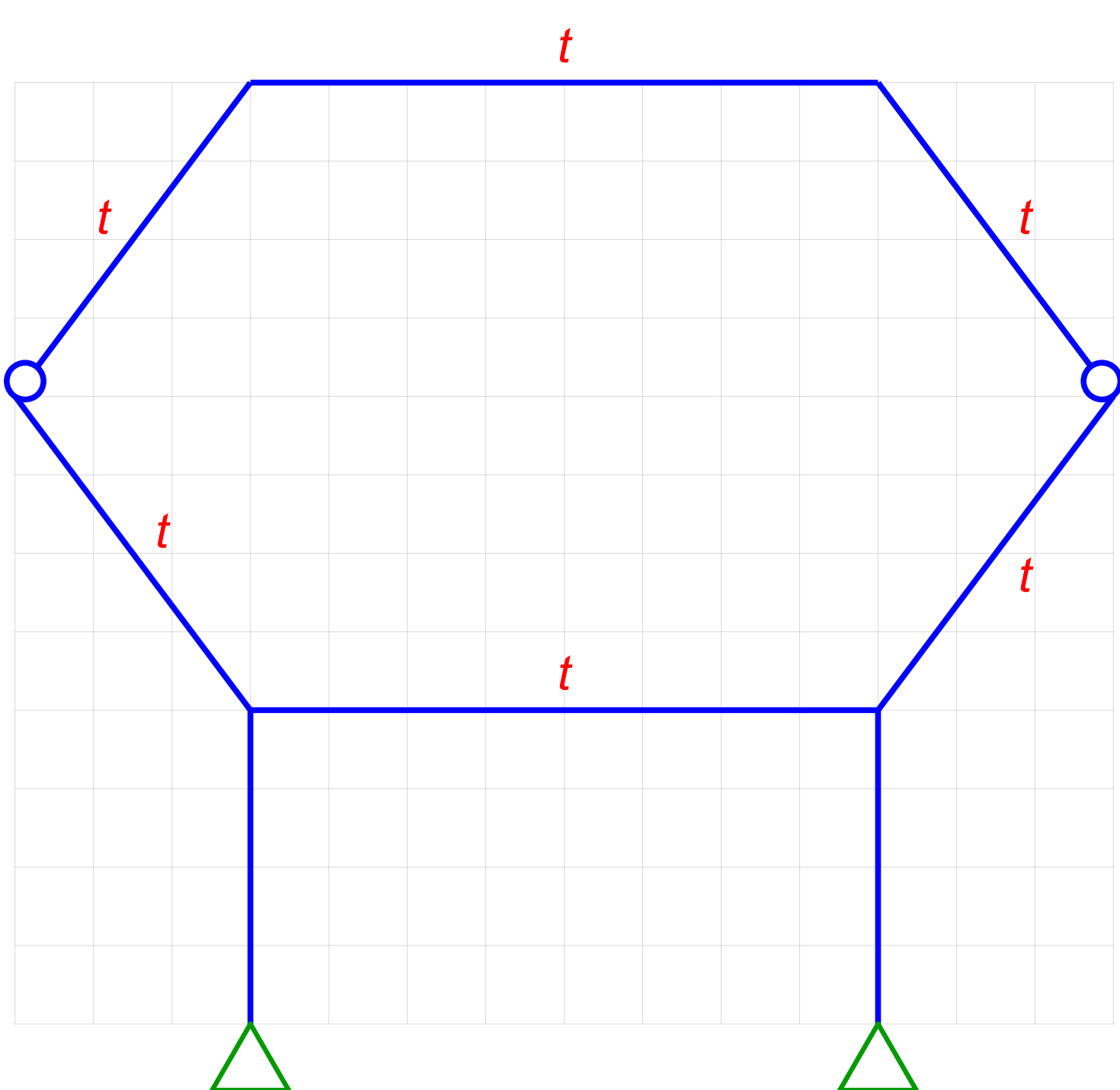
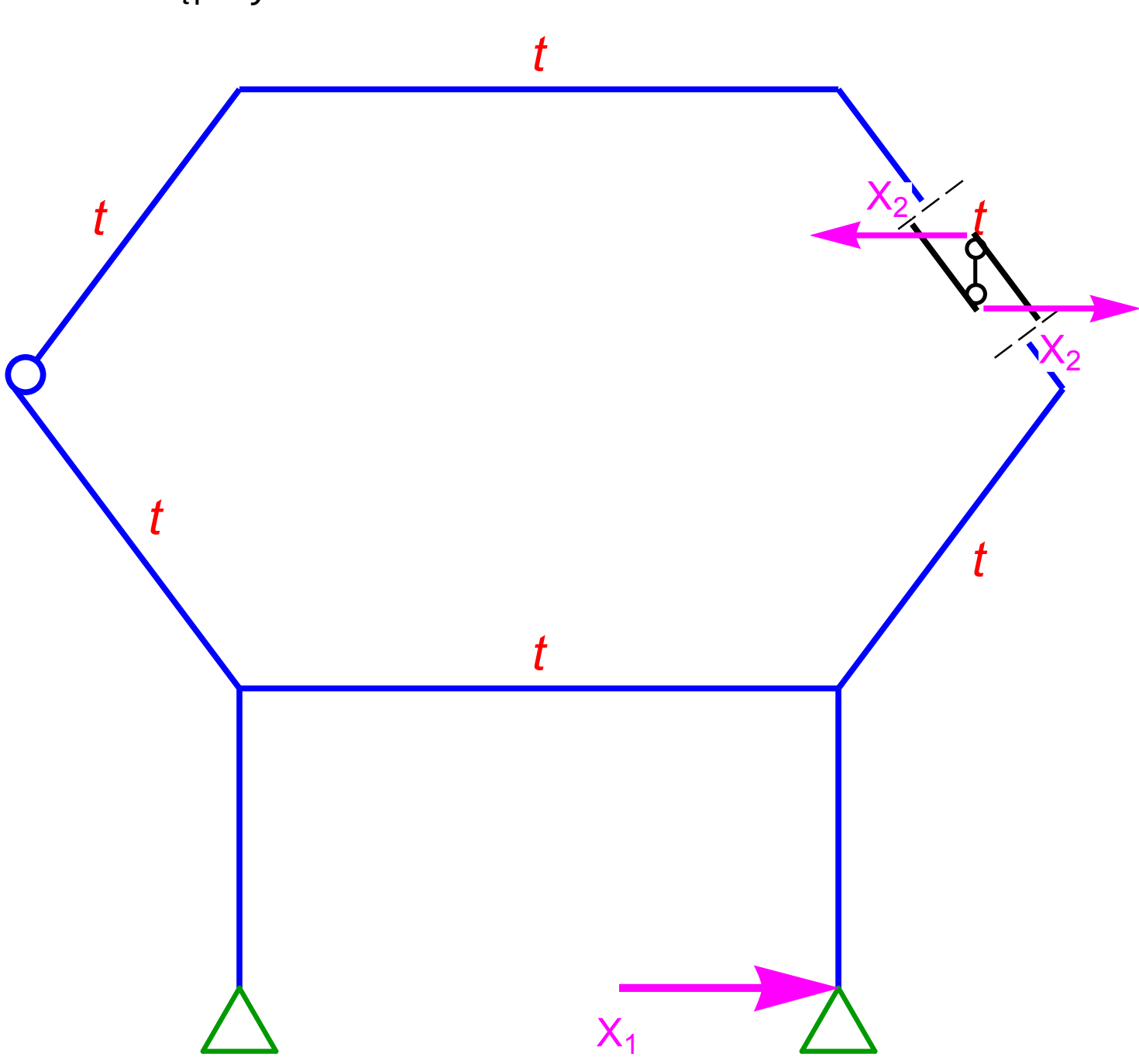


Geometria oraz obciążenia konstrukcji (wymiar oczka siatki - 1, EA = ∞):



Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

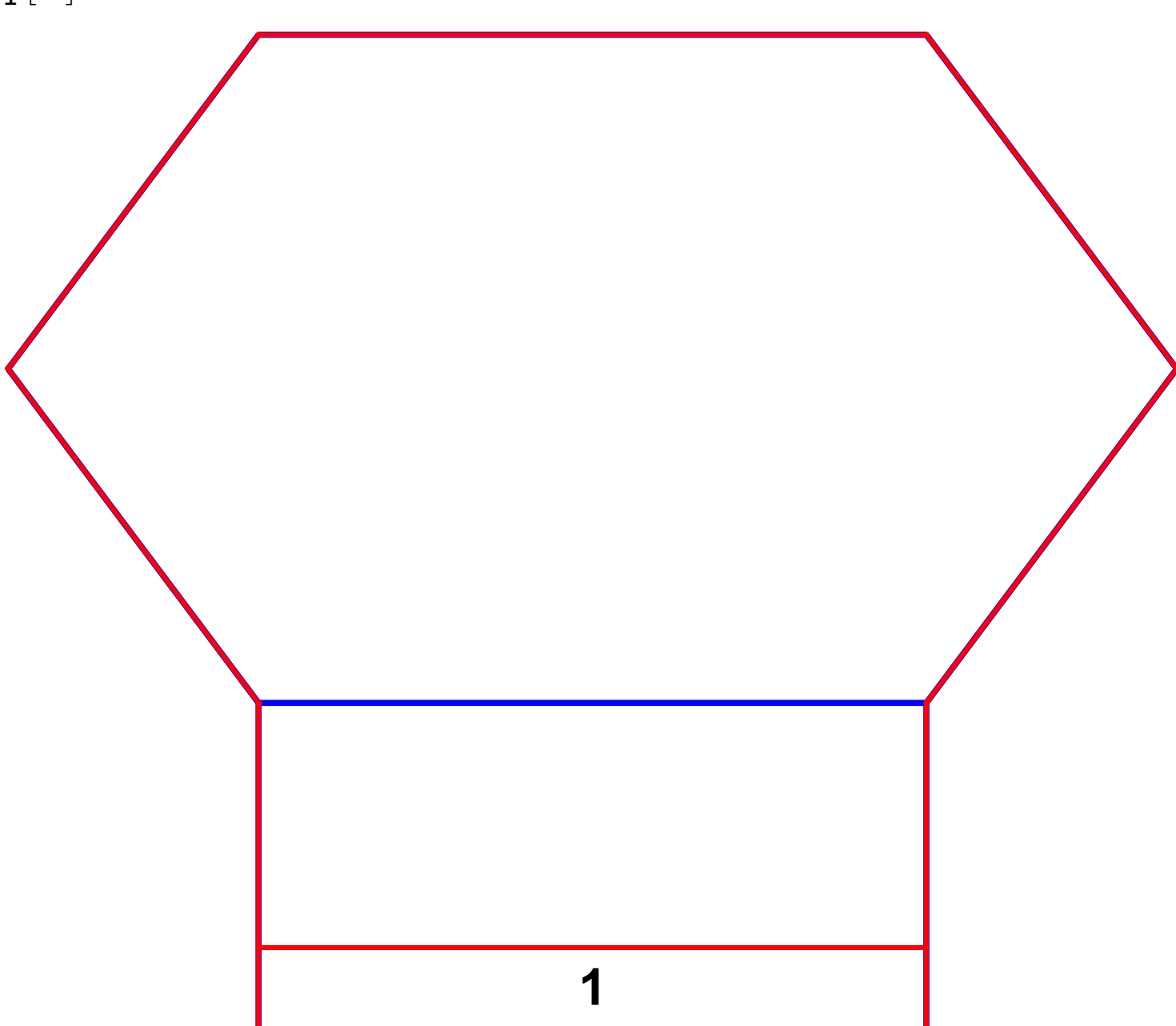
Układ zastępczy:



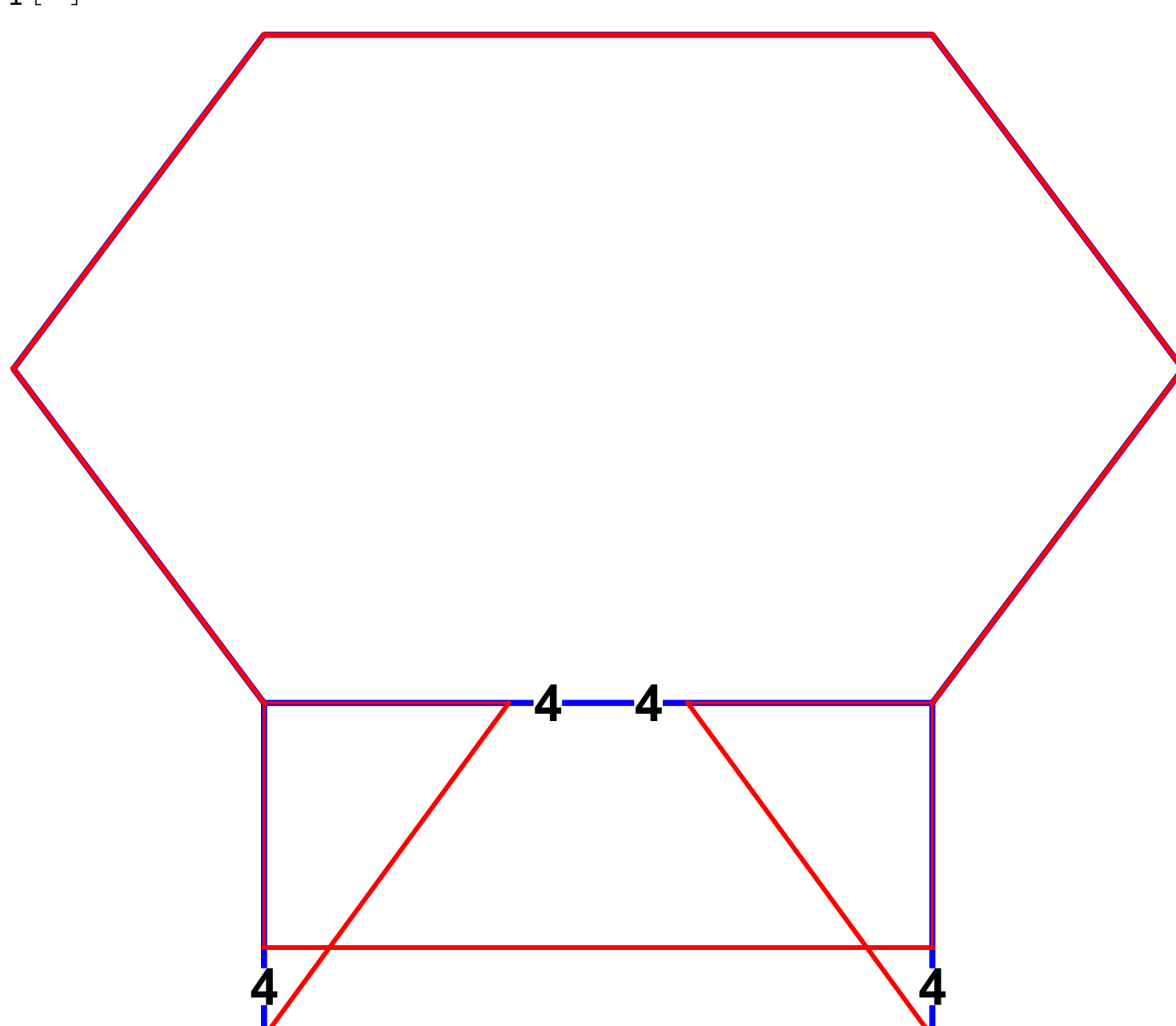
Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

- od siły $X_1 = 1$:

$N_1[1]$:

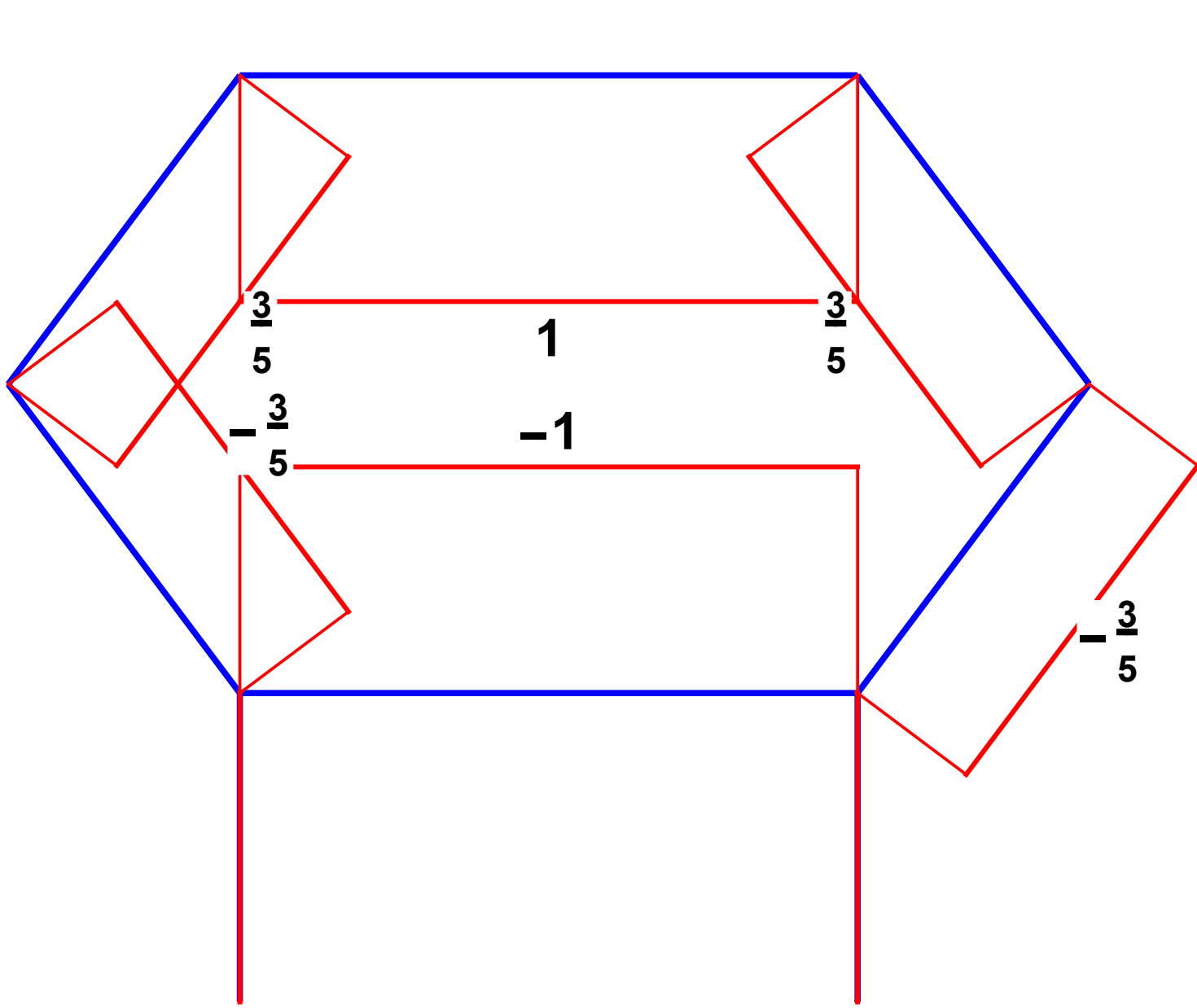


$M_1[1]$:

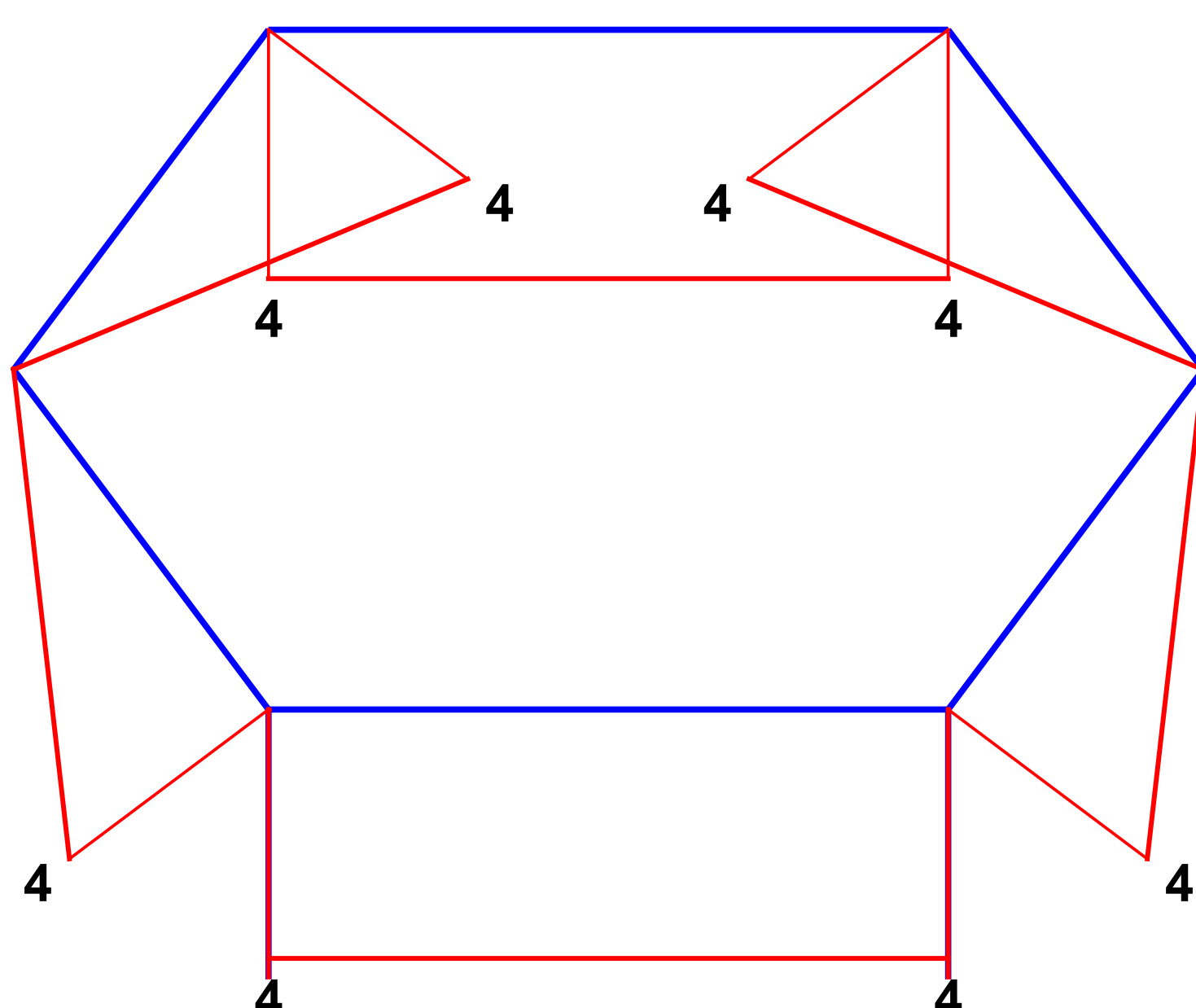


- od siły $X_2 = 1$:

$N_2[1]$:



$M_2[1]$:



Przemieszczenia od obciążenia temperaturą:

$$\delta_{10}^t = (1) (t\alpha) (81) = 81t\alpha$$

$$\delta_{20}^t = (-1) (t\alpha) (81) + (-\frac{3}{5}) (t\alpha) (51) + (\frac{3}{5}) (t\alpha) (51) + (1) (t\alpha) (81) + (\frac{3}{5}) (t\alpha) (51) + (-\frac{3}{5}) (t\alpha) (51) = 0$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 41) (\frac{2}{3} \cdot 41)] + \frac{1}{EJ} [(41 \cdot 81) (41)] + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 41) (\frac{2}{3} \cdot 41)] = \frac{512}{3} \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} [(41 \cdot 81) (41)] = 128 \frac{1^3}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} [(41 \cdot 81) (41)] + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 51) (\frac{2}{3} \cdot 41)] + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 51) (\frac{2}{3} \cdot 41)] + \frac{1}{EJ} [(41 \cdot 81) (41)] + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 51) (\frac{2}{3} \cdot 41)] + \frac{1}{EJ} [(\frac{1}{2} \cdot 41 \cdot 51) (\frac{2}{3} \cdot 41)] = \frac{1088}{3} \frac{1^3}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

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

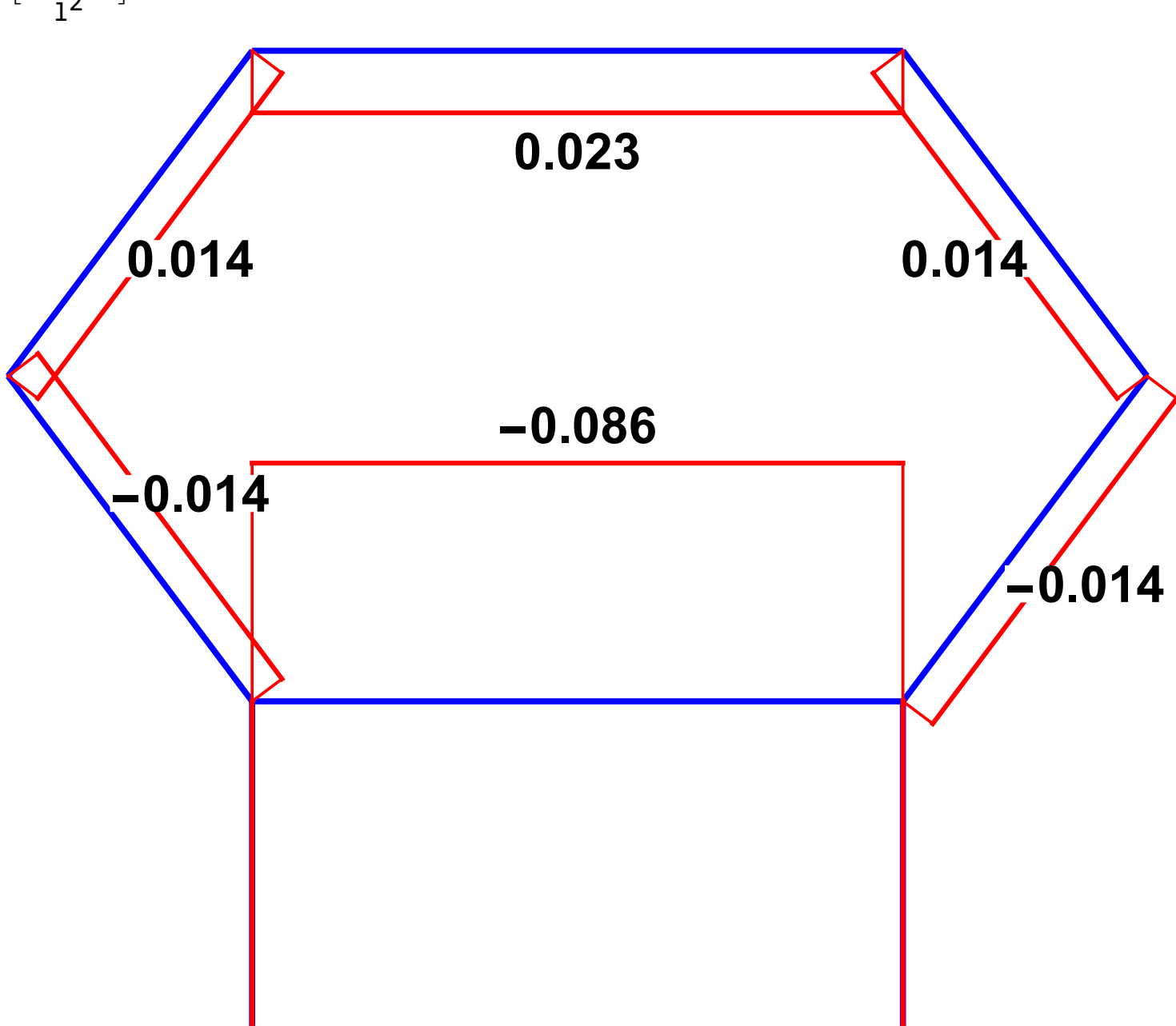
$$\begin{pmatrix} \frac{512}{3} \frac{1^3}{EJ} & 128 \frac{1^3}{EJ} \\ 128 \frac{1^3}{EJ} & \frac{1088}{3} \frac{1^3}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 81t\alpha \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązanie metody sił:

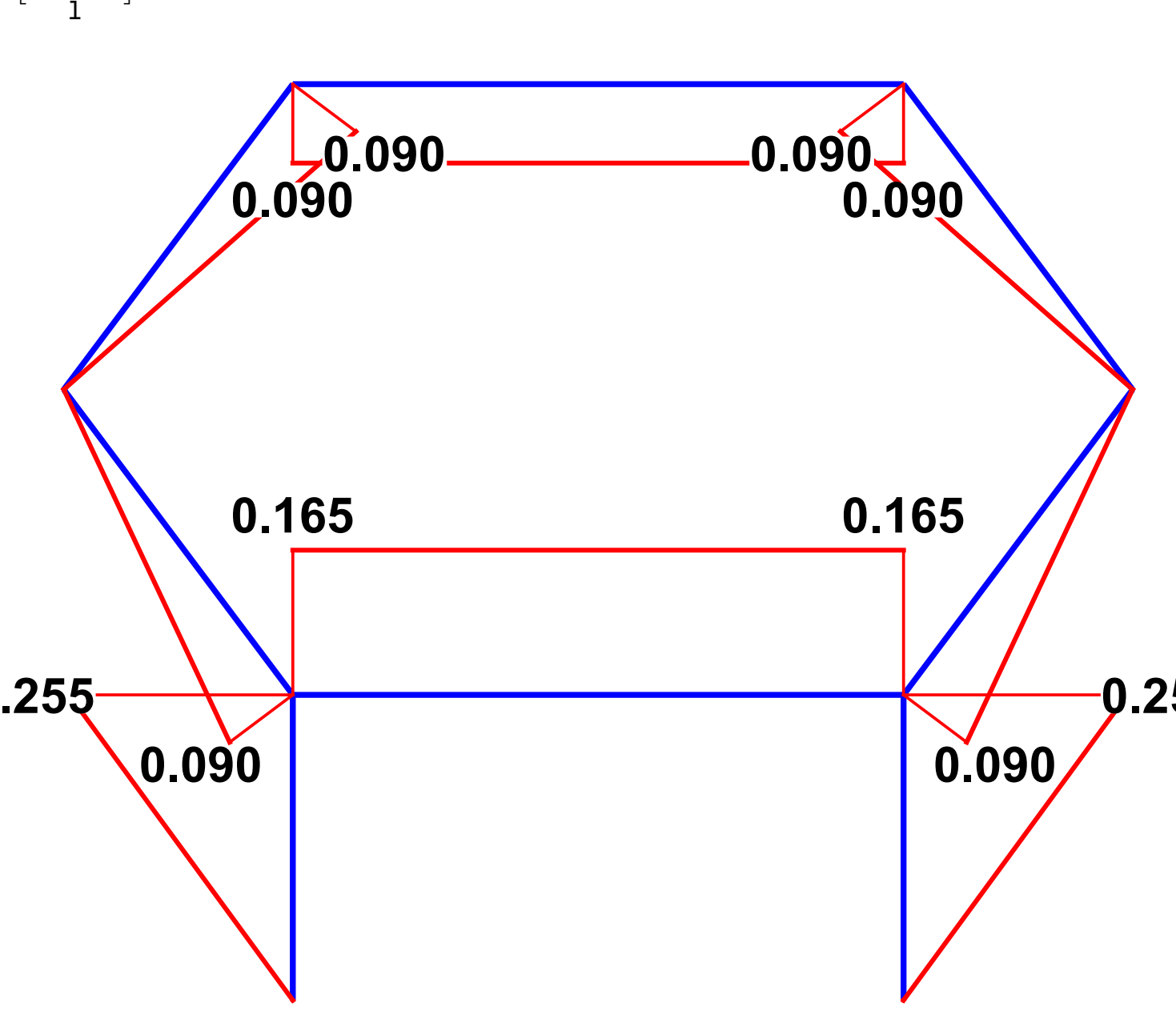
$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{0,064 EJ t \alpha}{1^2} \\ \frac{0,023 EJ t \alpha}{1^2} \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:

$N[\frac{EJ t \alpha}{1^2}]$:

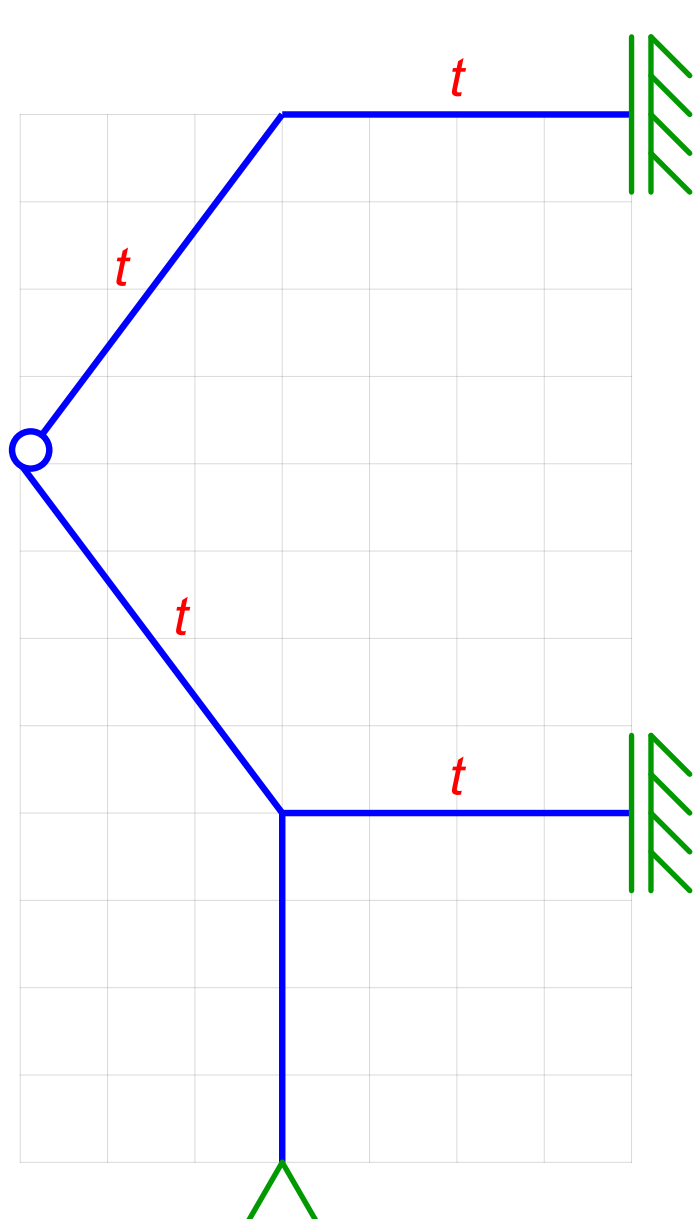


$M[\frac{EJ t \alpha}{1}]$:



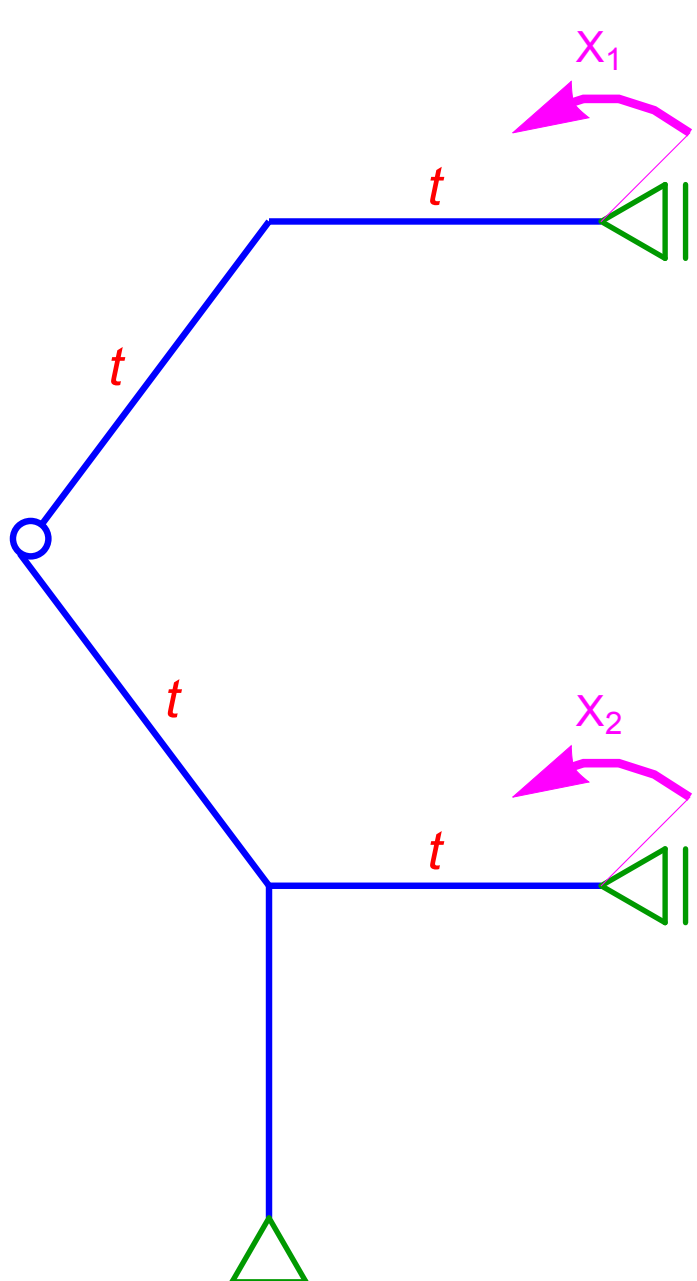
Rozwiązanie przygotował Karol Bołbotowski.

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



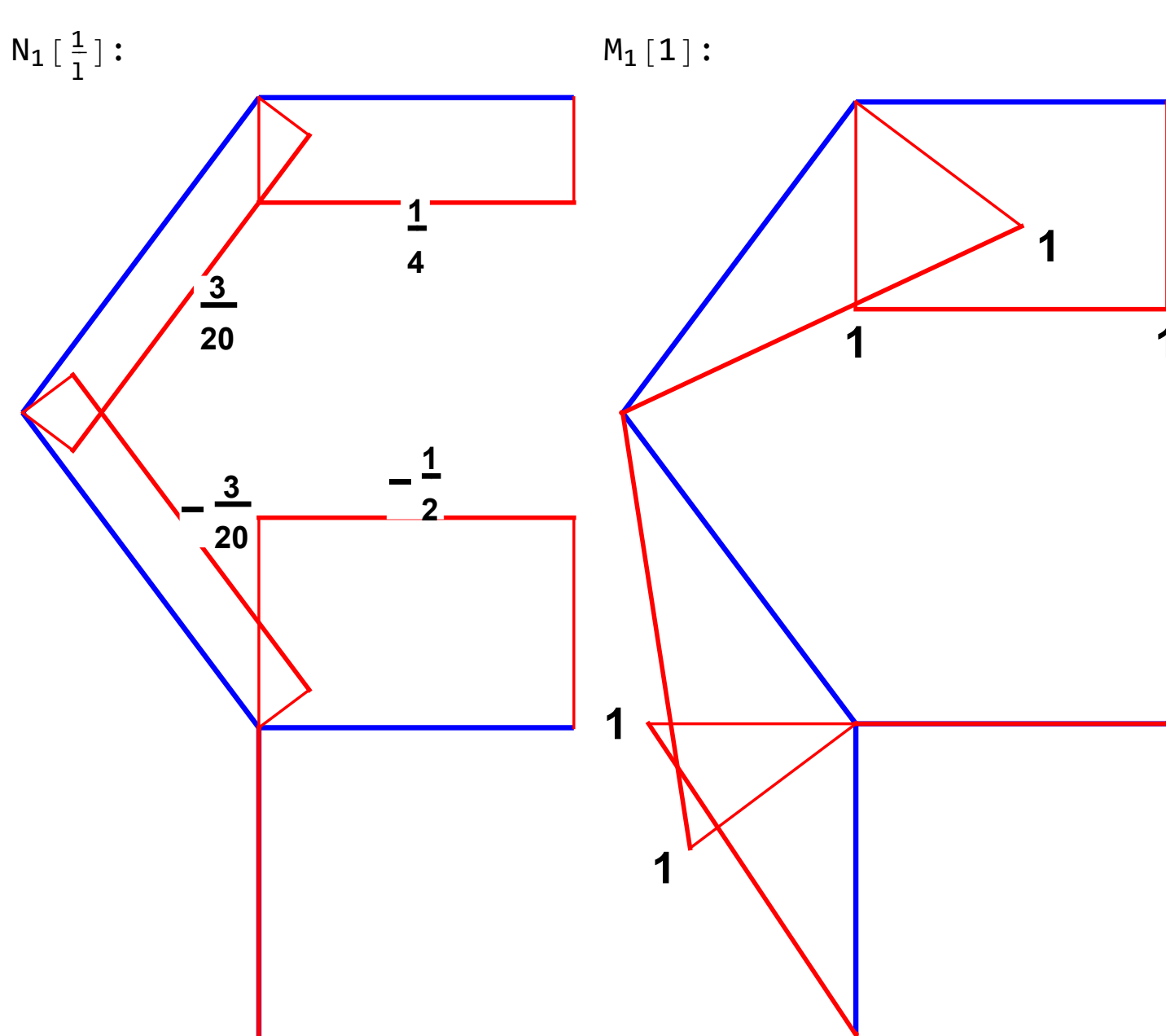
Konstrukcja jest 2 krotnie statycznie niewyznaczalna.

Układ zastępczy:

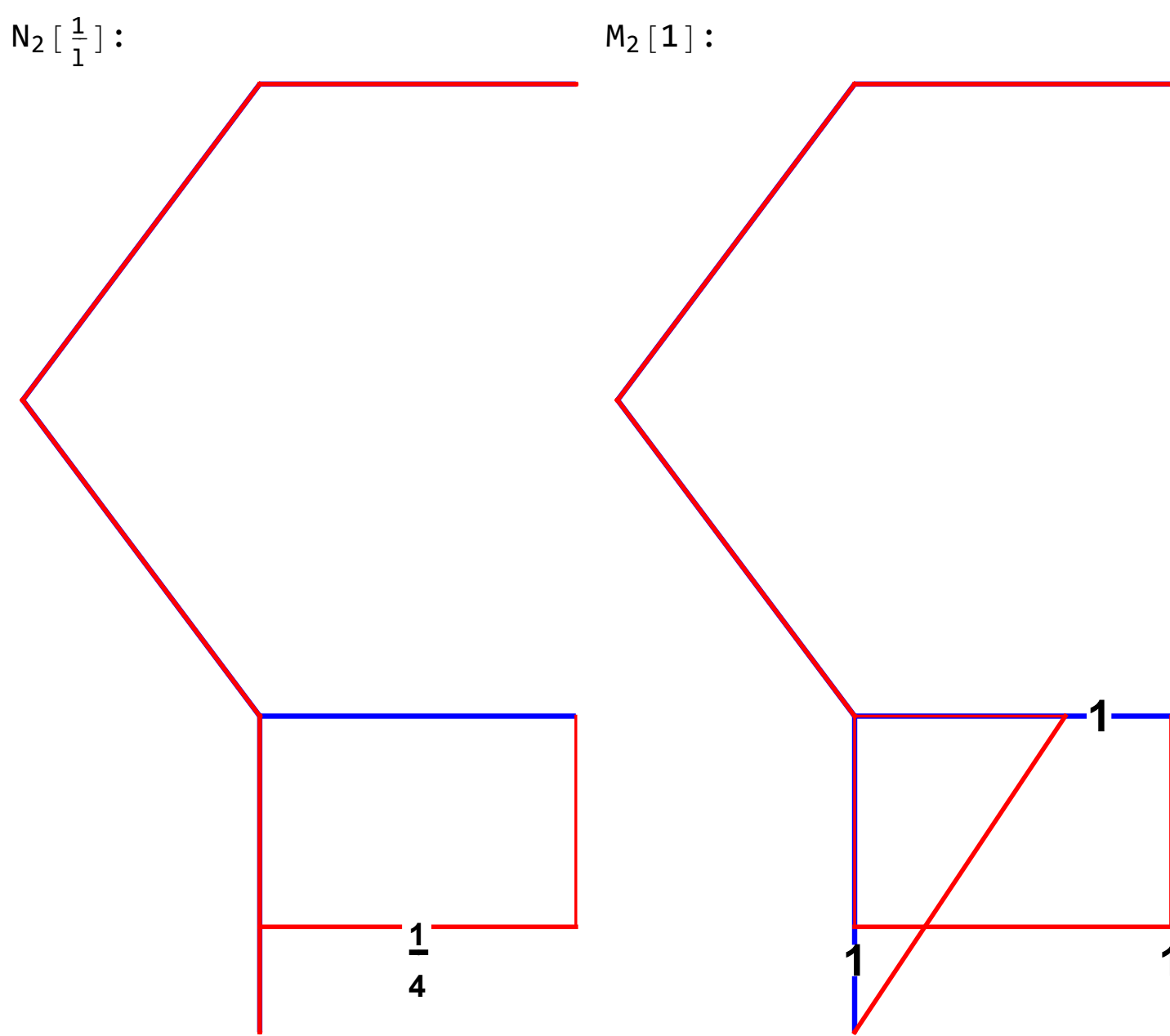


Wykresy sił wewnętrznych od jednostkowych sił nadliczbowych:

- od siły $X_1 = 1$:



- od siły $X_2 = 1$:



Przemieszczenia od obciążenia temperaturą:

$$\delta_{10}^t = \left(-\frac{1}{2} \cdot 1\right) (t \alpha) (4 \cdot 1) + \left(-\frac{3}{20} \cdot 1\right) (t \alpha) (5 \cdot 1) + \left(\frac{3}{20} \cdot 1\right) (t \alpha) (5 \cdot 1) + \left(\frac{1}{4} \cdot 1\right) (t \alpha) (4 \cdot 1) = -t \alpha$$

$$\delta_{20}^t = \left(\frac{1}{4} \cdot 1\right) (t \alpha) (4 \cdot 1) = t \alpha$$

Przemieszczenia od jednostkowych sił nadliczbowych:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1\right) \left(\frac{2}{3} \cdot 1\right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1\right) \left(\frac{2}{3} \cdot 1\right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1\right) \left(\frac{2}{3} \cdot 1\right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[(1 \cdot 4 \cdot 1) (1) \right] = \frac{26}{3} \frac{1}{EJ}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1\right) \left(\frac{2}{3} \cdot (-1)\right) \right] = -\frac{4}{3} \frac{1}{EJ}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1\right) \left(\frac{2}{3} \cdot 1\right) \right] + \frac{1}{EJ} \left[(1 \cdot 4 \cdot 1) (1) \right] = \frac{16}{3} \frac{1}{EJ}$$

Równania nierozdzielności:

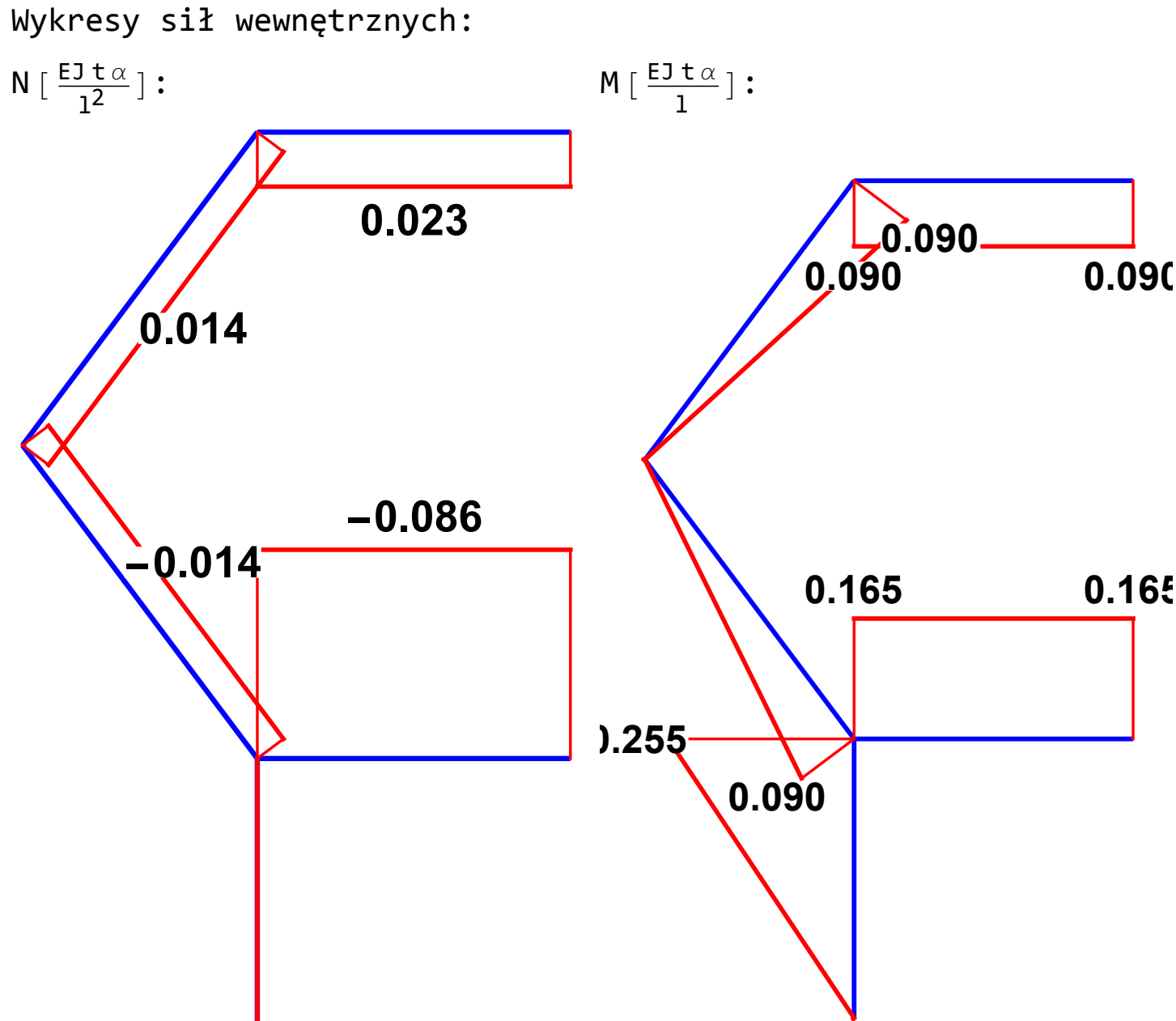
$$\begin{pmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_{10}^t \\ \delta_{20}^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{26}{3} \frac{1}{EJ} & -\frac{4}{3} \frac{1}{EJ} \\ -\frac{4}{3} \frac{1}{EJ} & \frac{16}{3} \frac{1}{EJ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -t \alpha \\ t \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Rozwiązanie metody sił:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{0.090 EJ t \alpha}{1} \\ -\frac{0.165 EJ t \alpha}{1} \end{pmatrix}$$

Wykresy sił wewnętrznych:



Rozwiązanie przygotował Karol Bołbotowski.