

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:	MEC I
Popis sady vzdělávacích materiálů:	Mechanika I, 1. ročník
Sada číslo:	G-19
Pořadové číslo vzdělávacího materiálu:	19
Označení vzdělávacího materiálu: (pro záznam v třídní knize)	VY_32_INOVACE_G-19-18
Název vzdělávacího materiálu:	Pružnost a pevnost
Zhotoveno ve školním roce:	2011/2012
Jméno zhotovitele:	Ing. Iva Procházková

Př.: Jakou silou F musíme působit při zvedání tělesa o hmotnosti $m = 100$ kg. Vše je ocelové, mazané.

a) Přes kladku:

Průměr kladky $D_K = 200$ mm

Průměr čepu $D_č = 50$ mm

$f_č = 0,05$

$G = m \cdot g = 100 \cdot 10 = 1.000$ N

$$M_A: G \cdot \frac{D_K}{2} + M_č - F \cdot \frac{D_K}{2} = 0$$

$$M_č = F_V \cdot R \cdot f_č$$

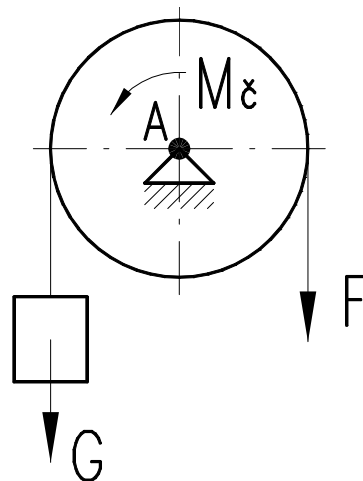
$$M_č = (G + F) \cdot f_č \cdot \frac{D_č}{2}$$

Potom:

$$G \cdot \frac{D_K}{2} + G \cdot f_č \cdot \frac{D_č}{2} + F \cdot f_č \cdot \frac{D_č}{2} - F \cdot \frac{D_K}{2} = 0$$

$$G \cdot \left(\frac{D_K}{2} + f_č \cdot \frac{D_č}{2} \right) + F \cdot \left(f_č \cdot \frac{D_č}{2} - \frac{D_K}{2} \right) = 0$$

$$F = \frac{G \cdot \left(\frac{D_K}{2} + \frac{D_č}{2} \cdot f_č \right)}{\frac{D_K}{2} - \frac{D_č}{2} \cdot f_č} = \frac{1.000 \cdot (100 + 25 \cdot 0,05)}{100 - 25 \cdot 0,05} = 1.025,3 \text{ N}$$



b) Přes kulatinu (zablokovaná kladka):

$$f = 0,05$$

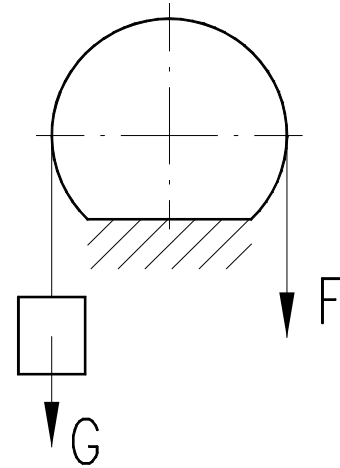
$$G = m \cdot g = 1.000 \text{ N}$$

$$F > G$$

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

$$F = 1.000 \cdot e^{\pi \cdot 0,05}$$

$$F = 1.170 \text{ N}$$



Při zvedání přes kladku potřebujeme menší sílu.

Př.: Jakou silou táhnu auto do kopce?

Hmotnost auta $m = 800 \text{ kg}$, $\alpha = 10^\circ$, poloměr kol

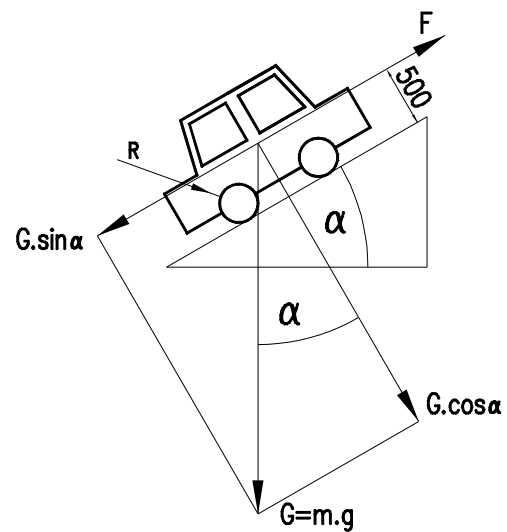
$R = 400 \text{ mm}$, tažné lano ve výšce 500 mm .

Síla F musí překonat:

- tíhovou složku $G \cdot \sin \alpha$;
- odpor valení 4 kol;
- tření v čepch (zanedbáme).

$\xi = 3 \text{ mm}$ (pneumatika asfalt).

$$G = m \cdot g = 800 \cdot 10 = 8.000 \text{ N}$$



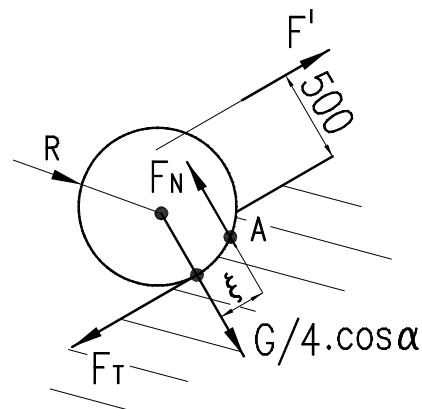
1. kolo:

M_A :

$$F' \cdot 500 - \frac{G}{4} \cdot \cos \alpha \cdot \xi = 0$$

$$F' = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot \xi}{4 \cdot 500} = \frac{8.000 \cdot \cos 10^\circ \cdot 3}{4 \cdot 500} = 11,8 \text{ N}$$

$$F = 4 \cdot F' + G \cdot \sin \alpha = 4 \cdot 11,8 + 8.000 \cdot \sin 10^\circ = 1.436 \text{ N}$$



Př.: Jakou sílu F potřebujeme k ubrzdění břemene?

$$R = 400 \text{ mm}$$

$$a = 600 \text{ mm}$$

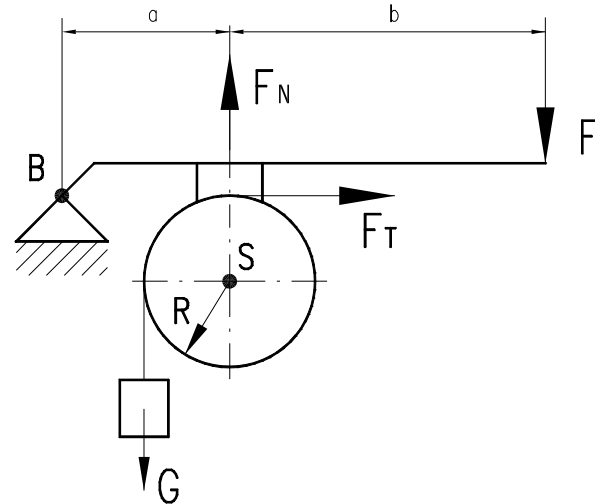
$$b = 1.000 \text{ mm}$$

$$f = 0,5$$

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$M = G \cdot R$$

$$G = m \cdot g = 100 \cdot 10 = 1.000 \text{ N}$$



$$\sum M_{is} = 0$$

$$M - F_t \cdot R = 0$$

$$F_t = \frac{M}{R} = \frac{G \cdot R}{R} = G = 1.000 \text{ N}$$

$$F_t = F_N \cdot f \Rightarrow F_N = \frac{F_t}{f}$$

$$\sum M_{iB} = 0$$

$$F(a+b) - F_N \cdot a = 0$$

$$F = \frac{F_N \cdot a}{a+b} = \frac{F_t}{f} \cdot \frac{a}{a+b} = \frac{1000}{0,5} \cdot \frac{600}{1600} = 750 \text{ N}$$

Pružnost – pevnost

Základy pružnosti a pevnosti položil Euler.

Působením síly na součást se stane následující:

- V součásti vznikne napětí.
- Součást se deformuje.

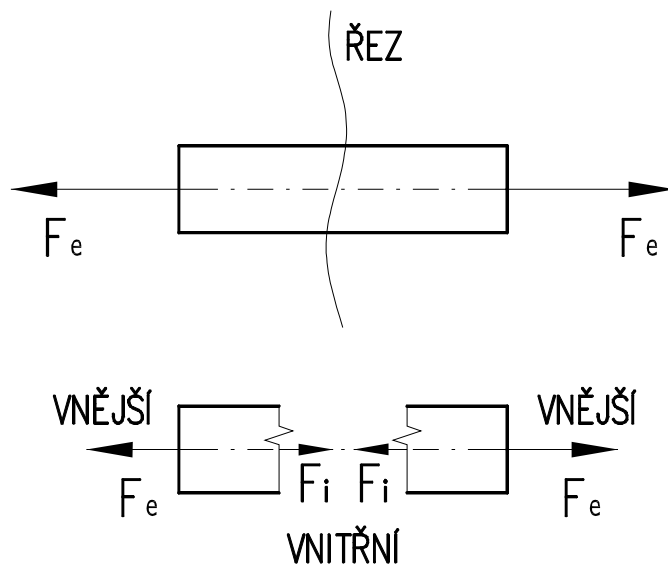
Síly

Na těleso (součást) působí **vnější síly** a to:

- Působící z vnějšku na těleso – síly, momenty, reakce, tlak větru ...
- Síly vázané na hmotnost tělesa – gravitační síla (tíha), setrvačná síla, odstředivá síla ...

Účinkem vnějších sil vznikají **vnitřní síly**, kterými se součást brání deformaci. Jejich velikost se určí z podmínek rovnováhy **metodou řezu** – součást se myšleně rozřízne, v místě řezu se zavedou vnitřní síly (jejich velikost určíme z podmínek rovnováhy).

Z vnitřních sil pak můžeme vypočítat napětí:

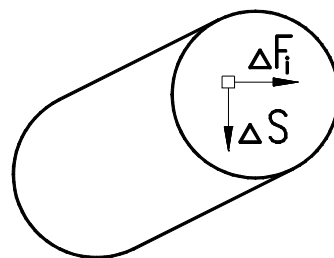


Napětí

Napětí zavádíme jako intenzitu vnitřních sil $\sigma = \frac{\Delta F_i}{\Delta S}$

Směr napětí je shodný se směrem síly F_i (je to vektor).

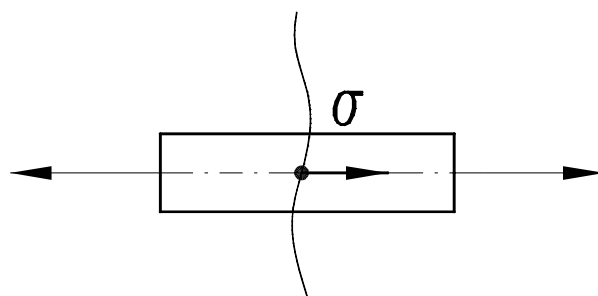
Jednotka: $\frac{N}{m^2} = Pa$, ve strojírenství se používá $\frac{N}{mm^2} = MPa$.



Máme dva druhy napětí

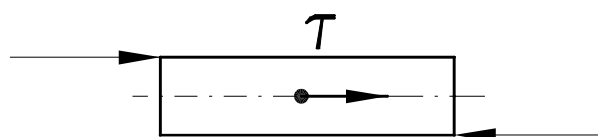
a) Normální napětí – síla je kolmá k rovině řezu. Toto napětí se snaží částice materiálu odtrhnout nebo stlačit.

značíme σ [sigma]



b) Tečná napětí – síla leží v rovině řezu. Toto napětí se snaží částice materiálu po sobě posunout.

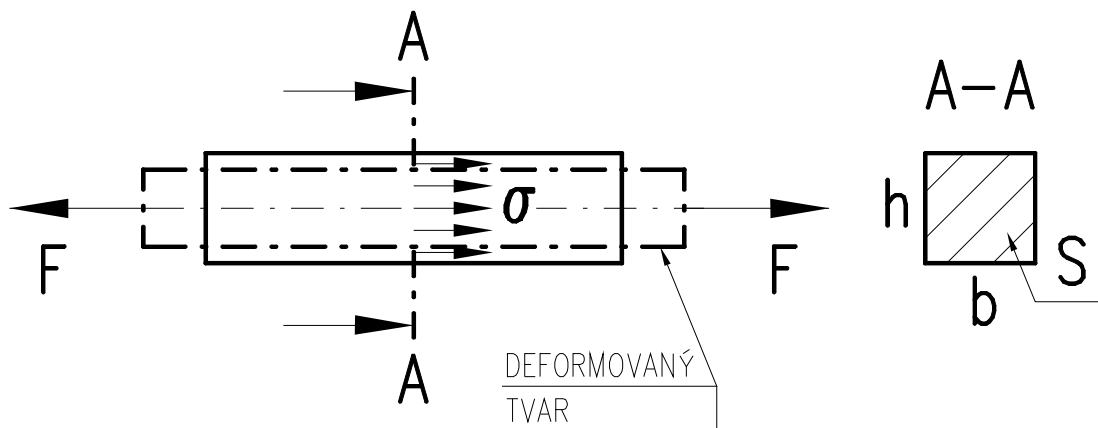
značíme τ [tau]



Základní druhy namáhání

Máme 5 základních druhů namáhání.

Tah



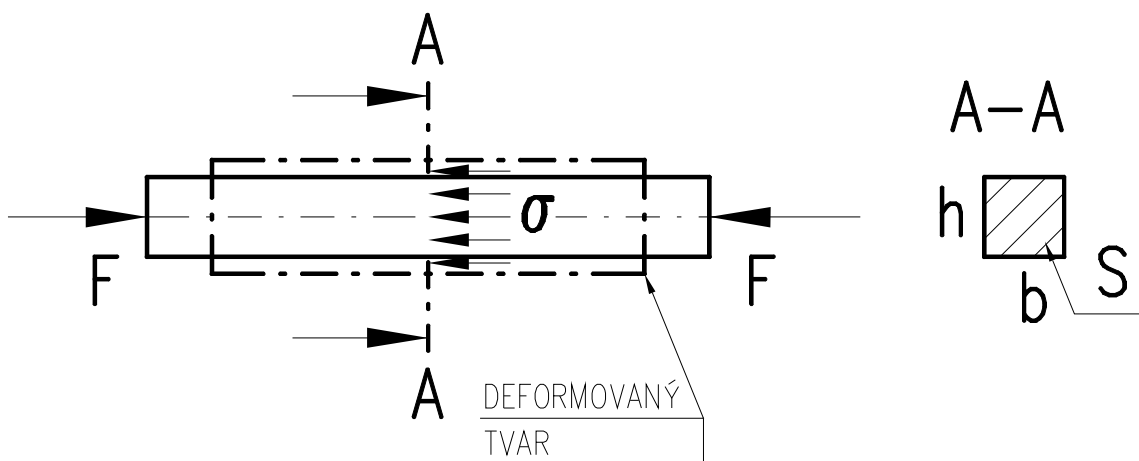
Součást se protahuje.

$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{\text{zatěžující síla}}{\text{plocha průřezu}}$$

$$S = b \cdot h$$

Napětí je po průřezu rozděleno rovnoměrně.

Tlak



Obdoba tahu.

Součást se zkracuje.

$$\sigma_d = \frac{F}{S} = \frac{\text{zatěžující síla}}{\text{plocha průřezu}}$$

$$S = b \cdot h$$

Napětí je po průřezu rozděleno rovnoměrně.

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.