

# Okružní křižovatky

Ing. Michal Dorda, Ph.D.

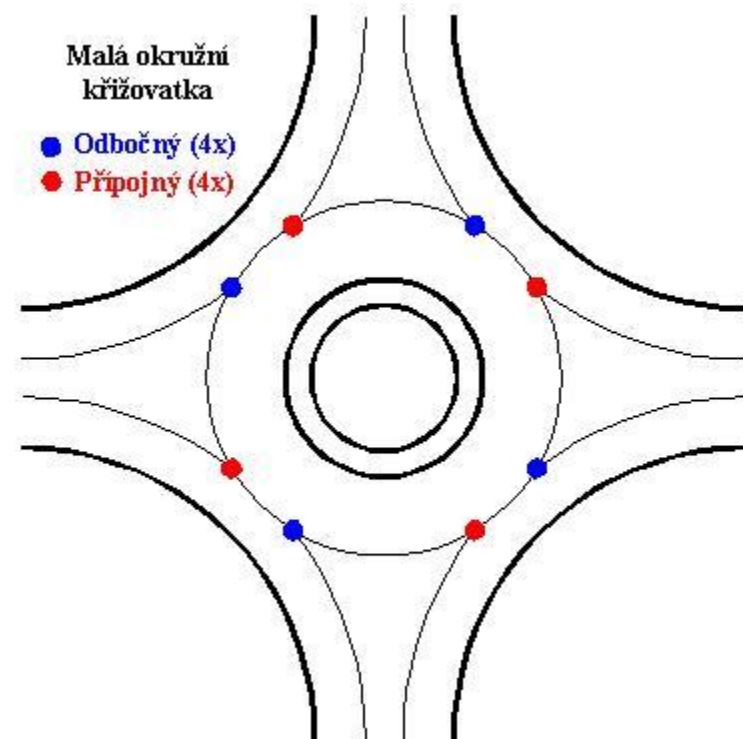
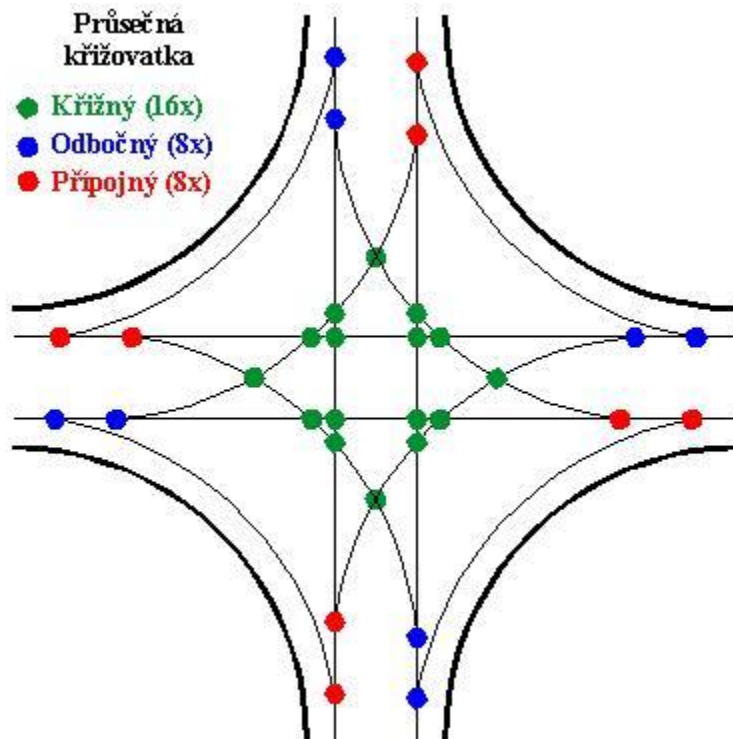
# Okružní křižovatky

- Okružní křižovatky se budují tam, kde:
  - Je třeba snížit závažnost dopravních nehod.
  - Je tvarem okružní křižovatky nutné např. zdůraznit konec pozemní komunikace s vyšší povolenou rychlostí nebo funkci pozemní komunikace (přechod z intravilánu do extravilánu) apod.
  - Je úhel křížení pozemních komunikací menší než dovoluje ČSN 73 6102.

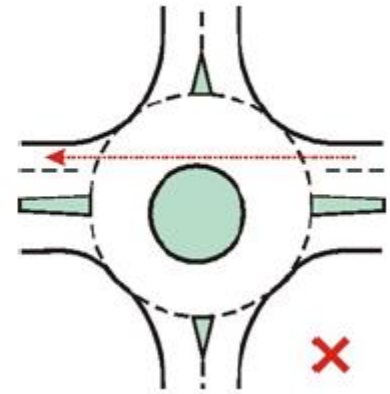
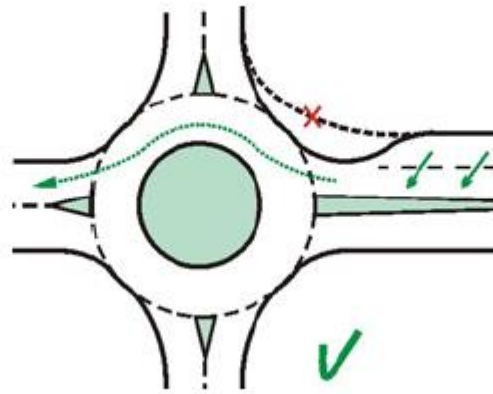
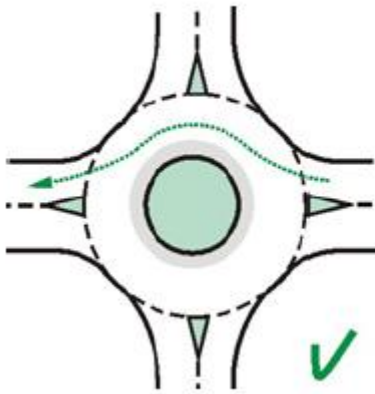
# Okružní křižovatky

- Správně navržená okružní křižovatka přináší ve srovnání s klasickou průsečnou nebo stykovou křižovatkou:
  - Snížení počtu kolizních bodů.
  - Odstranění odbočení vlevo v obousměrném provozu.
  - Dosažení rovnoměrnějšího a plynulejšího provozu.
  - Snížení rychlosti jízdy při průjezdu křižovatkou.

# Okružní křižovatky



# Okružní křižovatky

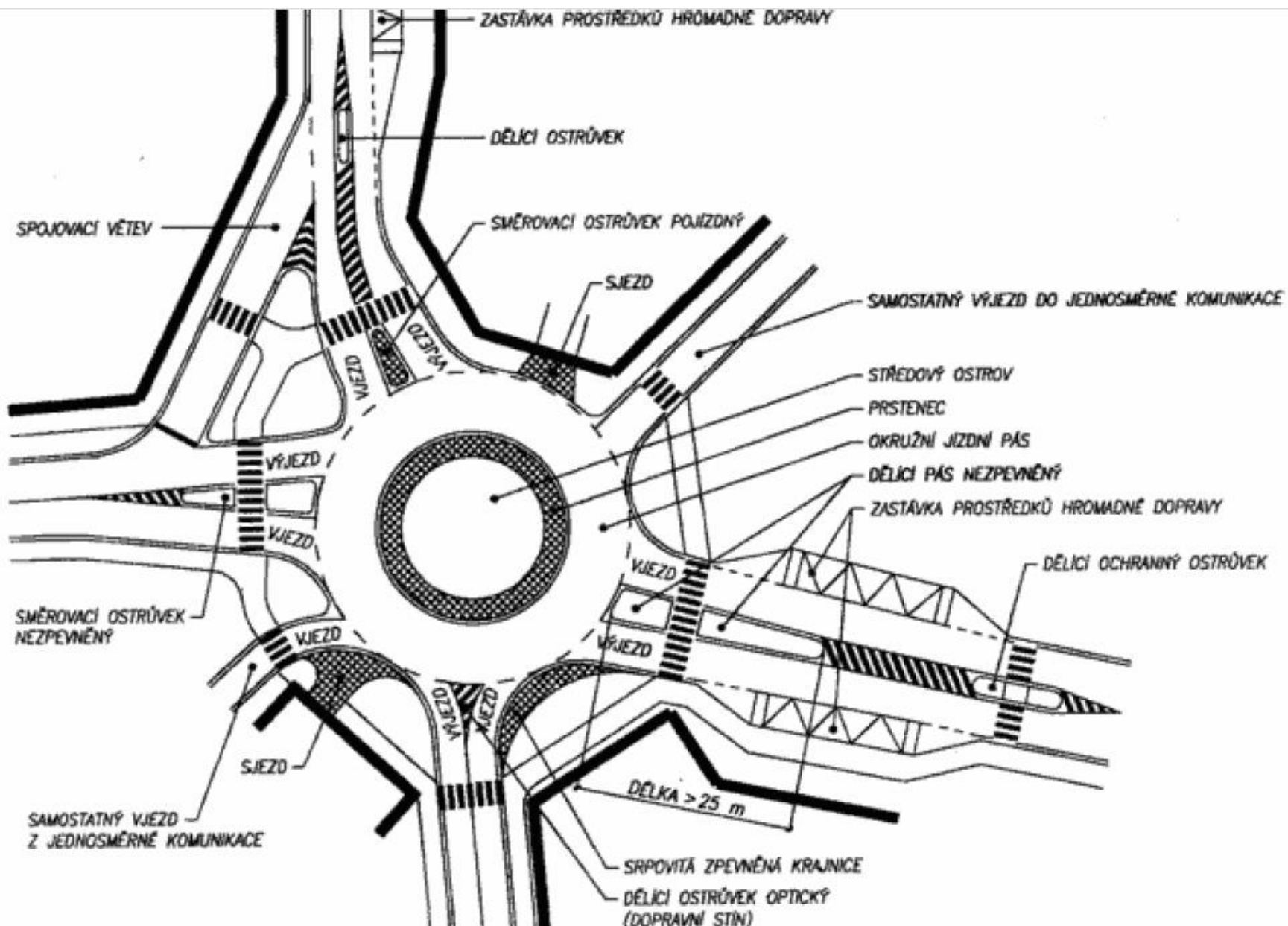


# Okružní křižovatky

- Okružní křižovatky dle **TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích** dělíme na:
  - Okružní křižovatky.
  - Mini okružní křižovatky.

# Okružní křižovatky

- Základními prvky okružní křižovatky je:
  - **Středový ostrov.**
  - **Prstenec.**
  - **Okružní jízdní pás.**
  - **Vjezd.**
  - **Výjezd.**
  - **Směrovací ostrůvek.**
  - **Vnější průměr  $D$ .**
  - **Vnitřní průměr  $d$ .**





# Okružní křižovatky

- Okružní křižovatka:
  - Vnější průměr  $D > 23$  m.
  - Okružní jízdní pás okružní křižovatky může mít jeden nebo více jízdních pruhů.
  - Vjezdy a výjezdy mohou mít jeden nebo i více jízdních pruhů.

# Okružní křižovatky



# Okružní křižovatky



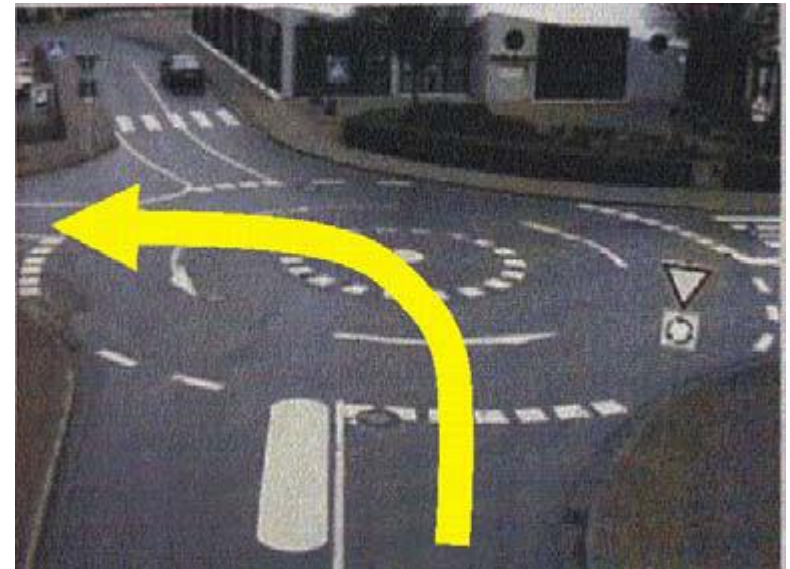
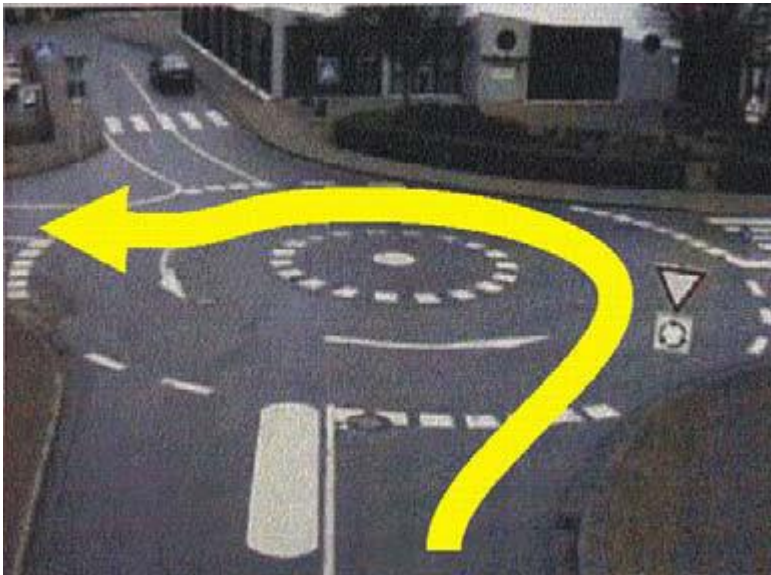
# Okružní křižovatky

- Mini okružní křižovatka:
  - Vnější průměr  $D \leq 23$  m a má zpevněný středový ostrov.
  - Průjezd větších vozidel přes zpevněný středový ostrov.

# Okružní křižovatky



# Okružní křižovatky



# Okružní křižovatky

- Posledním typem okružní křižovatky je **mimoúrovňová okružní křižovatka**.



# Kapacitní posouzení okružních křižovatek

- **TP 135 – Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích**
- ~~**TP 234 – Posuzování kapacity okružních křižovatek**~~
- **TP 188 – Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací**



# Kapacita okružních křižovatek

- Empirické metody – Brilon, Bovy (TP 135) atd.
- Metody založené na časových mezerách –  
dříve TP 234, nyní TP 188.

# Výpočet kapacity dle TP 188

# Homogenizace dopravního proudu

Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla <sup>1</sup>	Nákladní vozidla, autobusy <sup>2</sup>	Jízdní soupravy, kloubové autobusy
0,5 j.v.	0,8 j.v.	1,0 j.v.	2,0 j.v.	3,0 j.v.

<sup>1</sup>Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti.

<sup>2</sup>Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo jízdních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy.

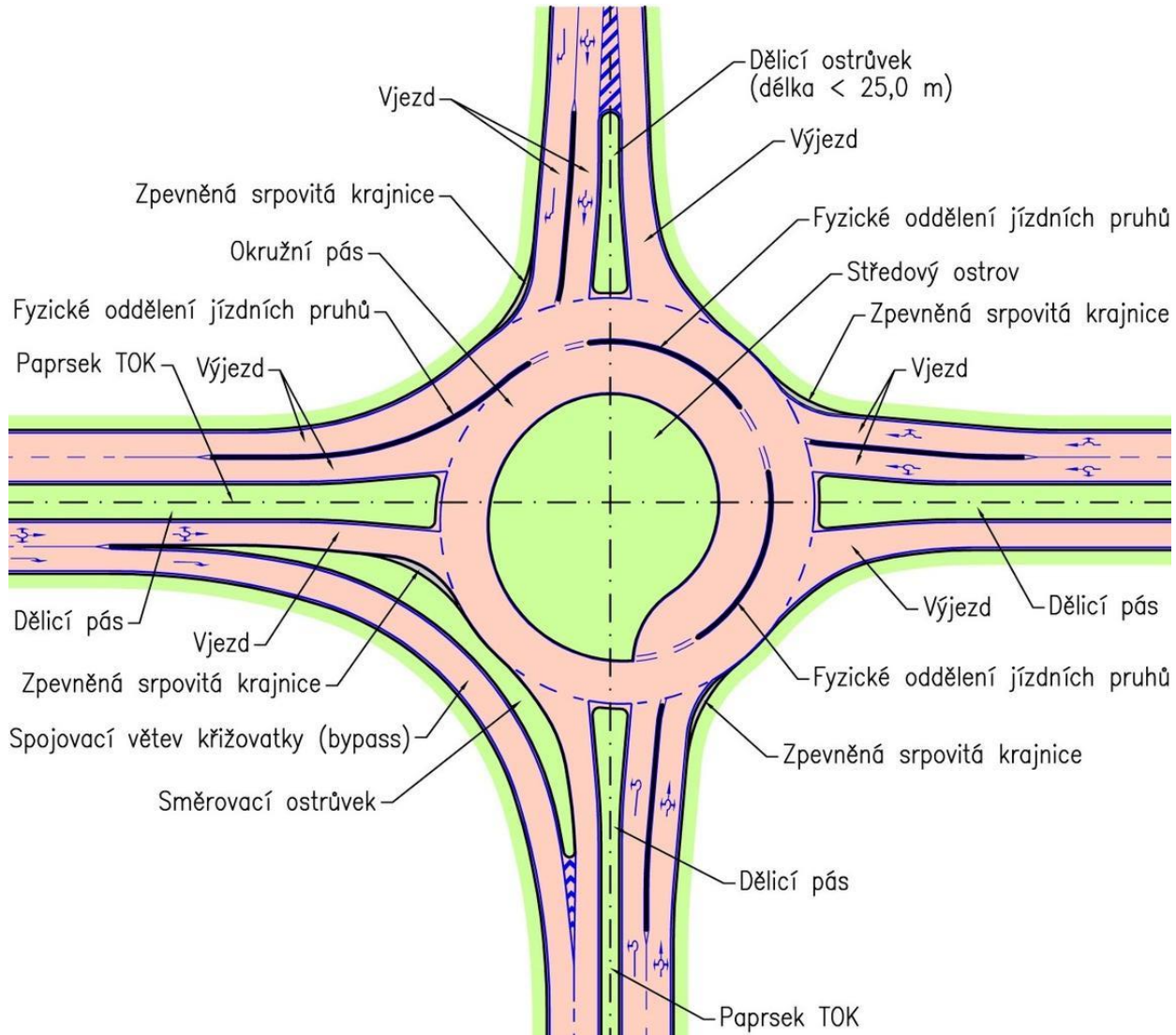
# Oblast použití metody

- Metoda je použitelná pro:
  - okružní křižovatku s jedním pruhem na okruhu.
  - okružní křižovatku se dvěma pruhy na okruhu.
  - miniokružní křižovatky.
  - spirálovité okružní křižovatky.

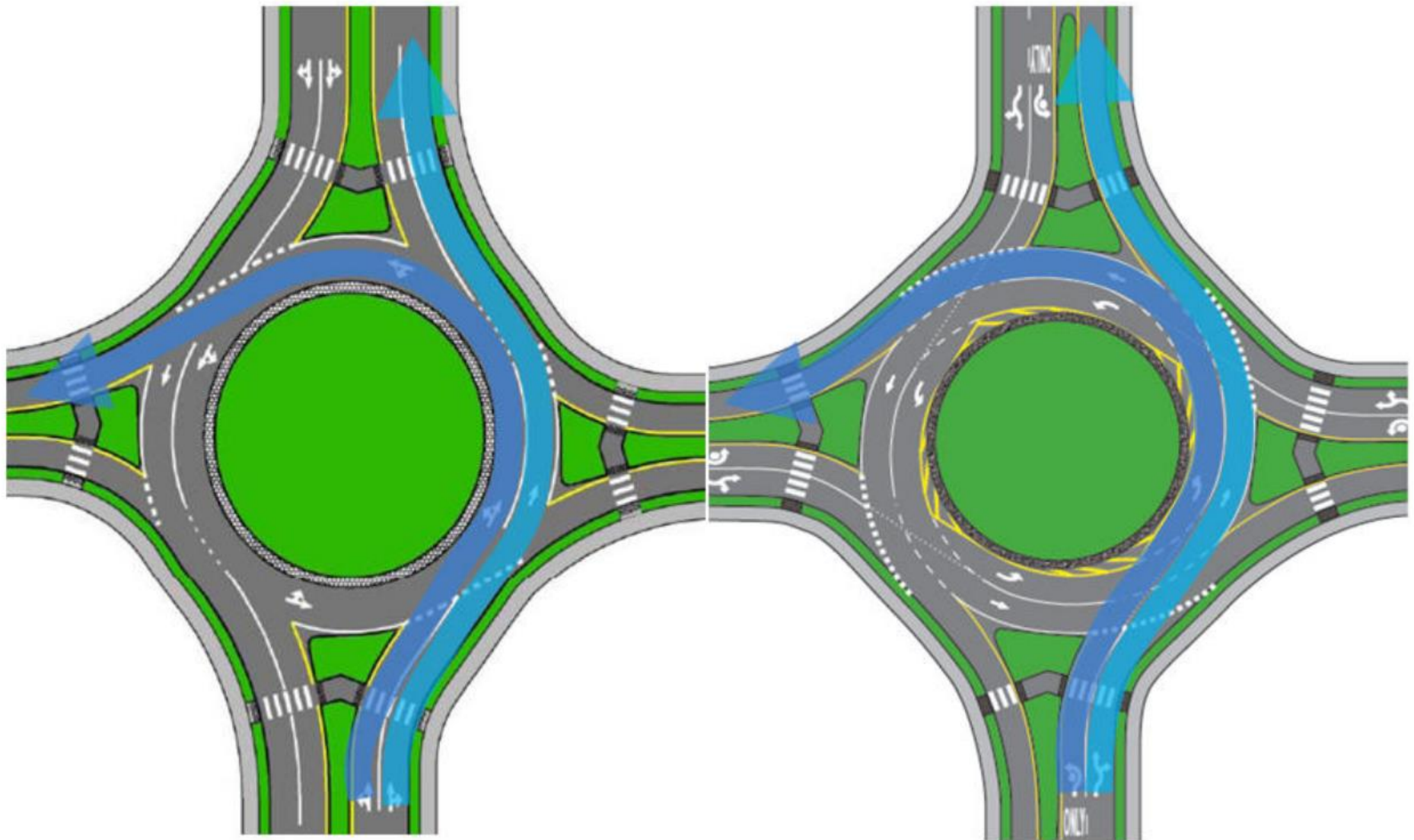
# Co se posuzuje

- Metodika posuzuje samostatně:
  - Kapacitu jednotlivých vjezdů do křižovatky na základě střední doby zdržení.
  - Kapacitu jednotlivých výjezdů z křižovatky na základě stupně vytížení.
  - Kapacitu spojovacích větví (tzv. bypassů) podle délky fronty (není obsahem prezentace).

# Co se posuzuje

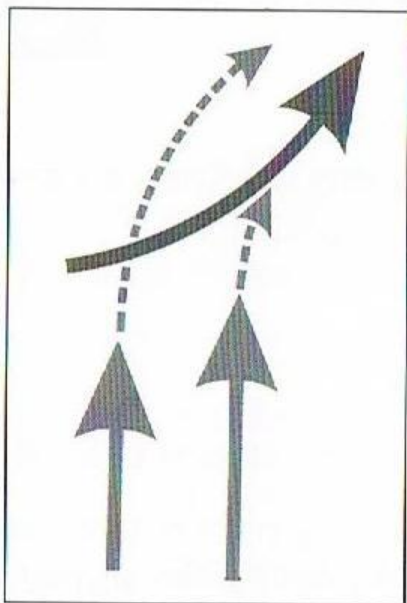


# Spirálová okružní křižovatka

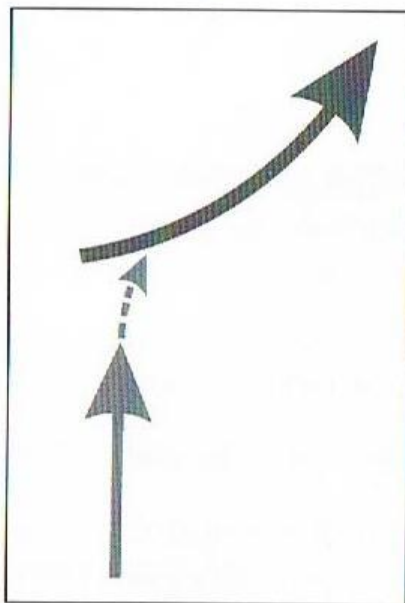


# Spirálová okružní křižovatka

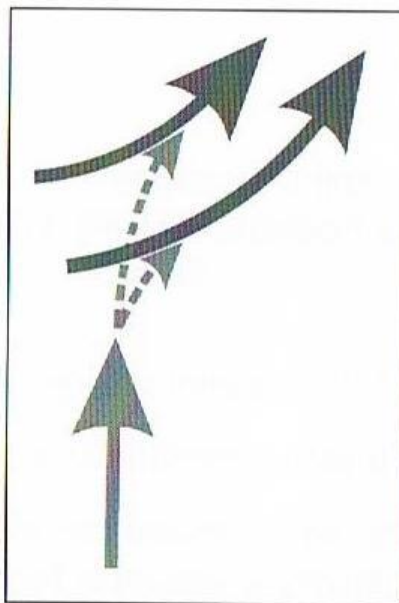
typ 1



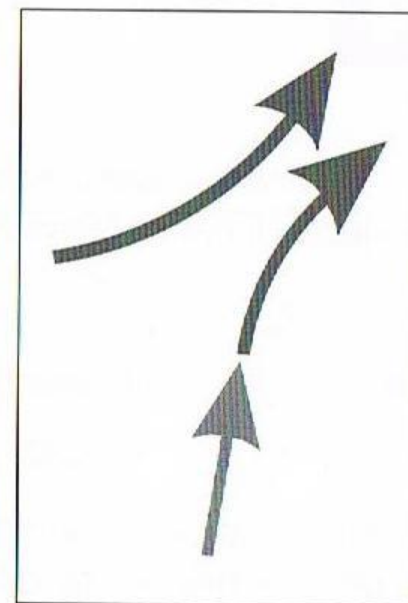
typ 2



typ 3



typ 4



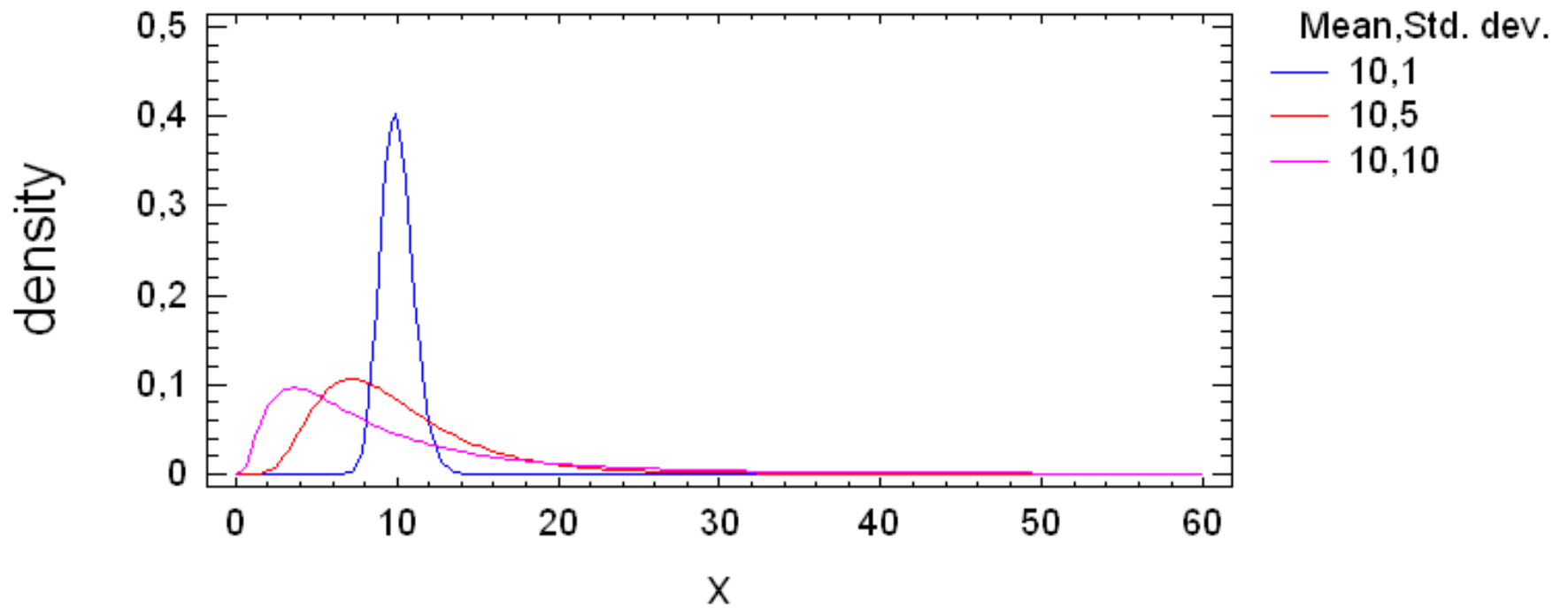


# Úvodní poznámky

- Předpoklad – časové mezery v dopravním proudu jsou **logaritmicko-normálně** rozděleny.

# Úvodní poznámky

Lognormal Distribution



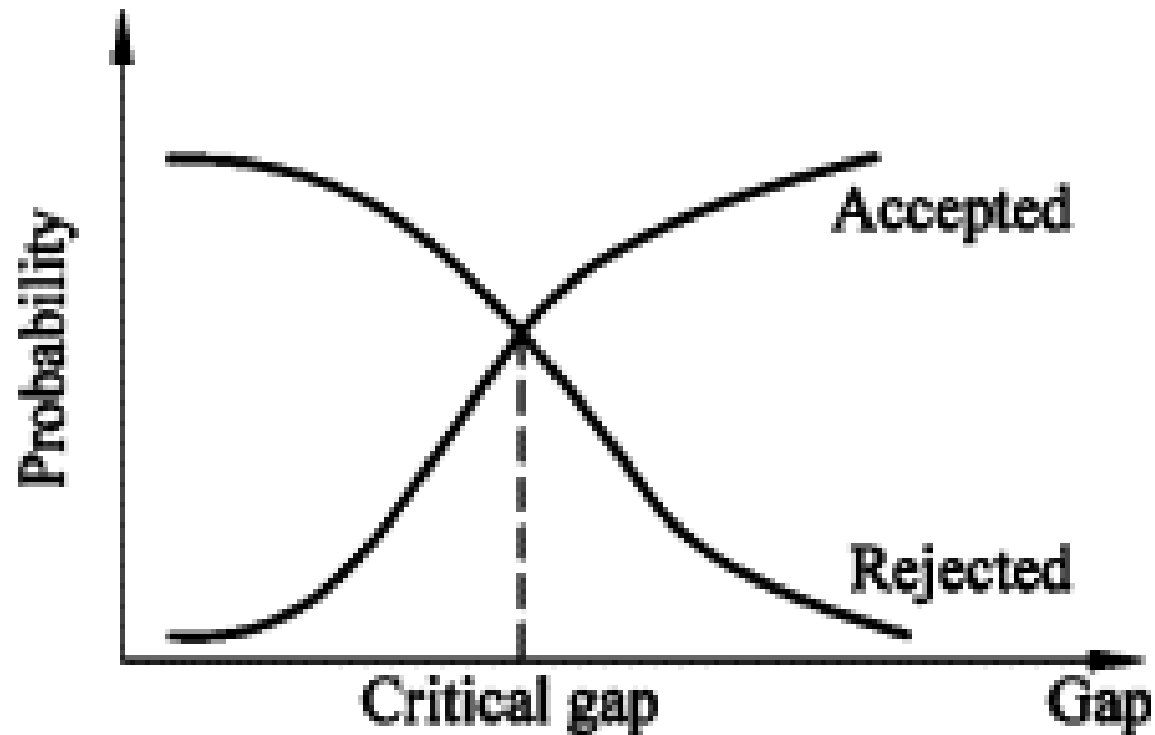
# Úvodní poznámky

- **Časový odstup vozidel** – doba mezi průjezdem čel dvou vozidel v dopravním proudu za sebou.
- **Přijatelný časový odstup** – nejmenší časový odstup mezi dvěma vozidly v nadřazeném dopravním proudu potřebný pro to, aby se vozidlo v podřazeném dopravním proudu zařadilo do nadřazeného dopravního proudu.

# Úvodní poznámky

- **Kritický časový odstup ( $t_g$ )** – střední hodnota přijatelných časových odstupů.
- **Následný časový odstup ( $t_f$ )** – střední hodnota časových odstupů mezi dvěma následujícími vozidly v podřazeném dopravním proudu nacházející se ve frontě a řadící se do stejné časové mezery v nadřazeném dopravním proudu.

# Úvodní poznámky



Posouzení vjezdů do křižovatky

# Posouzení kvality dopravy

- Pro každý vjezd musí být splněno:

$$t_w^n \leq t_{w,\text{lim}}^n,$$

kde  $t_w^n$  je střední doba zdržení na vjezdu  $n$  a

$t_{w,\text{lim}}^n$  je nejvyšší přípustná střední doba zdržení na vjezdu.

# Posouzení kvality dopravy

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení [s]
Označení	Charakteristika doby zdržení	
A	Velmi malá	$\leq 10$
B	Zdržení ještě bez front	$\leq 20$
C	Ojediněle krátké fronty	$\leq 30$
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	$\leq 45$
E	Nestabilní stav	$> 45$
F	Překročená kapacita	- (stupeň vytížení $a_v > 1$ )



# Posouzení kvality dopravy

- Podle ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích jsou požadovány alespoň tyto úrovně kvality dopravy:
  - Dálnice a silnice I. třídy – úroveň C.
  - Silnice II. třídy – úroveň D.
  - Silnice III. třídy – úroveň E.
  - Na rychlostních místních komunikacích – úroveň D.
  - Na místních komunikacích – úroveň E.

# Kapacita vjezdu

- Kapacitu vjezdu  $C_v$  stanovíme:

$$C_v = C_{g,v} \cdot k_{v,ped} \text{ [j.v./h]},$$

kde  $C_{g,v}$  je základní kapacita vjezdu bez zohlednění chodců v [j.v./h] a  $k_{v,ped}$  je koeficient vyjadřující vliv chodců na kapacitu vjezdu [-]

# Základní kapacita vjezdu

- Základní kapacitu vjezdu  $C_{g,v}$  v [j.v./h] stanovíme dle vztahu:

$$C_{g,v} = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_o}{n_o \cdot 3600}\right)^{n_o} \cdot \left(\frac{k_{v,usp}}{t_f}\right) \cdot e^{-\frac{I_o}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)},$$

kde význam jednotlivých členů je uveden na dalším snímku.

# Kapacita vjezdu

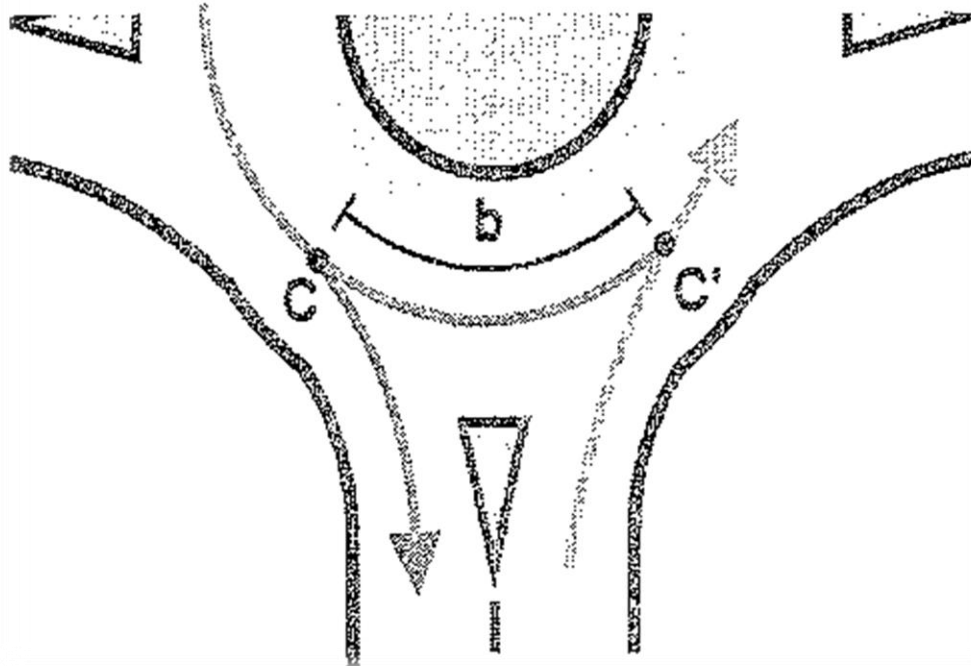
Člen	Význam	Jednotka
$I_o$	Intenzita na okružním páse v místě vjezdu	[j.v./h]
$n_o$	Počet jízdnic pruhů na okružním páse	[-]
$k_{v,usp}$	Koeficient zohledňující počet jízdnic pruhů na vjezdu, pro 1-pruhový vjezd je jeho hodnota 1	[-]
$t_g$	Kritický časový odstup	[s]
$t_f$	Následný časový odstup	[s]
$\Delta$	Minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou	[s]

# Kapacita vjezdu

- Hodnoty kritického časového odstupu  $t_g$ , následného časového odstupu  $t_f$  a minimálního časového odstupu  $\Delta$  jsou v TP 188 uvedeny v **závislosti na typu okružní křižovatky a geometrickém uspořádání křižovatky.**
- V prezentaci jsou uvedeny hodnoty pro **okružní křižovatku s jedním okružním pásem.**

# Kapacita na vjezdu

- Kritický časový odstup  $t_g$  závisí na hodnotě  $L_{kol}$  (dříve  $b$ ) – vzdálenosti mezi kolizními body.



# Kapacita na vjezdu

- Kritický časový odstup  $t_g$  závisí na hodnotě  $L_{kol}$  (vzdálenost mezi kolizními body) – viz tabulka.

Hodnota $L_{kol}$ v [m]	Hodnota $t_g$ v [s]
$L_{kol} < 11$	4,5
$11 \leq L_{kol} \leq 20$	$5,6 - 0,1 \cdot L_{kol}$
$L_{kol} > 20$	3,6

# Kapacita na vjezdu

- Hodnota následného časového odstupu  $t_f$  závisí na hodnotě  $R_v$  – viz tabulka.

Hodnota $R_v$ v [m]	Hodnota $t_f$ v [s]
$R_v < 8$	3,1
$8 \leq R_v \leq 16$	$3,6 - 0,0625 \cdot R_v$
$R_v > 16$	2,6



# Kapacita na vjezdu

- Pro okružní křižovatku s jedno-pruhovými vjezdy a jedno-pruhovým okružním pásem se uvažuje konstantní hodnota  $\Delta = 2,1$  s.

# Kapacita na vjezdu

- Je-li intenzita přecházejících chodců menší nebo rovna 100 ch/h, pak je  $k_{v,ped} = 1$ . Jinak se koeficient stanoví jako:

$$k_{v,ped} = \frac{1120 - 0,63 \cdot I_v - 0,63 \cdot \frac{I_{ped}}{k_{skup}} + 0,00071 \cdot I_v \cdot \frac{I_{ped}}{k_{skup}}}{1069,2 - 0,57 \cdot I_v} [-],$$

kde  $I_v$  [j.v./h] je intenzita na vjezdu do křižovatky.

# Kapacita na vjezdu

- Ve vztahu figuruje:

$I_o$  [j.v./h] – intenzita dopravy na okruhu,

$I_{ped}$  [ch/h] – intenzita přecházejících chodců,

$k_{skup}$  [-] – koeficient skupinovosti chodců:

- $k_{skup} = 1$ , pokud  $I_{ped} \leq 200$  ch/h,
- $k_{skup} = 0,004 \cdot I_{ped} + 0,2$ , pokud  $I_{ped} > 200$  ch/h.

# Stupeň vytížení

- Stupeň vytížení  $a_v$  [-] se stanoví podle vztahu:

$$a_v = \frac{I_v}{C_v},$$

kde  $I_v$  je intenzita vozidel na vjezdu a  $C_v$  je kapacita vjezdu.

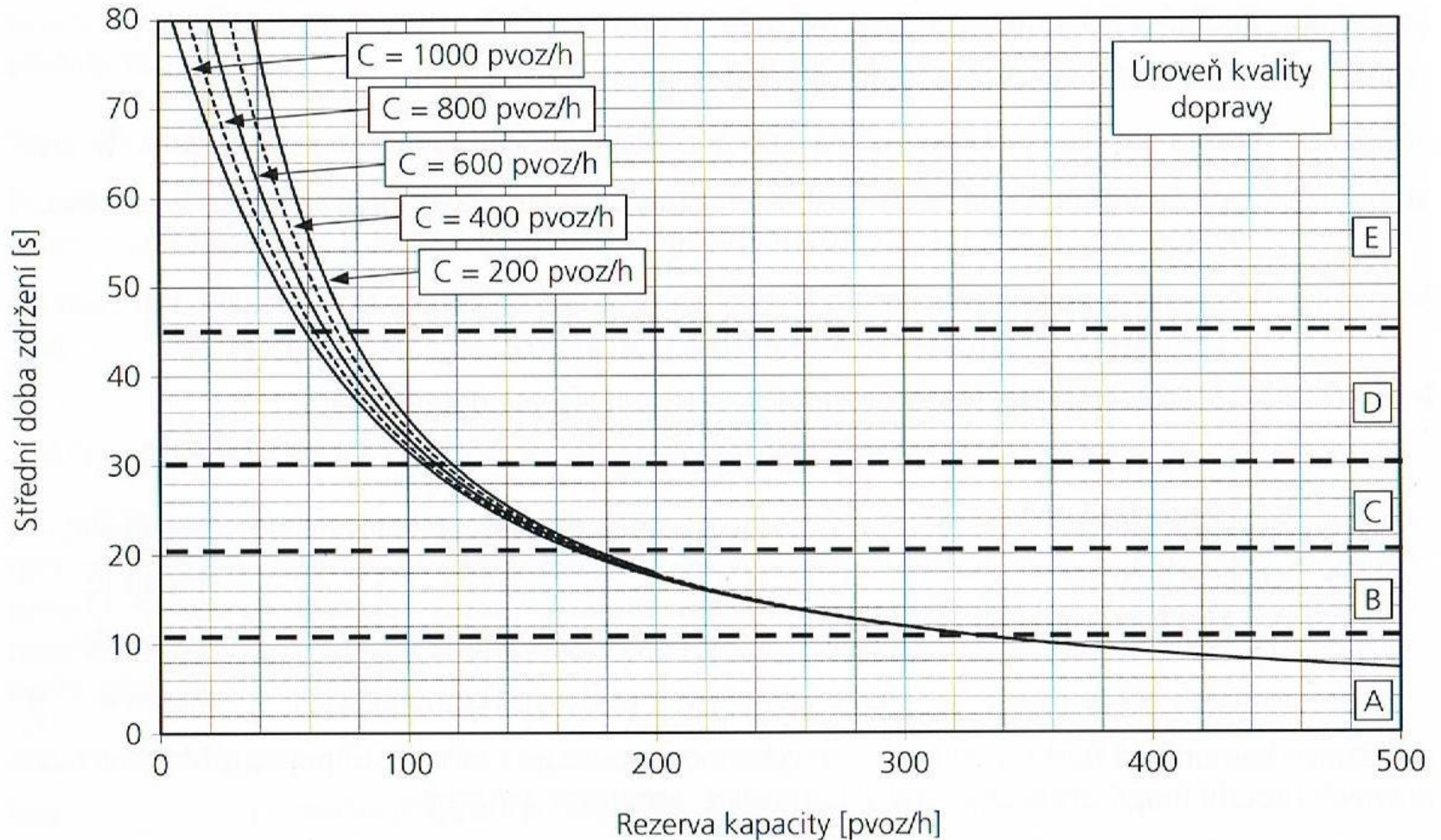
# Střední doba zdržení

- Střední dobu zdržení  $t_w$  lze spočítat vztahem:

$$t_w = \frac{3600}{C_v} + \frac{T}{4} \cdot \left[ a_v - 1 + \sqrt{(a_v - 1)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min\{a_v; 1\}}{C_v \cdot T}} \right] [s]$$

kde  $T$  je délka intervalu špičkového provozu [s]  
( $T = 3600$  s).

# Střední doba zdržení



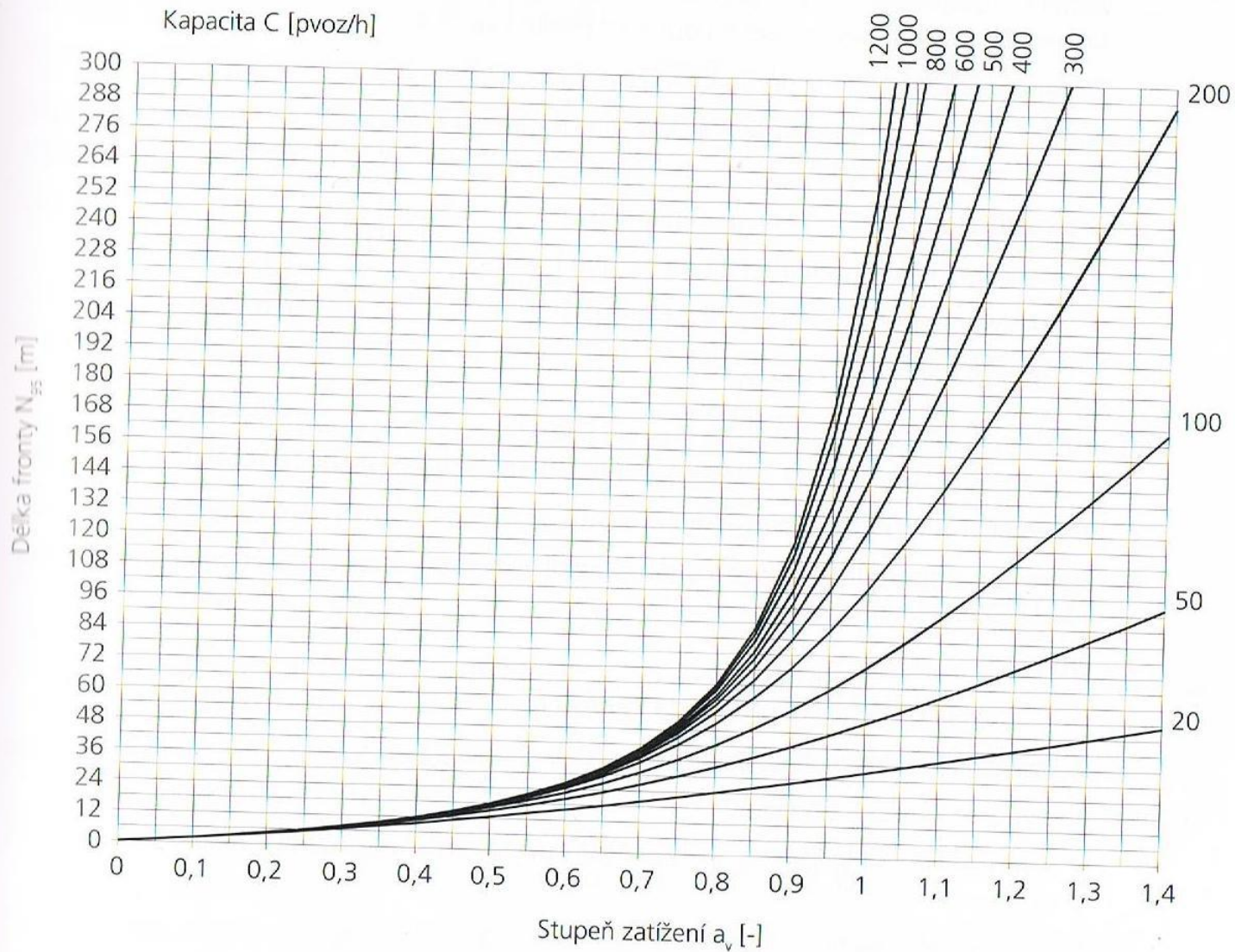
# Délka fronty

- Délka fronty  $L_{95\%}$  [m] se spočítá podle vztahu:

$$L_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_v \cdot \left( a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + \frac{24 \cdot a_v}{C_v}} \right).$$

- S pravděpodobností 0,95 reálná fronta v daném pruhu nepřekročí hodnotu stanovenou podle výše uvedeného vztahu.

# Délka fronty





Kapacita výjezdu

# Kapacita výjezdu

- Kapacita výjezdu  $C_e$  v [j.v./h] se stanoví podle vztahu:

$$C_e = 1219 \cdot e^{\frac{-I_{ped}}{1923}} + C_{re},$$

kde  $I_{ped}$  [ch/h] je intenzita přecházejících chodců a  $C_{re}$  je navýšení kapacity výjezdu vlivem poloměru výjezdu [j.v./h] – viz následující snímky.

# Kapacita výjezdu

- Pro navýšení kapacity výjezdu  $C_{re}$  v [j.v./h] platí:

$$C_{re} = C_{re0} - \frac{C_{re0}}{800} \cdot I_{ped} \text{ pro } I_{ped} \leq 800ch / h,$$

$$C_{re} = 0 \text{ pro } I_{ped} > 800ch / h.$$

kde  $C_{re0}$  [j.v./h] je navýšení kapacity výjezdu vlivem poloměru výjezdu  $R_e$  při nulové intenzitě chodců:

$$C_{re0} = (R_e - 12) \cdot 10.$$

# Kapacita výjezdu

- Pokud je poloměr výjezdu menší než 12 m, dosazuje se  $R_e = 12$  m, je-li poloměr výjezdu větší než 30 m, pak se dosazuje  $R_e = 30$  m, v ostatních případech se dosadí skutečný poloměr výjezdu.

# Posouzení kapacity výjezdu

- Pro každý výjezd stanovíme stupeň vytížení  $a_v$ :

$$a_v = \frac{I_e}{C_e}.$$

- Výjezd kapacitně vyhoví, pokud je  $a_v \leq 0,9$ .