

Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

Vzpěr prutu

Zadání

Ocelový sloup, jehož průřez tvoří I profil 240, výšky 4 m je namáhám osovou tlakovou silou v hlavě sloupu. Dole je sloup vetknutý v obou rovinách, nahoře je zabráněno vodorovnému posunu ve směru tuhé osy I profilu. Sloup je z oceli S235 s mezí kluzu 235 MPa.

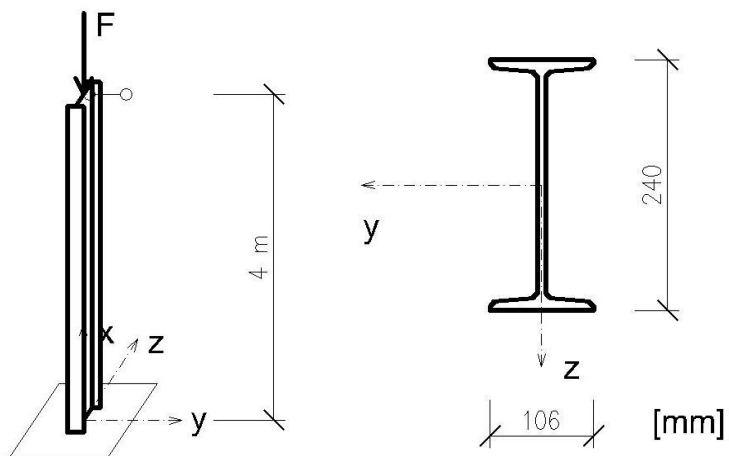
Určete maximální velikost síly, tak aby nedošlo k vybočení ani v jednom směru.

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$A = 4610 \text{ mm}^2$$

$$i_y = 96,0 \text{ mm}$$

$$i_z = 21,9 \text{ mm}$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

a) vybočení ve směru z, v rovině xz, ohyb kolem tuhé osy y

Určete součinitel vzpěrné délky:

$$\beta_y = (?) [-]$$

Určete vzpěrnou délku:

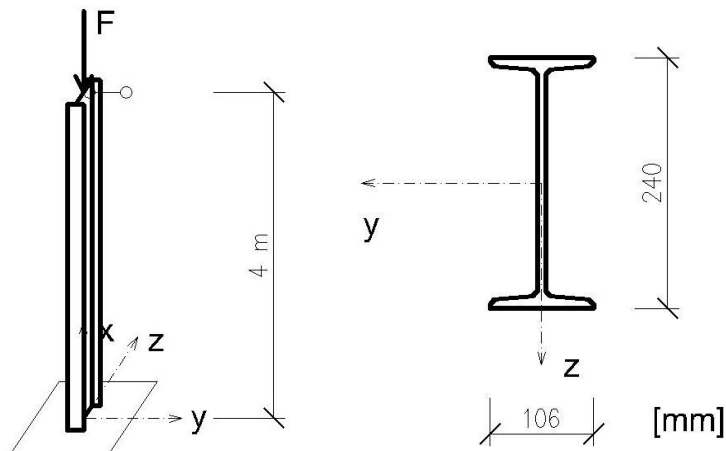
$$L_{cr,y} = (?) [m]$$

Určete štíhlost prutu:

$$\lambda_y = (?) [-]$$

Určete poměrná štíhlost:

$$\bar{\lambda} = (?) [-]$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

a) vybočení ve směru z, v rovině xz, ohyb kolem tuhé osy y

Součinitel vzpěrné délky (konzola):

$$\beta_y = 2$$

Vzpěrná délka:

$$L_{cr,y} = L\beta_y = 8$$

Štíhlost prutu:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 83,33$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 0,88743$$

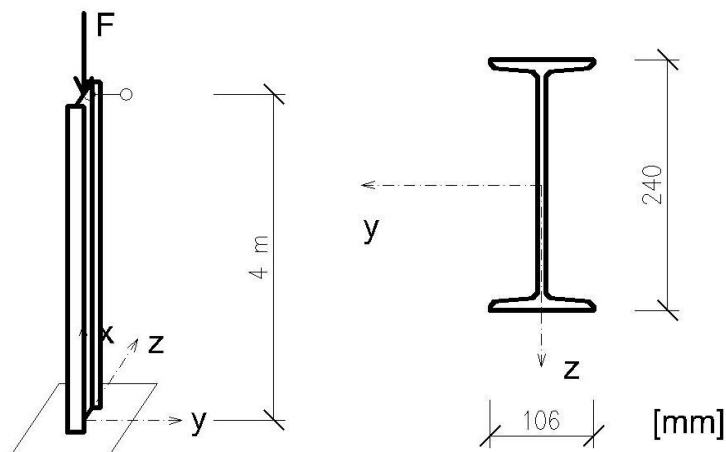
Jedná se o válcovaný profil tvaru I, $h/b > 1,2$ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na tuhou osu – křivka (a) - uvažuje se imperfekce : $\alpha_{(a)} = 0,21$

Určete součinitel vzpěrnosti:

$$\chi = (?) [-]$$

Určete návrhová síla pro tento směr vybočení:

$$N_{d,y} = (?) [\text{kN}]$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

a) vybočení ve směru z, v rovině xz, ohyb kolem tuhé osy y

Součinitel vzpěrné délky (konzola):

$$\beta_y = 2$$

Vzpěrná délka:

$$L_{cr,y} = L\beta_y = 8$$

Štíhlost prutu:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 83,33$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 0,88743$$

Jedná se o válcovaný profil tvaru I, $h/b > 1,2$ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na tuhou osu – křivka (a) - uvažuje se imperfekce : $\alpha_{(a)} = 0,21$

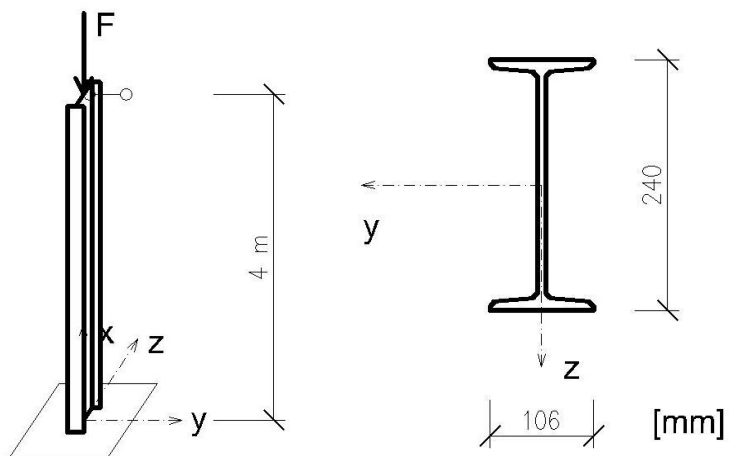
Součinitel vzpěrnosti:

$$\Phi = 0,5 \left(1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right) = 0,96598$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,74214$$

Návrhová síla pro tento směr vybočení:

$$N_{d,y} = \chi_y f_y A = 803,992 \text{ kN}$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

b) vybočení ve směru y, v rovině xy, ohyb kolem měkké osy z

Určete součinitel vzpěrné délky:

$$\beta_z = (?) [-]$$

Určete vzpěrnou délku:

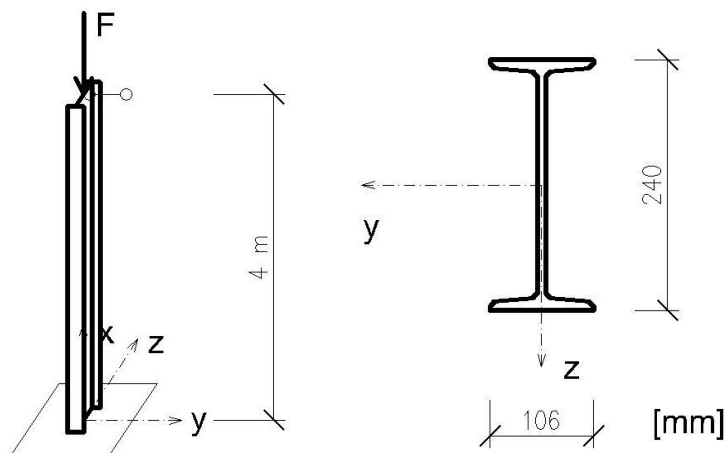
$$L_{cr,z} = (?) [m]$$

Určete štíhlost prutu:

$$\lambda_z = (?) [-]$$

Určete poměrná štíhlost:

$$\bar{\lambda} = (?) [-]$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

b) vybočení ve směru y, v rovině xy, ohyb kolem měkké osy z

Součinitel vzpěrné délky (jednostranné vetknutí):

$$\beta_z = 0,7$$

Vzpěrná délka:

$$L_{cr,z} = L\beta_z = 2,8$$

Štíhlost prutu:

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 127,85$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1,362$$

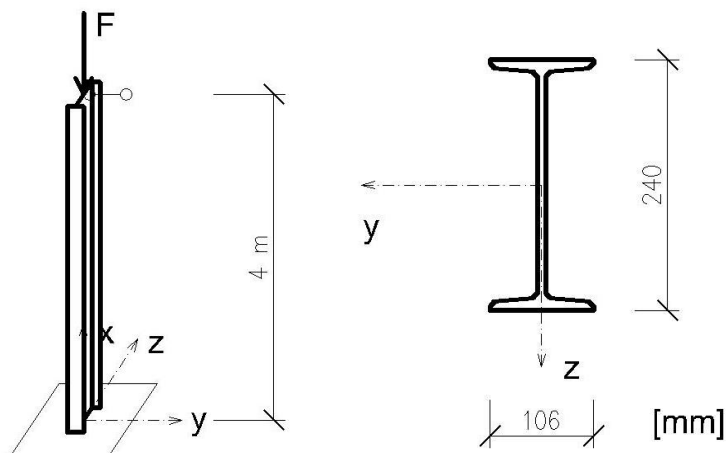
Jedná se o válcovaný profil tvaru I, $h/b > 1,2$ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na měkkou osu – křivka (b) - uvažuje se imperfekce : $\alpha_{(b)} = 0,34$

Určete součinitel vzpěrnosti:

$$\chi = (?) [-]$$

Určete návrhovou sílu pro tento směr vybočení:

$$N_{d,z} = (?) [\text{kN}]$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

b) vybočení ve směru y, v rovině xy, ohyb kolem měkké osy z

Součinitel vzpěrné délky (jednostranné vetknutí):

$$\beta_z = 0,7$$

Vzpěrná délka:

$$L_{cr,z} = L\beta_z = 2,8$$

Štíhlost prutu:

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 127,85$$

Poměrná štíhlost:

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1,362$$

Jedná se o válcovaný profil tvaru I, $h/b > 1,2$ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na měkkou osu – křivka (b) - uvažuje se imperfekce : $\alpha_{(b)} = 0,34$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\Phi = 0,5 \left(1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right) = 1,62444$$

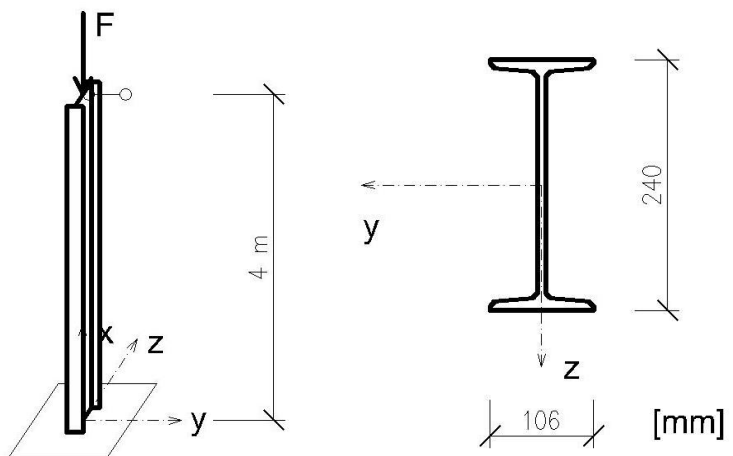
$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,39835$$

Návrhová síla pro tento směr vybočení:

$$N_{d,z} = \chi_z f_y A = 431,549 \text{ kN}$$

Určete výslednou návrhovou sílu pro prut:

$$N_d = (?) \text{ [kN]}$$



Obr.: Schéma konstrukce a průřezu prutu

c) posouzení únosnosti

Výsledná návrhová síla pro prut:

$$N_d = \min(N_{d,z}, N_{d,y}) = 431,549 \text{ kN}$$