

Exercice 1 : Vérification d'une poutre bi-encastée

Données

IPE200

$$e := 8.5 \text{ mm}$$

$$b := 100 \text{ mm}$$

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$L := 4 \text{ m}$$

$$\sigma_e := 275 \text{ MPa}$$

$$E := 210000 \text{ MPa}$$

$$I_x := 1943.17 \text{ cm}^4$$

$$I_y := 142.37 \text{ cm}^4$$

$$v_x := \frac{h}{2} = 100 \text{ mm}$$

1. Calcul des charges dues aux combinaisons d'actions

$$G := 22 \text{ daN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$Q := 15 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

ELS

ELU

$$F_s := G + Q = 15.2 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

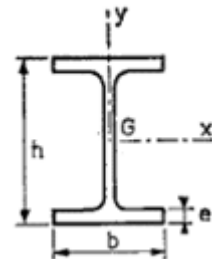
$$F_u := 1.33 \cdot G + 1.5 \cdot Q = 22.8 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

2. Vérification de la flèche

$$f_y := \frac{F_s \cdot L^4}{348 \cdot E \cdot I_x} = 0.27 \text{ cm}$$

$$f_{adm} := \frac{L}{300} = 1.33 \text{ cm}$$

La flèche est vérifiée



3. Vérification de la résistance de la section

$$M_x := \frac{F_u \cdot L^2}{12} = 30.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{fx} := \frac{M_x}{\left(\frac{I_x}{v_x} \right)} = 156.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_e = 275 \text{ MPa}$$

La section est vérifiée

5. Vérification de la stabilité de la poutre

$$l := 0.5 \cdot L = 2 \text{ m} \quad (\text{Poutre bi-encastree})$$

$$D := \sqrt{1 + \left(\frac{l \cdot e}{b \cdot h}\right)^2} = 1.312$$

$$C := 0.425 \quad \text{Charge uniformément répartie et avec encastrement}$$

$$\beta := 2.25 \quad \text{Charge uniformément répartie et avec encastrement}$$

$$B := \sqrt{1 + \left(0.405 \cdot \frac{\beta \cdot C}{D}\right)^2} - 0.405 \cdot \frac{\beta \cdot C}{D} = 0.748$$

$$\sigma_d := 40000 \cdot \frac{I_y}{I_x} \cdot \frac{h^2}{l^2} \cdot (D - 1) \cdot B \cdot C = 2.909 \quad (\text{daN} \cdot \text{mm}^{-2})$$

$$\sigma_d := 29 \text{ MPa}$$

$\sigma_d < \sigma_e$ donc il ya risque de déversement

$$\lambda_o := \frac{l}{h} \cdot \sqrt{\frac{4}{B \cdot C} \cdot \frac{I_x}{I_y} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_d}{\sigma_e}\right)} = 123.98$$

$$\sigma_k := \pi^2 \cdot \frac{E}{\lambda_o^2} = 134.831 \text{ MPa}$$

$$k_o := \left(0.5 + 0.65 \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_k}\right) + \sqrt{\left(0.5 + 0.65 \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_k}\right)^2 - \frac{\sigma_e}{\sigma_k}} = 2.963$$

$$k_d := \frac{k_o}{1 + \frac{\sigma_d}{\sigma_e} \cdot (k_o - 1)} = 2.455$$

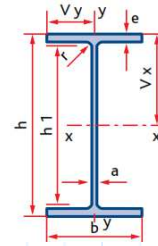
$$k_d \cdot \sigma_{fx} = 383.937 \text{ MPa} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad \sigma_e = 275 \text{ MPa}$$

La poutre est instable

Exercice 2: Vérification d'une poutre console

Données

$$\begin{aligned}
 L &:= 3 \text{ m} & \text{"IP360"} & & I_x &:= 16270 \text{ cm}^4 \\
 \sigma_e &:= 235 \text{ MPa} & e &:= 12.7 \text{ mm} & I_y &:= 1043 \text{ cm}^4 \\
 E &:= 210000 \text{ MPa} & b &:= 170 \text{ mm} & v_x &:= \frac{h}{2} = 180 \text{ mm} \\
 & & h &:= 360 \text{ mm} & & &
 \end{aligned}$$



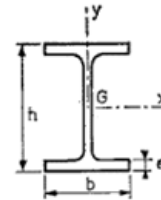
$$G := 57.1 \text{ daN} \cdot \text{m}^{-1} = 0.571 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad (\text{On néglige le poids de la poutre})$$

$$Q_u := 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad (\text{Pondérée} \rightarrow \text{ELU})$$

$$Q_s := \frac{Q_u}{1.5} = 16.67 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad (\text{Sans pondération} \rightarrow \text{ELS})$$

1. Vérification de la flèche

$$f_y := \frac{Q_s \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot I_x} = 0.49 \text{ cm} \quad \ll \ll f_{adm} := \frac{L}{150} = 2 \text{ cm}$$



La flèche est vérifiée

2. Vérification de la résistance de la section

$$M_x := \frac{Q_u \cdot L^2}{2} = 112.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{fx} := \frac{M_x}{\left(\frac{I_x}{v_x} \right)} = 124.5 \text{ MPa} \quad \ll \ll \sigma_e = 235 \text{ MPa}$$

$$r := \frac{\sigma_{fx}}{\sigma_e} = 0.53 \quad \text{La section est vérifiée}$$

3. Vérification de la stabilité de la poutre

$$l := 2 \cdot L = 6 \text{ m} \quad (\text{Encastrée-libre})$$

$$C := 4.93 \quad (\text{Charge uniformément répartie})$$

$$\sigma_e := 23.5 \text{ daN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$l := l + 0.375 \cdot C \cdot h \cdot \frac{b}{e} = 14.91 \text{ m} \quad (\text{Charges appliquées sur l'aile supérieure})$$

$$k_d := 0.1 + 2.2 \cdot \frac{l \cdot h}{1000 \cdot C \cdot b \cdot e} \cdot \frac{\sigma_e}{24} = 1.19$$

$$k_d \cdot \sigma_{fx} = 147.643 \text{ MPa} \quad \ll \ll \sigma_e := 235 \text{ MPa}$$

$$r := \frac{k_d \cdot \sigma_{fx}}{\sigma_e} = 0.63 \quad \text{La poutre résiste au déversement}$$