

SEMAFOPRIZACIJA

Doc. dr.sc. Irena Ištoka Otković, dipl. ing. građ.

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

SADRŽAJ

Semaforizacija

- osnovni pojmovi
- prometna vremena

Plan faza semaforske signalizacije

Dimenzioniranje semaforske signalizacije

Upravljanje svjetlosnom signalizacijom

Postavljanje signalne opreme



SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI

Mjerila za semaforizaciju raskrižja:

- prometno opterećenje
- povećanje razine sigurnosti prometa
- ometanje sporednih tokova
- pješački tokovi
- vođenje prometnih tokova
- ekološko mjerilo.

SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI



Prometno opterećenje kao mjerilo semaforizacije

| Broj trakova | | Prometno opterećenje GP (voz/h) | | Prometno opterećenje SP (voz/h) | |
|--------------|-----|---------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| GP | SP | Vd ≤ 64 km/h | Vd ≥ 64 km/h | Vd ≤ 64 km/h | Vd ≥ 64 km/h |
| 1 | 1 | ≥ 750 | ≥ 425 | ≥ 75 | ≥ 45 |
| ≥ 2 | 1 | ≥ 900 | ≥ 630 | ≥ 75 | ≥ 45 |
| ≥ 2 | ≥ 2 | ≥ 900 | ≥ 630 | ≥ 100 | ≥ 70 |

Ometanje sporednih tokova kao mjerilo semaforizacije – $t_g > 3 \text{ min/voz}$

| Broj trakova | | Prometno opterećenje GP (voz/h) | | Prometno opterećenje SP (voz/h) | |
|--------------|-----|---------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| GP | SP | Vd ≤ 64 km/h | Vd ≥ 64 km/h | Vd ≤ 64 km/h | Vd ≥ 64 km/h |
| 1 | 1 | ≥ 500 | ≥ 350 | ≥ 150 | ≥ 105 |
| ≥ 2 | 1 | ≥ 600 | ≥ 420 | ≥ 150 | ≥ 105 |
| ≥ 2 | ≥ 2 | ≥ 600 | ≥ 420 | ≥ 200 | ≥ 140 |

SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI



Mjerilo sigurnosti prometa

Mjerilo sigurnosti prometa kao kriterij uvođenja svjetlosne prometne signalizacije:

- prometne nezgode na nesemaforiziranom raskrižju,
- prevelike brzine u raskrižju, što ugrožava pješачke i biciklističke tokove,
- nedovoljna preglednost u raskrižju,
- veliko prometno opterećenje sporednih privoza i česti bočni sudari,
- veliki broj lijevih skretača,
- blizina škole, dječjeg vrtića, staračkog doma, doma zdravlja i dr.,
- sudjelovanje vozila javnog gradskog prijevoza u nezgodama.

SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI

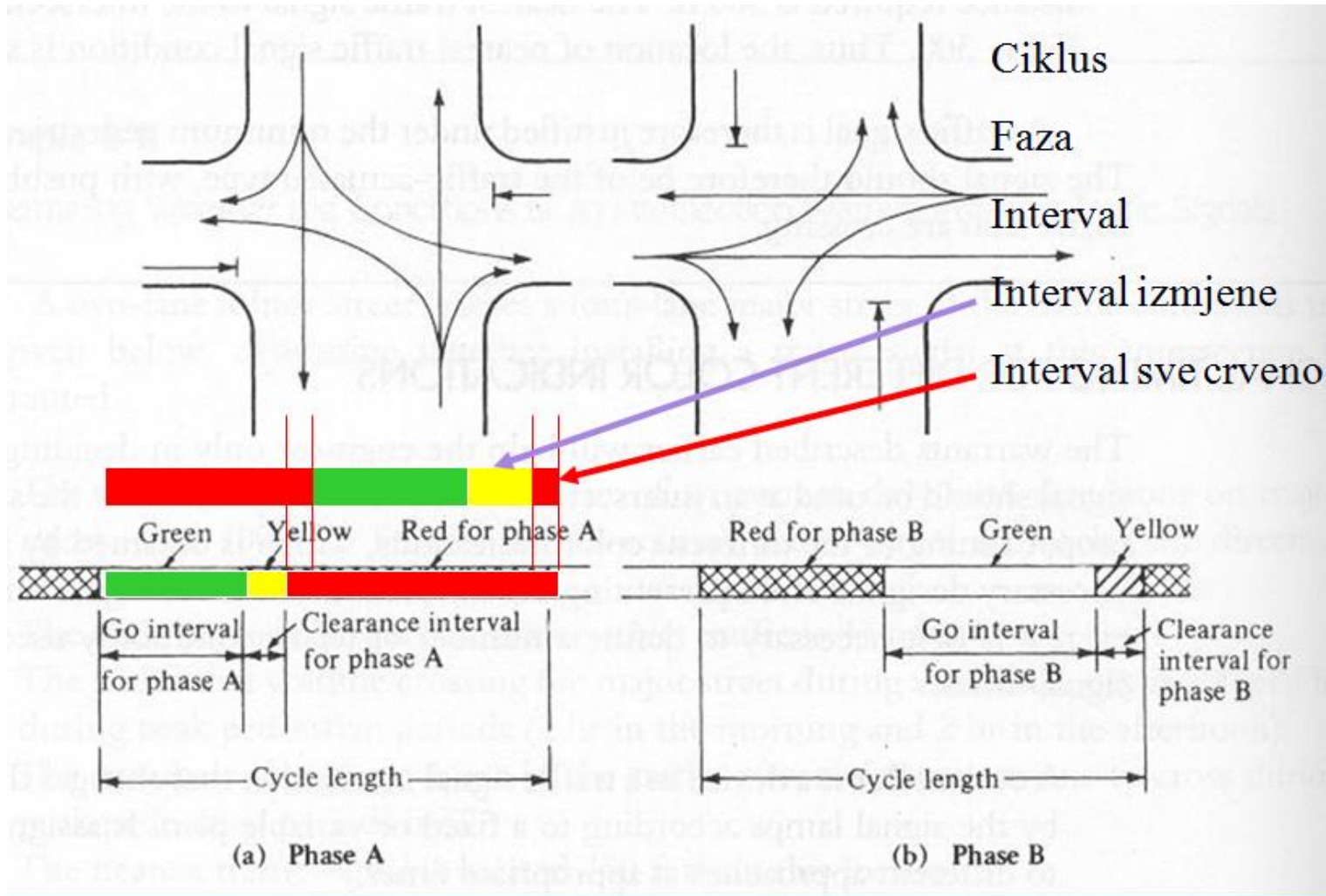


Mjerilo pješačkih tokova kao kriterij uvođenja svjetlosne prometne signalizacije javlja se kod velikog opterećenja glavnog pravca (600 voz/h ili više) i velikog opterećenja pješačkog prijelaza (150 pješ/h ili više).

Kriterij vođenja prometnih tokova odnosi se na potrebe sinkronizacije dijelova prometne mreže ili davanja prioriteta vozilima javnog gradskog prijevoza.

Ekološko mjerilo ima za cilj smanjiti emisiju plinova, buke ili potrošnju goriva.

SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI



SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI

ZELENO VRIJEME određuje se temeljem prometnog opterećenja i projektnog rješenja raskrižja. Određuje se temeljem prometnog toka kojemu je potrebno najduže trajanje zelenog svjetla- kritičnog kretanja. Minimalno zeleno vrijeme je 10 sekundi što odgovara vremenu prolaska 3-4 vozila kroz raskrižje. Uz pješačke tokove minimalno vrijeme se produžava na 12-15 sekundi zbog pješačkog prijelaza konfliktne zone.

ŽUTO VRIJEME omogućava napuštanje konfliktne zone za vozila (pješake) koja su ušla u raskrižje u zadnjim trenutcima zelenog vremena. Apsolutno minimalno trajanje je 2s.

Minimalno trajanje žutog vremena
raskrižja sa tramvajem

| Vd (km/h) | mintž (s) |
|-----------|-----------|
| 30 | 4 |
| 40 | 5 |
| 50 | 6 |

raskrižja bez tramvaja

| Vd (km/h) | mintž (s) |
|-----------|-----------|
| 50 | 3 |
| 60 | 4 |
| 70 | 5 |

SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI

CRVENO VRIJEME je uvjetovano dužinom trajanja zelenog i žutog vremena i eventualno sve crvenog vremena konfliktnog prometnog toka. Za raskrižja bez pješaka minimalno crveno vrijeme je po tom uvjetu 13 sekundi, a sa pješacima 15-18 sekundi.

CRVENO-ŽUTO VRIJEME traje 1-2 s.

SVE CRVENO VRIJEME je trajanje crvenog svjetla na svim semaforima u raskrižju, a posljedica je tzv. zaštitnog vremena, odnosno vremena potrebnog da se napusti konfliktna zona. Ovo vrijeme je čist gubitak propusne moći i teži se minimizirati.

TREPČUĆE ZELENO je zadnjih 3-4 sekunde zelenog vremena radi ubrzanja protoka vozila.

SEMAFORIZACIJA – OSNOVNI POJMOVI

CIKLUS je vrijeme određeno zbrojem trajanja svih signalnih intervala do vraćanja na početni. Trajanje ciklusa ovisi o broju faza, kao i o broju i dužini trajanja pojedinih intervala.

Trajanje ciklusa je dominantni element u proračunu propusne moći i razine usluge raskrižja.

$$T_c = t_z + t_{\check{z}} + t_c + t_{c\check{z}} + t_{sc} \quad (s)$$

SEMAFORIZACIJA

Efikasnost odvijanja prometa na raskrižju sa svjetlosnom signalizacijom zavisi od **dužine** i **učestalosti** pojave zelenog vremena. Oba zahtjeva ne mogu se zadovoljiti istovremeno, jer duže trajanje zelenog vremena za jednu prometnu struju znači duže crveno vrijeme za konfliktnu. Temeljem analize propusne moći, razine usluge i zavisnosti srednjeg vremena čekanja od dužine ciklusa dobivene su **granične vrijednosti dužine ciklusa**:

| broj faza | min Tc | norm Tc | max Tc |
|-----------|--------|---------|--------|
| 2 | 35 | 45-60 | 70 |
| 3 | 45 | 55-75 | 90 |
| ≥ 4 | 60 | 70-90 | 120 |

SEMAFORIZACIJA

Proračun signalnog programa pojednostavljeno se svodi na:

- proračun trajanja ciklusa,
- trajanja zelenih vremena za pojedinu fazu.

Vrijednosti vremenskih intervala semafora direktno zavise od:

- prostornih karakteristika konfliktne zone raskrižja i
- uvjeta odvijanja prometa u široj zoni raskrižja.

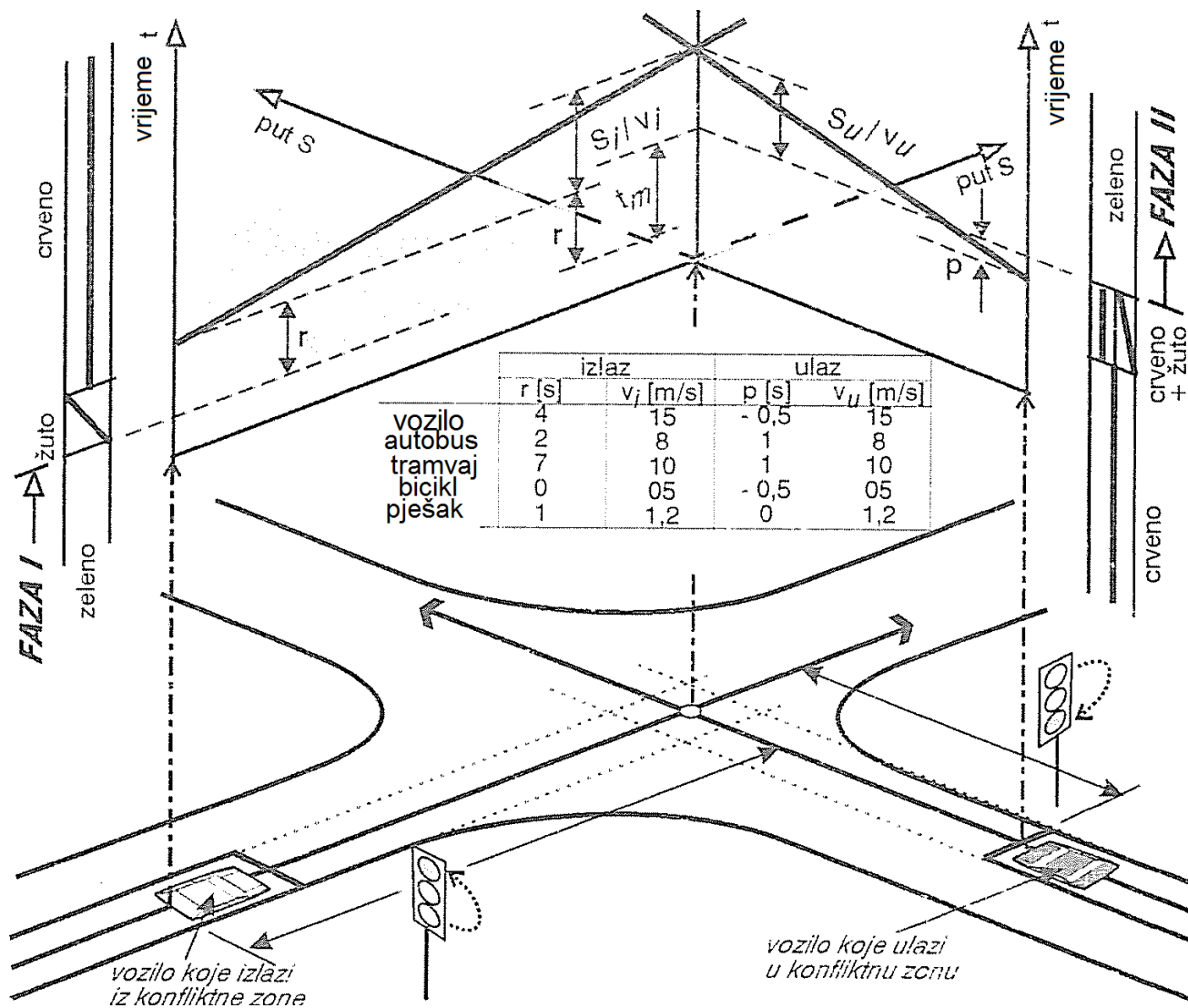
Numerički temelj za dimenzioniranje signalnih vremena su ulazno i izlazno vrijeme vozila u prometnom toku i pješaka.

SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

ULAZNO vrijeme (tu) je vrijeme potrebno da prvo vozilo u koloni prijeđe put od zaustavne (STOP) linije do konflikne točke sa suprostavljenim prometnik tokom koji napušta konfliktnu zonu. Trajanje ulaznog vremena zavisi o prostornim karakteristikama i organizaciji konfliktna zone, vrsti vozila, vremenu reakcije, ubzanju vozila i dr.

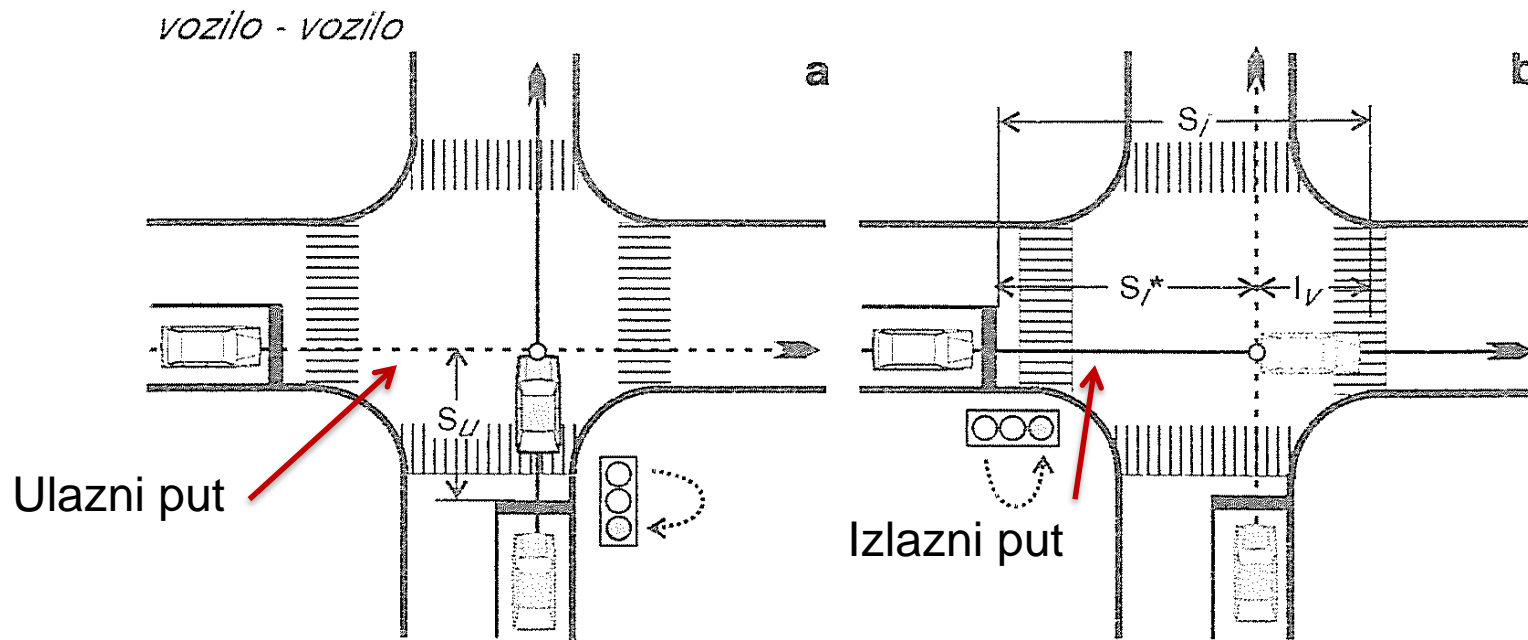
IZLAZNO vrijeme (ti) je vrijeme potrebno da vozilo prođe punom dužinom konfliktnu točku sa prvim vozilom iz suprostavljene prometne struje.

Trajanje izlaznog vremena zavisi o prostornim karakteristikama i organizaciji konfliktna zone, dužini vozila, brzini kretanja kroz raskrižje i dr.



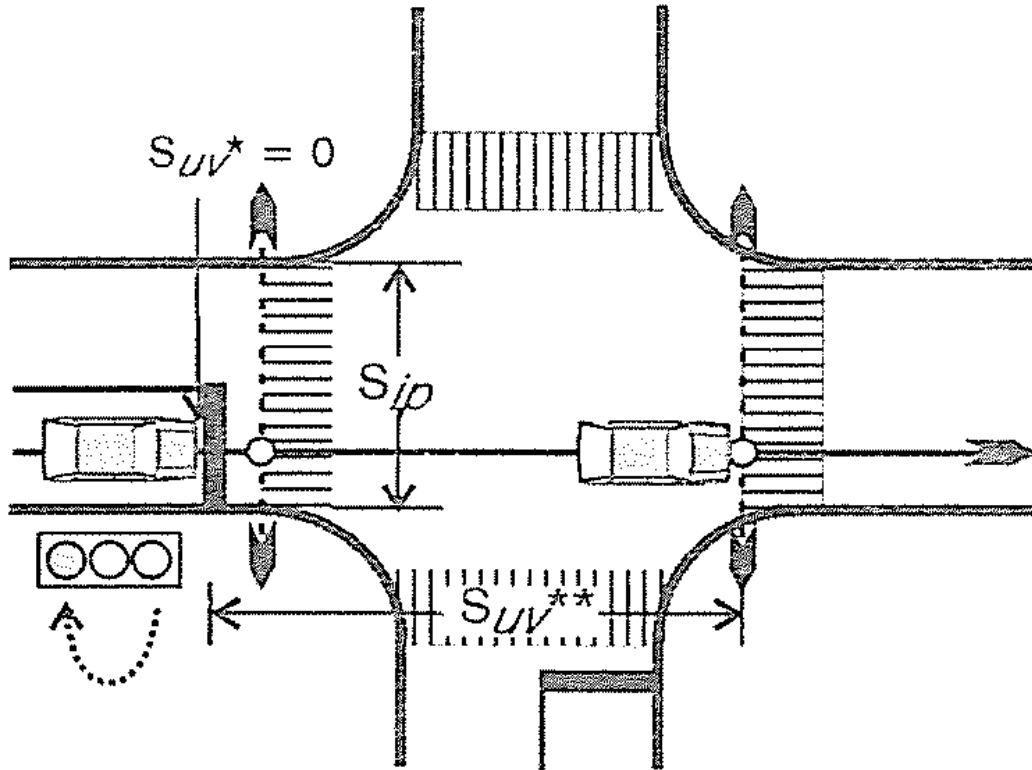
SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Analiziraju se ulazna i izlazna vremena za moguće konflikte **vozilo-vozilo** i **vozilo-pješak**, pri čemu je bitno da kod izlaznih vremena izlazni put računati tako da je izlazno vozilo punom dužinom prošlo konfliktnu točku.



SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

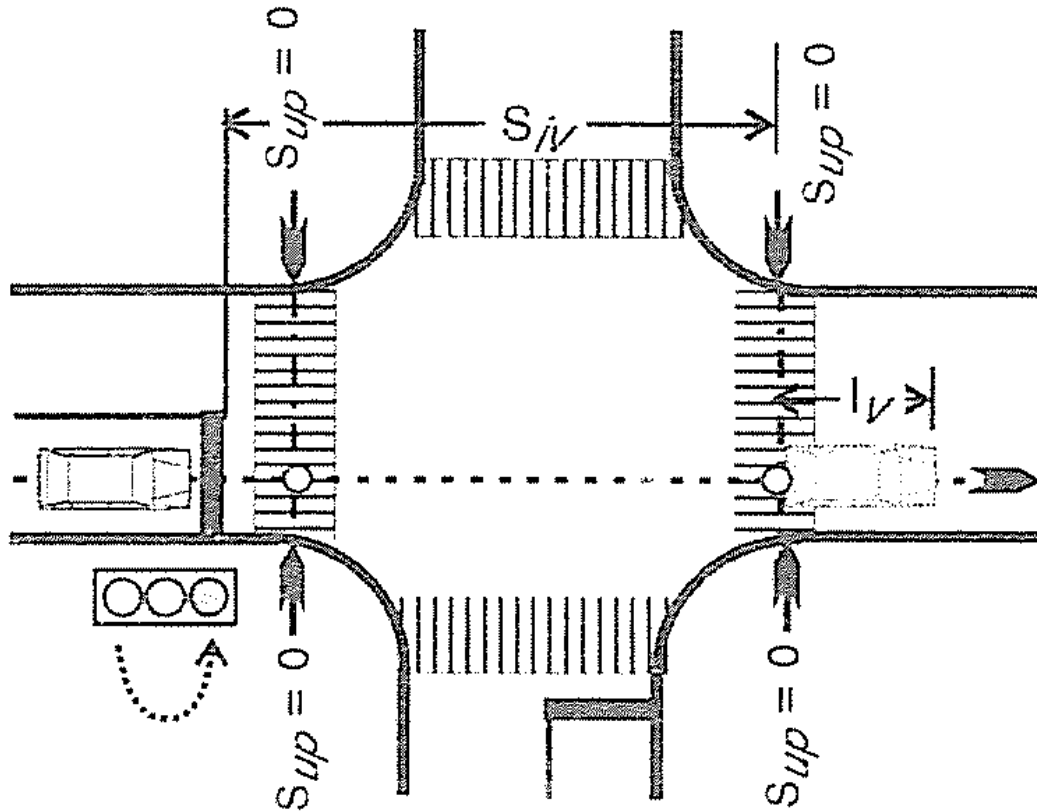
KONFLIKT VOZILO-PJEŠAK



U promatrano raskrižje:
vozilo ulazi, pješak izlazi

SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

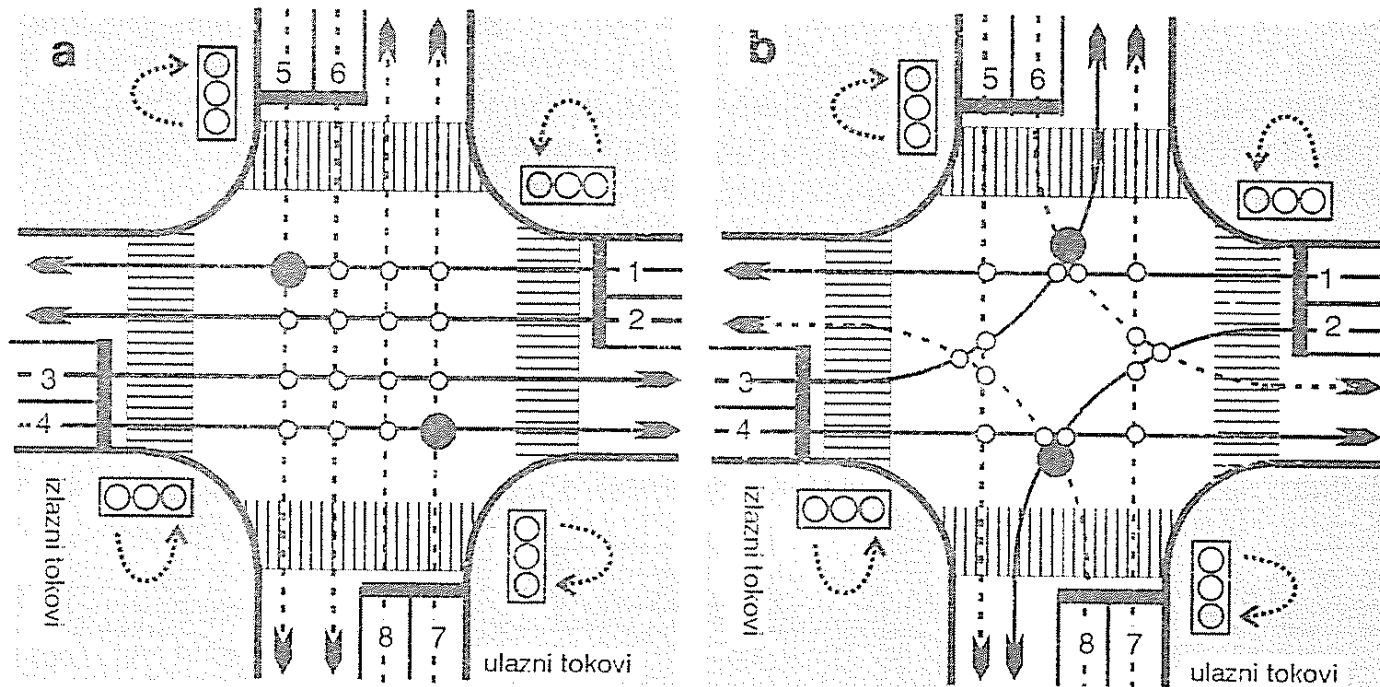
KONFLIKT VOZILO-PJEŠAK



U promatrano raskrižje:
pješač ulazi, vozilo izlazi

SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Kod raskrižja koja imaju više voznih traka po smijeru postoji više konfliktnih točaka. Kao mjerodavna kombinacija ulaznih i izlaznih puteva uzimaju se one kombinacije koje daju najduže izlazno i najkraće ulazno vrijeme za konfliktnu prometnu struju ($max t_i - min t_u$).



SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Brzine kretanja vozila kroz konfliktnu zonu se različite, a definiranje mjerodavnih konfliktnih struja za definiranje dužine trajanja vremenskih intervala semaforske signalizacije nije po kriteriju dužine puta nego vremena (t_u , t_i).

Za direktne izlazne tokove(smjer ravno) najčešća usvojena izlazna brzina je 7 m/s, za tokove skretanja lijevo i desno uzima se 5 m/s. Izlazna brzina za pješake usvaja se 1,5 m/s, ali u blizini škola ili staračkih domova ili kod velikog prometnog opterećenja pješaka (≥ 40 pješaka/m širine/min) usvaja se 1,2 m/s.

Zbog toga je potrebno provjeriti veći broj kombinacija kako bi se odredila kritična, odnosno mjerodavna.

SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Ulazno vrijeme za vozila računa se po formuli:

$$T_u = [2 \times (S_u + d) / a]^{0.5} - t_{c\check{z}} \quad (s)$$

- S_u - ulazni put prema mjerodavnim konfliktnim točkama
- d - udaljenost vozila od linije zaustavljanja (cca 1,5m)
- a - ubrzanje vozila (m/s^2)
- $t_{c\check{z}}$ - crveno žuto vrijeme (s) (usv. 1 s)

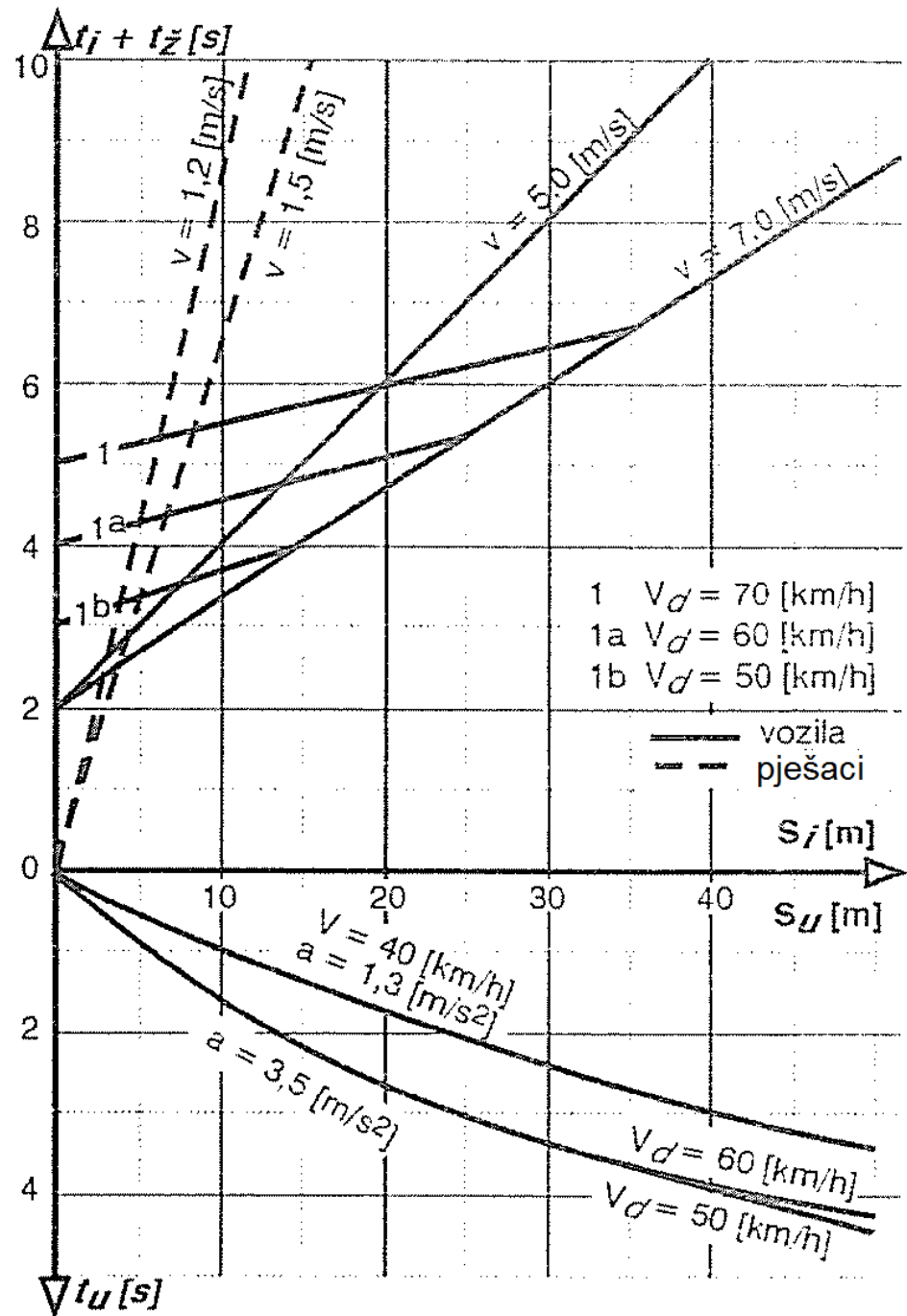
SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Ulazna i izlazna vremena mogu se očitati iz dijagrama

Vozila i pješaci

Izlazni put uključuje dužinu vozila,
usvojena dužina OV $l_v = 6\text{m}$,
TV i BUS $l_v = 15\text{m}$, pješak $l_v = 0\text{m}$

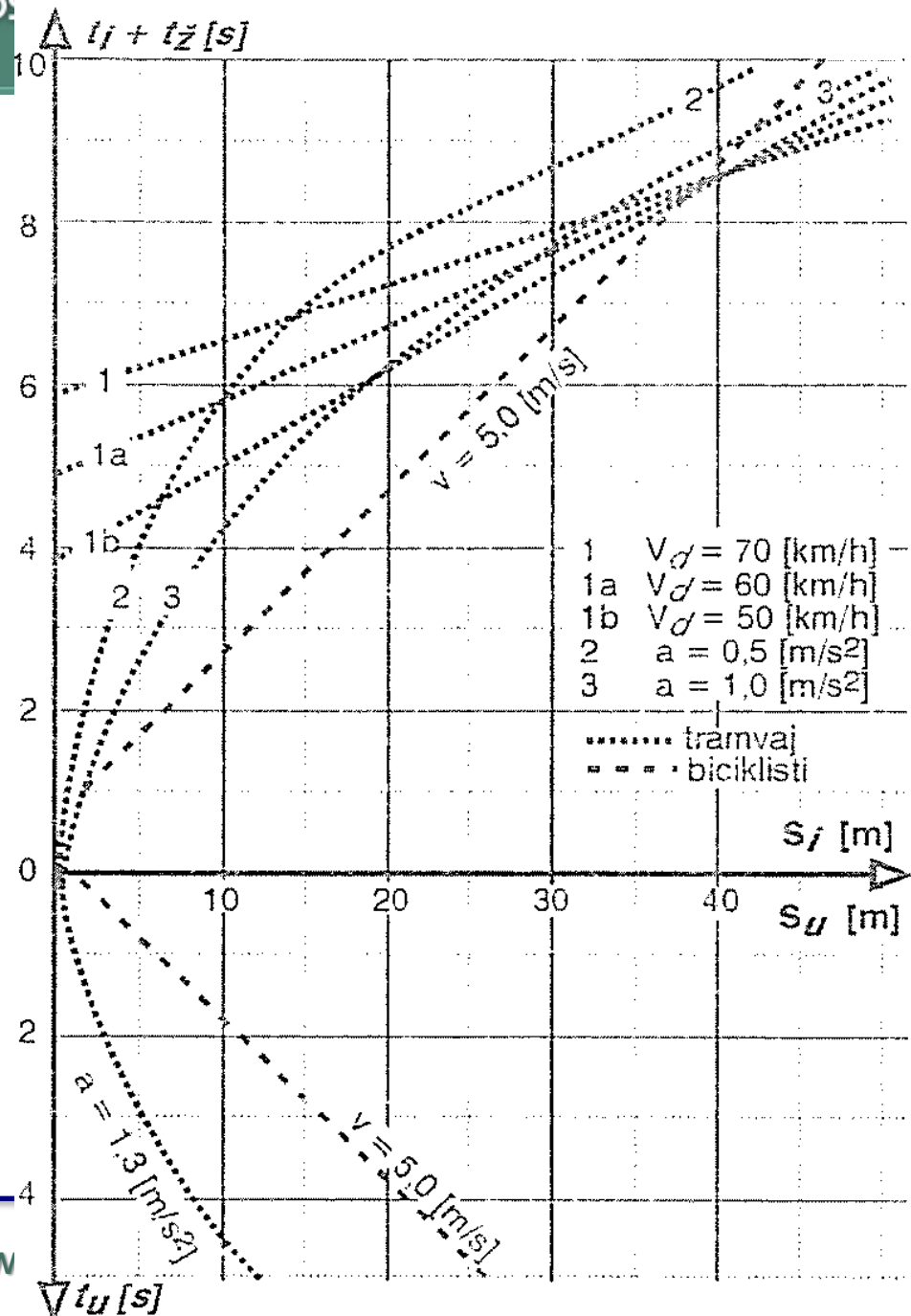
- očitane vrijednosti zaokružiti na prvi veći cijeli broj



SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Ulazna i izlazna vremena mogu se očitati iz dijagrama

Tramvaj i biciklisti



SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Analiza kritičnog konflikta bitna je zbog definiranja zaštitnog vremena koje osigurava izbjegavanje konflikta suprotstavljenih prometnih struja.

Međuvrijeme (t_m) je zaštitno vrijeme koje se javlja kao posljedica minimalnog sigurnosnog vremenskog razdvajanja konfliktnih struja između faza i ključni je pokazatelj za definiranje mjerodavnih vrijednosti i direktno utječe na trajanje ciklusa.

Velika vrijednost međuvremena snižava propusnu moć i razinu usluge raskrižja.

SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Zaštitno (mjerodavno) vrijeme:

$$t_m = t_i(k) - t_u(k+1) + t_z \quad (s)$$

t_m - zaštitno vrijeme (međuvrijeme) između faza (k) i (k+1)

$t_i(k)$ - mjerodavno izlazno vrijeme za tok u fazi (k)

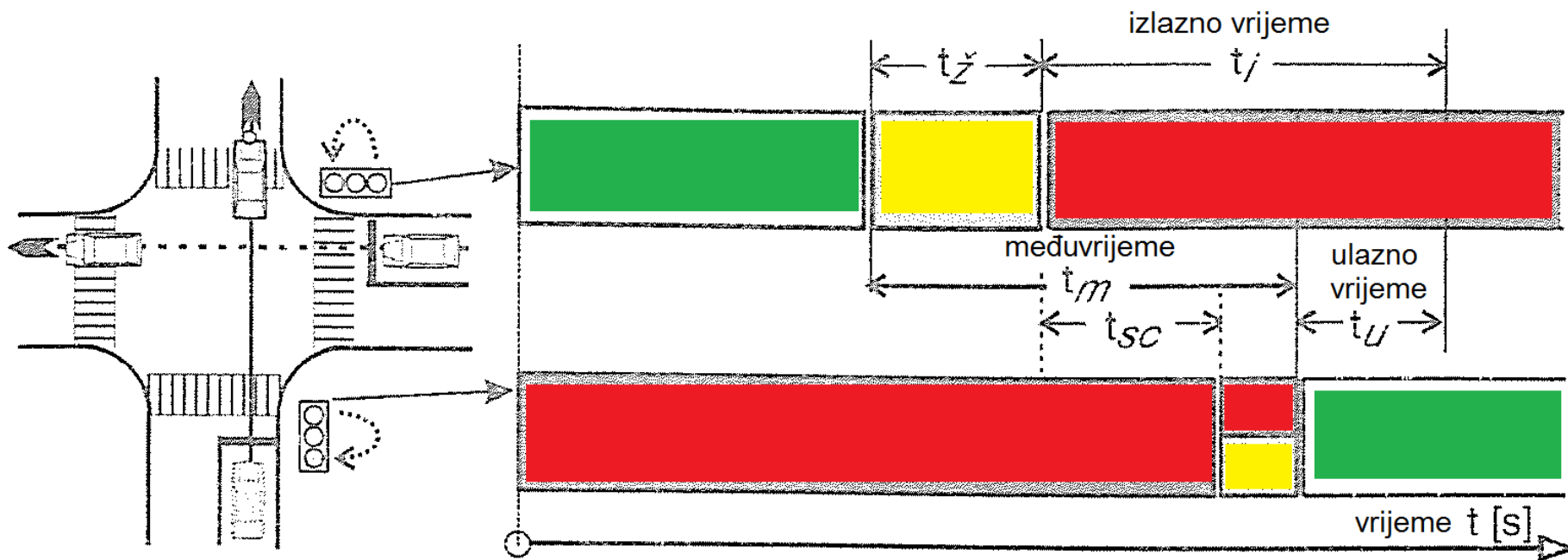
$t_u(k+1)$ - mjerodavno ulazno vrijeme za tok u fazi (k+1)

t_z - žuto vrijeme

Za mjerodavno zaštitno vrijeme između faza (k) i (k+1) usvaja se maksimalno dobiveno zaštitno vrijeme svih analiziranih konfliktnih prometnih tokova.

SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Zaštitno (mjerodavno) vrijeme:



SEMAFORIZACIJA - PROMETNA VREMENA

Sve crveno vrijeme je period kada niti jedan tok ne može ući u raskrižje, a služi da osigura potrebnu dužinu zaštitnog vremena (t_m).

$$t_{sc} = t_m - t_{\check{z}} - t_{c\check{z}} \quad (s)$$

Poželjno je da $t_{sc} = 0$, ali to je moguće samo ako je geometrija raskrižja takva da je trajanje žutog vremena dovoljno da sva vozila napuste konfliktnu zonu.

Sve crveno vrijeme (t_{sc}) je čisti vremenski gubitak, ali se uvodi zbog kriterija sigurnosti prometa.

PLAN FAZA SEMAFORSKE SIGNALIZACIJE

SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Izrada plana faza je prvi korak u projektiranju svjetlosne signalizacije.

Za izradu plana faza potrebni su slijedeći ulazni podatci:

- opterećenje i struktura prometnog toka promatranog raskrižja po svim prometnim strujama (brojanje u trajanju od 16 sati prosječnog dana),
- situacijski plan raskrižja sa svim potrebnim geometrijskim podacima,
- broj i raspored voznih traka u zoni postrojavanja za svaku prometnu struju sa koncepcijskim rješenjem horizontalne i vertikalne prometne signalizacije.

SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Pravila u projektiranju plana faza:

- usklađenost plana faza sa geometrijskim rješenjem raskrižja, sa brojem prometnih traka u zoni postrojavanja npr. posebna faza za lijeva skretanja može biti predviđena samo ako postoji odvojeni prometni trak za lijeva skretanja,
- sve programske veze raskrižja moraju biti zastupljene u planu faza, a odnosi moraju odražavati relativne odnose prometnog opterećenja pojedinih prometnih struja,
- obvezno je eliminirati primarne konfliktne točke u istoj fazi (presjecanje tokova ravno-ravno i ravno-pješaci), a ostaviti samo sekundarne točke koje imaju jasna pravila prioriteta (ravno-lijevo, lijevo-pješaci, desno-pješaci i sl.)
- povećanje broja faza povećava ukupno zaštitno vrijeme ciklusa, čime se smanjuje ukupno trajanje zelenog vremena na sat, smanjuje se propusna moć raskrižja, povećavaju se vremenski gubitci, ali se povećava sigurnost prometa raskrižja.

SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Opravdanost uvođenja posebne faze za lijeva skretanja provjerava se odnosom propusne moći za lijeva skretanja (N_L) i mjerodavnog prometnog opterećenja prometne struje za lijeva skretanja (mjer Q_L). U slučaju da je ($mjerQ_L > N_L$) potrebno je uvesti posebnu fazu za lijevo skretanje. Pri tome je propusna moć za lijevo skretanje:

$$N_L = q_{max} - q_k \quad (\text{voz/h})$$

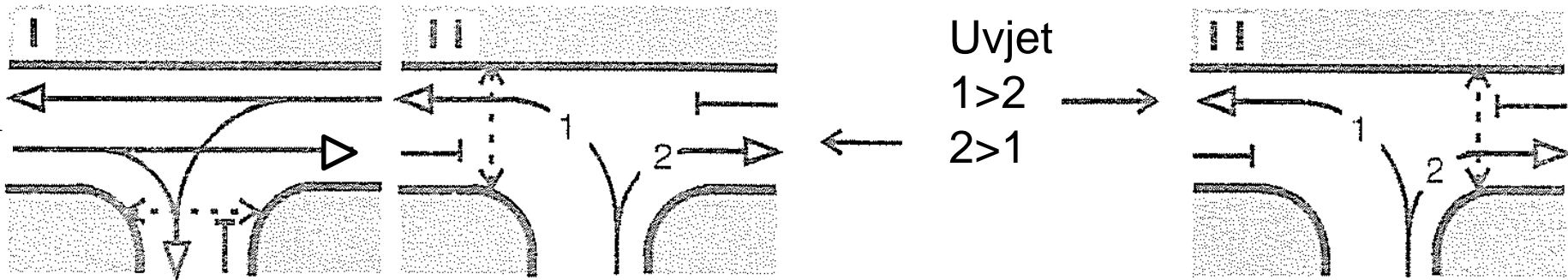
gdje je:

- q_{max} - maksimalno opterećenje za lijevo skretanje
 $q_{max}=1200$ (voz/h) za $q_k \leq 600$ (voz/h)
 $q_{max}=1300$ (voz/h) za $q_k > 600$ (voz/h),
- q_k - opterećenje konfliktnog prometnog toka (ravno)

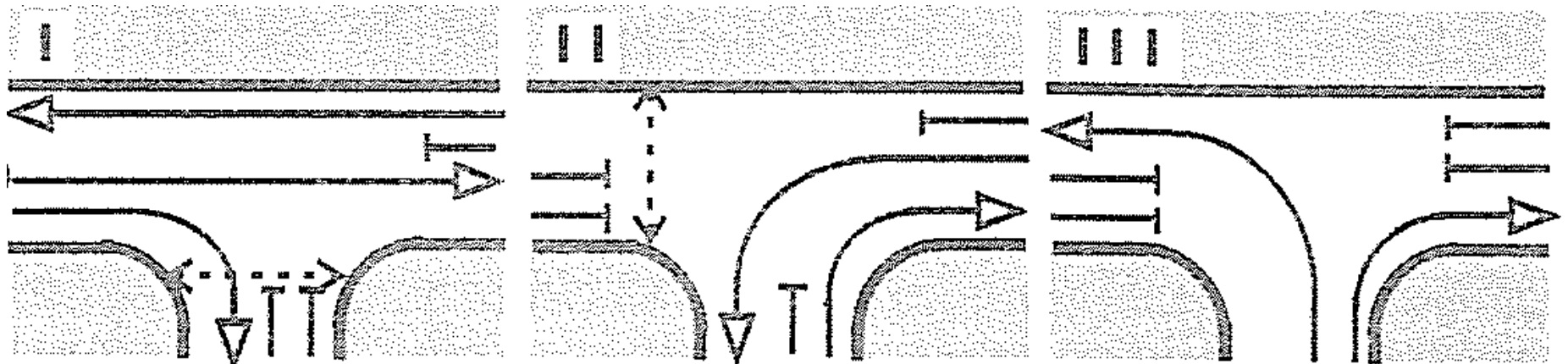
SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Standardna rješenja plana faza – trokrako raskrižje:

II faze



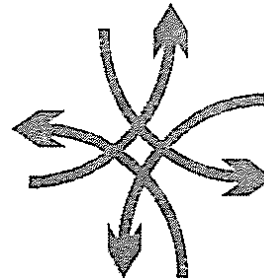
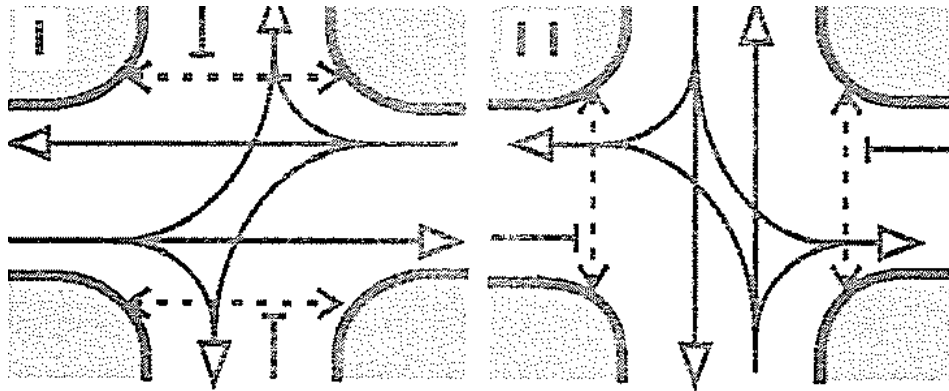
III faze



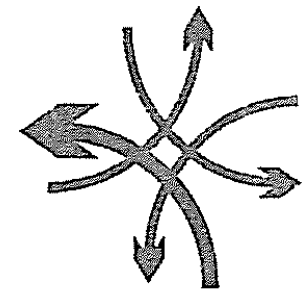
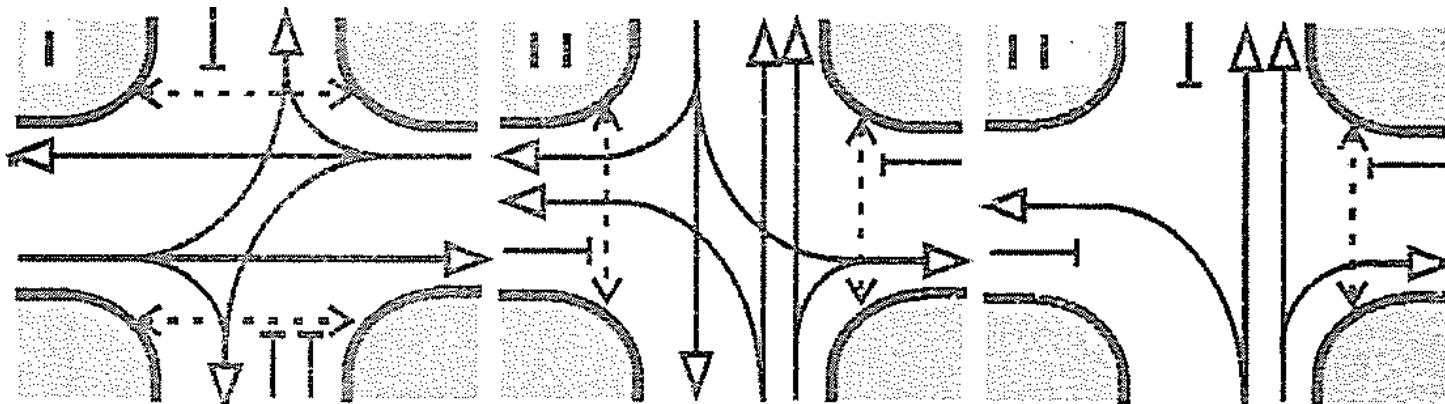
SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Standardna rješenja plana faza – četverokrako raskrižje:

II faze



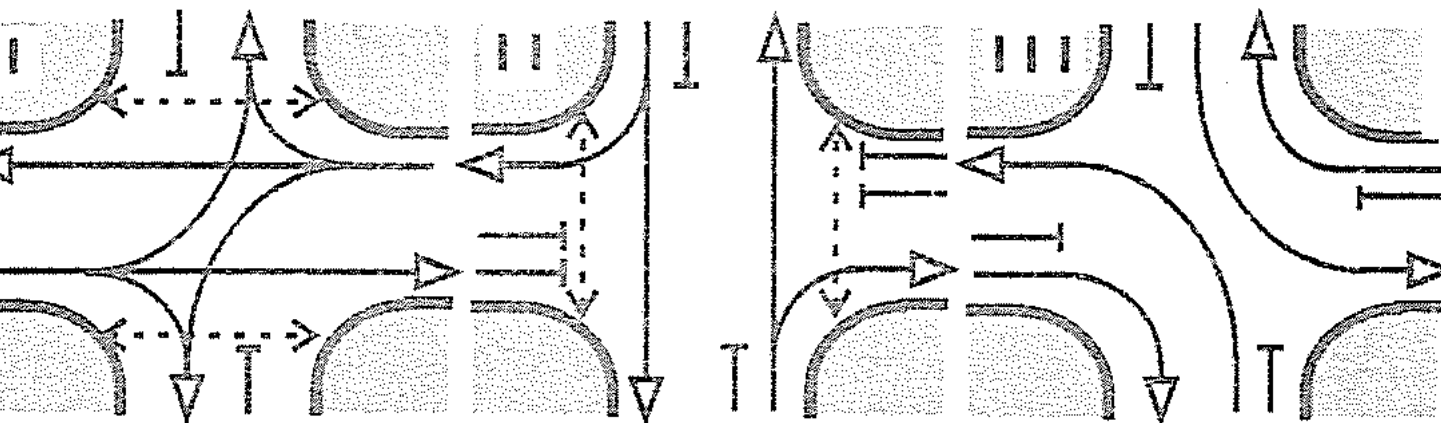
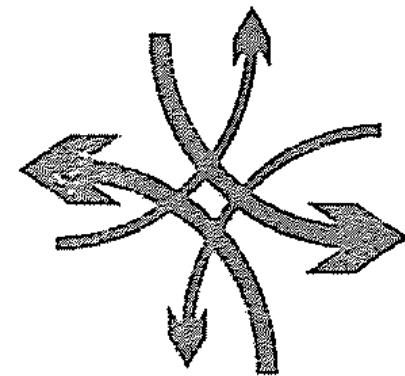
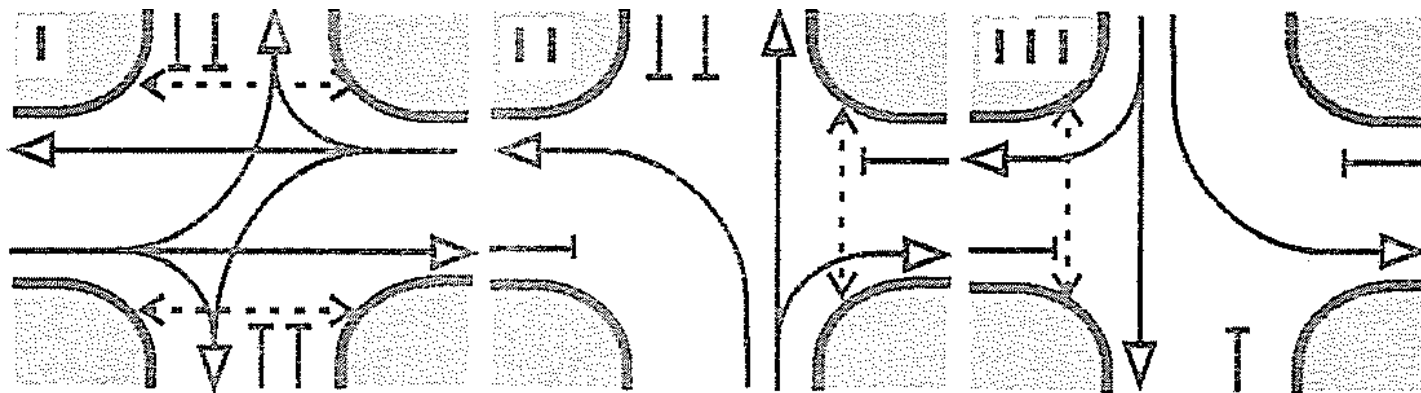
III faze



SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

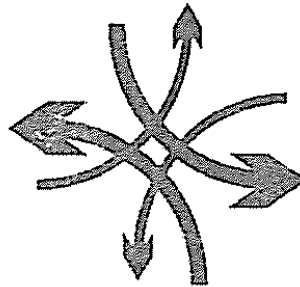
Standardna rješenja plana faza – četverokrako raskrižje:

III faze

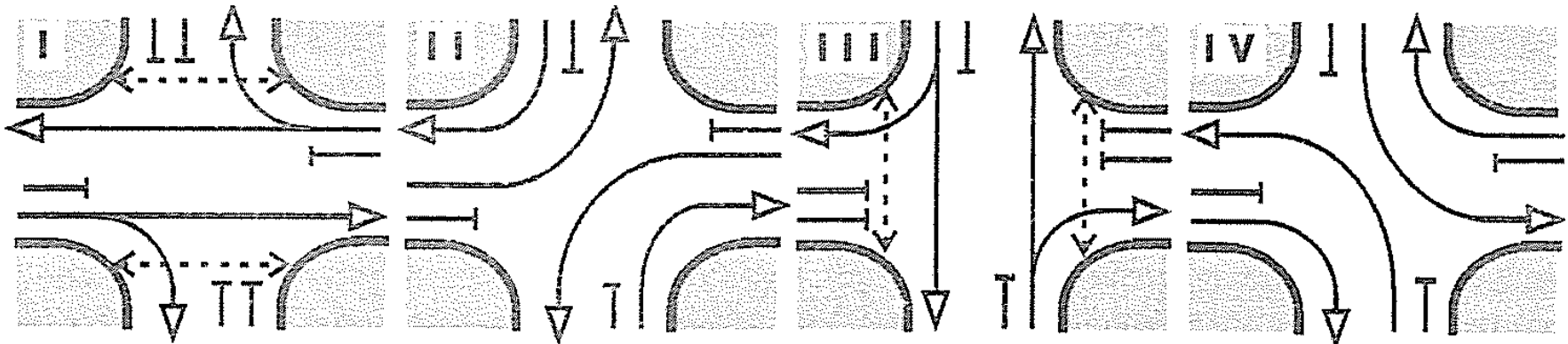


SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Standardna rješenja plana faza – četverokrako raskrižje:



IV faze



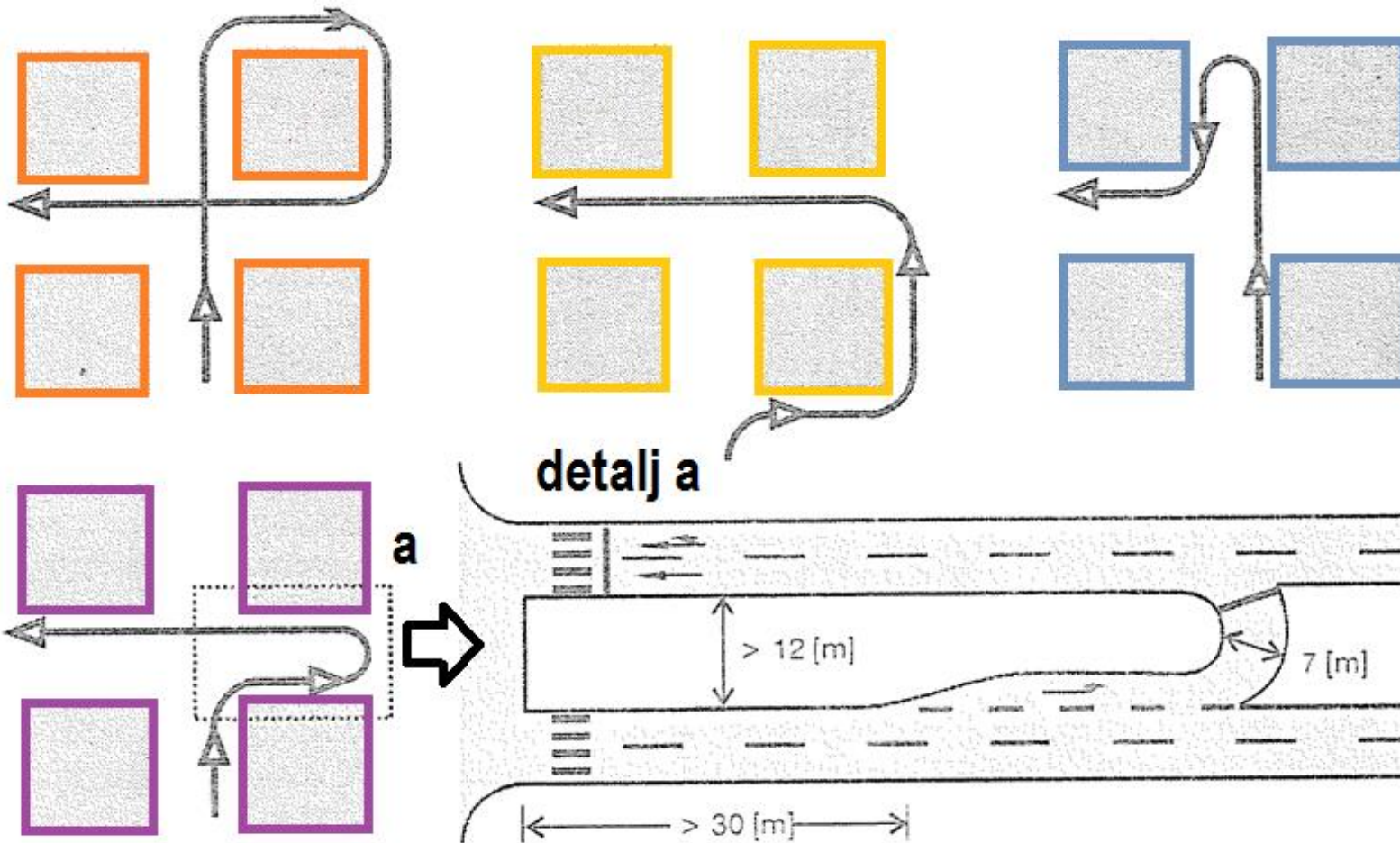
SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Imajući u vidu negativne utjecaje uvođenja većeg broja faza na propusnu moć i razinu uslužnosti raskrižja, osobito u slučaju kada je izračunata dužina ciklusa veća od maksimalne preporučene, razmatraju se dodatne mogućnosti:

- rekonstrukcije raskrižja u broju i organizaciji prometnih struja u zoni postrojavanja,
- definiranja nestandardnog plana faza koji daje prihvatljivo rješenje,
- smanja programa prometnih veza raskrižja organizacijom indirektnih lijevih skretanja,
- rekonstrukcije raskrižja u kružno raskrižje.

SEMAFORIZACIJA – PLAN FAZA

Šematski prikaz organizacije indirektnih lijevih skretanja:



DIMENZIONIRANJE SVJETLOSNE SIGNALIZACIJE

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

Definiranje točnih vrijednosti zaštitinih vremena i usvajanje kritičnog za svaku izmjenu faza preduvjet je za računanje vremena trajanja jednog ciklusa.

Najmanja dozvoljena dužina ciklusa računa prema kriteriju sigurnosti prometa, a optimalna dužina ciklusa prema kriteriju vremenskih gubitaka.

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

Za proračun dužine ciklusa potrebno je definirati prometni tok pri zasićenju. Tok pri zasićenju je kolona vozila sa minimalnim vremenskim intervalom nailaska vozila, u idealnim uvjetima to je 2000 EJA/h po prometnom traku, ali za tok zasićenja u realnim uvjetima potrebno je uvesti niz faktora korekcije.

$$q_{si} = 2000 * f_1 * f_2 * \dots * f_7 \quad (\text{EJA/h})$$

gdje je

q_{si} - tok pri zasićenju za prometnu struju i (EJA/h)

f_1, f_2, \dots, f_7 - faktori korekcije

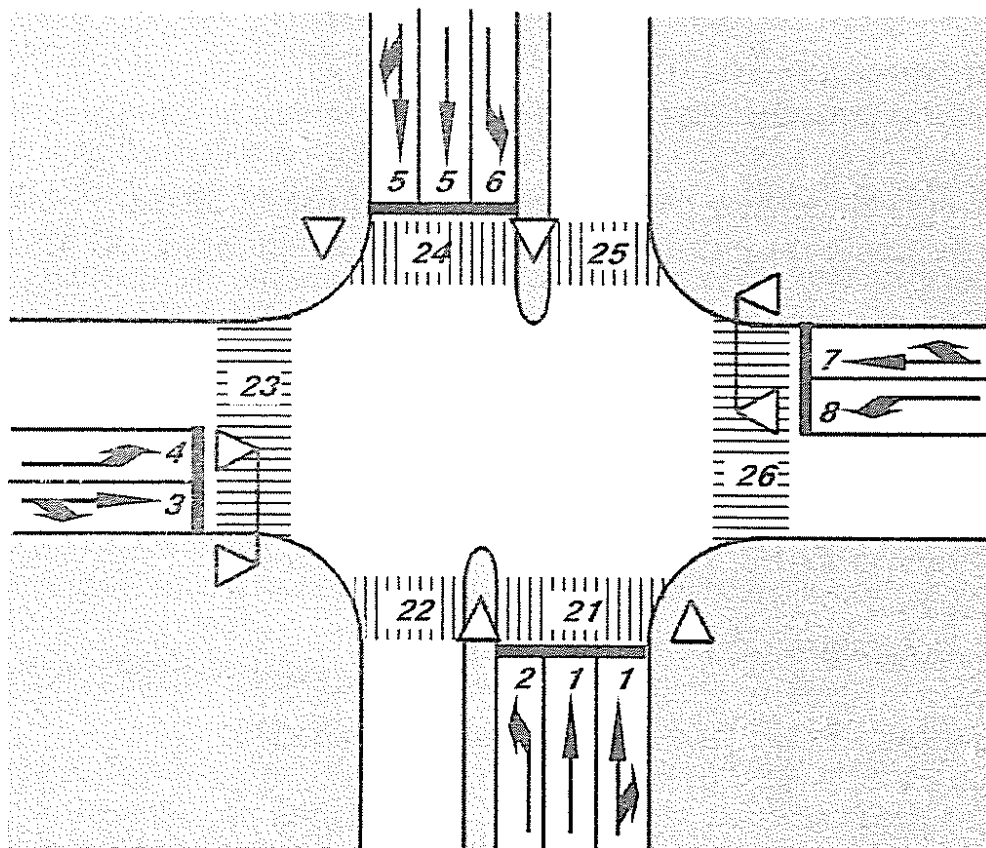
SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

faktori korekcije

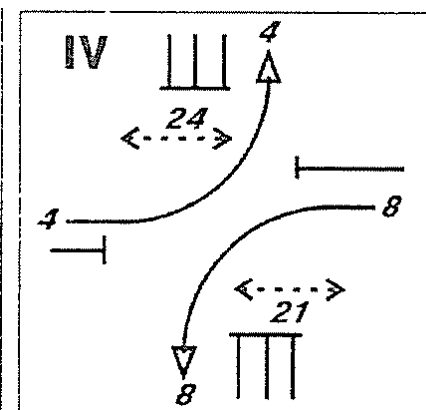
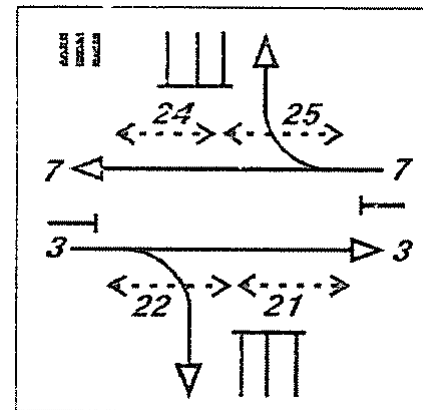
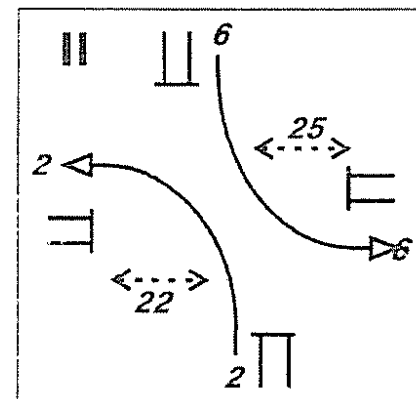
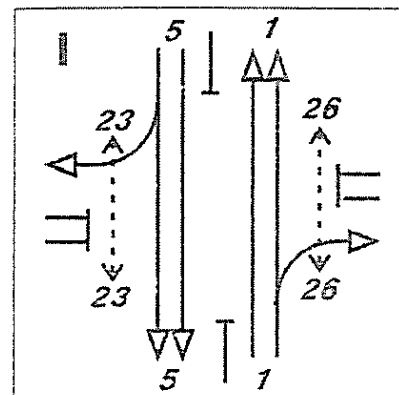
| | | | | | | |
|------------------------|-----------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| širina prometnih traka | m | | 2,75 | 3,0-3,5 | 4,0 | |
| f1 | | | 0,85 | 1,0 | 1,15 | |
| broj paralelnih traka | | za jednu prometnu struju | 2 x 3,5 | 2 x 3,0 | 3 x 3,0 | |
| f2 | | | 0,95 | 0,90 | 0,85 | |
| radijus putanje vozila | m | | 10 | 15 | 30 | |
| f3 | | | 0,85 | 0,90 | 0,95 | |
| nagibi | % | u zoni prestrojavanja i postrojavanja | +5 | +3 | -3 | -5 |
| f4 | | | 0,85 | 0,90 | 1,10 | 1,15 |
| učešće teretnih vozila | % | | 10 | 20 | 30 | |
| f5 | | | 0,9 | 0,8 | 0,7 | |
| skretanje lijevo+desno | % | samo za zajedničke trake sa tokom ravno | 10 | 20 | 30 | |
| f6 | | | 0,95 | 0,90 | 0,85 | |
| pješачki tokovi | pjš/m/min | prometna struja presjeca tok pješaka | <20 | 20-40 | >40 | |
| f7 | | | 1 | 0,9 | 0,8 | |

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

PROMETNE STRUJE U RASKRIŽJU

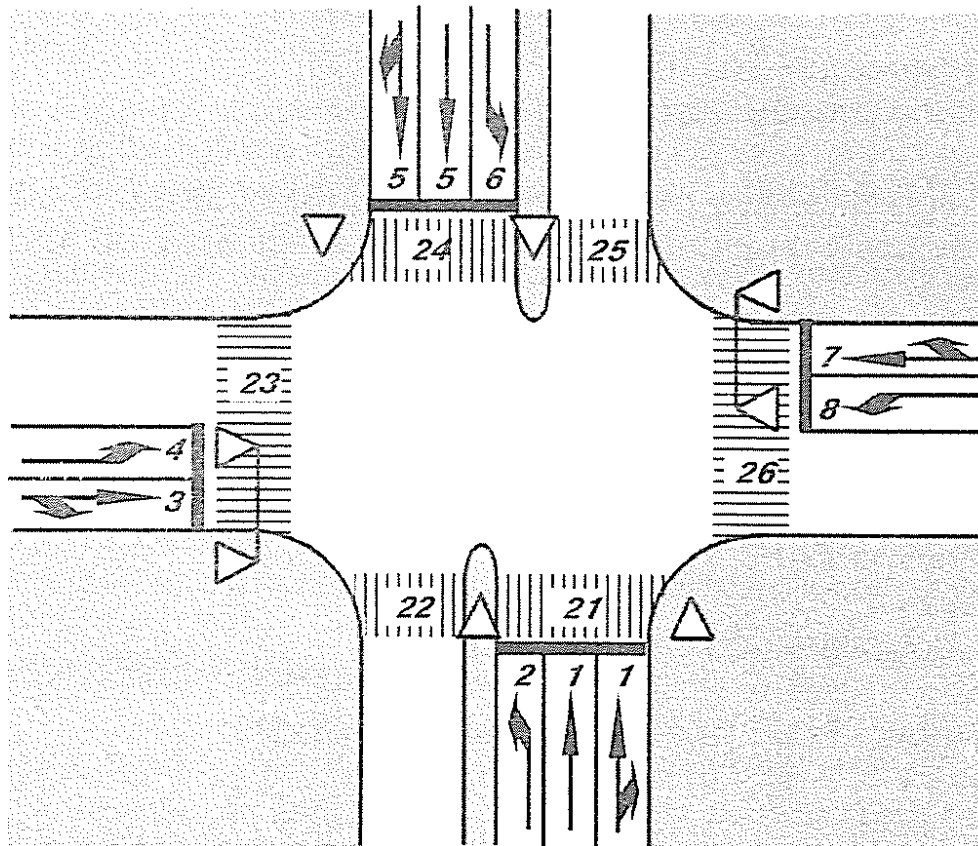


PLAN FAZA



SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

PROMETNE STRUJE U RASKRIŽJU



MATRICA ZAŠTITNIH VREMENA

| t_m [s] | ulazni tok | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | |
| 1 | | | | | | 4 | | | | | | | | 11 | | |
| 2 | | | 6 | | | | 3 | | 8 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| 4 | 2 | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 5 | | 3 | | | | | | | | 11 | | | | | | |
| 6 | | | 3 | | | | 7 | | | | | 8 | | | | |
| 7 | | | | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 6 | | | | 3 | | | | | | | | | | 5 | |
| 21 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | 9 | | | | | | | | |
| 23 | | 8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | 5 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | 9 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | 8 | | | | | | | | | | |

| mjerodavno t_m (s) | | | |
|----------------------|----------|----------|-------|
| faza | ulaz | izlaz | t_m |
| I - II | 6 | 1 | 4 |
| II - III | 7 | 6 | 7 |
| III - IV | 8 | 3 | 4 |
| IV - I | 1 | 8 | 6 |

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

Dužina ciklusa po kriteriju sigurnosti prometa

Dužina ciklusa jednaka je zbroju zelenih vremena svake faze (t_z) i zaštitnih vremena (t_m) između faza. Za ciklus od dvije faze dužina ciklusa je:

$$T_{cs} = t_z(I) + t_m(I,II) + t_z(II) + t_m(II,I) \quad (s)$$

- t_z - zeleno vrijeme svake pojedine faze
- t_m - mjerodavno zaštitno vrijeme između faza

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

Dužina ciklusa po kriteriju vremenskih gubitaka

Minimalna dužina ciklusa

$$T_{CS} = \frac{\sum t_m}{1 - \sum \frac{q_{mi}}{\alpha * n_i * q_{si}}} \quad (s)$$

- t_m - mjerodavno zaštitno vrijeme između faza
- q_{mi} - mjerodavno prometno opterećenje struje i (EJA/h)
- q_{si} - zasićeni tok po prometnom traku (EJA/h/tp)
- n_i - broj prometnih trakova za odgovarajuću prometnu struju
- α - faktor korekcije vršnog opterećenja (0,8-0,9)

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

Dužina ciklusa po kriteriju vremenskih gubitaka

Optimalna dužina ciklusa

$$T_{CV} = \frac{1,4 * \sum t_m + P}{1 - \sum \frac{q_{mi}}{\alpha * n_i * q_{si}}} \quad (s)$$

- t_m - mjerodavno zaštitno vrijeme između faza
- q_{mi} - mjerodavno prometno opterećenje struje i (EJA/h)
- q_{si} - zasićeni tok po prometnom traku (EJA/h/tp)
- n_i - broj prometnih trakova za odgovarajuću prometnu struju
- α - faktor korekcije vršnog opterećenja (0,8-0,9)
- P - faktor karakteristika dolazećeg toka, eksperimentalno utvrđena vrijednost je 4,0

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

PRORAČUN ZELENOG VREMENA ZA MJERODAVNE PROMETNE STRUJE SVAKE FAZE

Proračun zelenog vremena po kriteriju sigurnosti prometa

$$t_{zi} = \frac{T_{cs} * q_{mi}}{\alpha * n_i * q_{si}} \quad (s)$$

Proračun zelenog vremena po kriteriju vremenskih gubitaka

$$t_{zi} = T_{CV} - \sum t_m * \frac{\frac{q_{mi}}{\alpha * n_i * q_{si}}}{\sum \frac{q_{mi}}{\alpha * n_i * q_{si}}} \quad (s)$$

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA

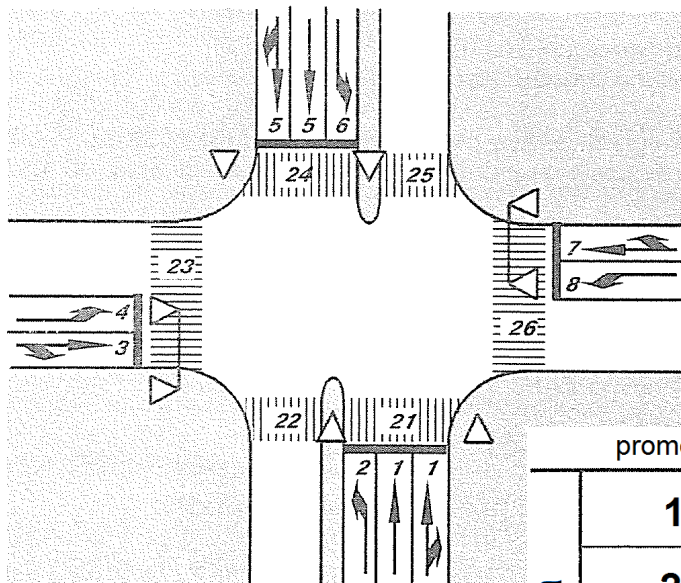
PRORAČUN ZELENOG VREMENA ZA MJERODAVNE PROMETNE STRUJE SVAKE FAZE

Osnovna kontrola dužine zelenog vremena za svaku fazu je provjera da li pješaci na aktivnom pješačkom prijelazu imaju dovoljno vremena za siguran prijelaz (min. 10-15 sekundi). U slučaju da uvjet nije zadovoljen povećava se zeleno vrijeme odgovarajuće faze.

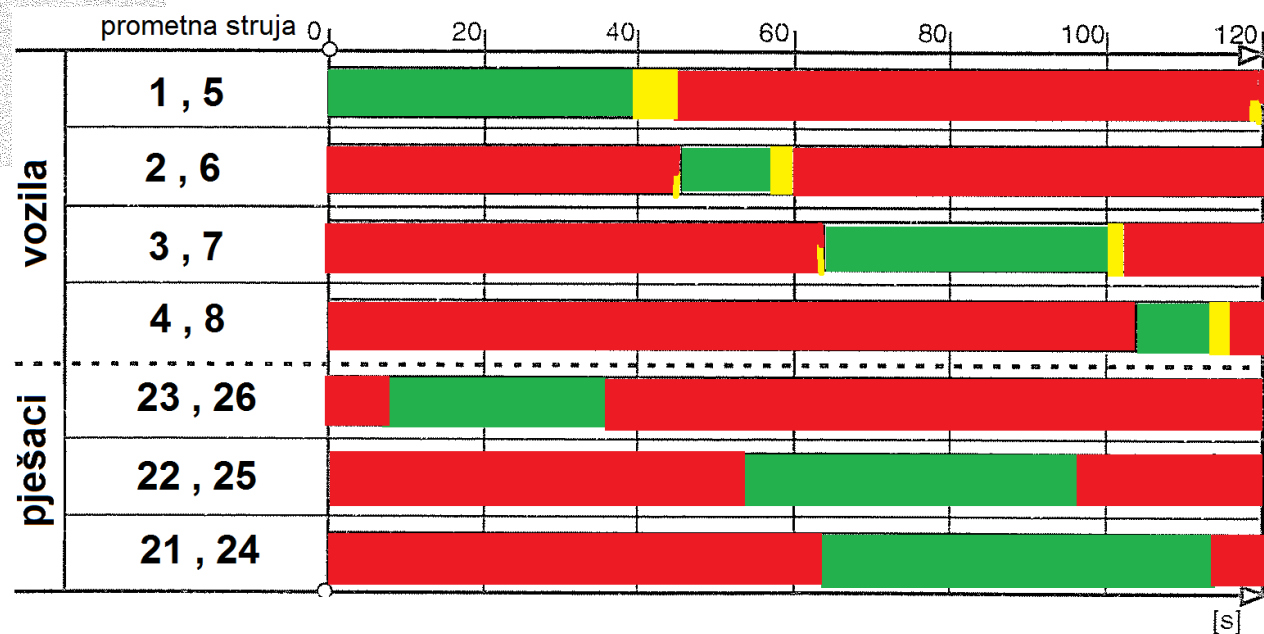
Analogno povećava se dužina ciklusa:

$$T_{cs} = t_z(I) + t_m(I,II) + t_z(II) + t_m(II,I) \quad (s)$$

SEMAFORIZACIJA – DIMENZIONIRANJE CIKLUSA



PRIMJER VREMENSKOG PLANA RADA SEMAFORA



UPRAVLJANJE SVJETLOSNO SIGNALIZACIJOM

SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Prvi semafor je bio postavljen 1868. u Londonu, a prvi električni semafor je bio postavljen 1882. u Berlinu.

Semafori današnjeg izgleda su ušli u primjenu 1924.

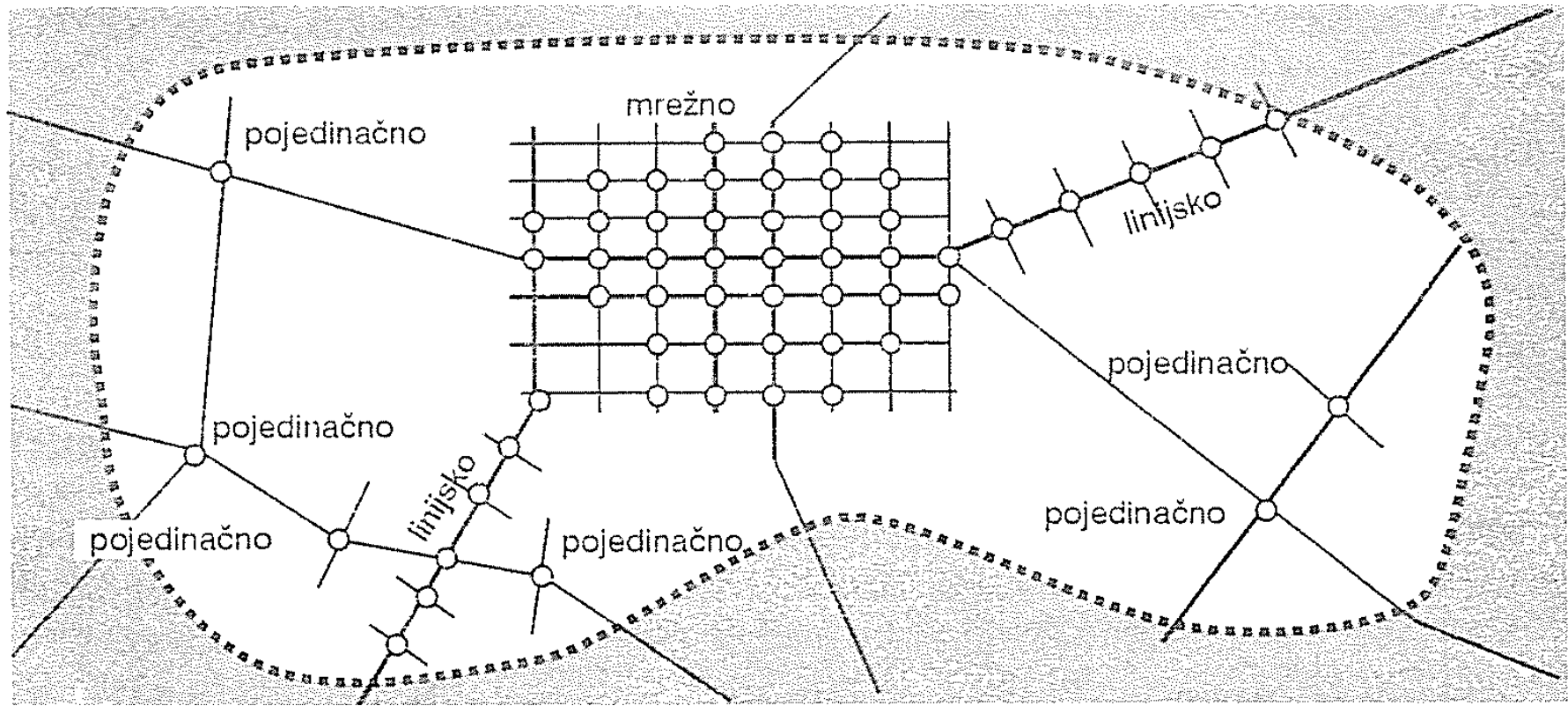
U početku je svaki semafor bio ručno upravljani.

Godine 1917. je u Salt Lake City-u postavljen prvi sustav od šest semafora čiji je rad reguliran jedinstvenim preklopnikom.



SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Tri osnovna tipa upravljanja – pojedinačno, linijsko i mrežno upravljanje.



SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Pojedinačno upravljanje

1. Sustavi sa fiksnim vremenom

Varijacije prometnog opterećenja su u predvidivim dnevnim ciklusima i mogu se svesti na realan broj semaforskih programa

2. Sustavi ovisni o prometnim zahtjevima

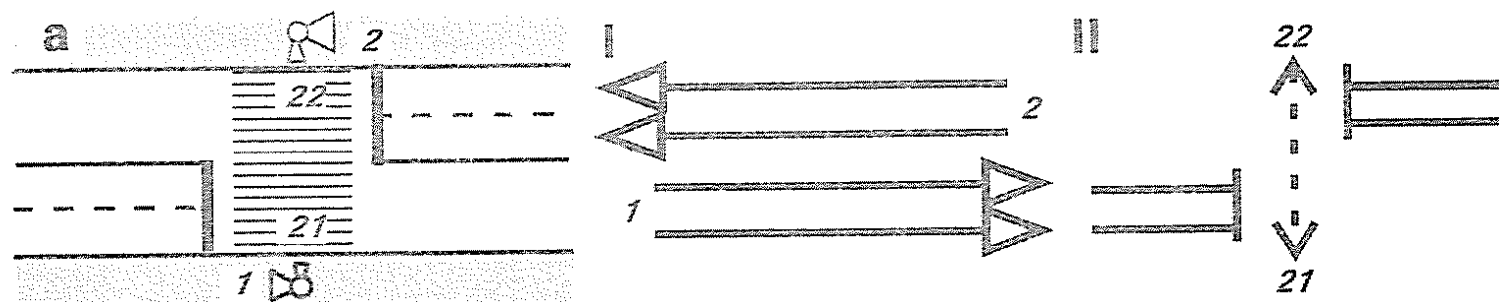
U ovom sustavu trajanje pojedinih signala određuje se temeljem veličina pojedinih pokazatelja na ulaznim grlima raskrižja, odnosno mijenjaju se unaprijed projektirani signalni programi.

Najjednostavniji primjer je pozivni semafor za pješake.

SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Pojedinačno upravljanje

Pozivni semafor za pješake

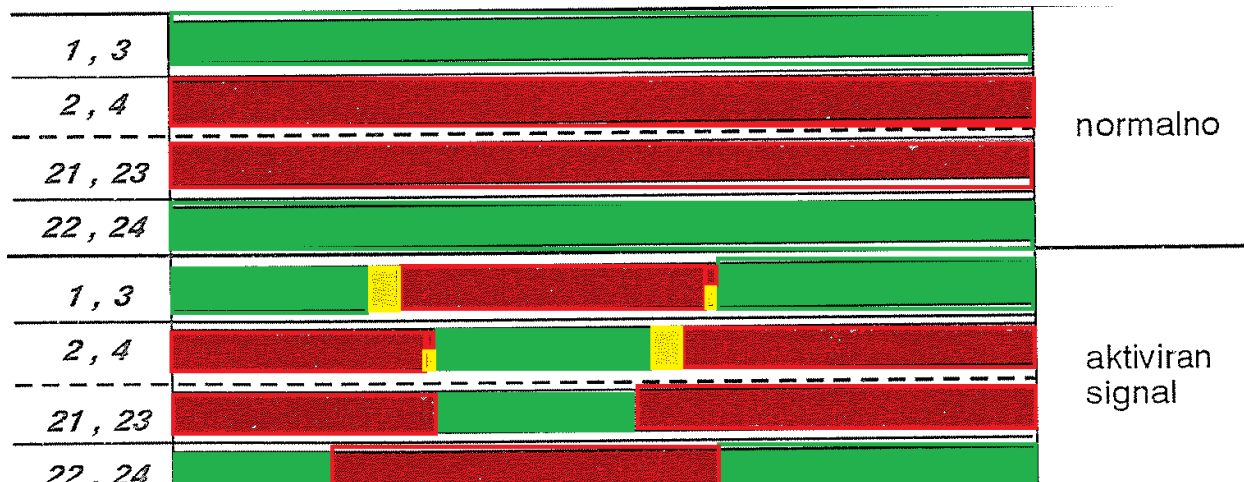
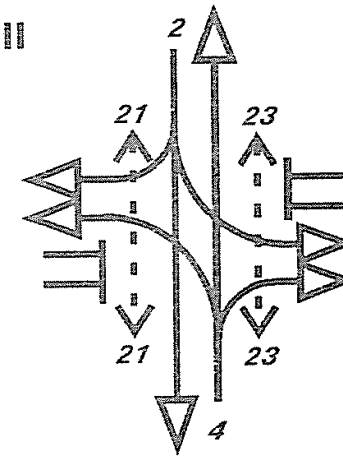
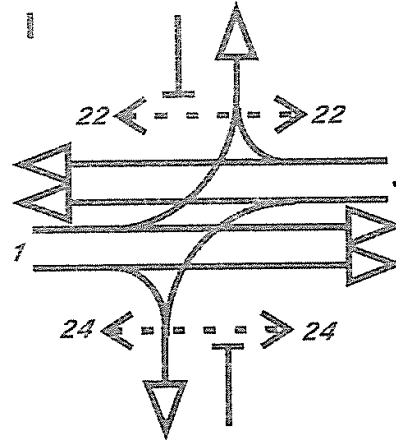
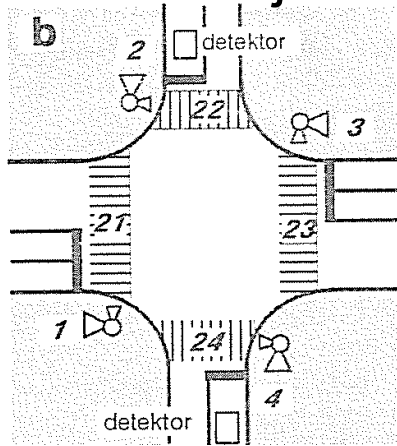


| | | |
|--------|--|------------------|
| 1, 2 | | normalno |
| 21, 22 | | |
| 1, 2 | | aktiviran signal |
| 21, 22 | | |

SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Pojedinačno upravljanje

Detektor na raskrižju



SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Linijsko upravljanje

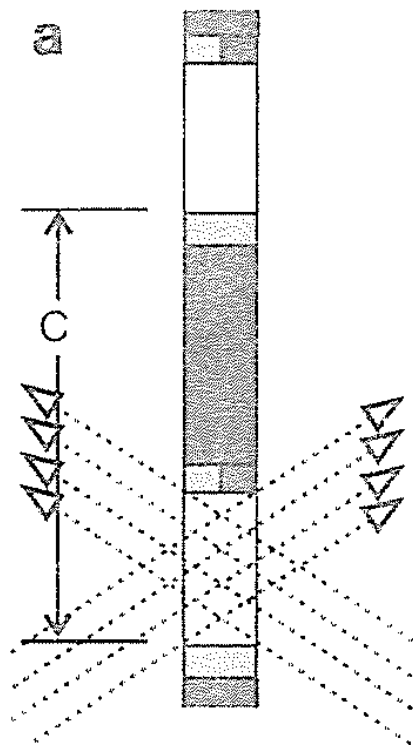
Međusobno koordiniranje (programsko povezivanje) signala na raskrižjima duž jedne prometnice sa ciljem osiguranja kontinuiteta prometnog toka, povećanja propusne moći i smanjenja vremenskih gubitaka. Sustav sinkronizacije semafora pojavljuje se na značajnim i prometno najopterećenijim potezima primarne mreže.

SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

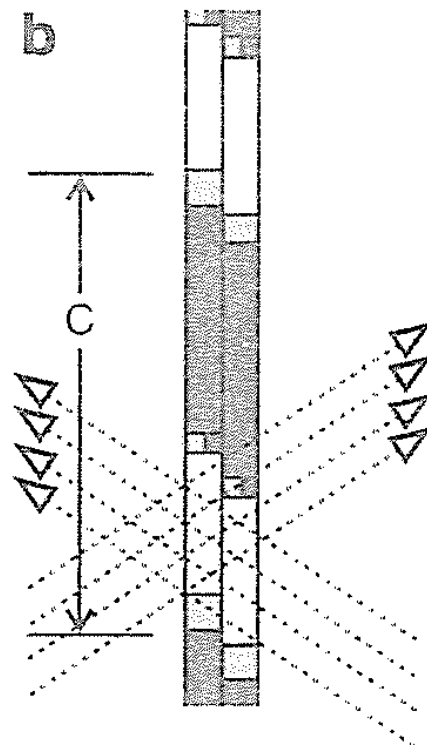
Linijsko upravljanje

Tipovi ciklusa

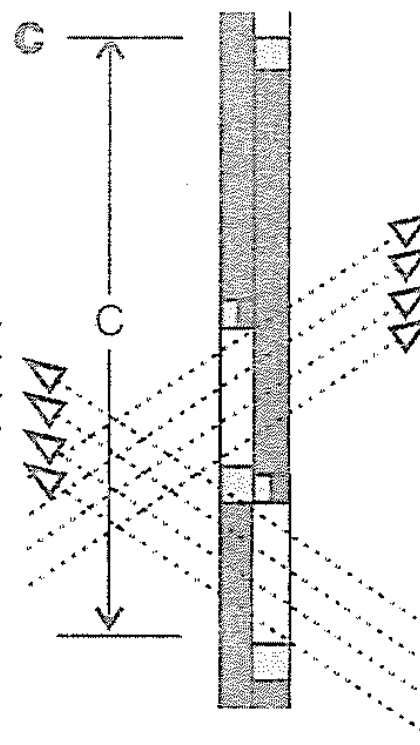
PREKLOPLJEN



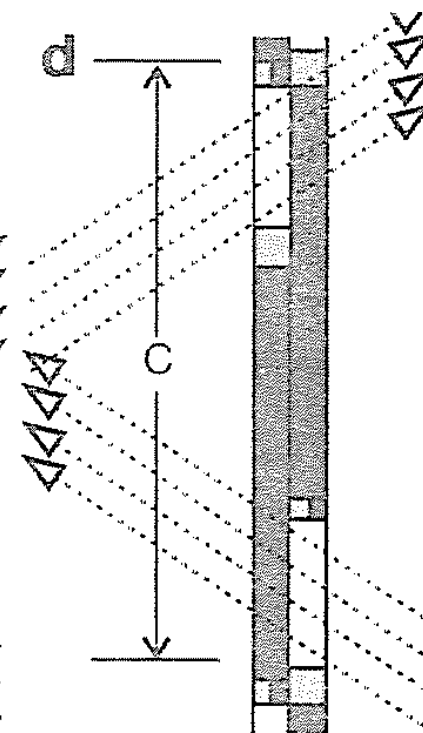
SMAKNUT



DODIRNUT



RAZDVOJEN



SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Mrežno upravljanje

Mrežno upravljanje primjenjuje sa određeni segment mreže.

Sustav upravljanja obuhvaća:

- uređaje koji upravljaju radom signala,
- detektore na ulaznim prometnicama,
- signalne koordinate za linijsko upravljanje,
- centralna upravljačka jedinica (računalo) koje procesira podatke prikupljene sa detektora i vrši odabir optimalnog signalnog programa

SEMAFORIZACIJA – UPRAVLJANJE

Mrežno upravljanje

Dva su osnovna koncepta:

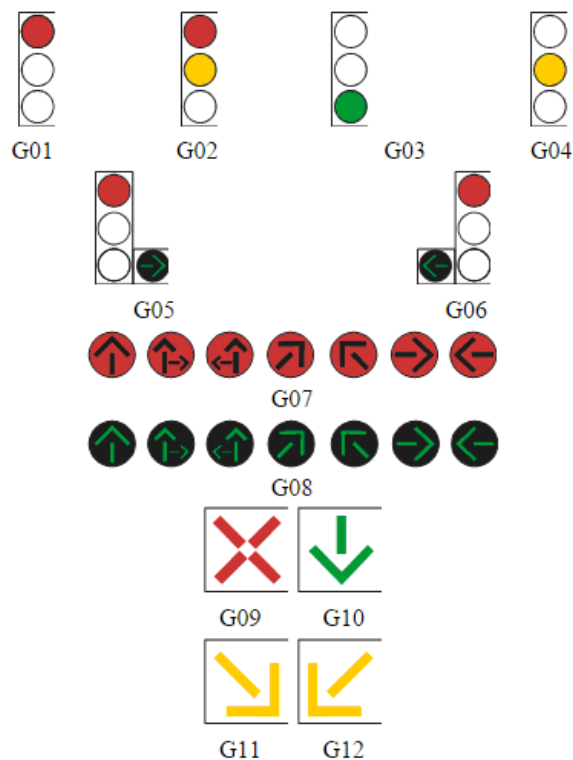
1. **MAKROKONTROLA** izbor optimalnog programa temeljem podataka sa detektora na ulaznim prometnicama. Izbor optimalnog programa vrši iz određenog broja unaprijed pripravljenih signalnih programa. Na izbor signalnog programa nemaju utjecaj raskrižja unutar mreže.
2. **MIKROKONTROLA** podrazumijeva da se u jednom ciklusu vrši dimenzioniranje optimalnog plana faza za slijedeći ciklus temeljem podataka koji su prikupljeni sa detektora na svim ključnim raskrižjima unutar mreže.

Sastavni dio mrežnog upravljanja je video-monitoring.

POSTAVLJANJE SIGNALNE OPREME

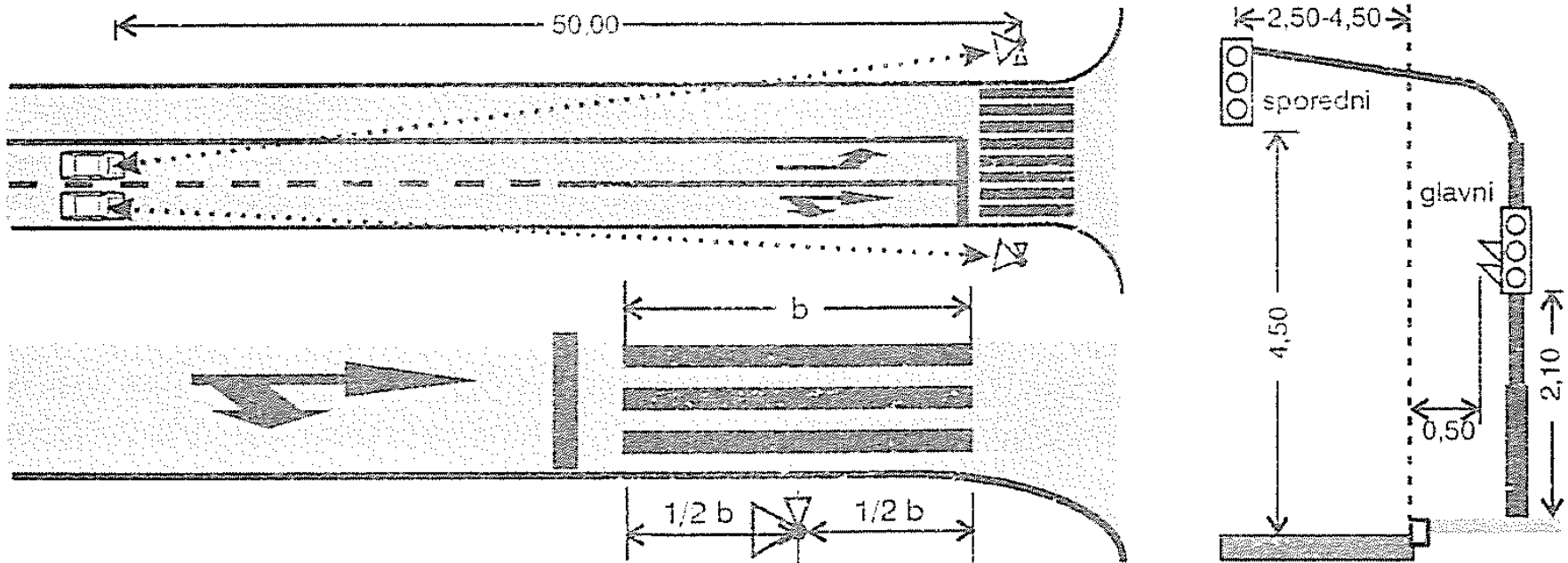
SEMAFORIZACIJA – POSTAVLJANJE OPREME

Izgled i veličina prometnih svjetlosnih znakova za upravljanje prometom (semafora) odeđena je Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.



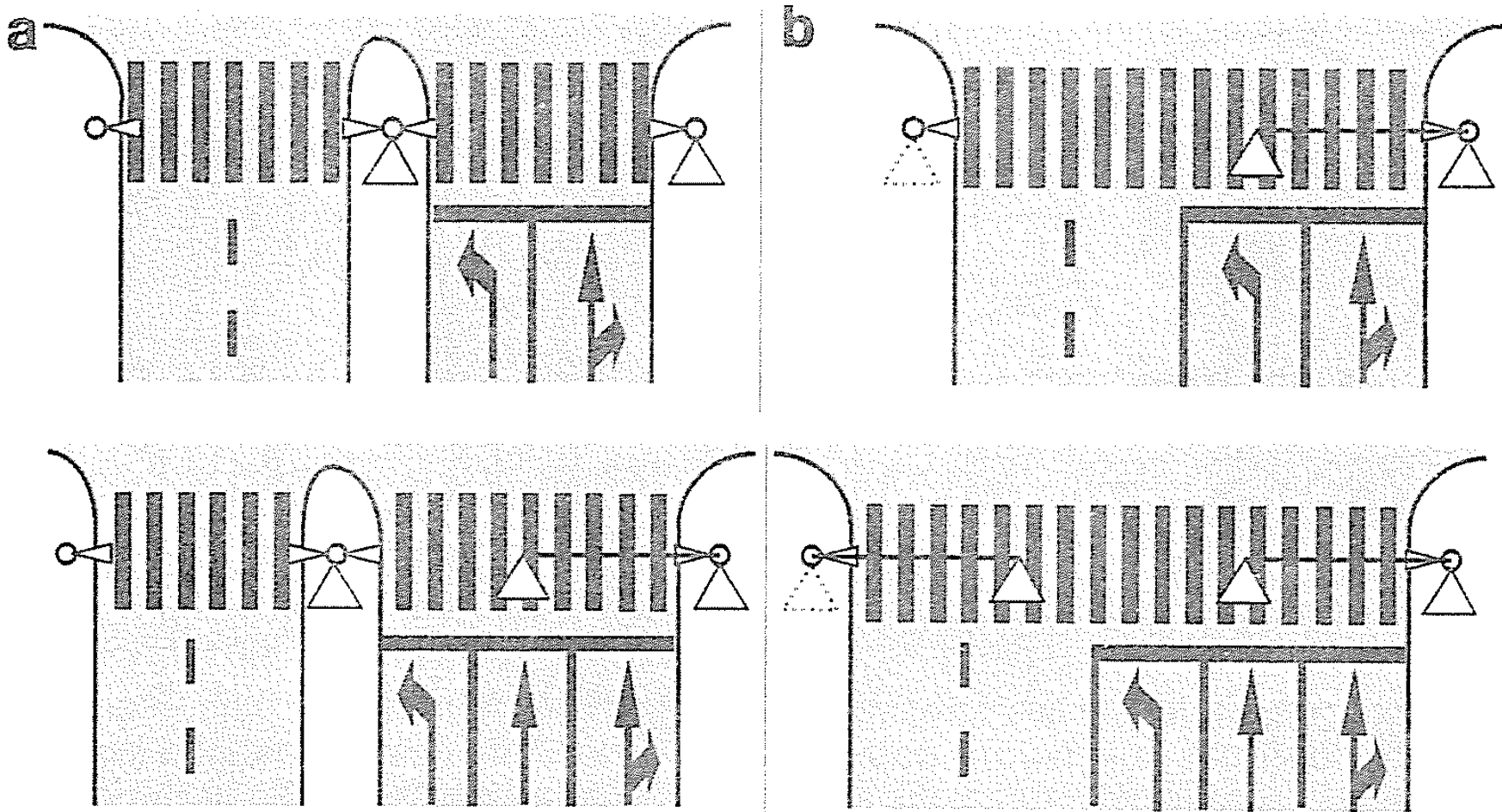
SEMAFORIZACIJA – POSTAVLJANJE OPREME

Svjetlosni signalni uređaji moraju biti postavljeni tako da budu vidljivi od vozača kojima su namijenjeni, a to se postiže postavljanjem najčešće dva uređaja – glavi i sporedni (repetitor).



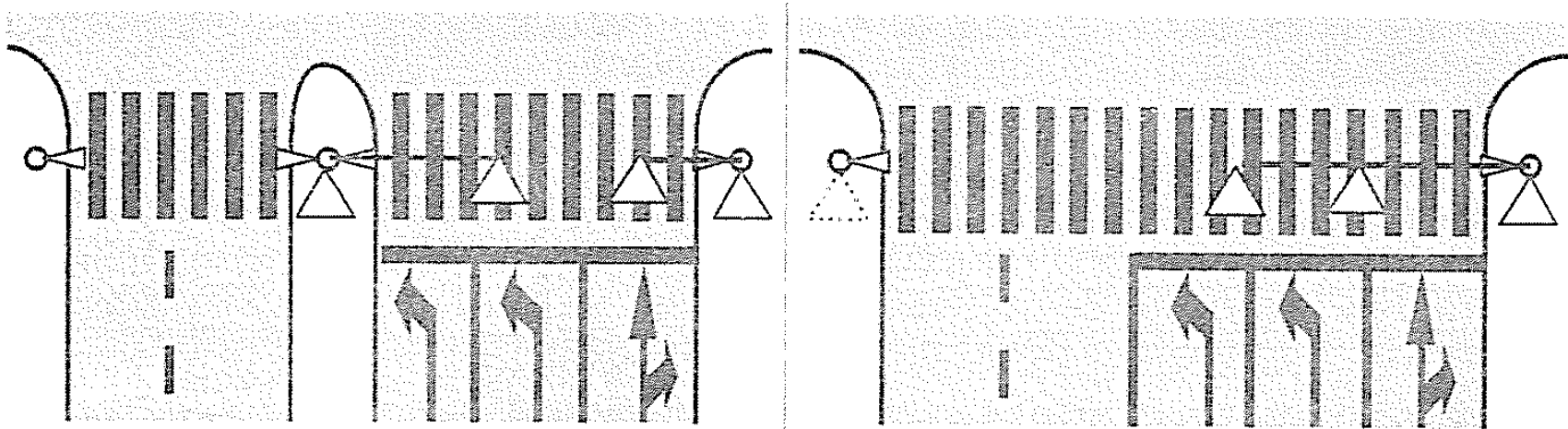
SEMAFORIZACIJA – POSTAVLJANJE OPREME

Tipске konfiguracije postavljanja semafora



SEMAFORIZACIJA – POSTAVLJANJE OPREME

Tipske konfiguracije postavljanja semafora



Broj i položaj signalnih uređaja zavisi od broja i položaja prometnih trakova u raskrižju.

