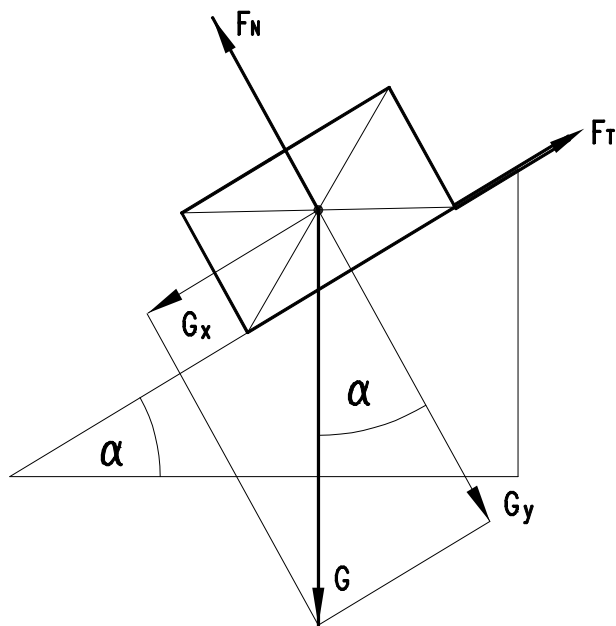


Název a adresa školy:	Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost, oblast podpory 1.5
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0129
Název projektu	SŠPU Opava – učebna IT
Typ šablony klíčové aktivity:	III/2 Inovace a zkvalitnění výuky směřující k rozvoji odborných kompetencí žáků středních škol (20 vzdělávacích materiálů)
Název sady vzdělávacích materiálů:	<b>MEC I</b>
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Mechanika I, 1. ročník
Sada číslo:	<b>G-19</b>
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	<b>19</b>
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_G-19-16
Název vzdělávacího materiálu:	<b>Čepové tření</b>
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Iva Procházková

## Za jakých podmínek sjede těleso samovolně



$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F_t - G_x = 0 \Rightarrow F_t = G \cdot \sin \alpha$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_N - G_y = 0 \Rightarrow F_N = G \cdot \cos \alpha$$

$$F_t = F_N \cdot f$$

Těleso se snaží uvést do pohybu síla  $G_x$ ,  
pohybu brání síla  $F_t$ .

Aby se těleso nepohybovalo, musí být:

$$F_t > G \cdot \sin \alpha$$

$$F_N \cdot f > G \cdot \sin \alpha$$

$$G \cdot \cos \alpha \cdot f > G \cdot \sin \alpha$$

$$f > \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

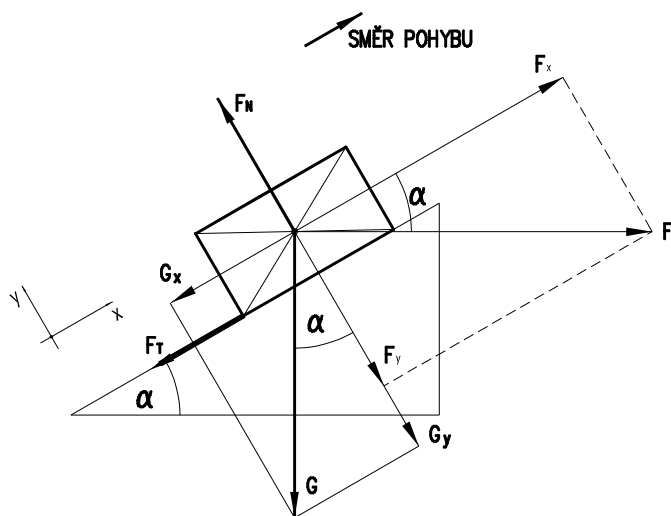
$$f > \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \varphi > \operatorname{tg} \alpha$$

$$\varphi > \alpha \quad \text{Tedy třecí úhel } \varphi \text{ musí být větší, než úhel nakloněné roviny.}$$

Poznámka: Pokud se soustava s třením neuvede sama do pohybu, říkáme, že je samosvorná.  
Například klíny.

**Př.:** Zjistěte sílu  $F$  potřebnou k rovnoměrnému pohybu tělesa po nakloněné rovině.



$$f = 0,2; \alpha = 15^\circ; G = 1.000 \text{ N}$$

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$F_x - G_x - F_t = 0$$

$$F \cdot \cos \alpha = F_t + G \cdot \sin \alpha$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$F_N - G_y - F_y = 0$$

$$F_N = G \cdot \cos \alpha + F \cdot \sin \alpha$$

$$F_t = F_N \cdot f$$

$$F \cdot \cos \alpha = F_N \cdot f + G \cdot \sin \alpha = f \cdot (G \cdot \cos \alpha + F \cdot \sin \alpha) + G \cdot \sin \alpha$$

$$F \cdot \cos \alpha = f \cdot G \cdot \cos \alpha + f \cdot F \cdot \sin \alpha + G \cdot \sin \alpha$$

$$F \cdot \cos \alpha - f \cdot F \cdot \sin \alpha = f \cdot G \cdot \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha$$

$$F \cdot (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) = G \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$F = G \cdot \frac{f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha} = 1.000 \cdot \frac{0,2 \cdot \cos 15^\circ + \sin 15^\circ}{\cos 15^\circ - 0,2 \cdot \sin 15^\circ} = 495 \text{ N}$$

## Čepové tření

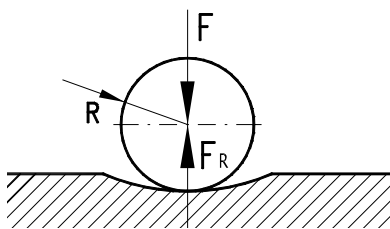
Kloubové (otočné) spojení se provádí pomocí čepů.

Čepy jsou radiální – síla je kolmá na osu čepu.

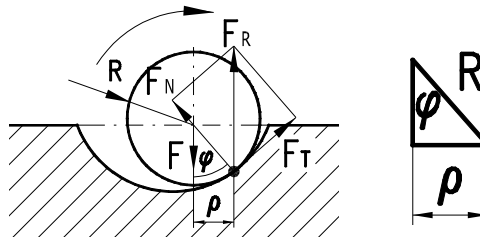
Čepy jsou axiální – síla v ose.

## Radiální čep

V klidu.



Za otáčení – čep povyjede nahoru.



Dvojice sil  $F$ ,  $F_R$  způsobí tzv. moment čepového tření, t.j. odpor proti otáčení čepu.

$$M_{\xi} = F \cdot \rho$$

$$\rho = R \cdot \sin \varphi$$

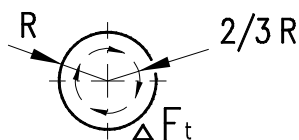
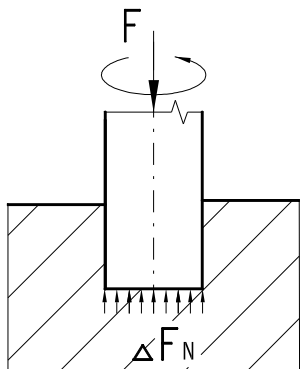
$$M_{\xi} = F \cdot R \cdot \sin \varphi$$

$$f_{\xi} = \sin \varphi$$

$$M_{\xi} = F \cdot R \cdot f_{\xi}$$

$f_{\xi}$  = součinitel čepového tření (najdeme jej ve strojnických tabulkách).

## Axiální čep



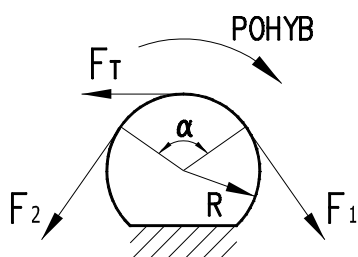
Třecí síla  $F_t$  je rovnoměrně rozdělena po celé ploše čepu.

Uvažujeme, že výslednice působí na rameni  $2/3 R$  pro nezaběhnutý čep a  $1/2 \cdot R$  pro zaběhaný čep.

Moment čepového tření:

$$M_{\xi} = F \cdot f \cdot \frac{2}{3} R$$

## Vláknové tření



Vzniká při smýkání lan a pásů po nehybné válcové ploše. Větší síla bude vždy tam, kde lano opouští válcovou plochu, tedy

$$F_1 > F_2$$

Podmínka momentové rovnováhy:

$$F_1 \cdot R - F_t \cdot R - F_2 \cdot R = 0$$

$$F_1 = F_2 + F_t$$

Pro tento případ byla odvozena tzv. podmínka vláknového tření:

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\alpha f}$$

$\alpha$  – úhel opásání [rad];

$f$  – koeficient vláknového tření;

$e = 2,718 \rightarrow$  základ přirozených logaritmů.

**Zvedání břemene:**

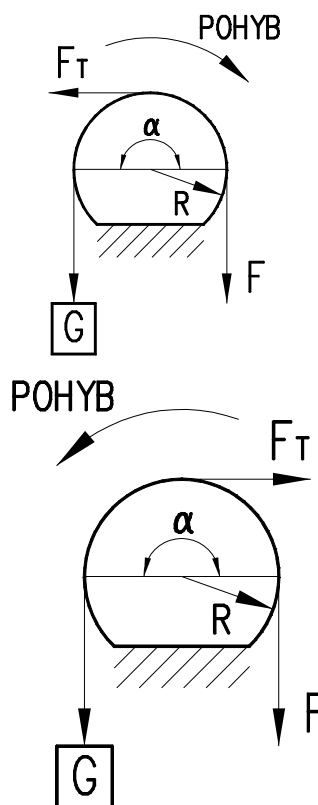
$$F > G$$

$$F = G \cdot e^{\alpha f}$$

**Spouštění břemene:**

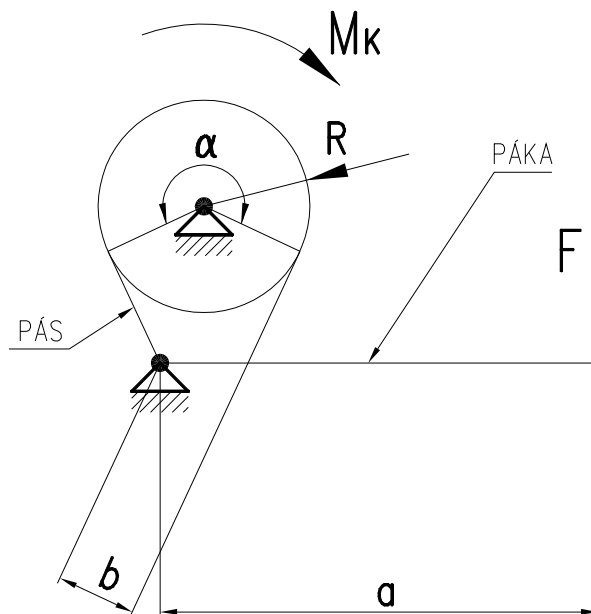
$$F < G$$

$$G = F \cdot e^{\alpha f}$$



**Př.:** Jak velkou silou musíme působit na pásovou brzdu, abychom ubrzдили kroučící moment  $M_K$ .

Uvolníme buben a páku.



Uvolnění bubnu:

$$F_1 > F_2$$

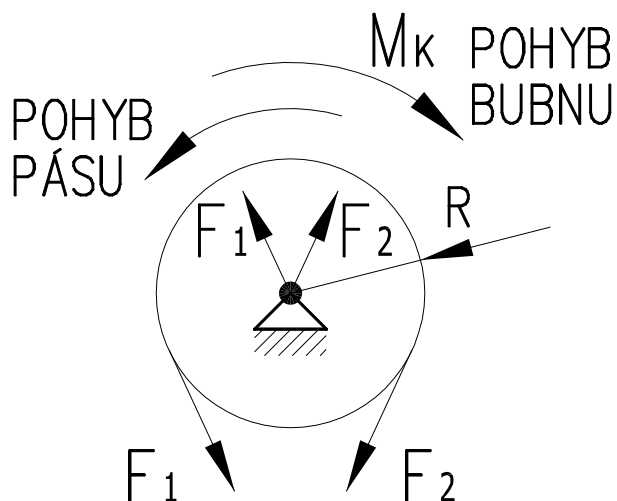
$$F_1 = F_2 \cdot e^{\alpha f}$$

Momentová rovnice:

$$M_K + F_2 \cdot R - F_1 \cdot R = 0$$

$$M_K + F_2 \cdot R - F_2 \cdot R \cdot e^{\alpha f} = 0$$

$$F_2 = \frac{M}{R \cdot (e^{\alpha f} - 1)}$$



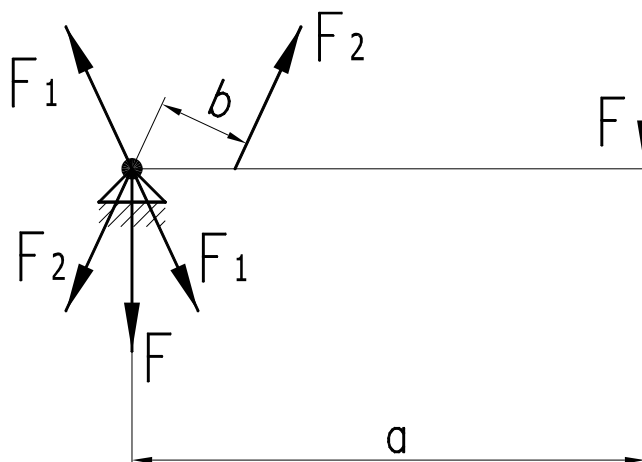
Uvolnění páky:

Momentová rovnováha:

$$F \cdot a - F_2 \cdot b = 0$$

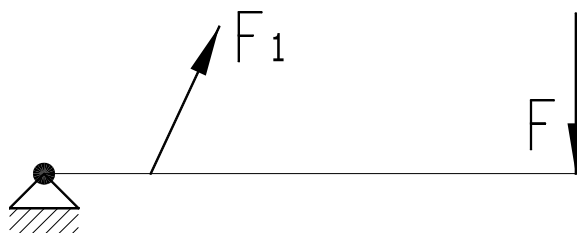
$$F = F_2 \cdot \frac{b}{a}$$

$$F = \frac{b}{a} \cdot \frac{M}{R} \cdot \frac{1}{e^{\alpha f} - 1}$$



Poznámka:

Pro opačný smysl otáčení bychom potřebovali větší sílu  $F$ , protože na páku by namísto síly  $F_2$  působila větší síla  $F_1$ . Tato brzda se tedy hodí pro jeden smysl otáčení.



## Seznam použité literatury

- SALABA S. – MATĚNA A.: *MECHANIKA I – STATIKA pro SPŠ strojnické*. Praha: SNTL, 1977.
- MRŇÁK L. – DRDLA A.: *MECHANIKA – Pružnost a pevnost pro střední průmyslové školy strojnické*. Praha: SNTL, 1977.
- TUREK, I., SKALA, O., HALUŠKA J.: *MECHANIKA – Sbírka úloh*. Praha: SNTL, 1982.
- LEINVEBER, J. – VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 5. doplněné vydání. Praha: Albra, 2011. ISBN 80-7361-033-7.