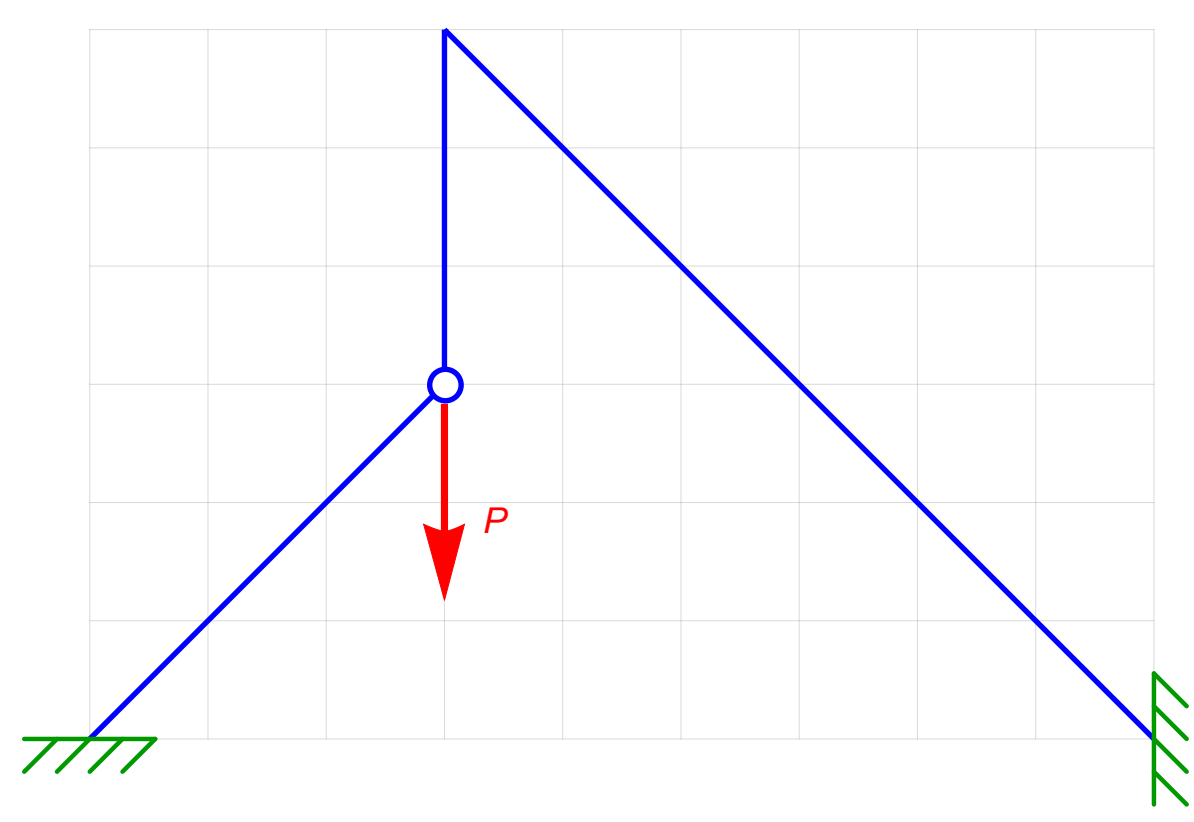


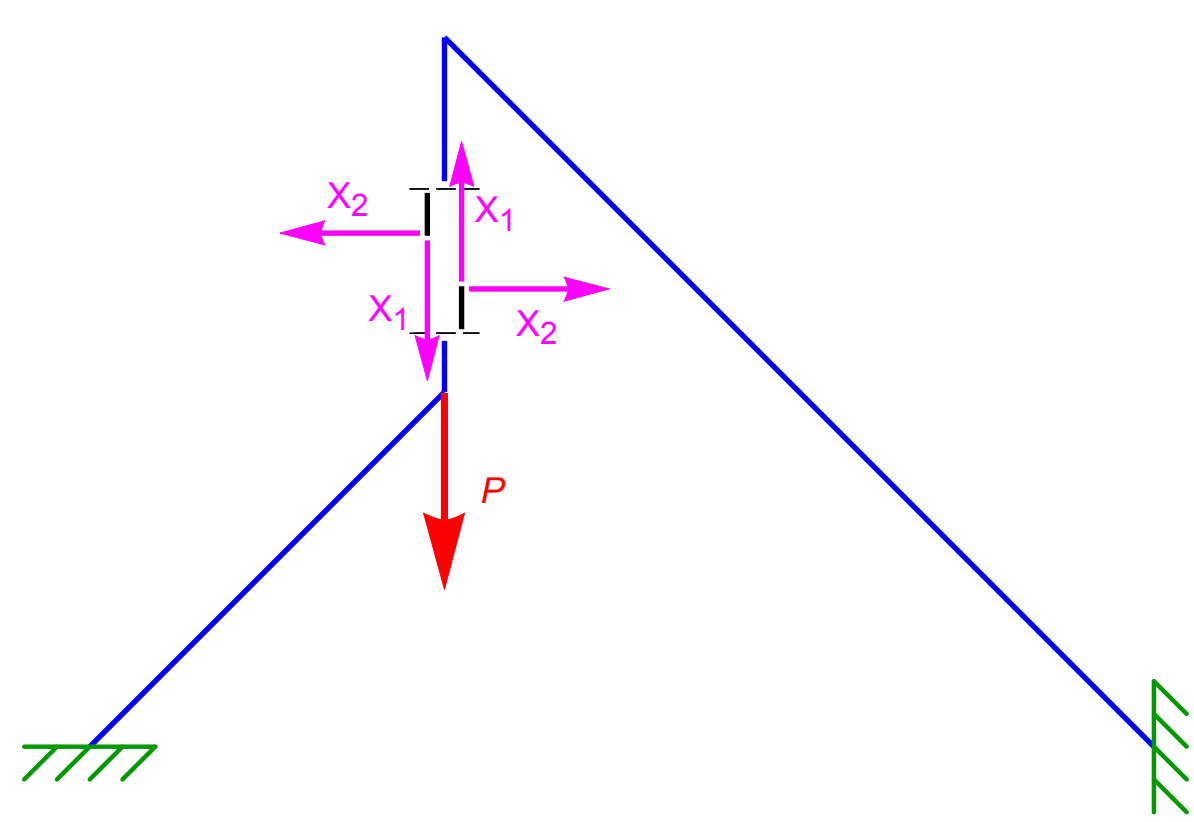
Kolokwium ratunkowe 1 R.A. 2020/21 - a) znaleźć wykres M metodą sił; b) obliczyć przemieszczenie poziome węzła przegubowego.

Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1, EA = ∞):



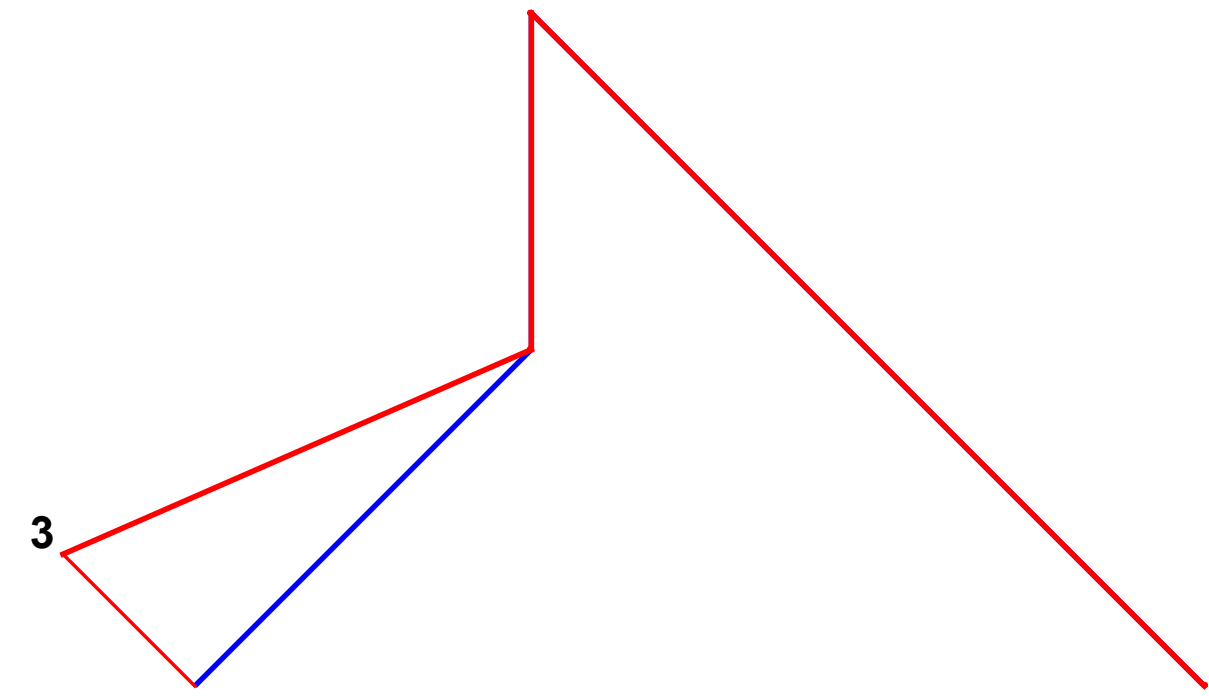
Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

Układ zastępczy:



Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia zewnętrznego w układzie zastępczym:

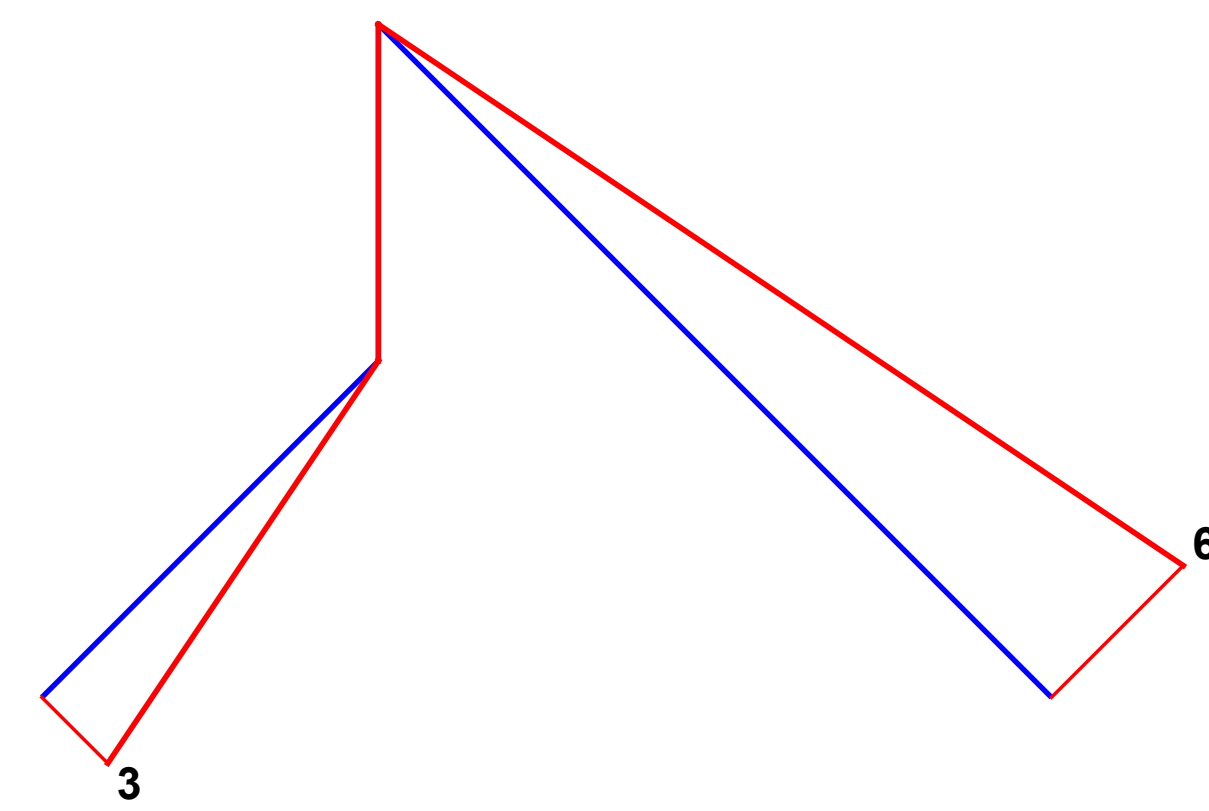
M0 [1 P]:



Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

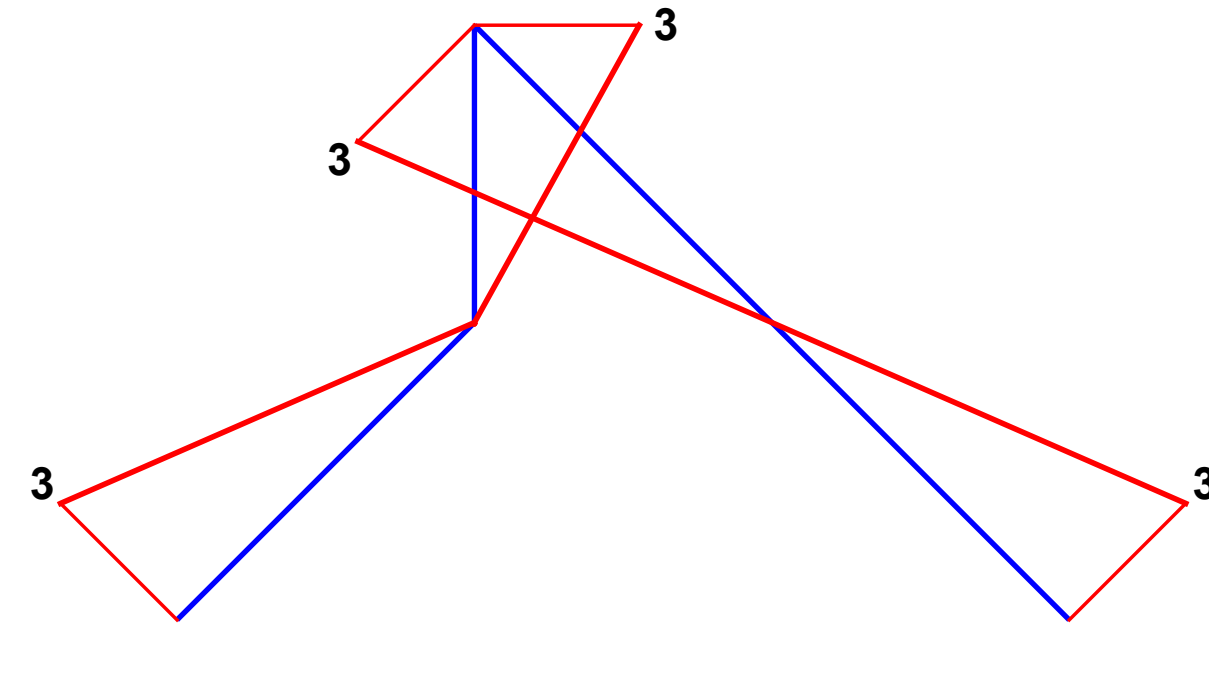
- od siły X1 = 1:

M1 [1]:



- od siły X2 = 1:

M2 [1]:



Przemieszczenia od obciążenia statycznego:

$$\delta_{10} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot P \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot (-31) \right) \right] = -12.728 \frac{1^3 P}{EJ}$$

$$\delta_{20} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot P \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] = 12.728 \frac{1^3 P}{EJ}$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 61 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 61 \right) \right] = 114.551 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot (-31) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 61 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot (-31) + \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] = 12.728 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 3 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 31 + \frac{1}{3} \cdot (-31) \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot (-31) + \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] = 47.184 \frac{1^3}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

$$\begin{pmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_{10} \\ \delta_{20} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

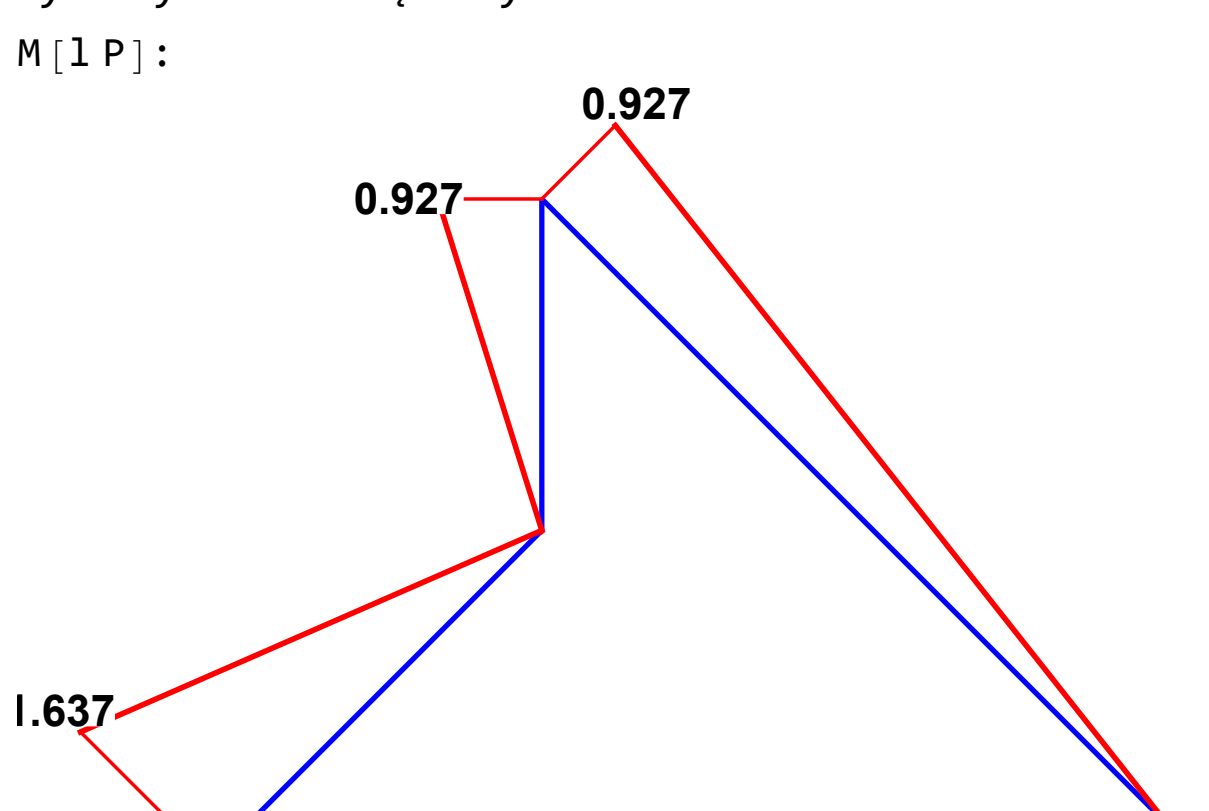
$$\begin{pmatrix} 114.551 \frac{1^3}{EJ} & 12.728 \frac{1^3}{EJ} \\ 12.728 \frac{1^3}{EJ} & 47.184 \frac{1^3}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -12.728 \frac{1^3 P}{EJ} \\ 12.728 \frac{1^3 P}{EJ} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązanie metody sił:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.145 P \\ -0.309 P \end{pmatrix}$$

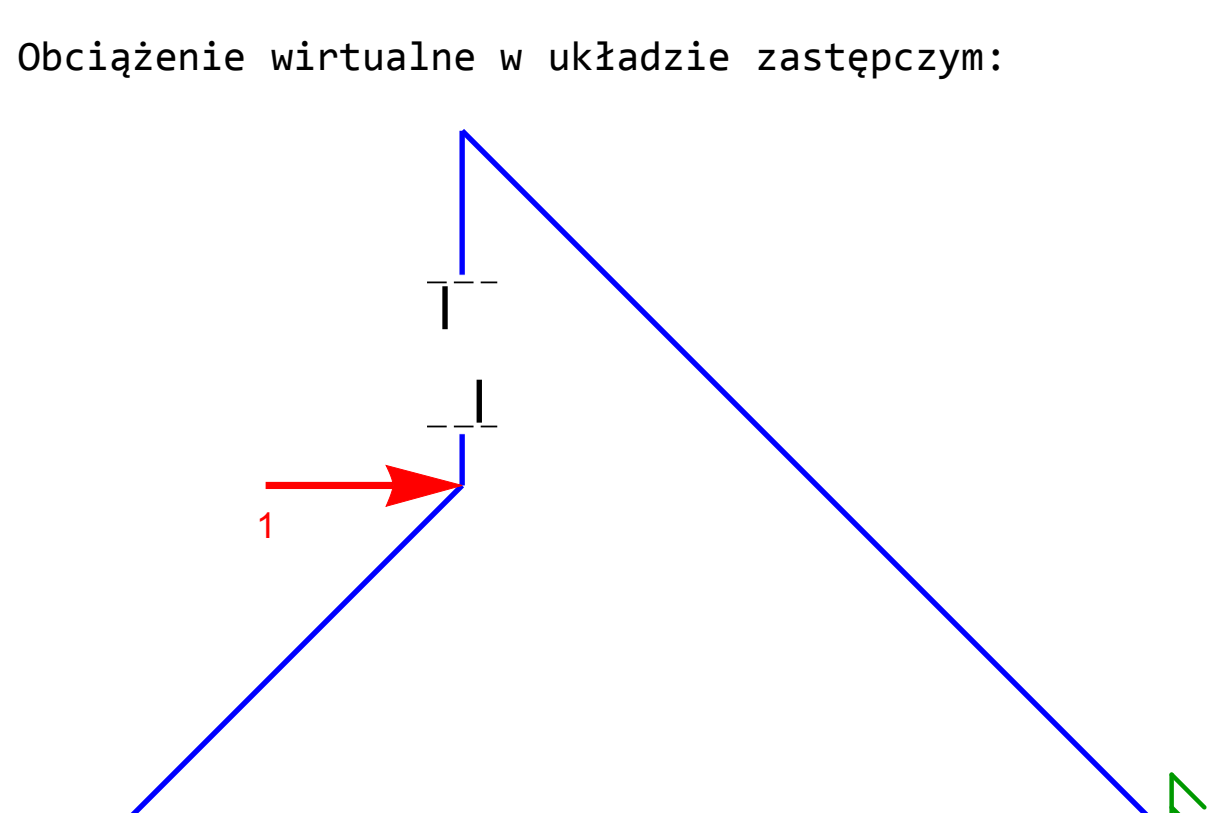
Wykresy sił wewnętrznych:

M [1 P]:



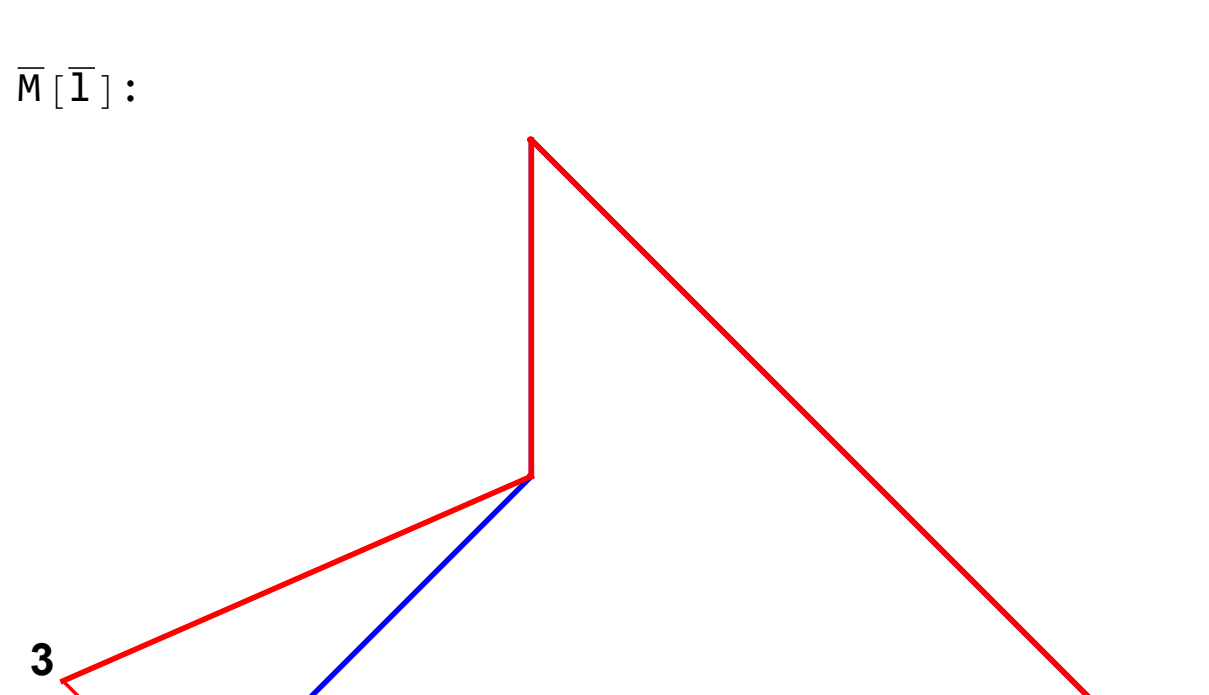
OBLICZENIE PRZEMIESZCZENIA:

Obciążenie wirtualne w układzie zastępczym:



Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia wirtualnego w układzie zastępczym:

M̄ [1̄]:



Przemieszczenie:

$$\delta = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 1.6371 \cdot P \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] = 6.944 \frac{1^3 P}{EJ}$$

Zadanie przygotował Karol Bołbotowski.