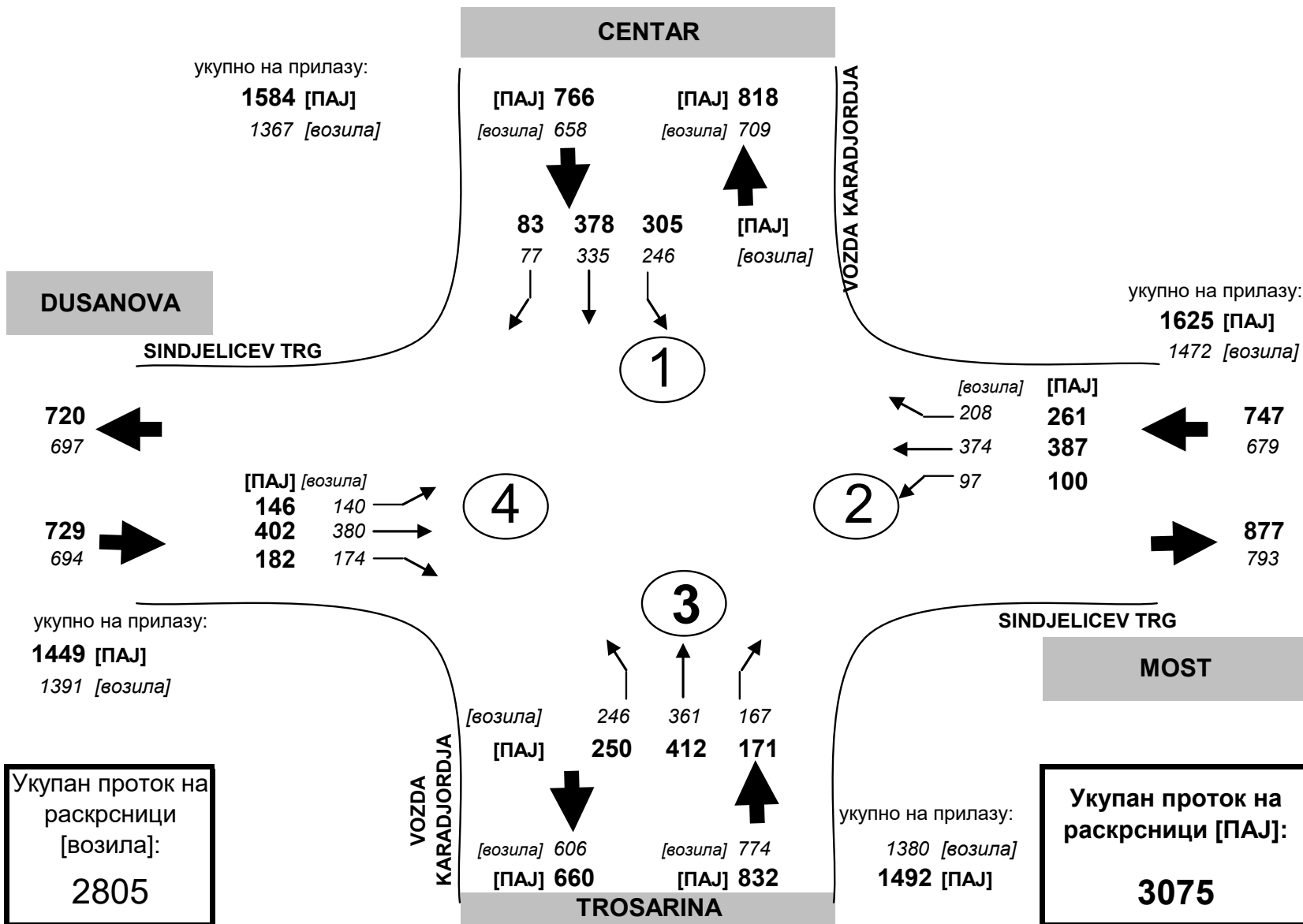


SVETLOSNA SIGNALIZACIJA





укупно на прилазу:
1584 [ПАЈ]
 1367 [возила]

[ПАЈ] 766
 [возила] 658

[ПАЈ] 818
 [возила] 709

83
 77

378
 335

305
 246

[ПАЈ]
 [возила]

укупно на прилазу:
1625 [ПАЈ]
 1472 [возила]

[возила] [ПАЈ]

208

261

747

← 374

387

679

← 97

100

877

793

[ПАЈ] [возила]

146

140

402

380

182

174

укупно на прилазу:

1449 [ПАЈ]

1391 [возила]

SINDJELICEV TRG

MOST

укупно на прилазу:

1380 [возила]

1492 [ПАЈ]

Укупан проток на раскрсници [ПАЈ]:

3075

Укупан проток на раскрсници [возила]:
2805

Раскрсница: VOZDA KARADJORDJA и SINDJELICEV TRG 1
 Дан: SREDA Временске прилике: SUNČANO
 Датум: 21.05.2008.
 Сат: 14-15

Сатни резултати у
возилима и у ПАЈ

ВОЗИЛА		Биц	Мот	Пут. аутом.	БУС	Теретна возила				Трактор	Запрега
						Лака	Средња	Тешка	Аутовоз		
						1-2 ↘	0	3	195		
1-3 ↑	7	13	305	26	3	0	0	0	1	0	
1-4 ↗	4	7	77	0	0	0	0	0	0	0	
2-3 ↘	1	4	92	0	5	0	0	0	0	0	
2-4 ↑	1	15	360	2	12	0	0	0	0	0	
2-1 ↗	4	7	167	39	2	0	0	0	0	0	
3-4 ↘	2	5	243	0	3	0	0	0	0	0	
3-1 ↑	16	16	327	29	5	0	0	0	0	0	
3-2 ↗	5	2	161	0	5	1	0	0	0	0	
4-1 ↘	2	8	140	0	0	0	0	0	0	0	
4-2 ↑	8	12	356	4	14	2	4	0	0	0	
4-3 ↗	0	8	170	2	2	0	0	0	0	0	

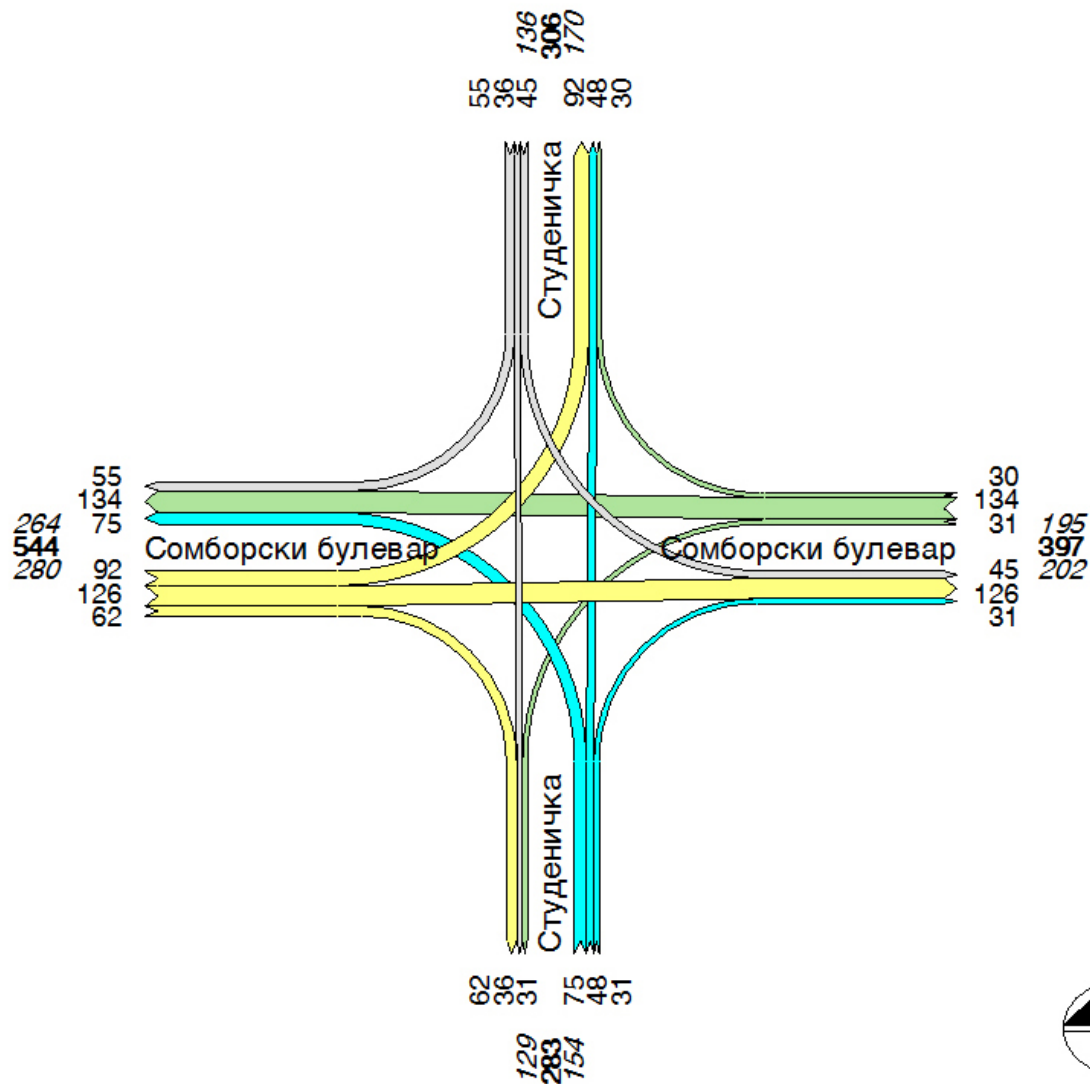
Укупно [возила]	Укупно из прилаза [возила]	Укупно у прилазу [возила]	Укупно на прилазу [возила]
246	658	709	1367
335			
77			
97	679	793	1472
374			
208			
246	774	606	1380
361			
167			
140	694	697	1391
380			
174			

ПАЈ		Биц	Мот	Пут. аутом.	БУС	Теретна возила				Трактор	Запрега
						Лака	Средња	Тешка	Аутовоз		
						1-2 ↘	0	2	195		
1-3 ↑	2	9	305	57	3	0	0	0	2	0	
1-4 ↗	1	5	77	0	0	0	0	0	0	0	
2-3 ↘	0	3	92	0	5	0	0	0	0	0	
2-4 ↑	0	10	360	4	12	0	0	0	0	0	
2-1 ↗	1	5	167	86	2	0	0	0	0	0	
3-4 ↘	1	3	243	0	3	0	0	0	0	0	
3-1 ↑	5	11	327	64	5	0	0	0	0	0	
3-2 ↗	2	1	161	0	5	2	0	0	0	0	
4-1 ↘	1	5	140	0	0	0	0	0	0	0	
4-2 ↑	3	8	356	9	14	4	9	0	0	0	
4-3 ↗	0	5	170	4	2	0	0	0	0	0	

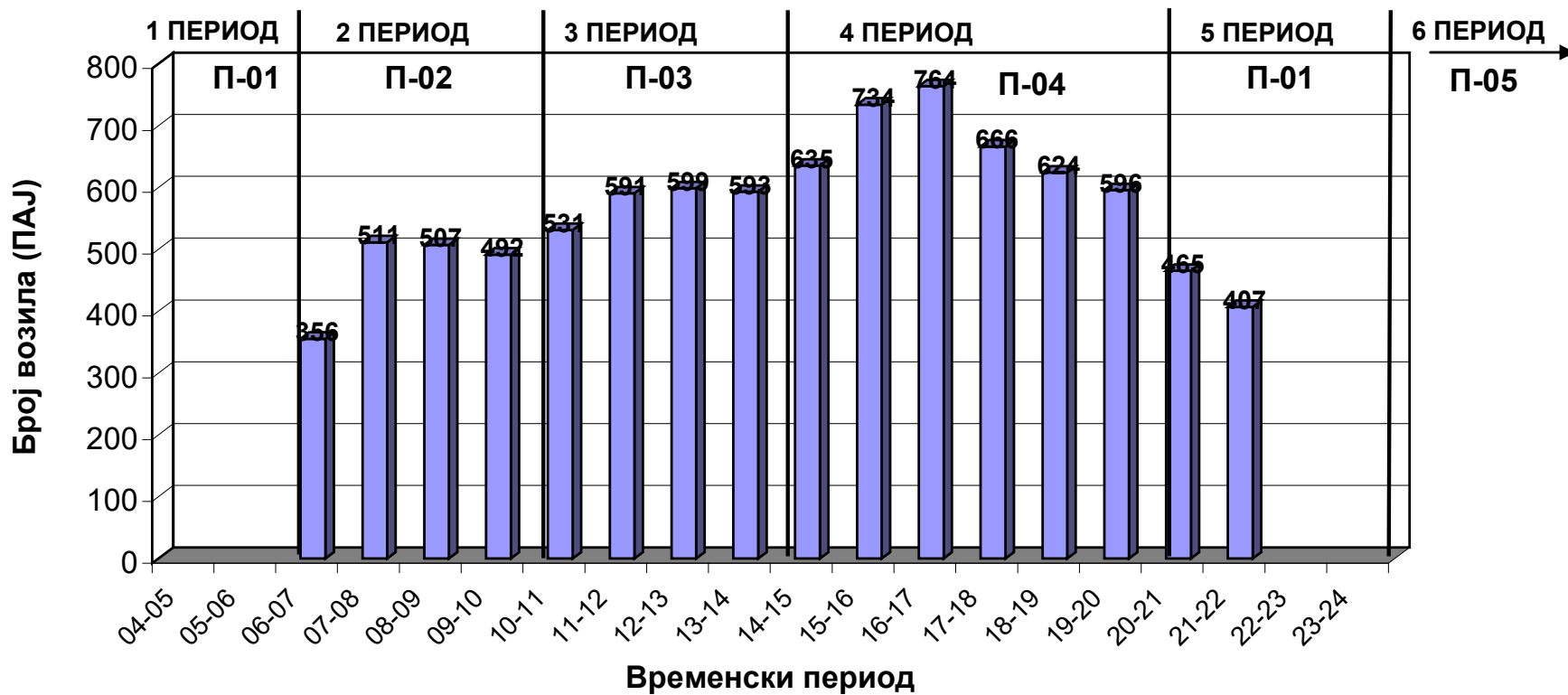
Укупно [ПАЈ]	Укупно из прилаза [ПАЈ]	Укупно у прилазу [ПАЈ]	Укупно на прилазу [ПАЈ]
305	766	818	1584
378			
83			
100	747	877	1625
387			
261			
250	832	660	1492
412			
171			
146	729	720	1449
402			
182			

САОБРАЋАЈНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ (ПАЈЧАС)

Уторак 10.4.2012 сат 16:00 - 17:00



Проток возила на раскрсници Сомборска - Косовке Девојке



1. UVODNI DEO

Prvi semafor je bio postavljen 10. decembra 1868. u Londonu, a prvi električni semafor je bio postavljen 1882. u Berlinu. Semafori današnjeg izgleda su prviput postavljeni 1924.

U početku je svaki semafor bio kontrolisan ručno. Godine 1917. je u Solt Lejk Sitiju postavljen prvi sistem od šest semafora čiji je rad regulisan jedinstvenim preklopnikom.



WAIT



READY



GO!

2. POSTUPAK ODREĐIVANJA ZASIĆENOG TOKA - OSNOVNI METOD

Postupak proračuna zasićenog toka sastoji se od tri koraka:

I KORAK predstavlja utvrđivanje veličine operativnog toka po tipu trake ili grupe traka (dve ili tri trake pravo, dve trake levo i si.) i po tipu signalnog plana (faze ili stanja).

II KORAK proračuna predstavlja korekciju Veličine operativnog toka zbog uticaja pešaka (trake za skretanja ili mešovite trake), konflikata tokova u levom skretanju sa suprotnim tokom i strukture saobraćajnog toka (učešća komercijalnih vozila);

III KORAK prilagođavanja veličine operativnog toka je korekcija koja je uzrokovana veličinom grada: u grupu velikih gradova spadaju gradovi sa više od 300 hiljada stanovnika, srednje veliki imaju između 40 hiljada i 300 hiljada, a mali gradovi imaju manje od 40 hiljada stanovnika.

Model zasićenog toka u skraćenom obliku⁸ glasi:

$$S_i = S_{op} * N * f_1 * f_2 * f_3 * f_4 \text{ [voz/sat "zelenog"]}$$

S_{op} - operativan tok (Tabele 1, 2 i 3),

N - broj traka iste namene,

f_1 - uticaj pešaka (Tabela 4),

f_2 - uticaj konfliktnog toka (Tabela 5),

f_3 - uticaj strukture toka (Tabela 6),

f_4 - uticaj veličine grada (Tabela 7).

Tabela 1: TRAKA PRAVO

[voz/sat]

	Tip signalnog plana:		
	A*	B	C
S_{op}	1600	1900	2120

*) ...

A - leva skretanja iz suprotnog smera se opslužuju istovremeno (u istoj fazi) sa prioriternim tokom pravo, ometaju ga i doprinose znatnom umanjenju vrednosti zasićenog toka; najčešći slučaj kod dvofaznog signalnog plana;

B - različit tretman levih skretanja u odnosu na konfliktni tok: u jednom stanju tokovi pravo se odvijaju skupa sa konfliktnim levim skretanjem, a u drugom stanju su konfliktna leva zaustavljena, a tok pravo neometan;

C - tokom celog ciklusa nema konflikta između toka pravo i levih skretanja iz suprotnog smera; kod višefaznog signalnog plana sa zaštićenim levim skretanjima;

Tabela 2: POSEBNA TRAKA ZA SKRETANJE

[voz/sat]

	Traka za levo ili desno skretanje
S_{op}	max 1750 - 1800; preporučeno 1500

Tabela 3: MEŠOVITA TRAKA (pravo i levo; pravo i desno)

[voz/sat]

	Procenat vozila u skretanju										
	<5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	>50
S_{op}	1550	1538	1490	1450	1430	1400	1370	1360	1350	1330	*

*) Ako je u mešovitoj traci procenat vozila u skretanju veći od 50, treba otvoriti posebnu traku za skretanje ili ispitati neophodnost postojanja smeru pravo u režimu saobraćaja raskrsnice.

Mešovita traka za levo i desno - 1470 [voz/sat];

* Mešovita traka za sve smerove - 1250 [voz/sat].

Tabela 4: Uticaj PEŠAKA na vozila u skretanju (Slika 2 - slučaj "a")

	Intenzitet pešačkog toka [pešaka/sat]										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
f_1	0,97	0,95	0,92	0,87	0,82	0,76	0,69	0,62	0,57	0,53	0,50

Tabela 5: Uticaj KONFLIKTNOG TOKA u istoj fazi (Slika 2 - slučaj "b")

	Intenzitet konfliktnog toka [voz/sat]										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	>500
f_2	0,97	0,94	0,90	0,83	0,75	0,67	0,60	0,56	0,53	0,51	0,51

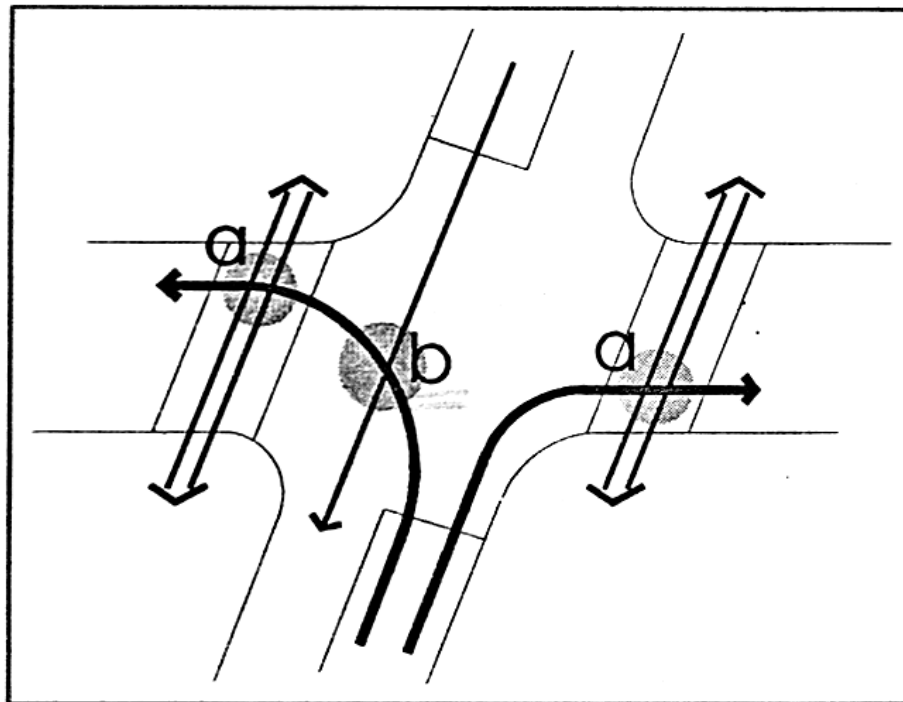


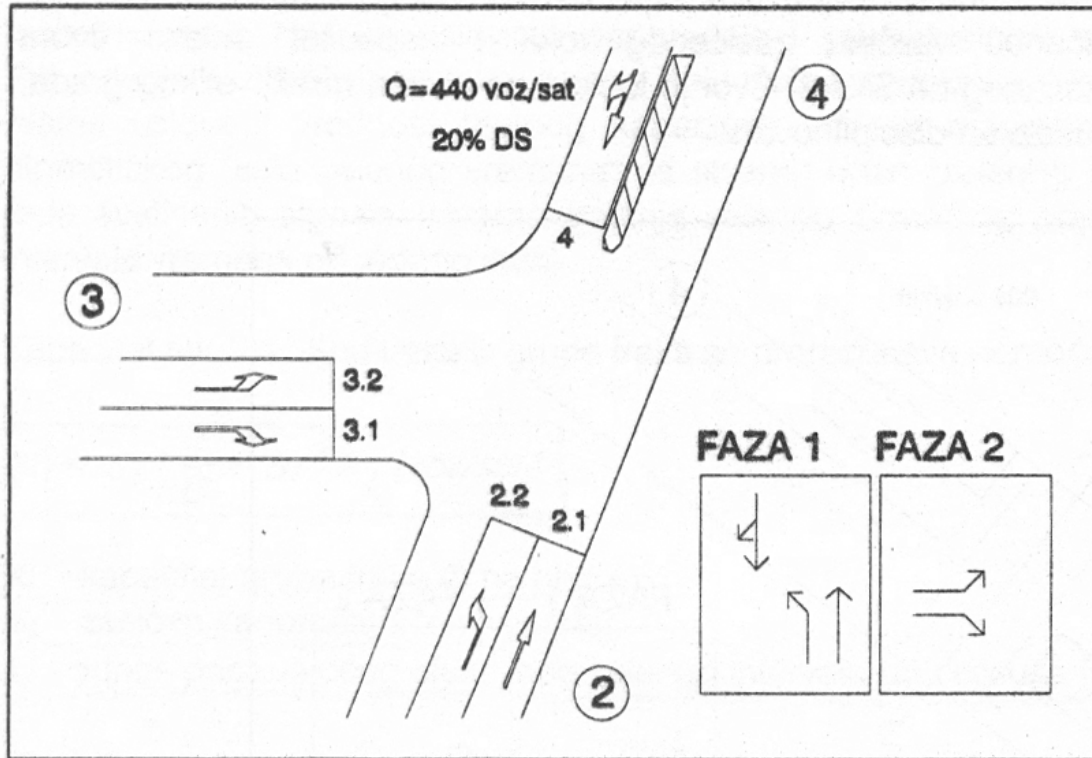
Tabela 6: Uticaj STRUKTURE TOKA

	· Procenat komercijalnih vozila u toku							
	5	7	10	12	15	17	20	25
f_3	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,83	0,79

Tabela 7: Uticaj VELIČINE GRADA (broja stanovnika)

	< 40.000	40.000 - 300.000	> 300.000
f_4	0,85	0,90	1,0

Primeri određivanja vrednosti zasićenog toka osnovnim metodom



$$S_i = S_{op} * N * f_1 * f_2 * f_3 * f_4 \text{ [voz/sat "zelenog"]}$$

- S_{op} - operativan tok (Tabele 1, 2 i 3),
- N - broj traka iste namene,
- f_1 - uticaj pešaka (Tabela 4),
- f_2 - uticaj konfliktnog toka (Tabela 5),
- f_3 - uticaj strukture toka (Tabela 6),
- f_4 - uticaj veličine grada (Tabela 7).

$$S_{2.1} = 2120 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 0,85 = 1802 \text{ [voz/sat]}$$

$$S_{2.2} = 1500 * 1,0 * 0,6 * 1,0 * 0,85 = 765 \text{ [voz/sat]}$$

$$S_{2.2} = 1500 * 1,0 * 0,53 * 1,0 * 0,85 = 676 \text{ [voz/sat]}$$

ZASIĆEN TOK I KAPACITET SIGNALISANE RASKRSNICE PREMA HCM-U

$$S = S_0 * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{RT} * f_{LT} \quad [\text{voz/sat}]$$

gde su:

- S_0 - idealna vrednost zasićenog toka;
- N - broj saobraćajnih traka;
- f_w - faktor širine saobraćajne trake;
- f_{HV} - faktor uticaja teških vozila u strukturi toka;
- f_g - faktor uticaja uzdužnog nagiba kolovoza;
- f_p - faktor uticaja manevara parkiranja u zoni prilaza;
- f_{bb} - faktor uticaja zaustavljanja autobusa na stajalištima;
- f_a - faktor uticaja karaktera zone u kojoj je raskrsnica;
- f_{RT} - faktor uticaja desnih skretanja;
- f_{LT} - faktor uticaja levih skretanja.

3. ELEMENTI SIGNALNOG PLANA

3.1. Vremenski gubici tokom zelenog intervala i efektivno zeleno vreme

Protok vozila sa prilaza preko linije zaustavljanja tokom intervala dozvoljenog prolaza (zeleni i žuti signalni pojam) nije konstantan. Njegova karakteristična vremenska raspodela predstavljena je q-t dijagramom (Slika 9). Glatkost krive je rezultat statističke obrade većeg uzorka zasićenih zelenih intervala i svođenja intervala posmatranja na beskonačno malu meru. Realnija matematička predstava raspodele protoka je posredstvom histograma jer se radi o pojavi diskretnog karaktera koja se osmatra utvrđivanjem protoka u takođe diskretnim vremenskim intervalima (obično po 6 sekundi).

Činjenica da se teorijski raspoloživo vreme za prolazak raskrslanicom ne koristi u potpunosti navodi na određivanje vremenskog intervala za koji se može smatrati da se potpuno koristi i koji se naziva *efektivno zeleno vreme*.

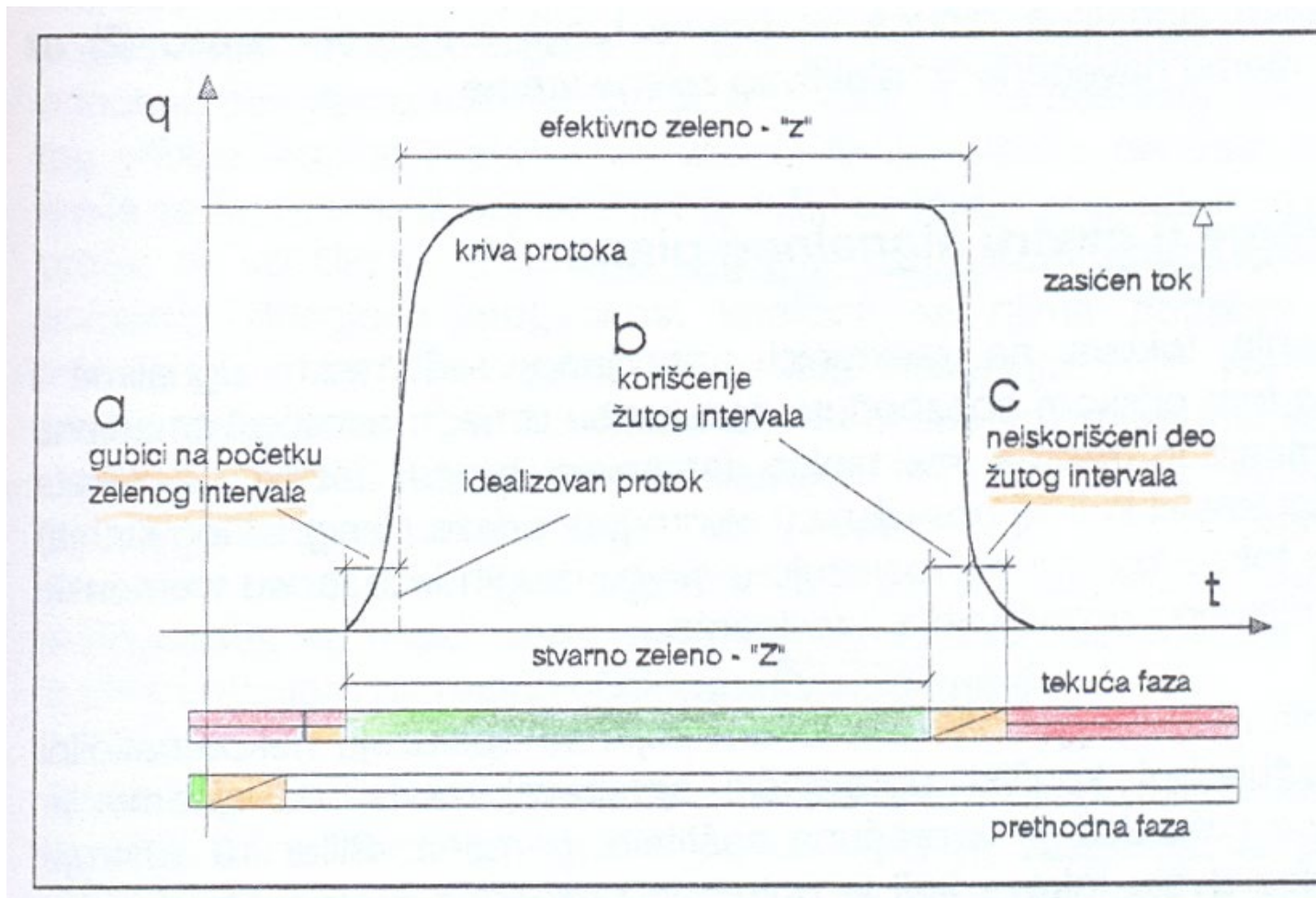
U odnosu na stvarno zeleno vreme efektivno zeleno vreme je kraće za vremenske gubitke na početku, ali je duže za deo žutog intervala koji se koristi (Slika 9).

$$z = Z - a + b \quad [s]$$

(4)

3. ELEMENTI SIGNALNOG PLANA

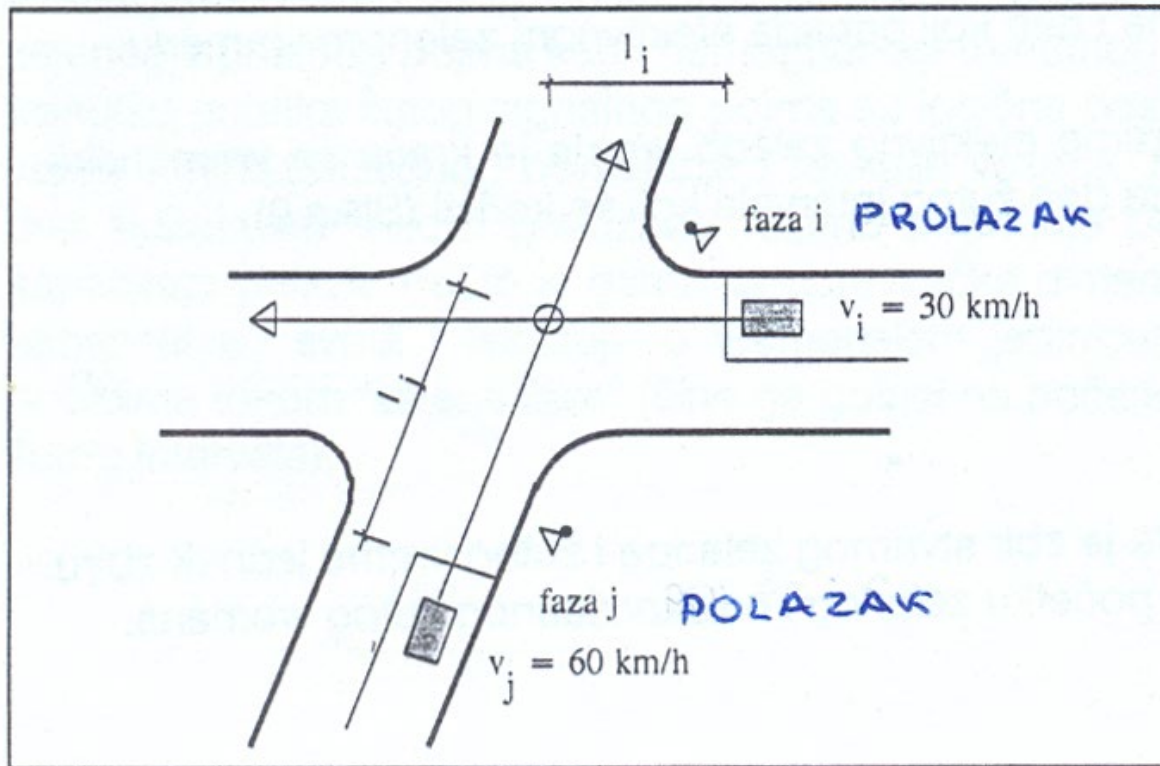
3.1. Vremenski gubici tokom zelenog intervala i efektivno zeleno vreme



3.2. Zaštitno vreme u okviru signalnog plana

Kakvo i koliko će biti razdvajanje intervala tokom kojih se opslužuju nekompatibilni tokovi (čiji se međusobni konflikt upravljački sprečava) zavisi od geometrije konkretne raskrsnice i rezultat je proračuna zaštitnih vremena. Slika 10 ilustruje tipičan slučaj konflikta dvaju tokova koji je potrebno bezbedno realizovati u okviru signalnog plana. Tok koji gubi pravo prolaska raskrsnicom predstavljen je poslednjim vozilom koje u okviru dozvoljenog intervala ulazi u raskrsnicu, a tok koji dobija pravo prolaska predstavlja prvo vozilo u redu pred linijom zaustavljanja.

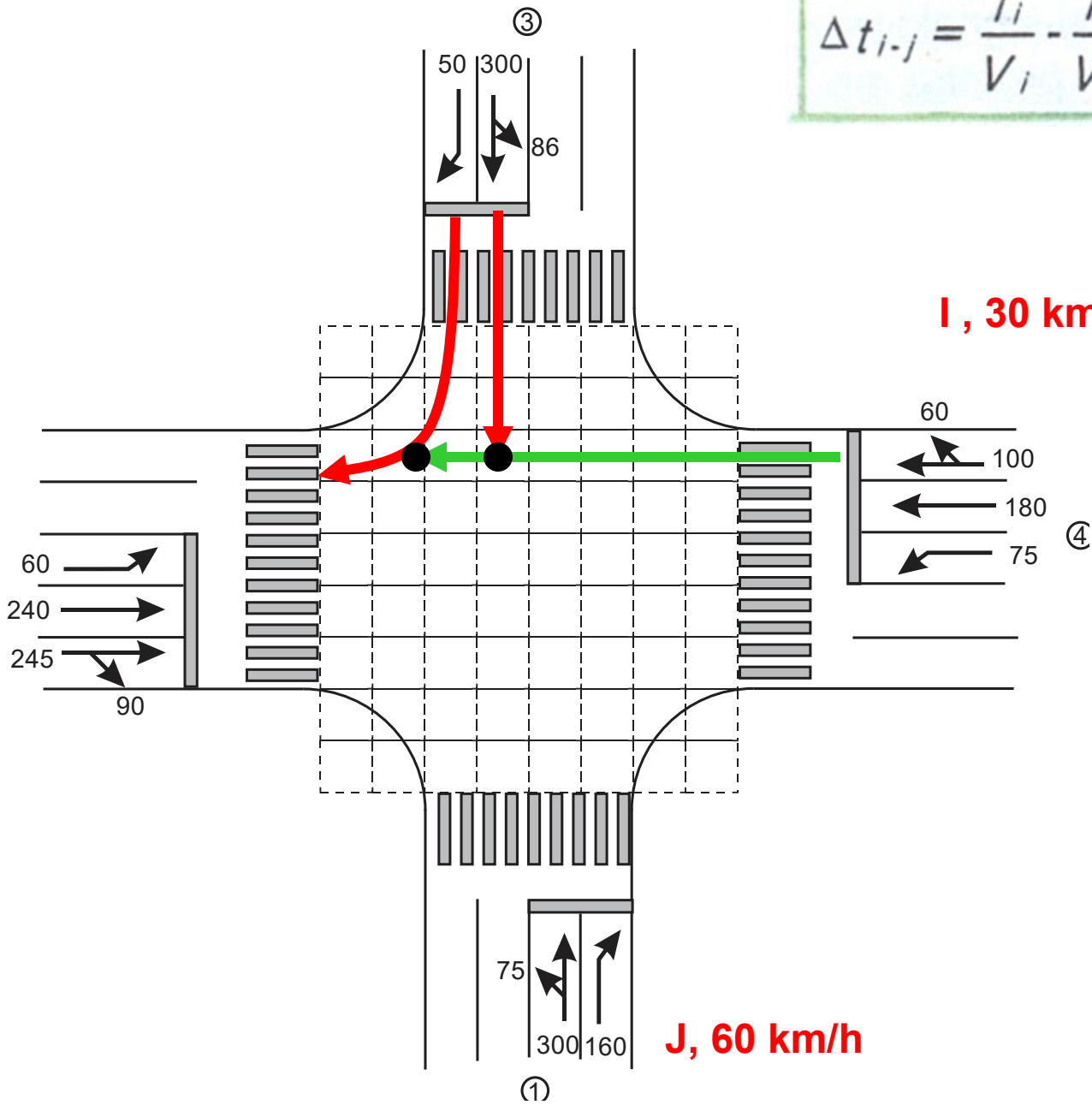
3.2. Zaštitno vreme u okviru signalnog plana



Opšti izraz za proračun zaštitnog vremena uzima u obzir ekstremne slučajeve kretanja vozila dvaju tokova čiji konflikt se sprečava: toka "i" koji gubi pravo prolaza prestankom njegove faze i toka "j" koji to pravo dobija u sledećoj fazi signalnog plana

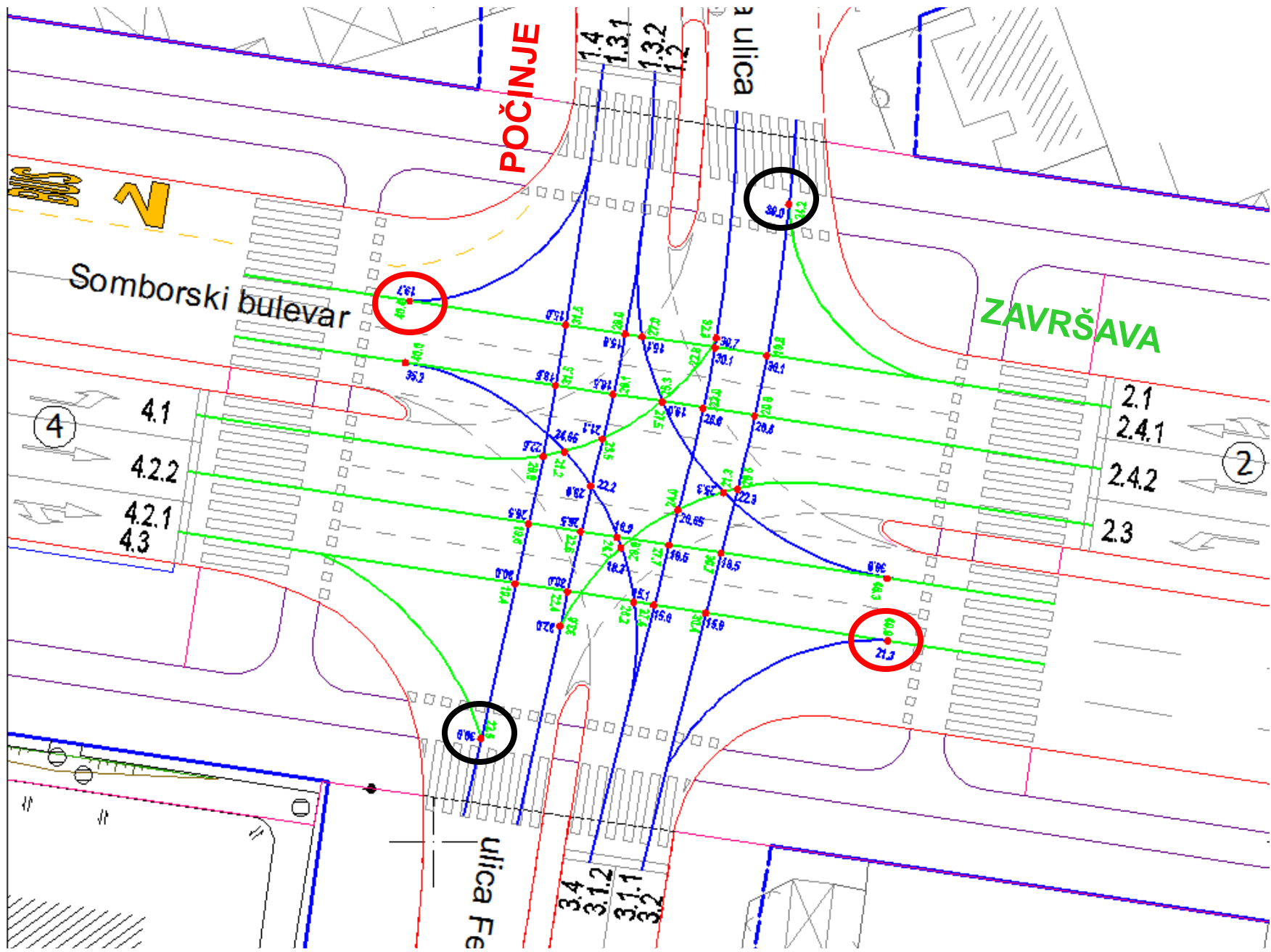
$$\Delta t_{i-j} = \frac{l_i}{V_i} - \frac{l_j}{V_j} + 1 \quad [s]$$

$$\Delta t_{i-j} = \frac{l_i}{V_i} - \frac{l_j}{V_j} + 1 \quad [s]$$



I, 30 km/h, PROLAZAK

J, 60 km/h



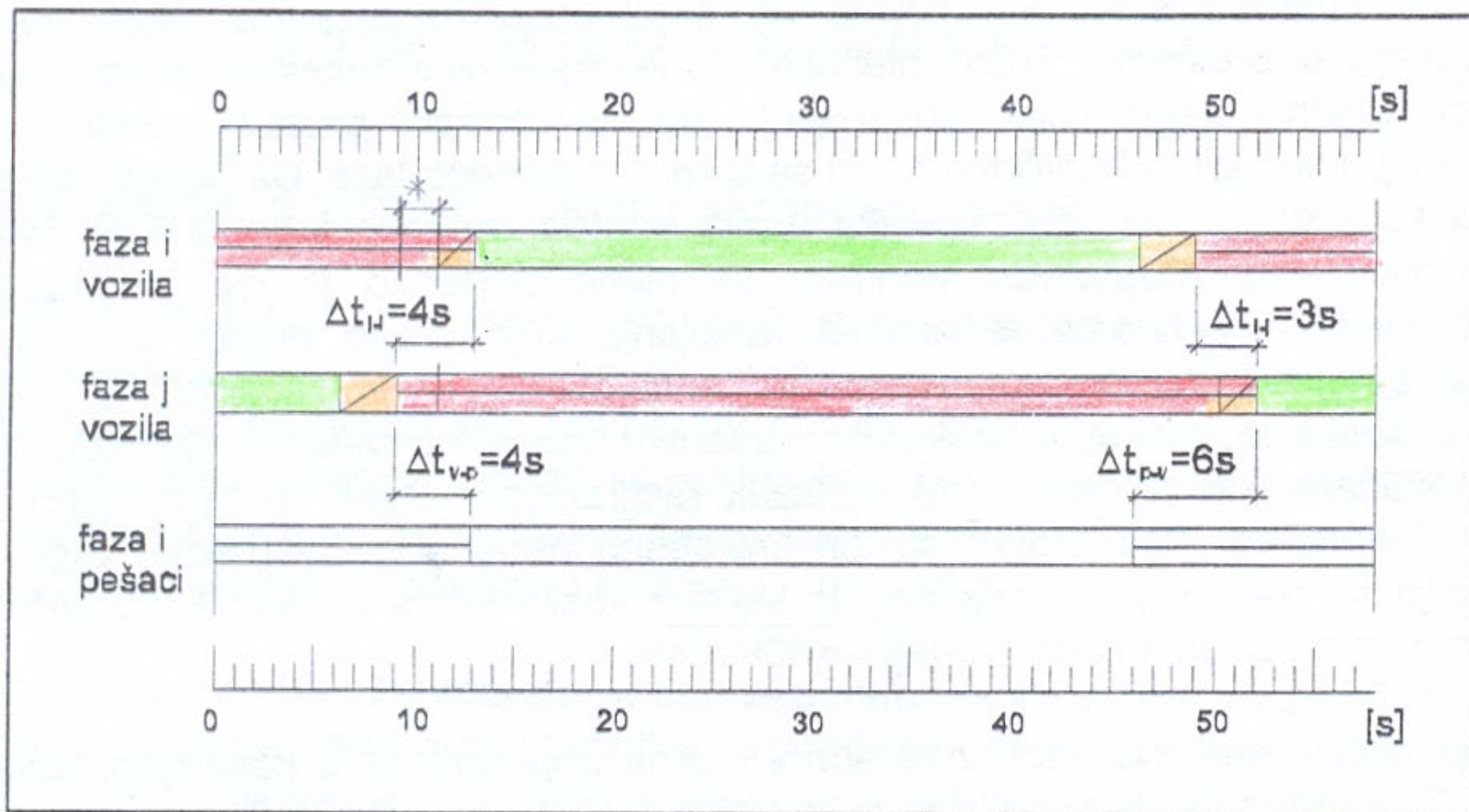
Табела 1. Матрица заштитних времена за возила

ZAVRŠAVA

	Кретање у фази која почиње								POČINJE							
	II фаза				I фаза				II фаза				I фаза			
	1.2	1.3.1	1.3.2	1.4	2.1	2.4.1	2.4.2	2.3	3.2	3.1.1	3.1.2	3.4	4.1	4.2.1	4.2.2	4.3
1.2					-	1.2	1.8	2.8					1.6	-	2.9	-
1.3.1					-	0.9	1.4	-					2.5	3.5	3	3.7
1.3.2					-	1.1	1.5	2.8					2.1	3.3	2.8	-
1.4					-	1	-	-					-	-	-	-
2.1	-	-	-	-					-	1.6	-	-				
2.4.1	3.4	3.9	3.5	4.1					-	1.6	1.9	-				
2.4.2	2.9	3.7	3.3	-					-	1.8	2.2	3.7				
2.3	2.1	-	3.1	-					-	2.1	2.7	3.3				
3.2					-	-	-	-					-	1.1	-	-
3.1.1					3.5	3.4	3	2.5					-	1	1.4	-
3.1.2					-	3.3	2.8	2.1					2.8	1.2	1.6	-
3.4					-	-	2.9	1.5					2.7	1.3	1.8	-
4.1	3.2	2.1	2.6	-					-	-	3.1	2.1				
4.2.1	-	1.5	1.9	-					4	3.8	3.4	3.3				
4.2.2	3.7	1.8	2.1	-					-	3.6	3.2	2.8				
4.3	-	1.4	-	-					-	-	-	-				

За најнеповољнији случај се добија да је време заштите за возила између фаза следеће:

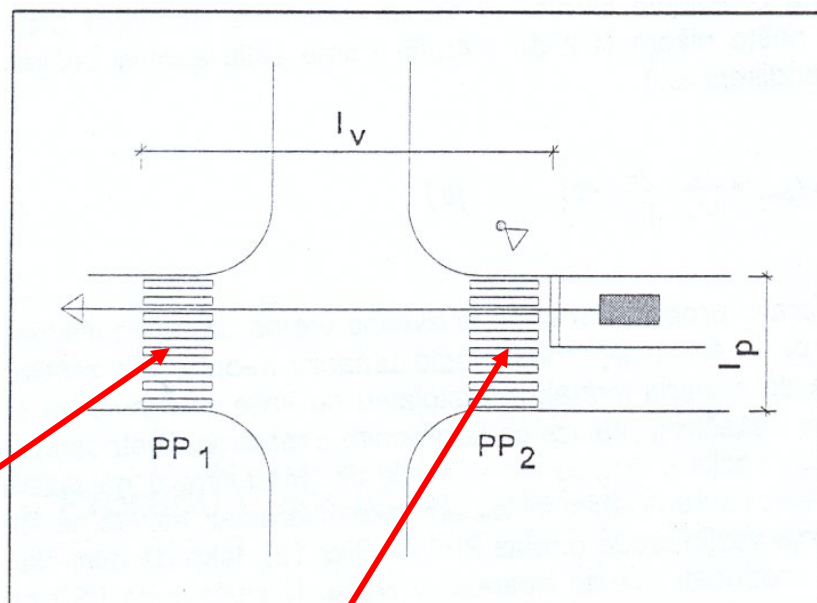
- између I и II фазе: $t_{12} = 3,7$, usvojeno $t_{12}=4$ [s]
- између II и I фазе: $t_{21} = 4,1$, usvojeno $t_{21}=4$ [s]



Slika 11

Zaštitna vremena između konfliktnih tokova vozila i pešaka

Zaštitna vremena se obezbeđuju i između konfliktnih tokova vozila i pešaka koji pripadaju susednim fazama. Logika je slična onoj u proračunu za vozila ali ima i specifičnosti. One su pre svega vezane za tretman konfliktna tačka koja u ovom slučaju više nije materijalna tačka u preseku trajektorija kretanja konfliktnih tokova. U slučaju konflikta vozila i pešaka ona prerasta u konfliktnu površinu koju predstavlja pešački prelaz na kome se razmatrani pešaci pojavljuju (PP1 i PP2 na Slici 12).



$$\Delta t_{v-p} = \frac{l_v}{V_v} + 1 \quad [s]$$

$$\Delta t_{p-v} = \frac{l_p}{V_p} + 1$$

$$\left(\Delta t_{p-v} = \frac{l_p}{V_p} - \frac{l_v}{V_v} + 1 \right) \quad [s]$$

PRORAČUN SIGNALNOG PLANA

Proračun signalnog plana po modelu Webster-a

Polazna tačka Webster-ovog modela proračuna signalnog plana je izraz za vremenske gubitke vozila na prilazu signalisane raskrsnice. Kao kriterijum proračuna trajanja ciklusa rada signala uzimaju se prosečni vremenski gubici vozila na svim prilazima raskrsnice i izračunavaju upravljačke promenljive koje će obezbediti minimalnu vrednost ovog kriterijuma.

$$C_o = \frac{1.5 * L + 5}{1 - Y} \quad [s]$$

Veličina L predstavlja izgubljeno, odnosno neiskorišćeno vreme tokom ciklusa. To je deo ciklusa kada nijedna faza ne koristi svoje efektivno zeleno vreme. Izračunava se, korišćenjem izraza

$$L = n*d + \sum_{i=1}^n \Delta t_{i-j} \quad [s]$$

n - broj faza signalnog plana,

d - vremenski gubici tokom "zelene faze" (intervala "zeleno+žuto"),

Δt_{i-j} - zaštitno vreme između faze "i" i naredne faze.

Veličina Y predstavlja koeficijent iskorišćenja kapaciteta raskrsnice,

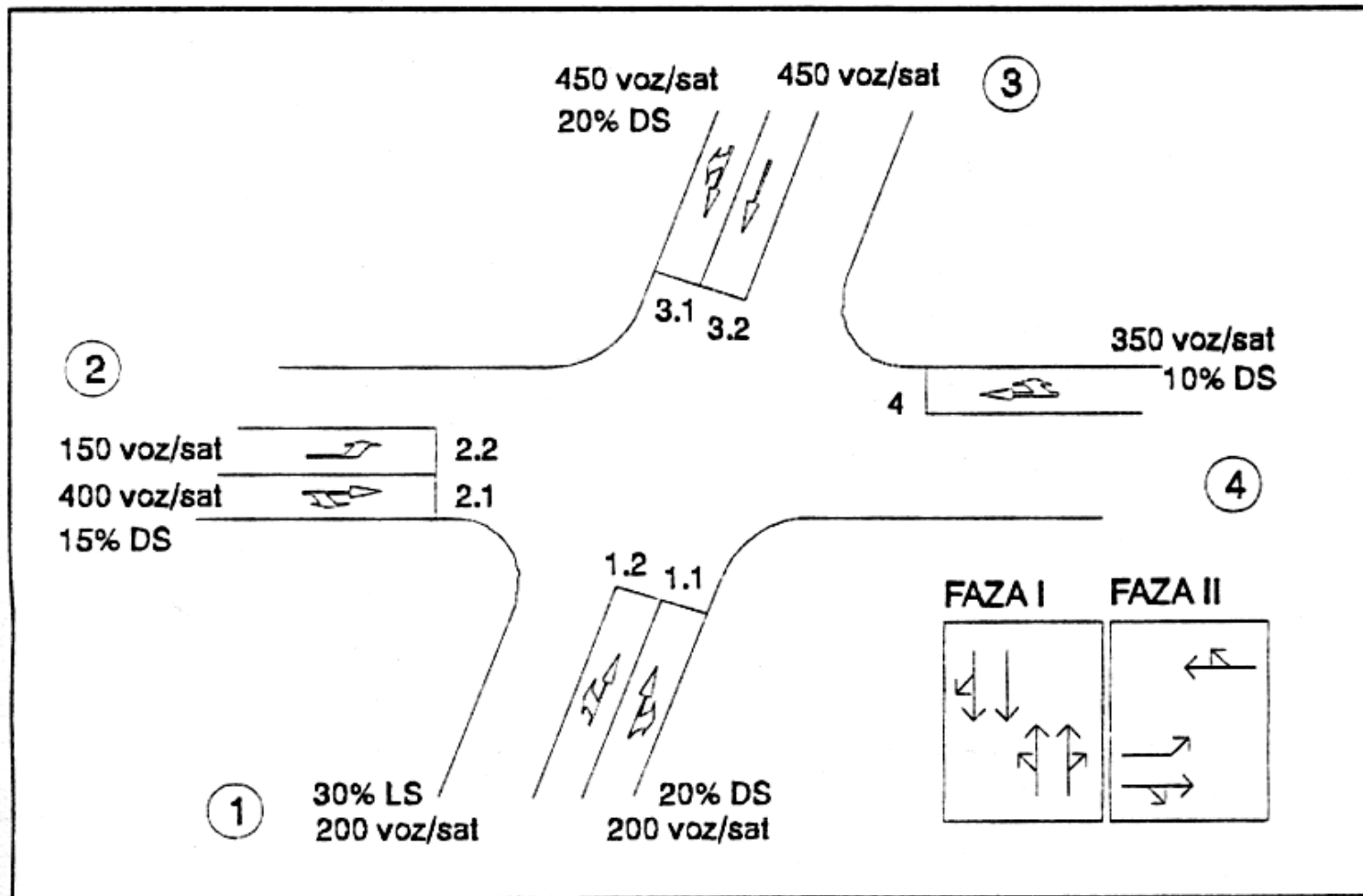
$$Y_i = \max_j \{y_j(i)\} = \max_j \left\{ \frac{Q_i}{S_i} \right\}$$

Naredni korak predstavlja preraspodela raspoloživog efektivnog zelenog vremena ciklusa na konkurentna kretanja (faze). Ona se obavlja srazmerno iskorišćenjima idealnog kapaciteta merodavnih traka svake od faza signalnog plana.

$$z_i = \frac{Y_i}{Y} * (C - L) \quad [s]$$

Primer primene modela Webster-a

Za raskrsnicu na slici i za priložen plan faza potrebno je odrediti elemente signalnog plana metodom Webster-a. Pri tom koristiti standardne tabelarne i grafičke forme (tabelu iskorišćenja idealnog kapaciteta po trakama, matricu zaštitnih vremena, plan tempiranja signala).



	FAZA I		FAZA II		FAZA I		FAZA II
traka	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4
Q_j	200	200	400	150	450	450	350
S_j	1450	714	1490	900	1450	1550	1538
y_j	0,137	0,28	0,268	0,166	0,31	0,29	0,227
$Y_{i \max}$			0,268 = Y_2		0,31 = Y_1		
Y	0,578						

$$L = n * d + \sum_{i=1}^n \Delta t_i = 2 * 3 + (3 + 3) = 12s$$

$$C_o = \frac{1.5 * L + 5}{1 - Y} = \frac{1.5 * 12 + 5}{1 - 0.578} = 54.5 \Rightarrow 55s$$

$$z_1 = \frac{Y_1}{Y} * (C - L) = \frac{0.31}{0.578} * (55 - 12) = 23s$$

$$Z_1 = z_1 + d - \check{Z} = 23 + 3 - 3 = 23s$$

$$z_2 = \frac{Y_2}{Y} * (C - L) = \frac{0.268}{0.578} * (55 - 12) = 20s$$

$$Z_2 = z_2 + d - \check{Z} = 20 + 3 - 3 = 20s$$

C = 55s

Faza	0	10	20	30	40	50	55	10	20	30	40	50	55
1			17		40				17		40		
2		11			46			11			46		



WAIT



READY



GO!