

ORIGIN := 1

Statyka kratownicy o 3 różnych przekrojach prętów, obciążonej siłami

$E := 208 \text{ GPa}$  - moduł Younga stali

$D1 := 6 \text{ cm}$   $g1 := 4 \text{ mm}$  - parametry przekroju

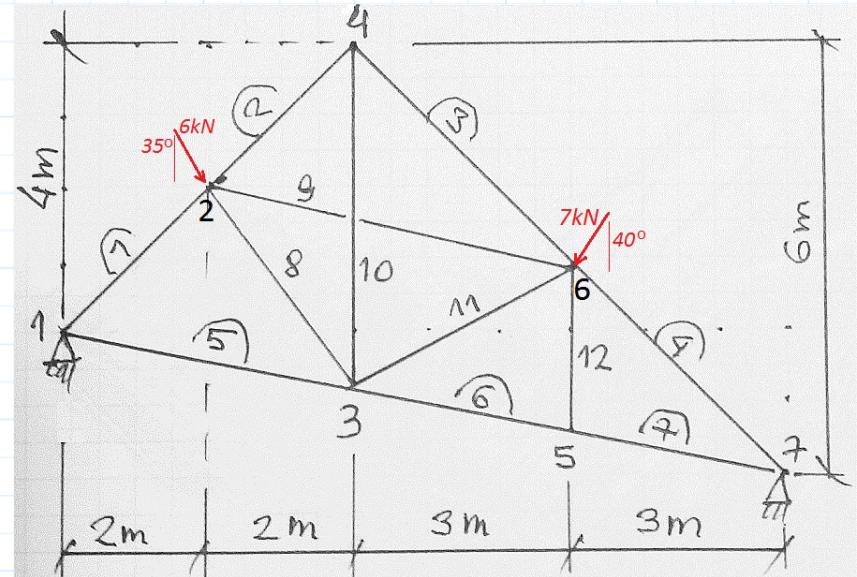
$D2 := 5 \text{ cm}$   $g2 := 4 \text{ mm}$

$D3 := 4 \text{ cm}$   $g3 := 3 \text{ mm}$

$A1 := \pi \cdot g1 \cdot (D1 - g1) = 7.037 \text{ cm}^2$  - pole powierzchni przekroju elementów 1...4

$A2 := \pi \cdot g2 \cdot (D2 - g2) = 5.781 \text{ cm}^2$  - pole powierzchni przekroju elementów 5...7

$A3 := \pi \cdot g3 \cdot (D3 - g3) = 3.487 \text{ cm}^2$  - pole powierzchni przekroju elementów 8...12



Kolejność rysowania elementów

$i := 1..4$   $A_i := A1$   $i := 5..7$   $A_i := A2$   $i := 8..12$   $A_i := A3$

Współrzędne węzłów kratownicy

Przekroje elementów

Numery węzłów początkowych (Wp) i końcowych (Wk) elementów

$A = \begin{bmatrix} 7.037 \\ 7.037 \\ 7.037 \\ 7.037 \\ 5.781 \\ 5.781 \\ 5.781 \\ 3.487 \\ 3.487 \\ 3.487 \\ 3.487 \\ 3.487 \end{bmatrix} \text{ cm}^2$

$Wp := \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 6 \\ 1 \\ 3 \\ 5 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 5 \end{bmatrix}$

$Wk := \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 6 \\ 7 \\ 3 \\ 5 \\ 7 \\ 3 \\ 6 \\ 6 \\ 4 \\ 6 \end{bmatrix}$

$X := \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 7 \\ 7 \\ 10 \end{bmatrix} \text{ m}$   $Y := \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ -2 \cdot \frac{4}{10} \\ 4 \\ -2 \cdot \frac{7}{10} \\ -2 + 3 \\ -2 \end{bmatrix} \text{ m}$

$Q := \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 6 \\ 7 \\ 5 \\ 3 \\ 2 \\ 6 \\ 3 \\ 4 \\ 6 \\ 5 \end{bmatrix}$

Parametry pomocnicze:

$Lss := 2$  - Liczba stopni swobody wezla:

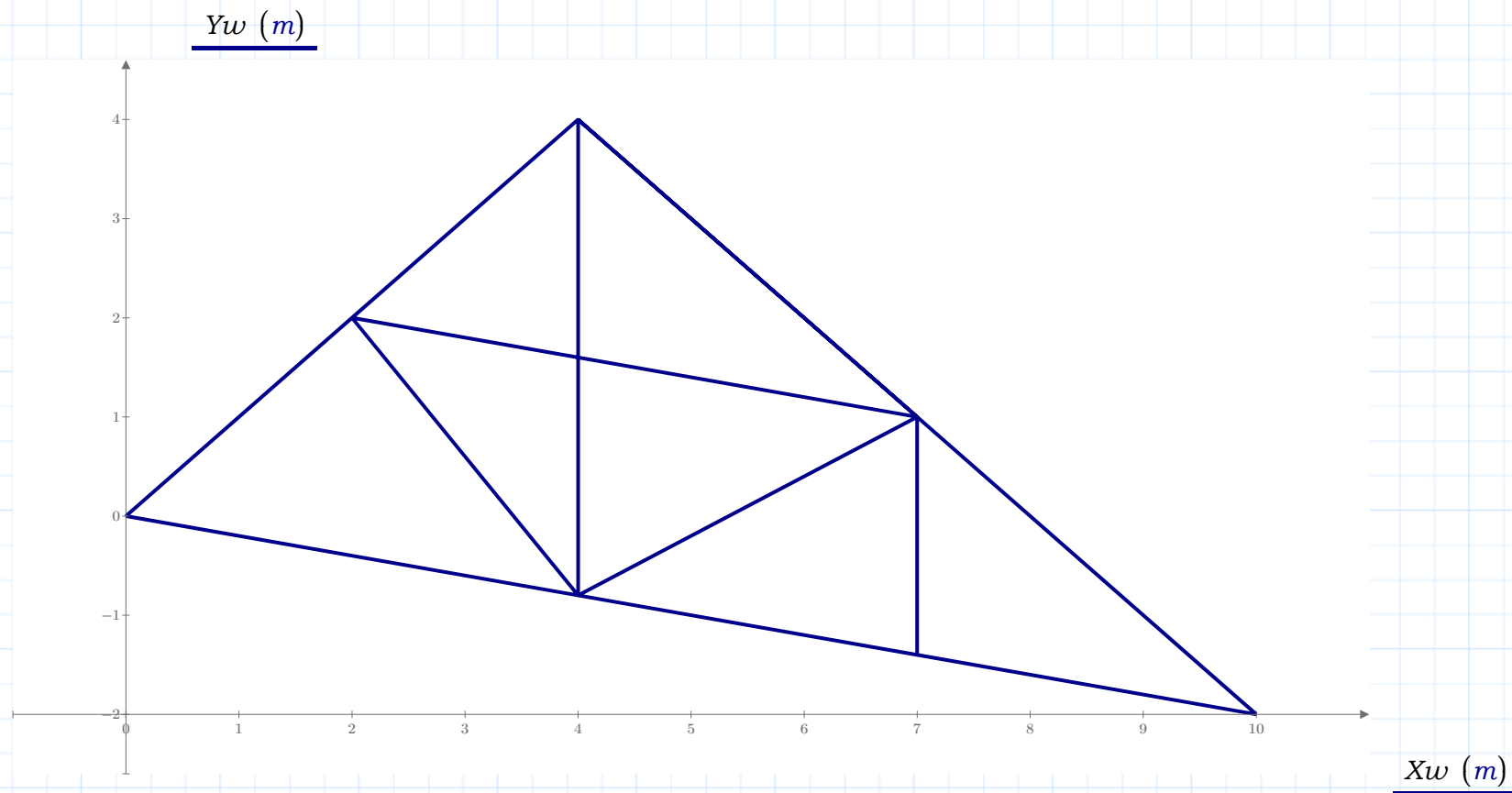
$Le := \text{rows}(A) = 12$  - Liczba elementów

$Lw := \text{rows}(X) = 7$  - Liczba węzłów

$Lr := Lss \cdot Lw = 14$  - Liczba równań

$$i := 1 \dots \text{rows}(Q) \quad Xw_i := X_{Q_i} \quad Yw_i := Y_{Q_i}$$

*Rysunek elementów kratownicy pozwala kontrolować poprawność wprowadzonych danych*



*Pętla po wszystkich elementach kratownicy*

$e := 1 \dots Le$

*Macierze sztywności elementów kratownicy*

$$Lx_e := X_{Wk_e} - X_{Wp_e} \quad Ly_e := Y_{Wk_e} - Y_{Wp_e} \quad L_e := \sqrt{Lx_e^2 + Ly_e^2}$$

$$J_e := \frac{E \cdot A_e}{L_e^3} \cdot \begin{bmatrix} Lx_e^2 & Lx_e \cdot Ly_e \\ Lx_e \cdot Ly_e & Ly_e^2 \end{bmatrix}$$

$$J_1 = \begin{bmatrix} 25875.4 & 25875.4 \\ 25875.4 & 25875.4 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

$$J_2 = \begin{bmatrix} 25875.4 & 25875.4 \\ 25875.4 & 25875.4 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

$$J_3 = \begin{bmatrix} 17250.2 & -17250.2 \\ -17250.2 & 17250.2 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

$$J_4 = \begin{bmatrix} 17250.2 & -17250.2 \\ -17250.2 & 17250.2 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

$$J_5 = \begin{bmatrix} 28341.4 & -5668.3 \\ -5668.3 & 1133.7 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

$$J_6 = \begin{bmatrix} 37788.5 & -7557.7 \\ -7557.7 & 1511.5 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

*Agregacja globalnej macierzy sztywności*

$$K_{Lr, Lr} := 0 \frac{kN}{m} \quad - \text{tworzenie zerowej macierzy globalnej}$$

$$n_e := Lss \cdot (Wp_e - 1) \quad - \text{numery stopni swobody węzłów początkowych}$$

$$k_e := Lss \cdot (Wk_e - 1) \quad - \text{numery stopni swobody węzłów końcowych}$$

$$i := 1 \dots Lss \quad j := 1 \dots Lss \quad - \text{pętla po wierszach i kolumnach macierzy } \mathbf{J}$$

*Blok górny lewy*

$$K_{n_e+i, n_e+j} := K_{n_e+i, n_e+j} + (J_e)_{i,j}$$

*Blok górny prawy*

$$K_{n_e+i, k_e+j} := K_{n_e+i, k_e+j} - (J_e)_{i,j}$$

*Blok dolny lewy*

$$K_{k_e+i, n_e+j} := K_{k_e+i, n_e+j} - (J_e)_{i,j}$$

*Blok dolny prawy*

$$K_{k_e+i, k_e+j} := K_{k_e+i, k_e+j} + (J_e)_{i,j}$$