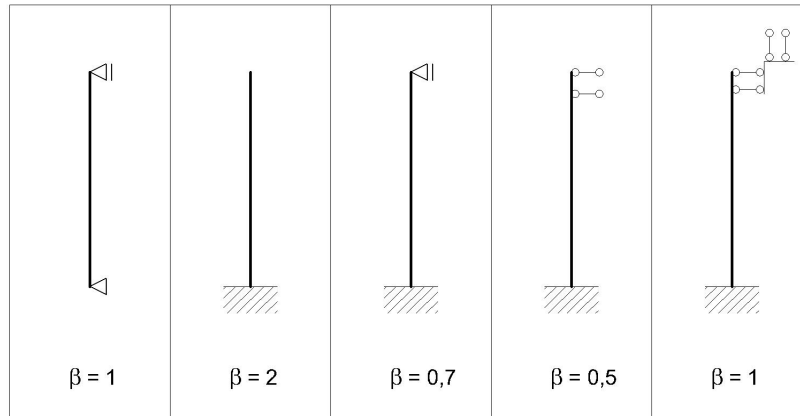


Příklad 12 – Vzpěr prutu

Teorie

Vzpěrná délka – převádí skutečnou délku prutu na délku, která by odpovídala oboustranně kloubově uloženému prutu pomocí součinitele vzpěrné délky.



$$L_{cr} = Lb$$

Součinitel vzpěrné délky – je závislý na podepření prutu

- $b = 1$ (prosté podepření)
- $b = 2$ (konzola)
- $b = 0,7$ (jednostranné vetknutí)
- $b = 0,5$ (oboustranné vetknutí)
- $b = 1$ (jedna strana vetknutá, druhá posuvné vetknutí)

Štíhlost prutu – je závislá na vzpěrné délce L_{cr} a poloměru setrvačnosti průřezu prutu i

$$l = \frac{L_{cr}}{i}$$

poměrná štíhlost – normuje štíhlost prutu – převádí na jednotný materiál – závisí mezi kluzu oceli

$$\bar{l} = \frac{l}{l_1}$$

kde

$$l_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9e = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad l_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Vzpěrnostní součinitel – součinitel pro redukci pevnosti materiálu při namáhání prutu vzpěrem. Určí se na základě poměrné štíhlosti a imperfekce a . Imperfekce a závisí na typu průřezu.

$$c = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{l}^2}}$$

kde

$$\Phi = 0,5 \left(1 + a(\bar{I} - 0,2) + \bar{I}^2 \right)$$

$a_{(a)} = 0,21$ (válcované profily tvaru I, $h/b > 1,2$ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na tuhou osu)

$a_{(b)} = 0,34$ (válcované profily tvaru I, $h/b > 1,2$ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na měkkou osu)

$a_{(c)} = 0,49$

$a_{(d)} = 0,76$

Pozn: Vzpěrnostní součinitele je možné určit také z tabulek.

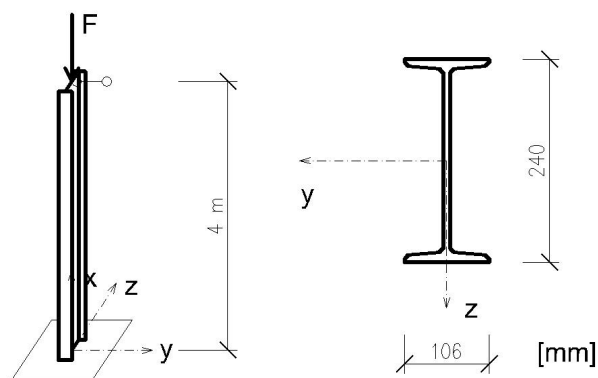
Výsledná únosnost prutu ve vzpěru je dána menší z hodnot únosností pro vybočení v jednotlivých rovinách:

$$N_{d,z} = c_z f_y A$$

$$N_{d,y} = c_y f_y A$$

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.

Výpočet

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

$$I_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 93,9$$

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

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

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

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

$$b_y = 2$$

$$L_{cr,y} = Lb_y = 8$$

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

$$\bar{l} = \frac{l}{l_1} = 0,88743$$

$$a_{(a)} = 0,21 \quad (\text{válcované profily tvaru I, } h/b > 1,2 \text{ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na tuhou osu)}$$

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

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

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

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

$$b_z = 0,7$$

$$L_{cr,z} = Lb_z = 2,8$$

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

$$\bar{l} = \frac{l}{l_1} = 1,362$$

$$a_{(b)} = 0,34 \quad (\text{válcované profily tvaru I, } h/b > 1,2 \text{ do tl. 40 mm – vybočení kolmo na měkkou osu)}$$

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

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

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

c) posouzení únosnosti

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