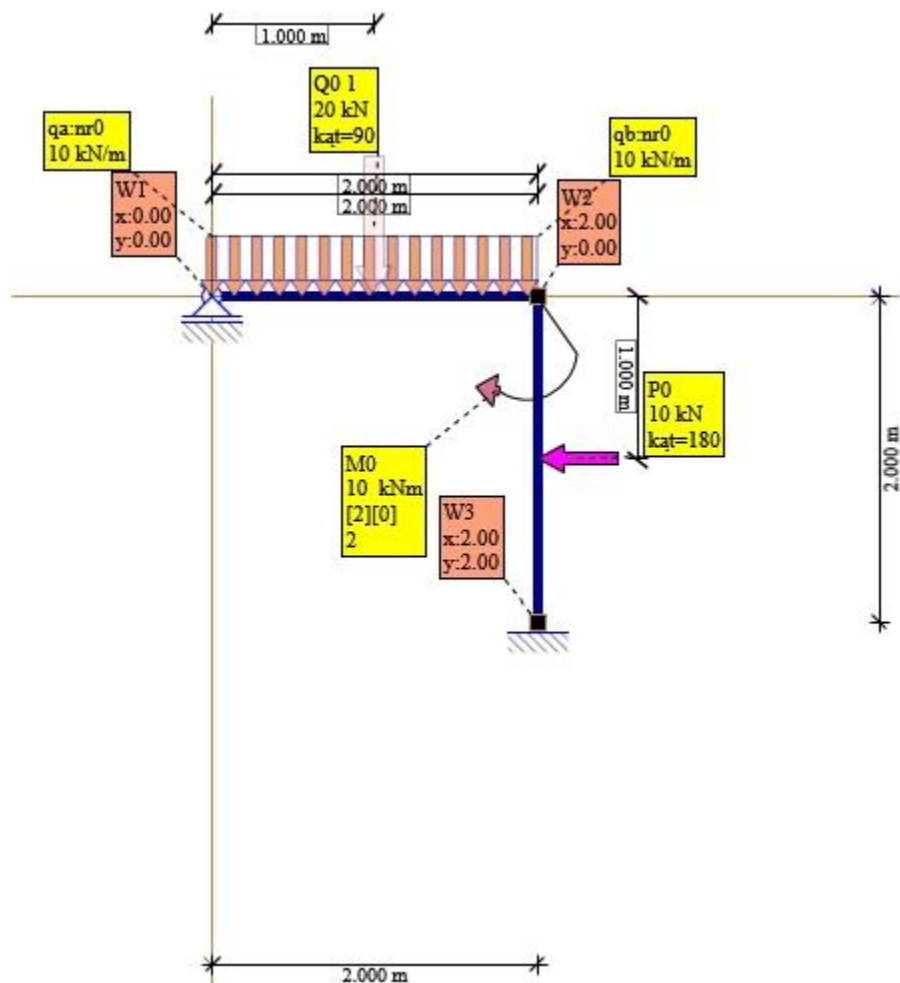




## 1. Metor

Dla danego układu wyznaczyć MTN metodą przemieszczeń



Rys. Schemat układu

Współrzędne węzłów:

węzeł 1  $x=[0.000][m]$ ,  $y=[0.000][m]$

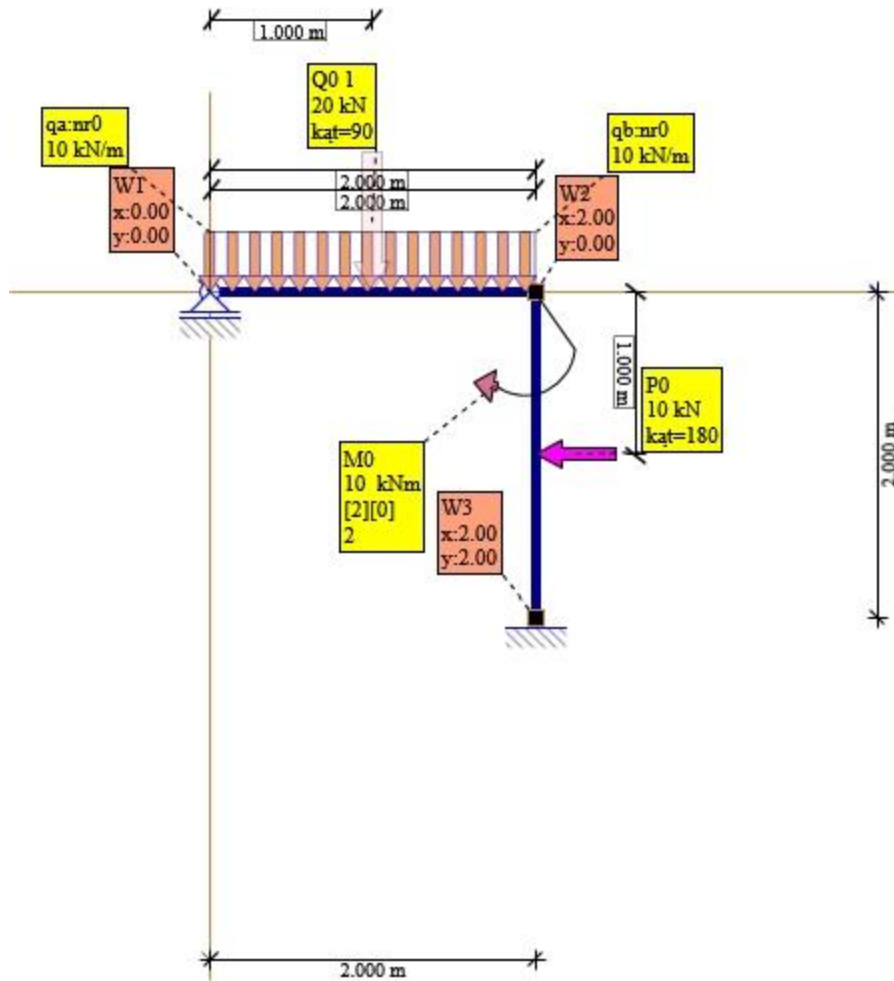
węzeł 2  $x=[2.000][m]$ ,  $y=[0.000][m]$

węzeł 3  $x=[2.000][m]$ ,  $y=[2.000][m]$

Przyjęto przekrój podstawowy:  $I= 3060[cm^4]$   $E= 205[GPa]$

Globalne  $EI= 6273[kNm^2]$

Globalne  $EA= 809750[kN]$



Rys. Schemat układu Profile

## 2. Ustalenie stopnia kinematycznej niewyznaczalności układu SKN

Węzły o nieznanach obrotach:

$$\phi = 1 \quad \text{= węzły - podporowe - przeguby}$$

Przemieszczenia nieznanne:

$$\Delta = 1$$

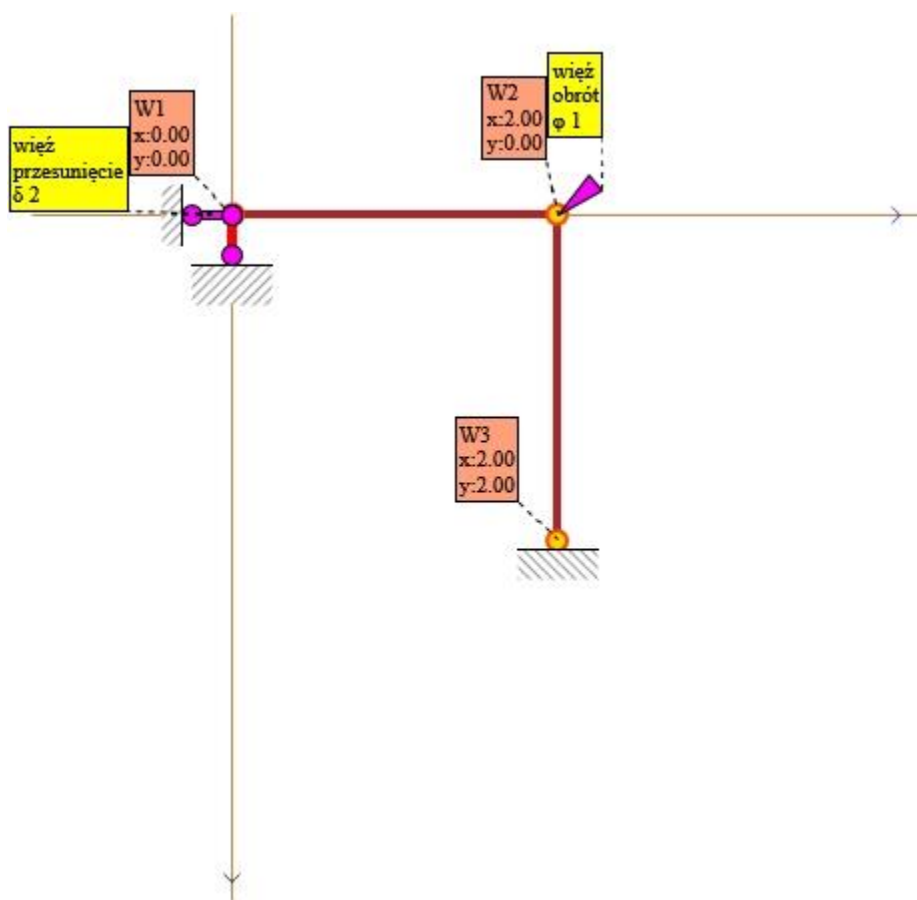
$$SKN = \phi + \Delta = 2$$

Układ jest: 2 krotnie kinematycznie niewyznaczalny

## 3. Przyjęcie układu podstawowego

Układ równań kanonicznych

$$\begin{bmatrix} r_{1-1} & r_{1-2} \\ r_{2-1} & r_{2-2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \varphi_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r_{1P} \\ r_{2P} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$



Rys. Układ podstawowy metody przemieszczeń

4. Obliczenie zależności kątowych obrotu cięwiw prętów układu potrzebnych do wyznaczenia macierzy sztywności dla stanu Stan  $\delta_2 \Delta=1$

Wybieram węzeł przesuwany 1

Węzeł przemieści się wtedy o  $dx=1.000$   $dy=0.000$

$$dx = \Delta \cdot \sin \beta = 1 \cdot (-1) = 1$$

$$dy = -\Delta \cdot \cos \beta = 1 \cdot 0 = 0$$

Przyjęte przemieszczenie i kąt podstawiam do łańcuchów kinematycznych, jako wiadome

łańcuch obliczany: 1-2 2-3

$$\begin{cases} \downarrow \psi_{1-2} \cdot (2-0) + \psi_{2-3} \cdot (2-2) = (0) \\ \rightarrow \psi_{1-2} \cdot (0-0) + \psi_{2-3} \cdot (0-2) = (-1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \downarrow \psi_{1-2} \cdot 2 + \psi_{2-3} \cdot 0 = (0) \\ \rightarrow \psi_{1-2} \cdot 0 + \psi_{2-3} \cdot (-2) = (-1) \end{cases}$$

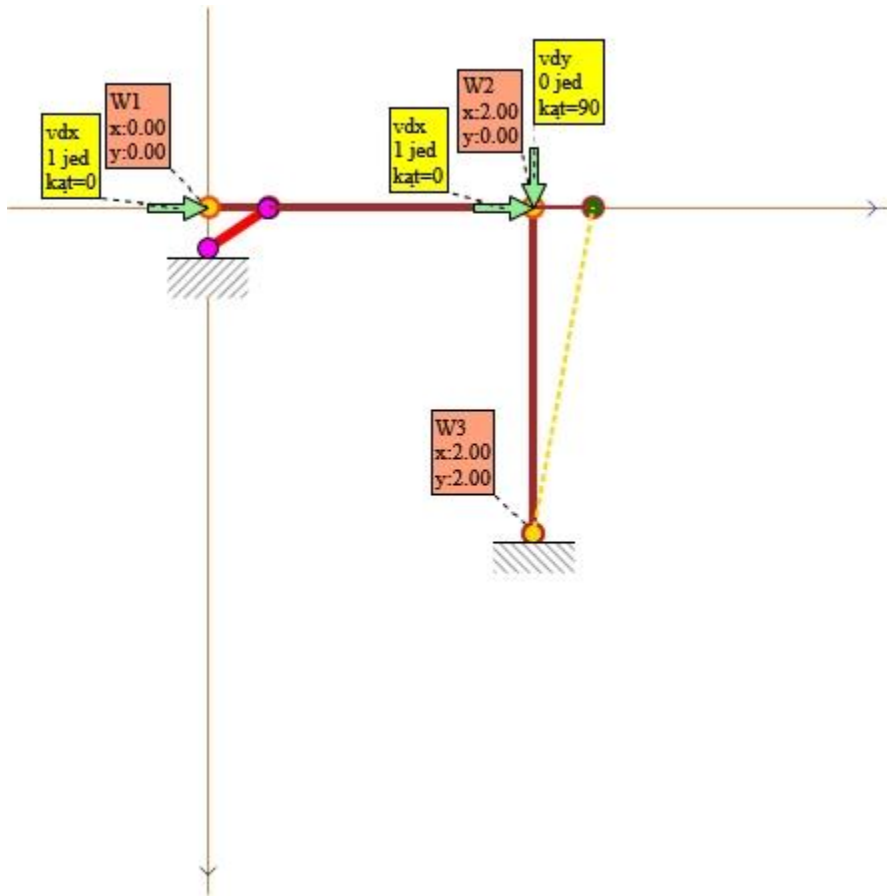


$$\begin{cases} \downarrow \Psi_{1-2} \cdot 2 + \Psi_{2-3} \cdot 0 = (0) \\ \rightarrow \Psi_{1-2} \cdot 0 + \Psi_{2-3} \cdot (-2) = (-1) \end{cases}$$

Po obliczeniu równania

$$\Psi_{1-2} = (0) \frac{1}{m}$$

$$\Psi_{2-3} = 0.5 \frac{1}{m}$$



Rys. łańcuch kinematyczny Stan  $\Delta=1$

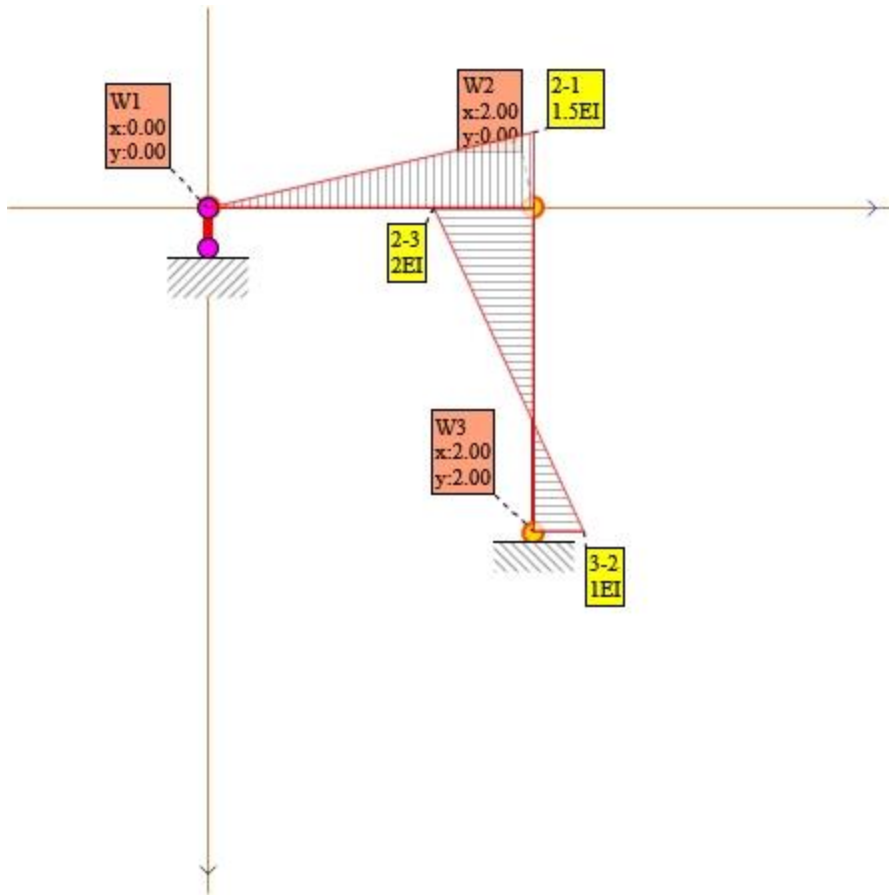
5. Stan  $\phi_1$

$$M_{2-1} = \frac{3 \cdot BI}{L} = \frac{3 \cdot 1}{2} = 1.5 \frac{BI}{m}$$

$$M_{2-3} = \frac{4 \cdot BI}{L} = \frac{4 \cdot 1}{2} = 2 \frac{BI}{m}$$

$$M_{1-2} = 0 \frac{BI}{m}$$

$$M_{3-2} = \frac{2 \cdot BI}{L} = \frac{2 \cdot 1}{2} = 1 \frac{BI}{m}$$

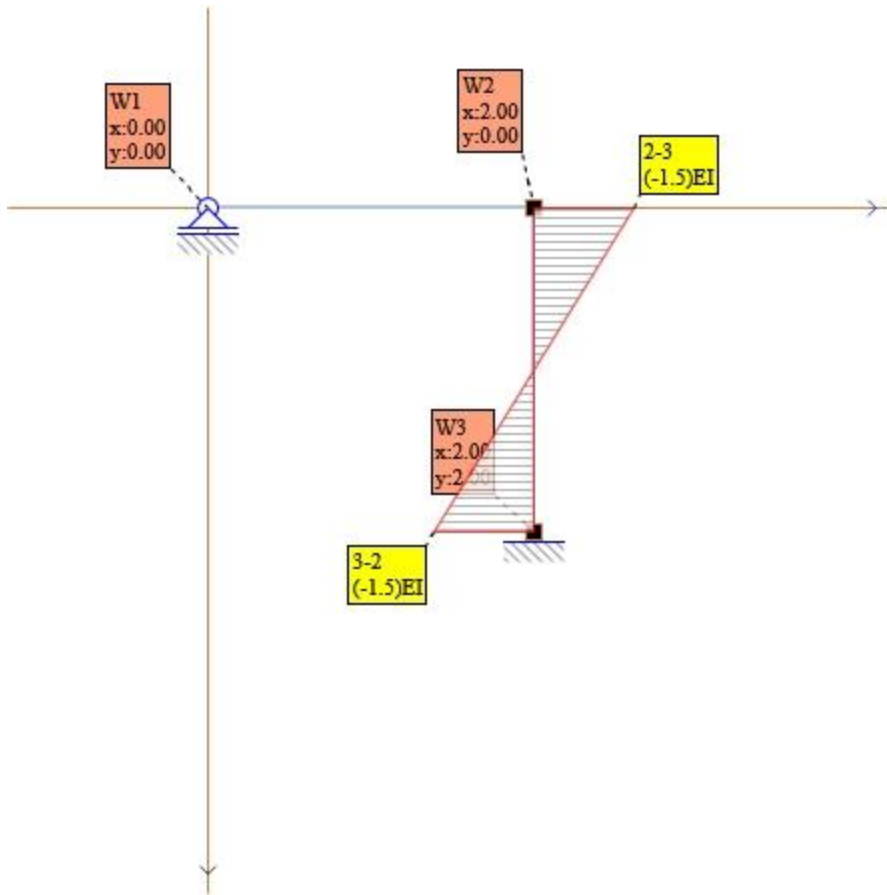


Rys. Stan  $\phi 1$

6. Stan  $\delta 2$

$$M_{2-3} = -\frac{\Delta_{2-3} \cdot 6 \cdot EI}{L^2} = -\frac{1 \cdot 6 \cdot 1}{4} = (-1.5) \frac{EI}{m^2}$$

$$M_{3-2} = -\frac{\Delta_{2-3} \cdot 6 \cdot EI}{L^2} = -\frac{1 \cdot 6 \cdot 1}{4} = (-1.5) \frac{EI}{m^2}$$

Rys. Stan  $\delta_2$ 7. Stan P - obciążenie  $mpq$ 

q pręt =1-2

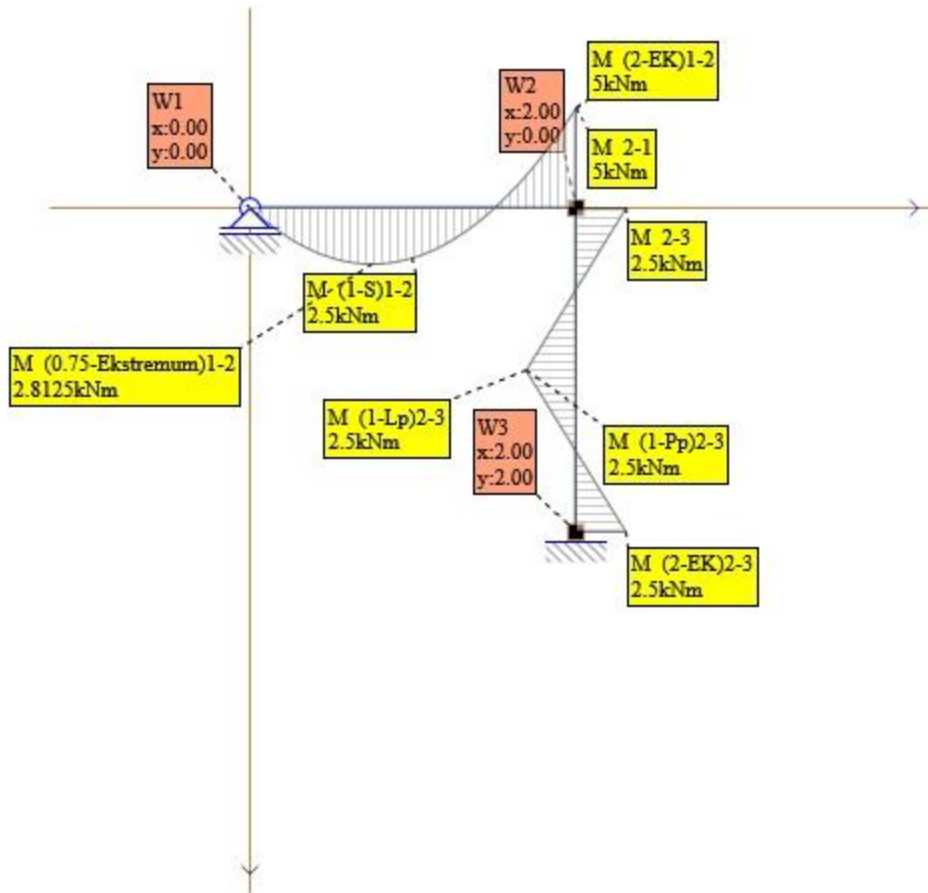
$$M_{1-2} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{1-2} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 1}{8 \cdot 2^2} [4(2^2 - 1^2) - 2^2] = 5 \text{ kNm}$$

P pręt =2-3

$$M_{2-3} = -\frac{10 \cdot 1 \cdot 1^2}{2^2} = (-2.5) \text{ kNm}$$

$$M_{3-2} = \frac{10 \cdot 1 \cdot 1^2}{2^2} = 2.5 \text{ kNm}$$



Rys. Stan P

## 8. Współczynniki Macierzy Sztywności i Wyrazów Wolnych

$$r_{1-1} = \sum_j M_{1j}^1 + k_1^\varphi$$

$$r_{1-1} = 1.5 \frac{BI}{m} + 2 \frac{BI}{m} = 3.5 \frac{BI}{m}$$

$$r_{1-2} = \sum_j M_{1-j}^2$$

$$r_{1-2} = (-1.5) \frac{BI}{m^2} = (-1.5) \frac{BI}{m^2}$$

$$r_{2-2} = -\sum_{ij} (M_{ij}^2 + M_{ji}^2) \cdot \Psi_{ij}^2 + \sum_j k_j^\delta \cdot \delta_j^2 \cdot \delta_j^2$$

$$r_{2-2} = -((-1.5) + (-1.5)) \cdot 0.5 \frac{BI}{m^2} = 1.5 \frac{BI}{m^2}$$

$$r_{2-1} = -\sum_{ij} (M_{ij}^1 + M_{ji}^1) \cdot \Psi_{ij}^2$$

$$r_{2-1} = -(0 + 1.5) \cdot (0) \frac{BI}{m^2} - (2 + 1) \cdot 0.5 \frac{BI}{m^2} = (-1.5) \frac{BI}{m^2}$$

$$r_{1-P} = \sum_j M_{1j}^P - M_1^P$$

$$r_{1-P} = 5 + (-2.5) + (-10) = (-7.5) \text{ kNm}$$



$$r_{2-P} = -\sum_{ij} (M_{ij}^P + M_{ji}^P) \cdot \psi_{ij}^2 + \sum P P p \cdot \delta_P^2$$

$$r_{2-P} = ((-2.5) + 2.5) \cdot 0.5 + 0.1 + 20 \cdot 0 + (-10) \cdot 0.5 + 0 \cdot 0 = 5 \text{ kN}$$

9. Układ równań kanonicznych

$$\begin{bmatrix} 3.5 & (-1.5) \\ (-1.5) & 1.5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (-7.5) \\ 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Po rozwiązaniu układu otrzymano:

$$\psi_1 = 1.25 \dots \frac{\text{kN} \cdot \text{m}^2}{EI}$$

$$\psi_2 = (-2.08333) \dots \frac{\text{kN} \cdot \text{m}^3}{EI}$$

10. Obliczenie Momentów przywęzłowych

Zgodnie ze wzorem:

$$M_{ik} = M_{ik}^0 + M_{ik}^1 \cdot \psi_1 + M_{ik}^2 \cdot \psi_2$$

$$M_{ki} = M_{ki}^0 + M_{ki}^1 \cdot \psi_1 + M_{ki}^2 \cdot \psi_2$$

---

$$M_{1-2} = 0 \cdot 1.25 + 0.1 = 0 \text{ kNm}$$

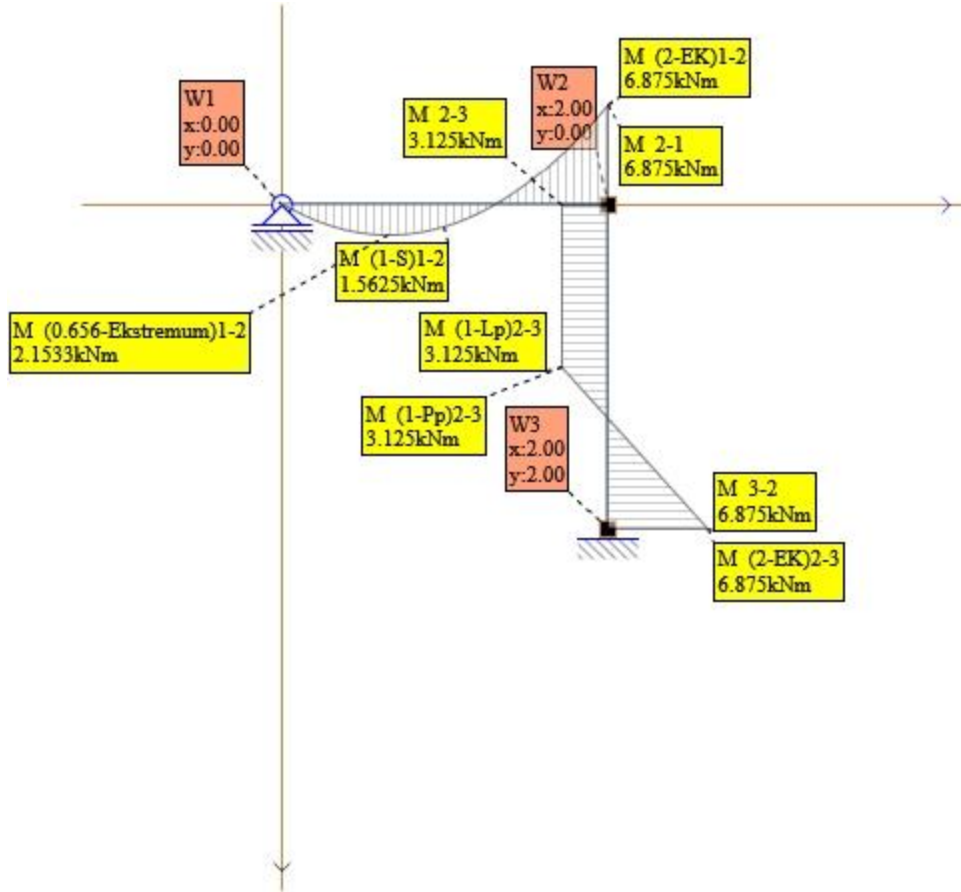
$$M_{2-1} = 1.5 \cdot 1.25 + 5 \cdot 1 = 6.875 \text{ kNm}$$

$$M_{2-3} = 2 \cdot 1.25 + (-1.5) \cdot (-2.08333) + (-2.5) \cdot 1 = 3.125 \text{ kNm}$$

$$M_{3-2} = 1 \cdot 1.25 + (-1.5) \cdot (-2.08333) + 2.5 \cdot 1 = 6.875 \text{ kNm}$$

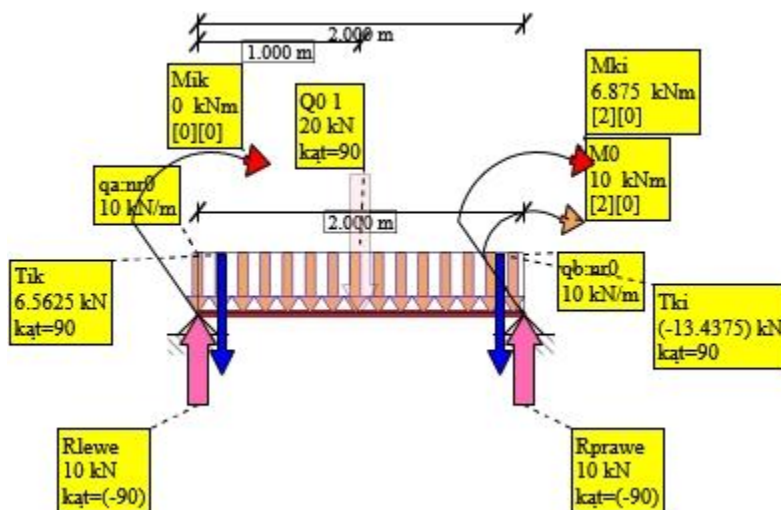
---





Rys. Wykres M MetorAll

### 11. Obliczenie Sił Tnących



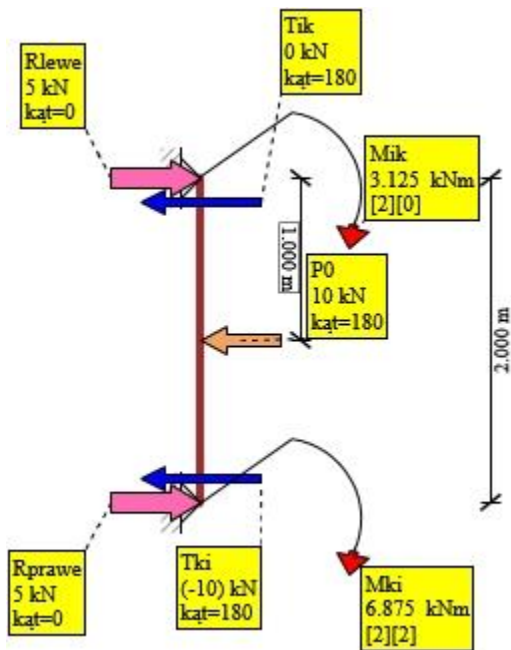
Rys. Siły Tnące 1-2

$$T_{1-2} = \frac{0 + (-6.875)}{2} - (-10) = 6.5625 \text{ kN}$$



$$T_{2-1} = \frac{0 + (-6.875)}{2} + (-10) = (-13.4375) \text{ kN}$$

---

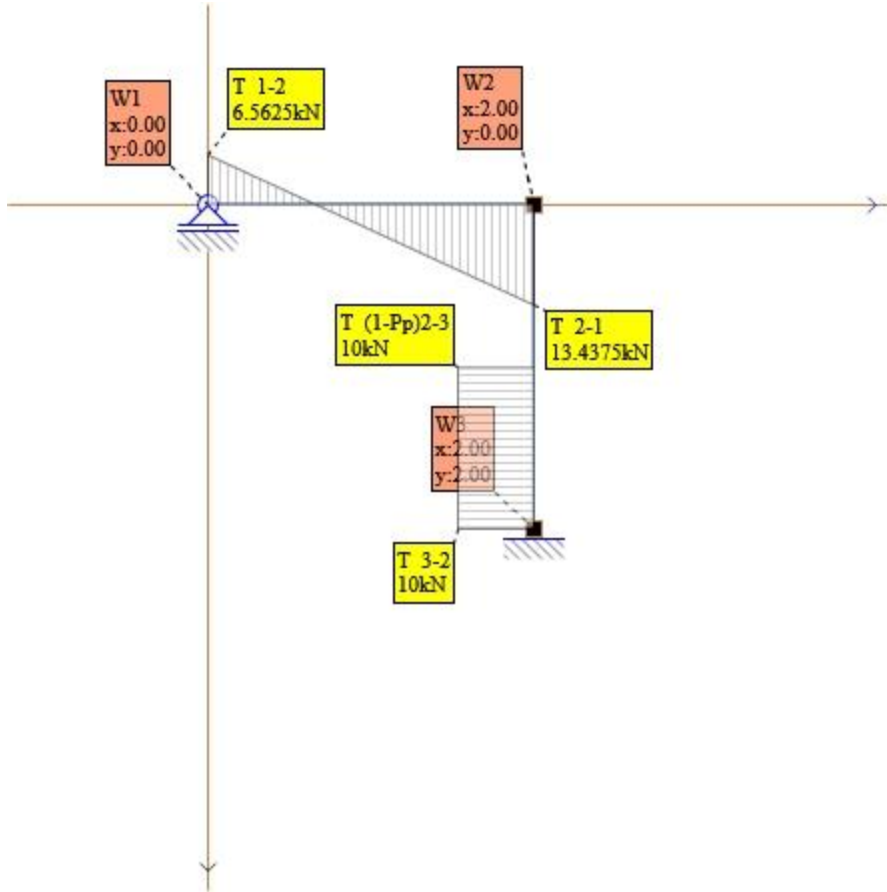


Rys. Sity Tnqce 2-3

$$T_{2-3} = \frac{(-3.125) + (-6.875)}{2} - (-5) = 0 \text{ kN}$$

$$T_{3-2} = \frac{(-3.125) + (-6.875)}{2} + (-5) = (-10) \text{ kN}$$

---



Rys. Wykres T MetorAll

## 12. Obliczenie sił Normalnych

Aby Węzeł był w równowadze to suma jego składowych sił i reakcji rzutowana na oś X i oś Y musi być równa zero

$$\sum S_x + \sum R_x + \sum P_x = 0$$

$$\sum S_y + \sum R_y + \sum P_y = 0$$

$\sum S_x$  To suma sił prętowych rzutowana na oś X w Węźle

$\sum R_x$  To suma reakcji podporowych rzutowana na oś X w Węźle - jeżeli istnieje

$\sum P_x$  To suma oddziaływania zewnętrznego rzutowana na oś X w Węźle - jeżeli jest przyłożona

$\sum S_y$  To suma sił prętowych rzutowana na oś Y w Węźle

$\sum R_y$  To suma reakcji podporowych rzutowana na oś Y w Węźle - jeżeli istnieje

$\sum P_y$  To suma oddziaływania zewnętrznego rzutowana na oś Y w Węźle - jeżeli jest przyłożona

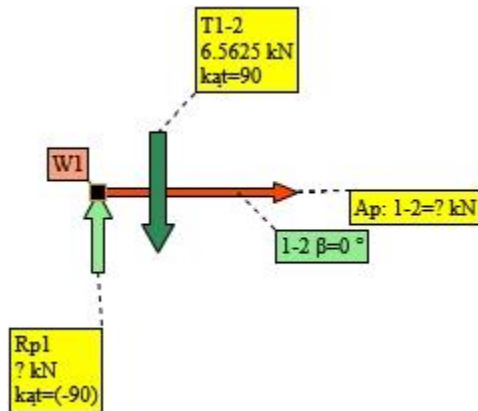
.....  
Obliczenia rozpoczynamy od Węzła, dla którego liczba niewiadomych sił w Prętach jest  $\leq 2$

Elementy szukane oznaczono kolorem czerwonym.



Elementy zerowe są przedstawione w tle rysunku.

Wybrano Węzeł =1



Do policzenia  $N_{1-2}$   $\beta = 0$

Rzutowanie na oś X

$$N_{1-2} \cdot \cos(0) = 0$$

$$N_{1-2} \cdot 1 = 0$$

Rzutowanie na oś Y

$$N_{1-2} \cdot \sin(0) + (-0.5) \cdot \sin(90) + (-0.5) \cdot \sin((-90)) = 0$$

$$N_{1-2} \cdot 0 + (-0.5) \cdot 1 + (-0.5) \cdot (-1) = 0$$

$$(-0.5) + 0.5 = 0$$

Równanie X

$$N_{1-2} \cdot 1 + = 0$$

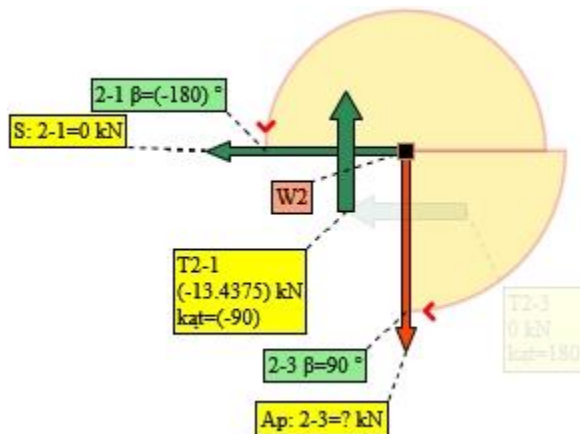
Równanie Y

$$= 0$$

$$\text{wyliczono } N_{1-2} = 0 \text{ kN}$$



Wybrano Węzeł =2



Do policzenia  $N_{2-3}$   $\beta = 90$

policzone  $N_{2-1} = 0$   $\beta = (-180)$

Rzutowanie na oś X

$$N_{2-3} \cdot \cos(90) = 0$$

$$N_{2-3} \cdot (0) = 0$$

Rzutowanie na oś Y

$$N_{2-3} \cdot \sin(90) + (-0.5) \cdot \sin((-90)) = 0$$

$$N_{2-3} \cdot 1 + (-0.5) \cdot (-1) = 0$$

$$N_{2-3} \cdot 1 + 0.5 = 0$$

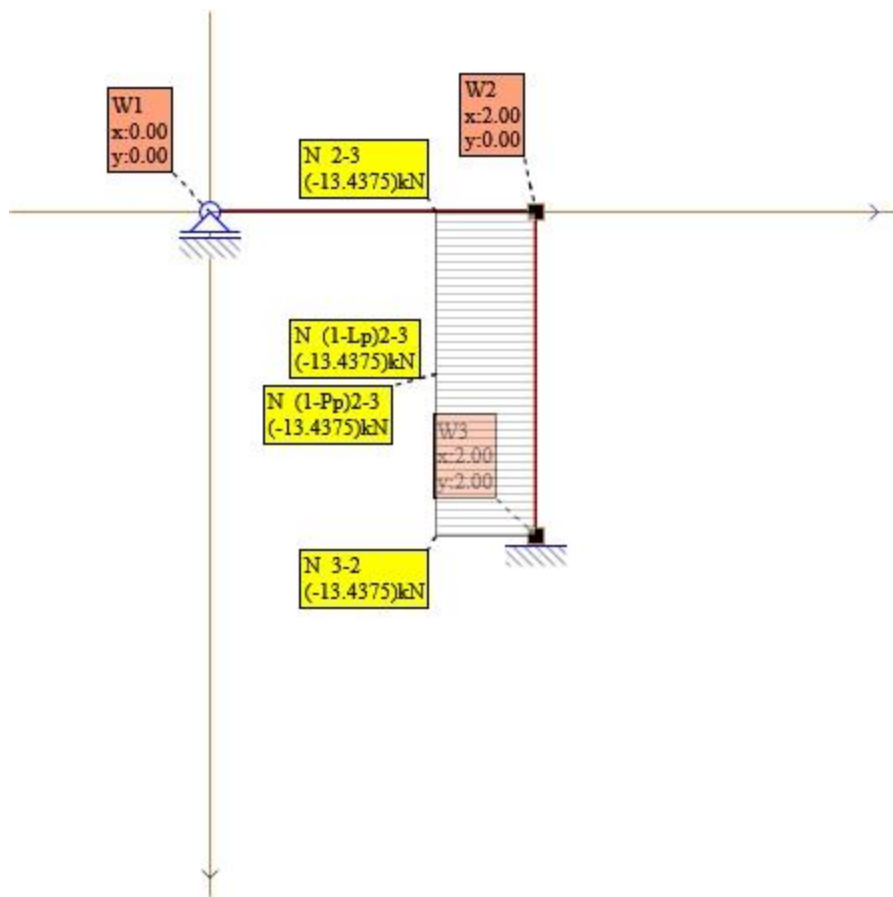
Równanie X

$$= 0$$

Równanie Y

$$N_{2-3} \cdot 1 + 0.5 = 0$$

$$\text{wyliczono } N_{2-3} = (-0.5) \text{ kN}$$



Rys. Wykres N MetorAll

### 13. Obliczenie Reakcji Podporowych

Aby Węzeł był w równowadze to suma jego składowych sił i reakcji rzutowana na oś X i oś Y musi być równa zero

$$\sum S_x + \sum R_x + \sum P_x = 0$$

$$\sum S_y + \sum R_y + \sum P_y = 0$$

$\sum S_x$  To suma sił prętowych rzutowana na oś X w Węźle

$\sum R_x$  To suma reakcji podporowych rzutowana na oś X w Węźle - jeżeli jest istnieje

$\sum P_x$  To suma oddziaływania zewnętrznego rzutowana na oś X w Węźle - jeżeli jest przyłożona

$\sum S_y$  To suma sił prętowych rzutowana na oś Y w Węźle

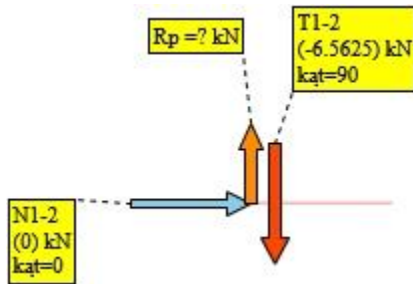
$\sum R_y$  To suma reakcji podporowych rzutowana na oś Y w Węźle - jeżeli jest istnieje

$\sum P_y$  To suma oddziaływania zewnętrznego rzutowana na oś Y w Węźle - jeżeli jest przyłożona

.....  
.....



Wybrano Węzeł =1



Do policzenia  $R p_1$   $\beta = (-90)$

policzone  $S_{1-2} = (0)$   $\beta = 0$

Rzutowanie na oś X

$$R p_1 \cdot \cos((-90)) = 0$$

$$R p_1 \cdot 0 = 0$$

Rzutowanie na oś Y

$$R p_1 \cdot \sin((-90)) + 6.5625 \cdot \sin(90) = 0$$

$$R p_1 \cdot (-1) + 6.5625 \cdot 1 = 0$$

$$R p_1 \cdot (-1) + 6.5625 = 0$$

Równanie X

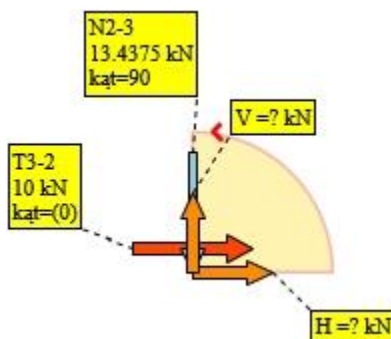
$$= 0$$

Równanie Y

$$R p_1 \cdot (-1) + 6.5625 = 0$$

$$\text{wyliczono } R p_1 = 6.5625 \text{ kN}$$

Wybrano Węzeł =3





Do policzenia  $H_3$   $\beta = 0$

Do policzenia  $V_3$   $\beta = (-90)$

policzone  $S_{3-2} = (-13.4375)$   $\beta = (-90)$

Rzutowanie na oś X

$$H_3 \cdot \cos(0) + V_3 \cdot \cos((-90)) + (-10) \cdot \cos(0) = 0$$

$$H_3 \cdot 1 + V_3 \cdot 0 + (-10) \cdot 1 = 0$$

$$H_3 \cdot 1 + (-10) = 0$$

Rzutowanie na oś Y

$$H_3 \cdot \sin(0) + V_3 \cdot \sin((-90)) + 13.4375 \cdot \sin(90) = 0$$

$$H_3 \cdot 0 + V_3 \cdot (-1) + 13.4375 \cdot 1 = 0$$

$$V_3 \cdot (-1) + 13.4375 = 0$$

Układ równań

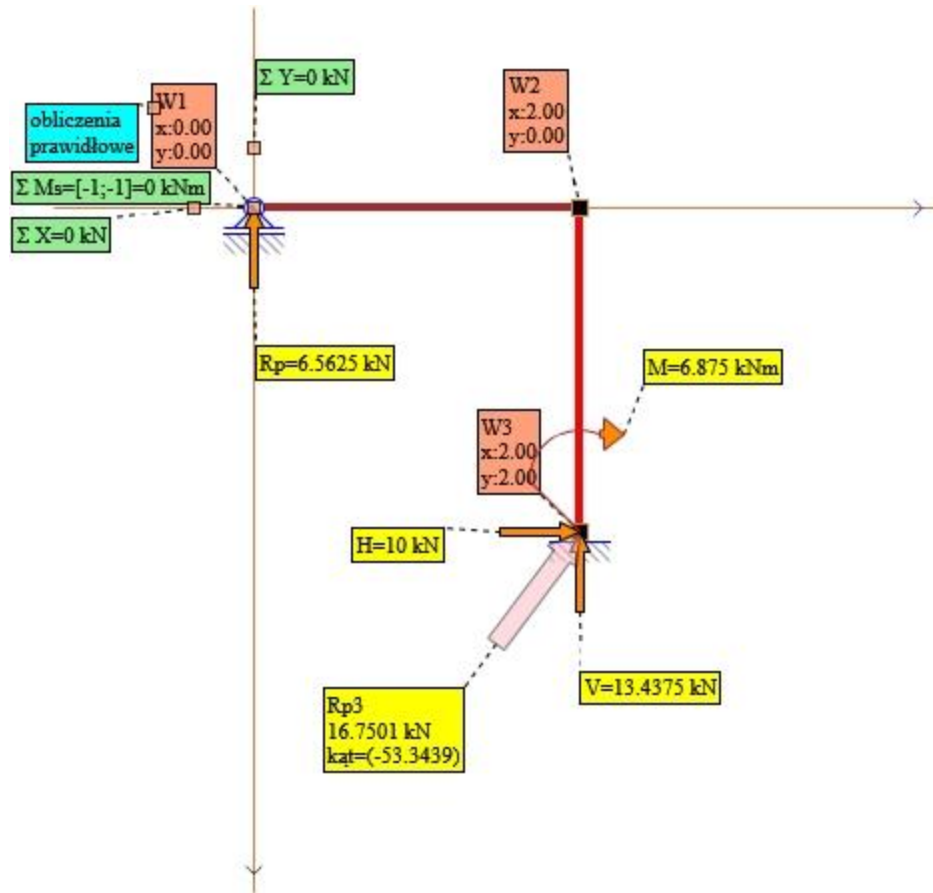
$$\begin{cases} H_3 \cdot 1 + (-10) = 0 \\ V_3 \cdot (-1) + 13.4375 = 0 \end{cases}$$

wyliczono  $H_3 = 10 \text{ kN}$

wyliczono  $V_3 = 13.4375 \text{ kN}$

.....





Rys. Reakcje podporowe obliczone MetorAll

#### 14. Sprawdzenie Reakcji Podporowych Moment

Sprawdzenia poprawności wyznaczenia reakcji podporowych dokonamy w punkcie  $[(-1); (-1)]$  układzie XY

Punkt musi być tak dobrany, aby wszystkie siły i reakcje brały udział w obliczaniu Sumy Momentów

W punkcie tym Suma Momentów od wszystkich sił i reakcji powinna wynosić  $M=0$

$$\Sigma M = R_{p1} \cdot (0 - (-1)) \cdot \sin((-90)) + V_3 \cdot (2 - (-1)) + H_3 \cdot ((-1) - 2) +$$

$$+ M_3 + P_0 \cdot ((-1) - 1) \cdot \cos(180) + Q_{0y} \cdot (1 - (-1)) \cdot \sin(90) +$$

$$+ M_0 = 0$$

$$\Sigma M = 6.5625 \cdot 1 \cdot (-1) + (-13.4375) \cdot 3 + 10 \cdot (-3) + 6.875 + 10 \cdot (-2) \cdot (-1) +$$

$$+ 20 \cdot 2 \cdot 1 + 10 = 0$$

$$\Sigma M = 6.5625 \cdot (-1) + (-13.4375) \cdot 3 + 10 \cdot (-3) + 6.875 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 2 +$$

$$+ 10 = 0$$

$$\Sigma M = (-6.5625) + (-40.3125) + (-30) + 6.875 + 20 + 40 + 10 = 0$$

$$\Sigma M = 0 \text{ kNm}$$



## 15. Sprawdzenie Reakcji Podporowych Rzut X

$$\Sigma X = 10 + 10 \cdot \cos(180) = 0$$

$$\Sigma X = 10 + 10 \cdot (-1) = 0$$

$$\Sigma X = 10 + (-10) = 0$$

$$\Sigma X = 0 \text{ kN}$$

## 16. Sprawdzenie Reakcji Podporowych Rzut Y

$$\Sigma Y = 6.5625 \cdot \sin((-90)) + (-13.4375) + 20 \cdot \sin(90) = 0$$

$$\Sigma Y = 6.5625 \cdot (-1) + (-13.4375) + 20 \cdot 1 = 0$$

$$\Sigma Y = (-6.5625) + (-13.4375) + 20 = 0$$

$$\Sigma Y = 0 \text{ kN}$$

## 17. Ocena Wyników Obliczeń

Z uwagi na spełnione warunki:

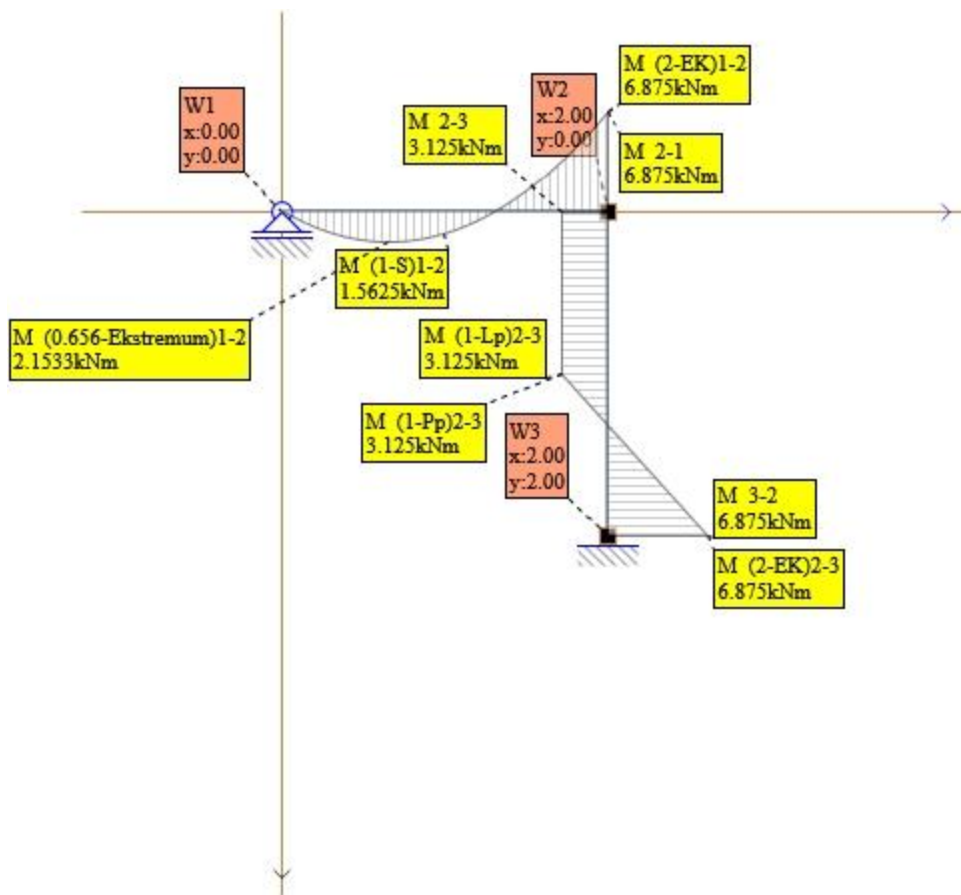
$$\Sigma M = 0.0, \Sigma X = 0.0, \Sigma Y = 0.0$$

Ocena: obliczenia prawidłowe

## 18. Sprawdzenie Kinematyczne

Sprawdzamy czy przemieszczenia w poszczególnych punktach spełniają warunki podparcia i ciągłości. Wystarczy sprawdzić tyle składowych ile wynosi SSN (Stopień Statycznej Niewyznaczalności). Przekształcamy schemat naszego układu na statycznie wyznaczalny poprzez redukcję Nadliczbowych więzów. W miejscach usuniętych nadliczbowych przykładamy kolejno obciążenia jednostkowe i wyznaczamy momenty zginające. Obciążenia jednostkowe dla kątów obrotu mają charakter momentów jednostkowych. Obciążenia jednostkowe dla przemieszczeń liniowych charakter sił jednostkowych. Przemieszczenia wynikowe obliczamy ze wzoru Maxwella-Mohra

.....



Rys. Wykres M MetorAll

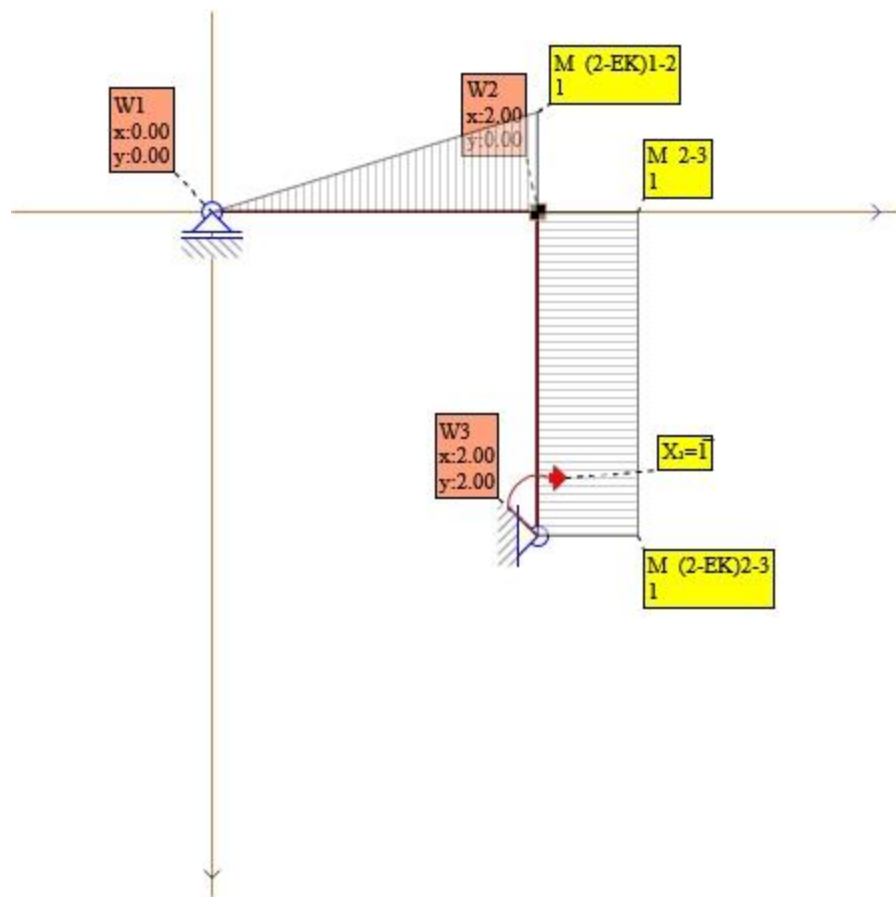
### 19. Obliczenie układu podstawowego dla X1

Działa tylko X1.

Sprawdzono poprawność obliczeń dla schematu statycznego.

Pręt 1-2  $M_{ik}=0$  ,  $M_{ki}=1$

Pręt 2-3  $M_{ik}=(-1)$  ,  $M_{ki}=1$

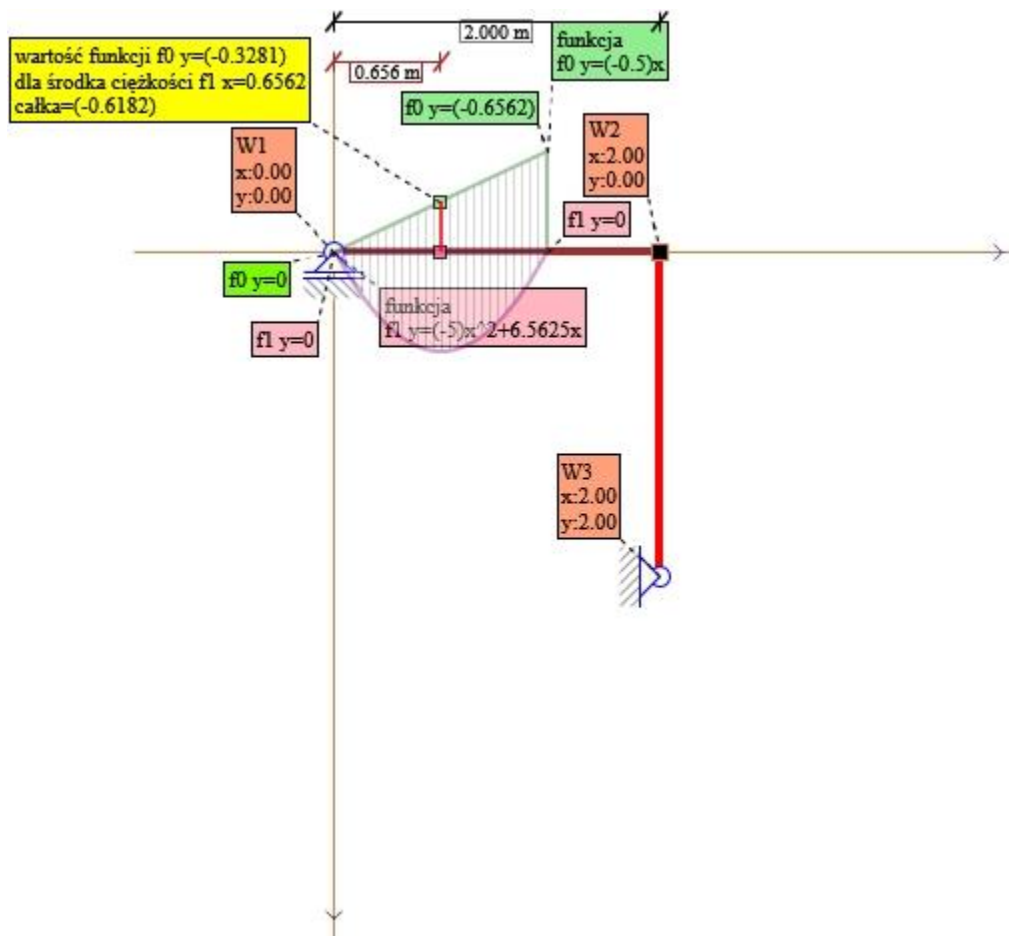


Rys. Momenty dla X1

.....



## 20. Obliczenie współczynników obciążenia



Rys. Składnik nr1 X1 SilosAll

$$p = 0 \quad k = 1.3125$$

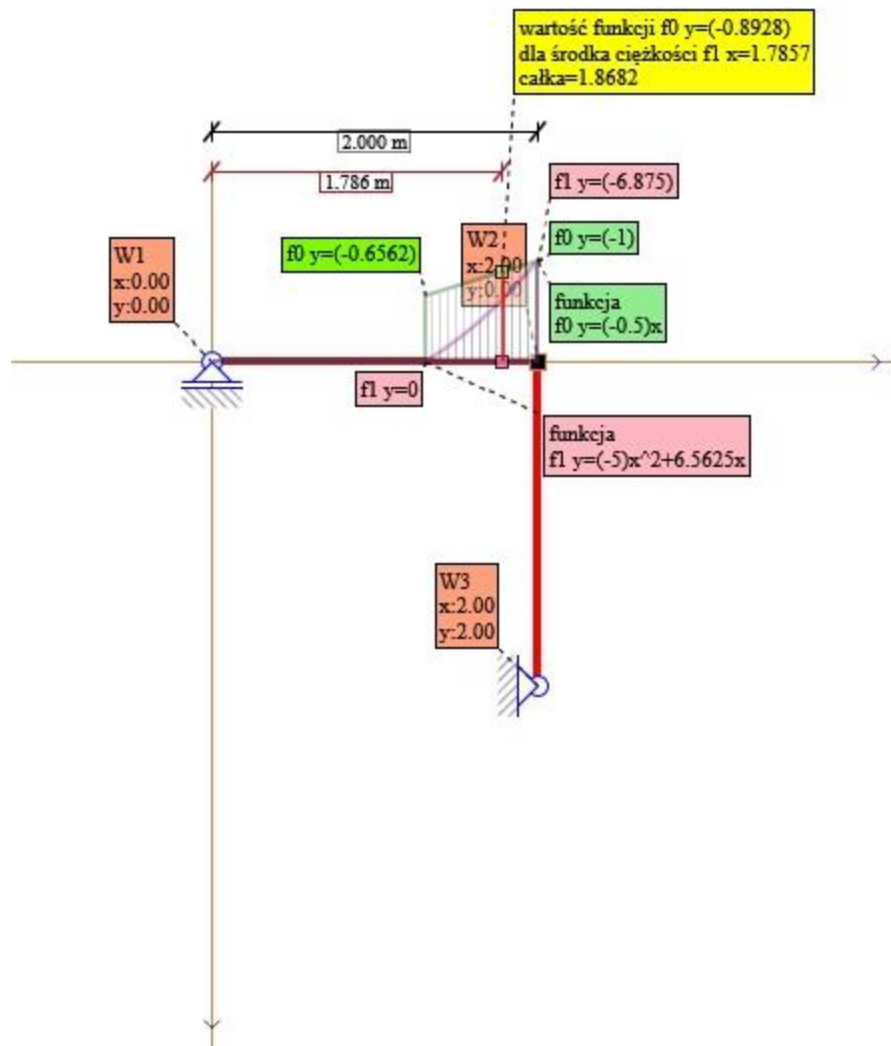
$$x_c = \frac{\int_p^k f1(x) \cdot x dx}{\int_p^k f1(x) dx} = \frac{\int_p^k ((-5)x^2 + 6.5625x) \cdot x dx}{\int_p^k ((-5)x^2 + 6.5625x) dx} =$$

$$x_c = \frac{+(-3.70943) + 4.94591}{+(-3.76831) + 6.56247} =$$

$$x_c = \frac{1.23648}{1.88416} = \frac{1.2365}{1.8842} = 0.6562$$

$$f0 = +(-0.5) \cdot x = +(-0.5) \cdot 0.6562 = (-0.3281)$$

$$\delta = \frac{\text{Pole } f1 \cdot \text{wartosc } f0(x_c)}{1 \cdot EI} = \frac{1.8842 \cdot (-0.3281)}{1} \cdot \frac{1}{EI} = (-0.6182) \cdot \frac{1}{EI}$$



Rys. Składnik nr2 X1 SilosAll

$$p = 1.3125 \quad k = 2$$

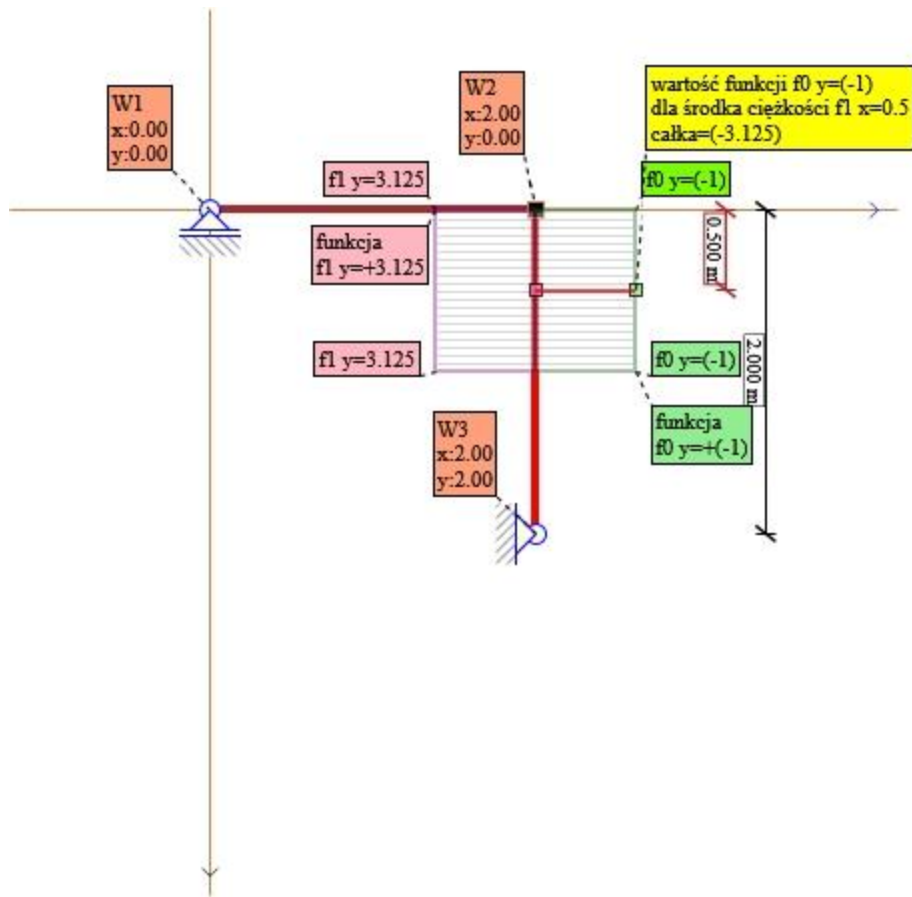
$$x_c = \frac{\int_p^k f_1(x) \cdot x dx}{\int_p^k f_1(x) dx} = \frac{\int_p^k ((-5)x^2 + 6.5625x) \cdot x dx}{\int_p^k ((-5)x^2 + 6.5625x) dx} =$$

$$x_c = \frac{+(-20) + 17.5 - (-3.70943) - 4.94591}{+(-13.33333) + 13.125 - (-3.76831) - 5.65247} =$$

$$x_c = \frac{(-2.5) - 1.23648}{(-0.20833) - 1.88416} = \frac{(-3.7365)}{(-2.0925)} = 1.7857$$

$$f_0 = +(-0.5) \cdot x = +(-0.5) \cdot 1.7857 = (-0.8928)$$

$$\delta = \frac{\text{Pole } f_1 \cdot \text{wartosc } f_0(x_c)}{1 \cdot EI} = \frac{(-2.0925) \cdot (-0.8928)}{1} \cdot \frac{1}{EI} = 1.8682 \cdot \frac{1}{EI}$$



Rys. Składnik nr3 X1 SilosAll

$$p=0 \quad k=1$$

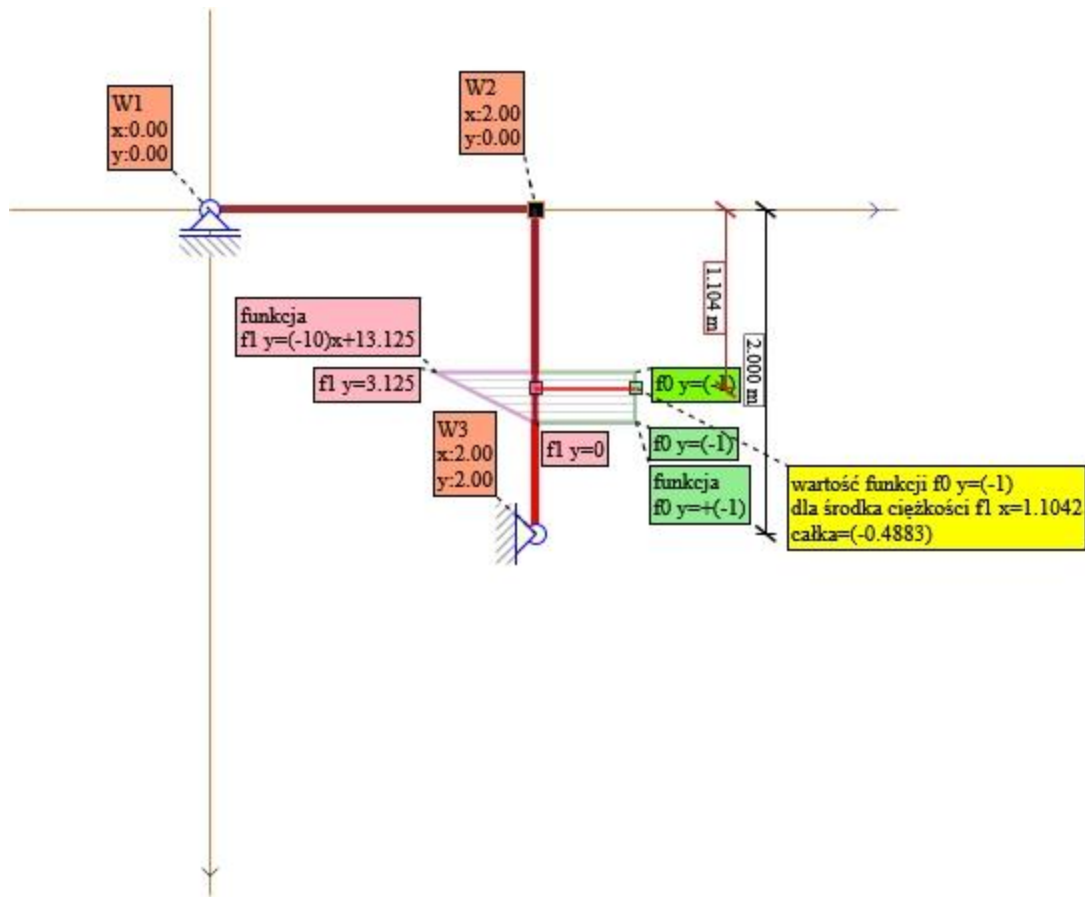
$$x_c = \frac{\int_p^k f_1(x) \cdot x dx}{\int_p^k f_1(x) dx} = \frac{\int_p^k (+3.125) \cdot x dx}{\int_p^k (+3.125) dx} =$$

$$x_c = \frac{+1.5625}{+3.125} =$$

$$x_c = \frac{1.5625}{3.125} = \frac{1.5625}{3.125} = 0.5$$

$$f_0 = +(-1) = (-1)$$

$$\delta = \frac{\text{Pole } f_1 \cdot \text{wartosc } f_0(x_c)}{1 \cdot EI} = \frac{3.125 \cdot (-1)}{1} \cdot \frac{1}{EI} = (-3.125) \cdot \frac{1}{EI}$$



Rys. Składnik nr4 X1 SilosAll

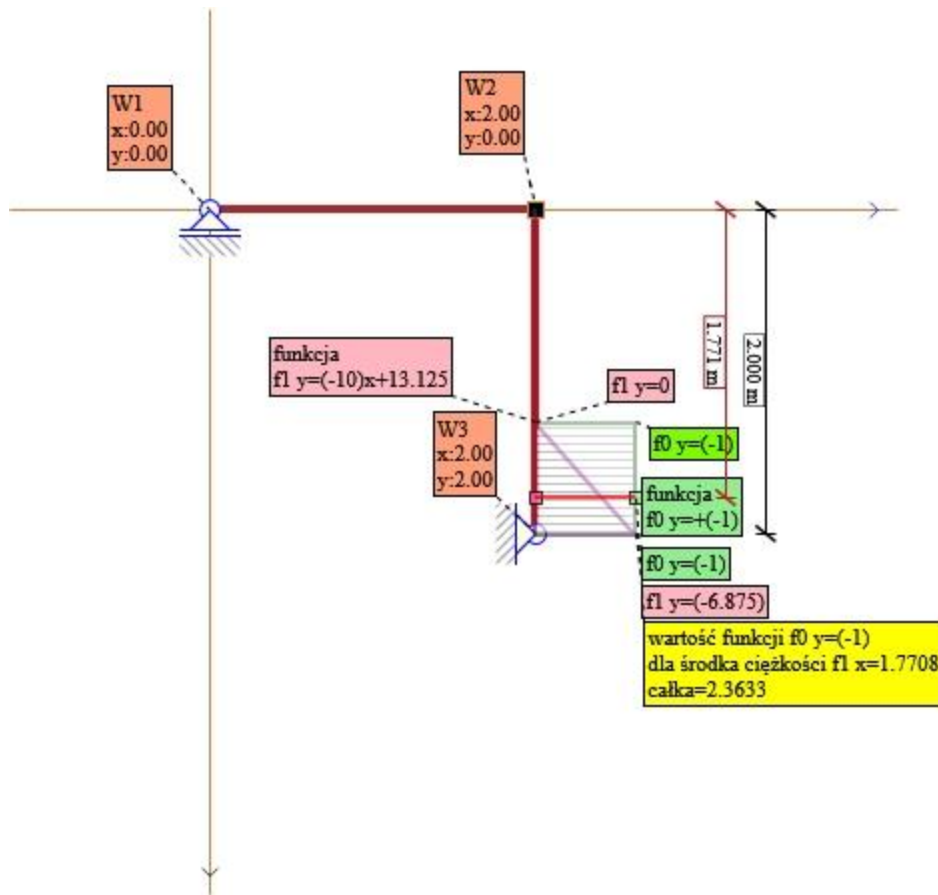
$$p=1 \quad k=1.3125$$

$$x_c = \frac{\int_p^k f1(x) \cdot x dx}{\int_p^k f1(x) dx} = \frac{\int_p^k ((-10)x + 13.125) \cdot x dx}{\int_p^k ((-10)x + 13.125) dx} =$$
$$x_c = \frac{+(-7.53662) + 11.30493 - (-3.33333) - 6.5625}{+(-8.61328) + 17.22656 - (-5) - 13.125} =$$
$$x_c = \frac{3.76831 - 3.22917}{8.61328 - 8.125} = \frac{0.5391}{0.4883} = 1.1042$$

$$f0 = +(-1) = (-1)$$

$$\delta = \frac{\text{Pole } f1 \cdot \text{wartosc } f0(x_c)}{1 \cdot EI} = \frac{0.4883 \cdot (-1)}{1} \cdot \frac{1}{EI} = (-0.4882) \cdot \frac{1}{EI}$$





Rys. Składnik nr5 X1 SilosAll

$$p = 1.3125 \quad k = 2$$

$$x_c = \frac{\int_p^k f_1(x) \cdot x dx}{\int_p^k f_1(x) dx} = \frac{\int_p^k ((-10)x + 13.125) \cdot x dx}{\int_p^k ((-10)x + 13.125) dx} =$$

$$x_c = \frac{+(-26.66667) + 26.25 - (-7.53662) - 11.30493}{+(-20) + 26.25 - (-8.61328) - 17.22656} =$$

$$x_c = \frac{(-0.41667) - 3.76831}{6.25 - 8.61328} = \frac{(-4.185)}{(-2.3633)} = 1.7708$$

$$f_0 = +(-1) = (-1)$$

$$\delta = \frac{\text{Pole } f_1 \cdot \text{wartosc } f_0(x_c)}{1 \cdot EI} = \frac{(-2.3633) \cdot (-1)}{1} \cdot \frac{1}{EI} = 2.3632 \cdot \frac{1}{EI}$$

## 21. Suma Współczynników Kontrolnych

Składnik M obciążenie

$$\Delta_{1P} = (-0.6182) + 1.8682 + (-3.125) + (-0.4882) + 2.3632 = (-0.000000001) \frac{1}{EI} \text{ m}$$

$$= (0) \text{ m}$$

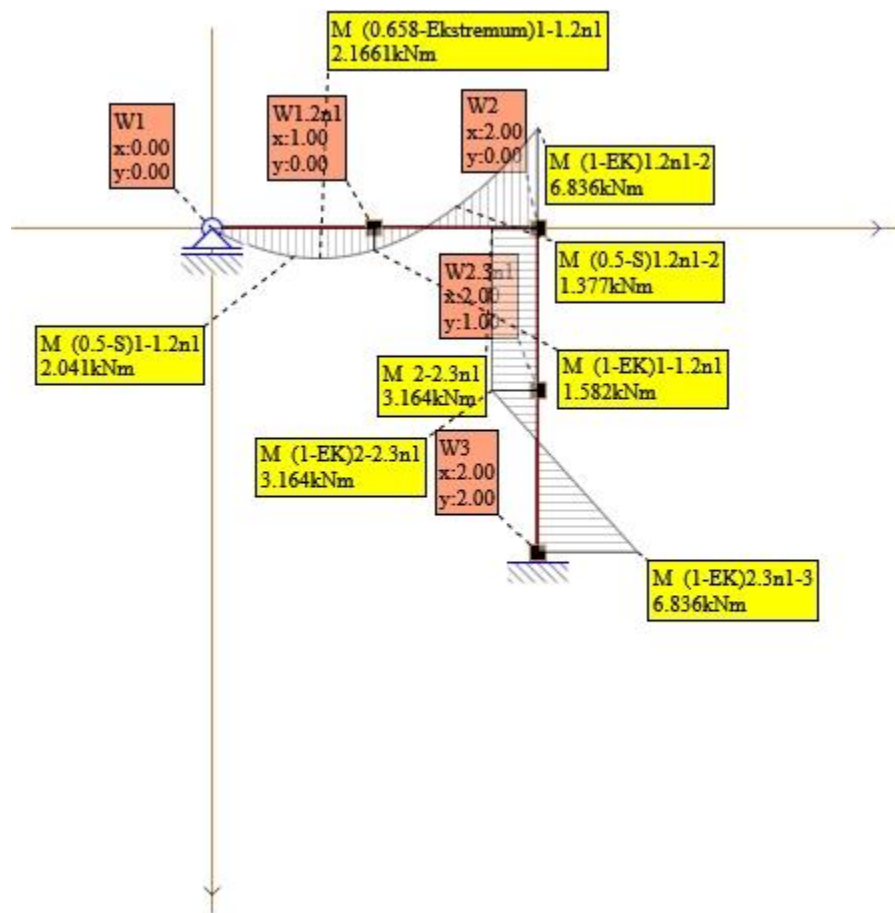


Suma współczynników pomiarowych

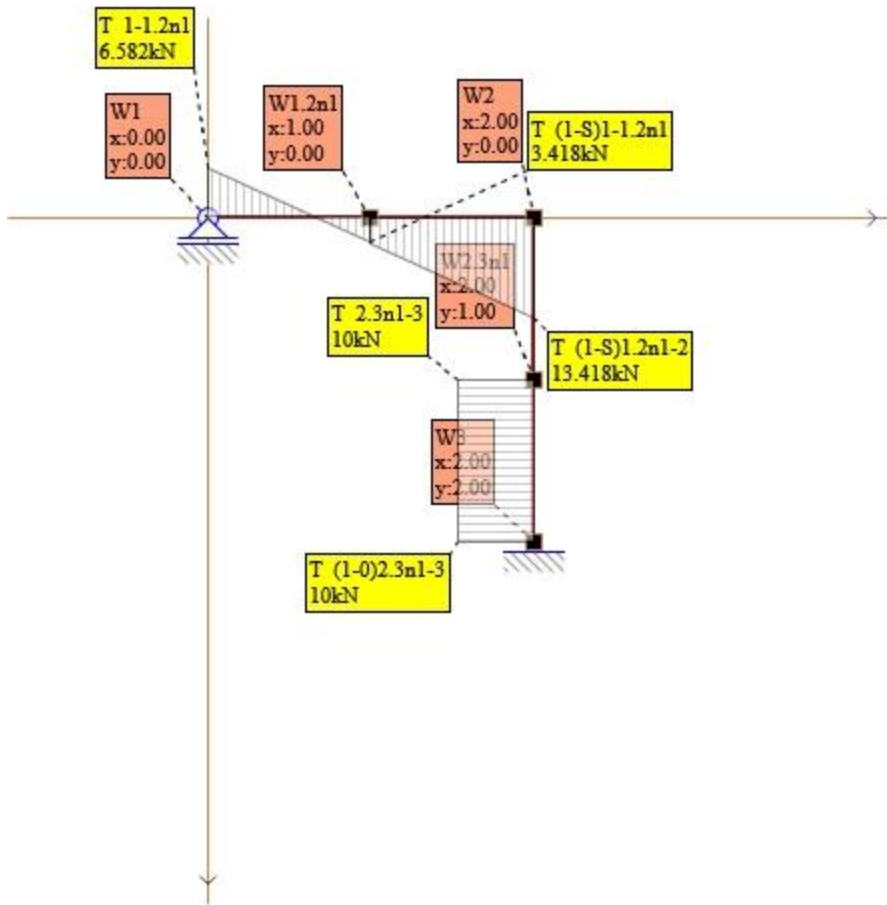
[[0]]

## 22. Sprawdzenie Numeryczne

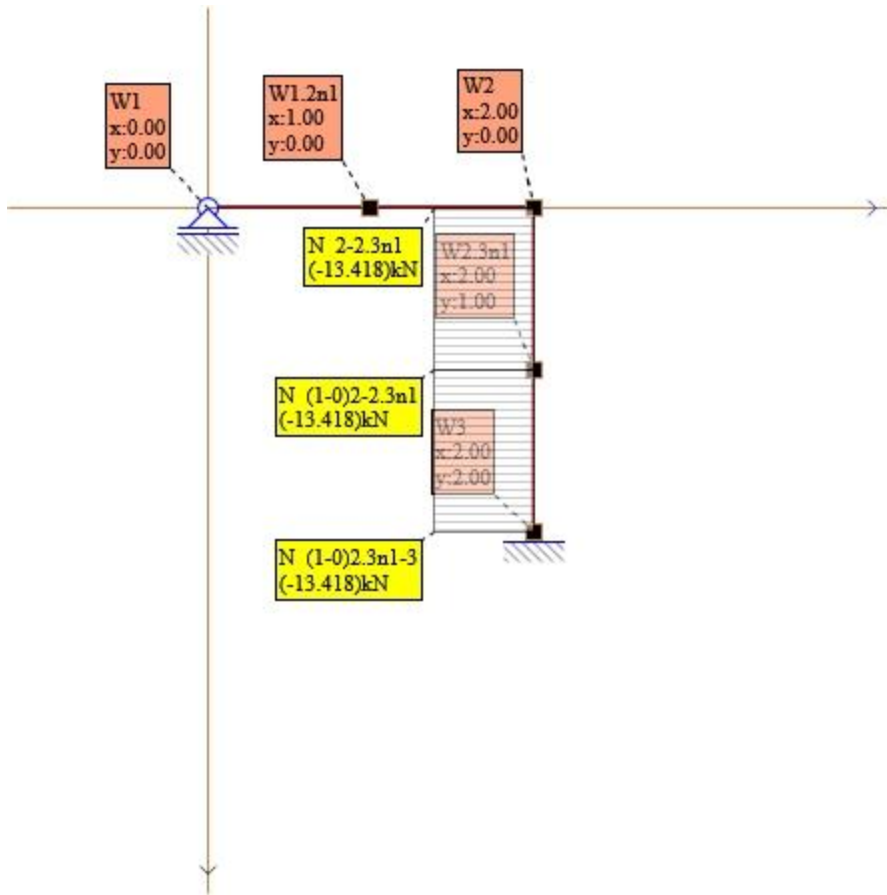
Sprawdzenie numeryczne przeprowadzono obliczając układ metodą MES programem Metor moduł Mes. Dyskretyzację prętów pokazano na schemacie wykresów w postaci dodatkowych węzłów.



Rys. Wykres M MesAll



Rys. Wykres T MesAll



Rys. Wykres N MesAll

.....  
.....

Wydruk wygenerowany w programie Metor

Copyright © 2018 Grupa Rectan