

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 $K = \begin{pmatrix} A & C \\ C^T & B \end{pmatrix}$

$$E := 17 \text{ GPa} \quad b := 11 \text{ cm} \quad h := 17 \text{ cm}$$

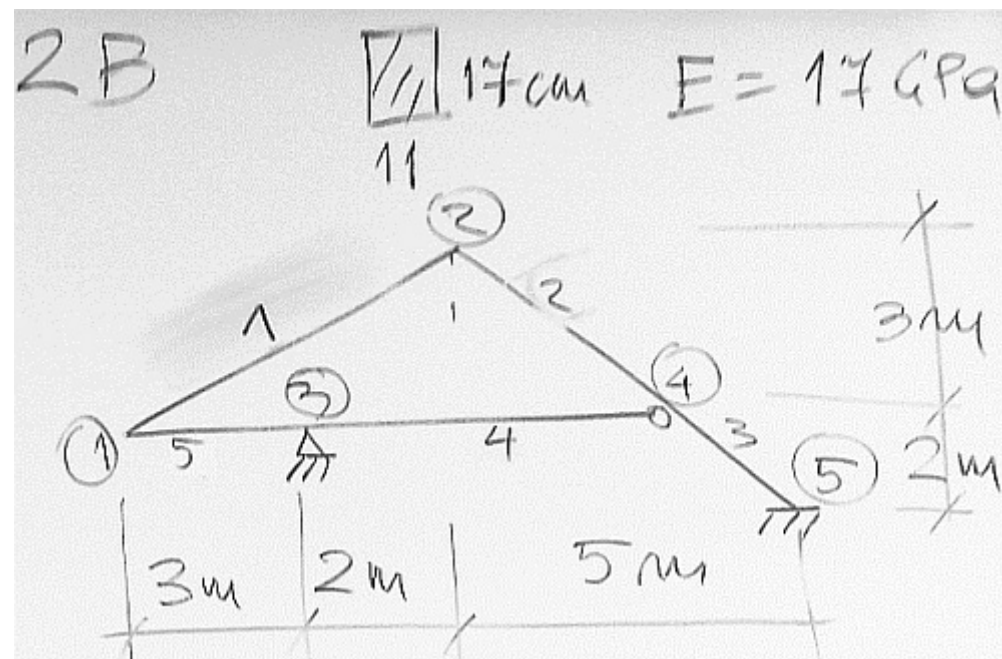
$$J := \frac{b \cdot h^3}{12} = 4503.583 \cdot \text{cm}^4 \quad A := b \cdot h = 187.000 \cdot \text{cm}^2$$

$$EJ = 765.609 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EA = 317900.000 \cdot \text{kN}$$

Schemat globalnej macierzy sztywności

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ A^1+A^5 & C^1 & C^5 & & \\ & B^1+A^2 & & C^2 & \\ & & B^5+A^4 & C^4 & \\ & & & B^2+B^4+A^3 & C^3 \\ & & & & B^3 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix}$$

Symetria



Warunki brzegowe (podporowe)

$$u_{x3} = 0, u_{y3} = 0$$

$$u_{x5} = 0, u_{y5} = 0, \varphi_5 = 0$$

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

$$L_x := 5\text{m} \quad L_y := 3\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(L_x)^2 + (L_y)^2} = 5.830952\text{m}$$

$$\underline{A} := \text{Blok_A11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 5.4519 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.6341 \times 10^1 & 1.3511 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.3511 \times 10^2 & 5.2520 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

$$B := \text{Blok_B11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 5.4519 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.6341 \times 10^1 & -1.3511 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.3511 \times 10^2 & 5.2520 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

$$\underline{C} := \text{Blok_C11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -5.4519 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.6341 \times 10^1 & 1.3511 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.3511 \times 10^2 & 2.6260 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

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

$$\underline{L_x} := 3\text{m} \quad \underline{L_y} := -3\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 4.242641\text{m}$$

$$\underline{A} := \text{Blok_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad \underline{A} = \begin{pmatrix} 7.4930 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.2030 \times 10^2 & 2.5520 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.5520 \times 10^2 & 7.2182 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$\underline{B} := \text{Blok_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad \underline{B} = \begin{pmatrix} 7.4930 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.2030 \times 10^2 & -2.5520 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.5520 \times 10^2 & 7.2182 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$\underline{C} := \text{Blok_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad \underline{C} = \begin{pmatrix} -7.4930 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.2030 \times 10^2 & 2.5520 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.5520 \times 10^2 & 3.6091 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

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

$$\underline{L_x} := 2\text{m} \quad \underline{L_y} := -2\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 2.828427\text{m}$$

$$A := \text{Blok_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 1.1239 \times 10^5 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.0603 \times 10^2 & 5.7421 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 5.7421 \times 10^2 & 1.0827 \times 10^3 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 1.1239 \times 10^5 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.0603 \times 10^2 & -5.7421 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -5.7421 \times 10^2 & 1.0827 \times 10^3 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -1.1239 \times 10^5 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.0603 \times 10^2 & 5.7421 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -5.7421 \times 10^2 & 5.4137 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

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

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

$$A := \text{Blok_A10}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 6.3580 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.8375 \times 10^1 & 9.1873 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 9.1873 \times 10^1 & 4.5937 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok_B10}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 6.3580 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.8375 \times 10^1 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok_C10}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -6.3580 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.8375 \times 10^1 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -9.1873 \times 10^1 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$