

**KRETANJE VOZILA**

Osnovni parametri kretanja

Vrste kretanja

Kotrljanje točka

Otpori kretanju

Vučne karakteristike vozila

**OTPOR KLIZANJU**

**KOČENJE VOZILA**

**STABILNOST VOZILA U KRIVINAMA**

## KRETANJE VOZILA

- Analiza kretanja pojedinačnih vozila u slobodnom saobraćajnom toku (manevri usporenja, preticanja i sl.)
- Formiranje determinističkih modela pri različitim analizama (npr. proračun kapaciteta)
- Proračun graničnih elemenata plana i profila u procesu trasiranja i projektnoj razradi
- Proračun vremena vožnje i potrošnje pogonskog goriva u cilju utvrđivanja troškova za poređenje varijantnih rešenja

## KRETANJE VOZILA

### Osnovni parametri kretanja

- $x(t)$  put (m)
- $v(t) = dx/dt$  brzina (m/sec)
- $u(t) = dv/dt$  ubrzanje (m/sec<sup>2</sup>)
- $s(t) = du/dt$  trzaj-udar (m/sec<sup>3</sup>)

## KRETANJE VOZILA

Ravnomjerno kretanje – u jednakim vremenskim razmacima se prelaze jednaki putevi

$$L = V \cdot t \text{ (m); } V = L/t \text{ (m/s)}$$

Neravnomjerno kretanje

$$V = dl/dt$$

Ravnomjerno ubrzano kretanje

$$V = u \cdot t$$

Ravnomjerno usporeno kretanje

$$\pm u = V/t \quad +u - \text{ubrzanje; } -u - \text{usporenje}$$

## KRETANJE VOZILA

- Međuzavisnost vozilo-put – kontakt preko pneumatika
- Točkovi savremenih vozila – elastični pneumatici –  
elastičnost u tangencijalnom, bočnom i radijalnom pravcu  
 $\Rightarrow R \neq \text{const}$

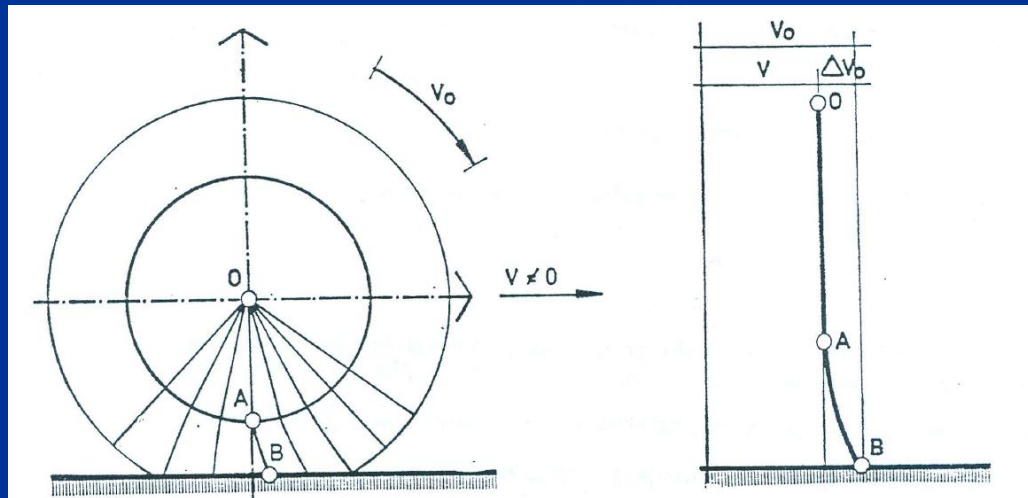
Osnovni poluprečnik (nominalna dimenzija)

Statički poluprečnik (točak u stanju mirovanja) zavisi od krutosti pneumatika

Dinamički poluprečnik (točak se kotrlja)

### VRSTE KRETANJA

- Analiza kretanja izvodi se posmatrajući radijalne elemente točka koji se pod dejstvom momenta  $M_t$  nalazi u stanju kotrljanja



$v$ -translatorsna brzina  
 $v = v_0 - \Delta v_0$   
 $v_0$ -obimna brzina  
 $\Delta v_0$ -dio obimne brzine  
nastao usled praćenja  
elastične deformacije

- Pojave koje dovode do razlike između translatorsne brzine  $v$  centra  $O$  i obimne brzine  $v_0$  nazivaju se **klizanje**.

## VRSTE KRETANJA

- Koeficient klizanja:

$$k = \Delta v_o / v_o \quad 0 \leq k \leq 1$$

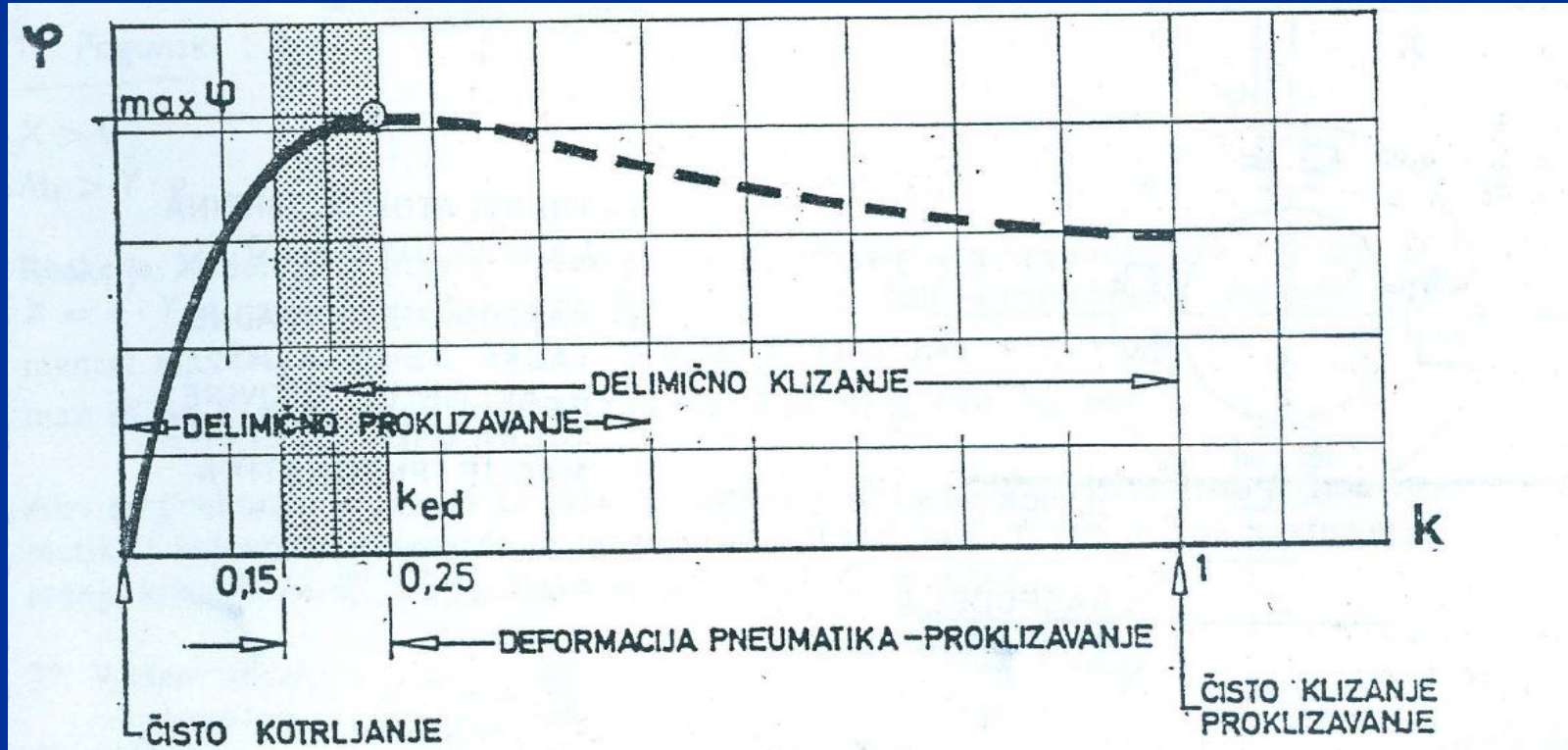
$k=0$  – čisto kotrljanje

$k=1$  – čisto proklizavanje i čisto klizanje

$0 < k < 1$  – djelimično proklizavanje i djelimično klizanje

### VRSTE KRETANJA

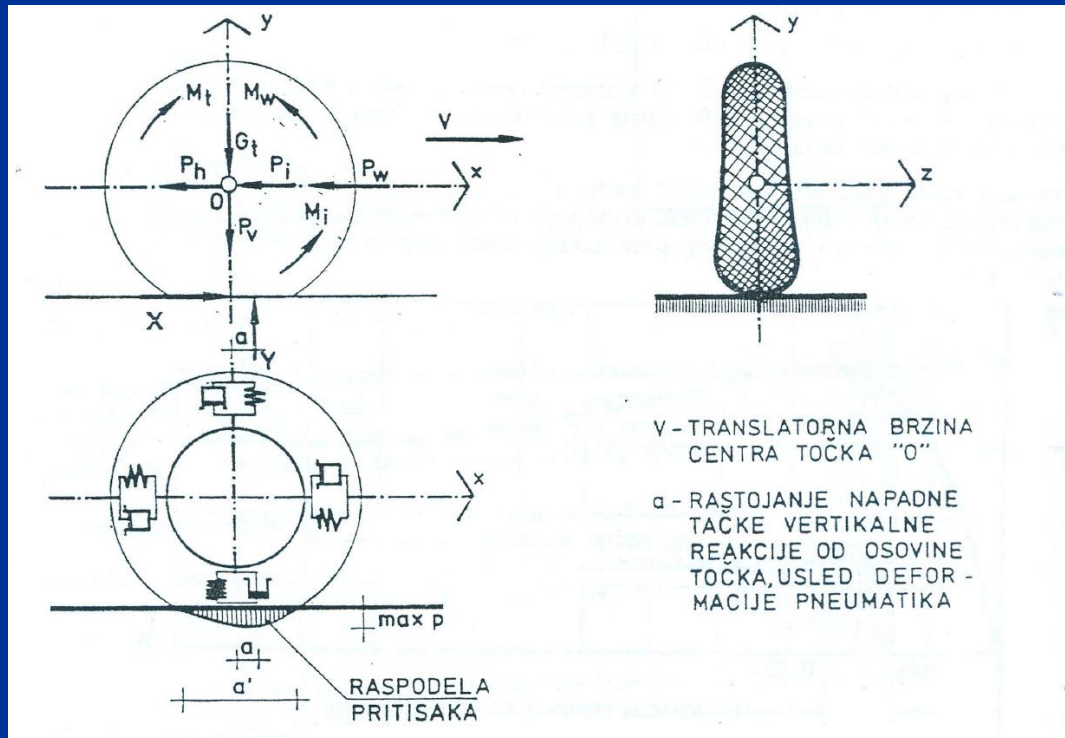
- Promjena koeficienta klizanja – promjena koeficienta prijanjanja  $\varphi$





### KOTRLJANJE TOČKA

- pretpostavke: zanemarljive deformacije podloge, pravi horizontalan put točka



$G_t$ -težina točka

$P_v$ - v. opt.od rama vozila

$P_h$ - h. opt.od rama vozila

$P_i$ - iner.sila usled trans.kret.

$P_w$ - sila otpora vazduha

X- horizontalna reakcija

Y- vertikalna reakcija

$M_i$ - iner. moment točka

$M_w$ - moment otpora vazduha

$M_t$ - obrtni moment na točku

## STANJA TOČKA

1. POGONSKI TOČAK

$$X > 0$$

$$M_t > Y \cdot a$$

2. VOĐENI TOČAK

$$M_t = 0$$

3. KOČENI TOČAK

$$M_t < 0$$

$$M_t = M_k \quad M_k - \text{moment kočenja}$$

## OTPORI KRETANJU

- Otpor pri kotrljanju
- Otpor nagiba
- Otpor vazduha
- Otpor inercijalnih sila



Otpori puta ili osnovni otpori

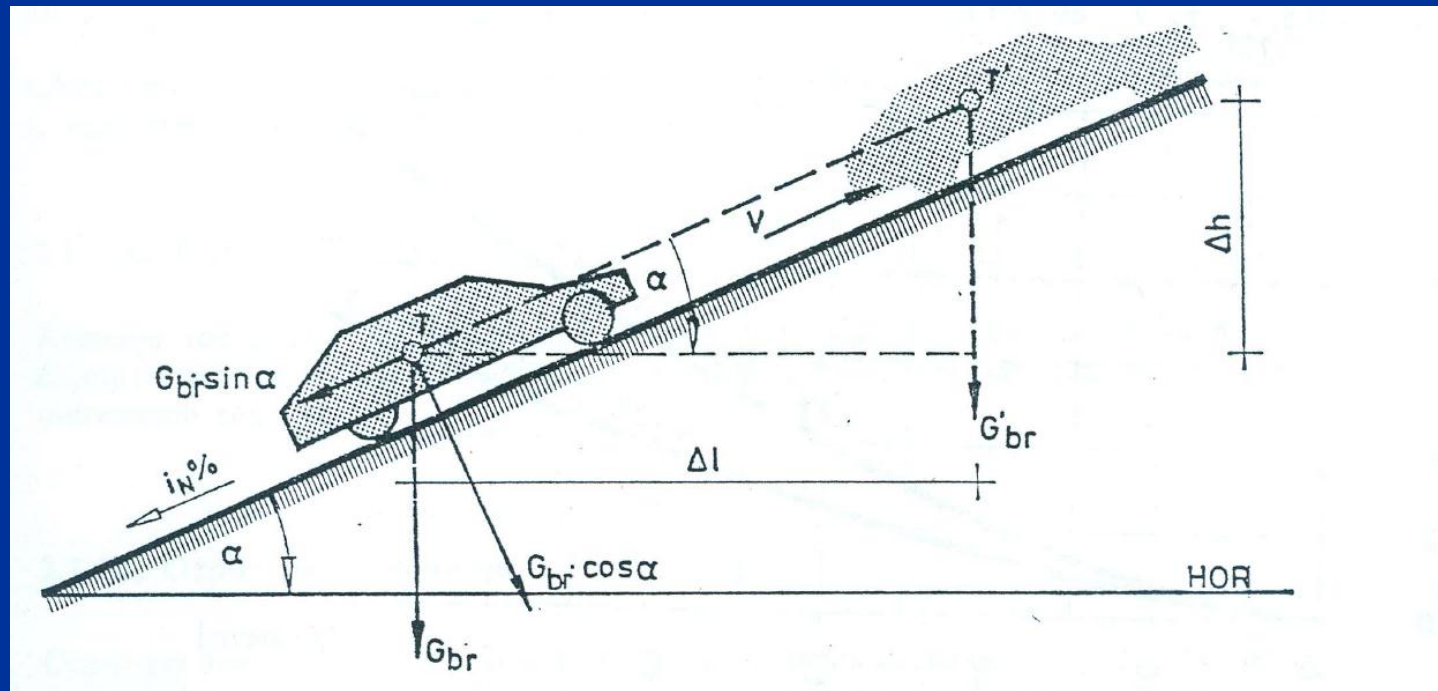
## OTPORI KRETANJU

- Otpor pri kotrljanju
  - Trenje u ležištima točkova
  - Trenje na kontaktu točka sa kolovoznom površinom
  - Unutrašnje trenje
  - Unutrašnje trenje u pneumatiku prilikom deformacije
- Utvrđuje se eksperimentalnim istraživanjima. Otpor kotrljanju raste sa porastom brzine. Za brzine do 80km/h – konstantna vrijednost

### OTPORI KRETANJU

- Otpor nagiba  $W_i$

$$G_{br} * \Delta h = W_i * \Delta l$$



## OTPORI KRETANJU

- Otpor vazduha
  - Brzina kretanja vozila (relativna brzina strujanja vazdušnih čestica)
  - Čeona površina
  - Oblik vozila
  - Gustina vazduha

## OTPORI KRETANJU

- Otpor inercijalnih sila
- Javlja se pri ubrzanom kretanju vozila, kada masa vozila dobija translatorno ubrzanje, a sistem zamajac-točak rotaciono ubrzanje

## OTPOR KLIZANJU

- da bi se ostvarilo kretanje, osim  $Z \geq \Sigma W$ , mora postojati  $T \geq Z$
- sila trenja  $T = N * f$

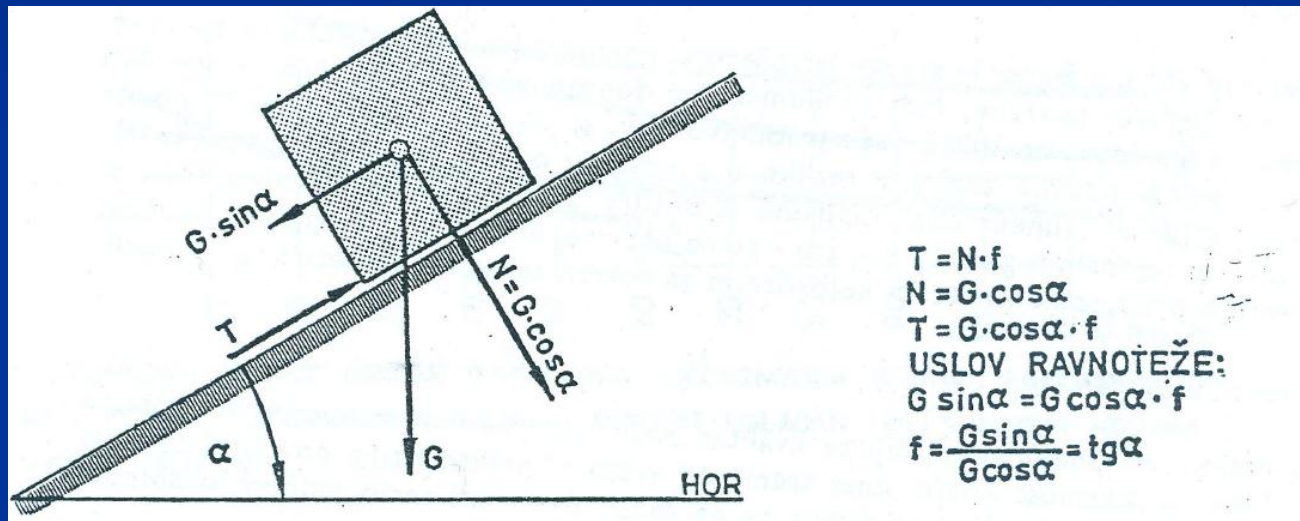
N – Normalna sila (raspodjela bruto težine vozila, uvijek pozitivna)

f - koeficijent trenja – prionjivost predmeta koji naleže na podlogu i hvatljivost same podloge



### OTPOR KLIZANJU

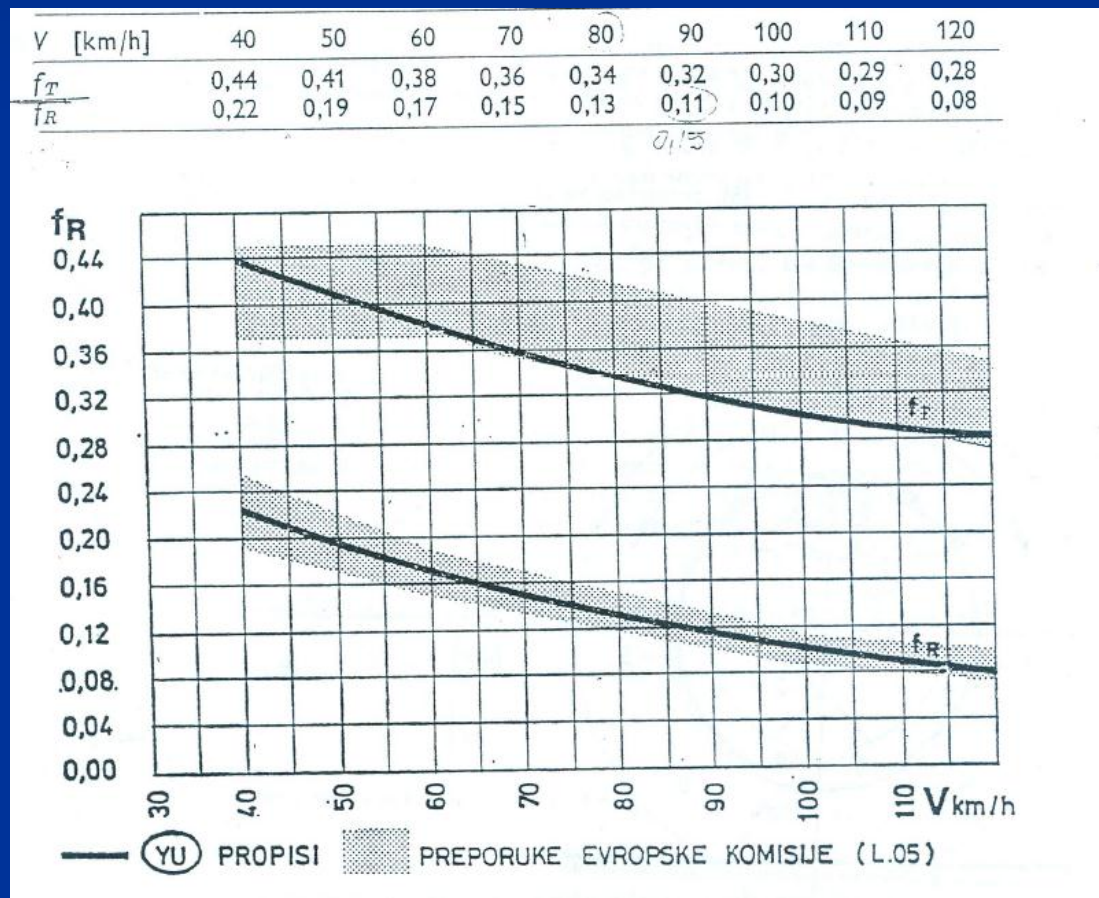
- Koeficijent trenja



- Stanje pneumatika (stepen istrošenosti)
- Kolovozni zastor (hrapavost, veličina, čvrtoća, otp.na glačanje, oštrina ivica zrna agregata, količina veziva)
- Uslovi kontakta (trenutno stanje kk, spoljni uticaji, brzina, aqua-planing)
- Koeficijent trenja u krivini

### OTPOR KLIZANJU

- Normirane vrijednosti koeficijenta trenja  
- čist, mokar kolovoz, normalne hrapavosti



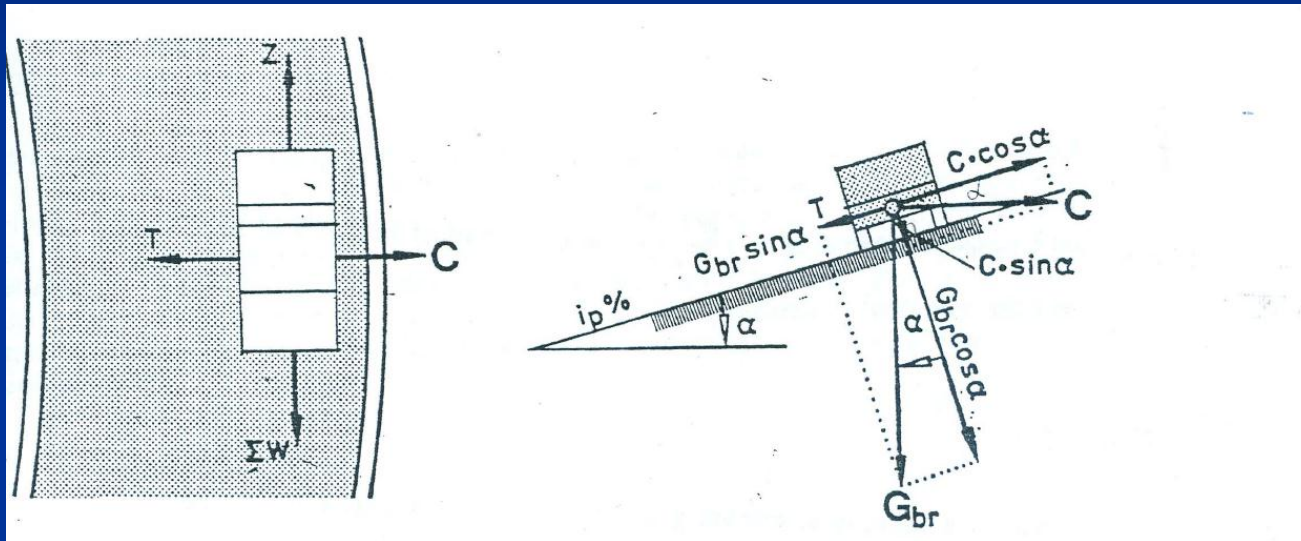
## KOČENJE VOZILA

- Forsirano kočenje (intenzivno-na najkraćem putu)
- Slobodno kočenje (postupno)
- Zaustavni put
- Zaustavni put pri forsiranom kočenju
- Zaustavni put pri slobodnom kočenju

## STABILNOST VOZILA U KRIVINAMA

- Centrifugalna sila  $C = m \cdot v^2 / R$ 
  - horizontalna (vozilo i putnici-bočni potisak)
  - vertikalna

### STABILNOST VOZILA U KRIVINAMA



$$C = m \cdot v^2 / R$$

$$C / G_{br} = i_p + f_r$$

$$R = V^2 / 127(i_p + f_r) \quad (\text{m})$$

## STABILNOST VOZILA NA PRETURANJE

- Kod visokih i uskih vozila, dvospratni autobusi i specijalne vrste transportera