

Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)*



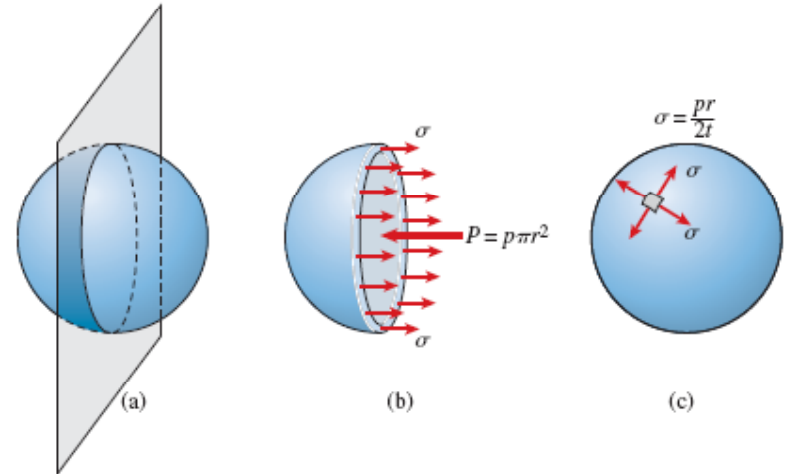
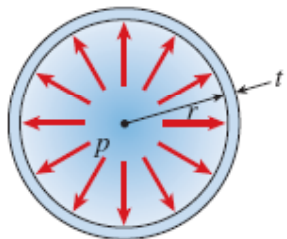
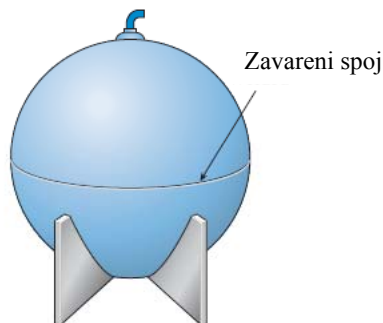
*JM Gere, BJ Goodno, *Mechanics of Materials*, Cengage Learning, Seventh Edition, 2009.

Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

(Tankostjene) Posude pod pritiskom - osnove

- Tankostjene posude – odnos unutrašnjeg prečnika i debljine zida veća od 10
- Unutrašnji pritisak je znatno veći od vanjskog

Sferične posude



$$\sum_i F_i = 0$$

$$\sigma(2\pi r_{sr}t) - p(r^2\pi) = 0$$

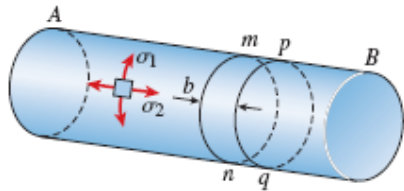
$$\sigma = \frac{pr^2}{2r_{sr}t} \approx \frac{pr}{2t} \quad (6.1)$$

Zidovi sferičnih posuda su izloženi jednakim zateznim naponima u svim smjerovima!!!

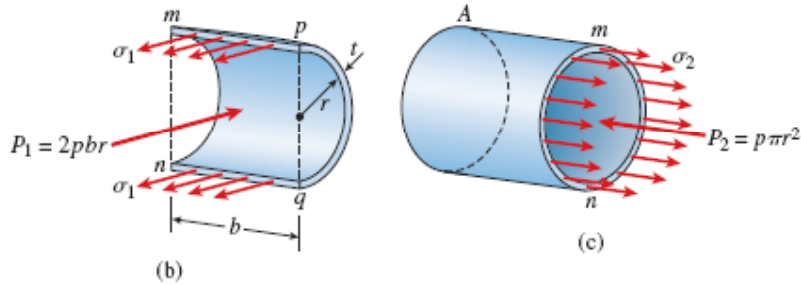
Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

(Tankostjene) Posude pod pritiskom - osnove

Cilindrične posude



(a)



(b)

(c)

Naponi po obodu – σ_1

$$\sigma_1(2bt) - 2pbr = 0$$

$$\sigma_1 = \frac{pr}{t} \quad (6.2)$$

Uzdužni naponi – σ_2

$$\sigma_2(2\pi rt) - p\pi r^2 = 0$$

$$\sigma_2 = \frac{pr}{2t} \quad (6.3)$$

Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Kombinovana opterećenja - općenito

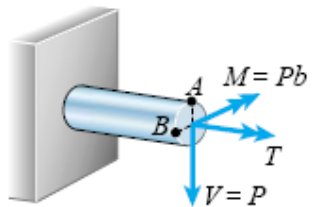
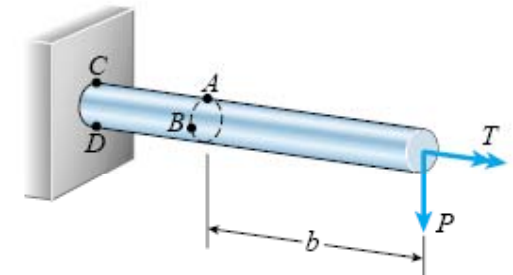
Postupak rješavanja:

- Odabrati (kritičnu) tačku u kojoj želimo odrediti napone i deformacije. Kritične tačke su one u kojima se nalaze najveći normalni ili tangencijalni naponi preko formule za savijanje ili formule za tangencijalne napone.
- Za svako opterećenje, odrediti neponske rezultante u poprečnom presjeku u kojem se nalazi odabrana tačka
- Izračunati normalne i tangencijalne napone u izabranoj tački za svaku od naponskih rezultanti
- Kombinovati pojedinačne napone kako bi se dobili rezultatni naponi, tj. σ_x , σ_y , τ_{xy}
- Odrediti glavne normalne i najveće tangencijalne napone za izabranu tačku
- Odrediti deformacije u izabranoj tački, koristeći *Hooke*-ov zakon
- Izabrati dodatne tačke i ponoviti proces. Proces ponavljati sve dok se ne analizira neophodan broj tačaka.

Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Kombinovana opterećenja - općenito

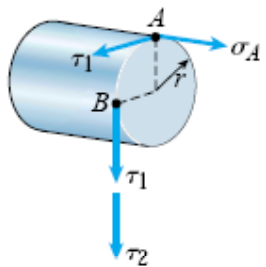
Postupak rješavanja – primjer: analizirati napone u tačkama A, B, C i D



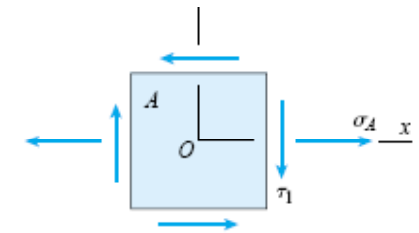
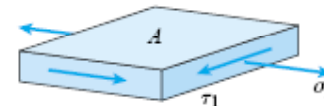
$$\tau_1 = \frac{Tr}{I_o} = \frac{2T}{\pi r^3}$$

$$\sigma_A = \frac{Mr}{I} = \frac{4M}{\pi r^3}$$

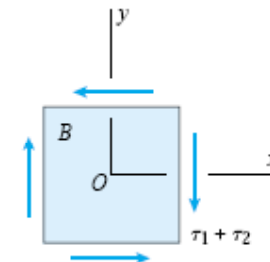
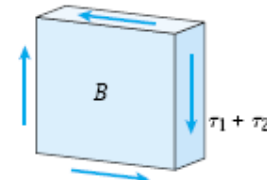
$$\tau_2 = \frac{4V}{3A} = \frac{4V}{3\pi r^2}$$



Tačka A

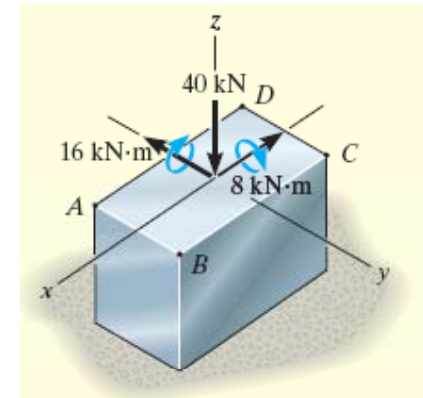
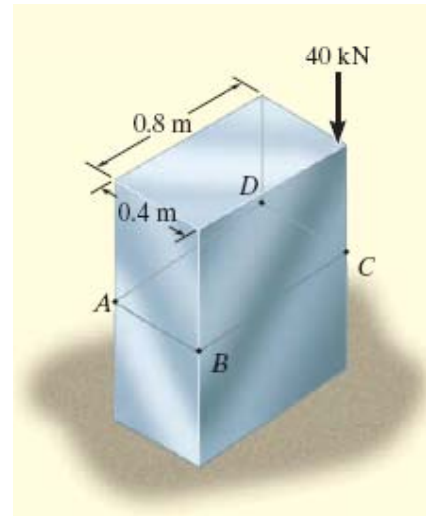
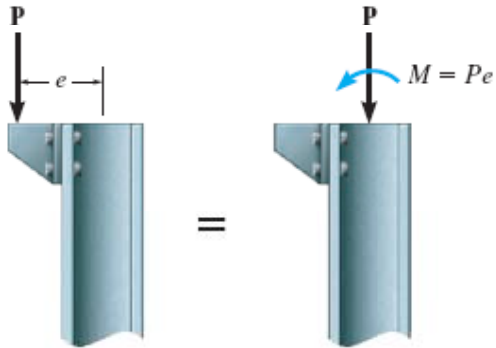


Tačka B



Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Ekscentrično zatezanje i pritisak (kombinacija aksijalnog naprezanja i savijanja)



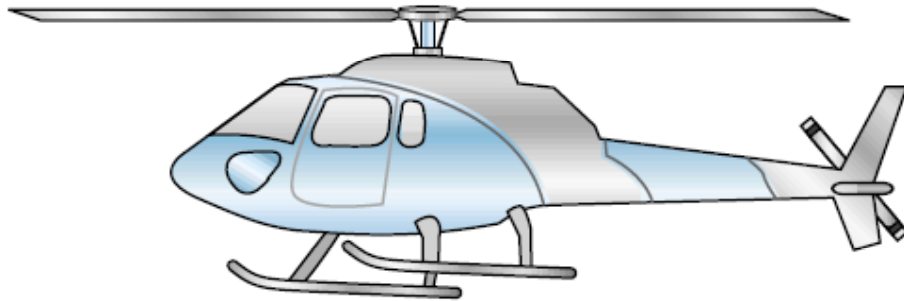
$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I} < \sigma_{\text{doz}}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M_1}{I_y} x + \frac{M_2}{I_x} y$$

- Pojam jezgre presjeka

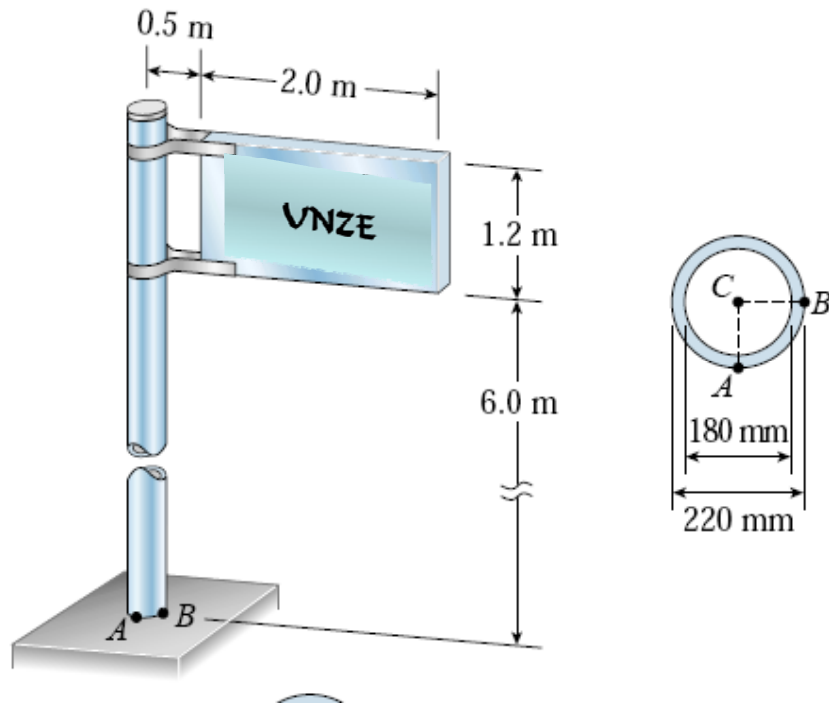
Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Primjer 6.1: Vratilo elise helikoptera pokreće elisu koja obezbjeđuje podižuću silu kako bi se helikopter održao u zraku. Kao posljedica se javlja kombinacija uvijanja i aksijalnog naprezanja. Ako je prečnik vratila 50 mm, moment uvijanja 2.4 kNm i zatežuća sila 125 kN, odrediti maksimalan zatežući, maksimalan pritisni napon ,te maksimalan tangencijalni napon vratila.



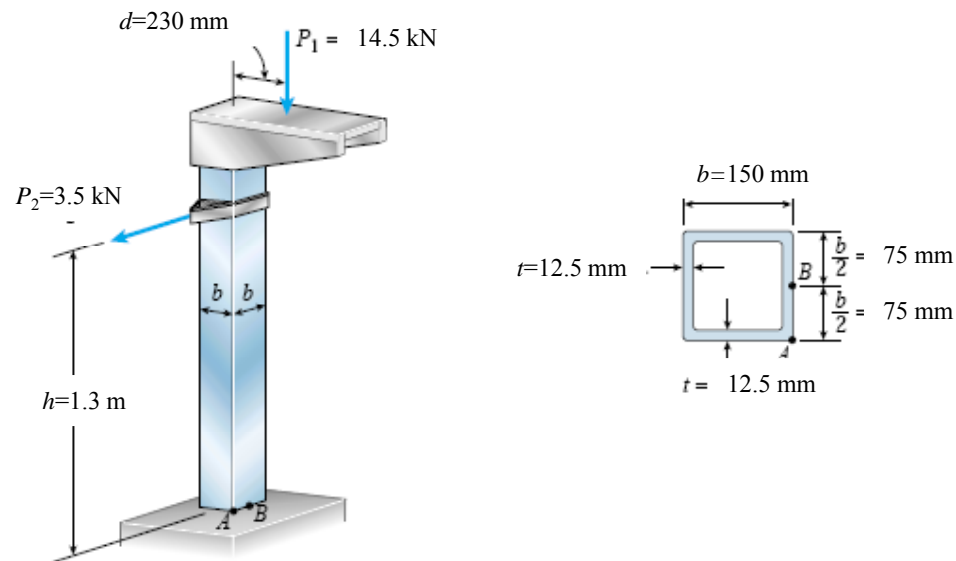
Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Primjer 6.2: Tabla dimenzija 2 x 1.2 m, kao na slici, postavljena je na stub u obliku cijevi unutrašnjeg prečnika 220 mm i vanjskog prečnika 180 mm. Početak znaka je 0.5 m od ose cijevi stuba, te 6 m iznad zemlje. Odrediti glavne napone i maksimalan tangencijalni napon u tačkama *A* i *B* na dnu stuba ako na znak djeluje vjetar koji izaziva pritisak 2 kPa.



Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Primjer 6.3: Stub od cijevi kvadratnog poprečnog presjeka služi kao nosač horizontalne platforme. Vanjska dimezija cijevi je 150 mm a debljina stjenke je 12.5 mm. Platforma ima dimenzije 170 x 610 mm i nosi kontinuirano opterećenje od 140 kPa koje djeluje na gornjoj površini. Rezultanta ovog opterećenja je vertikalna sila od 14.5 kN i djeluje na sredini platforme, udaljenom 230 mm od ose cijevi. Druga sila od 3.5 kN djeluje horizontalno na stub 1.3 m od osnove. Odrediti glavne normalne napone i maksimalan tangencijalni napon u tačkama *A* i *B* na osnovi.



Složena naprezanja (kod ravnog stanja napona)

Primjer 6.4: Pravougaoni blok izložen je vertikalnoj sili od 40 kN, s napadnom tačkom u uglu bloka (slika). Odrediti najveći napon koji djeluje u presjeku $ABCD$. Težinu bloka zanemariti.

