

NÁVRH SIGNÁLNÍHO PROGRAMU ZADANÉ KŘIŽOVATKY - VÝPOČET

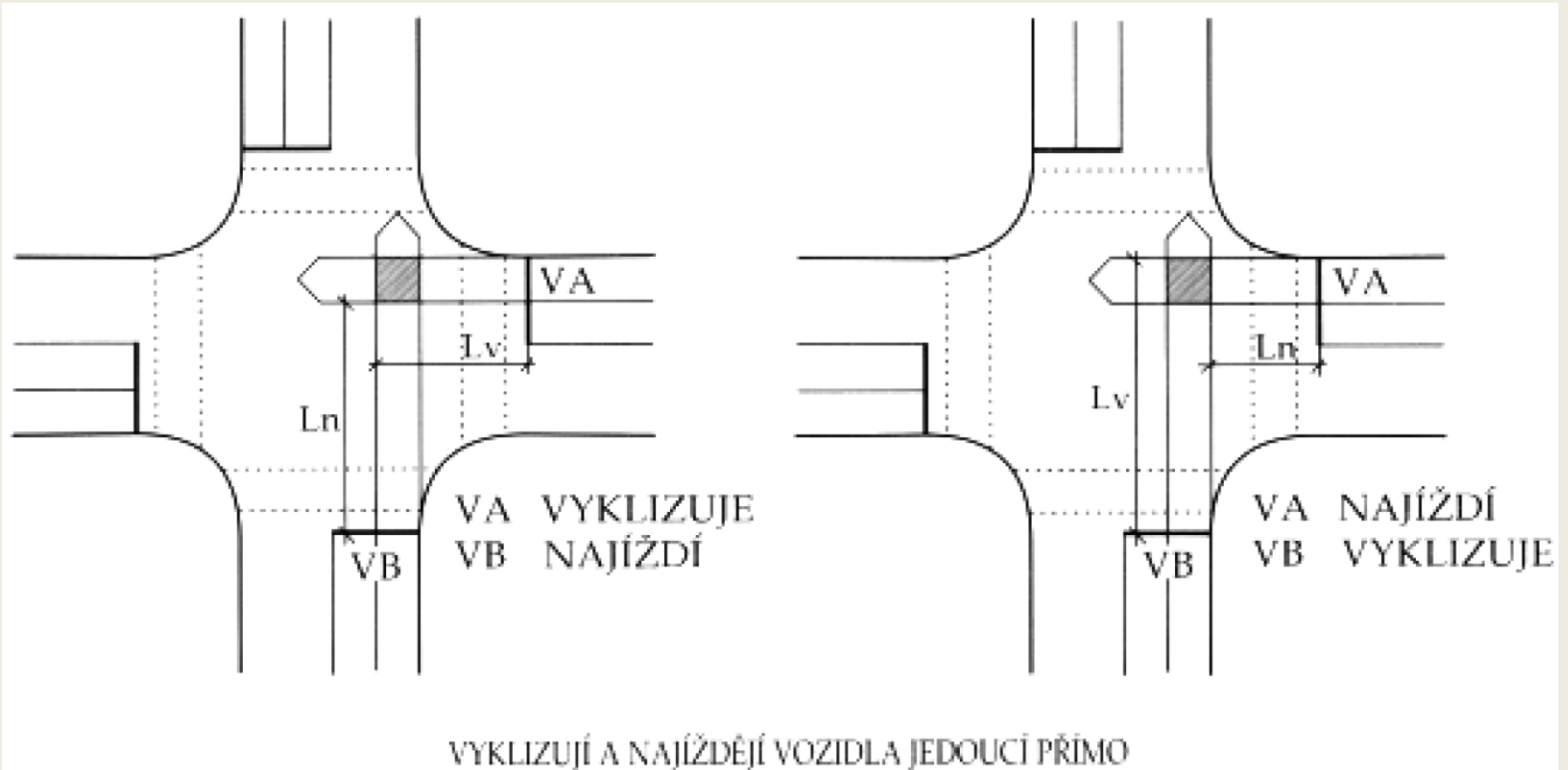


OBEČNÉ

MEZIČAS – je časový interval od konce doby zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr.

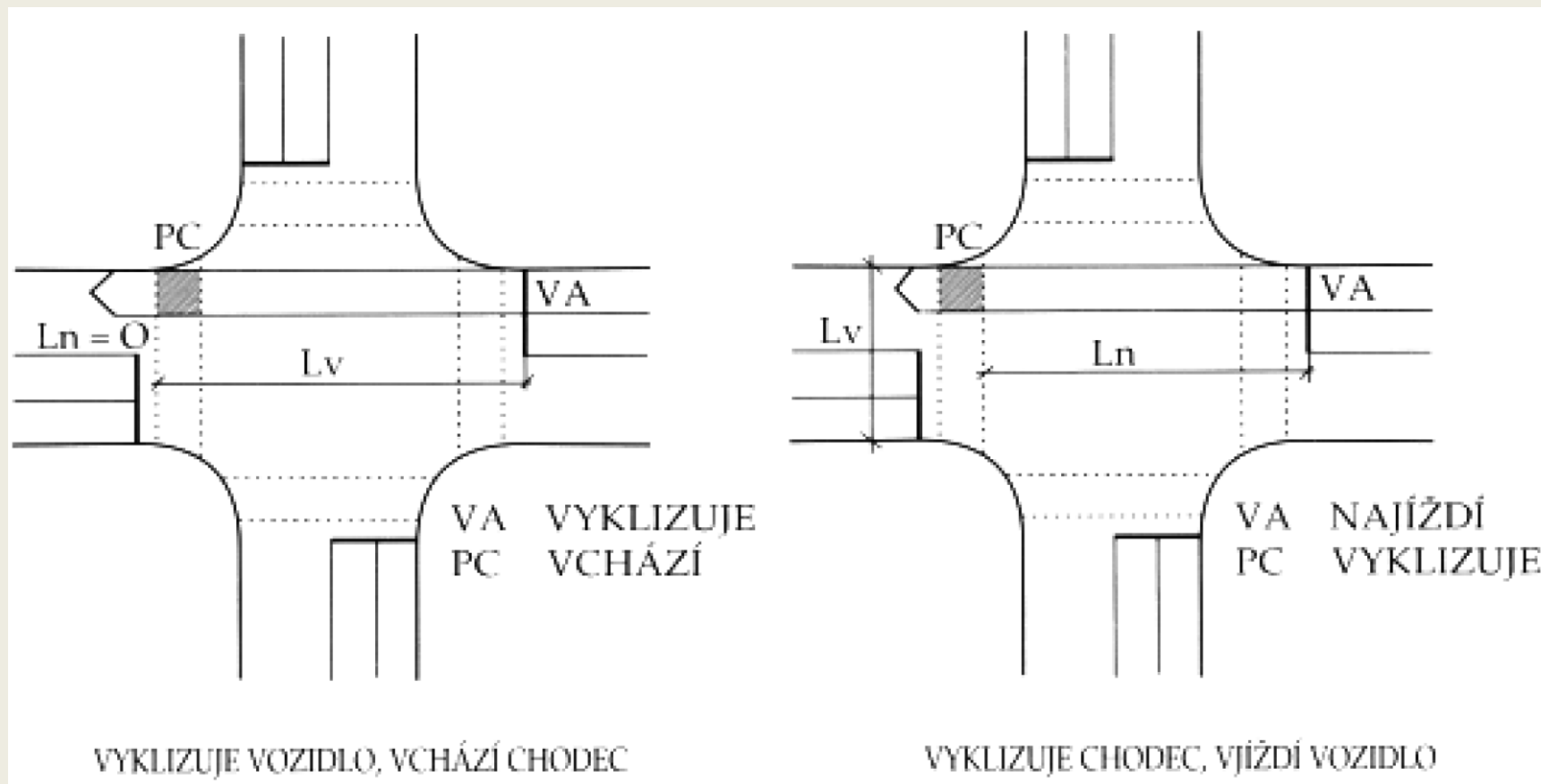
(tento princip se používá vždy bez ohledu na způsob nebo metodu výpočtu)

Stanovení vzdáleností kolizních ploch

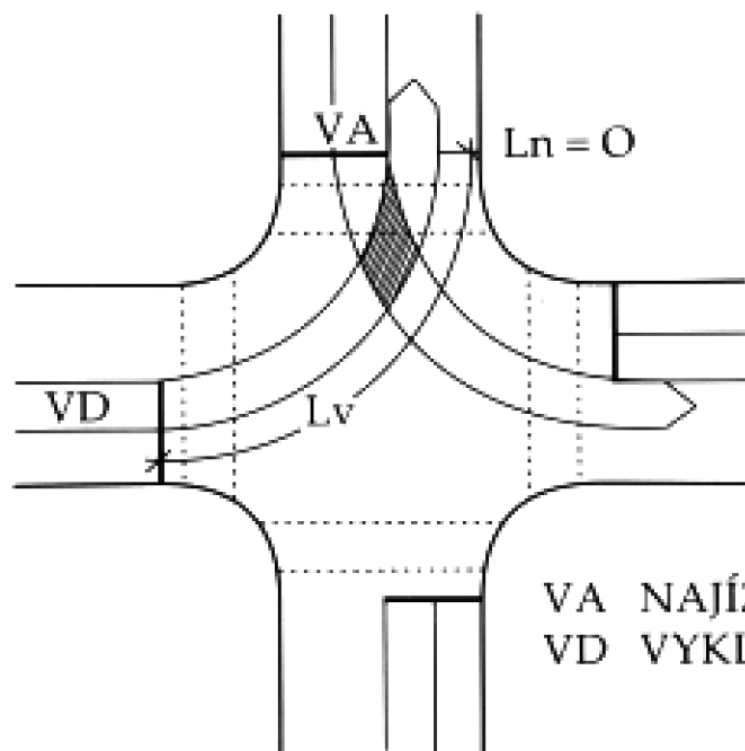


(Pro potřeby cvičení postačí určit kolizní bod trajektorií vozidel a chodců)

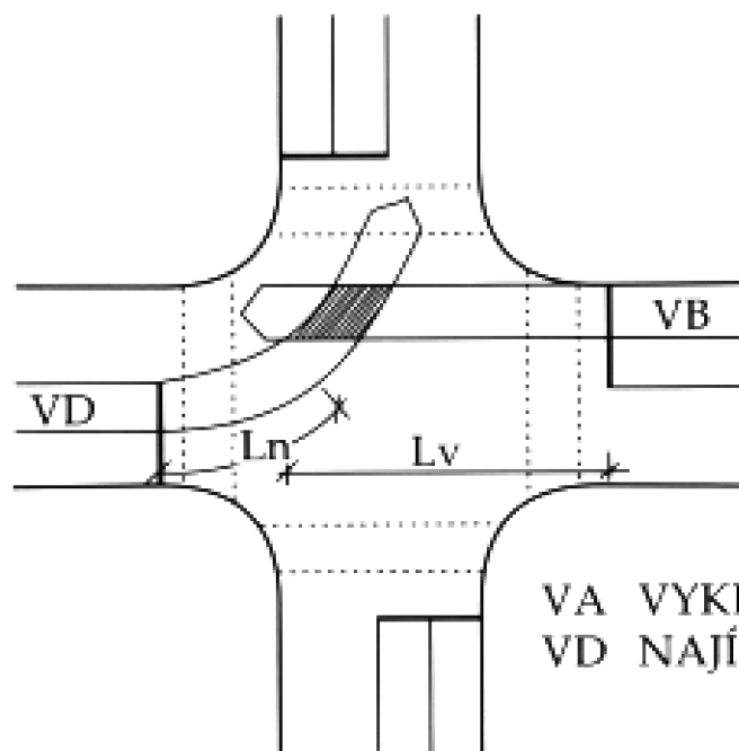
Stanovení vzdáleností kolizních ploch



Stanovení vzdáleností kolizních ploch



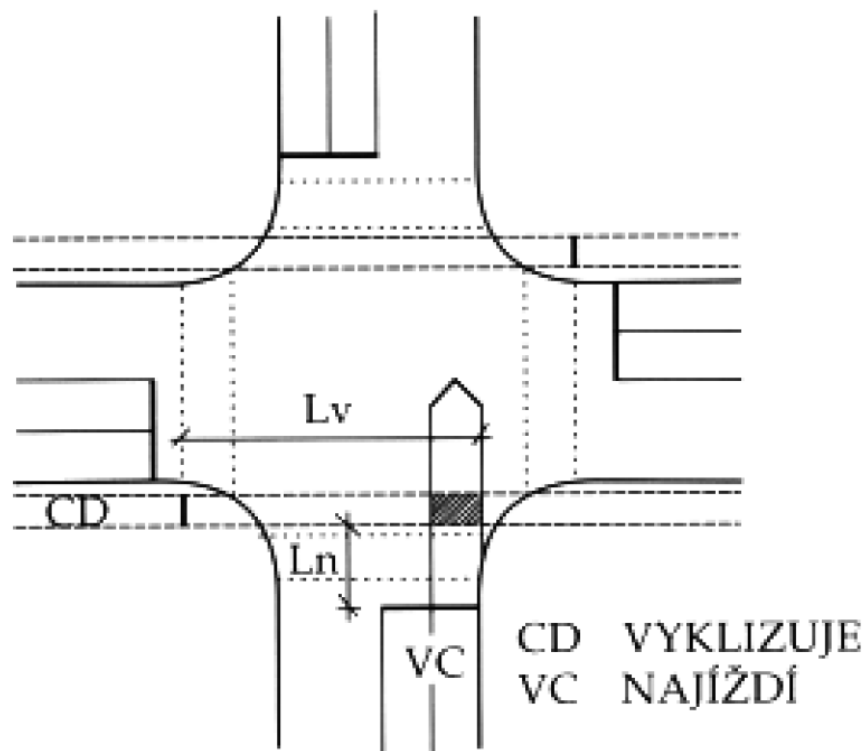
VA NAJÍŽDÍ
VD VYKLIZUJE



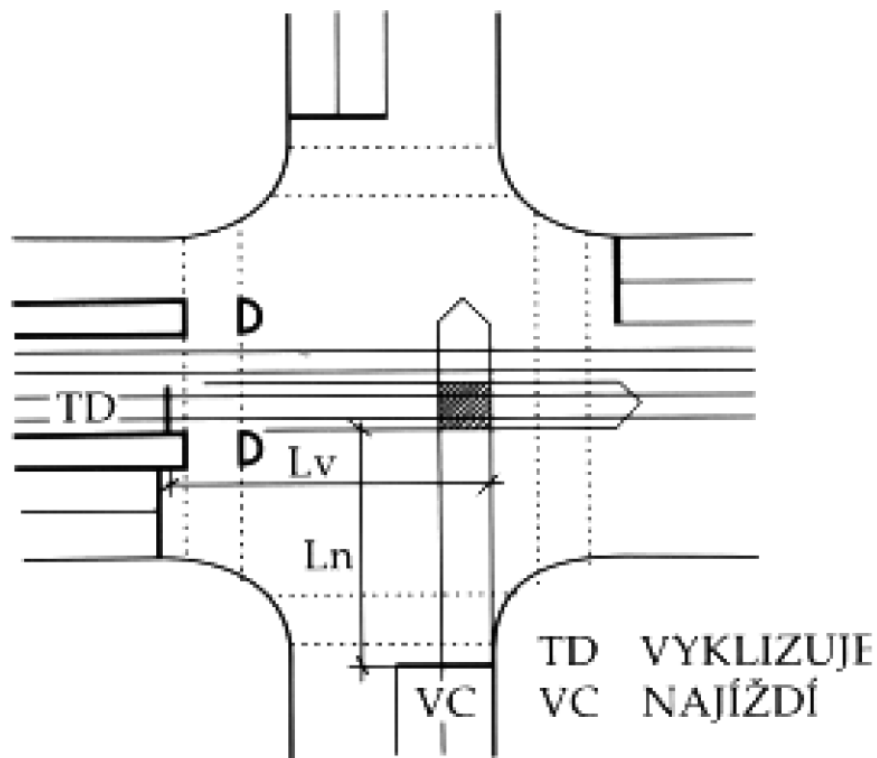
VA VYKLIZUJE
VD NAJÍŽDÍ

VYKLIZUJÍ A NAJÍŽDĚJÍ VOZIDLA

Stanovení vzdáleností kolizních ploch



VYKLIZUJE CYKLISTA, NAJÍŽDÍ VOZIDLO



VYKLIZUJE TRAMVAJ, NAJÍŽDÍ VOZIDLO

Výpočet mezičasů

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{V_v}$$

t_v – vyklizovací doba [s]

$$t_n = \frac{L_n}{V_n}$$

t_n – najížděcí doba [s]

Výpočet mezičasu

L_v – vyklizovací dráha [m]

L_n – najížděcí dráha [m]

l_{voz} – délka vyklizujícího vozidla [m]

v_v – vyklizovací rychlost [m/s]

v_n – najížděcí rychlost [m/s]

Výpočet mezičasů

$$t_m = t_v - t_n + t_b$$

t_m – mezičas = doba potřebná mezi koncem a začátkem dvou kolizních signálních skupin (ve které poslední vozidlo nebo chodec stačí bezpečně opustit kolizní plochu dříve, než první vozidlo nebo chodec v následující fázi tuto plochu dosáhne) [s]

zaokrouhlit na celé sekundy nahoru

t_b – bezpečnostní doba, zohledňuje pojíždění žluté [s]
(v případě, že vyklizuje motorové vozidlo, nebo cyklista)

STANDARDNÍ HODNOTY PRO VÝPOČET MEZIČASŮ

VYKLIZOVACÍ A NAJÍŽDĚCÍ RYCHLOSTI	(km/h)	(m/s)
Motorová vozidla:		
- v přímém směru	35	9,7
- v oblouku	25	7,0
Tramvaje:		
- v přímém směru a v obloucích o poloměru 60 m nebo větším v úsecích bez kolejových konstrukcí	25	7,0
- v obloucích o poloměru 25 až 60 m	20	5,6
- v obloucích o poloměru menším než 25 m	15	4,2
- v místech výhybek a kolejových křižovatek (s výjimkou jízdy přes výhybky proti hrotům do odbočky)	15	4,2
- v místech výhybek při jízdě proti hrotům do odbočky	10	2,8
Cyklisté	15	4,2
Chodci	5	1,4
VYKLIZOVACÍ A NAJÍŽDĚCÍ DOBA	t_v	(s)
DÉLKA VYKLIZUJÍCÍHO VOZIDLA	l_{voz}	(m)
- motorová vozidla	5	
- tramvaje	15	
- cyklisté	0	
- chodci	0	
BEZPEČNOSTNÍ DOBA	t_b	(s)
- motorová vozidla	2	
- tramvaje	0	
- cyklisté	1	
- chodci	0	

Standardní hodnoty pro výpočet mezičasů *(viz předcházející obrázek)*

- jestliže při odbočování vlevo na základě přednosti v jízdě vozidlo zastaví uprostřed křižovatky, musí být při změně fází umožněno bezpečné opuštění křižovatky, např. prodloužením mezi času o 2 s – 4 s než vyjde výpočtem
- mají-li cyklisté společný semafor s pěšími nebo s motorovými vozidly je třeba to zohlednit při výpočtu

t_m

Tabulka mezičasů [s]

signální skupina			NAJÍŽDÍ												
			fáze A		fáze B		fáze C		fáze A		fáze B				
			V1, V1'	V3, V3'	V213, V213'	V413, V413'	V22, V22'	V42, V42'	P2, P2'	P4, P4'	P1, P1'	P3, P3'	T21	T41	C3, C3'
VYKLIZUJE	fáze A	V1, V1'		4	2	5	2	4	5	3	2	5	2	4	7
		V3, V3'	1		5	2	5	3	3	-	6	2	4	3	3
	fáze B	V213, V213'	4	0		-	-	1	2	4	3	-	-	-	-
		V413, V413'	0	3	-		1	-	4	2	-	3	-	-	5
	fáze C	V22, V22'	2	2	-	5		-	0	-	-	5	3	3	7
		V42, V42'	3	1	5	-	-		-	0	5	-	3	3	-
	fáze A	P2, P2'	12	17	18	15	14	-		-	-	-	13	10	-
		P4, P4'	17	-	15	18	-	14	-		-	-	9	12	-
	fáze B	P1, P1'	13	7	12	-	-	8	-	-		-	-	-	-
		P3, P3'	8	12	-	12	8	-	-	-	-		-	-	-
		T21	7	4	-	-	6	7	-1	2	-	-		-	-
		T41	5	7	-	-	7	6	2	-1	-	-	-		-
C3, C3'		3	8	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-		

tab. 1

Optimalizace pořadí fází

- ze všech možných kombinací sledu fází vybrat tu, při které je **součet** rozhodujících mezičasů **minimální**.

Např. 3 fáze → 2 možnosti A B C, A C B

- výpočet rozhodujících mezičasů se zjišťuje z mezičasů **pouze mezi vozidly** (výrazně označená horní levá část tabulky). U tramvají, cyklistů a pěších se jen posuzuje.

Tabulka mezičasů [s]

signální skupina			NAJÍŽDÍ												
			fáze A		fáze B		fáze C		fáze A		fáze B				
			V1, V1'	V3, V3'	V213, V213'	V413, V413'	V22, V22'	V42, V42'	P2, P2'	P4, P4'	P1, P1'	P3, P3'	T21	T41	C3, C3'
VYKLIZUJE	fáze A	V1, V1'		4	2	5	2	4	5	3	2	5	2	4	7
		V3, V3'	1		5	2	5	3	3	-	6	2	4	3	3
	fáze B	V213, V213'	4	0		-	-	1	2	4	3	-	-	-	-
		V413, V413'	0	3	-		1	-	4	2	-	3	-	-	5
	fáze C	V22, V22'	2	2	-	5		-	0	-	-	5	3	3	7
		V42, V42'	3	1	5	-	-		-	0	5	-	3	3	-
	fáze A	P2, P2'	12	17	18	15	14	-		-	-	-	13	10	-
		P4, P4'	17	-	15	18	-	14	-		-	-	9	12	-
	fáze B	P1, P1'	13	7	12	-	-	8	-	-		-	-	-	-
		P3, P3'	8	12	-	12	8	-	-	-	-		-	-	-
		T21	7	4	-	-	6	7	-1	2	-	-		-	-
		T41	5	7	-	-	7	6	2	-1	-	-	-		-
C3, C3'		3	8	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-		

tab. 1

$$A C B \rightarrow 5 + 5 + 4 = 14 s$$

$$A B C \rightarrow 5 + 1 + 3 = 9 s$$

Výpočet dob zelených metodou saturovaného toku

- Principem metody saturovaného toku (Websterovy metody) je stanovení délky cyklu a zelených v závislosti na stupni saturace vjezdů v jednotlivých fázích.

Saturovaný tok

- je definován jako maximální počet vozidel, která mohou projet profilem stopčáry za jednotku času (hodinu zelené) při ideálních dopravních podmínkách.
[pvoz/h]

Saturovaný tok vjezdu

$$S = \sum S_i$$

S_i - Saturovaný tok řadícího pruhu

$$S_i = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl}$$

$$S_{zakl} = 2000 \text{ pvoz} / \text{hod}$$

Koeficient podélného sklonu

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a$$

Ve stoupání do 10% se $a=0$. (použijete ve cvičení).

Saturovaný tok vjezdu

Koeficient oblouku

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f}$$

Vliv poloměru **směrového oblouku** a podílu **odbočujících vozidel**.

Nemá-li levé odbočení vlastní **řadicí pruh** a ve stejné fázi dává **přednost protisměru**, pak **R=1,5m** (fiktivní poloměr). Jinak za R dosazujeme skutečný poloměr.

f - podíl odbočujících vozidel z celkové intenzity vjezdu (0 až 1):

Stanovení stupně saturace

$$y = I / S [-]$$

(pro všechny vjezdy s automobilovou dopravou)
pro každý řadicí pruh zvlášť !!!

I [pvoz/h]...intenzita příslušného vjezdu

v každé fázi se následně vybere vjezd s nejvyšším stupněm saturace

max y = kritický vjezd v dané fázi

Celkový stupeň saturace

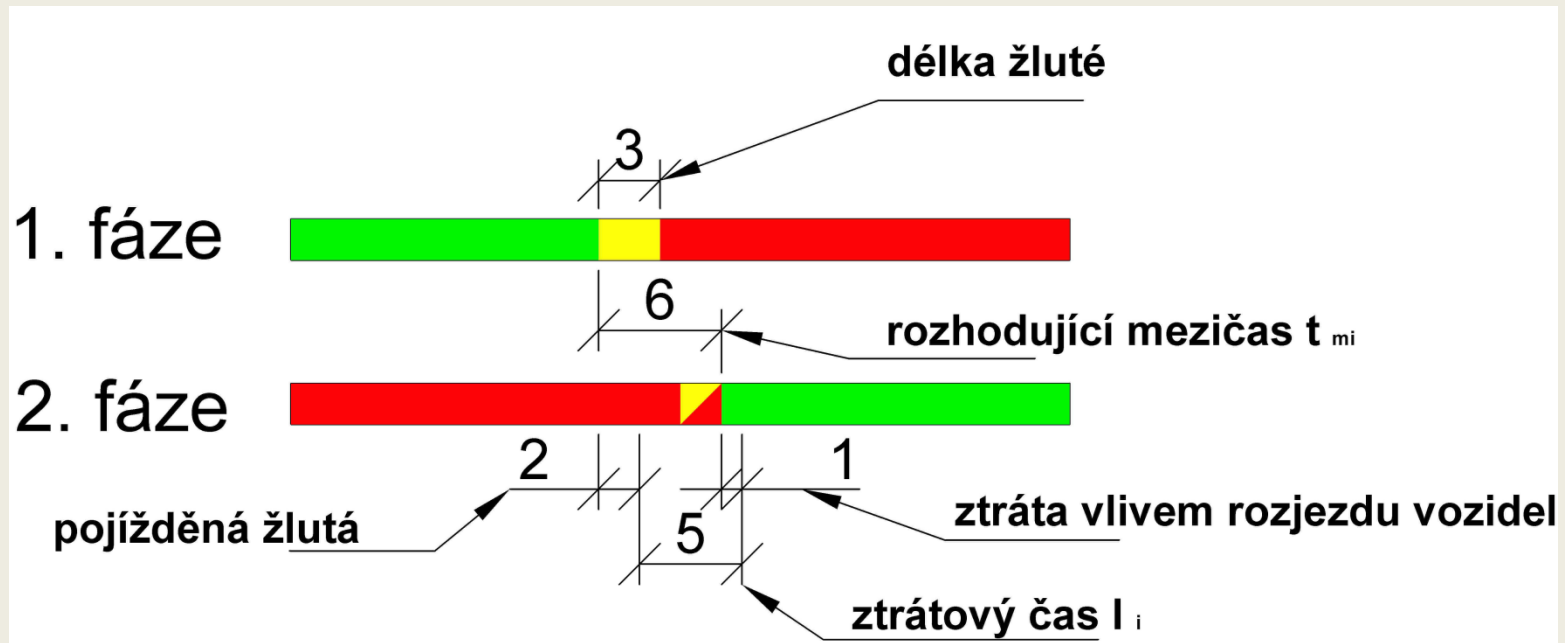
$Y = \Sigma \text{max } y_i$ [-]...celkový stupeň saturace

(pokud hodnota Y překročí 1 je nutná konzultace.

Výpočet Y proveďte před tvorbou tabulky mezičasů)

Ztrátový čas

$$l_i = t_{mi} - 1 \text{ [s]} \dots \text{za fázi}$$



$$L = \sum t_{m_i} - n \dots \text{celkový ztrátový čas za cyklus [s]}$$

$$L = \sum l_i$$

n - počet fází

Optimální cyklus

$$C_{\text{opt}} = (1,5L + 5) / (1-Y)] \dots [\text{s}]$$

při něm je celkové zdržení náhodně
přijíždějících vozidel minimální

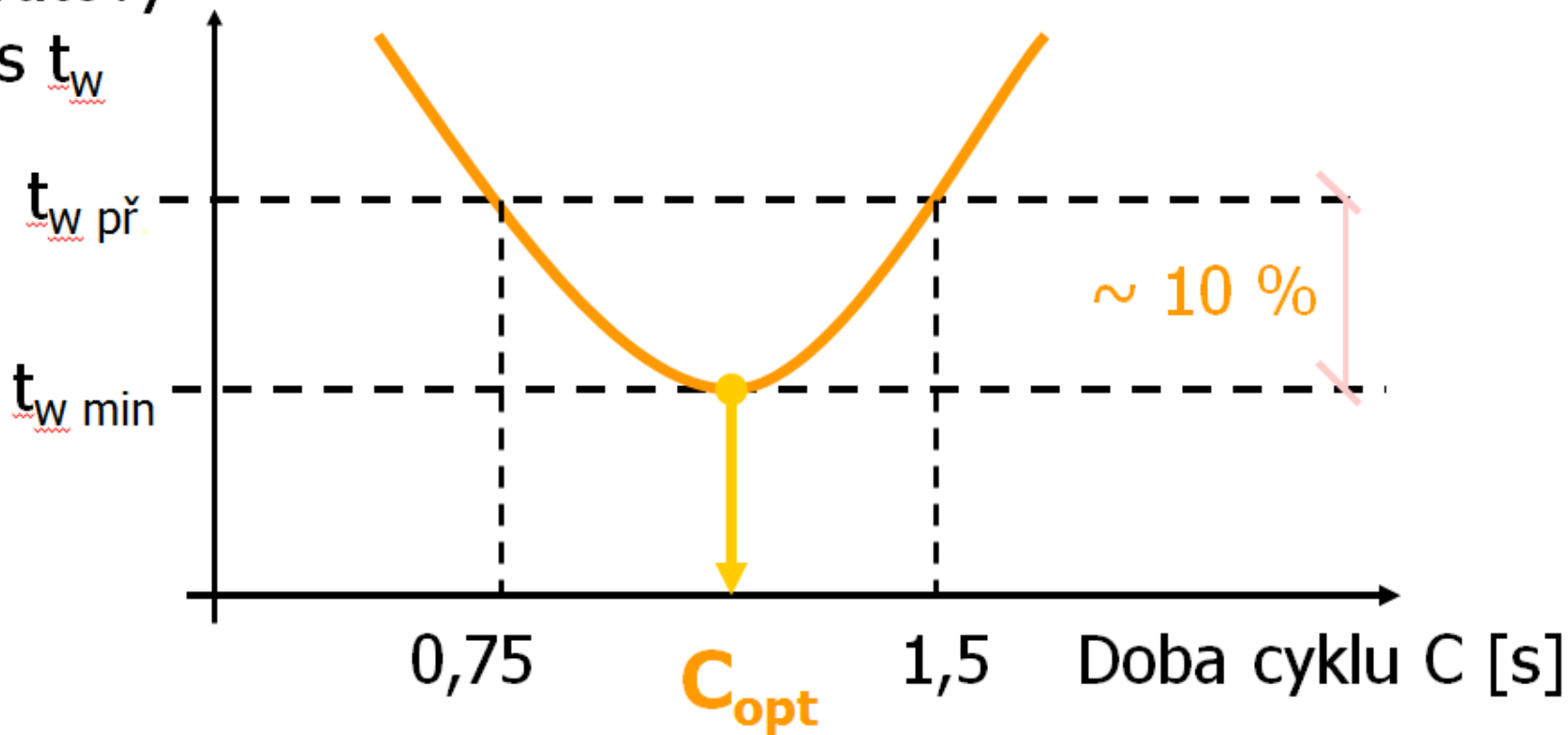
reálný cyklus se navrhuje v rozmezí

$$0,75C_{\text{opt}} < C < 1,5 C_{\text{opt}}$$

v tomto rozmezí se časové ztráty náhodně
přijíždějících vozidel podstatně nemění

(Navrhuje se např. 40,50,60,70,80 max.120 s)

Ztrátový
čas t_w



Okrajové podmínky pro stanovení délky cyklu

Minimální ... **30 s**

Maximální ... **100 (120 s)**

Výpočet dob volna (zelených)

délky zelených pro kritické vjezdy
v jednotlivých fázích

$$z_{\text{opt}} = [y (C-L) / Y] - 1 [s]$$

C ... navržená reálná délka cyklu (např. 60s)

y ... maximální stupeň saturace v dané fázi

tyto **zelené** kritických vjezdů určují optimální
délky **zelených** jednotlivých fází

Sestavení signálního plánu

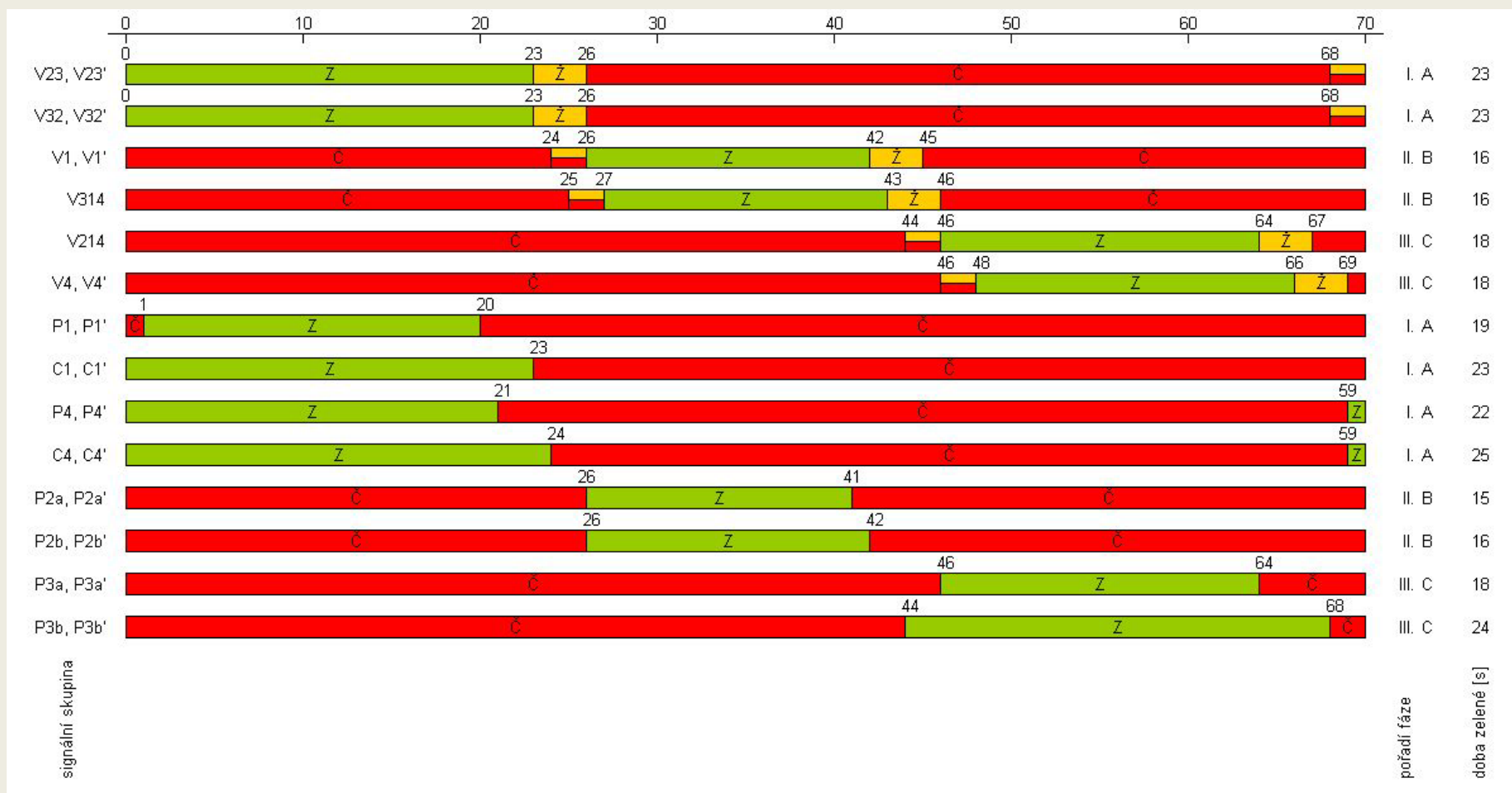
rozhodující doby zelených signálů v jednotlivých fázích zvolit tak, aby $z_i \cong z_i^{opt}$ (z_i zaokrouhlit na celé sekundy) a zároveň musí platit:

$$C = \sum t_{mi} + \sum z_i$$

i ... i -tá fáze

n ...počet fází

délky zelených na ostatních vjezdech (nekritických) se doplní podle tabulky mezičasů



Okrajové podmínky

Minimální hodnoty signálních dob

- zelená pro vozidla, tramaje, cyklisty, chodce ... 5s
- žlutá (následuje po zelené) pro vozy a cyklisty...3s
- žlutočervený signál (před zelenou) ...2s

Doporučené doby zelených

- na hlavní alespoň ...15s
- na vedlejší a doba směrového signálu pro levé odbočení alespoň ... 10s
- zelená vyklizovací šipka pro opuštění alespoň ...7s

mezičas mezi koncem zelené pro vozidla a začátkem zelené pro chodce na příčném přechodu musí být alespoň = délka žluté + 1s, **tj. min. 4s**

Posouzení návrhu řešení SSZ

Výpočet minimálních zelených

$$z_{\min} = (I * C / S) - 1 \text{ [s]}; \quad (z_{\min} = \gamma * C - 1)$$

pro všechny i platí, že $z_i > z_{\min}$

Výpočet kapacity a rezervy kapacity vjezdů

kapacita vjezdu na řízené křižovatce nezávisí na intenzitách kolizních proudů

(s výjimkou levého odbočení ovlivňovaného protisměrem – musí být zohledněno již při návrhu signálního plánu)

Počítá se nezávisle pro každý vjezd zvlášť

Kapacita vjezdu $K = S * (z' / C)$ [pvoz/h]

Rezerva kapacity by měla být min. **10%**

Délka zeleného signálu z [s]	Délka efektivní zelené z' [s]
5 – 7	$z + 1,0$
8 – 10	$z + 0,5$
≥ 11	z

Střední doba zdržení

$$t_w = 0,45 \cdot \left(\frac{(C - z')^2 \cdot K}{K \cdot C - I \cdot z'} + \frac{I \cdot 3600}{K^2 - I \cdot K} \right)$$

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení t_w [s]
Označení	Charakteristiky kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní stav	> 70
F	Překročená kapacita	- ($\text{Rez} \leq 0$)

Posouzení délky řadicích pruhů

Délka fronty ... L_F [m]

$$L_F = 6,0 \cdot \frac{(C - z') \cdot I}{n_p \cdot 3600}$$

doporučená délka řadicího pruhu min. na 3 šipky
(tzn. 30 m)

délky řadicích pruhů na jednom vjezdu přizpůsobit
potřebné délce nejdelšího řadicího pruhu

Děkuji za pozornost

