

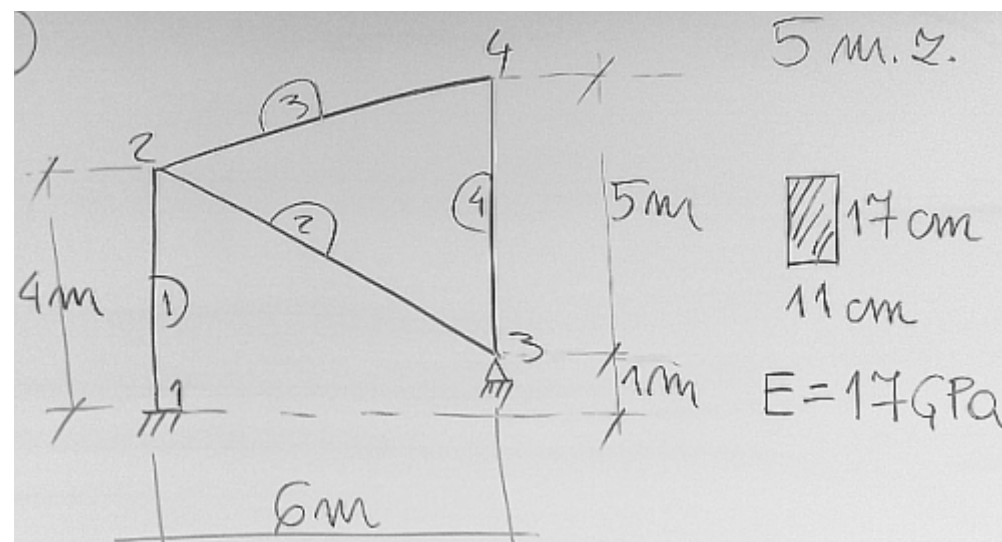
Wyznaczyć składowe macierzy sztywności elementów ramy płaskiej.  
 Podać postacie bloków A, B i C macierzy sztywności w lokalnym układzie współrzędnych z dokładnością do 5-ciu miejsc znaczących

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 konstrukcji

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

Warunki brzegowe (podporowe)

$$u_{x1} = 0, u_{y1} = 0, \varphi_1 = 0$$

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

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

$$L_x := 0\text{m} \quad L_y := 4\text{m} \quad L := \sqrt{(L_x)^2 + (L_y)^2} = 4.000000\text{m}$$

$$\underline{A} := \text{Blok\_A11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 7.9475 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.4355 \times 10^2 & 2.8710 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 2.8710 \times 10^2 & 7.6561 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

$$\underline{B} := \text{Blok\_B11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 7.9475 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.4355 \times 10^2 & -2.8710 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.8710 \times 10^2 & 7.6561 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

$$\underline{C} := \text{Blok\_C11}(EA, EJ, L, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -7.9475 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.4355 \times 10^2 & 2.8710 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -2.8710 \times 10^2 & 3.8280 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [kN/m], [kNm]$$

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

$$\underline{L_x} := 6\text{m} \quad \underline{L_y} := -3\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 6.708204\text{m}$$

$$\begin{aligned} A &:= \text{Blok\_A11}(\text{EA}, \text{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \\ A &= \begin{pmatrix} 4.7390 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.0435 \times 10^1 & 1.0208 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.0208 \times 10^2 & 4.5652 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &:= \text{Blok\_B11}(\text{EA}, \text{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \\ B &= \begin{pmatrix} 4.7390 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.0435 \times 10^1 & -1.0208 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.0208 \times 10^2 & 4.5652 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &:= \text{Blok\_C11}(\text{EA}, \text{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \\ C &= \begin{pmatrix} -4.7390 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.0435 \times 10^1 & 1.0208 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.0208 \times 10^2 & 2.2826 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}] \end{aligned}$$

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

$$\underline{L_x} := 6\text{m} \quad \underline{L_y} := 2\text{m} \quad \underline{L} := \sqrt{(\underline{L_x})^2 + (\underline{L_y})^2} = 6.324555\text{m}$$

$$A := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 5.0264 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.6316 \times 10^1 & 1.1484 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.1484 \times 10^2 & 4.8421 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 5.0264 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 3.6316 \times 10^1 & -1.1484 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.1484 \times 10^2 & 4.8421 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -5.0264 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -3.6316 \times 10^1 & 1.1484 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.1484 \times 10^2 & 2.4211 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

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

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

$$A := \text{Blok\_A11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad A = \begin{pmatrix} 6.3580 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 7.3498 \times 10^1 & 1.8375 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & 1.8375 \times 10^2 & 6.1249 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$B := \text{Blok\_B11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad B = \begin{pmatrix} 6.3580 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & 7.3498 \times 10^1 & -1.8375 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.8375 \times 10^2 & 6.1249 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$

$$C := \text{Blok\_C11}(\underline{EA}, \underline{EJ}, \underline{L}, 1\text{m}) \quad C = \begin{pmatrix} -6.3580 \times 10^4 & 0.0000 \times 10^0 & 0.0000 \times 10^0 \\ 0.0000 \times 10^0 & -7.3498 \times 10^1 & 1.8375 \times 10^2 \\ 0.0000 \times 10^0 & -1.8375 \times 10^2 & 3.0624 \times 10^2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \quad [\text{kN/m}], [\text{kNm}]$$