

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

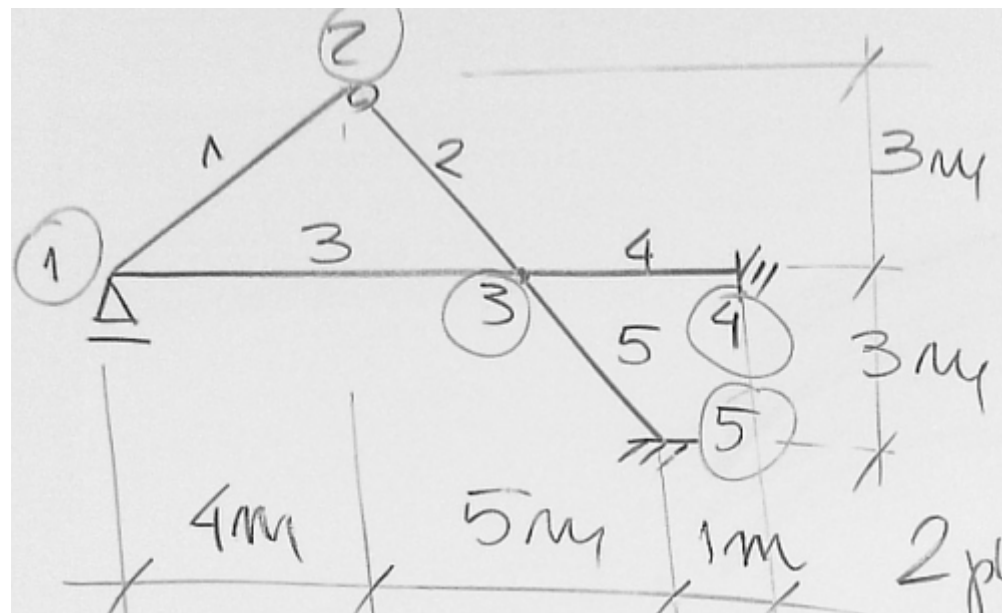
$$E := 11 \text{ GPa} \quad b := 11 \text{ cm} \quad h := 15 \text{ cm}$$

$$J := \frac{b \cdot h^3}{12} = 3093.750 \cdot \text{cm}^4 \quad A := b \cdot h = 165.000 \cdot \text{cm}^2$$

$$EJ = 340.313 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EA = 181500.000 \cdot \text{kN}$$

Schemat globalnej macierzy sztywności

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



Warunki brzegowe (podporowe)

$$u_{Y1} = 0$$

$$u_{X4} = 0, u_{Y4} = 0, \varphi_4 = 0$$

$$u_{X5} = 0, u_{Y5} = 0, \varphi_5 = 0$$

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

$$L_x := 4\text{m} \quad L_y := 3\text{m} \quad L := \sqrt{(L_x)^2 + (L_y)^2} = 5.000000\text{m}$$

$$\underline{A} := \text{Blok\_A11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 3.6300 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.2670 \times 10^1 & 8.1675 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 8.1675 \times 10^1 & 2.7225 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

$$\underline{B} := \text{Blok\_B11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 3.6300 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.2670 \times 10^1 & -8.1675 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -8.1675 \times 10^1 & 2.7225 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

$$\underline{C} := \text{Blok\_C11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -3.6300 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.2670 \times 10^1 & 8.1675 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -8.1675 \times 10^1 & 1.3613 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

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

$$\underline{L_x} := 2.5\text{m} \quad \underline{L_y} := -3\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 3.905125\text{m}$$

$$A := \text{Blok\_A01}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 4.6477 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.7143 \times 10^1 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok\_B01}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 4.6477 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.7143 \times 10^1 & -6.6947 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -6.6947 \times 10^1 & 2.6144 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok\_C01}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -4.6477 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.7143 \times 10^1 & 6.6947 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

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

$$\underline{L_x} := 6.5\text{m} \quad \underline{L_y} := 0\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 6.5\text{m}$$

$$A := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 2.7923 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.4870 \times 10^1 & 4.8328 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & 4.8328 \times 10^1 & 2.0942 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 2.7923 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.4870 \times 10^1 & -4.8328 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.8328 \times 10^1 & 2.0942 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -2.7923 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.4870 \times 10^1 & 4.8328 \times 10^1 \\ 0.0000 \times 10^0 & -4.8328 \times 10^1 & 1.0471 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

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

$$\underline{L_x} := 3.5\text{m} \quad \underline{L_y} := 0\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 3.5\text{m}$$

$$A := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 5.1857 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 9.5248 \times 10^1 & 1.6668 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.6668 \times 10^2 & 3.8893 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 5.1857 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 9.5248 \times 10^1 & -1.6668 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.6668 \times 10^2 & 3.8893 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -5.1857 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -9.5248 \times 10^1 & 1.6668 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.6668 \times 10^2 & 1.9446 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$