

# OSNOVNI PARAMETRI SAOBRAĆAJNOG TOKA

1. Protok vozila
2. Gustina saobraćajnog toka
3. Brzina saobraćajnog toka
4. Vreme putovanja vozila u toku
5. Jedinično vreme putovanja vozila u toku
6. Vremenski interval sleđenja vozila u toku
7. Rastojanje sleđenja vozila u toku
8. Rastojanje

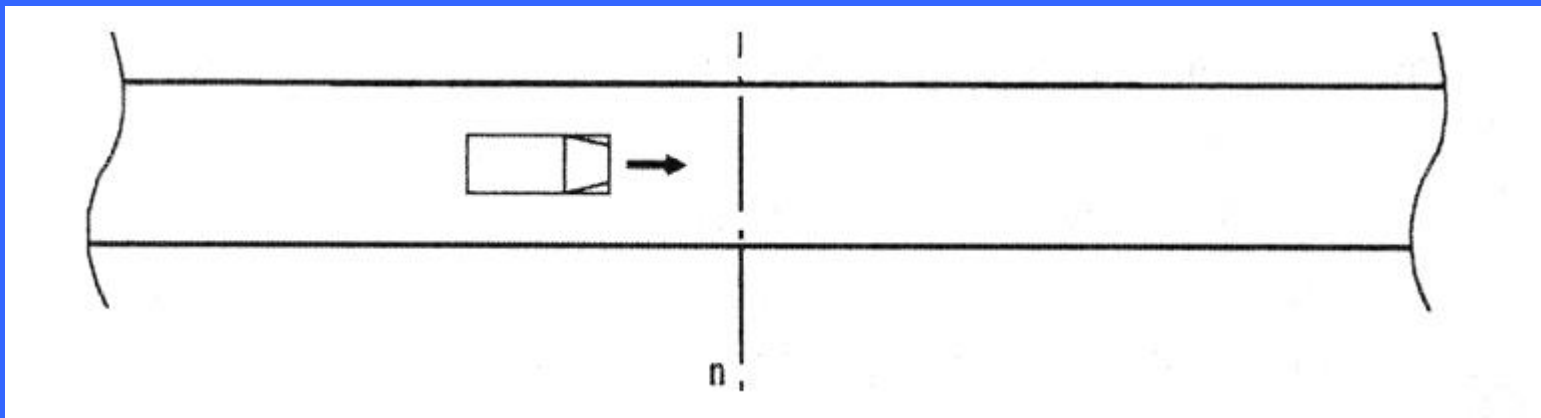
# 1. PROTOK VOZILA $q$ (voz / h)

Pod pojmom protok vozila podrazumeva se broj vozila koji prođe posmatrani presek saobraćajnice u jedinici vremena u jednom smeru za jednosmerne saobraćajnice ili u oba smera za dvosmerne saobraćajnice.

Zavisno od načina posmatranja u odnosu na prostor kao i sa gledišta realnih tokova možemo razlikovati:

- protok vozila **na preseku** (odseka ili deonice) puta,
- protok vozila **na odseku** ili deonici puta.

A) **Protok vozila na preseku** (odseka ili deonice) puta predstavlja protok koji se ostvaruje na posmatranom preseku (odseka ili deonice) puta u jedinici vremena.

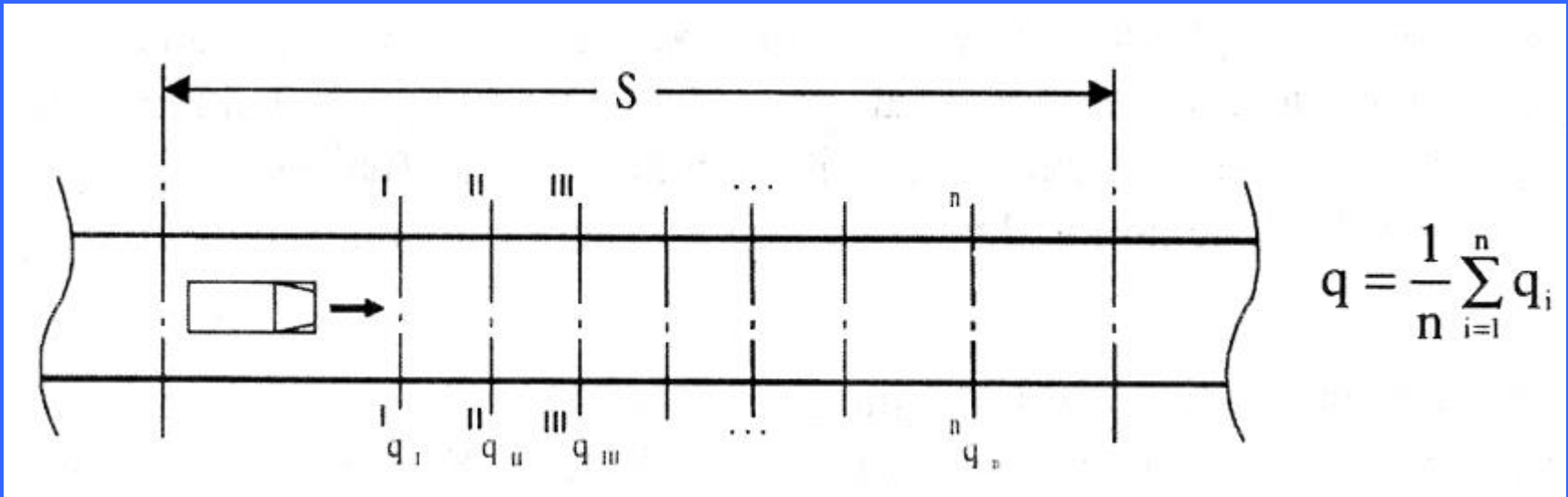


B) **Protok vozila na odseku** ili deonici puta predstavlja aritmetičku sredinu protoka na n-preseka na odseku ili saobraćajnoj deonici.

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = \frac{1}{n} [q_1 + q_2 + \dots + q_n]$$

Gde je:

n – broj preseka



## 2. GUSTINA SAOBRAĆAJNOG TOKA $g$ (voz / km)

Broj vozila na jedinici dužine saobraćajnice, po saobraćajnoj traci, po smerovima za jednosmerne saobraćajnice, odnosno u oba smera za dvosmerne saobraćajnice, podrazumeva pojam gustina saobraćajnog toka.

Pojam gustine **prostorno je vezan za odsek** ili saobraćajnu deonicu, a **vremenski je vezan za trenutno** stanje, pa se u praksi, obzirom na vremenski period u kome se posmatra, gustina saobraćajnog toka može predstavljati:

A) Broj vozila na jedinici dužine posmatranog odseka (deonice) u trenutku posmatranja:

$$g = \frac{N}{S} \text{ (voz/km)}$$

$N$  – broj vozila u saobraćajnom toku na posmatranom odseku puta u određenom trenutku,

$S$  - dužina odseka u kilometrima.

B) Broj vozila po jedinici dužine posmatranog odseka (deonice) kao aritmetička sredina “m” trenutnih posmatranja u vremenskom periodu “T”.

$$\bar{g} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m g_i = \frac{1}{m} [g_1 + g_2 + \dots + g_n]$$

### 3. BRZINA SAOBRAĆAJNOG TOKA $V$ (km / h)

Pod pojmom brzine toka izričito se misli na određenu **srednju ili prosečnu** vrednost brzina svih vozila koja učestvuju u posmatranom saobraćajnom toku.

U teoriji saobraćajnog toka razlikujemo dva pojma brzine saobraćajnog toka:

**Srednja vremenska brzina toka  $V$  ( $V_t$ )** koja je prostorno vezana za niz vozila na određenoj deonici ( $S$ ) a vremenski za trenutak ( $t_i$ )

**Srednja prostorna brzina toka  $V$  ( $V_s$ )** koja je prostorno vezana za niz vozila na preseku određene deonice ( $n$ ) a vremenski za period posmatranja ( $T$ ).

# POSTUPAK ZA UTVRĐIVANJE SREDNJE VREMENSKE BRZINE SAOBRAĆAJNOG TOKA $V_t$ (km / h)

Klase brzina (km/h)	Sredine klasa $V_i$	Frekvencije $f_i$	$t_i$	$f_i t_i$	$f_i t_i^2$
24-28	26	2	-6	-12	72
28-32	30	4	-5	-20	100
32-36	34	11	-4	-44	176
36-40	38	22	-3	-66	198
40-44	42	31	-2	-62	124
44-48	46	33	-1	-33	33
48-52	50	37	0	0	0
52-56	54	31	1	31	31
56-60	58	23	2	46	92
60-64	62	19	3	57	171
64-68	66	10	4	40	160
68-72	70	5	5	25	125
72-76	74	3	6	18	108
<b>N = 231</b>				<b>-20</b>	<b>1390</b>

$$\bar{V} = \frac{d}{N} \sum_{i=1}^N f_i t_i + V_0$$

Gde je:

$d$  – širina klase

$N$  – broj vozila

$f_i$  – frekvencija ponavljanja klase

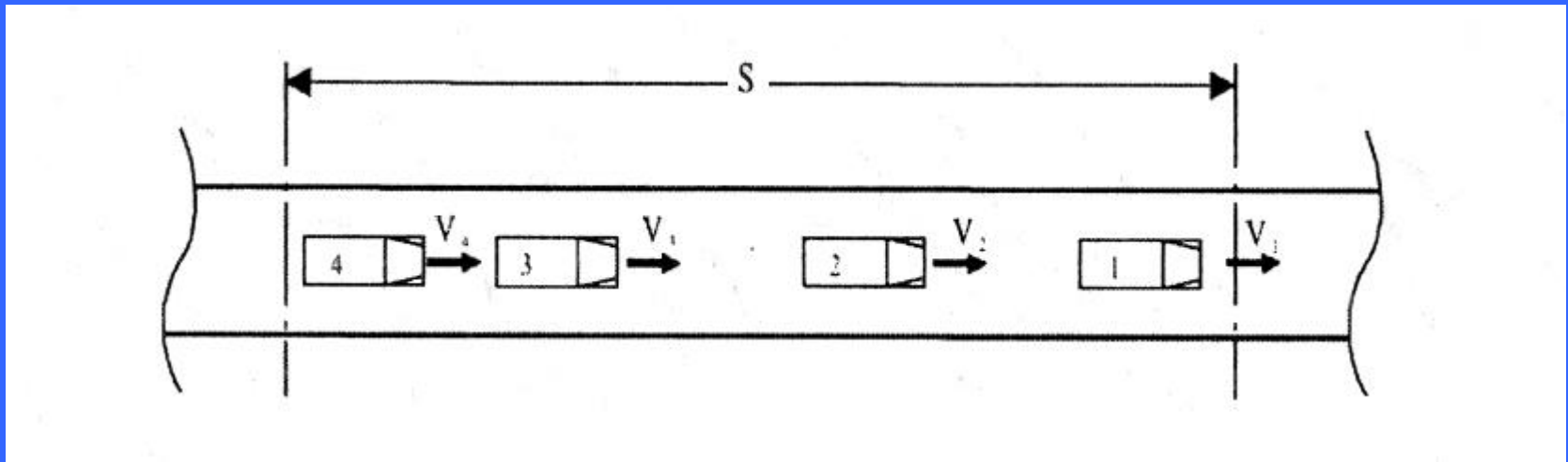
$V_0$  – radna brzina

$$t_i = \frac{V_i - V_0}{d}$$

$$\bar{V} = \frac{d}{N} \sum_{i=1}^N f_i t_i + V_0 = \frac{4}{231} \cdot (-20) + 50 = 49,6 \text{ (km/h)}$$

## POSTUPCI ZA UTVRĐIVANJE SREDNJE PROSTORNE BRZINE SAOBRAĆAJNOG TOKA $V_s$ (km / h)

Srednja prostorna brzina saobraćajnog toka predstavlja aritmetičku sredinu trenutnih brzina svih vozila u toku na posmatranom pdeku puta.



Utvrdjivanje srednje prostorne brzine saobraćajnog toka je veoma složen i skup postupak iz razloga što zahteva upotrebu savremene fototehnike i elektronske opreme, pa je iz tih razloga nastalo više metoda za njeno jednostavnije merenje.



## A) UTVRĐIVANJE SREDNJE PROSTORNE BRZINE SAOBRAĆAJNOG TOKA NA BAZI LOKALNIH MERANJA

Ova metoda može se koristiti pod uslovom da se tokom merenja utvrdi da ne postoji velika oscilacije u brzina vozila koja se kreću na posmatranom odseku.

Srednja prostorna brzina u takvim slučajevima dobija se kao harmonijska sredina brzine svih vozila na sledeći način:

$$\overline{V}_S = \frac{S}{\overline{t}}$$

$$\overline{t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_N}{N}$$

ili

$$\overline{V}_S = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{V_i}}$$

Gde je:

S – dužina odseka ili deonice na kojoj se vrši merenje

t – srednje vreme putovanja svih vozila u toku na određenoj dužini odseka ili deonice

## B) UTVRĐIVANJE SREDNJE PROSTORNE BRZINE NA OSNOVU SREDNJE VREMENSKE BRZINE I STANDARDNOG ODSUPANJA

Srednja prostorna brzina u takvim slučajevima izračunava se na sledeći način:

$$\bar{V}_s = \bar{V}_t - \frac{S_v^2}{\bar{V}_t}$$

$$S_v = \sqrt{\frac{d^2}{N} \sum_{i=1}^N f_i t_i^2 - \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N f_i t_i \right)^2}$$

Gde je:

$S_v$  – standardno odstupanje brzine vozila

## C) UTVRĐIVANJE SREDNJE PROSTORNE BRZINE NA OSNOVU SREDNJE VREMENSKE BRZINE I STANJA TOKA

U koliko je moguće izvesti preciznu sliku o stanju toka, srednja prostorna brzina može se izračunati na sledeći način:

$$\bar{V}_s = \frac{\bar{V}_t}{1+k}$$

Gde je:

$k$  – parametar stanja toka koji može imati sledeće vrednosti:

$K = 0,25$  – za saobraćajni tok blizak slobodnom toku

$K = 0,20$  – za saobraćajni tok blizak zasićenom toku

## D) UTVRĐIVANJE SREDNJE PROSTORNE BRZINE NA POMOĆU POKRETNOG POSMATRAČA

Ovaj postupak je pogodan za merenje srednje prostorne brzine na dvosmernim gradskim saobraćajnicama, i sprovodi se tako što se u stvarni tok vozila uključuje vozilo - pokretni posmatrač, kreće se na posmatranoj deonici i vrši sledeća meranja:

- vreme na početku posmatrane deonice,
- vreme na kraju posmatrane deonice,
- broj vozila koja ga preteknu,
- broj vozila koja on pretekne,
- dužinu deonice.

Nakon toga uključuje se u tok vozila iz suprotnog smera, vrši kretanje brzinom koju omogućavaju uslovi saobraćaja i vrši sledeća merenja:

- vreme na početku posmatrane deonice,
- vreme na kraju posmatrane deonice,
- broj vozila iz suprotnog smera.

Nakon obavljenih potrebnih merenja srednja prostorna brzina može se izračunati na sledeći način:

$$\bar{V}_s = \frac{S}{t}, \quad t = t_c - \frac{y}{q}, \quad q = \frac{x+y}{t_a + t_c}$$

Gde je:

$t_c$  – vreme putovanja posmatrača u smeru posmatranog toka (s),

$t_a$  – vreme putovanja posmatrača u smeru suprotnom od posmatranog toka (s),

$x$  – broj vozila koja se susretnu pri vožni posmatrača u smeru suprotnom od posmatranog toka,

$y$  – razlika između broja vozila koja su pretekla posmatrača i broja vozila koje je on pretekao,

$S$  – dužina odseka (m).

## 4. VREME PUTOVANJA $t$ (min)

Vreme putovanja, kao parametar saobraćajnog toka predstavlja srednju vrednost vremena putovanja svih vozila posmatranog saobraćajnog toka preko posmatranog odseka puta, i izračunava se preko sledećeg izraza:

$$\bar{t} = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q t_i = \frac{1}{q} (t_1 + t_2 + \dots + t_N) (\text{min})$$

Gde je:

$t_i$  – vreme putovanja pojedinih vozila u određenom saobraćajnom toku.

Osnovna jedinica za iskazivanje vremena putovanja saobraćajnog toka je minut, a takođe se koriste i sekunda i čas.

## 5. JEDINIČNO VREME PUTOVANJA $t_m$ (min / km)

Jedinično vreme putovanja predstavlja srednju vrednost vremena svih vozila posmatranog saobraćajnog toka, potrebnog da se pređe jedinica rastojanja tj. 1 kilometar posmatranog odseka puta, i izračunava se preko sledećeg izraza:

$$\bar{t}_m = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q t_{mi} \text{ (min / km)} \quad \text{ili} \quad \bar{t}_m = \frac{\bar{t}}{S}$$

Gde je:

$t_{mi}$  – jedinično vreme putovanja pojedinih vozila u određenom saobraćajnom toku.

Osnovna jedinica za iskazivanje vremena putovanja saobraćajnog toka je (minut / kilometru), a takođe se koristi i (sekunda / metru).

## 6. INTERVAL SLEĐENJA VOZILA $t_h$ (s)

Vreme koje protekne između prolaska čela dva uzastopna vozila kroz zamišljeni presek odseka puta predstavlja interval sleđenja vozila u saobraćajnom toku.

Sa gledišta realnih saobraćajnih tokova, zavisno od načina posmatranja toka u odnosu na prostor i vreme razlikujemo:

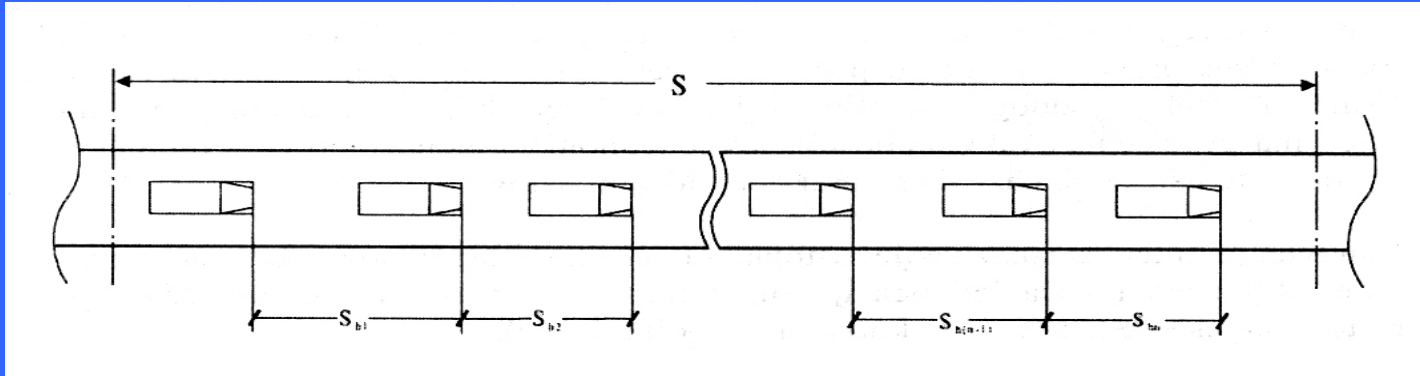
- A. Interval sleđenja pojedinačnog za  $N$  vozila koji u periodu vremena  $T$  prođu posmatrani presek (odseka ili deonice) puta;
- B. Srednju vrednost intervala sleđenja na posmatranom preseku puta za  $N$  vozila u vremenu  $T$ ;
- C. Interval sleđenja na odseku ili deonici puta, kao aritmetički prosek srednjih vrednosti intervala sleđenja na  $n$  posmatranih preseka puta u vremenu  $T$ .

$$\bar{t}_h = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{hi} \text{ (s)} \quad \text{ili} \quad \bar{t}_{hn} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{t}_h \text{ (s)}$$



## 7. RASTOJANJE SLEĐENJA VOZILA $S_h$ (m)

Prostorni razmak između čela dva uzastopna vozila u saobraćajnom toku definiše se kao rastojanje sleđenja vozila.



S obzirom na način posmatranja, a analogno sa onim što je rečeno za gustinu toka, praktično se kod rastojanja sleđenja razlikuju:

- A. Konkretna rastojanja između pojedinih vozila u saobraćajnom toku koja su se našla u određenom trenutku na posmatranom odseku ili deonici puta.
- B. Srednja vrednost trenutnih rastojanja između svih vozila u saobraćajnom toku koja su se našla u određenom trenutku na posmatranom odseku ili deonici puta.
- C. Aritmetički prosek  $m$ -srednjih trenutnih rastojanja utvrđenih na posmatranom odseku u periodu vremena  $T$ .

Sobzirom na činjenicu da je za merenje ove karakteristike neophodna skupocena oprema, rastojanje sleđenja se izračunava preko sledećih relacija:

$$S_h = \frac{1000}{g}, \quad S_h = V_s \cdot t_h, \quad S_h = 100 \frac{V_s}{q} (m)$$

## 8. RASTOJANJE (m)

Rastojanje je u stručnoj terminologiji kratak naziv za dužinu odseka ili deonice, i to treba razlikovati od rastojanja sleđenja vozila. Preciznije rečeno, rastojanje u teoriji saobraćajnog toka predstavlja dužinu odseka na kome se razmatraju uslovi kretanja vozila u saobraćajnom toku.

Odsek je deo puta sa istorodnim tehničko-eksploatacionim osobinama, i on je po pravilu manji od saobraćajne deonice, ili pak jednak sa saobraćajnom deonicom.

# TEORIJSKE RELACIJE IZMEĐU OSNOVNIH PARAMETARA SAOBRAĆAJNIH TOKOVA

$$1. \quad q = \frac{3600}{t_h}$$

$$2. \quad g = \frac{1000}{S_h}$$

$$3. \quad V_s = \frac{3,6 S_h}{t_h} = \frac{3600}{t_h g} = \frac{q S_h}{1000}$$

$$4. \quad t = \frac{60 S}{\frac{1000}{q} \sum_i V_i} = \frac{60 S}{1000 V_s} = \frac{60 S g}{1000 q} = t_m S$$

$$5. \quad t_m = \frac{60}{V_s} = \frac{t}{s}$$

$$6. \quad t_h = \frac{3600}{q} = \frac{3,6 S_h}{V_s} = \frac{3600}{V_s g}$$

$$7. \quad S_h = \frac{1000}{g}$$

$$q = V_s \cdot g \text{ [voz / h]}$$

gde je:

$q$  – protok (voz/h),

$t_h$  – interval sleđenja (s),

$g$  – gustina (voz/km),

$S$  – dužina odseka (m),

$V_s$  – srednja prostorna brzina (km/h),

$t$  – vreme putovanja(s),

$S_h$  – rastojanje sleđenja (m),

$t_m$  – jedinično vreme putovanja (s).