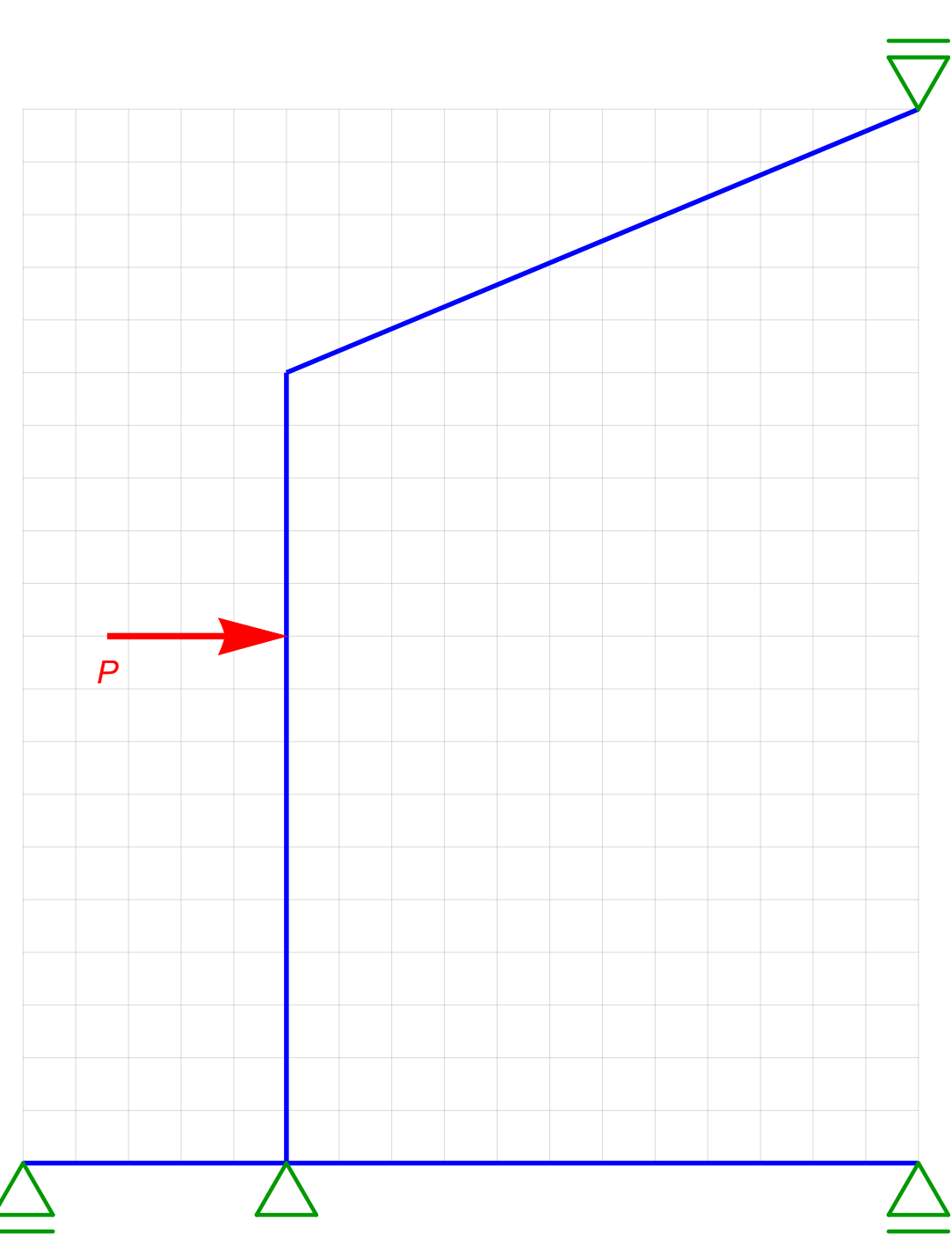


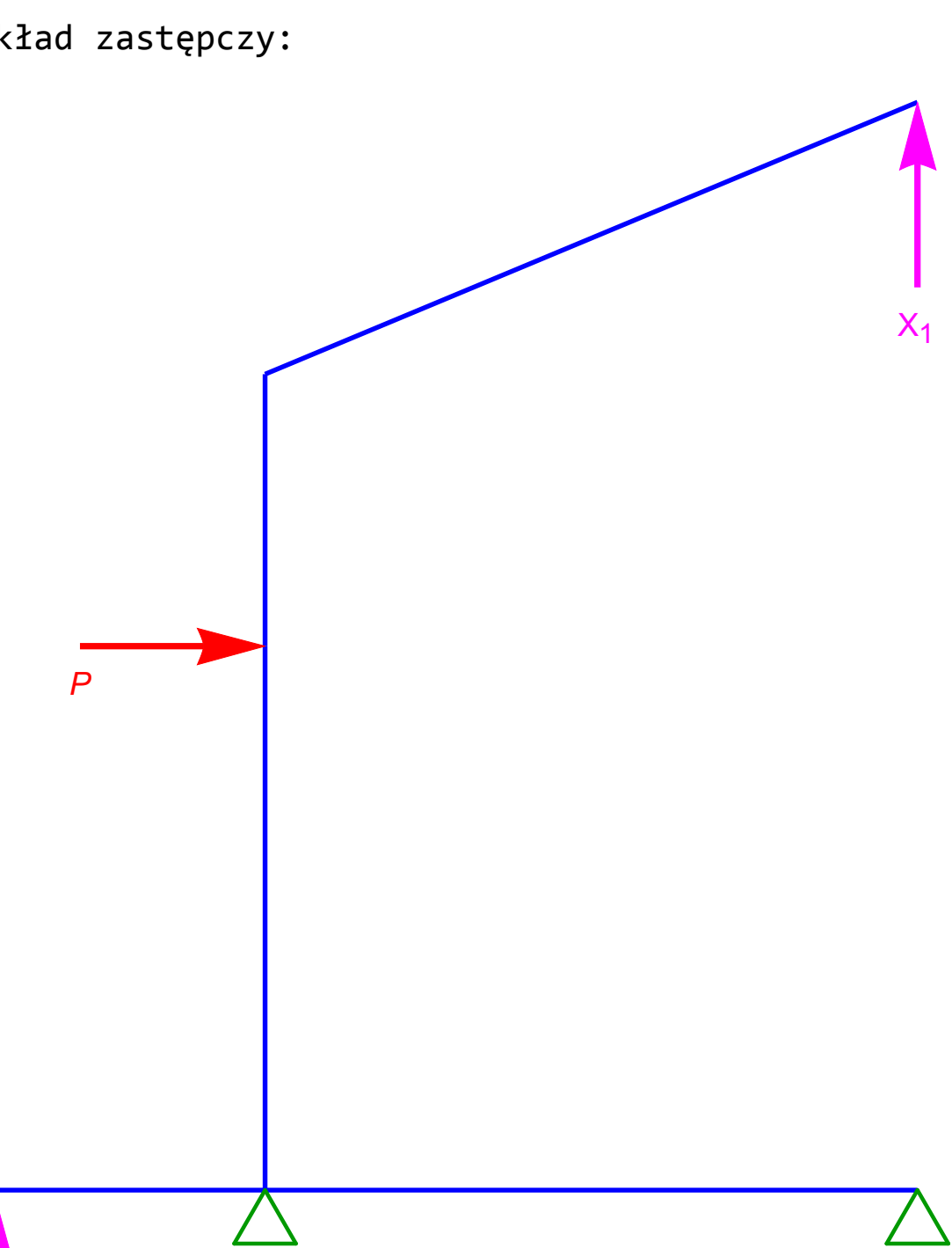
Schemat połówkowy (usunięto 'niepracujące' pręty kratowe):

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

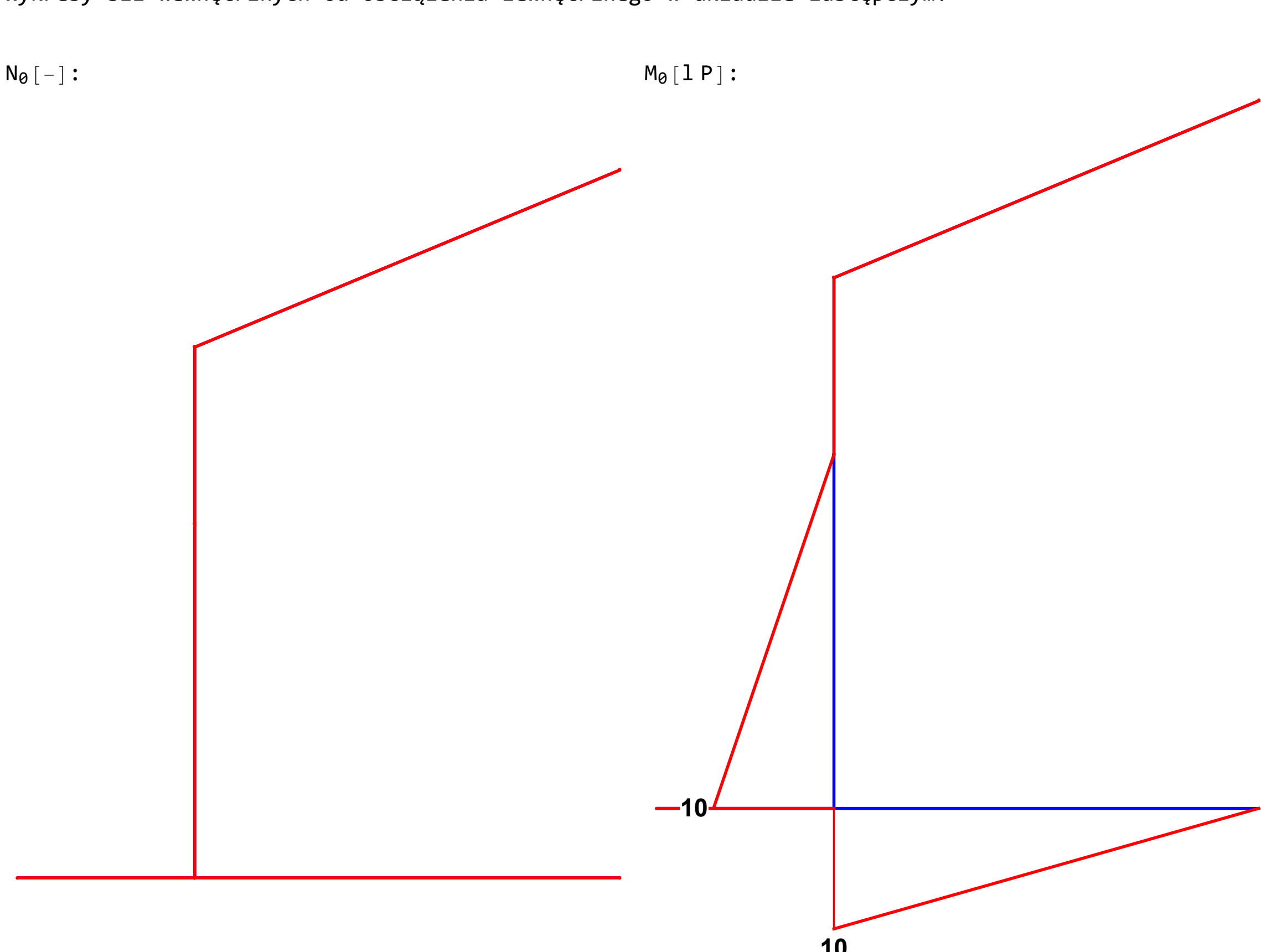


Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

Układ zastępczy:

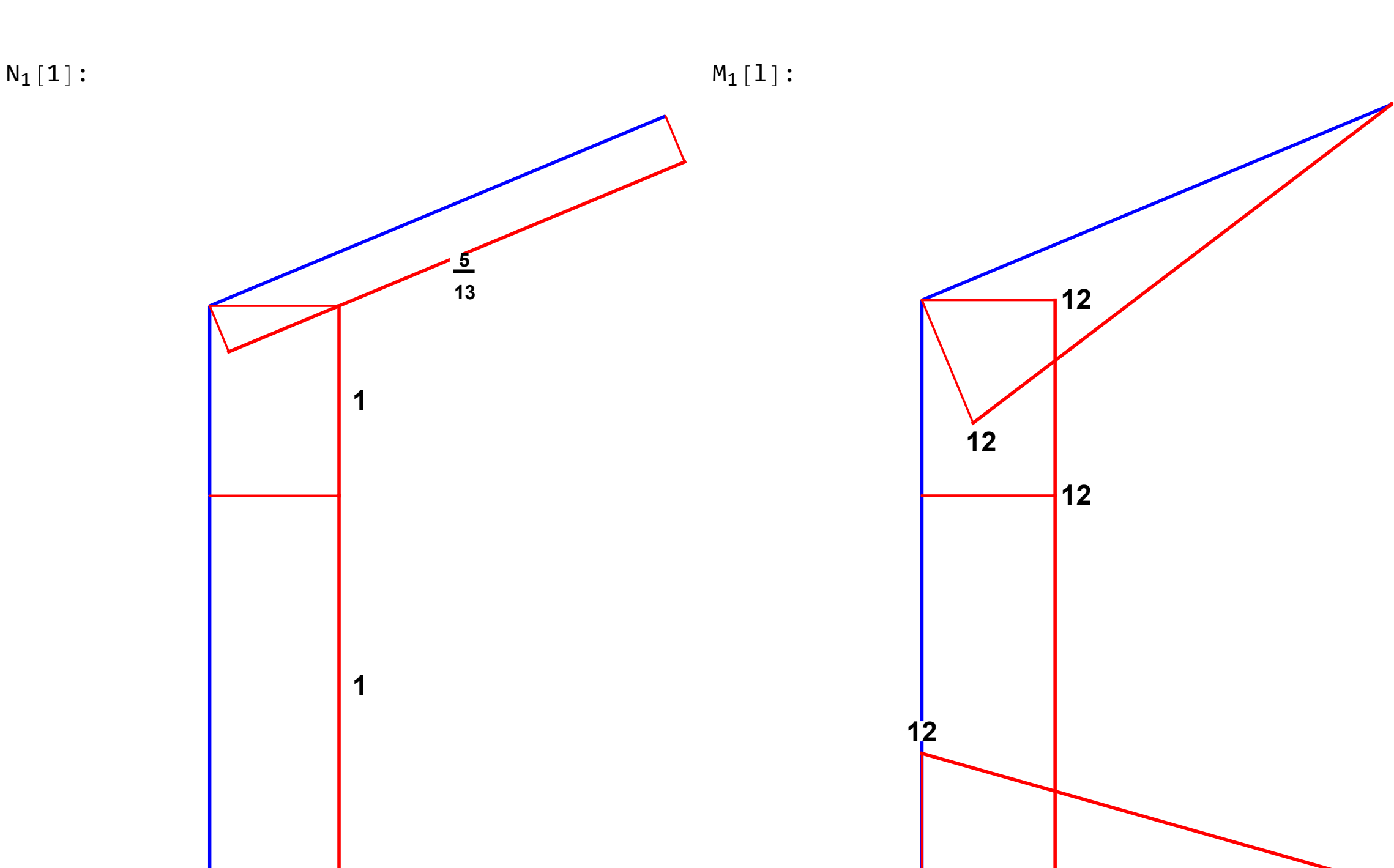


Wykresy sił wewnętrznych od obciążenia zewnętrznego w układzie zastępczym:

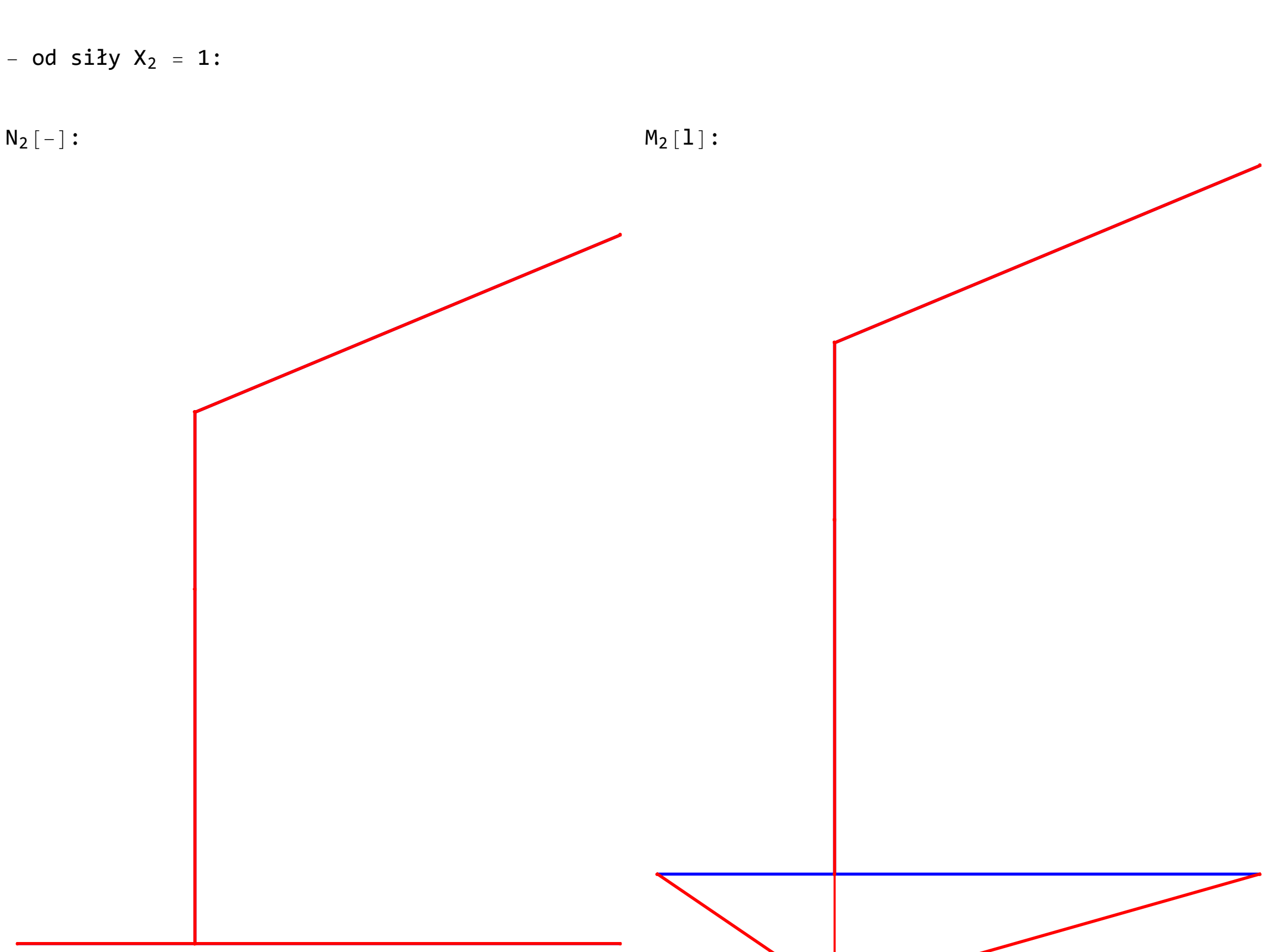


Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

- od siły  $X_1 = 1$ :



- od siły  $X_2 = 1$ :



Przemieszczenia od obciążenia statycznego:

$$\delta_{10} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 101 P \cdot 12 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot (-121) \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 101 P \cdot 10 \cdot 1 \right) (-121) \right] = -1080 \frac{1^3 P}{EJ}$$

$$\delta_{20} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 101 P \cdot 12 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 51 \right) \right] = 200 \frac{1^3 P}{EJ}$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 121 \cdot 12 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 121 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( 121 \cdot 10 \cdot 1 \right) (121) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( 121 \cdot 5 \cdot 1 \right) (121) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 121 \cdot 13 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 121 \right) \right] = 3360 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 121 \cdot 12 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot (-51) \right) \right] = -240 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 51 \cdot 5 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 51 \right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[ \left( \frac{1}{2} \cdot 51 \cdot 12 \cdot 1 \right) \left( \frac{2}{3} \cdot 51 \right) \right] = \frac{425}{3} \frac{1^3}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

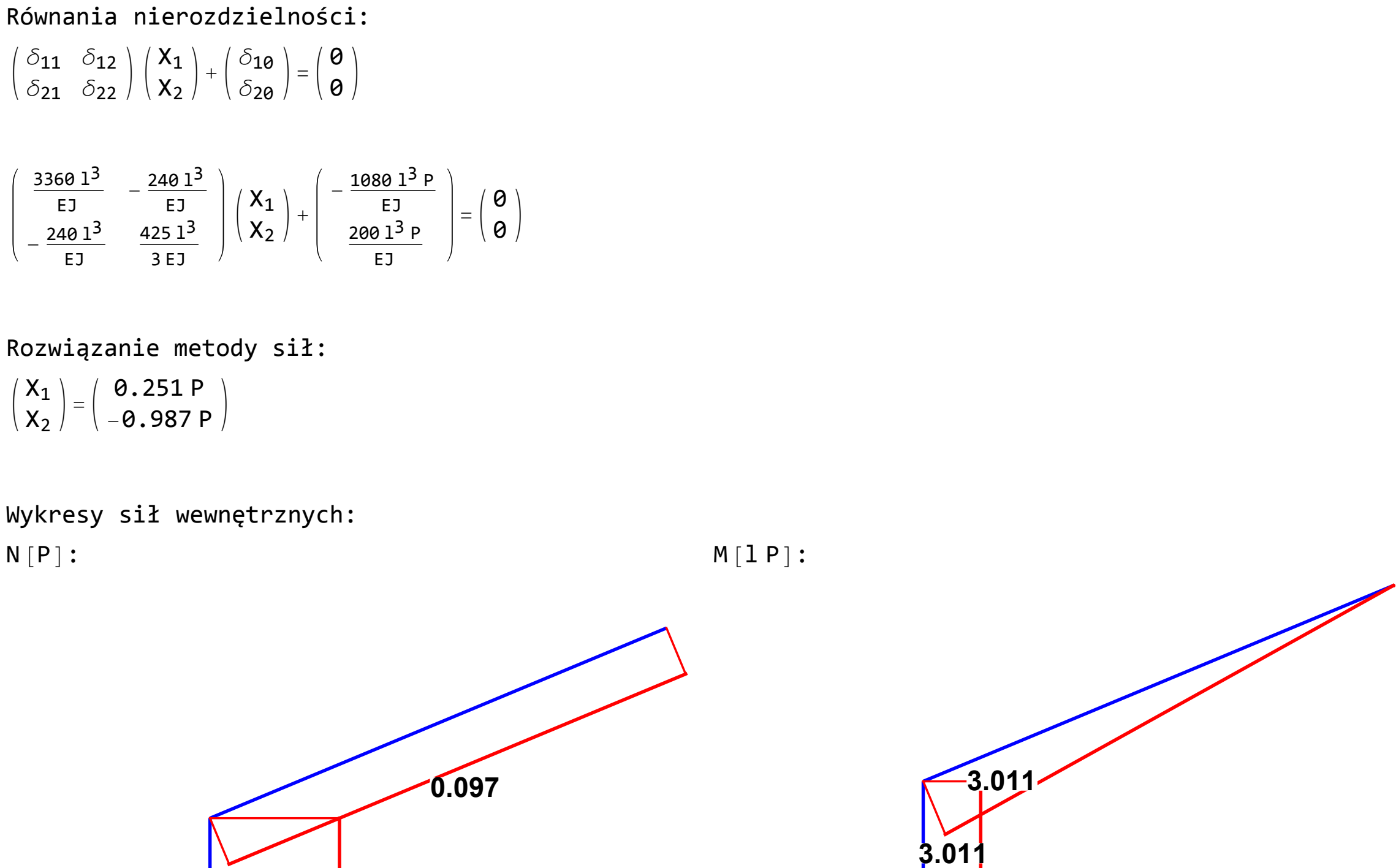
$$\begin{pmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_{10} \\ \delta_{20} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{3360}{EJ} & -\frac{240}{EJ} \\ -\frac{240}{EJ} & \frac{425}{3EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -\frac{1080}{EJ} P \\ \frac{200}{EJ} P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

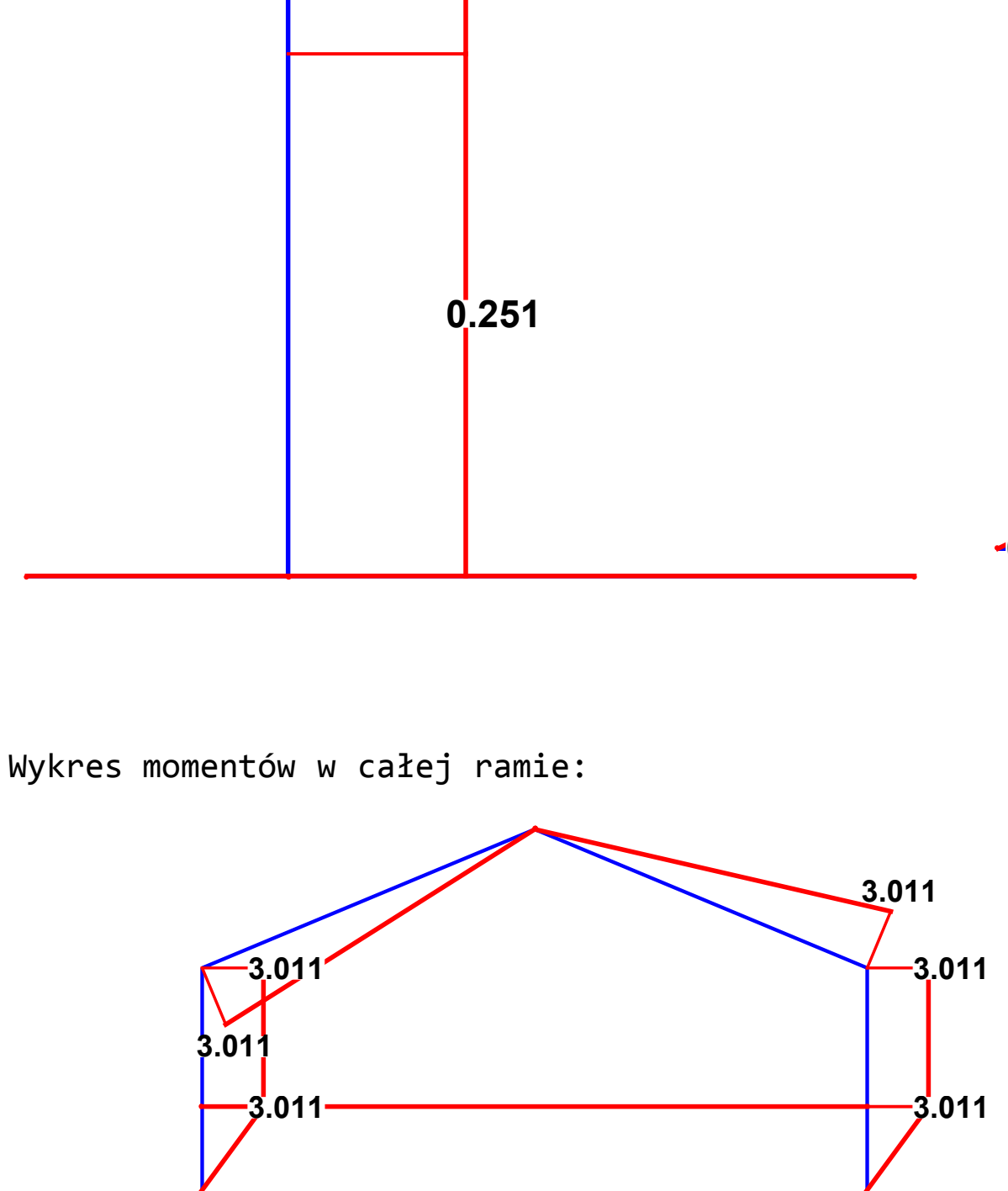
Rozwiązanie metody sił:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.251 P \\ -0.987 P \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:



Wykres momentów w całej ramie:



Rozwiązanie przygotował Karol Bożbotowski.