

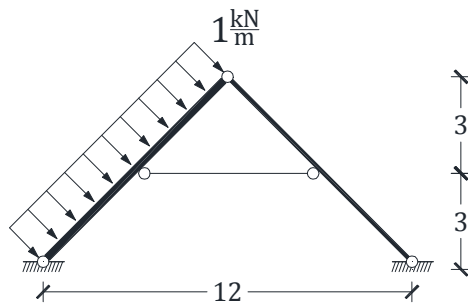
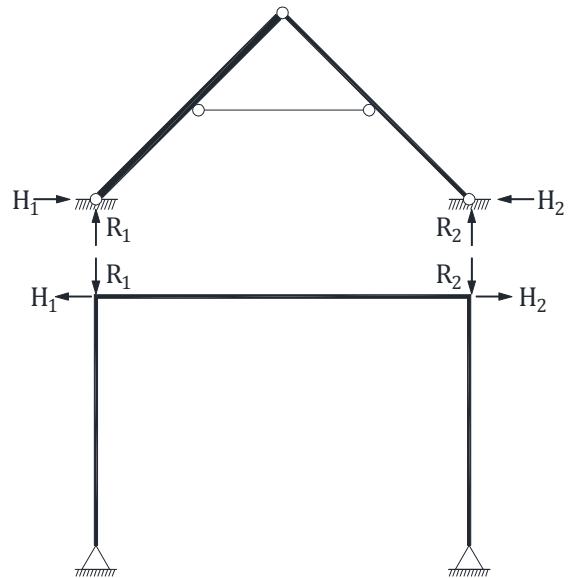
**Zadanie**

1)

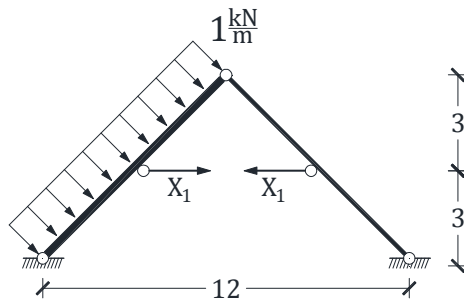
Schemat pracy powstaje poprzez przecięcie wyjściowego układu w miejscach przegubów na dwie części:

Obie części zostaną rozpatrzone oddzielnie.

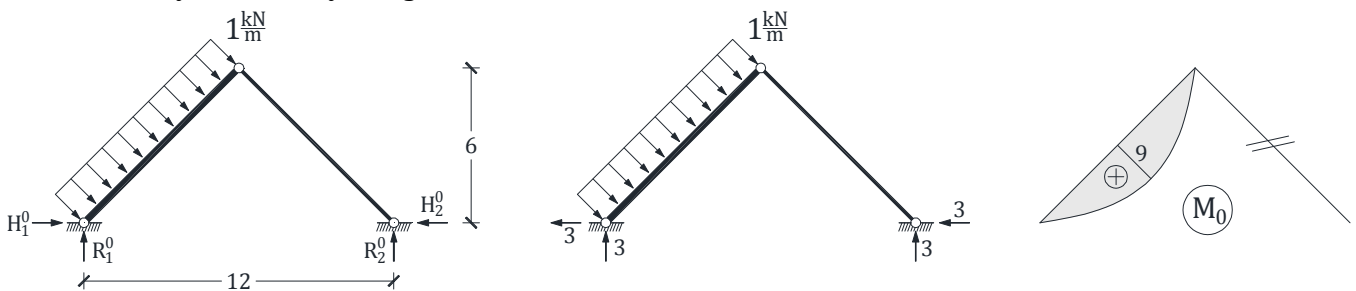
Część górną stanowi rama trójprzegubowa z prętem kratowym:



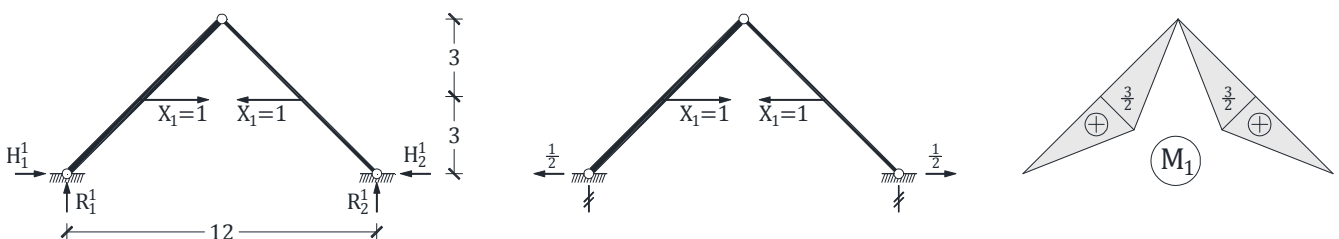
Powyższy układ jest jednokrotnie statycznie niewyznaczalny, wobec czego przyjęto jedną nadliczbową. W UPMS usunięto pręt kratowy, a występującą w nim siłę zastąpiono nadliczbową  $X_1$ .



Schemat obciążenia zewnętrznego:



Schemat obciążenia nadliczbową  $X_1 = 1$ :



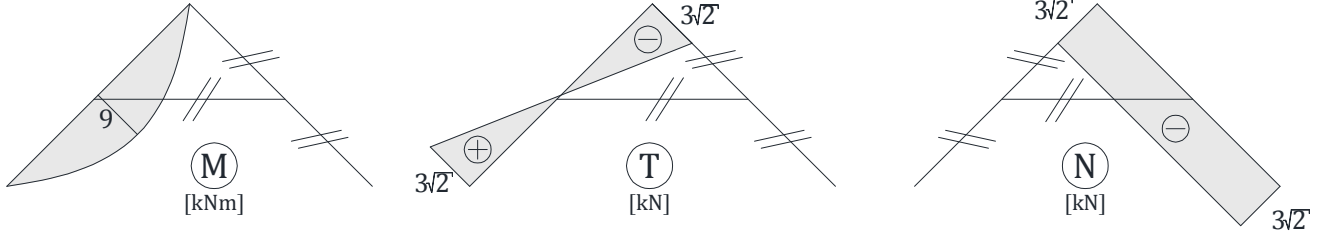
Wyznaczenie wielkości nadliczbowej:

$\delta_{10} = 0$  [m] (lewy rygiel nieskończenie sztywny, a w prawym nie występuje zginanie)

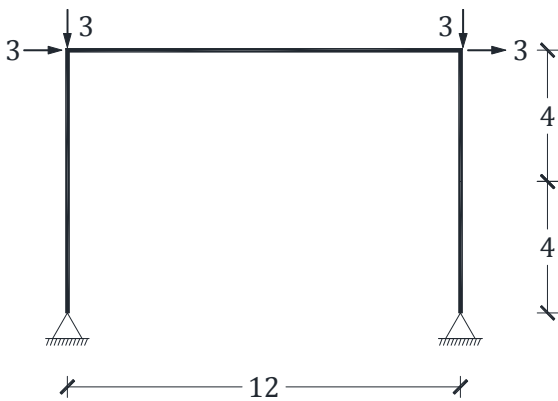
$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \left( 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 3\sqrt{2} \right) = \frac{9\sqrt{2}}{2EI} \left[ \frac{m}{kN} \right]$$

$$X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{11}} = -\frac{0}{\frac{9\sqrt{2}}{2EI}} = 0 \text{ kN}$$

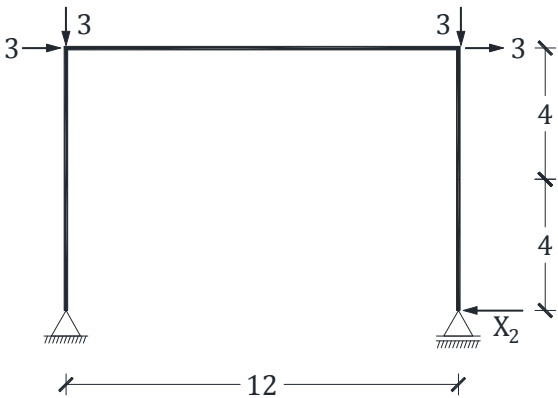
Wobec tego, ostateczne wykresy można określić dla schematu obciążenia zewnętrznego w UMS:



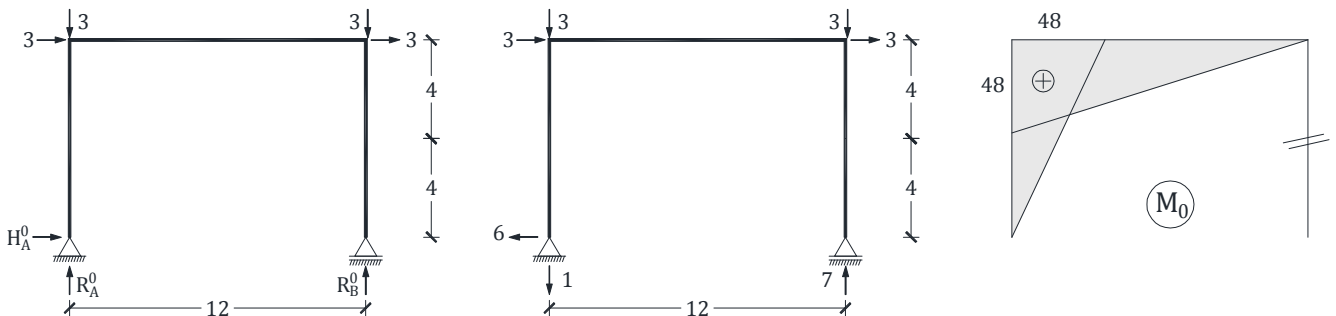
Część dolną układu stanowi rama belkowa z obiema podporami przegubowymi nieprzesuwnymi:



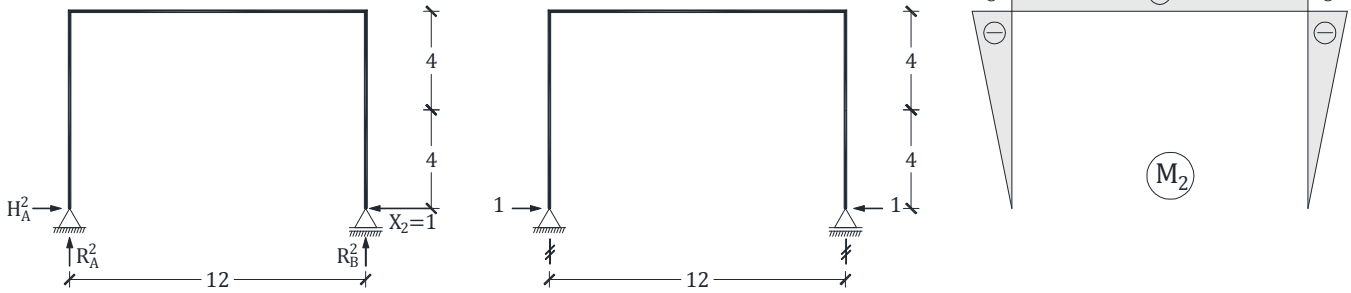
Powyższy układ jest również jednokrotnie statycznie niewyznaczalny, wobec czego przyjęto jedną nadliczbową. W UPMS zwolniono przesuw poziomy prawej podpory, a występującą w tym miejscu reakcję podporową zastąpiono nadliczbową  $X_2$ .



Schemat obciążenia zewnętrznego:



Schemat obciążenia nadliczbową  $X_2 = 1$ :



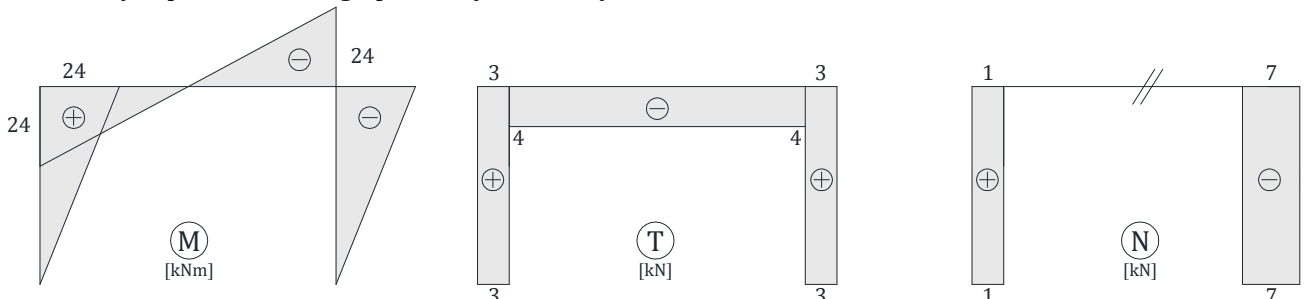
Wyznaczenie wielkości nadliczbowej:

$$\delta_{20} = \frac{1}{EI} \left( -\frac{1}{3} \cdot 8 \cdot 48 \cdot 8 - \frac{1}{2} \cdot 48 \cdot 12 \cdot 8 \right) = -\frac{3328}{EI} [m]$$

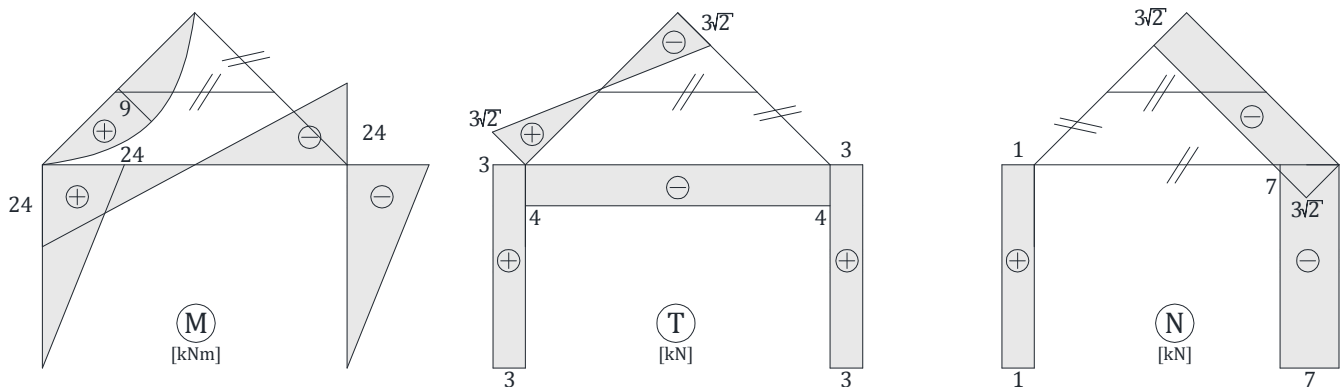
$$\delta_{22} = \frac{1}{EI} \left( 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 8 \cdot 8 \cdot 8 + 8 \cdot 12 \cdot 8 \right) = \frac{3328}{3EI} [m]$$

$$X_2 = -\frac{\delta_{20}}{\delta_{21}} = -\frac{-\frac{3328}{EI}}{\frac{3328}{3EI}} = 3 \text{ kN}$$

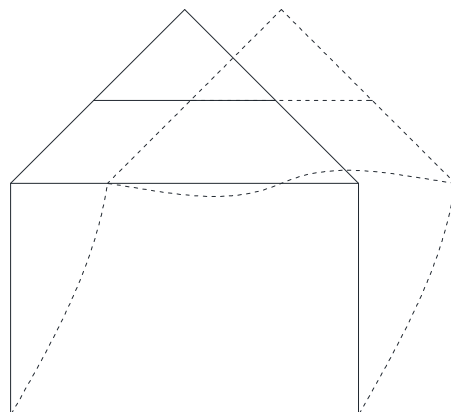
Wobec tego, ostateczne wykresy są sumą wykresu dla obciążenia zewnętrznego i wykresu dla obciążenia nadliczbową  $X_2$  przemnożonego przez wyznaczoną wartość  $X_2$ .



Ostatecznie wykresy dla całego układu:



Deformacja układu (przybliżony kształt):



2)  
W przypadku zmiany kierunku działania wiatru można przyjąć te same wykresy sił wewnętrznych ze zmianą sztywności prętów pochyłych górnej części. Ponieważ w pierwszej części zadania siła w pręcie kratowym była niewiadomą nadliczbową, to można ją wyznaczyć analogicznie (należy pamiętać o zmianie sztywności elementów):

$$\delta_{10} = \frac{1}{EI} \left( 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 3\sqrt{2} \cdot 9 \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{3}{2} \right) = \frac{135\sqrt{2}}{4EI} \text{ [m]}$$

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \left( 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 3\sqrt{2} \right) = \frac{9\sqrt{2}}{2EI} \text{ [m]}$$

$$X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{11}} = -\frac{\frac{135\sqrt{2}}{4EI}}{\frac{9\sqrt{2}}{2EI}} = -7.5 \text{ kN}$$

W pierwszym schemacie siła w pręcie kratowym była zerowa, natomiast w drugim wynosi ona  $-7.5$  kN. Wobec tego jej wartość wzrosła o  $7.5$  kN, co teoretycznie daje nieskończony przyrost względny:

$$\left| \frac{-7.5 - 0}{0} \right| = \infty$$