

Wyznaczyć składowe macierzy sztywności elementów ramy płaskiej.
 Podać postacie bloków A, B i C macierzy sztywności w lokalnym układzie współrzędnych z dokładnością do 5-ciu miejsc znaczących

Układ bloków macierzy sztywności elementu $K = \begin{pmatrix} A & C \\ C^T & B \end{pmatrix}$

$$E := 13 \text{ GPa} \quad b := 10 \text{ cm} \quad h := 17 \text{ cm}$$

$$J := \frac{b \cdot h^3}{36} = 1364.722 \cdot \text{cm}^4 \quad A := \frac{b \cdot h}{2} = 85.000 \cdot \text{cm}^2$$

$$EJ = 177.414 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

$$EA = 110500.000 \cdot \text{kN}$$

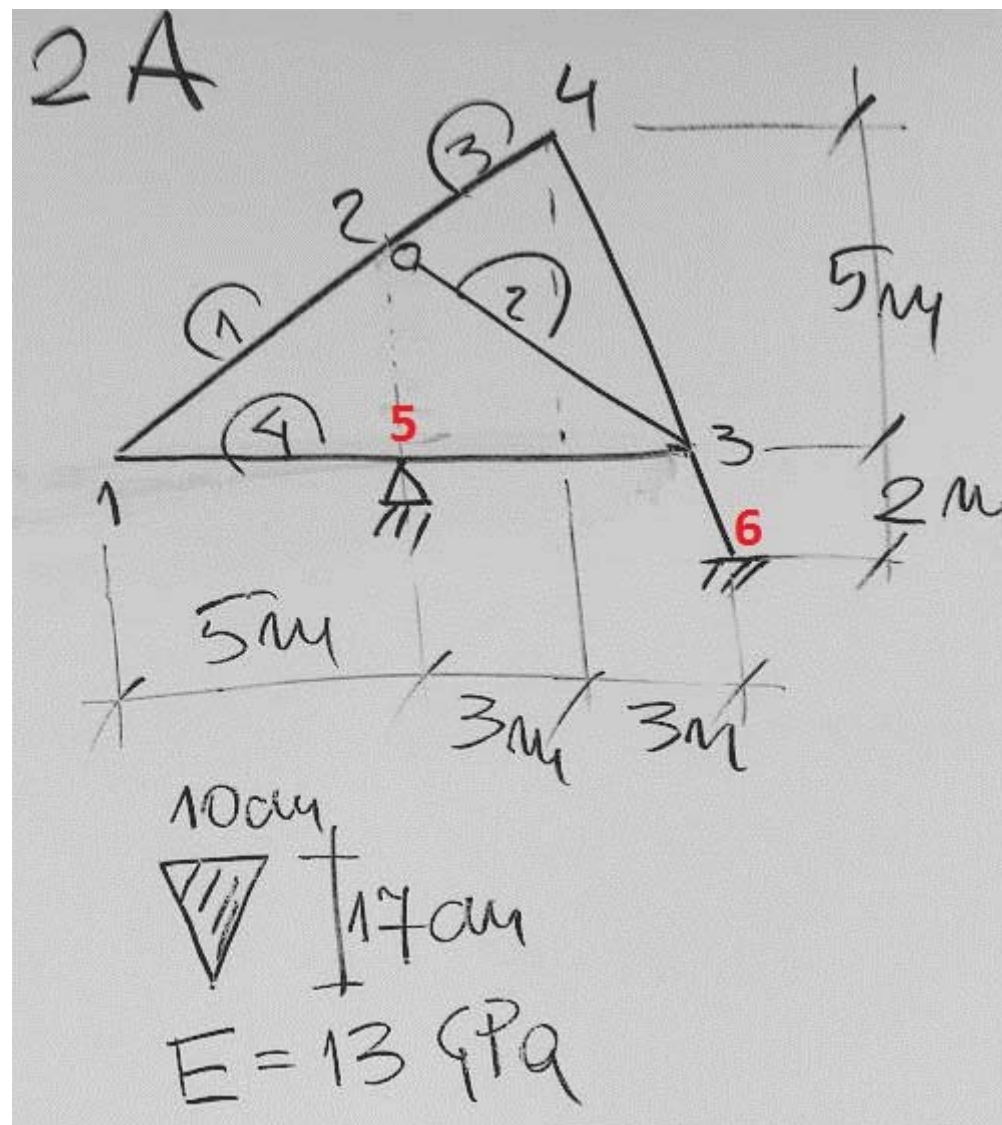
Warunki brzegowe (podporowe)

$$u_{x5} = 0, u_{y5} = 0$$

$$u_{x6} = 0, u_{y6} = 0, \varphi_6 = 0$$

$$x_3 := \frac{2}{7} \cdot 3 \text{ m} = 0.85714 \text{ m}$$

$$y_2 := \frac{5}{8} \cdot 5 \text{ m}$$



Element "1" - bloki macierzy sztywności w lokalnym układzie współrzędnych

Lx := 5m

Ly := Y2

$$L := \sqrt{(Lx)^2 + (Ly)^2} = 5.896238m$$

5

$$A := \text{Blok_A11}(EA, EJ, L, 1m) \quad A = \begin{pmatrix} 1.8741 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.0386 \times 10^1 & 3.0619 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.0619 \times 10^1 & 1.2036 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$B := \text{Blok_B11}(EA, EJ, L, 1m) \quad B = \begin{pmatrix} 1.8741 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.0386 \times 10^1 & -3.0619 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.0619 \times 10^1 & 1.2036 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$C := \text{Blok_C11}(EA, EJ, L, 1m) \quad C = \begin{pmatrix} -1.8741 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.0386 \times 10^1 & 3.0619 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.0619 \times 10^1 & 6.0179 \times 10^1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

Element "2" - bloki macierzy sztywności w lokalnym układzie współrzędnych

$$\underline{L_x} := 6\text{m} - X3 \quad \underline{L_y} := -Y2 \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 6.017857\text{m}$$

$$A := \text{Blok_A01}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 1.8362 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.4422 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$B := \text{Blok_B01}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 1.8362 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.4422 \times 10^0 & -1.4697 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.4697 \times 10^1 & 8.8444 \times 10^1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$C := \text{Blok_C01}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -1.8362 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.4422 \times 10^0 & 1.4697 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

Element "3" - bloki macierzy sztywności w lokalnym układzie współrzędnych

$$\underline{L_x} := 3\text{m} \quad \underline{L_y} := 5\text{m} - Y2 \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 3.537743\text{m}$$

$$A := \text{Blok_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 3.1235 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.8083 \times 10^1 & 8.5052 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 8.5052 \times 10^1 & 2.0060 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$B := \text{Blok_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 3.1235 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.8083 \times 10^1 & -8.5052 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -8.5052 \times 10^1 & 2.0060 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$C := \text{Blok_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -3.1235 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.8083 \times 10^1 & 8.5052 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -8.5052 \times 10^1 & 1.0030 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

Element "4" - bloki macierzy sztywności w lokalnym układzie współrzędnych

$$\underline{L_x} := 5\text{m} \quad \underline{L_y} := 0\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 5.000000\text{m}$$

$$A := \text{Blok_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 2.2100 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.7032 \times 10^1 & 4.2579 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.2579 \times 10^1 & 1.4193 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$B := \text{Blok_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 2.2100 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.7032 \times 10^1 & -4.2579 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.2579 \times 10^1 & 1.4193 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$C := \text{Blok_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -2.2100 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.7032 \times 10^1 & 4.2579 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.2579 \times 10^1 & 7.0966 \times 10^1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$