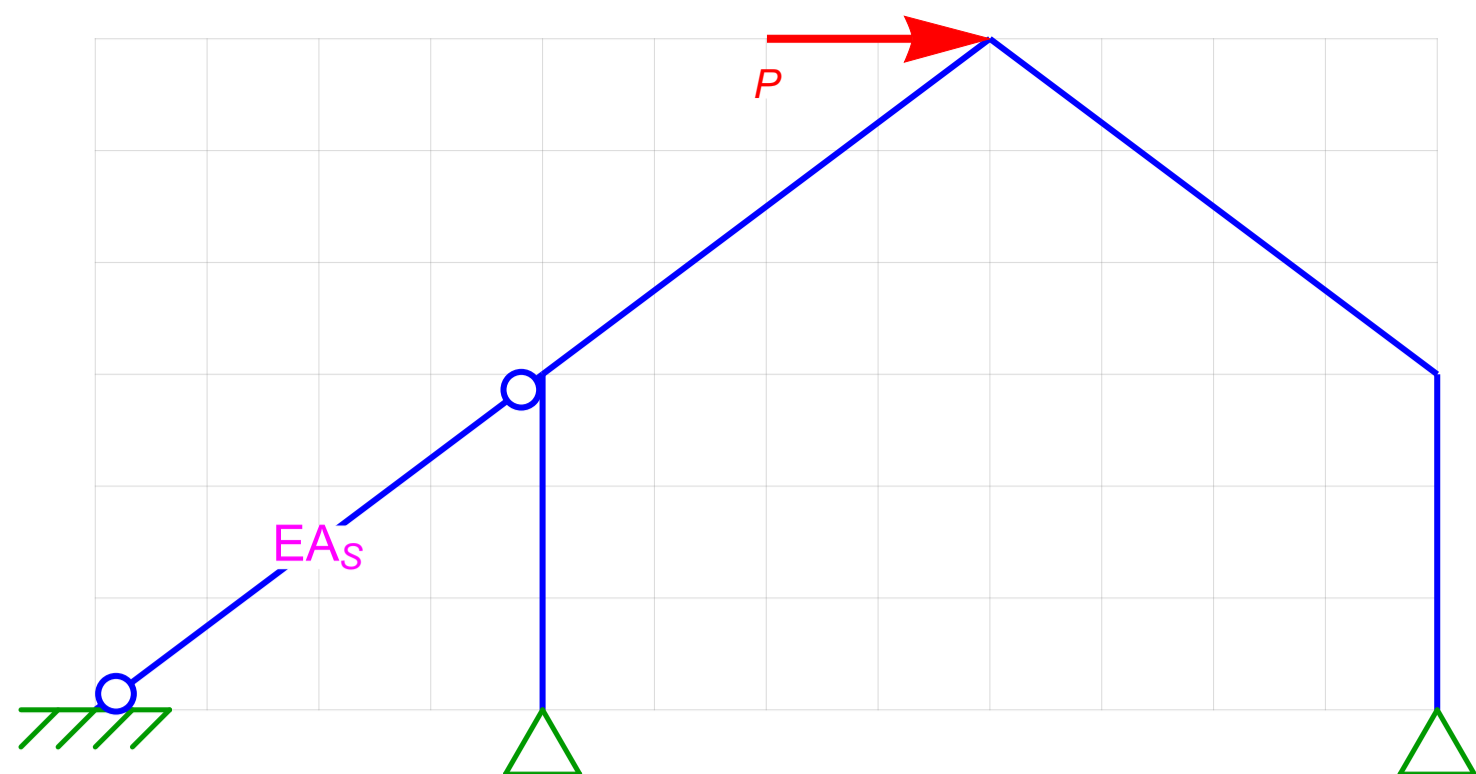
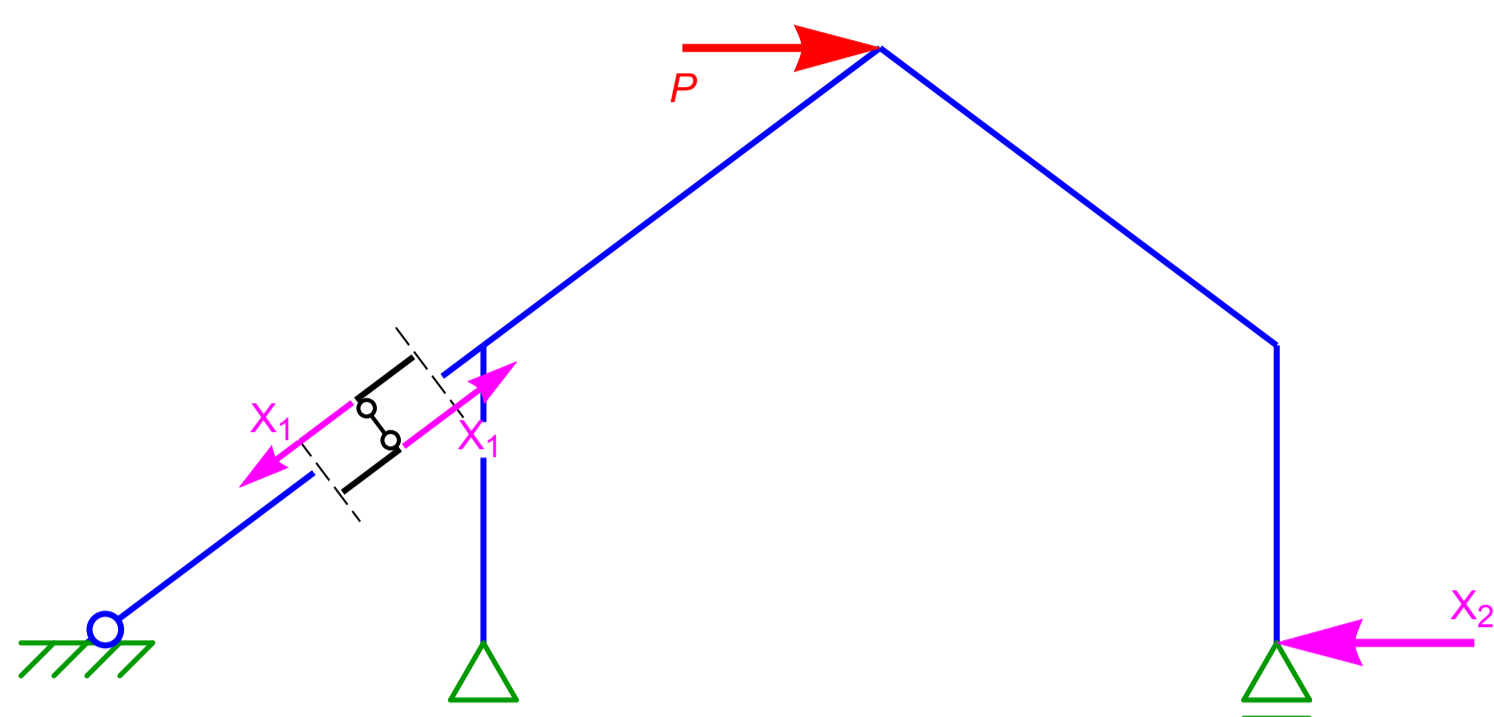


Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1, $EA = \infty$, $EAs = 100 \frac{EJ}{12}$):



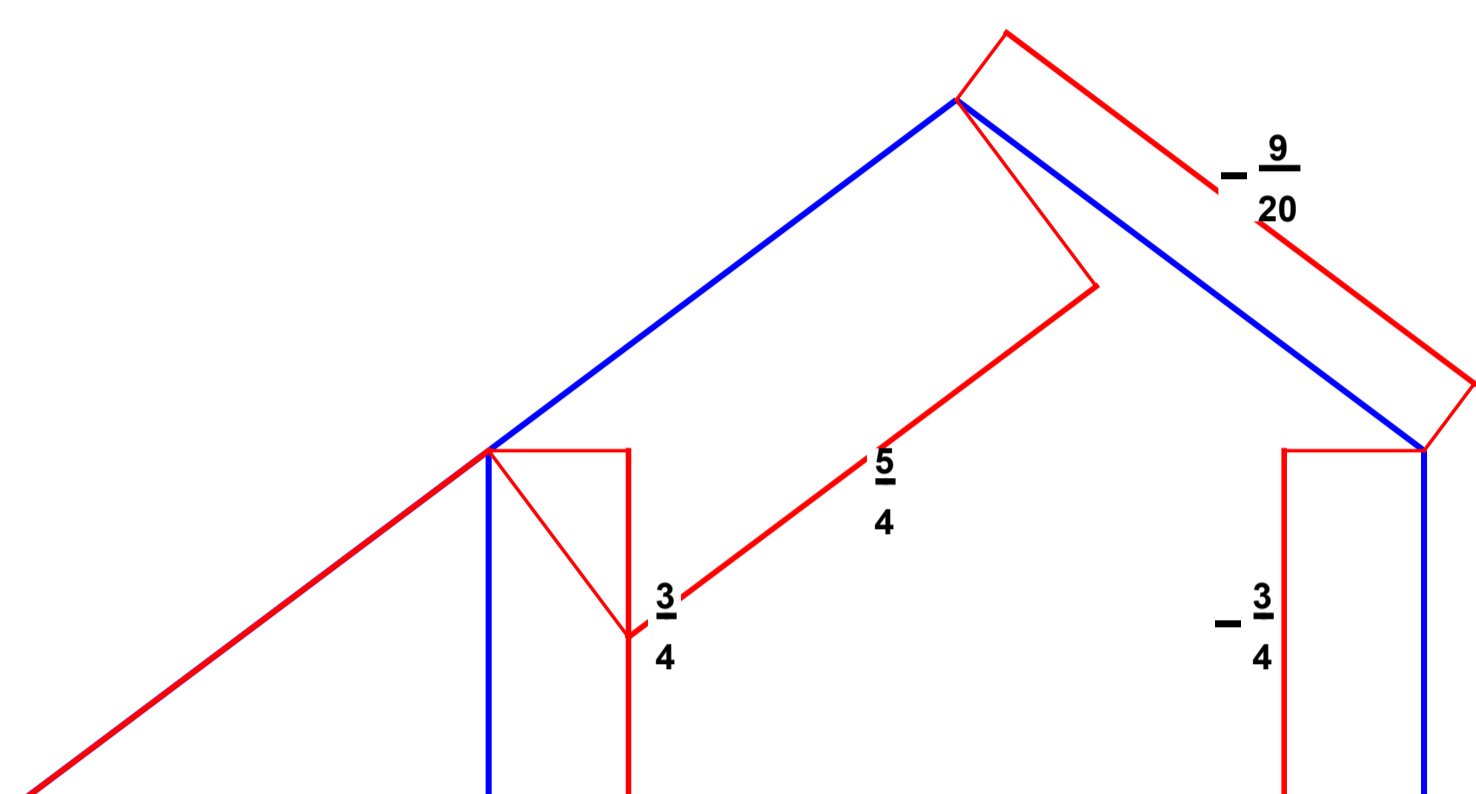
Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

Układ zastępczy:

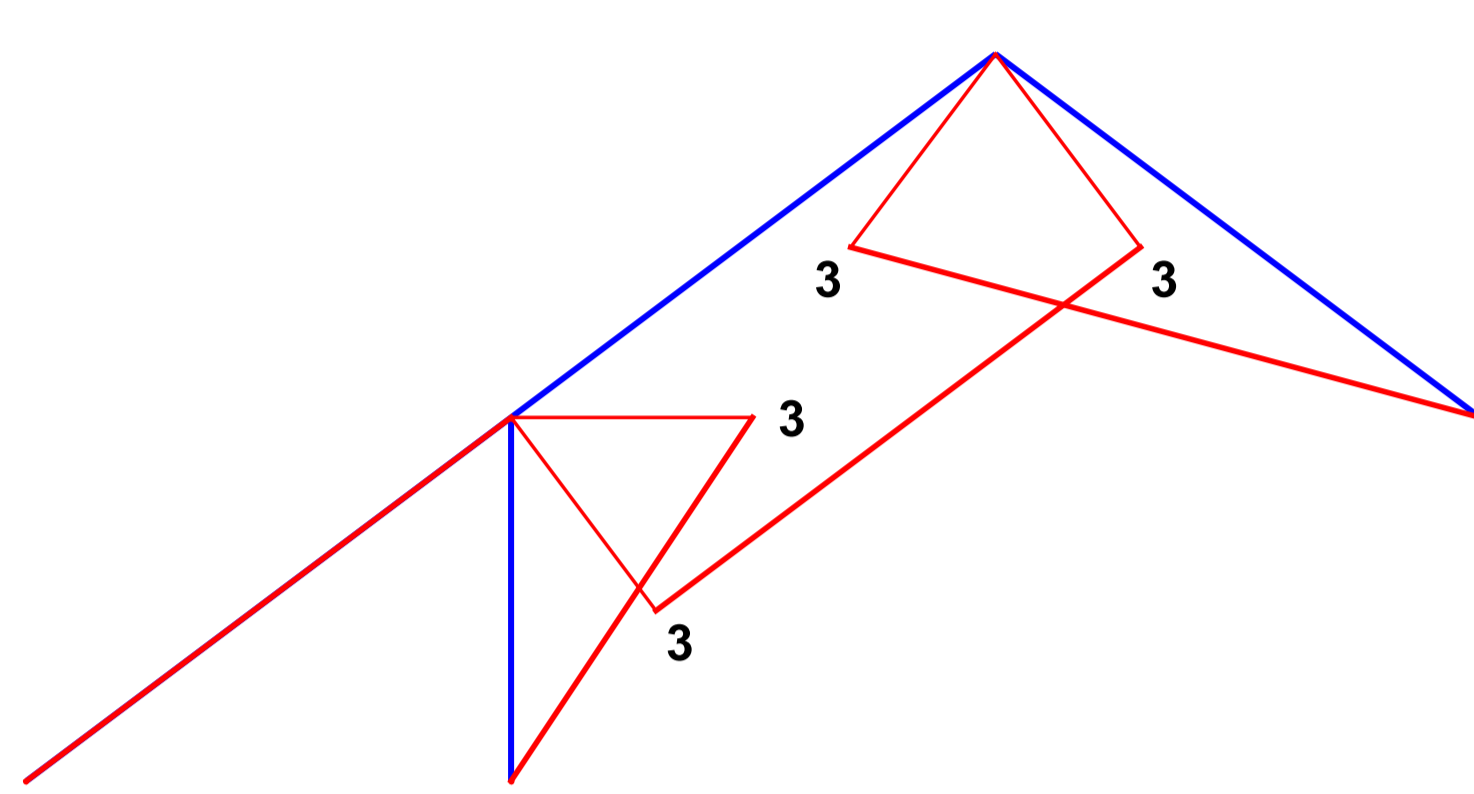


Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia zewnętrznego w układzie zastępczym:

$N_0 [P]$:



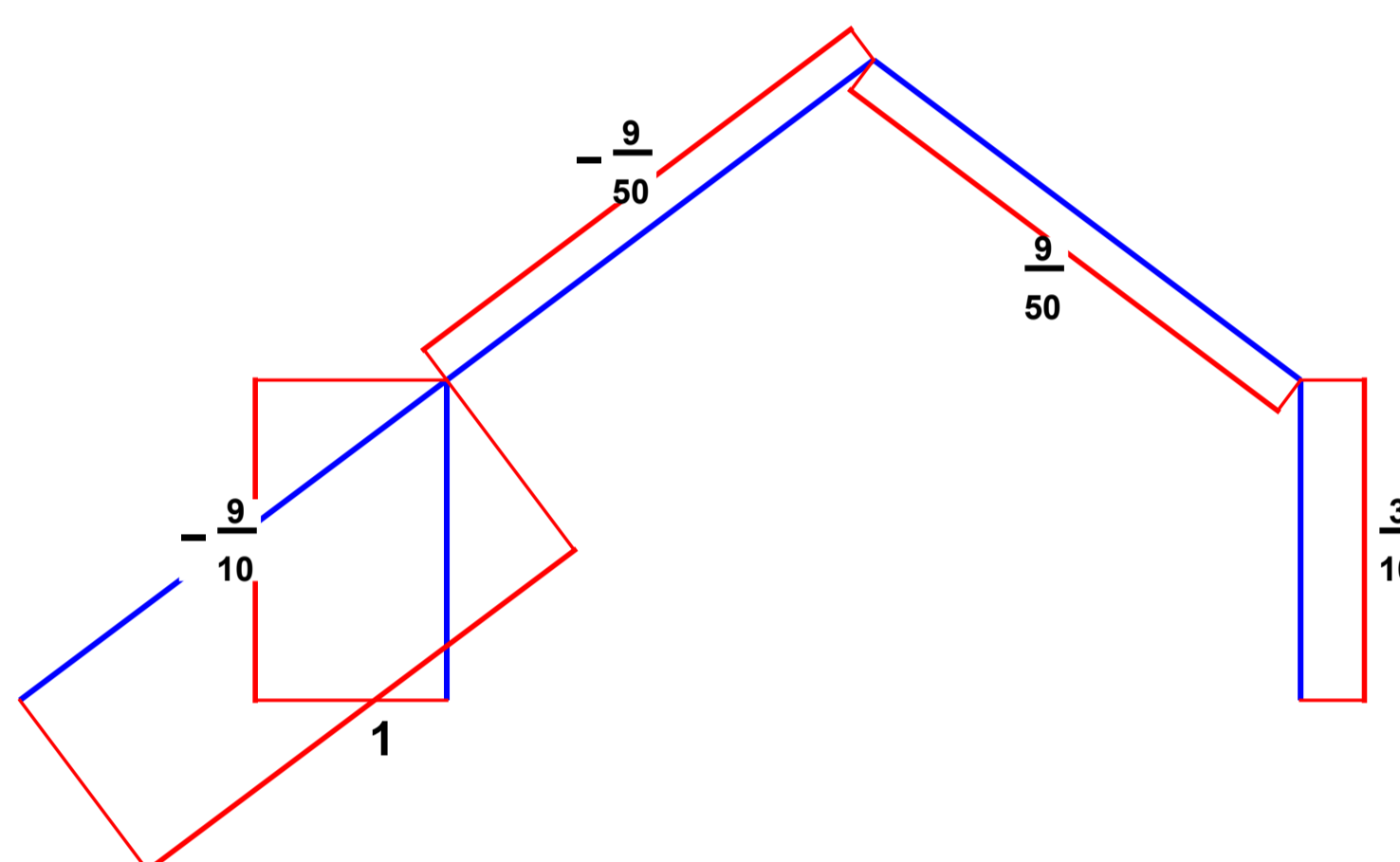
$M_0 [1P]$:



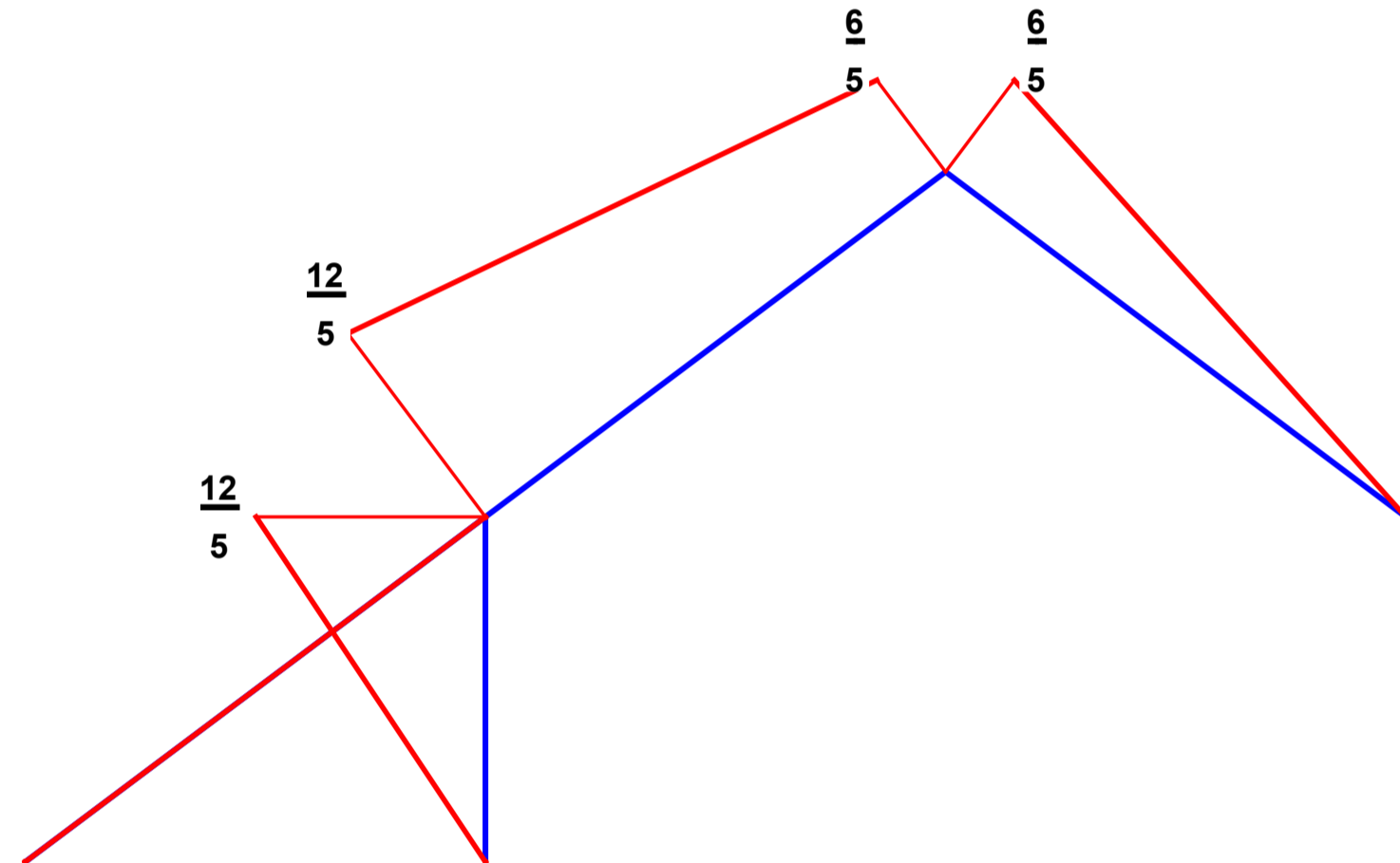
Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

- od siły $X_1 = 1$:

$N_1 [1]$:

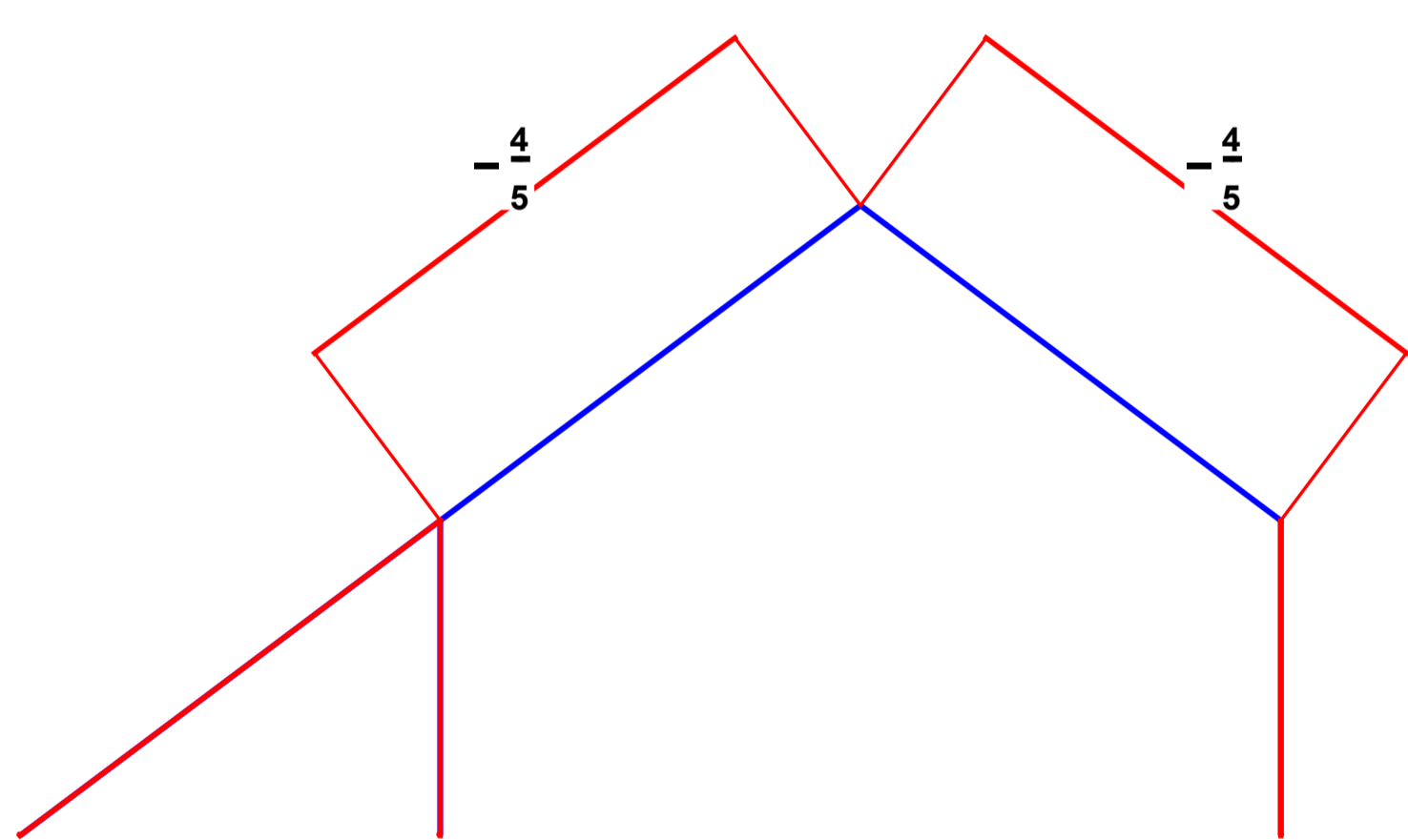


$M_1 [1]$:

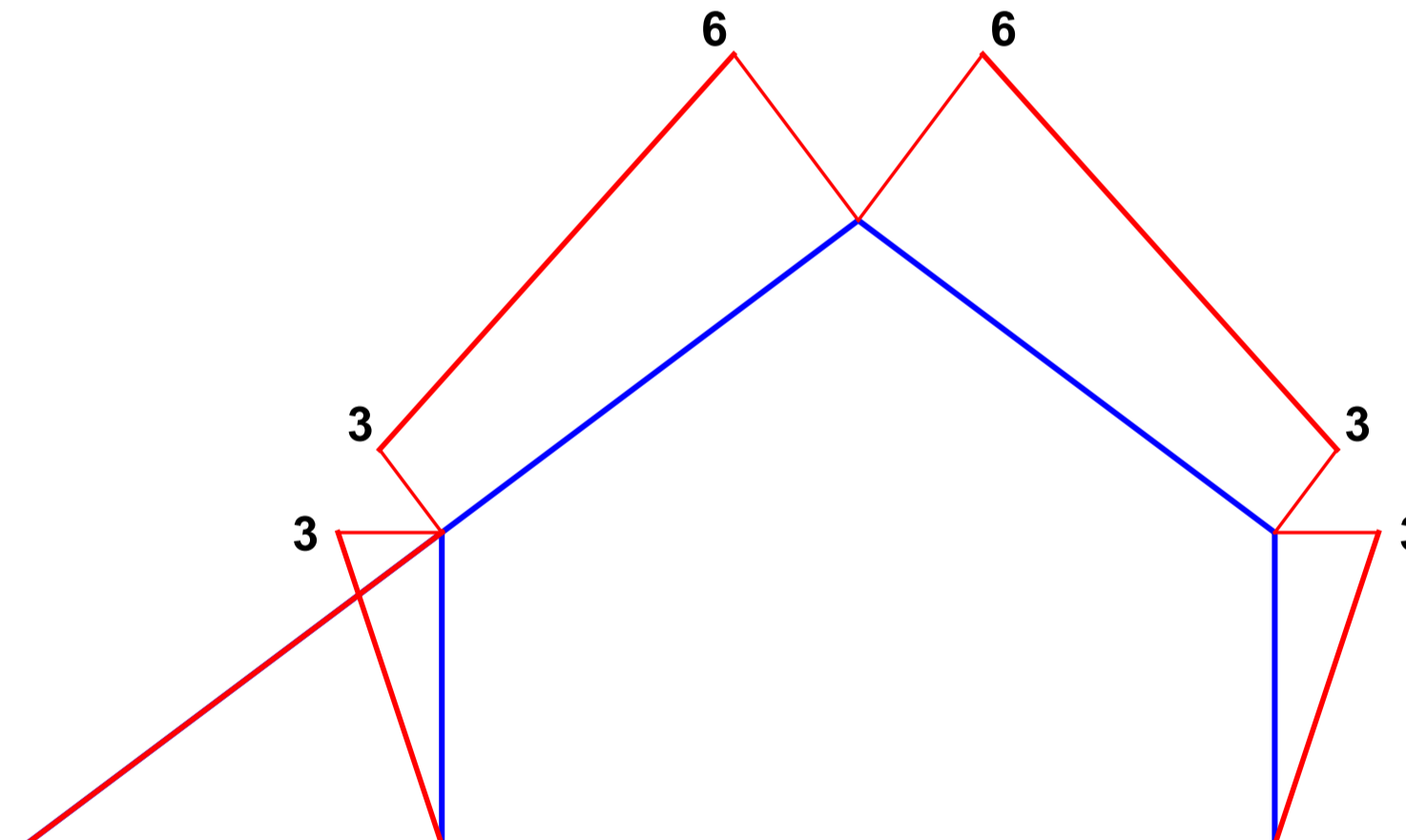


- od siły $X_2 = 1$:

$N_2 [1]$:



$M_2 [1]$:



Przemieszczenia od obciążenia statycznego:

$$\delta_{10} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31P \cdot 3 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot \left(-\frac{12}{5} \cdot 1 \right) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(31P \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{12}{5} \cdot 1 \right) + \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{6}{5} \cdot 1 \right) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31P \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot \left(-\frac{6}{5} \cdot 1 \right) \right) \right] = -40.200 \frac{1^3 P}{EJ}$$

$$\delta_{20} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31P \cdot 3 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-31) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(31P \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{1}{2} \cdot (-31) + \frac{1}{2} \cdot (-61) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31P \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-61) + \frac{1}{3} \cdot (-31) \right) \right] = -114.000 \frac{1^3 P}{EJ}$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \right) \right] + \frac{12^2}{100 EJ} (1) (1) (5 \cdot 1) = 25.010 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{12}{5} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 31 + \frac{1}{3} \cdot 61 \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{1}{3} \cdot 31 + \frac{2}{3} \cdot 61 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{6}{5} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 61 + \frac{1}{3} \cdot 31 \right) \right] = 61.200 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 3 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 31 + \frac{1}{3} \cdot 61 \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot 61 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{1}{3} \cdot 31 + \frac{2}{3} \cdot 61 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 61 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 61 + \frac{1}{3} \cdot 31 \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left(\frac{1}{3} \cdot 61 + \frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 31 \cdot 3 \cdot 1 \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 31 \right) \right] = 228.000 \frac{1^3}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

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

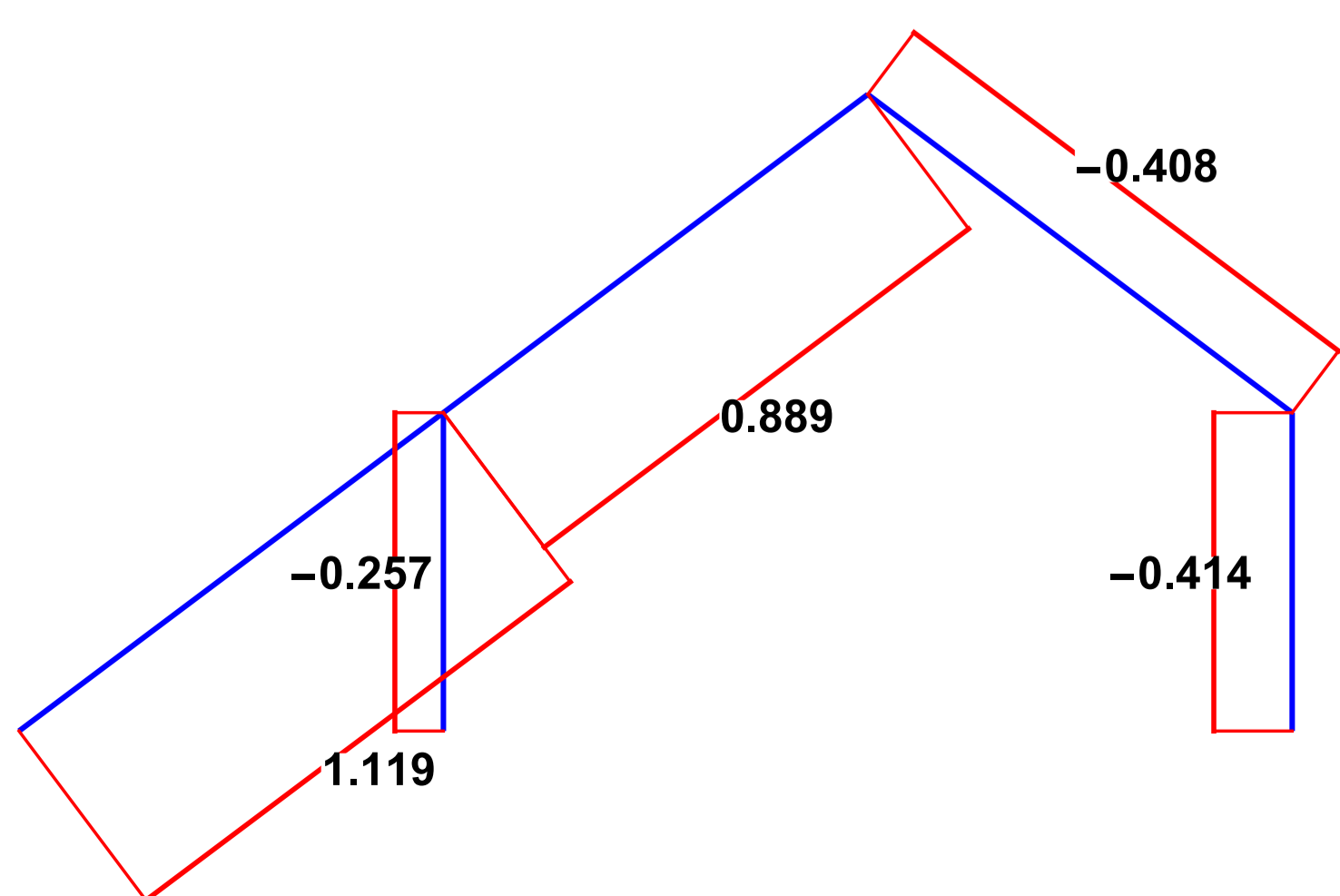
$$\begin{pmatrix} \frac{25.010 \cdot 1^3}{EJ} & \frac{61.200 \cdot 1^3}{EJ} \\ \frac{61.200 \cdot 1^3}{EJ} & \frac{228.000 \cdot 1^3}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -40.200 \cdot 1^3 P / EJ \\ -114.000 \cdot 1^3 P / EJ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązanie metody sił:

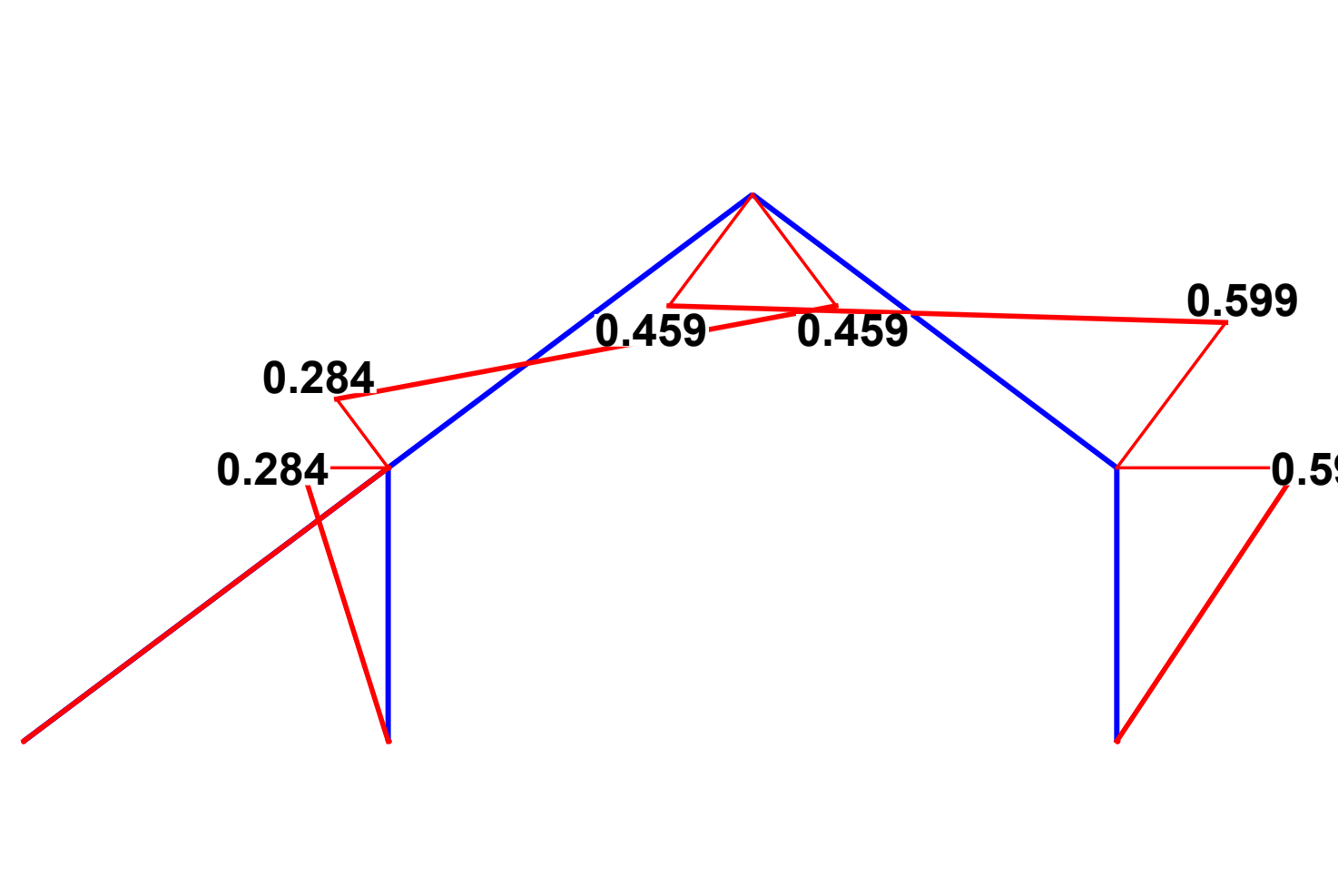
$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.119 P \\ 0.200 P \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:

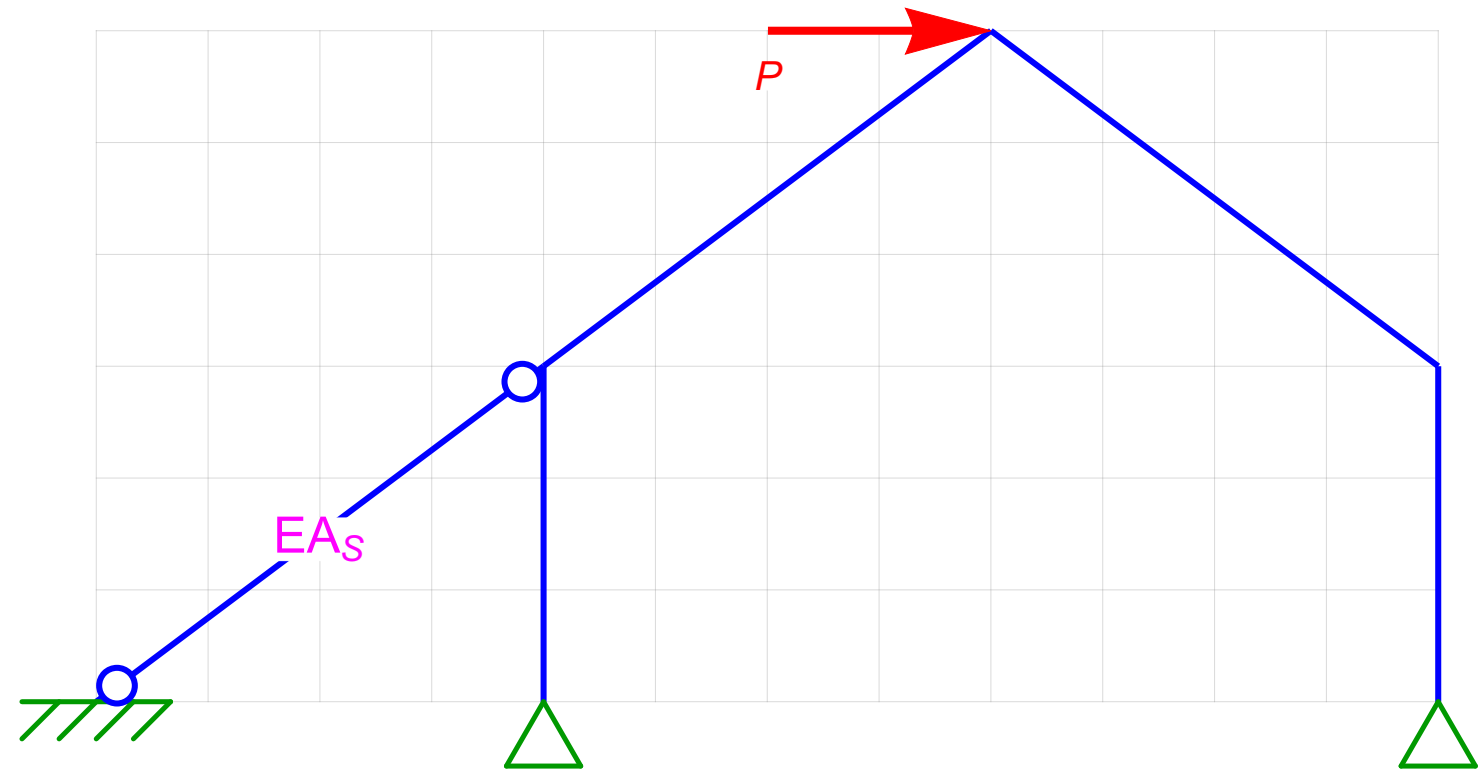
$N [P]$:



$M [1P]$:

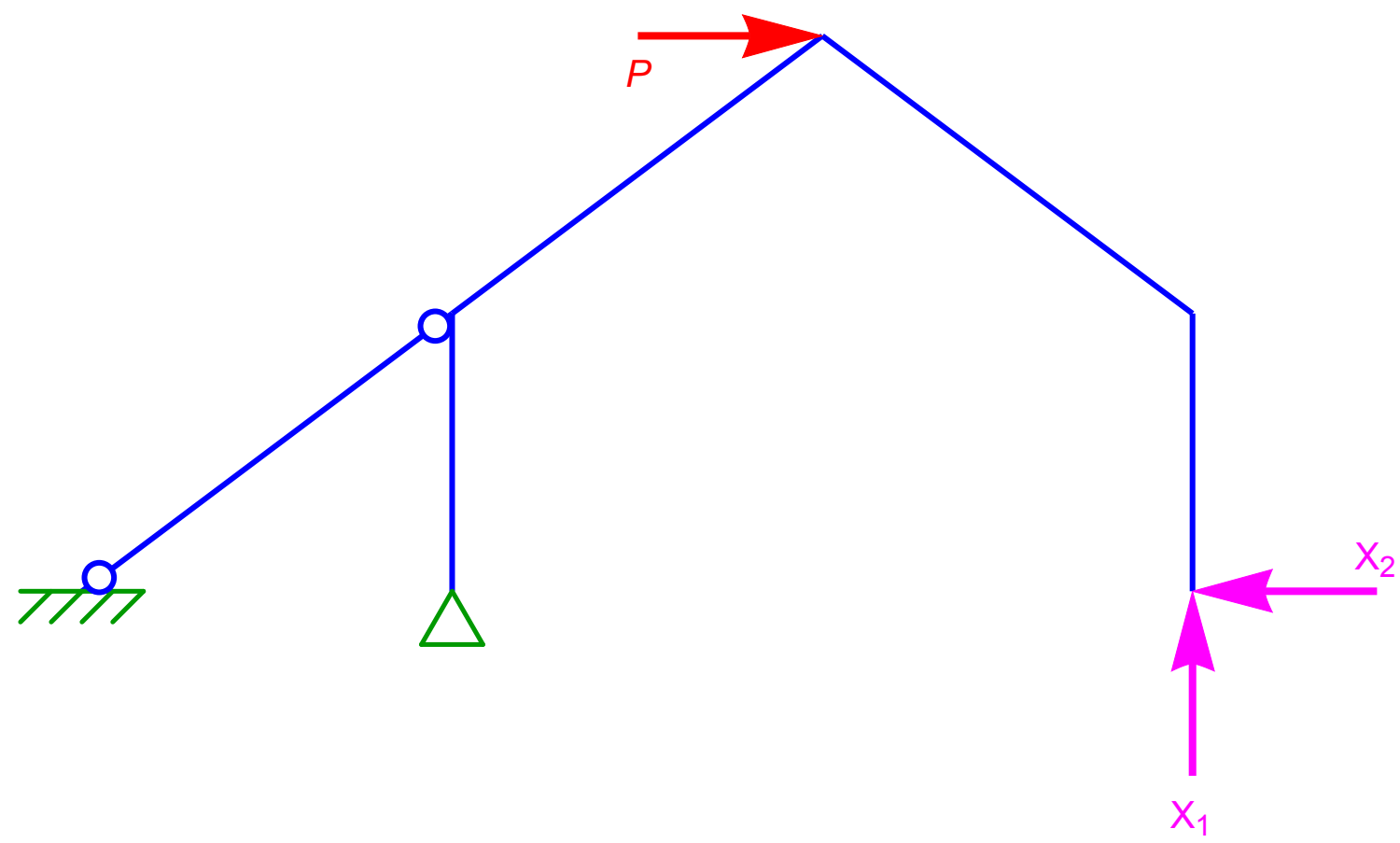


Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1, $EA = \infty$, $EA_5 = 100 \frac{EJ}{l^2}$):



Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

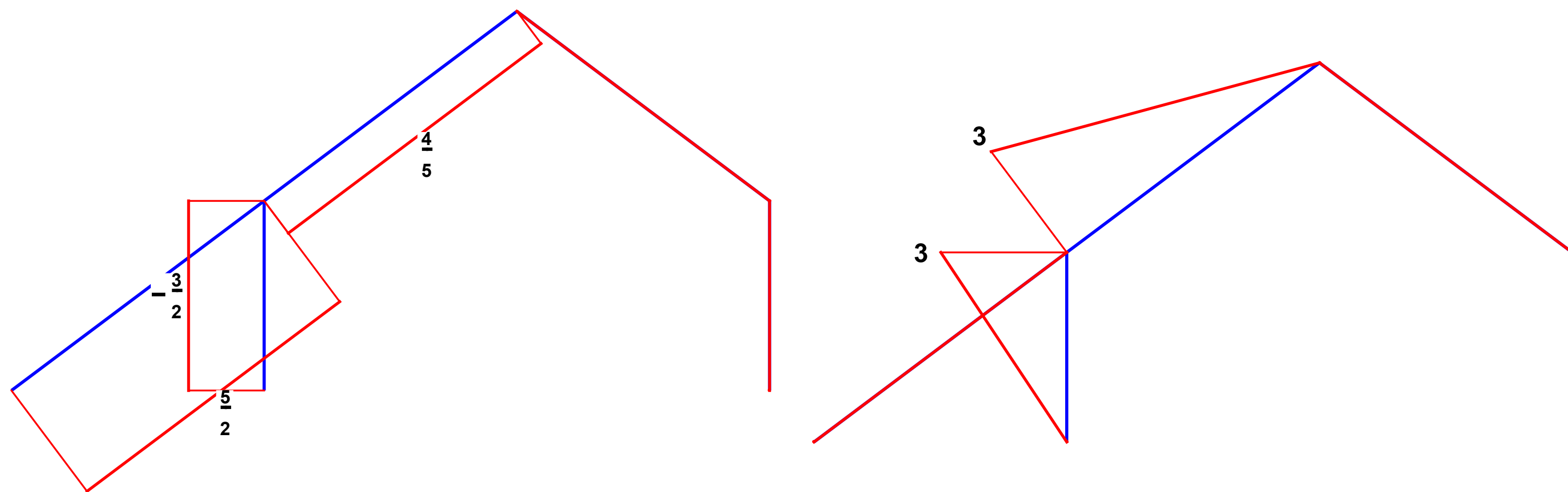
Układ zastępczy:



Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia zewnętrznego w układzie zastępczym:

$N_0 [P]$:

$M_0 [l P]$:

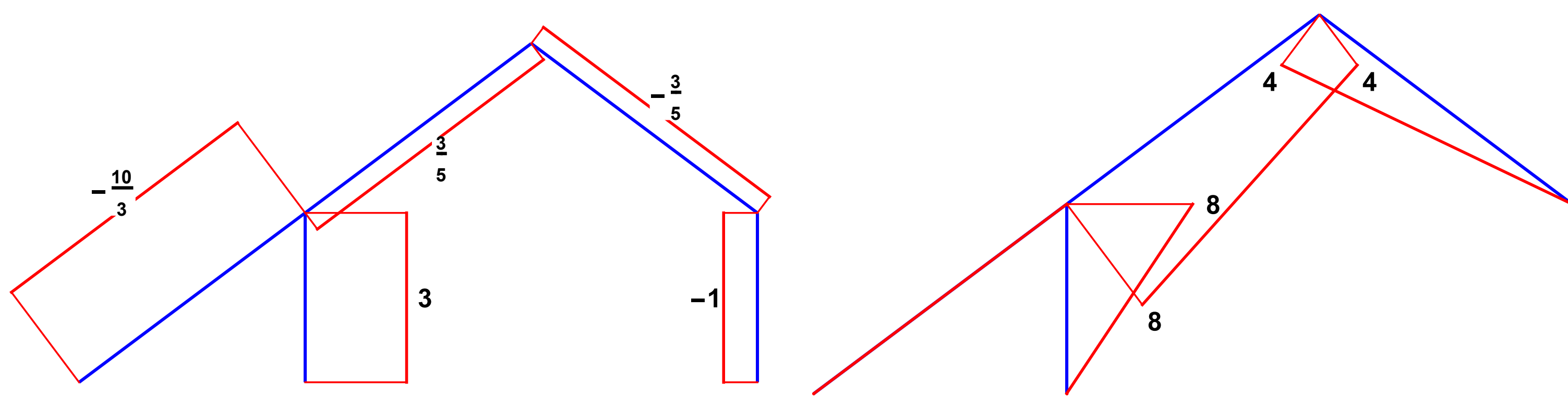


Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

- od siły $X_1 = 1$:

$N_1 [1]$:

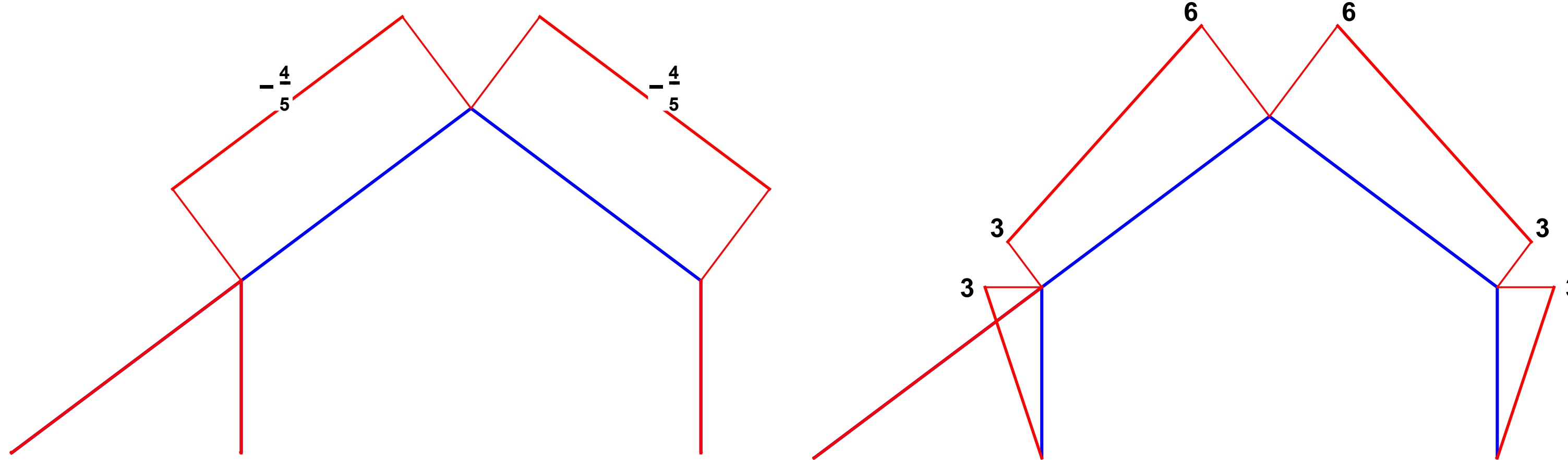
$M_1 [1]$:



- od siły $X_2 = 1$:

$N_2 [1]$:

$M_2 [1]$:



Przemieszczenia od obciążenia statycznego:

$$\delta_{10} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot P \cdot 3l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-8l) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot P \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-8l) + \frac{1}{3} \cdot (-4l) \right) \right] + \frac{1^2}{100 EJ} \left(\frac{5}{2} P \right) \left(-\frac{10}{3} \right) (5l) = -74.417 \frac{l^3 P}{EJ}$$

$$\delta_{20} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot P \cdot 3l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 3l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot P \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 3l + \frac{1}{3} \cdot 6l \right) \right] = 39.000 \frac{l^3 P}{EJ}$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 8l \cdot 3l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 8l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 8l \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 8l + \frac{1}{3} \cdot 4l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 4l \cdot 5l \right) \left(\frac{1}{3} \cdot 8l + \frac{2}{3} \cdot 4l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 4l \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 4l \right) \right] + \frac{1^2}{100 EJ} \left(-\frac{10}{3} \right) \left(-\frac{10}{3} \right) (5l) = 277.889 \frac{l^3}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 8l \cdot 3l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-3l) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 8l \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-3l) + \frac{1}{3} \cdot (-6l) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 4l \cdot 5l \right) \left(\frac{1}{3} \cdot (-3l) + \frac{2}{3} \cdot (-6l) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 4l \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-6l) + \frac{1}{3} \cdot (-3l) \right) \right] = -204.000 \frac{l^3}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot 3l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 3l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 3l + \frac{1}{3} \cdot 6l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 6l \cdot 5l \right) \left(\frac{1}{3} \cdot 3l + \frac{2}{3} \cdot 6l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 6l \cdot 5l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 6l + \frac{1}{3} \cdot 3l \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 3l \cdot 3l \right) \left(\frac{2}{3} \cdot 3l \right) \right] = 228.000 \frac{l^3}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

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

$$\begin{pmatrix} \frac{277.889 l^3}{EJ} & -\frac{204.000 l^3}{EJ} \\ -\frac{204.000 l^3}{EJ} & \frac{228.000 l^3}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -\frac{74.417 l^3 P}{EJ} \\ \frac{39.000 l^3 P}{EJ} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązanie metody sił:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.414 P \\ 0.200 P \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:

$N [P]$:

$M [l P]$:

