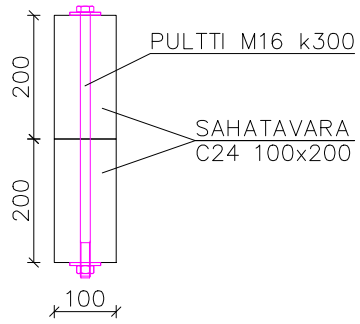


Moduuli 2

Kotitehtävä 6_KYSYMYKSET

18.5.2015

Laske kyseisen poikkileikkauksen $(EI)_{ef}$. Jänneväli on 5 000 mm.



Moduuli 2

Kotitehtävä 6_VASTAUS (3p)

18.5.2015

Pultti M16, puutavara ja poikkileikkaus

halkaisija, $d = 16 \text{ mm}$

Liitinjako: $s_1 = 300 \text{ mm}$

$$K_{ser} = \frac{\rho_{mean}^{1,5} \times d}{23} \Rightarrow \frac{420^{1,5} \times 16}{23} = 5988 \text{ N/mm (käyttörajatila)}$$

$$K_u = \frac{2}{3} \times K_{ser} \Rightarrow K_u = \frac{2}{3} \times 5988 \text{ N/mm} = 3992 \text{ N/mm (murtorajatila)}$$

$$\text{jäyhyysmomentti: } I_1 = I_2 = I = \frac{b \times h^3}{12} \Rightarrow I = \frac{100 \times 200^3}{12} = 66,67 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\text{poikkileikkauspinta-ala: } A_1 = A_2 = A = b \times h \Rightarrow A = 100 \times 200 = 20000 \text{ mm}^2$$

$$\text{kimmomoduuli: } E_1 = E_2 = E_{mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Pisteet 1p

Murtorajatila

$$\gamma = \gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \times E \times A \times s}{K_u \times I^2}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \times 11000 \times 20000 \times 300}{3992 \times 5000^2}} = 0,133$$

$$\gamma_2 = 1,0$$

Alemman puuosan neutraaliakselin siirtymä liittovaikutuksen vuoksi:

$$a_2 = \frac{\gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2)}{2 \times (\gamma_1 \times E_1 \times A_1 + \gamma_2 \times E_2 \times A_2)}$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{0,133 \times 11000 \times 20000 \times (200 + 200)}{2 \times (0,133 \times 11000 \times 20000 + 1,0 \times 11000 \times 20000)} = 23,5 \text{ mm}$$

Ylemmän osan painopisteen etäisyys alemman osan neutraaliakselilta:

$$a_1 = \frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} - a_2 \Rightarrow a_1 = \frac{200 \text{ mm}}{2} + \frac{200 \text{ mm}}{2} - 23,5 \text{ mm} = 176,5 \text{ mm}$$

Tehollinen taivutusjäykkyys alkutilassa:

$$\begin{aligned} (EI)_{ef} &= \sum (E_i \times I_i + \gamma_i \times E_i \times A_i \times a_i^2) \\ \Rightarrow (EI)_{ef} &= (11000 \times 66,67 \times 10^6 + 0,133 \times 11000 \times 20000 \times 176,5^2) \\ &+ (11000 \times 66,67 \times 10^6 + 1,0 \times 11000 \times 20000 \times 23,5^2) \\ \Rightarrow (EI)_{ef} &= 2,50 \times 10^{12} \text{ Nmm}^2 \text{ (umpinainen poikkileikkaus 100x400, EI = 5,867 \times 10^{12} \text{ Nmm}^2)} \end{aligned}$$

Pisteet 1p

Käyttörajatila

$$\gamma = \gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \times E \times A \times s}{K_{ser} \times l^2}} \Rightarrow \gamma = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \times 11000 \times 20000 \times 300}{5988 \times 5000^2}} = 0,187$$

$$\gamma_2 = 1,0$$

Alemman puuosan neutraaliakselin siirtymä liittovaikutuksen vuoksi:

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{\gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2)}{2 \times (\gamma_1 \times E_1 \times A_1 + \gamma_2 \times E_2 \times A_2)} \\ \Rightarrow a_2 &= \frac{0,187 \times 11000 \times 20000 \times (200 + 200)}{2 \times (0,187 \times 11000 \times 20000 + 1,0 \times 11000 \times 20000)} = 31,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ylemmän osan painopisteen etäisyys alemman osan neutraaliakselilta:

$$a_1 = \frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} - a_2 \Rightarrow a_1 = \frac{200 \text{ mm}}{2} + \frac{200 \text{ mm}}{2} - 31,5 \text{ mm} = 168,5 \text{ mm}$$

Tehollinen taivutusjäykkyys alkutilassa:

$$\begin{aligned} (EI)_{ef} &= \sum (E_i \times I_i + \gamma_i \times E_i \times A_i \times a_i^2) \\ \Rightarrow (EI)_{ef} &= (11000 \times 66,67 \times 10^6 + 0,187 \times 11000 \times 20000 \times 168,5^2) \\ &+ (11000 \times 66,67 \times 10^6 + 1,0 \times 11000 \times 20000 \times 31,5^2) \\ \Rightarrow (EI)_{ef} &= 2,85 \times 10^{12} \text{ Nmm}^2 \text{ (umpinainen poikkileikkaus 100x400, EI = 5,867 \times 10^{12} \text{ Nmm}^2)} \end{aligned}$$

Pisteet 1p