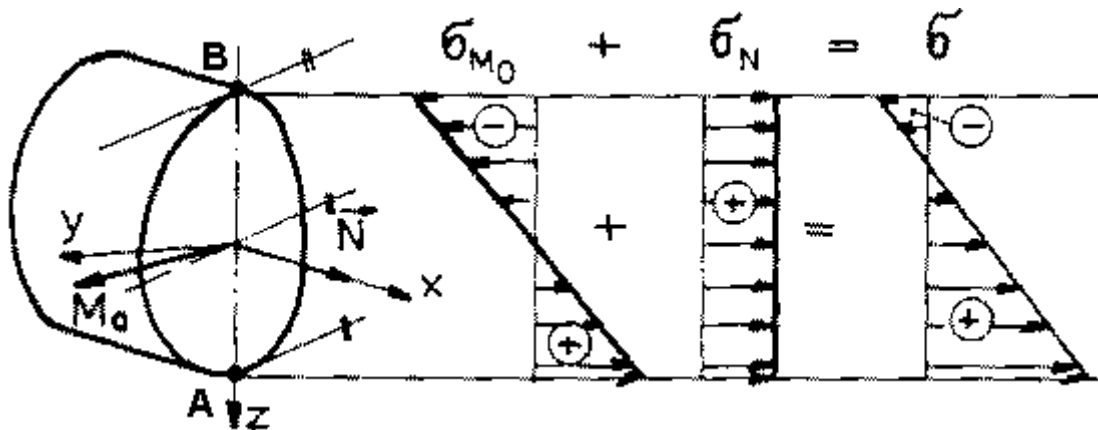


Kombinované namáhání ¹

1) N + M_o

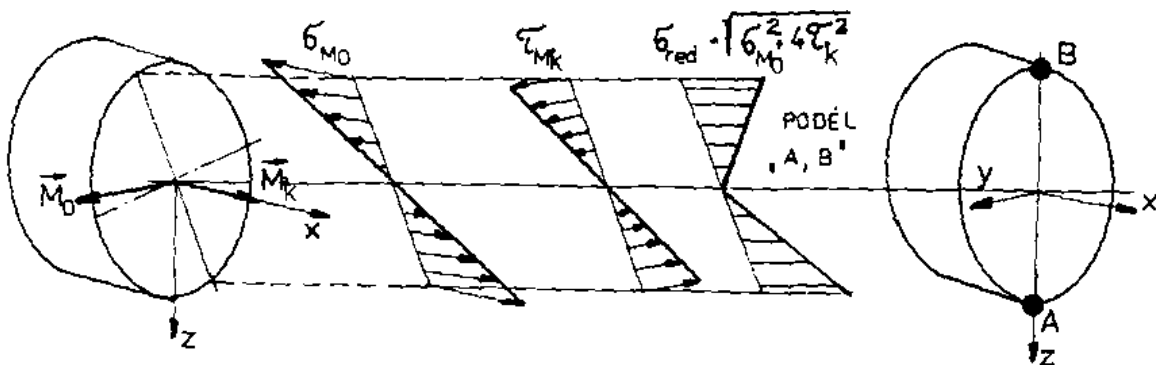


$$\sigma = \sigma_{M_o} + \sigma_N$$

$$k_{k,A} = \frac{\sigma_{kt}}{\sigma_A}, \quad k_{k,B} = \frac{\sigma_{kd}}{\sigma_B}$$

Normálové napětí je rozloženo po průřezu konstantně.
 Ohybové napětí se mění lineárně – maxima v bodech A a B.
 Nebezpečná místa - A a B.

2) M_o + M_k



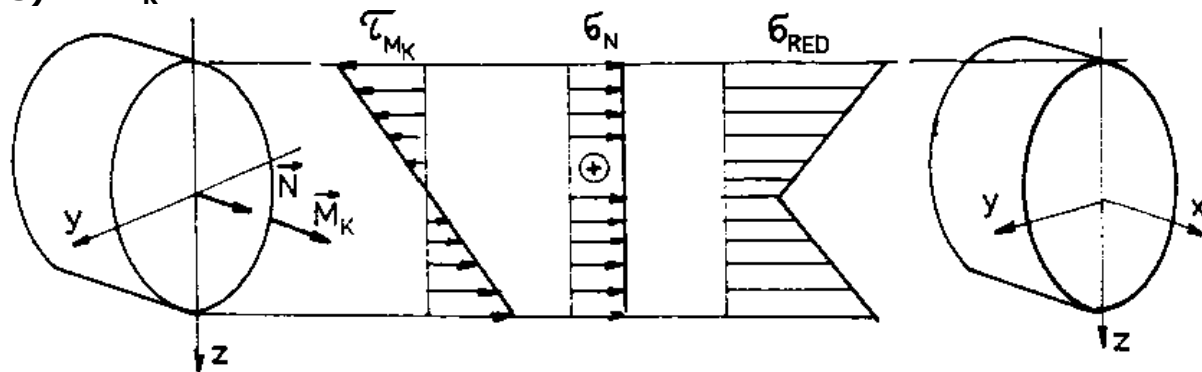
$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{ex}^2 + 4\tau_{ex}^2}$$

$$k_k = \frac{\sigma_k}{\sigma_{red}}$$

Ohybové napětí se mění po průřezu lineárně – maxima v bodech A a B.
 Smykové napětí se mění lineárně – max. na obvodu, min. ve středu.
 Nebezpečná místa - A a B.

¹ Janíček, P., Ondráček, E., Vrbka, J.: MECHANIKA TĚLES, Pružnost a pevnost I. Skriptum VUT v Brně, 1992, str. 270 – 274.

3) N + M_K

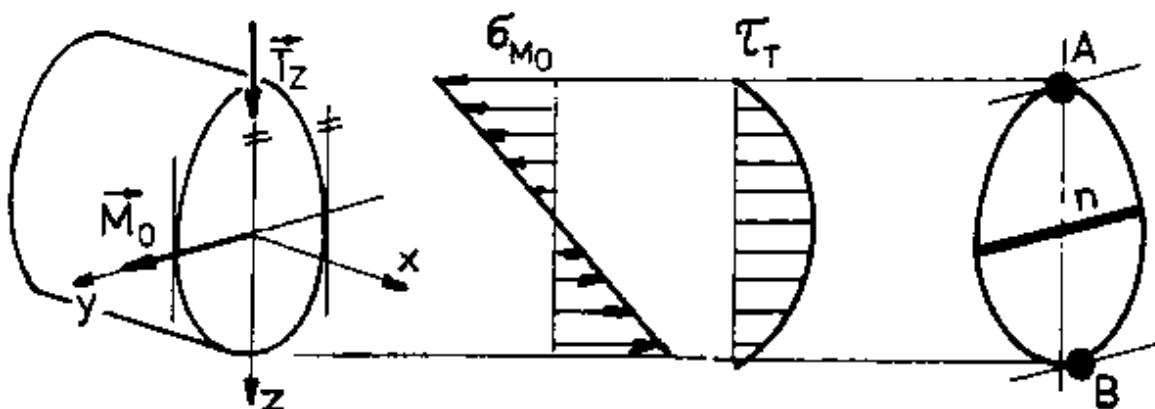


$$\sigma_N = \frac{N}{S} \quad \tau_{ex} = \frac{M_K}{W_K} = \frac{16M_K}{\pi D^3}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_N^2 + 4\tau_{ex}^2} \quad k_{k,A} = \frac{\sigma_{Kt}}{\sigma_A}$$

Smykové napětí – extr. na obvodě.
 Normálové nap. – konstantní.
 Nebezpečné místo – vnější obvod průřezu.

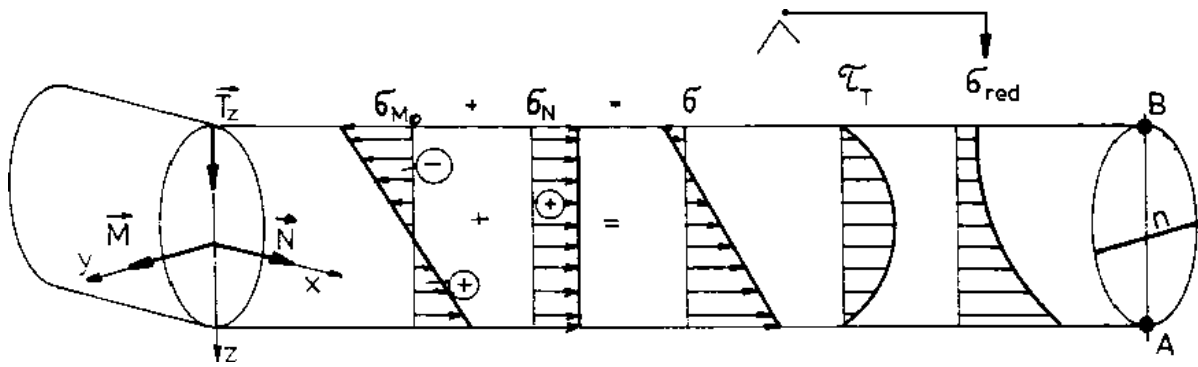
4) M_o + T



$$k_{k,A} = \frac{\sigma_{Kt}}{\sigma_{ex,A}}, \quad k_{k,B} = \frac{\sigma_{Kd}}{\sigma_{ex/B}}, \quad k_{k,n} = \frac{\sigma_{Kt}}{2\tau_{ex}} = \frac{\tau_k}{\tau_{ex}}$$

Max. ohyb. napětí v bodech A a B.
 Maximální smykové napětí – na úsečce n.
 Nebezpečná místa – body A, B a úsečka n.

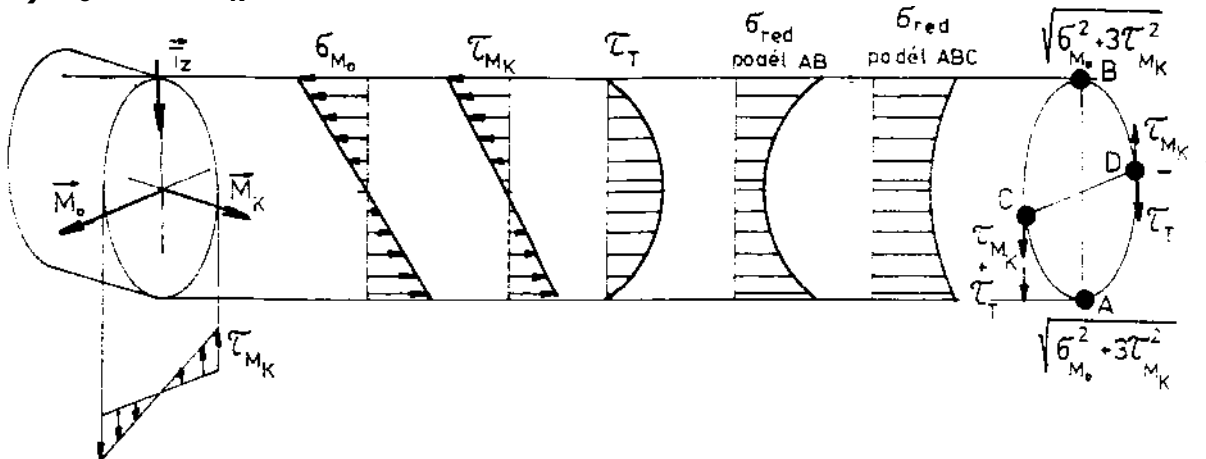
5) $M_o + T + N$



$$\sigma_{red,n} = \sqrt{\sigma_N^2 + 4\tau_T^2} \Rightarrow k_{k,n} = \frac{\sigma_K}{\sigma_{red,n}}$$

$$k_{k,A} = \frac{\sigma_K}{\sigma_{Mo} + \sigma_N}$$

6) $M_o + T + M_K$



$$\sigma_{red A,B} = \sqrt{\sigma_{ex}^2 + 4\tau_{ex,M_K}^2} \quad k_{k,A} = k_{k,B} = \frac{\sigma_K}{\sigma_{red A,B}}$$

$$\sigma_{red,C} = 2(\tau_{ex,T} + \tau_{M_K}) \quad \sigma_{red,D} = 2(\tau_{ex,T} - \tau_{M_K})$$

$$k_{k,C} = \frac{\sigma_{Kt}}{\sigma_{red,C}} = \frac{\tau_k}{\tau_{ex,T} + \tau_{M_K}} \quad k_{k,D} = \frac{\sigma_{Kt}}{\sigma_{red,D}} = \frac{\tau_k}{\tau_{ex,T} - \tau_{M_K}}$$

V bodech A, B – kombinace $M_o + M_K$.

V bodech C, D – kombinace $M_K + T$.

$\sigma_{red A,B}$ - redukované nap. v bodech A a B.

$k_{k,A}$ - bezpečnost vzhledem k MS pružnosti v bodě A.

$\sigma_{Kt}, \sigma_{Kd}, \tau_k$ - mez kluzu v tahu, tlaku, ve smyku.