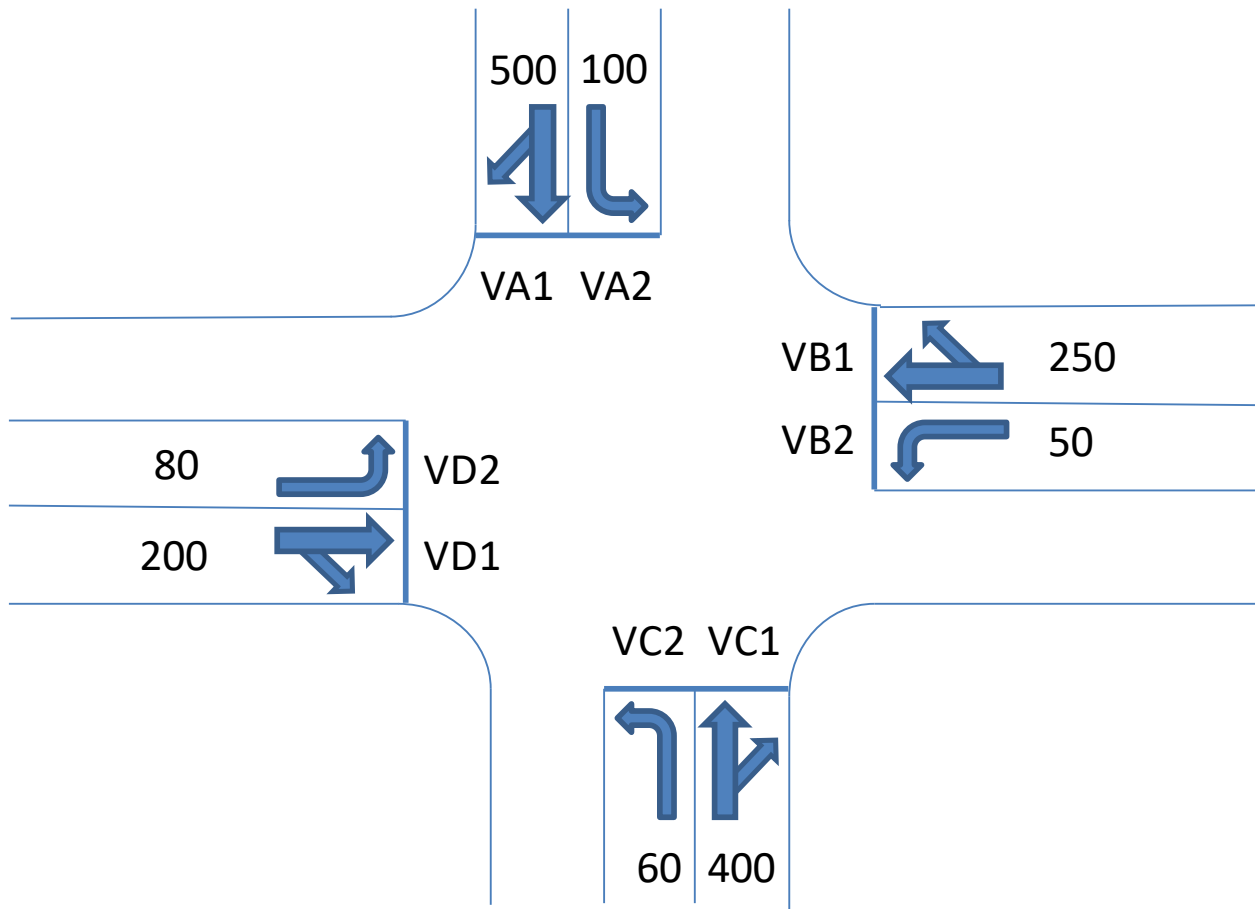


Návrh pevného signálního plánu metodou saturovaného toku

Ing. Michal Dorda, Ph.D.

Schéma křižovatky



Podíly odbočujících vozidel

Vozidlový proud	Podíl odbočujících vozidel [%]
VA1	20
VB1	30
VC1	25
VD1	15

Poloměry oblouků

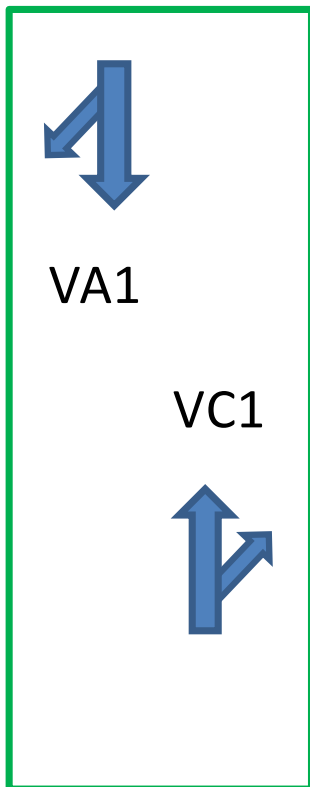
Dopravní proud	Poloměr oblouku [m]
VA1	6
VA2	18
VB1	6
VB2	21
VC1	6
VC2	19
VD1	6
VD2	20

Další informace potřebné pro výpočet

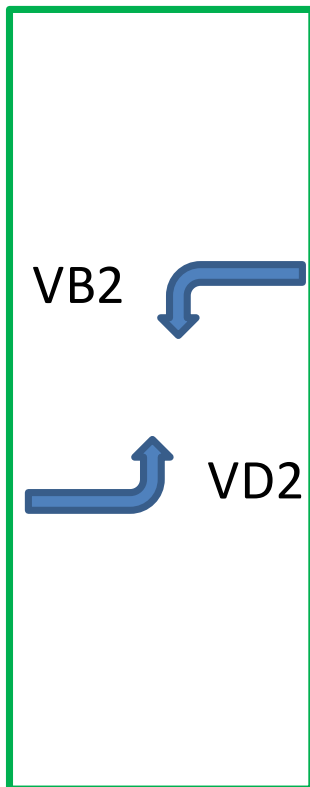
- Intenzity chodců jsou zanedbatelné.
- Vjezdy A, B a C jsou vodorovné, vjezd D má stoupání 3 %.

Fázové schéma

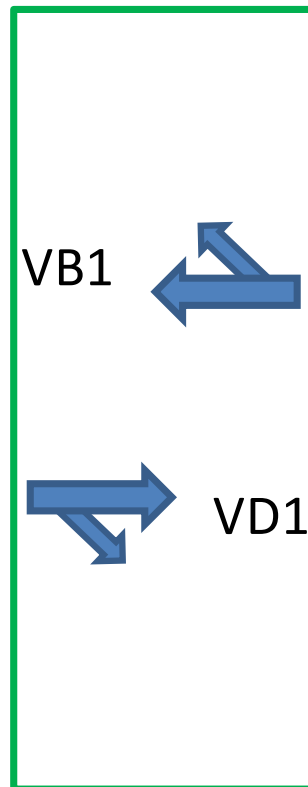
1. fáze



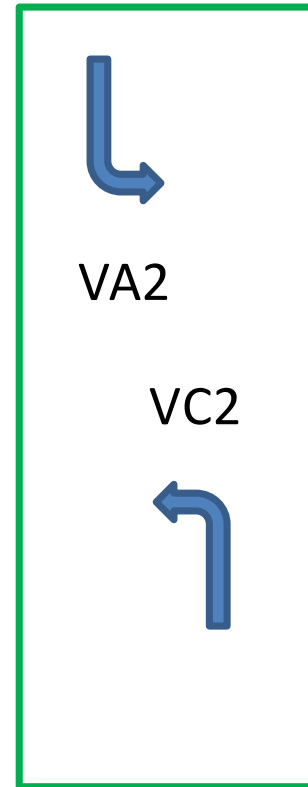
2. fáze



3. fáze



4. fáze



Tabulka mezičasů

		Najíždějící proudy							
		VA1	VA2	VB1	VB2	VC1	VC2	VD1	VD2
Vyklizující proudy	VA1			5	3		6	5	4
	VA2			4	6	3		7	4
	VB1	5	4			5	2		7
	VB2	5	3			4	8	3	
	VC1		4	5	6			5	4
	VC2	3		5	4			6	2
	VD1	5	3		4	5	2		
	VD2	5	4	3		6	4		

Koeficient sklonu

Dopravní proud	a [%]	k_{skl} [-]
VA1	0	1
VA2	0	1
VB1	0	1
VB2	0	1
VC1	0	1
VC2	0	1
VD1	3	0,94
VD2	3	0,94

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

Koeficient oblouku

Dopravní proud	f [%]	R [m]	k_{obl} [-]
VA1	0,2	6	0,95
VA2	1	18	0,92
VB1	0,3	6	0,93
VB2	1	21	0,93
VC1	0,25	6	0,94
VC2	1	19	0,93
VD1	0,15	6	0,96
VD2	1	20	0,93

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

Saturovaný tok vjezdu

Dopravní proud	I [j.v./h]	k_{skl} [-]	k_{obl} [-]	S_v [j.v./h]
VA1	500	1	0,95	1905
VA2	100	1	0,92	1846
VB1	250	1	0,93	1860
VB2	50	1	0,93	1867
VC1	400	1	0,94	1882
VC2	60	1	0,93	1854
VD1	200	0,94	0,96	1812
VD2	80	0,94	0,93	1749

$$S_v = \sum_{i=1}^k S_i \quad S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl}$$

Stupeň saturace

Dopravní proud	I [j.v./h]	S_v [j.v./h]	y [-]
VA1	500	1905	0,263
VA2	100	1846	0,054
VB1	250	1860	0,134
VB2	50	1867	0,027
VC1	400	1882	0,213
VC2	60	1854	0,032
VD1	200	1812	0,110
VD2	80	1749	0,046

$$y = \frac{I}{S_v},$$

Určení kritických vjezdů

Dopravní proud	Fáze	$y [-]$
VA1	1	0,263
VA2	4	0,054
VB1	3	0,134
VB2	2	0,027
VC1	1	0,213
VC2	4	0,032
VD1	3	0,110
VD2	2	0,046

Celkový stupeň saturace

- Nyní stanovíme celkový stupeň saturace:

$$Y = \sum_{i=1}^n y_{krit_i} = 0,263 + 0,046 + 0,134 + 0,054 = 0,497.$$

Mezičasy mezi fázemi

Fázový přechod	Rozhodující mezičas $t_{m,r}$ [s]	Kritický mezičas $t_{m,k}$ [s]
1 → 2	6	4
2 → 3	3	3
3 → 4	4	4
4 → 1	3	0
Σ	16	11

Pozn. Dle TP 81 se pro výpočet ztrátového času používají kritické mezičasy, často se však používají rozhodující mezičasy.

Celkový ztrátový čas za cyklus

- Na základě znalosti kritických mezičasů můžeme spočítat celkový ztrátový čas ve fázi podle vztahu:

$$L = \sum_{i=1}^n t_{m_{krit,i}} - n = 11 - 4 = 7 [s].$$

Optimální cyklus

- Nyní dosadíme do vztahu pro výpočet optimální délky cyklu:

$$C_{opt} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} = \frac{1,5 \cdot 7 + 5}{1 - 0,497} \doteq 31[s].$$

Reálný cyklus

- Skutečný cyklus můžeme zvolit v intervalu (23;46) s.
- Dle TP 81 je minimální délka cyklu 30 s, doporučovaná délka cyklu má být od 50 do 80 s.

Reálný cyklus

- Reálný cyklus nemůže být kratší než tzv. strukturální cyklus, který je tvořen součtem minimálních přípustných zelených s nejdelšími mezičasy.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
VA1	■	■	■	■	■	■	■	■																											■	■		
VA2																												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
VB1																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
VB2											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
VC1	■	■	■	■	■	■	■	■																												■	■	
VC2																											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
VD1																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
VD2								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

- Proto volíme raději vyšší hodnotu – $t_c = 45$ s.

Délky zelených pro kritické vjezdy

Kritický vjezd	Fáze	$y_{krit,i}$ [-]	z_i [s]
VA1	1	0,263	19,08 → 19
VD2	2	0,046	2,50 → 5
VB1	3	0,134	9,27 → 9
VA2	4	0,054	3,14 → 5

$$L = 7 s, t_c = 45 s$$

$$z_i = \frac{y_{krit_i} \cdot (t_c - L)}{Y} - 1 [s]$$

Reálný cyklus

- Museli jsme prodloužit délky zelených pro proudy VA2 a VD2 na minimální délku 5 s, proto dochází k dalšímu navýšení reálné délky cyklu.

Sestavení signálního plánu

- Nyní nám vznikl problém při fázovém přechodu 4 → 1. Potřebujeme zajistit dodržení mezičasu 3 s mezi vyklizujícím proudem VC2 a najíždějícím proudem VA1. Jelikož zelená pro proud VC2 již nelze zkrátit, nezbyvá nám nic jiného než prodloužit fázi 4 o 3 s.

Kapacitní posouzení návrhu dle TP 188

Efektivní zelená

Dopravní proud	z [s]	z' [s]
VA1	19	19
VA2	8	8,5
VB1	9	9,5
VB2	5	6
VC1	14	14
VC2	5	6
VD1	9	9,5
VD2	5	6

Kapacita vjezdu

- Jelikož nemáme ve fázovém schématu podmíněně kolizní levé odbočení, budeme počítat kapacitu všech vjezdů podle vztahu pro běžný vjezd.
- Dále platí, že intenzity přecházejících chodců jsou zanedbatelné, tudíž je nemusíme uvažovat při kapacitním výpočtu.

Kapacita vjezdu

Dopravní proud	S_v [j.v./h]	z' [s]	C_v [j.v./h]
VA1	1905	19	696
VA2	1846	8,5	302
VB1	1860	9,5	340
VB2	1867	6	215
VC1	1882	14	507
VC2	1854	6	214
VD1	1812	9,5	331
VD2	1749	6	202

$$t_c = 52 \text{ s} \quad C_v = S_v \cdot \frac{z'}{t_c}$$

Rezerva kapacity vjezdu

Dopravní proud	I_v [j.v./h]	C_v [j.v./h]	Rez [%]
VA1	500	696	28,16
VA2	100	302	66,86
VB1	250	340	26,45
VB2	50	215	76,79
VC1	400	507	21,07
VC2	60	214	71,95
VD1	200	331	39,59
VD2	80	202	60,35

$$Re z = \left(1 - \frac{I_v}{C_v} \right) \cdot 100$$

Střední doba zdržení

Dopravní proud	I_v [j.v./h]	C_v [j.v./h]	z' [s]	t_w [s]
VA1	500	696	19	18,72
VA2	100	302	8,5	19,97
VB1	250	340	9,5	31,31
VB2	50	215	6	21,09
VC1	400	507	14	27,84
VC2	60	214	6	21,88
VD1	200	331	9,5	25,04
VD2	80	202	6	24,46

$$t_w = 0,45 \cdot \left[\frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{3600 \cdot I_v}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right] \quad t_c = 52 \text{ s}$$

Stupeň vytížení vjezdu

Dopravní proud	I_v [j.v./h]	C_v [j.v./h]	a_v [-]
VA1	500	696	0,72
VA2	100	302	0,33
VB1	250	340	0,74
VB2	50	215	0,23
VC1	400	507	0,79
VC2	60	214	0,28
VD1	200	331	0,60
VD2	80	202	0,40

$$a_v = \frac{I_v}{C_v} [-]$$

Střední počet příjezdů během červené

Dopravní proud	I_v [j.v./h]	z' [s]	N_{iR} [j.v.]
VA1	500	19	4,58
VA2	100	8,5	1,21
VB1	250	9,5	2,95
VB2	50	6	0,64
VC1	400	14	4,22
VC2	60	6	0,77
VD1	200	9,5	2,36
VD2	80	6	1,02

$$N_{iR} = \frac{(t_c - z') \cdot I_v}{3600} [j.v.], \quad t_c = 52 s$$

Zbytková fronta

Dopravní proud	I_v [j.v./h]	a_v [-]	N_{GE} [j.v.]
VA1	500	0,72	0,89
VA2	100	0,33	0,00
VB1	250	0,74	1,20
VB2	50	0,23	0,00
VC1	400	0,79	1,87
VC2	60	0,28	0,00
VD1	200	0,60	0,00
VD2	80	0,40	0,00

Stupeň vytížení a_v [-]	Zbytková fronta N_{GE} na konci zelené [pvoz]
$a_v \leq 0,65$	0
$0,65 < a_v \leq 0,90$	$\frac{a_v - 0,65}{0,25} \cdot \frac{1}{0,26 + \frac{N_{iC}}{150}}$

$$N_{iC} = \frac{I_v \cdot t_c}{3600} [j.v.] \quad t_c = 52 s$$

Délka fronty

Dopravní proud	N_{iR} [j.v.]	N_{GE} [j.v.]	L_f [m]
VA1	4,58	0,89	32,83
VA2	1,21	0,00	7,25
VB1	2,95	1,20	24,93
VB2	0,64	0,00	3,83
VC1	4,22	1,87	36,53
VC2	0,77	0,00	4,60
VD1	2,36	0,00	14,17
VD2	1,02	0,00	6,13

$$L_f = 6 \cdot (N_{GE} + N_{iR}) [m]$$