

Mašinski Fakultet Univerziteta u Beogradu



## **Mašinski elementi II**

VI smena – Doc. dr Aleksandar Marinković  
Doc. dr Tatjana Lazović

# **Kaišni parovi**

Subota 16.04.2011.

# Osobine kaišnih prenosnika



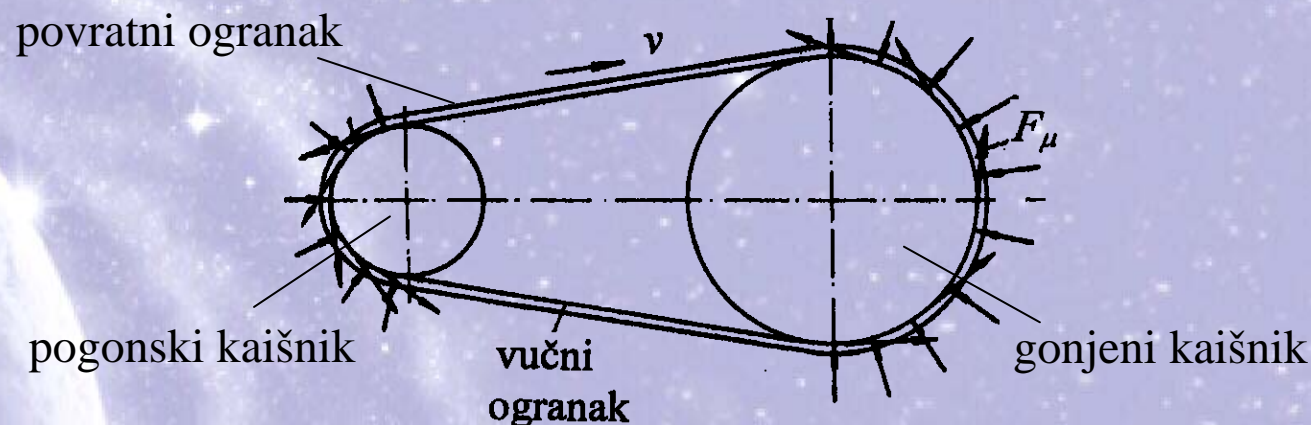
Omogućavaju prenošenje i transformaciju mehaničke energije između vratila na većem rastojanju.

Prenos je elastičan, prigušuje udare i vibracije, ne stvaraju dinamička opterećenja, buku i vibracije.

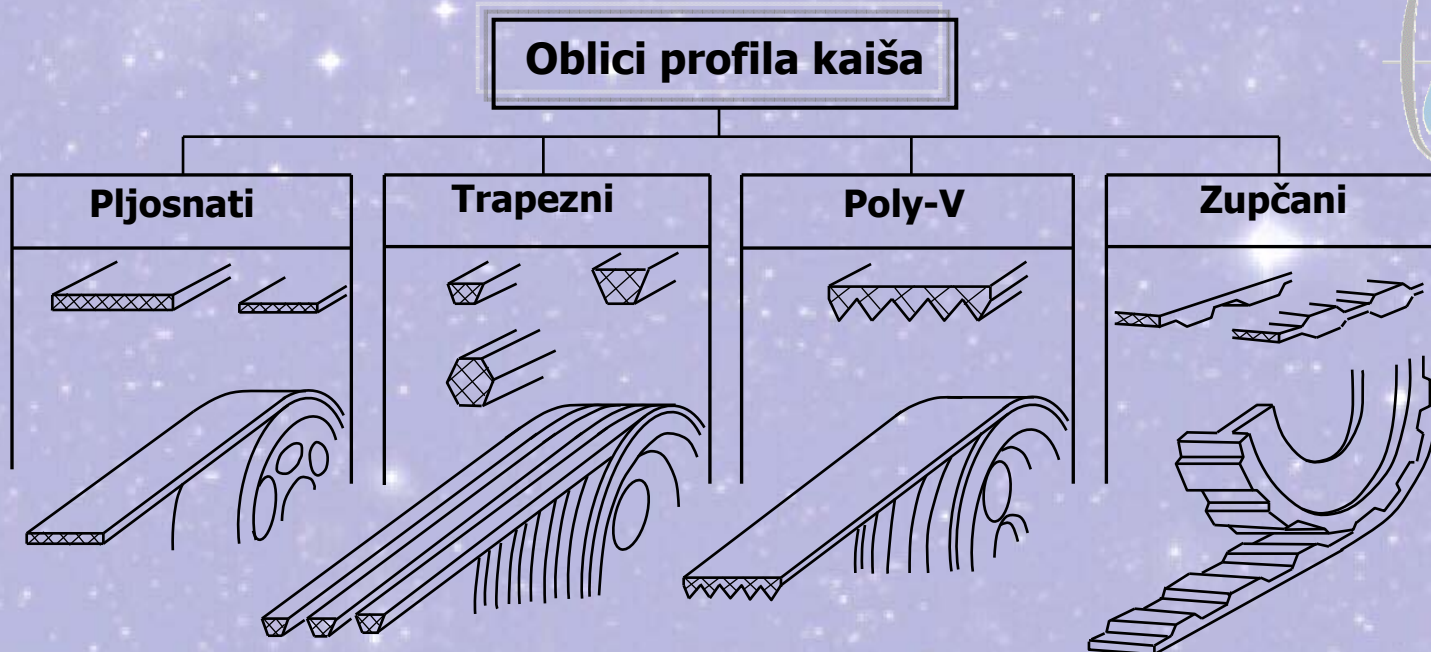
Radno opterećenje se prenosi posredstvom sile trenja ili zahvatanjem zubaca.

Zatezanjem kaiša na dodiru sa kaišnikom ostvaruje se normalna sila  $F_n$  i sila trenja  $F_\mu$  koja mora biti veća od sile koja se prenosi ( $F_\mu > F_t$ ).

Prenošenje obrtnog momenta pomoću trenja unosi i mogućnost proklizavanja.



# Podela prema obliku kaiša



Kod **pljosnatog kaiša** potrebna je najveća sila pritezanja

**Trapezni profil** kaiša značajno smanjuje potrebu za pritezanjem, ali napon na savijanje kaiša je povećan kao i napon usled centrifugalne sile, što ograničava primenu trapeznog kaiša do obimne brzine od 30m/s.

**Poli-V profil** otklanja te nedostatke, a zadržava pogodnosti trapeznog profila.

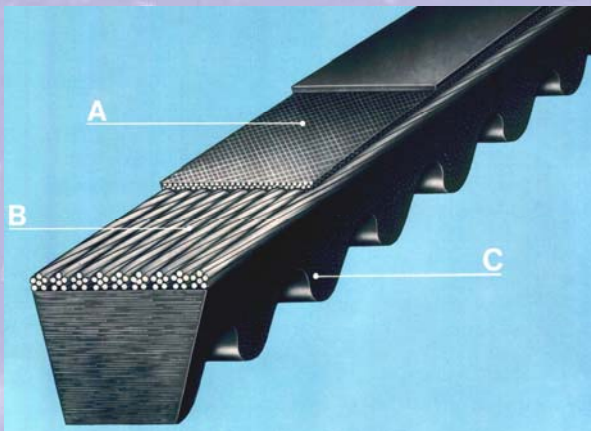
Kod **zupčanog kaiša** trenje je zamenjeno zahvatom zubaca, a prenosni odnos siguran i zadržana elastična svojstva kaiša.



# Materijal kaiša

Materijal kaiša treba da ima sledeća svojstva:

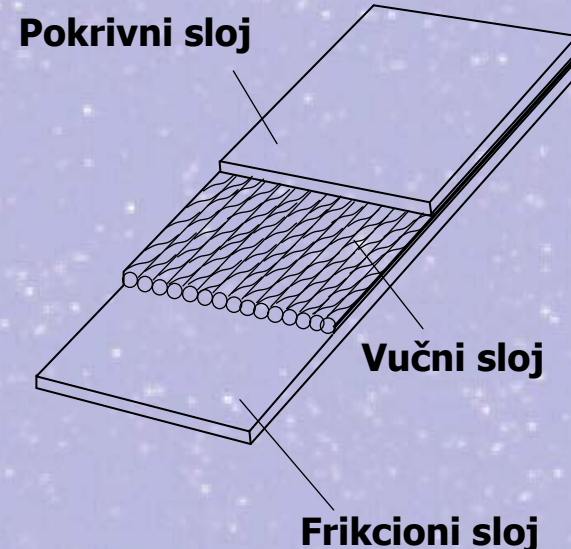
- koeficijent trenja treba da je što veći,
- modul elastičnosti u pravcu dužine treba da je visok i
- otpornost na habanje što veća



Ova svojstva se dobijaju kombinovanjem više materijala:

Osnovni materijal je guma, **elastična** i sa visokim **koeficijentom trenja**. Impregniranjem tekstilnim, čeličnim ili drugim vlaknima, povećava se uzdužni **modul elastičnosti** (nosivost).

**Otpornost na habanje** se povećava oblaganjem tekstilnim vlaknima



# Dimenzije kaiša i kaišnika

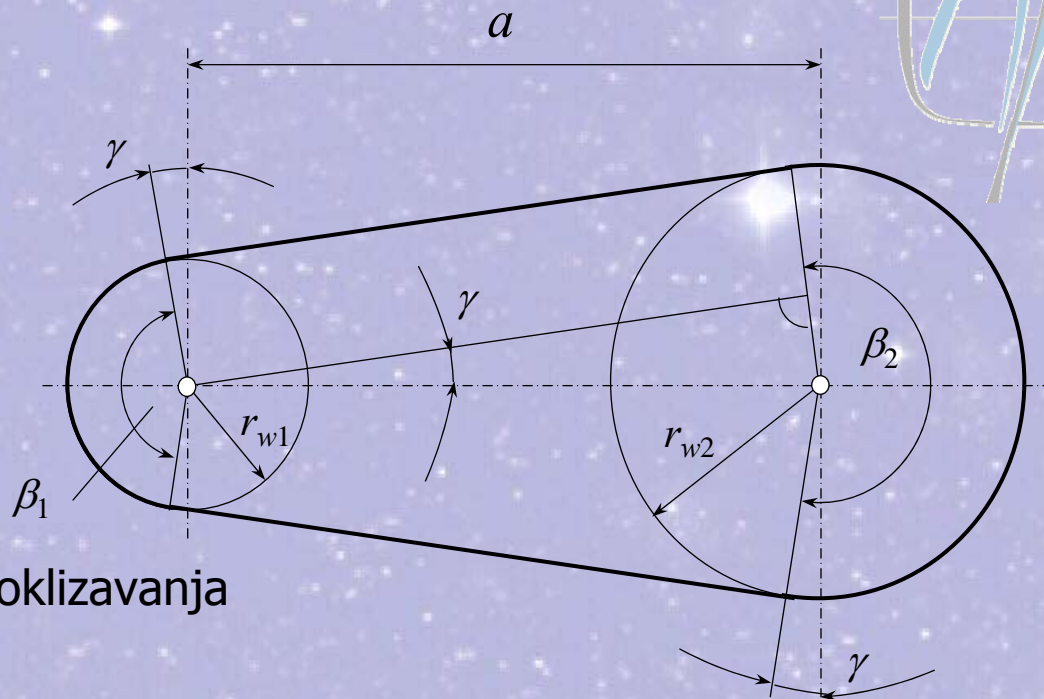


$$a = (0,7...2)(d_{w1} + d_{w2})$$

$$i = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} \frac{1}{1 - f_k}$$

gde je:

$f_k = 0,01 - 0,03$  – faktor proklizavanja

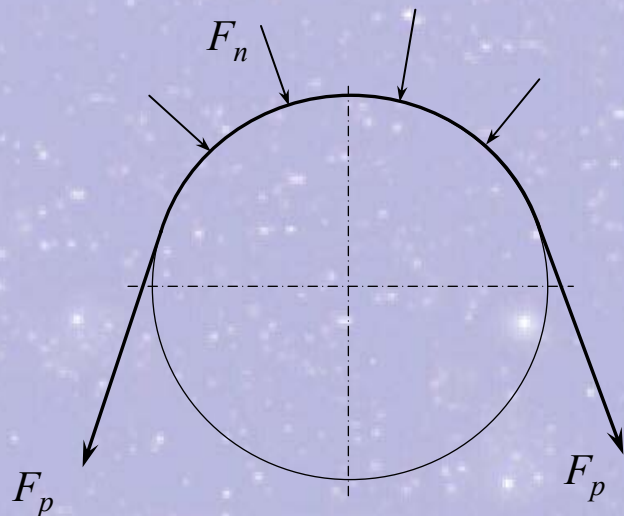


Kada se uzmu u obzir  $\beta_1 = 180^0 - 2\gamma$   $\beta_2 = 180^0 + 2\gamma$   $\sin \gamma = \frac{r_{w2} - r_{w1}}{a}$

Dobija se dužina kaiša: 
$$L = 2a \cos \gamma + (r_{w1}\beta_1 + r_{w2}\beta_2) \frac{\pi}{180^0}$$

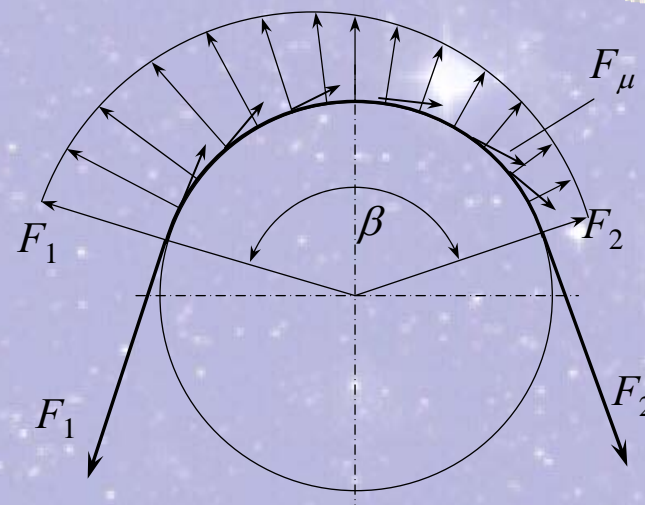
# Sile u kaišu (1)

Pri pritezanju kaiša



$$F_1 + F_2 = 2F_p$$

Pri prenošenju sile  $F_t$



$$F_1 - F_2 = S_\mu c_A F_t$$

Sila u vučnom ogranku  $F_1$  je veća od sile u povratnom ogranku  $F_2$  za veličinu tangentne sile



# Sile u kaišu (2)

Na osnovu ravnoteže elementarnog dela kaiša u horizontalnom i vertikalnom pravcu:

$$dF_{\mu} - dF \cos \frac{d\beta}{2} = 0$$

$$dF_n - 2F \sin \frac{d\beta}{2} - dF \sin \frac{d\beta}{2} = 0$$

Pošto je ugao  $d\beta$  mali sledi da je:

$$dF_{\mu} = dF$$

$$dF_n = F d\beta$$

$$dF_{\mu} = \mu \cdot dF_n$$

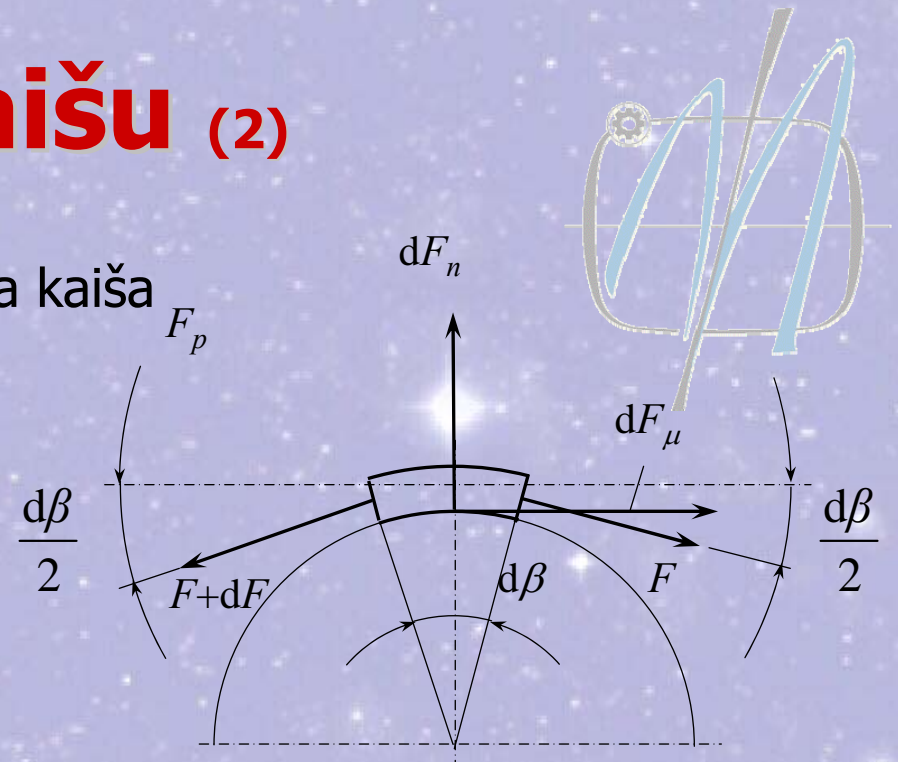
$$\frac{dF}{F} = \mu \cdot d\beta$$

Integraljenjem od donje granice  $F_2$  do gornje  $F_1$ , na obvojnog uglu sledi:

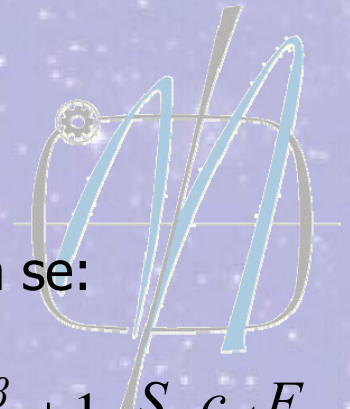
$$\int_{F_2}^{F_1} \frac{dF}{F} = \int_0^{\beta} \mu \cdot d\beta$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\beta}$$

$$F_1 = F_2 e^{\mu\beta}$$



# Sile u kaišu (3)



Uz prethodno dobijenu treću jednačinu koja povezuje sile dobija se:

$$F_1 = \frac{e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} S_{\mu} c_A F_t \quad F_2 = \frac{1}{e^{\mu\beta} - 1} S_{\mu} c_A F_t \quad F_p = \frac{e^{\mu\beta} + 1}{e^{\mu\beta} - 1} \frac{S_{\mu} c_A F_t}{2}$$

Ako paralelno opterećenje prenosi z kaiševa, sila pritezanja jednog kaiša  $F_{p1}$

$$F_{p1} = \frac{S_{\mu} c_A F_t}{2 \varphi z} + k v^2 \quad \text{gde je:} \quad \varphi = \frac{e^{\mu\beta} - 1}{e^{\mu\beta} + 1}$$

a sila koja deluje na vratilo  $F_R$ , tj. ukupna sila pritezanja je:

$$F_R = 2zF_{p1} \cos \gamma$$



# Naponi u kaišu

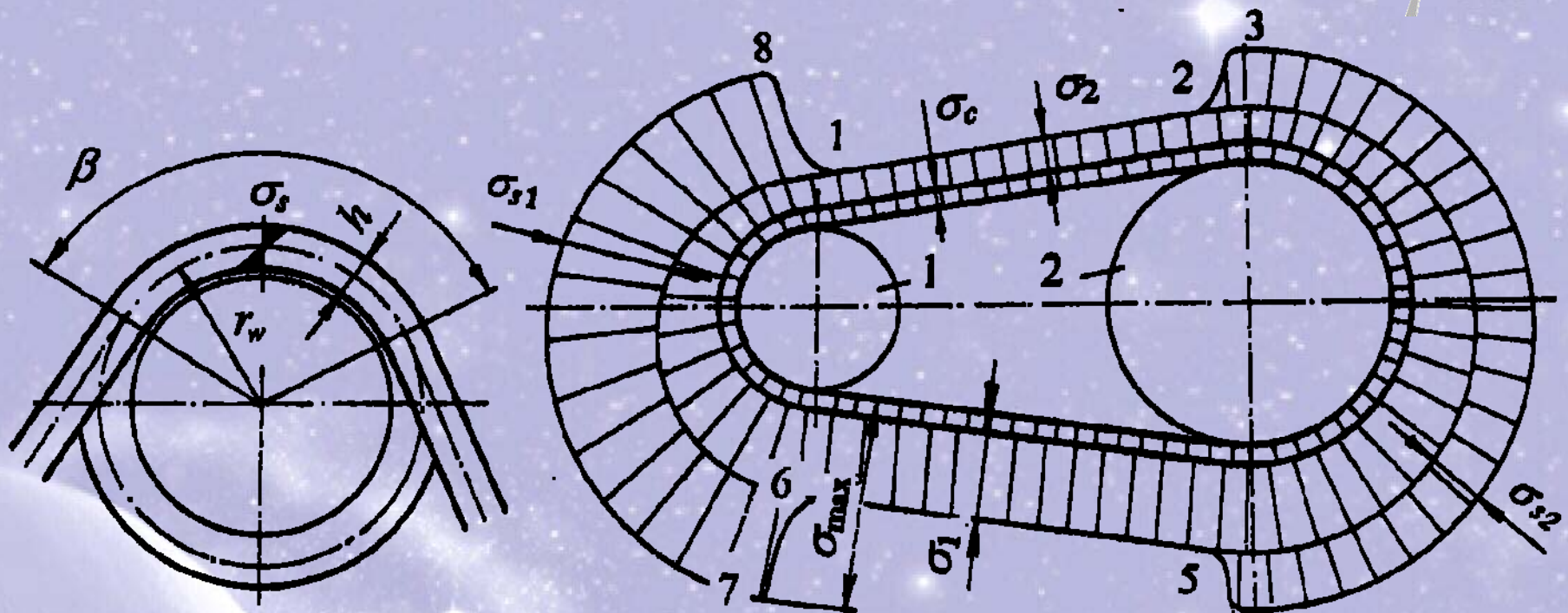


$$\sigma_s = \frac{h}{d_w} E_s$$

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A} = \rho v^2$$

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{A}$$



$$\sigma_{\max} = \sigma_c + \sigma_1 + \sigma_{s1} = \rho v^2 + \frac{F_1}{A} + \frac{h}{d_1} E$$

# Izdržljivost kaiša i radni vek

Napon  $\sigma_{\max}$  koji dovede do zamora (prekida) kaiša posle  $N_0$  promena (savijanja) je dinamička izdržljivost kaiša  $\sigma_{N0}$

Za kaiš izložen naponu  $\sigma_{\max}$ , broj promena napona do pojave prsline  $N$  je:

$$N = N_0 \left( \frac{\sigma_{N0}}{\sigma_{\max}} \right)^m$$

Ako se uzme da je broj promena napona savijanja u radnom veku

$$n_{\Sigma} = 3600 L_h f_s$$

Broj sati rada do razaranja odnosno radni vek  $L_h$  je:

$$L_h = c_s c_{NR} \frac{N_0}{3600 f_s} \left( \frac{\sigma_{N0}}{\sigma_{\max}} \right)^m$$

