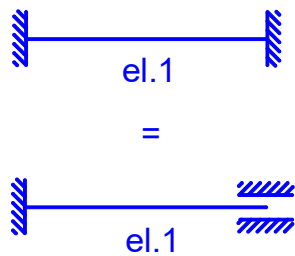


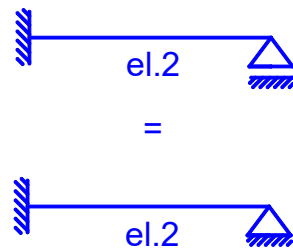
Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

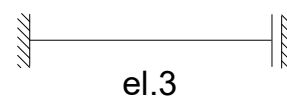
Wprowadzamy blokady obrotu () i przesuwu () tak aby otrzymać układ składający się z następujących elementów:



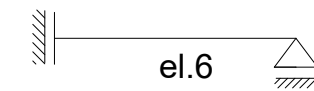
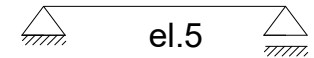
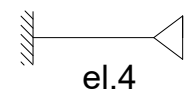
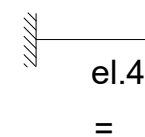
w.1-19



w.22-37



w.21

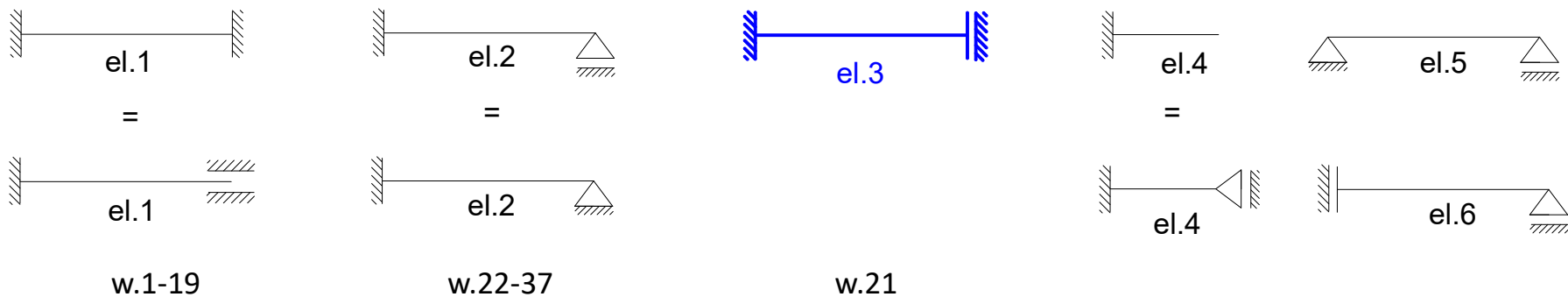


Wartości wykresów momentów od jednostkowych przemieszczeń (kątów obrotu i przesuwu) oraz od obciążenia zewnętrznego dla elementów 1 i 2 rysujemy na podstawie tablic.

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Wprowadzamy blokady obrotu () i przesuwu () tak aby otrzymać układ składający się z następujących elementów:



Dla elementu numer 3 wykresu od kąta obrotu można znaleźć w tablicach (wiersz 21), a wykresy od obciążenia zewnętrznego wyznaczamy metodą sił. Wykresów od przesunięcia nie ma.

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Wprowadzamy blokady obrotu () i przesuwu () tak aby otrzymać układ składający się z następujących elementów:



Dla elementów 4, 5 i 6 wykresy momentów od jednostkowych kątów obrotu i przesułów dla schematu podstawowego są zerowe, a wykresy momentów od obciążeń zewnętrznych rysujemy na podstawie równań statyki.

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

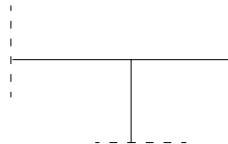
- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,

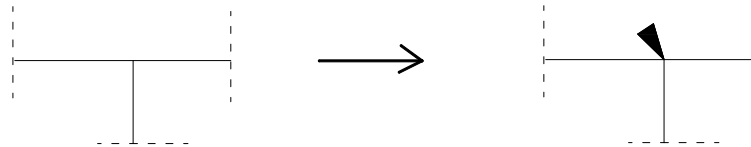


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,

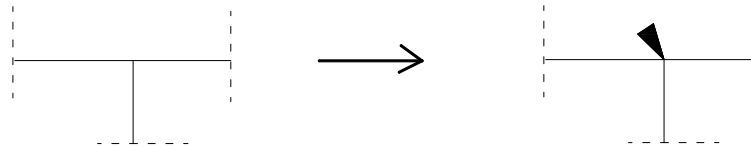


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



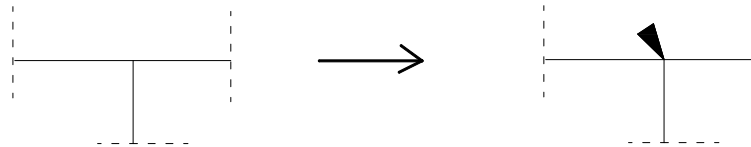
- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



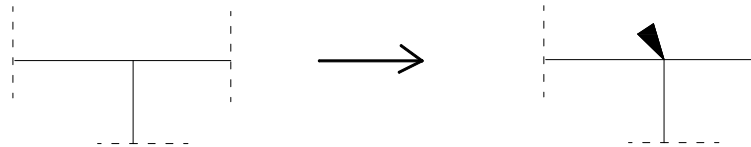
- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,
- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



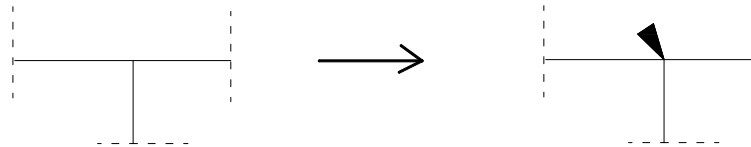
- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,
- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,
- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).

Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,
- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,
- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).

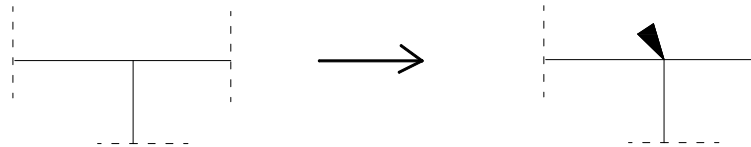


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

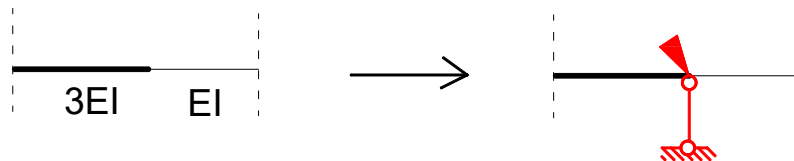
- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,

- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,

- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).

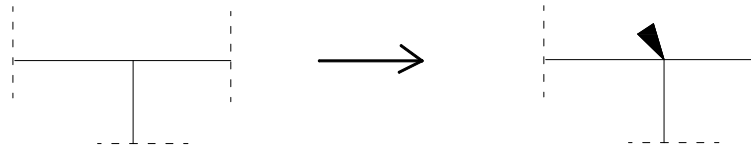


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

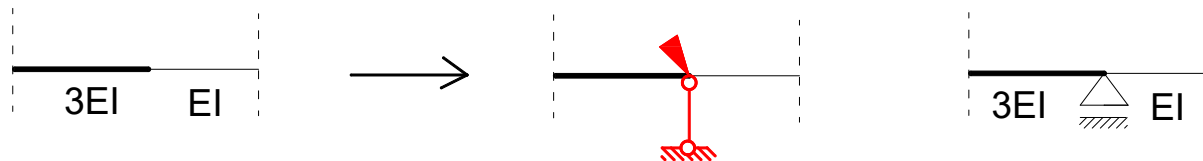
- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,

- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,

- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).

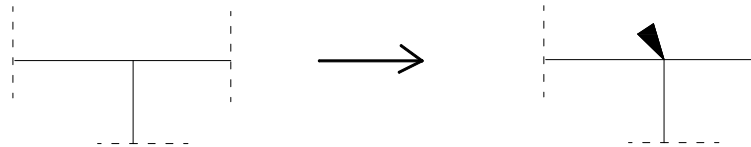


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

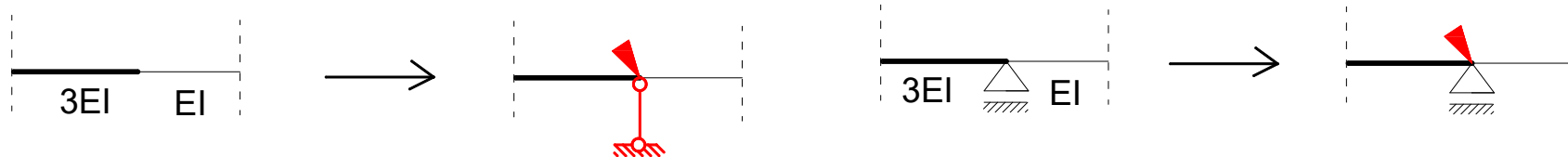
- wszystkie sztywne połączenia prętów węzle blokujemy na obrót,



- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,

- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,

- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).

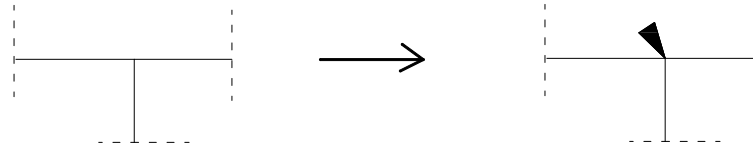


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

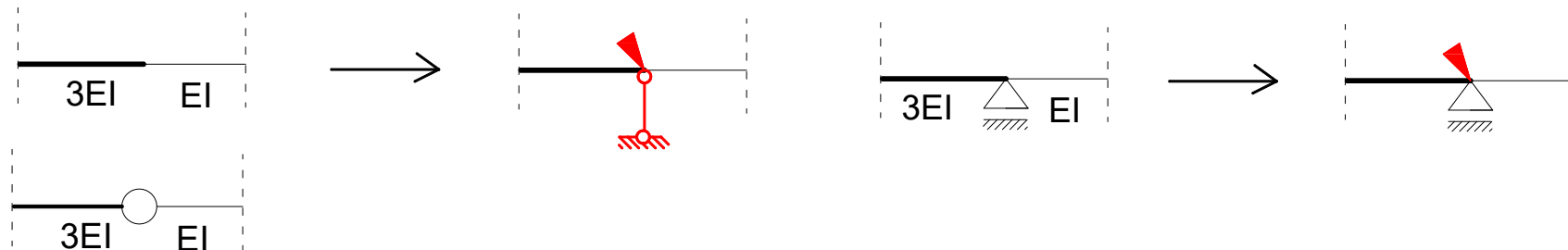
- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,

- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,

- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem sztywnie połączone punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).

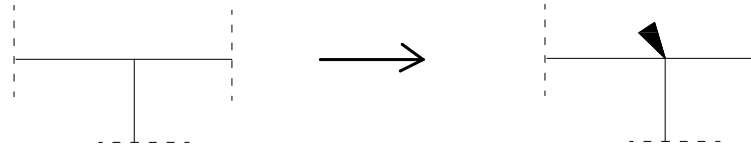


Metoda Przemieszczeń – tok postępowania w ramach prostych

1. Dobór schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego

Zasady doboru schematu podstawowego geometrycznie wyznaczalnego w ramach w minimalnej ilości niewiadomych:

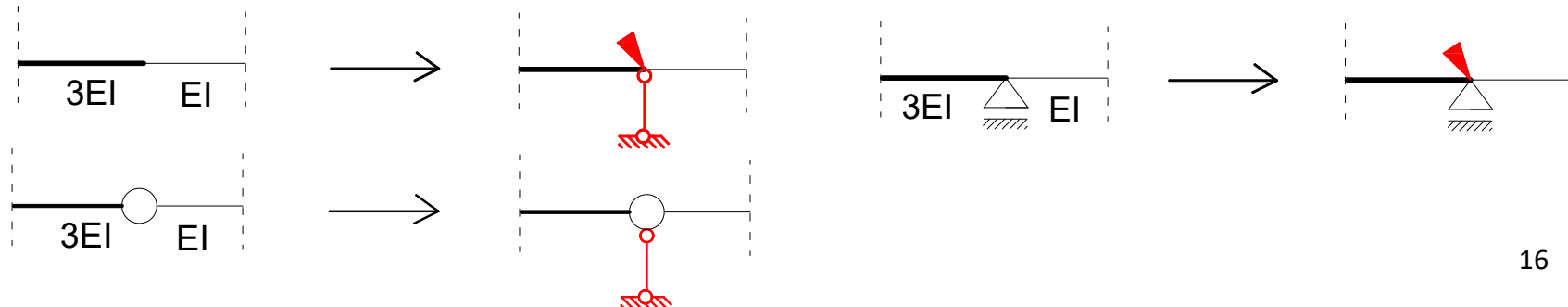
- wszystkie sztywne połączenia prętów węzły blokujemy na obrót,



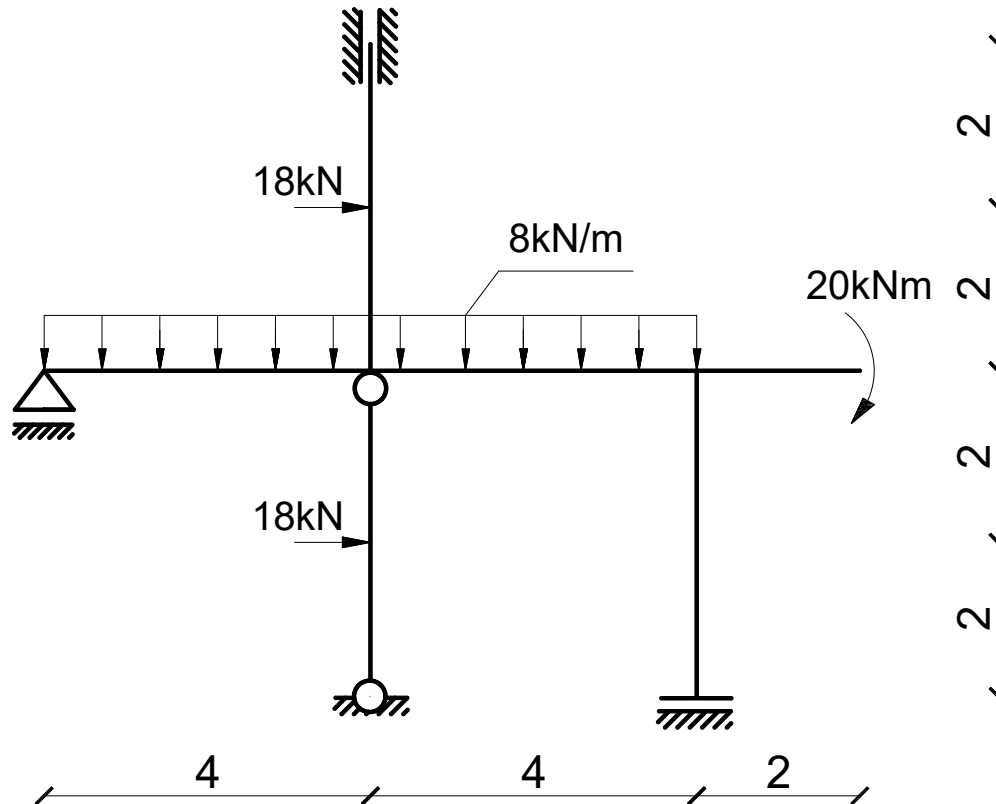
- przegubów i skrajnych podpór przegubowych nie blokujemy na obrót,

- kierunki przesuwów blokujemy na przesunięcie,

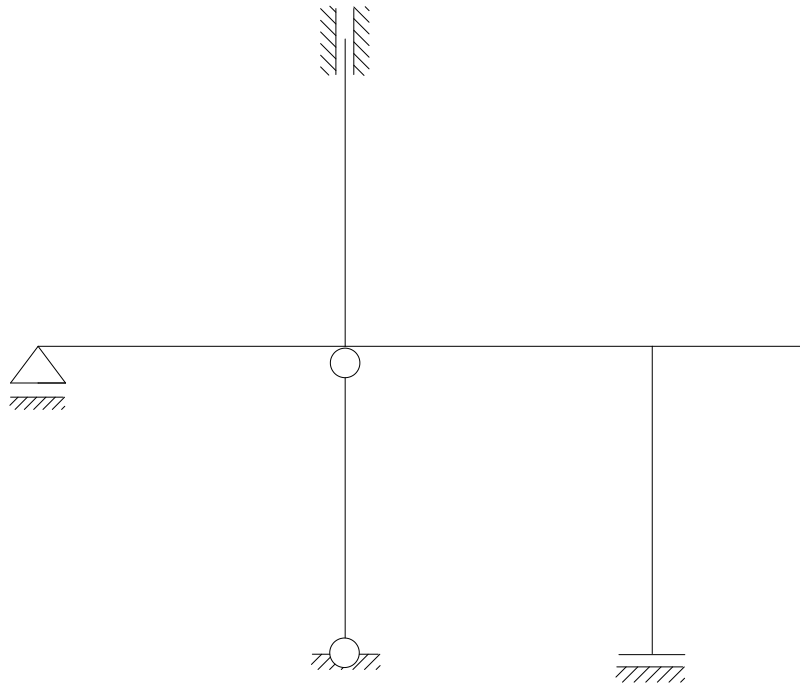
- uzyskane elementy metody przemieszczeń muszą mieć stałą sztywność, zatem sztywnie połączone punkty skokowej zmiany sztywności blokujemy na obrót i na przesunięcie (na kierunku prostopadłym do osi pręta jeżeli nie ma w tym punkcie blokady przesuwu).



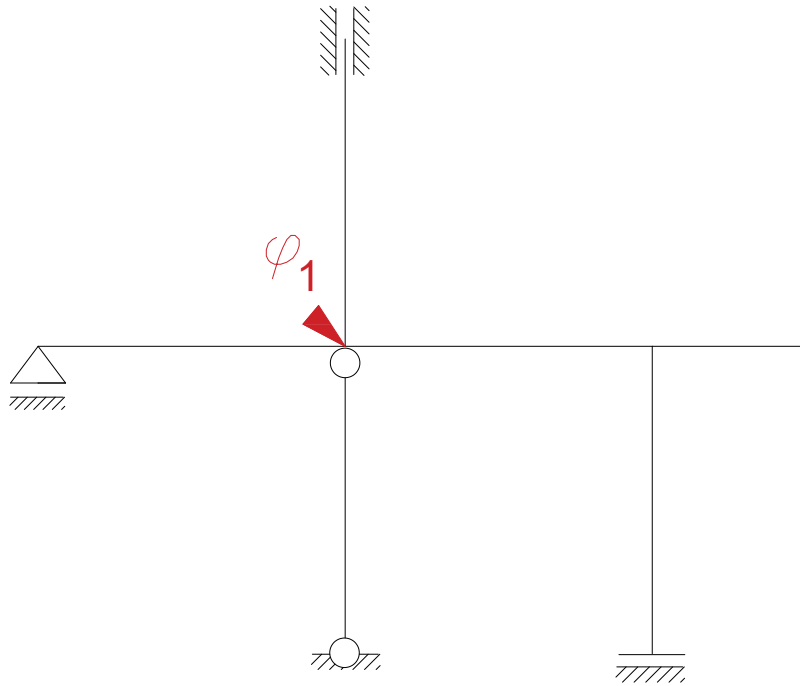
Zadanie: Wyznacz współczynniki układu równań metody przemieszczeń.
Zadanie rozwiąż w minimalnej ilości niewiadomych.



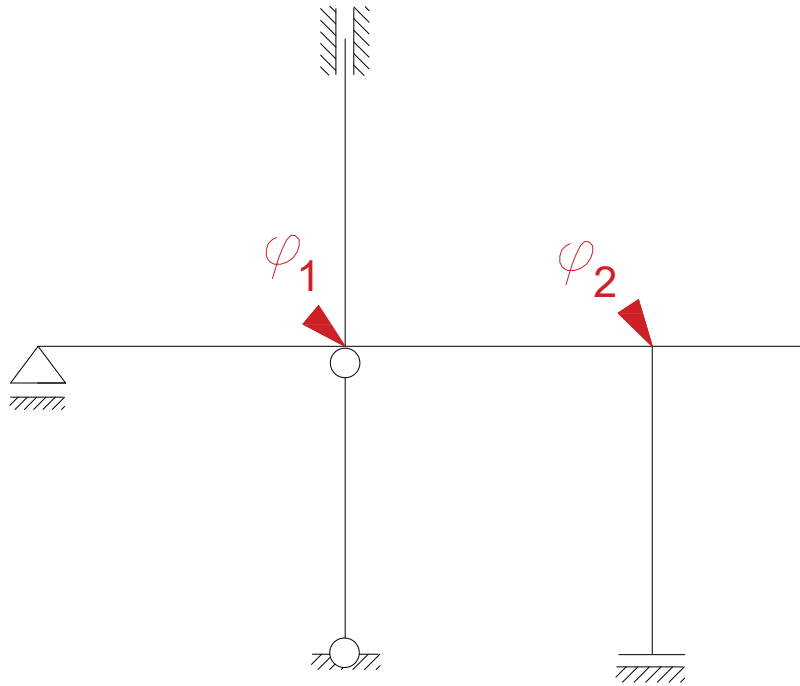
Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



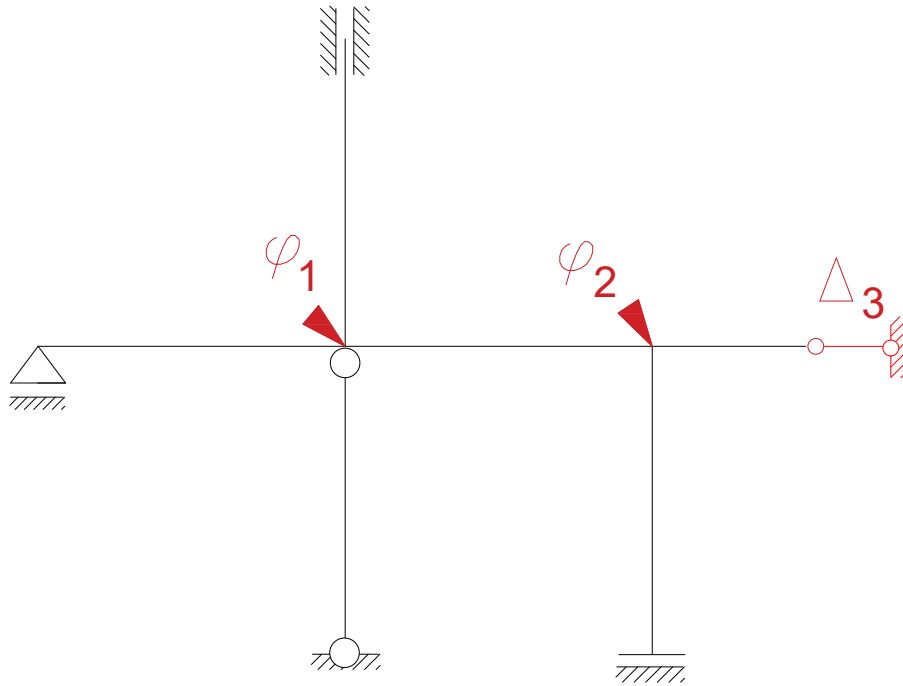
Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



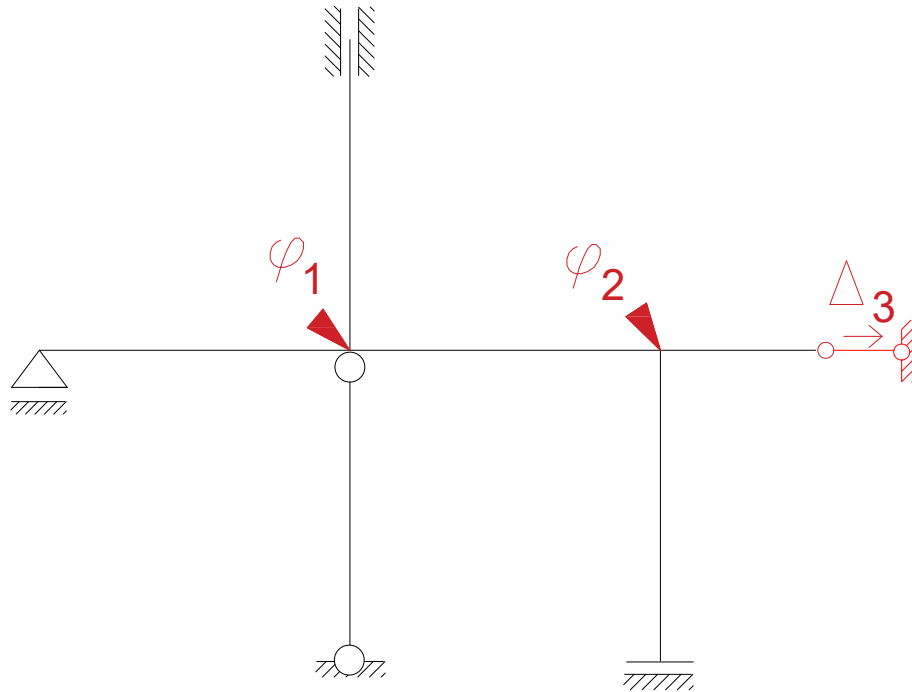
Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



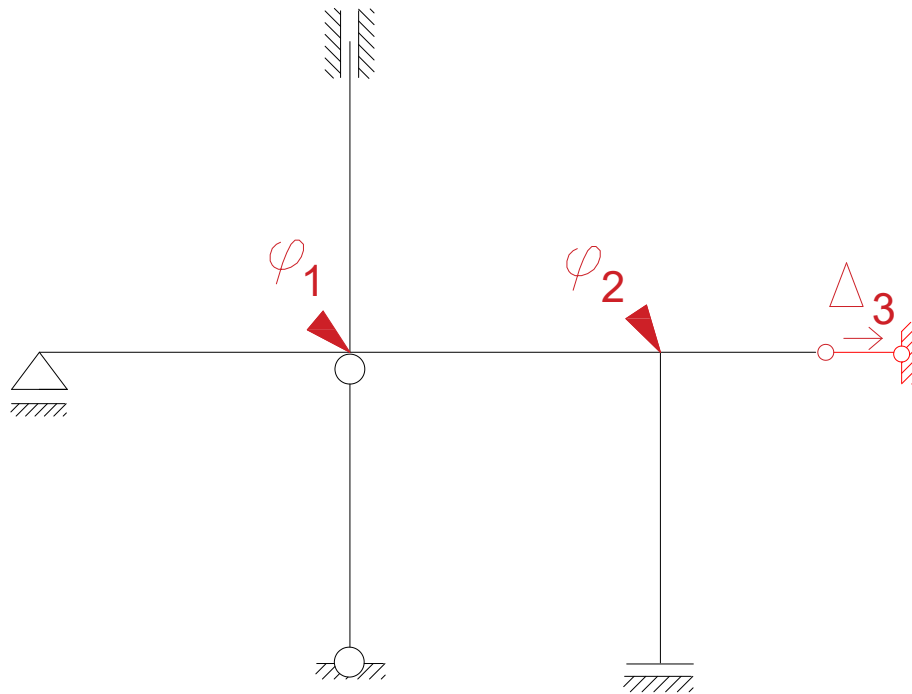
Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Schemat podstawowy metody przemieszczeń:

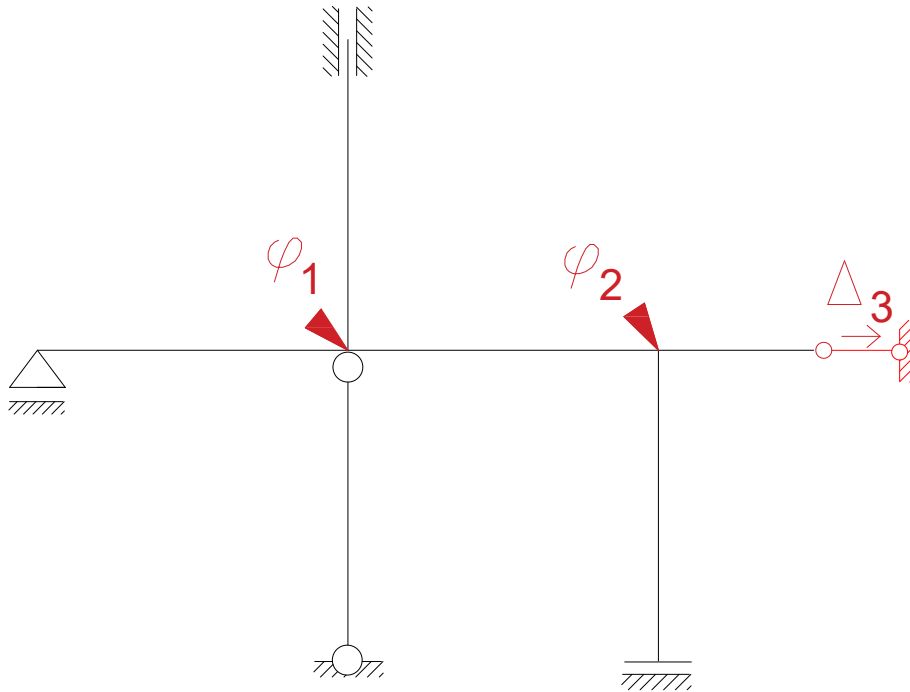


Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

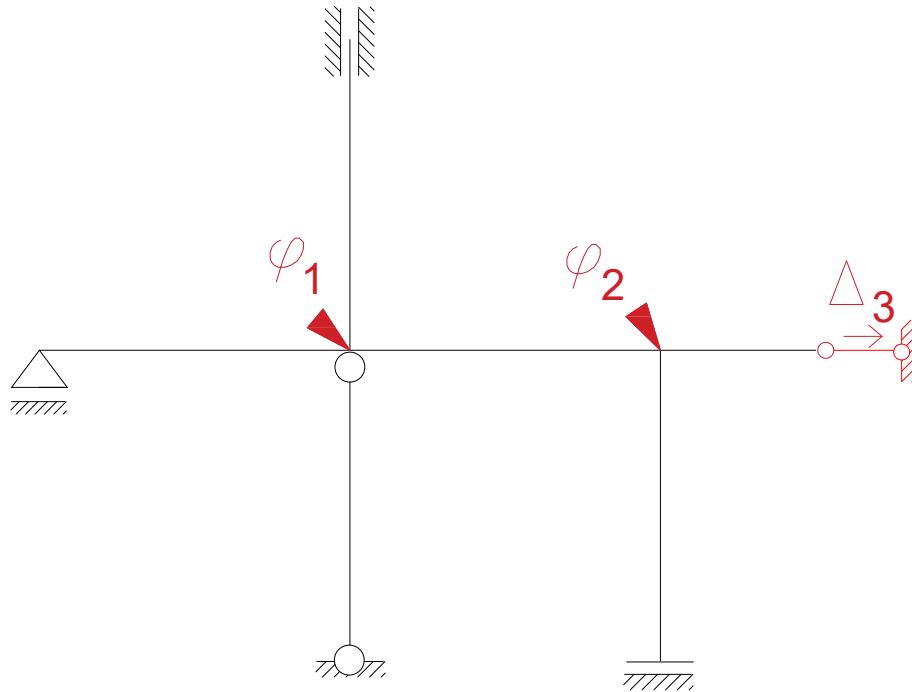
Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:

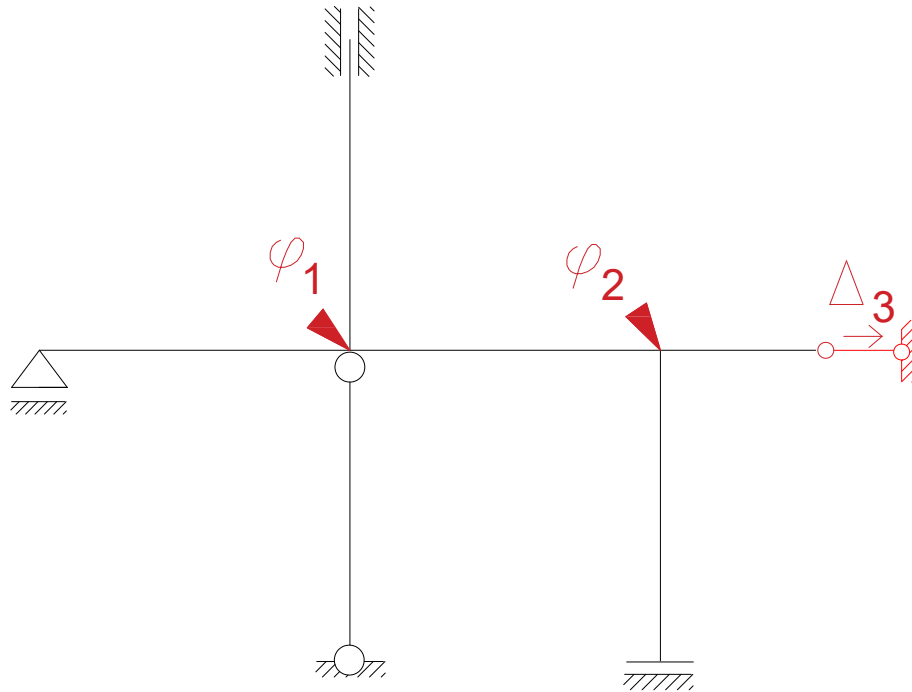


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



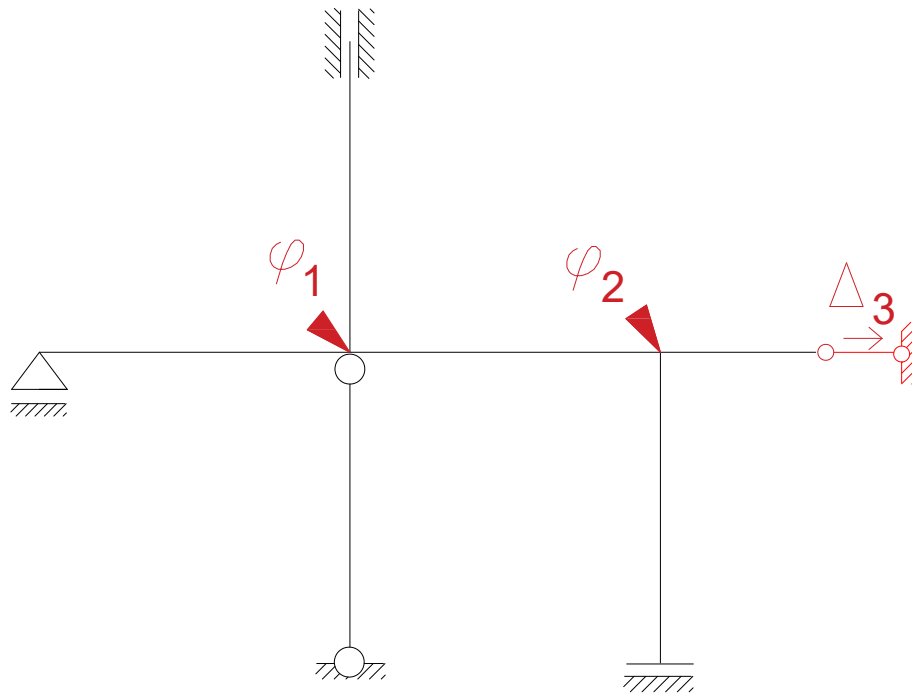
Podział na elementy metody przemieszczeń:

Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



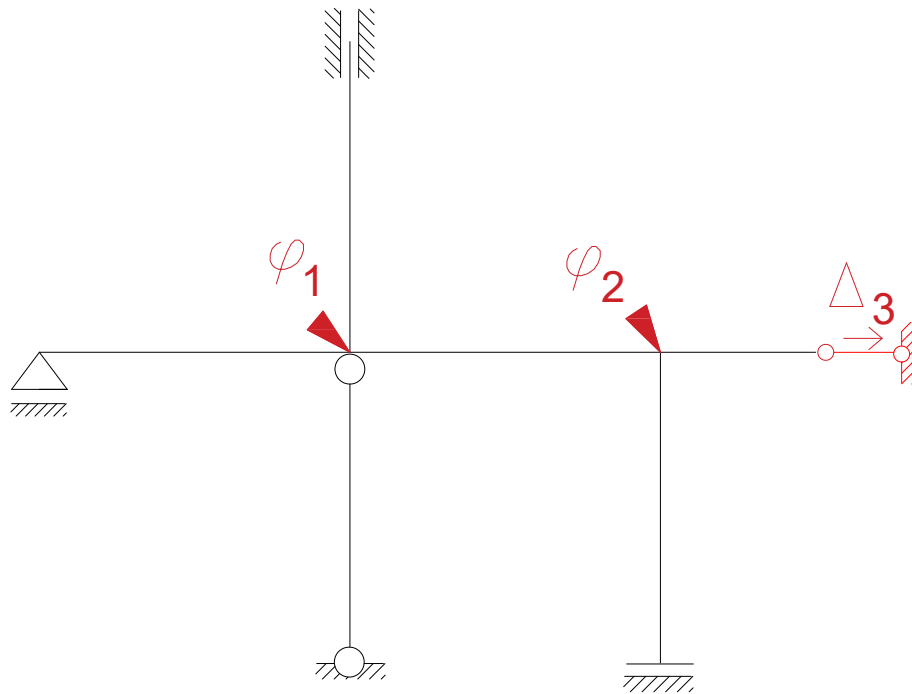
Podział na elementy metody przemieszczeń:

Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

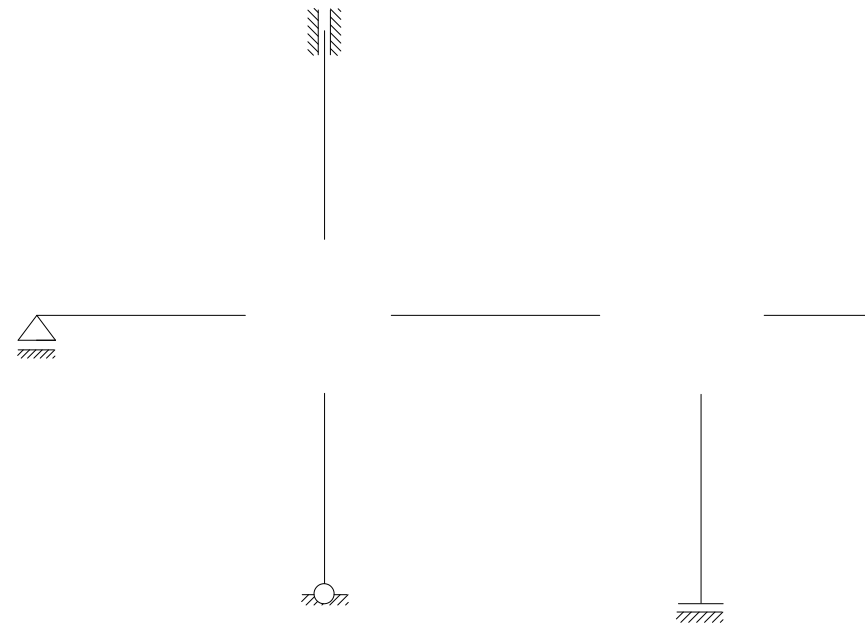
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

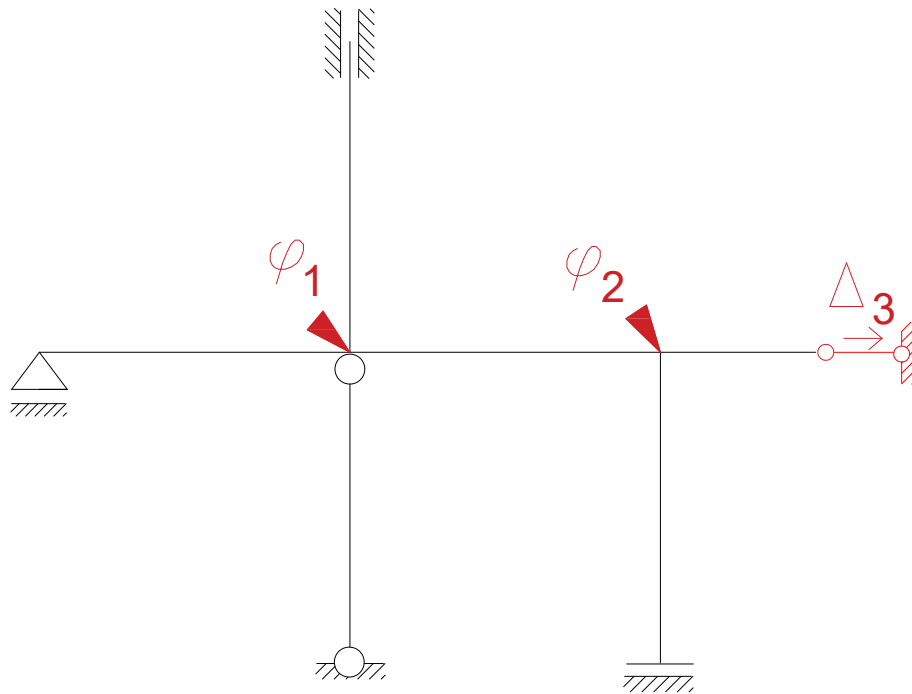


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

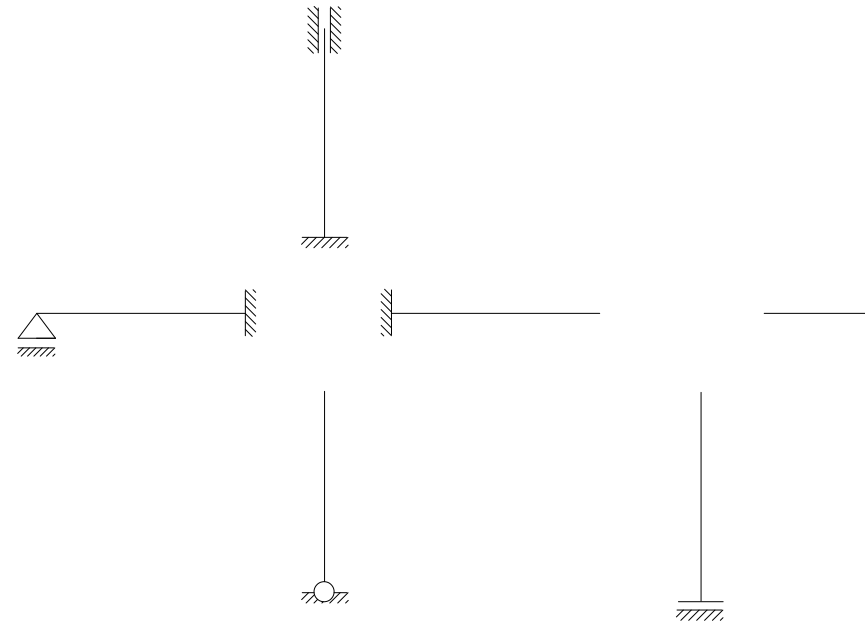
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

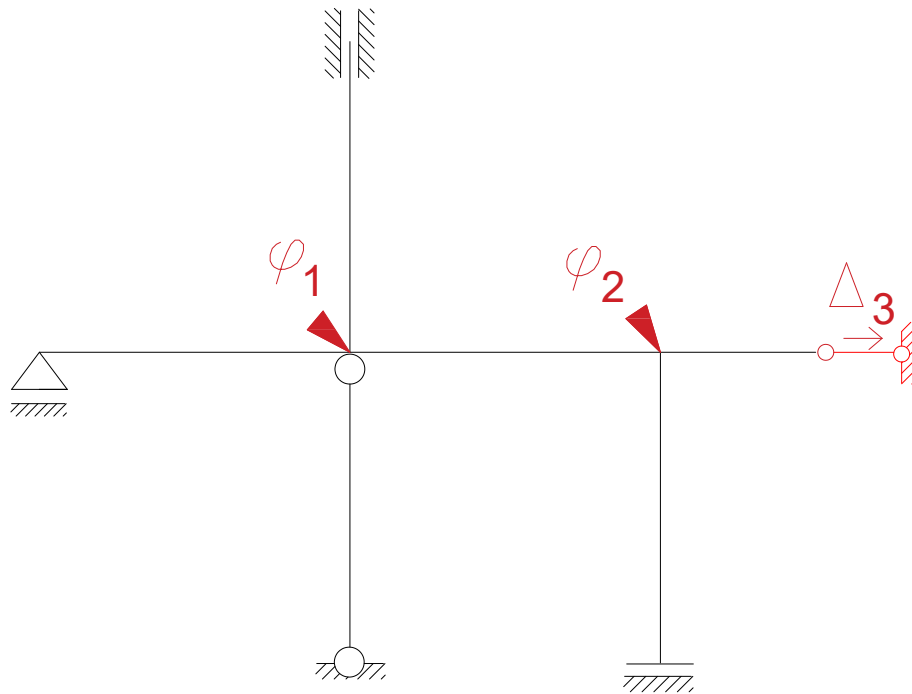


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

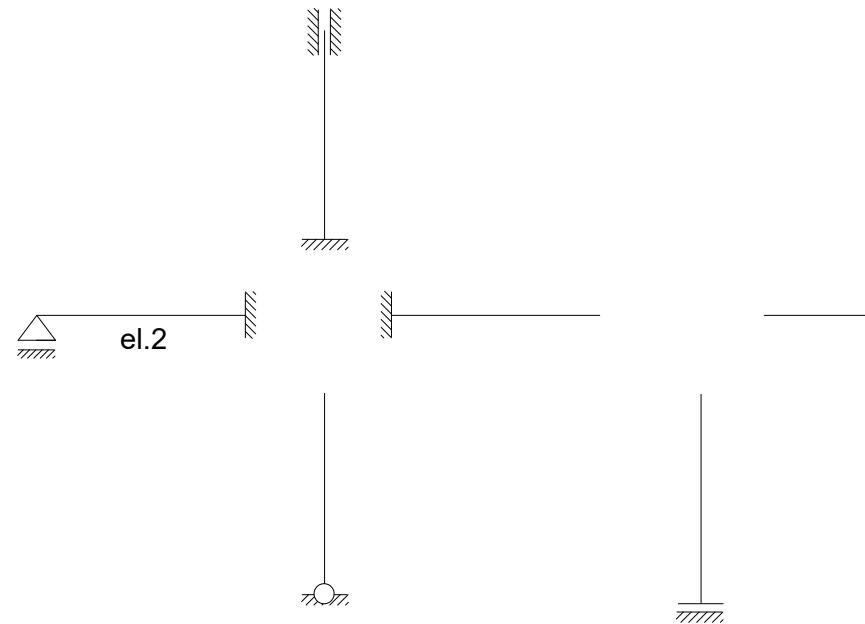
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

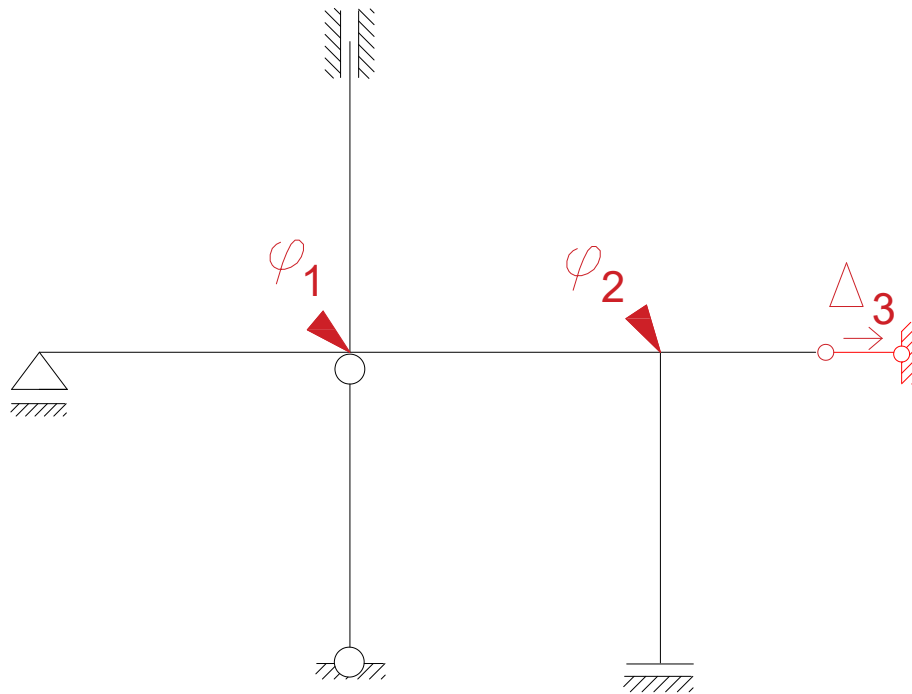


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

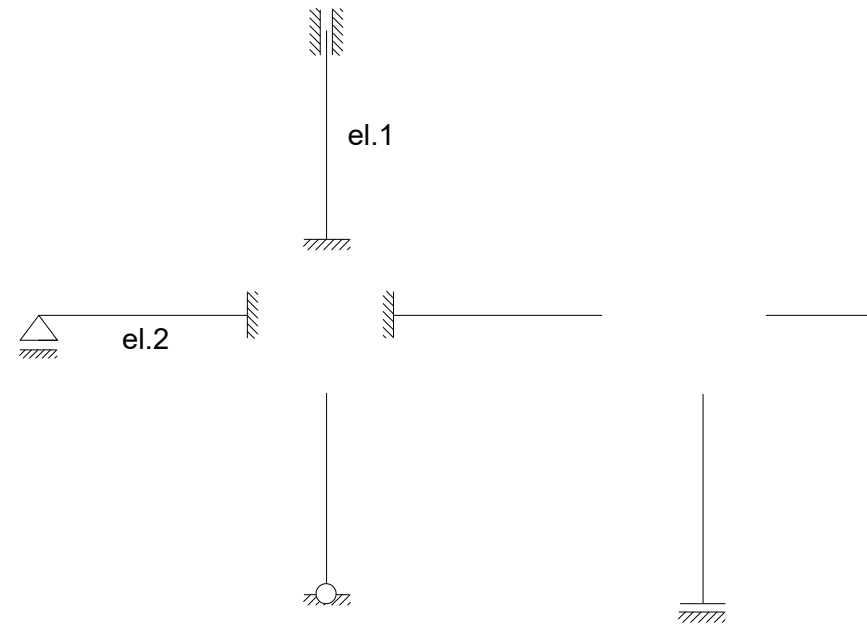
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

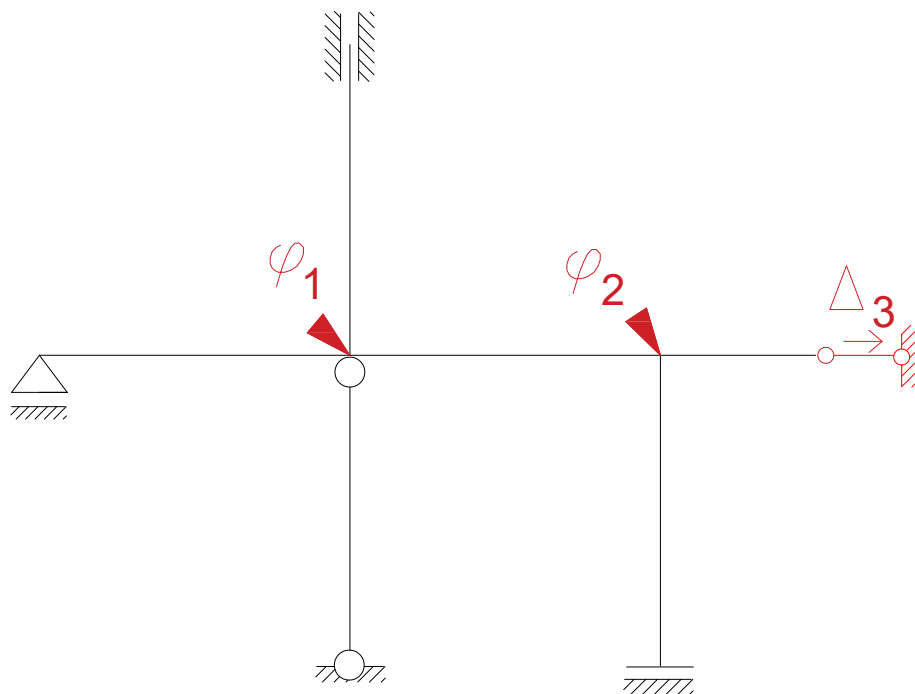


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

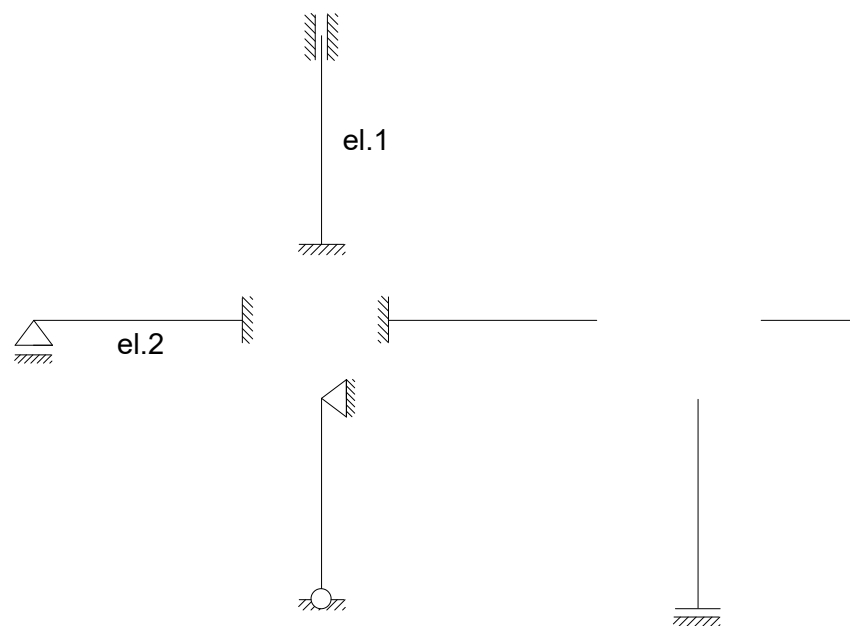
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

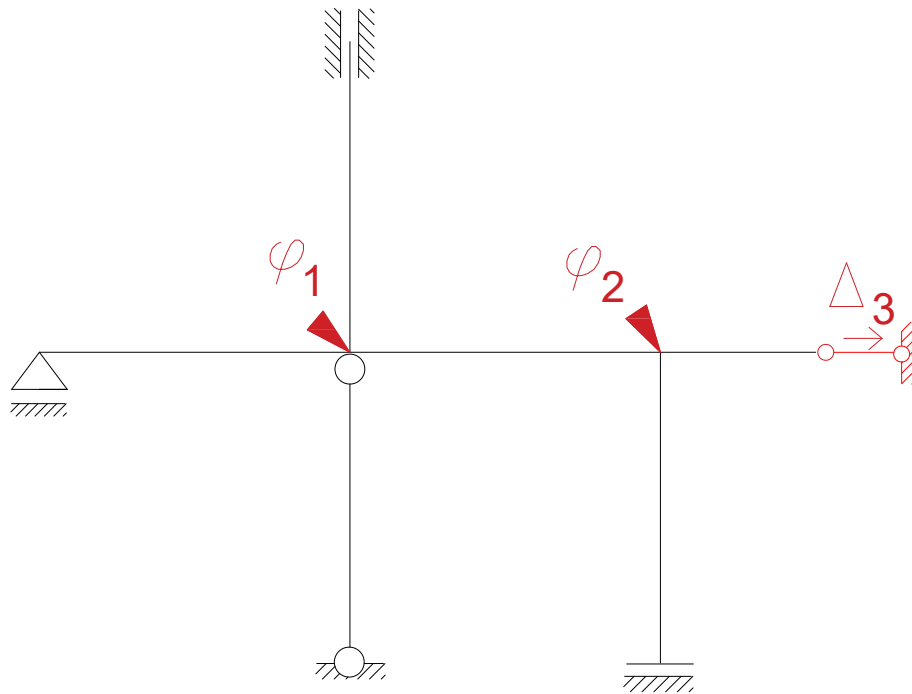


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

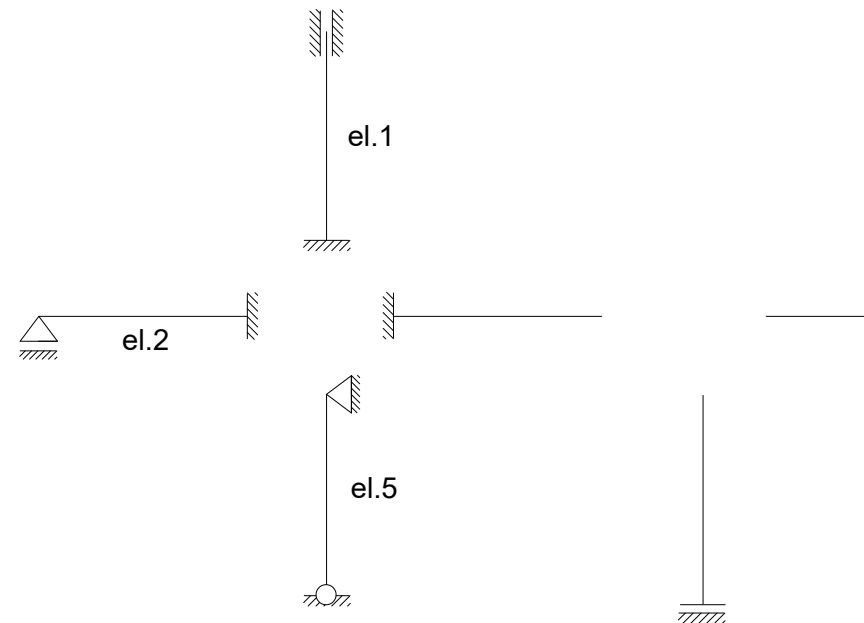
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

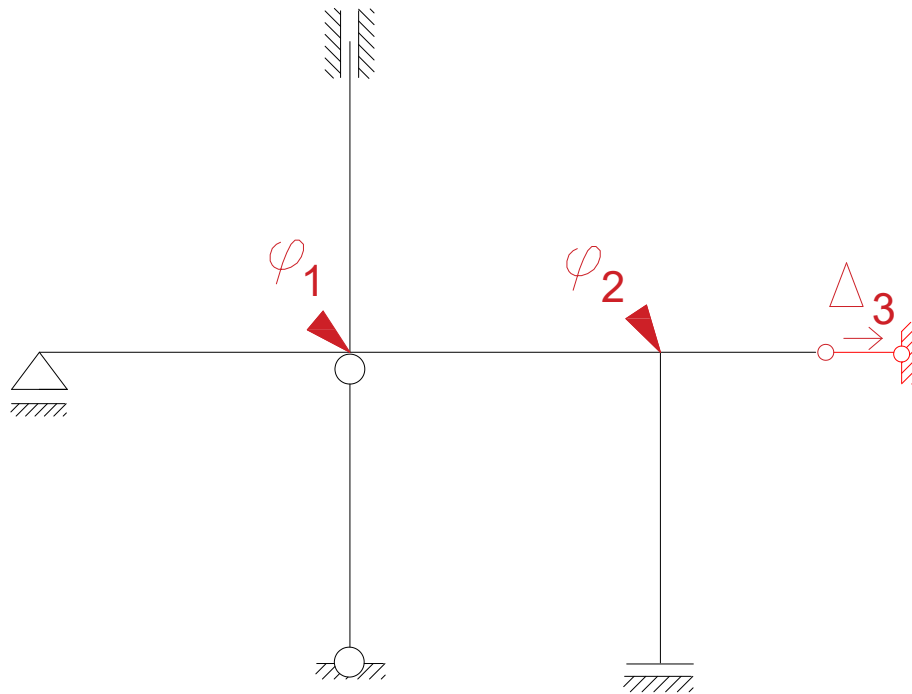


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

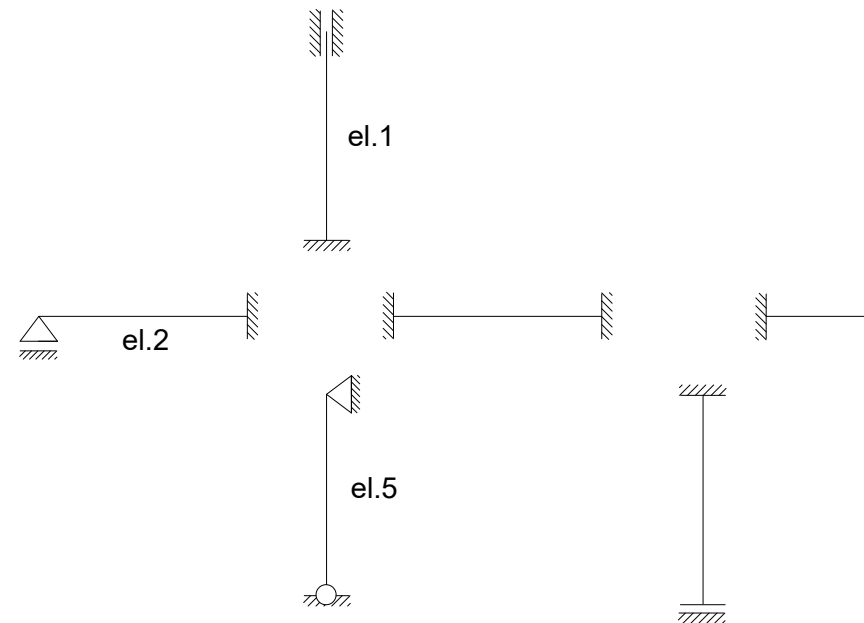
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

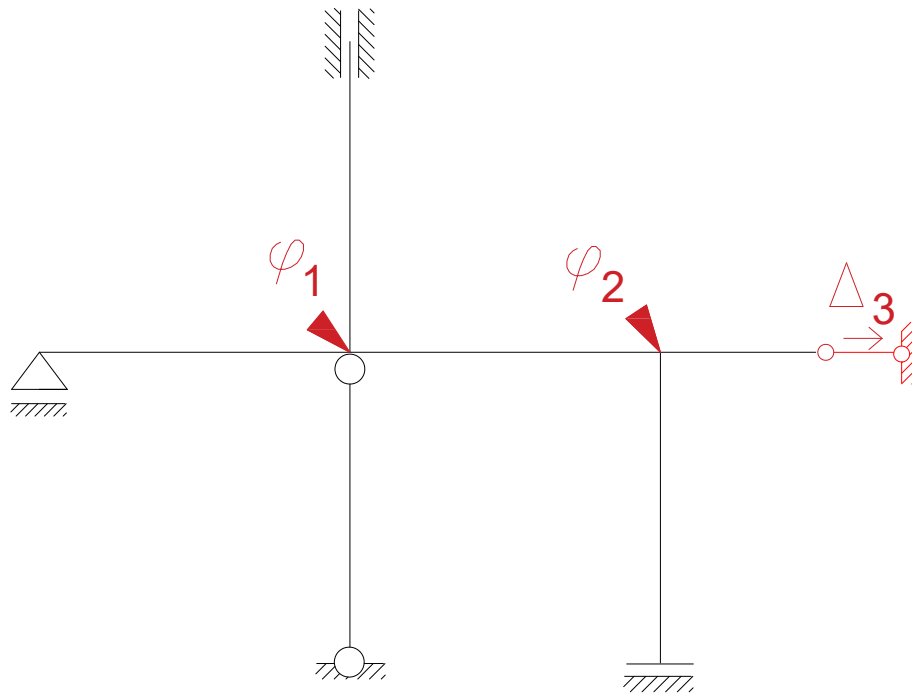


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

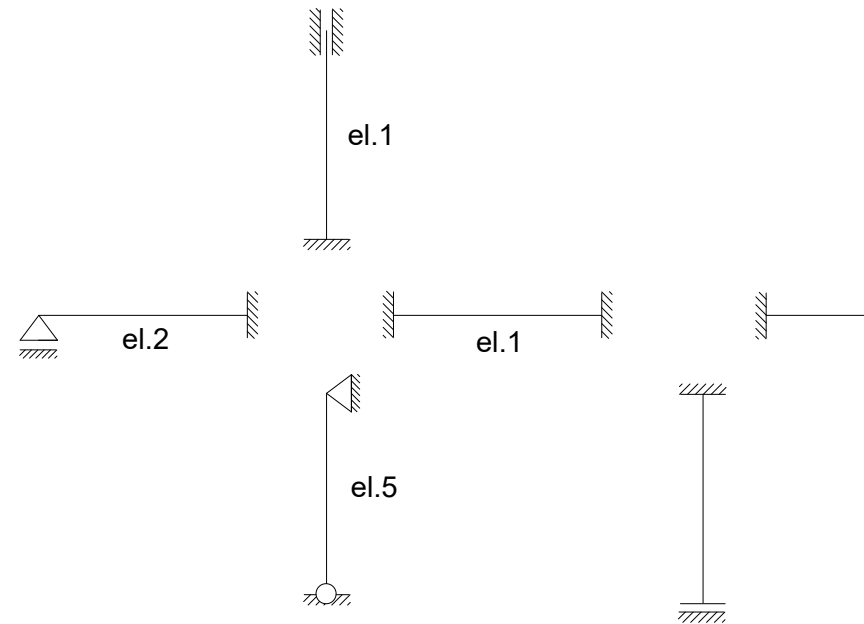
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

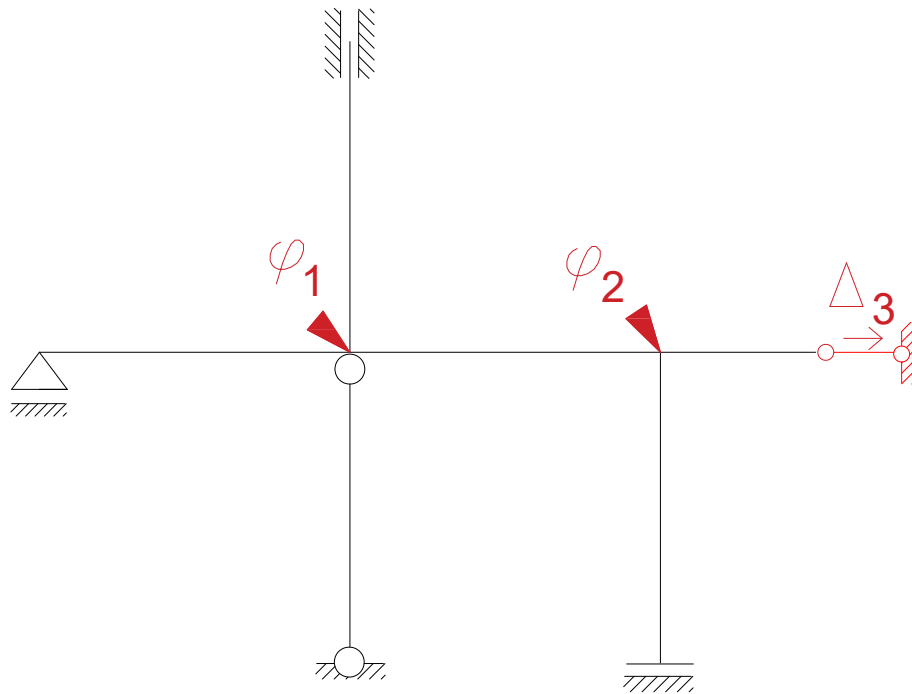


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

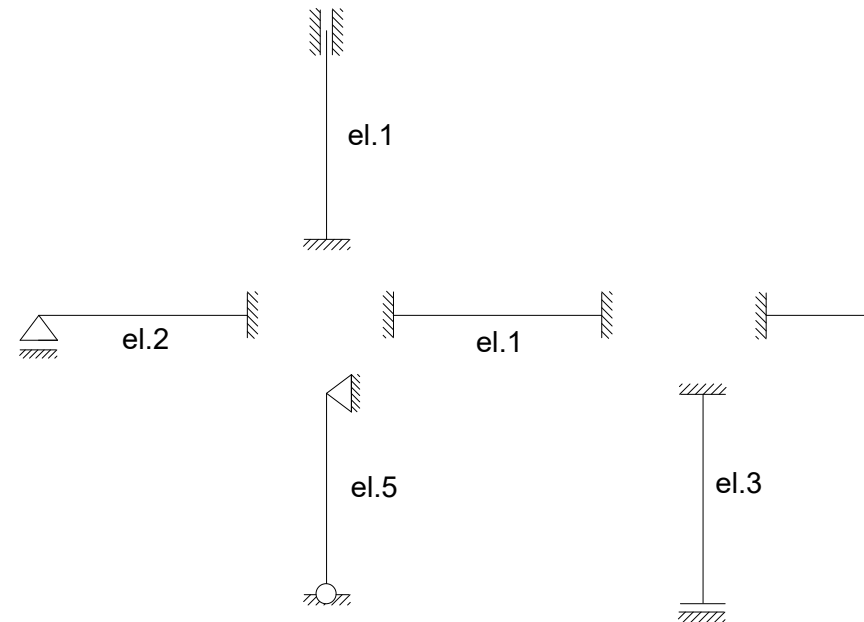
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

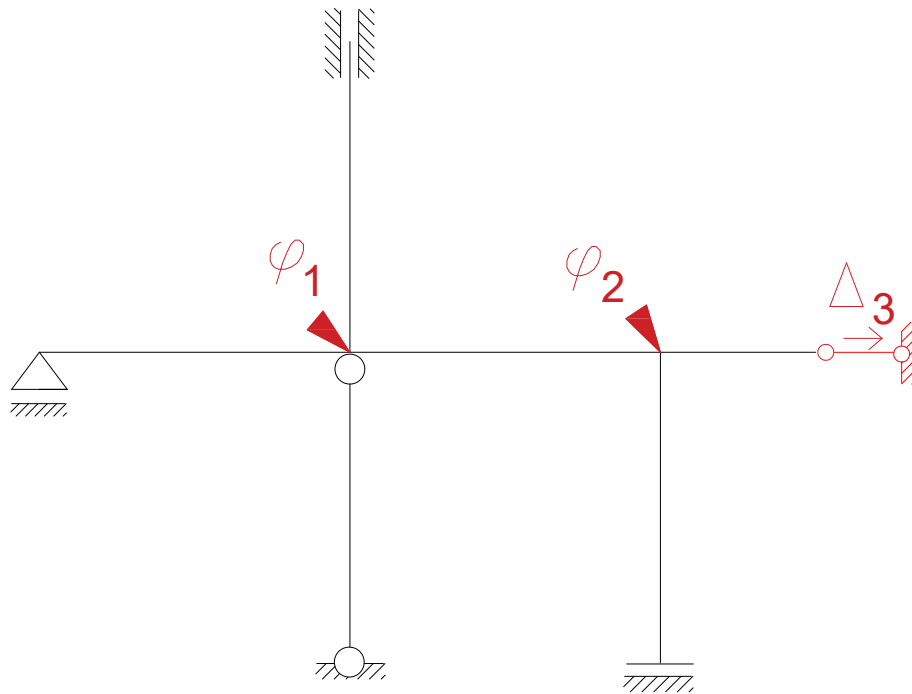


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

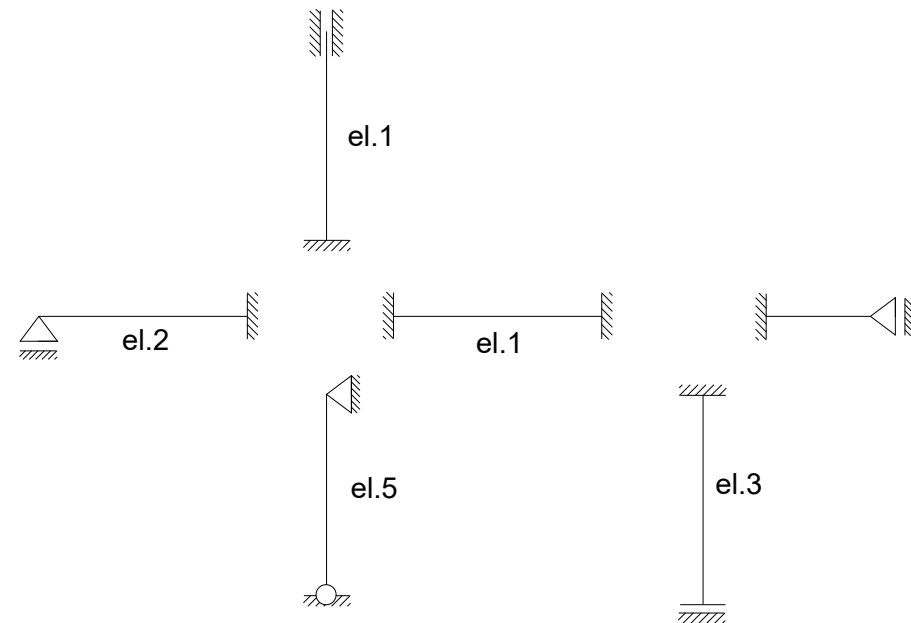
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

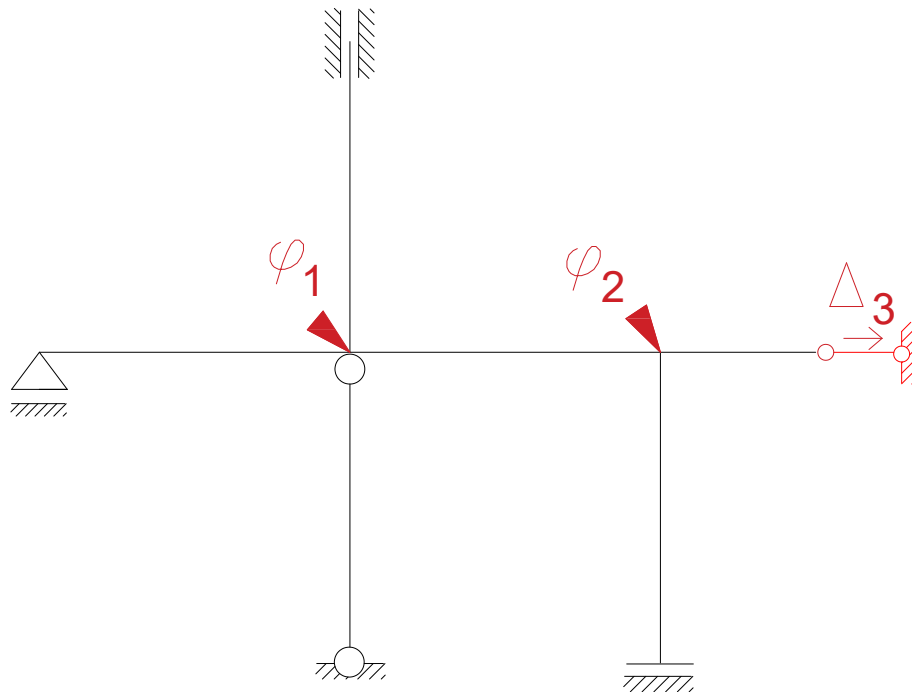


Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

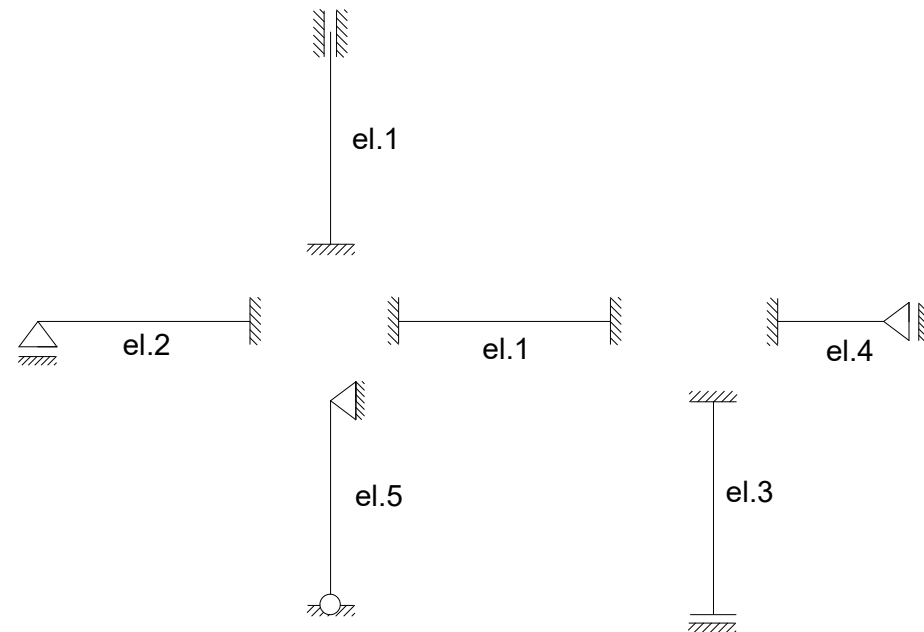
$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

Schemat podstawowy metody przemieszczeń:



Podział na elementy metody przemieszczeń:

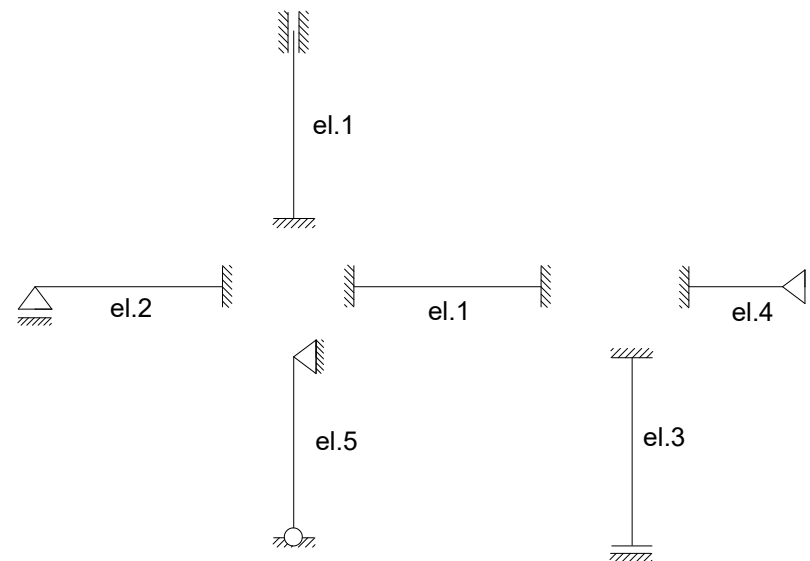
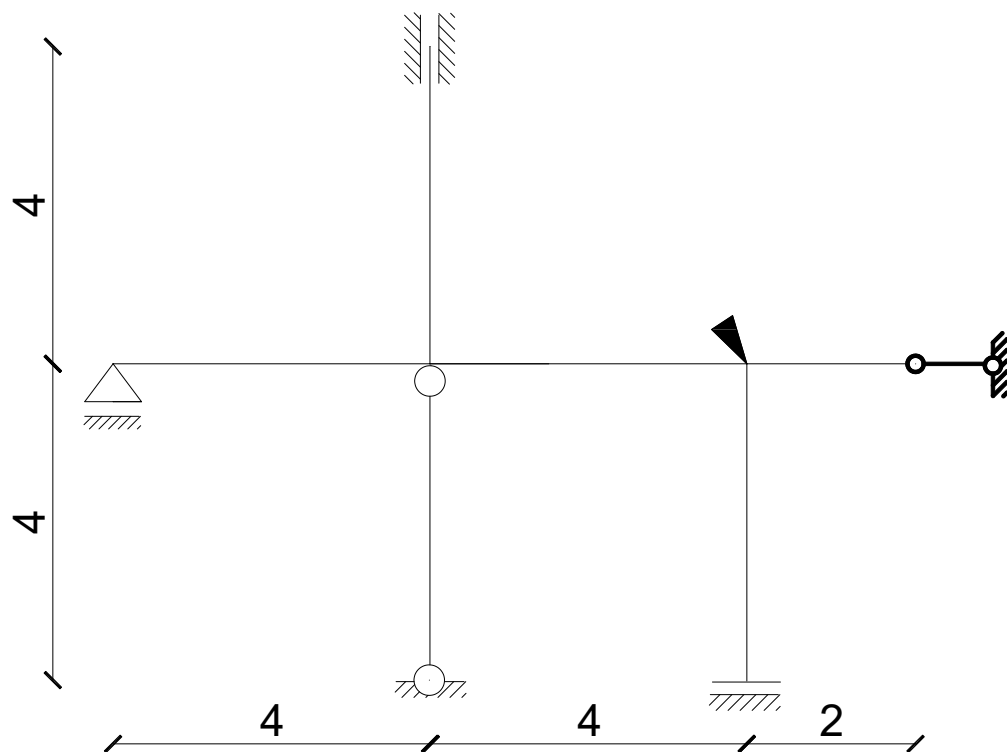


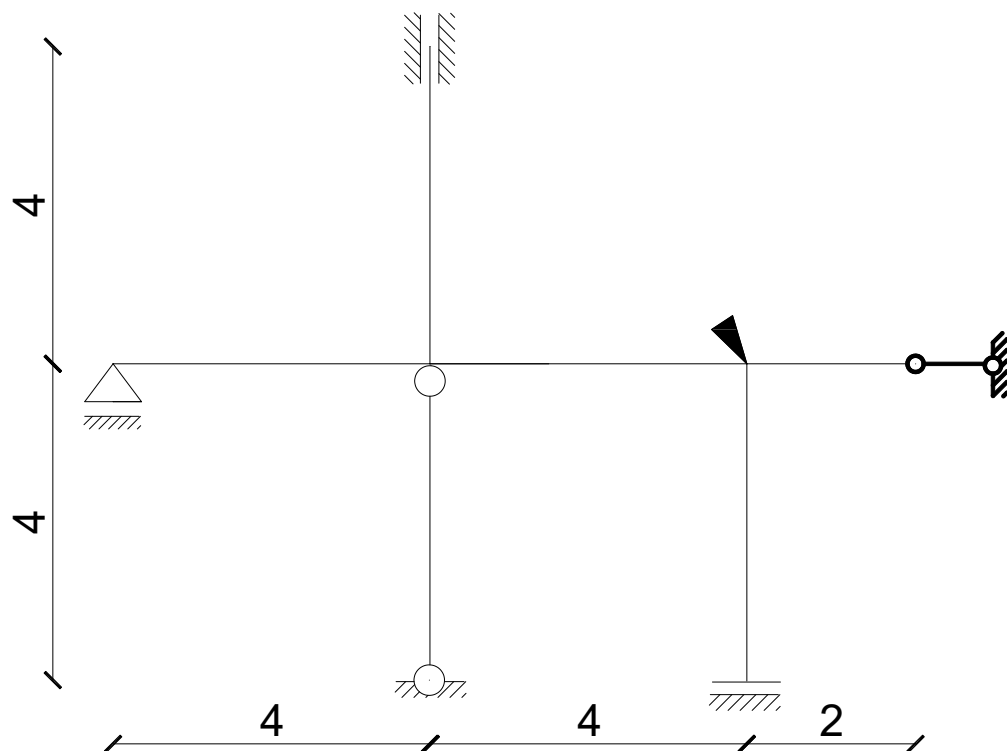
Stopień geometrycznej niewyznaczalności:

$$n_g = 3(\varphi_1, \varphi_2, \Delta_3)$$

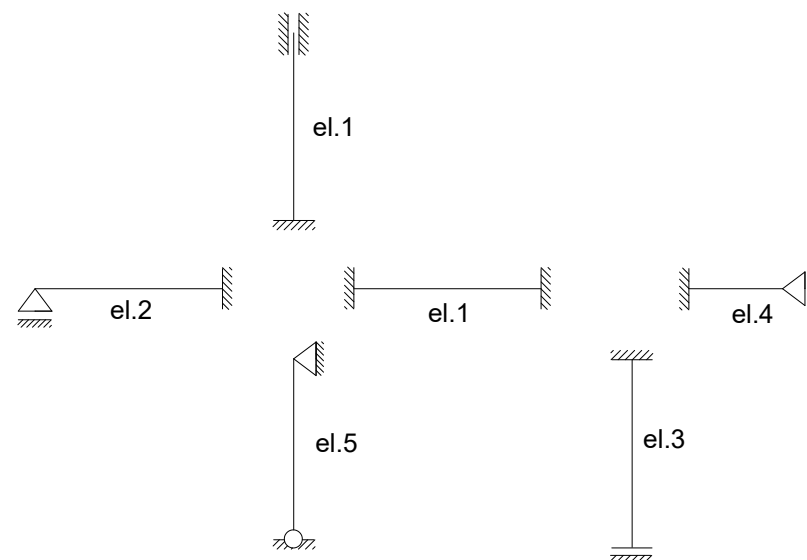
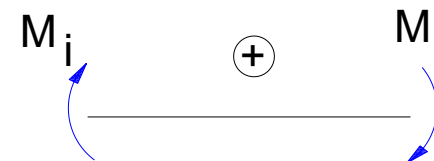
Układ trzykrotnie geometrycznie niewyznaczalny

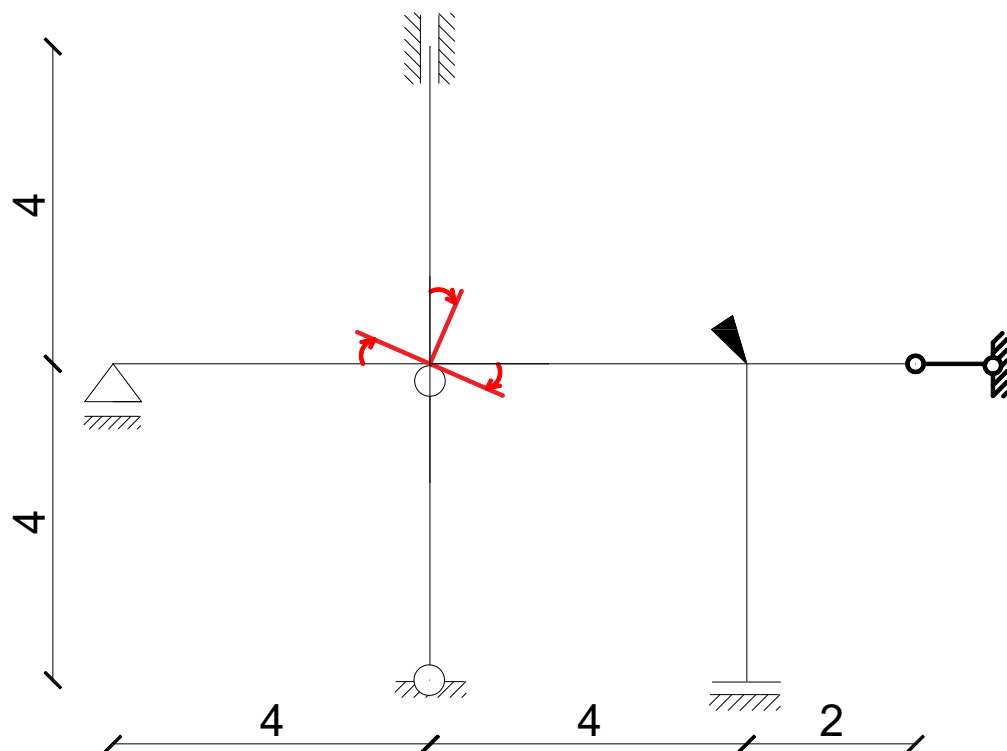
Stan $\varphi_1=1$



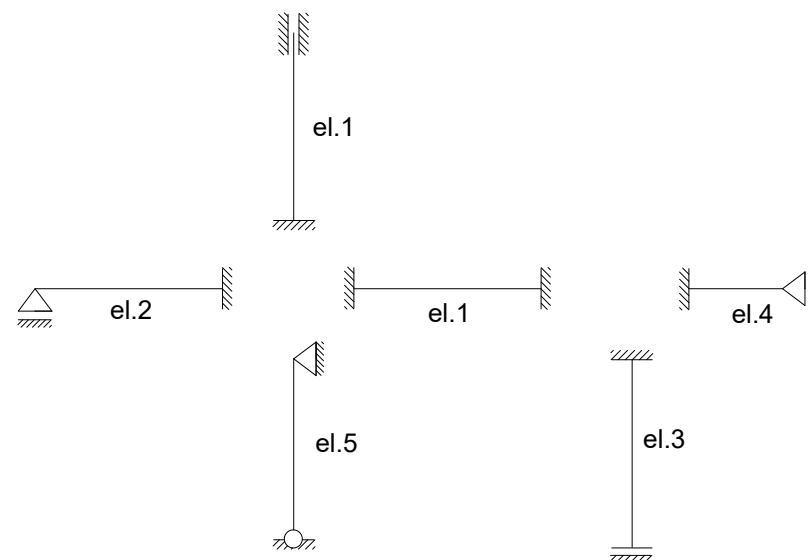
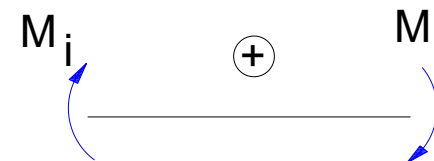


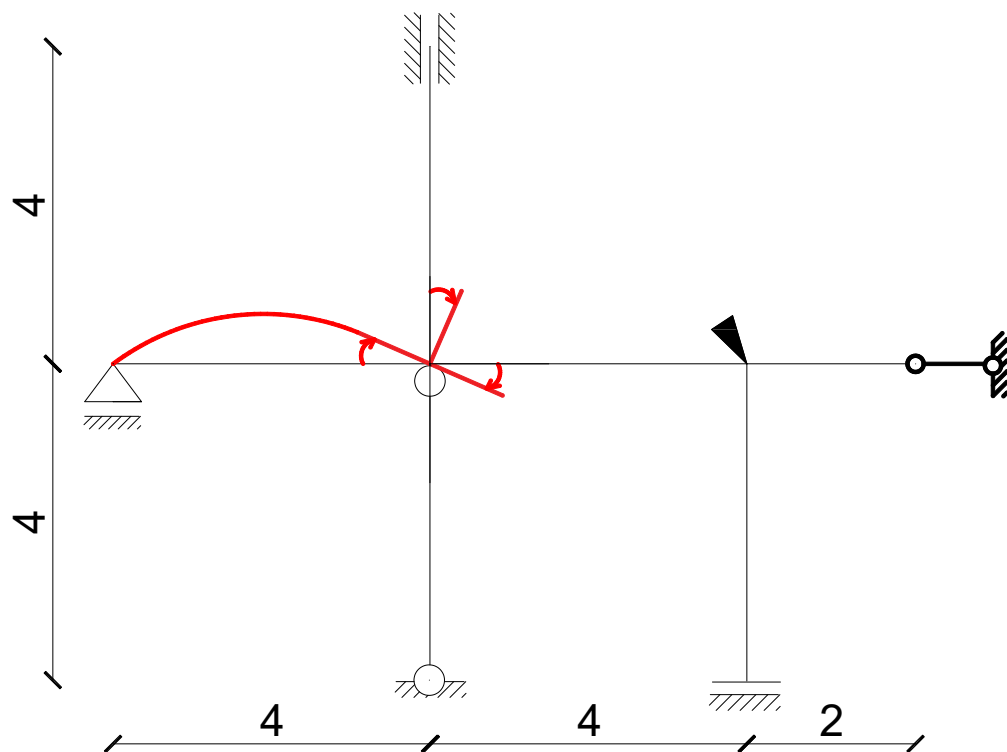
Stan $\varphi_1=1$



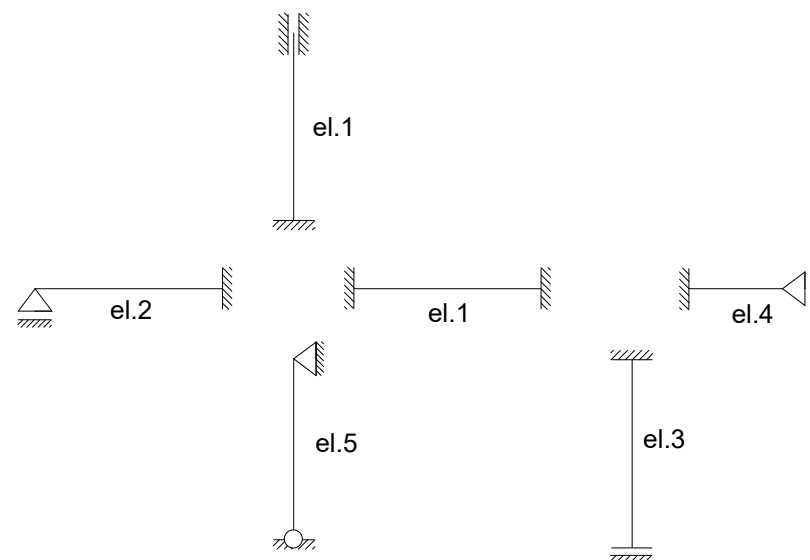
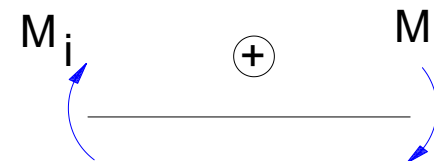


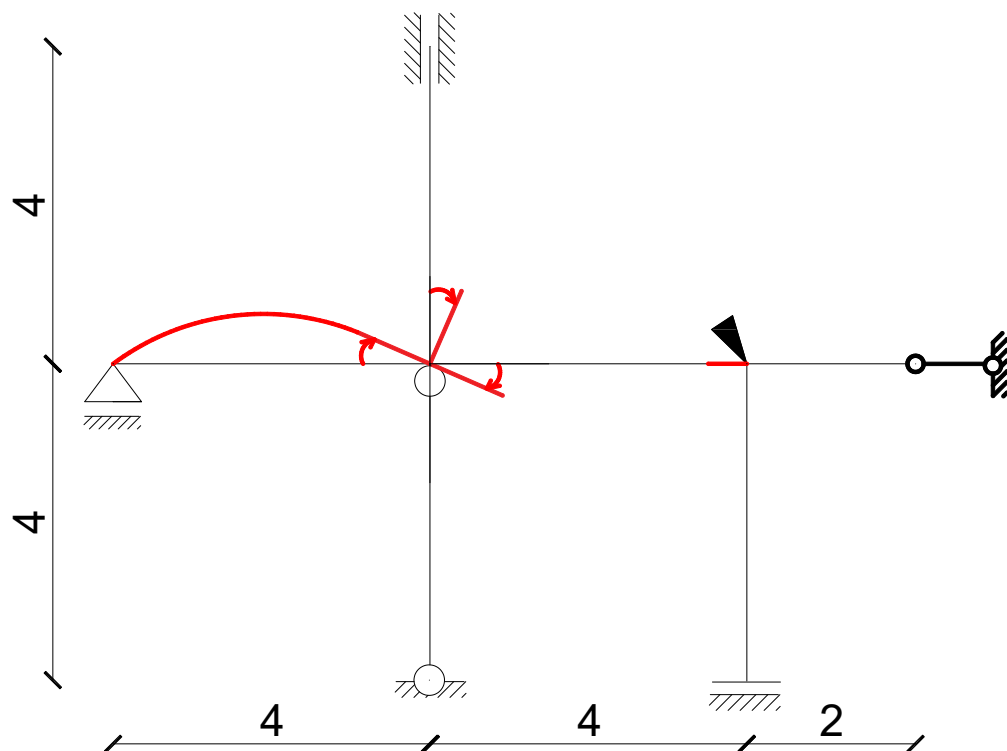
Stan $\varphi_1=1$



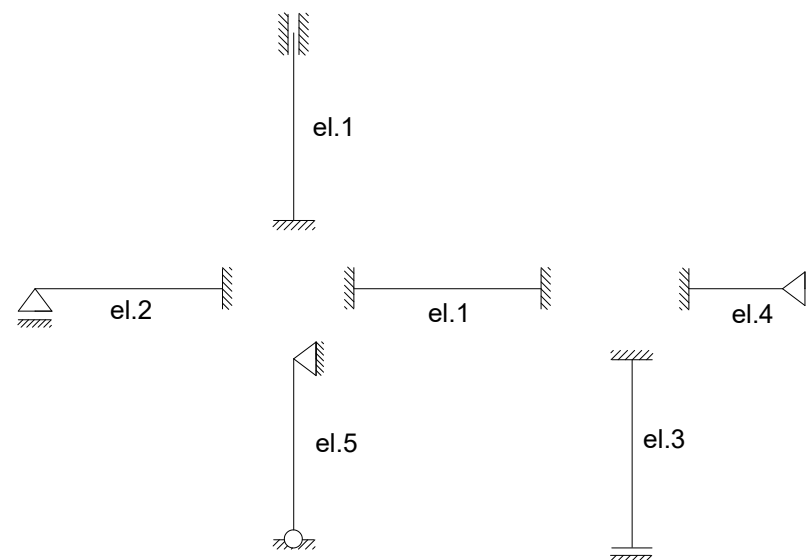
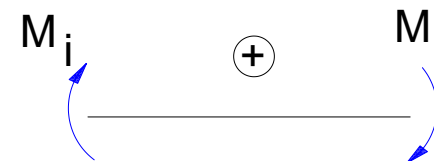


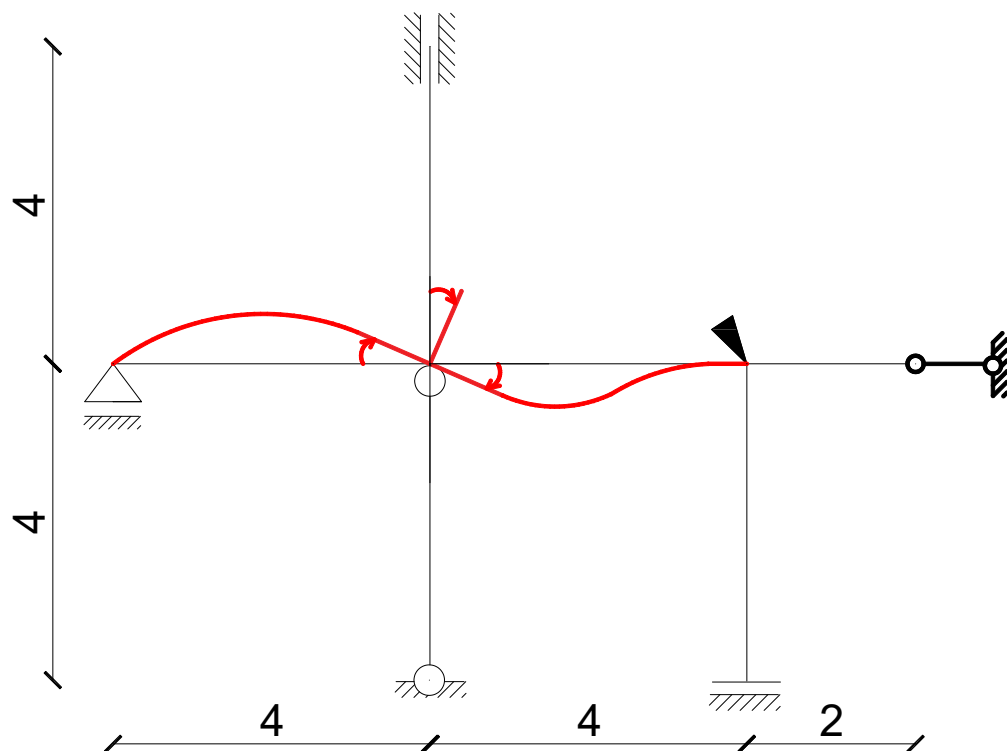
Stan $\varphi_1=1$



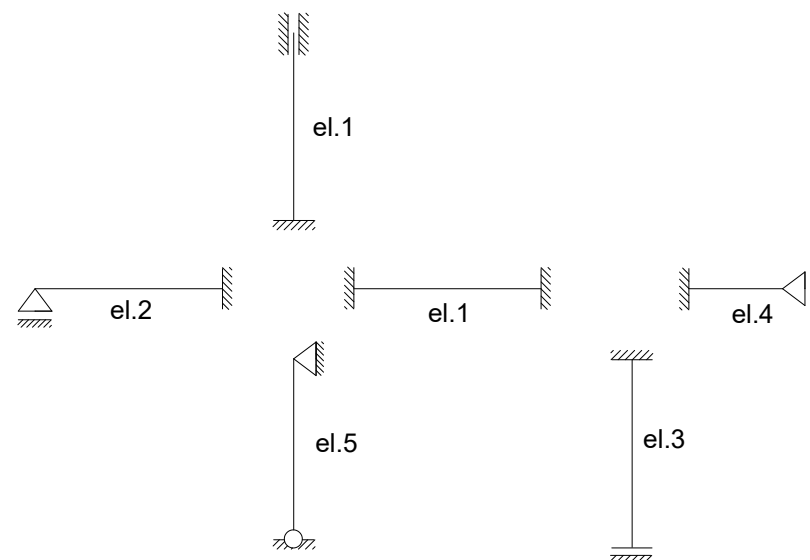
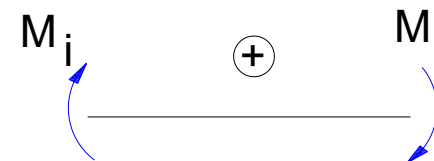


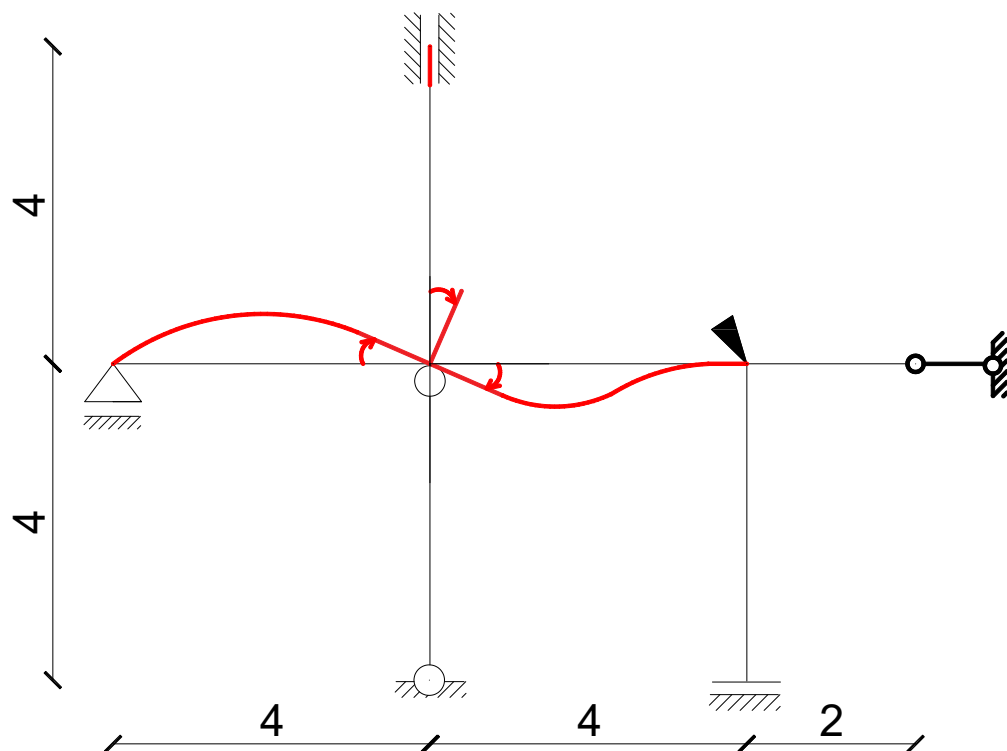
Stan $\varphi_1=1$



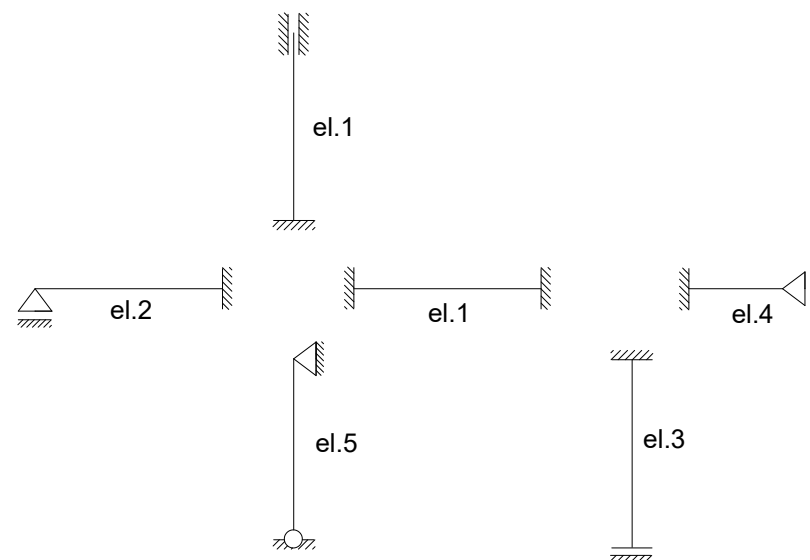
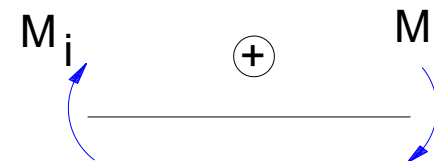


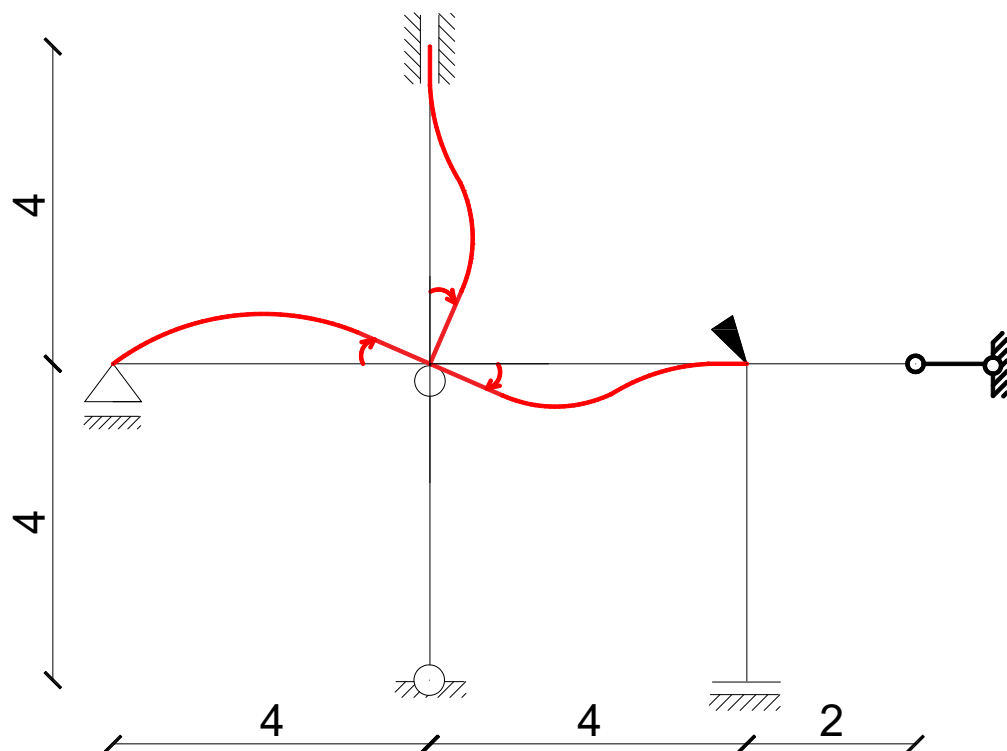
Stan $\varphi_1=1$



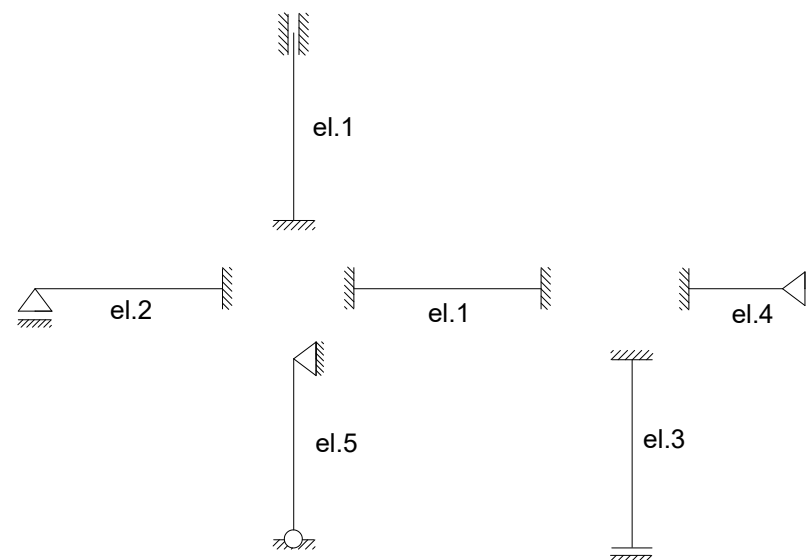


Stan $\varphi_1=1$

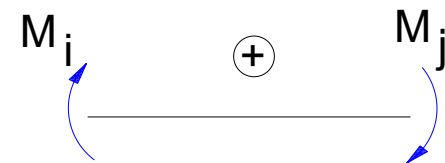
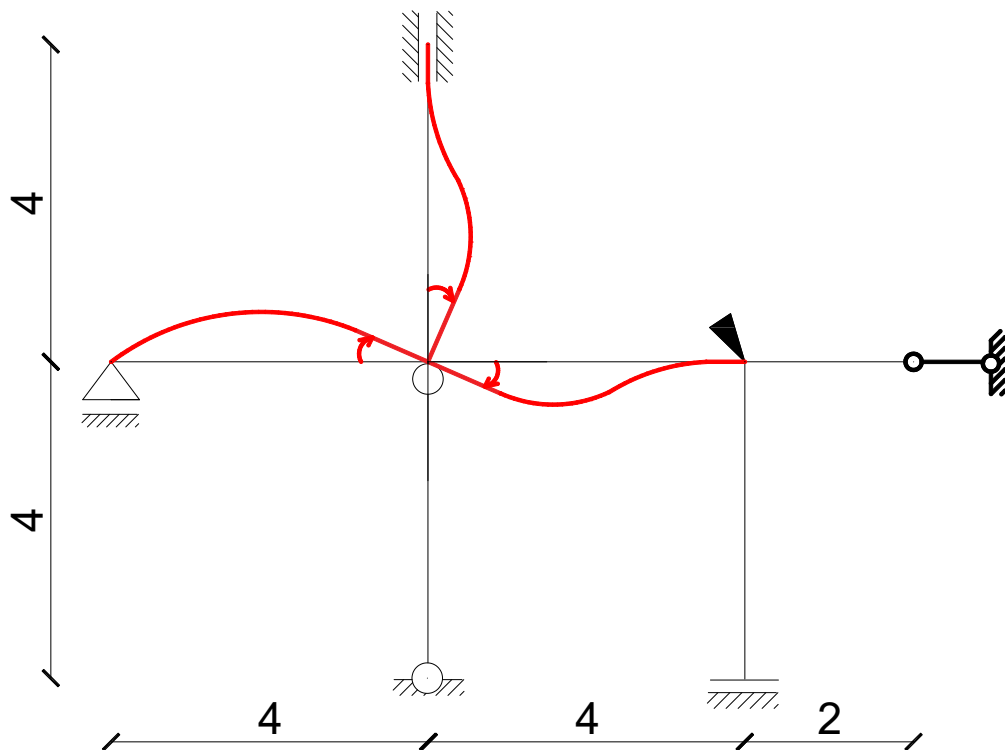




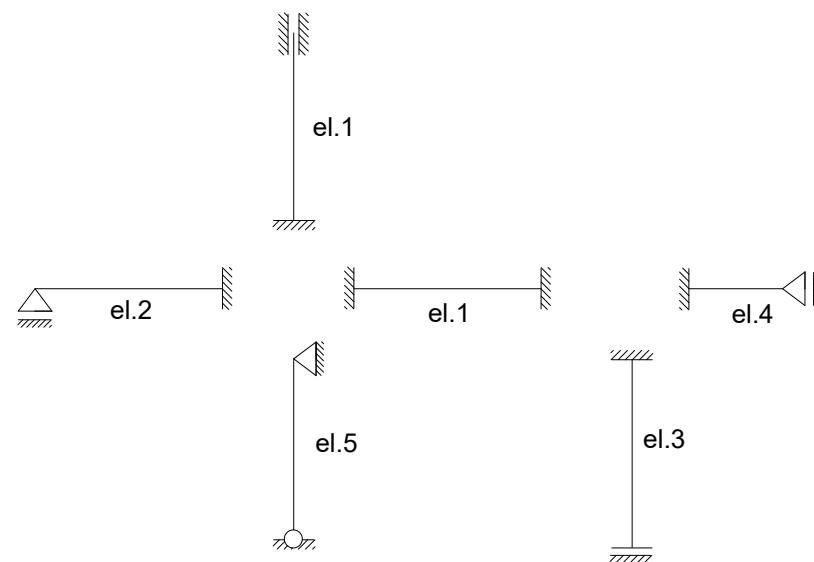
Stan $\varphi_1=1$



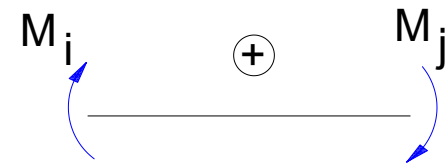
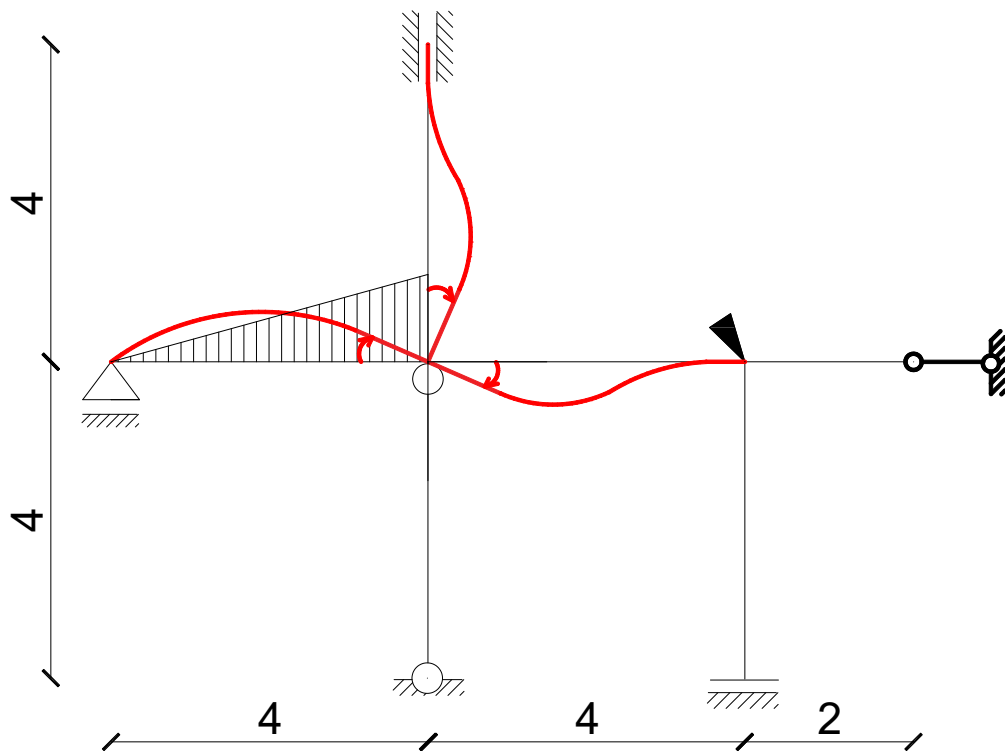
Stan $\varphi_1=1$



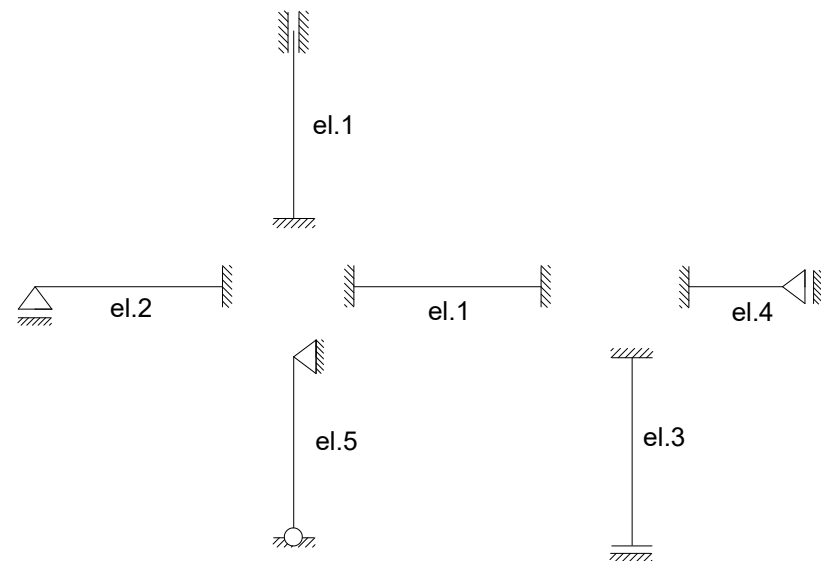
1	2	3	4
22	Diagram of a beam element of length l with forces R_i and R_k and moments M_i and M_k. The diagram shows the element in its undeformed state (dashed line) and deformed state (solid line). The displacement at the right end is labeled $u_k = l$.	$3 \frac{EJ}{l}$	0



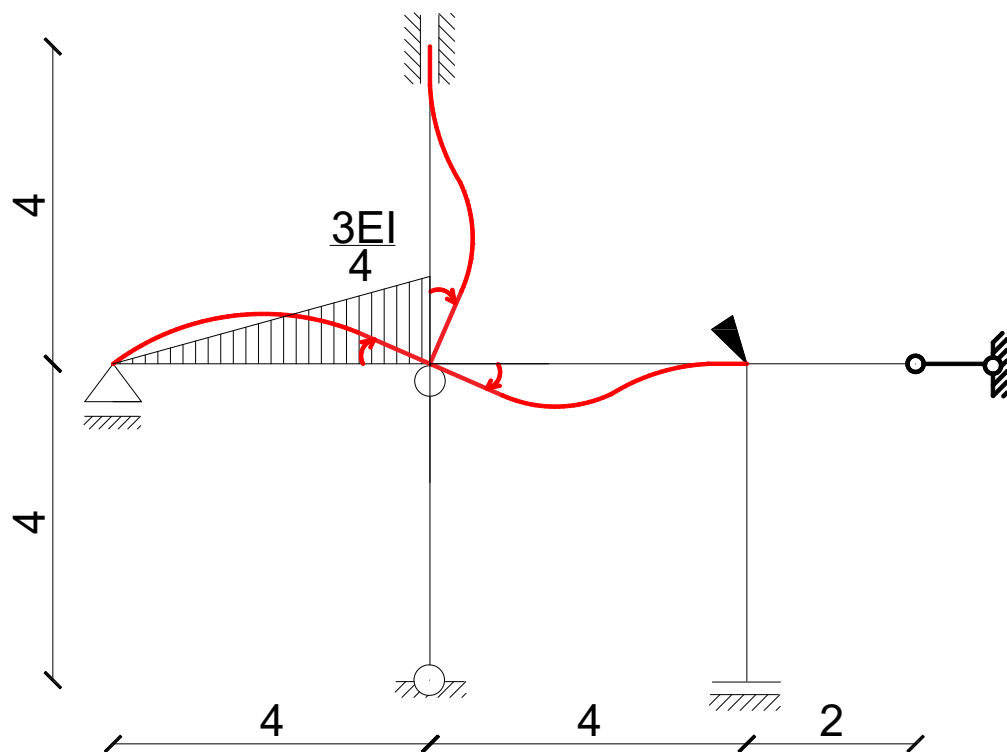
Stan $\varphi_1=1$



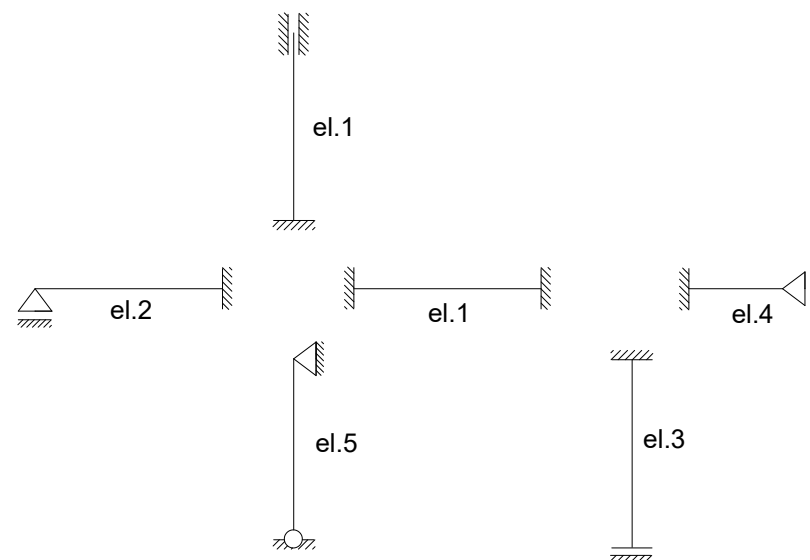
1	2	3	4
22	Diagram of a beam element with length l, forces R_i and R_k, and moments M_i and M_k. The diagram shows the element in a deformed state with a dashed line.	$3 \frac{EJ}{l}$	0

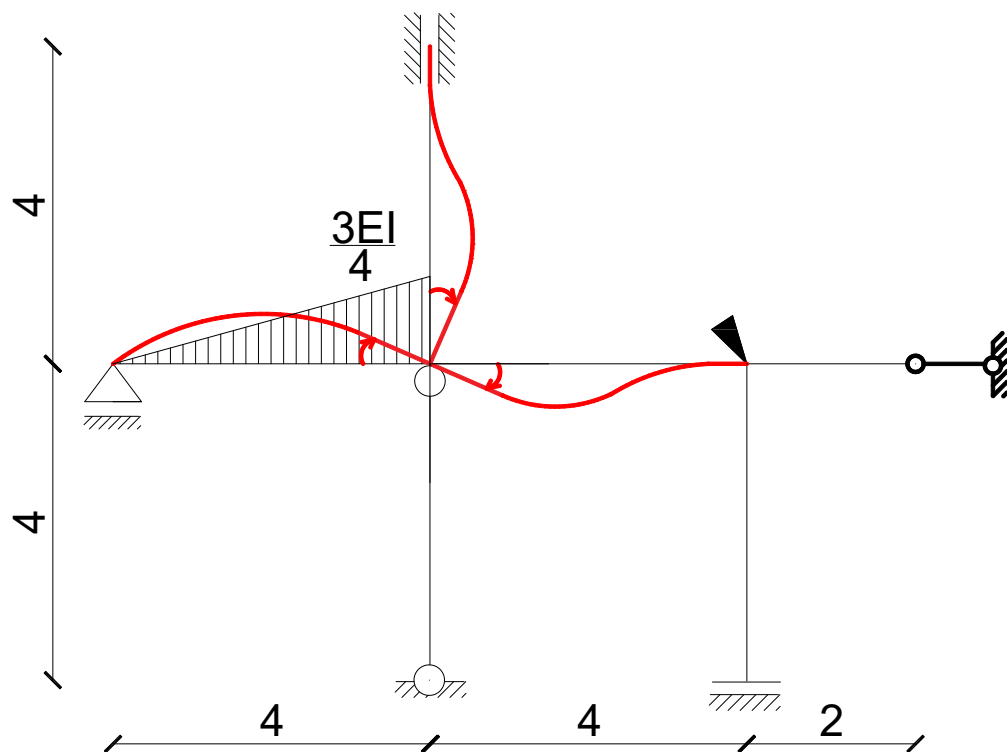


Stan $\varphi_1=1$

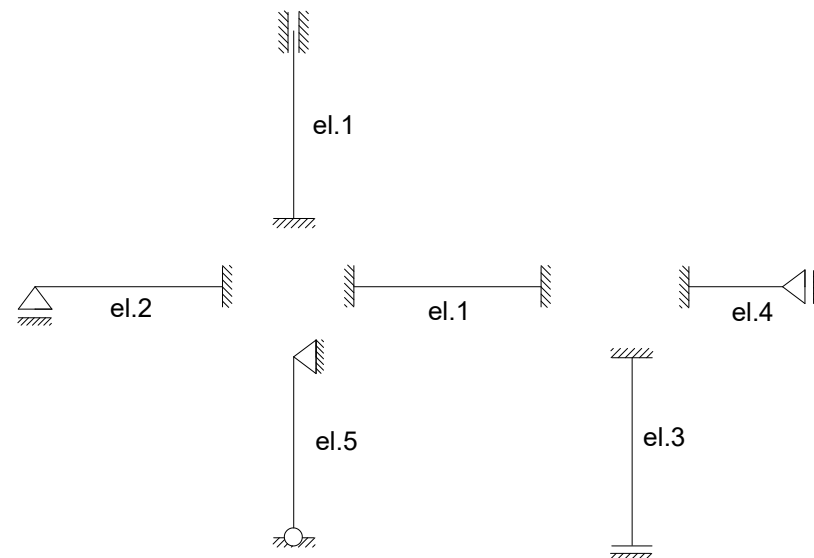
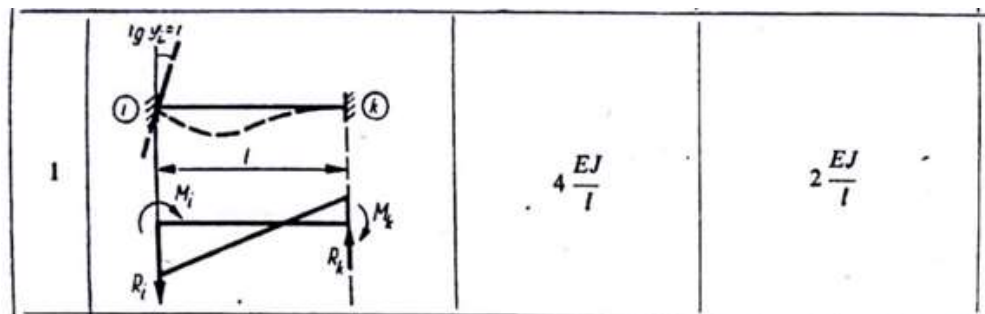
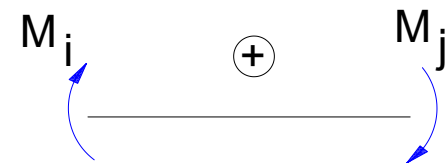


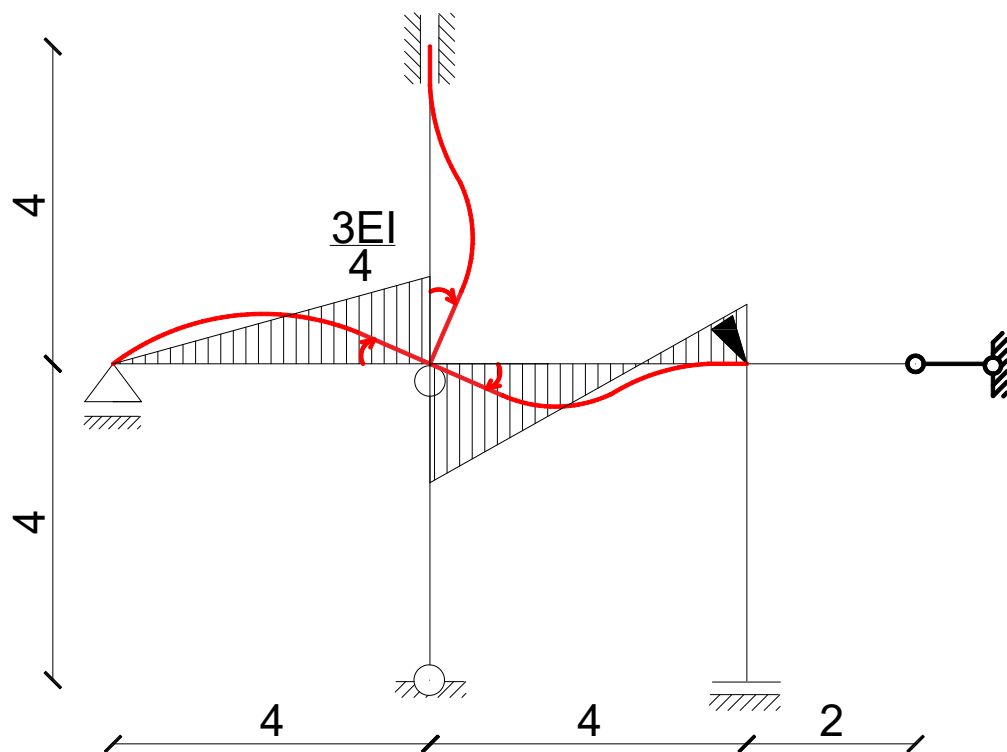
1	2	3	4
22	Diagram of a frame element with forces R_i, R_k and moments M_i, M_k. The length is l. The stiffness is $3 \frac{EJ}{l}$.	$3 \frac{EJ}{l}$	0



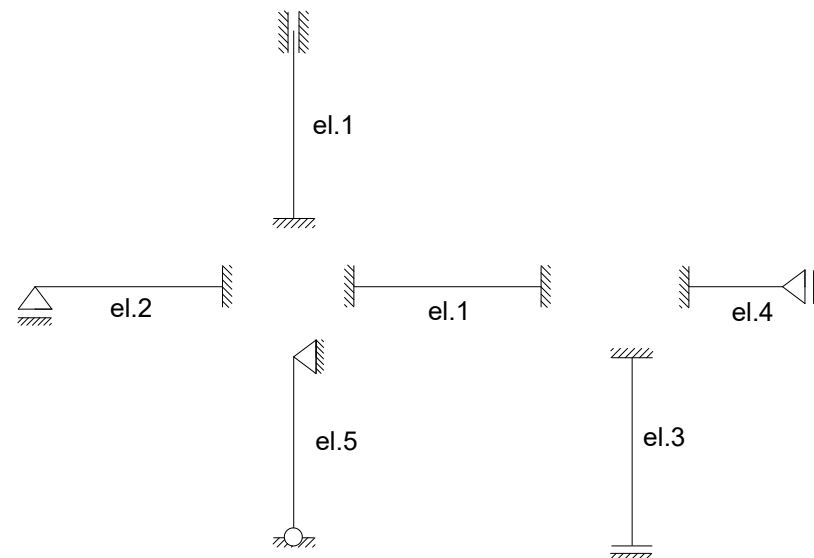
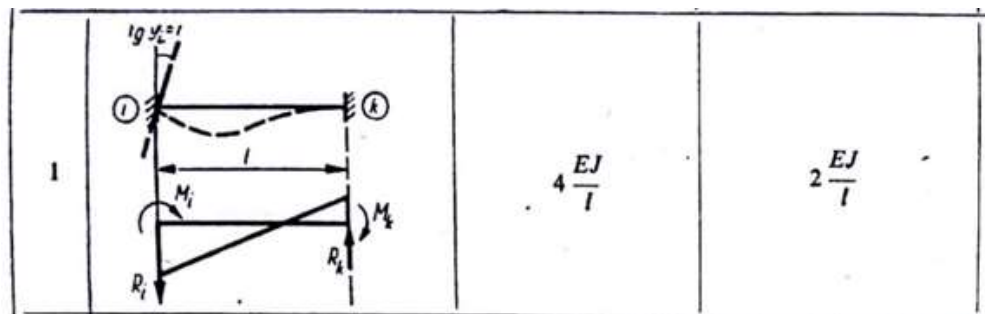
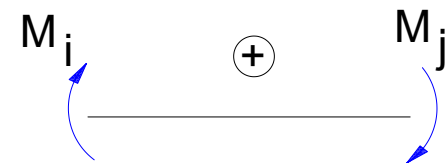


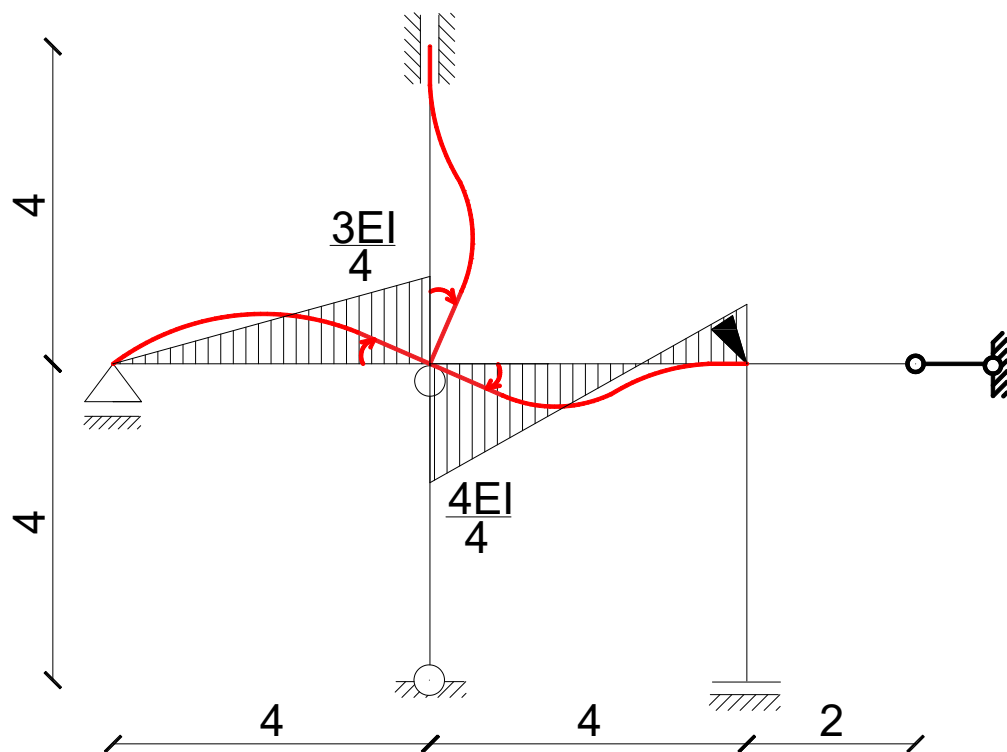
Stan $\varphi_1=1$



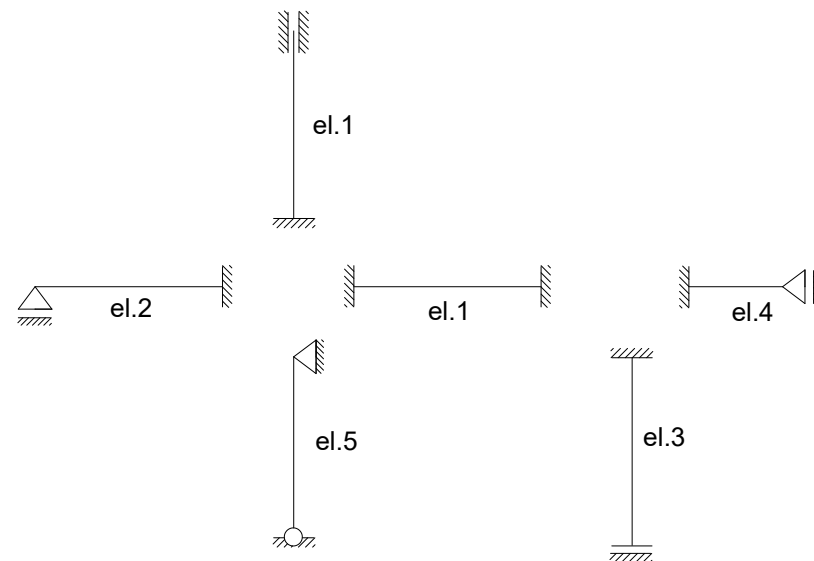
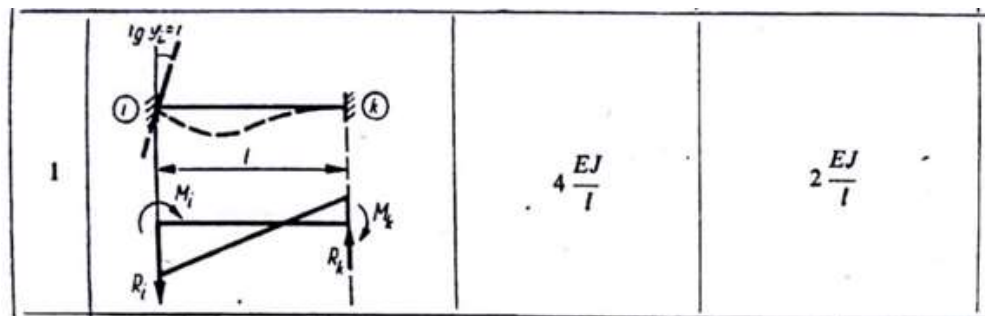
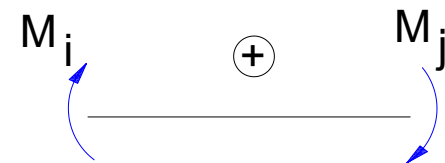


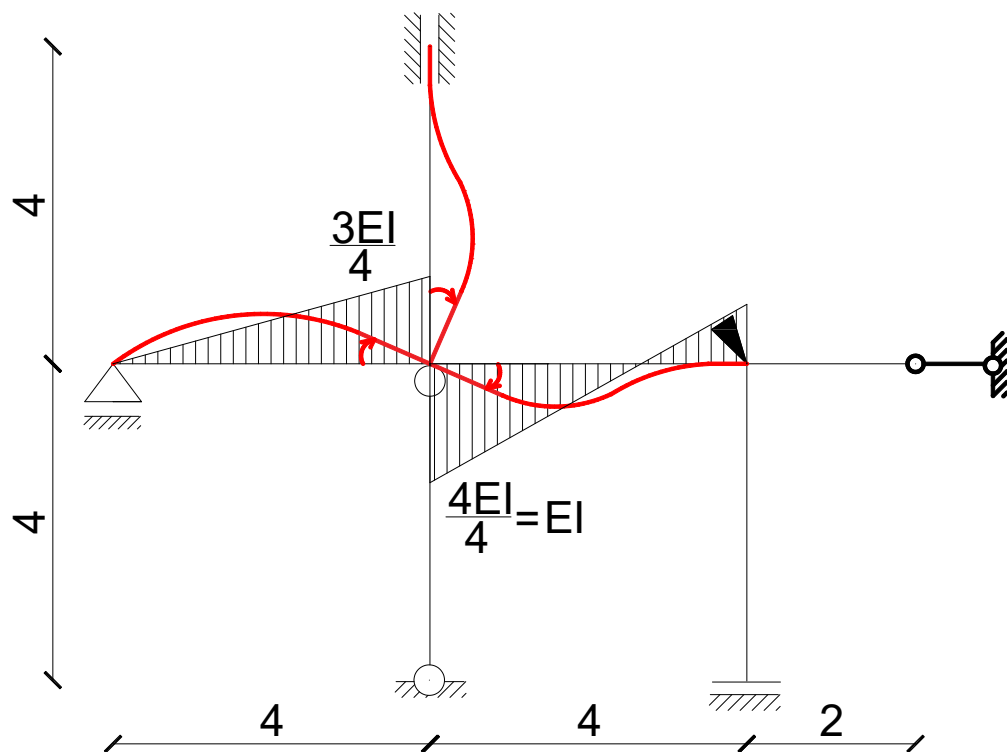
Stan $\varphi_1=1$



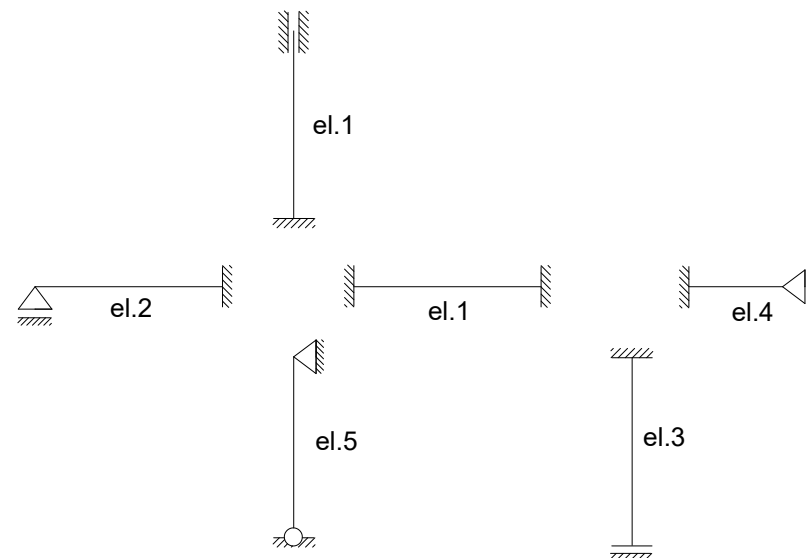
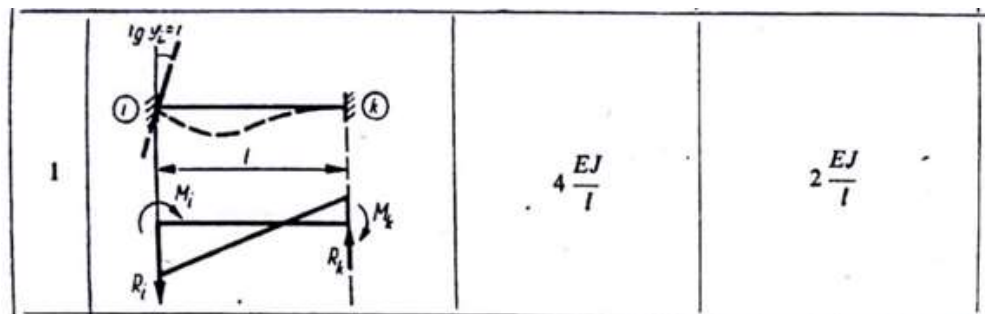
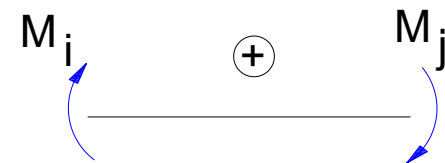


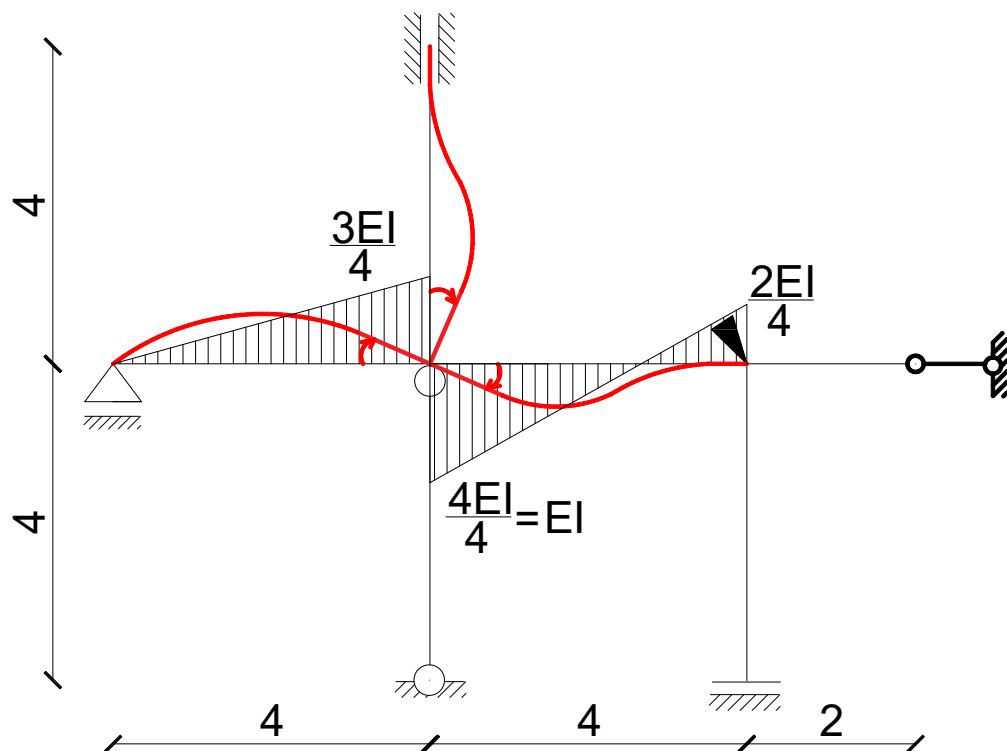
Stan $\varphi_1=1$



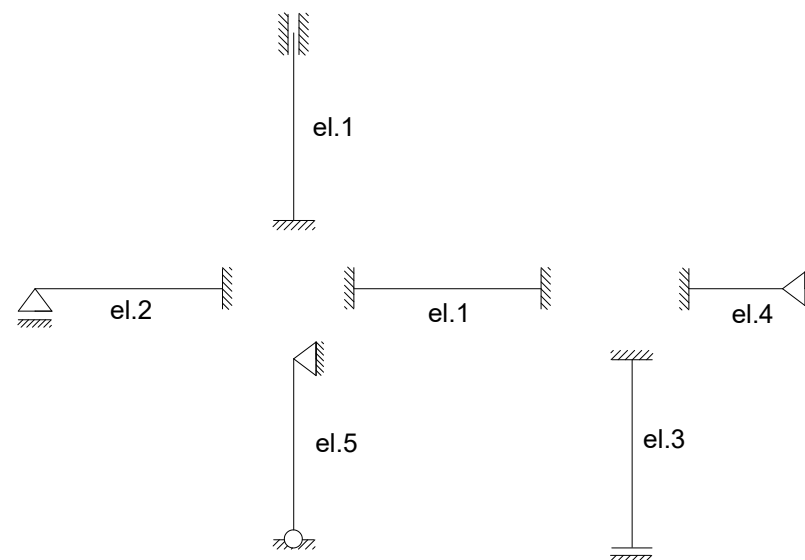
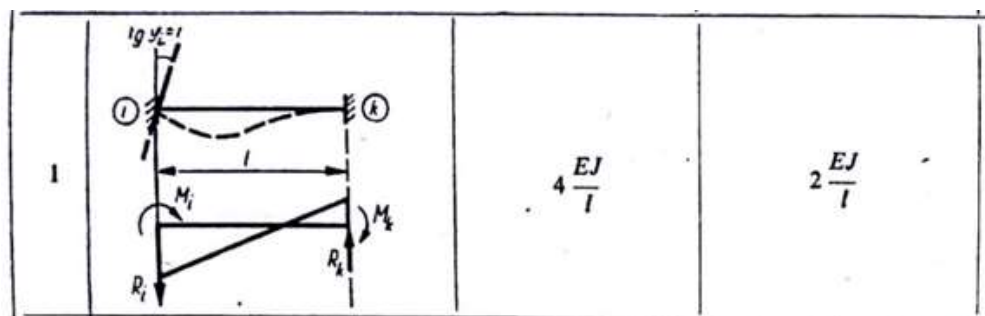
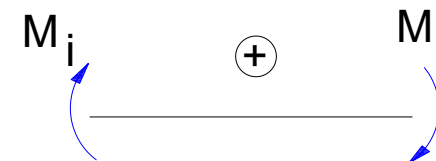


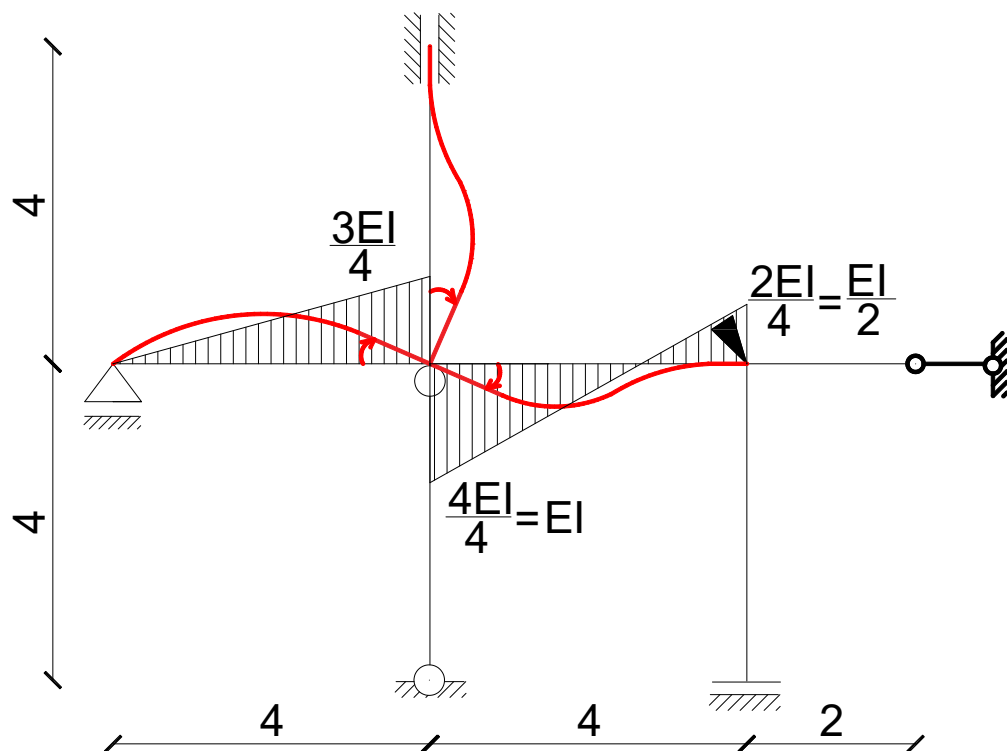
Stan $\varphi_1=1$



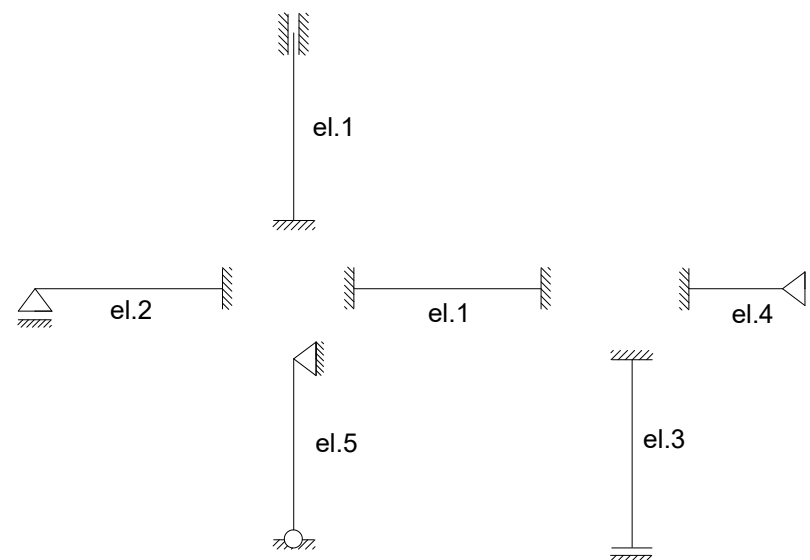
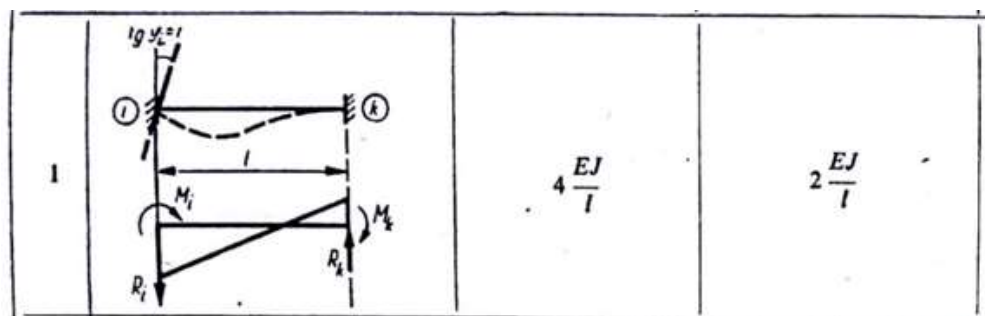


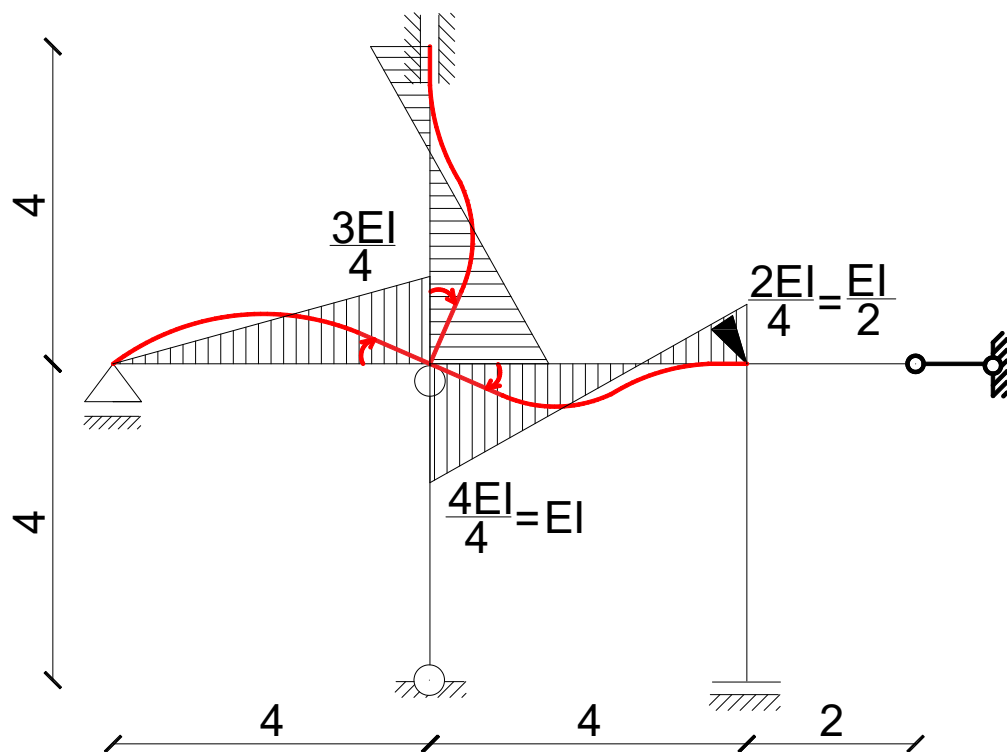
Stan $\varphi_1=1$



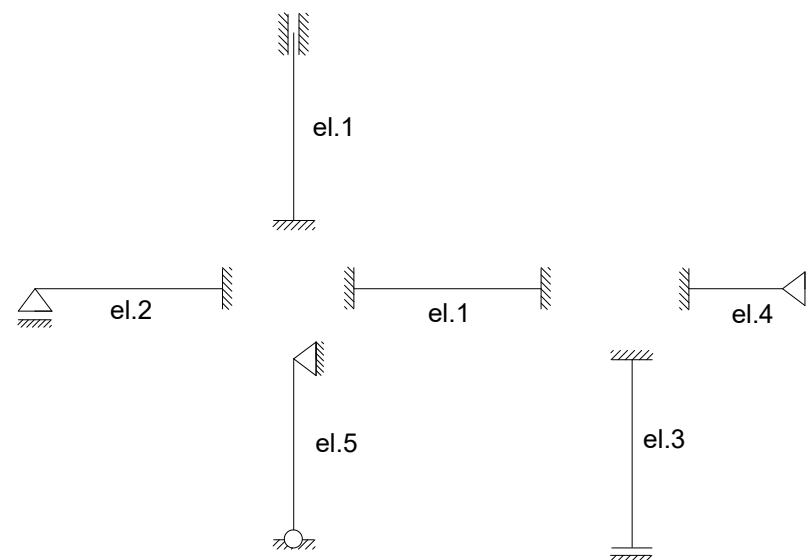
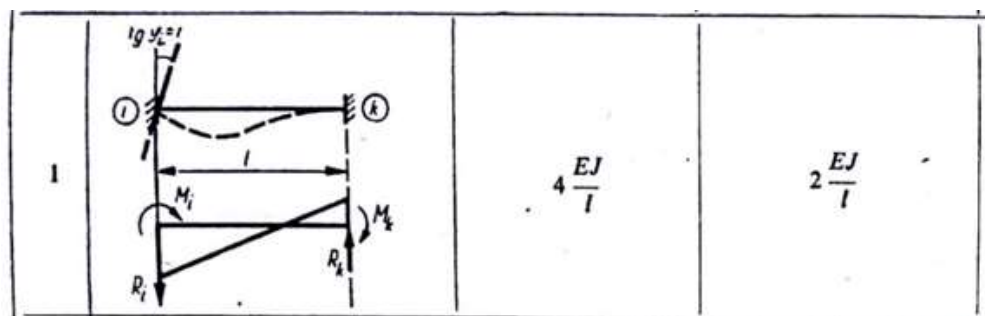
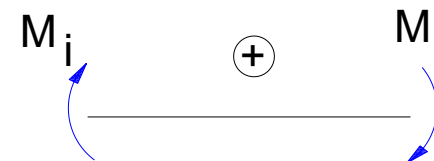


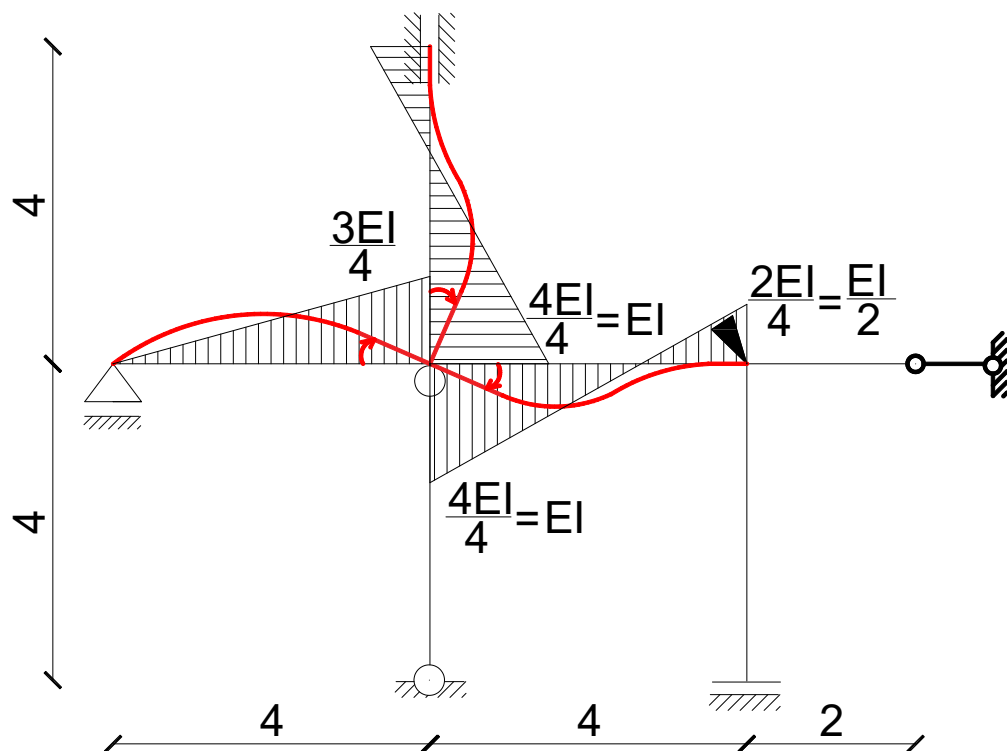
Stan $\varphi_1=1$



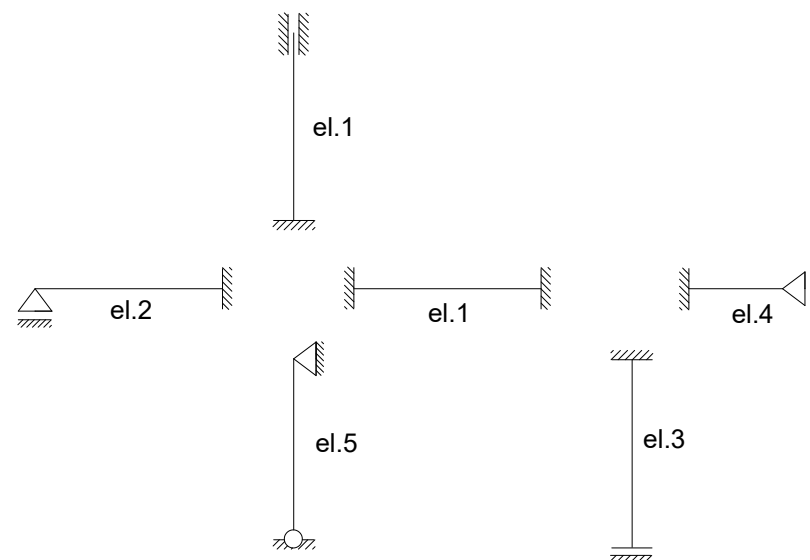
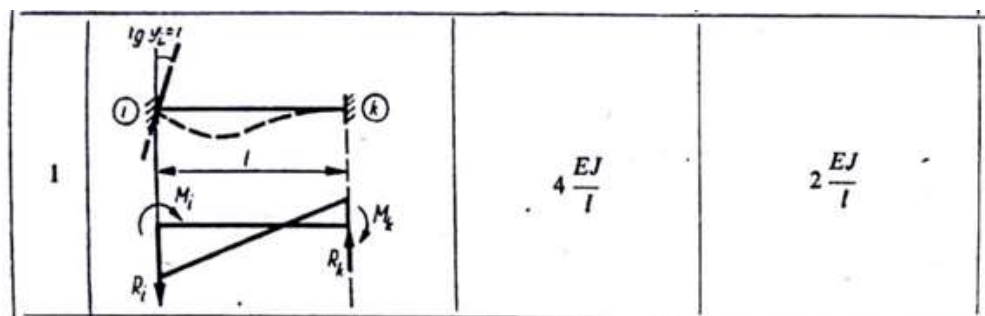
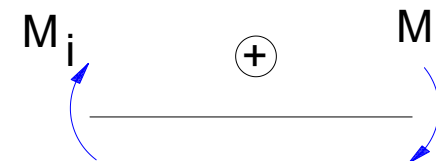


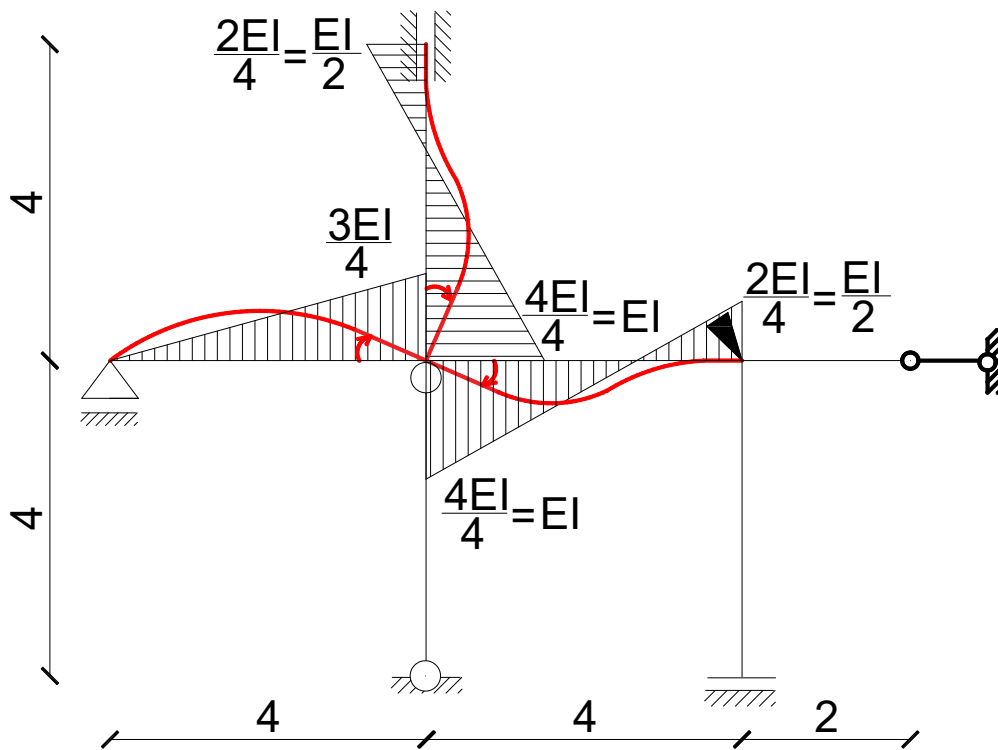
Stan $\varphi_1=1$



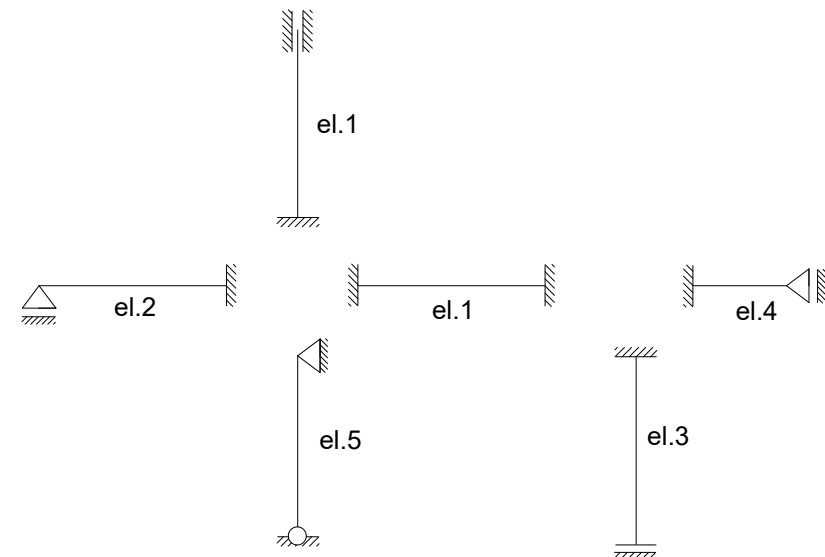
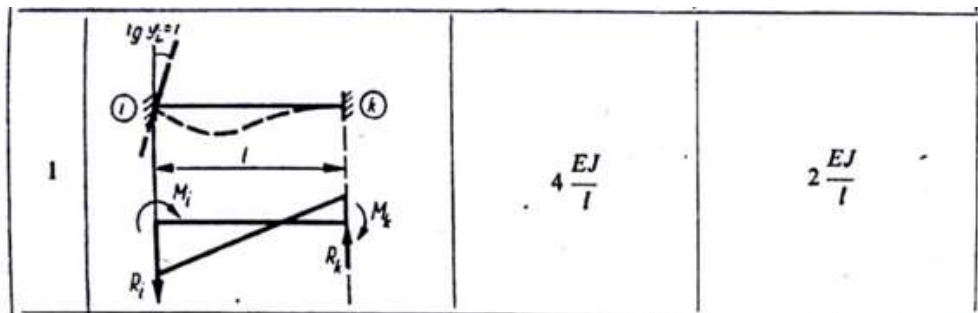
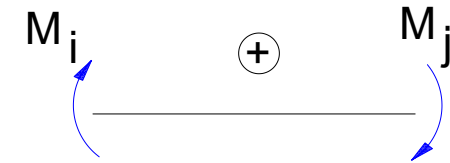


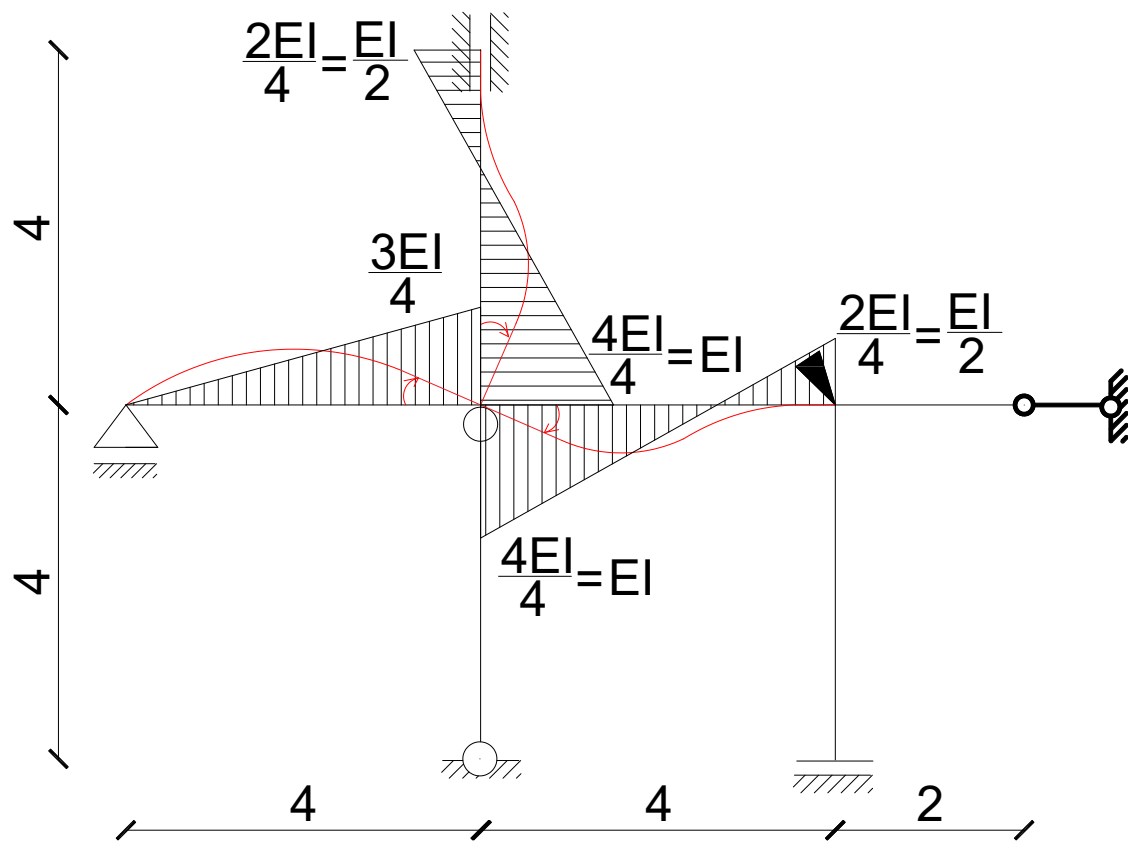
Stan $\varphi_1=1$



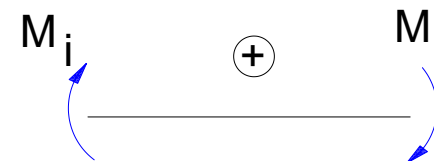


Stan $\varphi_1=1$

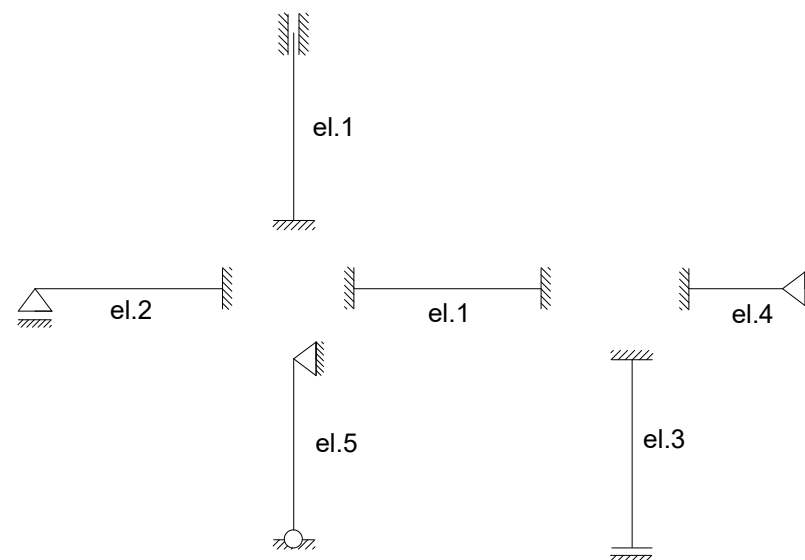


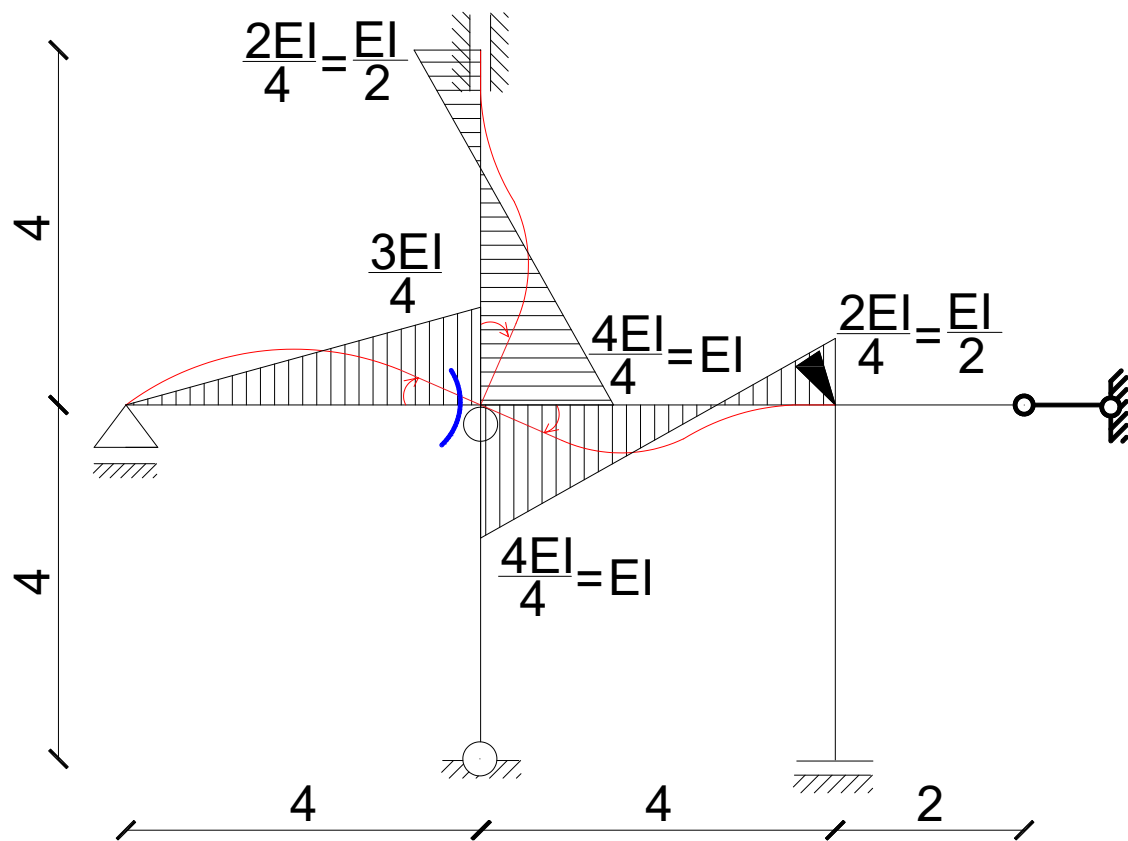


Stan $\varphi_1=1$

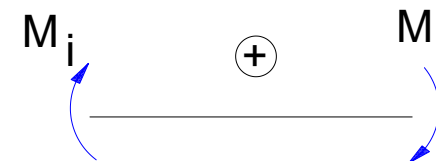


Wyznaczenie współczynników układu równań:

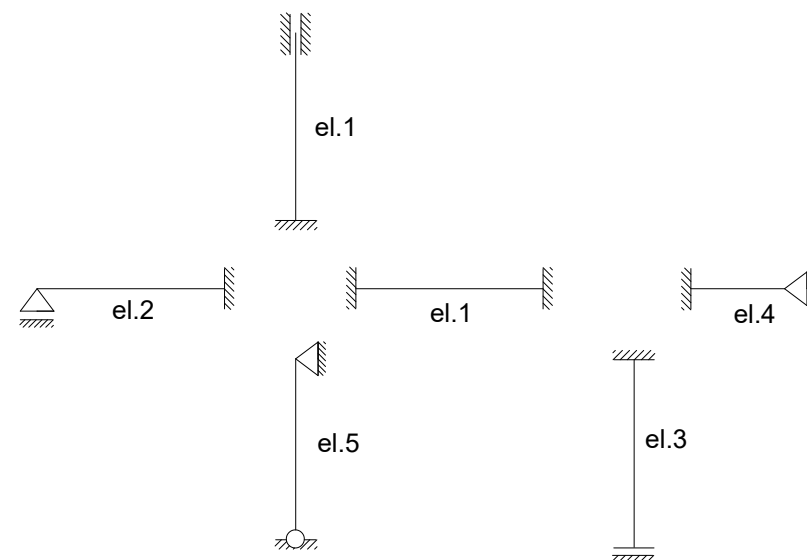


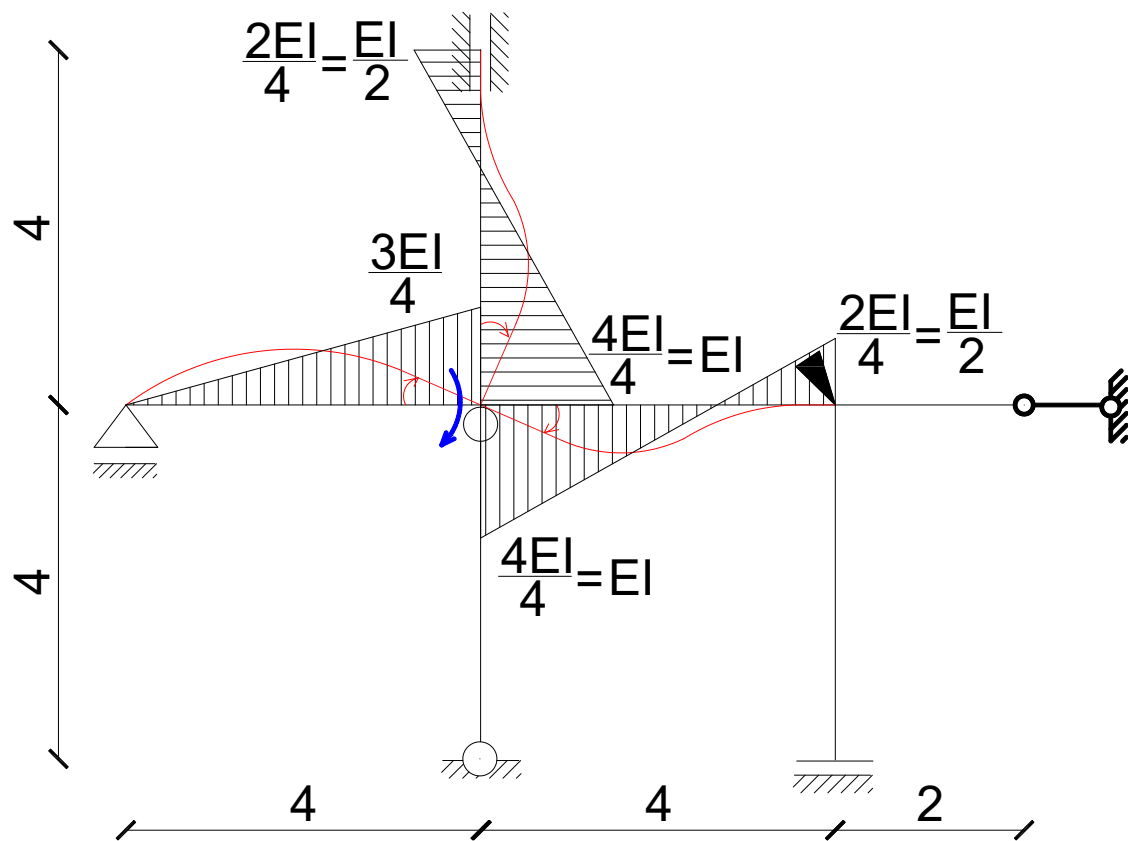


Stan $\varphi_1=1$

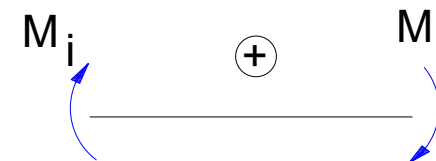


Wyznaczenie współczynników układu równań:

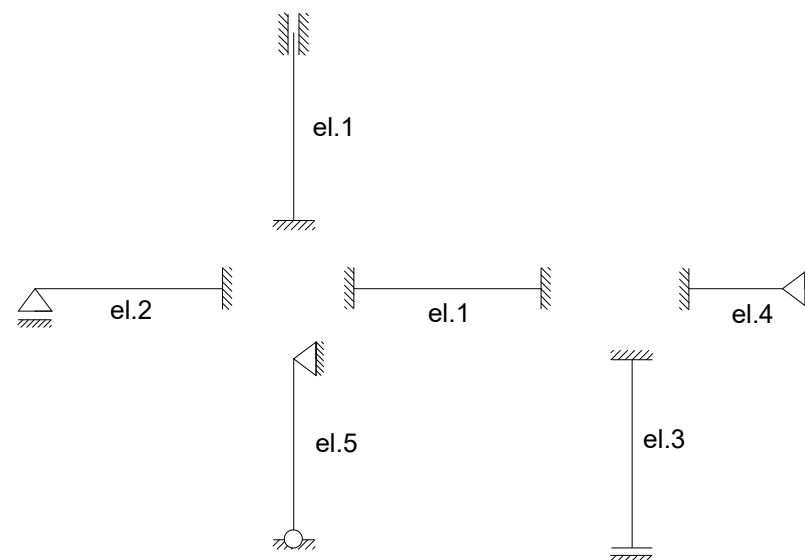


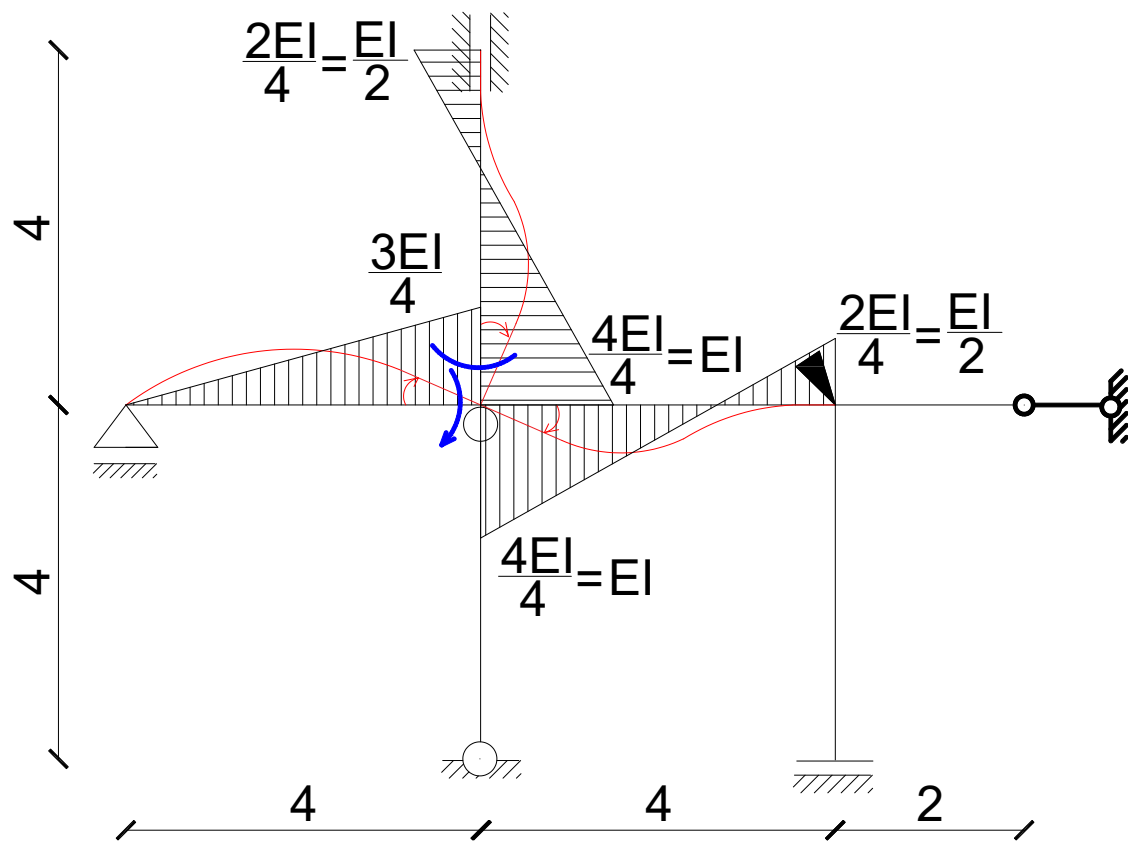


Stan $\varphi_1=1$

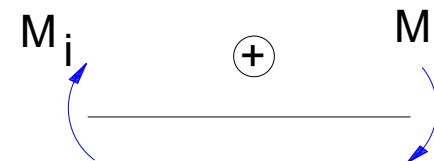


Wyznaczenie współczynników układu równań:

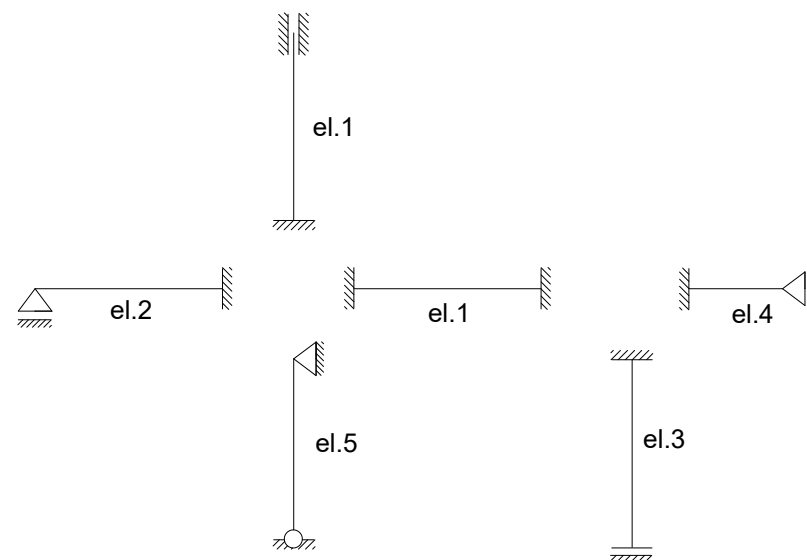


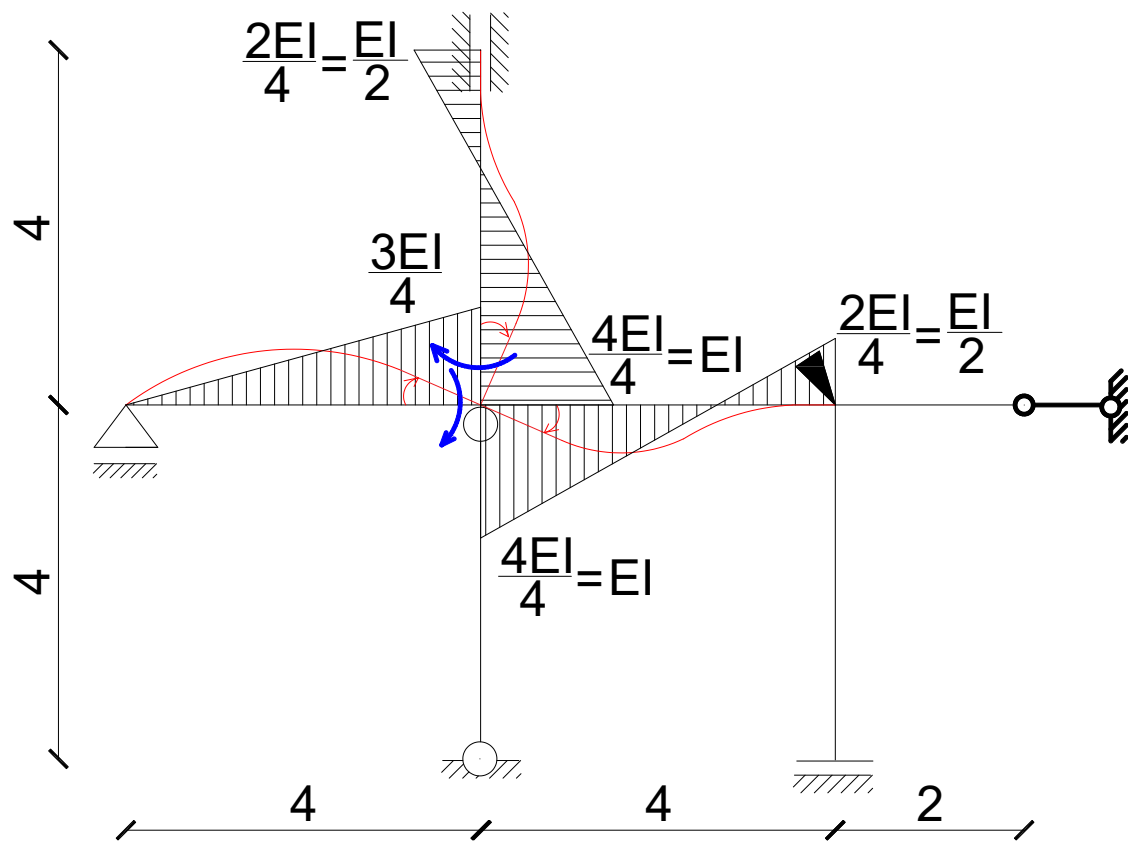


Stan $\varphi_1=1$

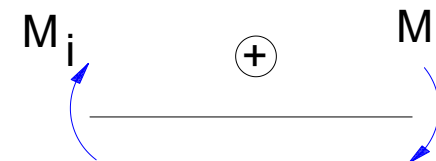


Wyznaczenie współczynników układu równań:

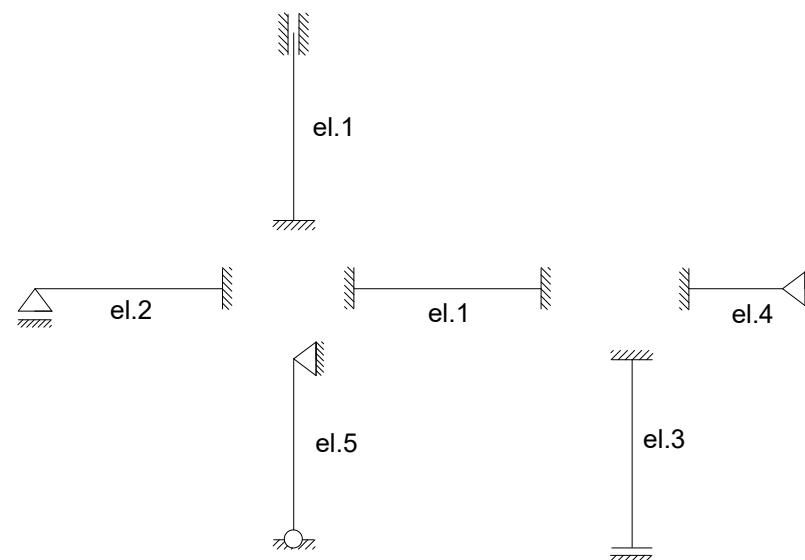


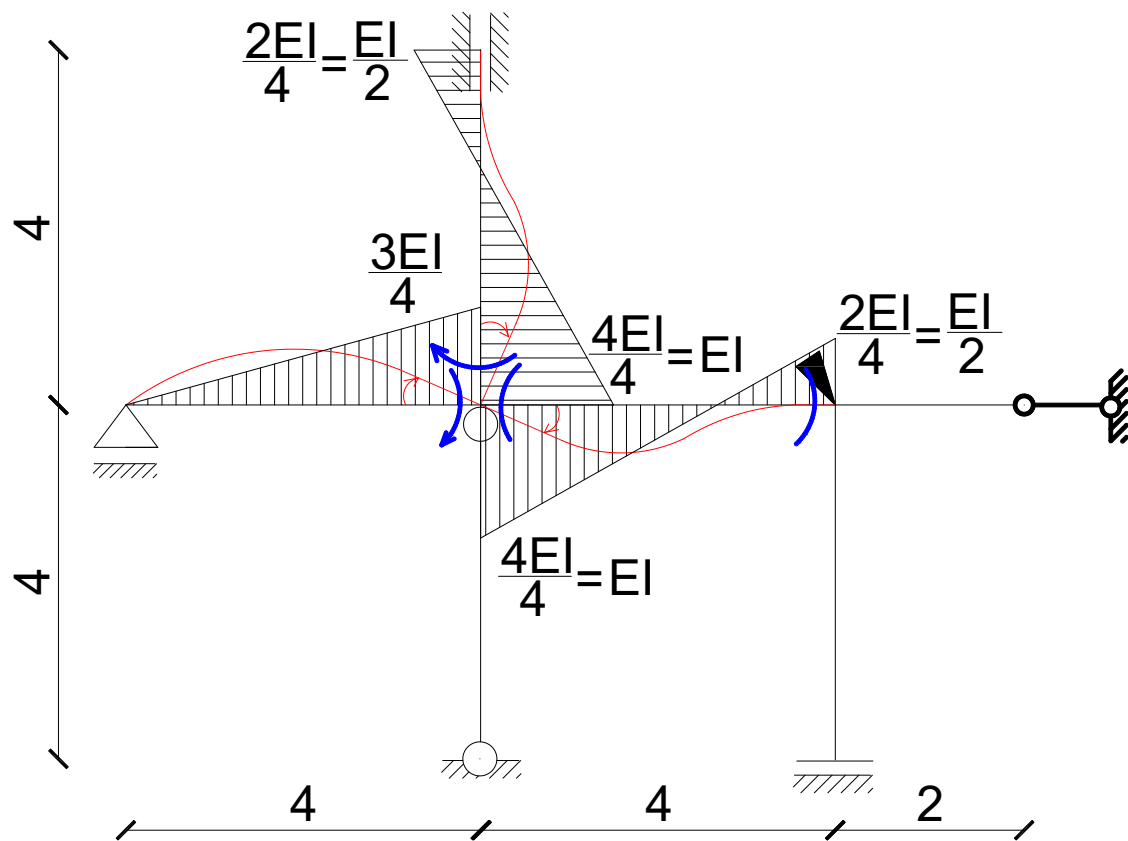


Stan $\varphi_1=1$

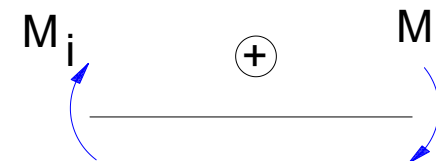


Wyznaczenie współczynników układu równań:

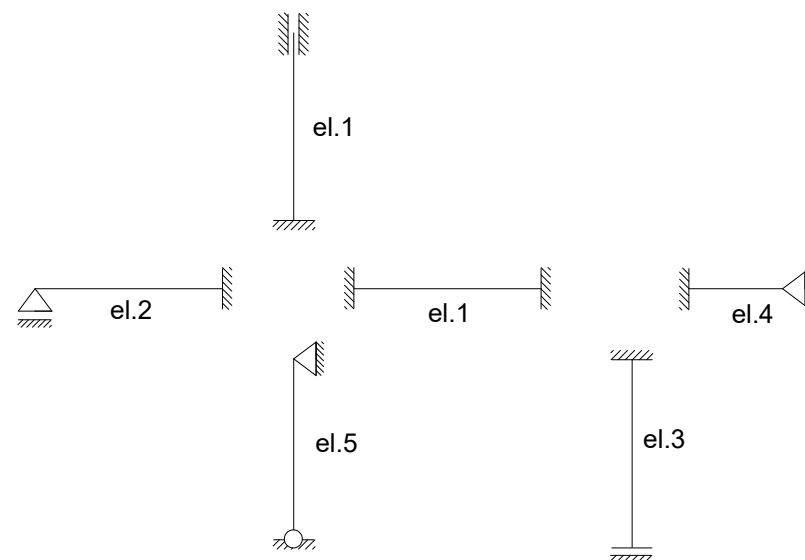


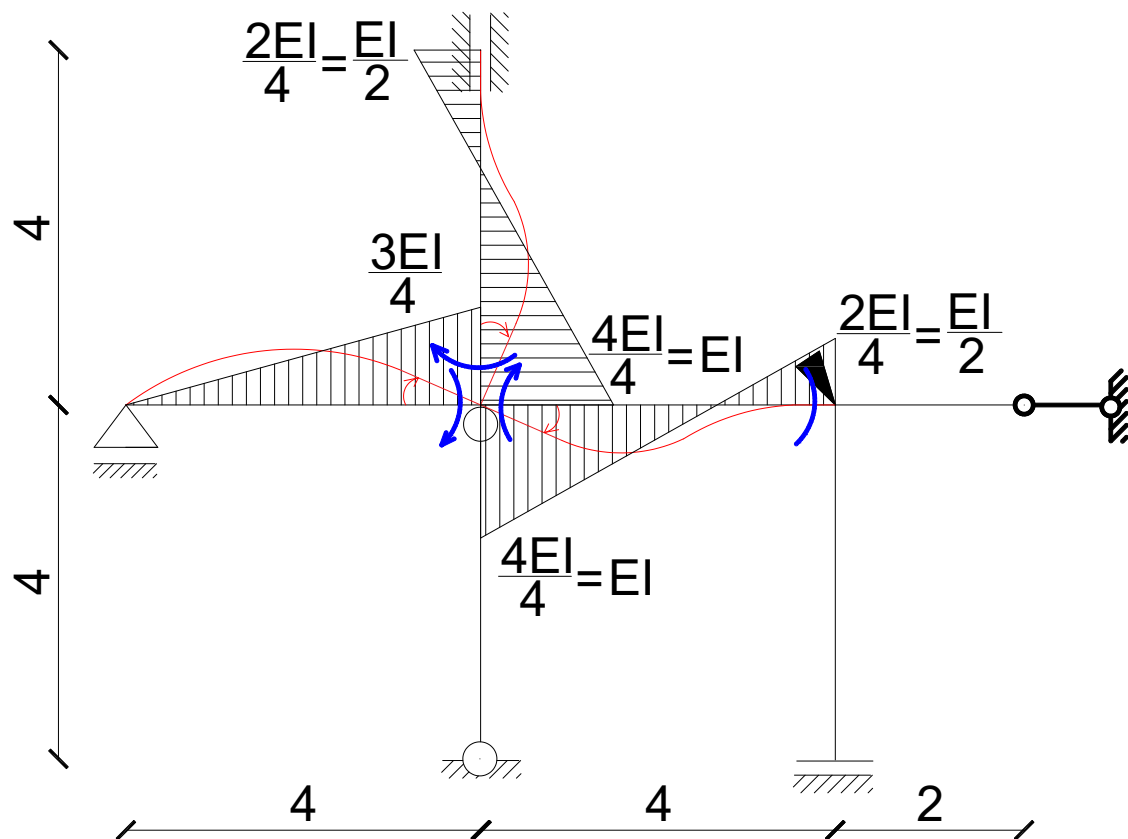


Stan $\varphi_1 = 1$

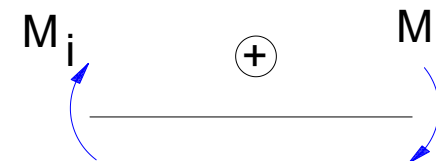


Wyznaczenie współczynników układu równań:

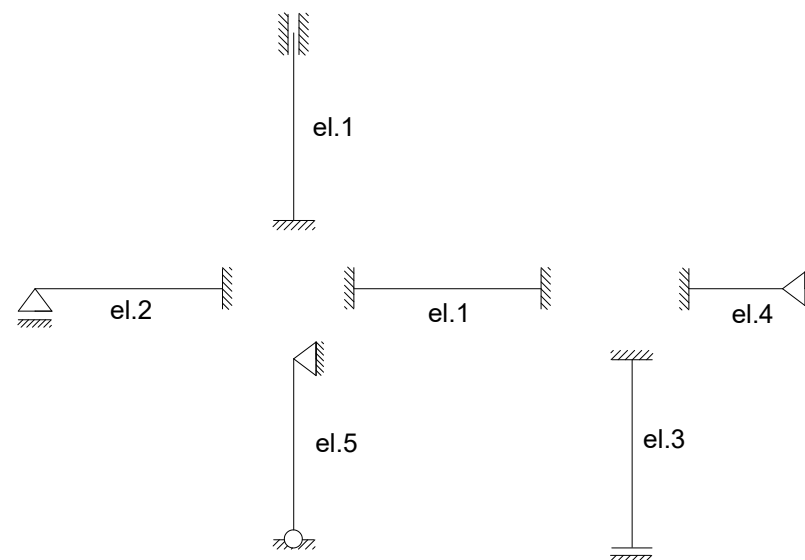


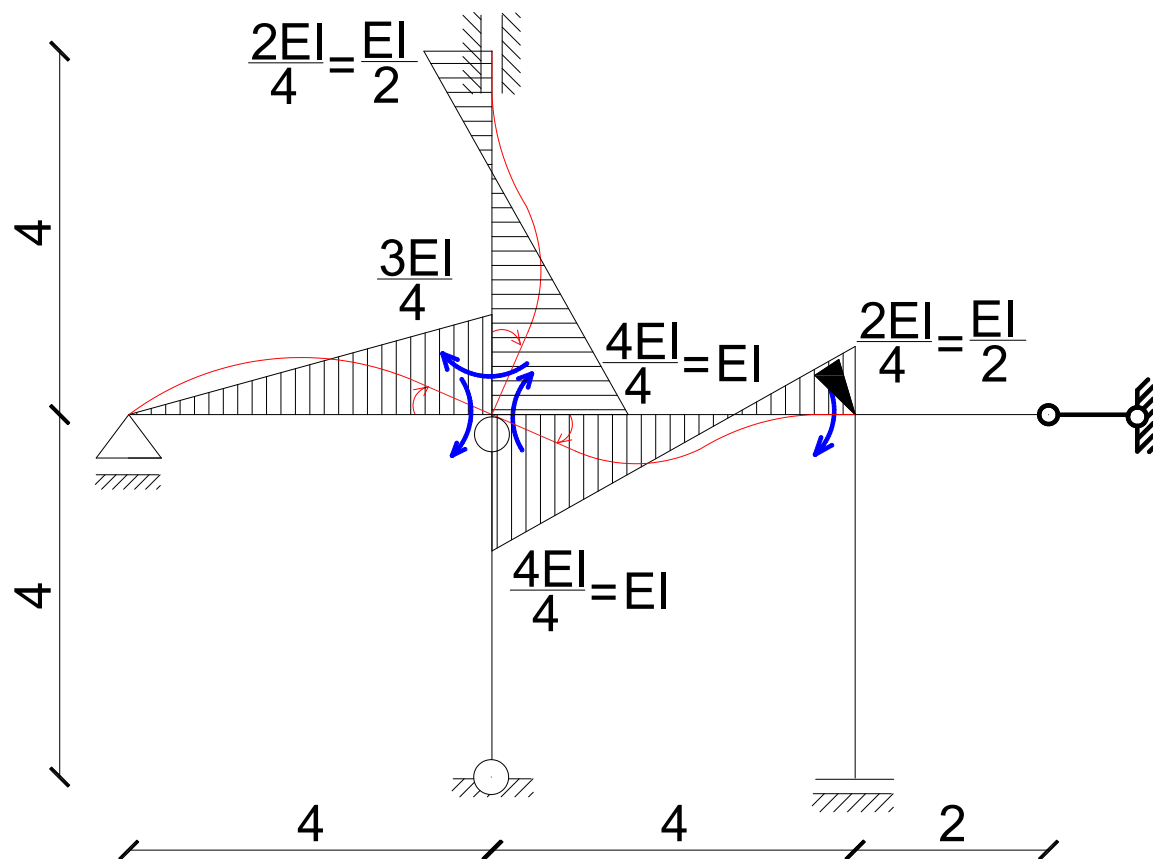


Stan $\varphi_1 = 1$

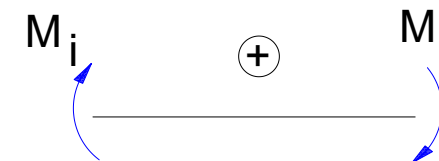


Wyznaczenie współczynników układu równań:

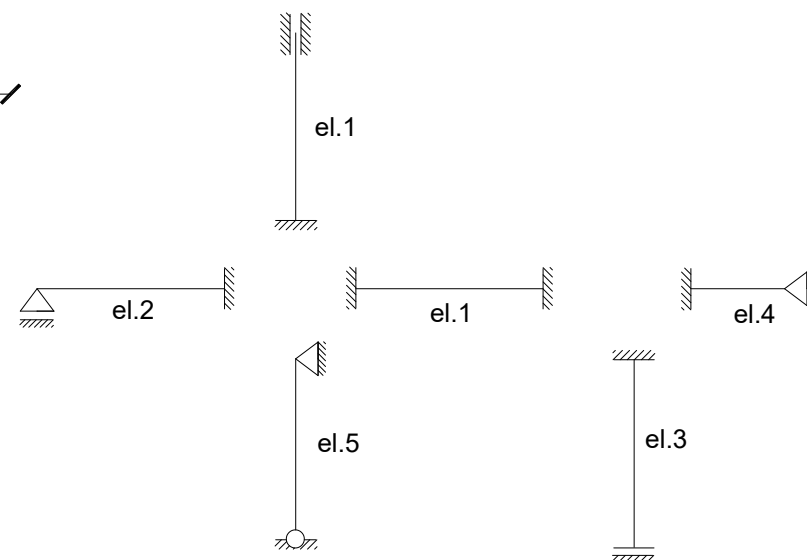


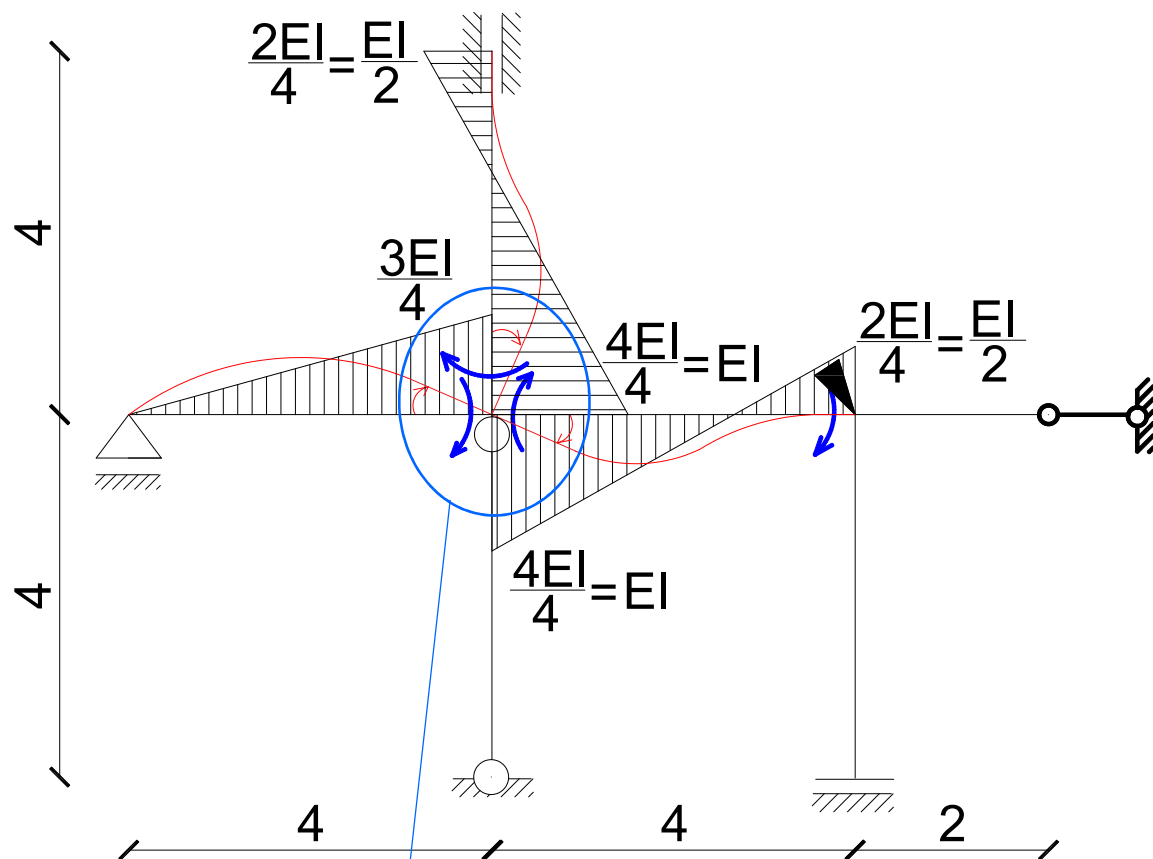


Stan $\varphi_1=1$



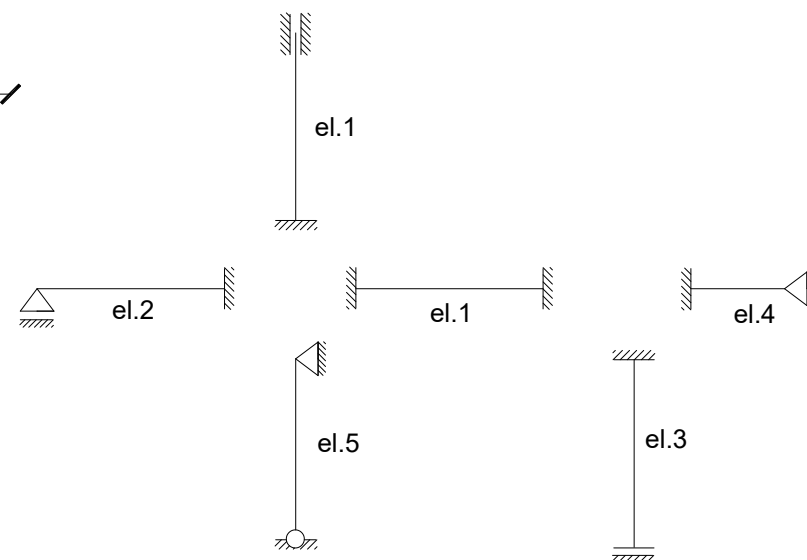
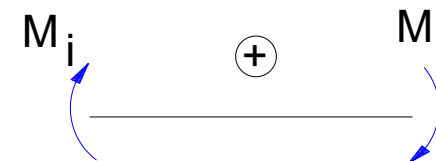
Wyznaczenie współczynników układu równań:

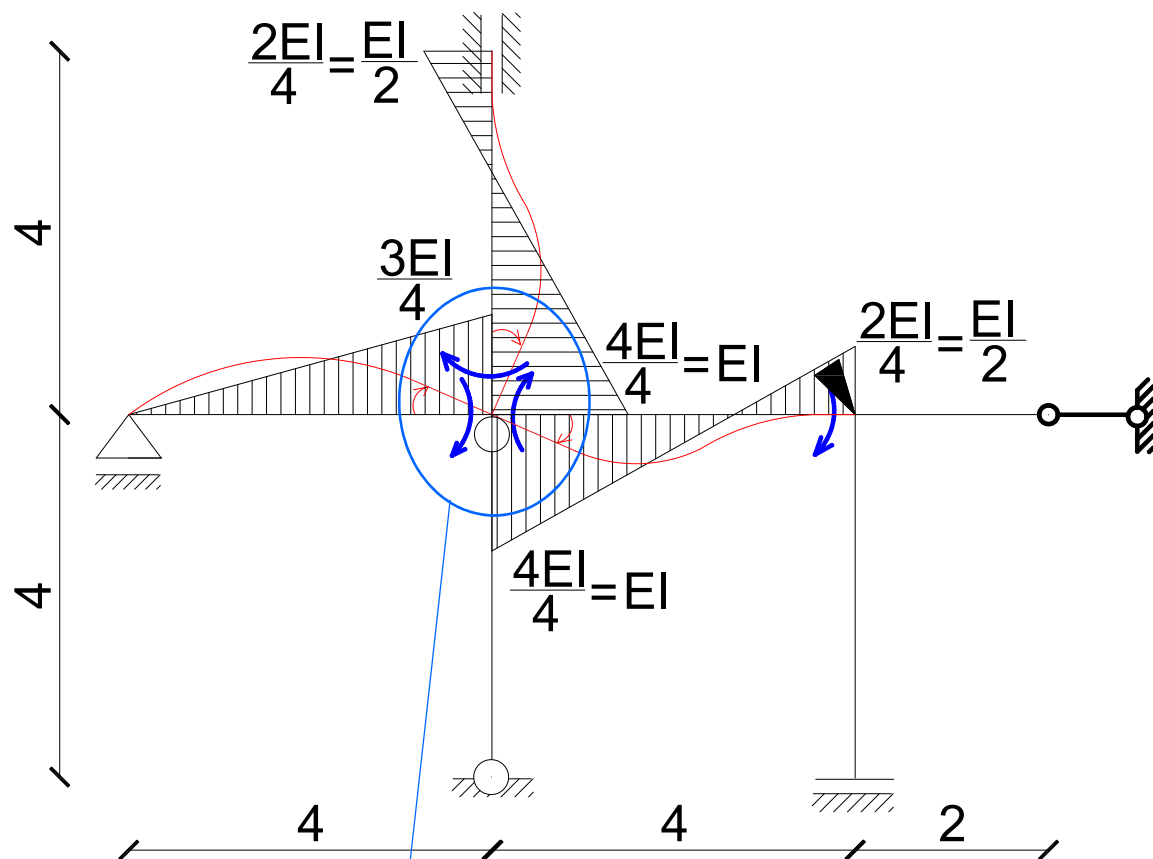




Wyznaczenie współczynników układu równań:

Stan $\varphi_1=1$



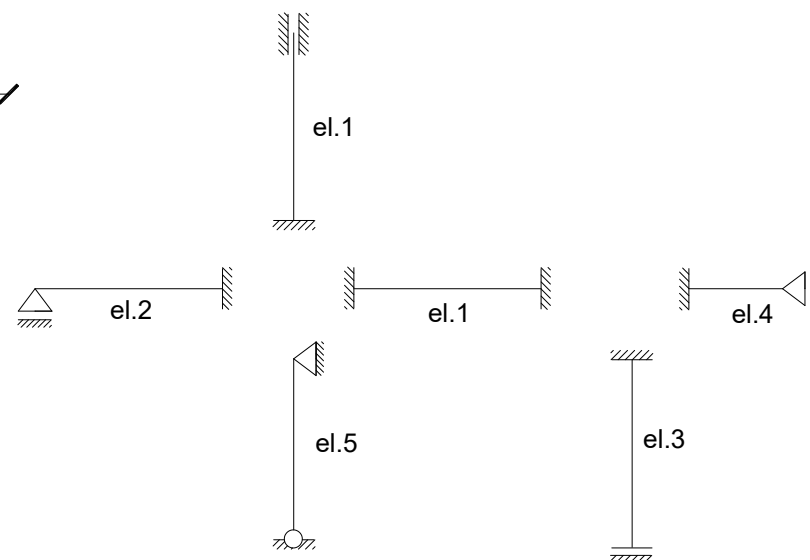


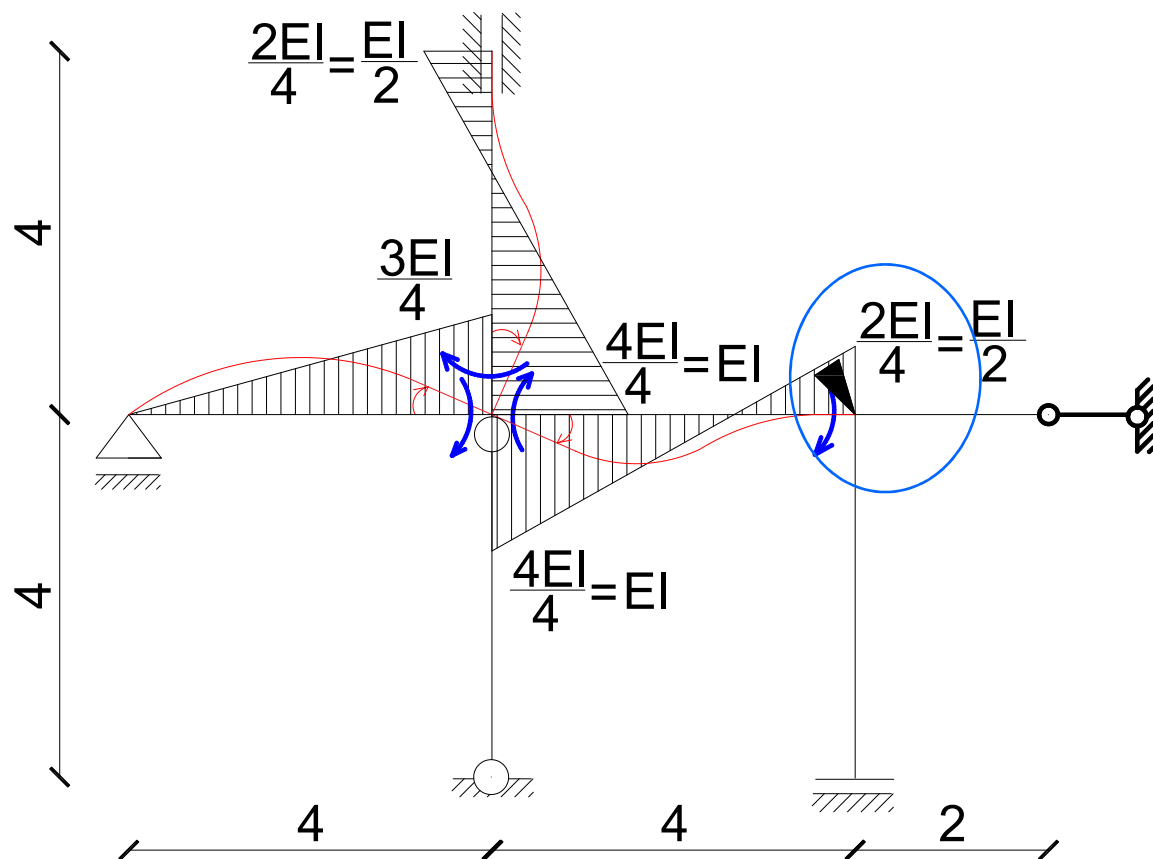
Stan $\varphi_1=1$



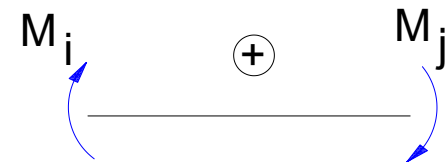
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{11} = \frac{3EI}{4} + EI + EI = \frac{11EI}{4}$$



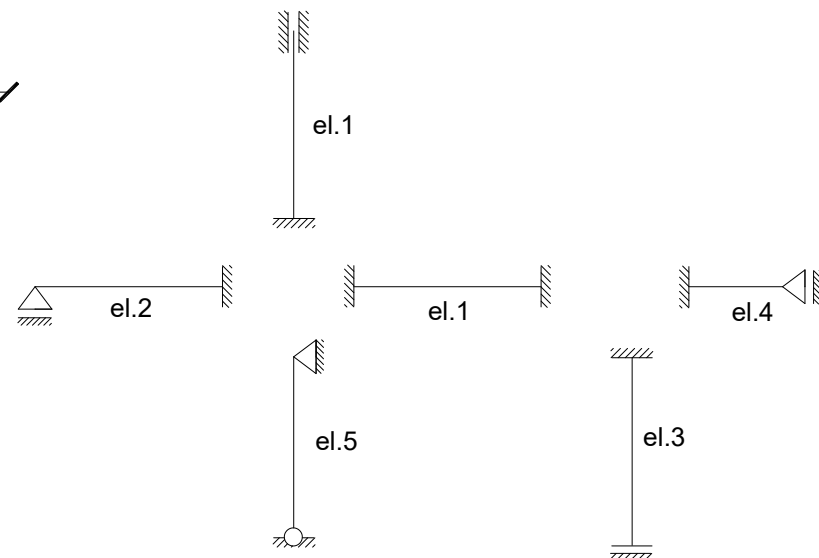


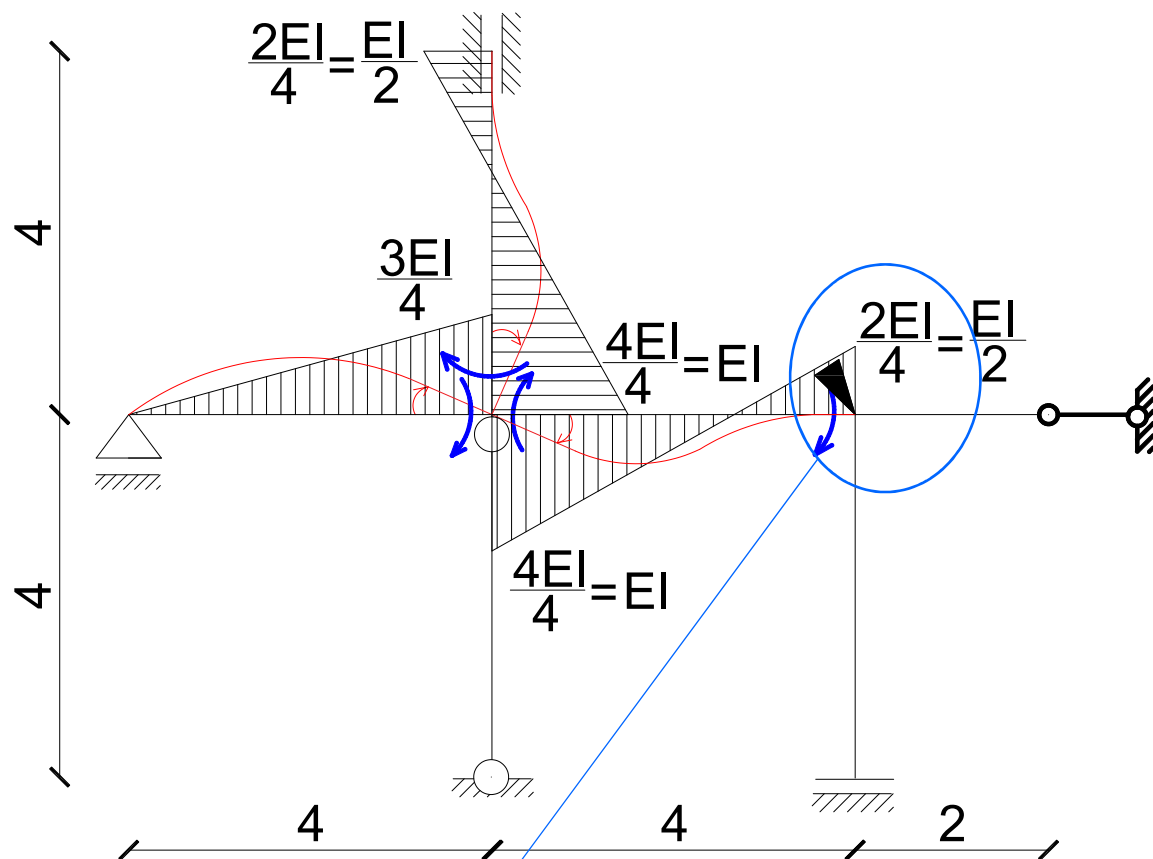
Stan $\varphi_1=1$



Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{11} = \frac{3EI}{4} + EI + EI = \frac{11EI}{4}$$



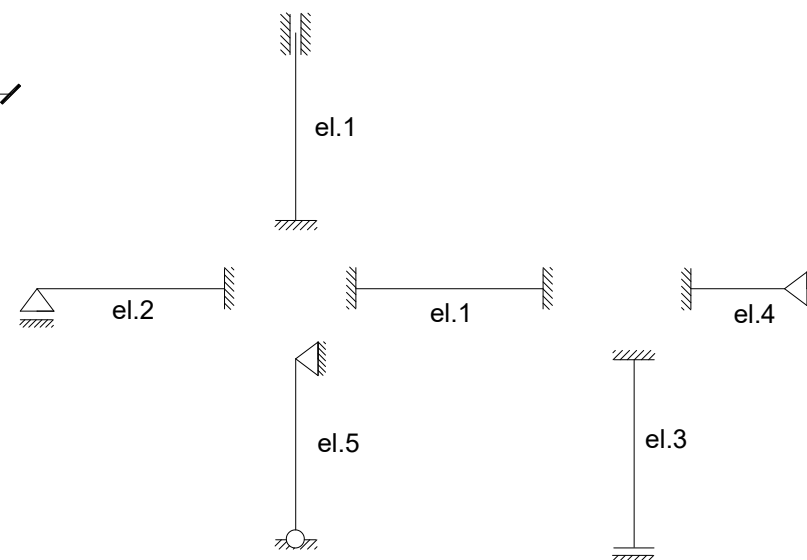


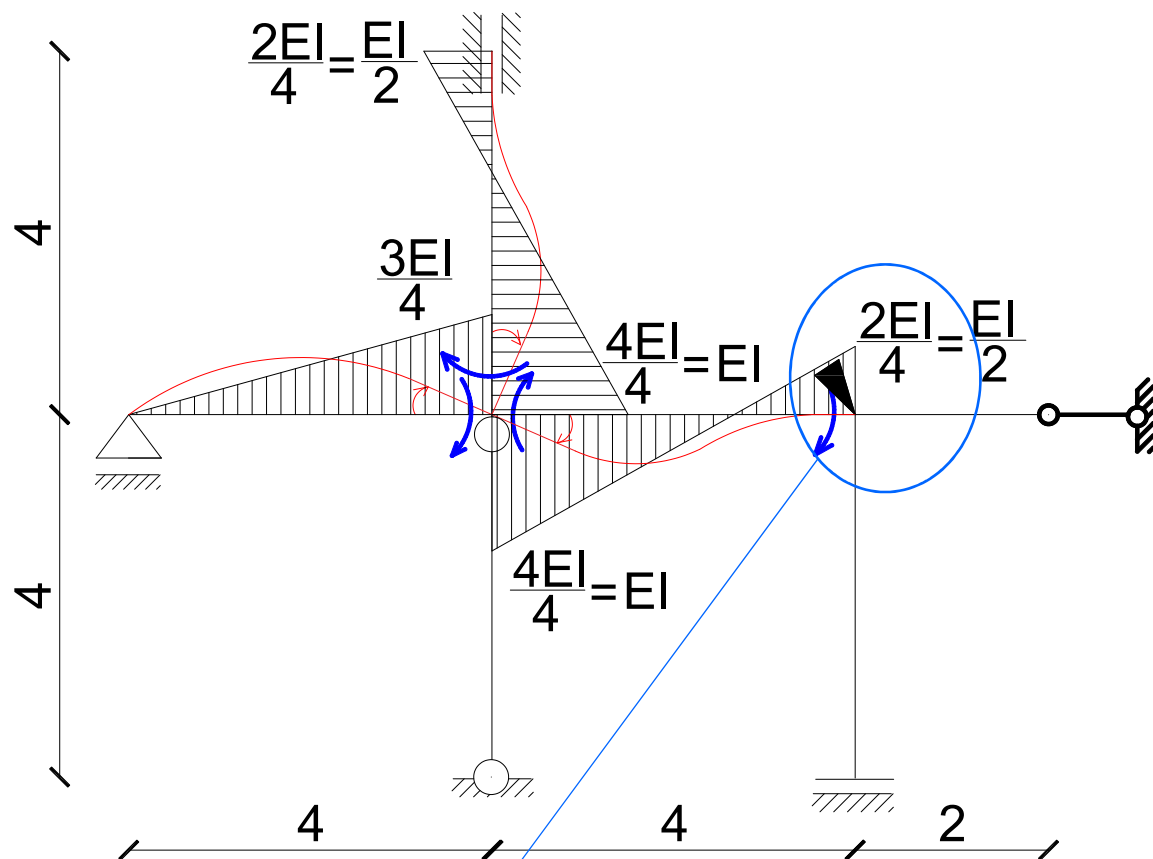
Stan $\varphi_1=1$



Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{11} = \frac{3EI}{4} + EI + EI = \frac{11EI}{4}$$





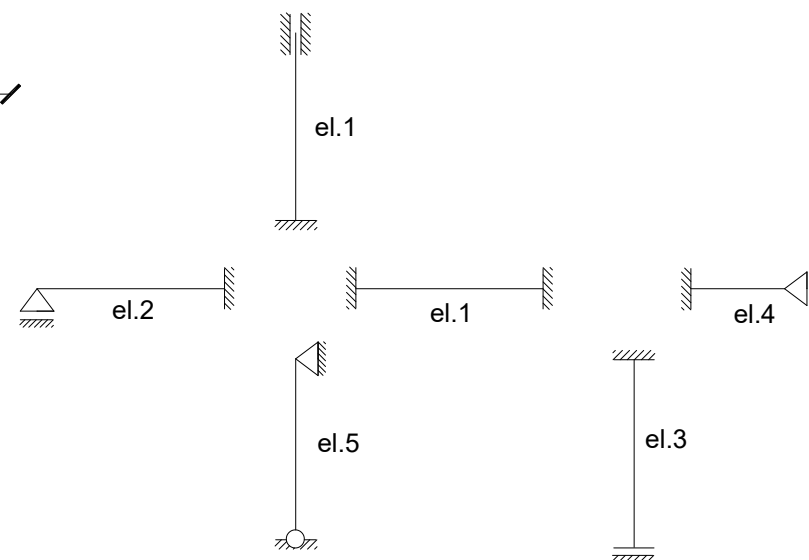
Stan $\varphi_1=1$



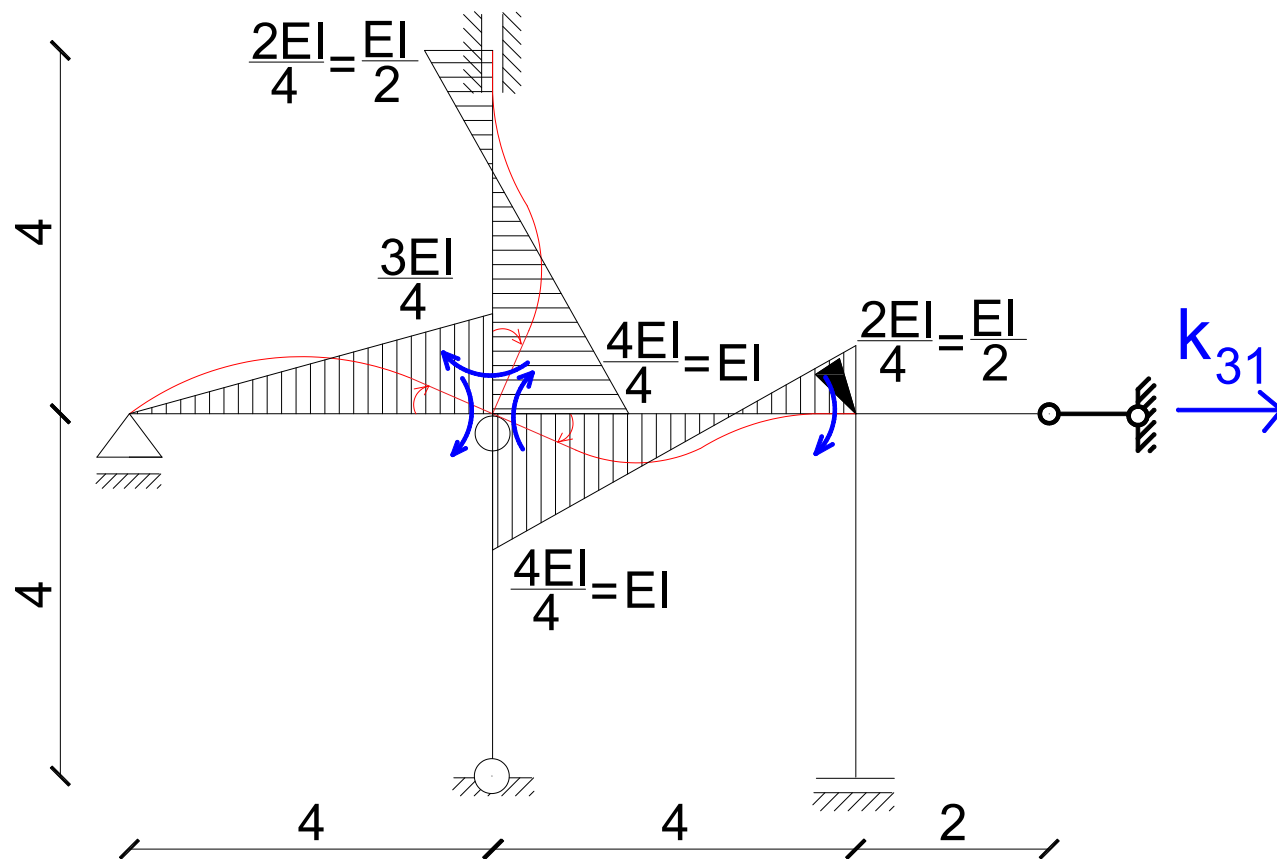
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{11} = \frac{3EI}{4} + EI + EI = \frac{11EI}{4}$$

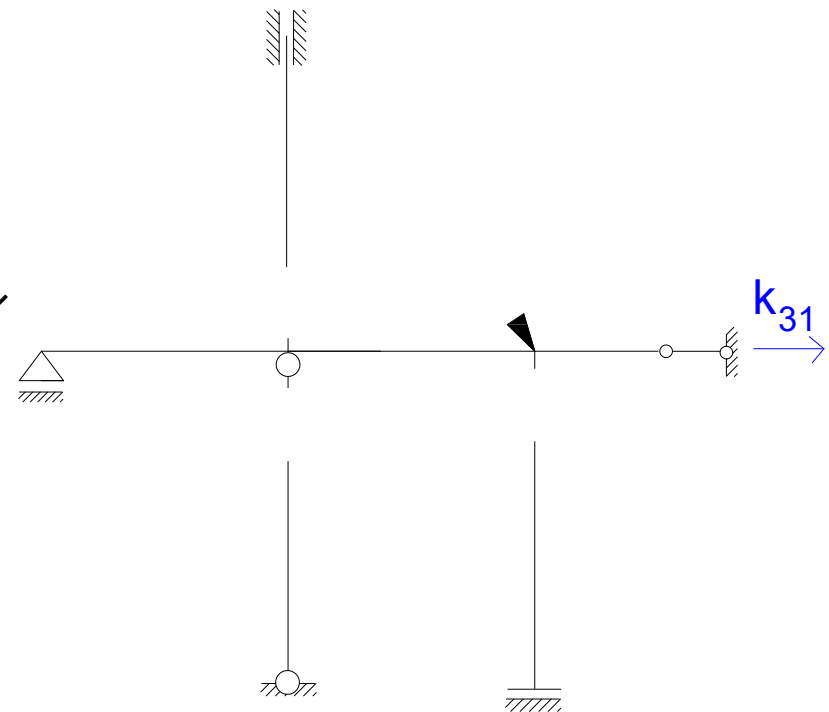
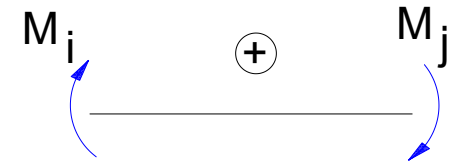
$$k_{21} = \frac{EI}{2}$$



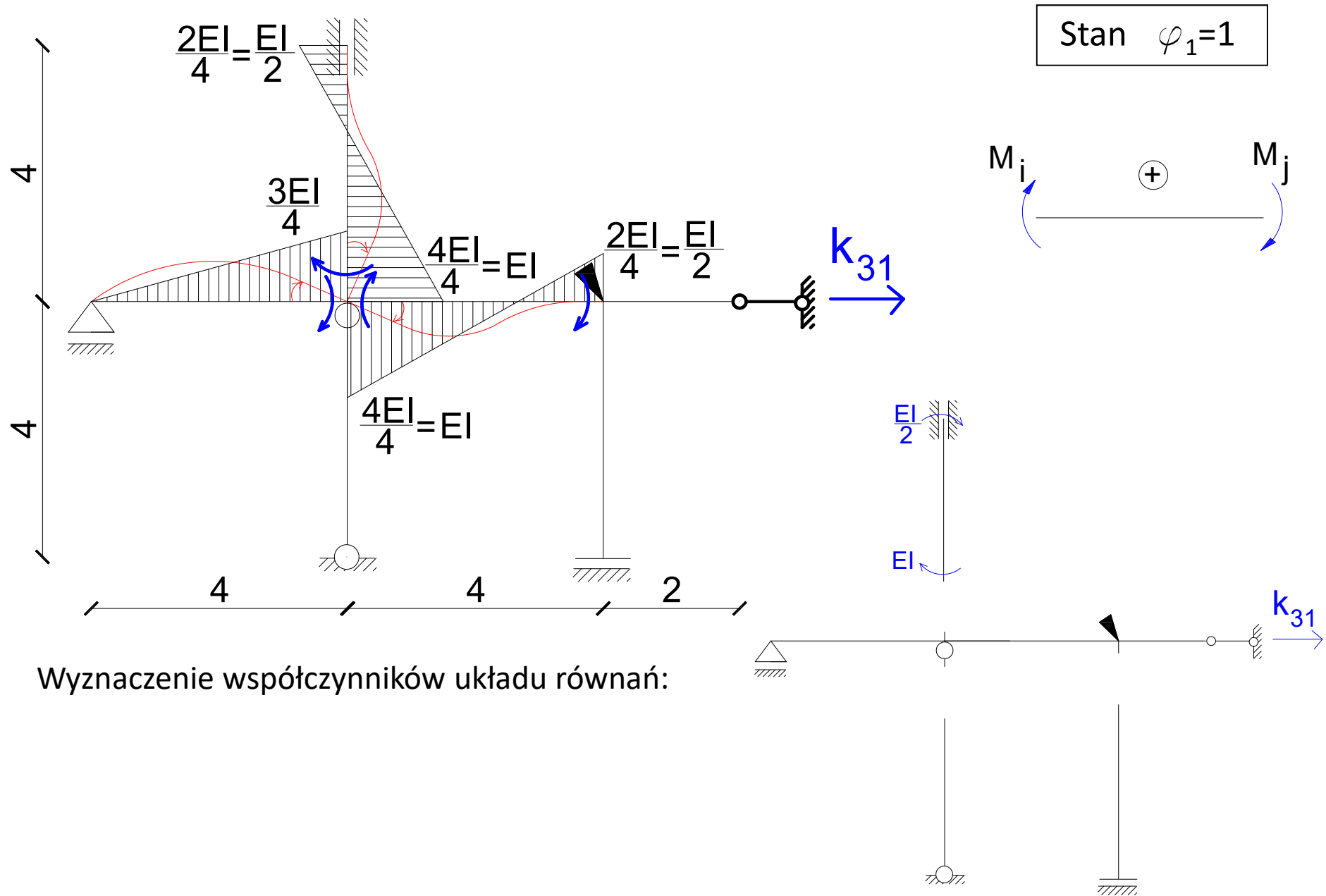




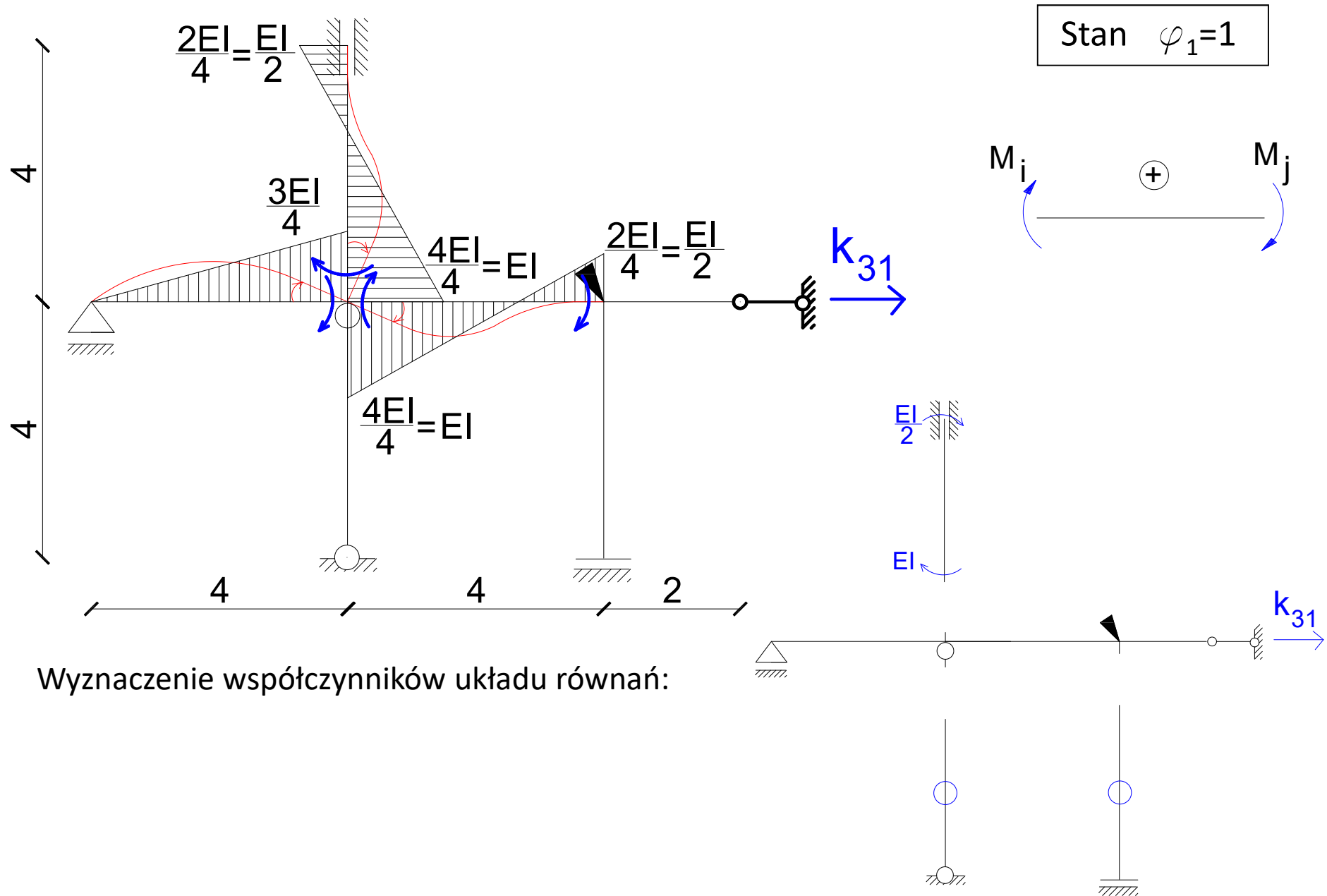
Stan $\varphi_1=1$



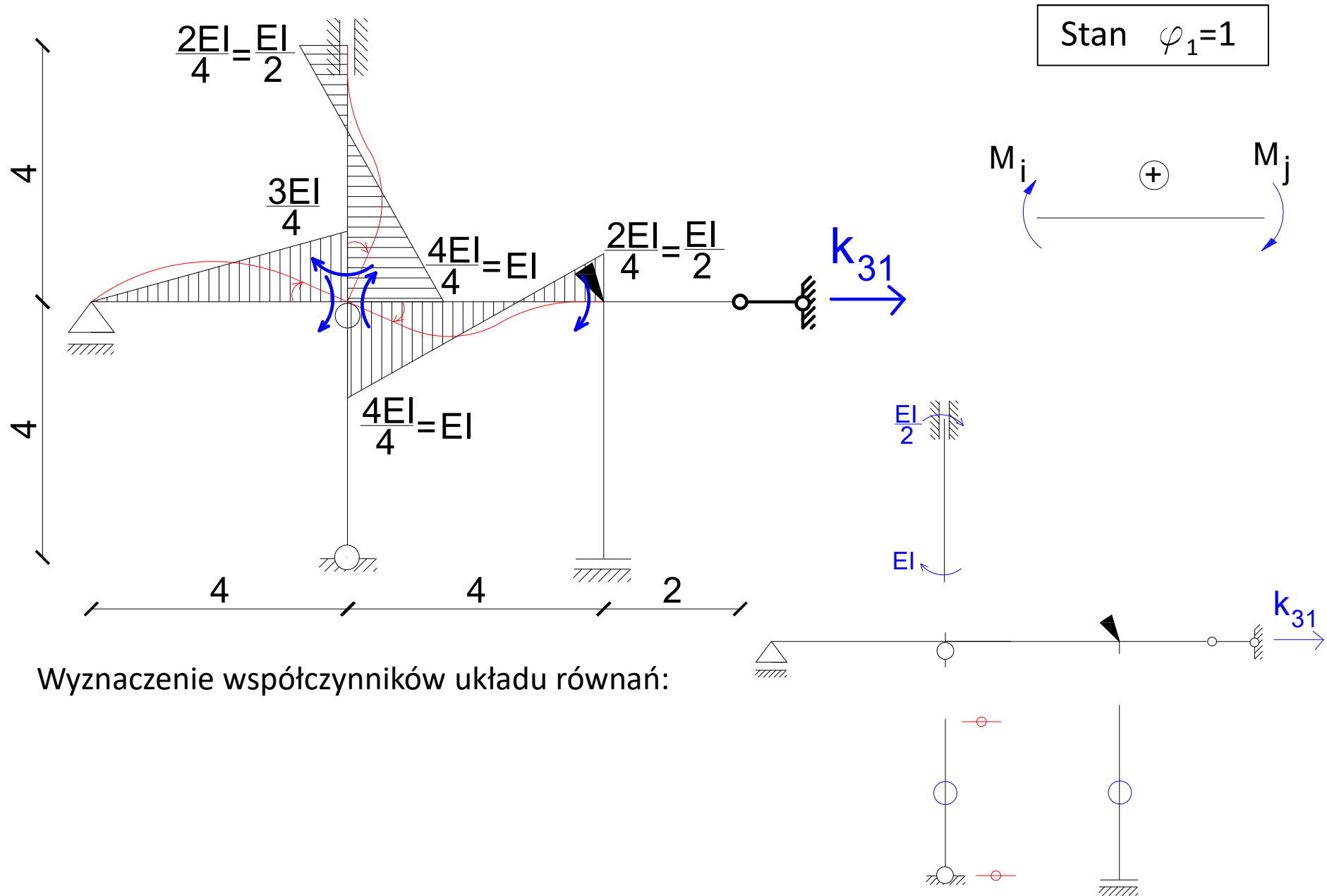
Wyznaczenie współczynników układu równań:



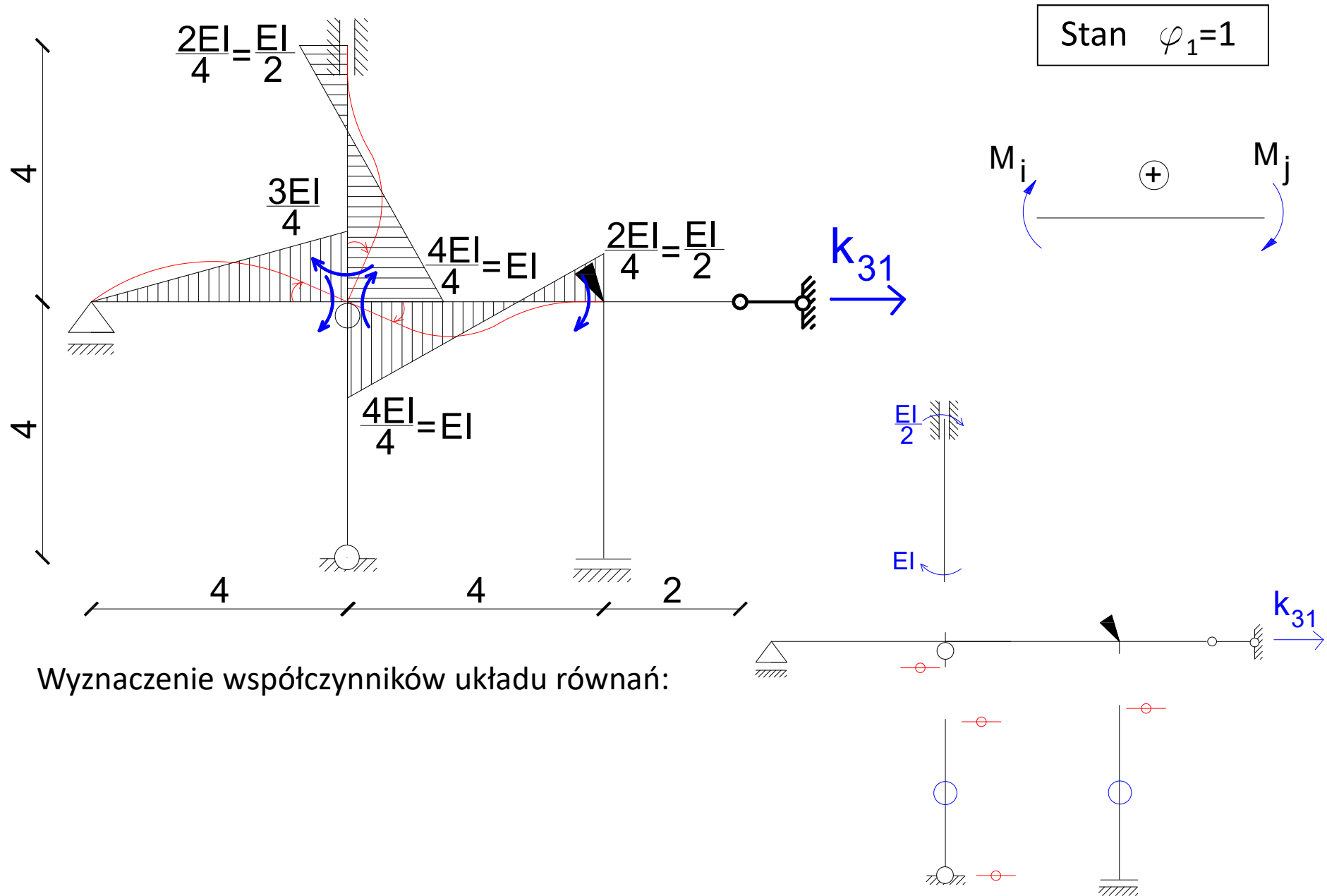
Wyznaczenie współczynników układu równań:



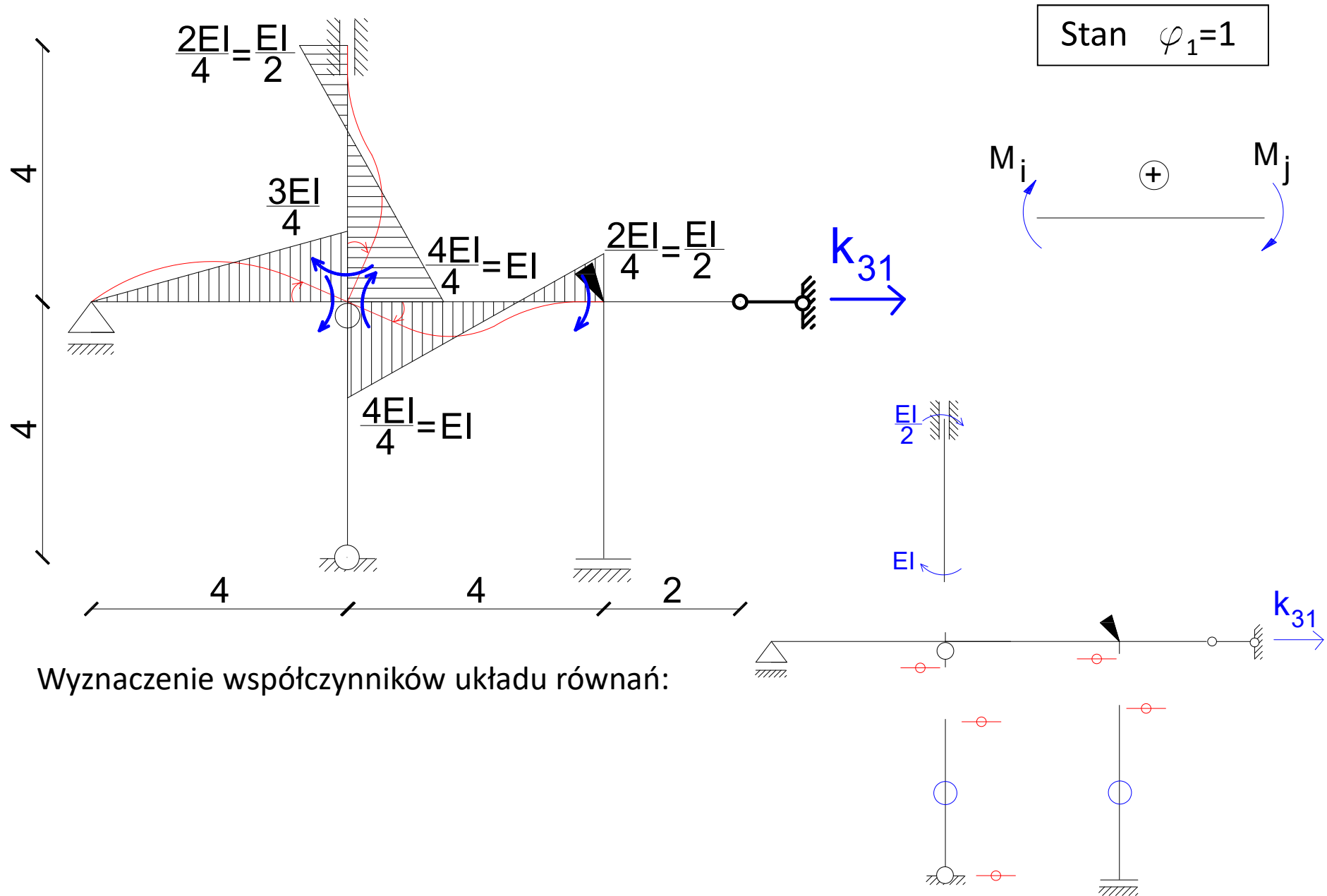
Wyznaczenie współczynników układu równań:

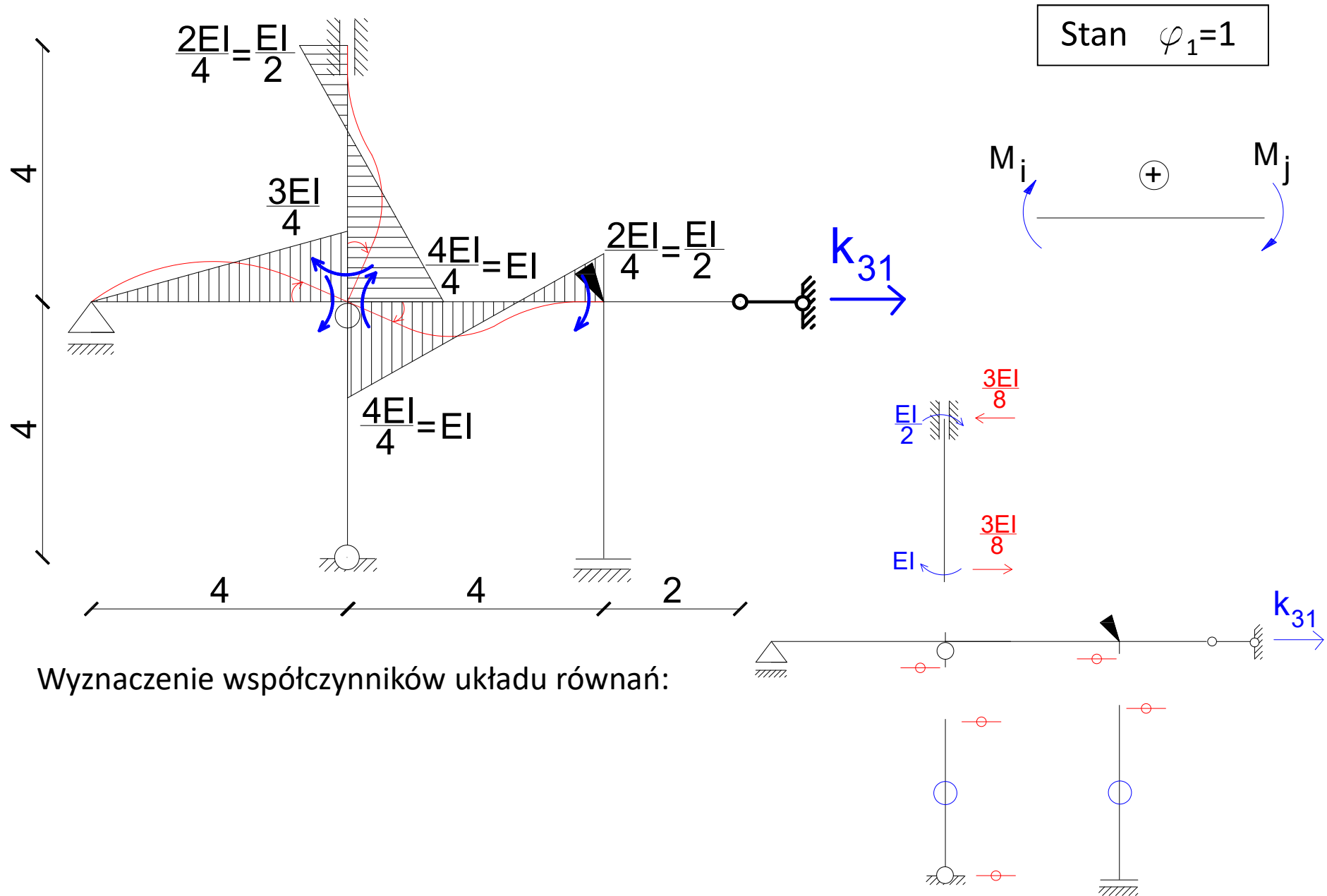


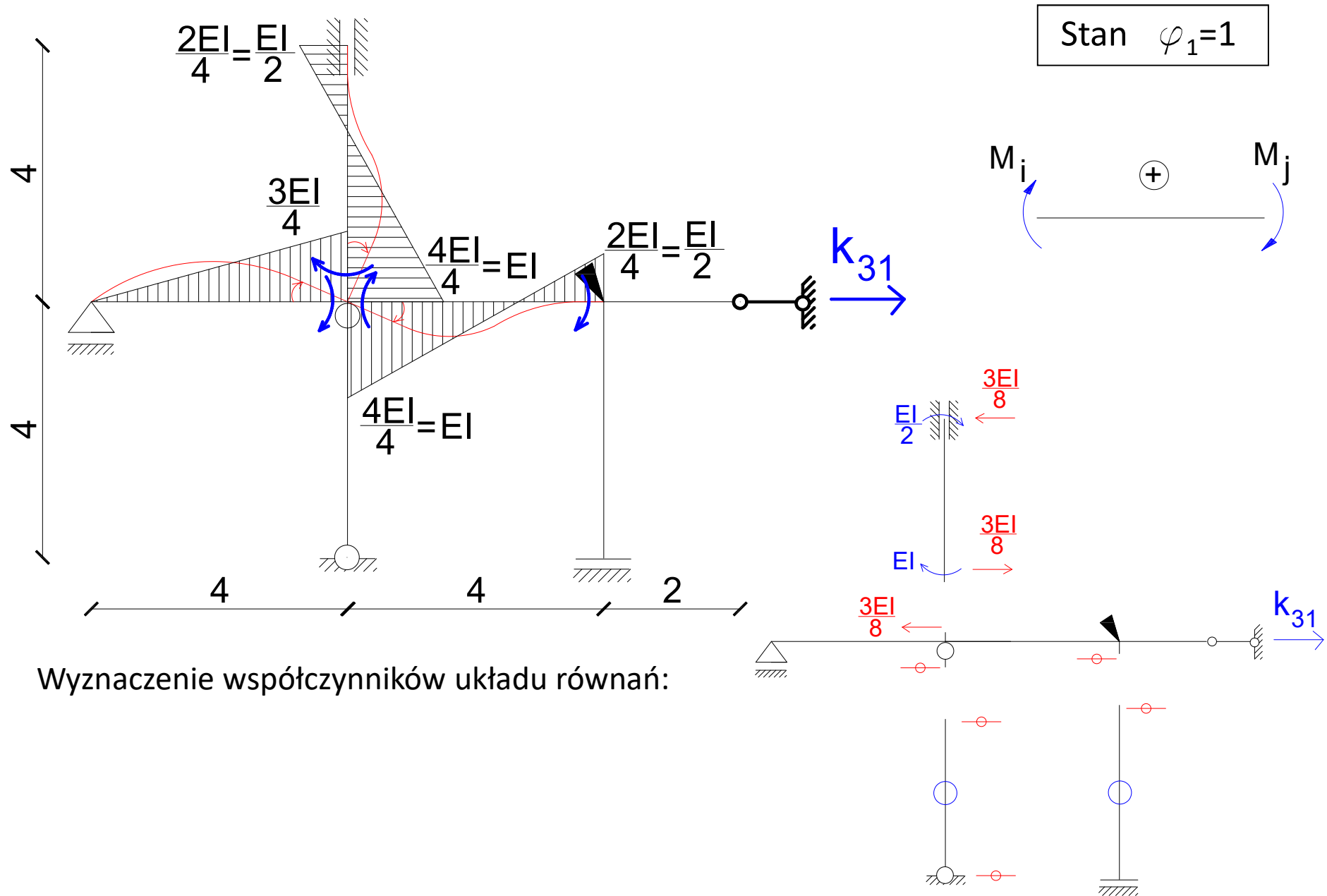


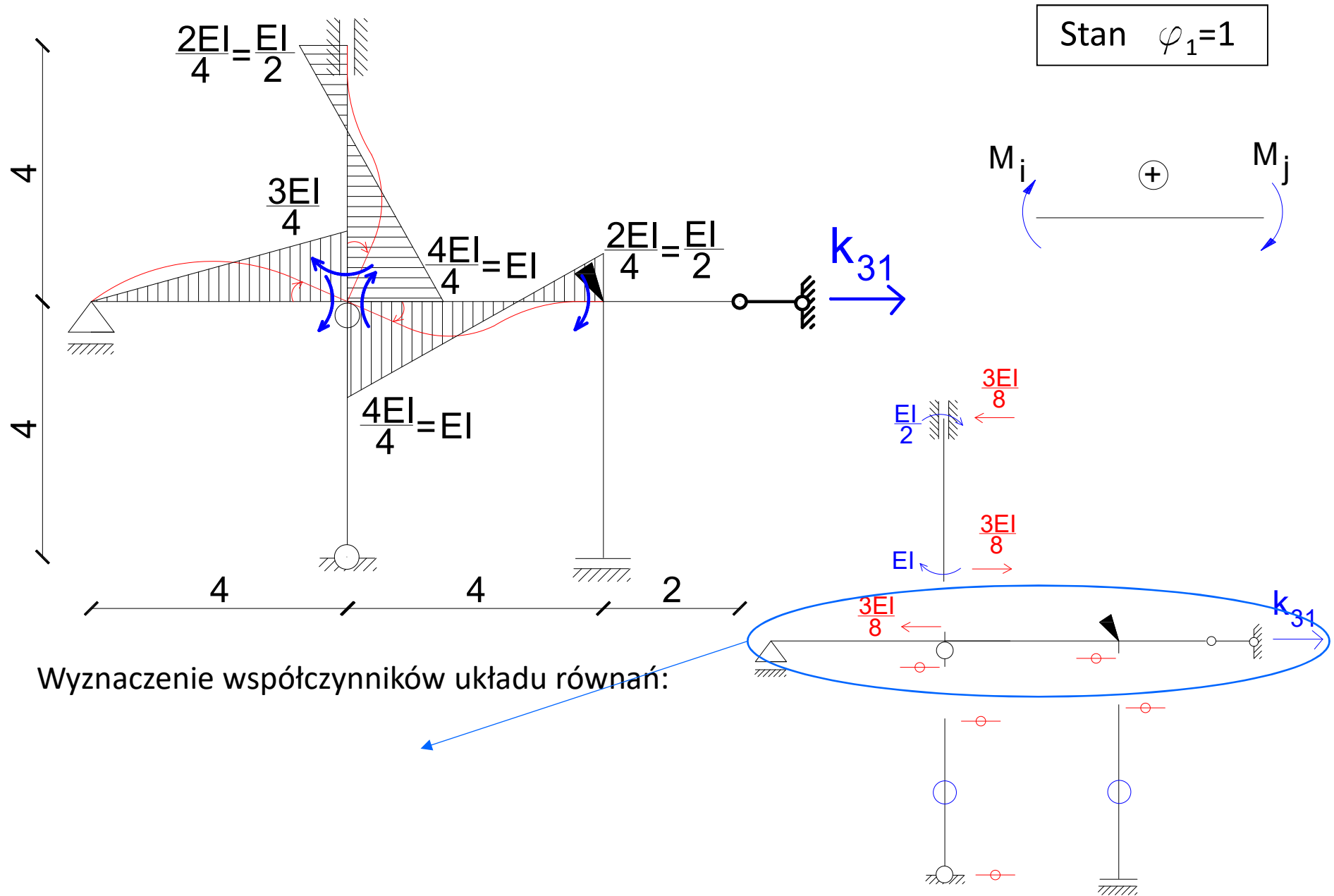


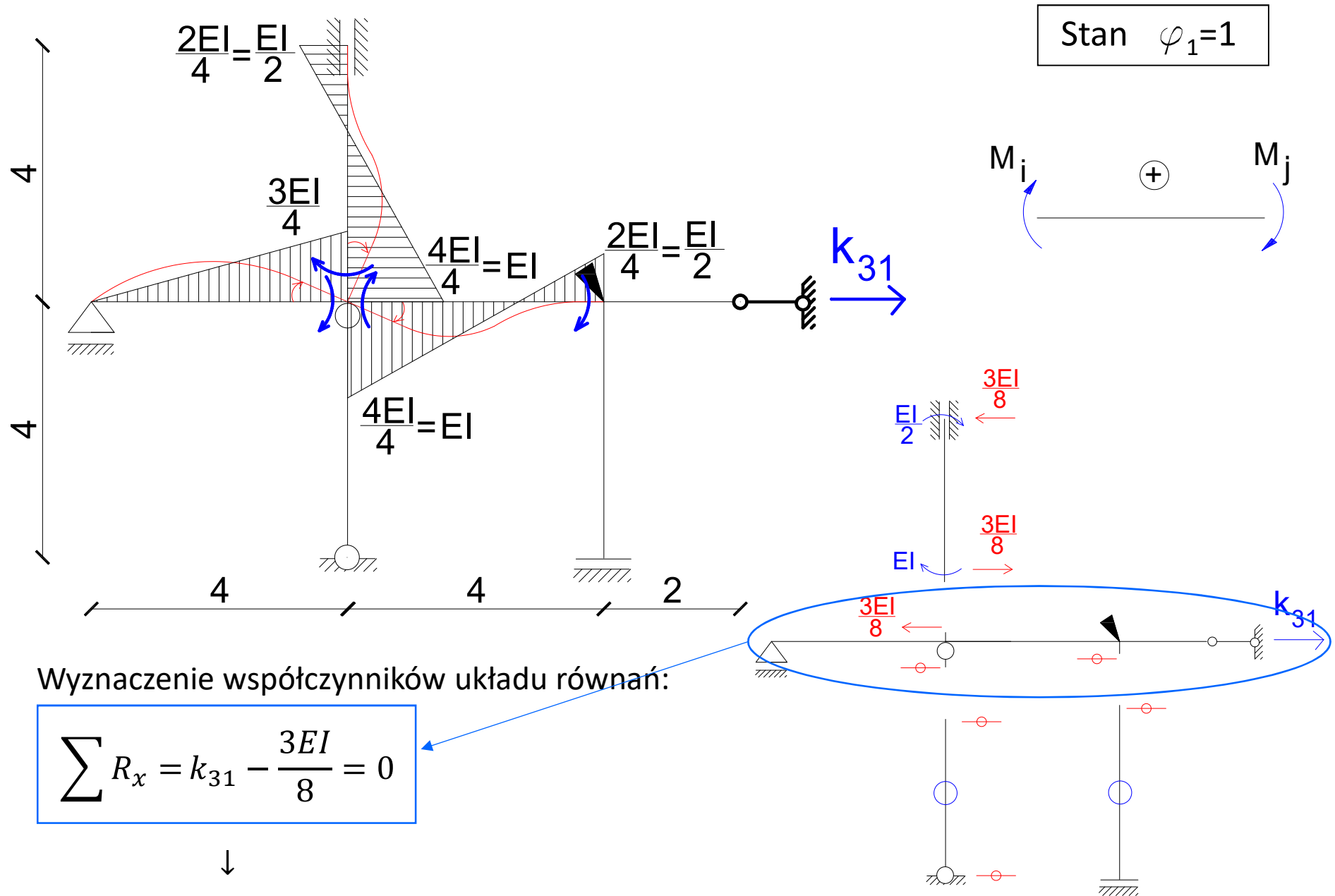
Wyznaczenie współczynników układu równań:

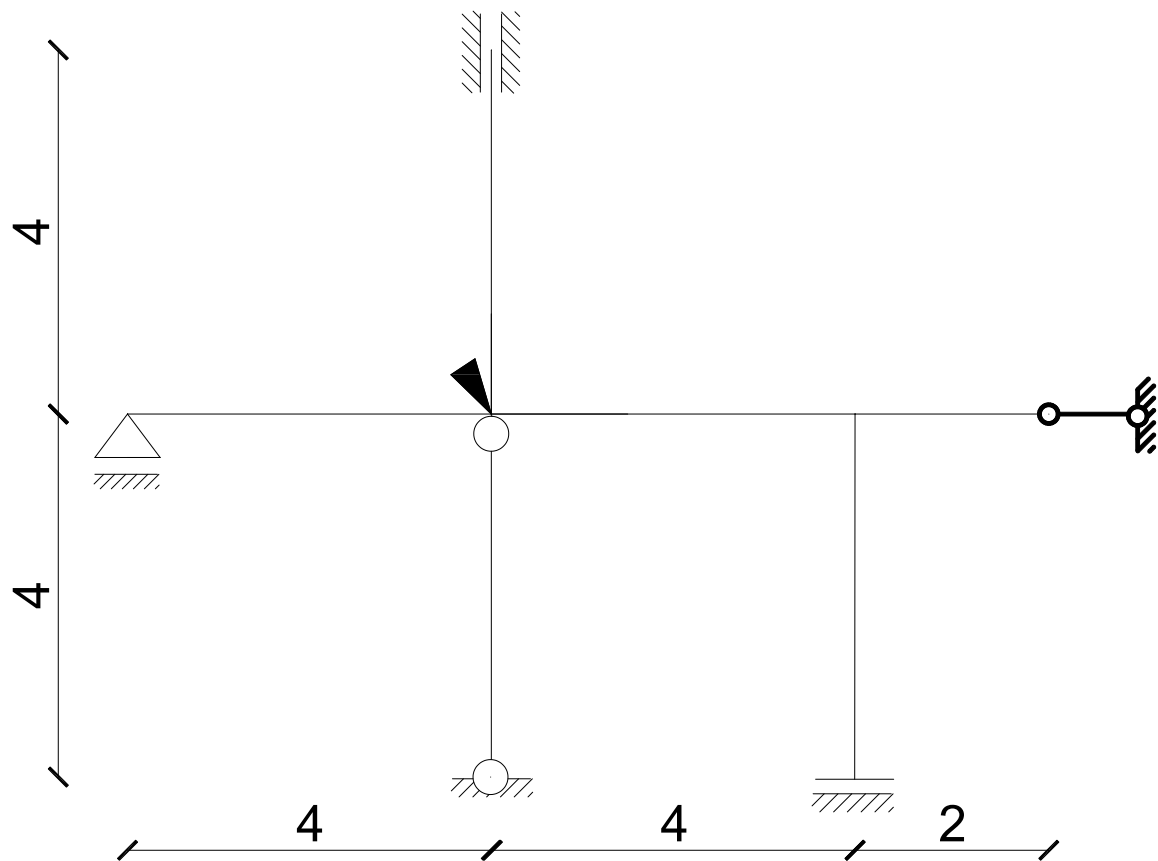




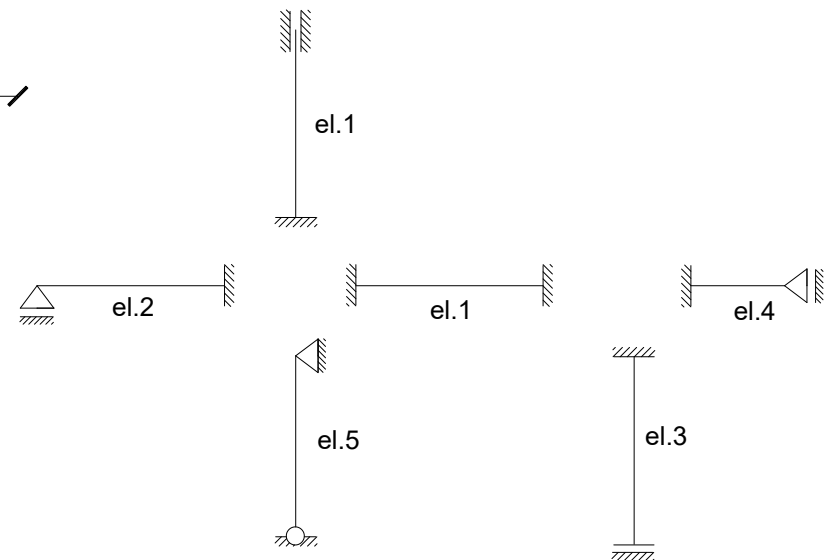
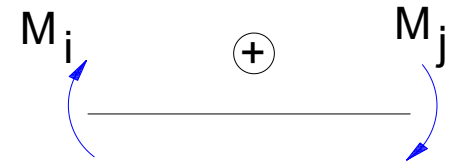


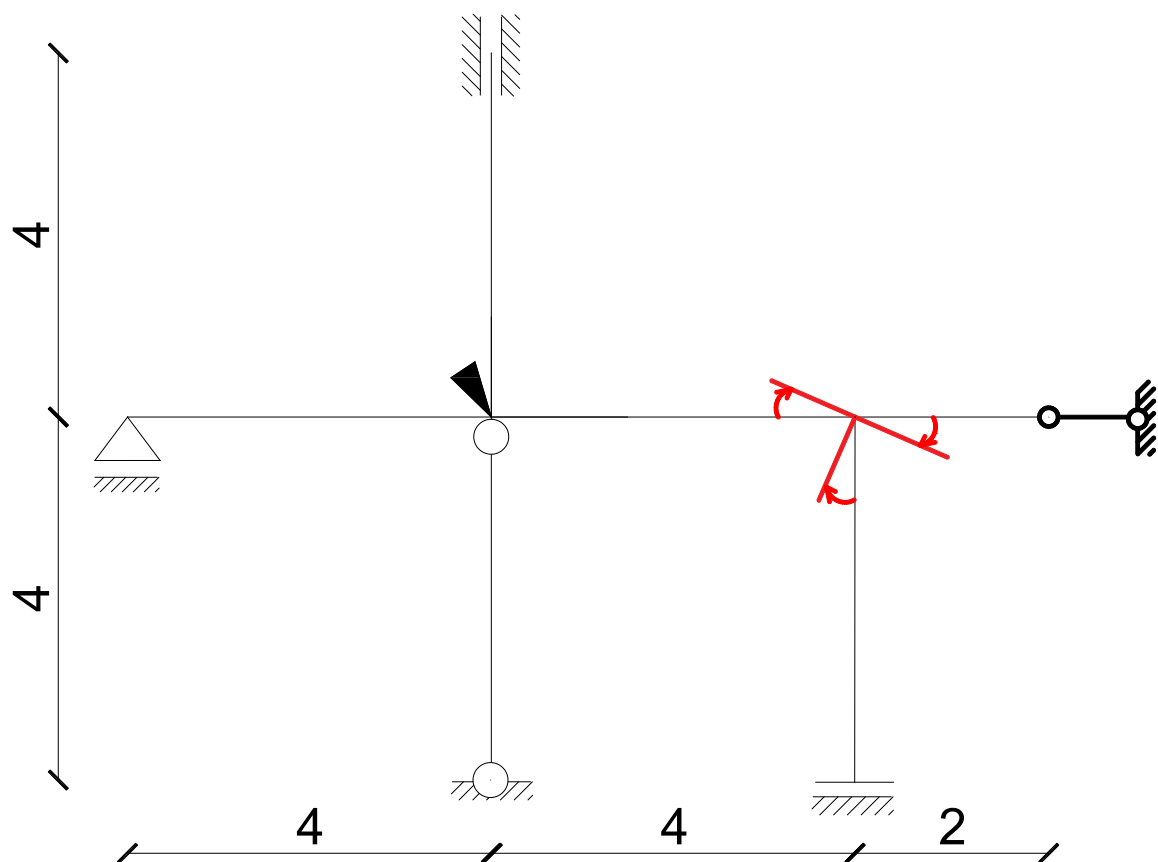




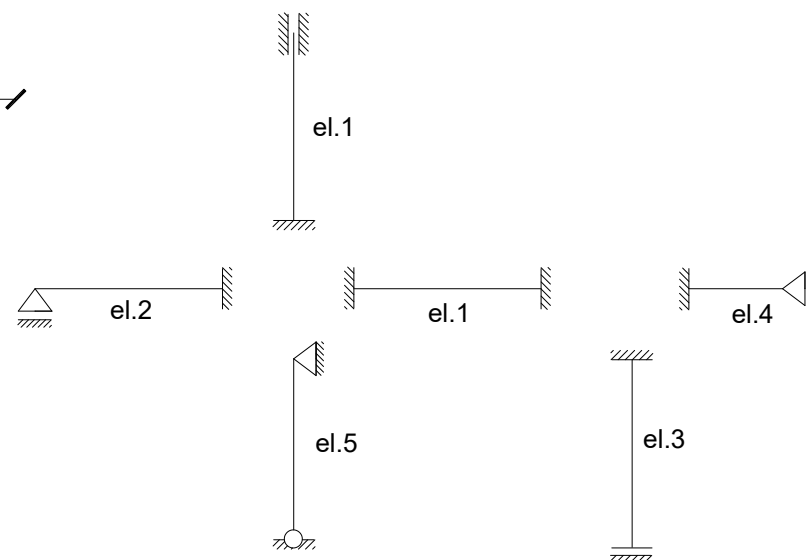
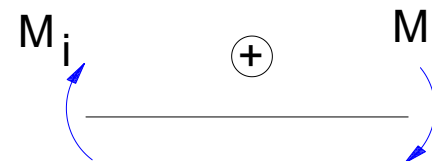


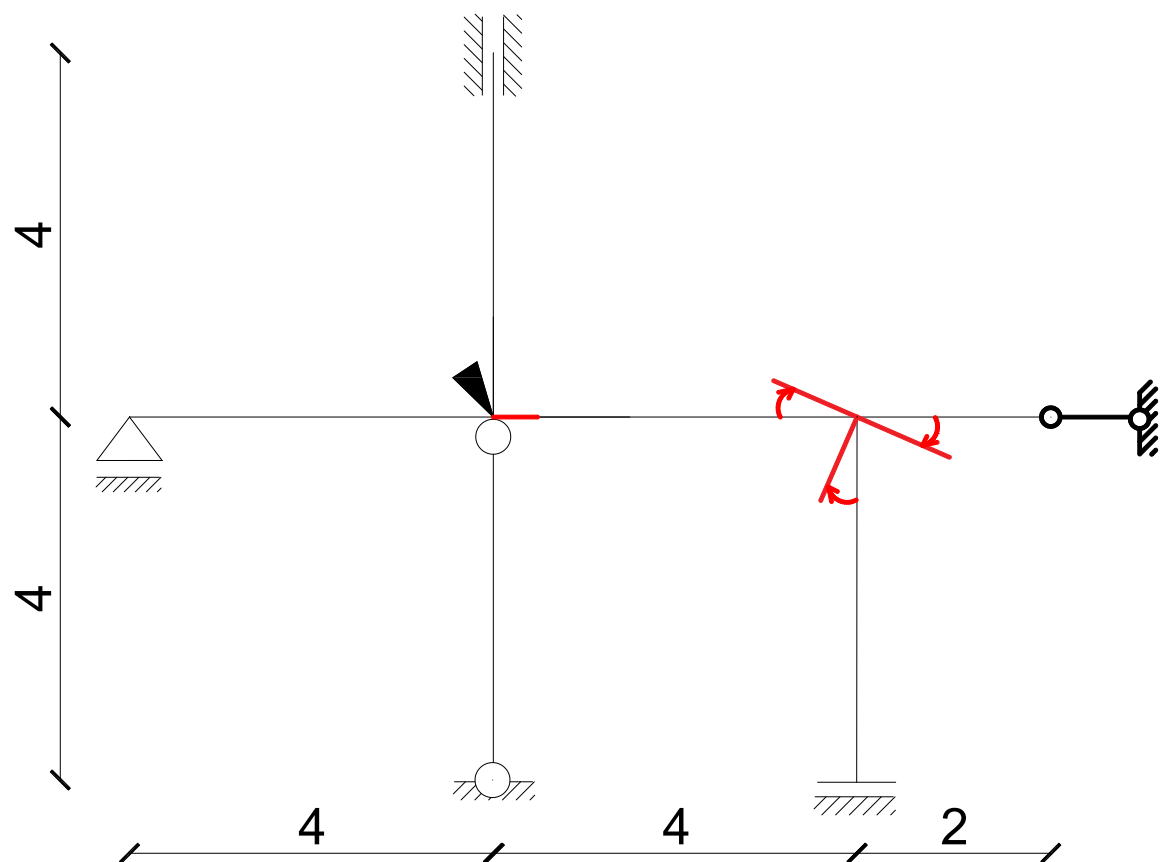
Stan $\varphi_2=1$



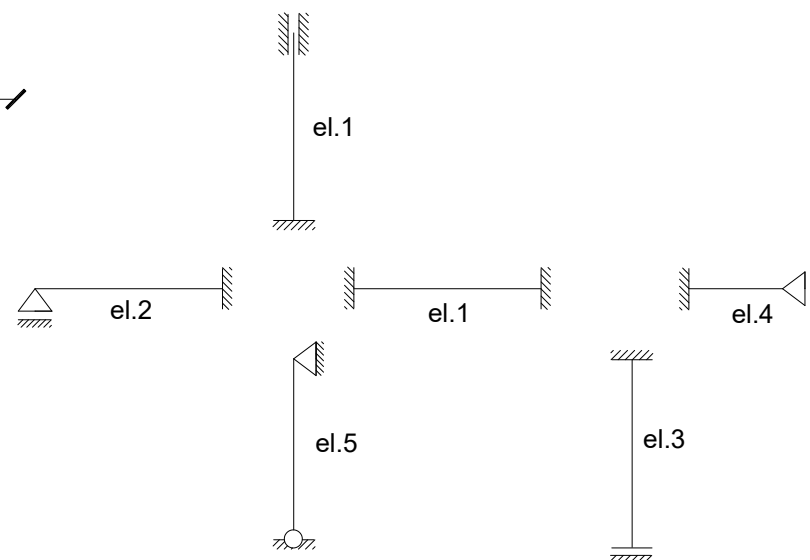
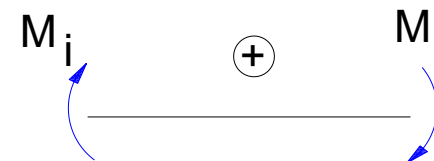


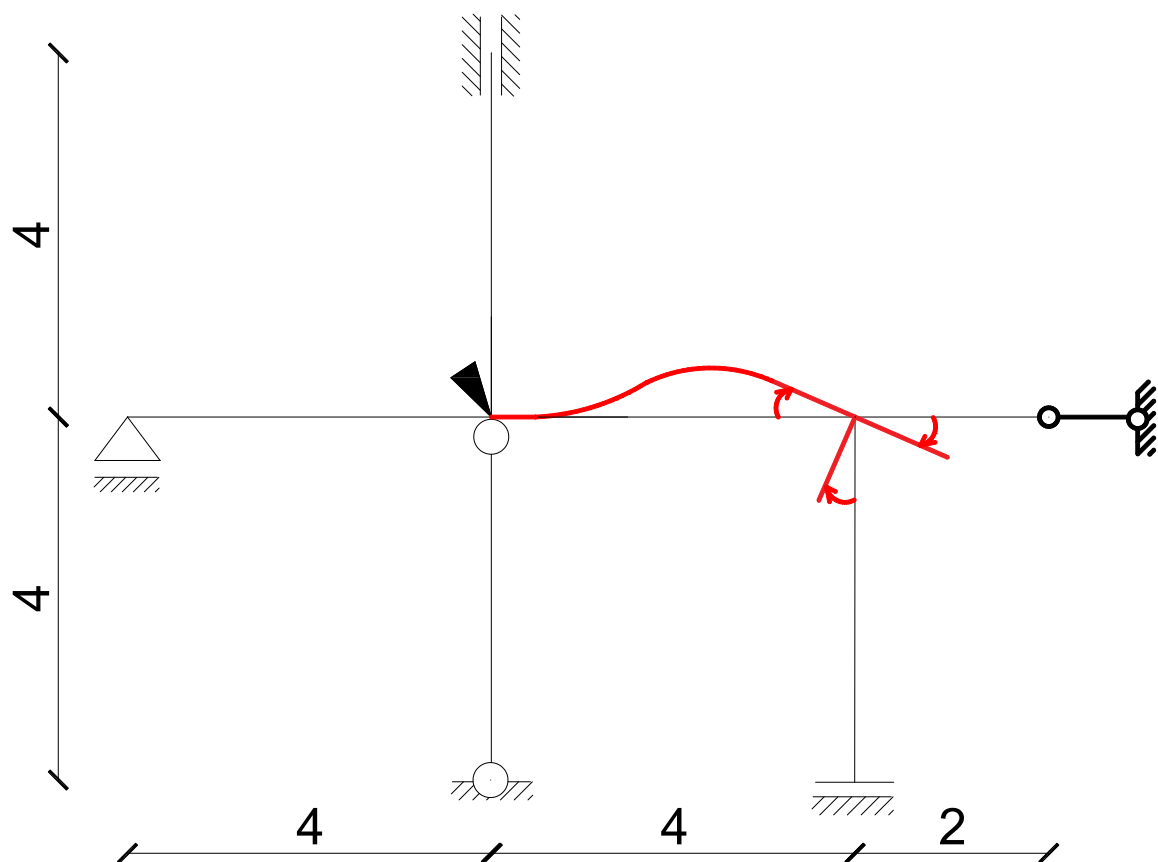
Stan $\varphi_2=1$



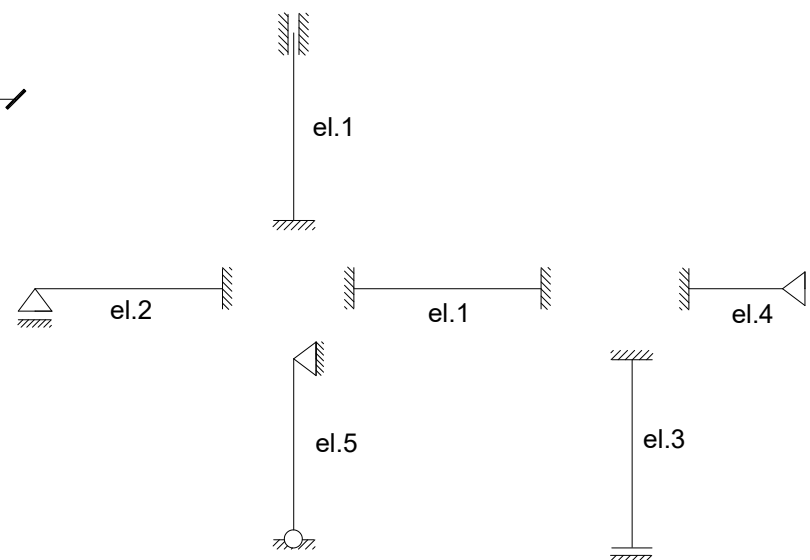
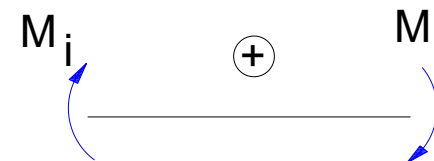


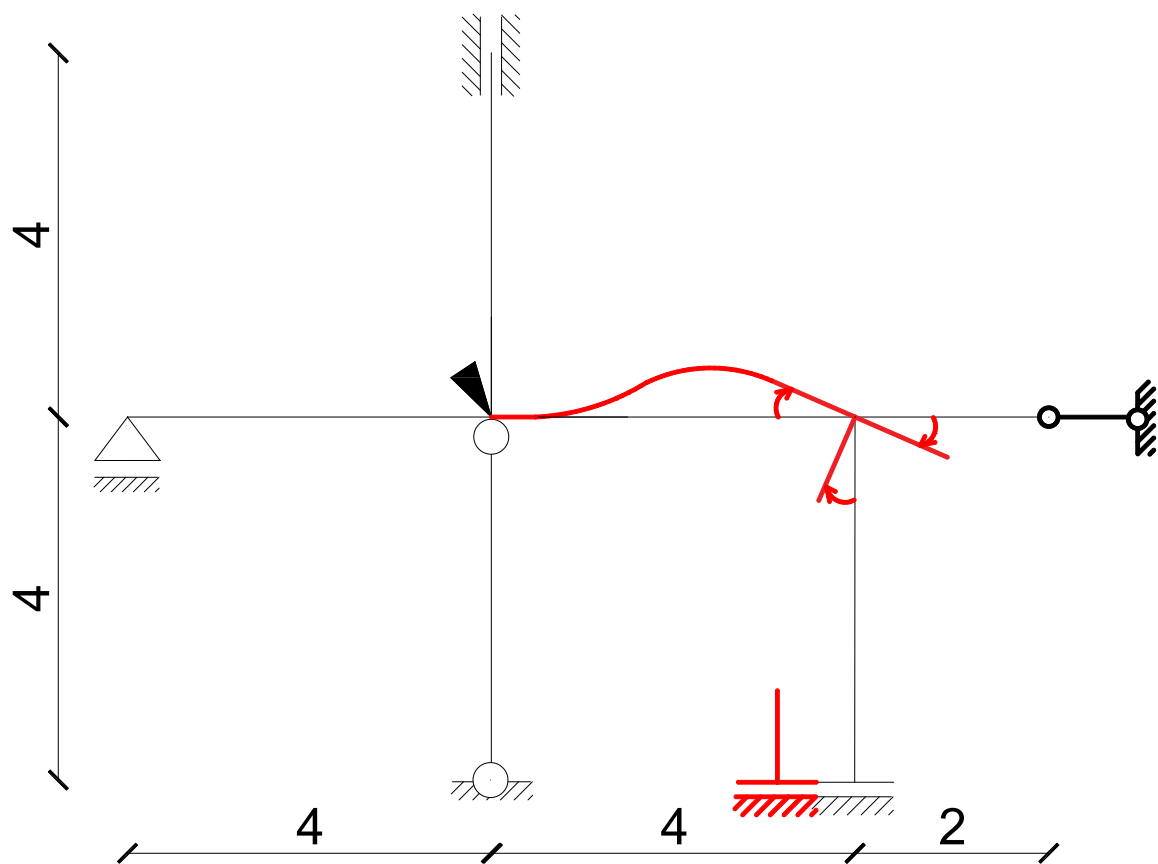
Stan $\varphi_2=1$



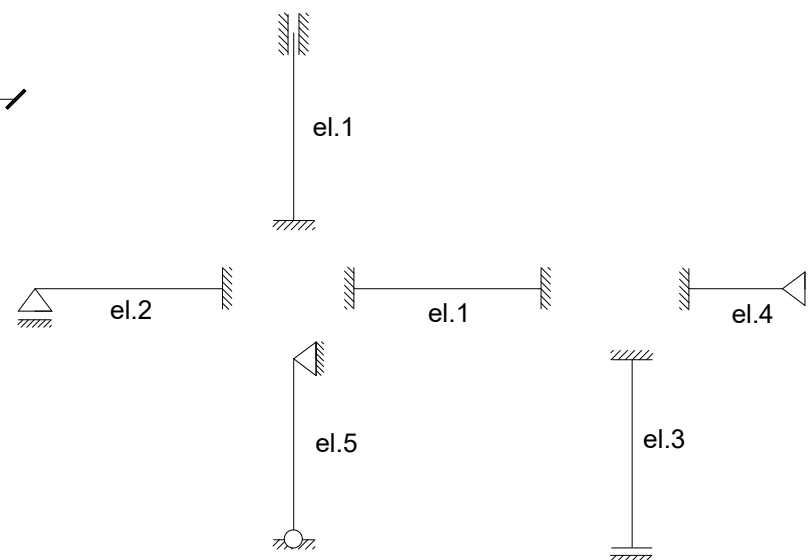
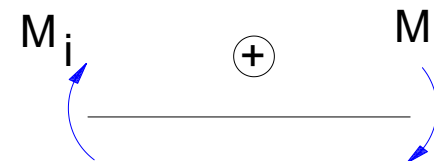


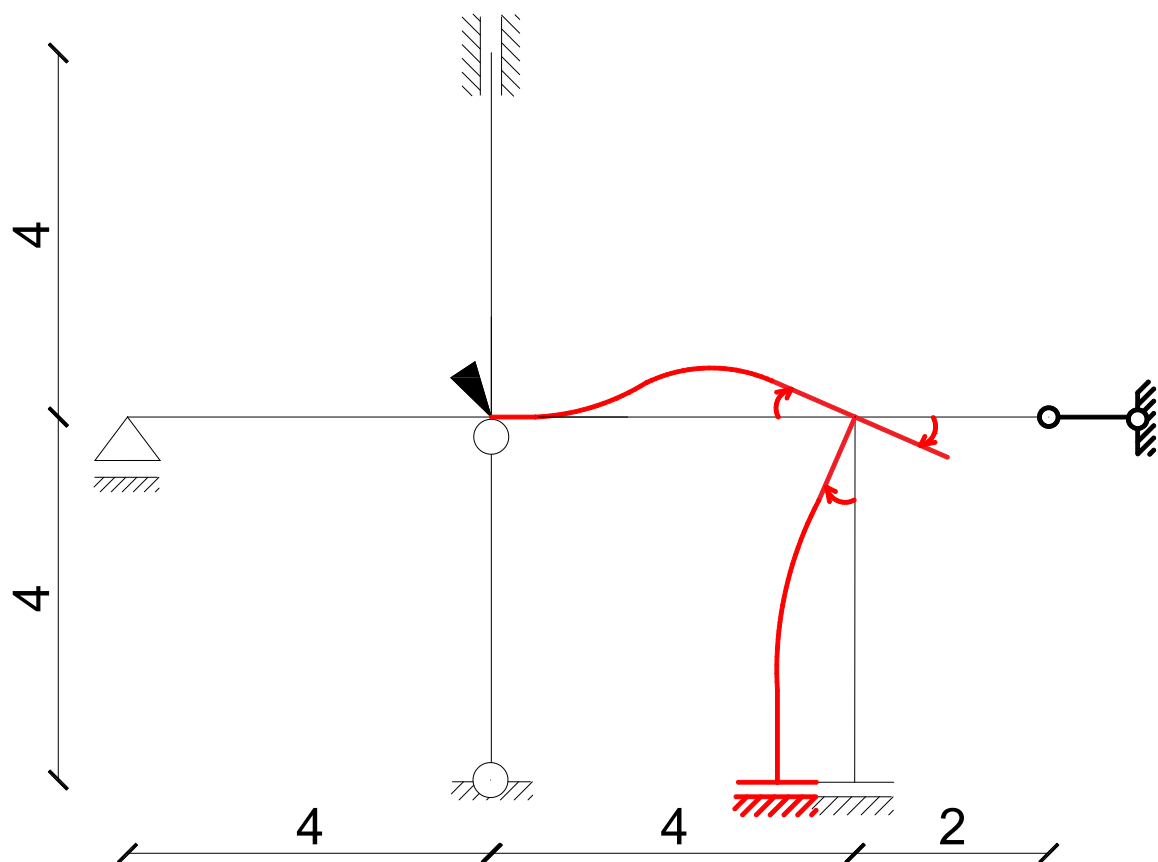
Stan $\varphi_2=1$



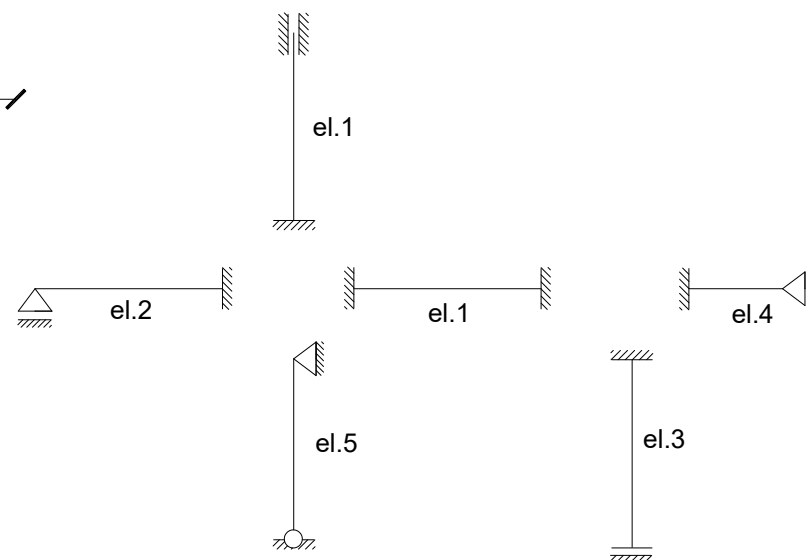
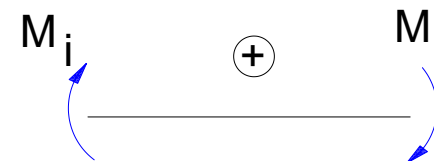


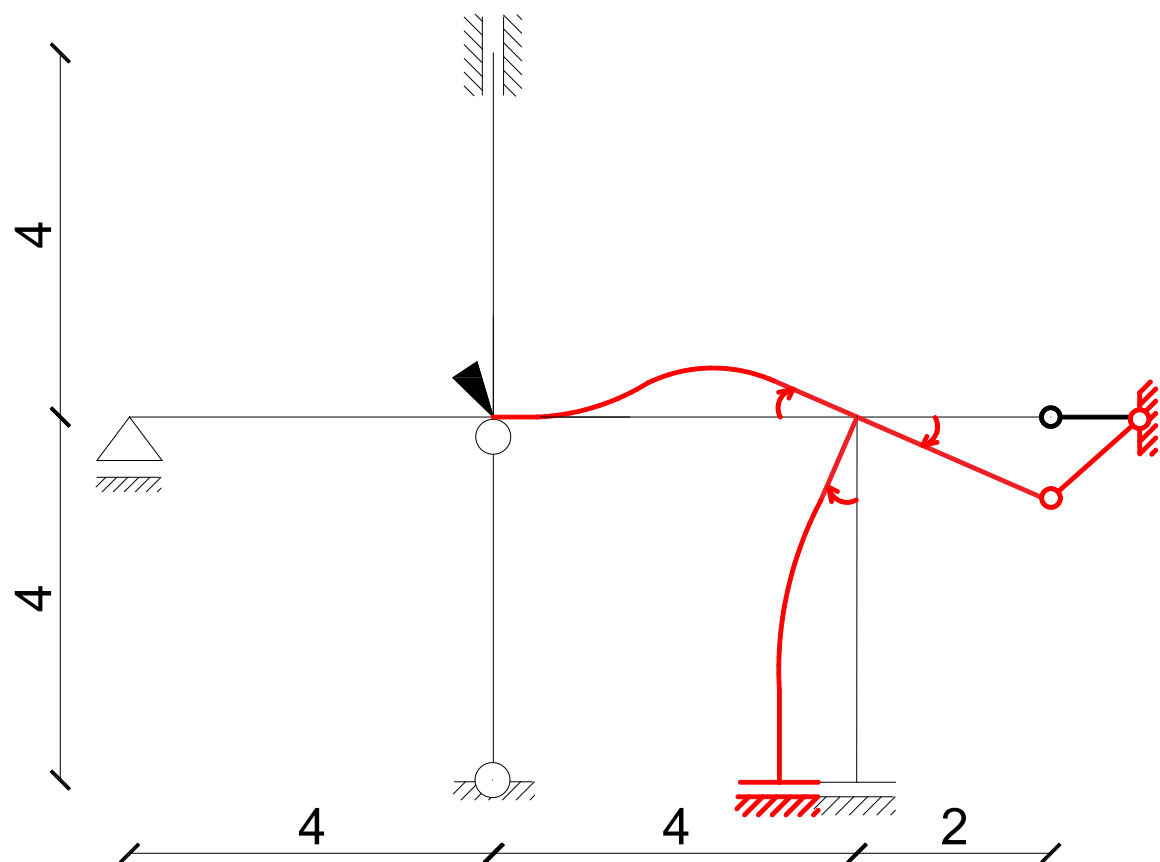
Stan $\varphi_2=1$



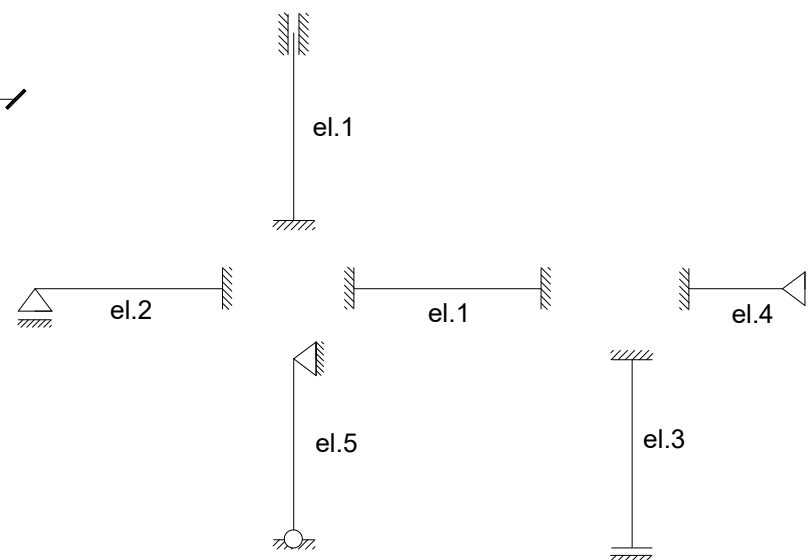
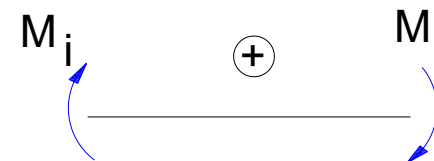


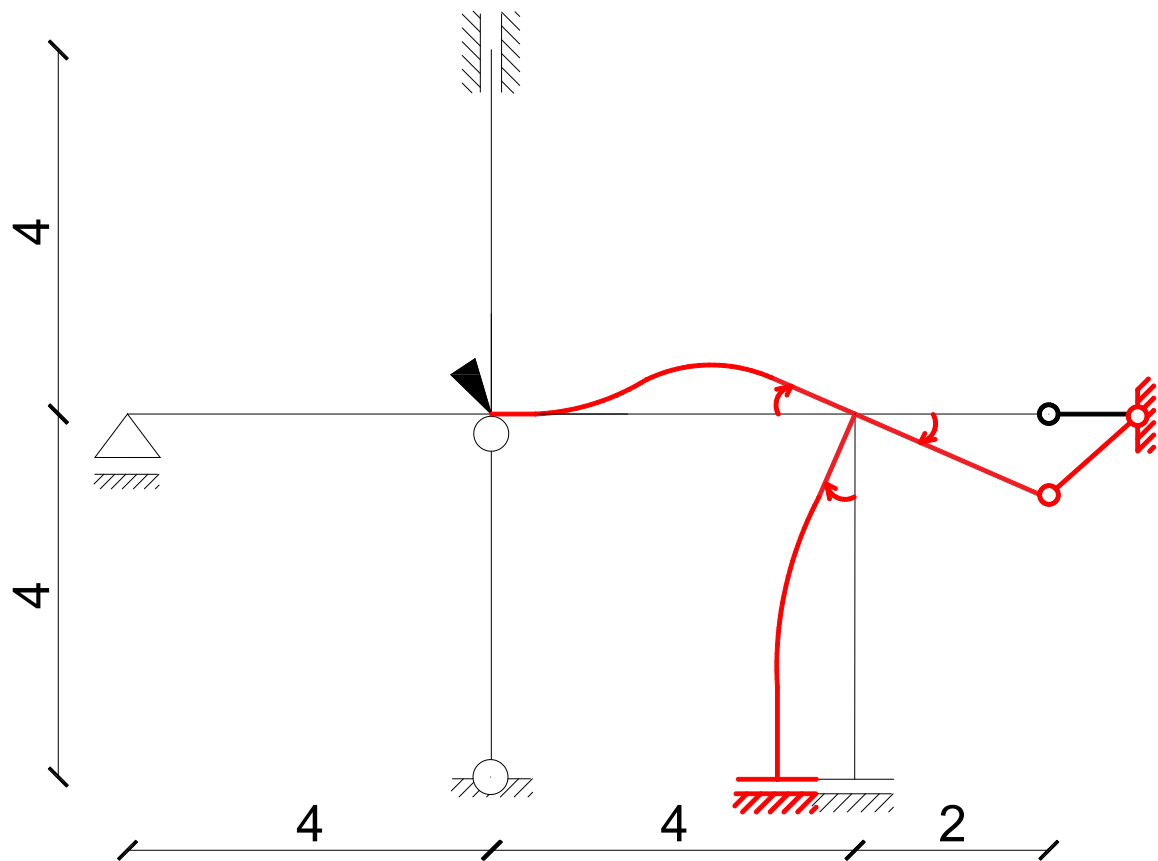
Stan $\varphi_2=1$



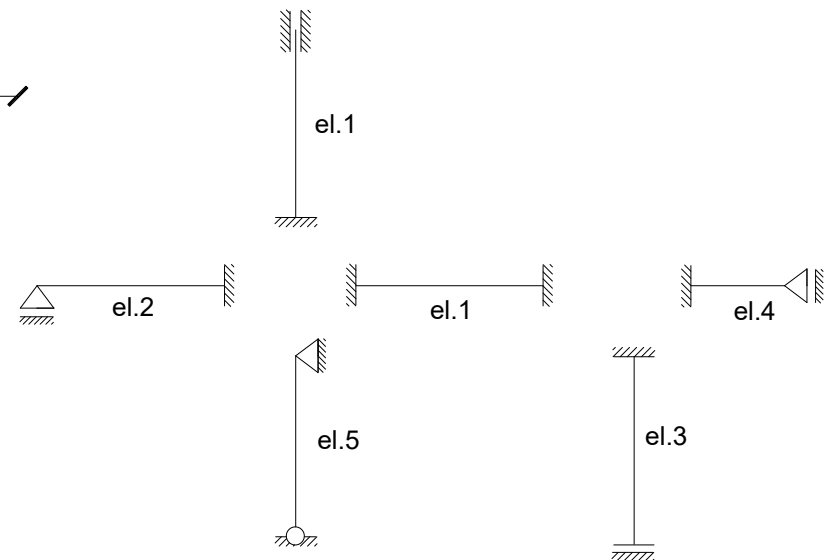
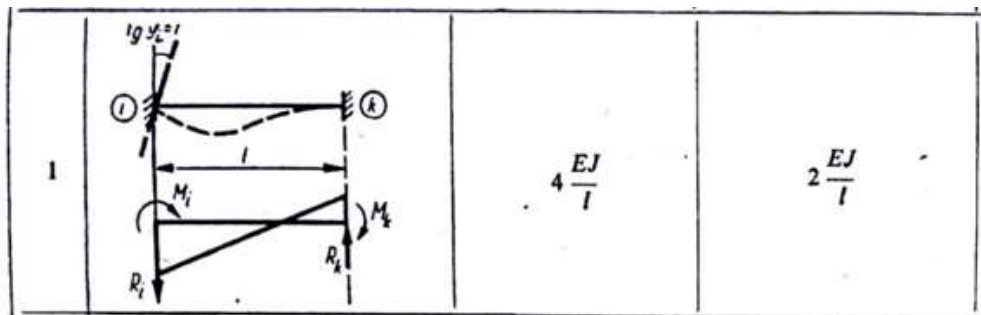
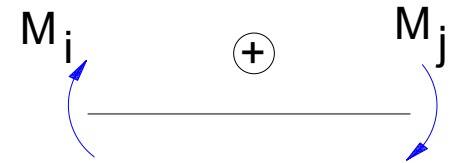


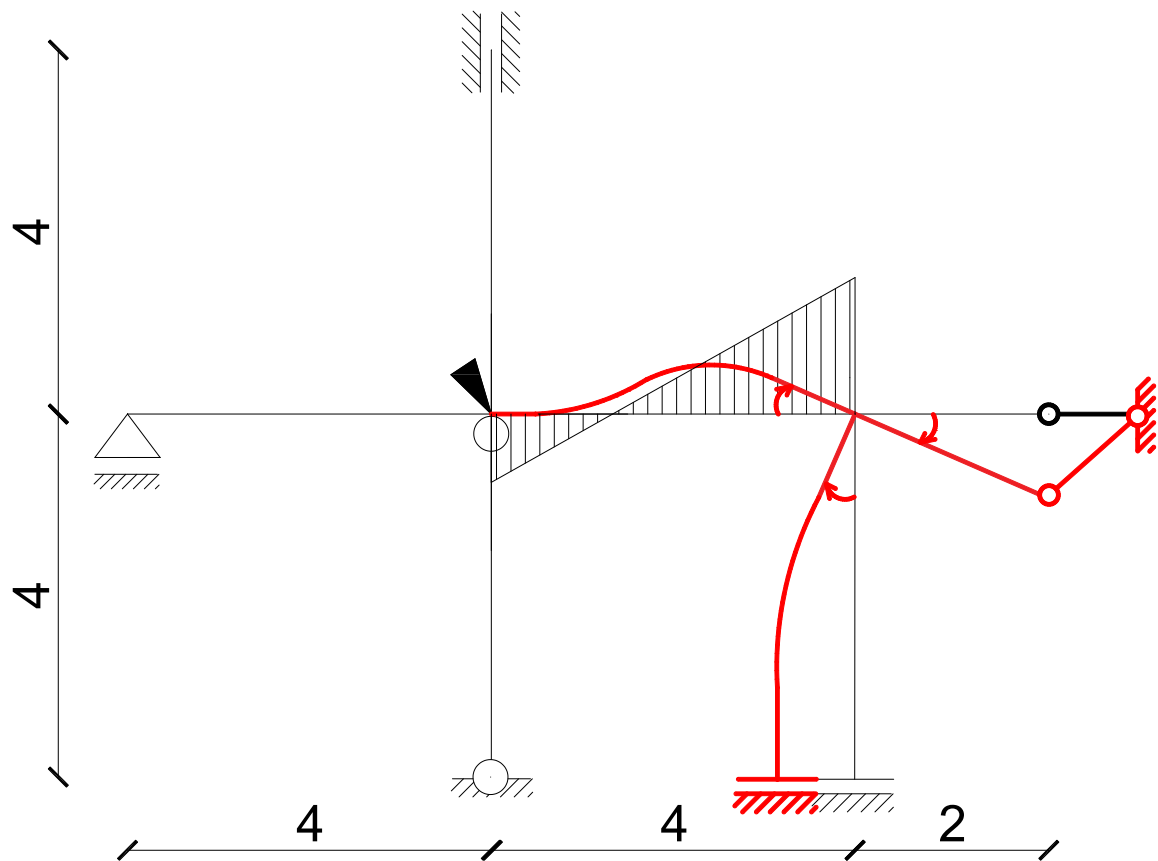
Stan $\varphi_2=1$



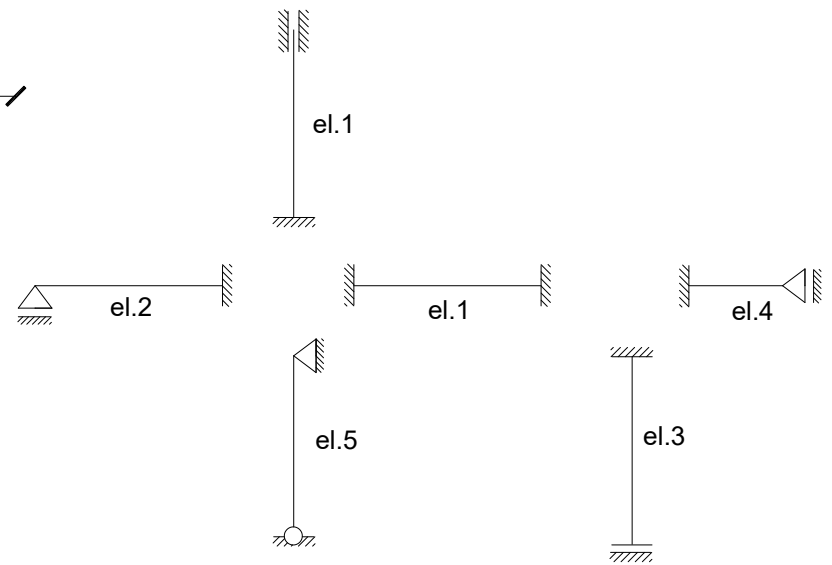
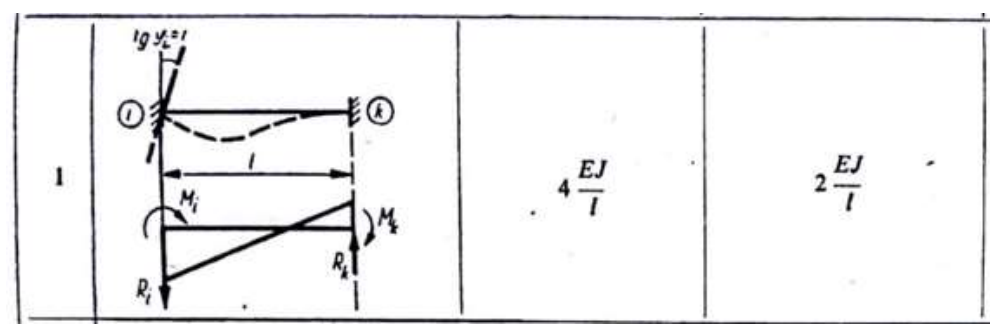
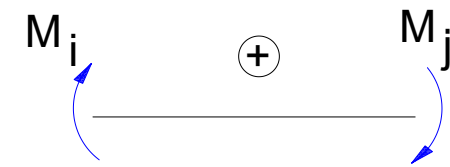


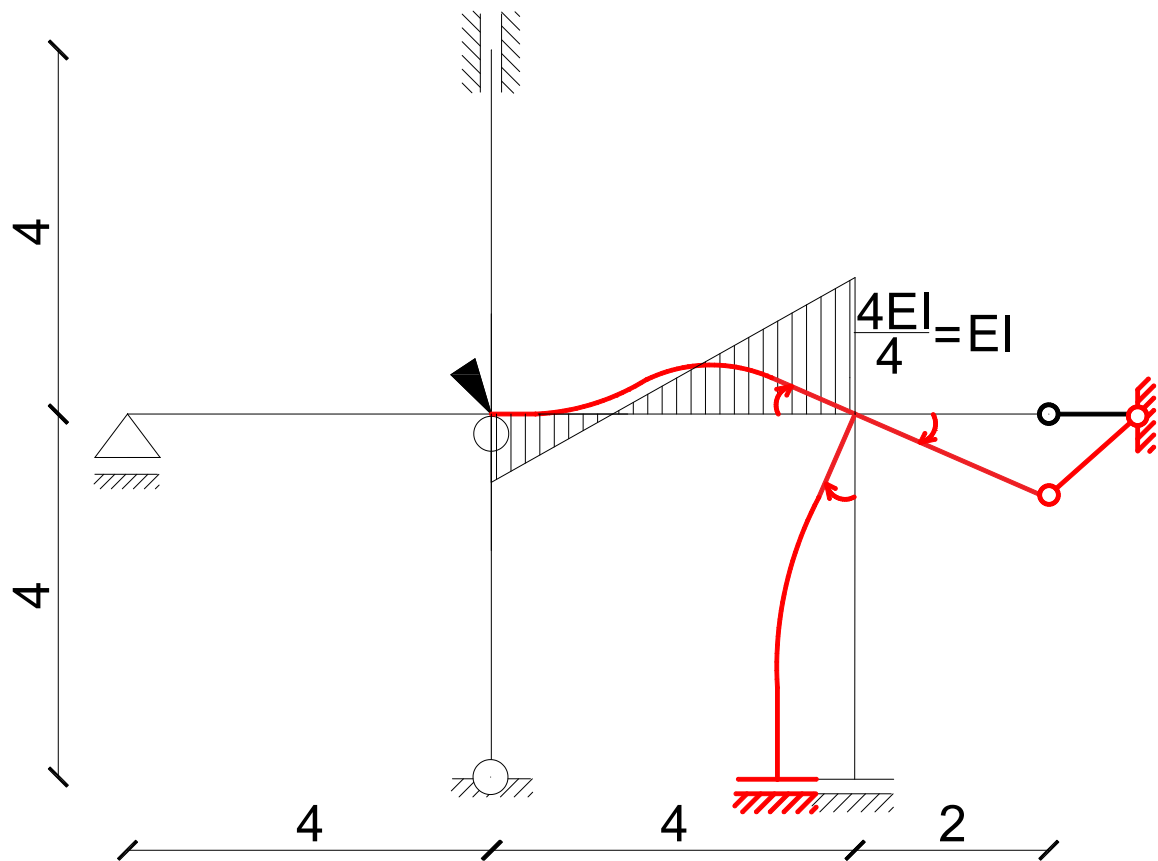
Stan $\varphi_2=1$



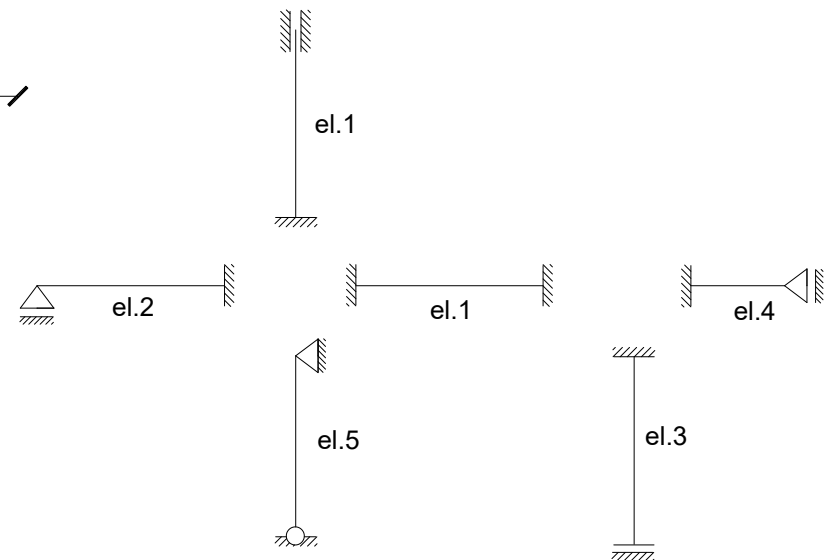
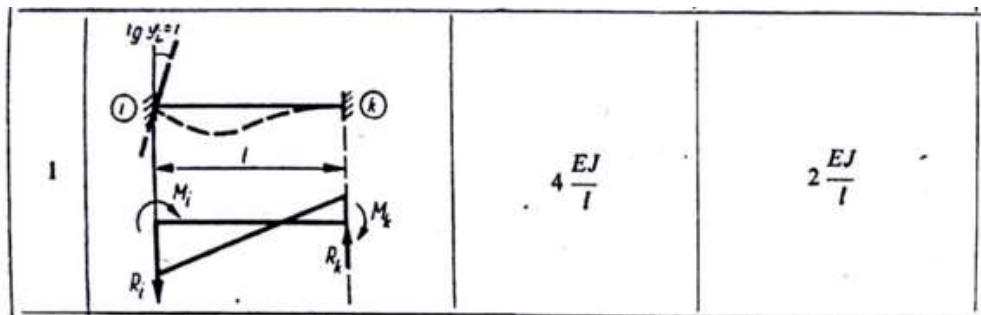
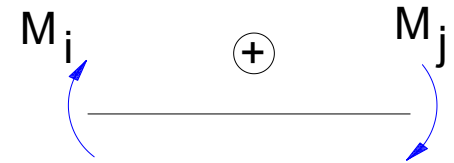


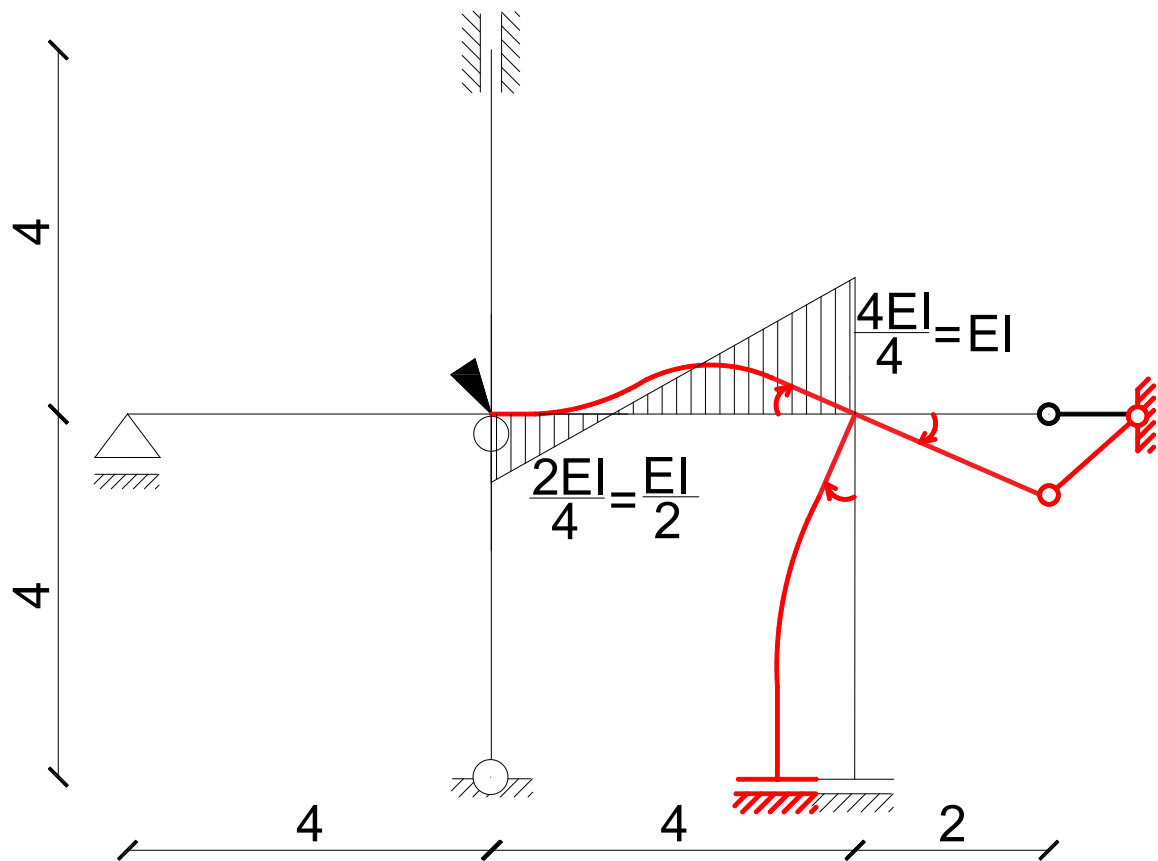
Stan $\varphi_2=1$



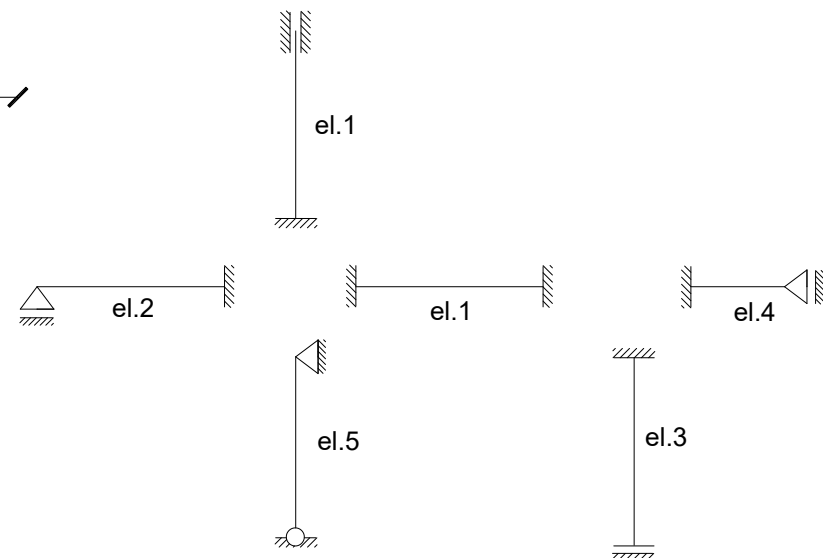
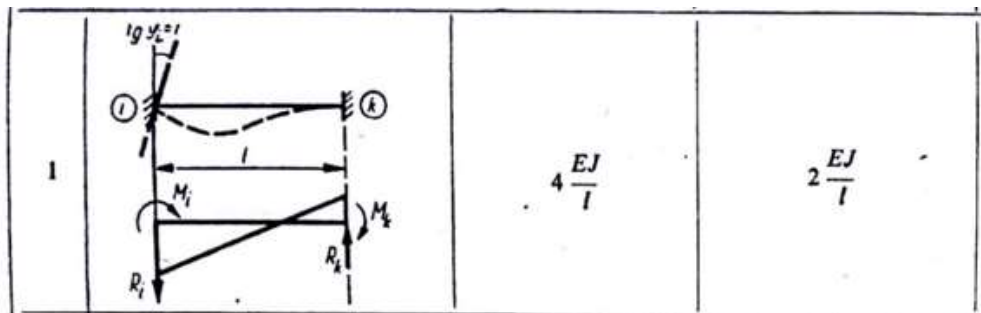
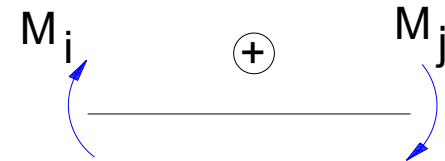


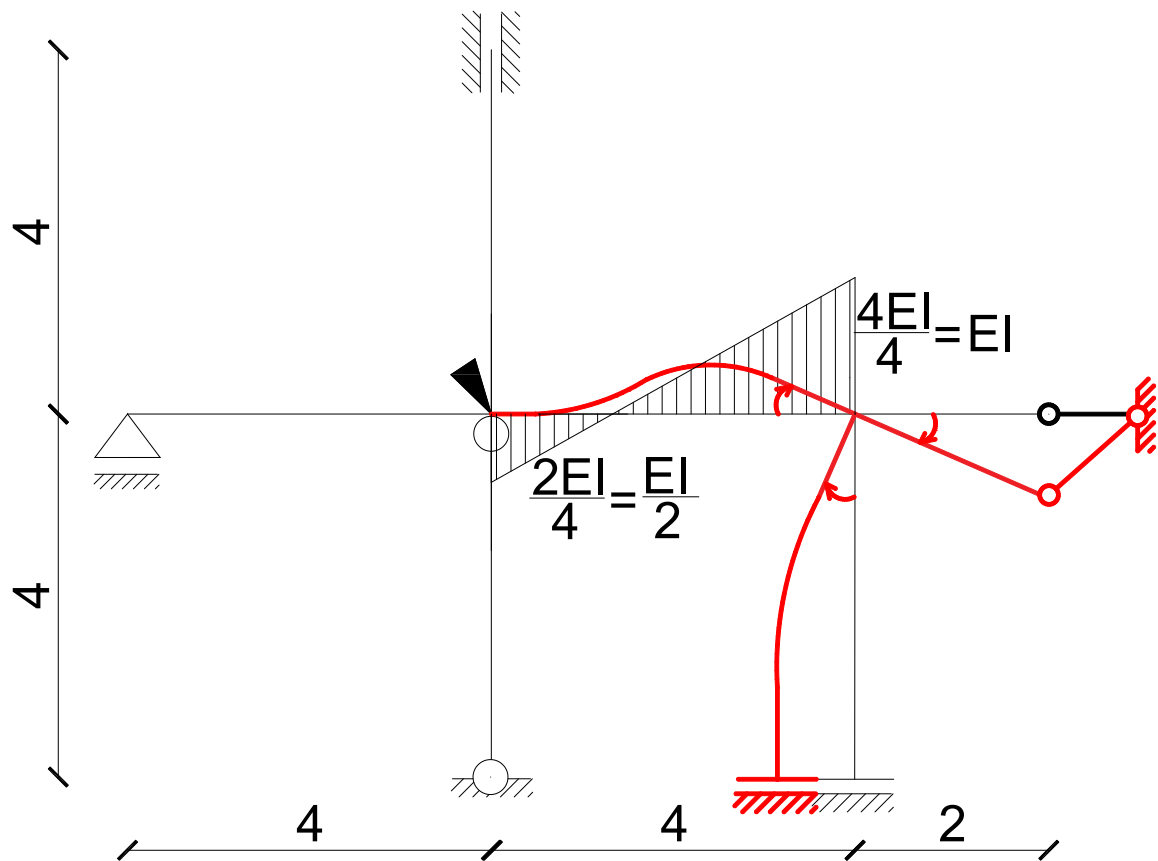
Stan $\varphi_2=1$



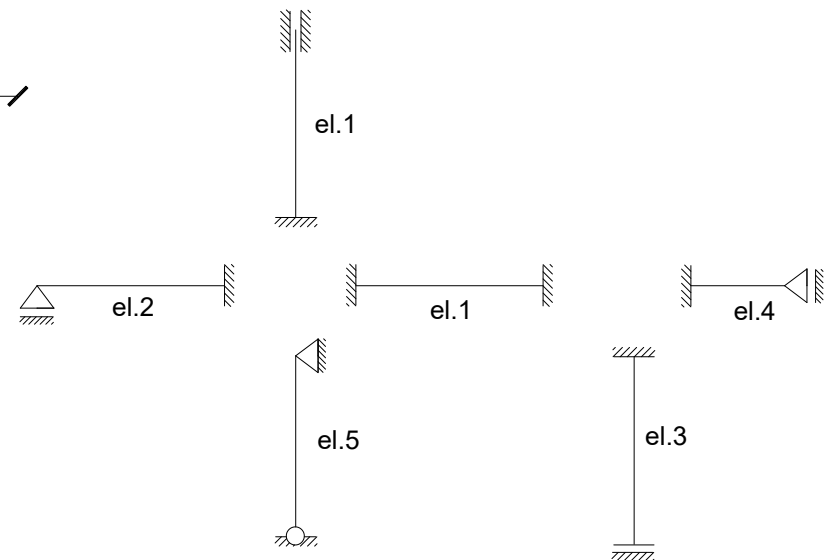
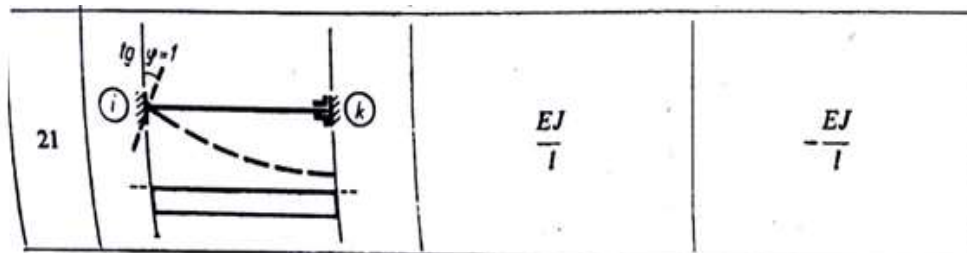
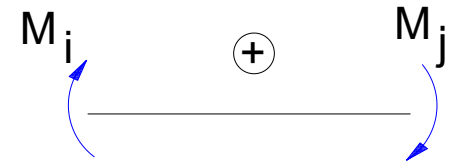


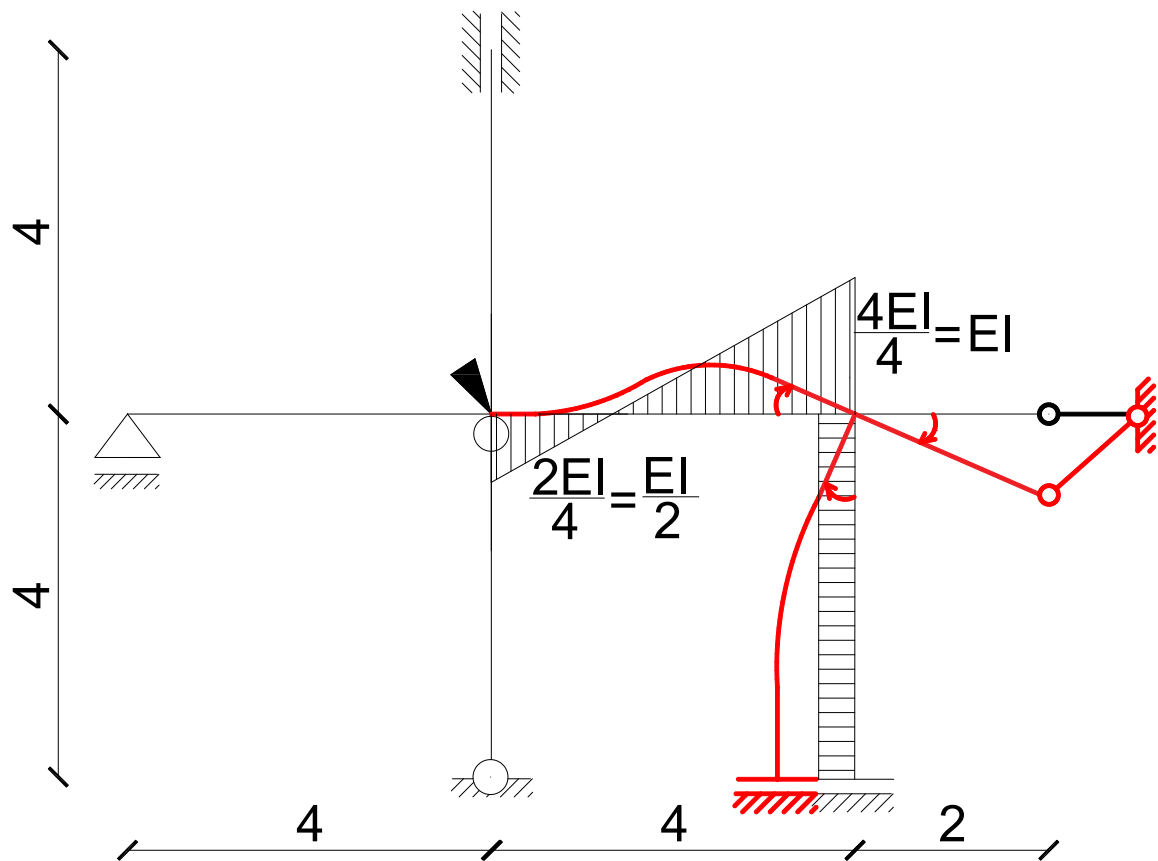
Stan $\varphi_2=1$



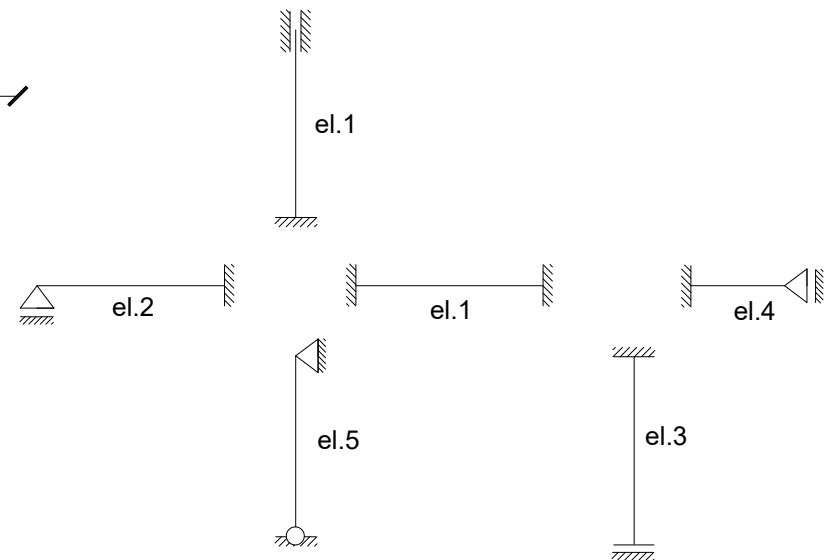
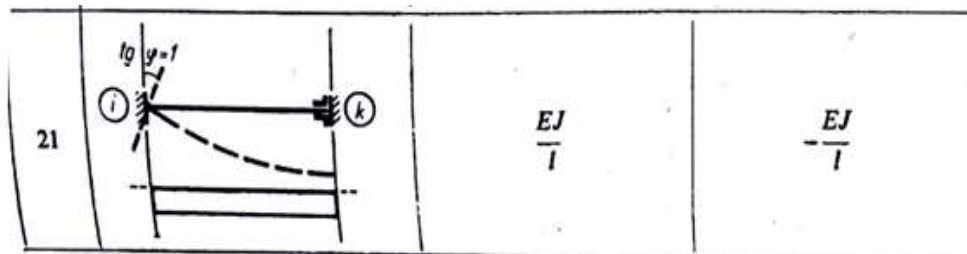
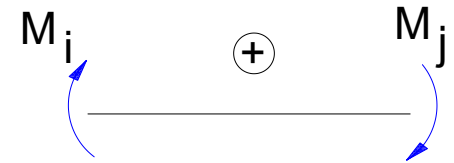


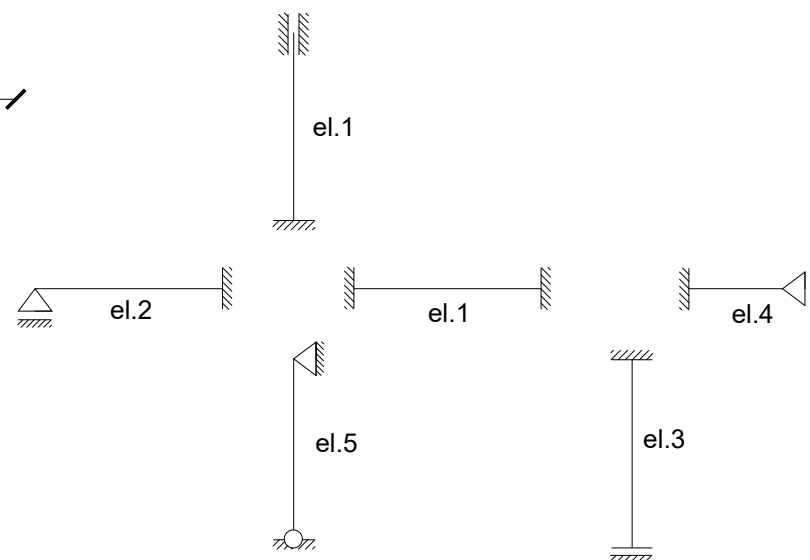
Stan $\varphi_2=1$

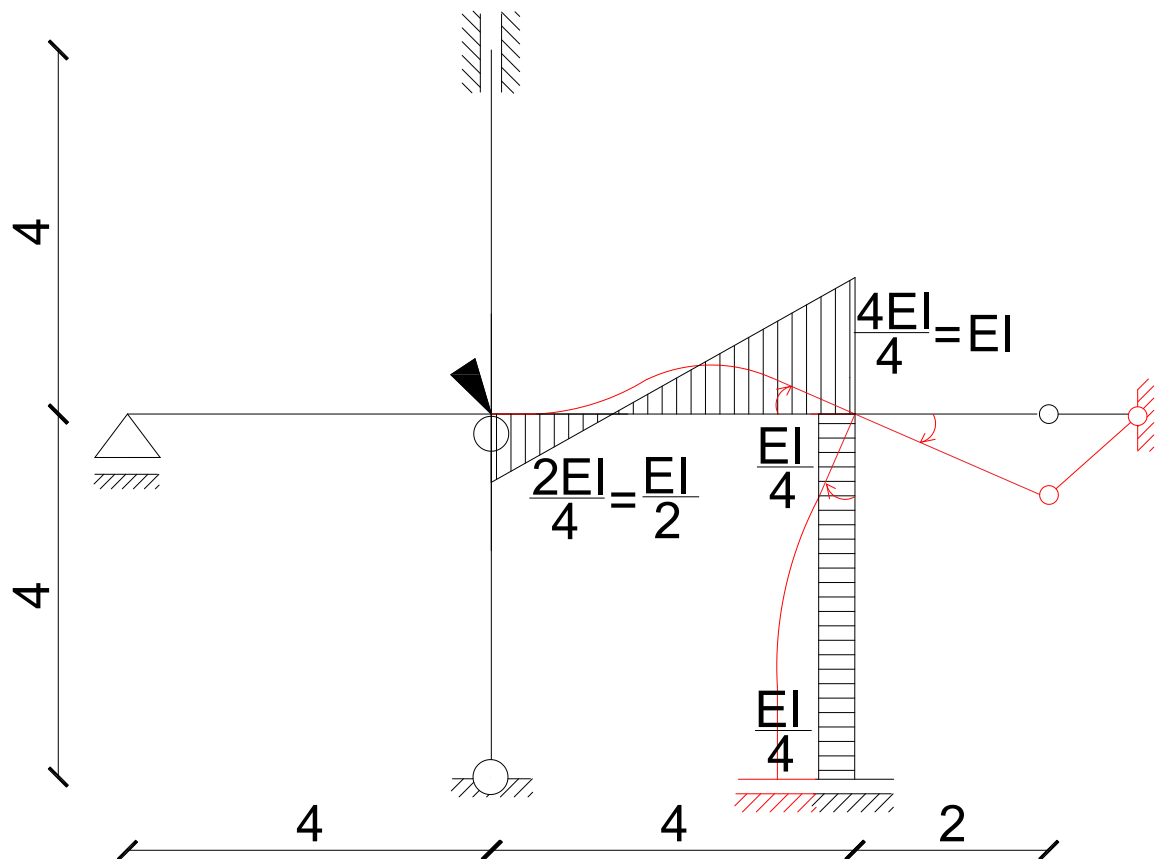




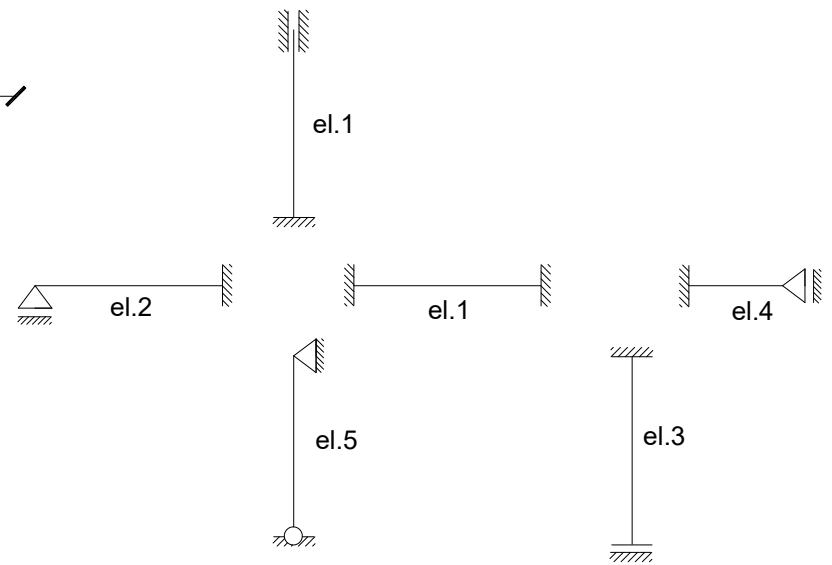
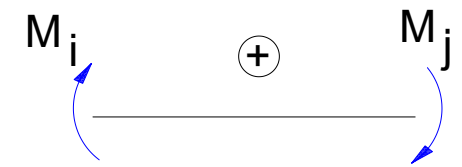
Stan $\varphi_2=1$

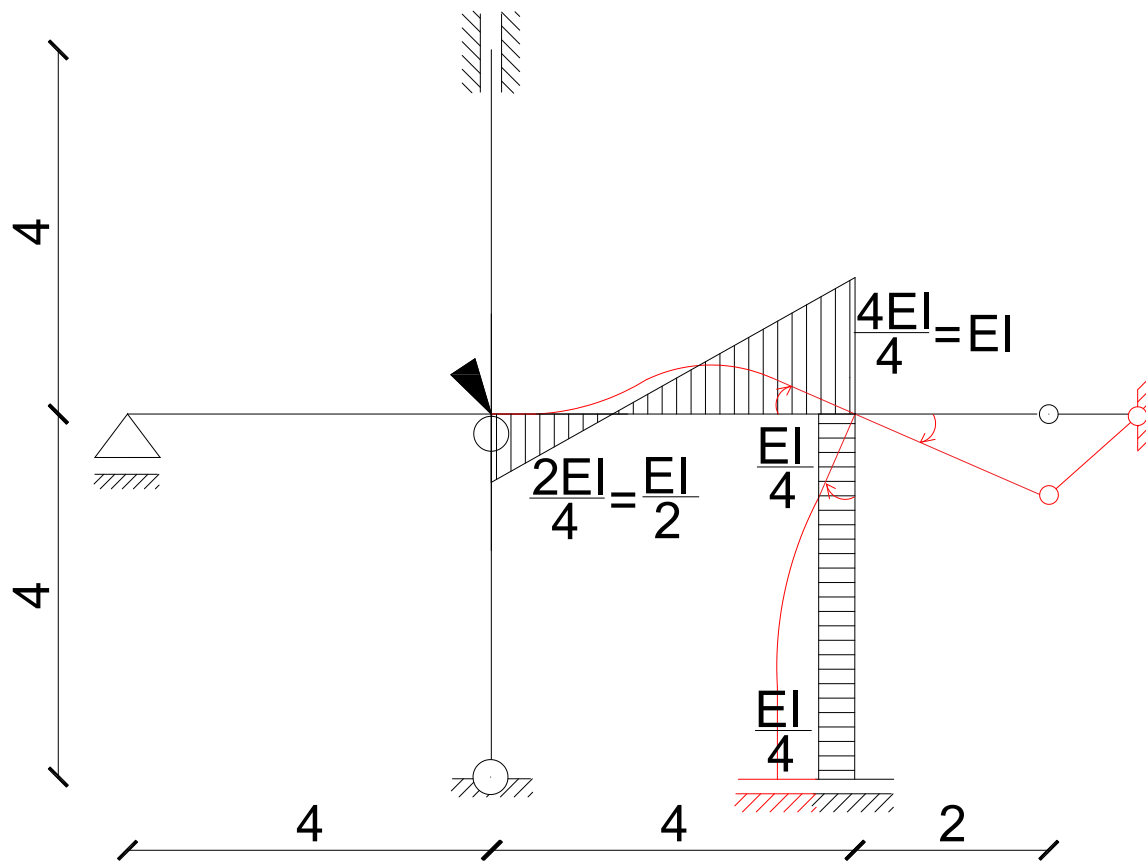




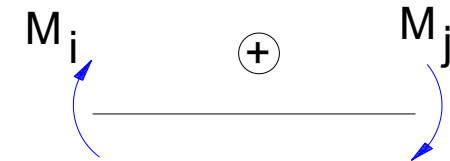


Stan $\varphi_2=1$

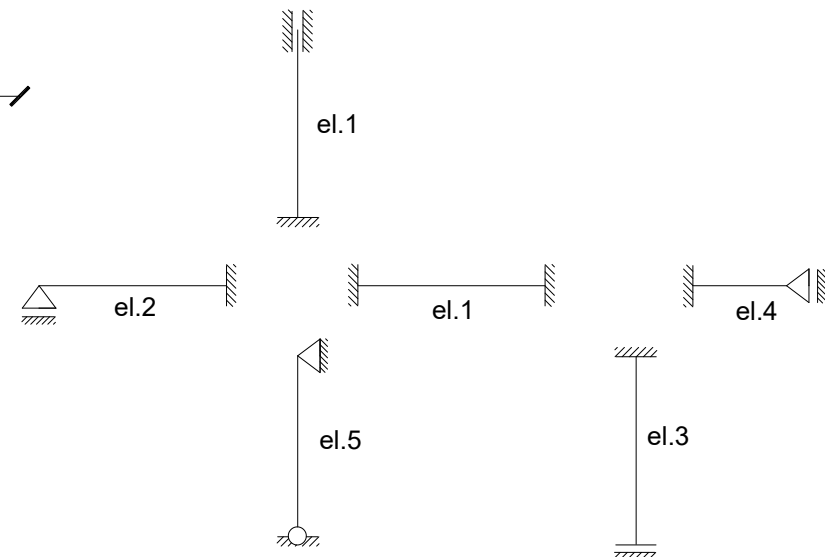


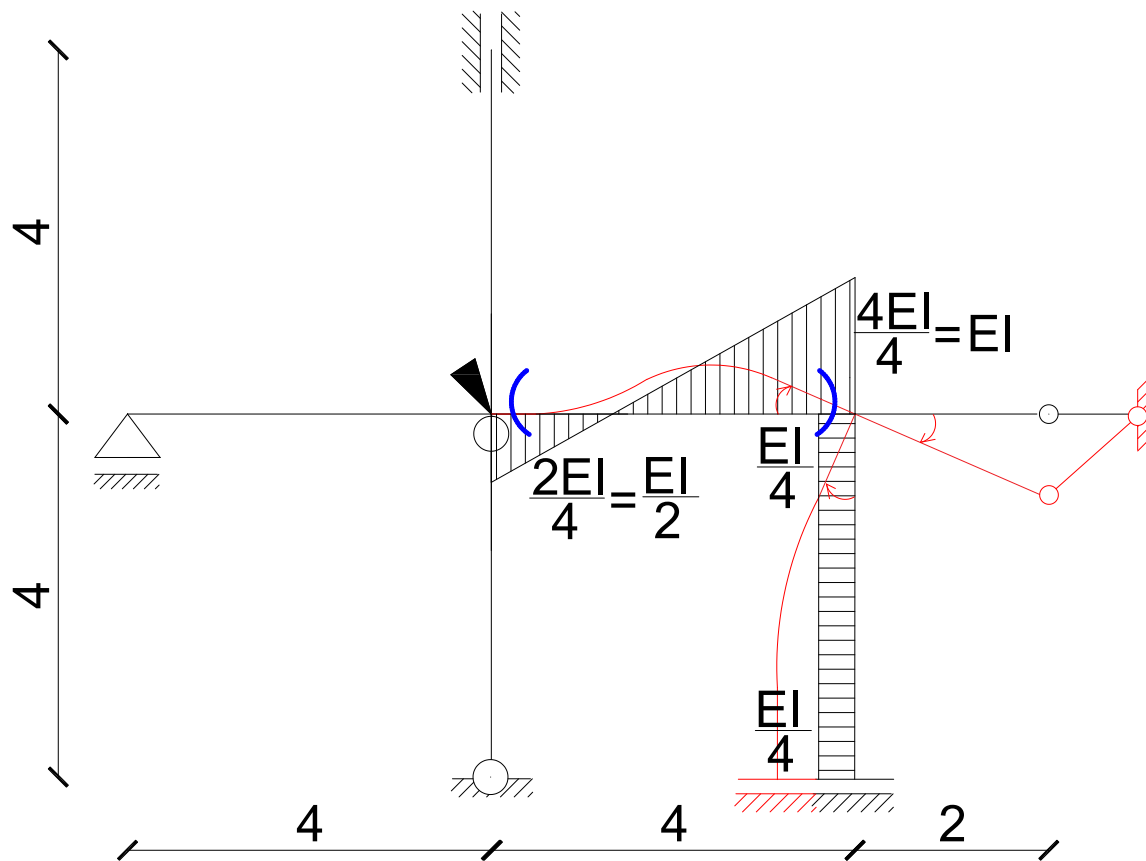


Stan $\varphi_2=1$

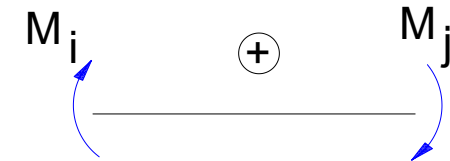


Wyznaczenie współczynników układu równań:

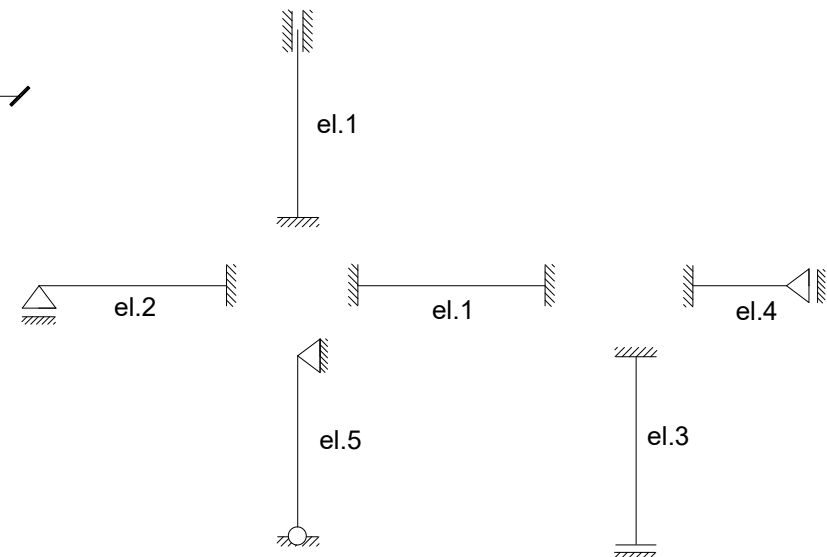


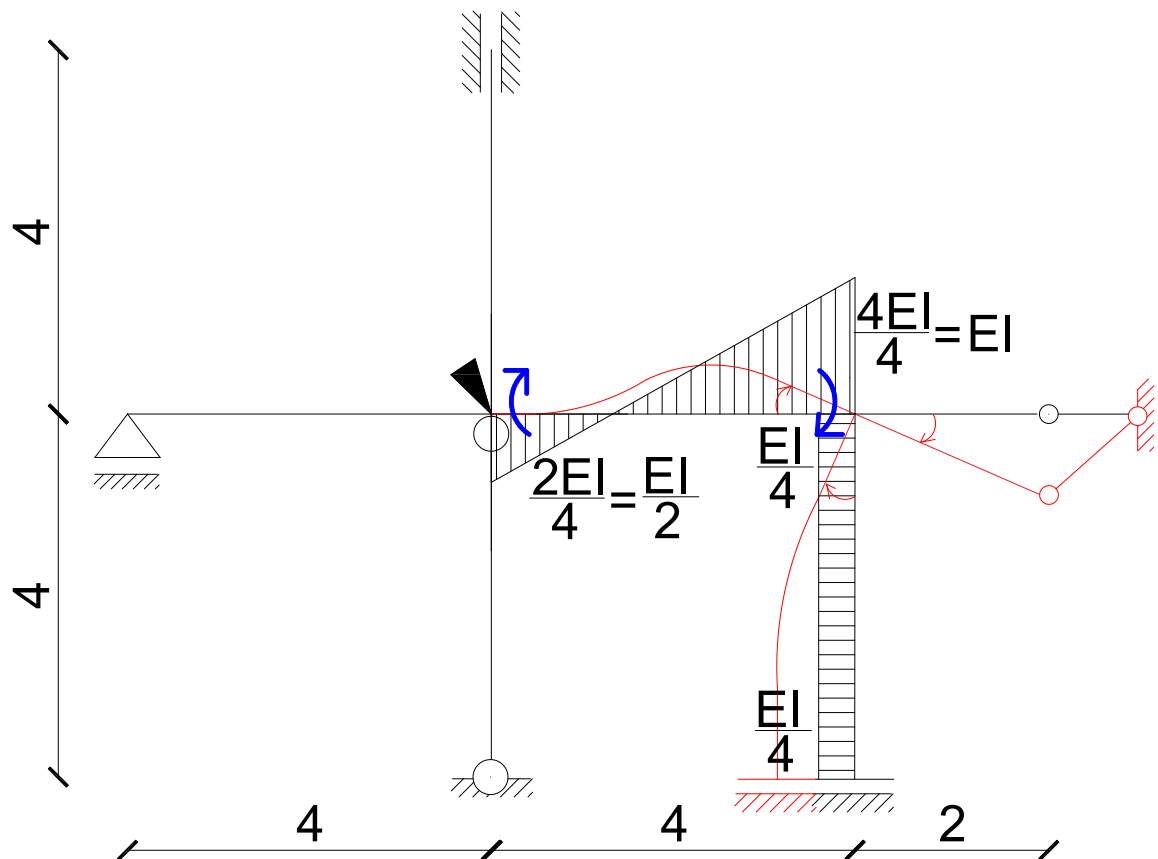


Stan $\varphi_2=1$

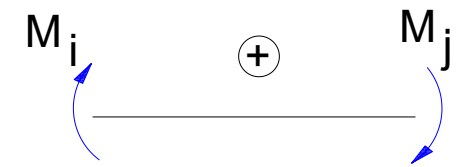


Wyznaczenie współczynników układu równań:

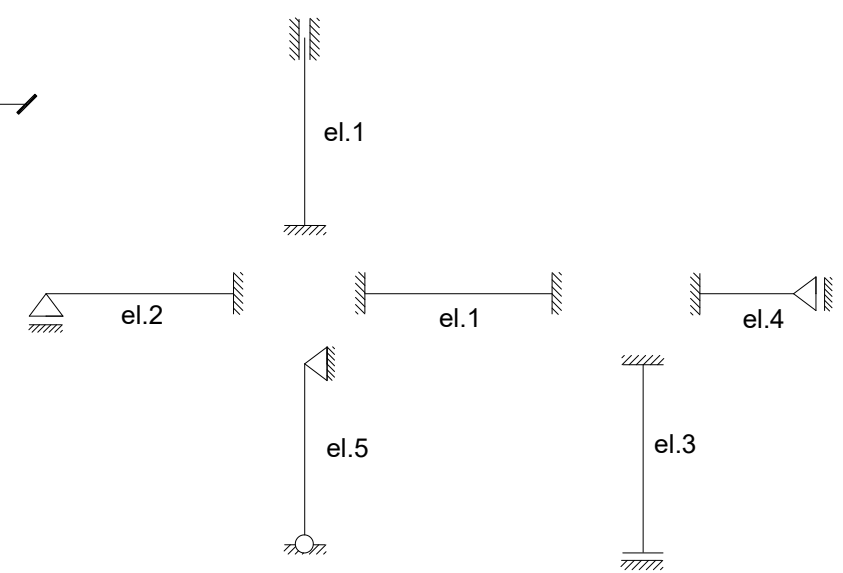


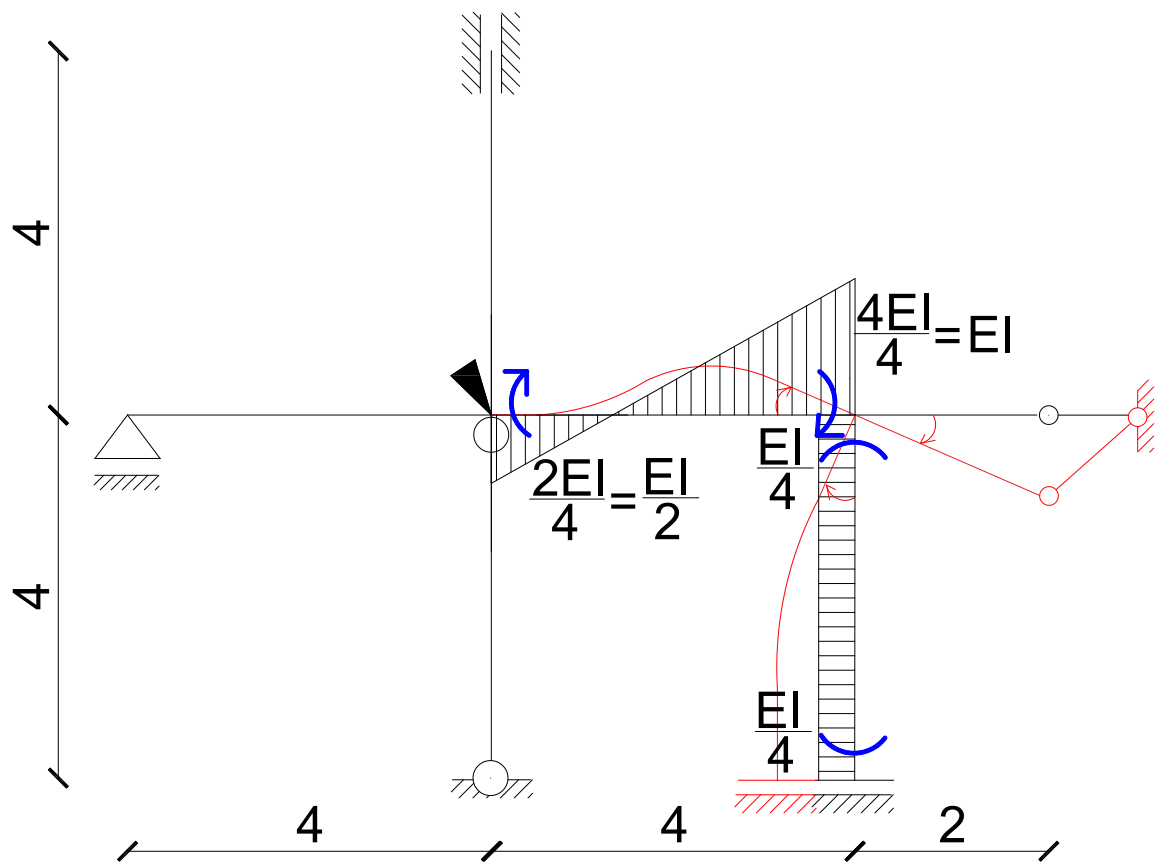


Stan $\varphi_2=1$

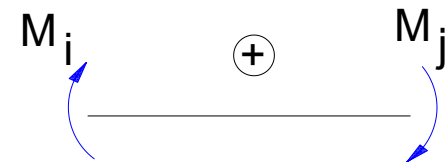


Wyznaczenie współczynników układu równań:

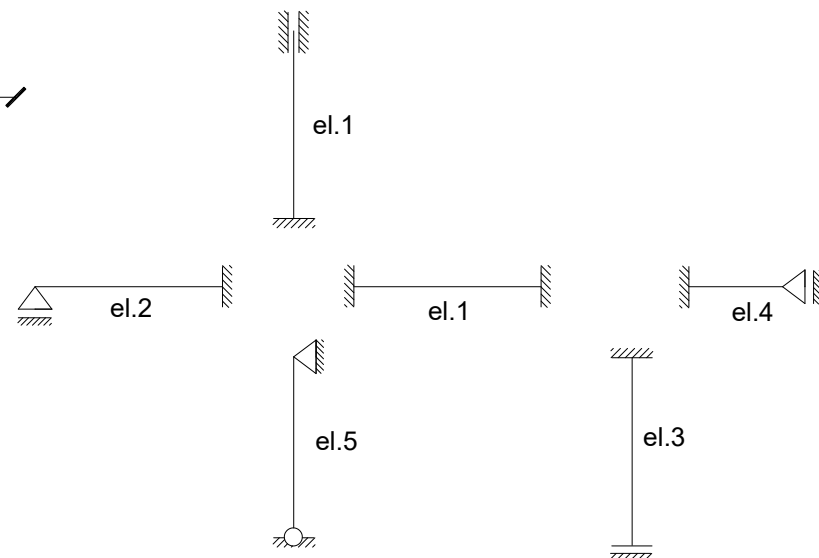


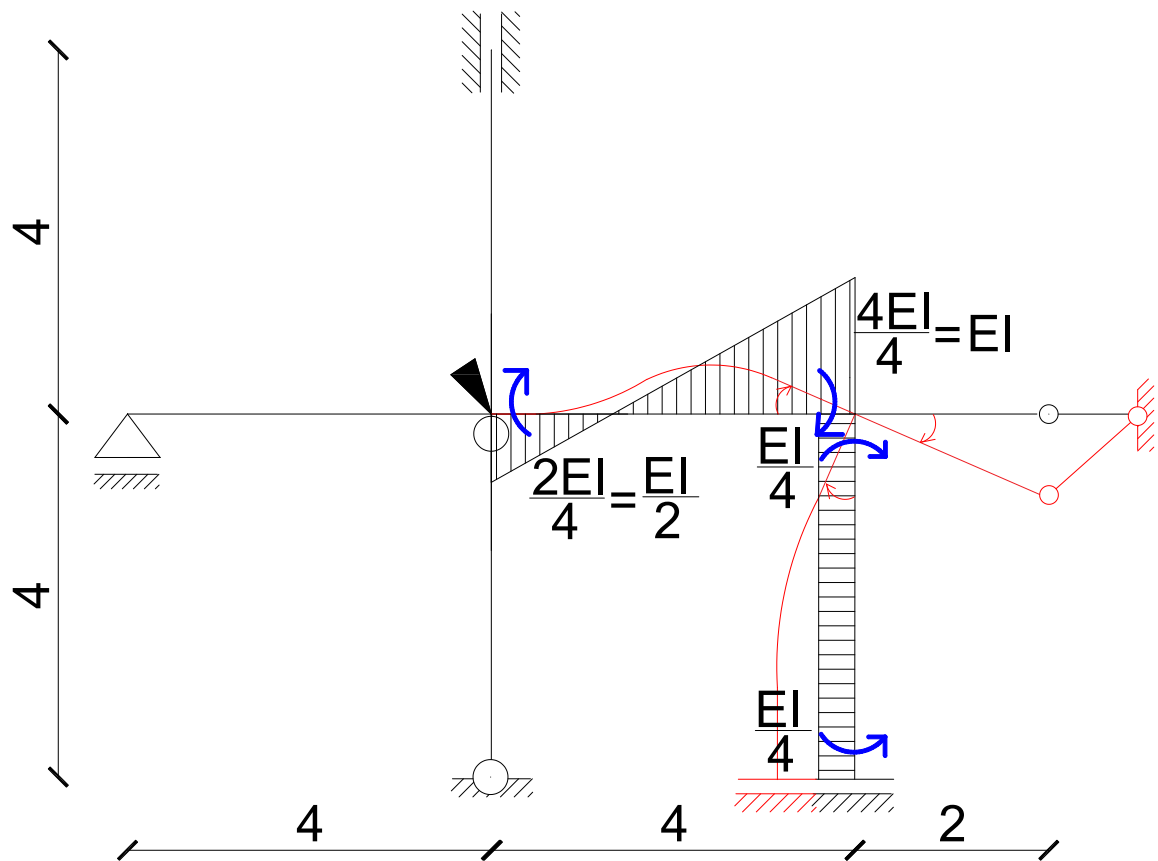


Stan $\varphi_2=1$

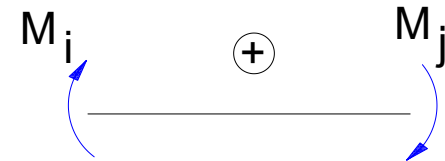


Wyznaczenie współczynników układu równań:

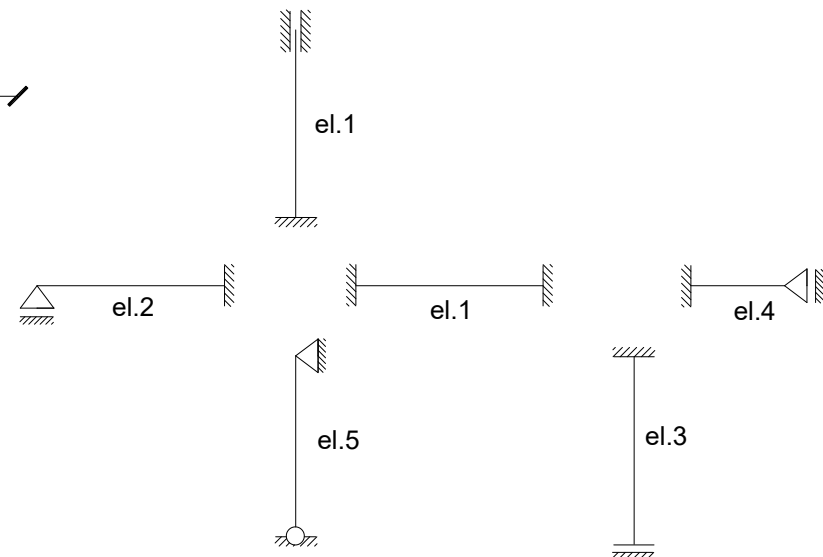




Stan $\varphi_2=1$



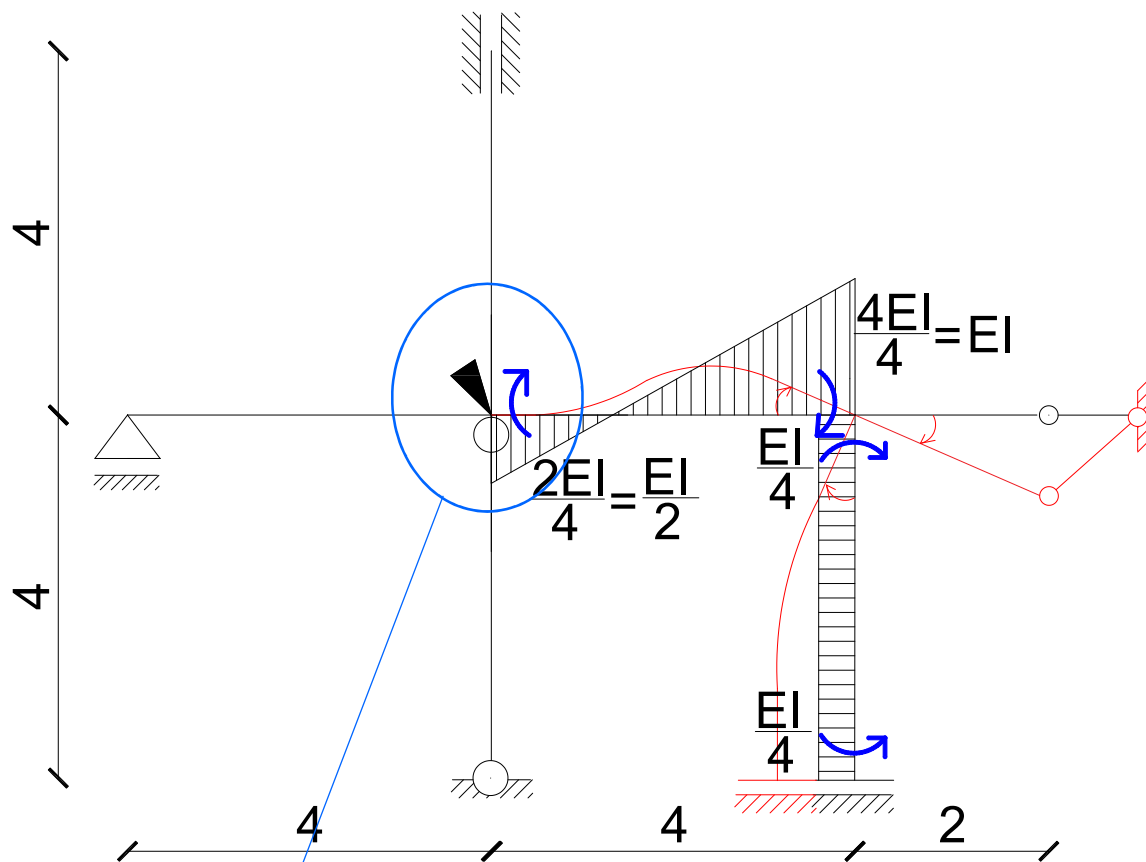
Wyznaczenie współczynników układu równań:





The diagram shows five structural elements labeled el.1 through el.5, each with a specific support or connection type:

- el.1**: A vertical element fixed at the bottom and connected to another vertical element at the top.
- el.2**: A horizontal element fixed at the right end and connected to a roller support at the left end.
- el.3**: A vertical element fixed at the bottom and connected to a roller support at the top.
- el.4**: A horizontal element fixed at the left end and connected to a roller support at the right end.
- el.5**: A vertical element fixed at the bottom and connected to a roller support at the top.

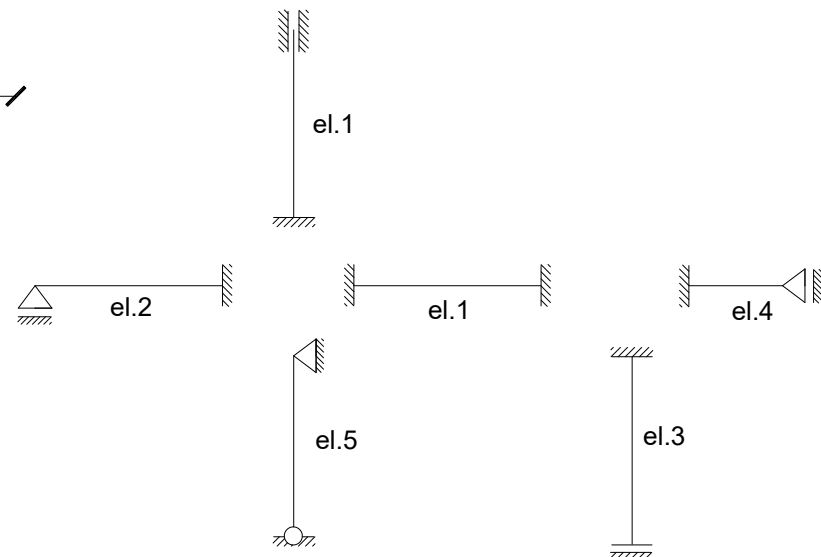


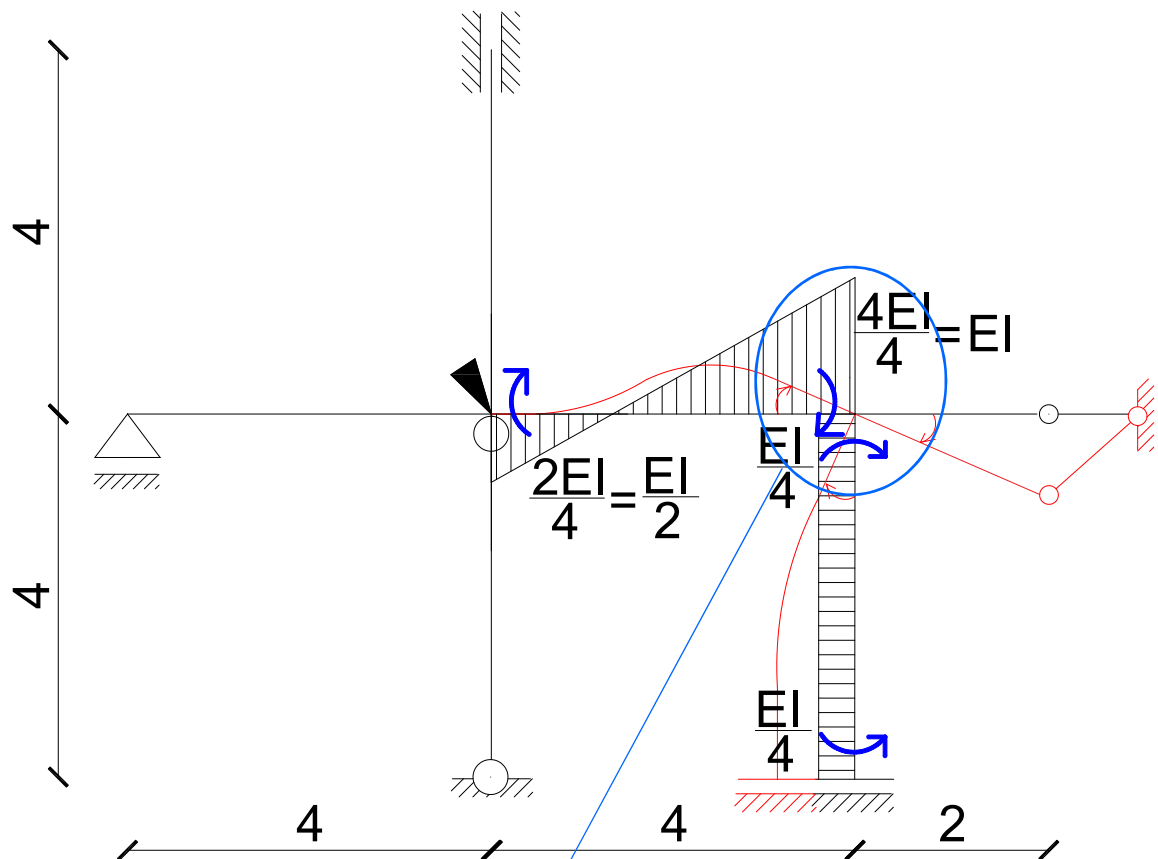
Stan $\varphi_2=1$



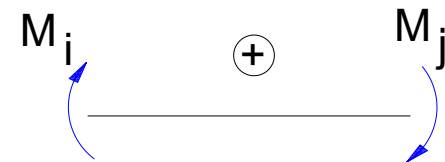
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{12} = \frac{EI}{2} = k_{21}$$



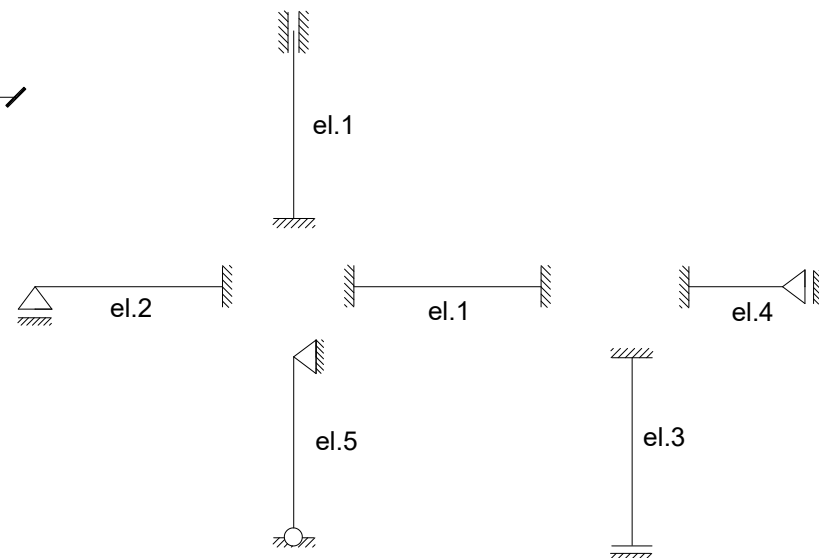


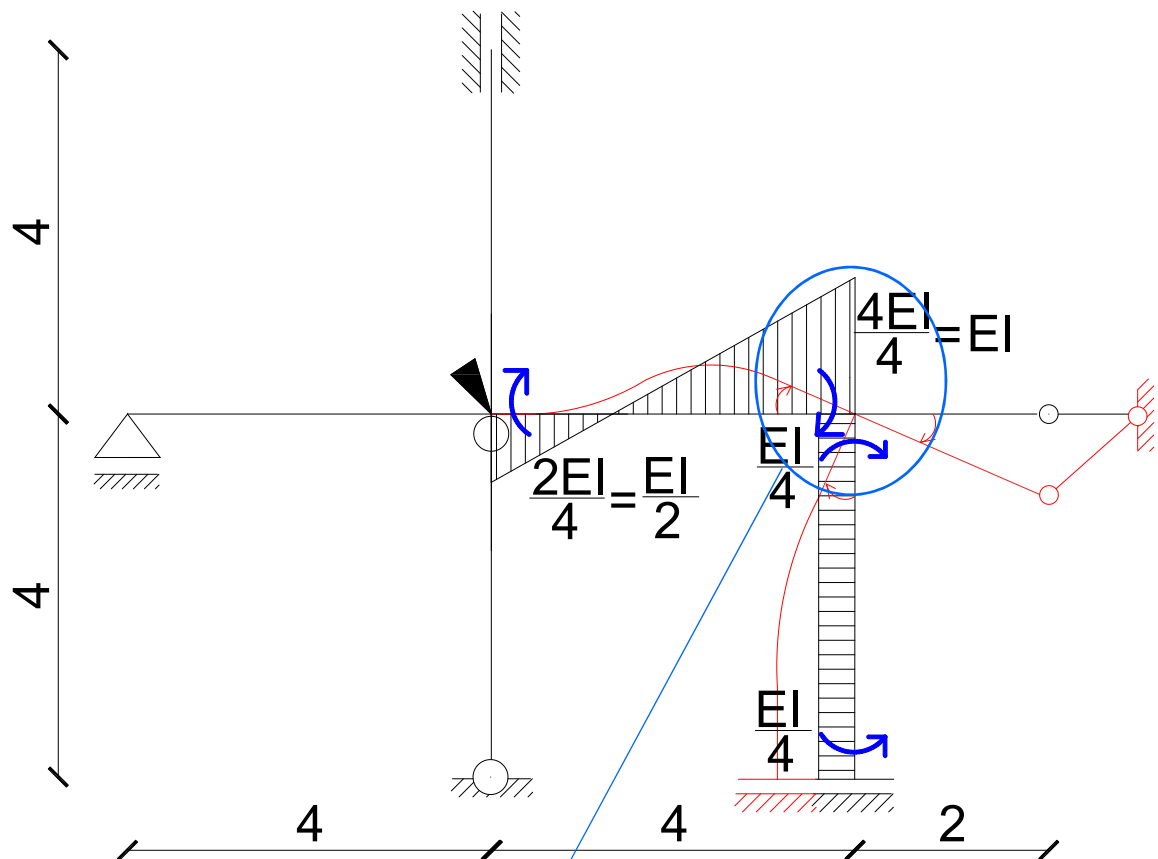
Stan $\varphi_2=1$



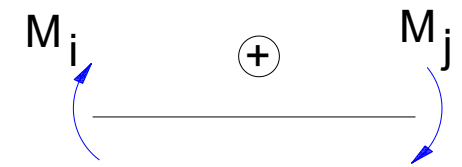
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{12} = \frac{EI}{2} = k_{21}$$





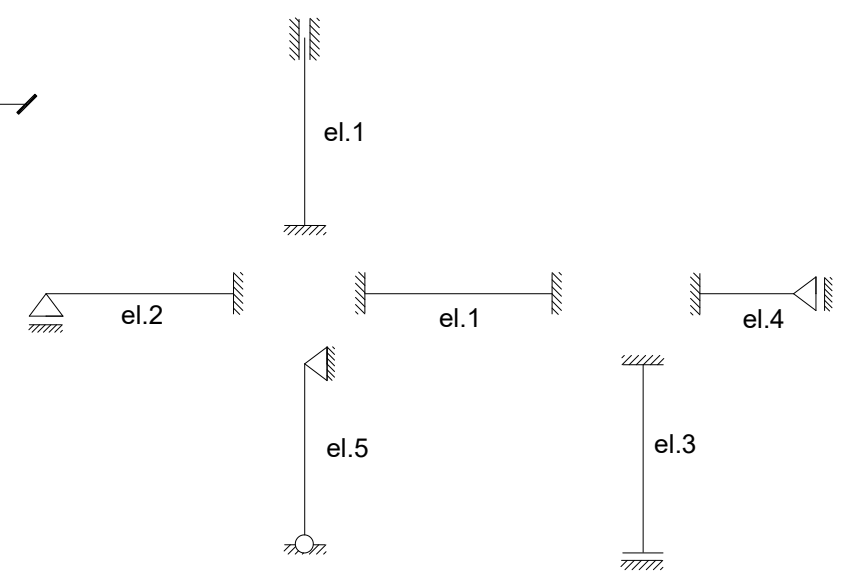
Stan $\varphi_2=1$

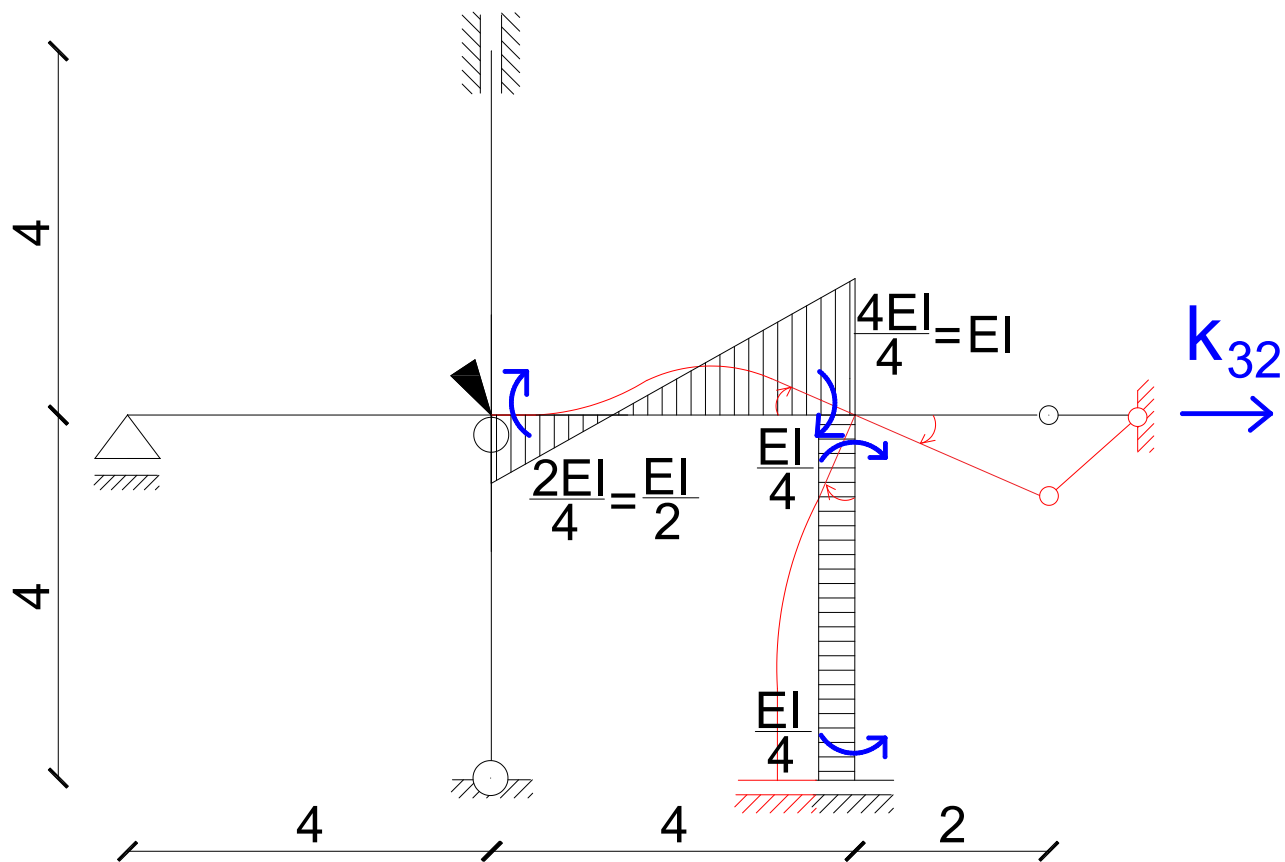


Wyznaczenie współczynników układu równań:

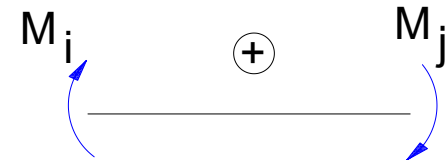
$$k_{12} = \frac{EI}{2} = k_{21}$$

$$k_{22} = EI + \frac{EI}{4} = \frac{5EI}{4}$$





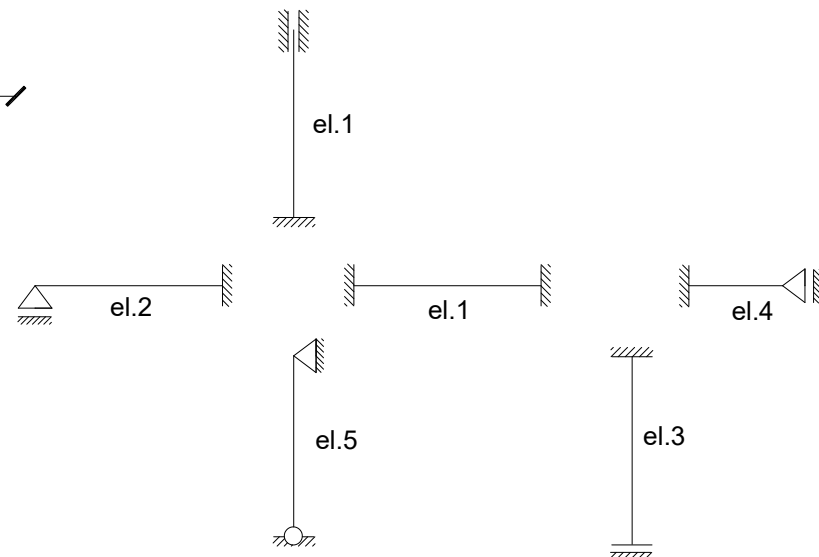
Stan $\varphi_2=1$

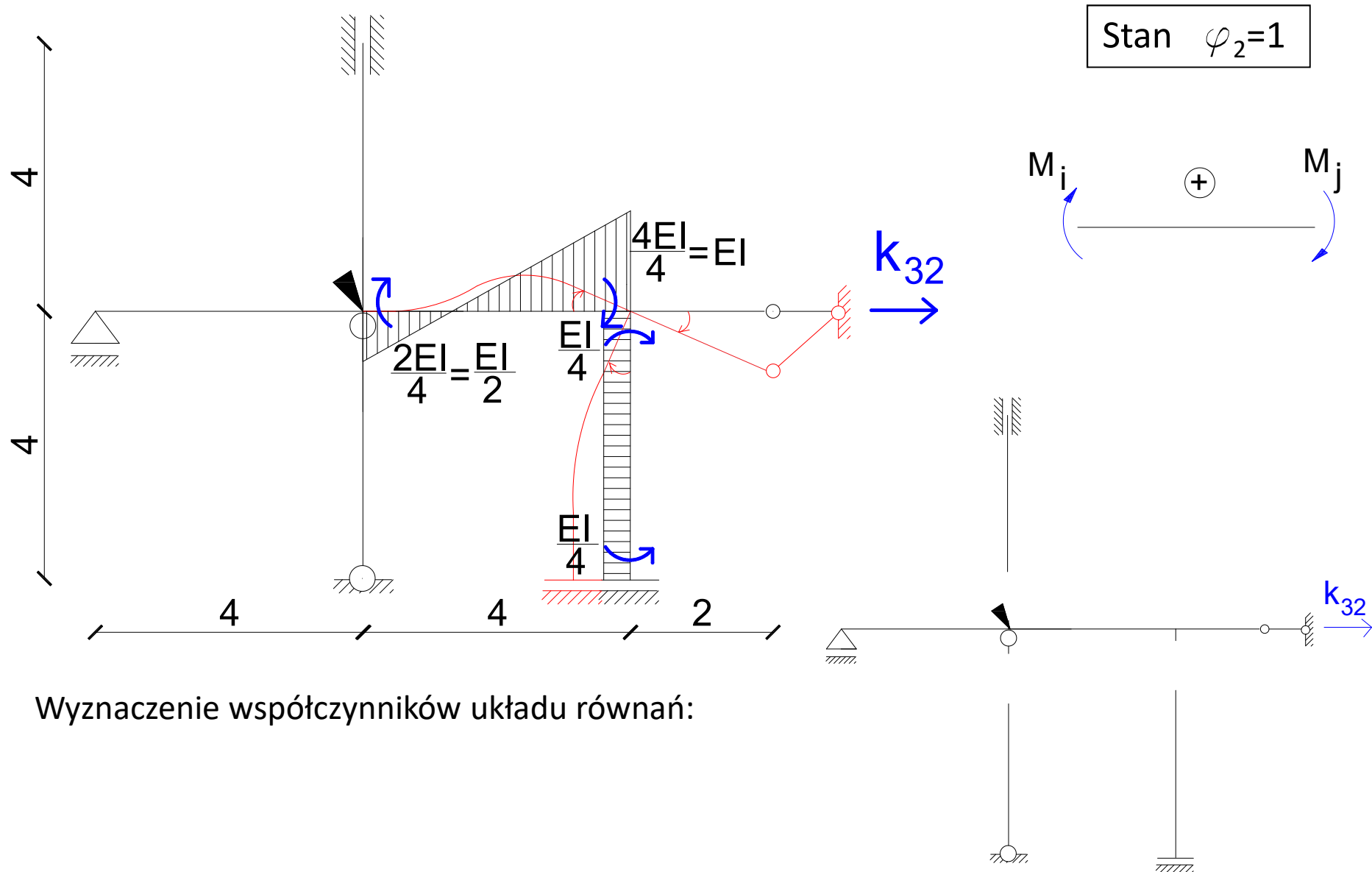


Wyznaczenie współczynników układu równań:

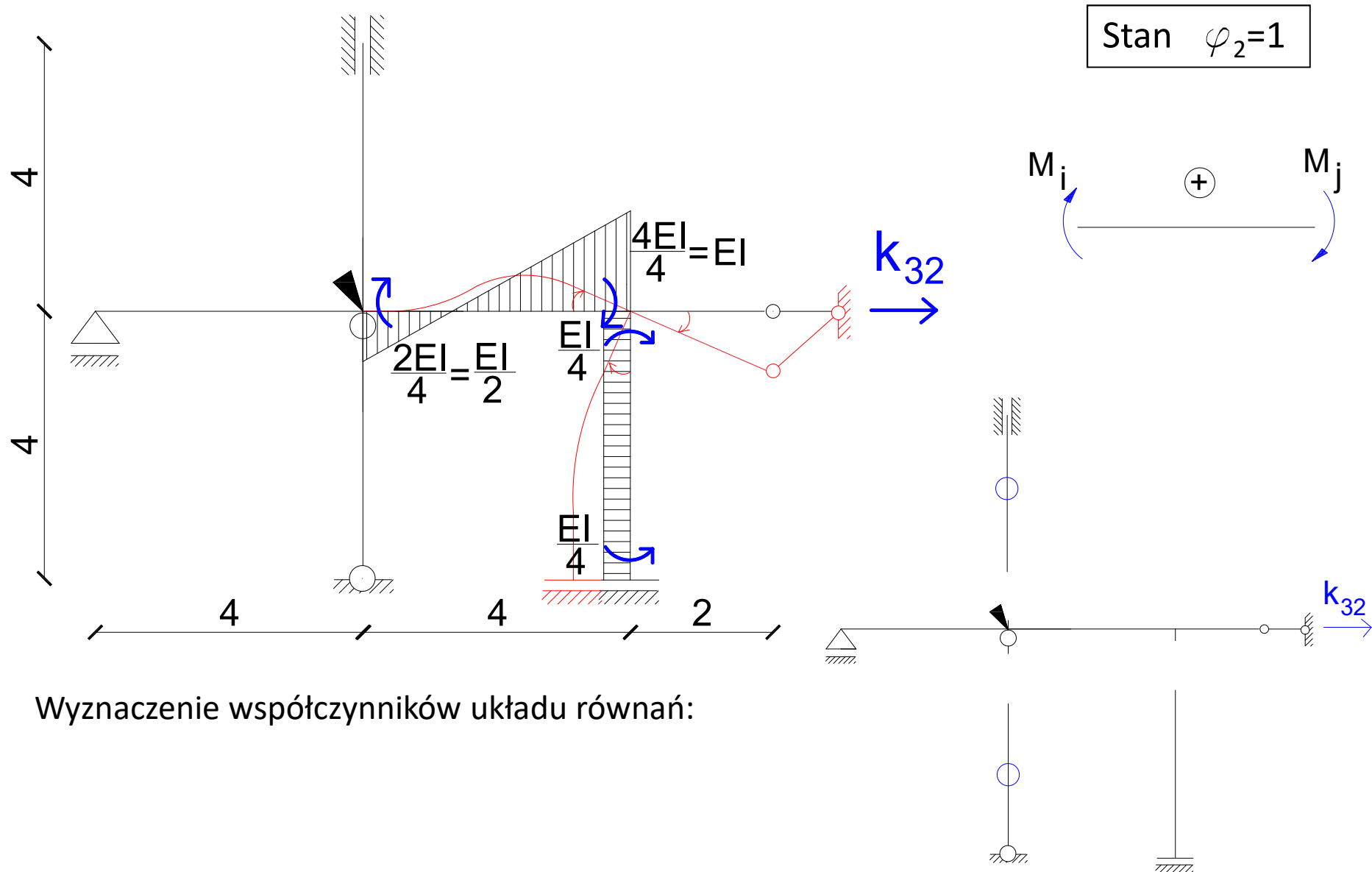
$$k_{12} = \frac{EI}{2} = k_{21}$$

$$k_{22} = EI + \frac{EI}{4} = \frac{5EI}{4}$$

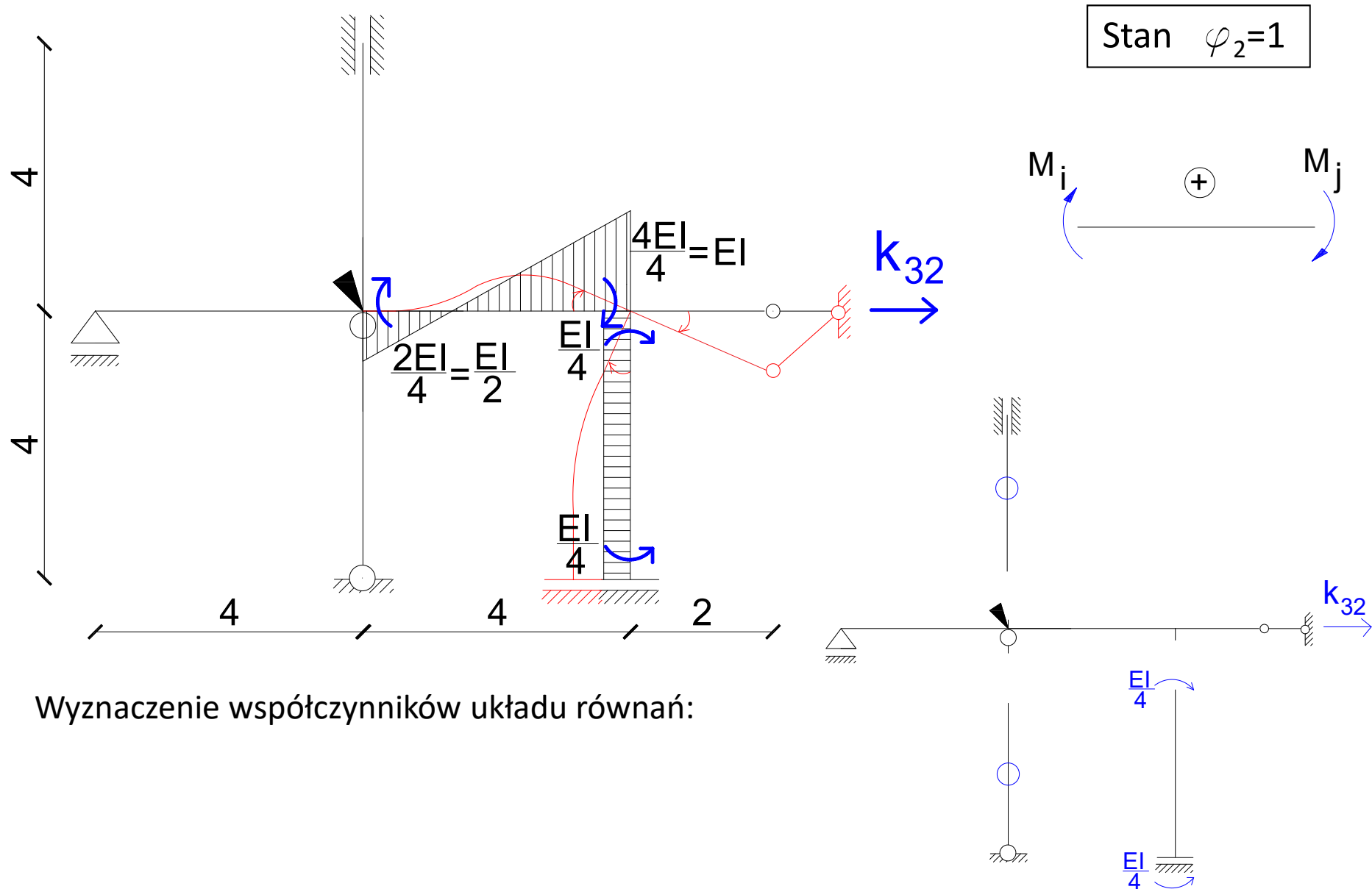




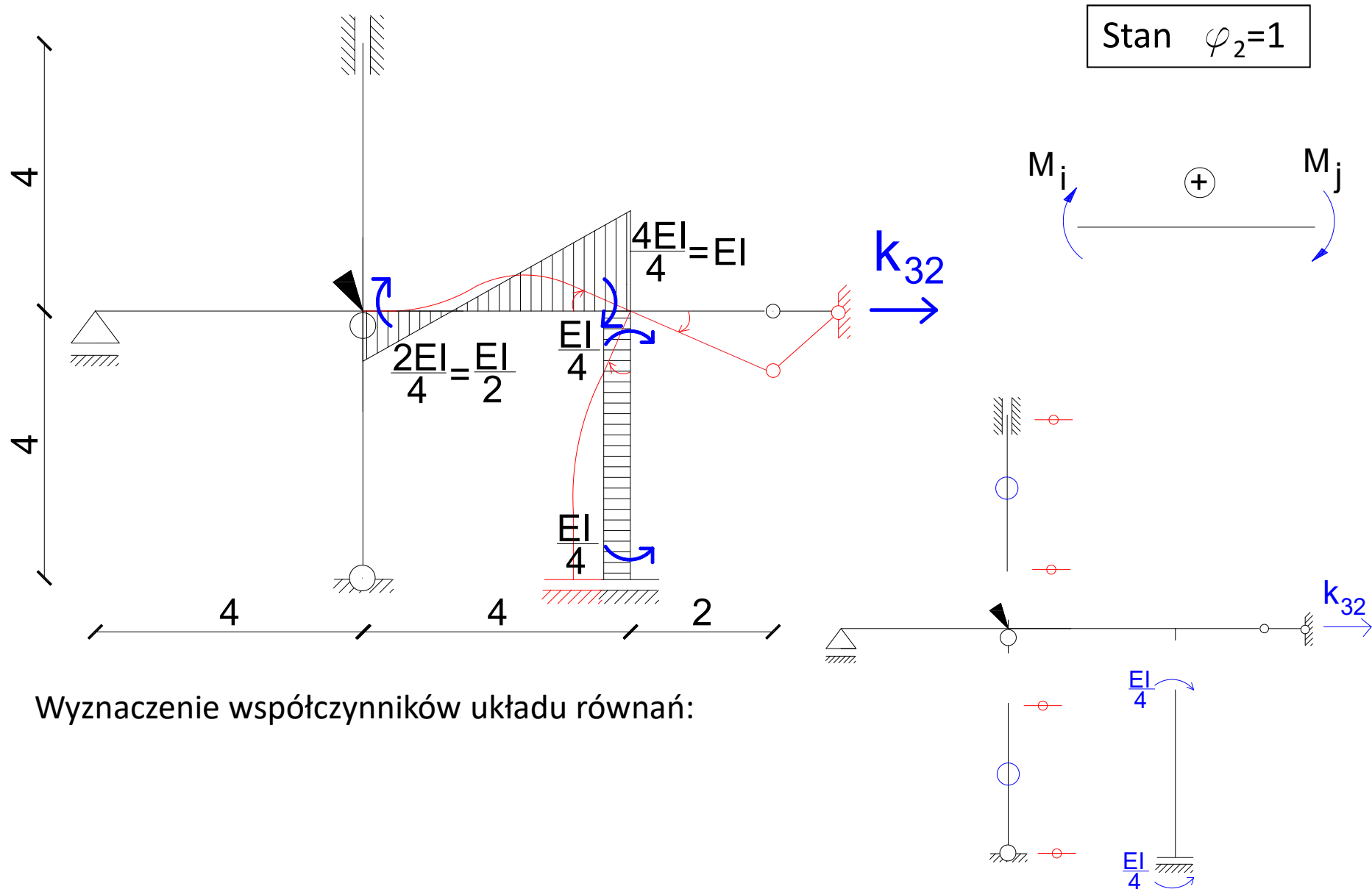
Wyznaczenie współczynników układu równań:



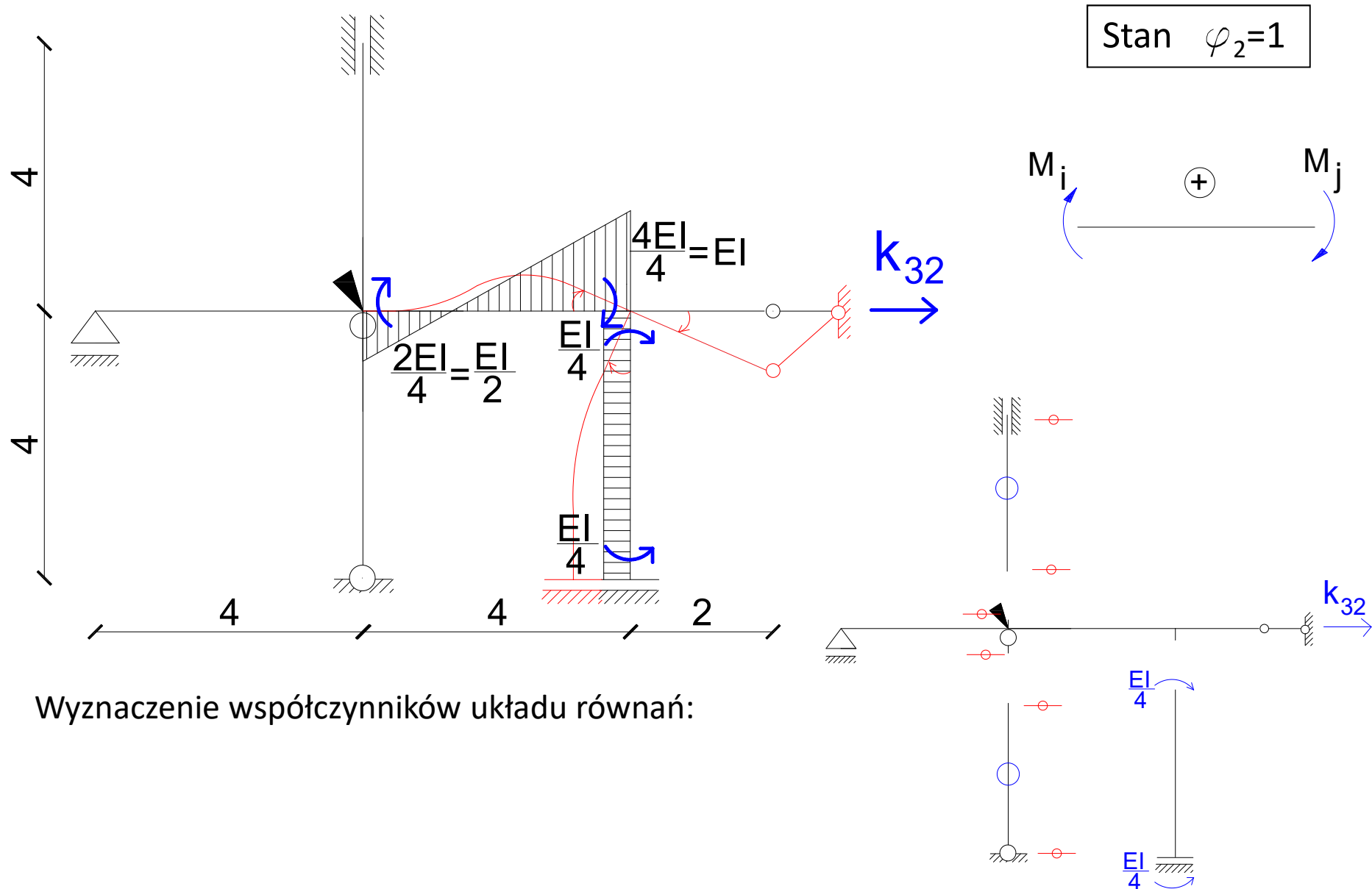
Wyznaczenie współczynników układu równań:



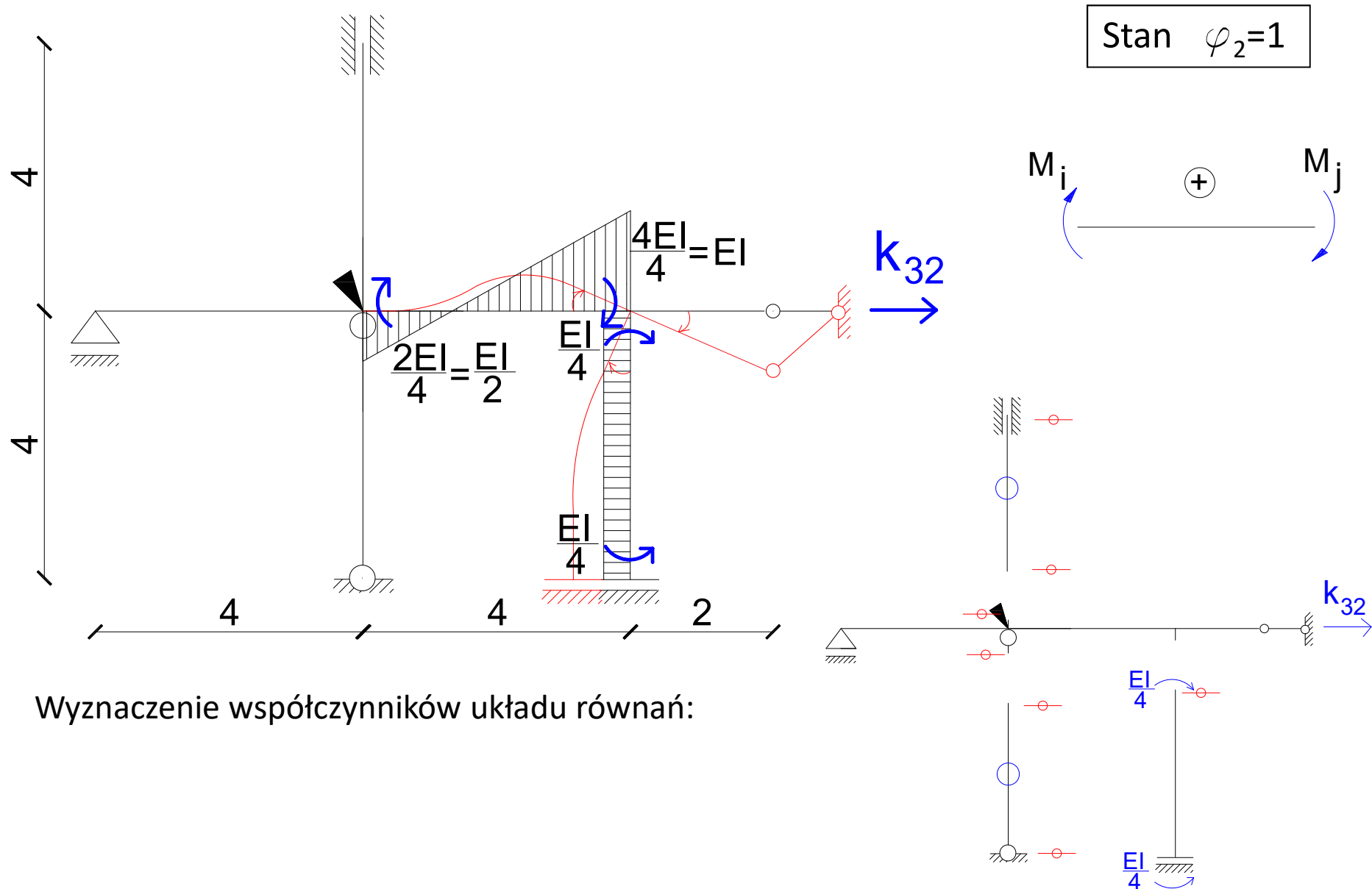
Wyznaczenie współczynników układu równań:



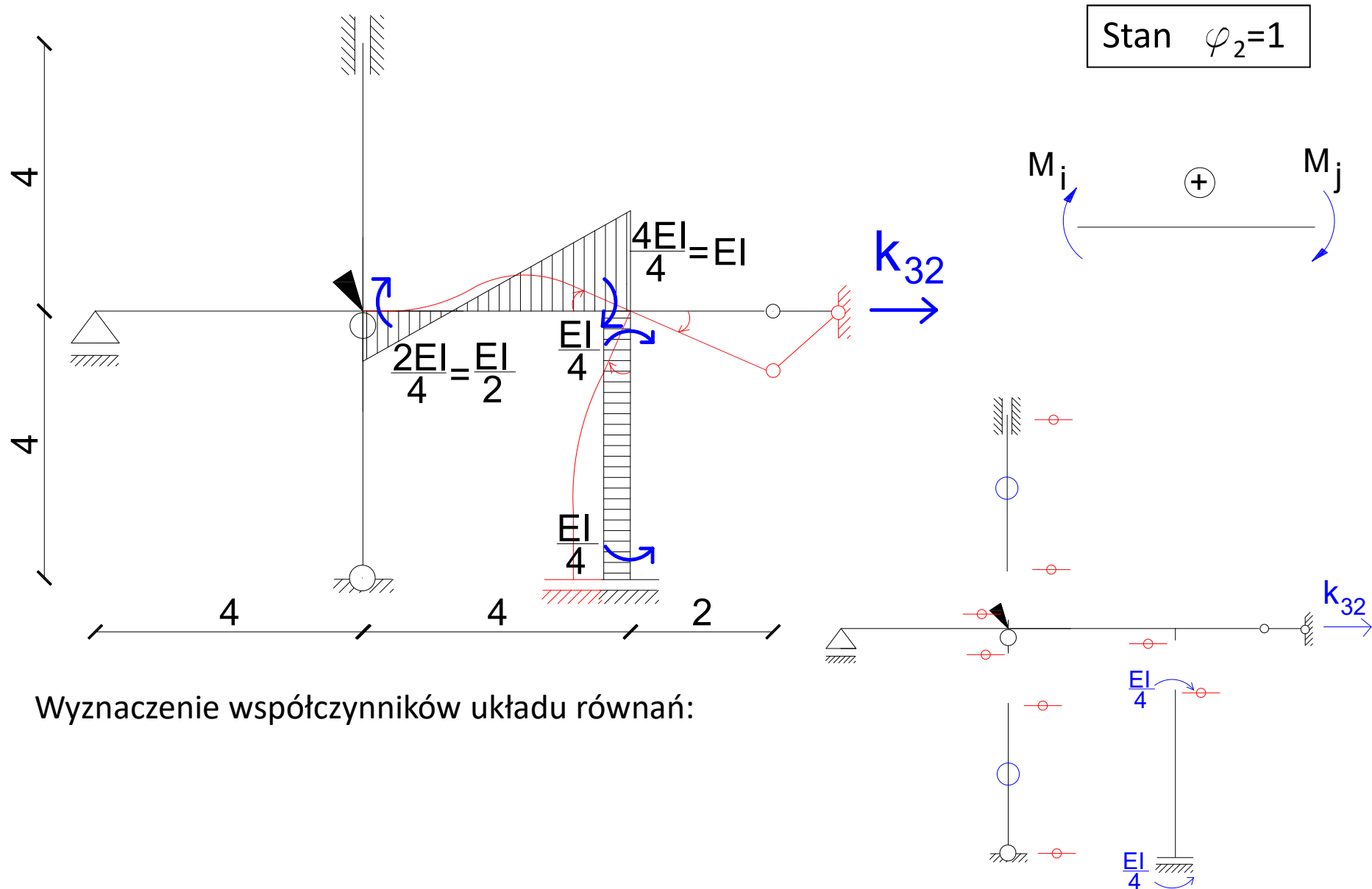
Wyznaczenie współczynników układu równań:



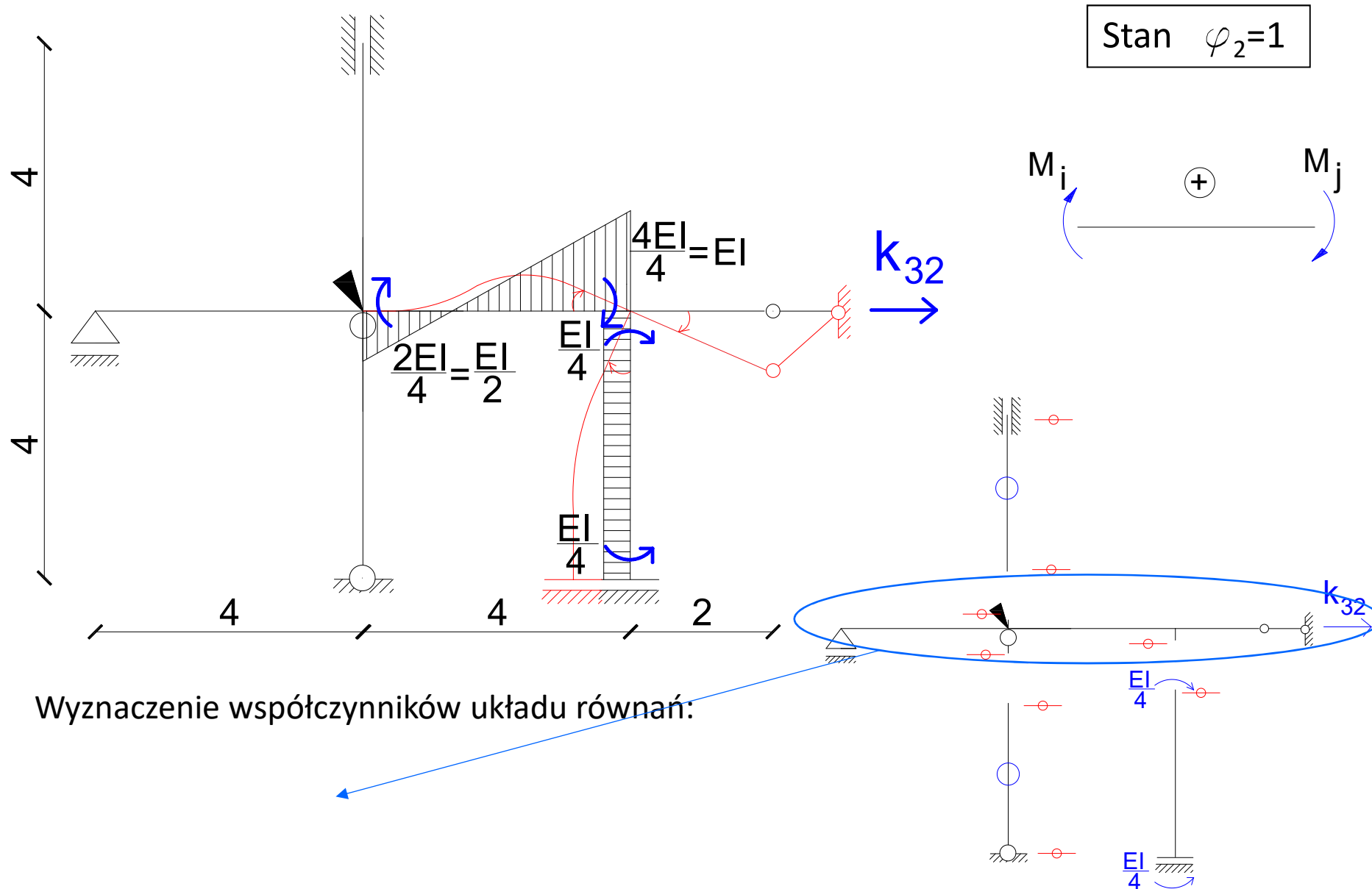
Wyznaczenie współczynników układu równań:



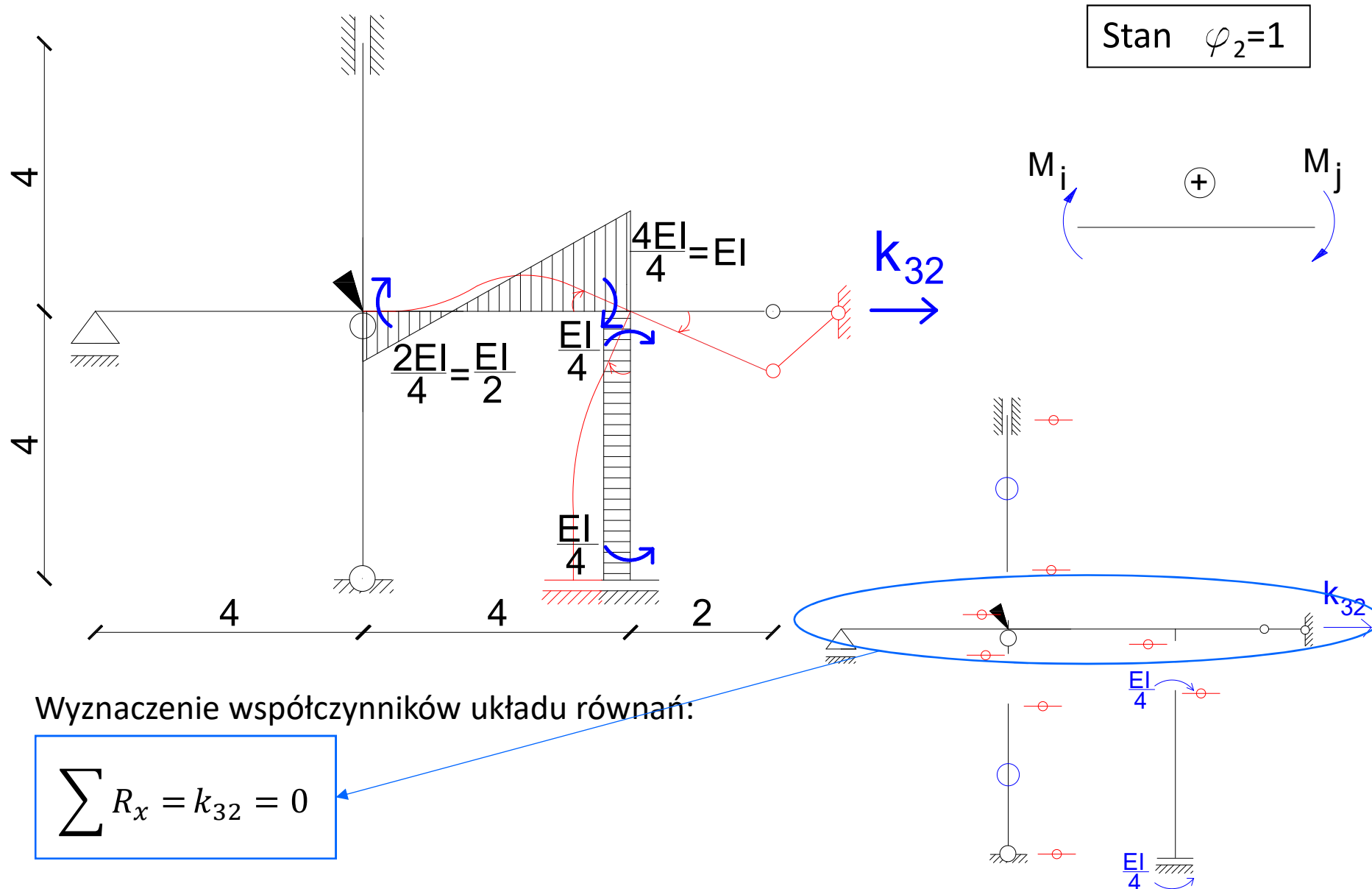
Wyznaczenie współczynników układu równań:

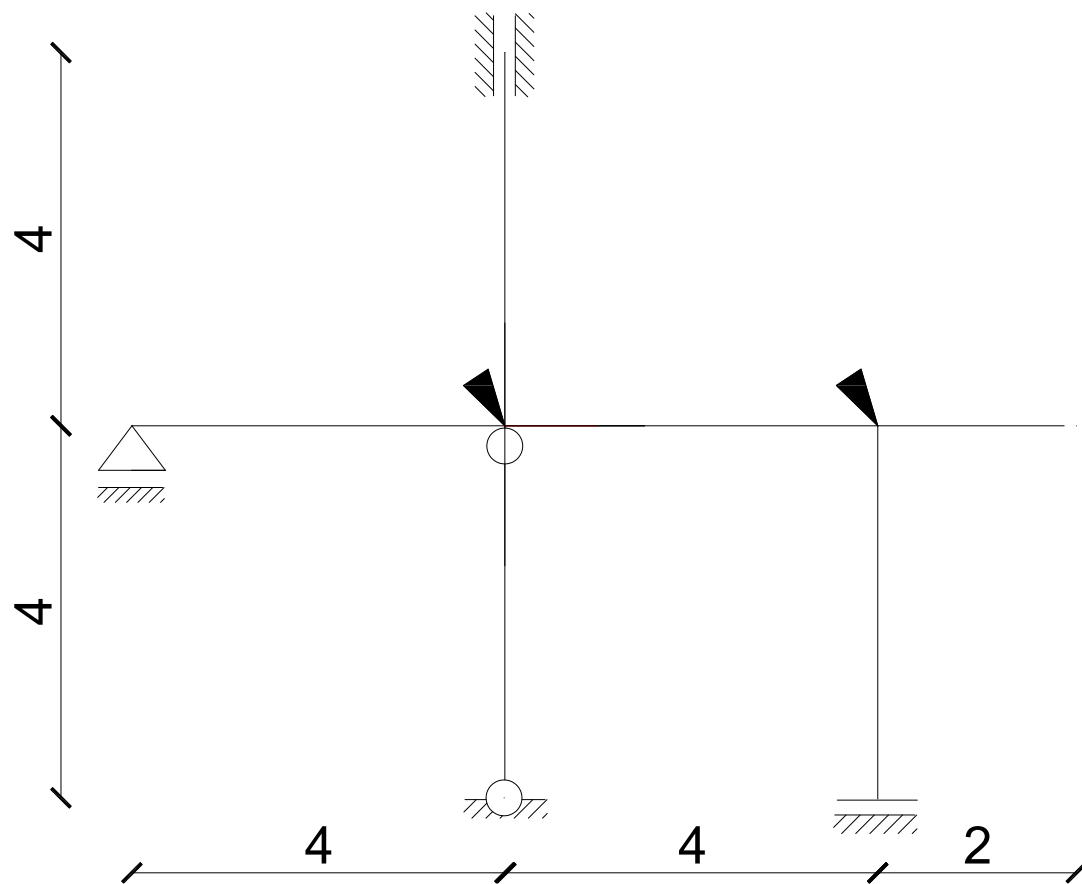


Wyznaczenie współczynników układu równań:

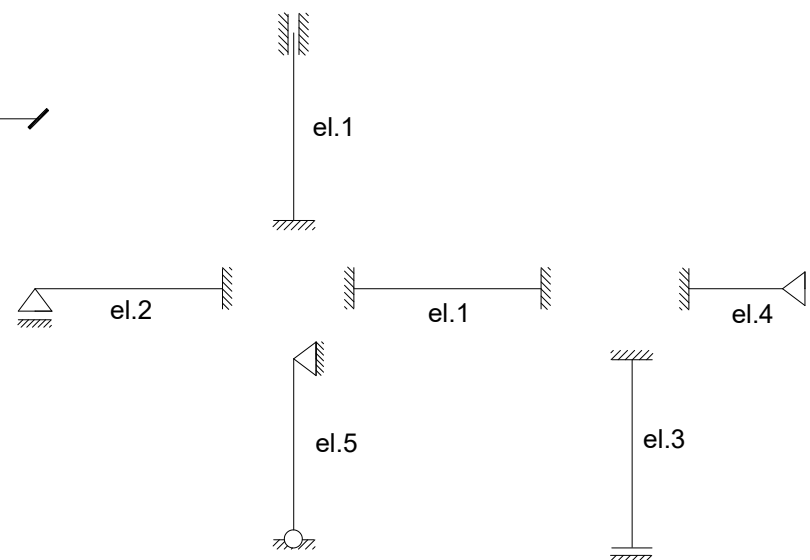
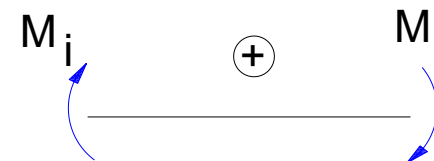


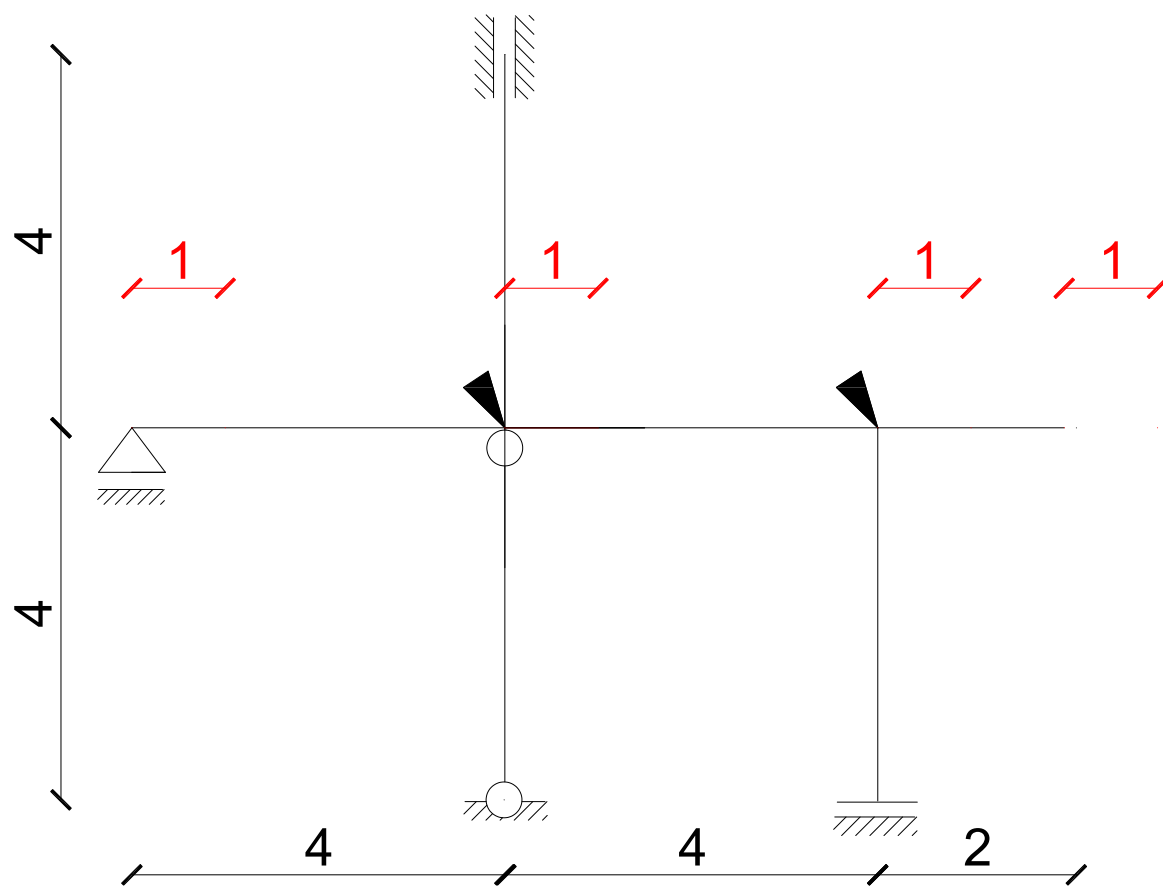
Wyznaczenie współczynników układu równań:



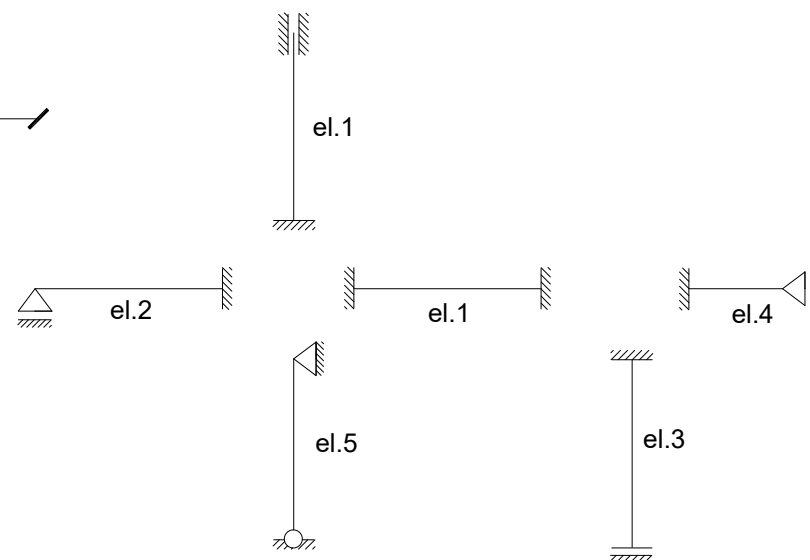


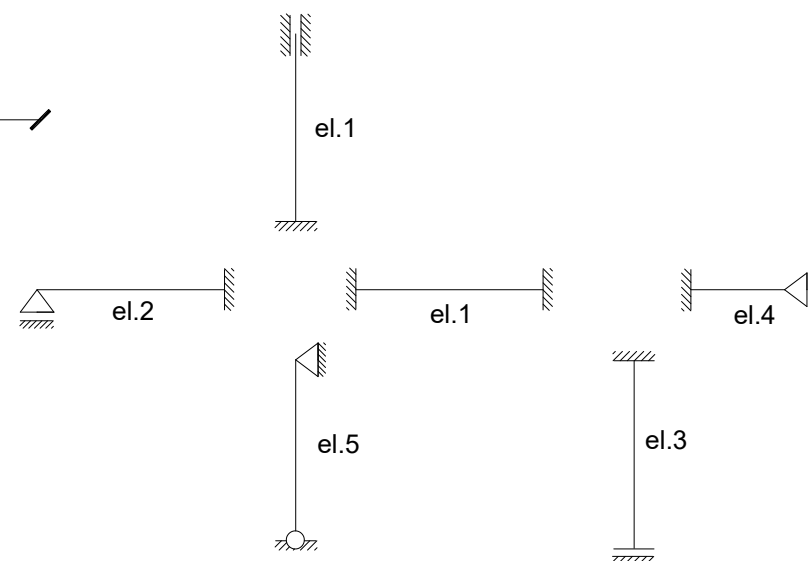
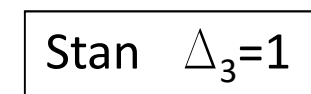
Stan $\Delta_3=1$

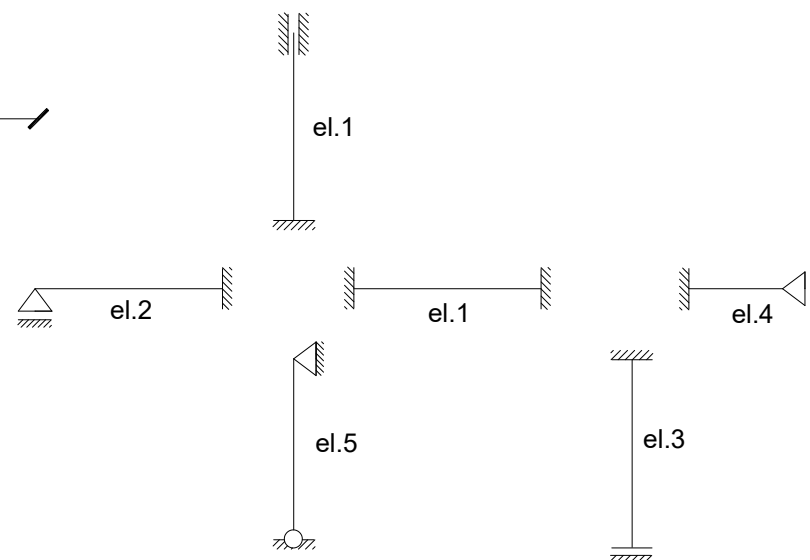
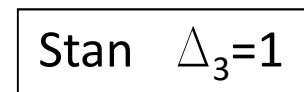


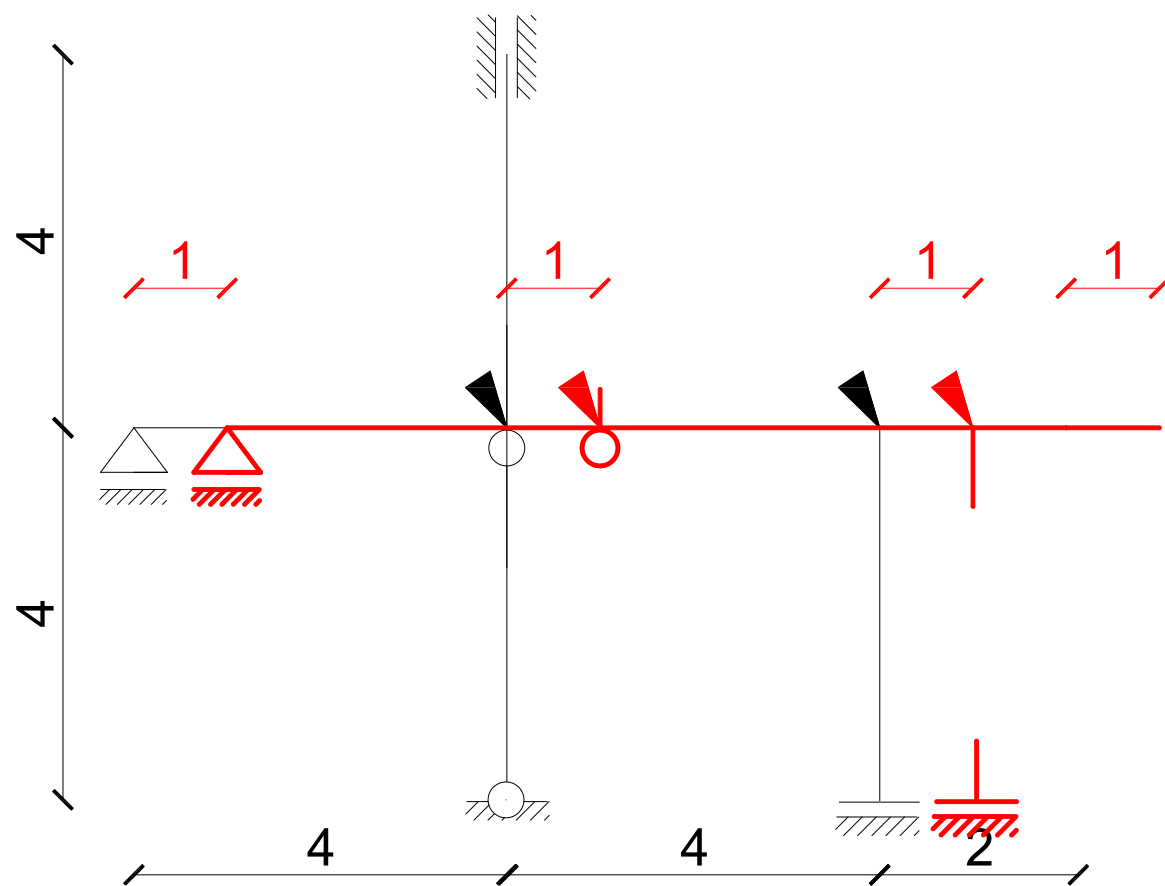


Stan $\Delta_3=1$

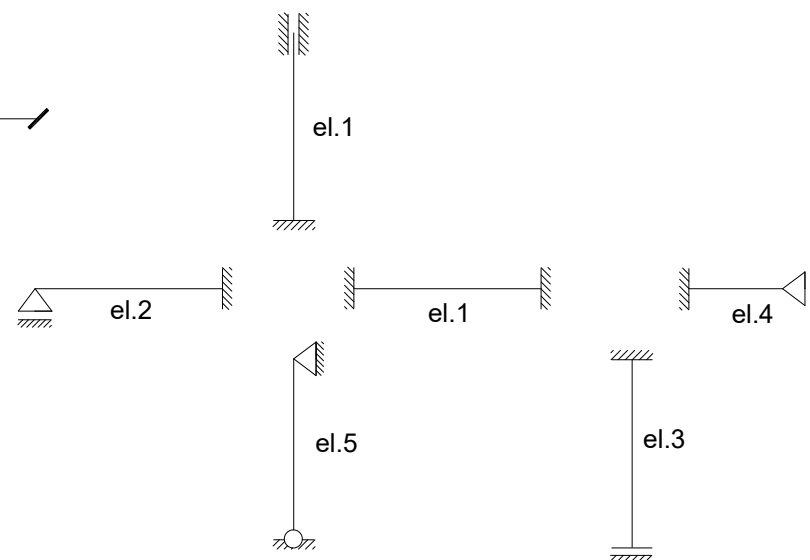
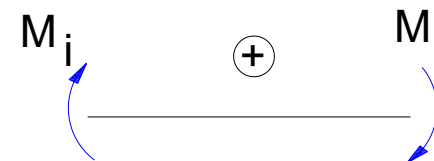


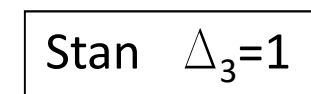


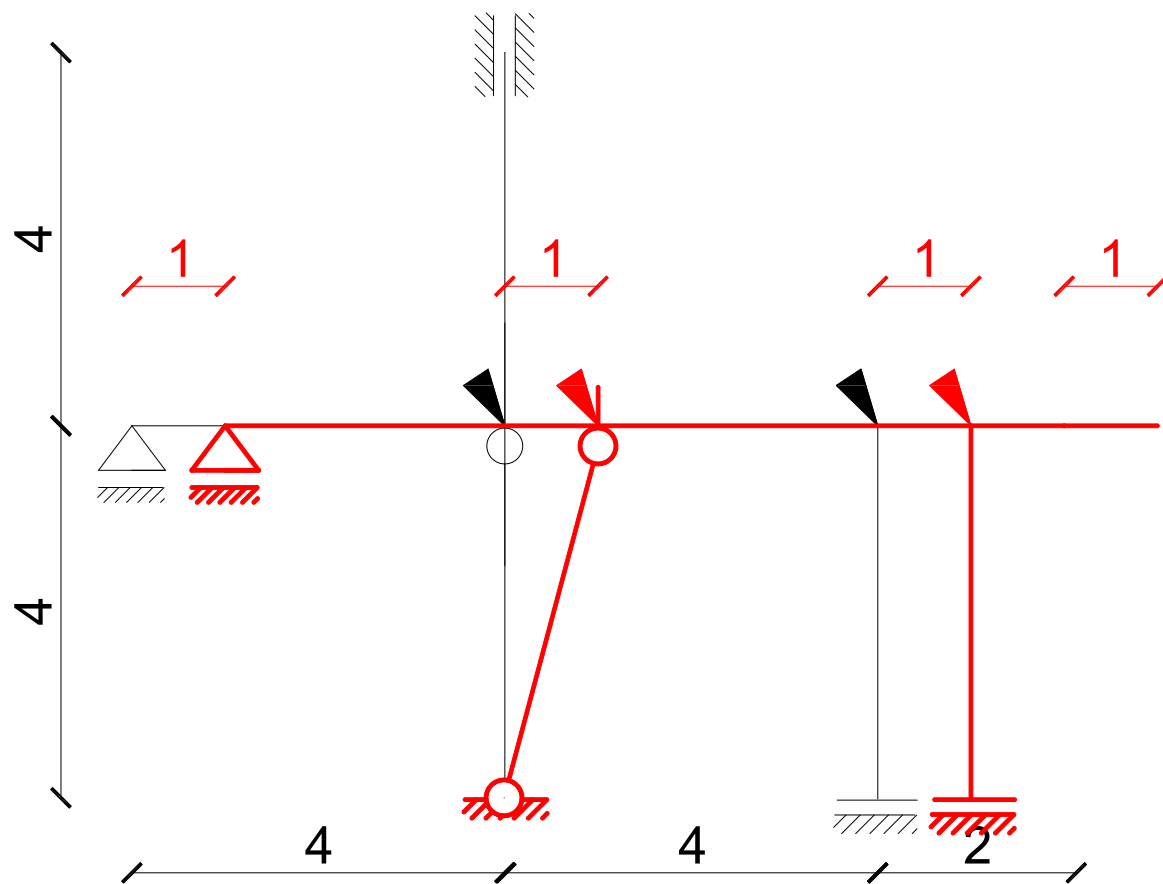




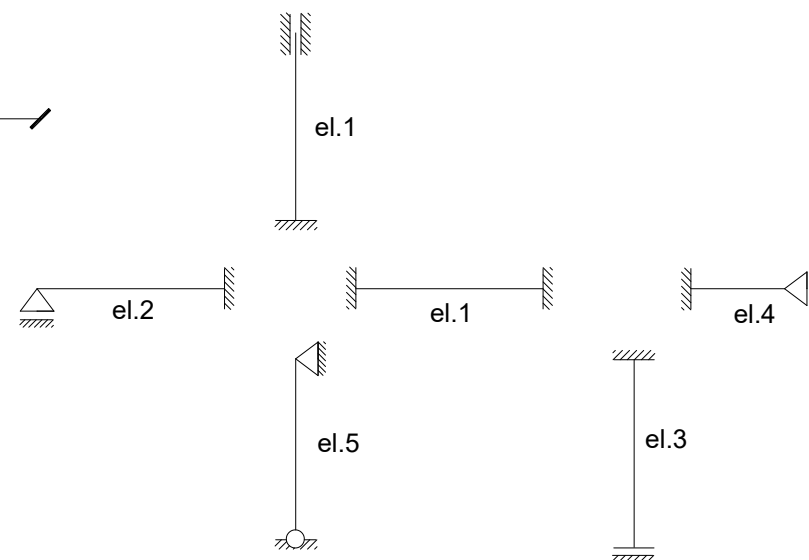
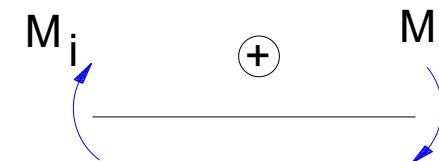
Stan $\Delta_3=1$

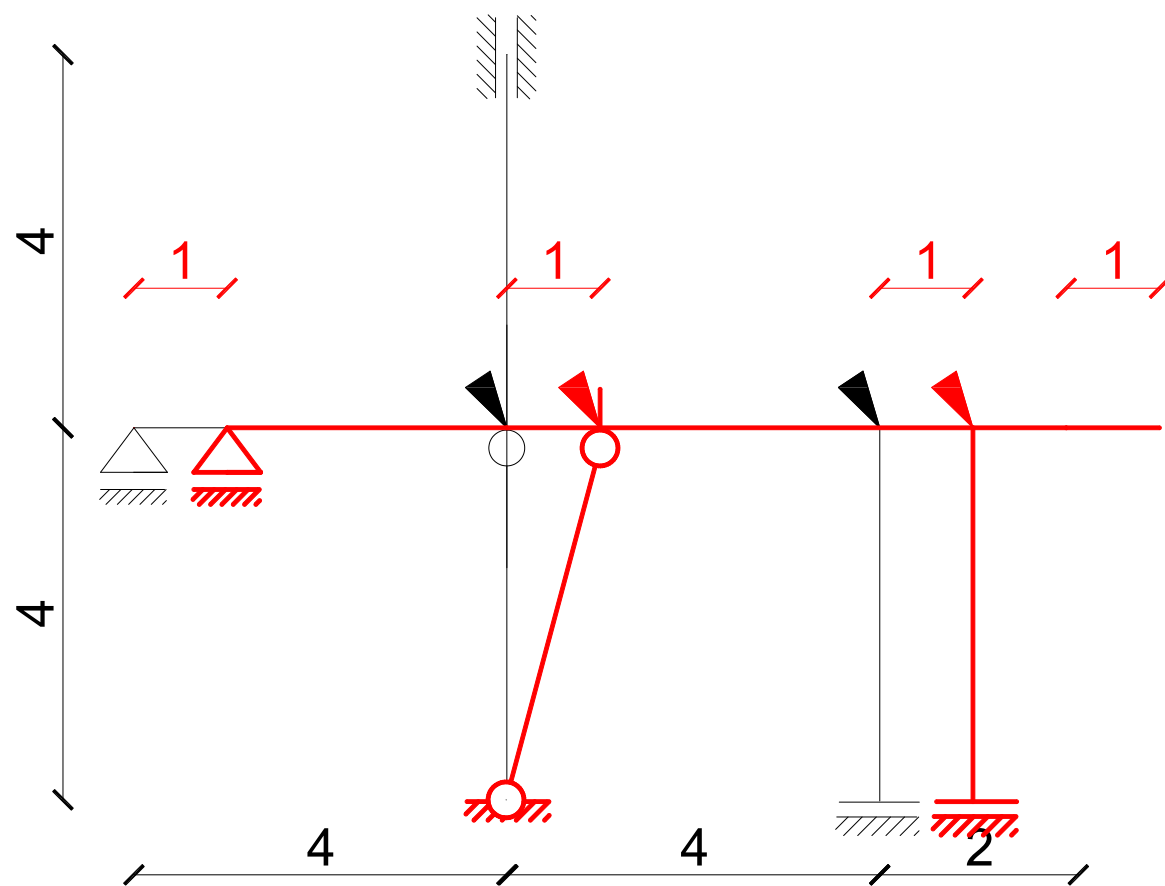




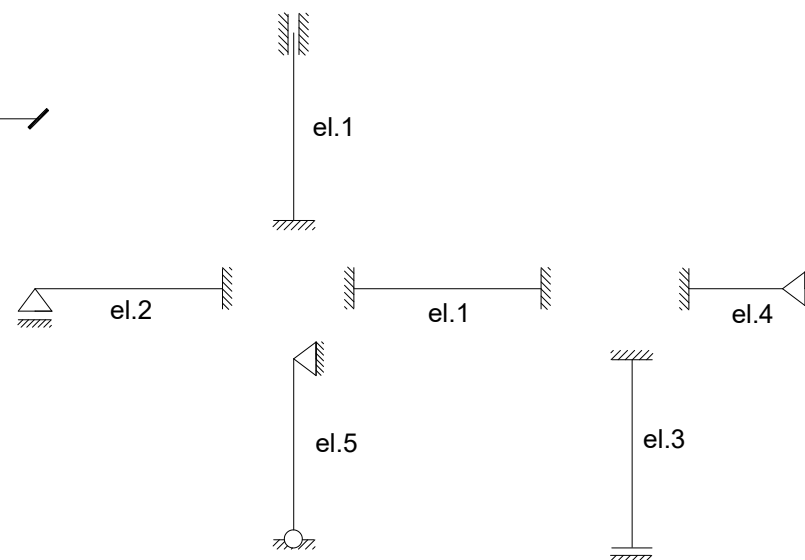
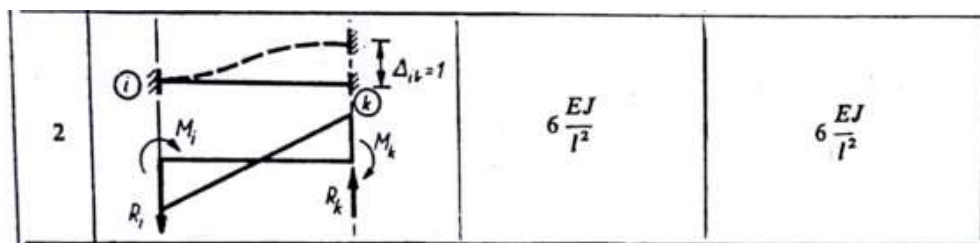
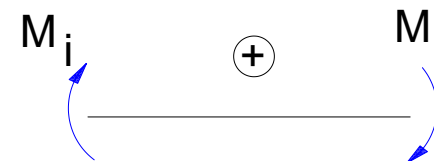


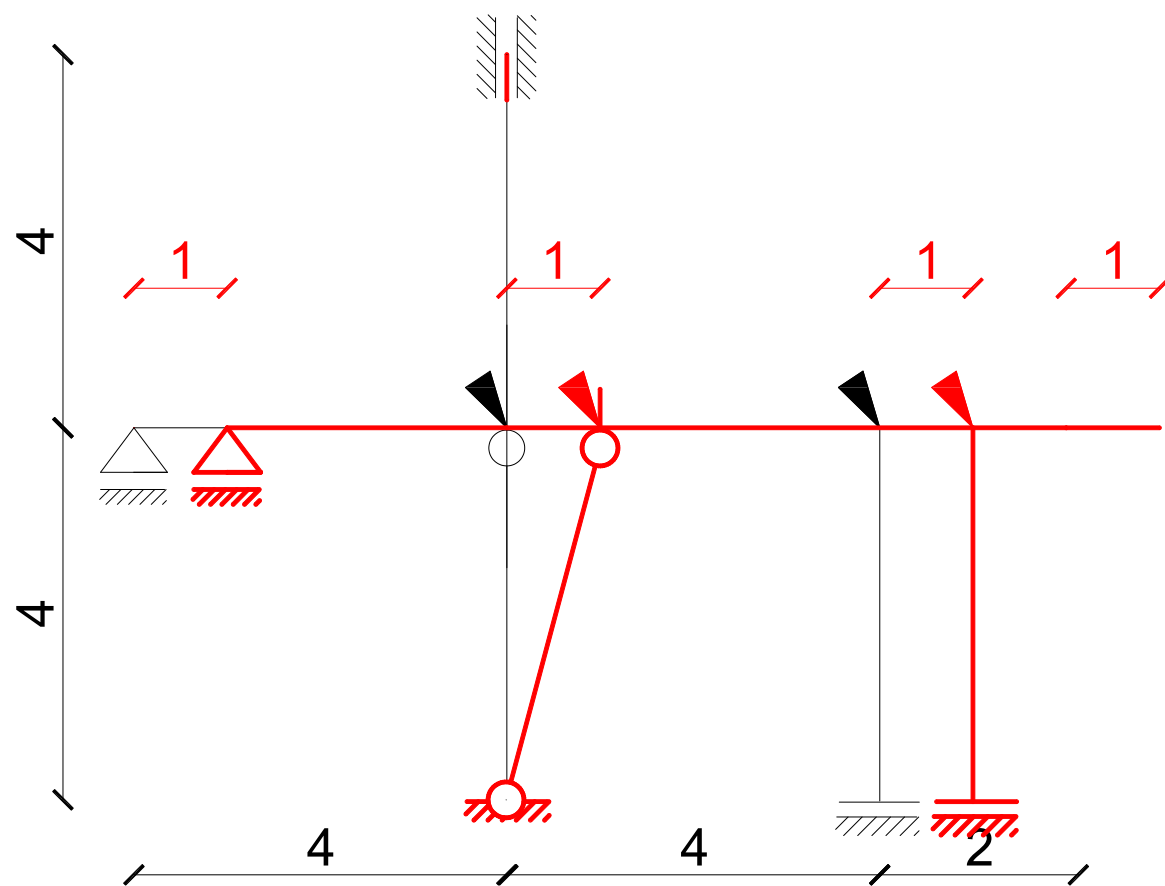
Stan $\Delta_3=1$



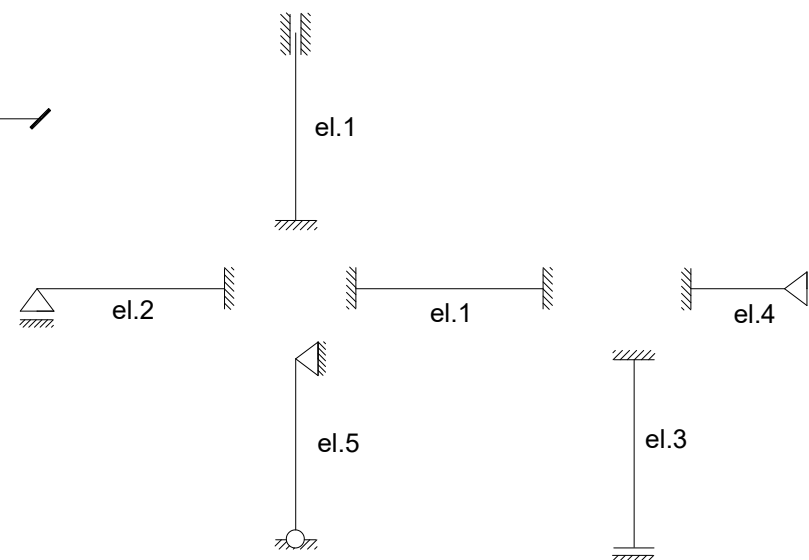
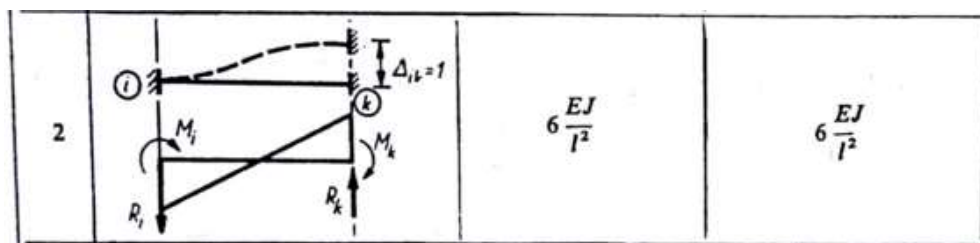
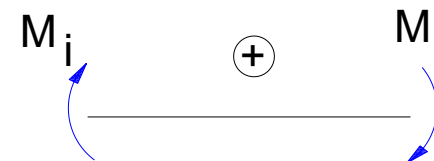


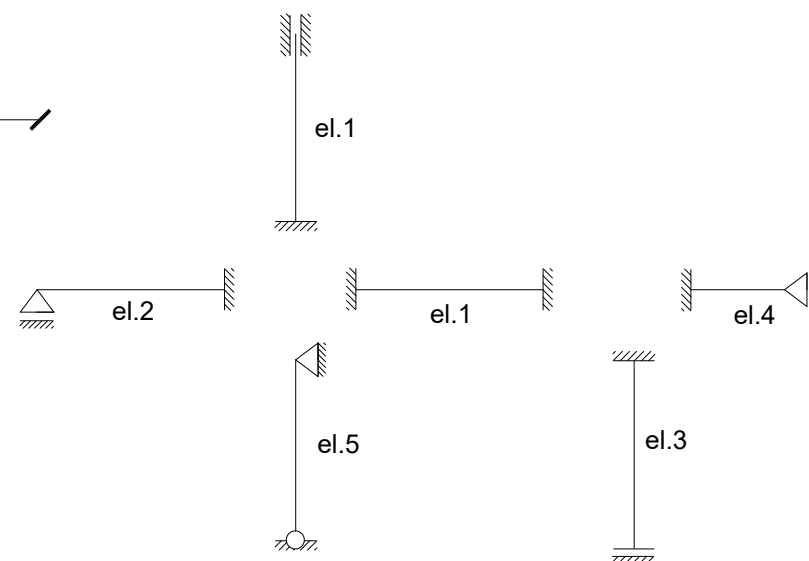
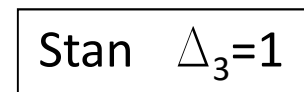
Stan $\Delta_3=1$

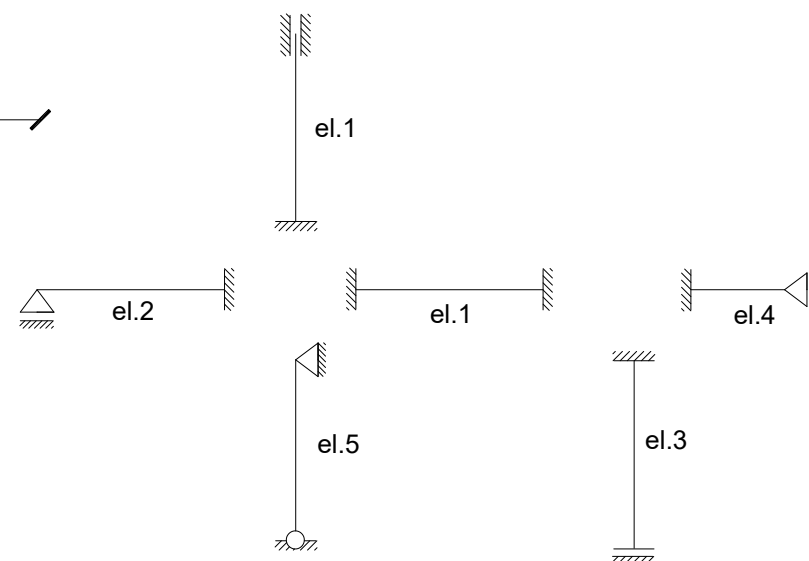
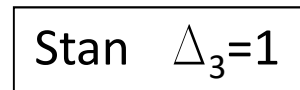


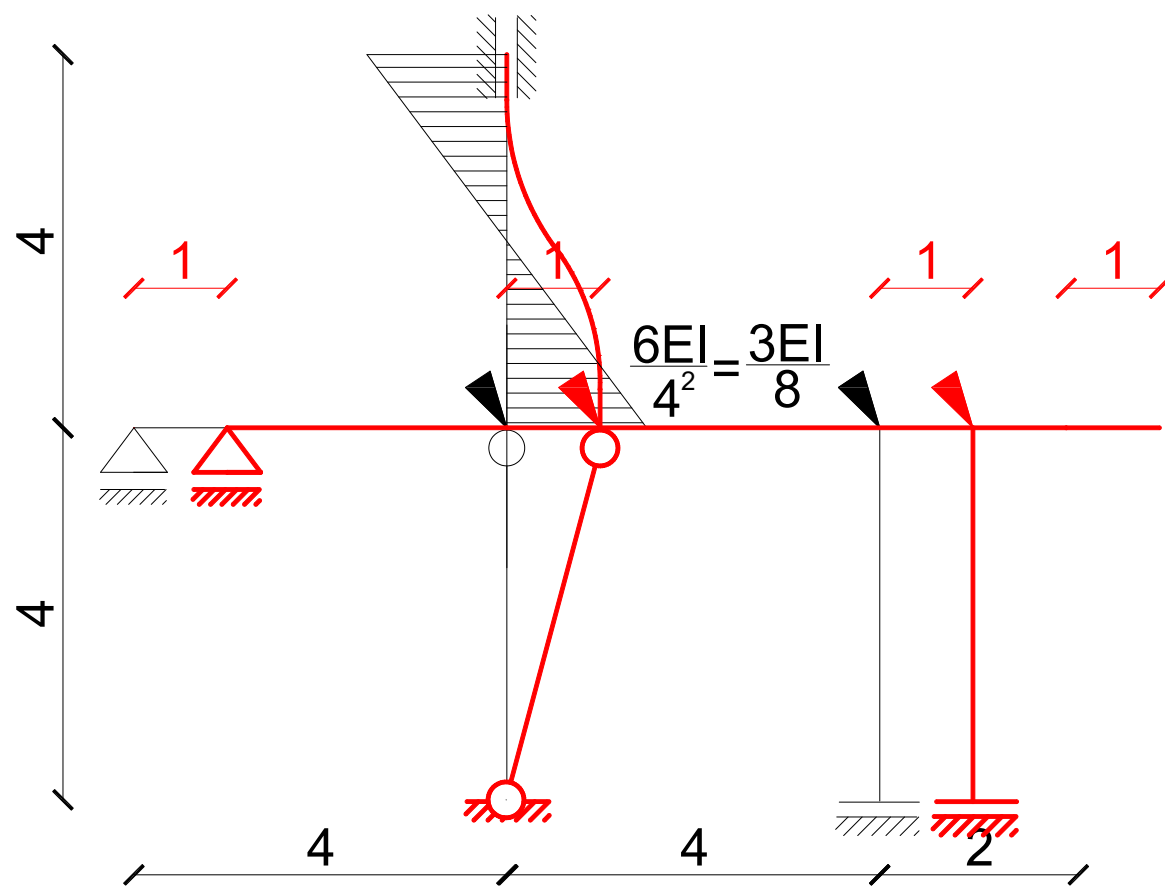


Stan $\Delta_3=1$

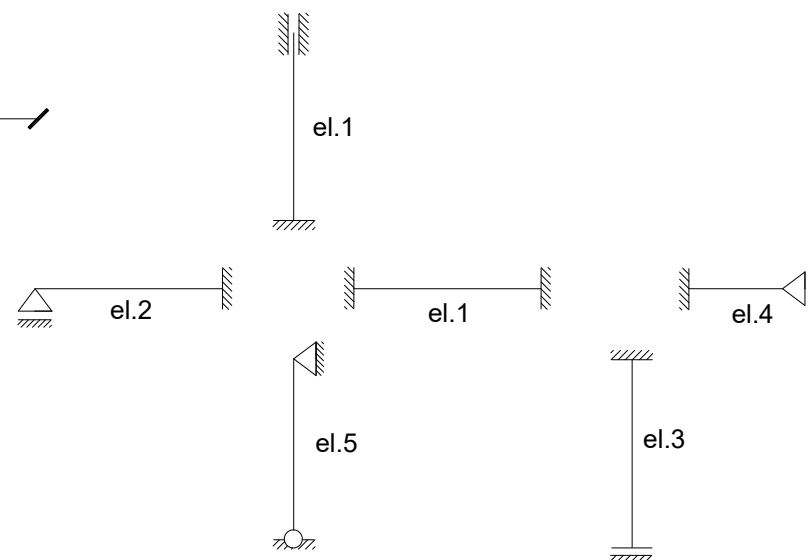
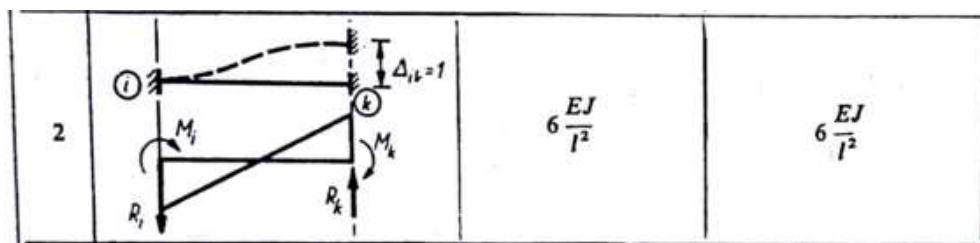


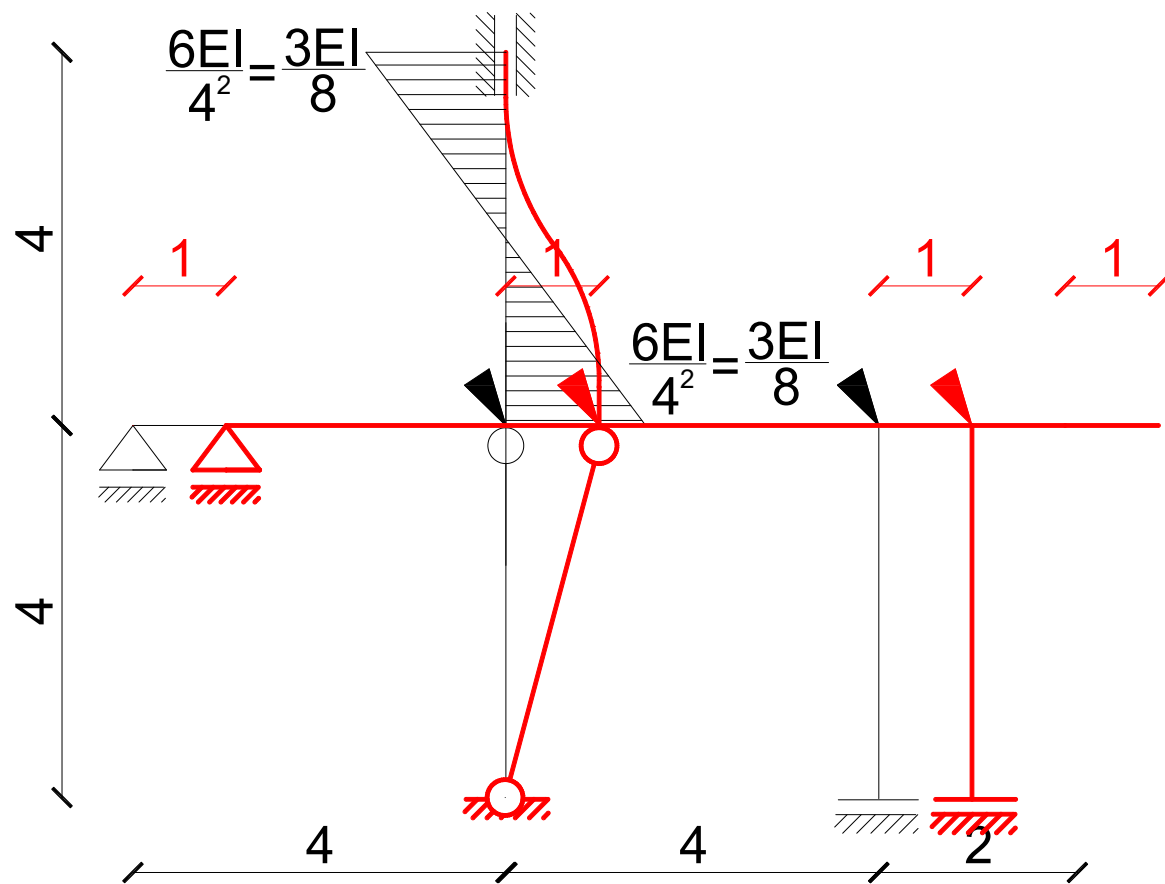




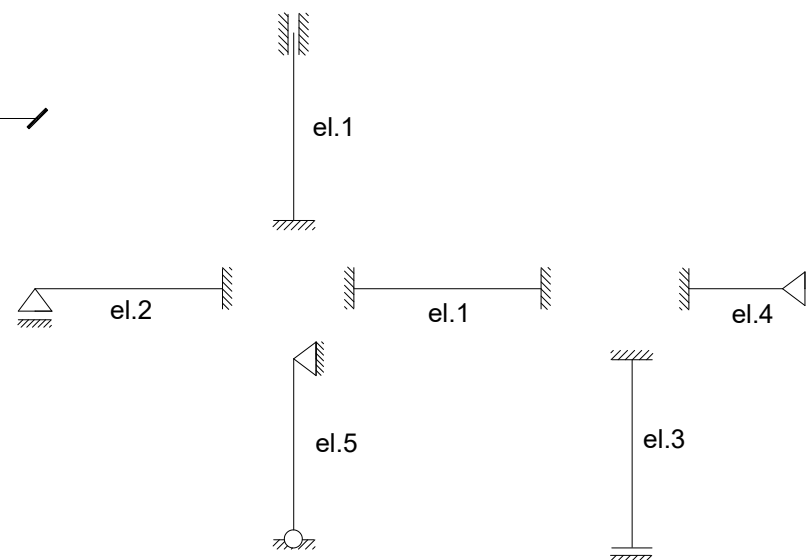
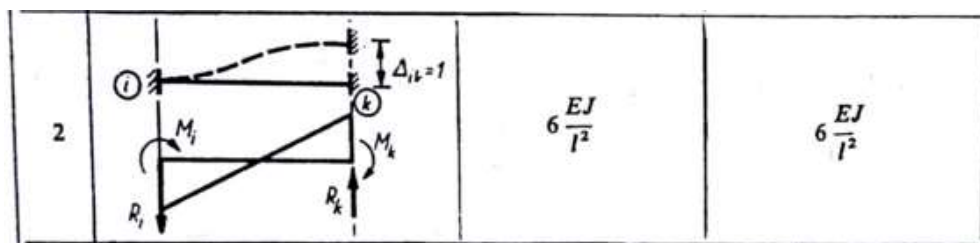
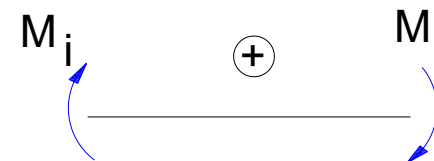


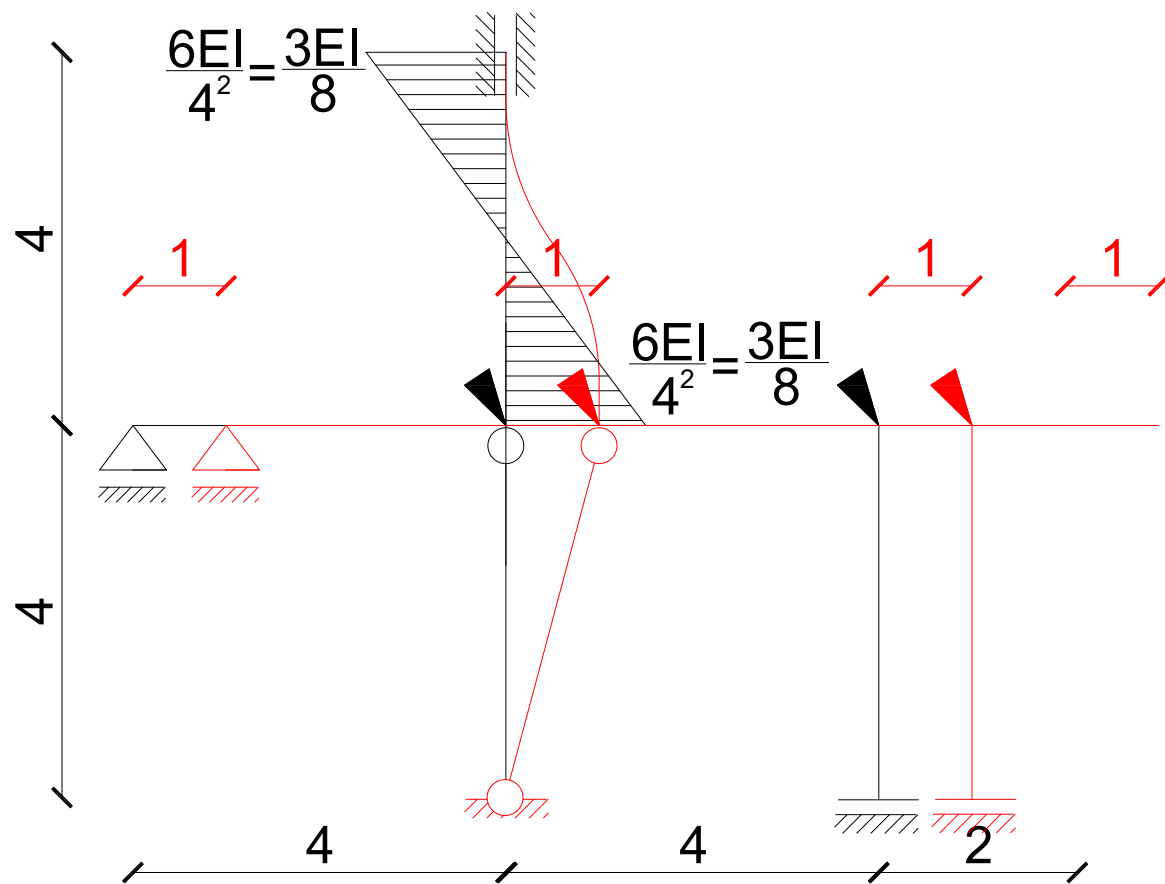
Stan $\Delta_3=1$



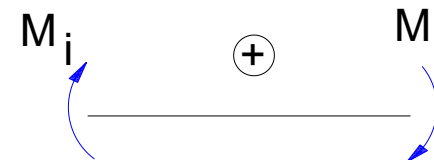


Stan $\Delta_3=1$

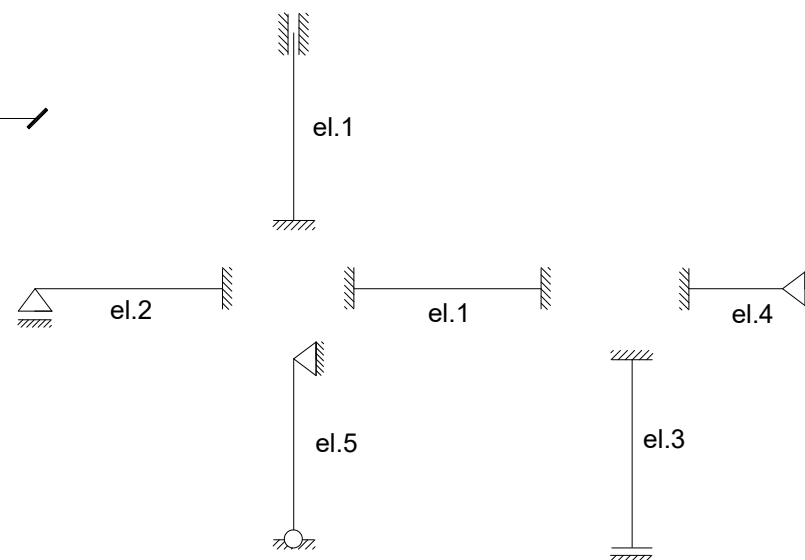


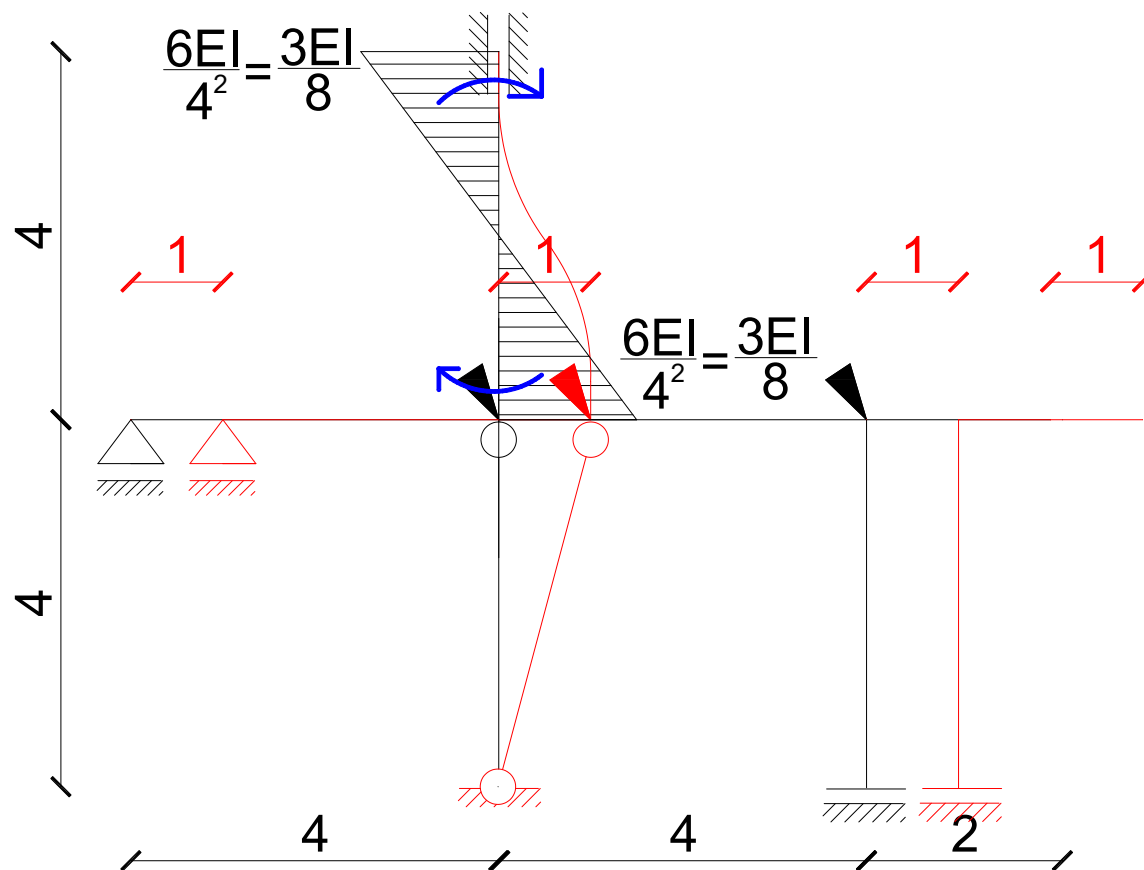


Stan $\Delta_3=1$

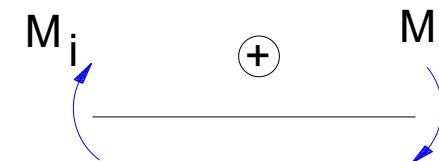


Wyznaczenie współczynników układu równań:

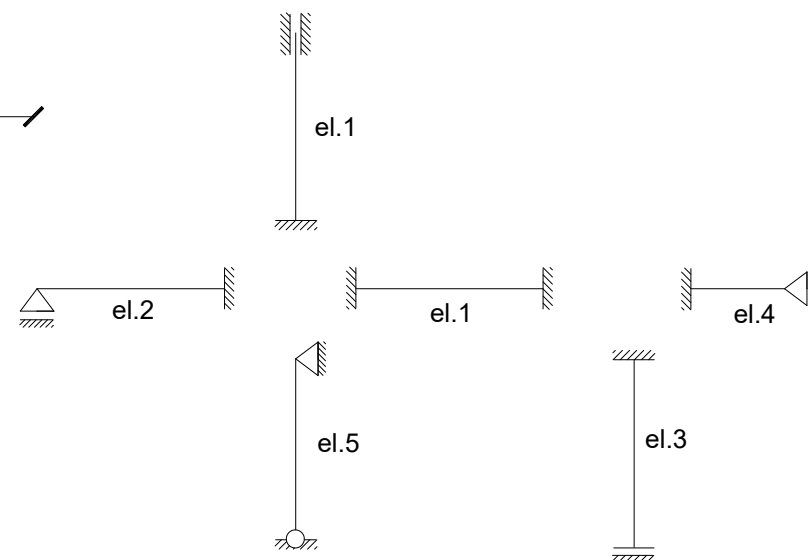


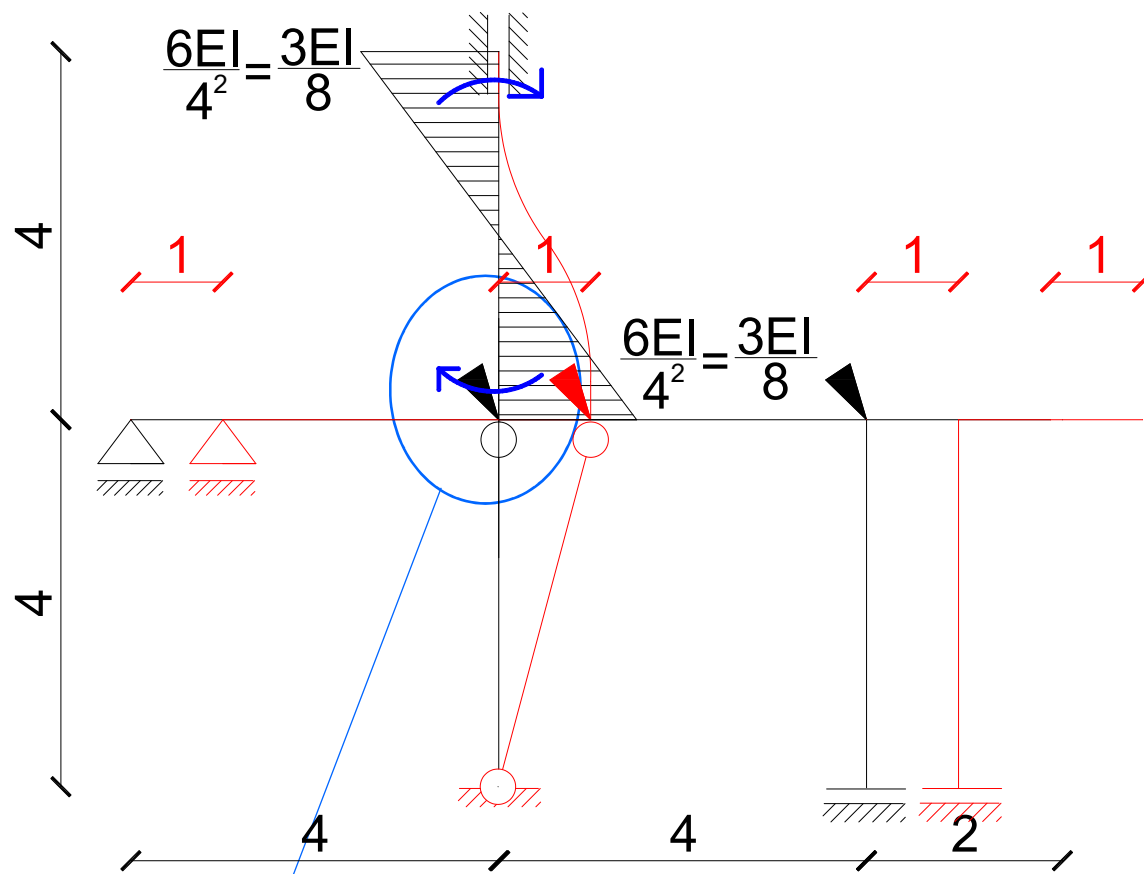


Stan $\Delta_3=1$

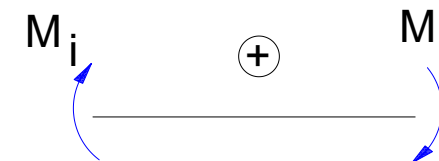


Wyznaczenie współczynników układu równań:

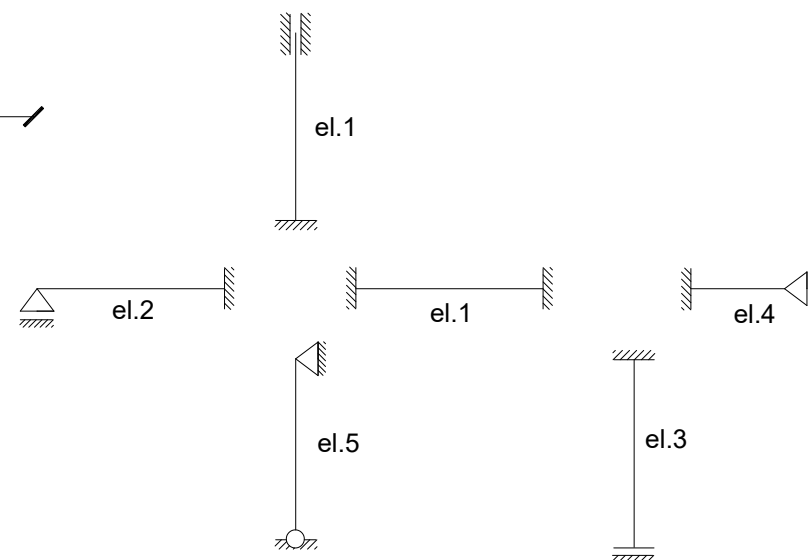


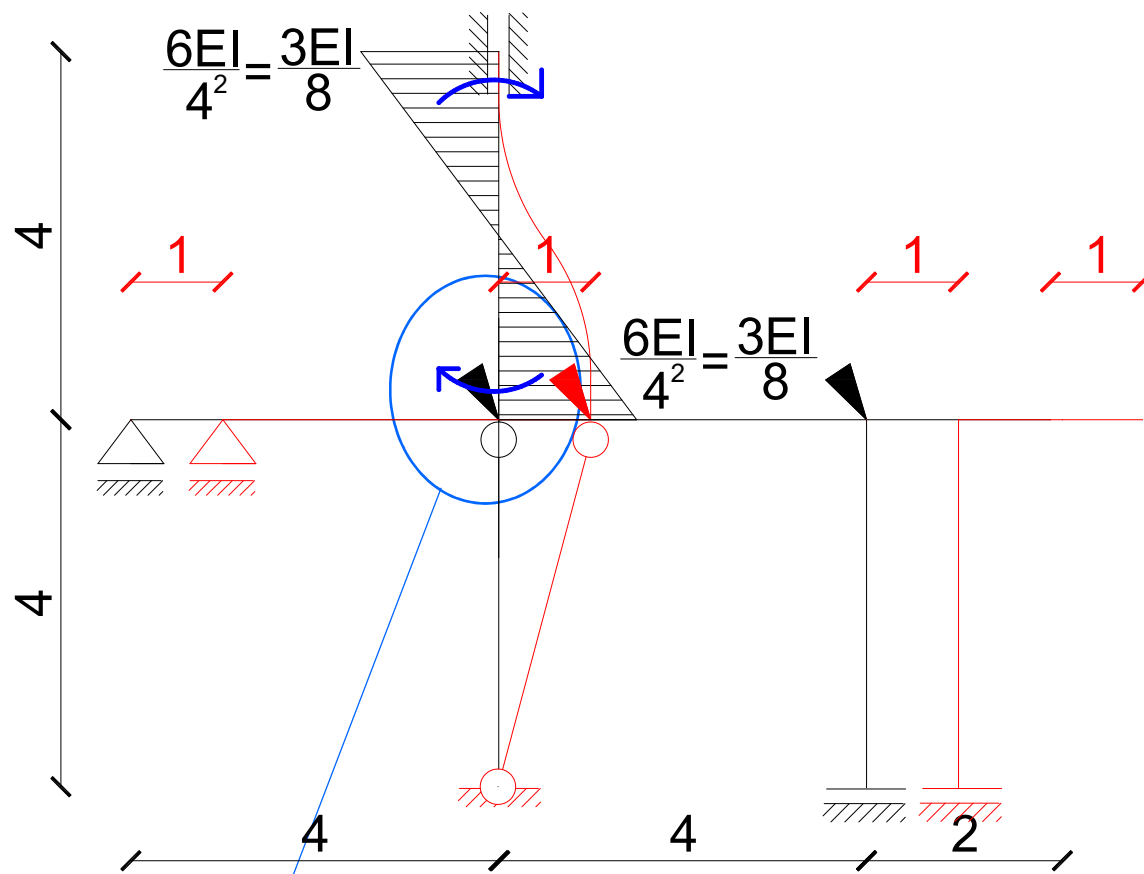


Stan $\Delta_3=1$

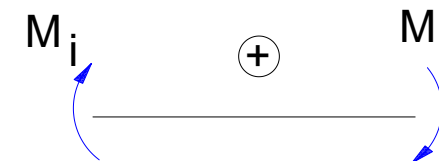


Wyznaczenie współczynników układu równań:



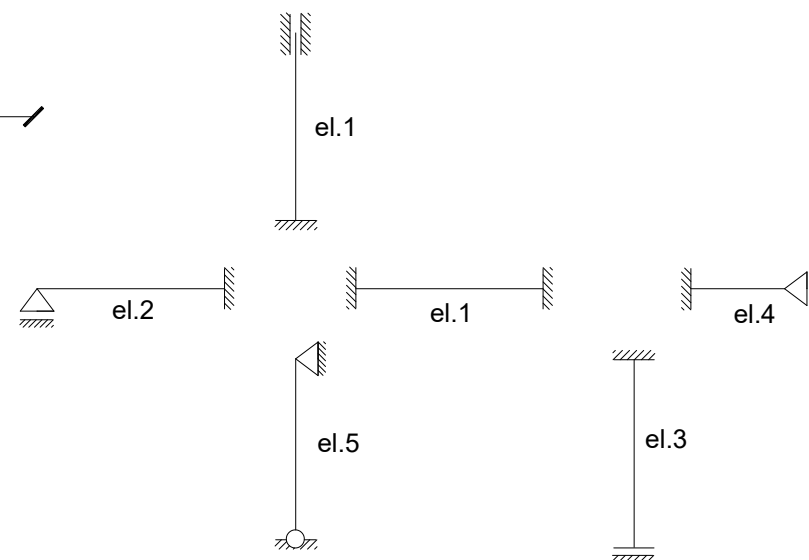


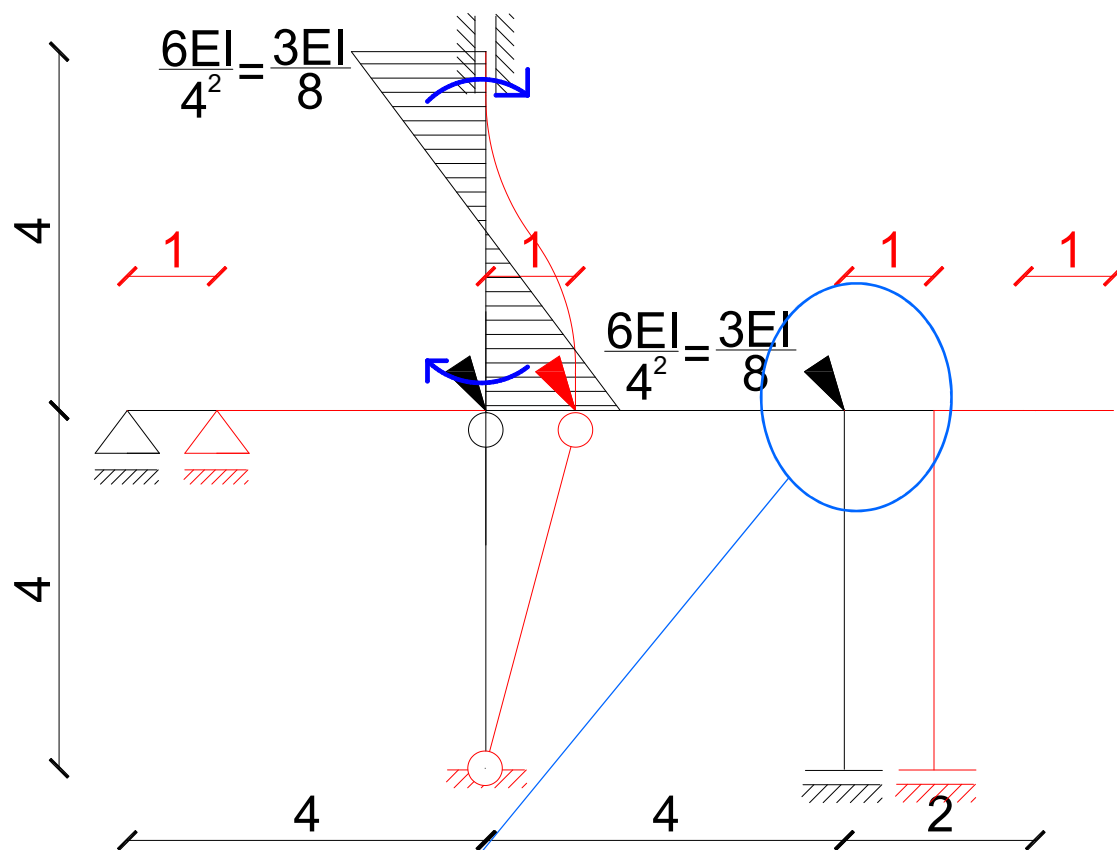
Stan $\Delta_3=1$



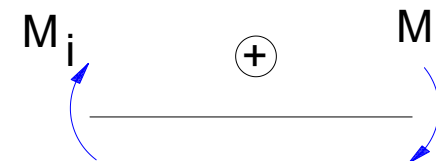
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{13} = \frac{3EI}{8} = k_{31}$$



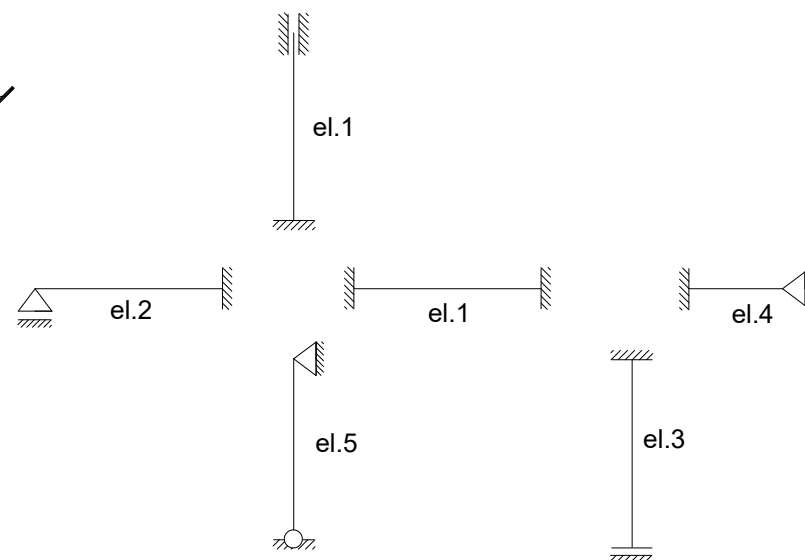


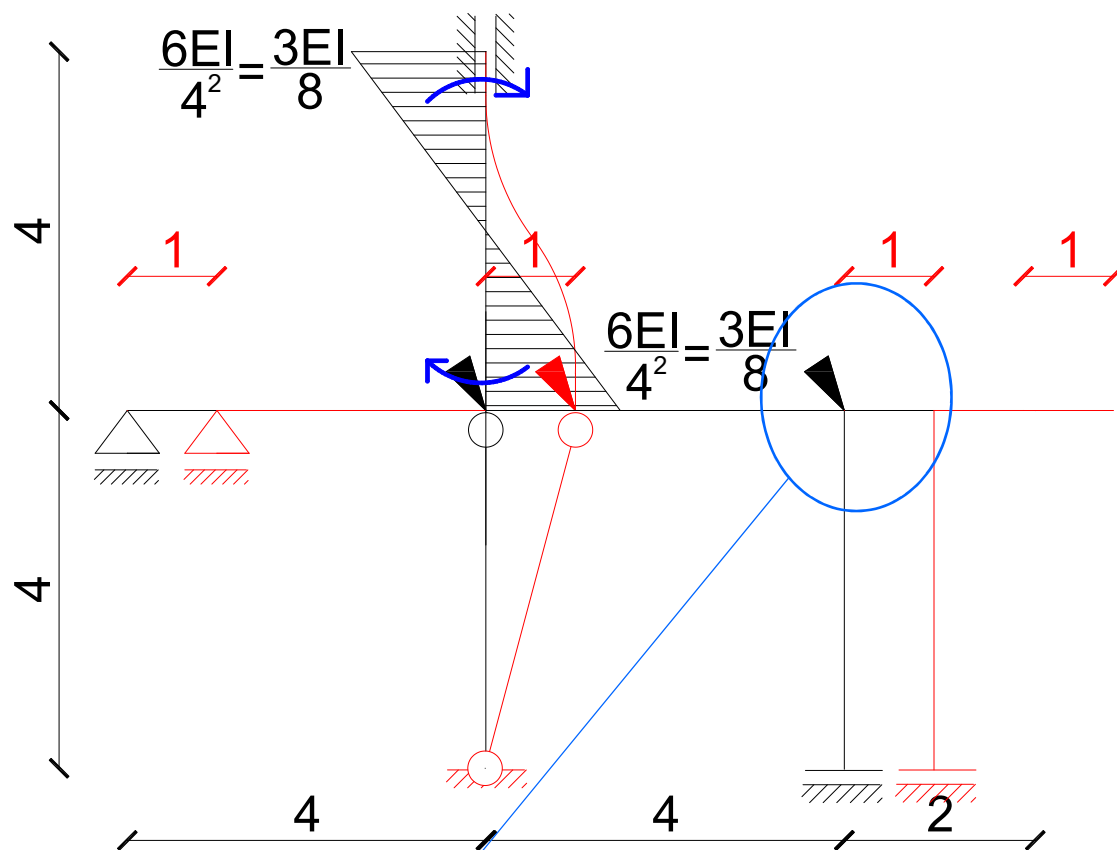
Stan $\Delta_3=1$



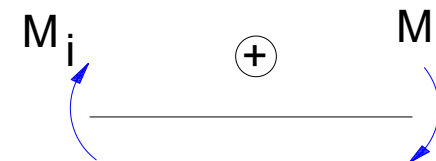
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{13} = \frac{3EI}{8} = k_{31}$$





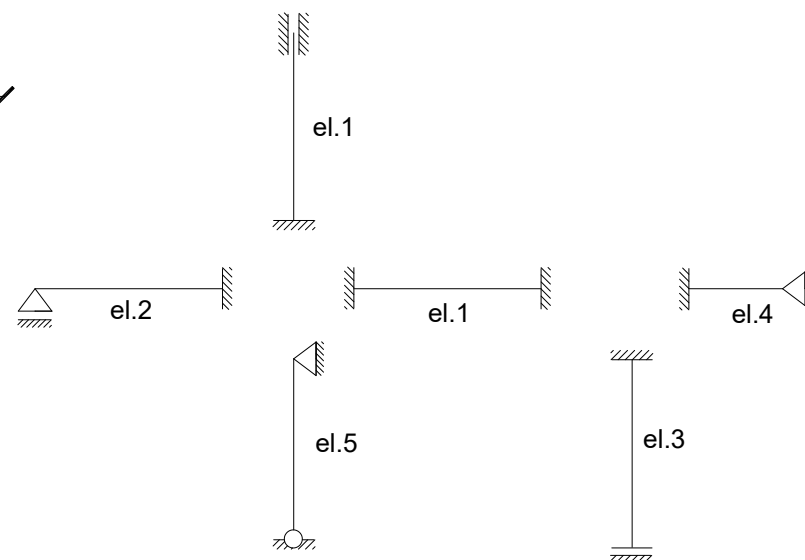
Stan $\Delta_3=1$

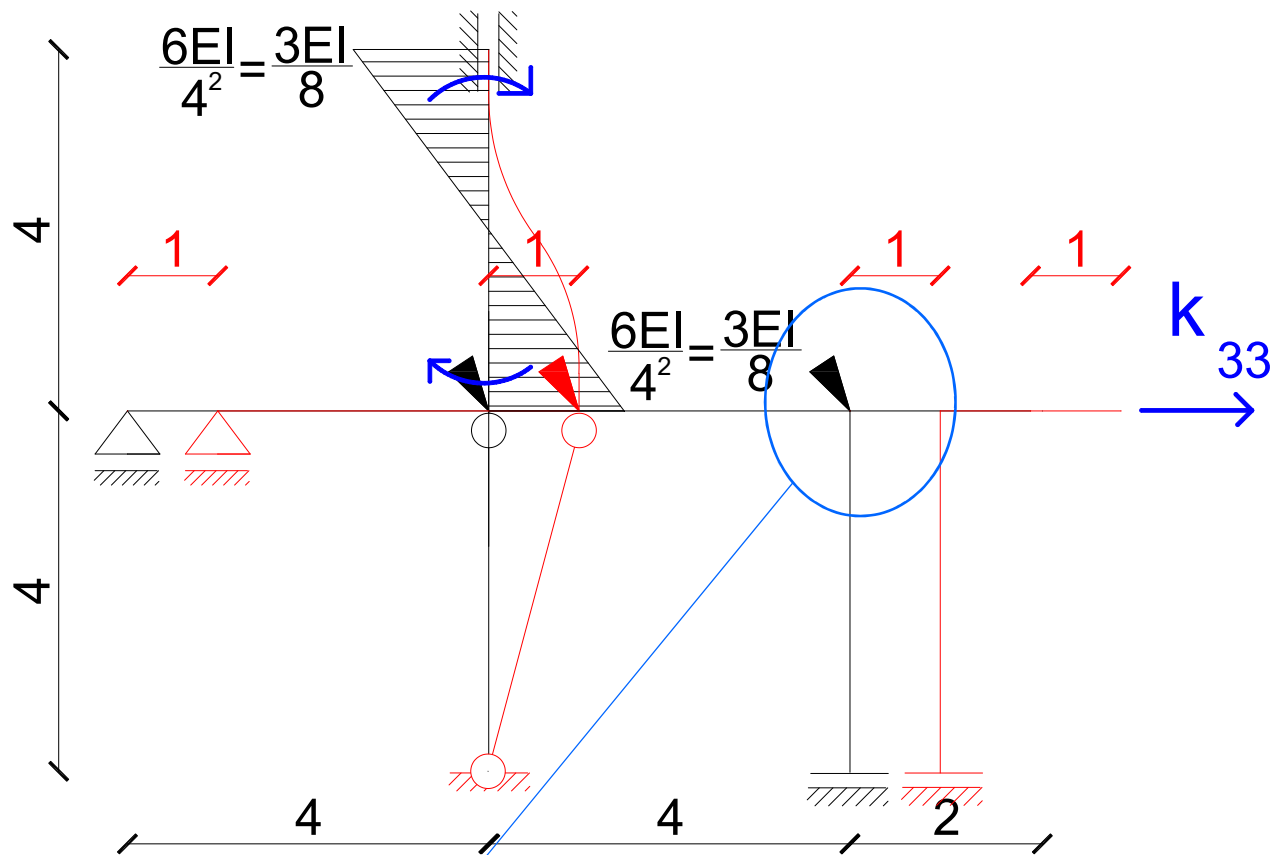


Wyznaczenie współczynników układu równań:

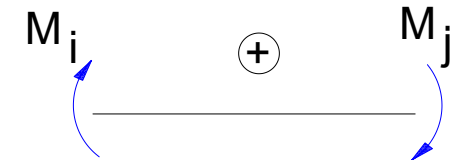
$$k_{13} = \frac{3EI}{8} = k_{31}$$

$$k_{23} = 0 = k_{32}$$





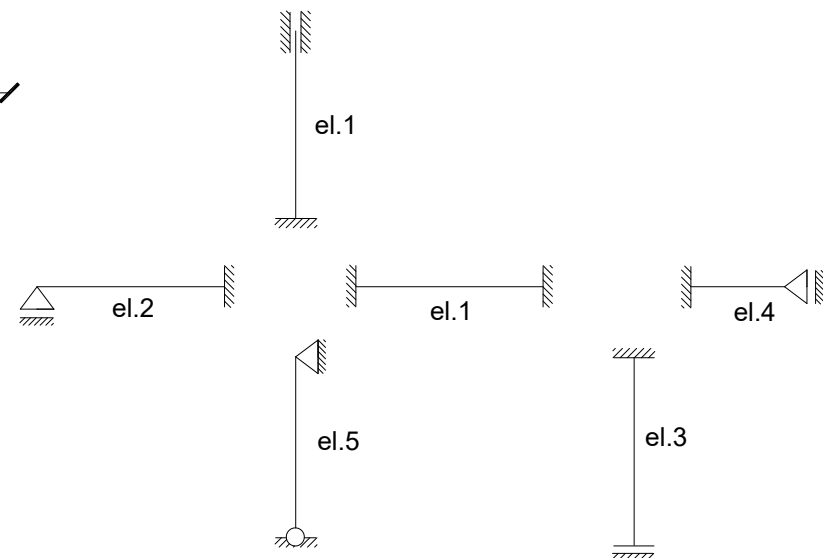
Stan $\Delta_3=1$

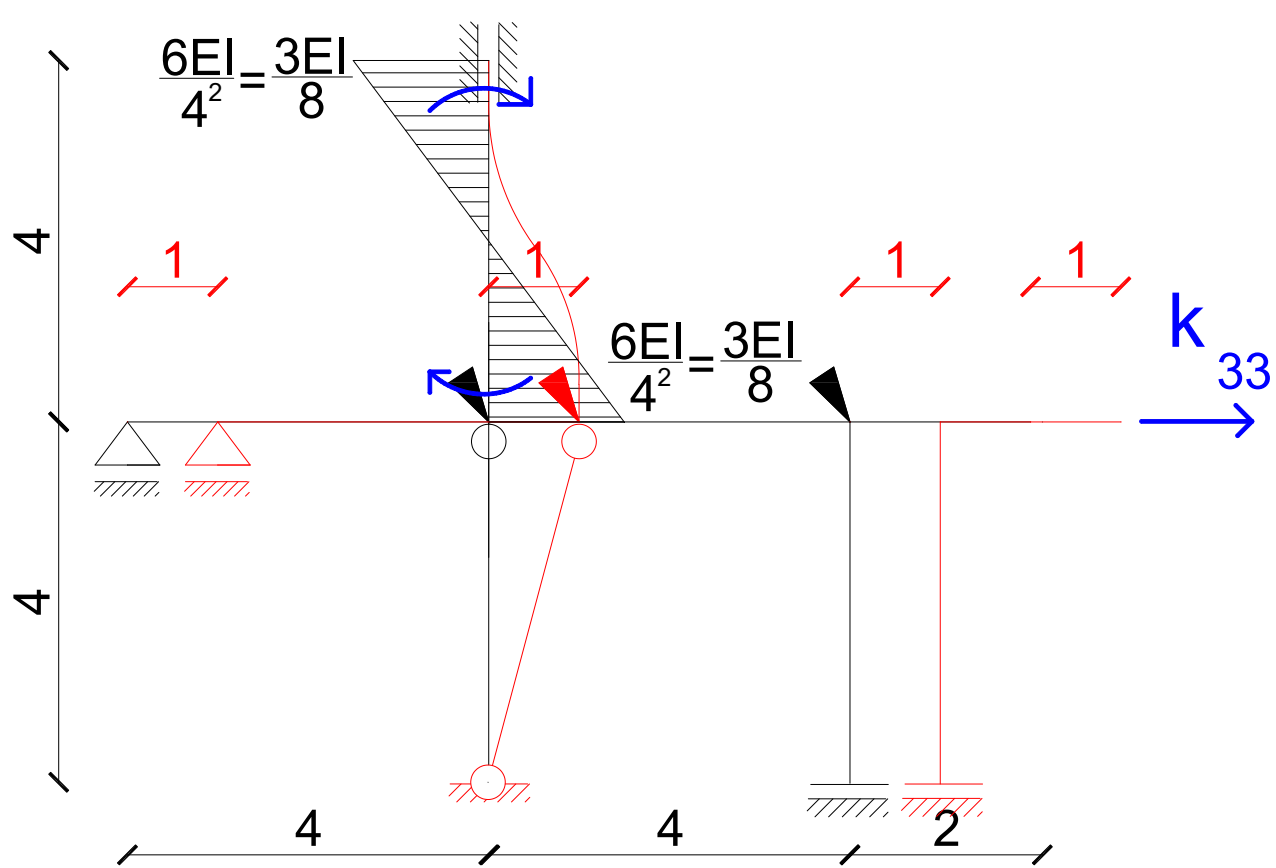


Wyznaczenie współczynników układu równań:

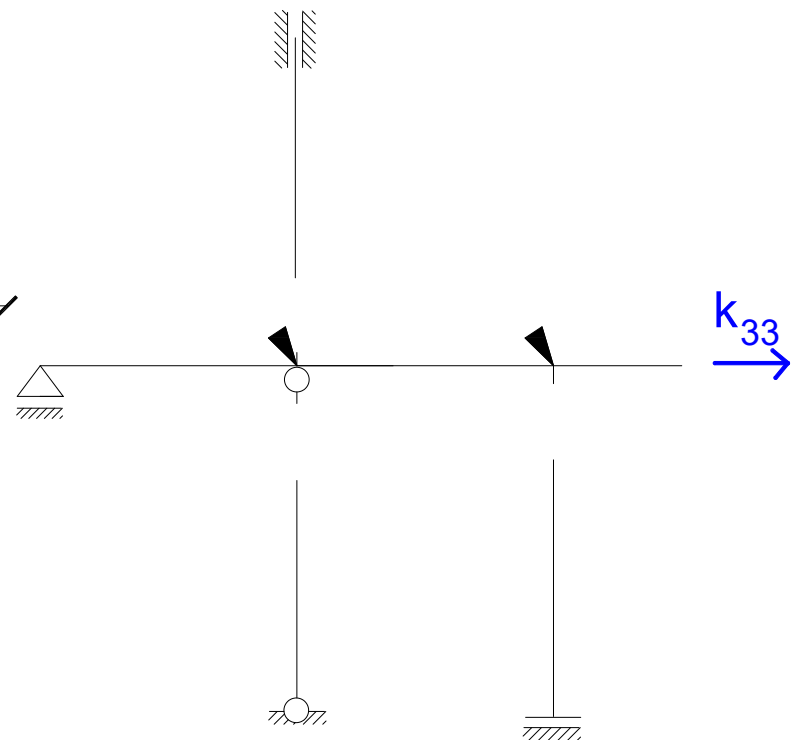
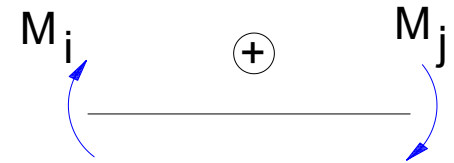
$$k_{13} = \frac{3EI}{8} = k_{31}$$

$$k_{23} = 0 = k_{32}$$

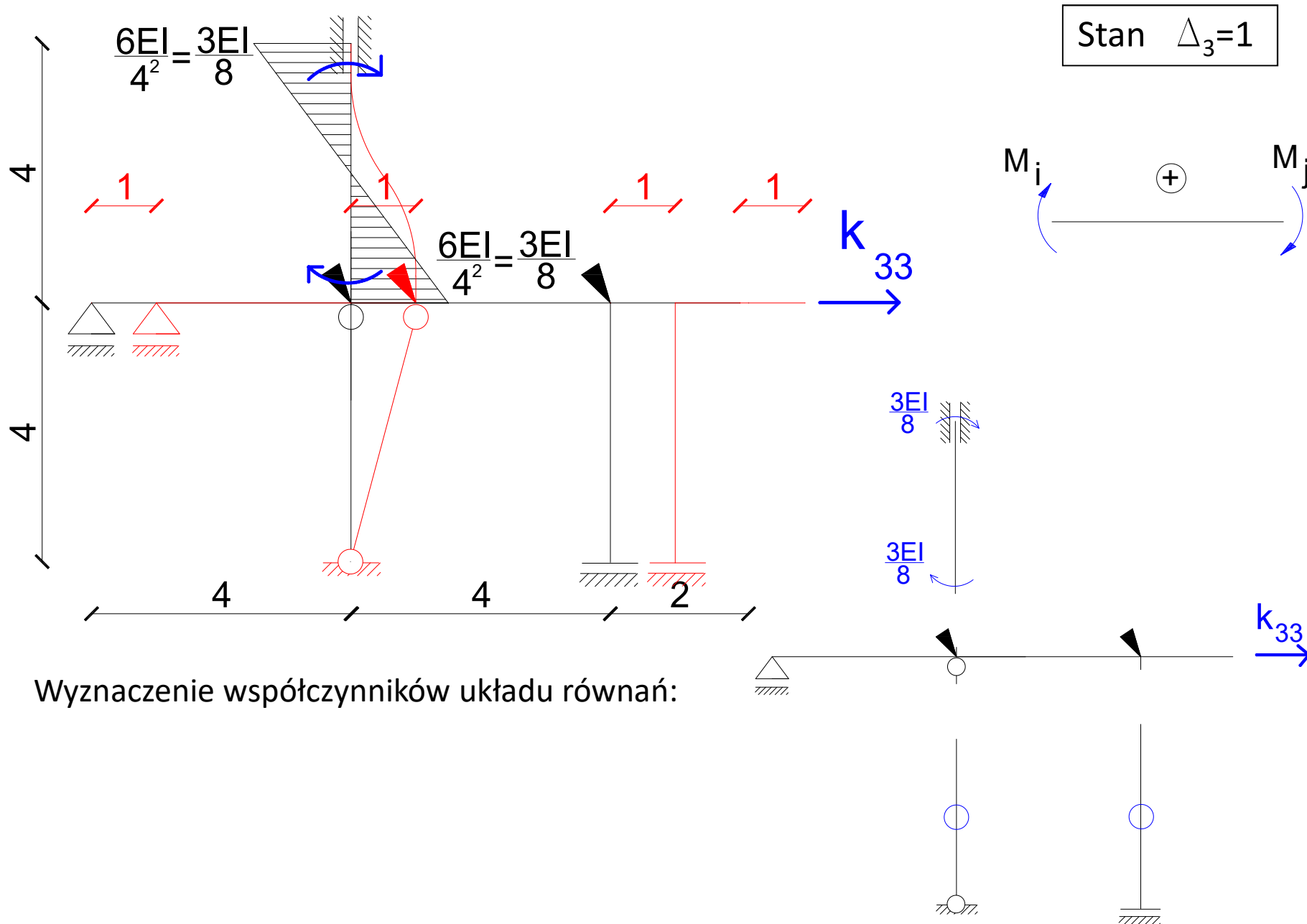




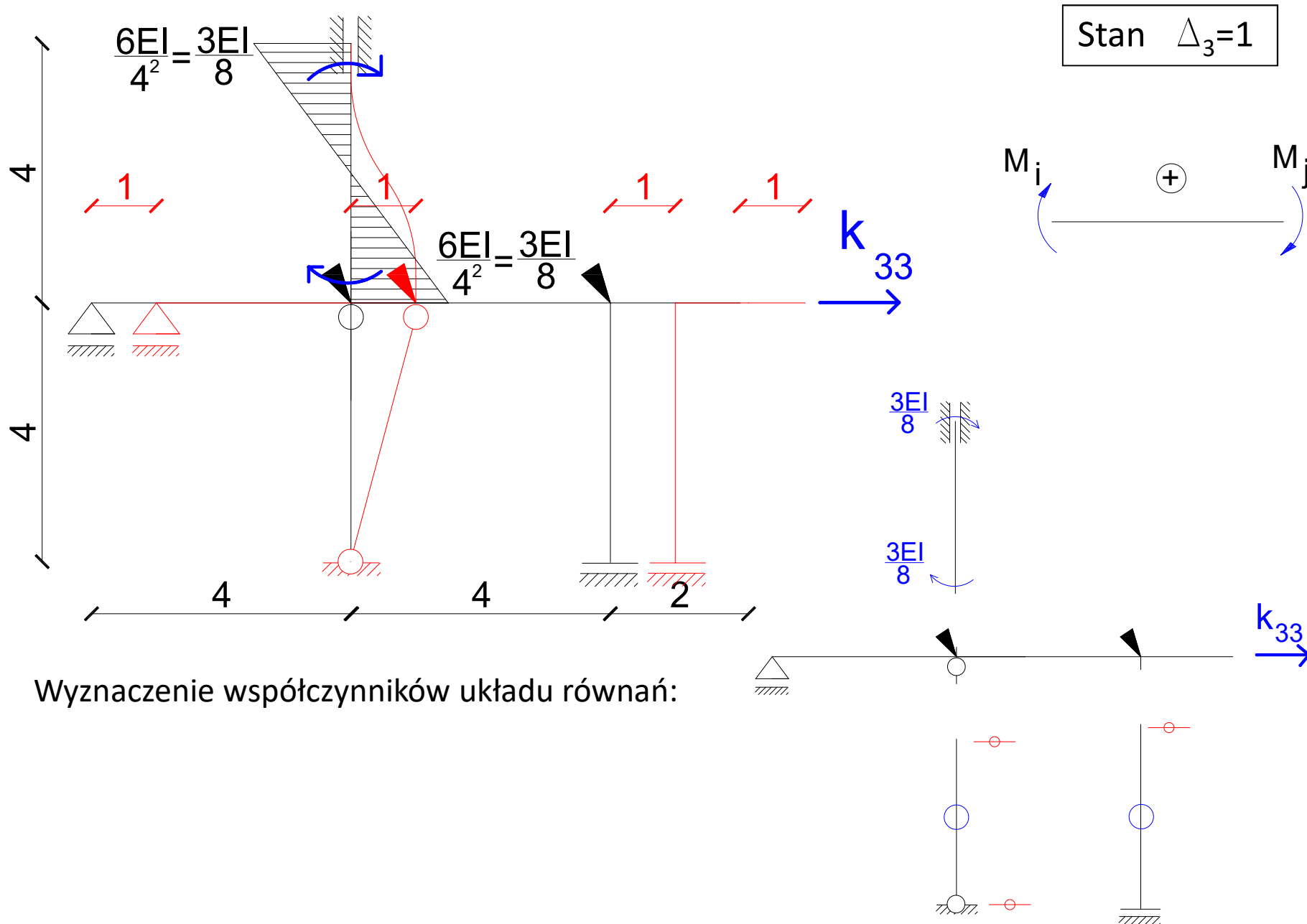
Stan $\Delta_3 = 1$

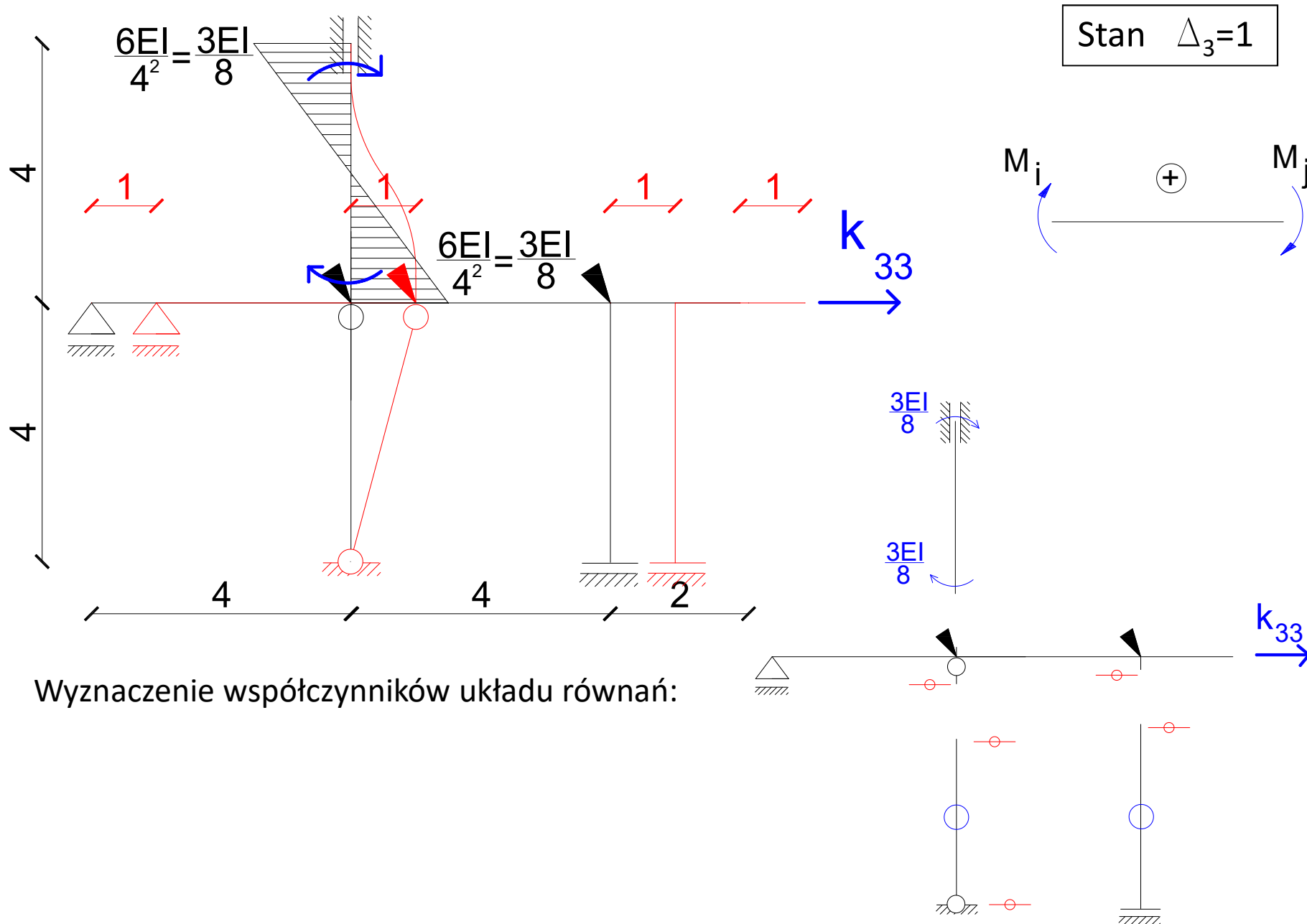


Wyznaczenie współczynników układu równań:

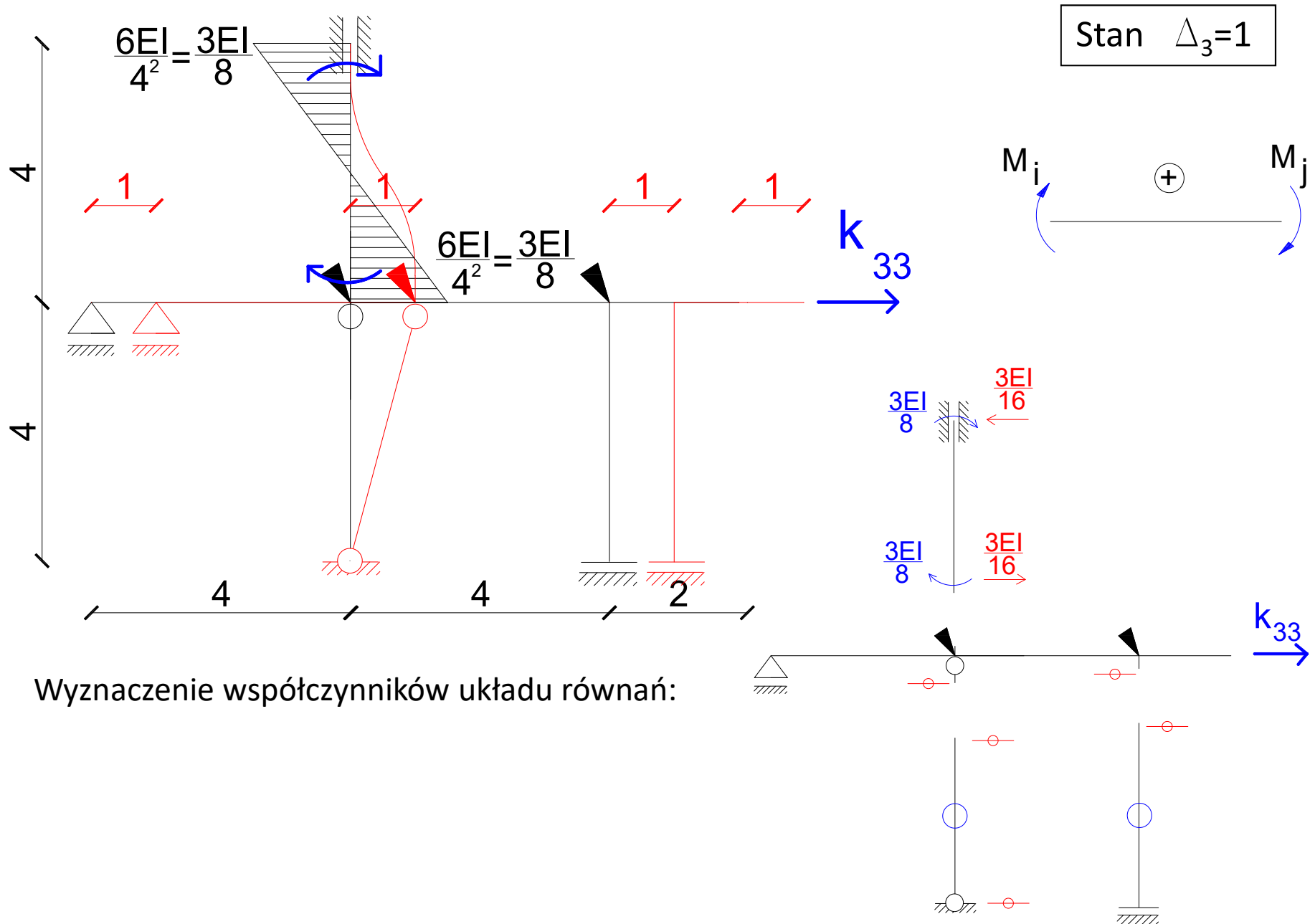


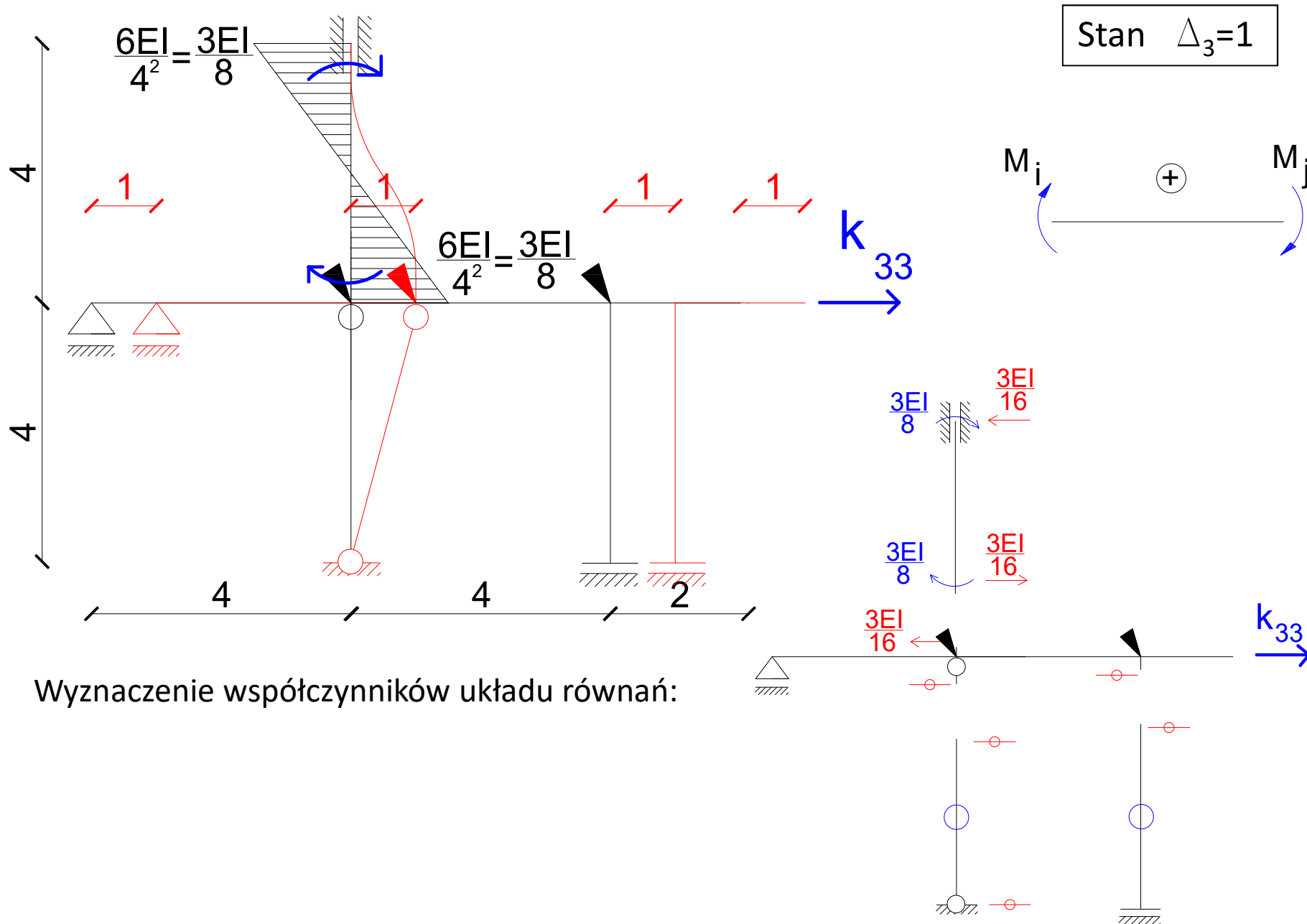
Wyznaczenie współczynników układu równań:

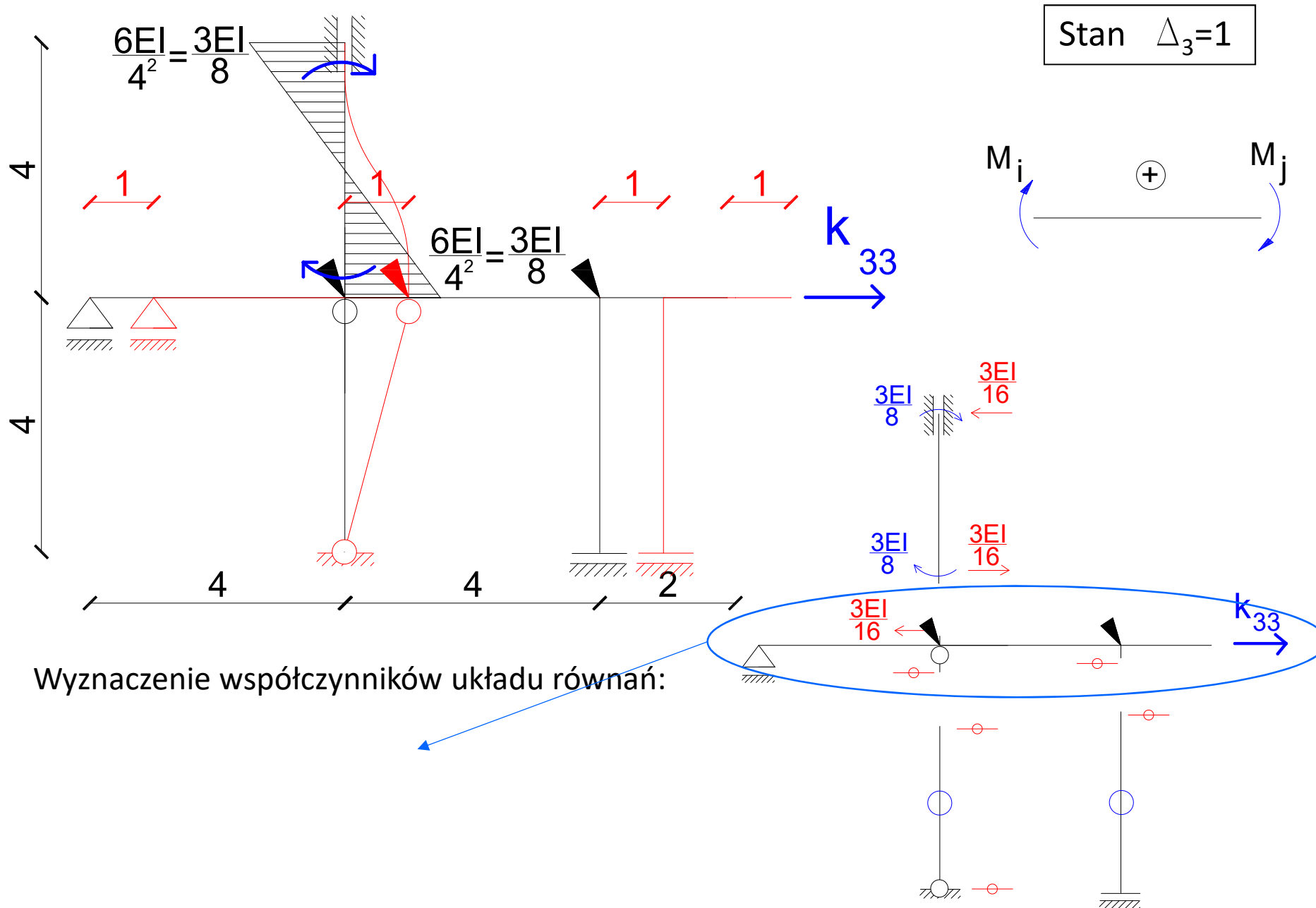


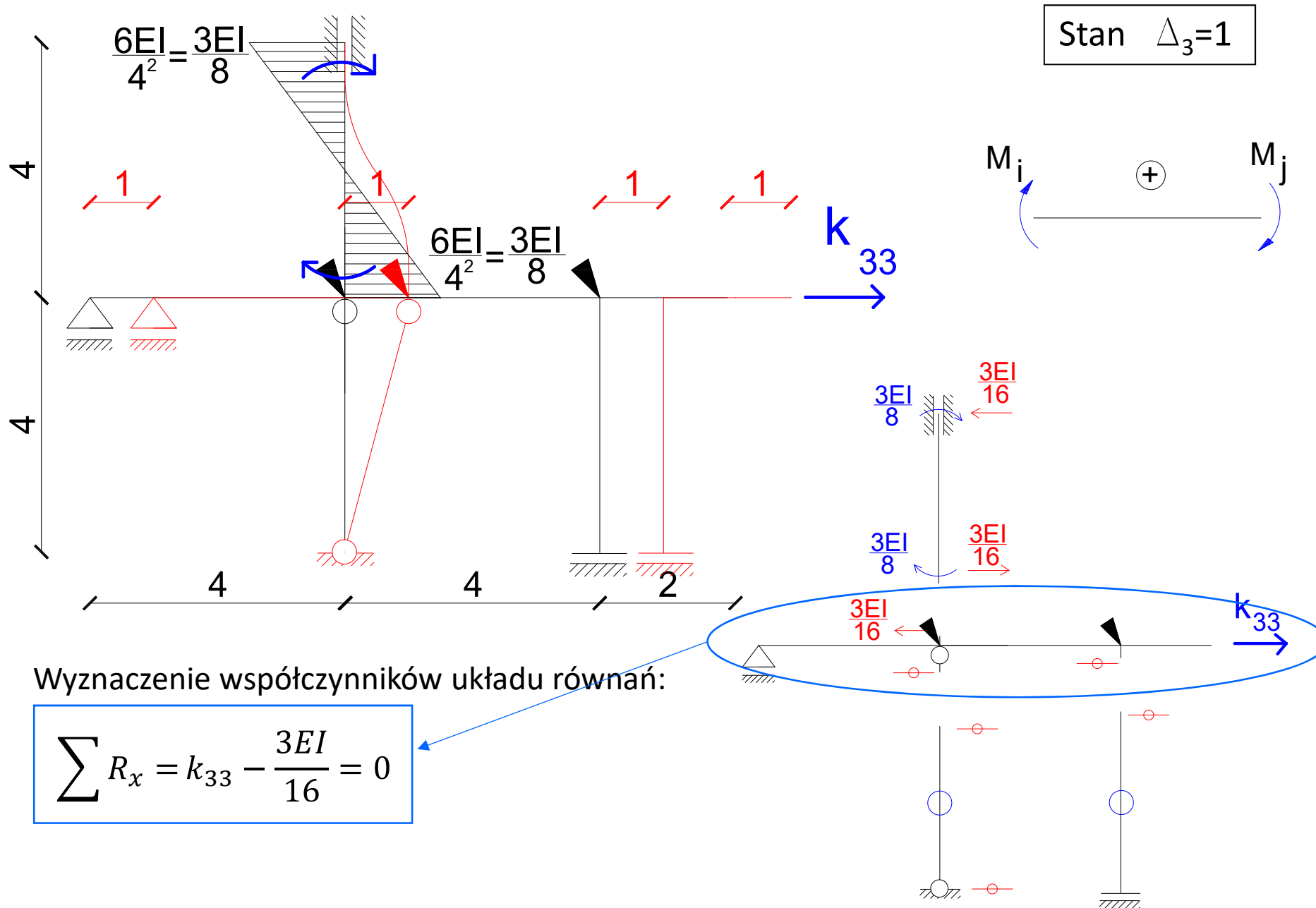


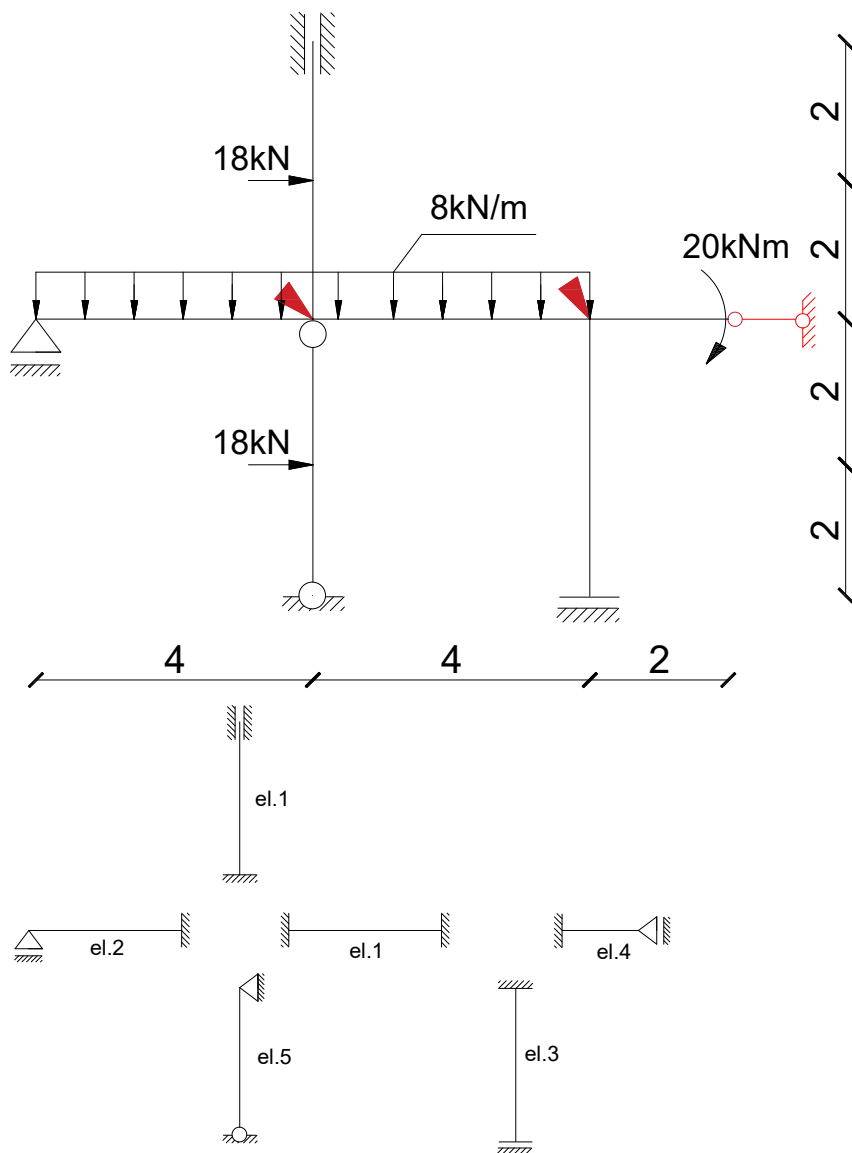
Wyznaczenie współczynników układu równań:



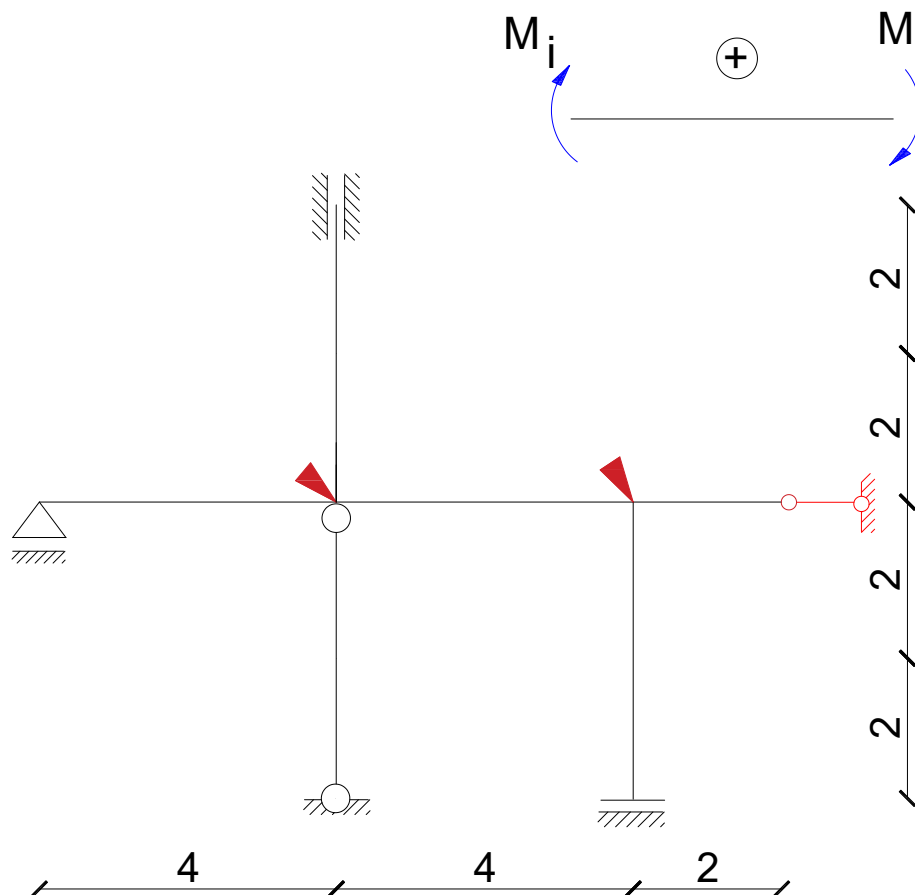


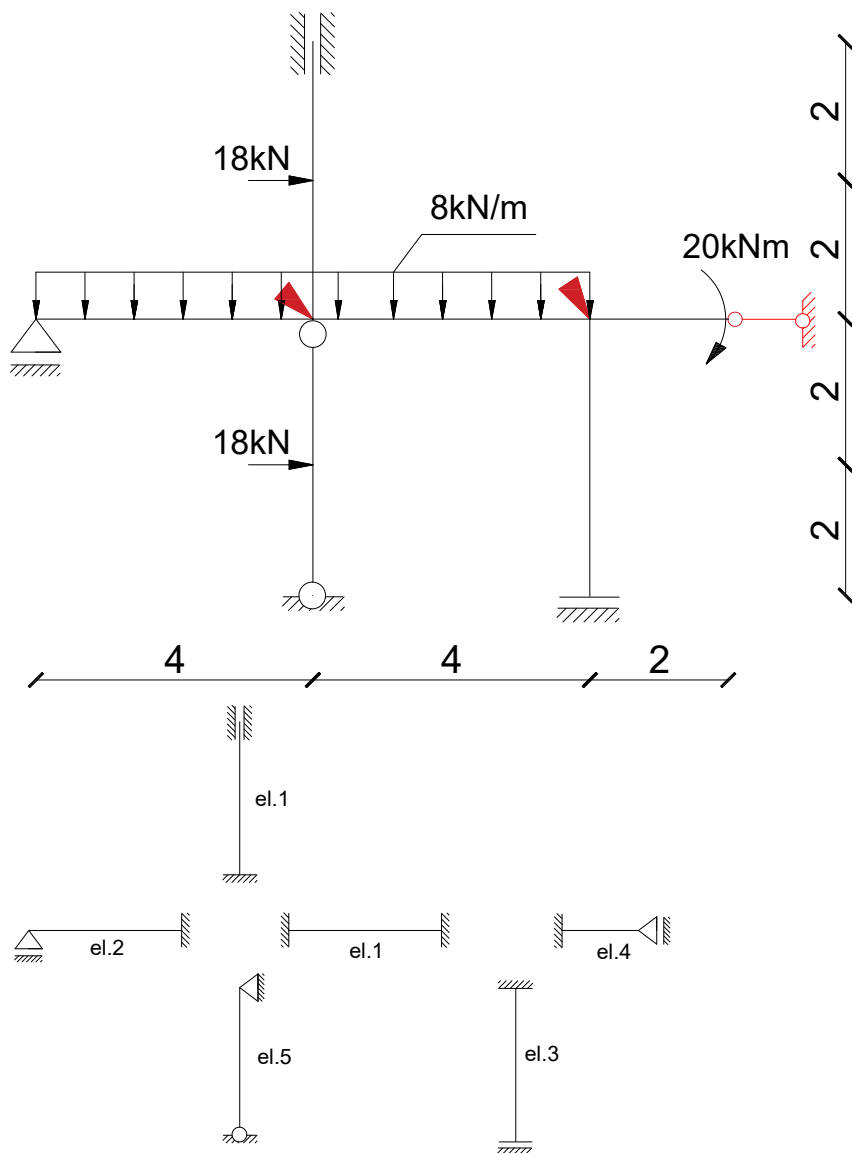




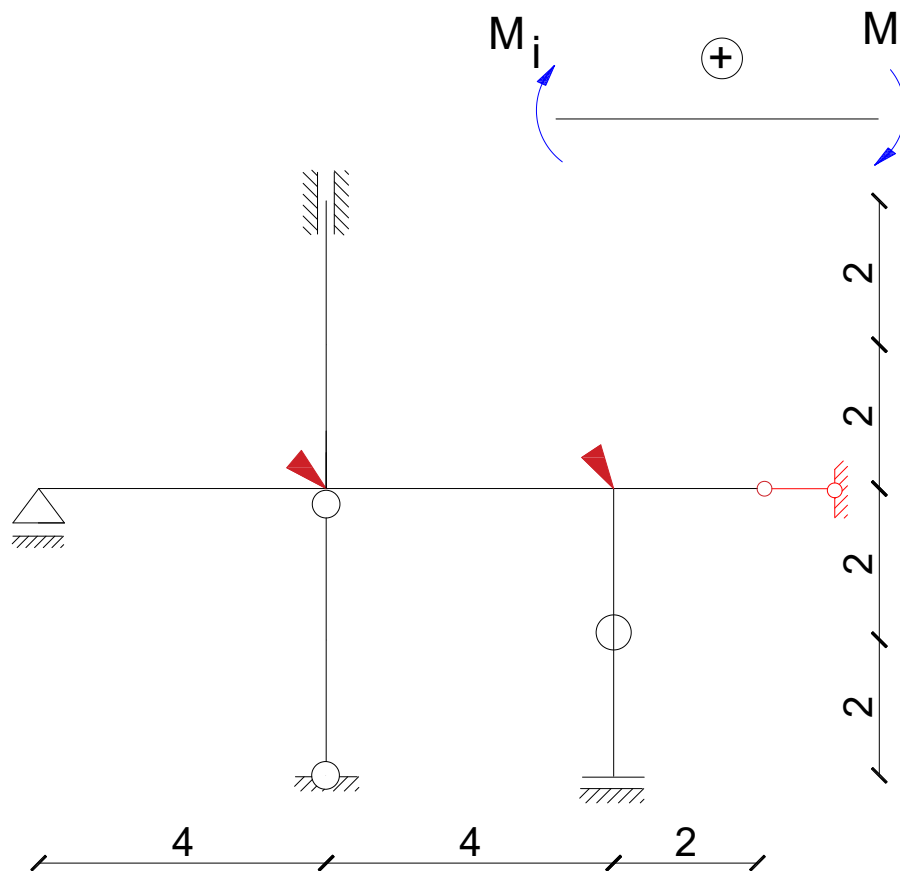


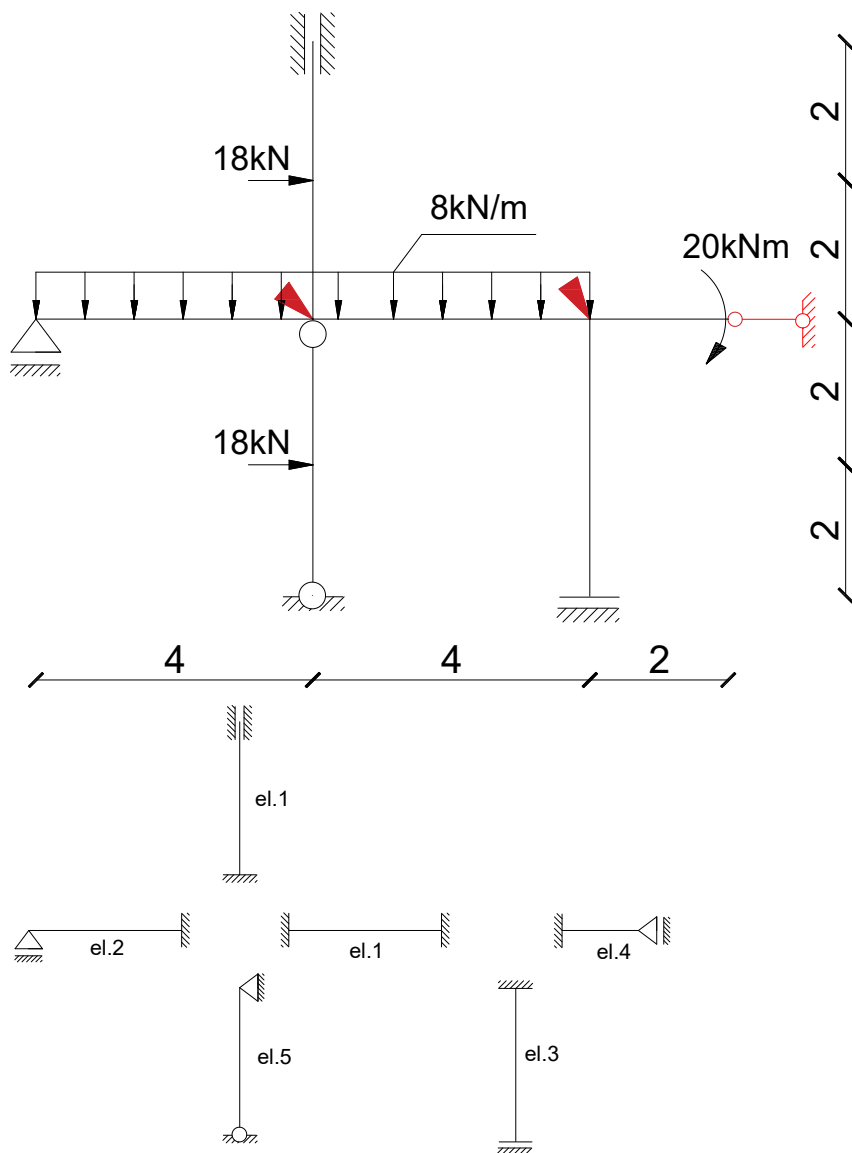
Obciążenie zewnętrzne



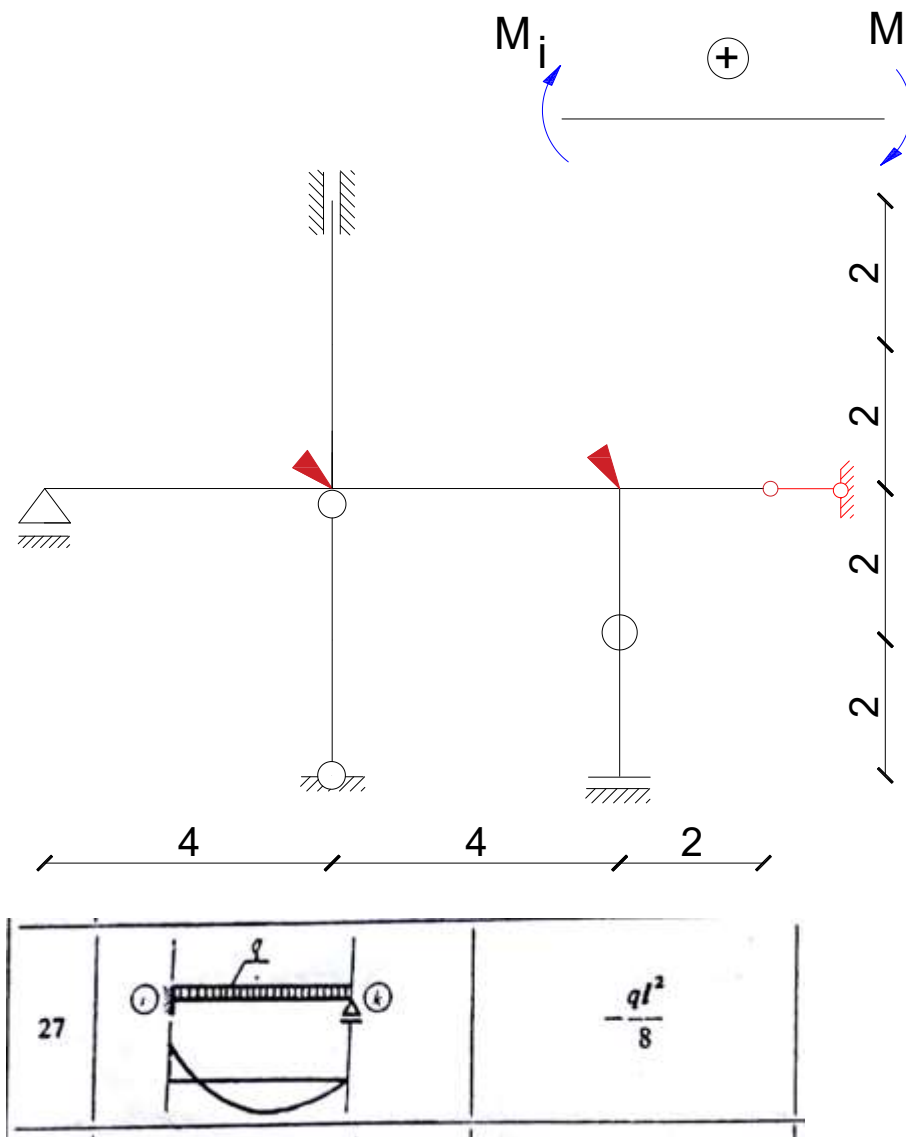


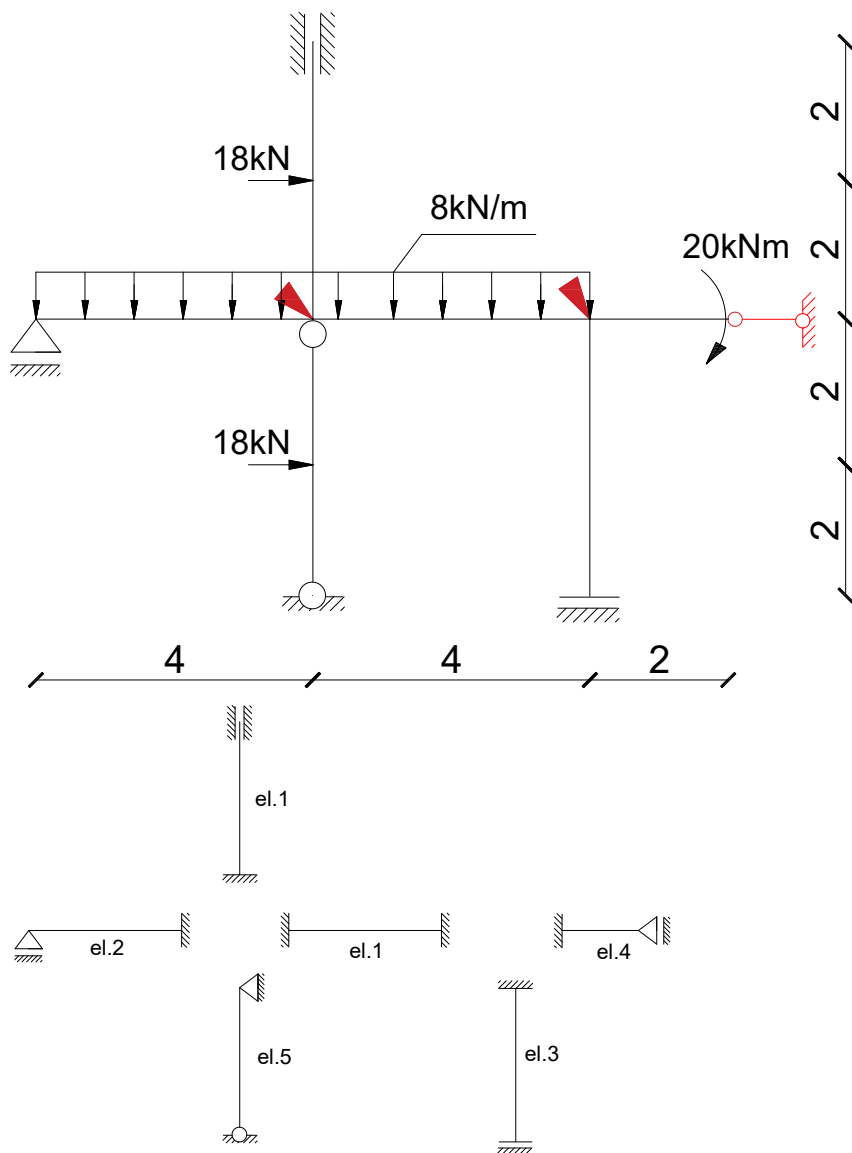
Obciążenie zewnętrzne



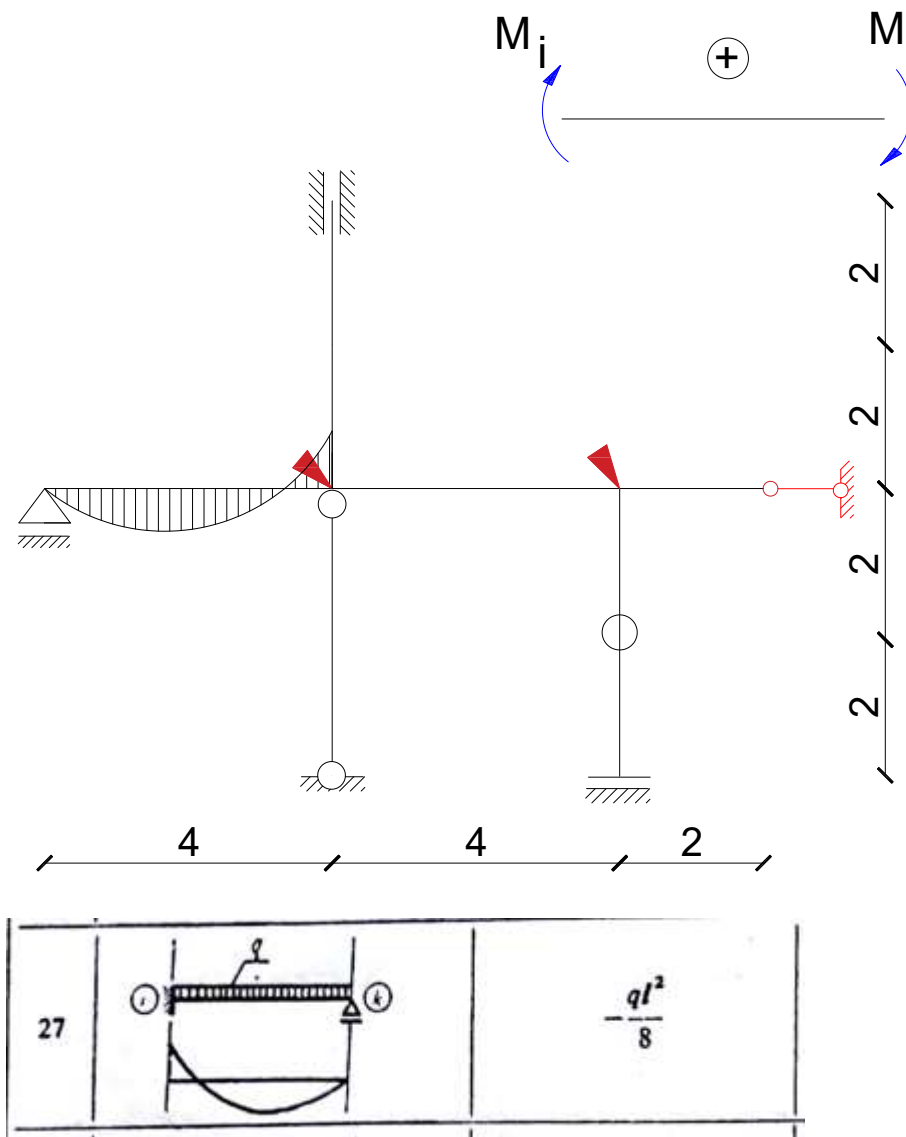


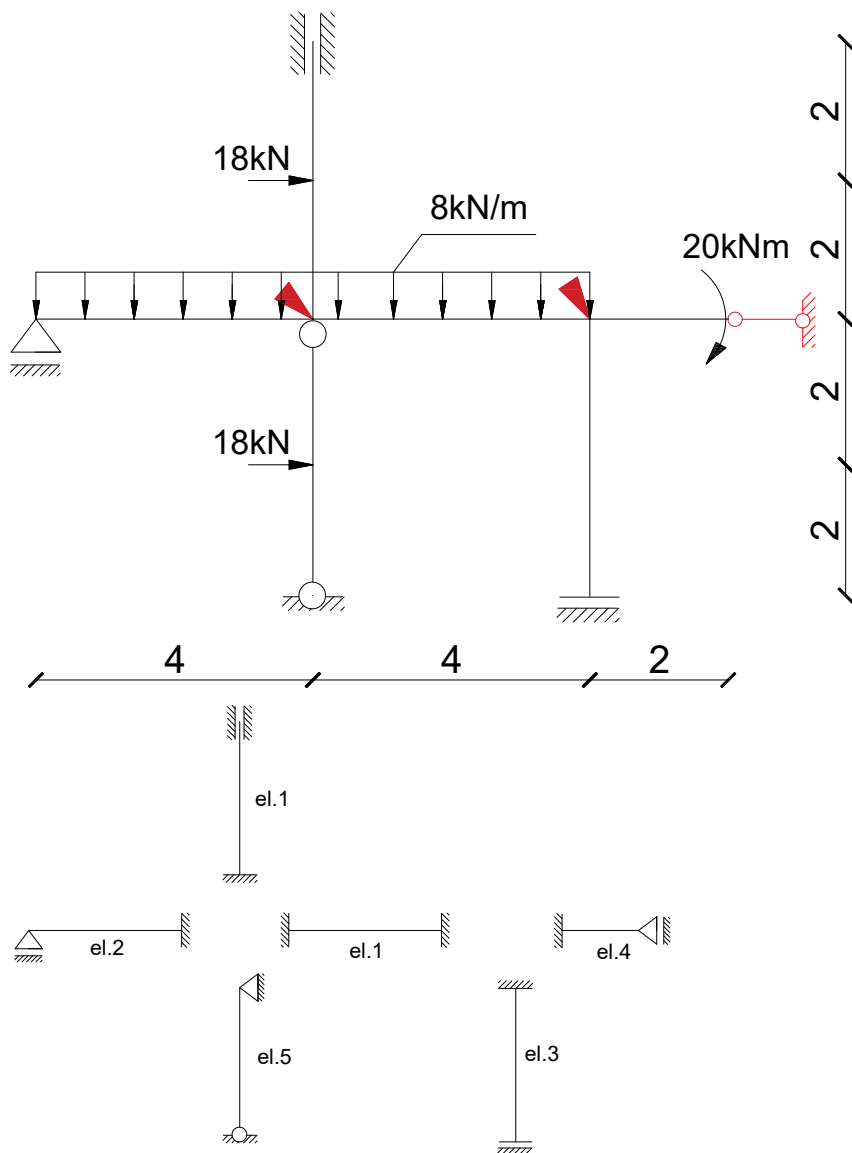
Obciążenie zewnętrzne



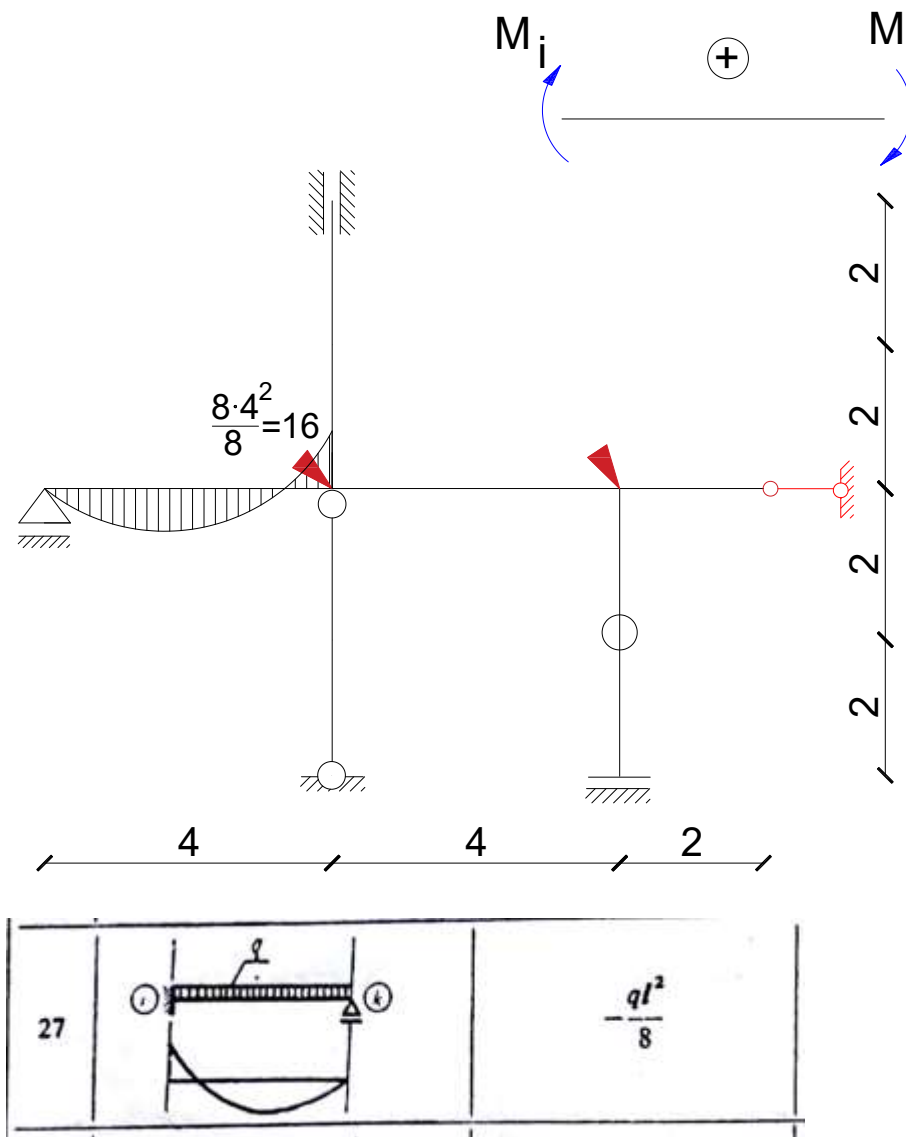


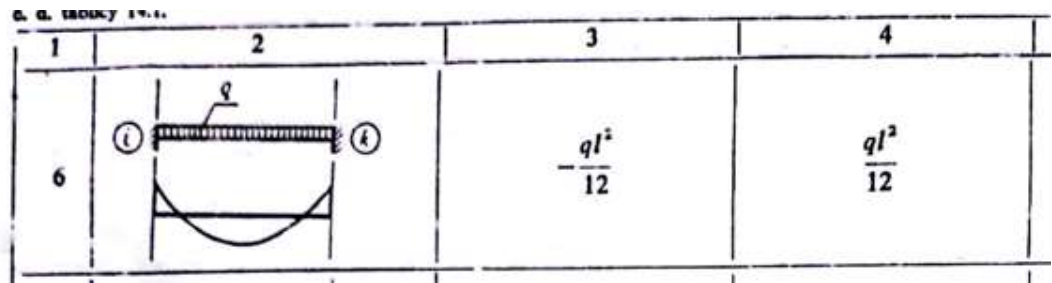
Obciążenie zewnętrzne



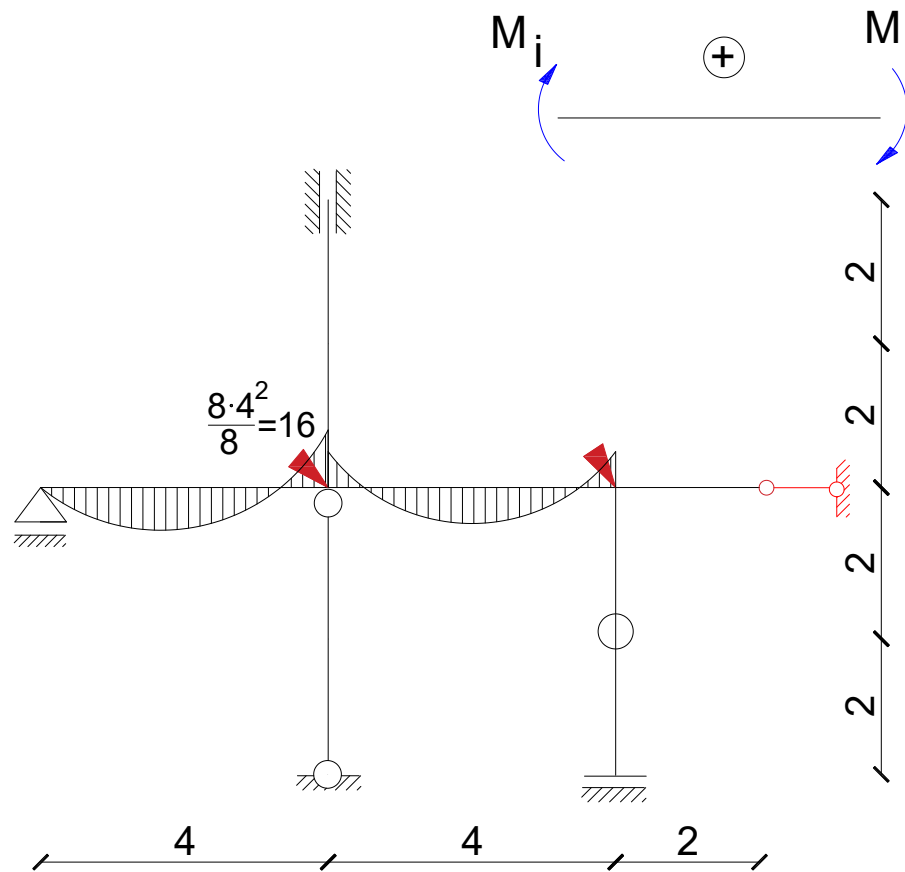
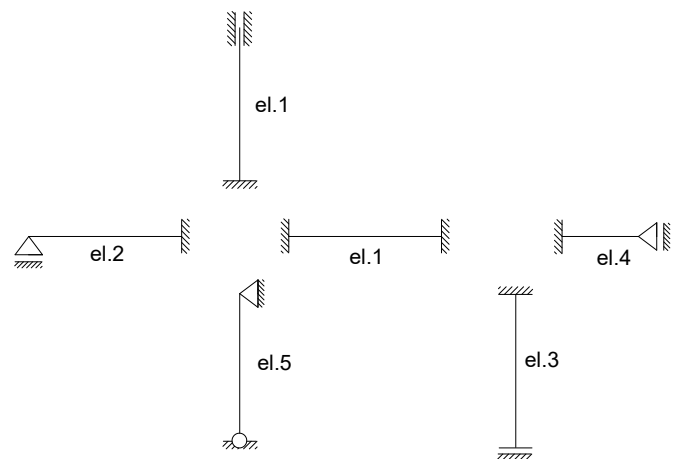
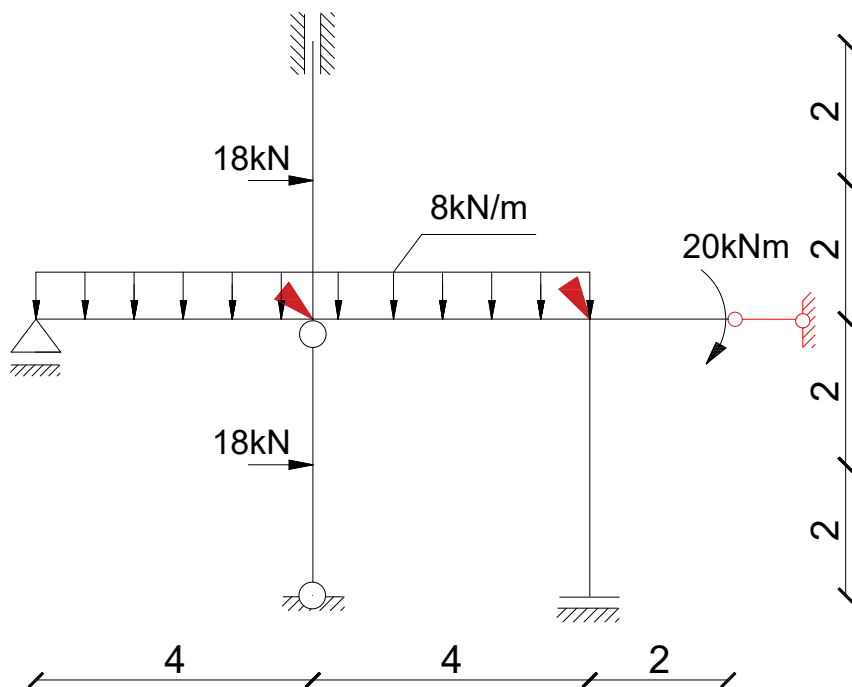


Obciążenie zewnętrzne



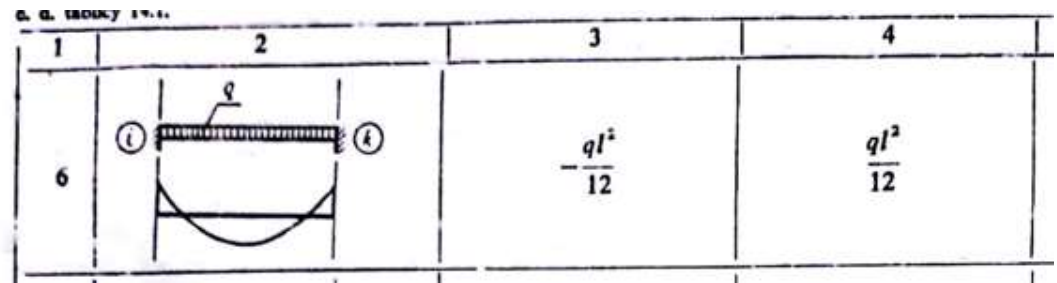
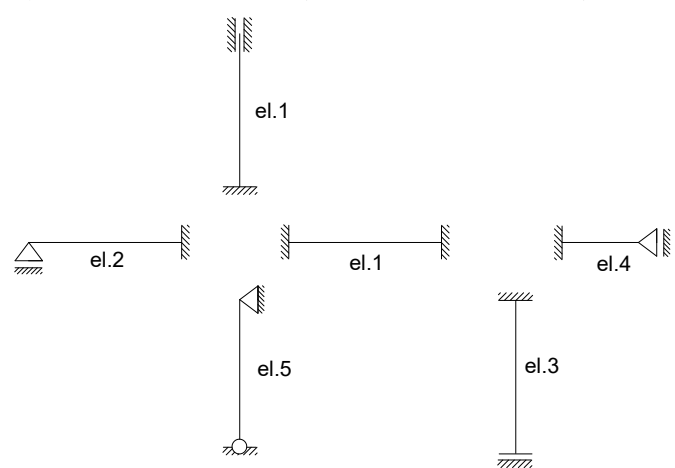


Obciążenie zewnętrzne

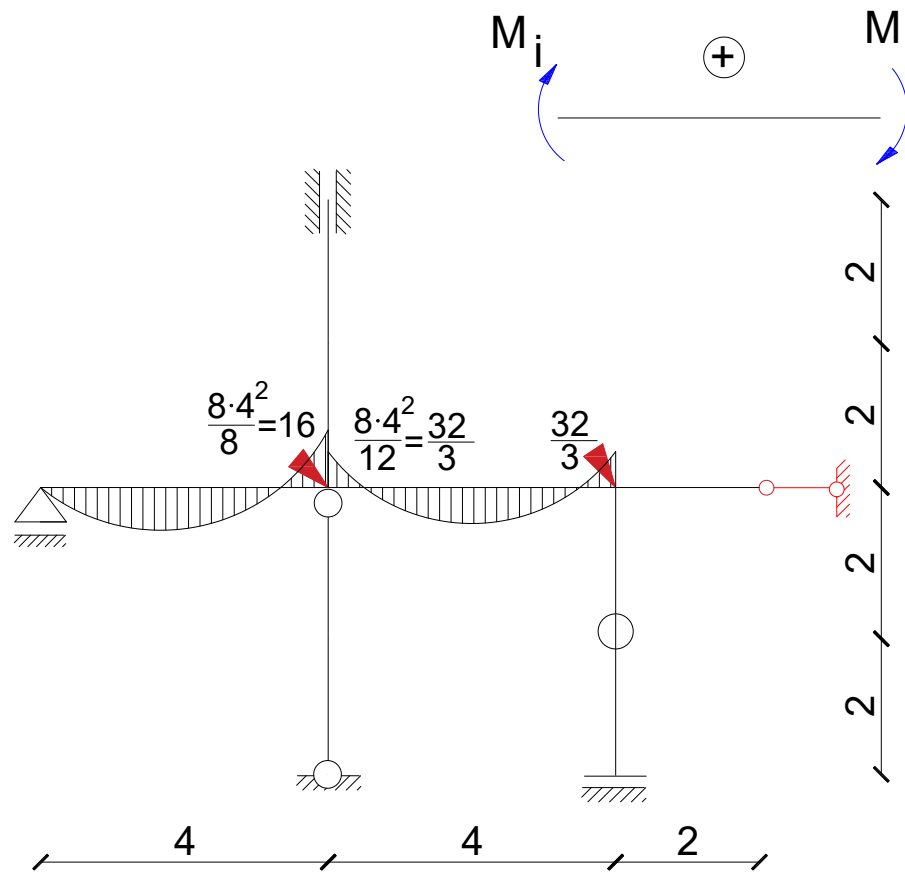
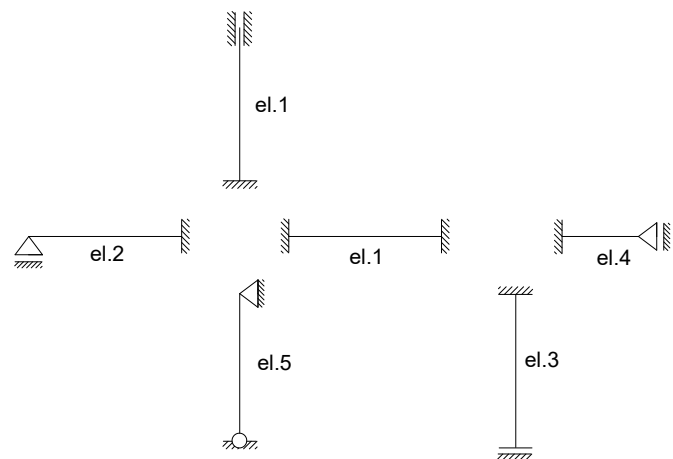
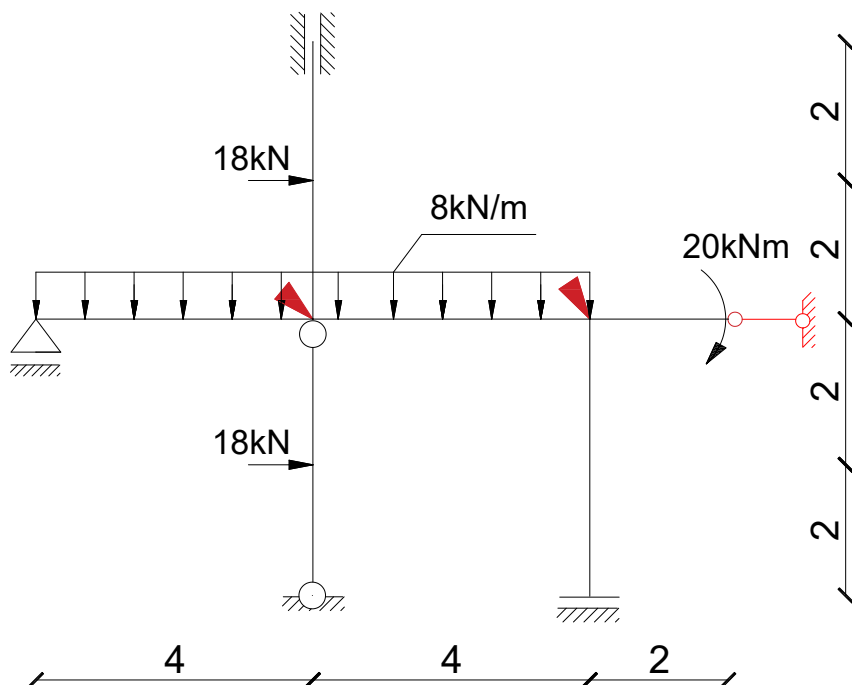


Tab. 6.1. Wzrosty i w. i.

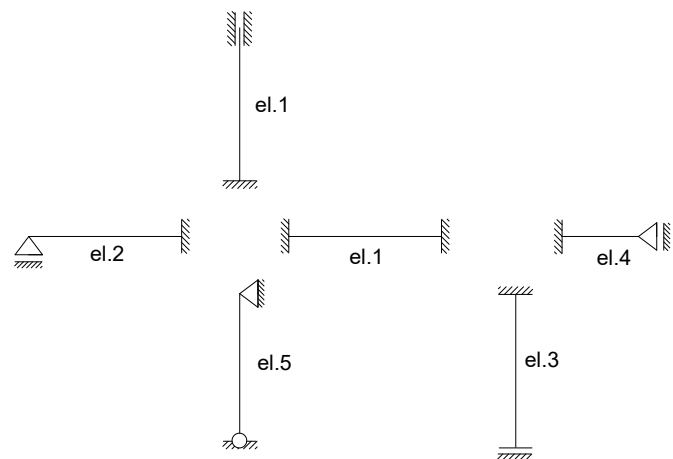
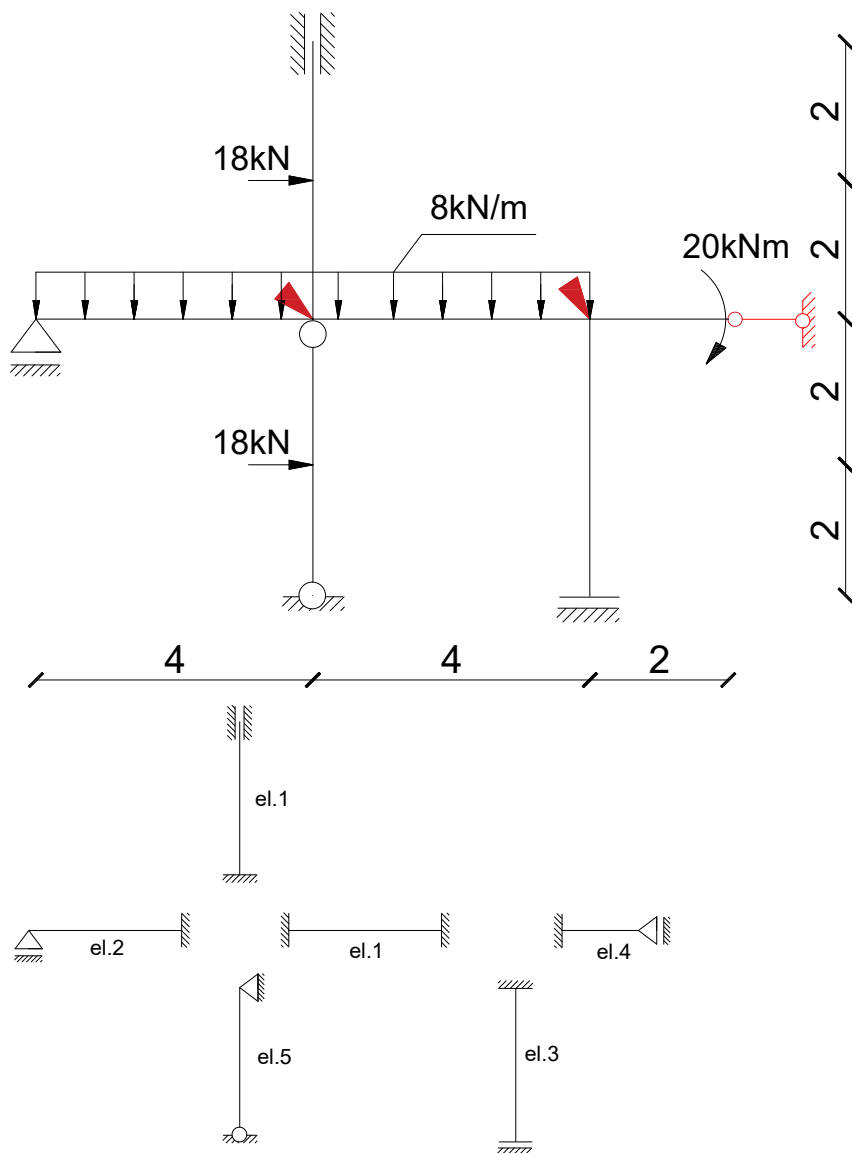
1	2	3	4
6		$-\frac{ql^2}{12}$	$\frac{ql^2}{12}$



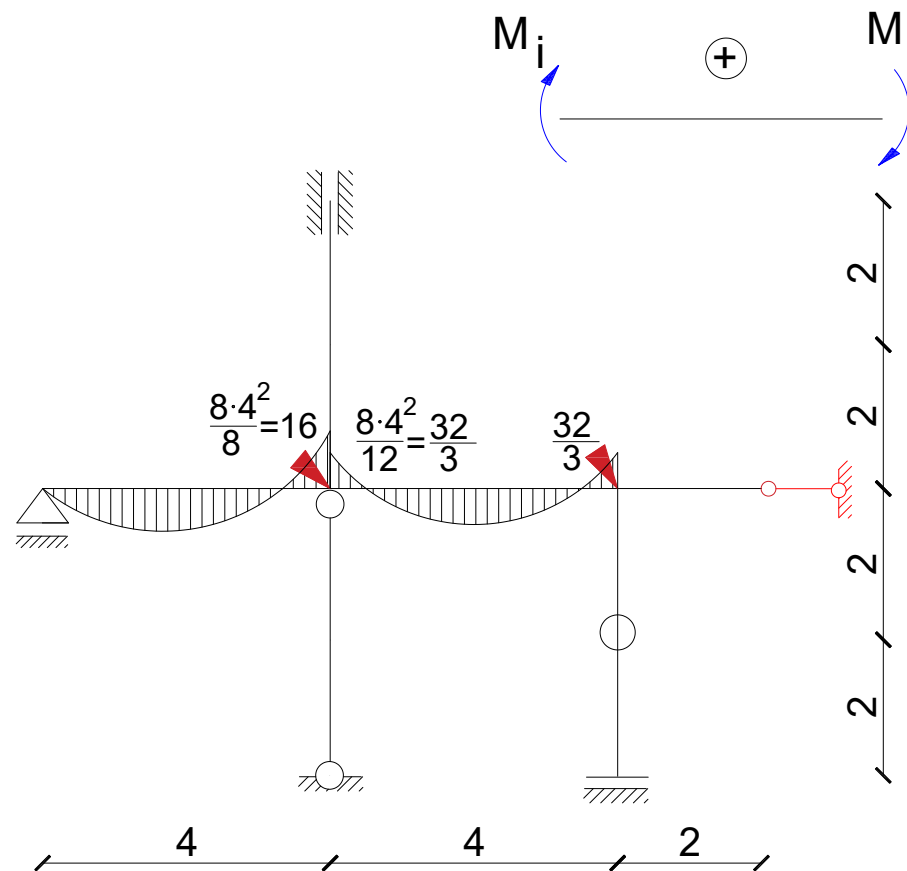
Obciążenie zewnętrzne



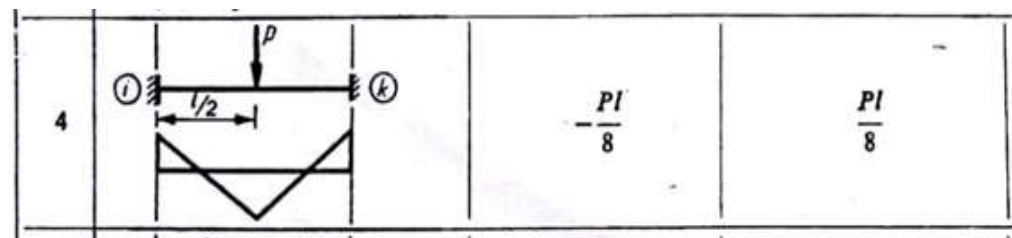
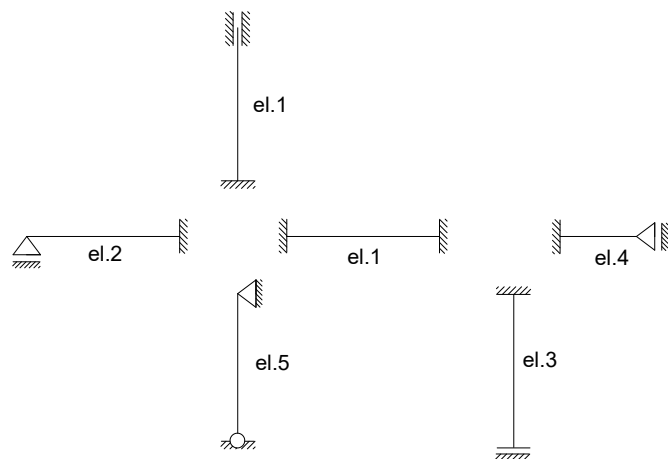
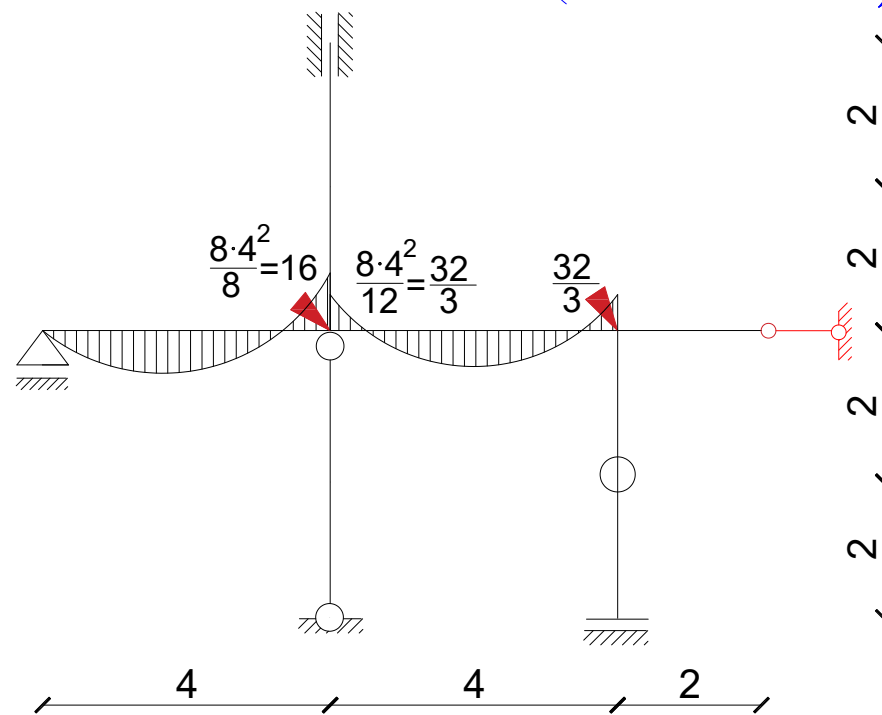
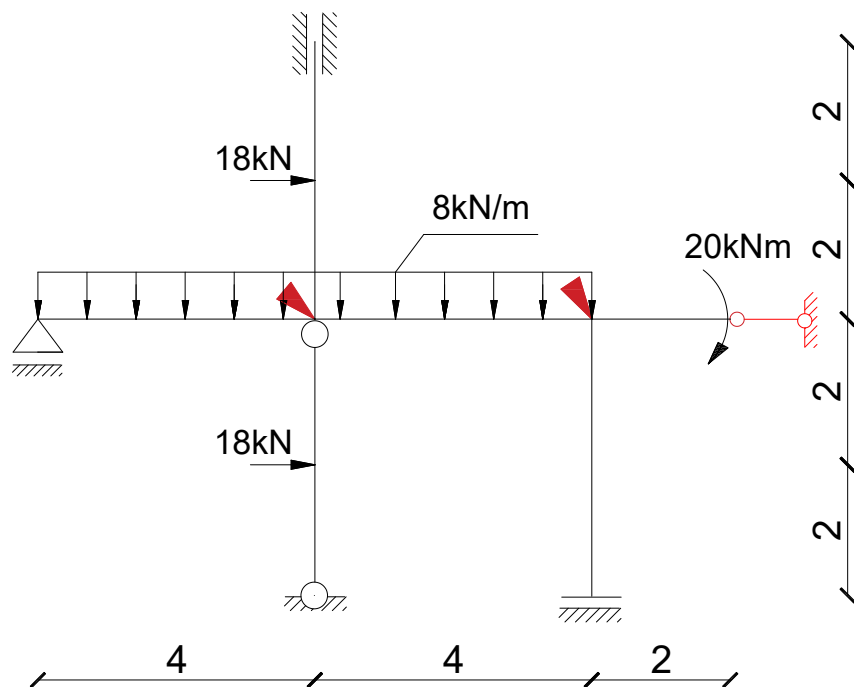
1	2	3	4
6	q	$-\frac{ql^2}{12}$	$\frac{ql^2}{12}$



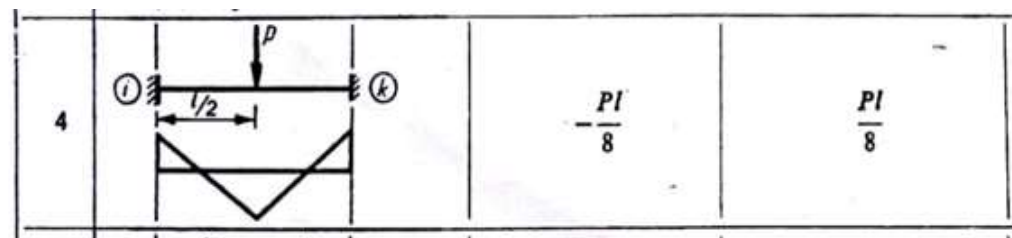
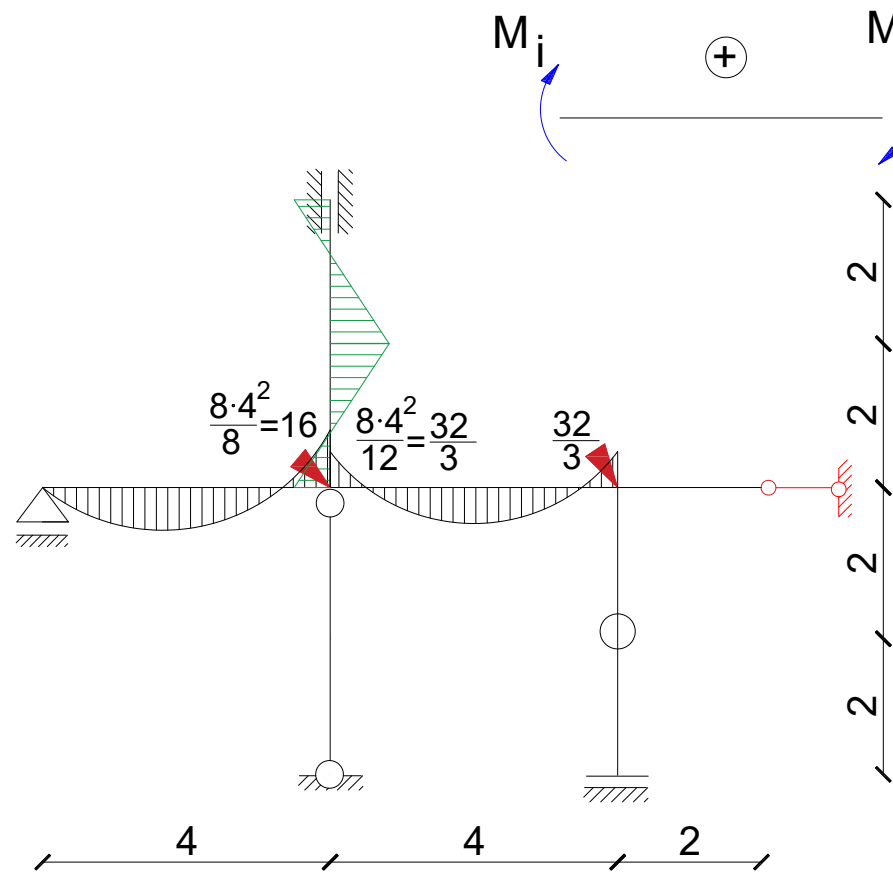
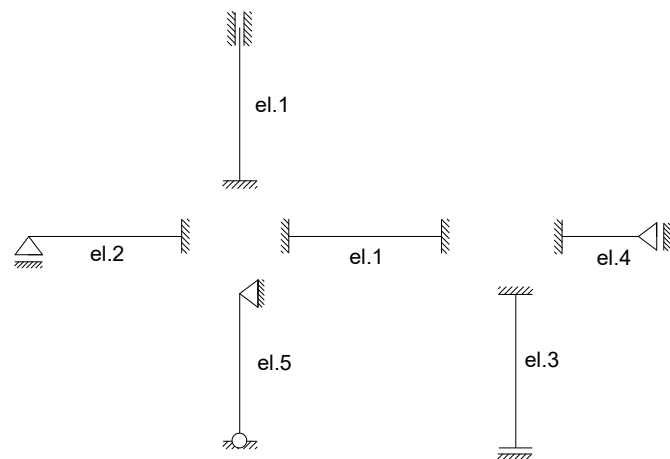
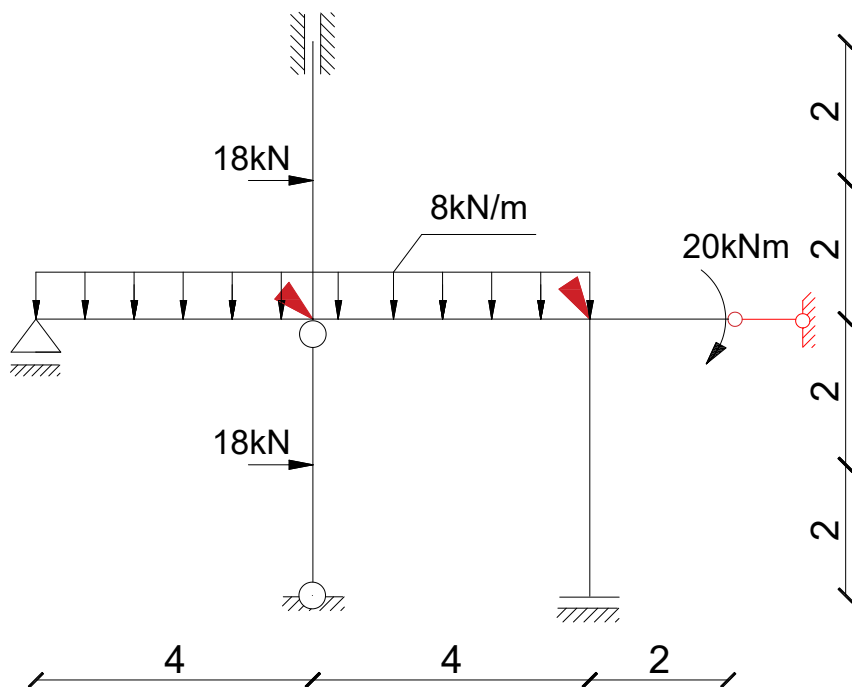
Obciążenie zewnętrzne



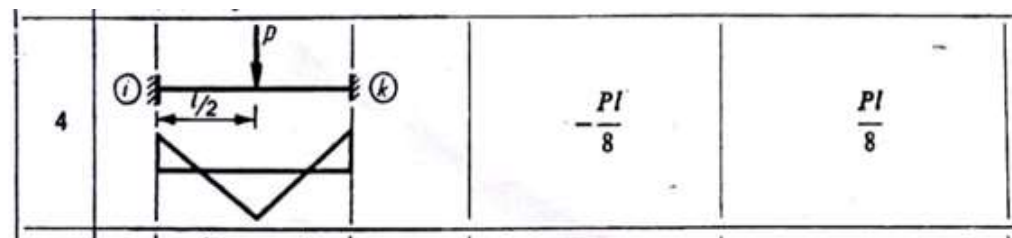
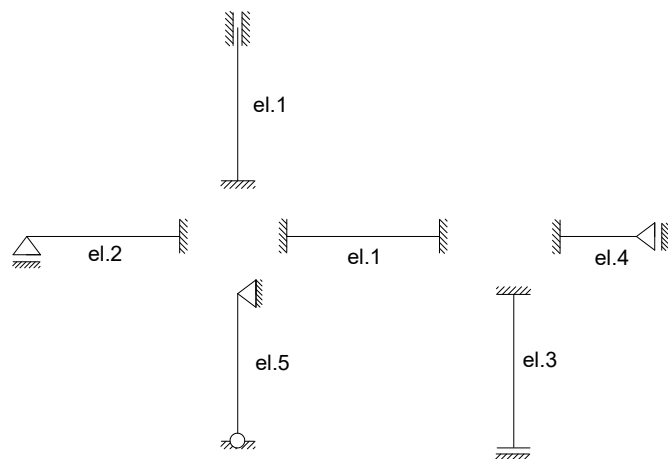
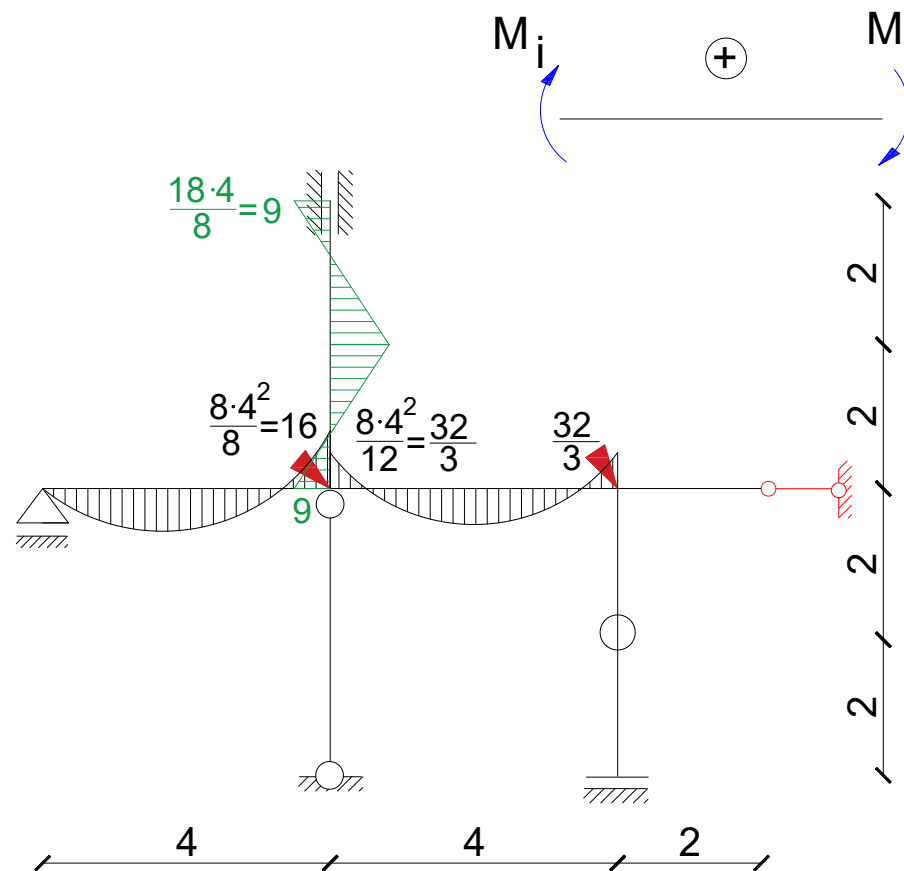
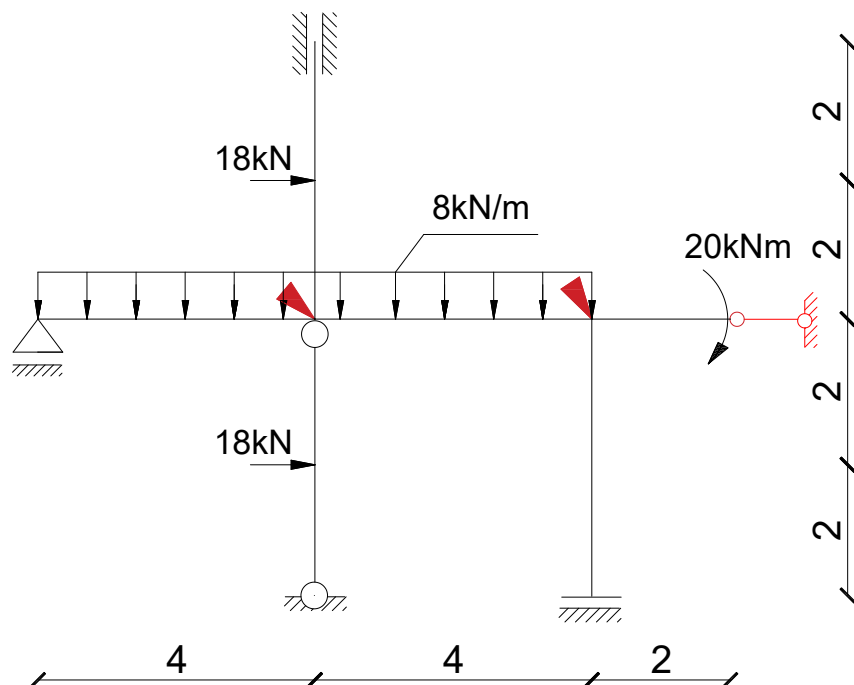
Obciążenie zewnętrzne

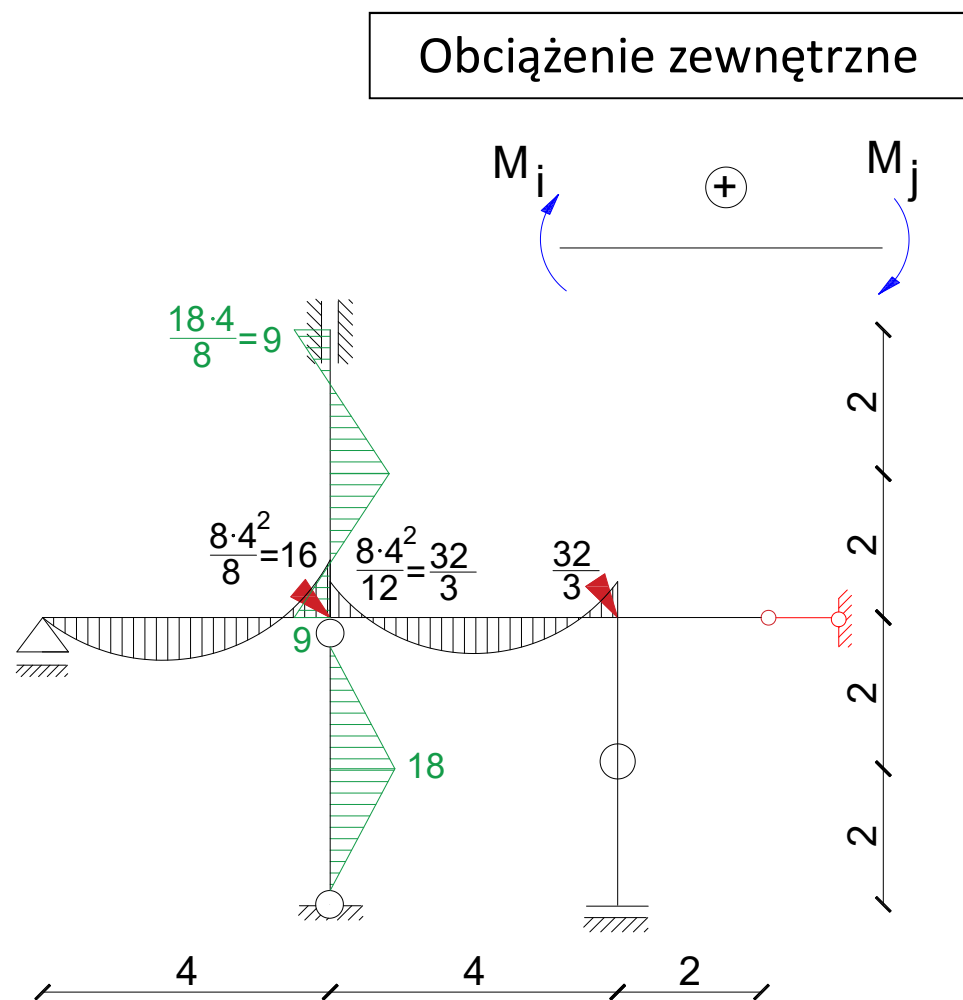
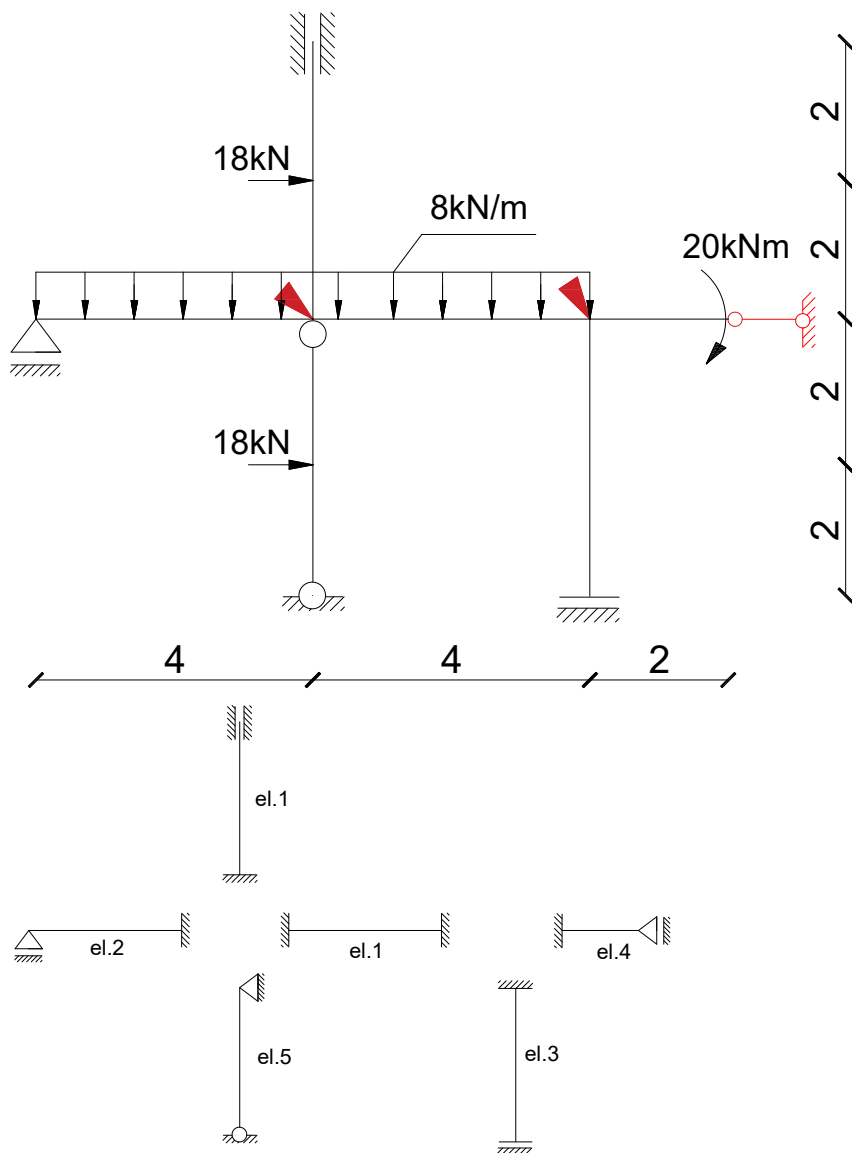


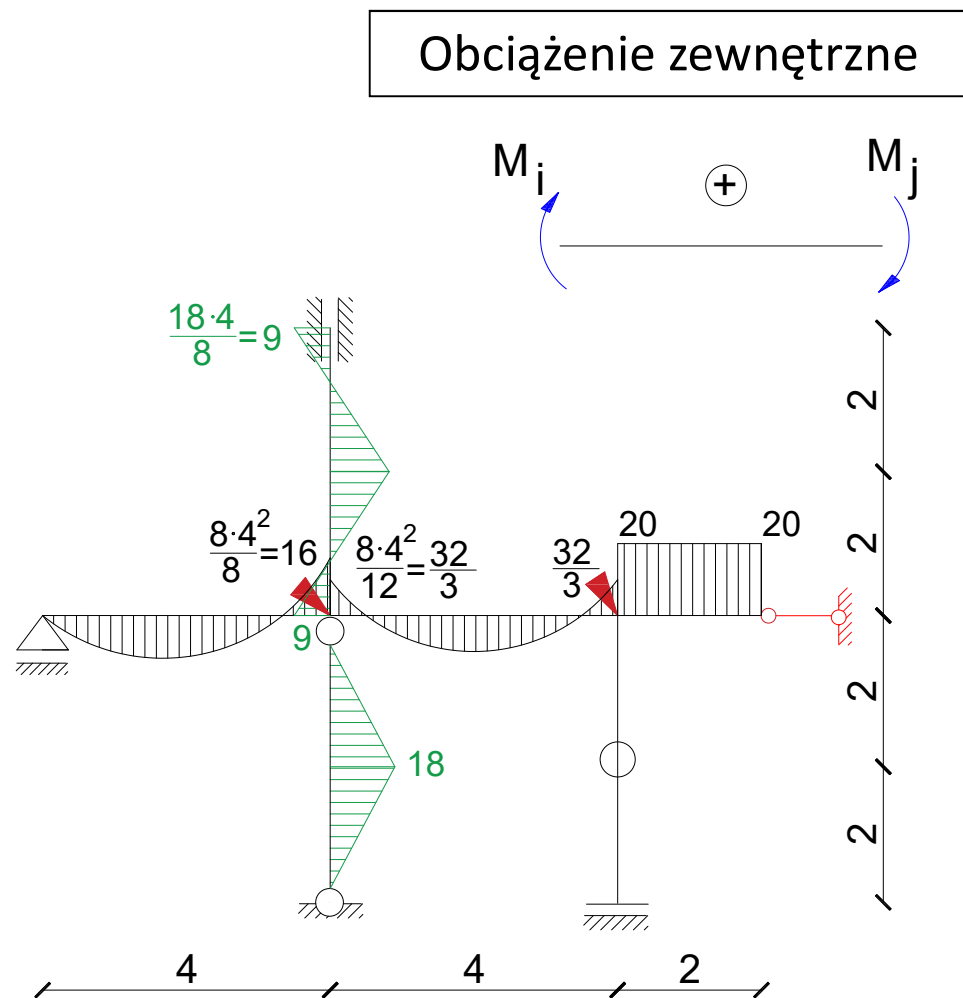
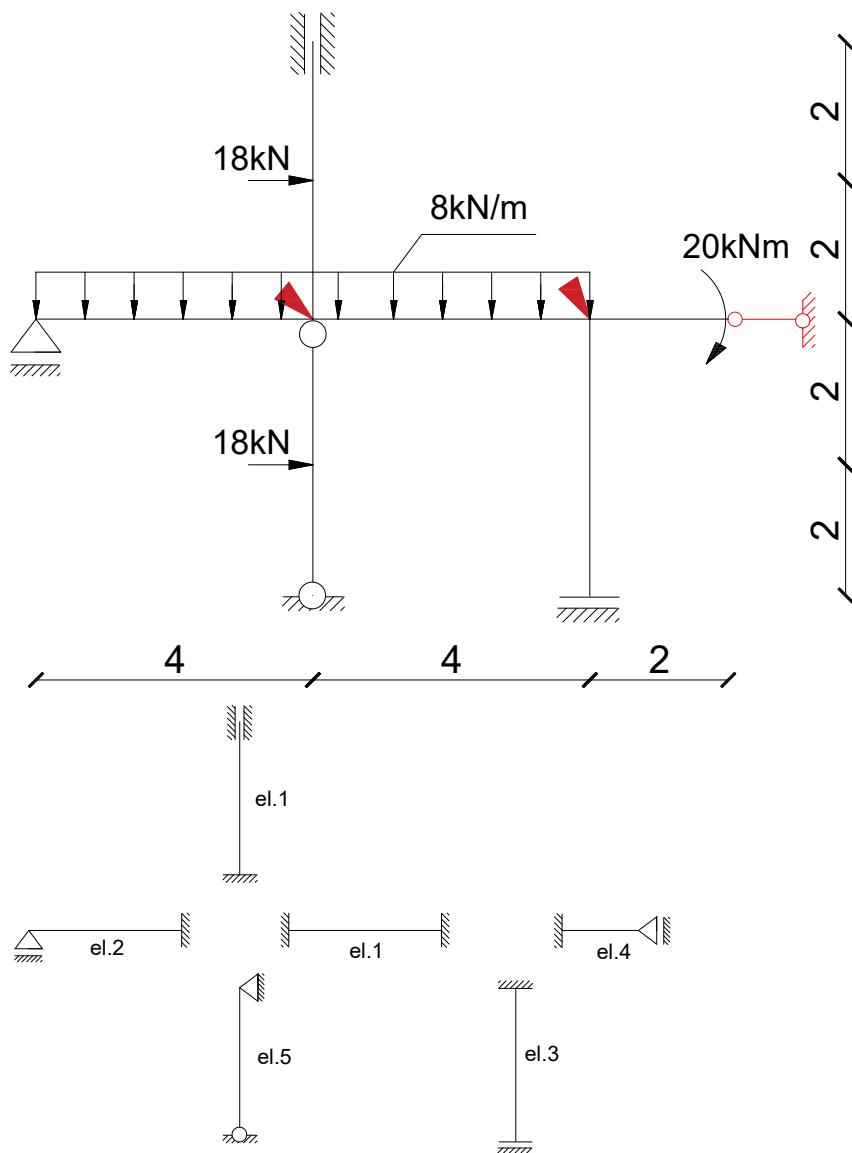
Obciążenie zewnętrzne

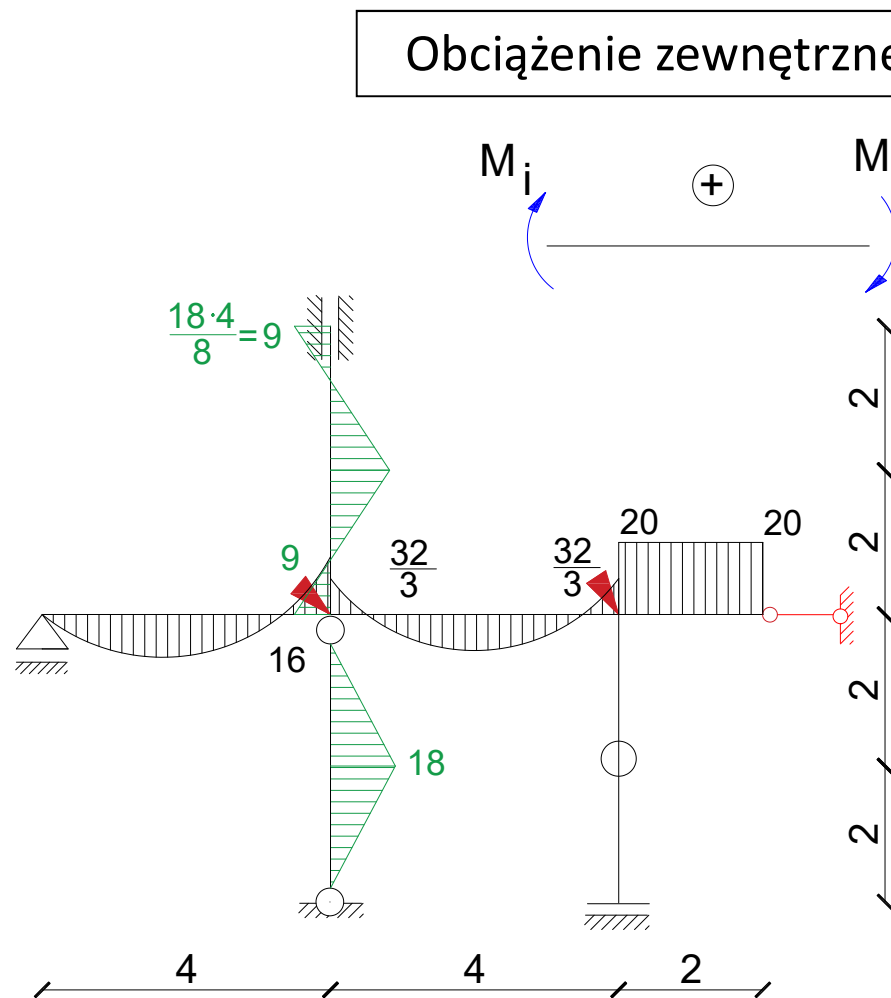
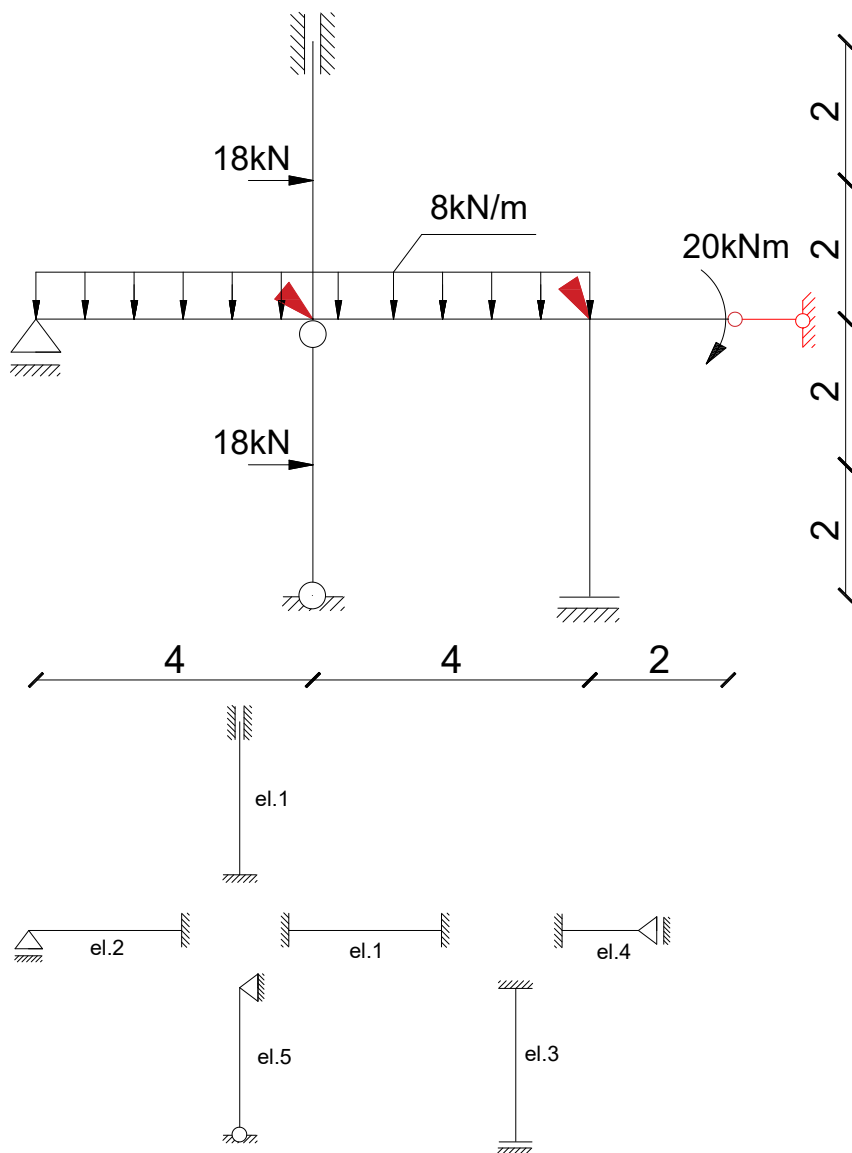


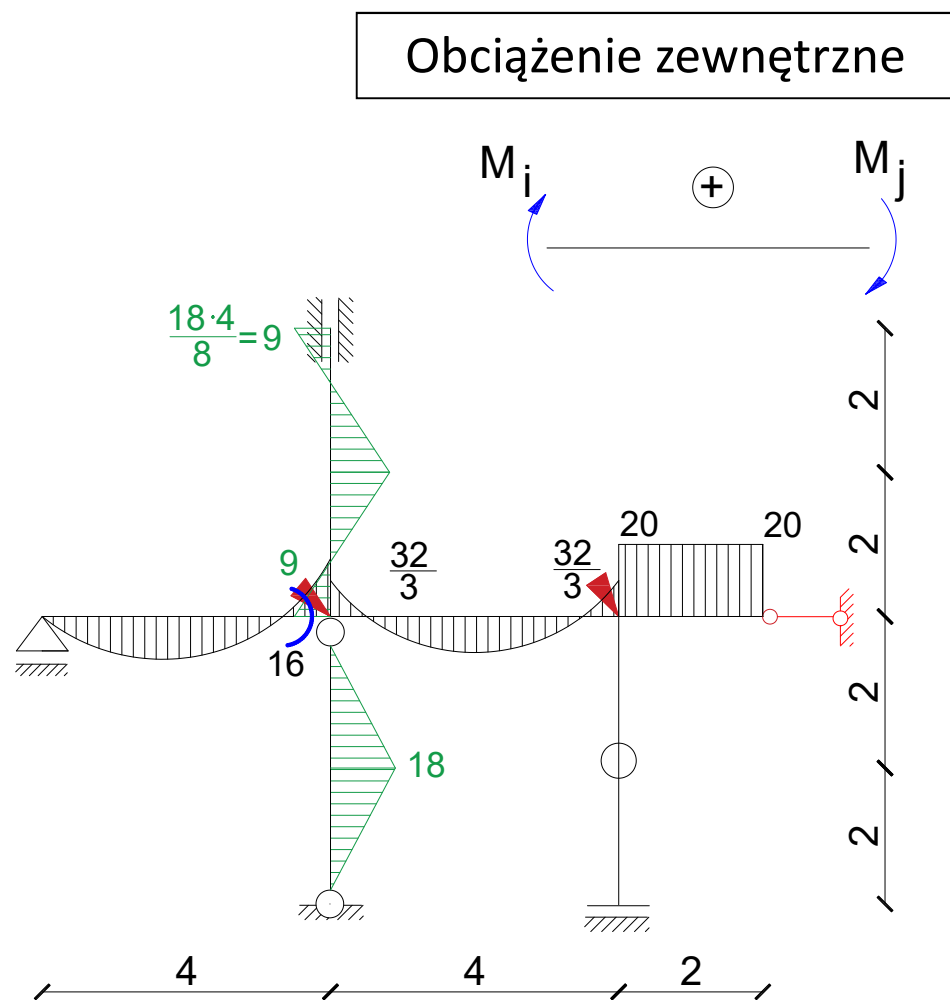
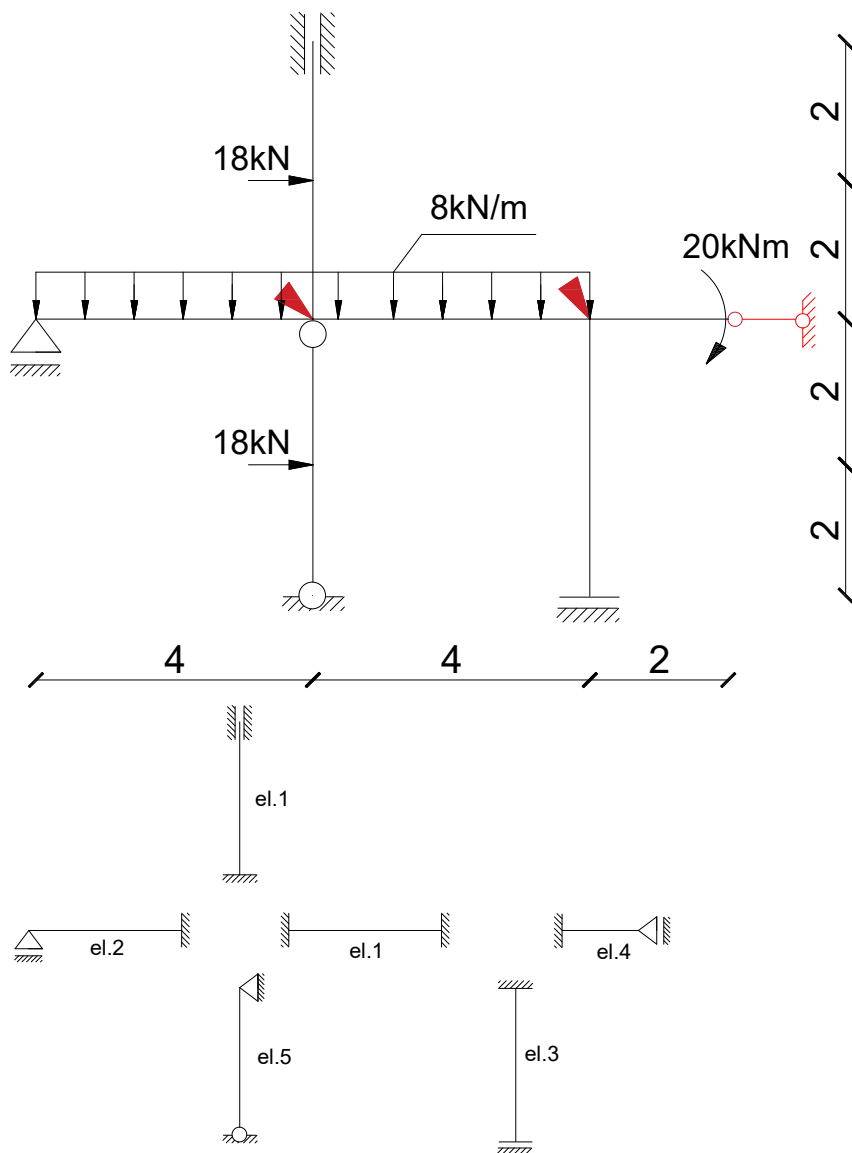
Obciążenie zewnętrzne

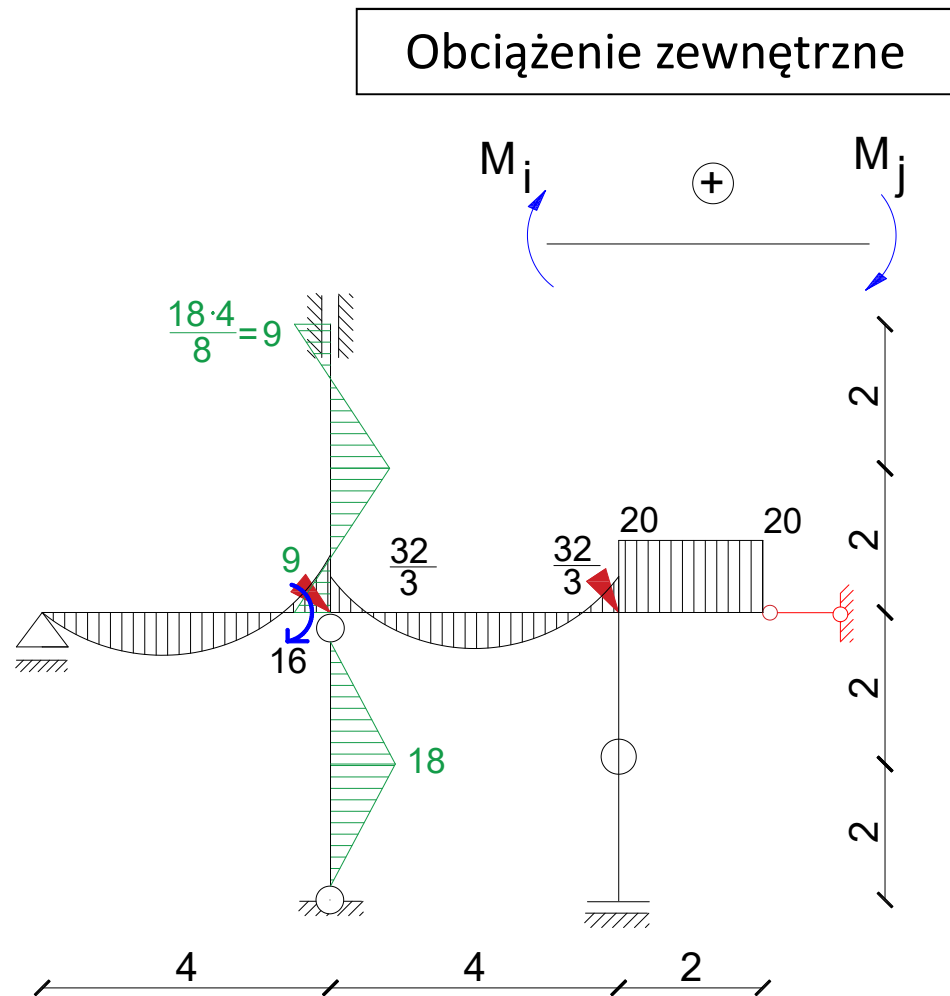
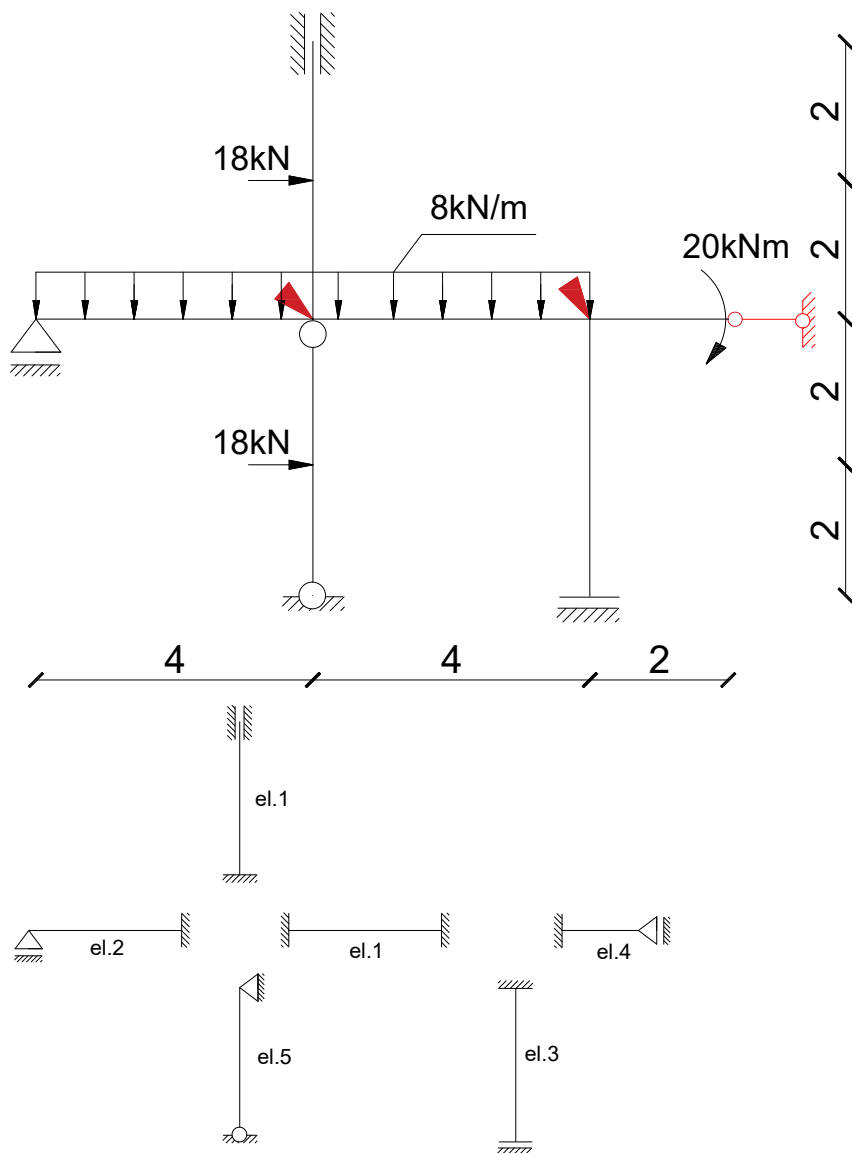


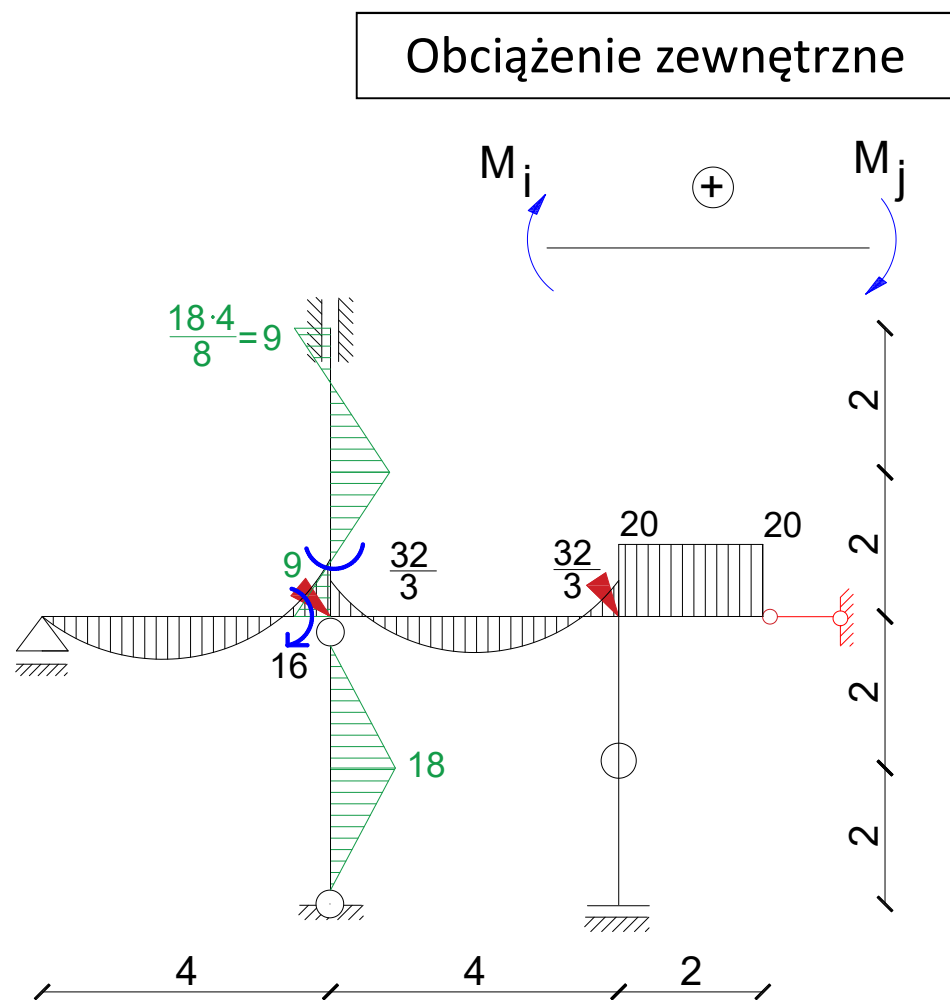
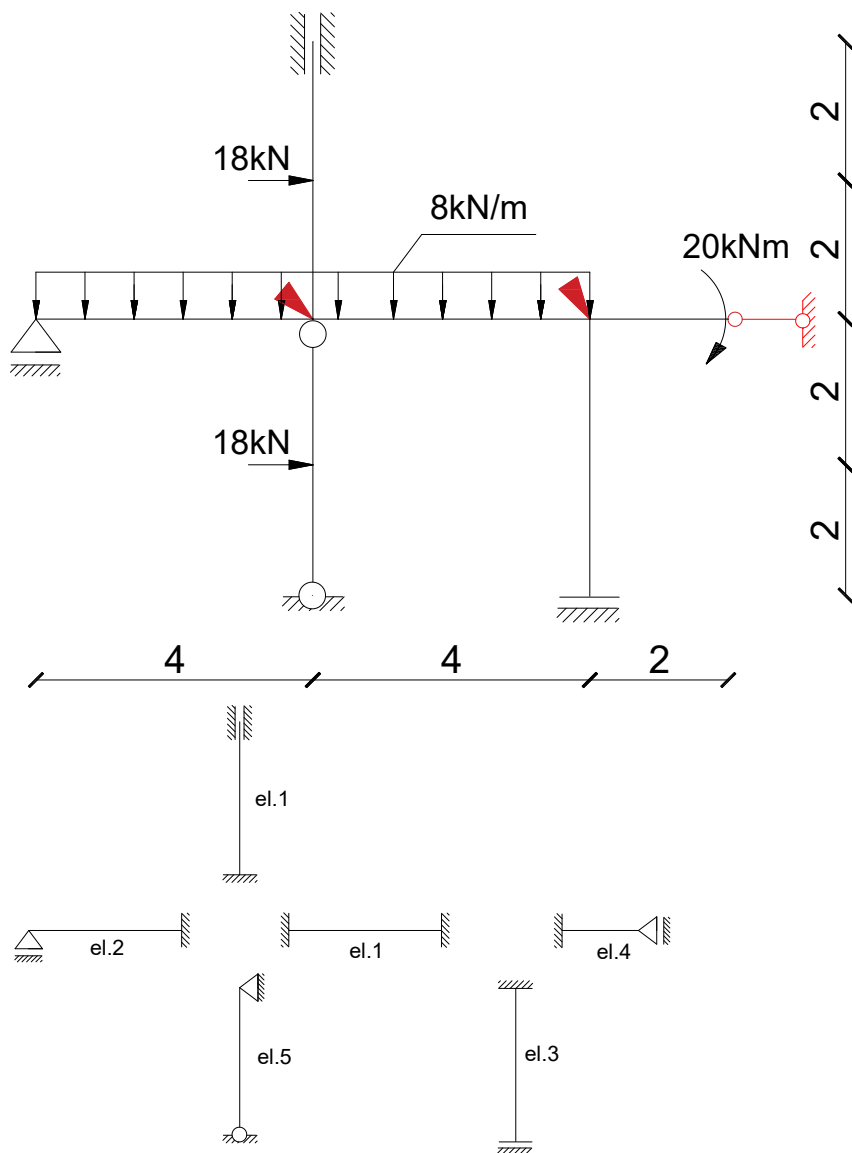


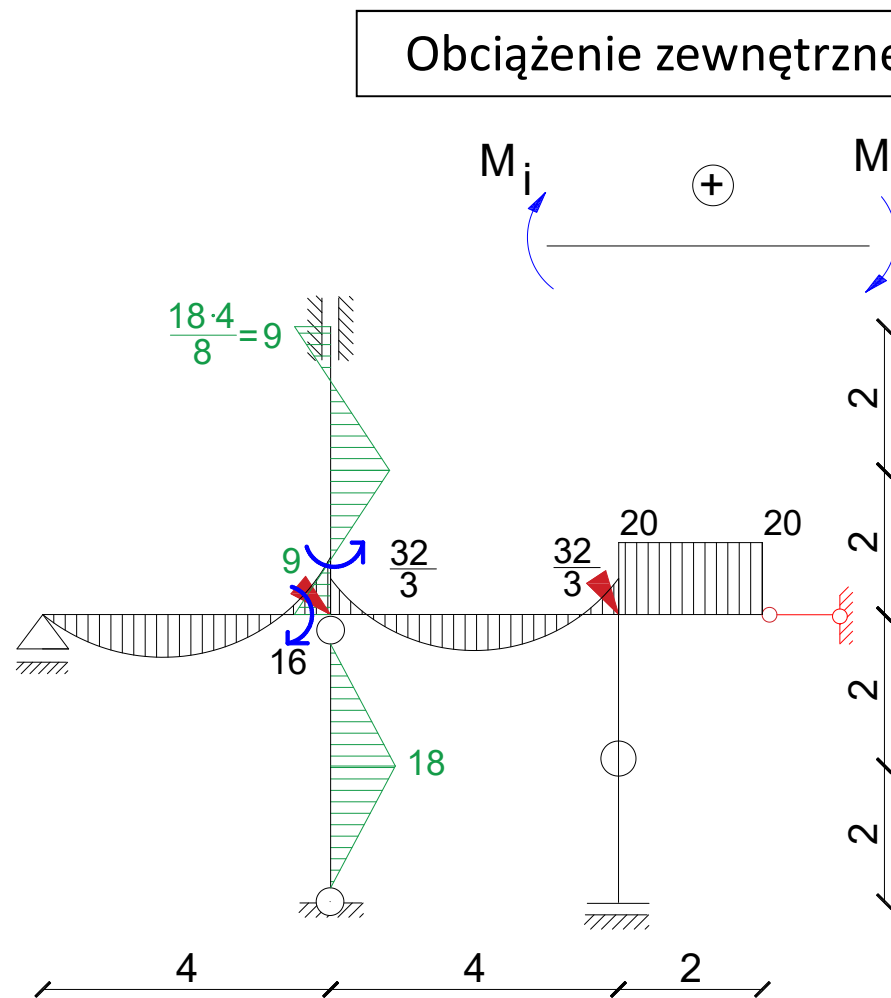
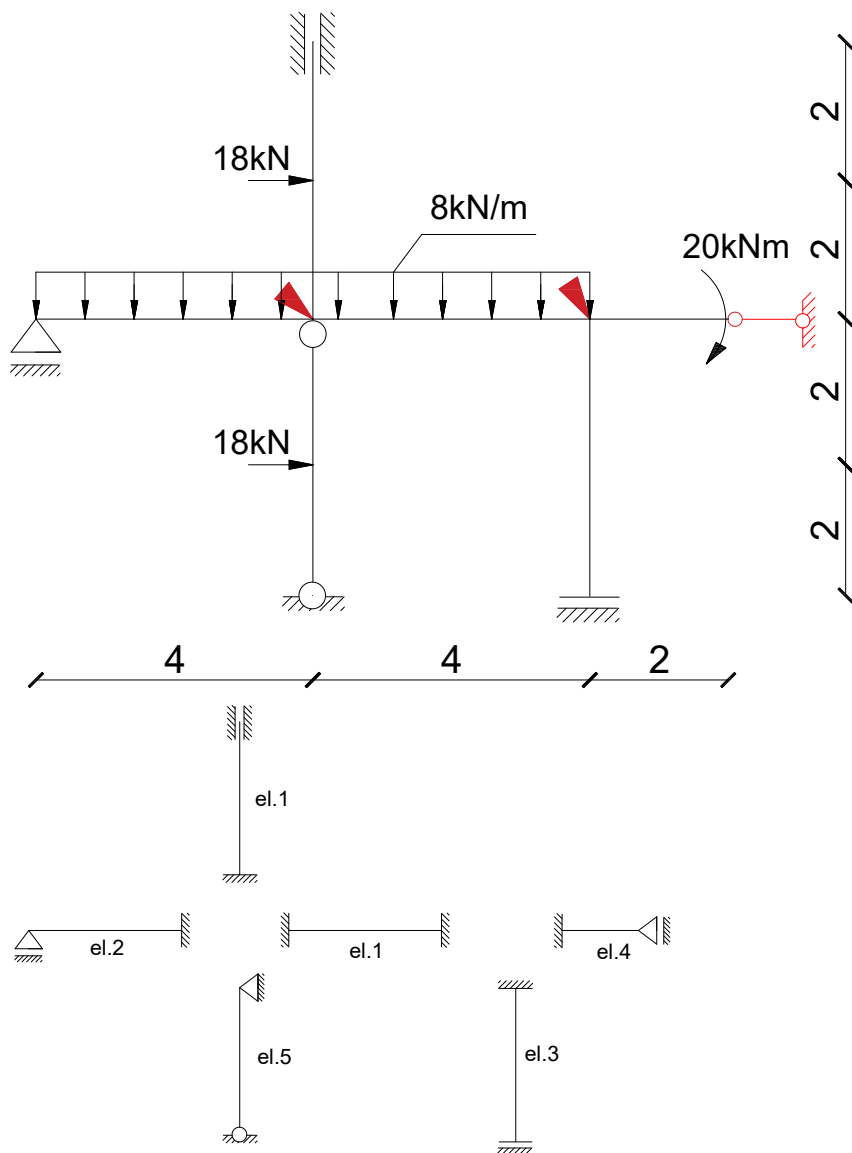


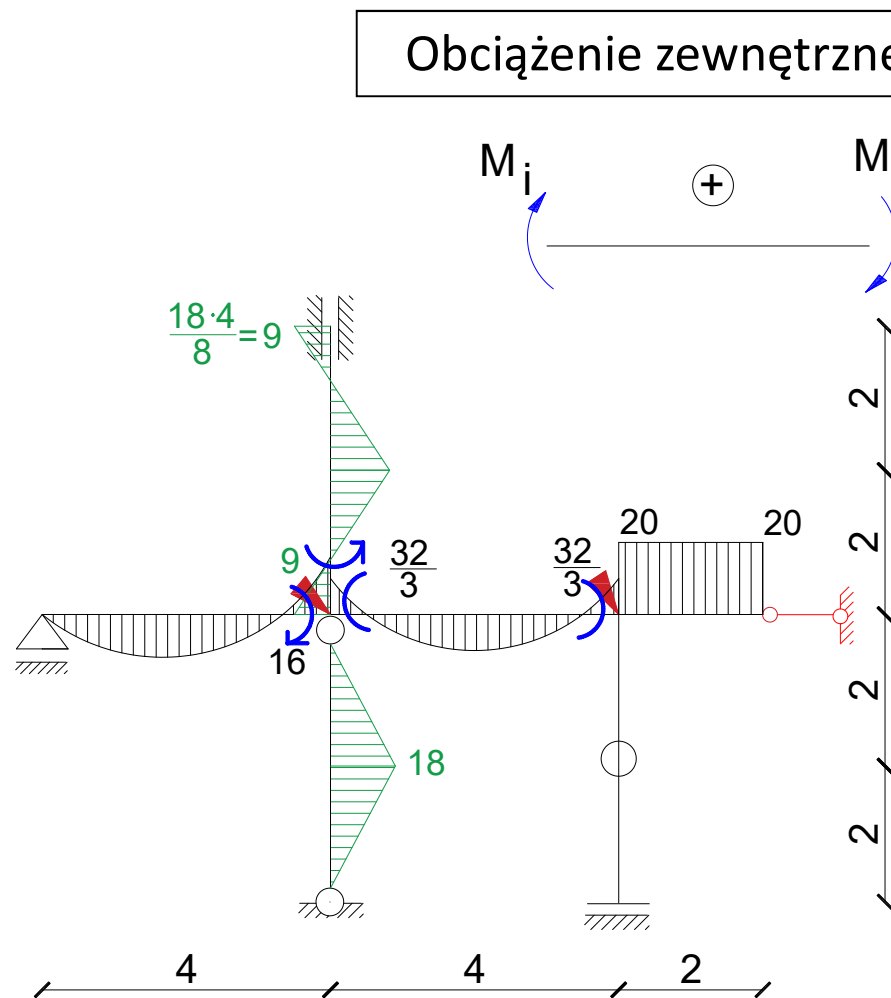
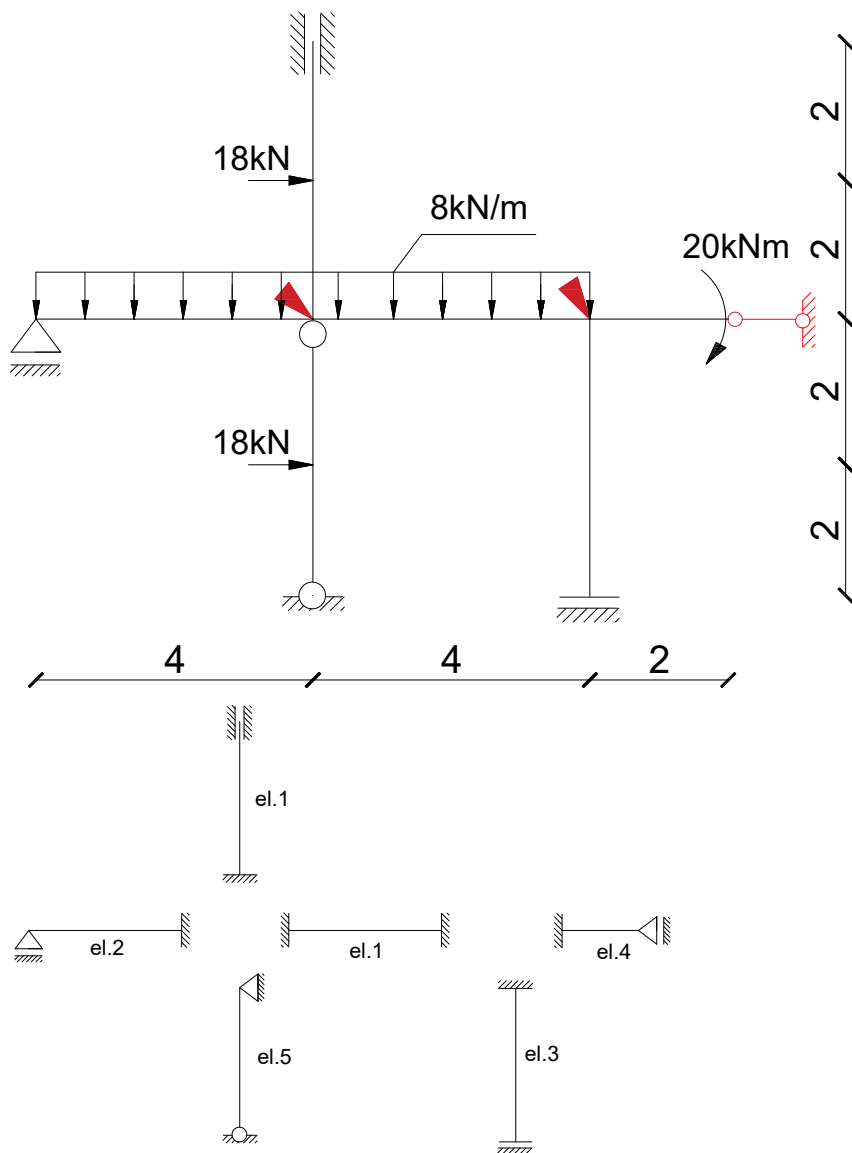


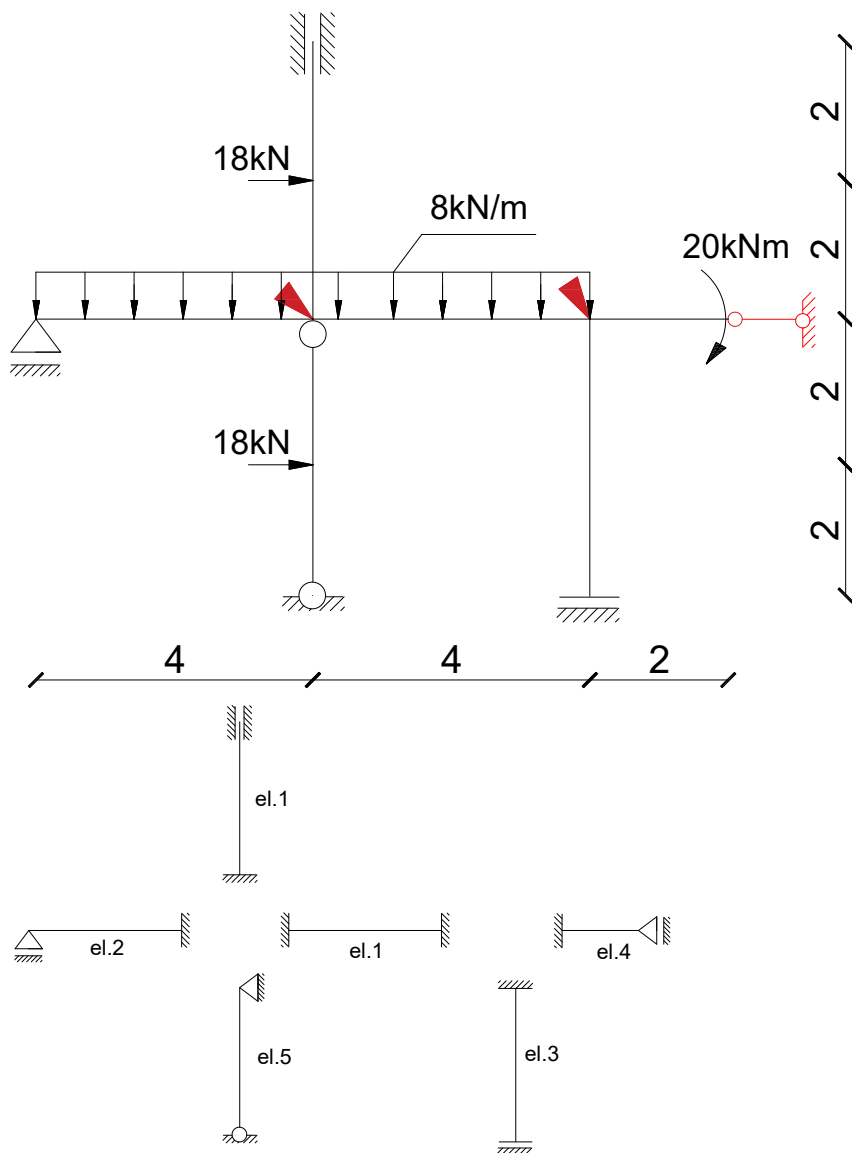




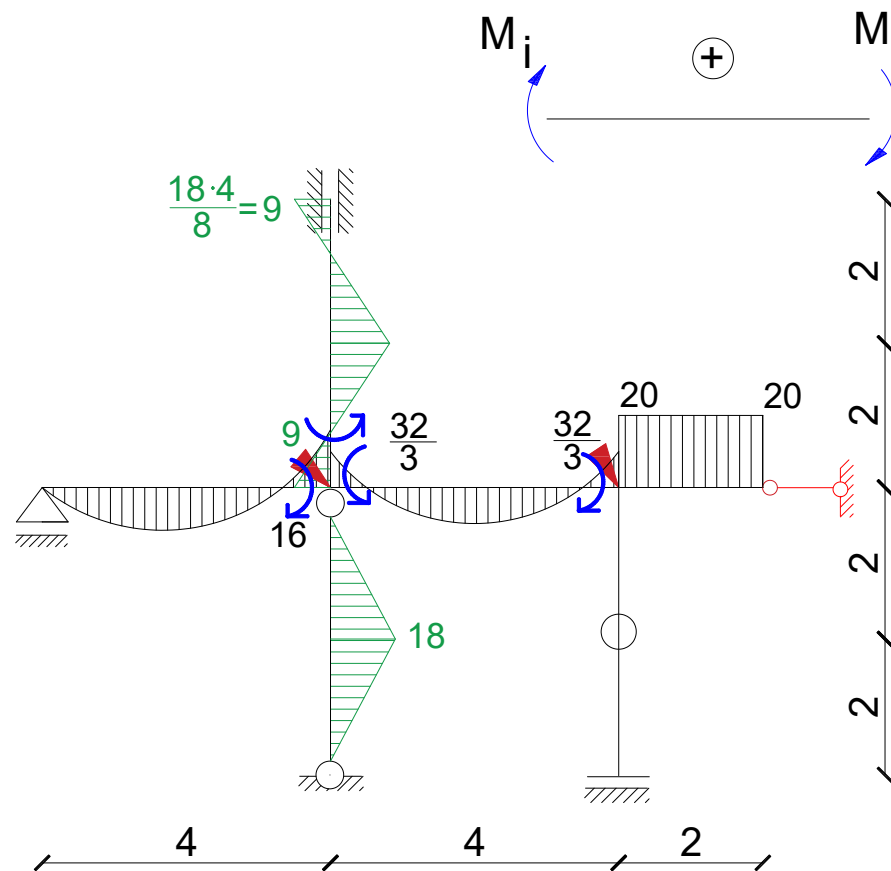


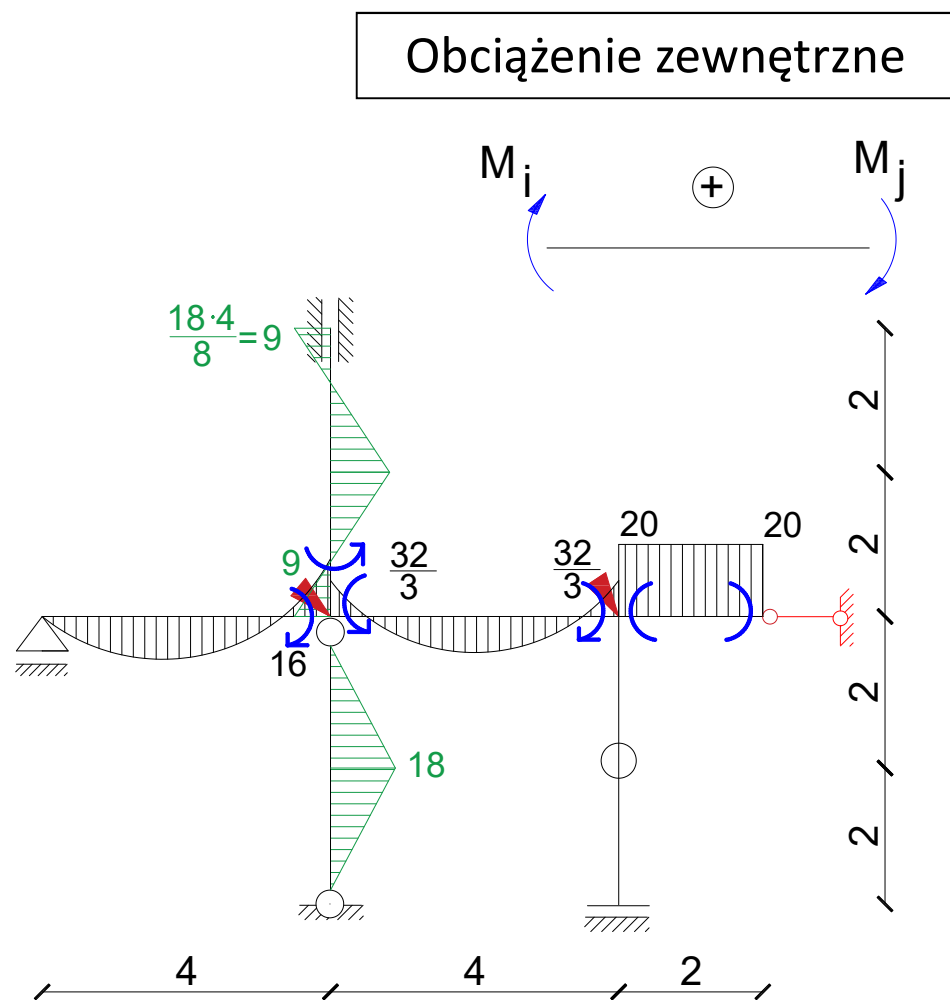
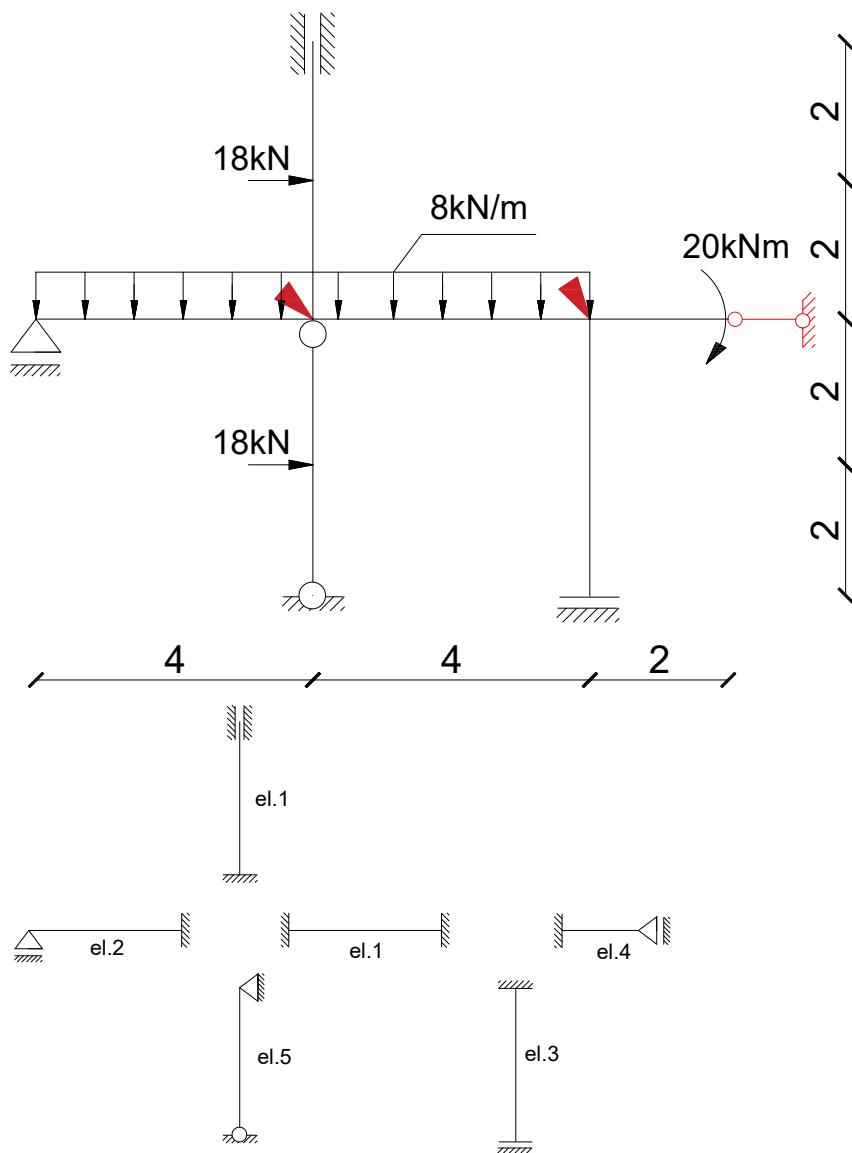


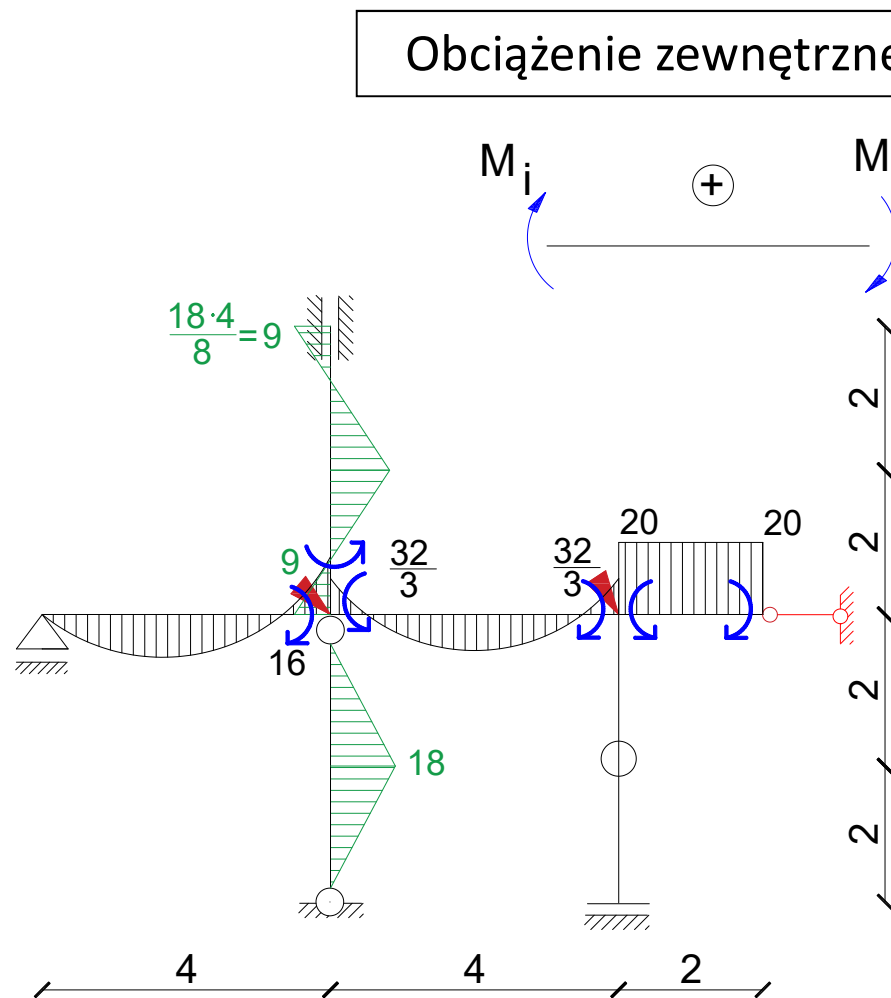
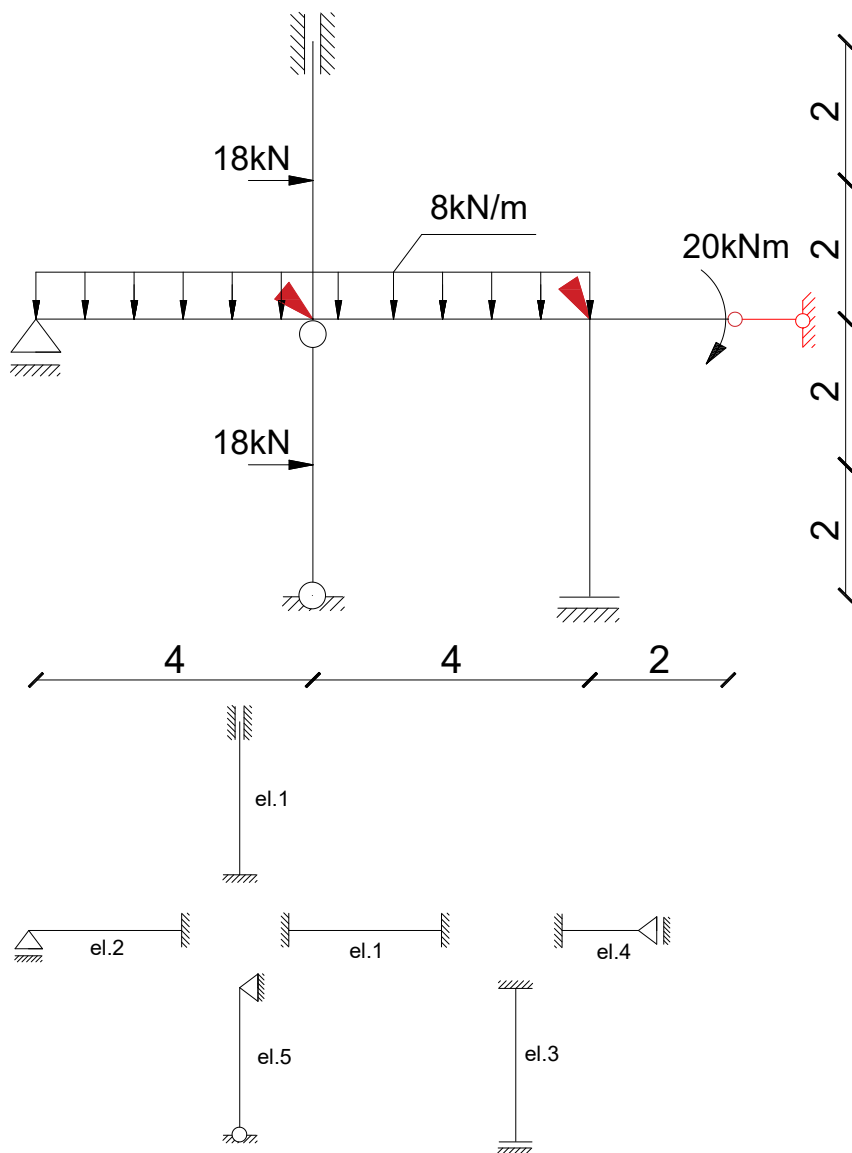


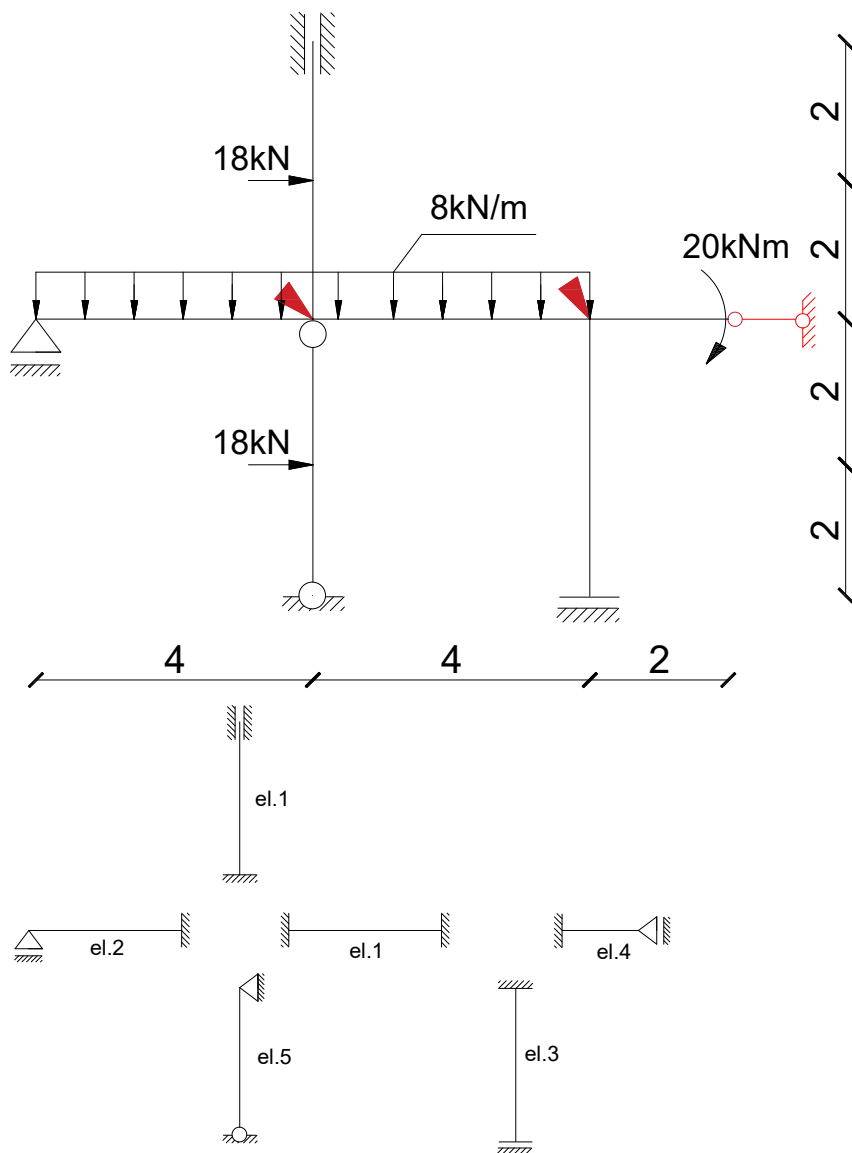


Obciążenie zewnętrzne

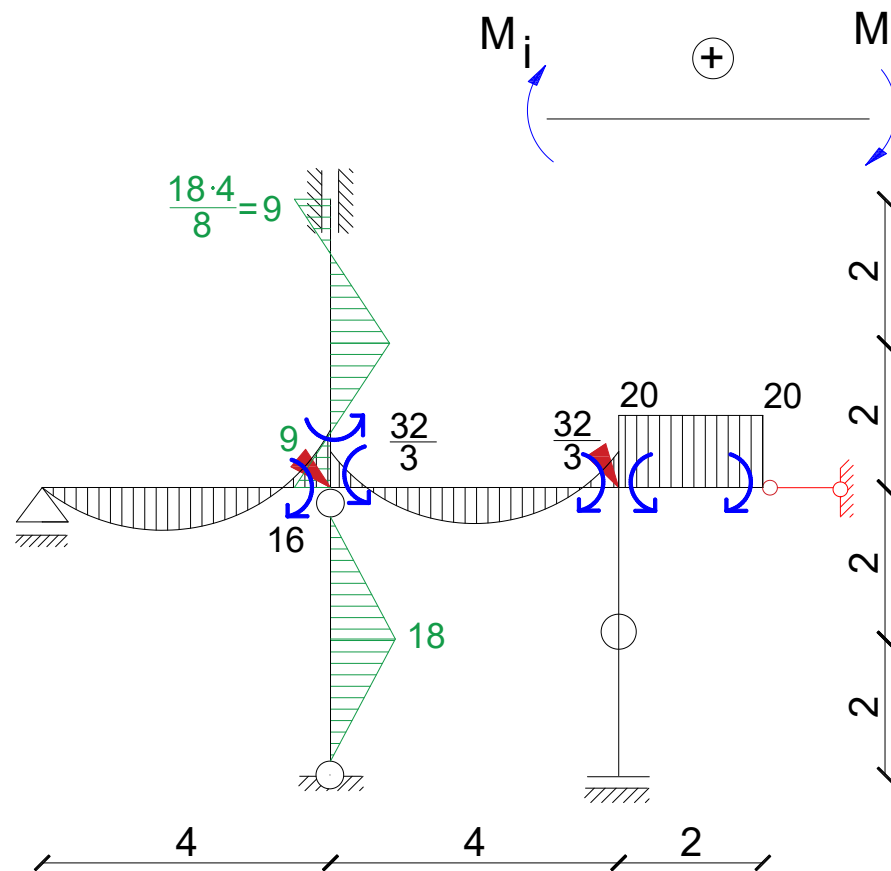




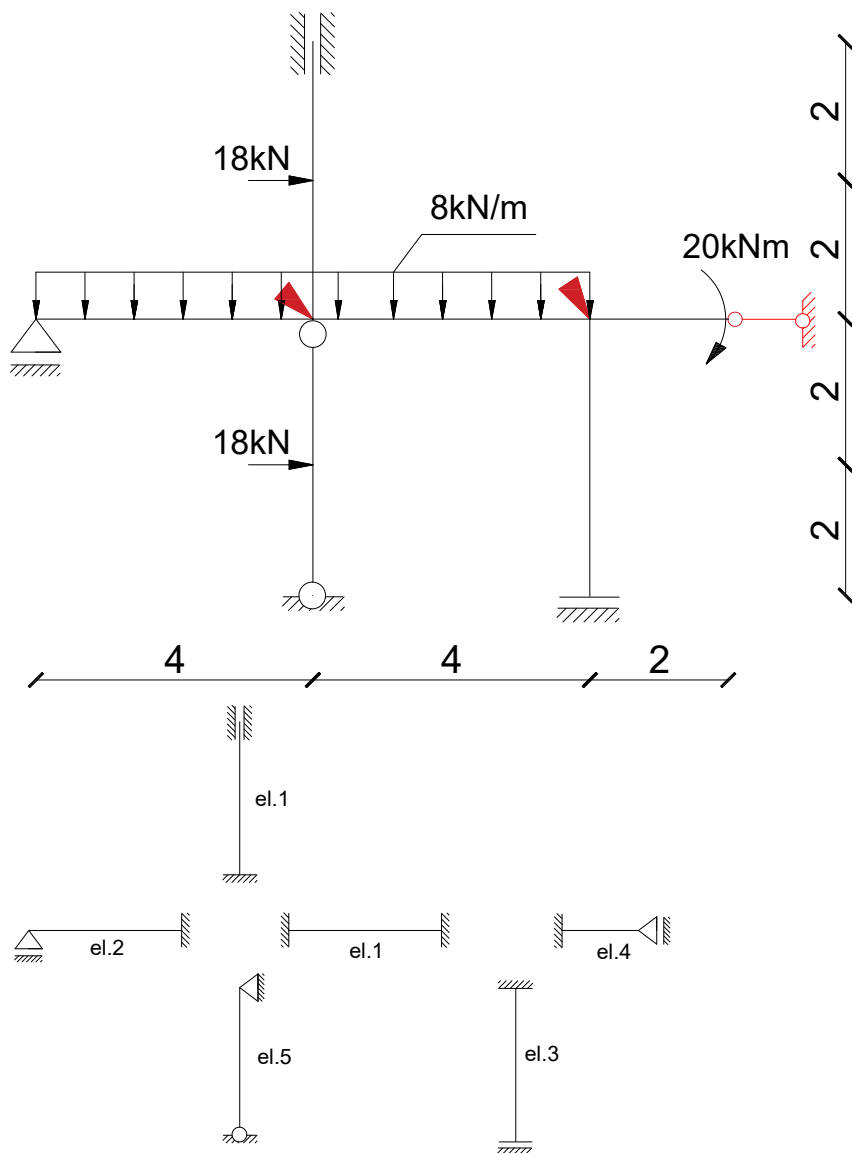




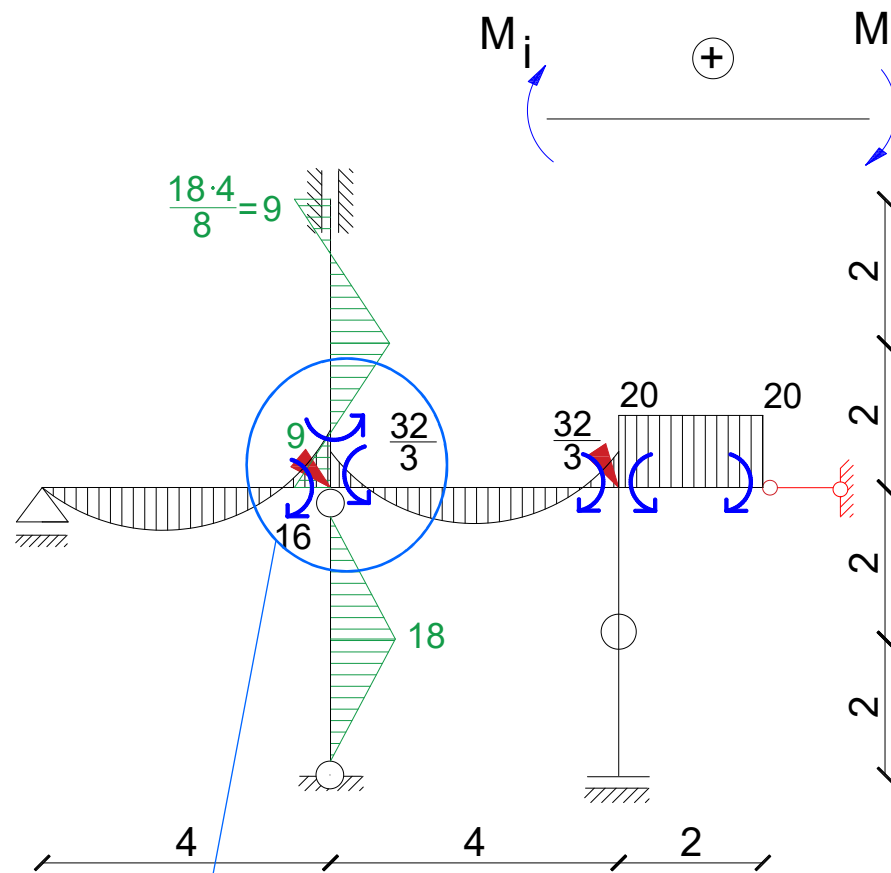
Obciążenie zewnętrzne



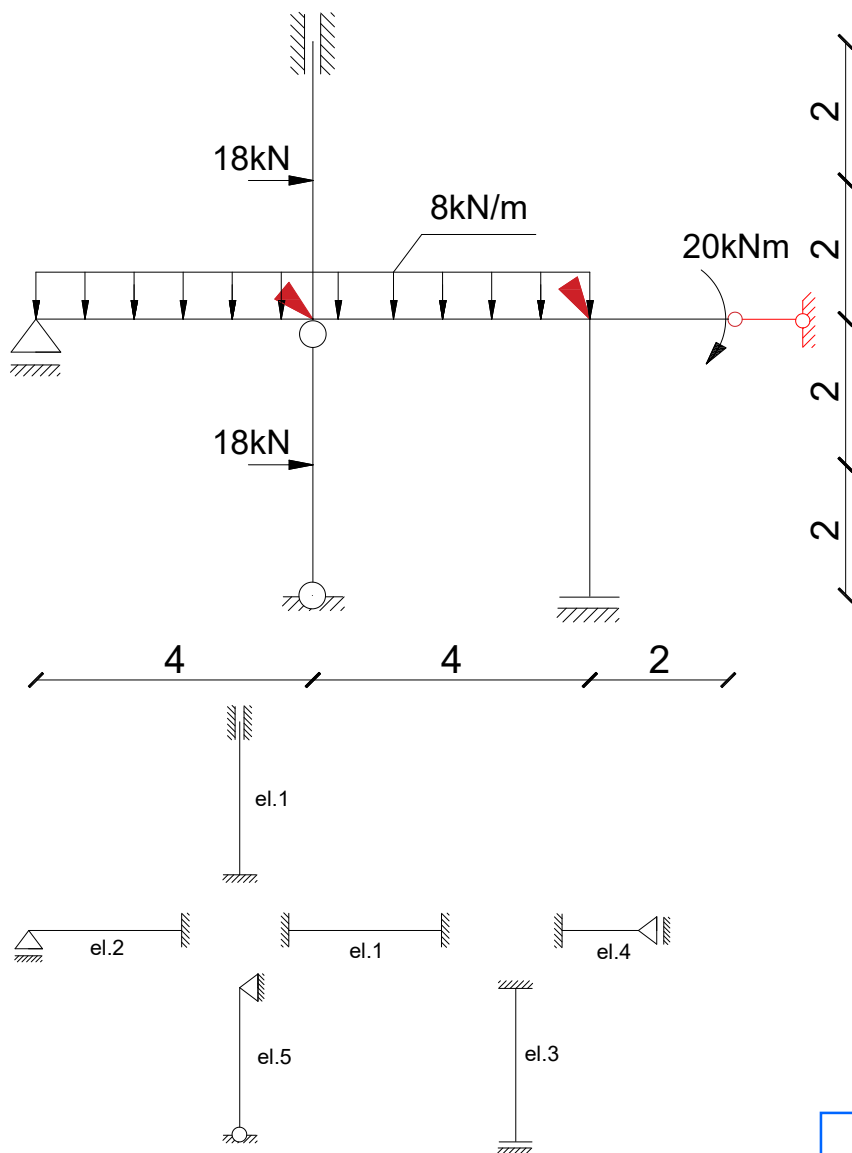
Wyznaczenie współczynników układu równań:



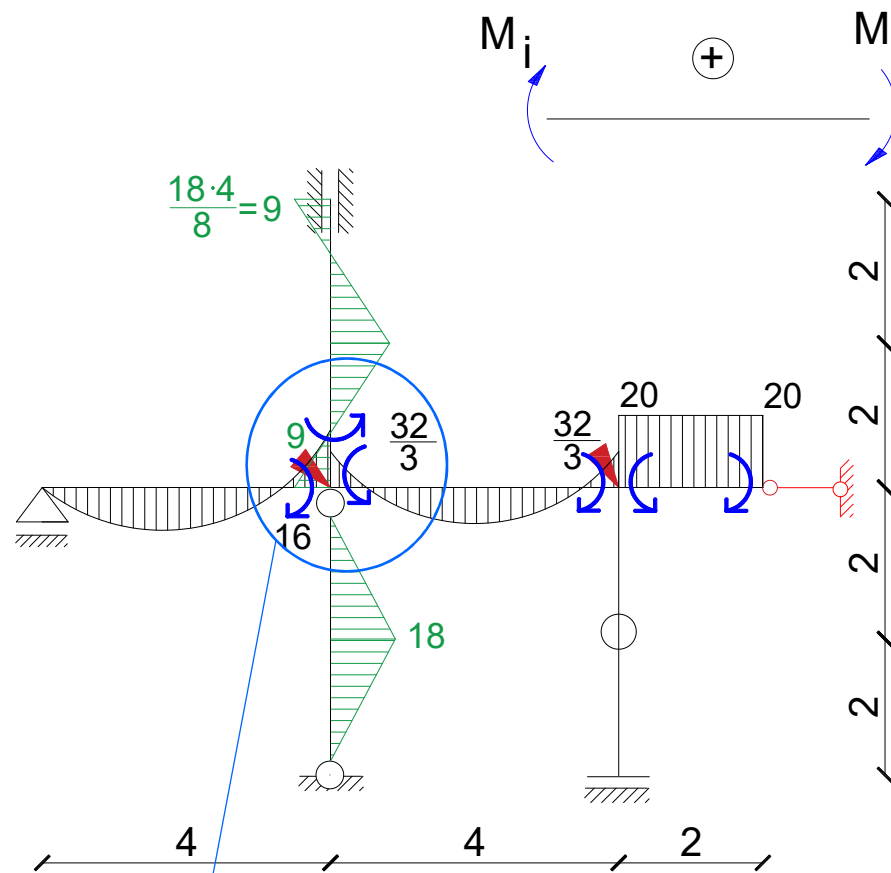
Obciążenie zewnętrzne



Wyznaczenie współczynników układu równań:

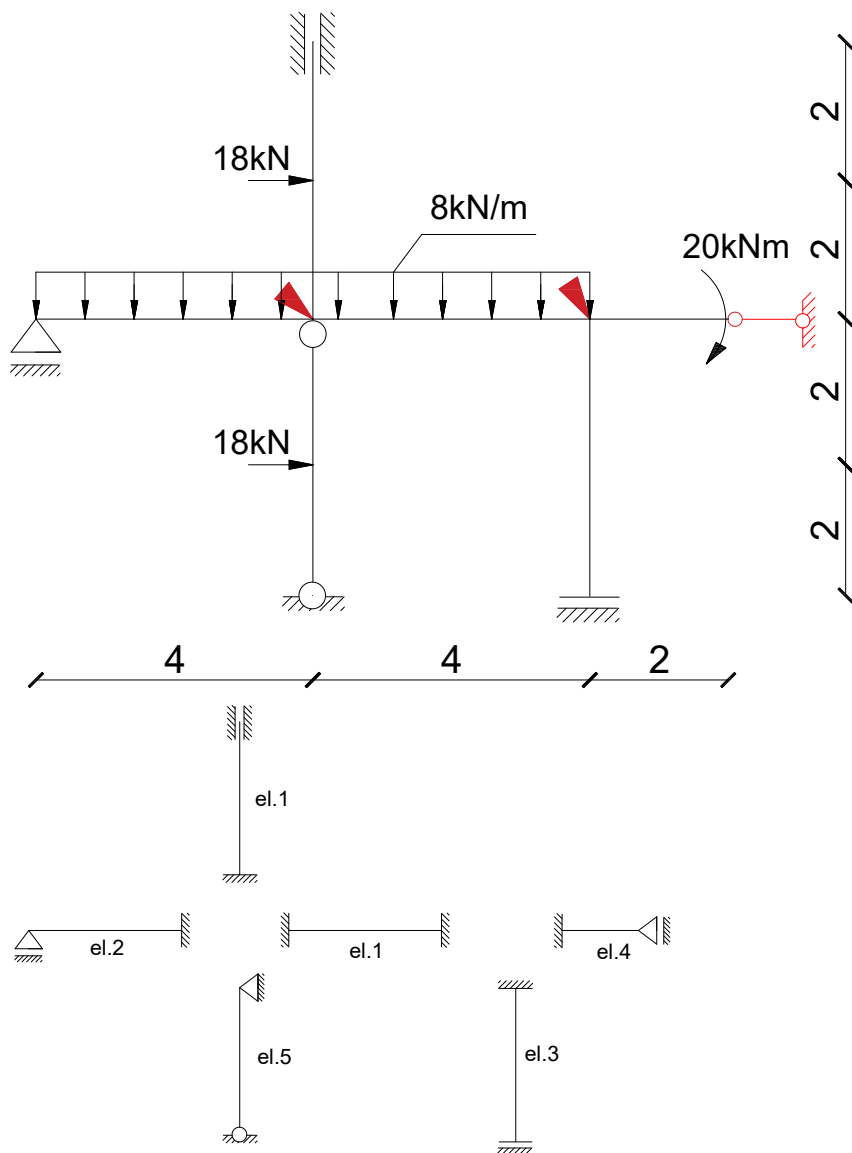


Obciążenie zewnętrzne

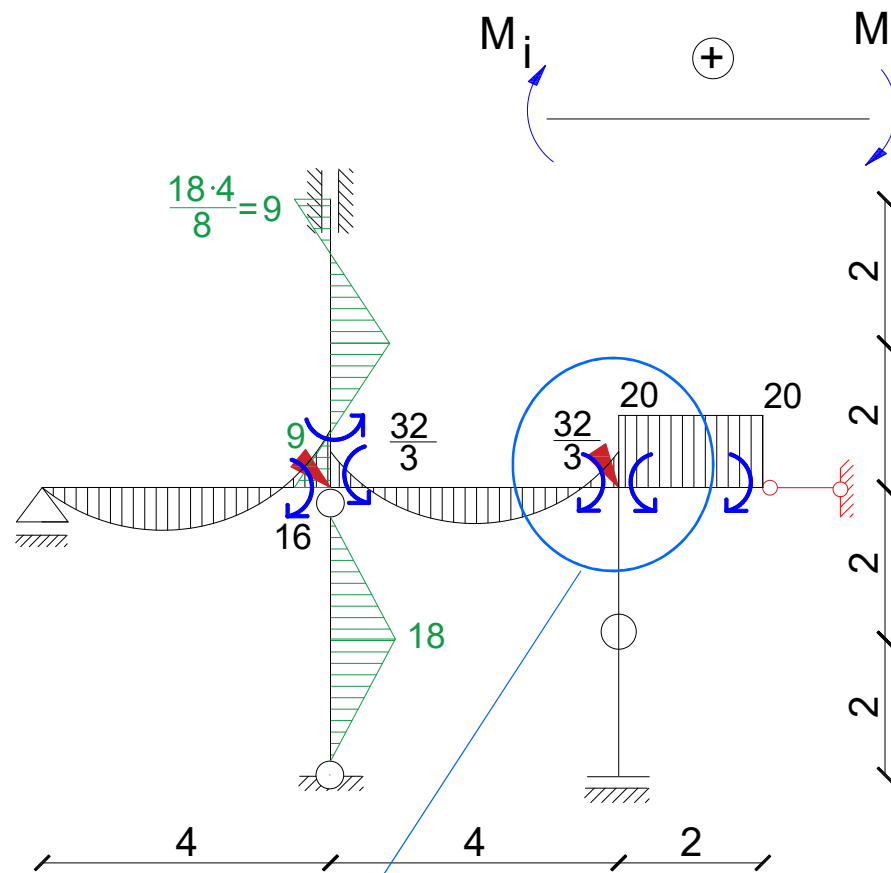


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$



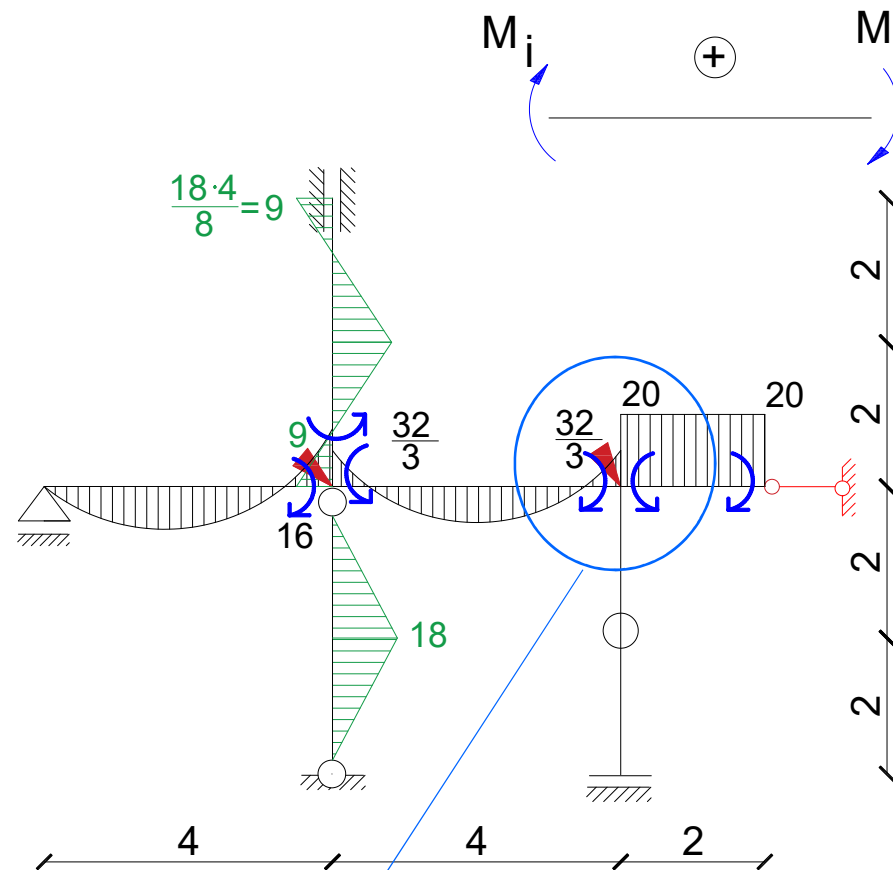
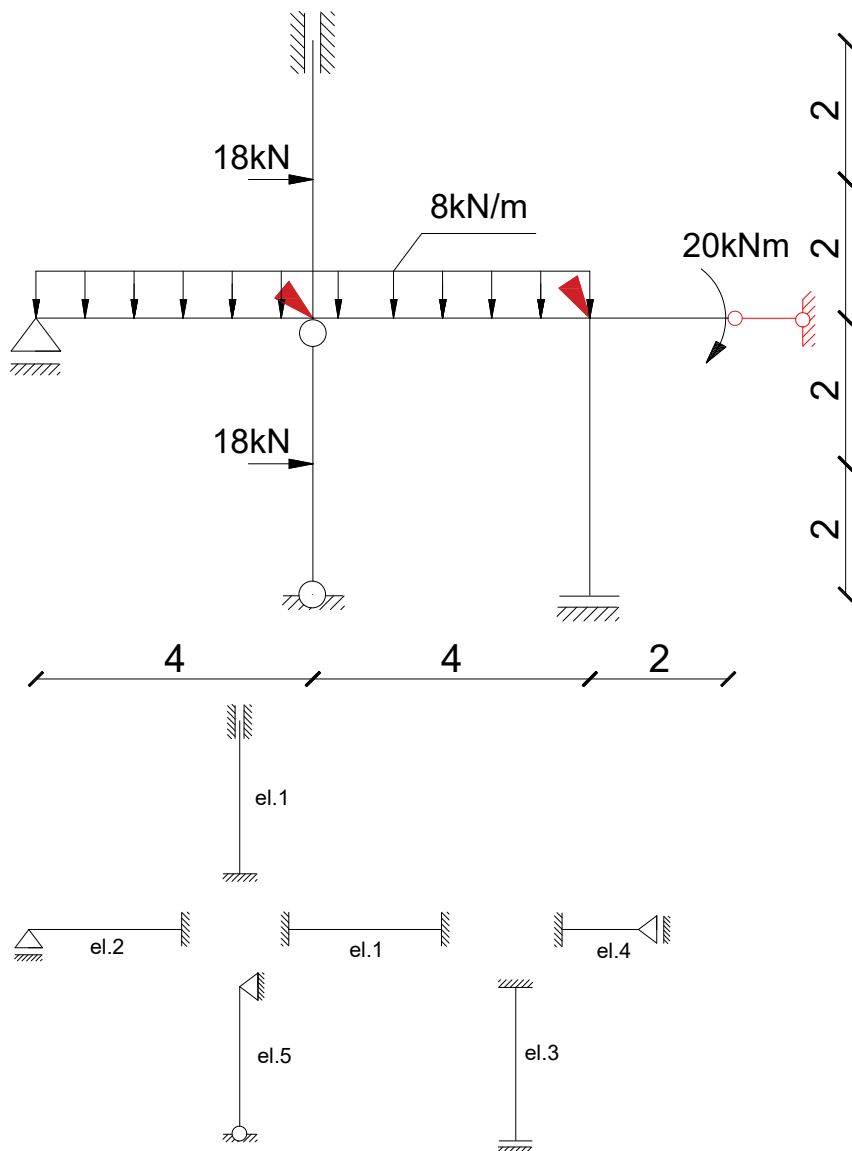
Obciążenie zewnętrzne



Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

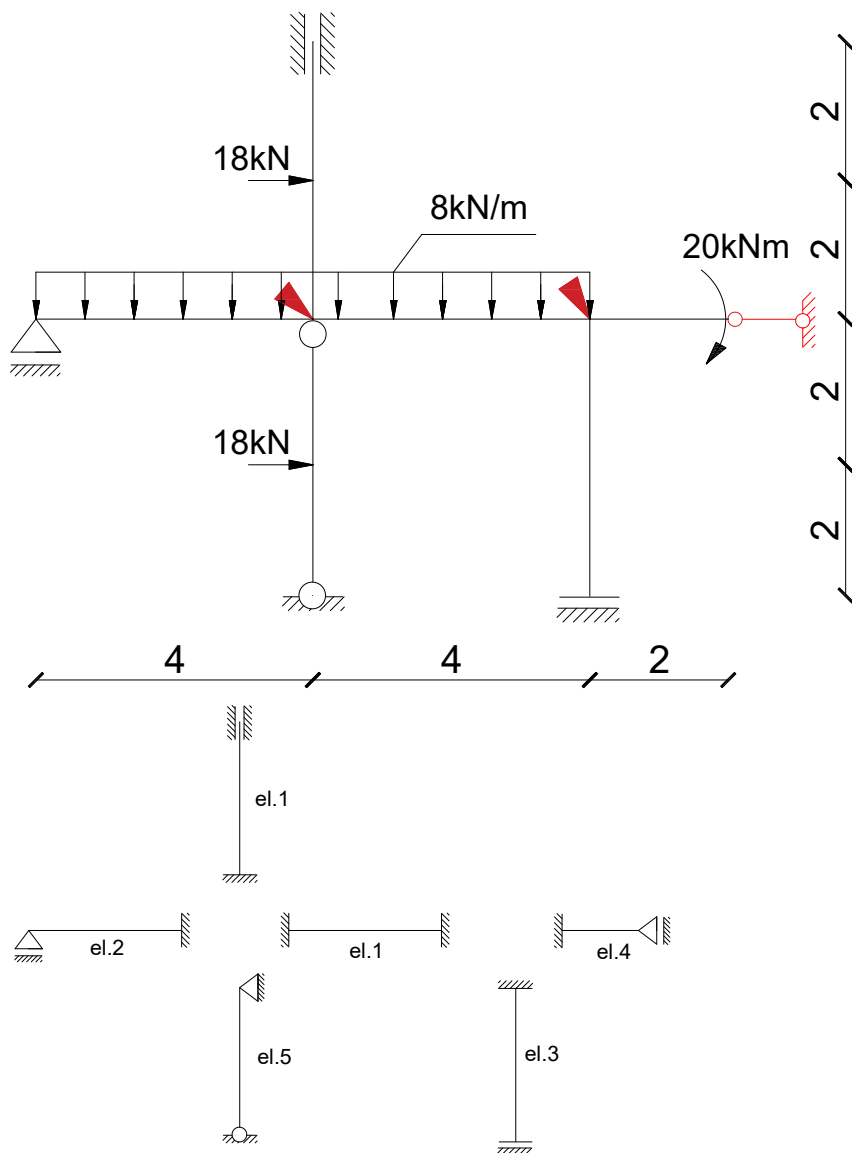
Obciążenie zewnętrzne



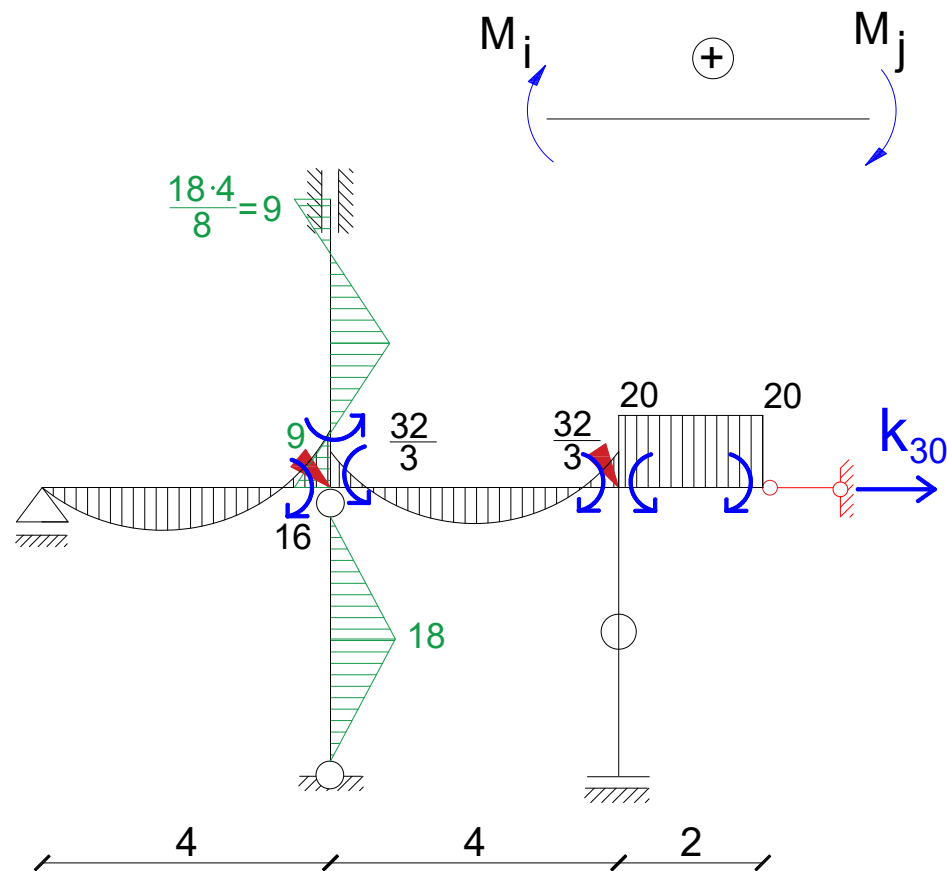
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} \text{ kNm}$$



Obciążenie zewnętrzne

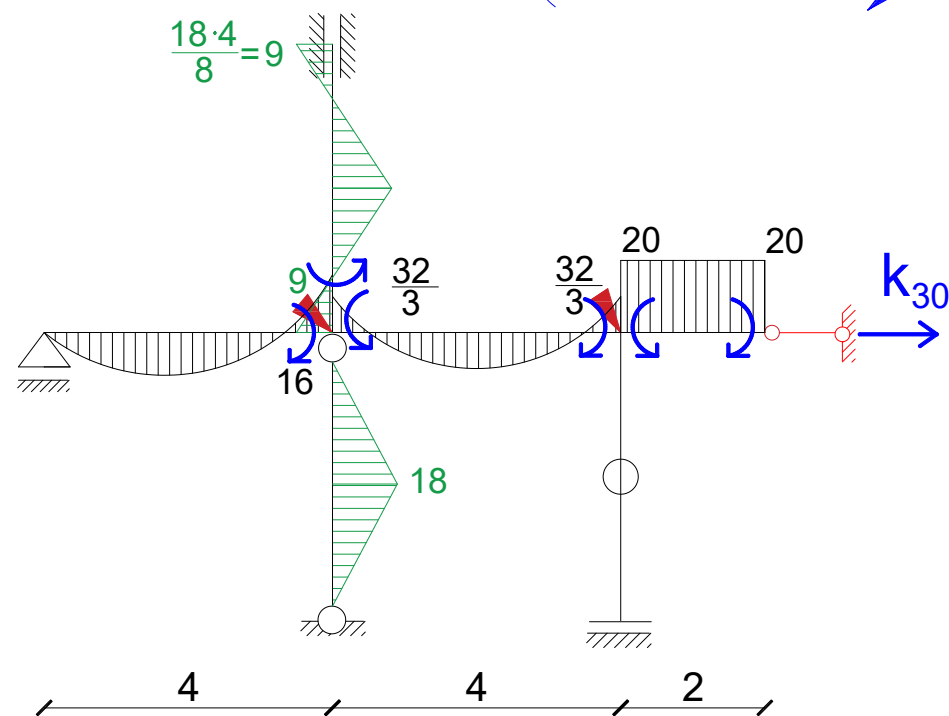
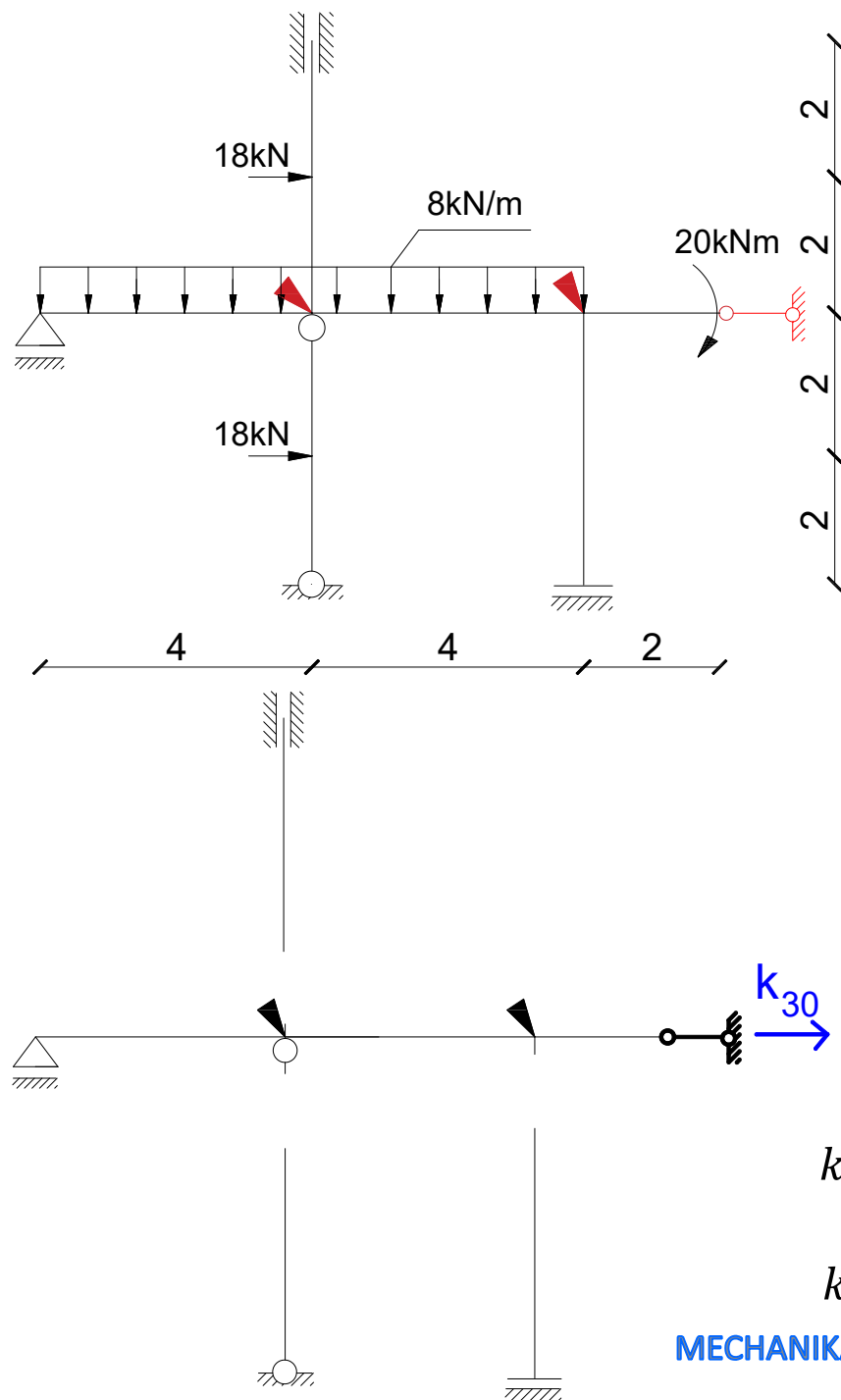


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} \text{ kNm}$$

Obciążenie zewnętrzne

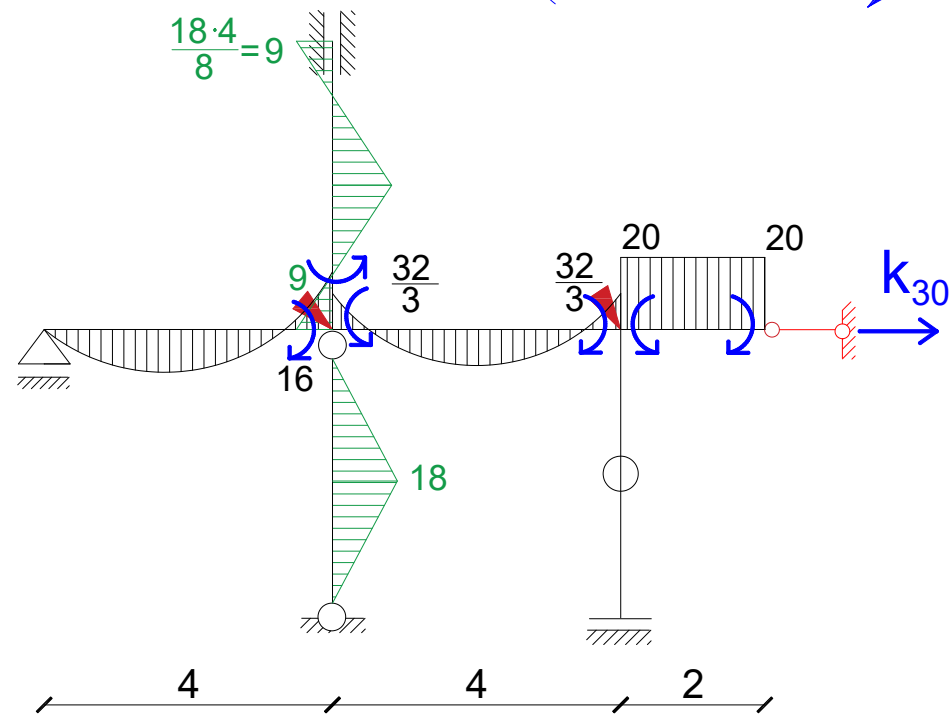
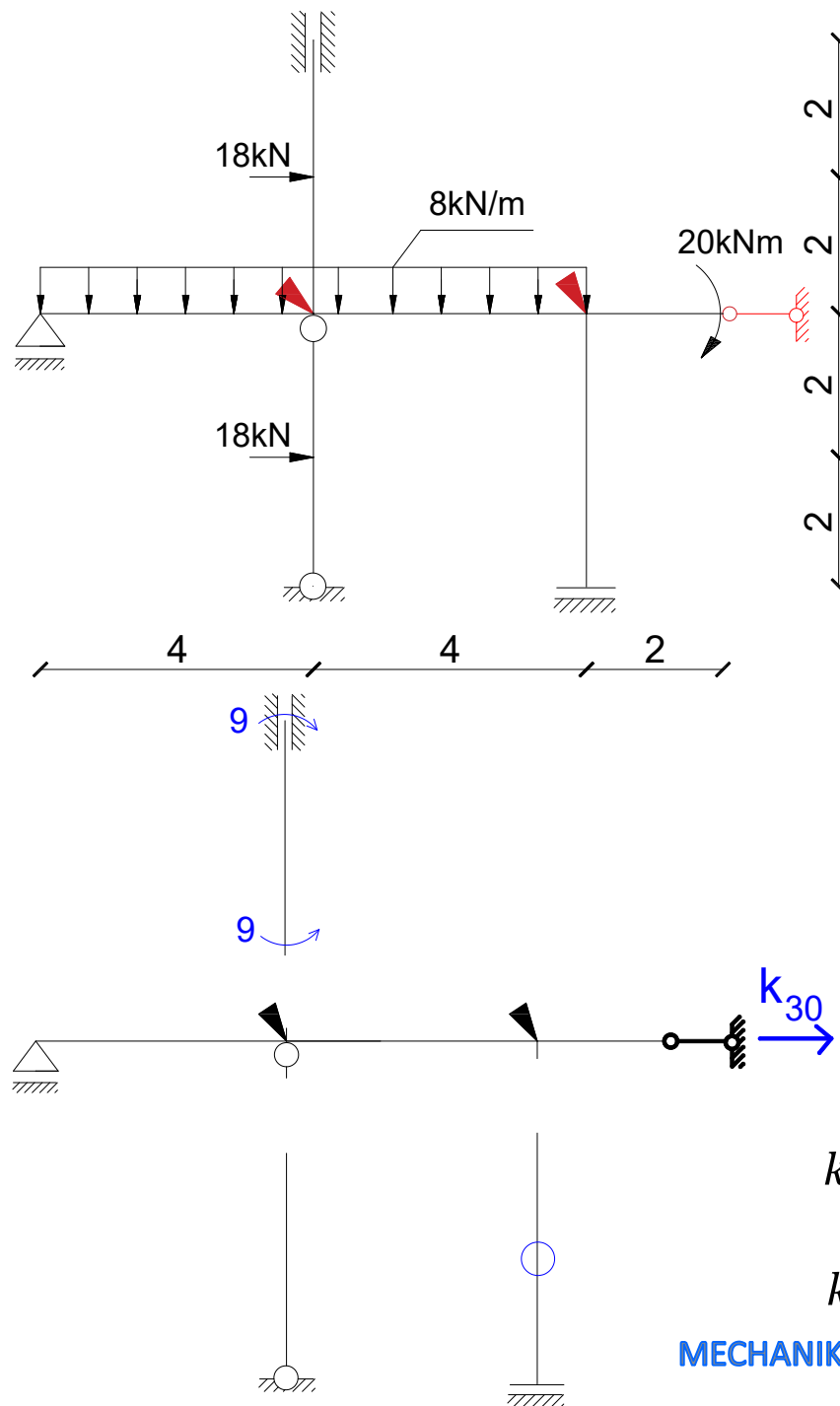


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} \text{ kNm}$$

Obciążenie zewnętrzne

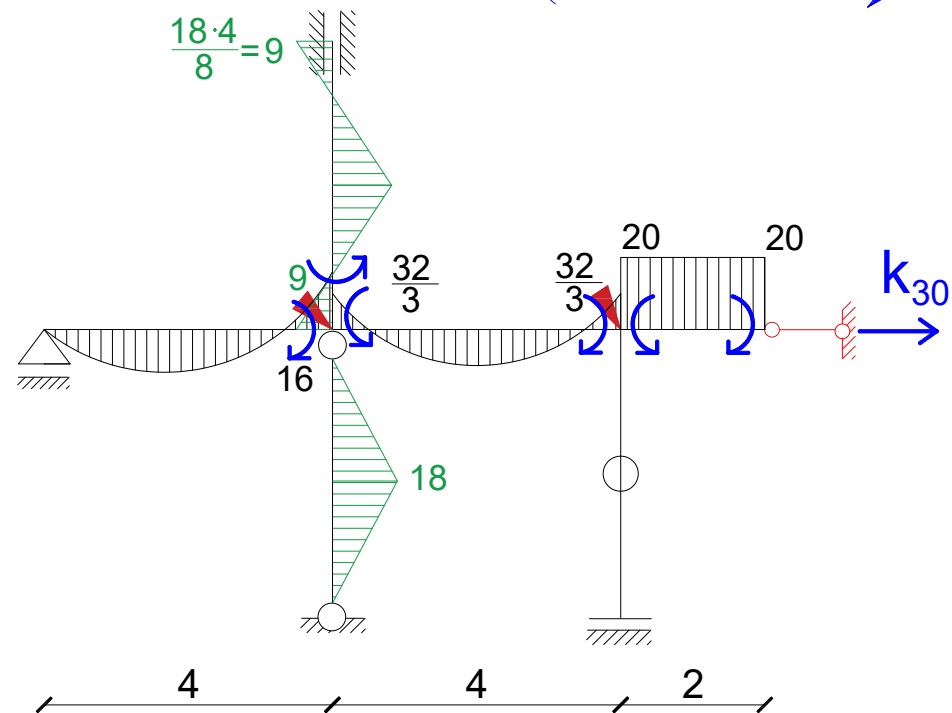
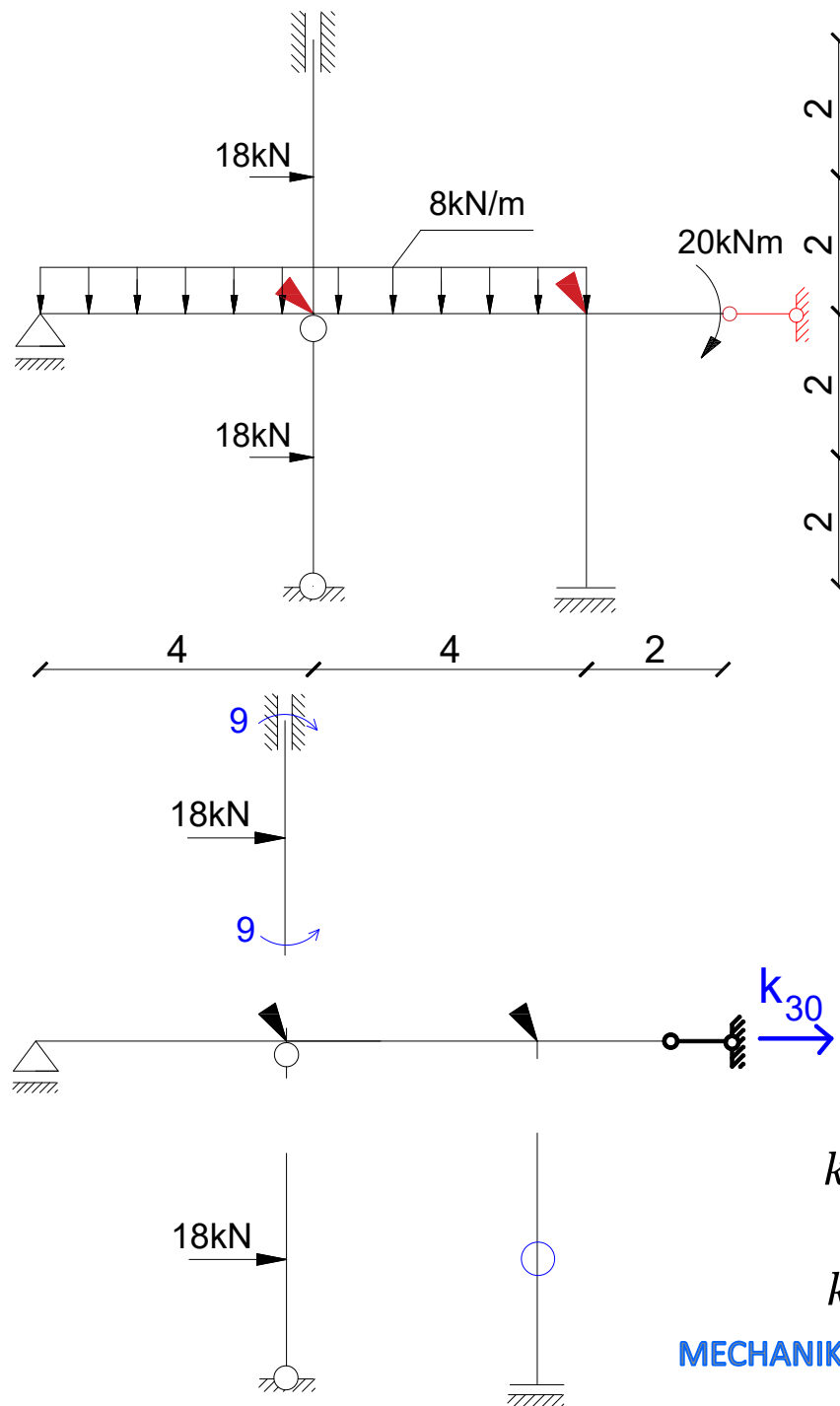


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} kNm$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} kNm$$

Obciążenie zewnętrzne

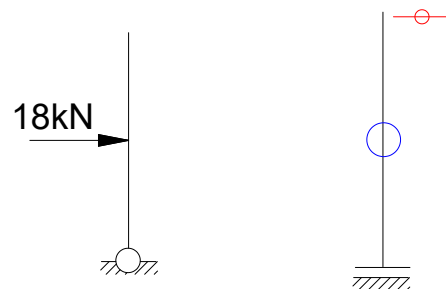
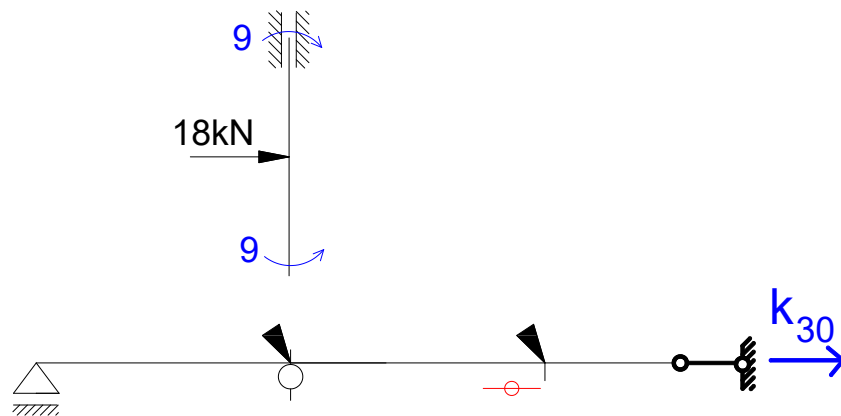
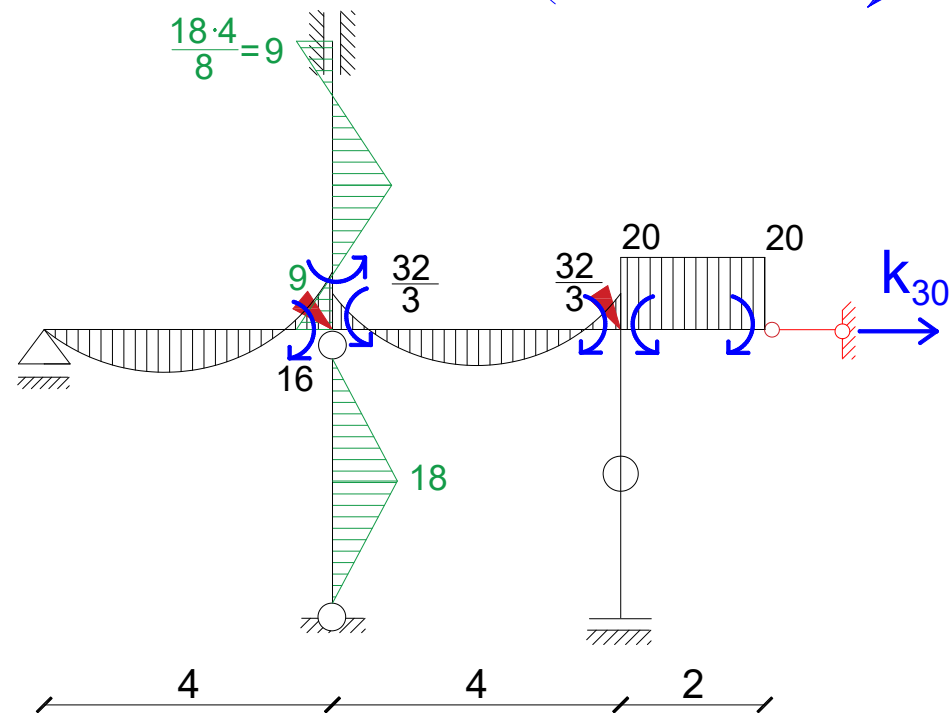
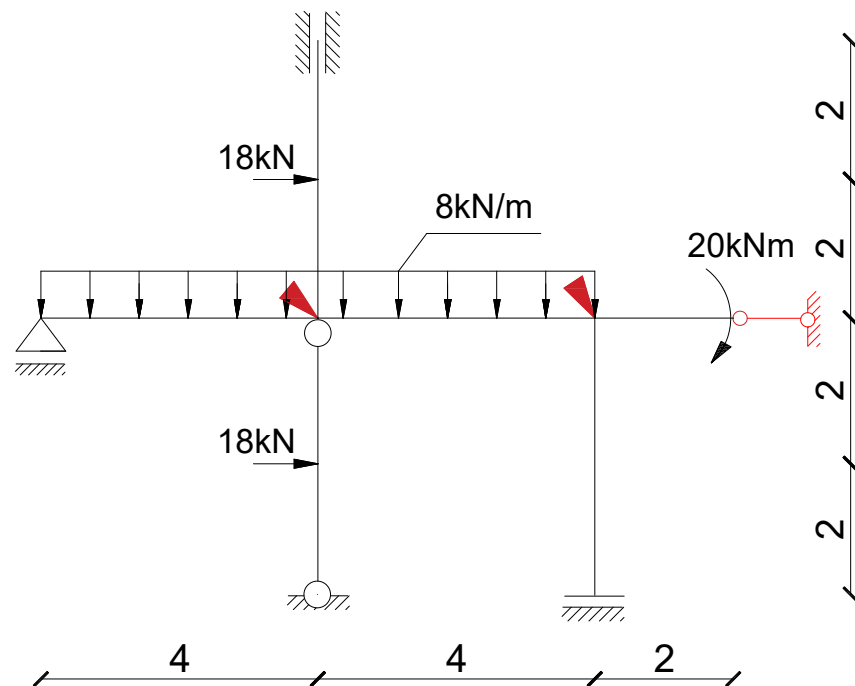


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} \text{ kNm}$$

Obciążenie zewnętrzne

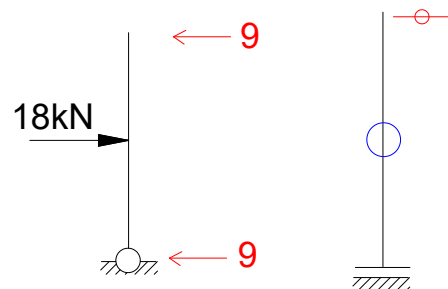
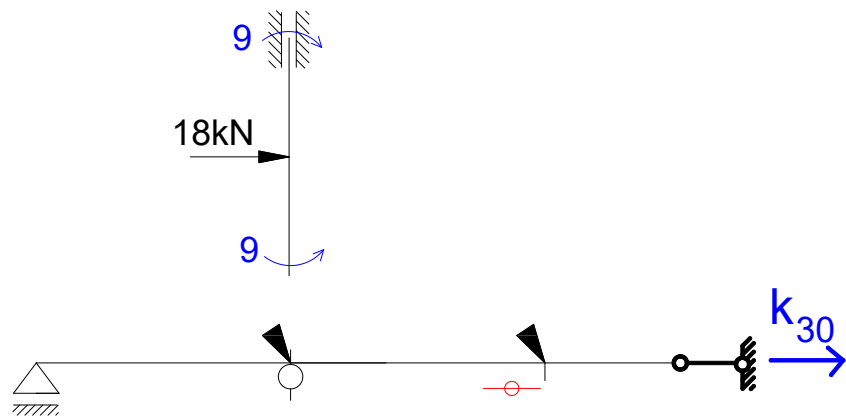
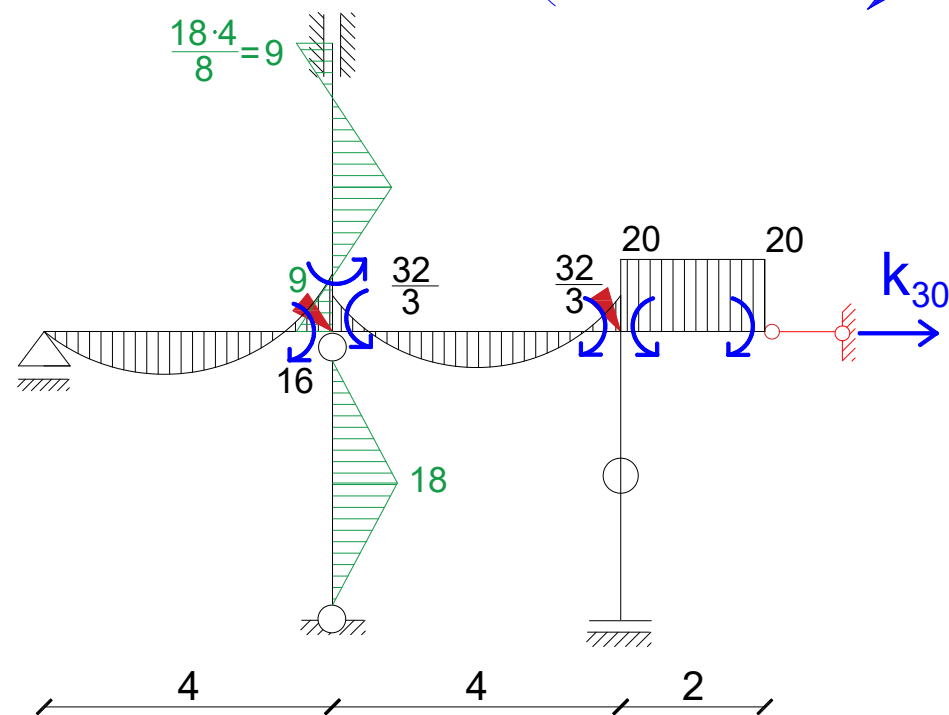
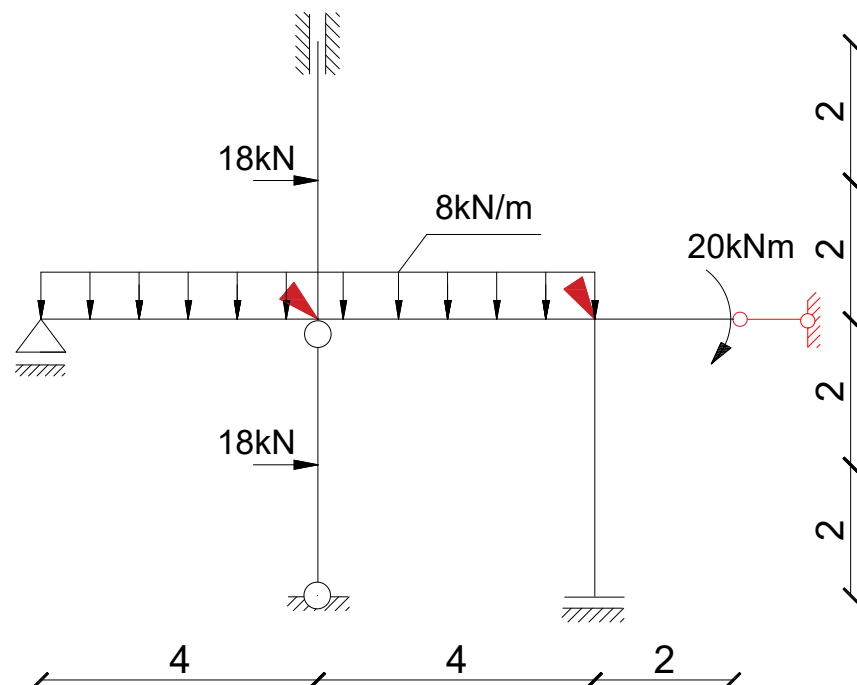


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} \text{ kNm}$$

Obciążenie zewnętrzne

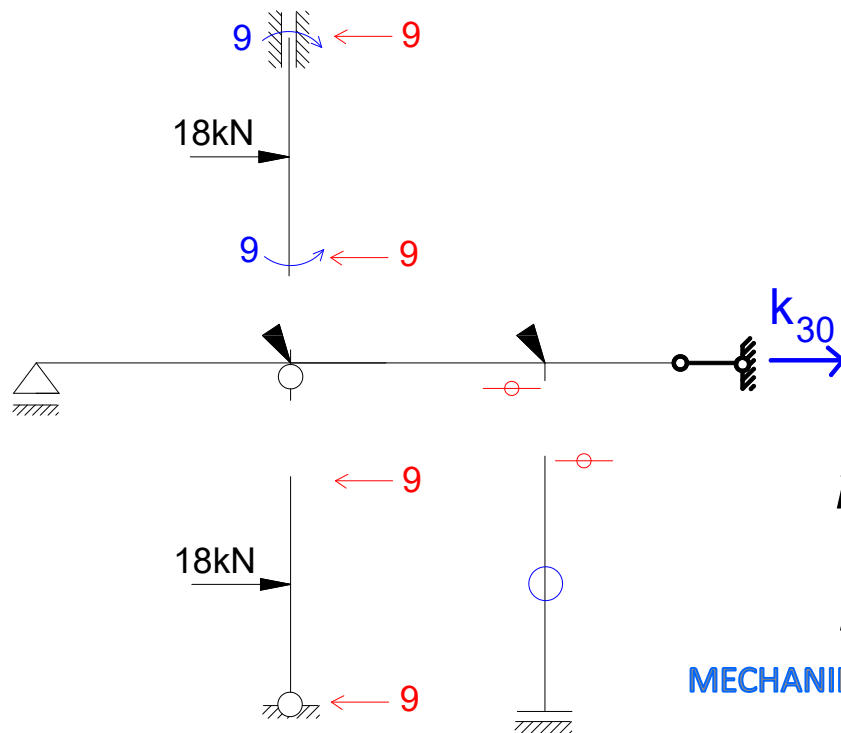
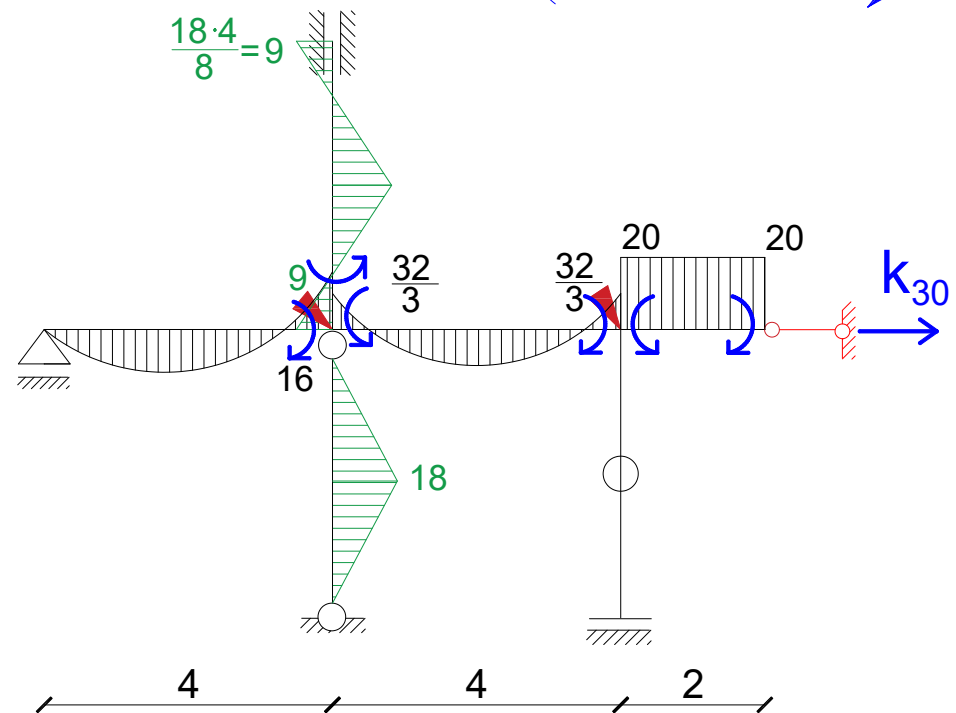
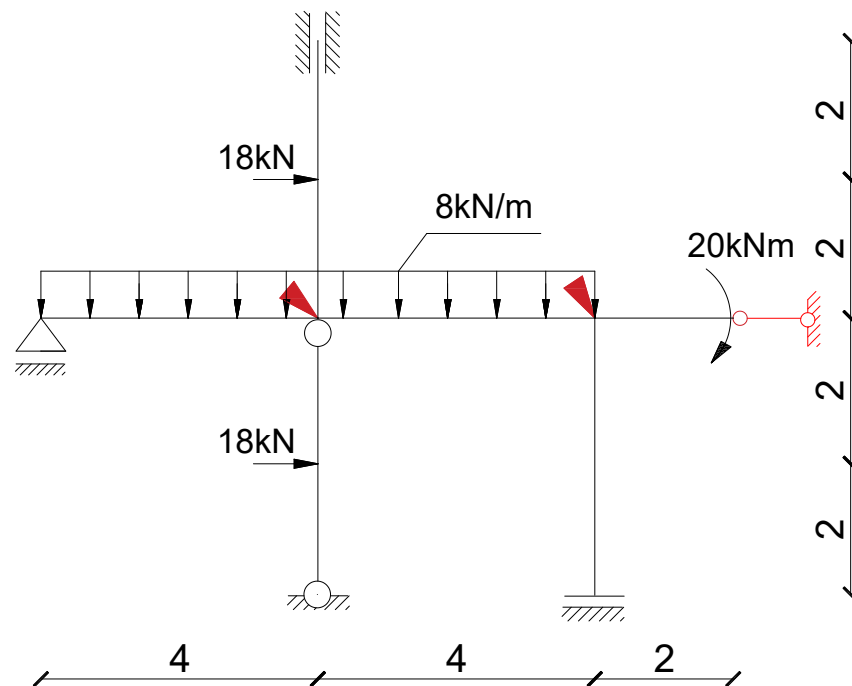


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} kNm$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} kNm$$

Obciążenie zewnętrzne

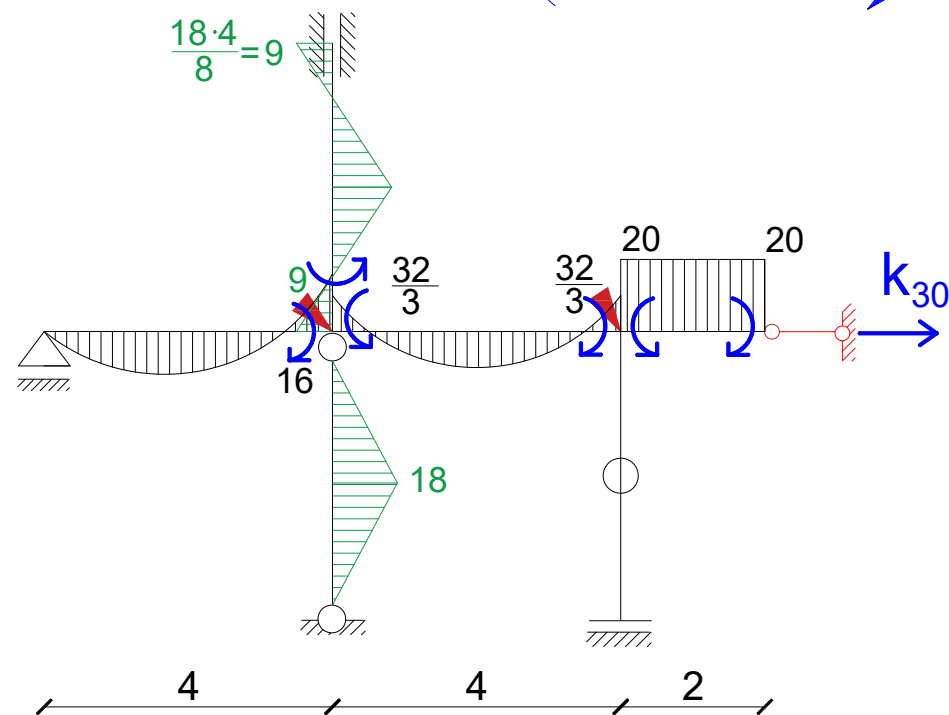
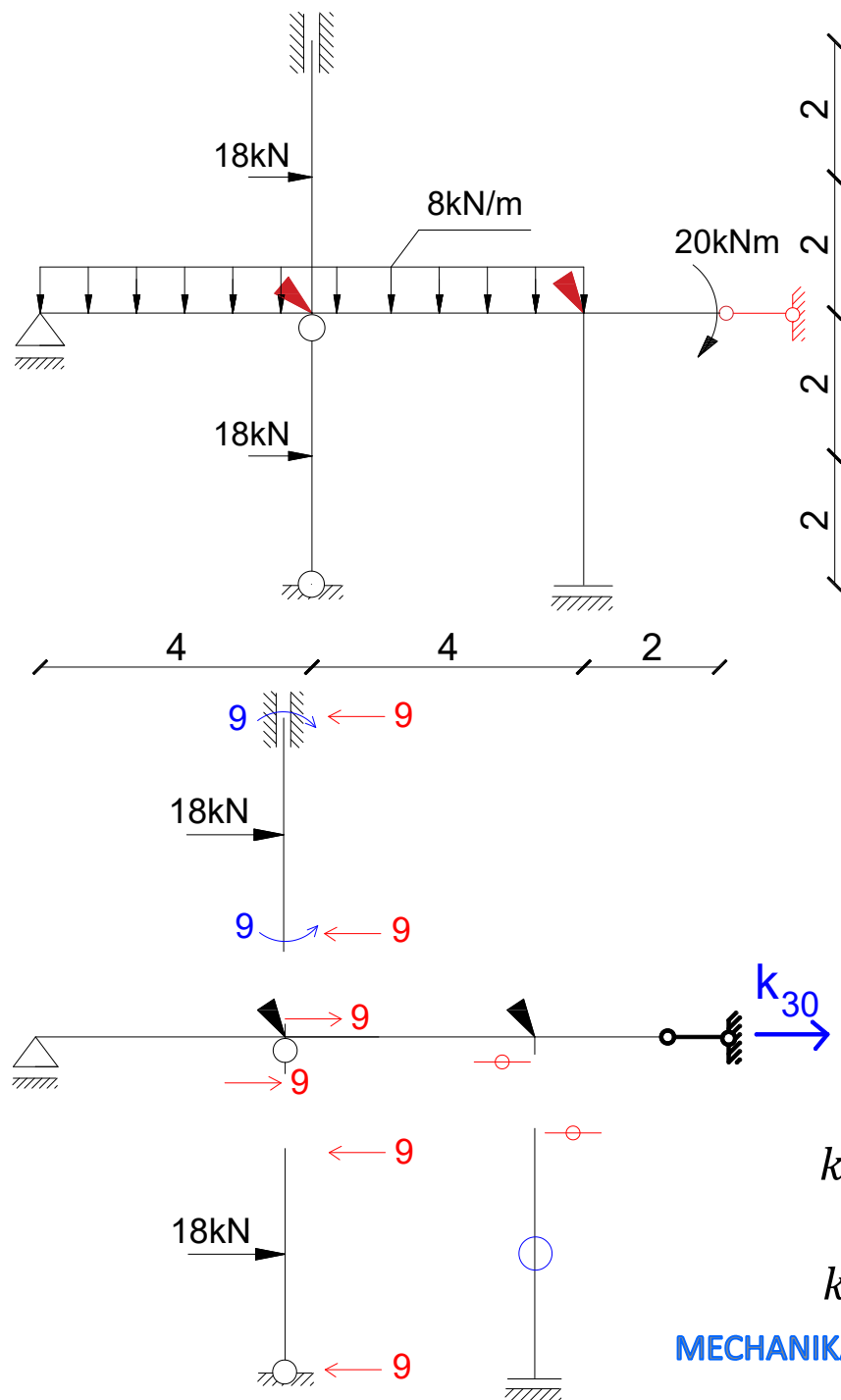


Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} kNm$$

$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} kNm$$

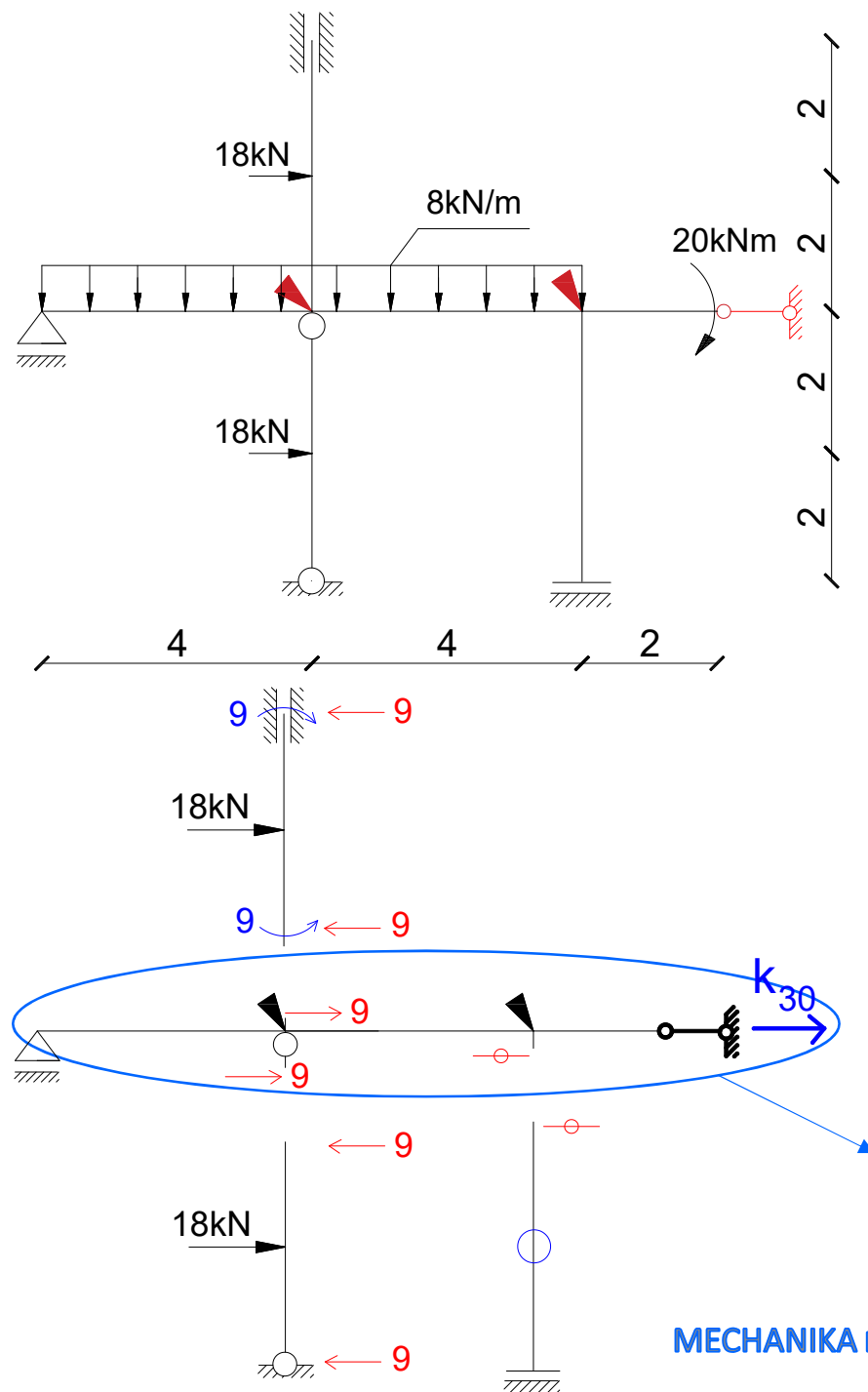
Obciążenie zewnętrzne



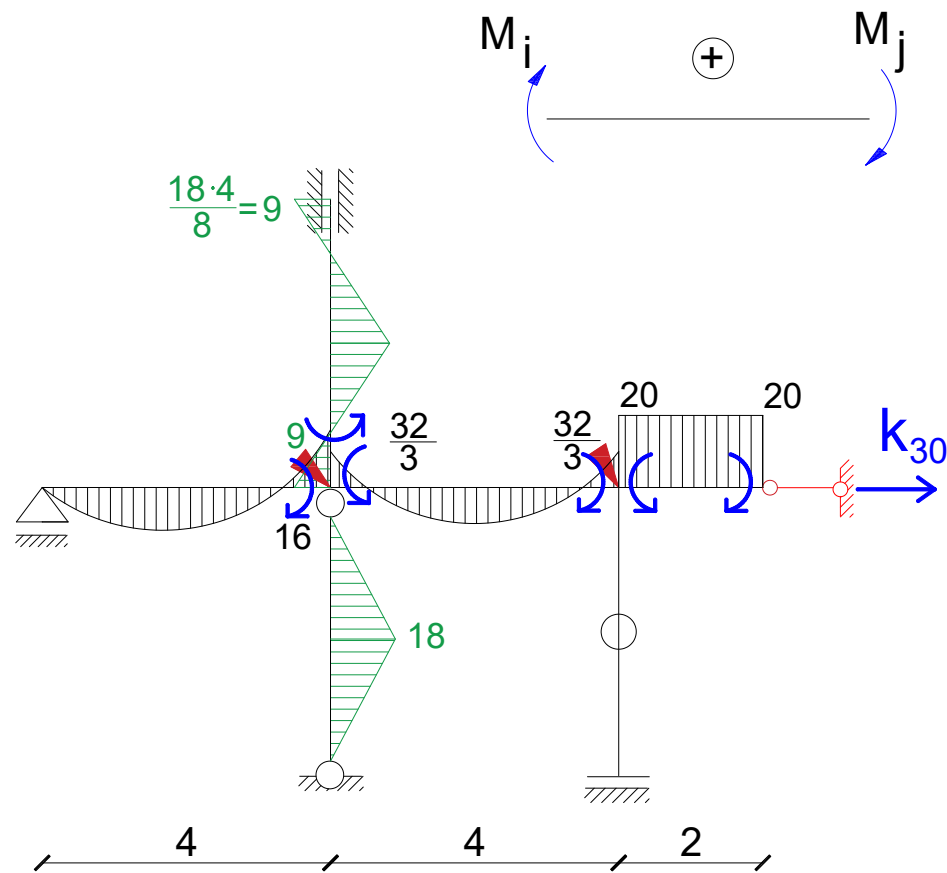
Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$k_{10} = 16 - 9 - \frac{32}{3} = -\frac{11}{3} \text{ kNm}$$

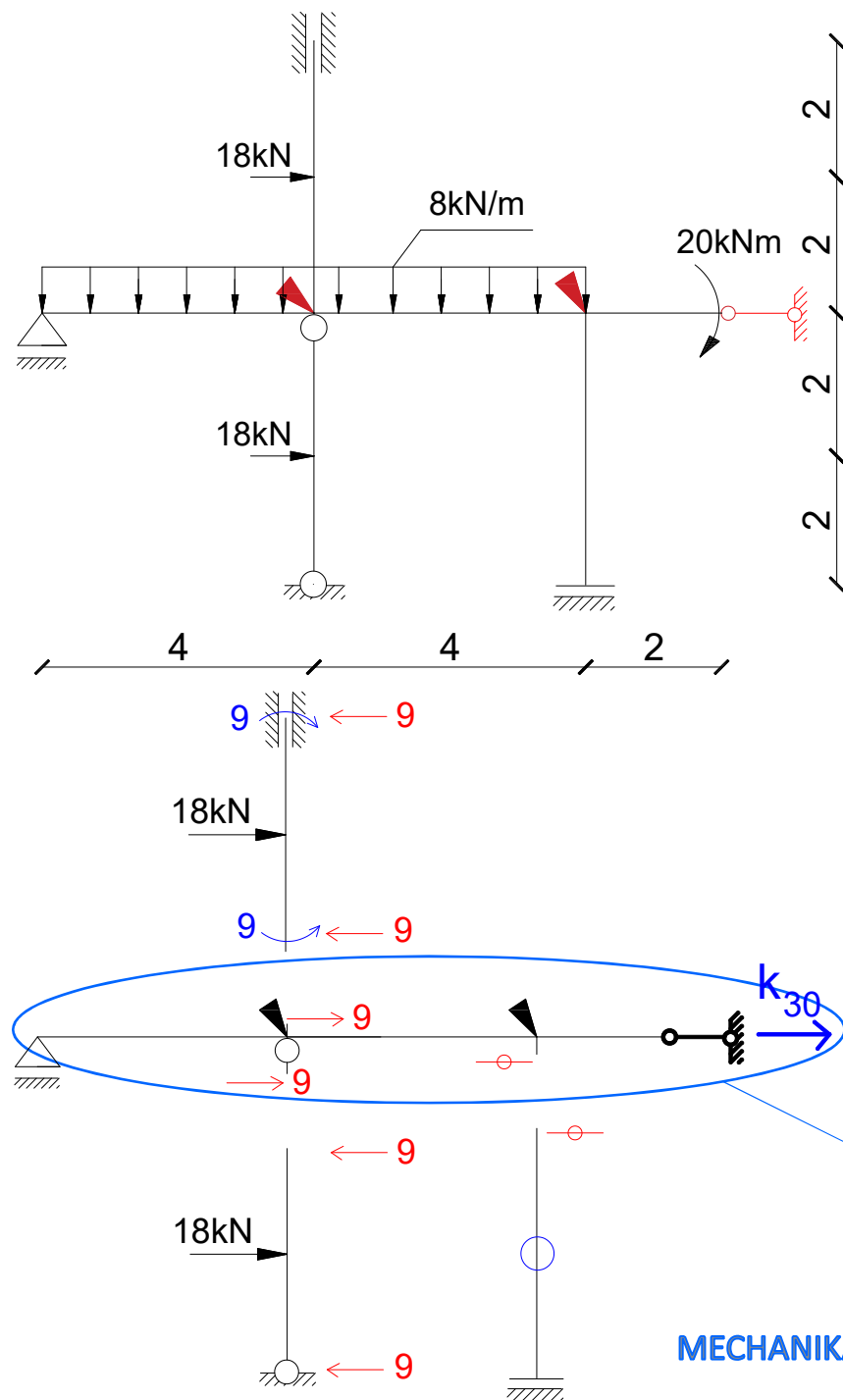
$$k_{20} = \frac{32}{3} - 20 = -\frac{28}{3} \text{ kNm}$$



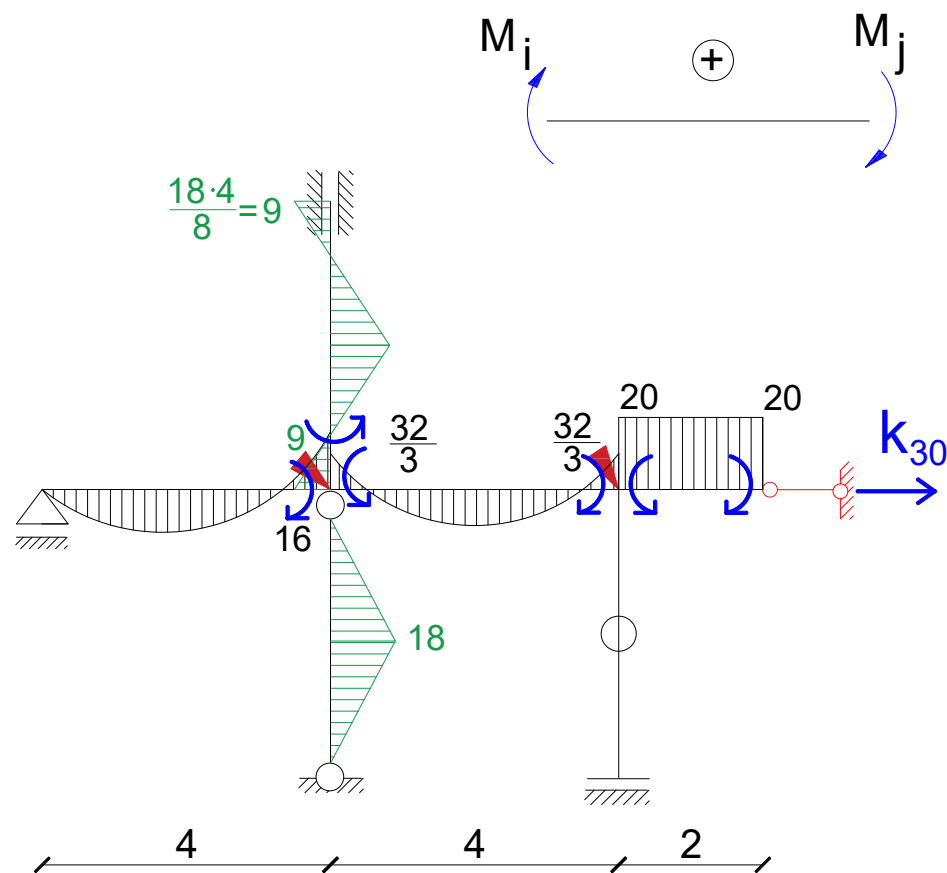
Obciążenie zewnętrzne



Wyznaczenie współczynników układu równań:



Obciążenie zewnętrzne



Wyznaczenie współczynników układu równań:

$$\sum R_x = 9 + 9 + k_{30} = 0 \rightarrow k_{30} = -18 \text{ kN}$$

Układ równań metody przemieszczeń:

$$k_{11} \cdot \varphi_1 + k_{12} \cdot \varphi_2 + k_{13} \cdot \Delta_3 + k_{10} = 0$$

$$k_{21} \cdot \varphi_1 + k_{22} \cdot \varphi_2 + k_{23} \cdot \Delta_3 + k_{20} = 0$$

$$k_{31} \cdot \varphi_1 + k_{32} \cdot \varphi_2 + k_{33} \cdot \Delta_3 + k_{30} = 0$$

Układ równań metody przemieszczeń:

$$k_{11} \cdot \varphi_1 + k_{12} \cdot \varphi_2 + k_{13} \cdot \Delta_3 + k_{10} = 0$$

$$k_{21} \cdot \varphi_1 + k_{22} \cdot \varphi_2 + k_{23} \cdot \Delta_3 + k_{20} = 0$$

$$k_{31} \cdot \varphi_1 + k_{32} \cdot \varphi_2 + k_{33} \cdot \Delta_3 + k_{30} = 0$$

Podstawiając wyliczone wcześniej wartości otrzymujemy:

$$\frac{11EI}{4} \varphi_1 + \frac{EI}{2} \varphi_2 + \frac{3EI}{8} \Delta_3 - \frac{11}{3} = 0$$

$$\frac{EI}{2} \varphi_1 + \frac{5EI}{4} \varphi_2 + 0\Delta_3 - \frac{28}{3} = 0$$

$$\frac{3EI}{8} \varphi_1 + 0\varphi_2 + \frac{3EI}{16} \Delta_3 - 18 = 0$$

Układ równań metody przemieszczeń:

$$k_{11} \cdot \varphi_1 + k_{12} \cdot \varphi_2 + k_{13} \cdot \Delta_3 + k_{10} = 0$$

$$k_{21} \cdot \varphi_1 + k_{22} \cdot \varphi_2 + k_{23} \cdot \Delta_3 + k_{20} = 0$$

$$k_{31} \cdot \varphi_1 + k_{32} \cdot \varphi_2 + k_{33} \cdot \Delta_3 + k_{30} = 0$$

Podstawiając wyliczone wcześniej wartości otrzymujemy:

$$\frac{11EI}{4} \varphi_1 + \frac{EI}{2} \varphi_2 + \frac{3EI}{8} \Delta_3 - \frac{11}{3} = 0$$

$$\frac{EI}{2} \varphi_1 + \frac{5EI}{4} \varphi_2 + 0\Delta_3 - \frac{28}{3} = 0$$

$$\frac{3EI}{8} \varphi_1 + 0\varphi_2 + \frac{3EI}{16} \Delta_3 - 18 = 0$$

Rozwiązanie układu równań:

$$\varphi_1 = -\frac{20,037}{EI}$$

$$\varphi_2 = \frac{15,481}{EI}$$

$$\Delta_3 = \frac{136,074}{EI}$$