

## ***Ohyb staticky neurčitých prutů a rámu***

***K čemu je to dobré?*** Značná část součástí reálných součástí je **uložena staticky neurčitě**.

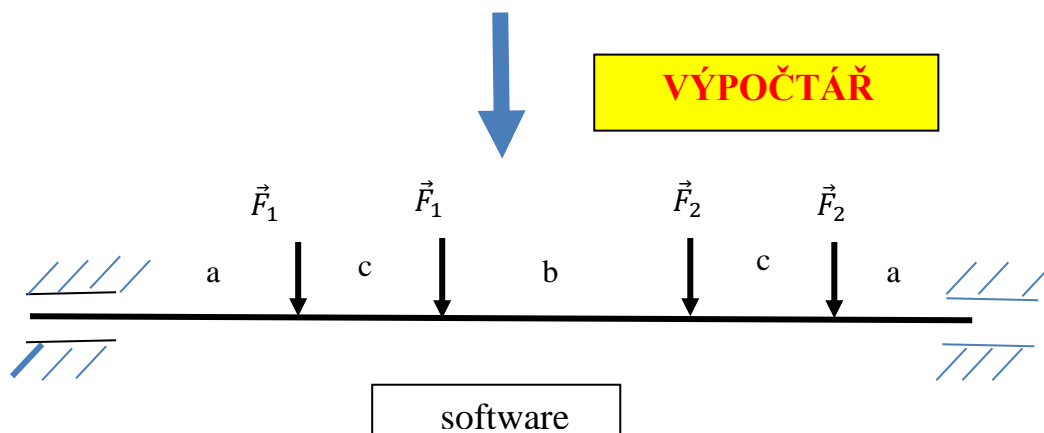
Např. vřetena obráběcích strojů mají často několik ložisek za sebou z důvodů zvýšení tuhosti.

Rámy (např. u kola, automobilů, obráběcích strojů, apod.) jsou pruty s uzavřenou střednicí namáhané na ohyb a jsou také **vnitřně staticky neurčitě**. K pevnostní kontrole takových součástí je nutné zvládnout formulovat deformační podmínky a částečné uvolnění. Také si lze ušetřit práci při využití symetrie.

KONSTRUKTÉR/DESIGNER/ZÁKAZNÍK

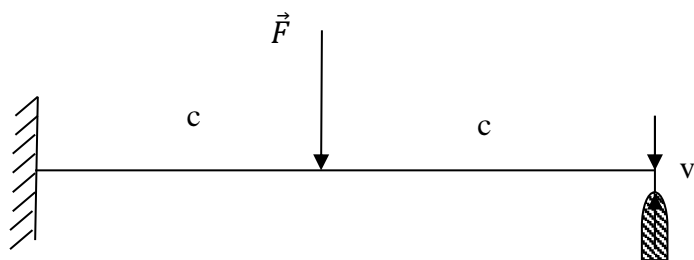


Obr 1 konstrukce houpačky. Typicky staticky neurčitě uložený nosník. credit [www.honzikuvhrad.cz](http://www.honzikuvhrad.cz)

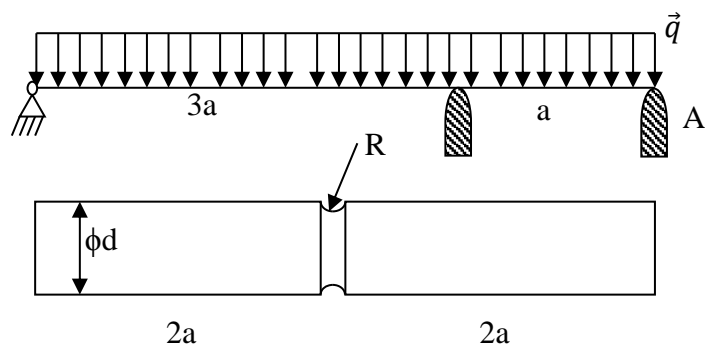


1) Určete bezpečnost vůči meznímu stavu pružnosti a natočení prutu v místě podpory.

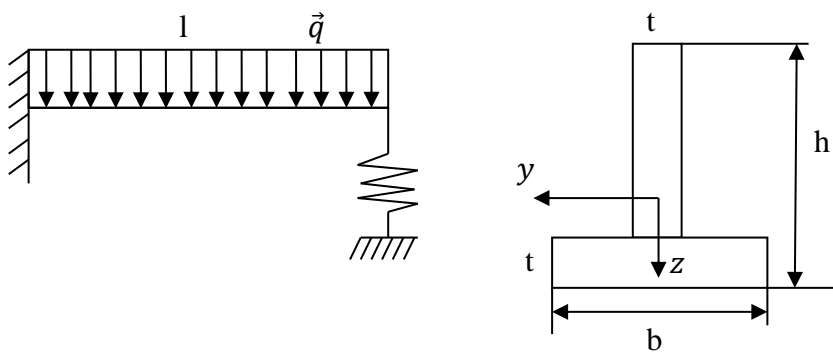
Dáno:  $\sigma_k = 1200 \text{ MPa}$ ,  $F = 100 \text{ N}$ ,  $c = 500 \text{ mm}$ , průřez  $20 \times 20$ ,  $v = 0,5 \text{ mm}$ .



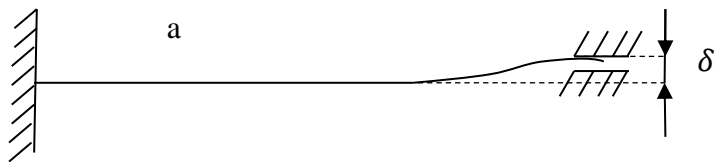
2) Určete maximální dovolené zatížení prutu tak, aby byla dodržena bezpečnost vůči meznímu stavu pružnosti  $k_k = 2$  a zároveň natočení na konci prutu bylo menší než  $M_A < 10^{-3}$ . Dáno: S 230,  $\phi d = 30\text{mm}$ ,  $R = 3\text{mm}$ ,  $a = 400\text{mm}$ ,



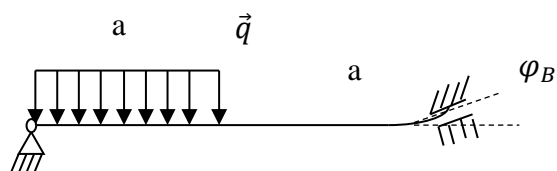
3) Určete bezpečnost vůči meznímu stavu pružnosti a vypočtěte maximální tlakové napětí v prutu. Dáno ,  $l = 800\text{mm}$ , materiál S350,  $b = 80\text{mm}$ ,  $h = 160\text{mm}$ ,  $t = 20$ ,  $q = \frac{200\text{N}}{\text{mm}}$ ,  $k = 10^4\text{N/mm}$ .



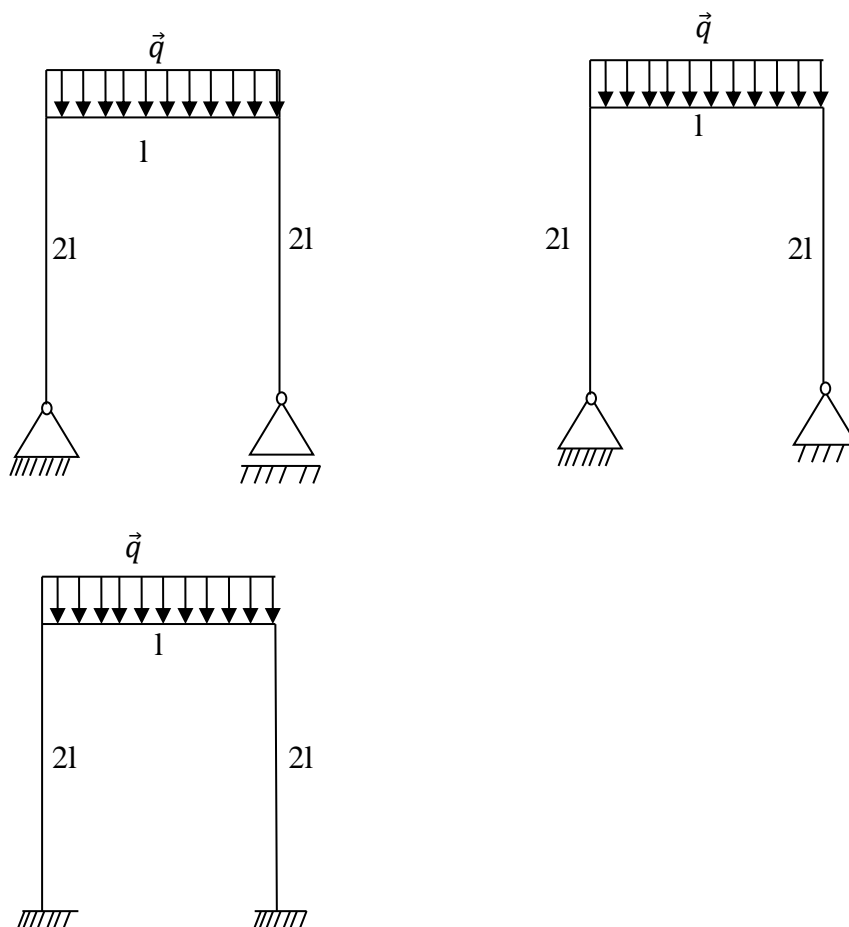
4) Určete bezpečnost znázorněného prutu vůči MSP a maximální natočení. Dáno:  $a = 400\text{mm}$ ,  $\delta = 0,5\text{mm}$ ,  $S\ 235$ ,  $\phi d = 30\text{mm}$ .



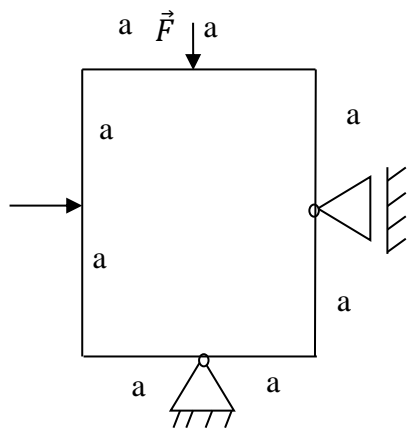
5) Určete maximální dovolené zatížení prutu tak, aby byla dodržena bezpečnost vůči meznímu stavu pružnosti  $k_k = 2$ . Dáno: *materiál* 11 520.,  $\varphi_B = 10^{-3}$ ,  $a = 800\text{mm}$ ,  $b = 30\text{mm}$ ,  $h = 60\text{mm}$



6) Určete vliv uložení daného lomeného prutu na bezpečnost vůči MSP. Rozměry:  $\varnothing d = 20\text{mm}$ ,  $c = 500\text{mm}$ , materiál S270,  $q = 2\text{N/mm}$ . Rádus rohů je  $r=2\text{mm}$ .

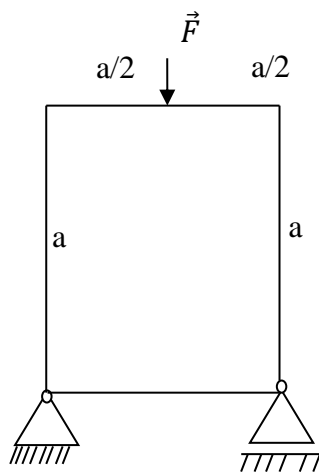


7) Určete bezpečnost vůči meznímu stavu pružnosti  $k_k = ?$ . Rozměry:  $\varnothing D = 40\text{mm}$ ,  $\varnothing d = 36\text{mm}$ ,  $a = 600\text{mm}$ ,  $F = 300\text{N}$  materiál 11 600 . Rádus rohů je  $r=4\text{mm}$ .



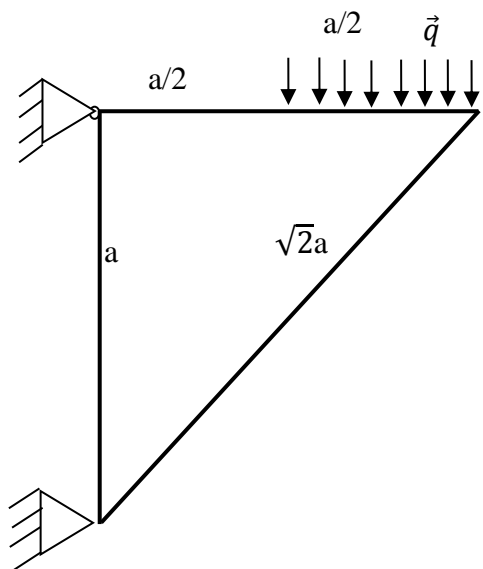
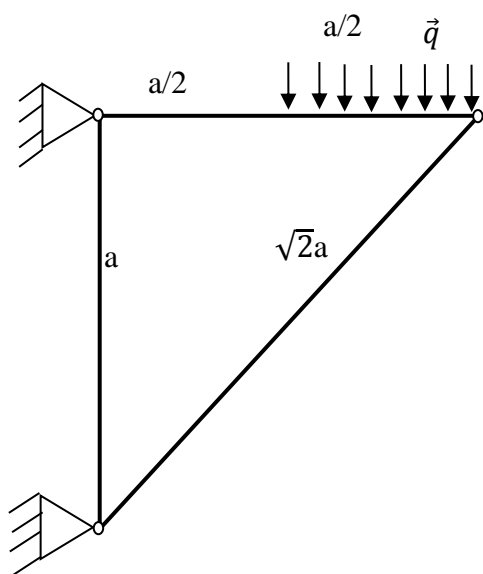


8) Určete potřebný průměr prutů v rámu tak, aby byla dodržena bezpečnost vůči meznímu stavu pružnosti  $k_k = 1,8$ . Rozměry:  $\varnothing d = ?$ ,  $a = 600\text{mm}$ ,  $F = 500\text{N}$  materiál 11 370 .  
rádius rohů je  $r=8\text{mm}$ .

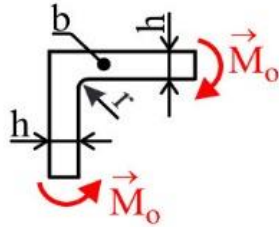


- 9) Určete, jaký vnitřní průměr trubek  $d_2$  je nutné použít pro zajištění bezpečnosti  $k_k = 1,5$  znázorněné konstrukce, pokud je vyrobena a) jako samostatné nosníky spojené čepy, nebo b) jako svařená konstrukce s rádiusy svarů  $r=6\text{mm}$ .

Rozměry:  $\varnothing d_2 = ?$ ,  $d_1 = 40\text{mm}$ ,  $a = 600\text{mm}$ ,  $q = 20\text{N/mm}$  materiál S 350

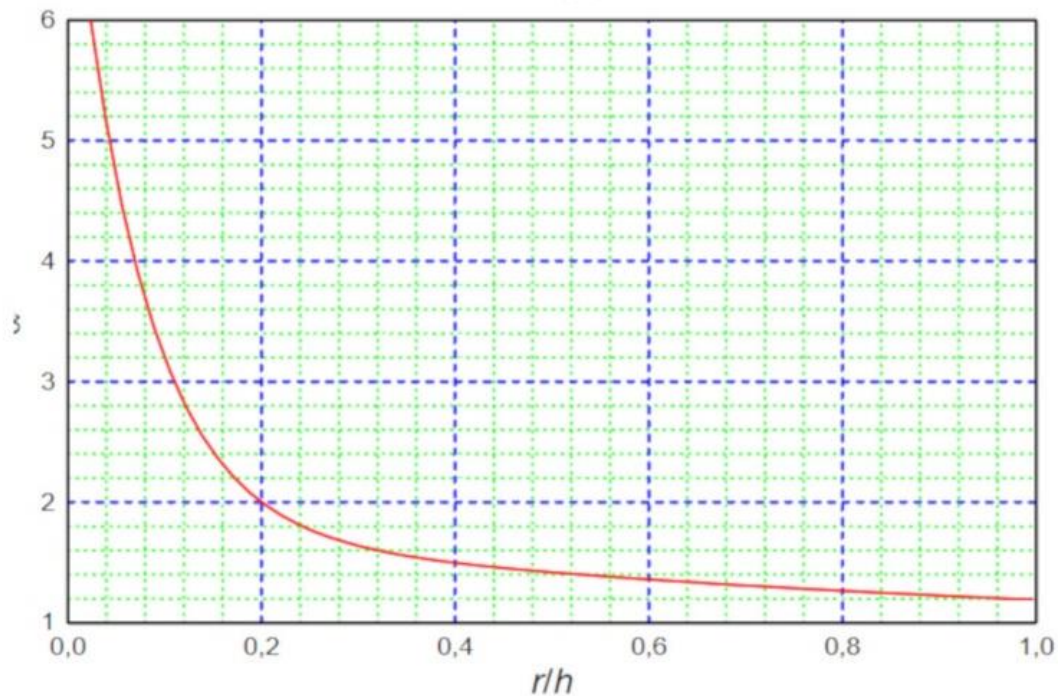


## Lomený prut namáhaný ohybem



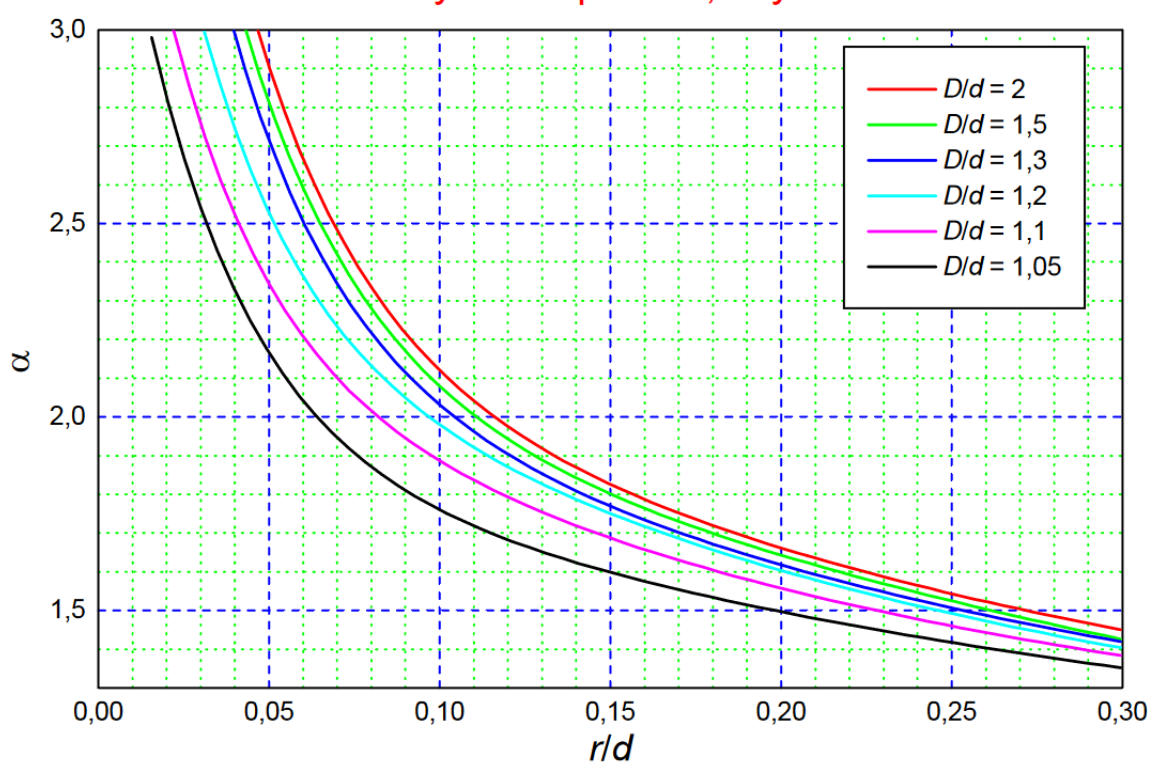
$$\sigma_n = \frac{6M_o}{bh^2}$$

Lomený prut



Obrázek 1 souč, koncentrace napětí pro lomený prut. Převzato z Horníková J a spol. Pružnost a Pevnost (interaktivní opora) CERM, Brno 2003. Dostupné z: : <http://beta.fme.vutbr.cz/cpp/texty/p19.pdf>

## Tyč se zápichem, ohyb



$$\sigma_n = \frac{32M_o}{\pi d^3}$$

Obrázek 2 Souč. koncentrace napětí pro prut se zápichem. Převzato z Horníková J a spol. Pružnost a Pevnost (interaktivní opora) CERM, Brno 2003. Dostupné z: <http://beta.fme.vutbr.cz/cpp/texty/p19.pdf>