

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

$$E := 13 \text{ GPa} \quad b := 10 \text{ cm} \quad h := 18 \text{ cm}$$

$$J := \frac{b \cdot h^3}{12} = 4860.000 \cdot \text{cm}^4 \quad A := b \cdot h = 180.000 \cdot \text{cm}^2$$

$$EJ = 631.800 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2 \quad EA = 234000.000 \cdot \text{kN}$$

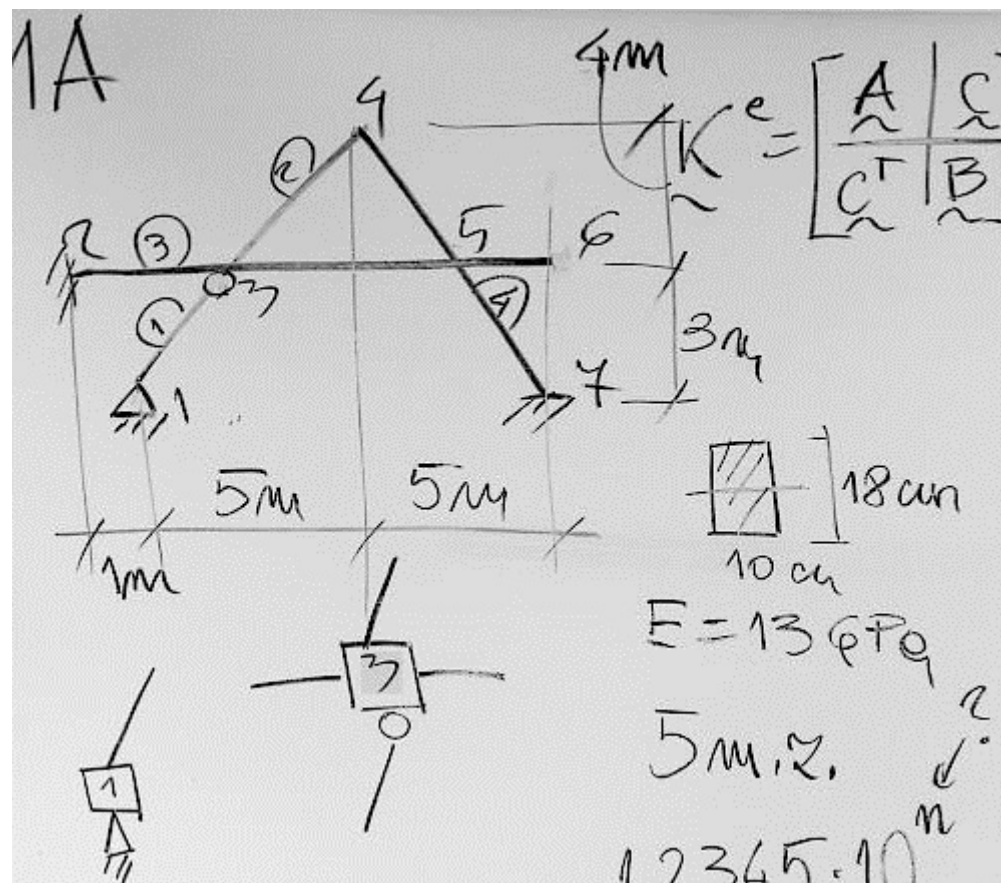
Warunki brzegowe (podporowe)

$$u_{x1} = 0, u_{y1} = 0$$

$$u_{x2} = 0, u_{y2} = 0, \varphi_2 = 0$$

$$u_{x7} = 0, u_{y7} = 0, \varphi_7 = 0$$

$$L_{x1} := \frac{3}{7} \cdot 5 \text{ m} = 2.14286 \text{ m}$$



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

$$L_x := Lx1 \quad L_y := 3m \quad L := \sqrt{(L_x)^2 + (L_y)^2} = 3.686711m$$

$$\underline{A} := \text{Blok\_A10}(EA, EJ, L, 1m) \quad A = \begin{pmatrix} 6.3471 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.7825 \times 10^1 & 1.3945 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.3945 \times 10^2 & 5.1412 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$\underline{B} := \text{Blok\_B10}(EA, EJ, L, 1m) \quad B = \begin{pmatrix} 6.3471 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.7825 \times 10^1 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$\underline{C} := \text{Blok\_C10}(EA, EJ, L, 1m) \quad C = \begin{pmatrix} -6.3471 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.7825 \times 10^1 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.3945 \times 10^2 & 0.0000 \times 10^0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

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

$$\underline{L_x} := 5\text{m} - \underline{L_{x1}} \quad \underline{L_y} := 4\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 4.915614\text{m}$$

$$\underline{A} := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad \underline{A} = \begin{pmatrix} 4.7603 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 6.3830 \times 10^1 & 1.5688 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.5688 \times 10^2 & 5.1412 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$\underline{B} := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad \underline{B} = \begin{pmatrix} 4.7603 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 6.3830 \times 10^1 & -1.5688 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.5688 \times 10^2 & 5.1412 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

$$\underline{C} := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad \underline{C} = \begin{pmatrix} -4.7603 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -6.3830 \times 10^1 & 1.5688 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.5688 \times 10^2 & 2.5706 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{kN} \\ 0 & \text{kN} & \text{kNm} \end{pmatrix}$$

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

$$\underline{Lx} := Lx1 + 1m \quad \underline{Ly} := 0m \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{Lx})^2 + (\underline{Ly})^2} = 3.142857m$$

$$A := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1m) \quad A = \begin{pmatrix} 7.4455 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.4422 \times 10^2 & 3.8378 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.8378 \times 10^2 & 8.0411 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$B := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1m) \quad B = \begin{pmatrix} 7.4455 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.4422 \times 10^2 & -3.8378 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.8378 \times 10^2 & 8.0411 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$C := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1m) \quad C = \begin{pmatrix} -7.4455 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.4422 \times 10^2 & 3.8378 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.8378 \times 10^2 & 4.0205 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

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

$$\underline{L_x} := Lx1 \quad \underline{L_y} := -3m \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 3.686711m$$

$$A := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1m) \quad A = \begin{pmatrix} 6.3471 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.5130 \times 10^2 & 2.7890 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.7890 \times 10^2 & 6.8549 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$B := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1m) \quad B = \begin{pmatrix} 6.3471 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.5130 \times 10^2 & -2.7890 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.7890 \times 10^2 & 6.8549 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$

$$C := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1m) \quad C = \begin{pmatrix} -6.3471 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.5130 \times 10^2 & 2.7890 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.7890 \times 10^2 & 3.4274 \times 10^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{kN}{m} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{kN}{m} & kN \\ 0 & kN & kNm \end{pmatrix}$$