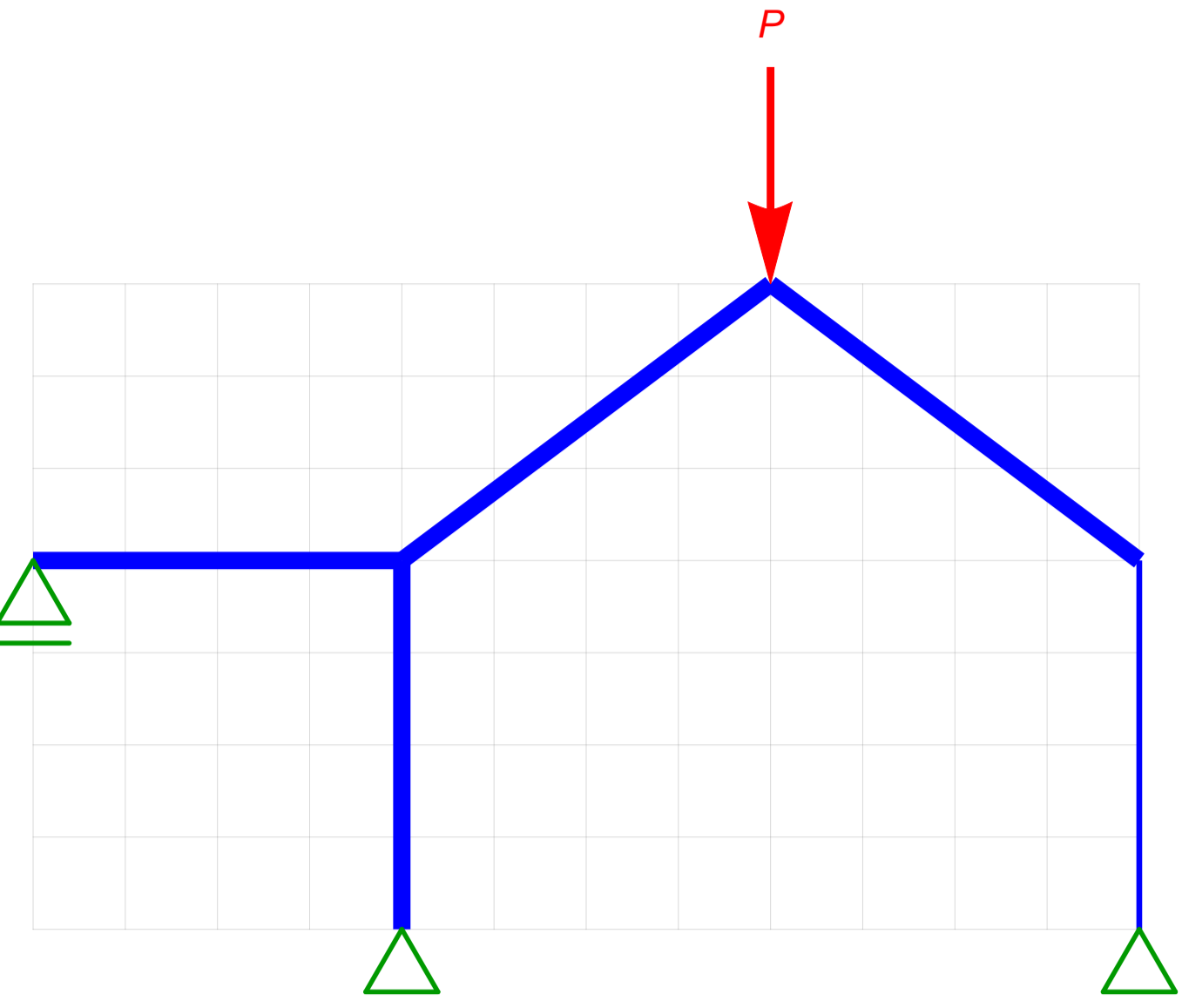


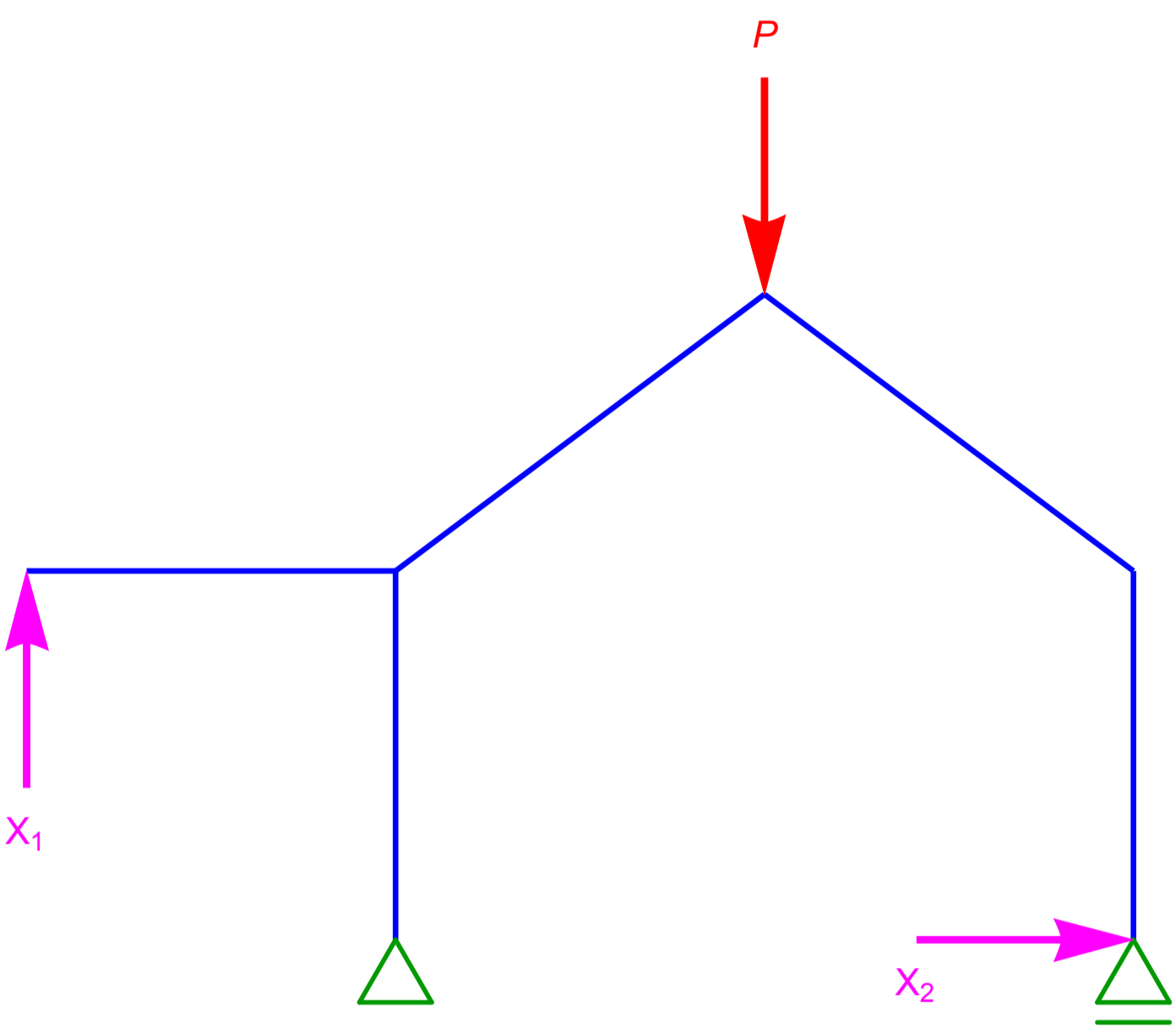
Schemat poziomy:

Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1,  $EA = \infty$ , linia cienka -  $\frac{1}{2}EJ$ ):



Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

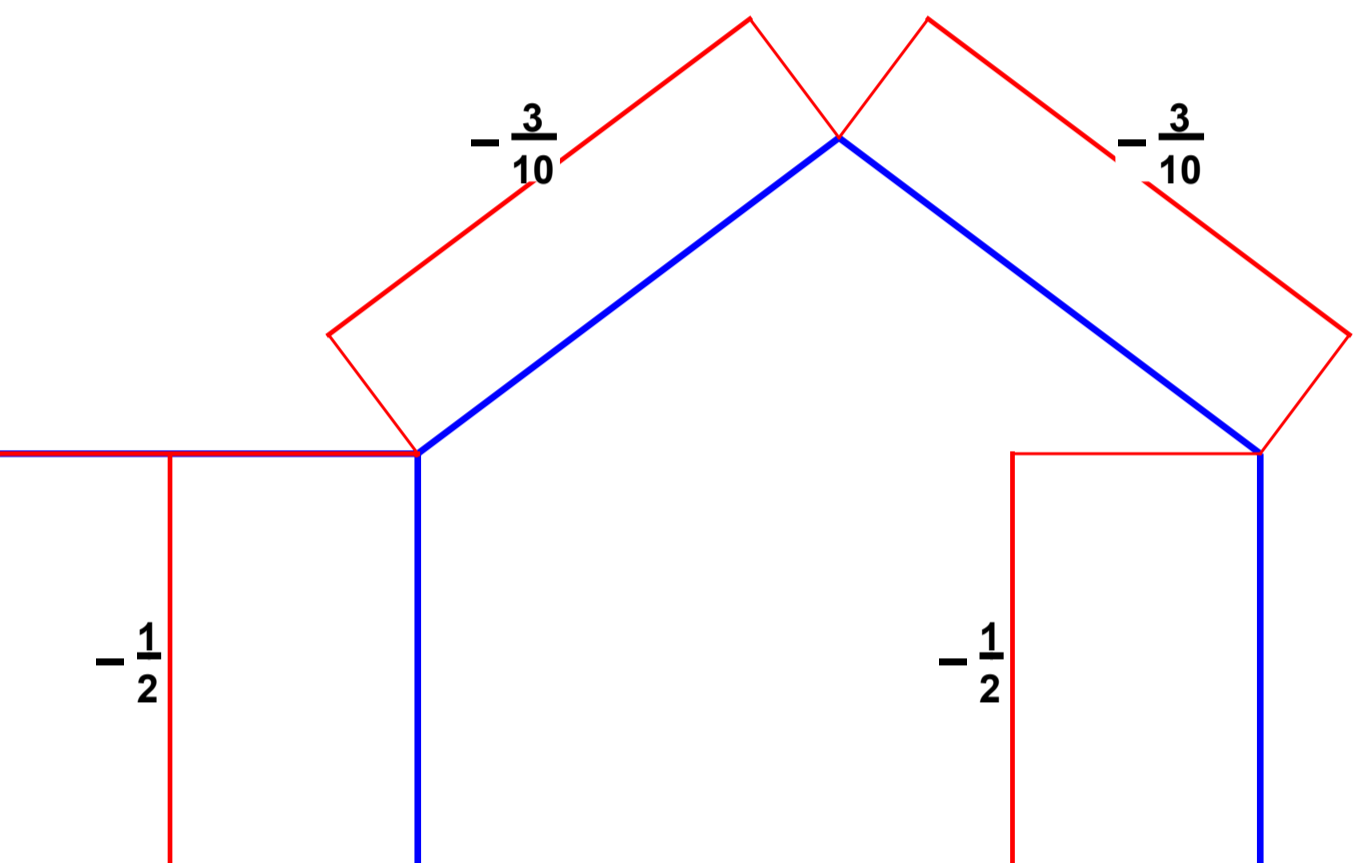
Układ zastępczy:



Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia zewnętrznego w układzie zastępczym:

$N_0[P]$ :

$M_0[1P]$ :

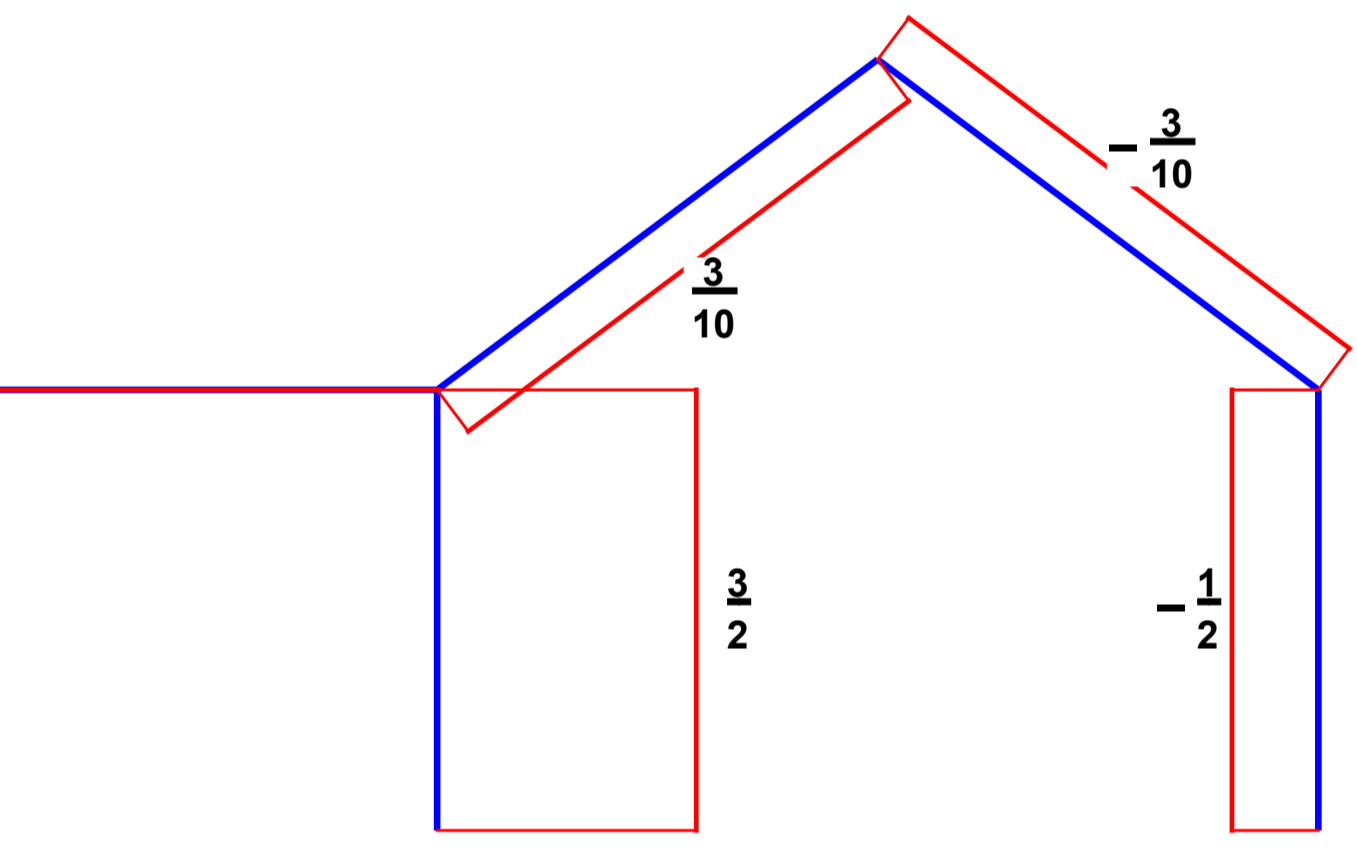


Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

- od siły  $X_1 = 1$ :

$N_1[1]$ :

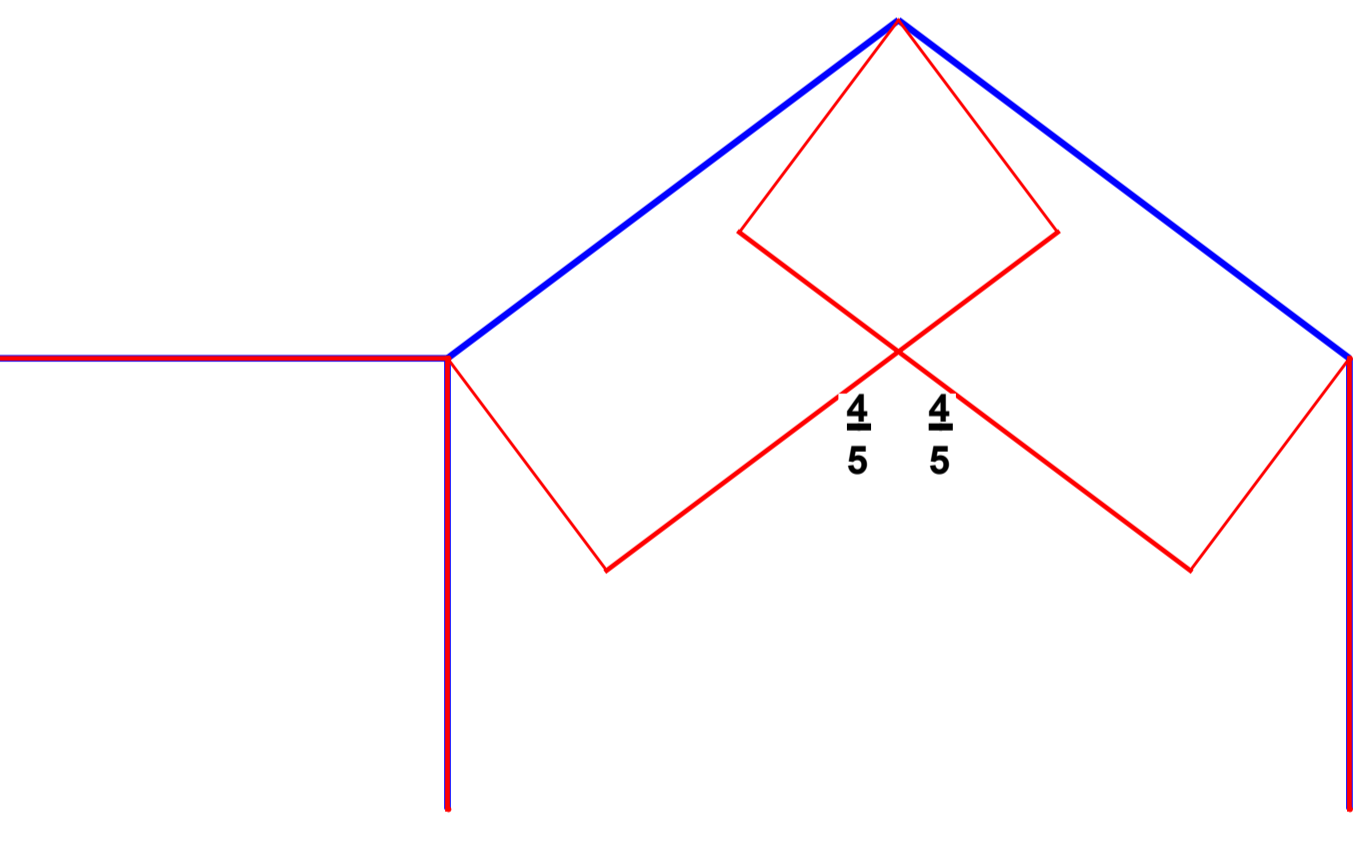
$M_1[1]$ :



- od siły  $X_2 = 1$ :

$N_2[1]$ :

$M_2[1]$ :



Przemieszczenia od obciążenia statycznego:

$$\delta_{10} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21P \cdot 5 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 41 + \frac{2}{3} \cdot 21 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21P \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 21 \right) \right] = 20 \frac{13P}{EJ}$$

$$\delta_{20} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21P \cdot 5 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 41 + \frac{2}{3} \cdot 71 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21P \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 71 + \frac{1}{3} \cdot 41 \right) \right] = 60 \frac{13P}{EJ}$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 41 + \frac{1}{3} \cdot 21 \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 5 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 41 + \frac{2}{3} \cdot 21 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 21 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 4 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 41 \right) \right] = 224 \frac{13}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 41 + \frac{1}{3} \cdot 71 \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 5 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 41 + \frac{2}{3} \cdot 71 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 71 + \frac{1}{3} \cdot 41 \right) \right] = 110 \frac{13}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 4 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 41 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 41 + \frac{1}{3} \cdot 71 \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot 71 \cdot 5 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 41 + \frac{2}{3} \cdot 71 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 71 \cdot 5 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 71 + \frac{1}{3} \cdot 41 \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 5 \right) \left( \frac{1}{3} \cdot 71 + \frac{2}{3} \cdot 41 \right) \right] + \frac{2}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 4 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 41 \right) \right] = 374 \frac{13}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

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

$$\begin{pmatrix} 224 \frac{13}{EJ} & 110 \frac{13}{EJ} \\ 110 \frac{13}{EJ} & 374 \frac{13}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 20 \frac{13P}{EJ} \\ 60 \frac{13P}{EJ} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

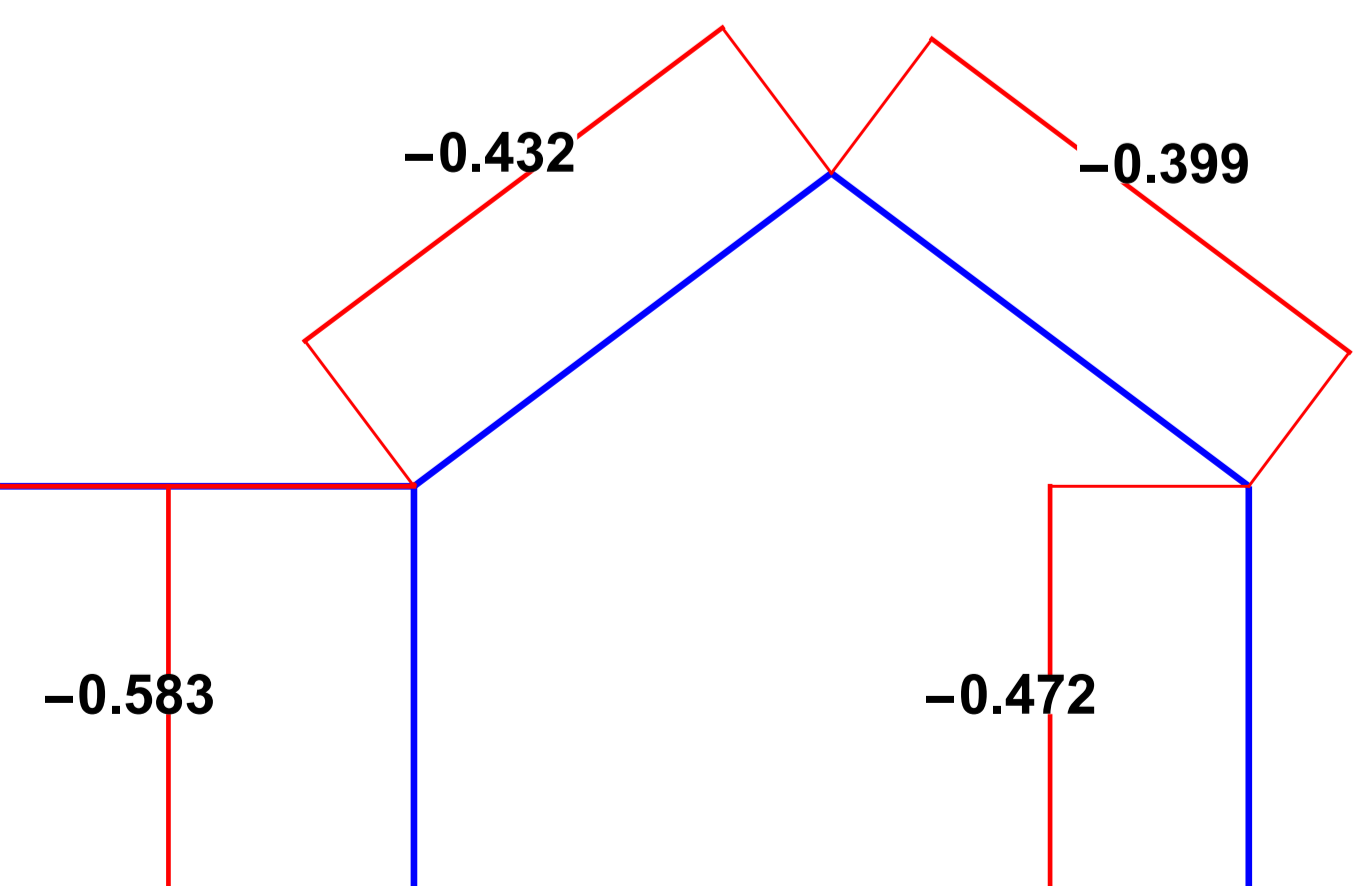
Rozwiązanie metody sił:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.056P \\ -0.144P \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:

$N[P]$ :

$M[1P]$ :



Wykres momentów w całej ramie:

