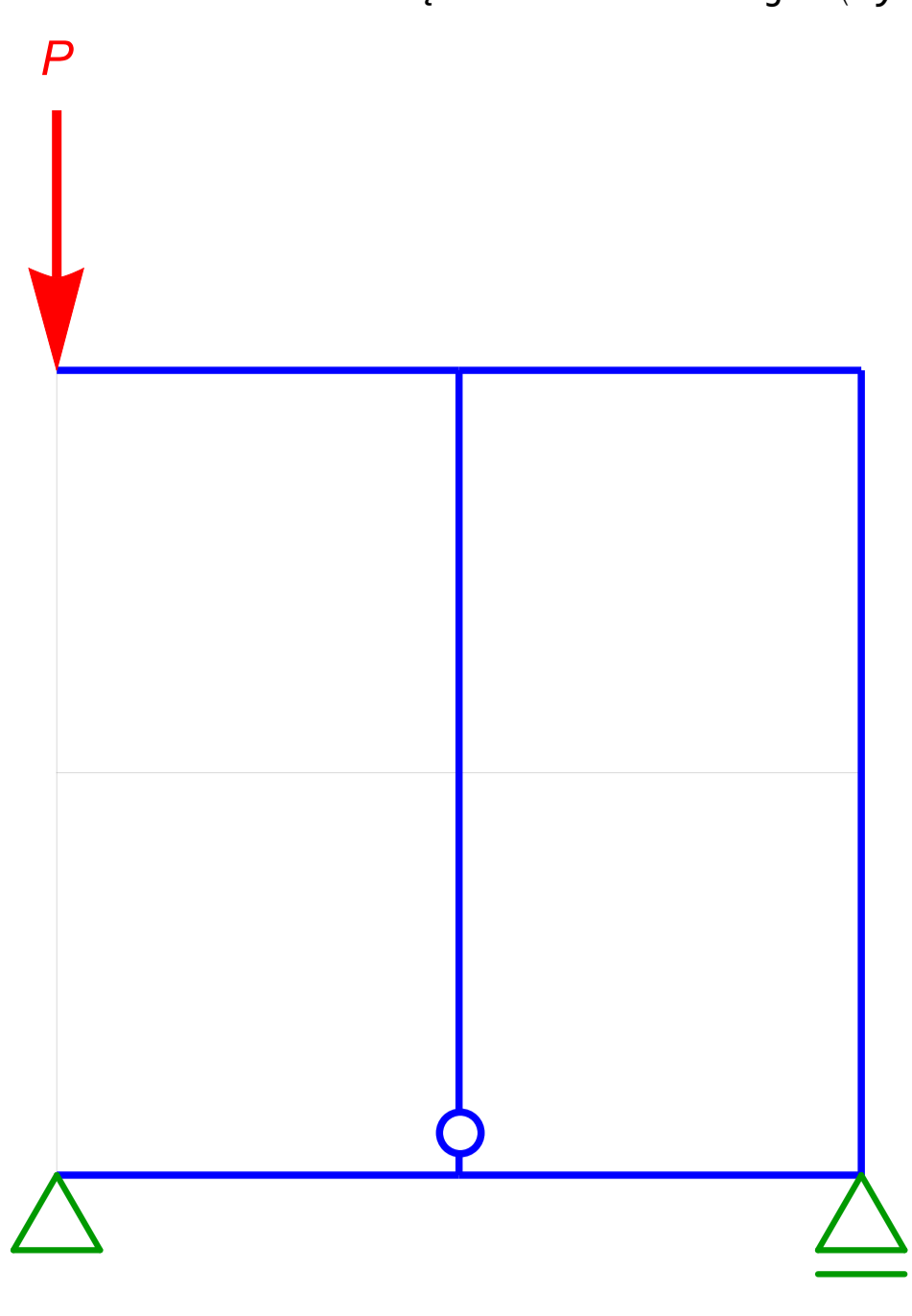
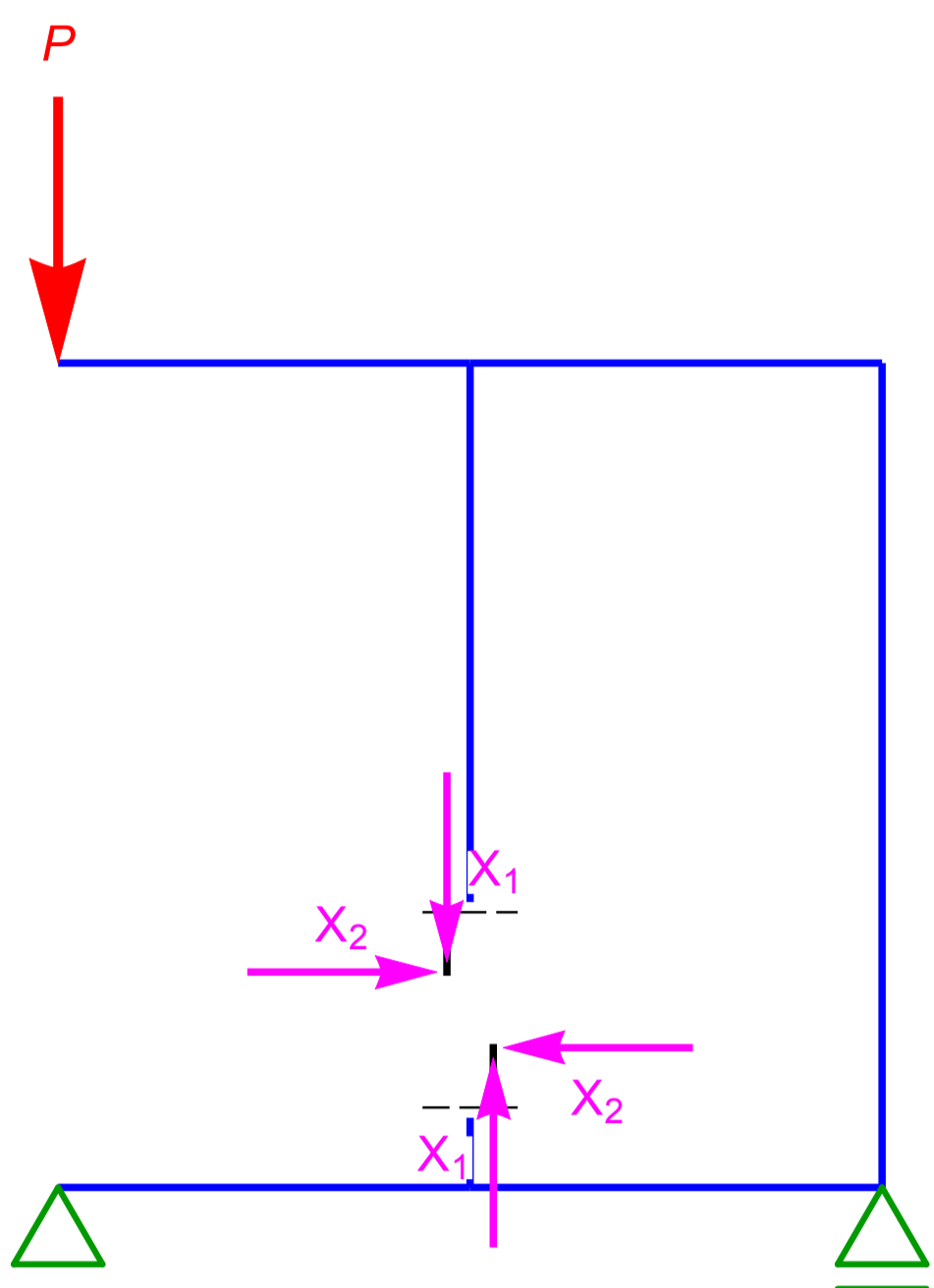


Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1, EA = ∞):



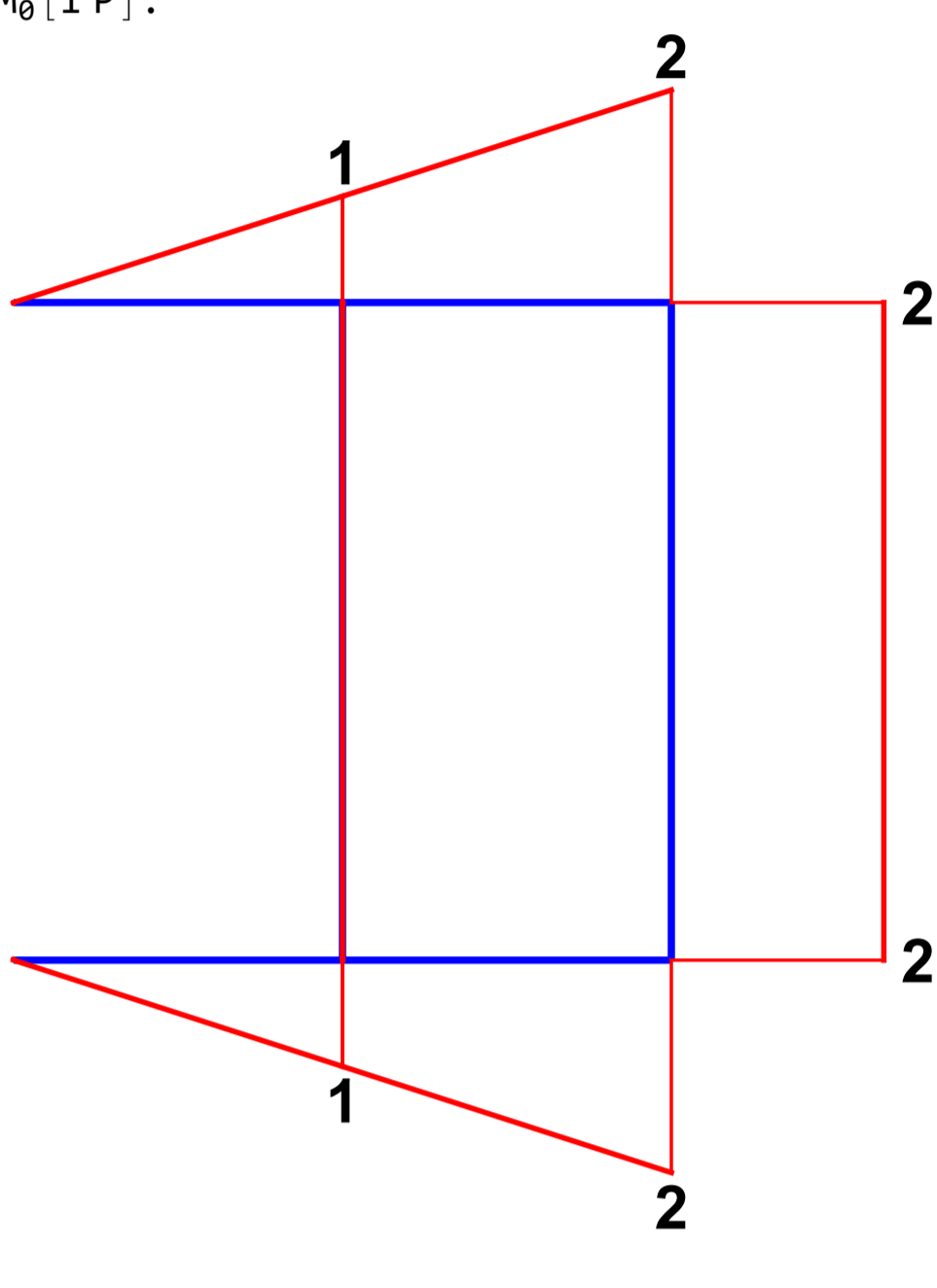
Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

Układ zastępczy:



Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia zewnętrznego w układzie zastępczym:

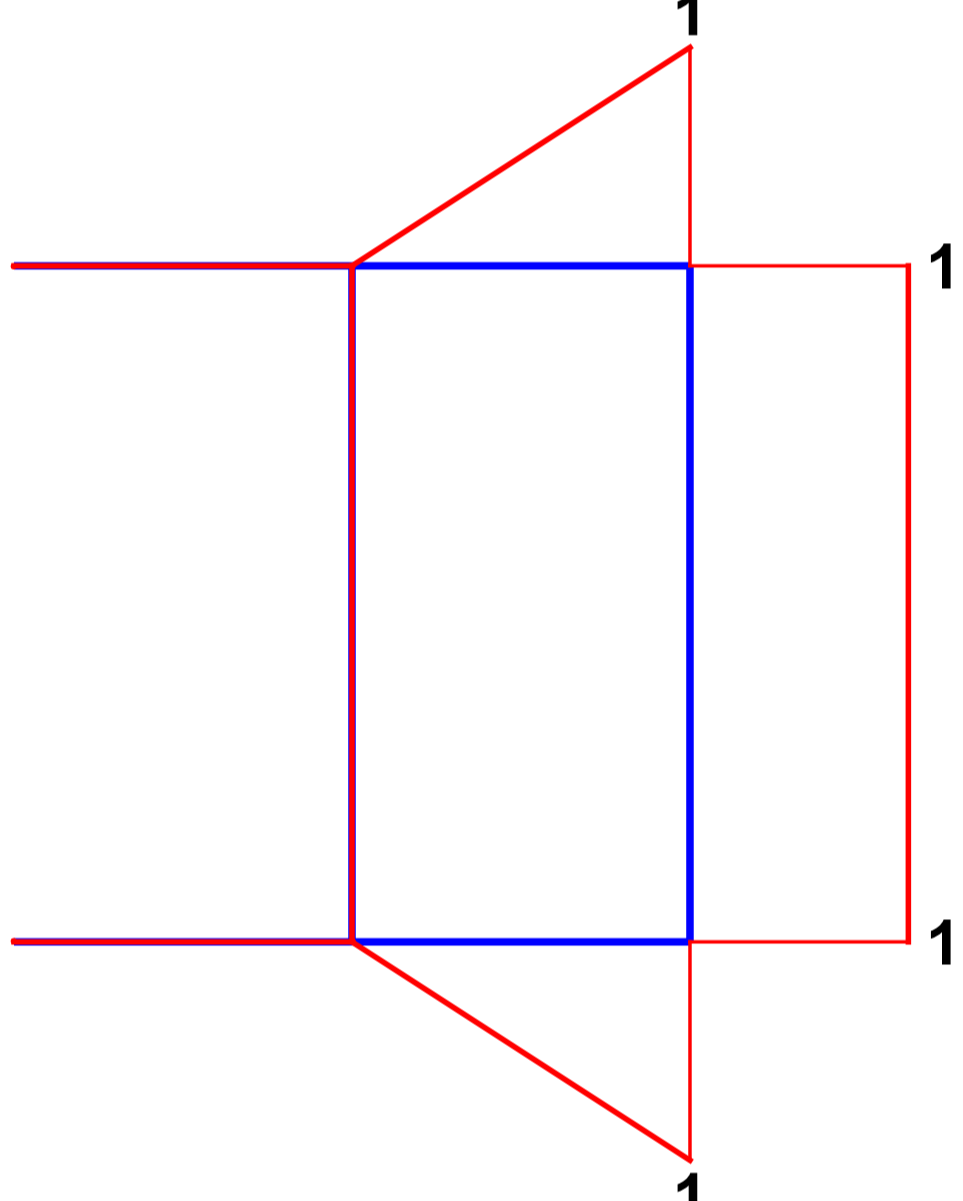
$M_0 [1 P]$ :



Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

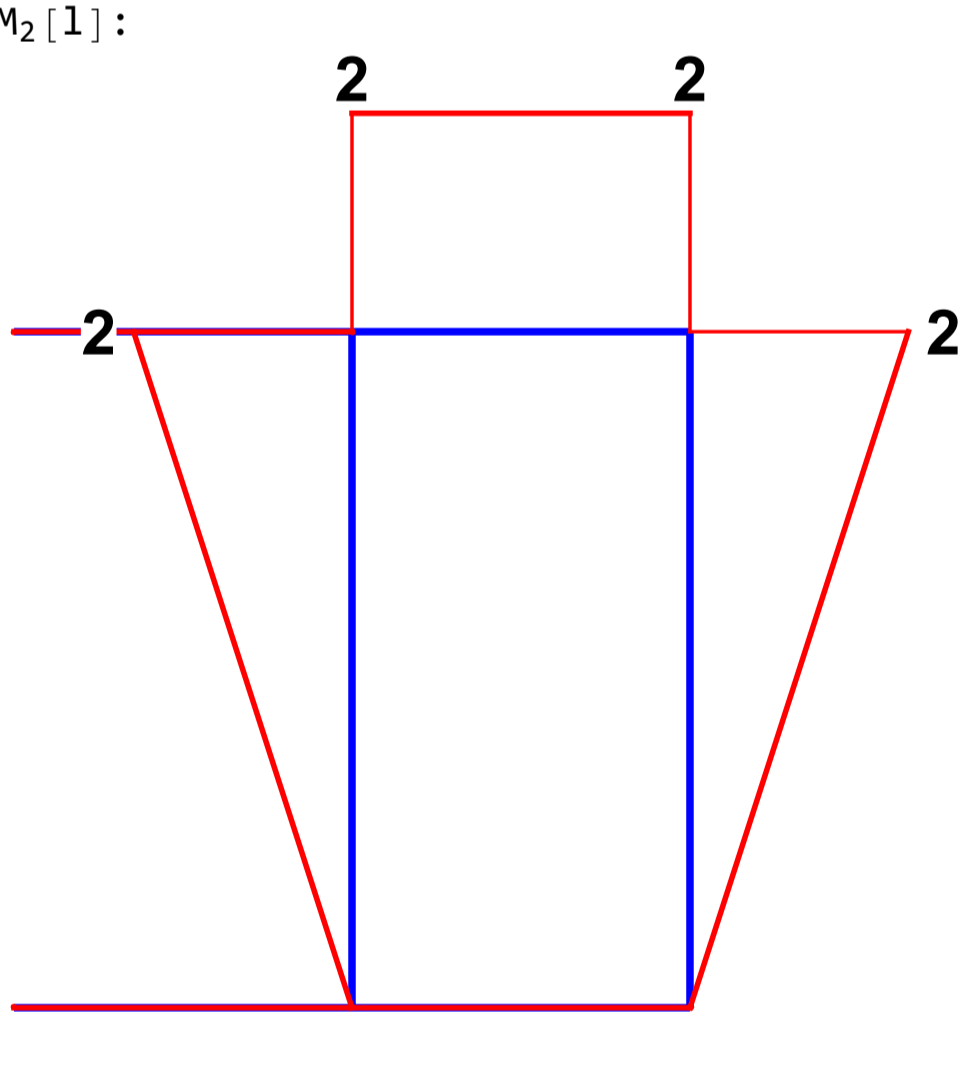
- od siły  $X_1 = 1$ :

$M_1 [1]$ :



- od siły  $X_2 = 1$ :

$M_2 [1]$ :



Przemieszczenia od obciążenia statycznego:

$$\delta_{10} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 1 P + \frac{2}{3} \cdot 21 P \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 1 P + \frac{2}{3} \cdot 21 P \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ (1 \cdot 2 \cdot 1) (21 P) \right] = \frac{17}{3} \frac{1^3 P}{EJ}$$

$$\delta_{20} = \frac{1}{EJ} \left[ (21 \cdot 1) \left( \frac{1}{2} \cdot 1 P + \frac{1}{2} \cdot 21 P \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 2 \cdot 1 \right) (21 P) \right] = 7 \frac{1^3 P}{EJ}$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 1 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 1 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ (1 \cdot 2 \cdot 1) (1) \right] = \frac{8}{3} \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 \right) (21) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 2 \cdot 1 \right) (1) \right] = 3 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 2 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 21 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ (21 \cdot 1) (21) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 2 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 21 \right) \right] = \frac{28}{3} \frac{1^3}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

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

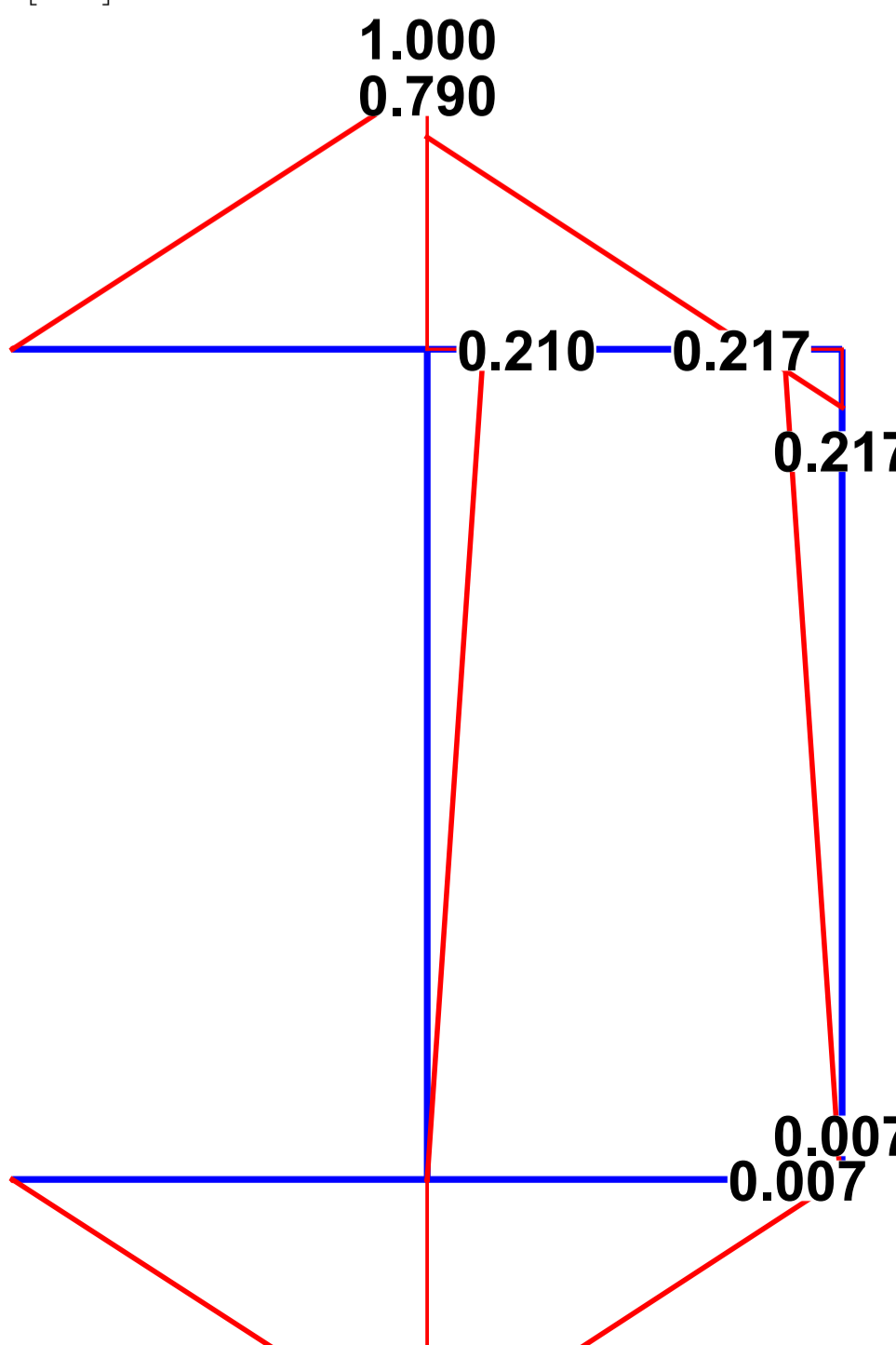
$$\begin{pmatrix} \frac{8}{3} \frac{1^3}{EJ} & \frac{3}{EJ} \frac{1^3}{EJ} \\ \frac{3}{EJ} \frac{1^3}{EJ} & \frac{28}{3} \frac{1^3}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{17}{3} \frac{1^3 P}{EJ} \\ \frac{7}{EJ} \frac{1^3 P}{EJ} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązanie metody sił:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2.007 P \\ -0.105 P \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:

$M [1 P]$ :



Rozwiązanie przygotował Karol Bołbotowski.