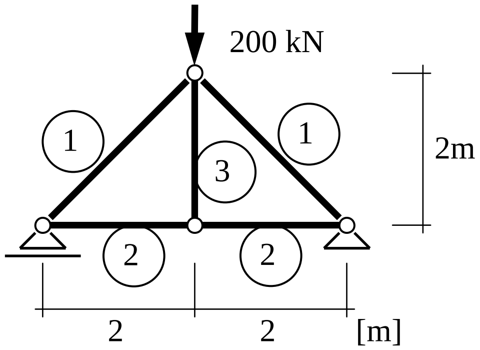
Zaprojektować pręty ściskane kratownicy (dobrać przekrój poprzeczny).



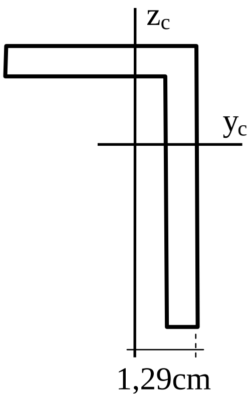
Wszystkie pręty wykonane są z materiału o:
- module sprężystości E=210GPa,
- granicy proporcjonalności R_h=180MPa,
- granicy plastyczności R_e=240MPa.

Siły krytyczne dla prętów ściskanych oblicz ze wzoru Tetmajera-Jasińskiego lub Eulera – w zależności od ich smukłości.

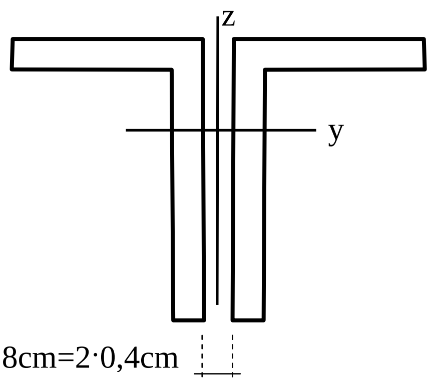
Rozwiązanie:
Pręty ściskane to pręty skośne – siły w nich wynoszą: $S_1 = -141{,}42$ kN
Pręty rozciągane to pręty poziome – siły w nich wynoszą: $S_2 = 100$ kN
Pręt pionowy to pręt zerowy: : $S_3 = 0$
Wstępne oszacowanie wielkości pola przekroju poprzecznego prętów ściskanych.
Gdyby pręty były rozciągane siłą : $|S_1| = 141{,}42$ kN to maksymalne naprężenie nie powinno przekroczyć R_h , czyli: $\sigma_x = \frac{|S_1|}{F} \le R_h$, przekształcając poprzedni wzór otrzymamy oszacowanie wielkości pola przekroju poprzecznego: $\frac{|S_1|}{R_h} \le F$. Uwzględniając jednak fakt że pręty skośne są ściskane a nie rozciągane, lewą stronę nierówności arbitralnie powiększymy dwukrotnie:

$$2\,\frac{|S_1|}{R_h} = 2\,\frac{141{,}42 \cdot 10^3\ \mathrm{N}}{18 \cdot 10^7\ \mathrm{N/m^2}} = 15{,}71 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m^2} = 15{,}71\ \mathrm{cm^2}$$

Do wykonania przyjęto przekrój wykonany z dwóch kątowników: 75 × 50 × 8 - gdzie dwie pierwsze liczby oznaczają długości ramion kątownika a trzecia grubość ścianek – wszystkie wymiary w [mm]



Z tablic odczytano charakterystyki geometryczne dla pojedynczego kątownika:
Pole przekroju poprzecznego: $F_{1L} = 9{,}47\ \mathrm{cm^2}$
Centralne (ale nie główne) momenty bezwładności:
$J_{yc} = 52{,}4\ \mathrm{cm^4}$
$J_{zc} = 18{,}6\ \mathrm{cm^4}$
Na rysunku obok pokazano umiejscowienie środka ciężkości pojedynczego kątownika.



Pręty wykonano z kątowników oddalonych od siebie o 0,8cm
Pole całego przekroju poprzecznego: $F = 2\,F_{1L} = 18{,}94\ \mathrm{cm^2}$
Główne centralne momenty bezwładności całego przekroju:
$J_y = 2\,J_{yc} = 104{,}8\ \mathrm{cm^4}$
$J_z = 2\,\{ J_{zc} + F_{1L} \cdot (1{,}29+0{,}4)^2 \} =$
$= 2\,\{ 18{,}6 + 9{,}47 \cdot (1{,}29+0{,}4)^2 \} = 91{,}29\ \mathrm{cm^4}$

Minimalny promień bezwładności: $i_z = \sqrt{\frac{J_z}{F}} = 2{,}1955$ cm

Smukłość pręta skośnego: $\lambda = \frac{l_w}{i_z} = \frac{282{,}84\ \mathrm{cm}}{2{,}1955\ \mathrm{cm}} = 128{,}83$

Smukłość graniczna materiału z którego wykonano pręty: $\lambda_{gr} = \pi\sqrt{\frac{E}{R_h}} = \pi\sqrt{\frac{210\ \mathrm{GPa}}{0{,}18\ \mathrm{GPa}}} = 107{,}3$

Jak widać smukłość pręta skośnego jest większa niż smukłość graniczna: $\lambda > \lambda_{gr}$, czyli trzeba zastosować wzór Eulera: $P_{kr} = P_E = \frac{\pi^2\ E\ J_{min}}{l_w^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9\ \mathrm{N/m^2} \cdot 91{,}29 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{m^4}}{2{,}8284^2\ \mathrm{m^2}} = 236{,}25\ \mathrm{kN}$

Wartość siły ściskającej w pręcie skośnym jest mniejsza od siły krytycznej mogącej wyboczyć ten pręt.

$|\,S_1\,| = 141{,}42\ \mathrm{kN} < P_E = 236{,}25\ \mathrm{kN}$