komplikovanosti, ťažšej orientácii vodičov a nižšej bezpečnosti cestnej premávky v porovnaní s dvojpruhovými TOK (trojpruhový okružný jazdný pás, vjazdy a výjazdy, väčší počet kolíznych bodov).

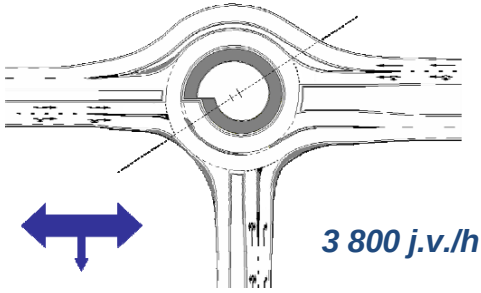
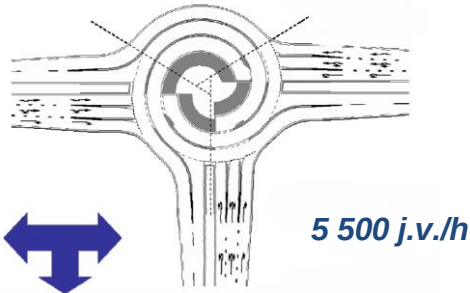
TP sa zaoberajú štyrmi **základnými typmi TOK s maximálne dvomi pruhmi na okružnom jazdnom páse** (dvojpruhové TOK):

- **základná TOK,**
- **oválna TOK,**
- **kĺbová TOK,**
- **rozšírená kĺbová (trojramenná) TOK.**

Tabuľka 3.1 Typy TOK s tromi alebo štyrmi ramenami [L3]

Typ TOK	Schéma / orientačná maximálna kapacita TOK
Základná TOK (dvojpruhová)	 3 500 j.v./h
Oválna TOK (dvojpruhová)	 2 800 j.v./h
Kíbová TOK (dvojpruhová)	 3 500 j.v./h
Špirálová TOK (trojpruhová)	 4 000 j.v./h
Rotorová TOK (trojpruhová)	 4 500 j.v./h

Tabuľka 3.2 Typy TOK s tromi ramenami [L3]

Typ TOK	Schéma / orientačná maximálna kapacita TOK
Rozšírená kĺbová TOK (dvojpruhová)	
Hviezdicová TOK (trojpruhová)	

3.4 Kapacita TOK

Kapacita TOK je maximálny počet vozidiel, ktoré za daných dopravných a stavebných podmienok na TOK môžu prejsť cez križovatku za jednotku času (hodina, deň).

TOK má vyššiu kapacitu ako jednopruhovú okružnú križovatku a pri návrhu správneho typu TOK tiež vyššiu kapacitu ako klasická dvojpruhová okružná križovatka. Dôvodmi sú najmä:

- dvojpruhové vjazdy do TOK pokračujúce dvomi pruhmi na okružnom jazdnom páse, čím sa zabezpečí vyššia kapacita ako na jednopruhovom okružnom jazdnom páse,
- vnútorné pruhy na dvojpruhových vjazdoch a tiež na okružnom jazdnom páse TOK sa využívajú efektívnejšie ako na klasických dvojpruhových okružných križovatkách, z dôvodu zabezpečenia plynulého prejazdu križovatkou bez priepletov a krížnych kolíznych bodov na výjazde z vnútorného jazdného pruhu okružného pásu (pozri obrázok 3.3).

Porovnanie kapacitných možností TOK s jednopruhovú a dvojpruhovú okružnou križovatkou je v tabuľke 3.3. Kapacita je daná rozpätím priemerných denných intenzít (suma vozidiel na všetkých vjazdoch do križovatky), pri ktorej daný typ okružnej križovatky funguje s dostatočnou úrovňou kvality dopravy.

Spresnenie návrhu konkrétneho typu TOK musí vychádzať zo znalosti intenzít všetkých pohybov dopravných prúdov a posúdenia schopnosti TOK dosiahnuť požadovanú úroveň kvality dopravy. Voľba určitého typu TOK musí rešpektovať smerovanie dominantného dopravného prúdu.

Tabuľka 3.3 Kapacita okružných križovatiek daná priemernou dennou intenzitou (podľa [T12] a [L8])

Typ okružnej križovatky	Priemerná denná intenzita dopravy [voz/24h]
Jednopruhovú okružnú križovatku	15 000 – 25 000
Dvojpruhovú okružnú križovatku	16 000 – 32 000
Turbo-okružnú križovatku	25 000 – 40 000

Orientačné maximálne hodinové kapacity jednotlivých typov TOK sú podľa [L3] uvedené pri ich schémach v tabuľkách 3.1 a 3.2.

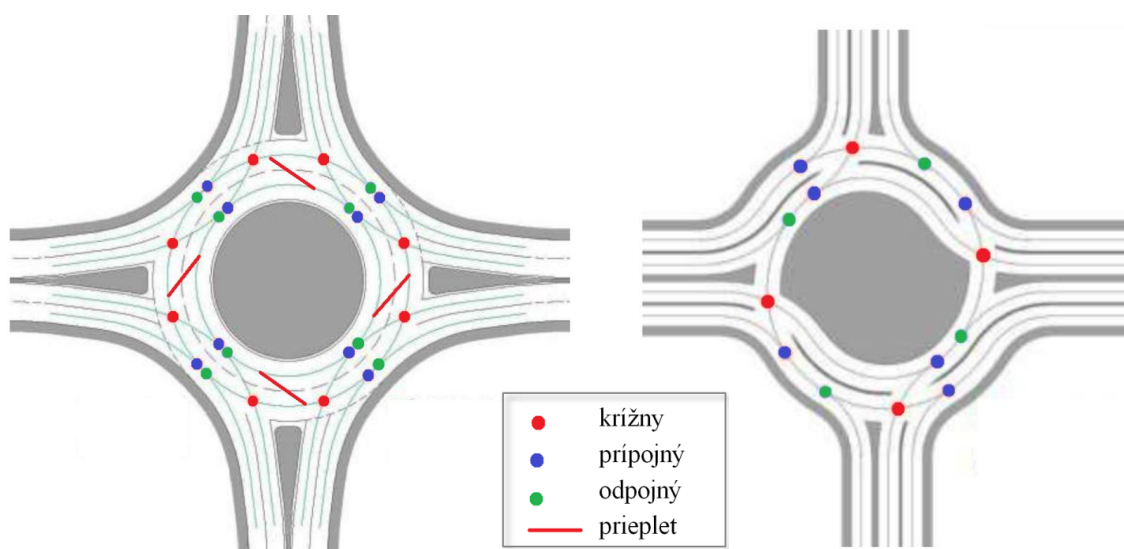
Orientačná maximálna kapacita TOK s maximálne dvomi pruhmi na okružnom jazdnom páse (oválna, základná, kĺbová, rozšírená kĺbová) je v rozmedzí 2 800 j.v./h až 3 800 j.v./h. Predpokladané maximálne kapacity viacpruhových TOK (špirálová, rotorová alebo hviezdicová) sú v rozmedzí 4 000 j.v./h až 5 500 j.v./h.

Kapacita TOK závisí nielen od navrhovaného typu, ale aj od konkrétneho rozloženia intenzít dopravy (pomer intenzít dopravy na hlavnej a vedľajšej ceste, podiel vľavo odbočujúcich vozidiel a pod.). Pri nepriaznivých podmienkach dopravného zaťaženia kapacita TOK klesá.

3.5 Bezpečnosť cestnej premávky na TOK

3.5.1 Bezpečnosť motorizovaných účastníkov cestnej premávky

TOK má v porovnaní s dvojpruhovou okružnou križovatkou vyšší stupeň bezpečnosti dopravy z viacerých dôvodov. Najdôležitejším dôvodom je nižší počet kolíznych bodov (obrázok 3.3). Kolízne situácie na vjazde a výjazde sú eliminované usmernením vodičov do správnych pruhov už pred samotným vjazdom do TOK (okružného jazdného pásu) a ich oboznámením so špirálovitými dráhami prejazdu, ktoré ich vedú do správneho výjazdu. Okrem nižšieho počtu kolíznych bodov sú úplne eliminované prieplety vďaka špirálovito konštruovaným jazdným pruhom na okružnom jazdnom páse a ich fyzickému oddeleniu. Ďalším prínosom je, že vodiči v dominantnom smere musia pred vjazdom do TOK (okružného jazdného pásu) dať prednosť vozidlám len na jednom jazdnom pruhu.



Obrázok 3.3 Kolízne body na dvojpruhovej OK (vľavo) a základnej TOK (vpravo)

Redukcia počtu kolíznych bodov na TOK v porovnaní s dvojpruhovou okružnou križovatkou znamená celkové zníženie pravdepodobnosti nehody¹⁾.

3.5.2 Bezpečnosť chodcov a cyklistov

Vzhľadom na vysoké intenzity dopravy, ktoré sa predpokladajú ako jedna z podmienok návrhu TOK a fyzické oddelenie jednotlivých jazdných pruhov na vjazde, okružnom jazdnom páse a výjazde **je zakázané viesť cyklistov do priestoru TOK v spoločnom dopravnom pruhu/páse s motorizovanými účastníkmi**. Musia byť vedení mimo okružný jazdný pás TOK buď samostatnou cyklistickou cestičkou (jednosmerným cyklistickým pruhom) oddelenou od priestoru TOK alebo v pridruženom priestore spolu s chodcami [T9].

Bezpečnosť chodcov a cyklistov je ohrozená hlavne na úrovňových priechodoch pre peších a cyklistov križujúcich ramená TOK. Riziko sa zvyšuje na dvojpruhových vjazdoch a výjazdoch do/z TOK, na ktorých musia chodci a/alebo cyklisti prekonať vzdialenosť približne 7,0 m naraz. Sú tak dlhší čas vystavení ohrozeniu. Z toho dôvodu treba zabezpečiť dostatočnú úroveň ich bezpečnosti vhodnými opatreniami. Konkrétne riešenie treba zvoliť podľa lokálnych podmienok. Možné riešenia sú podrobnejšie popísané v čl. 4.4.5.

¹⁾ Podľa niektorých štúdií sa riziko nehody zníži až o 70 % pri rekonštrukcii klasickej dvojpruhovej okružnej križovatky na TOK [L3]. Iné štúdie, založené na technikách analýzy kolízií aplikované na deviatich schémach usporiadania s rôznymi scenármi zaťaženia, preukázali 40 % až 50 % zníženie výskytu nehôd [L5].

4 Plánovanie a projektovanie TOK

4.1 Základné predpoklady a vhodnosť použitia TOK

Návrh TOK musí vychádzať z dopravno-inžinierskych podkladov, územných možností a konkrétnych lokálnych podmienok. Typ, veľkosť a geometrické usporiadanie TOK musí zodpovedať:

- prvkom, funkciou a dopravnému významu križujúcich sa komunikácií,
- výhľadovej intenzite a smerovaniu dopravných prúdov,
- požiadavkám na bezpečnú, plynulú a hospodárnu prevádzku vozidiel.

TOK sú vhodným riešením hlavne mimo zastavaného územia, kde sa predpokladá nízka intenzita chodcov a cyklistov, pri križovaní komunikácií s dominantným dopravným prúdom v jednom smere. Nie sú vhodné pri križovaní komunikácií s rovnomerným rozložením intenzít dopravy.

V zastavanom území je TOK vhodným riešením len podmienene. Dôvodom sú dvojpruhové vjazdy/výjazdy TOK, na ktorých treba zabezpečiť v prvom rade dostatočný stupeň bezpečnosti pre chodcov a cyklistov križujúcich ramená TOK.

TOK sú vhodné, ak treba zabezpečiť pomalý prejazd vozidiel križovatkou, zaistiť bezpečnú a plynulú premávku na križovatke a jej ramenách, znížiť počet a závažnosť dopravných nehôd na križovatke.

Návrh TOK je vhodným riešením pri rekonštrukcii ak:

- kapacita existujúcej jednopruhovej okružnej križovatky nie je dostatočná a ak jej veľkosť (vonkajší priemer) umožňuje zhotovenie dodatočného vnútorného okružného jazdného pruhu alebo je k dispozícii dostatočný priestor pre zhotovenie vonkajšieho okružného jazdného pruhu,
- kapacita existujúcej dvojpruhovej okružnej križovatky nie je dostatočná,
- existujúca dvojpruhová okružná križovatka nie je dostatočne bezpečná pre účastníkov cestnej premávky,
- kapacita existujúcej neriadenej križovatky nie je dostatočná a existuje prevládajúce dopravné zaťaženie s veľkou intenzitou dopravy v jednom smere.

Vo všetkých týchto prípadoch závisí voľba typu TOK od smerovania dominantného dopravného prúdu (čl. 3.3).

Pri voľbe TOK treba zvážiť aj jej výhody a nevýhody. Výhody TOK v porovnaní s klasickou dvojpruhovou okružnou križovatkou sú:

- vyššia kapacita,
- vyšší stupeň bezpečnosti,
- eliminácia priepletov na okružnom jazdnom páse a krížnych kolíznych bodov pri výjazde,
- efektívnejšie využívanie dvojpruhových vjazdov pre prevládajúce dopravné prúdy,
- nižšie rýchlosti na okružnom jazdnom páse.

Nevýhody TOK sú:

- nevhodné pre pešiu a cyklistickú dopravu,
- pri rovnomernom rozložení intenzít dopravy nižšia kapacita ako pri dvojpruhovej okružnej križovatke,
- plné otočenie je možné len pri vjazde do vnútorného pruhu okružného jazdného pásu, opakované otáčanie ako pri okružnej križovatke nie je možné,
- problémy so správaním vodičov ťažkých nákladných vozidiel,
- vyššie náklady na zhotovenie a údržbu.

4.2 Návrh geometrického usporiadania

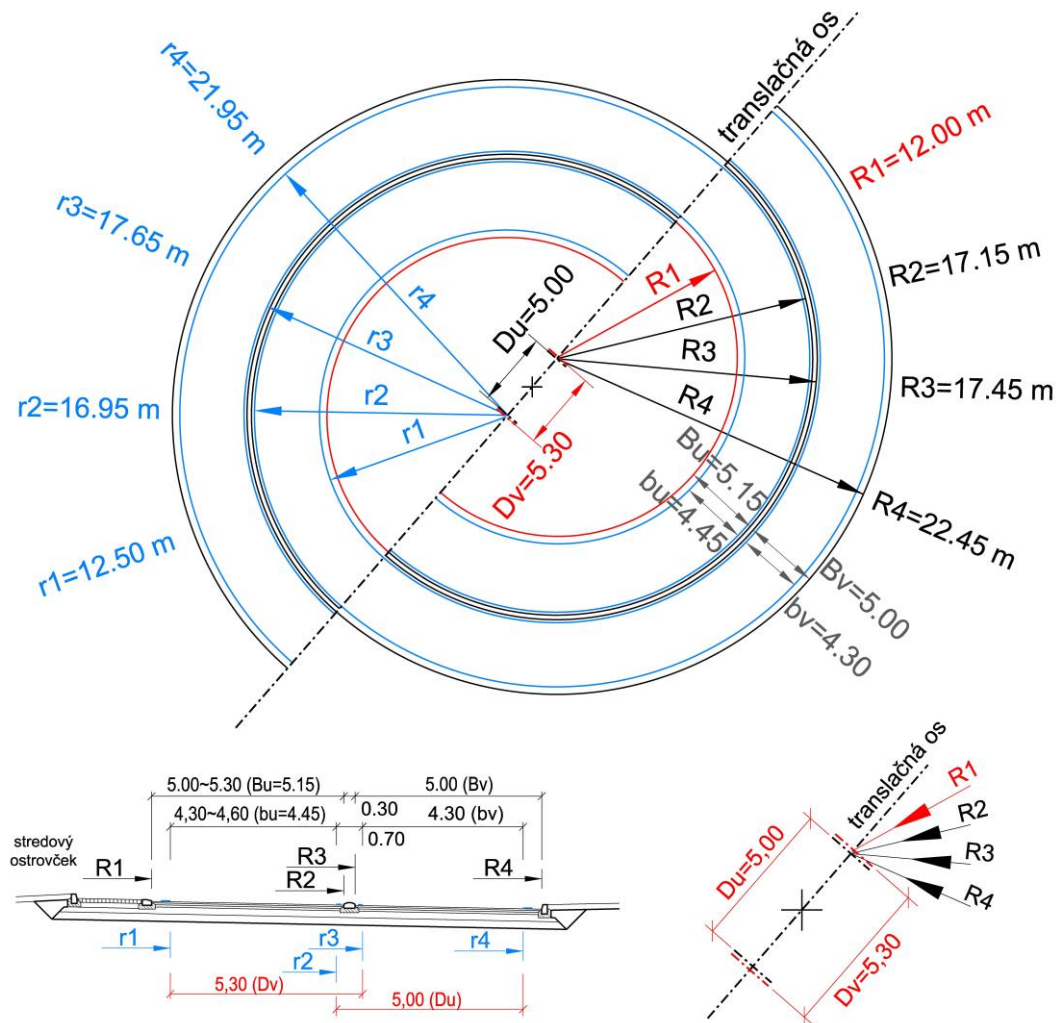
TOK sú zložené zo špirál vytvorených z kruhových segmentov, kde každý oblúk je väčšieho polomeru, ako ten predchádzajúci. Stred oblúkov sa posúva po translačnej osi tak, aby krivka zostávala spojitá. Týmto spôsobom sa pomocou sústavy oblúkov turbobloku navrhnu línie okružných jazdných pruhov. Príklad postupu návrhu oválnej TOK štandardnej veľkosti je v čl. 6.3 na obrázkoch 6.1 a 6.2.

4.2.1 Návrh turbobloku a polohy translačnej osi

Geometrické usporiadanie základnej TOK pozostáva z dvoch špirál, ktoré predstavujú okraje vozovky. Každá špirála je vytvorená zo štyroch polkruhov rôznych (postupne väčších) polomerov R_1 , R_2 , R_3 a R_4 . Polkruhy sa stretávajú na línii, ktorá sa nazýva translačná os.

Oblúky na pravej strane translačnej osi majú stredy nad celkovým stredom TOK, oblúky na ľavej strane majú stredy pod celkovým stredom. Vzdialenosť medzi týmito stredmi oblúkov sa nazýva posun pozdĺž translačnej osi. Vychýlenie oblúka je potom vzdialenosť od jeho stredy k celkovému stredu TOK. Zároveň je táto hodnota rovná polovici posunu pozdĺž translačnej osi. Aby bola špirála spojitá, posun pozdĺž translačnej osi musí byť rovný zmene polomeru.

V ideálnom prípade je posun pozdĺž translačnej osi rovný šírke jazdného pruhu. Dôvodom je priebeh špirály smerujúcej von od stredového ostrovčeka o šírku jedného jazdného pruhu každých 180° . Takéto zoskupenie oblúkov spolu s translačnou osou sa nazýva turboblok a tvorí základ pri návrhu geometrie TOK. Ide o sústavu všetkých oblúkov s danými polermi, ktoré vytvárajú línie okrajov/hrany vozovky, alebo jazdných pruhov na okružnom páse (ohraničenie fyzickými prvkami alebo vodorovným dopravným značením). Príklad turbobloku s translačnou osou pre TOK štandardnej veľkosti je znázornený na obrázku 4.1. Veľkosti parametrov jednotlivých turboblokov pre TOK rôznej veľkosti sú v tabuľke 4.1.



Obrázok 4.1 Príklad turbobloku s translačnou osou (štandardná veľkosť TOK)

Tabuľka 4.1 Rozmery návrhových parametrov jednotlivých prvkov turbobloku

Rozmery prvkov turbobloku TOK ¹⁾ [m]					
Parameter	Označenie	Malá	Štandardná	Stredná	Veľká
Polomer vonkajšej hrany prejazdnej časti stredového ostrovčeka	R1	10,45	12,00	14,95	19,95
Polomer vnútornej hrany fyzického oddelenia jazdných pruhov	R2	15,85	17,15	20,00	24,90
Polomer vonkajšej hrany fyzického oddelenia jazdných pruhov	R3	16,15	17,45	20,30	25,20
Polomer vonkajšej hrany vozovky okružného jazdného pásu	R4	21,20	22,45	25,25	29,95
Polomer hrany vodorovného dopravného značenia	r1	10,95	12,50	15,45	20,45
	r2	15,65	16,95	19,80	24,70
	r3	16,35	17,65	20,50	25,40
	r4	20,70	21,95	24,75	29,45
Šírka vonkajšieho jazdného pruhu spolu s vodiacimi prúžkami	B _v	5,05	5,00	4,95	4,75
Šírka vnútorného jazdného pruhu spolu s vodiacimi prúžkami	B _u	5,40	5,15	5,05	4,95
Šírka vonkajšieho jazdného pruhu	b _v	4,35	4,30	4,25	4,05
Šírka vnútorného jazdného pruhu	b _u	4,70	4,45	4,35	4,25
Vzdialenosť medzi vonkajšími bodmi na translačnej osi	D _v	5,75	5,30	5,15	5,15
Vzdialenosť medzi vnútornými bodmi na translačnej osi	D _u	5,05	5,00	4,95	4,75
Priemer TOK meraný na translačnej osi	D _T ²⁾	47,45	49,90	55,45	64,65
Polomer vjazdu na okružný jazdný pás (polomer obruby)	R _{EN}	12,00 ³⁾			
Polomer výjazdu z okružného jazdného pásu (polomer obruby)	R _{EK}	15,00 ³⁾			
Polomer hrany líniového oddeľovača na vjazde do vnútorného pruhu	R _{T1}	12,00			
Polomer hrany líniového oddeľovača na vjazde do vonkajšieho jazdného pruhu	R _{T2}	20,00			

¹⁾ Rozmery prvkov turbobloku TOK vychádzajú z najnovších slovenských skúseností, ktoré prevzali a upravili parametre z holandskej metodiky [T13] a sú publikované v [T16].

²⁾ D_T = R4+D_u+R4

³⁾ Minimálne hodnoty polomerov.

4.2.2 Stanovenie veľkosti polomerov a šírky jazdných pruhov

Veľkosti polomerov TOK a šírky jazdných pruhov na jej okružnom jazdnom pásu musia byť stanovené podľa rýchlosti dosahovanej pri prejazde križovatkou, pričom táto má byť nižšia ako 40 km/h. Na základe skúseností zo zahraničia sa odporúča uvažovať s maximálnou návrhovou rýchlosťou prejazdu 35 km/h. Ukázalo sa, že v reálnom prostredí je po uplynutí určitého času dosahovaná vyššia hodnota rýchlosti prejazdu.

Polomery sú stanovené tak, aby hraničné línie turbobloku na seba navzájom nadväzovali. Potrebná šírka jazdného pruhu sa zväčšuje so znižujúcimi sa polomermi na TOK a naopak, znižuje sa so zväčšujúcimi sa polomermi (tabuľka 4.1).

Šírka jazdného pruhu je tiež závislá od voľby typu návrhového vozidla, na ktorého prejazd je TOK navrhnutá. Šírky jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse TOK musia byť navrhnuté tak, aby umožňovali návrhovému vozidlu uskutočniť tzv. kritický manéver, čo je vo väčšine prípadov otočenie vozidla o 270° . Ako návrhové vozidlo sa používa ťahač s návesom celkovej dĺžky 16,50 m. Podmienkou návrhu pri preverovaní kritického manévru je, že návrhové vozidlo nesmie pri prejazde TOK prejsť fyzické oddelenie jazdných pruhov (líniový oddeľovač) o šírke 0,30 m. Prejazd však môže byť uskutočnený cez rozšírenú časť fyzického oddelenia jazdných pruhov na vjazde do vnútorného pruhu na okružnom jazdnom páse. Šírka pruhu väčšia ako 5,25 m sa neodporúča.

Pri návrhu sa odporúča vykonať kontrolu šírky jazdných pruhov v TOK prostredníctvom softvéru pre simuláciu prejazdu návrhového vozidla s možnosťou vykreslenia prejazdových kriviek. Simuluje sa kritický manéver návrhového vozidla.

4.2.3 Polomery na vjazdoch a výjazdoch do/z TOK

Polomery vjazdových a výjazdových oblúkov musia byť navrhnuté vo vhodnom pomere. Veľkosti polomerov sa stanovujú na základe ich závislosti od typu návrhového vozidla a od požadovanej rýchlosti na vjazde a výjazde. Sú závislé aj od veľkosti TOK.

Polomer oblúku na vjazde TOK musí byť vždy menší ako polomer výjazdového oblúku. Polomer vjazdu na okružný jazdný pás R_{EN} (obruby na okraji jazdného pásu) má byť minimálne 12,00 m, polomer na výjazde R_{EK} má byť minimálne 15,00 m a veľkosťou nesmie presahovať hodnotu najväčšieho polomeru v križovatke²⁾.

Trajektória pohybu vozidla na vjazde do vnútorného pruhu okružného jazdného pásu (ľavej hrany líniového oddeľovača na vjazde) sa realizuje polomerom o veľkosti $R_{T1} = 12,00$ m, zatiaľ čo vjazd do vonkajšieho jazdného pruhu (pravej hrany líniového oddeľovača) je zaoblený polomerom $R_{T2} = 20,00$ m (obrázky 4.3 a 6.2).

Minimálna šírka medzi hranou/obrúbou a líniovým oddeľovačom na vjazde do TOK je 4,00 m, na výjazde minimálne 4,50 m. V prípade jednoruhového vjazdu/výjazdu v kombinácii s deliacim pásom je šírka medzi obrubami (obrúbou a hranou) minimálne 5,50 m. Šírka 5,50 m umožňuje obchádzanie stojaceho vozidla (pri poruche).

Návrh vjazdov a výjazdov má byť taktiež súčasťou kontroly šírky jazdných pruhov TOK prostredníctvom softvéru pre simuláciu prejazdu návrhového vozidla.

4.2.4 Stanovenie polohy stredov oblúkov

Ako už bolo uvedené, tvar TOK získame použitím tzv. turbobloku, čo je geometrický útvar vytvorený z oblúkov daných polomerov, ktoré musia byť natočené v určitom smere, čím vytvoria línie pre návrh jazdných pruhov. Stred turbobloku musí byť umiestnený takým spôsobom, aby bolo možné radiálne napojenie všetkých vjazdov do TOK. Turboblok obsahuje okrem samotných oblúkov aj tzv. translačnú os, pozdĺž ktorej sa tieto pohybujú (vzájomný odsun oblúkov). Poloha stredov oblúkov na translačnej osi závisí od šírky okružného jazdného pruhu a polohy okrajov.

Polomer musí byť navrhnutý tak, aby sa okrajové línie navzájom na seba napájali v smere tvorby špirály. Pri vytváraní turbobloku je polomer R_1 vynášaný zo stredov so vzájomnou vzdialenosťou D_v , zatiaľ čo polomery R_2 , R_3 a R_4 sú vynášané zo stredov so vzájomnou vzdialenosťou D_u (hodnoty podľa veľkosti TOK sú v tabuľke 4.1). Takéto zostrojenie zabezpečí, že oblúk s polomerom R_1 sa napája na oblúk s polomerom R_2 na jednej strane translačnej osi, pričom na druhej strane translačnej osi sa oblúk s polomerom R_3 napája na oblúk s polomerom R_4 .

4.2.5 Poloha translačnej osi a kontrola polohy turbobloku

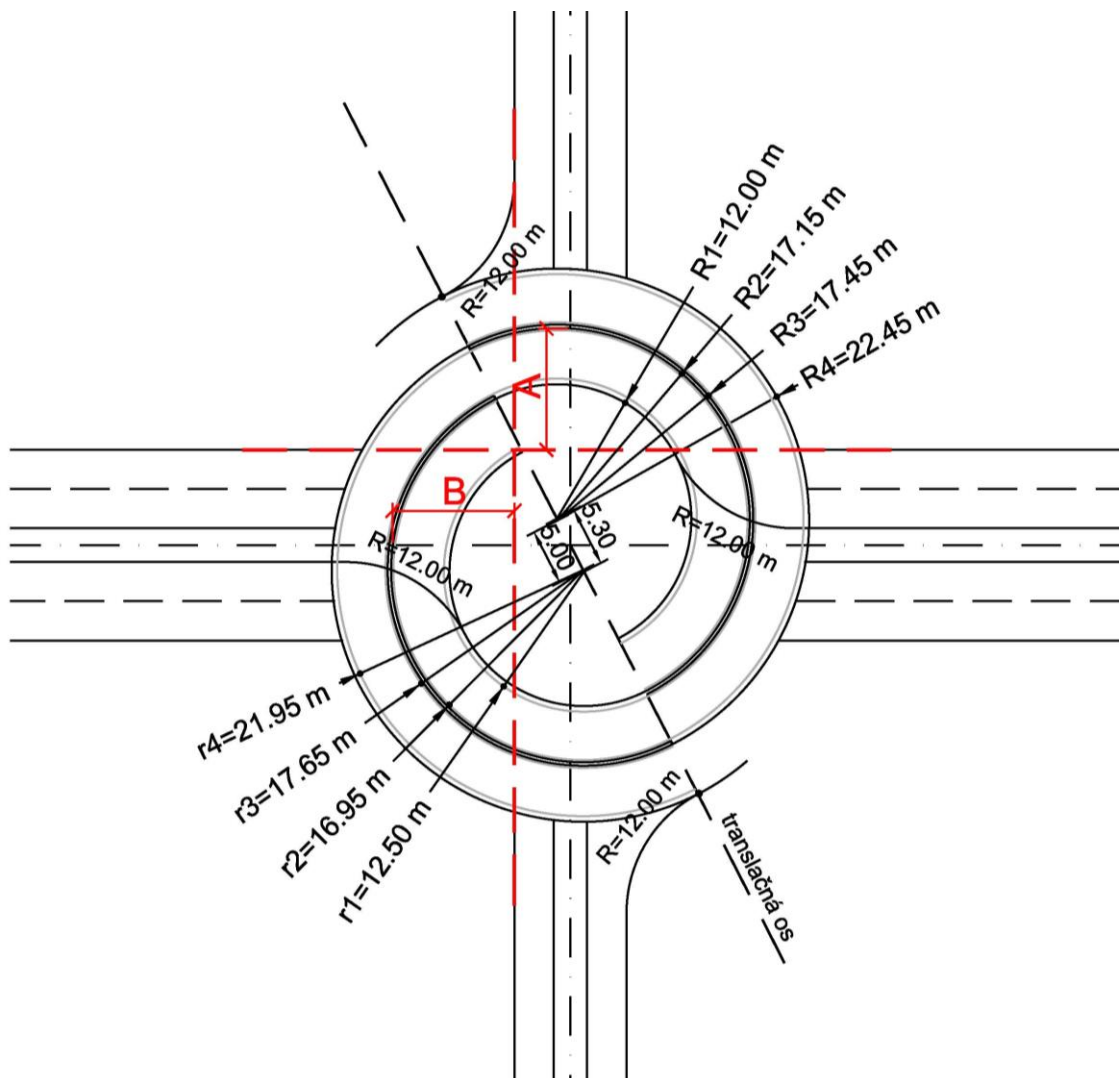
Pre správnu polohu translačnej osi je dôležitá poloha dotyčnicových bodov polomeru zaoblenia na vjazde. Dotyčnicové body na oboch koncoch musia ležať na translačnej osi, alebo v malej vzdialenosti za ňou. Pri nedodržaní tejto podmienky musí byť turboblok natáčaný, až kým nebude podmienka splnená.

Najvýhodnejšia počiatočná poloha turbobloku je, keď osi križujúcich sa komunikácií navzájom tvoria pravý uhol s rovnomerným usporiadaním do štyroch kvadrantov. Najlepšia poloha translačnej

²⁾ Poznatky z praxe v zahraničí ukazujú, že čím väčší je polomer zaoblenia na výjazde z okružného jazdného pásu, tým je rozpoznateľnejšie pre vodiča čakajúceho na vjazde do okružného jazdného pásu, že vozidlo odbočuje (aj keby vodič odbočoval bez použitia smerového svetla), čím je redukované možné zdržanie vozidiel na vjazde. Takáto optimalizácia rozmerov má priaznivý vplyv na kapacitu a priepustnosť križovatky.

osi je, ako keby ručičky analógových hodín ukazovali čas „5 min pred 5 h“ v prípade štvorramennej a „10 min po 8 h“ v prípade trojramennej TOK.

Správna poloha translačnej osi je veľmi dôležitá z hľadiska maximálnej dosahovanej rýchlosti prejazdu a dynamiky jazdy (komfort, odstredivá sila). Nesprávna poloha translačnej osi spôsobuje príliš veľké zníženie rýchlosti na dvoch ramenách, zatiaľ čo na zvyšných dvoch ramenách TOK bude zníženie rýchlosti príliš malé.



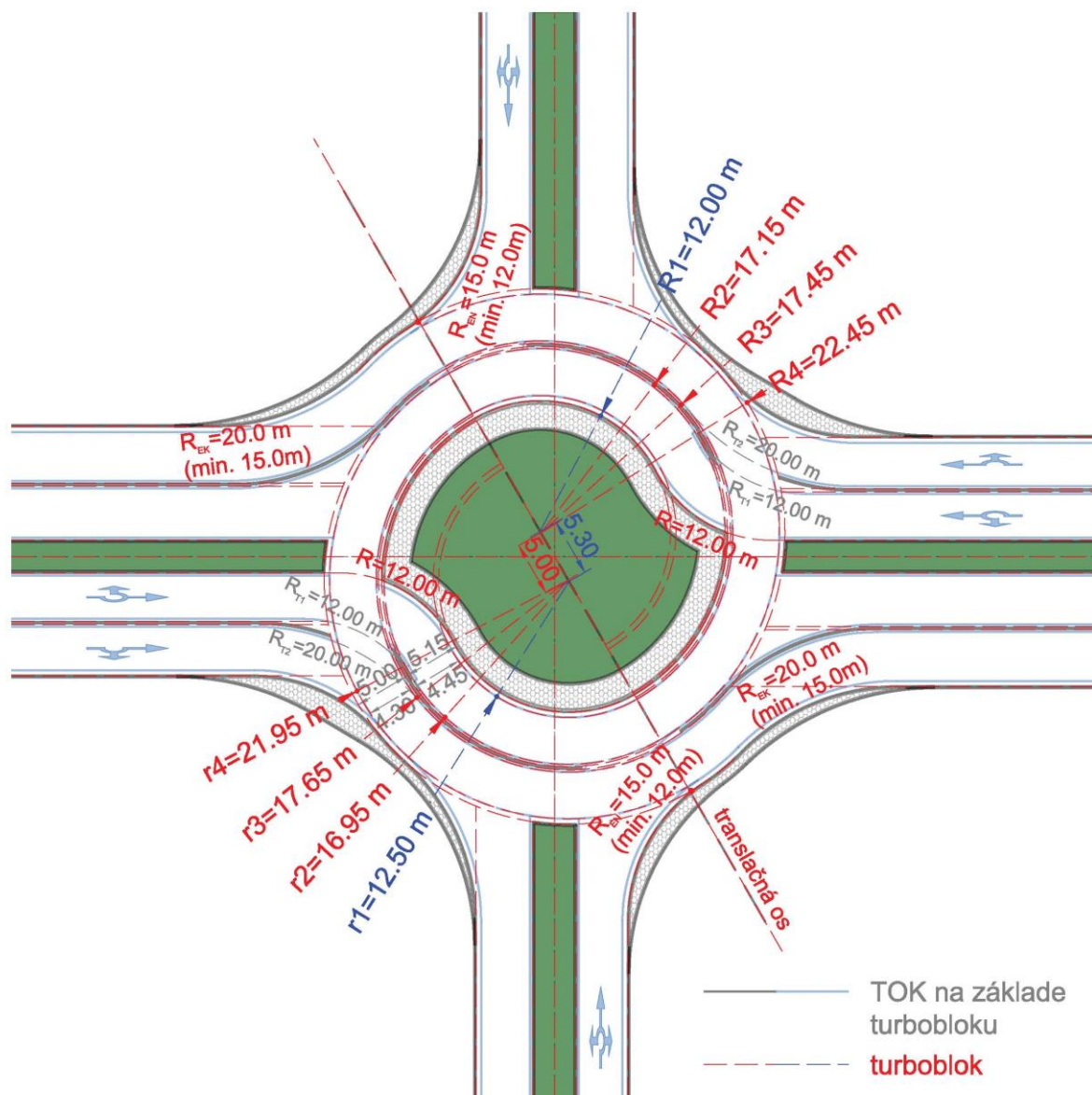
Obrázok 4.2 Najvýhodnejšia poloha translačnej osi štvorramennej TOK (štandardná veľkosť TOK)

Nasledovný text popisuje kontrolu nastavenia polohy turbobloku:

Kontrola 1: Pre kontrolu správnosti polohy turbobloku musia byť vyhotovené pomocné línie predĺžením vonkajších hraníc vozovky (okrajov) vjazdu a výjazdu vo vodorovnom a zvislom smere (červená prerušovaná čiara na obrázku 4.2). Meria sa vzdialenosť medzi pomocnými líniami a kružnicami s polomerami pre určenie polohy 0,30 m širokého líniového oddeľovača na vozovke okružného jazdného pásu (vzdialenosti A a B na obrázku 4.2). Ak sú tieto vzdialenosti približne rovnaké, poloha translačnej osi je správna.

Kontrola 2: Keď je správne určená poloha translačnej osi turbobloku, trajektórie prejazdu pre všetky smery sú plynulé (správne nastavená rýchlosť, priečne zrýchlenie, polomery trajektórie). Ak sa niektorá z týchto trajektórií javí ako lámaná, translačná os musí byť pootočená. Pri každej zmene polohy translačnej osi treba opraviť všetky polomery zaoblenia na vjazdoch a výjazdoch do/z TOK.

Príklad takto zhotovenej TOK je na obrázku 4.3 a postup jej zostrojenia v prílohách v čl. 6.3 na obrázkoch 6.1 a 6.2.



Obrázok 4.3 Príklad návrhu TOK pomocou turbobloku

4.2.6 Kontrola dosahovanej rýchlosti prejazdu a priečného zrýchlenia

Skutočná dosahovaná rýchlosť prejazdu osobných vozidiel cez TOK má byť nižšia ako 40 km/h (čl. 4.2.2.). Dosahovaná rýchlosť vozidla získaná z výpočtu (podľa čl. 4.2) má byť nižšia ako návrhová rýchlosť prejazdu 35 km/h a zároveň, pre návrhové vozidlo skupiny 3³⁾, má byť vyššia ako 20 km/h.

Priečne zrýchlenie návrhového vozidla skupiny 3 nesmie v žiadnom úseku TOK pri rýchlosti 20 km/h presiahnuť hodnotu 0,33 g⁴⁾. Hodnota 0,33 g je uvažovaná ako hraničná, maximálna dosahovaná hodnota priečného zrýchlenia získaná (prepočtom na zrýchlenie) z hodnôt uvedených v STN 73 6102, tabuľka 8.

Dosahovaná rýchlosť v oblúku sa vypočíta z upraveného vzorca pre najmenší polomer oblúka nevyžadujúceho dostredný priečny sklon:

$$R_{min} \geq \frac{v_n^2}{g \cdot (f' + 0,01 \cdot p)} \quad (4.1)$$

Dosahovaná rýchlosť je potom:

$$v = \sqrt{127 \cdot R \cdot (f' + 0,01 \cdot p)} \quad (4.2)$$

kde:

R_{min}	je	najmenší polomer oblúka nevyžadujúceho dostredný priečny sklon [m],
v		dosahovaná rýchlosť v oblúku [km/h],
g		gravitačné zrýchlenie [m/s ²], $g = 9,81 \text{ m/s}^2$,
R		polomer kružnicovej dráhy [m],
f'		koeficient priečného trenia [-],
		uvažuje sa: $f' = 0,26$ pre rýchlosti do 20 km/h,
		$f' = 0,24$ pre rýchlosti v rozmedzí od 20 km/h do 35 km/h,
p		priečny sklon [%],
		uvažuje sa: záporná hodnota (-) pri mimostrednom sklone,
		kladná hodnota (+) pri dostrednom sklone.

Relatívne priečne zrýchlenie v kružnicovej dráhe (v oblúku) je potom:

$$a_r = \frac{\left(\frac{v}{3,6}\right)^2}{R \cdot g} \quad (4.3)$$

kde:

v	je	dosahovaná rýchlosť v oblúku [km/h],
g		gravitačné zrýchlenie [m/s ²],
R		polomer kružnicovej dráhy [m],
a_r		relatívne priečne zrýchlenie v kružnicovej dráhe [-], výsledné hodnoty sú násobkami g .

Polomery jednotlivých kružnicových dráh prejazdu vozidla sa získajú aproximáciou trajektórie prejazdu návrhového vozidla (ťahač s návesom 16,5 m) sústavou prostých kružnicových oblúkov (obrázok 4.4).

Tabuľka 4.2 obsahuje príklad kontroly dosahovanej rýchlosti prejazdu a priečného zrýchlenia vozidiel na oválnej TOK štandardnej veľkosti z obrázku 4.4.

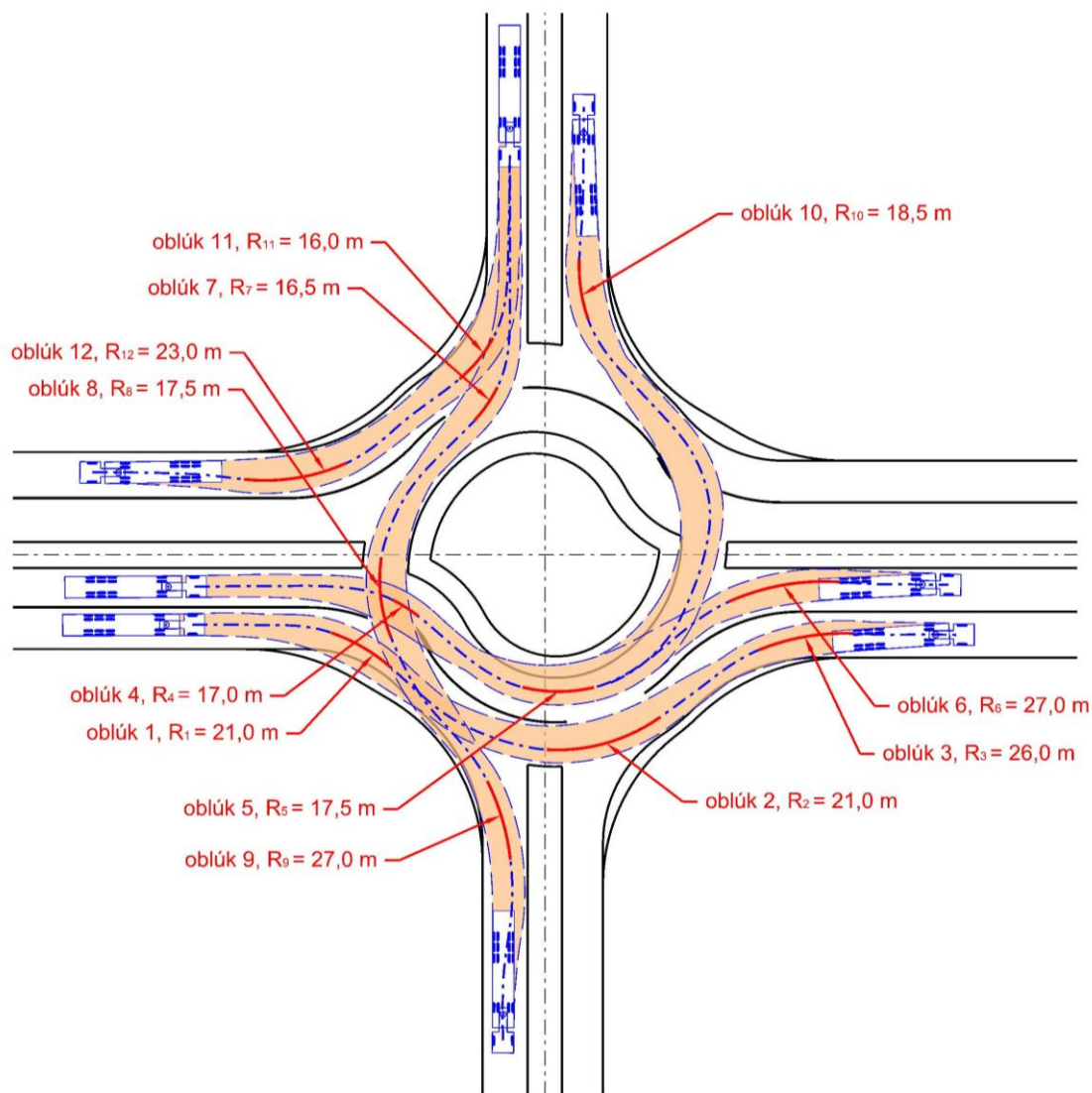
³⁾ Návrhové vozidlo pre návrh a posúdenie geometrického usporiadania TOK: vozidlo skupiny 3 – ťahač s návesom celkovej dĺžky 16,5 m s možnosťou prejazdu po spevnenej časti stredového ostrovčeka.

⁴⁾ Hodnota 0,33 g zodpovedá maximálnemu normovému priečnému zrýchleniu v oblúku pri polomere 25 m, priečnom sklone 8 % a návrhovej rýchlosti 25 km/h (prepočet z STN 73 6102, tabuľka 8 - Najmenší polomer oblúka v závislosti od návrhovej rýchlosti v a priečnom sklone p).

Tabuľka 4.2 Príklad - kontrola dosahovanej rýchlosti prejazdu a priečného zrýchlenia (hodnoty pre oválnu TOK štandardnej veľkosti, $p = -2,5\%$)

	Polomer R [m]	Dosahovaná rýchlosť v [km/h]	20 km/h $\leq v \leq 35$ km/h (osobné vozidlá)	Relatívne priečne zrýchlenie a_r pre dosah. rýchlosť v [-]	$v \geq 20$ km/h (návrhové vozidlo)	Relatívne priečne zrýchlenie a_r pre rýchlosť 20 km/h [-]	$a_r < 0,33$
Oblúk 1	21,0	24	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,15	vyhovuje
Oblúk 2	21,0	24	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,15	vyhovuje
Oblúk 3	26,0	27	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,12	vyhovuje
Oblúk 4	17,0	22	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,19	vyhovuje
Oblúk 5	17,5	22	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,18	vyhovuje
Oblúk 6	27,0	27	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,12	vyhovuje
Oblúk 7	16,5	21	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,19	vyhovuje
Oblúk 8	17,5	22	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,18	vyhovuje
Oblúk 9	27,0	27	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,12	vyhovuje
Oblúk 10	18,5	22	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,17	vyhovuje
Oblúk 11	16,0	21	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,20	vyhovuje
Oblúk 12	23,0	25	vyhovuje	0,22	vyhovuje	0,14	vyhovuje

Poznámka: Hodnoty R sú získané aproximáciou krivky osi prejazdových kriviek návrhového vozidla sústavou prostých kružnicových oblúkov.



Obrázok 4.4 Aproximácia trajektórie návrhového vozidla (ťaháč s návesom 16,5 m) sústavou prostých kružnicových oblúkov

4.3 Sklony vozovky a odvodnenie

Priečne a pozdĺžne sklony na okružnom jazdnom páse a na ramenách križovatky zabezpečujú odvodnenie vozovky a bezpečný prejazd vozidiel križovatkou.

Spádovanie okružného jazdného pásu sa môže navrhnuť ako mimostredné, dostredné, prípadne navrhnuť plochu celej križovatky ako jednostranne naklonenú. Jednotlivé riešenia majú určité výhody aj nevýhody a konkrétna voľba použitého riešenia závisí od lokálnych podmienok a obmedzení, ktoré musí zohľadniť projektant.

Výhodou mimostredného spádovania je prirodzené odvodnenie povrchu smerom ku krajnici a následne do terénu. Toto platí v prípade, ak nejde o TOK lemovanú obrubami. Nevýhodou je pôsobenie odstredivej sily na vozidlo počas prejazdu oblúkmi a s tým spojené riziko vynášania pri mokrej alebo zľadovatej vozovke.

Výhodou dostredného spádovania je zmenšenie efektu vynášania vozidiel do strán následkom pôsobenia odstredivej sily v kombinácii so zhoršenými vlastnosťami povrchu mokrej, alebo zľadovatej vozovky. Takéto riešenie je ale náročnejšie na odvodnenie, hlavne v prípade výskytu prívalových dažďov, alebo nepravidelnej údržby.

Vyššie uvedené nevýhody jednotlivých riešení sú priamo ovplyvnené kvalitou údržby vykonávanej na TOK, spôsobom jazdy vodiča, podmienkami a stavom vozovky. Nedajú sa preto úplne zohľadniť a eliminovať pri samotnom návrhu.

Pre návrh TOK bez ohraničenia okraja obrubami sa pre odvodnenie odporúča ako najvhodnejšie riešenie mimostredné spádovanie okružného jazdného pásu. Ak to však vyžadujú výškové pomery križujúcich sa komunikácií a terénu, môže sa navrhnuť dostredný sklon, prípadne jednostranne nakloniť plochu celej križovatky (obrázok 4.5). Návrh odvodnenia TOK a jej ramien sa riadi pravidlami podľa STN 73 6101 a STN 73 6110.

Pozdĺžne sklony križujúcich sa komunikácií musia mať také hodnoty, aby pri plynulom napojení na okružný jazdný pás nebola prekročená hodnota priečného sklonu okružného jazdného pásu 3,0 % smerom k vonkajšiemu okraju a 6,0 % smerom k stredu TOK.

Prechod medzi pozdĺžnym sklonom napojeného ramena križovatky a priečnym sklonom okružného jazdného pásu má byť plynulý, vytvorený pomocou vloženého výškového oblúku. V stiesnených podmienkach môžu byť ramená napojené priamo, pričom rozdiel opačných sklonov má byť maximálne 4,0 %, výnimočne 5,0 %. Pozdĺžny sklon komunikácií v mieste vjazdu a výjazdu nemá prekročiť 5,0 % (plynulé napojenie na pozdĺžny sklon okružného jazdného pásu).

Pre plynulé napojenie na pozdĺžne sklony ramien križovatky sa môže klopíť priečny sklon na okružnom jazdnom páse. Zmena priečného sklonu nemá presiahnuť 2,5 % na dĺžke 10 m (merané v osi jazdného pruhu).

Maximálny pozdĺžny sklon okružného jazdného pásu TOK je 5,0 %, pričom výsledný sklon okružného jazdného pásu musí byť najmenej 0,5 %. Základný priečny sklon okružného jazdného pásu je 2,5 %.

Mimostredný priečny sklon



Dostredný priečny sklon



Jednostranne naklonená plocha križovatky



Obrázok 4.5 Priečny sklon okružného jazdného pásu

Pre správny návrh polohy uličných vpustov (odvodňovacích zariadení) sa odporúča vypracovať vrstevnicový plán. Odvodnenie, prietok povrchových vôd cez fyzické oddelenie jazdných

pruhov, je zabezpečené spôsobom uloženia prefabrikovaných prvkov líniového oddeľovača (medzery medzi jednotlivými prvkami).

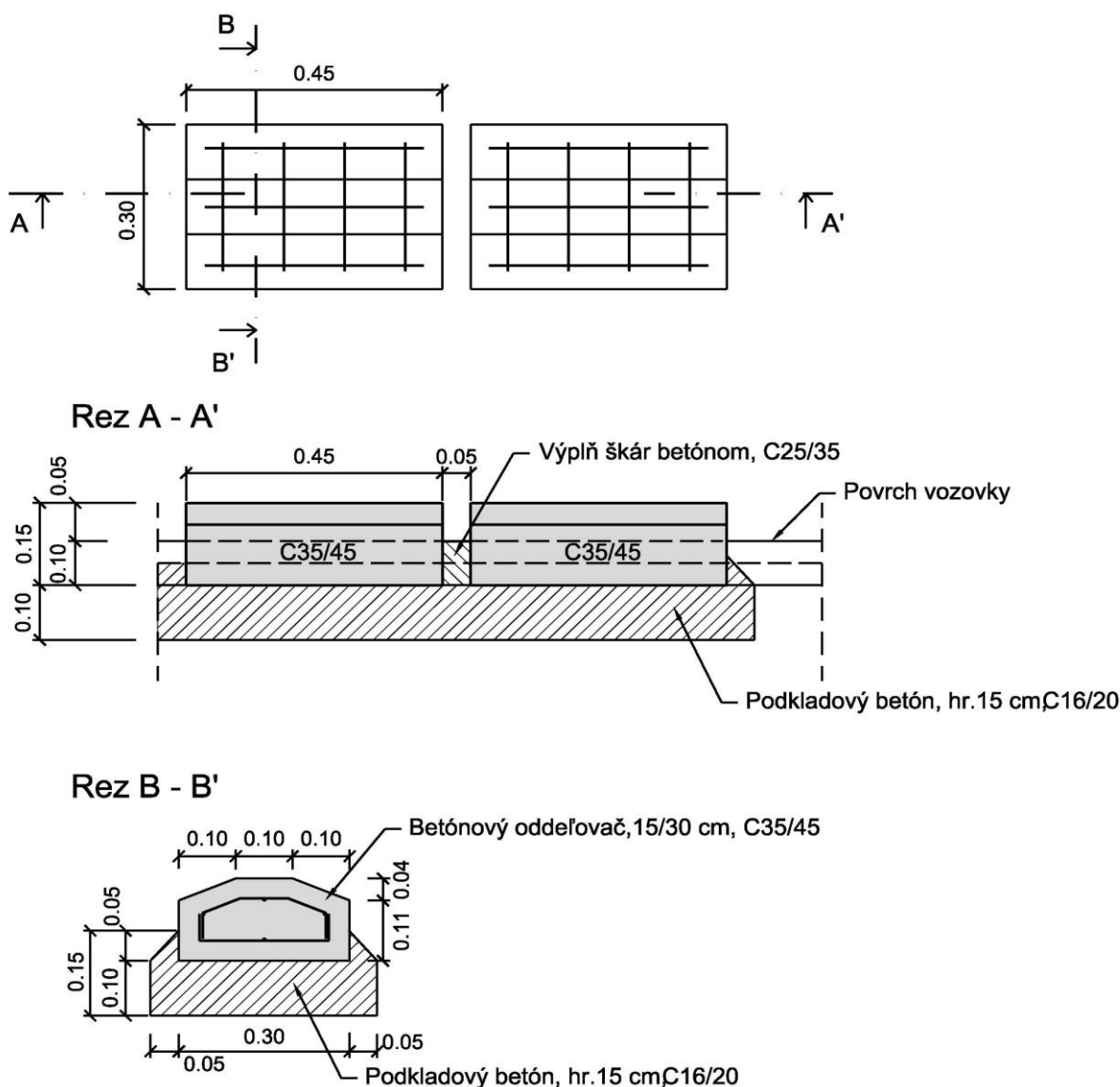
4.4 Charakteristické návrhové prvky a vybavenie TOK

Medzi charakteristické návrhové prvky TOK patrí vyvýšené fyzické oddelenie jazdných pruhov na okružnom jazdnom páse a na jazdných pásoch vjazdu a výjazdu TOK pomocou prefabrikovaných prvkov (líniových oddeľovačov).

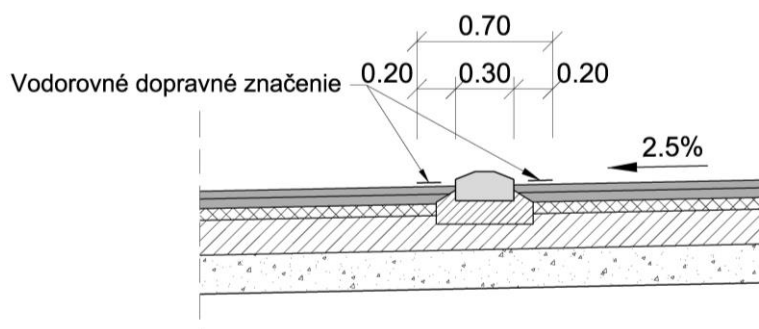
Ďalším charakteristickým prvkom je rozšírená časť fyzického oddelenia jazdných pruhov, slúžiaca na usmernenie jazdy osobných vozidiel pri vjazde do vnútorného pruhu okružného jazdného pásu. Tento prvok umožňuje pohodlný prejazd nákladných, resp. rozmerných vozidiel s veľkou plochou otáčania, ale odrádza prejazd osobných vozidiel.

4.4.1 Fyzické oddelenie jazdných pruhov (líniový oddeľovač)

Líniový oddeľovač je vo svojej podstate vyvýšená obruba (obrázky 4.6, 4.7 a 6.6) vytvorená osadením špeciálne tvarovaných prefabrikovaných betónových prvkov, ktoré zamedzujú (nevylučujú) zmenu jazdných pruhov (prieplet vozidiel). Výška vrchnej hrany líniového oddeľovača od spoločnej hrany s vozovkou jazdného pruhu je 5 cm.



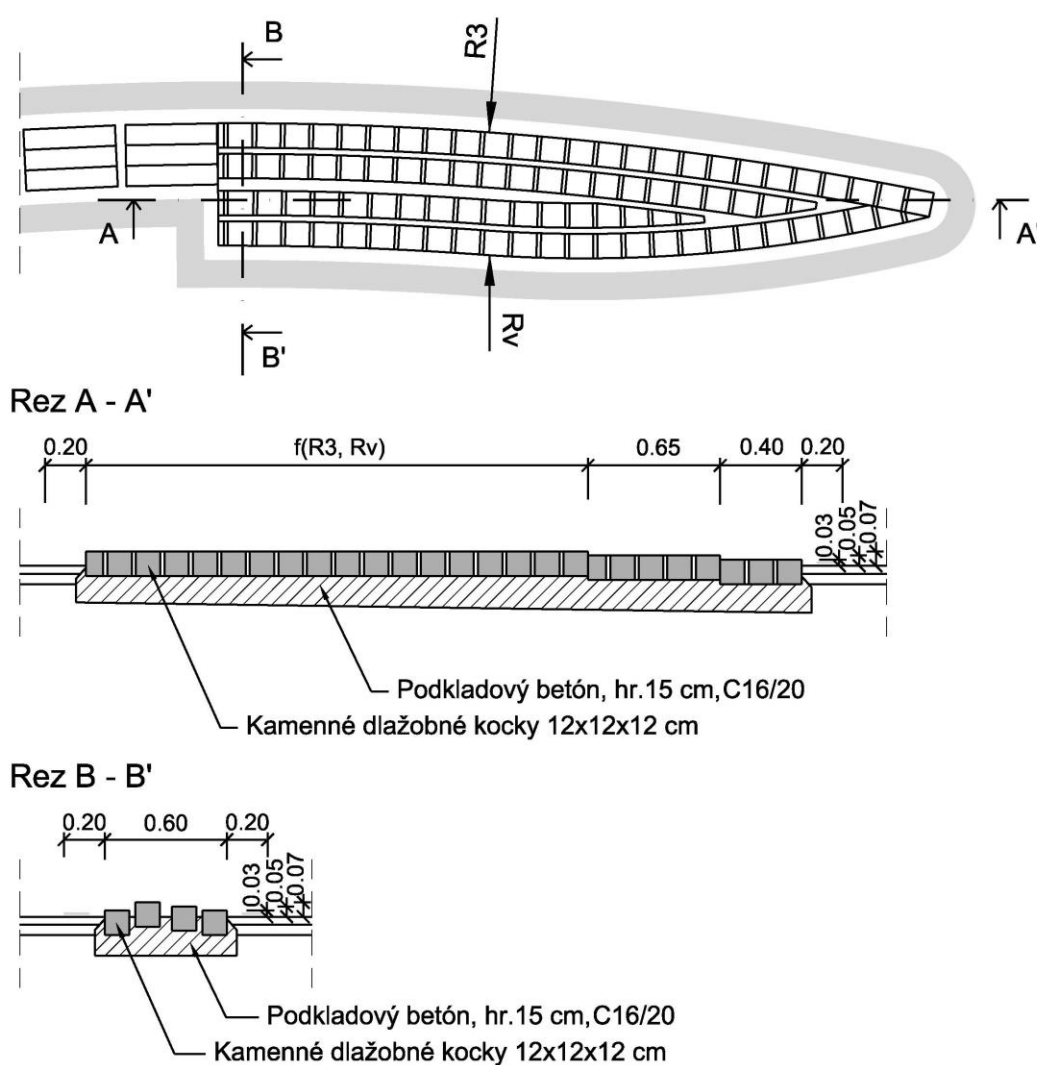
Obrázok 4.6 Rozmery, spôsob vystuženia a zabudovania oddeľovačov



Obrázok 4.7 Priečný rez oddeľovačom spolu s vodorovným dopravným značením

4.4.2 Rozšírená časť fyzického oddelenia jazdných pruhov

Rozšírená časť fyzického oddelenia jazdných pruhov je počiatočné rozšírenie líniového oddeľovača. Dispozične a rozmerovo je prvok prispôbený pre prejazdy nákladných, resp. rozmerných vozidiel (vzhľadom na rozmer ich kolies nepredstavuje prekážku). Dispozične, rozmerovo a materiálovo tento prvok pôsobí ako prekážka prejazdu pre osobné vozidlá rovnako ako líniový oddeľovač, alebo spevnená časť stredového ostrovčeka (obrázky 4.8 a 6.7).



Obrázok 4.8 Detail rozšírenej časti fyzického oddelenia jazdných pruhov

$R3$ - polomer vonkajšej hrany fyzického oddelenia jazdných pruhov, R_v - polomer vnútornej hrany rozšírenej časti fyzického oddelenia, f - premenná dĺžka závislá na prieniku R_v a odsadeného $R3$ ($R3=0,6$ m)

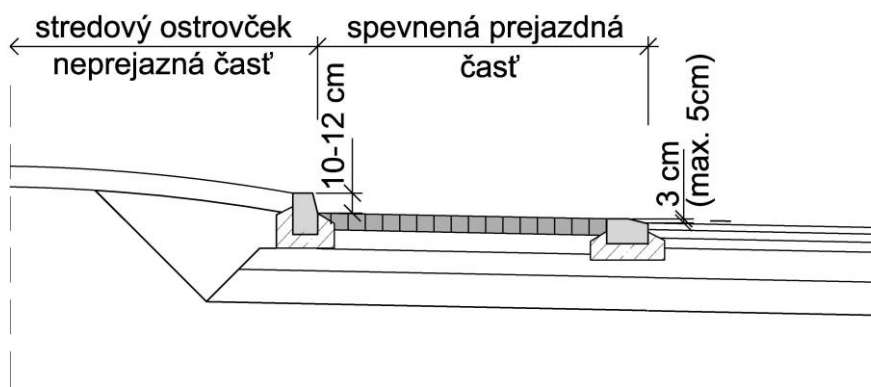
Výsledný geometrický tvar rozšírenej časti fyzického oddelenia je tvorený kombináciou pevne stanovených rozmerov a prienikom polomerov R_v a odsadeného polomeru R_3 o šírku rozšírenej časti fyzického oddelenia. Polomer R_v sa stanoví na základe prejazdových kriviek návrhového vozidla skupiny 1 (osobné vozidlo).

4.4.3 Prejazdná a neprejazdná časť stredového ostrovčka

Stredový ostrovček TOK je zložený z dvoch častí: neprejazdný stredový ostrovček a spevnená prejazdná časť stredového ostrovčka (obrázky 2.1, 4.9 a 4.10).



Obrázok 4.9 Časti stredového ostrovčka v TOK (spevnená prejazdná časť, stredový ostrovček - neprejazdná časť), príklad z Holandska



Obrázok 4.10 Časti stredového ostrovčka v TOK (spevnená prejazdná časť, stredový ostrovček - neprejazdná časť)

Spevnená prejazdná časť stredového ostrovčka (obrázok 4.11) je zhotovená z materiálov alebo prvkov, ktoré vodičov odrádzajú od jazdy po nej. Je zhotovená v sklone 4,0 % - 7,0 % v smere von od stredového ostrovčka s maximálnou šírkou 2,0 m - 2,5 m.

Na rozhraní s okružným jazdným pásmom sú osadené prefabrikované betónové prvky (nábehové obrubníky, cestné obrubníky uložené naležato, cestné obrubníky zapustené do konštrukcie), vyvýšené oproti vozovke najmenej o 30 mm, najviac však o 50 mm (nábehový, skosený obrubník). Obrubník musí mať skosenú alebo zaoblenú pozdĺžnu hranu. Takéto riešenie slúži na to, aby bola spevnená prejazdná časť prejazdná len rozmernými vozidlami.

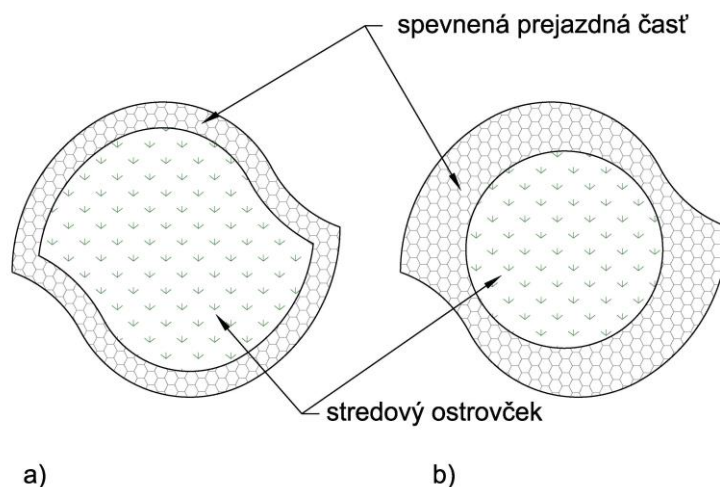
Na vnútornej hrane (v smere do stredu TOK) je osadený prefabrikovaný betónový prvok (cestný betónový obrubník) vo výške 10 cm – 12 cm nad hranou spevnenej prejazdnej časti.



Obrázok 4.11 Spevnená prejazdňá časť stredového ostrovčeka (príklad zo Slovinska a Holandska)

Existujú dva typy spevnenej prejazdnej časti stredového ostrovčeka (obrázok 4.12):

- s nemennou šírkou; hrana stredového ostrovčeka je odsadená o šírku spevnenej prejazdnej časti a má pritom rovnaký tvar pôdorysu ako vnútorná hrana okružného jazdného pásu,
- s premennou šírkou; stredový ostrovček je kruhového tvaru, šírka spevnenej prejazdnej časti stredového ostrovčeka je premenná.



Obrázok 4.12 Spevnená prejazdňá časť stredového ostrovčeka:

a) s nemennou šírkou, b) s premennou šírkou

Stredový ostrovček - neprejazdňá časť stredového ostrovčeka (obrázok 4.13) v TOK nemá žiadny význam a predstavuje nadbytočný priestor, ktorý je ale vhodné navrhnuť tak, aby zabraňoval priamemu prehľadu TOK.

Stredový ostrovček spravidla nie je vhodný pre fontány, monumenty, sochy alebo iné objekty. Návrh stredového ostrovčeka (neprejazdnej časti) sa obmedzuje na jednoduché formy úprav. Najvhodnejším riešením je plochu stredového ostrovčeka navrhnuť plochú v tvare kupoly pokrytej len trávnatým porastom. Výnimočne, pri TOK väčších rozmerov, je do stredového ostrovčeka možné umiestniť nižšie kríky, nízke stromy, sochy alebo fontány. V týchto prípadoch musíme venovať veľkú pozornosť dostatočnému rozhľadu a viditeľnosti a zohľadniť aj sezónne zmeny použitých typov vegetácie. Platí však, že tieto prvky nesmú mať negatívny vplyv na pozornosť vodičov.



Obrázok 4.13 Stredový ostrovček TOK - neprejazdná časť (príklad zo Slovinska)

4.4.4 Deliace ostrovčeky

Deliace ostrovčeky majú pozitívny vplyv na bezpečnosť motorizovaných aj nemotorizovaných účastníkov dopravy a súčasne zvyšujú kapacitu TOK. Majú funkciu usmernenia dopravných prúdov na vjazde do TOK a súčasne chránia chodcov a cyklistov, ktorí križujú jej ramená.

Deliace ostrovčeky môžu byť trojuholníkového tvaru (obrázok 4.14) alebo kvapôčkovitého tvaru (obrázok 4.15). Minimálne rozmery ostrovčekov závisia od druhu účastníkov dopravy v TOK, t.j. či rameno TOK križujú chodci a/alebo cyklisti, alebo sú úplne vylúčení. Ostrovček nesmie byť navrhnutý ako plocha vyznačená len vodorovným dopravným značením.



Obrázok 4.14 Deliaci ostrovček trojuholníkového tvaru (príklad zo Slovinska)



Obrázok 4.15 Kvapôčkovitý ostrovček s vylúčením chodcov a cyklistov (príklad z Holandska)

Odporúčaná šírka deliaceho ostrovčeka v mieste priechodu pre chodcov a/alebo cyklistov je aspoň 2,0 m (kočík + tlačiaci osoba + ochranná šírka na oboch stranách alebo bicykel + ochranná šírka na oboch stranách), minimálne však 1,5 m.

Odporúčaná šírka deliaceho ostrovčeka v bode, kde sa osádza zvislé dopravné značenie (napr. „prikázaný smer obchádzania vpravo“) je minimálne 1,0 m. Nárožia ostrovčeka sa navrhujú zaoblené.



Obrázok 4.16 Deliaci ostrovček s priechodom pre cyklistov a chodcov (príklad zo Slovinska)

4.4.5 Chodci a cyklisti v priestore TOK

Z hľadiska bezpečnosti je zakázané viesť cyklistov do priestoru TOK v spoločnom dopravnom pruhu/páse s motorizovanými účastníkmi dopravy. Vhodným riešením ich vedenia je samostatnou cyklistickou cestičkou oddelenou od priestoru TOK, alebo v pridruženom priestore spolu s chodcami [T9].

Križovanie peších a/alebo cyklistických komunikácií s ramenami TOK treba zabezpečiť úrovňovými priechodmi, alebo v ideálnom prípade mimoúrovňovo podľa zásad STN 73 6110, [T8],

[T9], ak tieto TP neuvádzajú inak. Návrh predpokladá realizáciu priechodov tak, aby boli atraktívne pre maximálny počet chodcov a cyklistov (ktorí by inak prechádzali cestu náhodne, nepravidelne). Úrovňové priechody treba umiestňovať v prvom rade na jednopruhovú vjazdy/výjazdy TOK a treba zabezpečiť ich dostatočnú viditeľnosť pre vodičov, aby mohli svoje vozidlo včas zastaviť. Pri umiestnení úrovňových priechodov na dvojpruhové vjazdy/výjazdy TOK treba bezpečnosť chodcov a cyklistov zabezpečiť vhodnými opatreniami (podrobnejšie v čl. 4.4.5.1).

4.4.5.1 Priechody pre chodcov a cyklistov

Cyklisti a chodci sú vždy vedení pruhom mimo TOK a od hlavného dopravného priestoru (okružný jazdný pás, jazdné pásy na vjazde/výjazde) sú stavebne oddelení. Cyklisti sú v zmysle [T9] vedení v priestore TOK :

- križovaním ramena TOK kolmo cez priechod (obrázky 6.15a), alebo
- samostatným okruhom oddeleným od hlavného dopravného priestoru vo vzdialenosti min. 5,00 m (obrázok 6.15b).

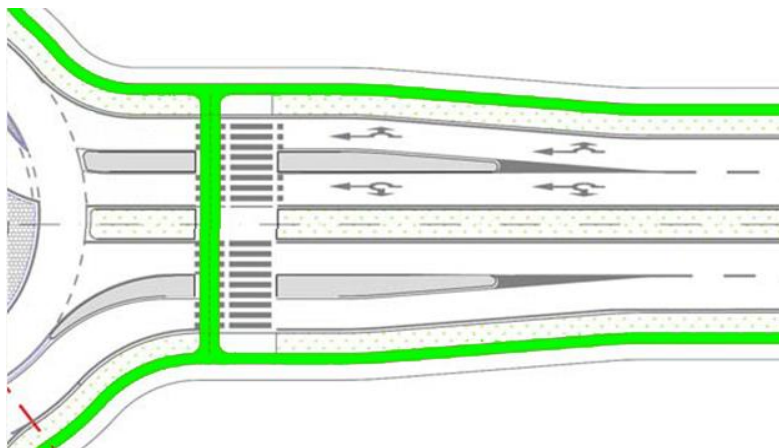
Priechody pre chodcov a/alebo cyklistov sa umiestňujú v bezpečnej vzdialenosti od výjazdov z okružného jazdného pásu. Odporúča sa ich umiestnenie na vozovke vjazdov a výjazdov vo vzdialenosti najmenej jednej až troch dĺžok vozidla (6,0 m až 15,0 m) od pripojenia na vonkajší okraj okružného jazdného pásu. Ak je priechod umiestnený príliš blízko výjazdu, čakajúce vozidlá môžu obmedzovať vozidlá na okružnom jazdnom pásu.

V prípade umiestnenia priechodov na dvojpruhových vjazdoch/výjazdoch TOK, kedy musia chodci a/alebo cyklisti prekonať približne 7,0 m naraz a sú tak vystavení ohrozeniu dlhší čas, je treba realizovať opatrenia na zvýšenie ich bezpečnosti. Voľba vhodného opatrenia závisí od intenzity peších a cyklistov, umiestnenia TOK (v zastavanom území alebo mimo zastavaného územia), dopravného významu alebo funkčnej triedy križujúcich sa komunikácií a konkrétnych lokálnych podmienok.

Opatrenia používané pre zvýšenie bezpečnosti chodcov a cyklistov pri križovaní ramena TOK sú:

- obmedzenie rýchlosti vozidiel vo fáze projektovania (obmedzenie rýchlosti prejazdu vozidiel použitím vhodnej veľkosti polomerov trajektórie, návrhu turbobloku),
- návrh ochranných ostrovčekov v mieste priechodov pre chodcov a/alebo cyklistov na dvojpruhových vjazdoch/výjazdoch TOK,
- vychýlenie polohy cyklistického priechodu na vstupe a výstupe cyklistu z/na deliaci ostrovček (deliaci pás),
- vyvýšenie plochy priechodov podľa [T4], alebo
- vedenie chodcov a cyklistov inými výškovými úrovňami.

Ochranné ostrovčeky na priechode pre chodcov a/alebo cyklistov slúžia na oddelenie jazdných pruhov na dvojpruhovom vjazde a výjazde TOK (obrázok 4.17). Odporúčaná šírka ochranného ostrovčeka je aspoň 2,0 m (kočík + tlačiaci osoba + ochranná šírka na oboch stranách alebo bicykel + ochranná šírka na oboch stranách), minimálne však 1,5 m.

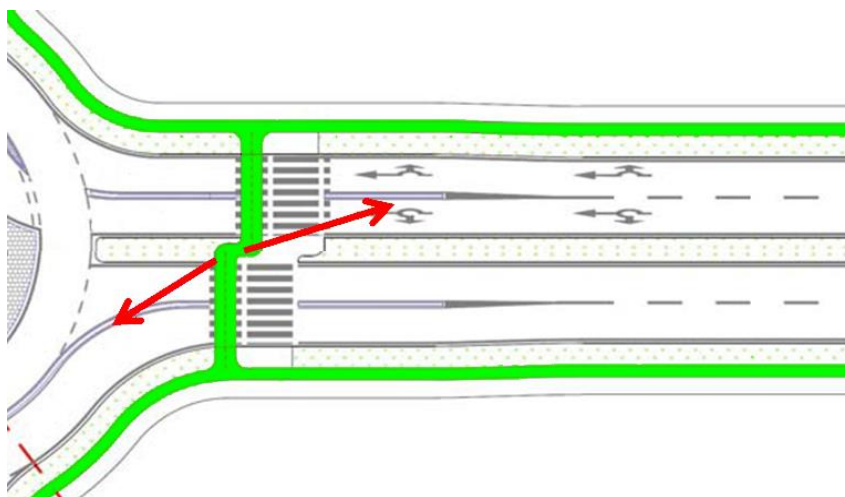


Obrázok 4.17 Ochranné ostrovčeky na priechode pre chodcov a/alebo cyklistov

Ochranné ostrovčeky je potrebné zhotoviť vždy, keď sa predpokladá na trase vysoká intenzita chodcov a/alebo cyklistov a umožňujú to priestorové podmienky. Jedná sa hlavne o TOK umiestnené v zastavanom území, príp. v tesnej nadväznosti na sídelné útvary.

Vychýlenie polohy priechodu pre cyklistov na jeho vstupe a výstupe (obrázok 4.18) sa navrhuje z dôvodu zníženia rýchlosti cyklistov v mieste križovania. Poloha priechodu pre cyklistov je vychýlená na ploche deliaceho ostrovčeka o šírku cyklistického dvojpruhu. Vychýlená poloha križovania sa navrhuje tak, že v oboch polohách (na vjazde a výjazde do/z okružného jazdného pásu) je cyklista na deliacom ostrovčeku vo vzájomnom vizuálnom kontakte s motorizovanými účastníkmi dopravy (obrázok 4.18).

Vychýlenie polohy priechodu pre cyklistov na vstupe a výstupe cyklistu sa odporúča použiť len v krajných prípadoch, keď intenzita cyklistov nie je vysoká a nie sú použiteľné riešenia s vyššou bezpečnosťou⁵⁾. Používa sa len výnimočne spoločne s ďalšími opatreniami pre zvýšenie bezpečnosti chodcov a cyklistov, ktorí križujú rameno TOK (napr. optické alebo akustické opatrenia / prvky upokojenia dopravy).



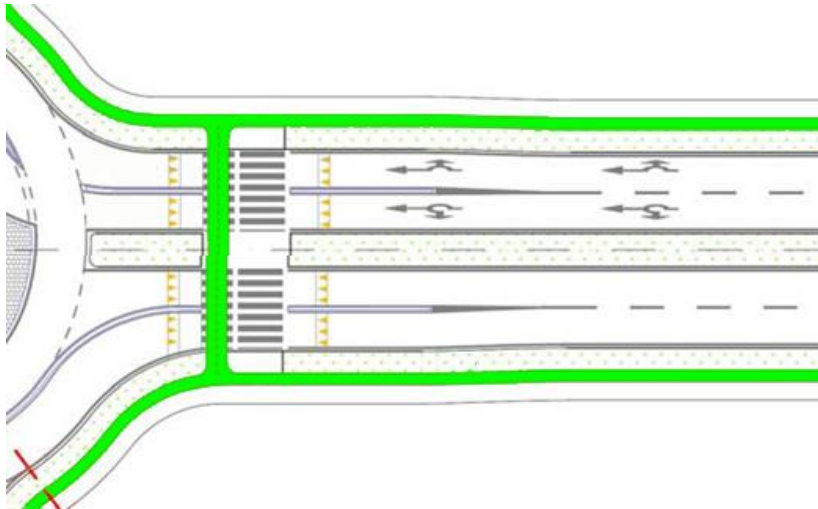
Obrázok 4.18 Vychýlenie polohy priechodu pre cyklistov a vizuálny kontakt medzi cyklistom a vodičom motorového vozidla

Vyvýšené platformy (trapezoidný spomaľovací prah, obrázky 4.19 a 6.11), sú dlhé spomaľovacie prahy s plochou časťou na vrchole a nájazdovými rampami na koncoch. Plochá časť môže byť zhotovená aj ako dláždená alebo z iných textúrovaných materiálov.

Použitím tohto riešenia sa vytvára preferencia nemotoristickej dopravy pred cestnou dopravou, preto je jeho použitie vhodné len podmienene, v zastavanom území (čl. 4.1) na úpravu upokojovania dopravy na miestnych komunikáciách funkčnej triedy C1 až C3 a výnimočne B3 v prípadoch, ak neslúžia ako prieťah [T4] (na vjazdoch do obytných zón alebo iných funkčných plôch).

Zhotovujú sa v dĺžke pre celý rázor osobného vozidla tak, aby mohlo zastaviť na vrchole. Pri takomto riešení treba dbať na správny návrh odvodnenia. Treba si tiež uvedomiť, že dané riešenie predstavuje zdržanie pre vozidlá s právom prednostnej jazdy (sanitky, hasičské vozidlá, polícia). Vyvýšené platformy je vhodné doplniť LED svetlami (trvalý LED dopravný gombík).

⁵⁾ Vychýlenie polohy priechodu pre cyklistov na vstupe a výstupe cyklistu je veľmi populárne v Holandsku, ale len mimo zastavaného územia a na miestach, kde cyklisti nemajú právo prednosti v jazde.



Obrázok 4.19 Vyvýšené platformy

Úrovňové priechody pre chodcov (a/alebo cyklistov) nesmú byť použité v prípadoch keď:

- nie je možné zabezpečiť ich dostatočnú viditeľnosť,
- je veľká intenzita motorových vozidiel,
- je veľký podiel nákladných vozidiel,
- je veľká intenzita križujúcich chodcov a/alebo cyklistov.

V týchto prípadoch musia byť vybudované podchody alebo nadchody a nesmú byť nahrádzané úrovňovými priechodmi, nezávisle od toho, či sú v nich použité prvky upokojenia dopravy.

4.4.5.2 Podchody a nadchody

Na TOK (okružných križovatkách celkovo) s dvomi alebo tromi pruhmi na vjazde/výjazde sa v zastavanom území neodporúča realizovať úrovňový priechod pre chodcov a cyklistov. V týchto prípadoch sa odporúča vybudovať podchod alebo nadchod. V našich klimatických podmienkach je podchod lepším riešením ako nadchod, aj z dôvodu dodržania podjazdovej výšky požadovanej pri nadchode.

Pri každej TOK treba individuálne a dôkladne posúdiť navrhované riešenia križovania peších a cyklistov s ramenami TOK. Pri rozhodovaní sa berie do úvahy veľkosť križovatky (počet pruhov na okružnom jazdnom páse, rýchlosť vozidiel), intenzita dopravného prúdu chodcov/cyklistov a motorových vozidiel (počet kolíznych situácií) a počet pruhov na vjazde/výjazde (dĺžka priechodu pre chodcov)⁶⁾.

4.4.6 Bezpečnostné zariadenia

Vodiace a bezpečnostné zariadenia sa navrhujú podľa STN 73 6101, STN 73 6110 a príslušných platných technických predpisov. Na úsekoch ciest s najvyššou dovolenou rýchlosťou ≤ 60 km/h sa zvodidlá nemusia navrhovať, pokiaľ si to nevyžaduje bezpečnosť premávky.

Zvodidlá sa navrhujú na TOK s vedením jednotlivých druhov dopravy v rôznych úrovniach, aby sa zabránilo havárii vozidla pádom do nižšej úrovne.

V prípade, že existuje riziko vstupu chodcov do križovatky mimo vyznačené priechody, treba osadiť zábradlie medzi chodníky a vozovku okružného jazdného pásu. V prípade, že existuje

⁶⁾ Slovenské normy (stav k 10/2015) neupravujú použitie mimoúrovňového vedenia chodcov a cyklistov na základe ich konkrétnej intenzity a/alebo intenzity vozidiel. Použitie mimoúrovňového vedenia chodcov a cyklistov je napríklad v slovenských podmienkach limitované nasledovnými podmienkami:

- suma počtu motorových vozidiel a počtu peších za 24 hodín sa rovná alebo presahuje 150 000 ch+voz/deň alebo
- v špičkovej hodine križuje rameno okružnej križovatky 600 alebo viacej peších alebo
- podiel nákladných vozidiel z celkovej dopravy presahuje 12 %.

Ak je aspoň jedno z vyššie uvedených kritérií splnené, treba z pohľadu zabezpečenia dostatočného stupňa bezpečnosti dopravy uvažovať s možnosťou návrhu nadchodu alebo podchodu. Tieto podmienky neplatia pre použitie na Slovensku, sú uvedené len ako príklad.

mimoúrovňový priechod pre cyklistov a chodcov, zábradlie sa osadí do deliaceho pásu (ostrovčeka). Zábradlie nesmie brániť rozhľad vodiča.

Pre zvýšenie pasívnej bezpečnosti motorizovaných účastníkov cestnej premávky sa môžu použiť konštrukcie s pasívnou bezpečnosťou (nosné konštrukcie križovatkových návěstí, portálové konštrukcie, stĺpy verejného osvetlenia,...). Využitie týchto konštrukcií nesmie byť vykonané na úkor bezpečnosti chodcov a cyklistov pohybujúcich sa na cyklistických cestách alebo chodníkoch.

4.4.7 Osvetlenie TOK

Križovatky miestnych komunikácií v sídelných útvaroch a okružné križovatky na prechode medzi intravilánom a extravilánom sa vždy osvetľujú. Osvetlenie sa navrhne podľa STN EN 13201-2, STN EN 13201-3, STN EN 13201-4 s prihliadnutím na požiadavky STN 73 6101, STN 73 6110.

Križovatky sa na cestách a diaľniciach vo voľnej krajine podľa STN 73 6102 zásadne neosvetľujú, okrem križovatiek:

- budovaných v tesnej nadväznosti na sídelné útvary s verejným osvetlením komunikácií,
- vybavených svetelným signalizačným zariadením,
- okružných a mimoúrovňových s vysokou intenzitou dopravných prúdov a dopravnej dôležitosti.⁷⁾

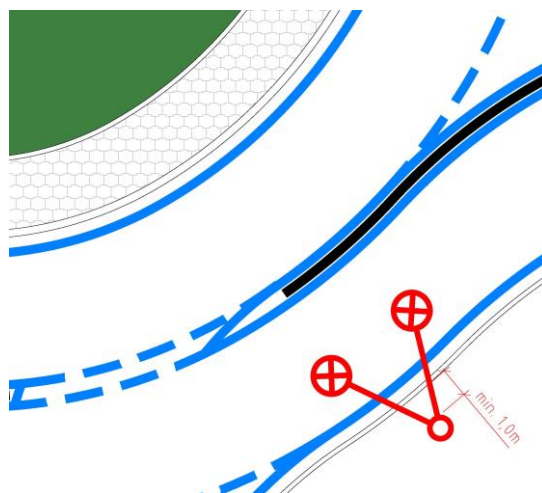
Keďže použitie TOK predpokladá ako vstupný parameter vysokú intenzitu dopravných prúdov a aj dopravnú dôležitosť, musia byť vybavené verejným osvetlením (VO). Osvetlenie TOK mimo zastavaného územia sa navrhuje s prihliadnutím na požiadavky bezpečnosti všetkých účastníkov dopravy, ktorí využívajú danú križovatku.

Osvetľovacie prvky sa umiestňujú na vjazdoch a výjazdoch a na vonkajšej strane okružného jazdného pásu križovatky. Na TOK sa predpokladá pohyb rozmerných vozidiel a umiestňovanie zvislého dopravného značenia na stĺpy verejného osvetlenia. Z tohto dôvodu ich treba umiestňovať vo vzdialenosti minimálne 1,0 m od okraja vozovky (okraj osadenej dopravnej značky 0,5 m od hrany vozovky - bezpečnostný odstup).

Verejné osvetlenie musí v požadovanej miere osvetľovať tvar a výškové usporiadanie, okružný jazdný pás, vjazdy a výjazdy do/z TOK, zvislé a vodorovné dopravné značenie, priechody pre chodcov a cyklistov.

Osvetlený musí byť aj stredový ostrovček, čo ale neznamená umiestnenie osvetlenia (stĺpov verejného osvetlenia) v jeho priestore. Takéto umiestnenie môže mať, v prípade servisných zásahov do osvetľovacej sústavy, za následok obmedzenie plynulosti dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse a zníženie bezpečnosti cestnej premávky. Jeho umiestnenie v stredovom ostrovčeku však nie je vylúčené.

Stĺpy verejného osvetlenia možno umiestniť v deliacich ostrovčekoch vjazdov a výjazdov do/z TOK len v prípade, pokiaľ majú ostrovčeky dostatočné rozmery a stĺpy nepredstavujú prekážku v rozhľade v križovatke.



Obrázok 4.20 Umiestnenie stĺpu VO

⁷⁾ Osvetlenie týchto križovatiek je podmienené súhlasom ústredného orgánu štátnej správy pre pozemné komunikácie.

4.5 Rozhľadové pomery

Rovnako ako u iných typov križovatiek, aj pri TOK musia byť dodržané rozhľadové pomery. Rozhľadové pomery sa posudzujú podobne ako pri stykovej križovatke, pričom musí byť dodržaná dĺžka rozhľadu pre zastavenie D_z . Dĺžka rozhľadu na zastavenie sa počíta zo vzťahu podľa STN 73 6101⁸⁾:

$$D_z = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \left[0,417 \cdot v_n + \frac{0,393 \cdot v_n^2}{100 \cdot (f_v + 0,01s)} \right] + b_v \quad (4.4)$$

kde:

- D_z je dĺžka rozhľadu na zastavenie [m],
- h_1 priemerná výška oka vodiča [m], uvažuje sa s konštantnou hodnotou $h_1 = 1,2$ m,
- h_2 priemerná výška najmenšej viditeľnej prekážky podľa STN 73 6101⁸⁾ [m],
- v_n návrhová rýchlosť podľa STN 73 6101⁸⁾ [km/h],
- f_v výpočtový súčiniteľ brzdného trenia na mokrej vozovke s hĺbkou dezénu pneumatiky 1,6 mm podľa STN 73 6101⁸⁾ [-],
- s pozdĺžny sklon jazdného pruhu/pásu [%],
- b_v bezpečnostný odstup vozidla od prekážky [m], slúži na zaokrúhlenie dĺžky D_z na najbližších vyšších 5 m pre $v_n < 80$ km/h.

Za v_n možno dosadiť do rovnice (4.4) dosahované rýchlosti vypočítané v jednotlivých kružnicových dráhach podľa čl. 4.2.6. V rámci bezpečnosti dopravy sa odporúča dosadiť za hodnotu v_n návrhovú rýchlosť prejazdu po okružnom jazdnom páse, t.j. 35 km/h⁹⁾. Dosadenie tejto hodnoty je vzhľadom na bezpečnosť dopravy vhodnejšie, nakoľko sa predpokladá, že reálne budú vozidlá dosahovať na okružnom jazdnom páse vyššie rýchlosti ako sú teoreticky vypočítané hodnoty podľa postupu v čl. 4.2.6.

Návrh dostatočného rozhľadu na TOK sa zabezpečí zostrojením rozhľadových trojuholníkov (strany trojuholníka sú deformované reálnym tvarom jazdných pruhov TOK). Dĺžky strán trojuholníkov sa vynášajú na osi jazdných pruhov.

4.5.1 Rozhľad na zastavenie

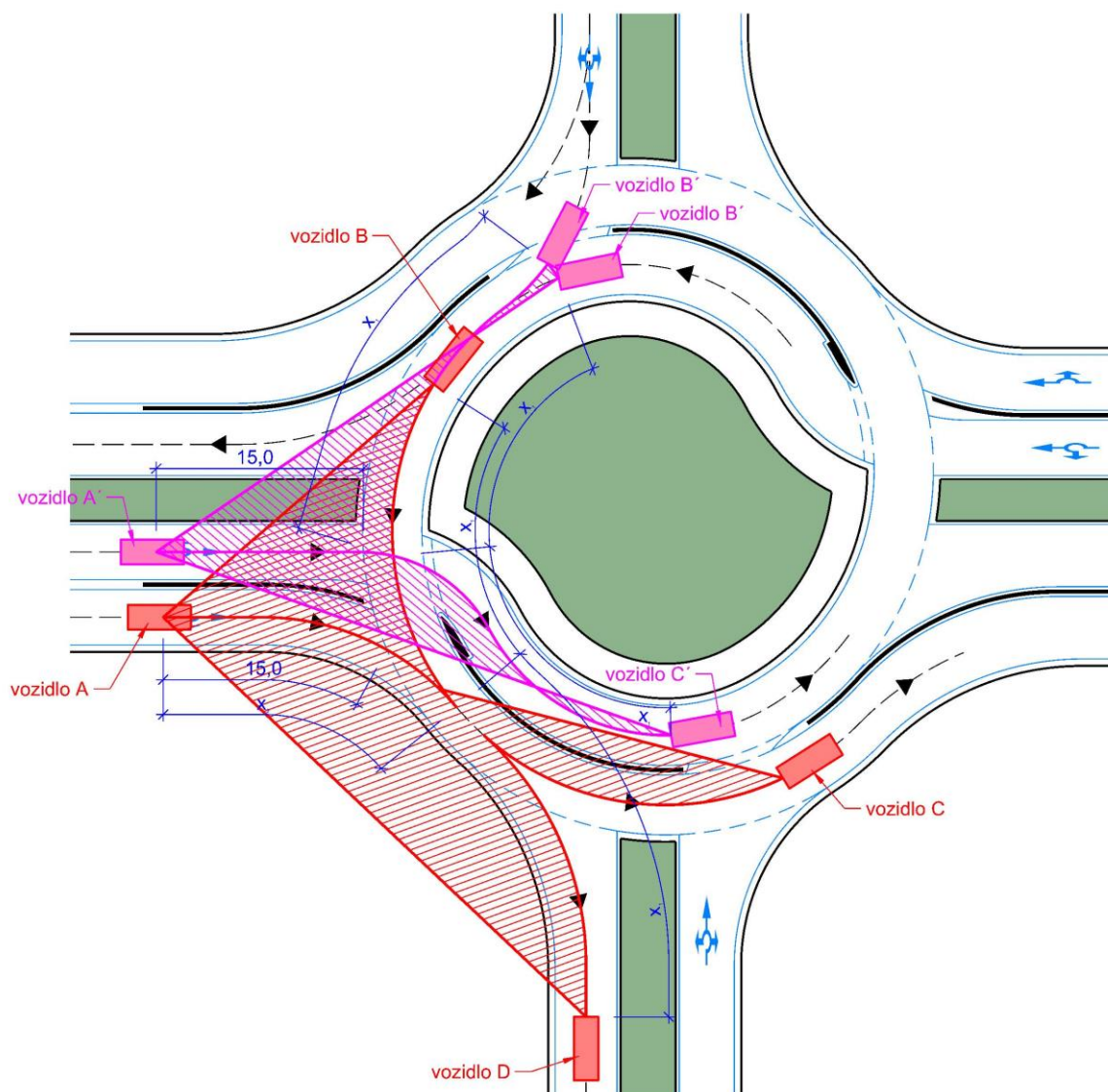
Na vjazde do TOK musí byť dodržaná podmienka rozhľadu potrebná pre rozhodnutie vodiča či zastaviť, alebo nezastaviť vozidlo (obrázky 4.20 a 4.21). Rozhľadový bod na vjazde do TOK leží 15,0 m od vonkajšieho okraja okružného jazdného pásu.

Vzdialenosť 15 m predstavuje dĺžku rozhľadu na zastavenie pri rýchlosti 20 km/h - 25 km/h. Takáto vzdialenosť zabezpečí, že vodič do križovatky vchádza nízkou rýchlosťou, avšak nemusí úplne zastaviť. Znižuje sa tým pravdepodobnosť chybných odhadov a rozhodnutí vodiča, ktoré by inak mohol urobiť z väčšej vzdialenosti.

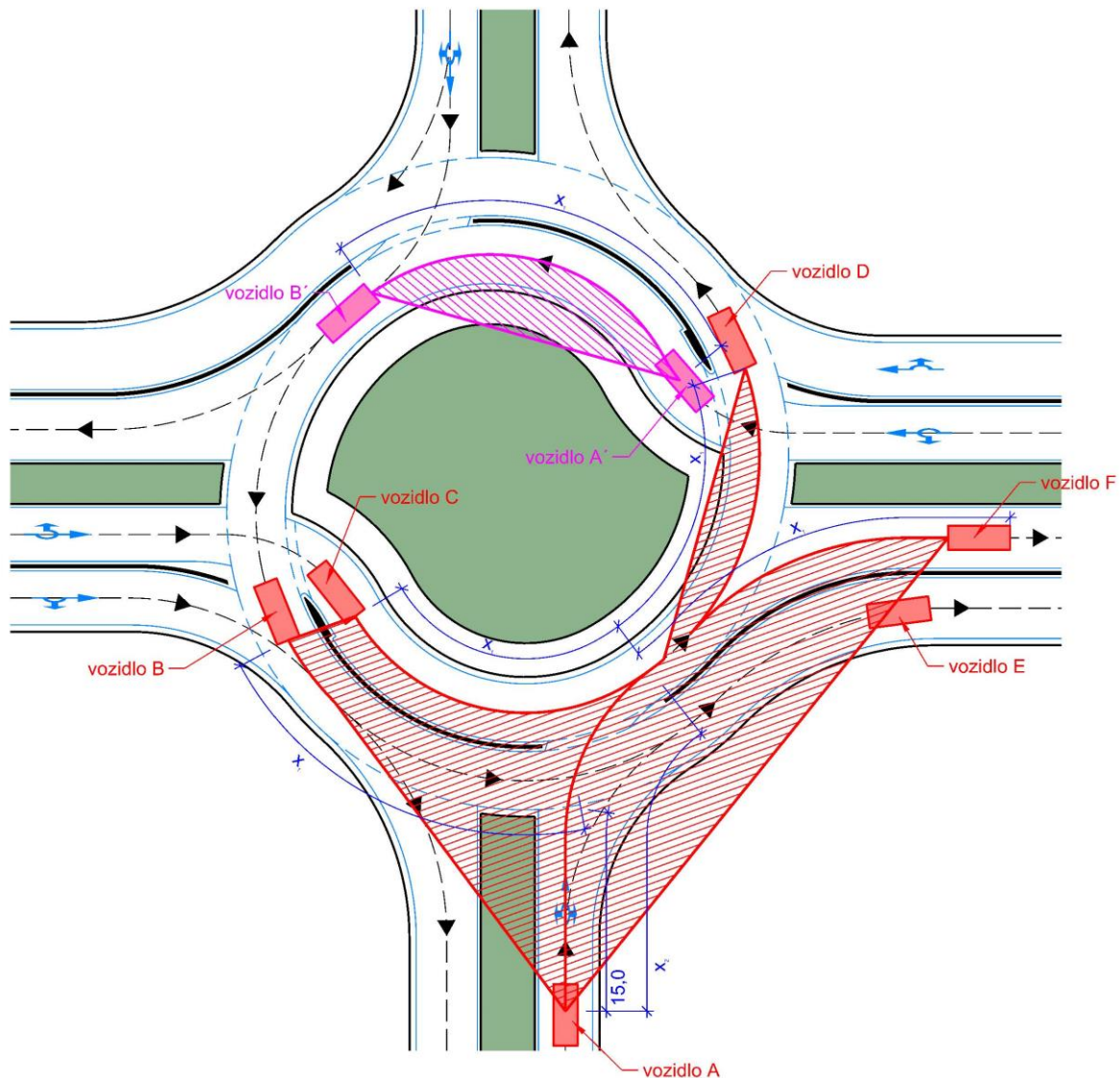
Na okružnom jazdnom páse musí byť dodržaná podmienka rozhľadu na zastavenie, kde musí mať vodič výhľad na vozidlá idúce pred ním v dĺžke 25 m. Obrázky 4.21 a 4.22 znázorňujú zostrojenie rozhľadových trojuholníkov na TOK štandardnej veľkosti so šírkou v translačnej osi 49,9 m.

⁸⁾ STN 73 6101, príloha B (normatívna) – Výpočet dĺžky rozhľadu na zastavenie

⁹⁾ Vzhľadom na uvažovanú maximálnu dosahovanú rýchlosť na okružnom jazdnom páse je hodnota $h_2 = 0,0$ m a súčiniteľ f_v po extrapolácii (mocninovou funkciou) pre $v_n = 35$ km/h rovný hodnote 0,68. Po dosadení do rovnice (4.4), pri maximálnom pozdĺžnom sklone na okružnom jazdnom páse 5,0 % (podľa čl. 4.3), je potom $D_z = 25,0$ m. V prípade, ak by sme dosadili do výpočtu $v_n = 40$ km/h je $D_z = 30,0$ m.



Obrázok 4.21 Rozhľadové trojuholníky
(príklad pre TOK štandardnej veľkosti, dĺžka rozhľadu $D_z = x_1 = 25$ m pre $v_n = 35$ km/h)



Obrázok 4.22 Rozhľadové trojuholníky
(príklad pre TOK štandardnej veľkosti, dĺžka rozhľadu $D_z = x_1 = 25$ m pre $v_n = 35$ km/h)

Z rozhľadových trojuholníkov na obrázku 4.22 je zrejmé, že nie sú nutné veľké zásahy do okolitého priestoru TOK. Všetky objekty a vybavenie cestnej komunikácie umiestnené v priestore plochy rozhľadových trojuholníkov musia mať maximálnu výšku 0,9 m. V opačnom prípade ich treba premiestniť na/za jeho okraj, prípadne úplne odstrániť (dopravné značenie, stĺpy verejného osvetlenia, trolejové vedenia,...).

Časť, alebo celý stredový ostrovček mimo plochy rozhľadového trojuholníka sa upraví tak, aby sa zamedzilo priamemu priehľadu križovatkou z ramena. Vhodnou úpravou je vyhotovenie kopulovitého násypu so zatrávnením.

4.6 Dopravné značenie na TOK

Vzhľadom na princíp fungovania TOK (rozdelenia vozidiel do jazdných pruhov pre jednotlivé smery jazdy - cieľ už pred križovatkou), je zvislé a vodorovné dopravné značenie dôležitou súčasťou pri jej návrhu.

Na okružnom jazdnom páse nie je umožnený prieplet vozidiel. Z tohto dôvodu musí dopravné značenie jednoznačne naviesť vodičov do správneho jazdného pruhu už pred vjazdom na okružný jazdný pás TOK, resp. pred začiatkom fyzického oddelenia jazdných pruhov.

Okrem štandardne používaného dopravného značenia sa na TOK navrhuje aj špecifické vodorovné a zvislé dopravné značenie, ktoré sa pri iných prvkoch cestnej siete nevyužíva. Ide

o špeciálny tvar smerových šípok a návestí pred križovatkou. Toto značenie je špecifické svojím tvarom, ktorý určuje smerovanie dopravného prúdu a zároveň naznačuje typ manévru vykonávaného vozidlom na TOK.

Vyhotovenie návestí a tvar piktogramu závisia od možných smerov odbočenia na jazdných pruhoch na okružnom jazdnom páse. Vyhotovenie samotnej tabule návesti závisí od šírkového usporiadania v mieste jej osadenia a môže byť v tvare jednej dopravnej tabule (pri jednopruhovom vjazde), alebo viacerých dopravných tabúl (dvojpruhový vjazd, dvojpruhový vjazd s dodatočnými deliacimi ostrovcami).

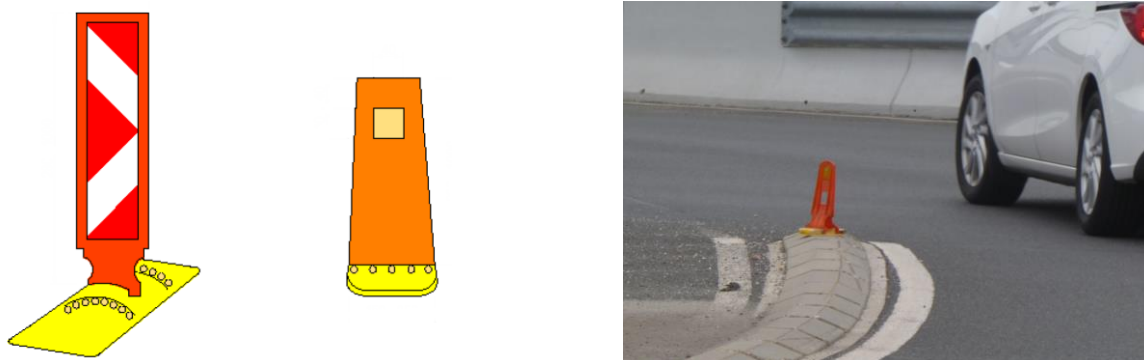
Príklad osadenia zvislého dopravného značenia a tvarov návestí je spolu s príkladom vodorovného značenia na TOK znázornený na obrázkoch 6.16 a 6.17 v prílohe týchto TP.

Návrh zvislého a vodorovného dopravného značenia sa realizuje v súlade s ustanoveniami [Z1] a [Z2].

Použitie dopravných značiek a dopravných zariadení určí príslušný cestný správny orgán so súhlasom príslušného dopravného inšpektorátu PZ SR.

4.6.1 Opatrenia počas zimnej údržby

Počas zimného obdobia môže byť fyzické oddelenie jazdných pruhov zle viditeľné kvôli čerstvo napadanému snehu. To môže spôsobiť problémy pri realizácii zimnej údržby (v závislosti od konkrétneho typu technológie údržby). Z toho dôvodu sa počas zimnej sezóny doplní fyzické oddelenie jazdných pruhov na jeho koncoch o zvýrazňujúce dosky (obrázok 4.23)¹⁰⁾. Zvýrazňujúce dosky sa umiestnia na špeciálne tvarované prefabrikované betónové prvky (čl. 4.4.1) podľa požiadaviek správcu cestnej komunikácie.



Obrázok 4.23 Zvýrazňujúca doska podľa TP 6/2013 (vľavo) a príklad zo Slovinska (vpravo)

¹⁰⁾ Riešenie osadenia zvýrazňujúcich dosiek vychádza zo Slovinských skúseností s obdobnými klimatickými podmienkami ako sú na Slovensku.

5 Výpočet kapacity TOK

5.1 Účel a rozsah pôsobnosti

Posúdenie kapacity slúži na zdokumentovanie, že TOK prepustí očakávané dopravné zaťaženie s požadovanou kvalitou pohybu dopravy. Používa sa v prípade, ak návrhová intenzita dopravy na križovatke zistená súčtom všetkých vozidiel vchádzajúcich do TOK prekročí hodnotu 15 000 voz/deň.

Kapacitné posúdenie platí pre malé, štandardné, stredné a veľké TOK s maximálne dvomi jazdnými pruhmi na okružnom jazdnom páse, maximálne s dvomi jazdnými pruhmi na vjazde a maximálne s jednopruhovou spojovacou vetvou TOK na každom ramene.

Výpočtový model platí pre izolované TOK, kde základným predpokladom je prednosť v jazde pre vozidlá na okružnom jazdnom páse pred vozidlami vstupujúcimi na okružný jazdný pás.

5.2 Podklady na kapacitné posúdenie

5.2.1 Návrhové intenzity dopravných prúdov

Nevyhnutným podkladom na posúdenie kapacity TOK sú návrhové intenzity všetkých dopravných prúdov v križovatke počas špičkovej hodiny (maximálne hodnoty súčasne sa stretajúcich dopravných prúdov), a to v rozlíšení podľa skladby dopravného prúdu. Intenzita dopravy sa stanovuje podľa princípov uvedených v [T10] a má byť rozdelená na osobné vozidlá, nákladné vozidlá (vrátane autobusov), nákladné súpravy (vrátane kĺbových autobusov) a motocykle.

Na posúdenie stupňa kvality pohybu dopravy treba pre všetky dopravné prúdy prepočítať očakávané intenzity dopravy v skutočných vozidlách na intenzity dopravy v jednotkových vozidlách. Na prepočet sa použijú koeficienty z tabuľky 5.1.

Tabuľka 5.1 Prepočtové koeficienty na jednotkové vozidlo

Jednostopové vozidlo	Osobný automobil	Nákladný automobil	Ťažký nákladný automobil
1,0	1,0	2,0	2,5 ¹⁾
¹⁾ Pri veľmi dlhých súpravách možno použiť prepočtový koeficient 3,0 j.v.			

Pri analýze súčasného stavu sa použije smerovanie intenzít dopravných prúdov zistených dopravným prieskumom.

Pri návrhu TOK sa použije predpokladané dopravné zaťaženie a smerovanie dopravných prúdov na TOK vo výhľadovom období.

5.2.2 Intenzity pešej dopravy

Ak sa na ramenách TOK nachádzajú priechody pre peších, na ktorých majú chodci podľa [Z2] prednosť pred vozidlami, môže vysoká intenzita pešej dopravy ovplyvniť kapacitu vjazdu do TOK a tiež kapacitu výjazdu z TOK. Z toho dôvodu treba intenzitu pešej dopravy na jednotlivých priechodoch poznať. Ak sú na úrovňovom priechode vedení aj cyklisti, ich intenzita sa započíta k intenzite chodcov.

Ak nie je intenzita pešej dopravy známa (napr. pri návrhu novej križovatky), postačuje približný odhad jej veľkosti.

5.2.3 Geometrické usporiadanie

Na výpočet a posúdenie kapacity TOK treba poznať typ TOK (podľa tabuliek 3.1 a 3.2), jej veľkosť a geometrické usporiadanie:

- D_T maximálny vonkajší priemer TOK (meraný na translačnej osi) [m],
- n_i počet jazdných pruhov na vjazde do TOK [-],
- n_k počet jazdných pruhov s rozhodujúcim dopravným zaťažením na okruhu pred posudzovaným pruhom na vjazde [-],
- n_e počet jazdných pruhov na výjazde z TOK [-],

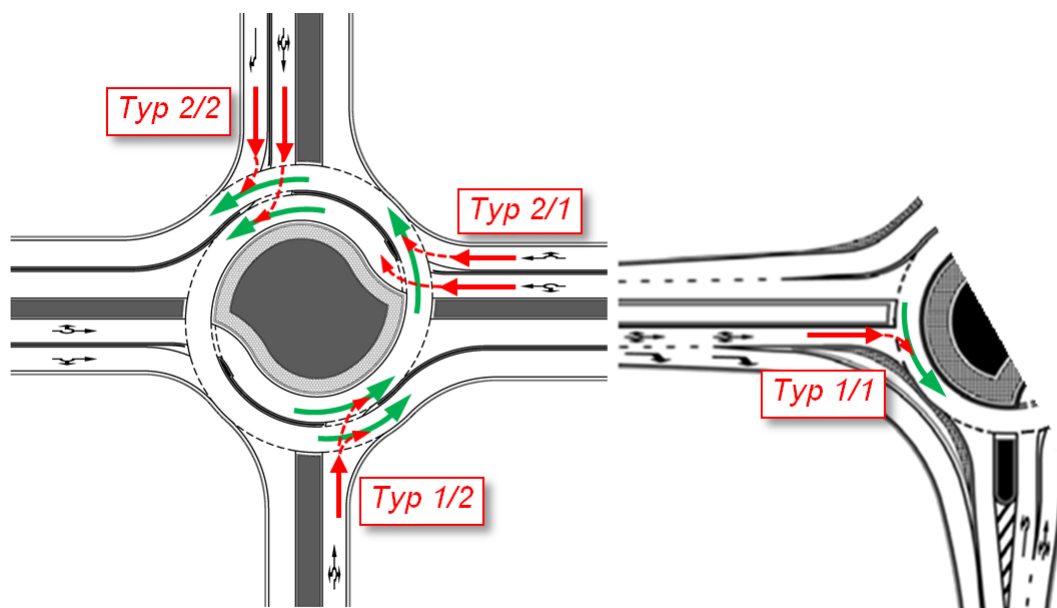
- r_e polomer výjazdu [m],
- L_p dĺžka radiaceho pruhu na vjazde [m],
- L_{ch} dĺžka priechodu pre chodcov na jednotlivých jazdných pruhoch na výjazde z TOK [m].

Podľa veľkosti maximálneho vonkajšieho priemeru TOK (meraného na translačnej osi) D_T sa určí veľkosť križovatky ako: malá, štandardná, stredná alebo veľká (tabuľka 4.1).

Podľa typu TOK a jej geometrického usporiadania sa pre jednotlivé ramená určí **typ vjazdu**. Ten závisí od počtu jazdných pruhov na príslušnom vjazde a na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom. Rozlišujú sa 4 typy konfigurácie vjazdov (tabuľka 5.2 a obrázok 5.1).

Tabuľka 5.2 Typy vjazdov do TOK

Typ vjazdu n_i / n_k	Schéma	Charakteristika
1/1		jeden jazdný pruh na vjazde a jeden jazdný pruh na okružnom páse pred posudzovaným vjazdom
1/2		jeden jazdný pruh na vjazde a dva jazdné pruhy na okružnom páse pred posudzovaným vjazdom (vodič si môže pri vjazde vybrať jazdný pruh na okružnom páse)
2/1		dva jazdné pruhy na vjazde a jeden jazdný pruh na okružnom páse a začínajúci druhý jazdný pruh okružného pásu (tzv. „turbo vjazd“),
2/2		dva jazdné pruhy na vjazde a dva jazdné pruhy na okružnom páse pred posudzovaným vjazdom



Obrázok 5.1 Typy vjazdov do TOK

Ak sa na križovatke nachádza spojovacia vetva TOK, treba poznať tieto vstupné údaje:

- typ spojovacej vetvy TOK podľa napojenia na výjazde, pozri čl. 8.7 v [T10],
- vzdialenosť odpojenia spojovacej vetvy TOK na vjazde, L_{SP} [m], pozri čl. 8.7 v [T10].

5.3 Kritériá a stupne kvality dopravného prúdu

Navrhovaná TOK musí vyhovovať pre predpokladané dopravné zaťaženie a smerovanie dopravných prúdov na križovatke pre celé výhľadové obdobie, t.j. minimálne 20 rokov od jej uvedenia do prevádzky. Musí zabezpečiť:

- požadovanú úroveň kvality dopravy na všetkých jazdných pruhoch na vjazde do TOK vrátane overenia dĺžky vznikajúcich kolón podľa čl. 5.7,
- dostatočnú kapacitu jazdných pruhov na výjazde z TOK podľa čl. 5.8 a
- dostatočnú kapacitu spojovacích vetiev TOK v prípade ich existencie podľa čl. 5.9, pozri čl. 8.7 v [T10].

Kritériom pre stanovenie stupňa kvality dopravy na TOK je **priemerný čas čakania** (w) na jazdných pruhoch vstupujúcich do TOK.

Hraničné hodnoty priemerného času čakania sú pre jednotlivé stupne kvality dopravy v tabuľke 5.3.

Požadovaná funkčná úroveň môže byť pre jednotlivé vstupné ramená TOK rôzna, podľa dopravného významu križujúcich sa ciest v zmysle STN 73 6101 alebo podľa kategórie MK v zmysle STN 73 6110. **Pri požadovanom stupni kvality dopravy E však nesmie priemerný čas čakania presiahnuť hodnotu 60 s.**

Vhodným doplnkom kapacitného posúdenia TOK je mikrosimulácia. Mikrosimulácia však nenahradzuje kapacitný výpočet.

Tabuľka 5.3 Prípustné hodnoty času čakania pre jednotlivé stupne kvality dopravy

Stupeň kvality dopravy - QSV		Priemerný čas čakania - w [s]
Označenie	Charakteristika doby čakania	
A	Čakacia doba je veľmi krátka	≤ 10
B	Krátka čakacia doba bez vytvárania kolón	≤ 20
C	Prijateľná doba čakania a ojedinele krátke kolóny	≤ 30
D	Stabilný stav s vysokými časovými stratami	≤ 45
E	Nestabilný stav	> 45
F	Prekročená kapacita	--- ¹⁾

¹⁾ Stupeň F sa dosahuje len vtedy, ak je stupeň saturácie väčší ako 1.

Jednotlivé stupne kvality znamenajú:

Stupeň A: Väčšia časť účastníkov premávky môže bez ovplyvnenia prejsť križovatkou. Čakacia doba je veľmi krátka.

Stupeň B: Vozidlá na vjazde do TOK sú čiastočne ovplyvnené. Čakacia doba je krátka.

Stupeň C: Čas čakania je citelný, ale ešte prijateľný. Vznikajú ojedinelé krátke kolóny.

Stupeň D: Výrazné časové straty. Stav dopravného prúdu je ešte stabilný, aj keď na vjazde vznikajú dočasne výrazné kolóny.

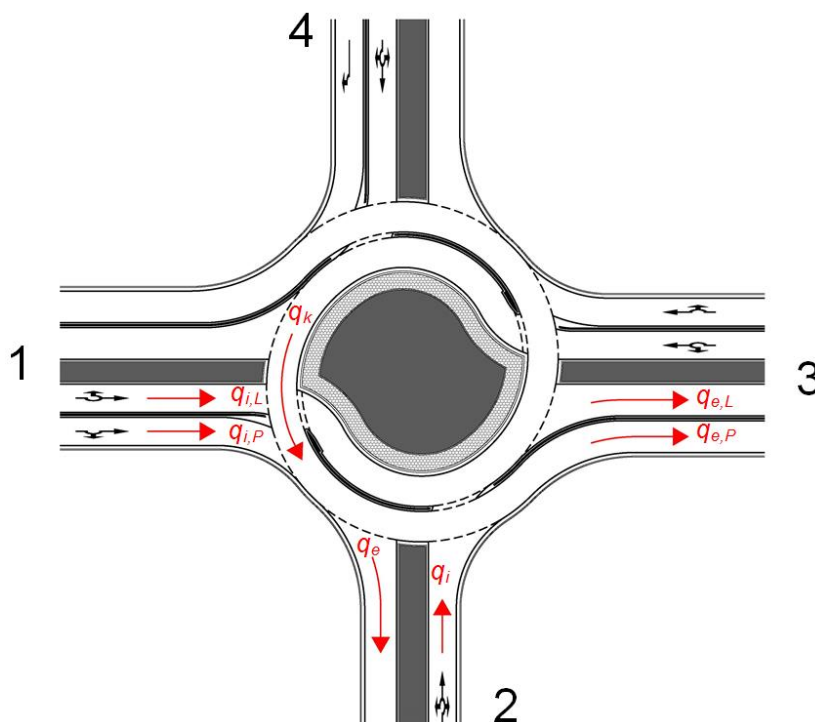
Stupeň E: Tvorí sa kolóna, ktorá sa pri existujúcom zaťažení už neznižuje, preto sú časy čakania veľmi vysoké. Charakteristická je citlivá závislosť, kedy malé zmeny zaťaženia vyvolajú prudký nárast časových strát.

Stupeň F: Počet vozidiel, ktoré prichádzajú za časovú jednotku ku križovatke je po dlhší čas väčší ako je kapacita vjazdu. Tvorí sa dlhé rady vozidiel, čas čakania sa stáva neúnosným, križovadka je preťažená.

5.4 Výpočet intenzít dopravy na TOK

Na výpočet kapacity treba stanoviť intenzitu dopravy na okružnom jazdnom páse a jednotlivých jazdných pruhoch na vjazde a výjazde. Definované sú intenzity dopravných prúdov s ich označením (obrázok 5.2):

- q_k – intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [j.v./h],
 q_i – intenzita dopravného prúdu na vjazde [j.v./h],
 $q_{i,L}$ – intenzita dopravného prúdu v ľavom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h],
 $q_{i,P}$ – intenzita dopravného prúdu v pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde [j.v./h],
 q_e – intenzita dopravného prúdu na výjazde [j.v./h],
 $q_{e,L}$ – intenzita dopravného prúdu v ľavom jazdnom pruhu na dvojpruhovom výjazde [j.v./h],
 $q_{e,P}$ – intenzita dopravného prúdu v pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom výjazde [j.v./h].



Obrázok 5.2 Označenie intenzít dopravy na TOK

Rozhodujúce dopravné zaťaženie na okružnom jazdnom páse (q_k) pre dopravný prúd na jazdnom pruhu vstupujúcom do TOK je dané súčtom intenzít všetkých nadradených dopravných prúdov na okružnom jazdnom páse, ktorým musí dať prednosť v jazde.

Z dôvodu nerovnomerného vyťaženia ľavého jazdného pruhu (vnútorného) a pravého jazdného pruhu (vonkajšieho) na dvojpruhových vjazdoch do TOK treba intenzitu dopravy na dvojpruhovom vjazde prerozdeliť na každý jazdný pruh samostatne. Prerozdelenie sa určí na základe výsledkov dopravného prieskumu.

Ak nemožno dopravným prieskumom stanoviť prerozdelenie intenzít dopravy na ľavý a pravý jazdný pruh, určí sa v závislosti od typu vjazdu a radenia dopravných prúdov na vjazde. Platí:

- ak je pre určitý dopravný prúd vyčlenený len jeden jazdný pruh na vjazde, predpokladá sa intenzita dopravy pre daný smer len na tomto jazdnom pruhu,
- ak je pre určitý dopravný prúd možné využiť obidva jazdné pruhy, prerozdelenie závisí od intenzít dopravy jednotlivých dopravných prúdov na vjazde (tabuľka 5.4). Ak nie je na vjazde dominantné dopravné zaťaženie vľavo alebo vpravo, intenzita dopravy na vjazde sa prerozdeliť na ľavý a pravý jazdný pruh rovnomerne.

Ak je na vjazde navrhnutá spojovacia vetva TOK medzi dvoma susednými ramenami, intenzita dopravy na nej sa odpočíta od intenzity dopravy na vjazde do TOK.

Tabuľka 5.4 Prerozdelenie intenzít dopravy na dvojpruhových vjazdoch do TOK

Radenie na vjazde		Podmienka	Predpokladané prerozdelenie intenzít dopravy	
Schéma	Označenie		Ľavý jazdný pruh – $q_{i,L}$	Pravý jazdný pruh – $q_{i,P}$
	LR, RP	ak $q_L > q_R + q_P$	q_L	$q_R + q_P$
		ak $q_P > q_L + q_R$	$q_L + q_R$	q_P
		v ostatných prípadoch	$(\%L) \cdot q_i$	$(\%P) \cdot q_i$
	L, LRP	ak $q_R + q_P > q_L$	q_L	$q_R + q_P$
		v ostatných prípadoch	$(\%L) \cdot q_i$	$(\%P) \cdot q_i$
	LRP, P	ak $q_L + q_R > q_P$	$q_L + q_R$	q_P
		v ostatných prípadoch	$(\%L) \cdot q_i$	$(\%P) \cdot q_i$

Poznámka: L = vľavo, R = priamo, P = vpravo
 q_L, q_R, q_P – intenzita dopravného prúdu vľavo, rovno, vpravo [j.v./h];
 q_i – intenzita dopravy na vjazde [j.v./h];
 $(\%L), (\%P)$ – podiel vozidiel využívajúci ľavý pruh (L) a pravý pruh (P). Platí: $(\%L) + (\%P) = 1,0$

5.5 Výpočet základnej kapacity jazdného pruhu na vjazde

Základná kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK predstavuje maximálny počet prichádzajúcich vozidiel, ktoré využijú vhodné časové odstupy medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse za jednotku času (hodinu) a je závislá od intenzity dopravy na okruhu bezprostredne pred vjazdom a geometrického usporiadania TOK.

Na výpočet základnej kapacity jazdného pruhu na vjazde do TOK bol použitý teoretický model, ktorý vychádza z metodiky uvedenej v [T11] pre výpočet kapacity jednopruhového vjazdu do okružnej križovatky. Výpočtový model je založený na teórii prijatých časových odstupov. Podkladom pre stanovenie hodnôt časových odstupov boli [T12], [T15], [L8] (tieto bude potrebné neskôr overiť a aktualizovať na základe meraní na reálnych TOK v slovenských podmienkach).

Základná kapacita pre každý jazdný pruh na vjazde do TOK sa vypočíta podľa vzťahu:

$$G_i = \left(1 - \frac{t_{min} \cdot q_k}{3600 \cdot n_k}\right)^{n_k} \cdot \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{q_k}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2} - t_{min})} \quad (5.1)$$

kde:

- G_i je základná kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK [j.v./h],
- q_k intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [j.v./h]¹¹⁾,
- t_g kritický časový odstup [s], podľa tabuľky 5.5,
- t_f následný časový odstup [s], podľa tabuľky 5.5,
- t_{min} minimálny časový odstup medzi vozidlami na okružnom jazdnom páse [s], podľa tabuľky 5.5,
- n_k počet jazdných pruhov s rozhodujúcim dopravným zaťažením na okruhu pred posudzovaným jazdným pruhom na vjazde [-], podľa tabuľky 5.5.

Základná kapacita sa podľa vzťahu (5.1) vypočíta pre každý jednopruhovú vjazd (G_i) a pre každý ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do TOK ($G_{i,L}$ a $G_{i,P}$).

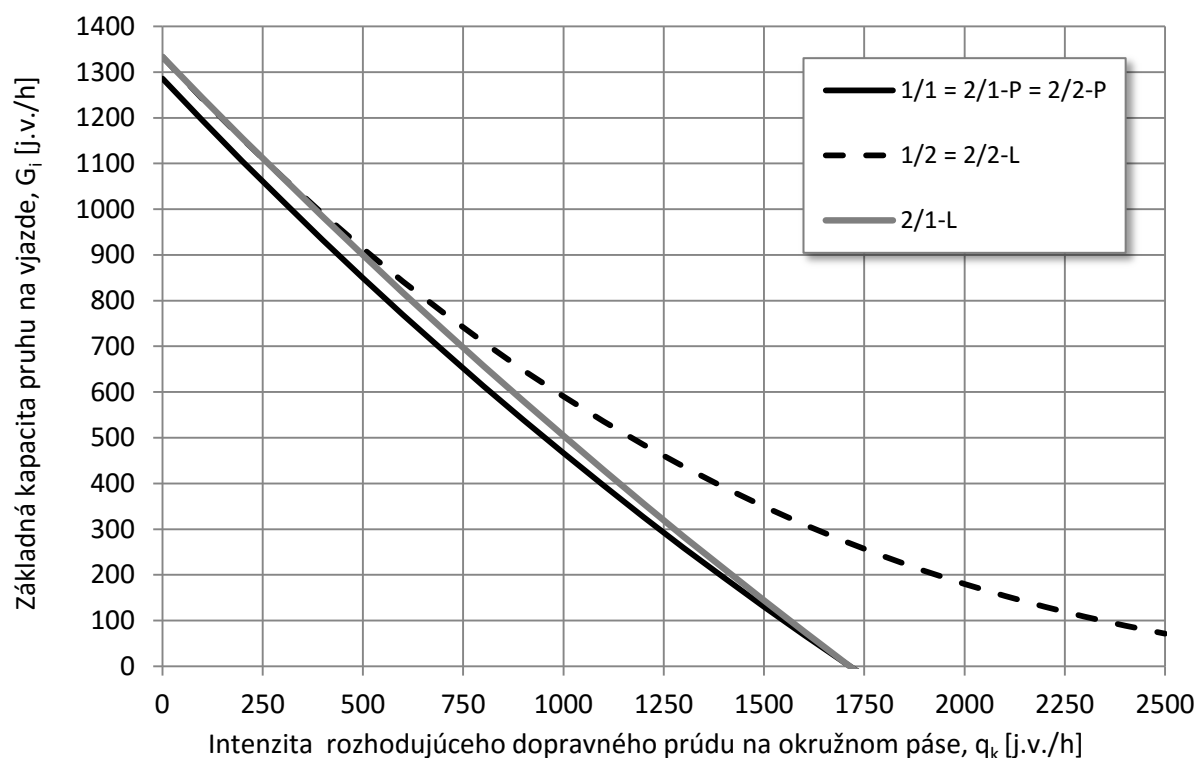
Vstupné hodnoty časových odstupov závisia od typu vjazdu a uvedené sú v tabuľke 5.5.

¹¹⁾ a) q_k pre pravý jazdný pruh na vjazde typu 2/2 (2/2-P) sa rovná intenzite dopravného prúdu na vonkajšom pruhu okružného jazdného pásu.
b) q_k pre jednopruhovú vjazd typu 1/2 a ľavý jazdný pruh na vjazde typu 2/2 (2/2-L) sa rovná dopravnému zaťaženiu na oboch pruhoch okružného jazdného pásu.

Tabuľka 5.5 Vstupné hodnoty na výpočet základnej kapacity jazdných pruhov na vjazde do TOK

Typ vjazdu	Schéma	Jazdný pruh a jeho označenie		t_g [s]	t_f [s]	t_{min} [s]	n_k [-]
1/1		jednopruhový vjazd	1/1	4,0	2,8	2,1	1
1/2		jednopruhový vjazd	1/2	3,9	2,7	2,1	2
2/1		ľavý jazdný pruh	2/1-L	3,8	2,7	2,1	1
		pravý jazdný pruh	2/1-P	4,0	2,8	2,1	1
2/2		ľavý jazdný pruh	2/2-L	3,9	2,7	2,1	2
		pravý jazdný pruh	2/2-P	4,0	2,8	2,1	1

Na orientačné stanovenie základnej kapacity jazdného pruhu na vjazde možno využiť graf na obrázku 5.3. Označenie jazdných pruhov je podľa tabuľky 5.5.



Obrázok 5.3 Základná kapacita jazdných pruhov na vjazde do TOK

5.6 Vplyv chodcov

Chodci na úrovňovom priechode križujúcim vjazd do TOK môžu ovplyvniť kapacitu jazdných pruhov na vjazde. Zníženie kapacity z dôvodu rušenia prúdu vozidiel chodcami sa môže vypočítať použitím koeficientu f_r určeného podľa tabuľky 5.6 alebo odčítaného z grafu na obrázku 5.4 (koeficient f_{r1}) resp. 5.5 (koeficient f_{r2}). Ak je intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na jednopruhovom okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom vysoká (okolo 900 j.v./h a viac), chodci typicky prechádzajú medzi vozidlami v kolóne na vjazde, takže nemajú žiadny vplyv na zníženie kapacity. Obmedzenie križujúcimi chodcami je v takomto prípade bezpredmetné. Naopak, pri nízkych intenzitách dopravy na okružnom jazdnom páse predstavujú chodci ďalší konfliktný prúd a dochádza k zníženiu kapacity na vjazde.

Kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK zohľadňujúca vplyv chodcov sa vypočíta vynásobením základnej kapacity jazdného pruhu na vjazde koeficientom f_f . Koeficient f_f závisí od počtu jazdných pruhov s rozhodujúcim dopravným zaťažením na okruhu pred posudzovaným vstupným pruhom (n_k). Pre $n_k=1$ sa použije koeficient f_{f1} (podľa tabuľky 5.6 alebo grafu na obrázku 5.4), pre $n_k=2$ sa použije koeficient f_{f2} (podľa tabuľky 5.6 alebo grafu na obrázku 5.5).

Tabuľka 5.6 Koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov f_f [T14]

$n_k = 1$ ¹⁾	
pre $q_k > 881$	$f_{f1} = 1,0$
pre $q_{ch} \leq 101$	$f_{f1} = 1 - 0,000137 \cdot q_{ch}$
v ostatných prípadoch	$f_{f1} = \frac{1119,5 - 0,715 \cdot q_k - 0,644 \cdot q_{ch} + 0,00073 \cdot q_k \cdot q_{ch}}{1068,6 - 0,654 \cdot q_k}$
$n_k = 2$ ²⁾	
pre $q_{ch} < 100$	$f_{f2} = \min \left[1 - \frac{q_{ch}}{100} \left(1 - \frac{1260,6 - 0,329 \cdot q_k - 0,381 \cdot 100}{1380 - 0,5 \cdot q_k} \right); 1,0 \right]$
v ostatných prípadoch	$f_{f2} = \min \left[\frac{1260,6 - 0,329 \cdot q_k - 0,381 \cdot q_{ch}}{1380 - 0,5 \cdot q_k}; 1,0 \right]$
f_{f1} – koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov pre $n_k=1$ [-] f_{f2} – koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov pre $n_k=2$ [-] q_{ch} – intenzita chodcov (a cyklistov) na priechode [ch/h] q_k – intenzita rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdnom páse pred posudzovaným vjazdom [j.v./h]	
1) Platné pre jazdné pruhy na vjazde do TOK: 1/1, 2/1-L, 2/1-P a 2/2-P 2) Platné pre jazdné pruhy na vjazde do TOK: 1/2 a 2/2-L	

Kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK zohľadňujúca vplyv chodcov sa vypočíta pre $n_k=1$ podľa vzorca:

$$C_i = G_i \cdot f_{f1} \quad (5.2)$$

kde:

- C_i je kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov [j.v./h],
 G_i základná kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde ($G_i / G_{i,L} / G_{i,P}$) [j.v./h],
 f_{f1} koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov pre $n_k=1$ [-], podľa tabuľky 5.6 alebo obrázku 5.4.

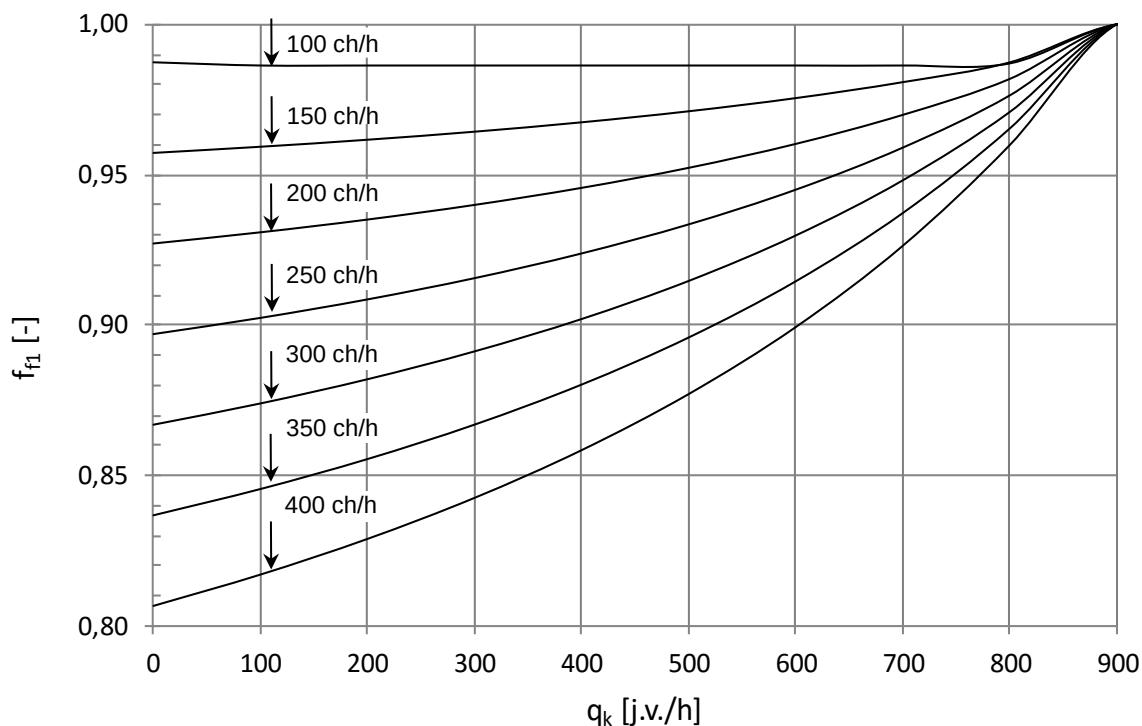
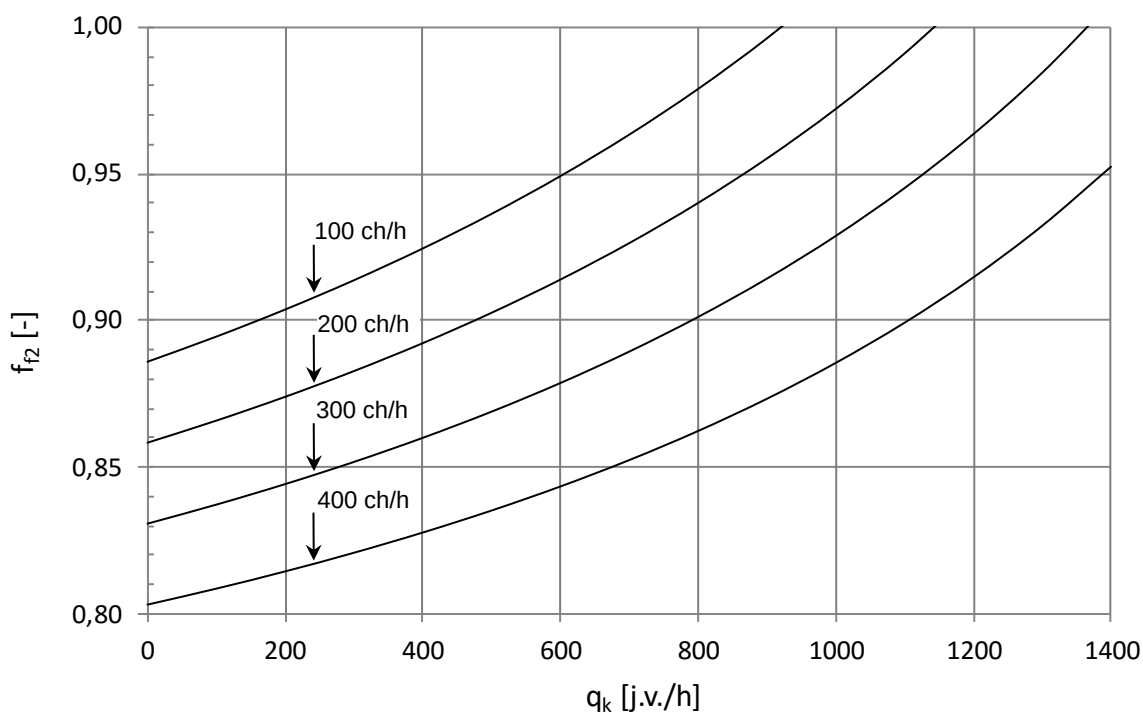
Kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK zohľadňujúca vplyv chodcov sa vypočíta pre $n_k=2$ podľa vzorca:

$$C_i = G_i \cdot f_{f2} \quad (5.3)$$

kde:

- C_i je kapacita jazdného pruhu na vjazde do TOK zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov [j.v./h],
 G_i základná kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde ($G_i / G_{i,L}$) [j.v./h],
 f_{f2} koeficient obmedzujúceho vplyvu chodcov pre $n_k=2$ [-], podľa tabuľky 5.6 alebo obrázku 5.5.

Kapacita jazdného pruhu zohľadňujúca obmedzujúci vplyv chodcov sa podľa vzťahu (5.2) resp. (5.3) vypočíta pre každý jednopruhový vjazd (C_i) a pre každý ľavý a pravý pruh na dvojpruhovom vjazde do TOK ($C_{i,L}$ a $C_{i,P}$).

Obrázok 5.4 Koeficient f_{f1} obmedzujúceho vplyvu chodcov na jazdnom pruhu vstupujúcom do TOKObrázok 5.5 Koeficient f_{f2} obmedzujúceho vplyvu chodcov na jazdnom pruhu vstupujúcom do TOK

5.7 Posúdenie kapacity vjazdu do TOK

Pre každý jazdný pruh na vjazde sa stanoví rezerva kapacity (R_i), stupeň saturácie (g_i), priemerný čas čakania (w_i) a dĺžka kolóny ($N_{95,i}$).

5.7.1 Výpočet rezervy kapacity

Rezerva kapacity sa vypočíta pre každý jazdný pruh na vjazde podľa vzťahu:

$$R_i = C_i - q_i \quad (5.4)$$

kde:

R_i je rezerva kapacity posudzovaného jazdného pruhu na vjazde [j.v./h],

C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde ($C_i / C_{i,L} / C_{i,P}$) [j.v./h],

q_i intenzita dopravy na posudzovanom jazdnom pruhu vstupujúcom do TOK ($q_i / q_{i,L} / q_{i,P}$) [j.v./h].

Rezerva kapacity sa podľa vzťahu (5.4) vypočíta pre každý jednopruhový vjazd (R_i) a pre každý ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do TOK ($R_{i,L}$ a $R_{i,P}$).

5.7.2 Výpočet stupňa saturácie

Stupeň saturácie sa vypočíta pre každý jazdný pruh na vjazde podľa vzťahu:

$$g_i = \frac{q_i}{C_i} \quad (5.5)$$

kde:

g_i je stupeň saturácie na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde [-],

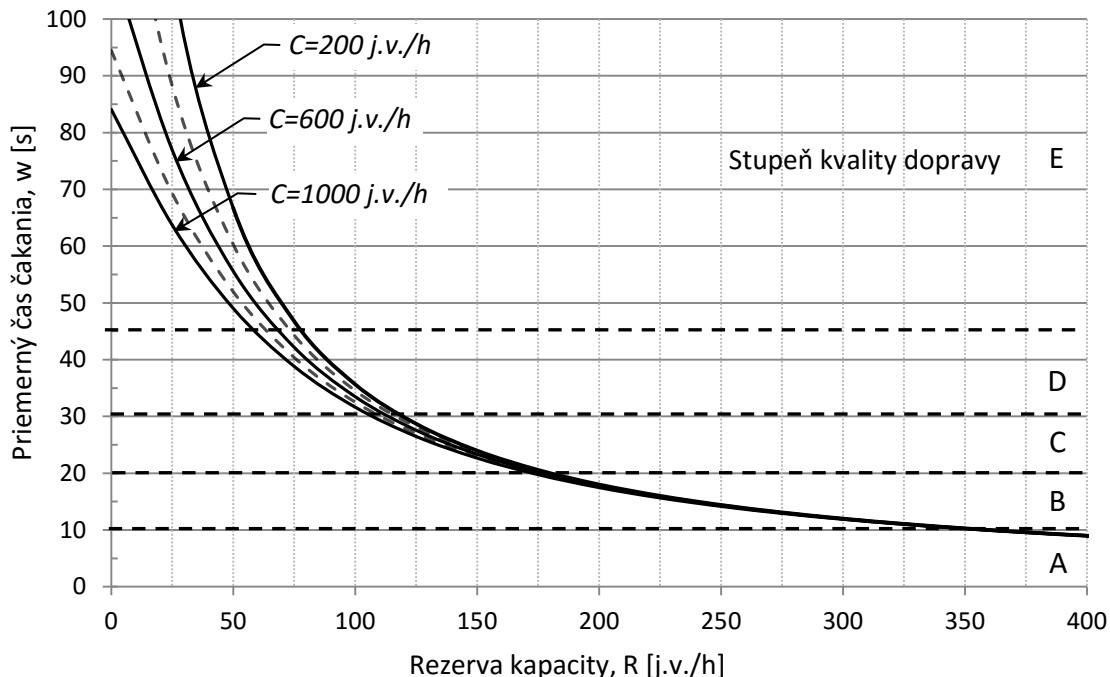
C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde ($C_i / C_{i,L} / C_{i,P}$) [j.v./h],

q_i intenzita dopravy na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde ($q_i / q_{i,L} / q_{i,P}$) [j.v./h].

Stupeň saturácie sa podľa vzťahu (5.5) vypočíta pre každý jednopruhový vjazd (g_i) a pre ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do TOK ($g_{i,L}$ a $g_{i,P}$).

5.7.3 Stanovenie priemerného času čakania

Priemerný čas čakania vozidiel závisí od kapacity jazdného pruhu a jeho rezervy kapacity, prípadne jeho stupňa saturácie. Závislosť od rezervy kapacity je pre rôzne kapacity pruhu znázornená na obrázku 5.6.



Obrázok 5.6 Závislosť priemerného času čakania od kapacity pruhu na vjazde a jeho rezervy

Výpočet priemerného času čakania vychádza z teórie hromadnej obsluhy a vypočíta sa podľa zjednodušenej rovnice Akçelika/Troutbecka (1991) [L1]:

$$w_i = \frac{3600}{C_i} + 900 \left(g_i - 1 + \sqrt{(g_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot g_i}{C_i}} \right) = \frac{3600}{C_i} + 900 \left(\frac{-R_i}{C_i} + \sqrt{\left(\frac{R_i}{C_i} \right)^2 + \frac{8 \cdot (C_i - R_i)}{C_i^2}} \right) \quad (5.6)$$

kde:

- w_i je priemerný čas čakania vozidla na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde [s],
- C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde ($C_i / C_{i,L} / C_{i,P}$) [j.v./h],
- g_i stupeň saturácie na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde ($g_i / g_{i,L} / g_{i,P}$) [-],
- q_i intenzita dopravy na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde ($q_i / q_{i,L} / q_{i,P}$) [j.v./h],
- R_i rezerva kapacity posudzovaného jazdného pruhu na vjazde ($R_i / R_{i,L} / R_{i,P}$) [j.v./h].

Priemerný čas čakania sa podľa vzťahu (5.6) vypočíta pre každý jednopruhovú vjazd (w_i) a pre každý ľavý a pravý jazdný pruh na dvojpruhovom vjazde do TOK ($w_{i,L}$ a $w_{i,P}$).

5.7.4 Posúdenie kvality pohybu dopravy

Kritériom na posúdenie kvality pohybu dopravy na TOK je priemerný čas čakania. Overuje sa, či pri dimenzačnej intenzite dopravy na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde (q_i) nie je prekročená hodnota priemerného času čakania w podľa nasledujúcej podmienky:

$$w_i \leq w \quad (5.7)$$

kde:

- w_i je priemerný čas čakania vozidiel na posudzovanom jazdnom pruhu na vjazde [s],
- w najvyšší prípustný priemerný čas čakania pre požadovaný stupeň kvality dopravy [s].

Stupeň kvality dopravy na základe priemerného času čakania sa určí pre každý jazdný pruh na vjazde samostatne ($w_i / w_{i,L} / w_{i,P}$). Pre celkové hodnotenie TOK výsledným stupňom kvality QSV (A až F) je rozhodujúce najmenej priaznivé hodnotenie s najvyššou priemernou dobou čakania.

Hraničné hodnoty času čakania sú pre jednotlivé stupne kvality dopravy uvedené v tabuľke 5.3. Pre hodnoty priemerného času čakania w nad 45 s je pre dopravné prúdy s vysokou kapacitou charakteristický vysoký stupeň saturácie a vznik dlhých kolón. Pri dopravných prúdoch s nízkou kapacitou v takom prípade dochádza k neúmernému nárastu čakacej doby v závislosti od poklesu rezervy kapacity. Z toho dôvodu nesmie priemerný čas čakania pri požadovanom stupni kvality dopravy E presiahnuť hodnotu 60 s.

5.7.5 Stanovenie dĺžky kolóny

Pri posudzovaní TOK môže byť rozhodujúcim kritériom vznik kolón na jednotlivých jazdných pruhoch na vjazde do TOK. Stanovuje sa dĺžka kolóny $N_{95,i}$. $N_{95,i}$ znamená, že v 95 % času meraného intervalu je kolóna kratšia ako $N_{95,i}$ [m], v zostávajúcich 5 % času je kolóna dlhšia.

Dĺžku kolóny treba preveriť hlavne na dvojpruhových vjazdoch, kde jeden z jazdných pruhov má obmedzenú dĺžku ($N_{95,i,L} / N_{95,i,P}$). Pri preťažení jedného z jazdných pruhov na dvojpruhových vjazdoch potom dochádza k vzájomnému obmedzovaniu vozidiel na vjazde.

V prípade jednopruhových vjazdov alebo dvojpruhových vjazdov s dvomi priebežnými jazdnými pruhmi treba preveriť dĺžku kolón najmä ak sa v blízkosti posudzovanej TOK nachádza iná križovatka a vzniknuté kolóny by tak mohli obmedzovať jej výkonnosť.

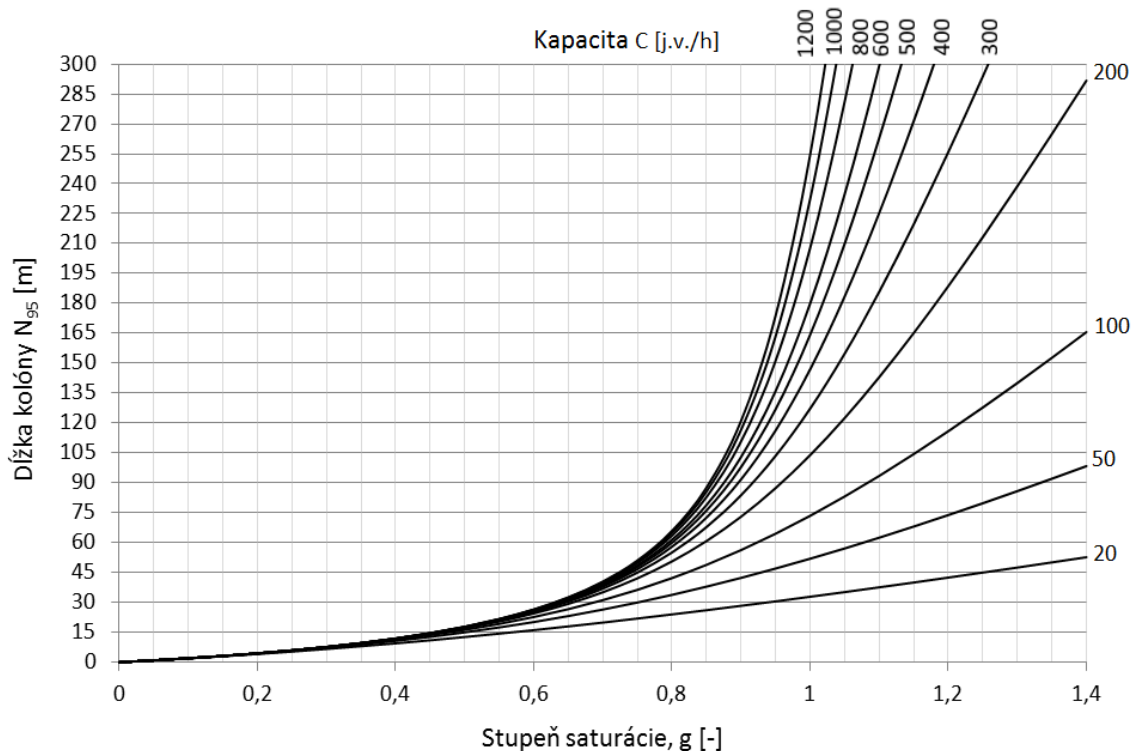
$N_{95,i}$ sa vypočíta pre každý jazdný pruh na vjazde podľa vzťahu:

$$N_{95,i} = \frac{3 \cdot C_i}{2} \cdot \left(g_i - 1 + \sqrt{(g_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot g_i}{C_i} \cdot [-\ln(0,05)]} \right) \quad (5.8)$$

kde:

$N_{95,i}$ je dĺžka kolóny na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde [m],
 C_i kapacita príslušného jazdného pruhu na vjazde [j.v./h],
 g_i stupeň saturácie na príslušnom jazdnom pruhu na vjazde [-].

Dĺžku kolóny na jednopruhovom vjazde ($N_{95,i}$), na ľavom a pravom jazdnom pruhu na dvojpruhovom vjazde do TOK ($N_{95,i,L}$ a $N_{95,i,P}$) možno stanoviť aj z grafu na obrázku 5.7. Vstupnými hodnotami sú stupeň saturácie (g_i / $g_{i,L}$ / $g_{i,P}$) a kapacita príslušného jazdného pruhu (C_i / $C_{i,L}$ / $C_{i,P}$). Dĺžky kolón sú v metroch.



Obrázok 5.7 95 % dĺžka kolóny N_{95}

5.8 Posúdenie kapacity výjazdu z TOK

Kapacita sa počíta a posudzuje pre každý jazdný pruh na výjazde samostatne. Dôvodom sú rôzne intenzity dopravy na jazdných pruhoch na výjazde z TOK v dôsledku rôzneho dopravného zaťaženia vstupujúcich pruhov do TOK a fyzického oddelenia jazdných pruhov na vjazde, okruhu a výjazde.

Základná kapacita jazdného pruhu na výjazde sa uvažuje v hodnote 1 200 j.v./h až 1 500 j.v./h. Ak sa na výjazde z TOK nachádza prechod pre chodcov, kapacita výjazdu môže byť ovplyvnená. V prípade, že intenzita prechádzajúcich chodcov (a cyklistov) q_{ch} je vyššia ako 250 ch/h alebo súčet intenzít prechádzajúcich chodcov a intenzity dopravy na výjazde $q_{ch} + q_e$ je vyšší ako 1 000 (j.v.+ch)/h, kapacitu jazdného pruhu na výjazde treba posúdiť.

5.8.1 Výpočet kapacity jazdného pruhu na výjazde

Metodika výpočtu kapacity výjazdu vychádza z [T15]. Kapacita jazdného pruhu na výjazde zohľadňujúca vplyv prechádzajúcich chodcov sa stanoví podľa vzťahu:

$$C_e = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{q_{ch}}{3600}(t_g - \frac{t_f}{2})} \quad (5.9)$$

kde:

C_e je kapacita jazdného pruhu na výjazde [j.v./h],
 q_{ch} intenzita prechádzajúcich chodcov (a cyklistov) [ch/h],
 t_f priemerný následný časový odstup vozidiel na výjazde z TOK [s], podľa tabuľky 5.7.

t_g kritický časový odstup vozidiel na výjazde z TOK [s], ktorý sa vypočíta podľa vzorca:

$$t_g = L_{ch}/v_{ch} + L_{voz}/v_{voz} + t_{bezp} \quad (5.10)$$

kde:

L_{ch} je dĺžka priechodu pre chodcov na príslušnom jazdnom pruhu na výjazde [m],

v_{ch} rýchlosť chodcov [m/s], uvažuje sa $v_{ch} = 1,6$ m/s,

L_{voz} dĺžka vozidla [m], uvažuje sa $L_{voz} = 6,0$ m,

v_{voz} rýchlosť vozidla [m/s], uvažuje sa pre $r_e \leq 15$ m..... $v_{voz} = 5,56$ m/s (20 km/h),

$r_e > 15$ m..... $v_{voz} = 8,33$ m/s (30 km/h),

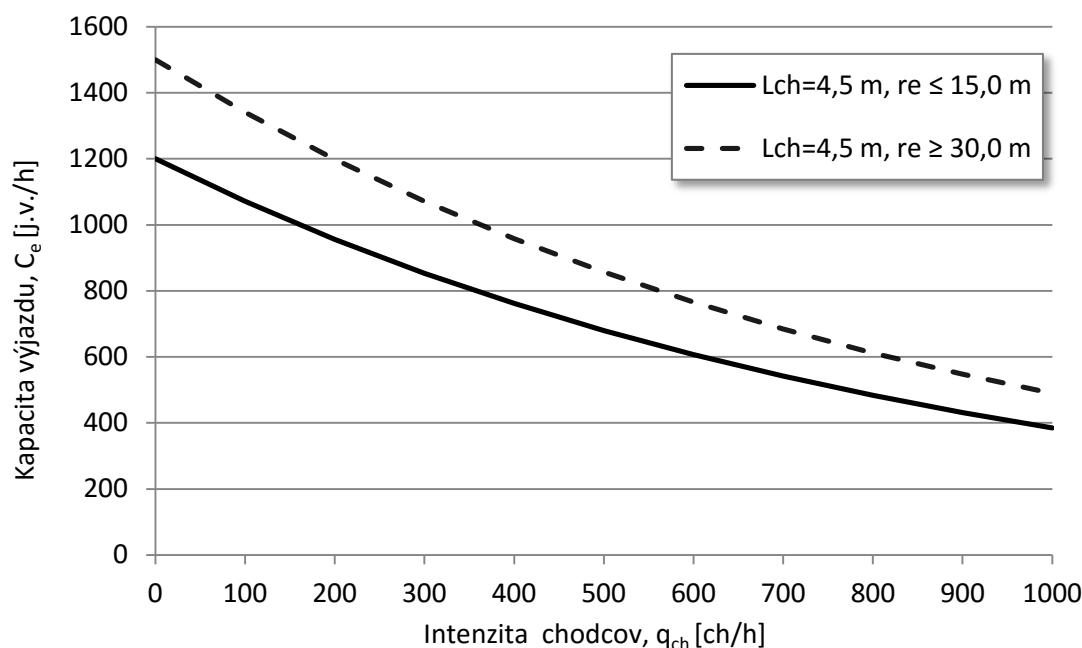
t_{bezp} bezpečnostný odstup vozidla a chodca [s], uvažuje sa $t_{bezp} = 1,7$ s.

Tabuľka 5.7 Hodnoty priemerného následného časového odstupu podľa polomeru výjazdu r_e

r_e [m]	$\leq 15,0$	18,0	21,0	24,0	27,0	$\geq 30,0$
t_i [s]	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4

Poznámka.: Medziľahlé hodnoty sa interpolujú.

Orientačné hodnoty kapacity výjazdu v závislosti od intenzity chodcov a dĺžky priechodu pre chodcov na príslušnom výjazde je uvedené na obrázku 5.8. Ak sa na výjazde nachádzajú dva jazdné pruhy, treba vypočítať kapacitu každého jazdného pruhu na výjazde samostatne – kapacitu ľavého jazdného pruhu ($C_{e,L}$) a kapacitu pravého jazdného pruhu ($C_{e,P}$).



Obrázok 5.8 Orientačná kapacita jazdného pruhu na výjazde z TOK v závislosti od intenzity chodcov

5.8.2 Posúdenie kapacity výjazdu

Pre každý posudzovaný jazdný pruh na výjazde z TOK sa vypočíta stupeň saturácie:

$$g_e = \frac{q_e}{C_e} \quad (5.11)$$

kde:

g_e je stupeň saturácie príslušného jazdného pruhu na výjazde [-],

C_e kapacita posudzovaného jazdného pruhu na výjazde ($C_e / C_{e,L} / C_{e,P}$) [j.v./h],

q_e intenzita dopravy na posudzovanom jazdnom pruhu na výjazde ($q_e / q_{e,L} / q_{e,P}$) [j.v./h].

Ak je stupeň saturácie na posudzovanom jazdnom pruhu na výjazde $g_e < 0,9$ výjazd kapacitne vyhovuje, ak je $g_e \geq 0,9$ výjazd kapacitne nevyhovuje.

Pri celkovom posúdení kapacity TOK musia vyhovovať všetky posudzované jazdné pruhy na výjazde.

5.9 Posúdenie kapacity spojovacej vetvy TOK

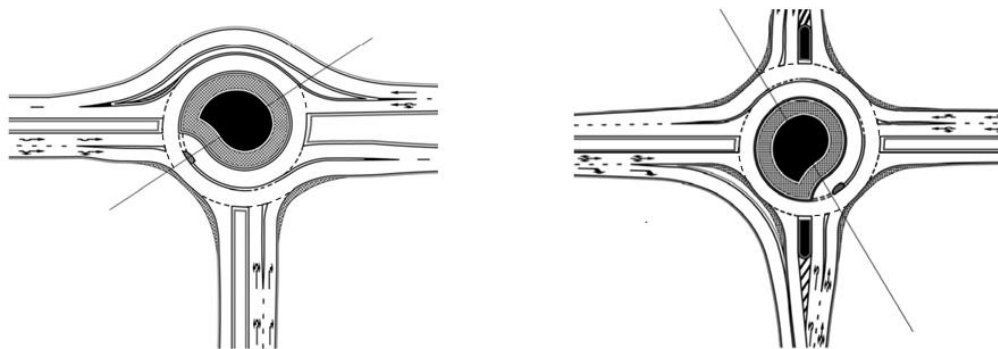
Kapacita spojovacej vetvy TOK závisí od navrhovaného typu. Všeobecne rozlišujeme tri základné typy spojovacích vetiev podľa spôsobu ich napojenia na výjazde [T10]:

- Typ 1 – s priamym napojením na výjazd,
- Typ 2 – s pripájacím pruhom na priebežný jazdný pruh na výjazde,
- Typ 3 – samostatným jazdným pruhom.

Z kapacitného hľadiska treba preveriť:

1. vzdialenosť miesta odpojenia spojovacej vetvy TOK na výjazde a
2. kapacitu napojenia spojovacej vetvy TOK na výjazde.

Príklad spojovacej vetvy TOK je na obrázku 5.9.



Obrázok 5.9 Príklady spojovacích vetiev TOK na rozšírenej kľbovej a kľbovej TOK

Výpočet a posúdenie kapacity spojovacej vetvy TOK sa uskutoční podľa čl. 8.7 v [T10] a musí byť súčasťou kapacitného posúdenia TOK v prípade jej existencie.

Ak je spojovacia vetva TOK navrhnutá na výjazde aj výjazde ako samostatný jazdný pruh, kapacitné posúdenie nie je potrebné. V takom prípade sa predpokladá, že jej kapacita je dostatočná.

6 Prílohy

6.1 Výpočtové formuláre pre posúdenie TOK

Formulár 1a: Kapacitné posúdenie turbo-okružnej križovatky								1a	
Názov križovatky:									
Posudzovaný stav (rok, variant)									
Typ TOK:									
Veľkosť TOK:									
Dátum:		Čas:							
Vstupné parametre									
Rameno	Názov komunikácie	Požadovaný stupeň kvality dopravy, QSV [-]	Priemerný čas čakania, w [s]						
1									
2									
3									
4									
5									
Geometrické podmienky								Spojovacia vetva TOK	
Rameno	Počet pruhov na vjazde, n_i	Počet pruhov na okruhu, n_k	Typ vjazdu	Dĺžka pruhu na vjazde, L_p	Počet pruhov na výjazde, n_e	Polomer výjazdu, r_e	Dĺžka priechodu na výjazde, L_{ch}	Odpojenie L_{sp}	Typ
	1 / 2	1 / 2	1/1, 1/2, 2/1, 2/2 ^{*1}	[m]	1 / 2	[m]	[m]	[m]	1 / 2 / 3 ^{*2}
1									
2									
3									
4									
5									
Matica smerovania dopravných prúdov [j.v./h]								Intenzita chodcov q_{ch}	
Rameno	1	2	3	4	5	Spolu		[ch/h]	
1									
2									
3									
4									
5									
Spolu									
Kapacita pruhov na vjazde									
Rameno	Pruh na vjazde	Intenzita na vjazde q_i	Intenzita rozhodujúceho dopr. prúdu na okruhu, q_k	Základná kapacita G_i	Vplyv chodcov f_f	Kapacita C_i			
		[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[-]	[j.v./h]			
1									
2									
3									
4									
5									
^{*1} Pozn.: 1/1 - 1 pruh na vjazde a 1 pruh na okruhu 1/2 - 1 pruh na vjazde a 2 pruhy na okruhu ^{*2} Pozn.: 1/2/3 - Typ 1 / Typ 2 / Typ 3 podľa čl. 5.9 2/1 - 2 pruhy na vjazde a 1 pruh na okruhu 2/2 - 2 pruhy na vjazde a 2 pruhy na okruhu									

Formulár 1b: Kapacitné posúdenie turbo-okružnej križovatky							1b
Posúdenie kapacity pruhov na výjazde							
Rameno	Pruh na výjazde	Rezerva kapacity, R_i	Stupeň saturácie g_i	Dĺžka kolón N_{95}	Porovnanie N_{95} s dĺžkou pruhu L_p	Priemerný čas čakania w_i	Stupeň kvality dopravy, QSV
	$[-]$	$[j.v./h]$	$[-]$	$[m]$	$[m]$	$[s]$	$[-]$
1							
2							
3							
4							
5							
Stanovený stupeň kvality dopravy pre TOK							
Posúdenie kapacity pruhov na výjazde Pozn: Neposudzuje sa ak: $q_{ch} \leq 250 \text{ ch/h}$ alebo $q_e + q_{ch} \leq 1000 \text{ (j.v.+ch)/h}$							
Rameno	Pruh na výjazde	Intenzita na výjazde, q_e	Intenzita chodcov q_{ch}	Kapacita pruhu na výjazde, C_e	Stupeň saturácie g_e	Porovnanie s požadovaným g	Posúdenie výjazdu
	$1/L/P$	$[j.v./h]$	$[ch/h]$	$[j.v./h]$	$[-]$	$[-]$	V/N
1							
2							
3							
4							
5							
Kvalita dopravy na pruhoch na výjazde z TOK vyhovuje?							
Posúdenie kapacity spojovacej vetvy TOK							
Rameno	Intenzita na spojovacej vetve, q_{sp}	Vzdialenosť odpojenia, L_{sp}	Porovnanie L_{sp} s N_{95}	Kapacita spojov. vetvy, C_{sp}	Stupeň saturácie, g_{sp}	Posúdenie spojovacej vetvy	
	$[j.v./h]$	$[m]$	$[m]$	$[j.v./h]$	$[-]$	V/N	
1							
2							
3							
4							
5							
Kvalita dopravy na spojovacích vetvách TOK vyhovuje?							
Záver:							

6.2 Príklad kapacitného posúdenia TOK

Formulár 1a: Kapacitné posúdenie turbo-okružnej križovatky							1a		
Názov križovatky:	Hlavná ul. a Vedľajšia ul.								
Posudzovaný stav (rok, variant)	2038, variant 2								
Typ TOK:	základná s 1-pruhovým vjazdom na ramene 2								
Veľkosť TOK:	štandardná								
Dátum:		Čas: ...poobedná špička, hodina							
Vstupné parametre									
Rameno	Názov komunikácie	Požadovaný stupeň kvality dopravy, QSV [-]	Priemerný čas čakania, w [s]						
1	Hlavná ul.	D	≤ 45						
2	Vedľajšia ul.	E	≤ 60						
3	Hlavná ul.	D	≤ 45						
4	Vedľajšia ul.	E	≤ 60						
5									
Geometrické podmienky								Spojovacia vetva TOK	
Rameno	Počet pruhov na vjazde, n_i	Počet pruhov na okruhu, n_k	Typ vjazdu	Dĺžka pruhu na vjazde, L_p	Počet pruhov na výjazde, n_e	Polomer výjazdu, r_e	Dĺžka priechodu na výjazde, L_{ch}	Odklonenie L_{sp}	Typ
	1 / 2	1 / 2	1/1, 1/2, 2/1, 2/2 ^{*1}	[m]	1 / 2	[m]	[m]	[m]	1 / 2 / 3 ^{*2}
1	2	1	2/1	-	2	17	2 x 4,5	-	-
2	1	2	1/2	-	1	16	5,5	-	-
3	2	1	2/1	-	2	17	2 x 4,5	-	-
4	2	2	2/2	90	1	16	4,5	-	-
5									
Matica smerovania dopravných prúdov [j.v./h]								Intenzita chodcov q_{ch}	
Rameno	1	2	3	4	5	Spolu		[ch/h]	
1	-	80	895	305		1280		50	
2	125	-	40	85		250		150	
3	820	115	-	145		1080		100	
4	210	280	175	-		665		30	
5									
Spolu	1155	475	1110	535		3335			
Kapacita pruhov na vjazde									
Rameno	Pruh na vjazde	Intenzita na vjazde q_i	Intenzita rozhodujúceho dopr. prúdu na okruhu, q_k	Základná kapacita G_i	Vplyv chodcov f_f	Kapacita C_i			
		[j.v./h]	[j.v./h]	[j.v./h]	[-]	[j.v./h]			
1	2/1-L	640	570	842	0,993	836			
	2/1-P	640	570	793	0,993	787			
2	1/2	250	1375	403	1,0	403			
	-	-	-	-	-	-			
3	2/1-L	540	515	887	0,986	875			
	2/1-P	540	515	837	0,986	826			
4	2/2-L	455	1060	557	1,0	557			
	2/2-P	210	520	833	0,996	830			
5									
^{*1} Pozn.: 1/1 - 1 pruh na vjazde a 1 pruh na okruhu 1/2 - 1 pruh na vjazde a 2 pruhy na okruhu 2/1 - 2 pruhy na vjazde a 1 pruh na okruhu 2/2 - 2 pruhy na vjazde a 2 pruhy na okruhu ^{*2} Pozn.: 1 / 2 / 3 - Typ 1 / Typ 2 / Typ 3 podľa čl. 5.9									

Výpočet intenzity dopravy na jazdom pruhu na vjazde do TOK, q_i :

$$q_{i,1L} = q_{i,1P} = (q_{1-2} + q_{1-3} + q_{1-4})/2 = (80 + 895 + 305)/2 = 640 \text{ j. v./h}$$

$$q_{i,3L} = q_{i,3P} = (q_{3-1} + q_{3-2} + q_{3-4})/2 = (820 + 115 + 145)/2 = 540 \text{ j. v./h}$$

Výpočet intenzity rozhodujúceho dopravného prúdu na okružnom jazdom páse pred posudzovaným vjazdom, q_k :

$$q_{k,1L} = q_{k,1P} = q_{3-2} + q_{4-2} + q_{4-3} = 115 + 280 + 175 = 570 \text{ j. v./h}$$

$$q_{k,2} = q_{4-3} + q_{1-3} + q_{1-4} = 175 + 895 + 305 = 1375 \text{ j. v./h}$$

$$q_{k,3L} = q_{k,3P} = q_{1-4} + q_{2-1} + q_{2-4} = 305 + 125 + 85 = 515 \text{ j. v./h}$$

$$q_{k,4L} = q_{3-2} + q_{3-1} + q_{2-1} = 115 + 820 + 125 = 1060 \text{ j. v./h}$$

$$q_{k,4P} = (q_{i,3P} - q_{3-4}) + q_{2-1} = (540 - 145) + 125 = 520 \text{ j. v./h}$$

Formulár 1b: Kapacitné posúdenie turbo-okružnej križovatky							1b
Posúdenie kapacity pruhov na vjazde							
Rameno	Pruh na vjazde	Rezerva kapacity, R_i	Stupeň saturácie g_i	Dĺžka kolón N_{95}	Porovnanie N_{95} s dĺžkou pruhu L_p	Priemerný čas čakania w_i	Stupeň kvality dopravy, QSV
		[j.v./h]	[-]	[m]	[m]	[s]	[-]
1	2/1-L	196	0,77	53,7	-	17,9	B
	2/1-P	147	0,81	67,7	-	23,4	C
2	1/2	153	0,62	27,7	-	23,3	C
	-	-	-	-	-	-	-
3	2/1-L	335	0,62	28,2	-	10,7	B
	2/1-P	286	0,65	32,7	-	12,5	B
4	2/2-L	102	0,82	65,8	65,8 < 90	33,0	D
	2/2-P	620	0,25	6,1		5,8	A
5							
Stanovený stupeň kvality dopravy pre TOK							D
Posúdenie kapacity pruhov na výjazde Pozn: Neposudzuje sa ak: $q_{ch} \leq 250$ ch/h alebo $q_e + q_{ch} \leq 1000$ (j.v.+ch)/h							
Rameno	Pruh na výjazde	Intenzita na výjazde, q_e	Intenzita chodcov q_{ch}	Kapacita pruhu na výjazde, C_e	Stupeň saturácie g_e	Porovnanie s požadovaným g	Posúdenie výjazdu
	1/ L / P	[j.v./h]	[ch/h]	[j.v./h]	[-]	[-]	V / N
1	L	425	50	-	-	-	V
	P	730	50	-	-	-	V
2	1	475	150	-	-	-	V
	-	-	-	-	-	-	-
3	L	335	100	-	-	-	V
	P	775	100	-	-	-	V
4	1	535	30	-	-	-	V
	-	-	-	-	-	-	-
5							
Kvalita dopravy na pruhoch na výjazde z TOK vyhovuje?							Vyhovuje
Posúdenie kapacity spojovacej vetvy TOK							
Rameno	Intenzita na spojovacej vetve, q_{sp}	Vzdialenosť odpojenia, L_{sp}	Porovnanie L_{sp} s N_{95}	Kapacita spojov. vetvy, C_{sp}	Stupeň saturácie, g_{sp}	Posúdenie spojovacej vetvy	
	[j.v./h]	[m]	[m]	[j.v./h]	[-]	V / N	
1							
2							
3							
4							
5							
Kvalita dopravy na spojovacích vetvách TOK vyhovuje?							
Záver: Navrhovaná turbo-okružná križovatka vyhovuje požadovanému stupňu kvality dopravy na všetkých vjazdoch. Na Hlavnej ulici, ramene č. 1 je na pravom pruhu maximálny priemerný čas čakania do 30 s, čo zodpovedá funkčnej úrovni C. Maximálna dĺžka kolóny počas špičkovej hodiny cca. 68 m nezasahuje do susediacej križovatky. Na Vedľajšej ulici, ramene č. 4 je najdlhšia doba čakania na ľavom pruhu cca. 33 s, čo zodpovedá funkčnej úrovni D. Dĺžka kolóny je počas špičkovej hodiny cca. 66 m, dĺžka odbočovacieho pruhu 90 m je postačujúca. Kapacita všetkých pruhov na výjazde je vyhovujúca.							

Výpočet intenzity dopravy na jazdnom pruhu na výjazde z TOK, q_e :

$$q_{e,1L} = q_{i3,L} - q_{3-2} = 540 - 115 = 425 \text{ j. v./h}$$

$$q_{e,1P} = q_{2-1} + (q_{i3,P} - q_{3-4}) + q_{4-1} = 125 + (540 - 145) + 210 = 730 \text{ j. v./h}$$

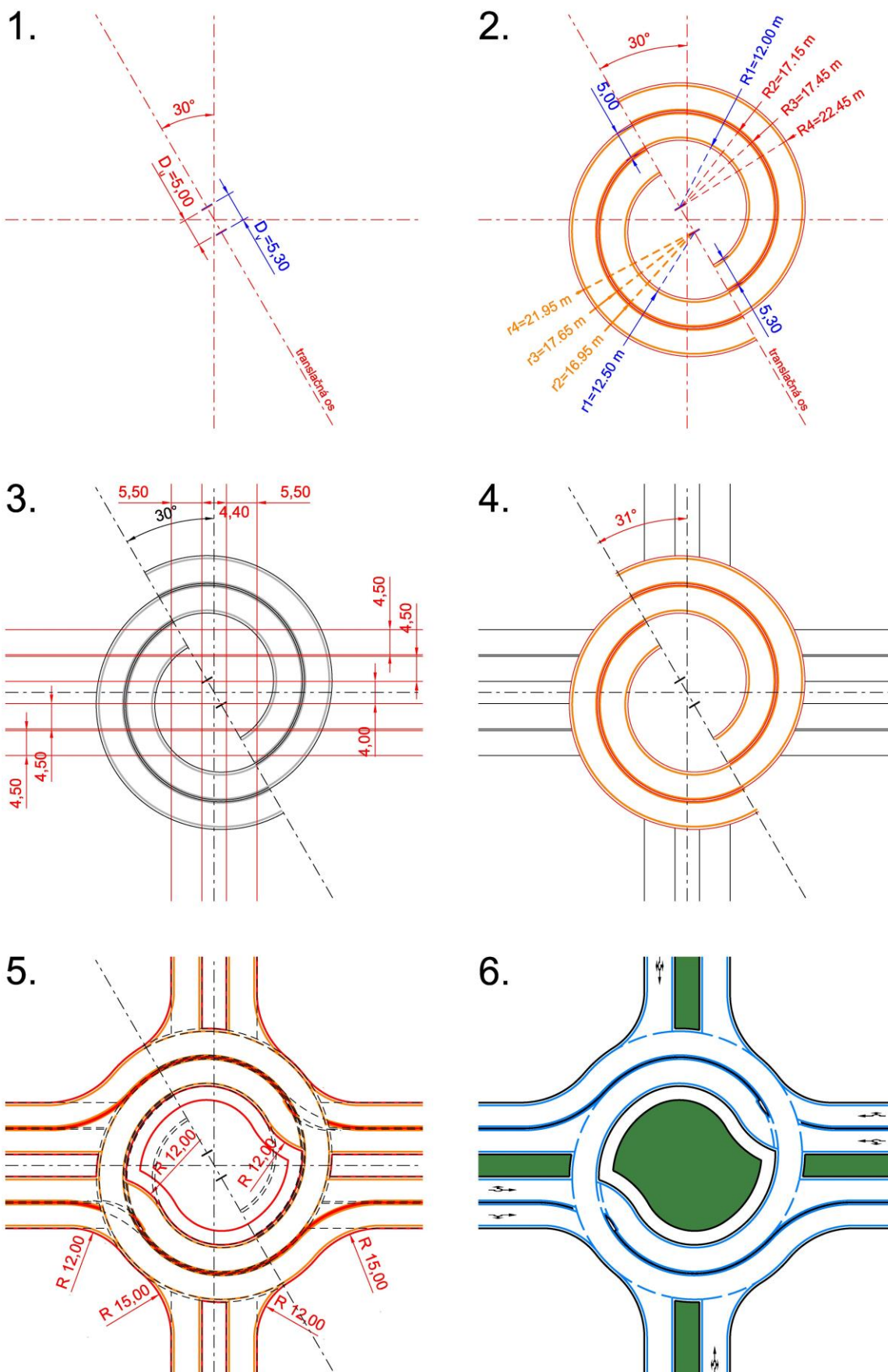
$$q_{e,2} = q_{3-2} + q_{4-2} + q_{1-2} = 115 + 280 + 80 = 475 \text{ j. v./h}$$

$$q_{e,3L} = q_{i1,L} - q_{1-4} = 640 - 305 = 335 \text{ j. v./h}$$

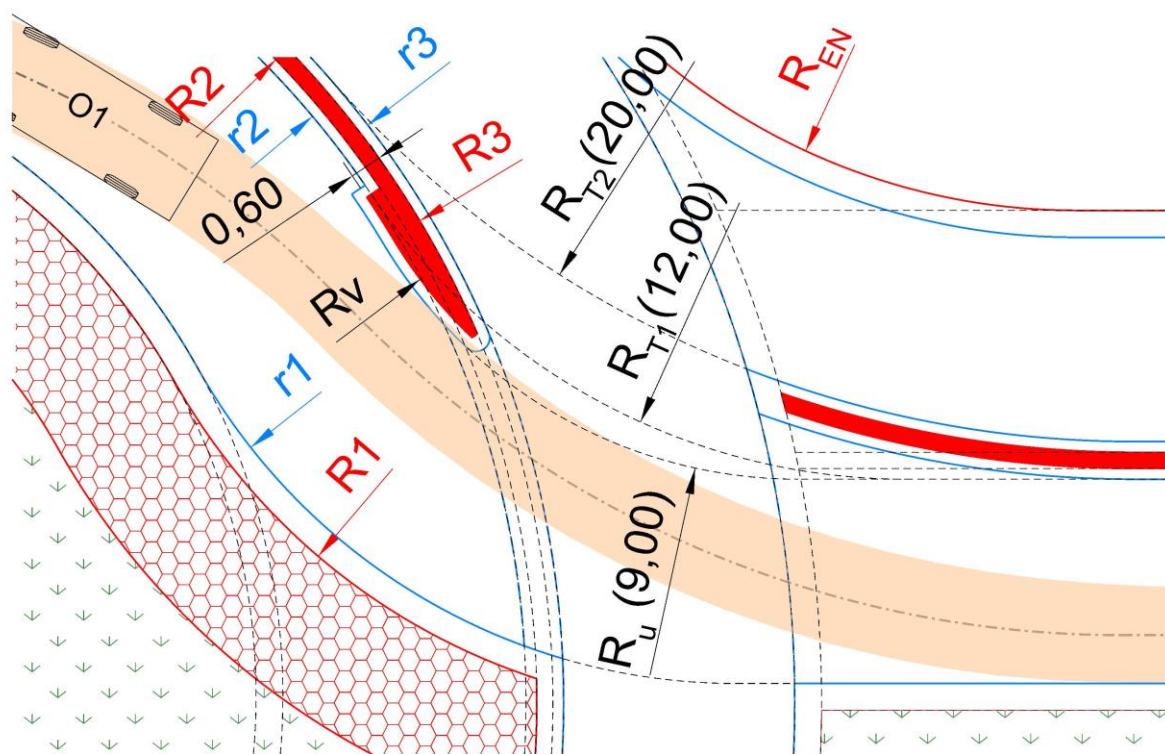
$$q_{e,3P} = (q_{i1,P} - q_{1-2}) + q_{2-3} + q_{4-3} = (640 - 80) + 40 + 175 = 775 \text{ j. v./h}$$

$$q_{e,4} = q_{1-4} + q_{2-4} + q_{3-4} = 305 + 85 + 145 = 535 \text{ j. v./h}$$

6.3 Postup zostrojenia oválnej TOK štandardnej veľkosti



Obrázok 6.1 Postup zostrojenia oválnej TOK štandardnej veľkosti

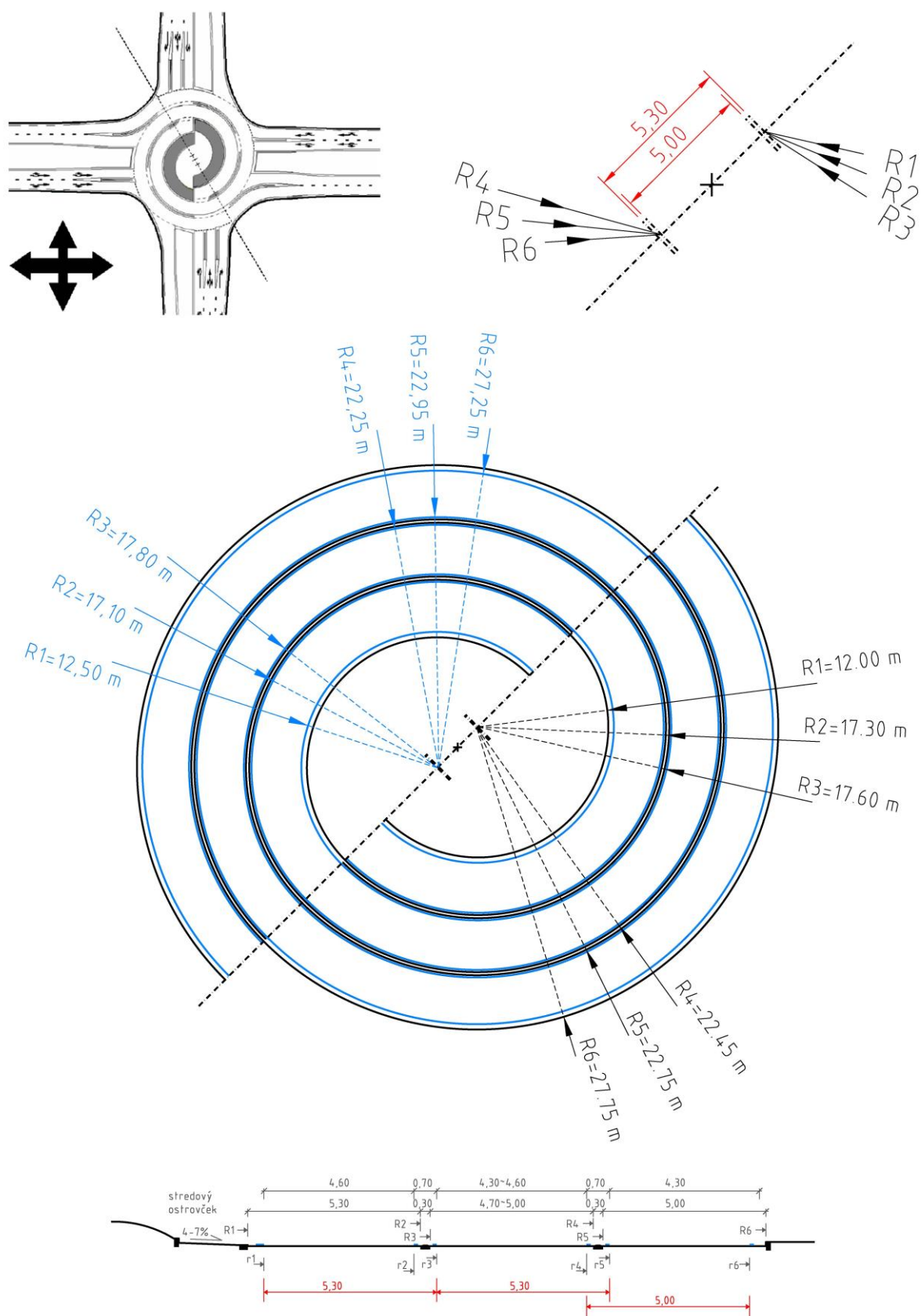


Obrázok 6.2 Detail rozšírenej časti fyzického oddelenia na vjazde

Legenda k obrázku 6.2:

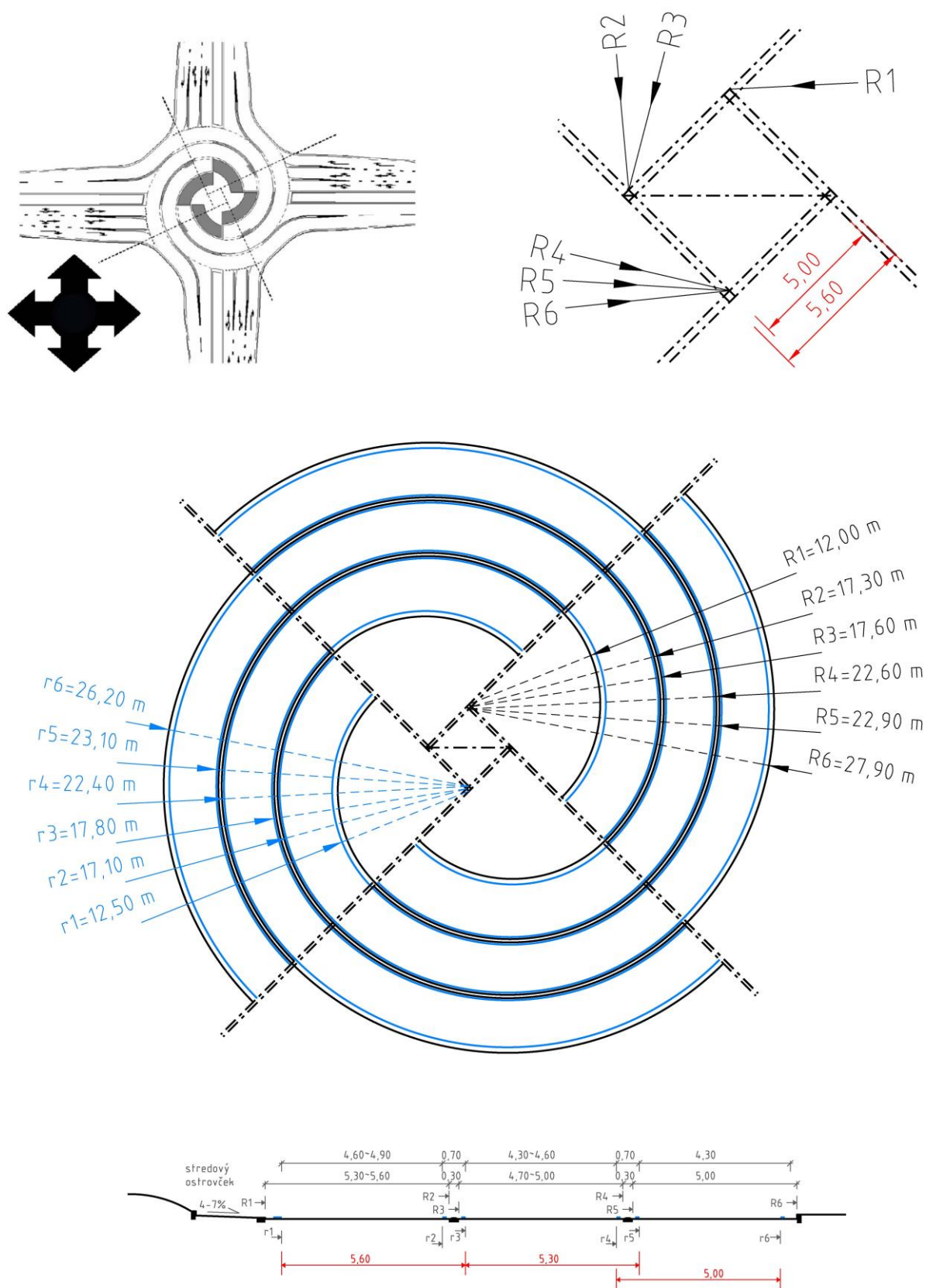
R_2 , R_3 - polomer vnútornej a vonkajšej hrany fyzického oddelenia jazdných pruhov, R_v - polomer vnútornej hrany rozšírenej časti fyzického oddelenia, R_u - polomer pozdĺžnej súvislej čiary (odsadený polomer R_v), R_{T1} - polomer líniového oddeľovača na vjazde do vnútorného jazdného pruhu okružného jazdného pásu

6.4 Turboblok pre špirálovú TOK



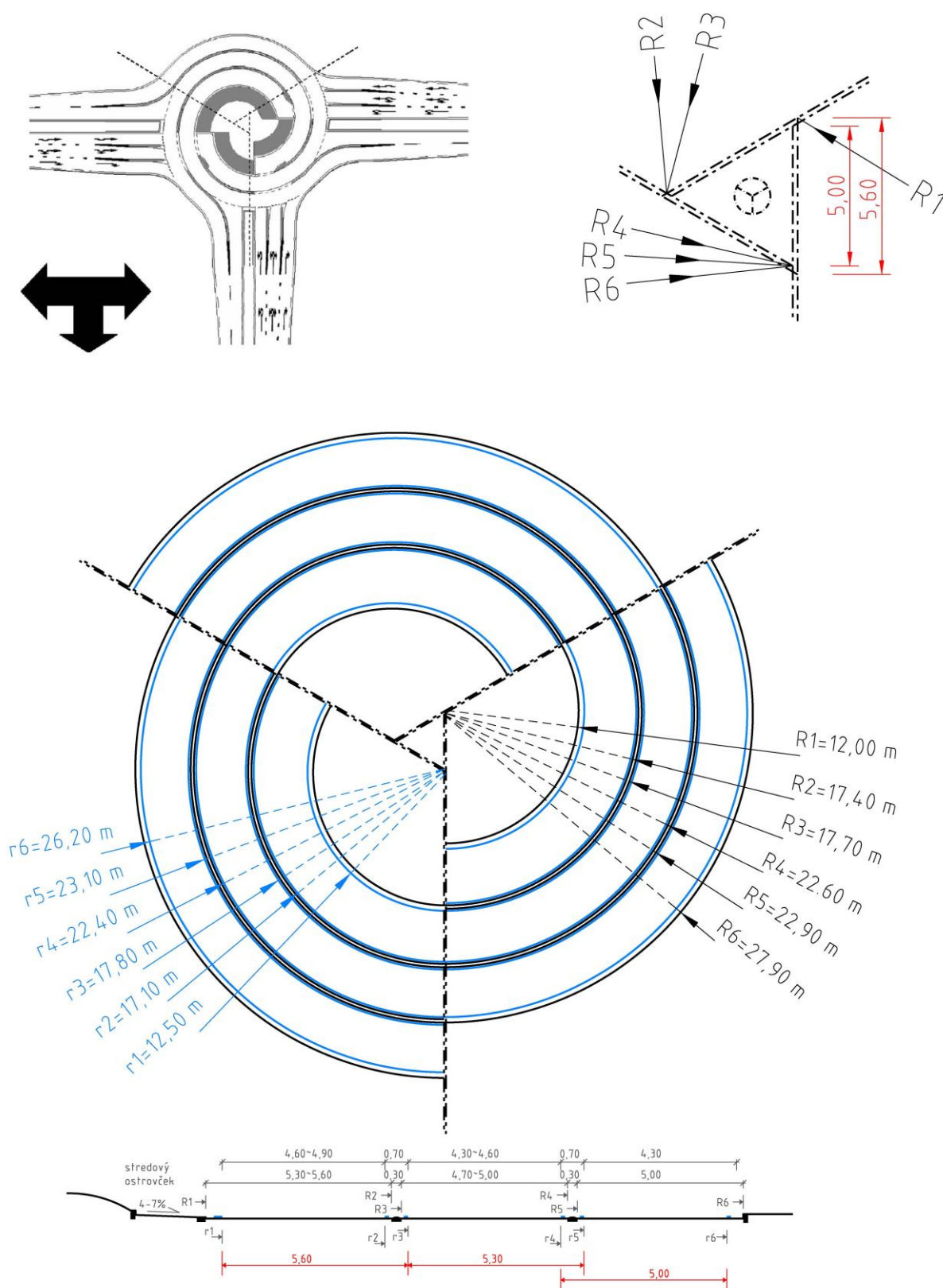
Obrázok 6.3 Turboblok špirálovej TOK

6.5 Turboblok pre rotorovú TOK



Obrázok 6.4 Turboblok rotorovej TOK

6.6 Turboblok pre hviezdicovú TOK



Obrázok 6.5 Turboblok hviezdicovej TOK

6.7 Detaily prvkov TOK

Príloha obsahuje niektoré detaily prvkov TOK pre lepšie pochopenie pri ich návrhu.



Obrázok 6.6 Fyzické oddelenie jazdných pruhov - líniový oddeľovač (Slovinsko)



Obrázok 6.7 Rozšírená časť fyzického oddelenia jazdných pruhov (Slovinsko)



Obrázok 6.8 Detail usporiadania spevnenej časti stredového ostrovčeka (Slovinsko)



Obrázok 6.9 Použitie ochranných ostrovčekov (Slovinsko)



Obrázok 6.10 Vychýlená poloha priechodu pre cyklistov (Holandsko)



Obrázok 6.11 Vyvýšené platformy na priechochode (Slovinsko)



Obrázok 6.12 Mimoúrovňové vedenie chodcov a cyklistov – nadchod (Slovinsko)

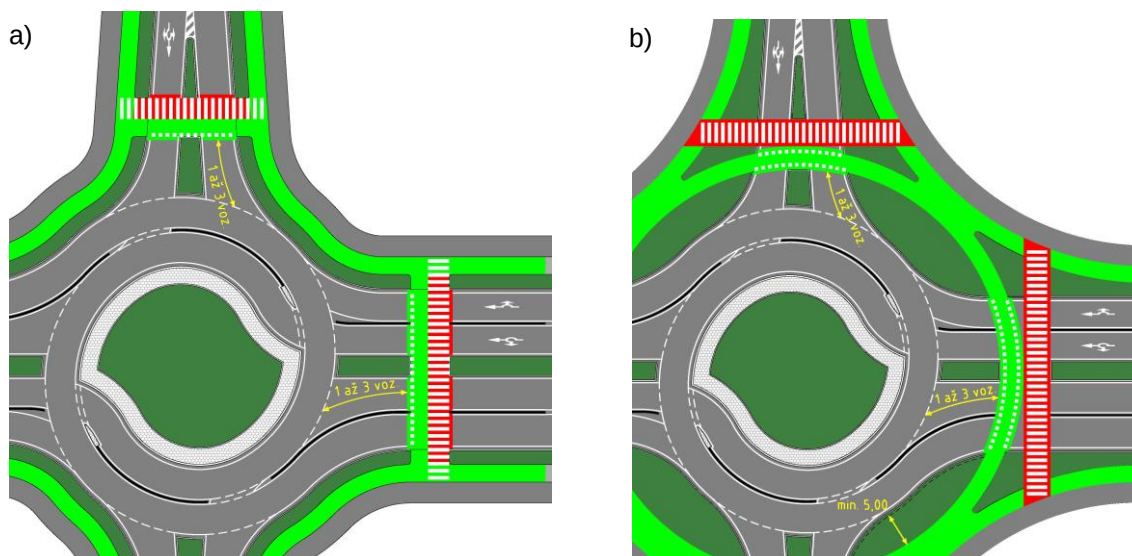


Obrázok 6.13 Mimoúrovňové vedenie chodcov a cyklistov – podchod (Slovinsko)



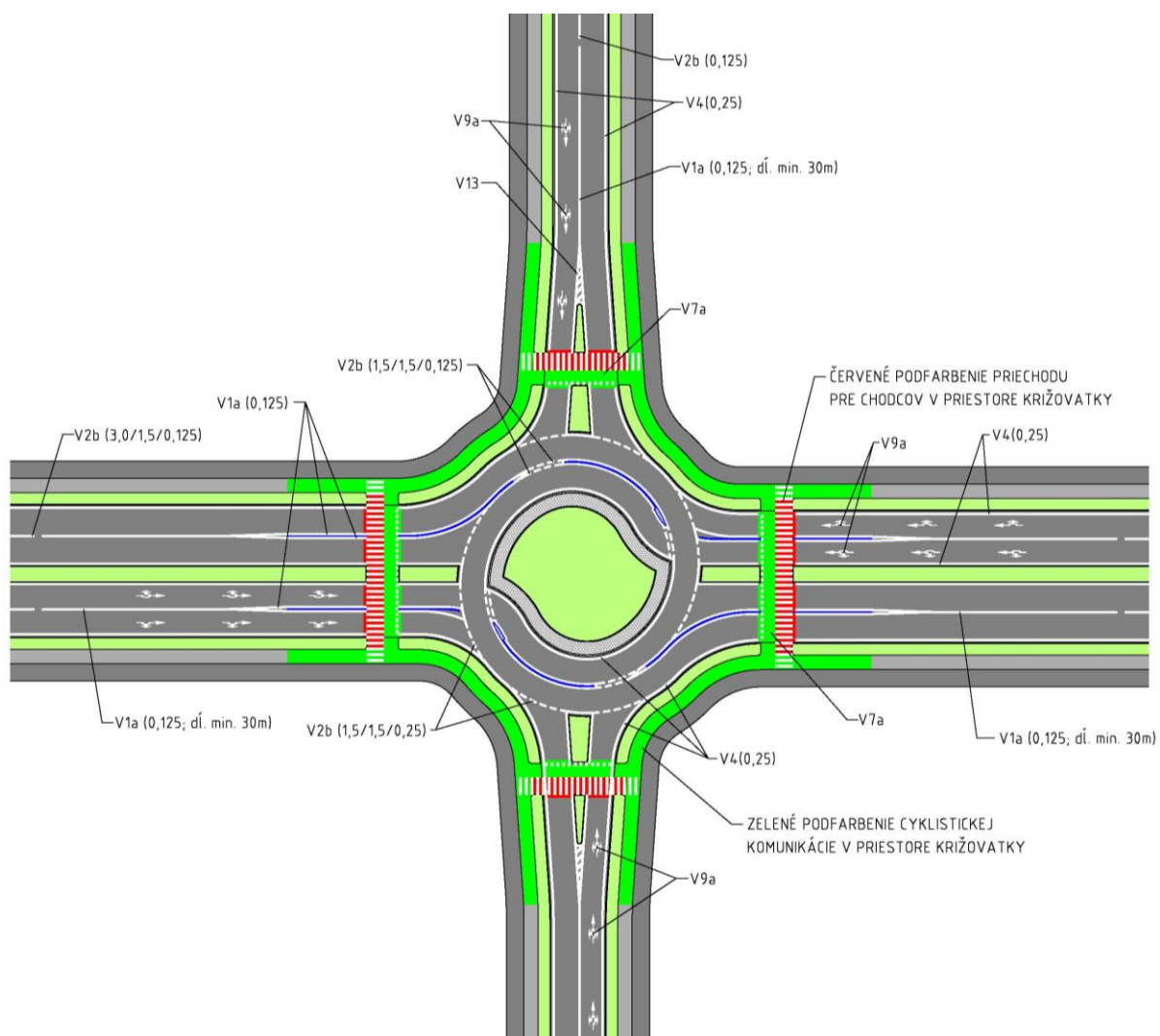
Obrázok 6.14 Úrovňové vedenie a križovanie chodcov a cyklistov v priestore TOK (Slovinsko)

6.9 Vedenie cyklistov v priestore TOK

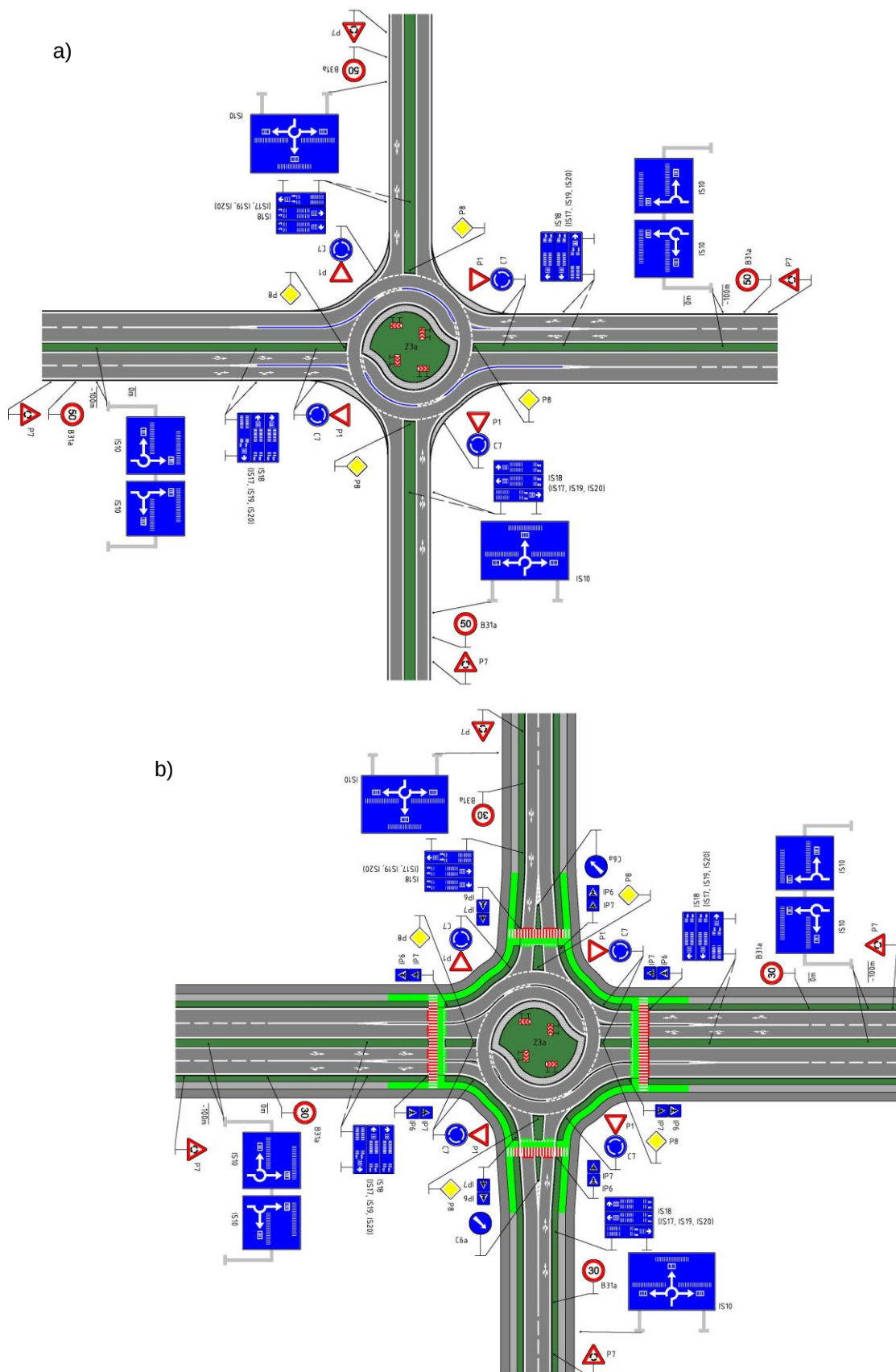


Obrázok 6.15 Príklad vedenia cyklistov v priestore TOK:
a) križovaním ramien TOK kolmo, b) samostatným okruhom

6.10 Príklady dopravného značenia na TOK



Obrázok 6.16 Príklad vodorovného dopravného značenia na TOK



Obrázok 6.17 Príklad zvislého dopravného značenia a tvaru návěstí na TOK
 a) s vylúčením chodcov a cyklistov, b) so začlenením chodcov a cyklistov