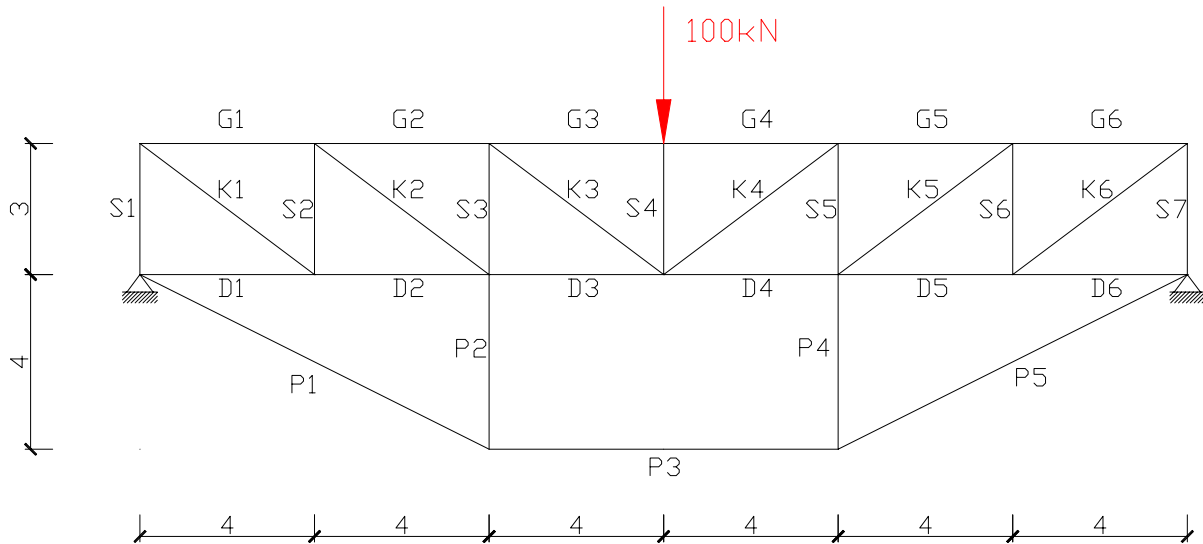


OBLICZANIE UKŁADÓW STATYCZNIE NIEWYZNACZALNYCH METODĄ SIŁ.

Zadana kratownica:



$$G \rightarrow EA = EA_0$$

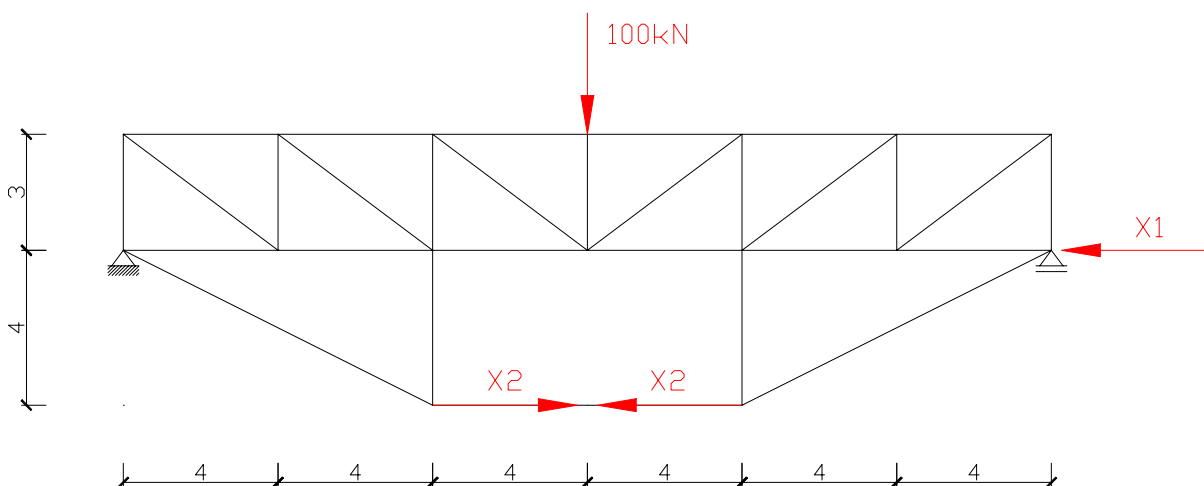
$$D \rightarrow EA = EA_0$$

$$K \rightarrow EA = 0,5 \cdot EA_0$$

$$S \rightarrow EA = 0,5 \cdot EA_0$$

$$P \rightarrow EA = EA_0$$

Kratownica jest jednokrotnie zewnętrznie i jednokrotnie wewnętrznie statycznie niewyznaczalna. Przyjmuję schemat podstawowy i zapisuję układ równań kanonicznych:

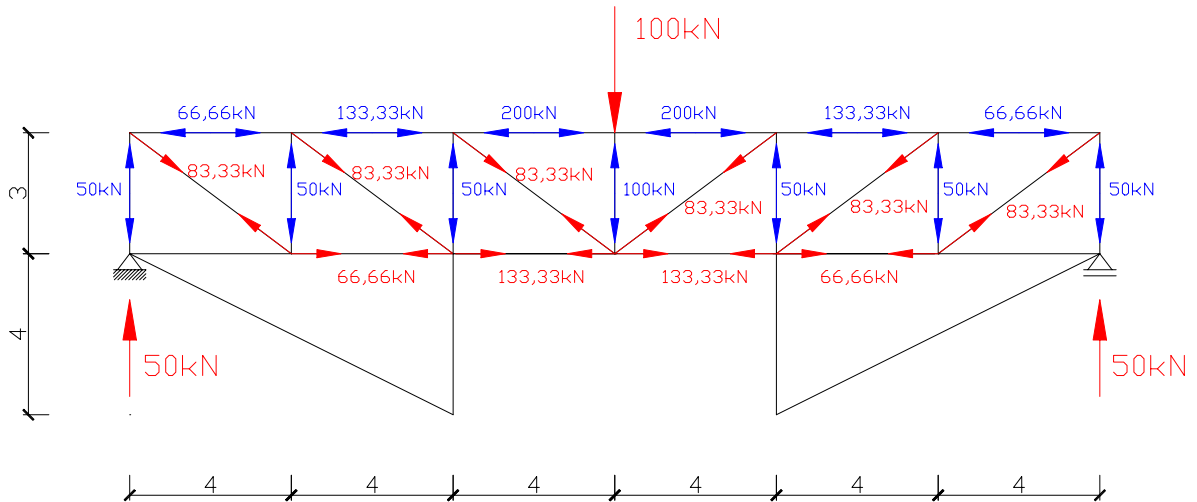


$$\begin{cases} \delta_{11} \cdot X_1 + \delta_{12} \cdot X_2 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{21} \cdot X_1 + \delta_{22} \cdot X_2 + \Delta_{2P} = 0 \end{cases}$$

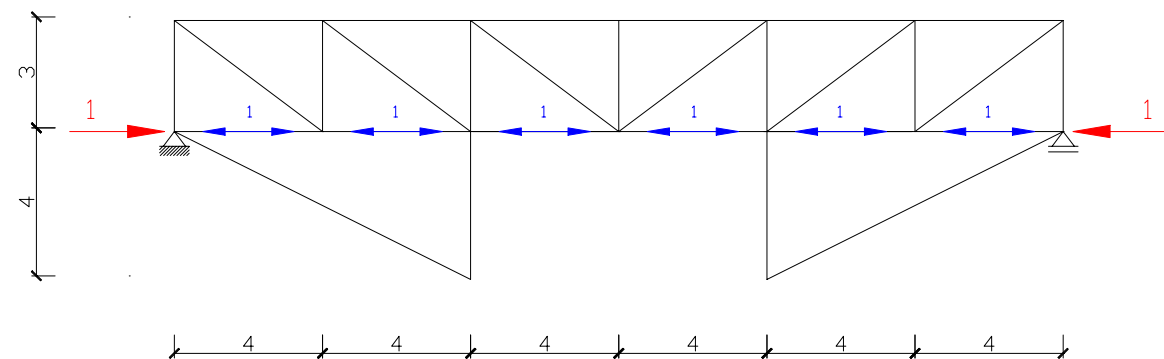
$$\delta_{ik} = \sum_m \frac{S_i \cdot S_k}{EA_m} \cdot l_m \quad \left[\frac{(-)}{kN} \cdot m \right] = \left[\frac{m}{kN} \right]$$

$$\Delta_{iP} = \sum_m \frac{S_i \cdot S_P}{EA_m} \cdot l_m = \left[\frac{kN}{kN} \cdot m \right] = [m]$$

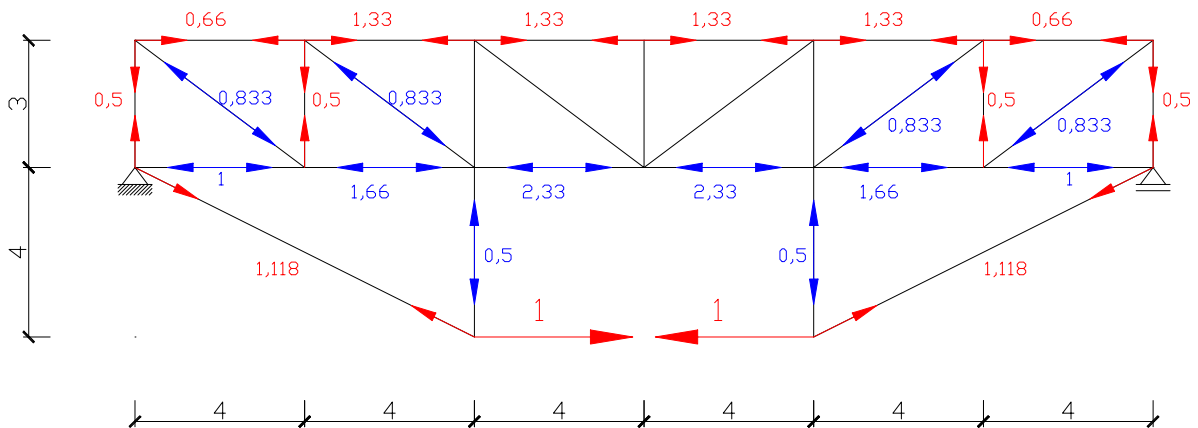
S_P [-]



S₁ [-]



S₂ [-]



Obliczam współczynniki tabelarycznie korzystając z zależności:

$$\delta_{ik} = \sum_m \frac{S_i \cdot S_k}{EA_m} \cdot l_m \quad \left[\frac{(-)}{kN} \cdot m \right] = \left[\frac{m}{kN} \right]$$

$$\Delta_{iP} = \sum_m \frac{S_i \cdot S_P}{EA_m} \cdot l_m = \left[\frac{kN}{kN} \cdot m \right] = [m]$$

	S1	S2	Sp	$\frac{l}{EA} \cdot EA_0$	$\frac{S_1 \cdot S_1 \cdot l \cdot EA_0}{EA}$	$\frac{S_1 \cdot S_2 \cdot l \cdot EA_0}{EA}$	$\frac{S_2 \cdot S_2 \cdot l \cdot EA_0}{EA}$	$\frac{S_1 \cdot S_P \cdot l \cdot EA_0}{EA}$	$\frac{S_2 \cdot S_P \cdot l \cdot EA_0}{EA}$
D1	-1	-1	0	4	4	4	4	0	0
D2	-1	-1,66667	66,666	4	4	6,6666667	11,111111	-266,6666667	-444,4444444
D3	-1	-2,33333	133,33	4	4	9,3333333	21,777778	-533,3333333	-1244,444444
D4	-1	-2,33333	133,33	4	4	9,3333333	21,777778	-533,3333333	-1244,444444
D5	-1	-1,66667	66,666	4	4	6,6666667	11,111111	-266,6666667	-444,4444444
D6	-1	-1	0	4	4	4	4	0	0
S1	0	0,5	-50	6	0	0	1,5	0	-150
S2	0	0,5	-50	6	0	0	1,5	0	-150
S3	0	0	-50	6	0	0	0	0	0
S4	0	0	-100	6	0	0	0	0	0
S5	0	0	-50	6	0	0	0	0	0
S6	0	0,5	-50	6	0	0	1,5	0	-150
S7	0	0,5	-50	6	0	0	1,5	0	-150
G1	0	0,666667	-66,666	4	0	0	1,7777778	0	-177,7777778
G2	0	1,333333	-133,33	4	0	0	7,1111111	0	-711,1111111
G3	0	1,333333	-200	4	0	0	7,1111111	0	-1066,666667
G4	0	1,333333	-200	4	0	0	7,1111111	0	-1066,666667
G5	0	1,333333	-133,33	4	0	0	7,1111111	0	-711,1111111
G6	0	0,666667	-66,666	4	0	0	1,7777778	0	-177,7777778
K1	0	-0,83333	83,333	10	0	0	6,9444444	0	-694,4444444
K2	0	-0,83333	83,333	10	0	0	6,9444444	0	-694,4444444
K3	0	0	83,333	10	0	0	0	0	0
K4	0	0	83,333	10	0	0	0	0	0
K5	0	-0,83333	83,333	10	0	0	6,9444444	0	-694,4444444
K6	0	-0,83333	83,333	10	0	0	6,944444444	0	-694,4444444
P1	0	1,118034	0	8,944271	0	0	11,18033989	0	0
P2	0	-0,5	0	4	0	0	1	0	0
P3	0	1	0	8	0	0	8	0	0
P4	0	-0,5	0	4	0	0	1	0	0
P5	0	1,118034	0	8,944271	0	0	11,18033989	0	0
					24	40	171,9162353	-1600	-10666,66667

$$EA_0 \cdot \delta_{11} = 24$$

$$EA_0 \cdot \delta_{12} = 40$$

$$EA_0 \cdot \delta_{21} = 40$$

$$EA_0 \cdot \delta_{22} = 171,916$$

$$EA_0 \cdot \Delta_{1P} = -1600$$

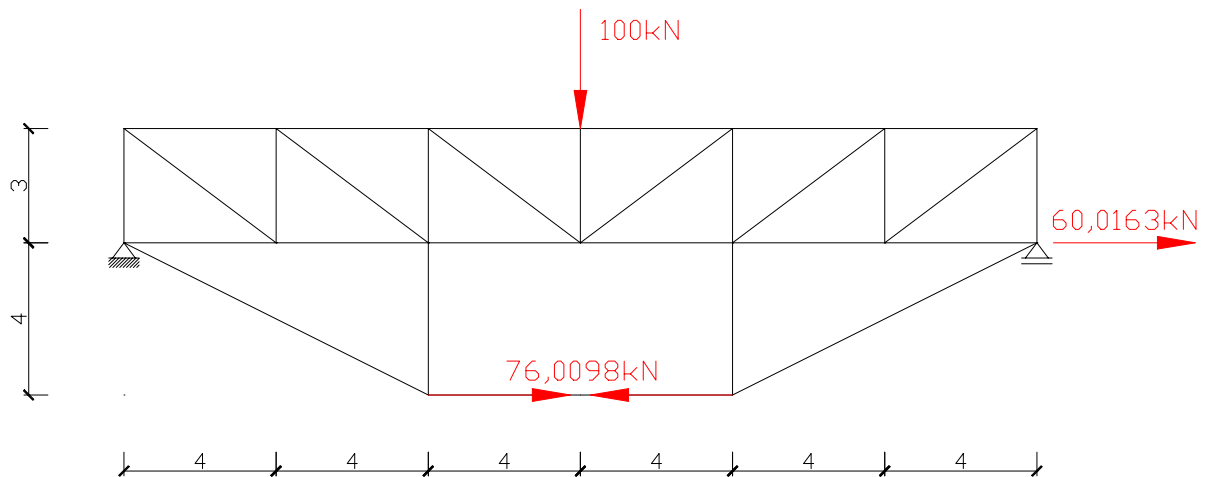
$$EA_0 \cdot \Delta_{1P} = -10666,666$$

Otrzymane wartości podstawiam do układu równań:

$$\begin{cases} \delta_{11} \cdot X_1 + \delta_{12} \cdot X_2 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{21} \cdot X_1 + \delta_{22} \cdot X_2 + \Delta_{2P} = 0 \end{cases}$$

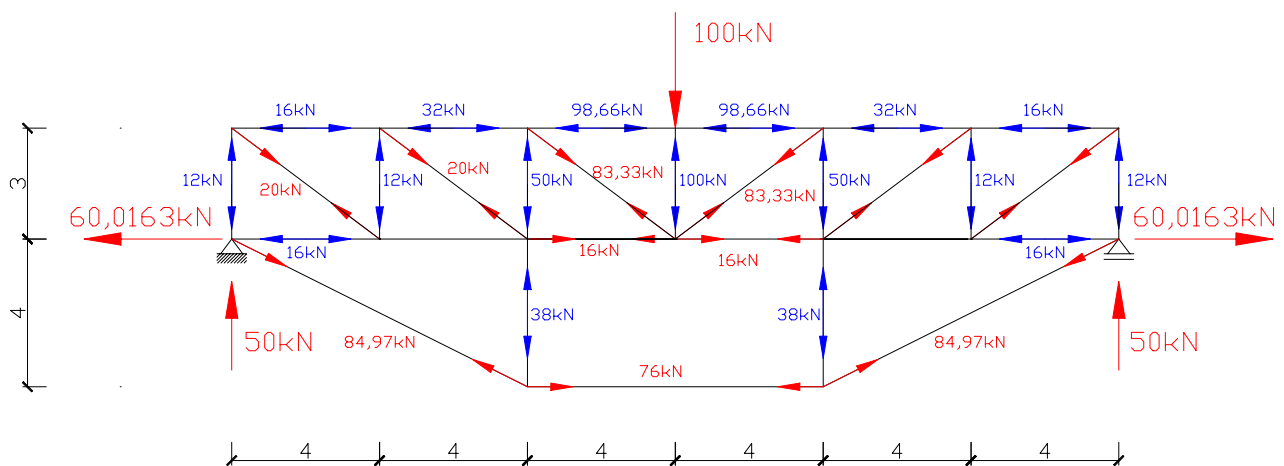
$$X_1 = -60,0163[kN]$$

$$X_2 = 76,0098[kN]$$



Korzystając z obliczonych wartości wyznaczam siły w prętach tworząc **końcowy wykres sił S_n** :

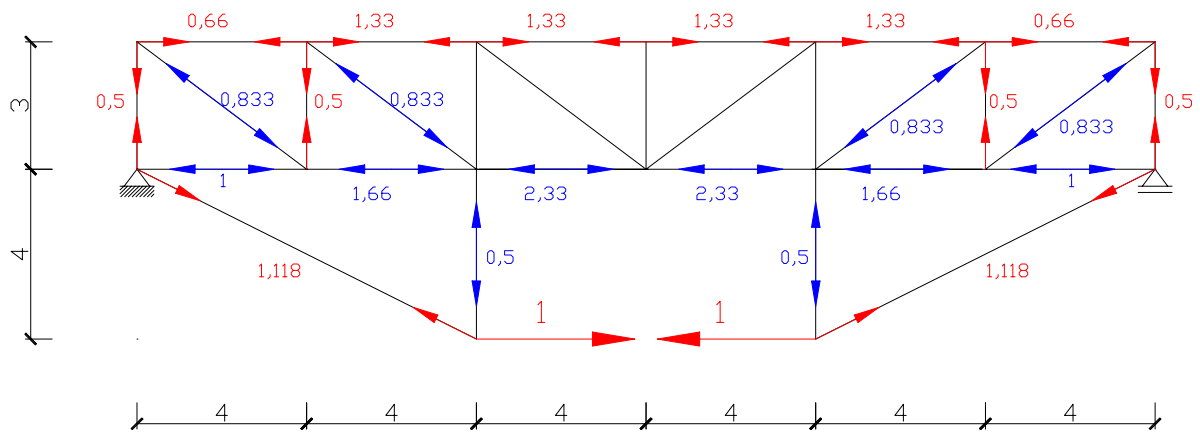
$$S_n = S_1 \cdot X_1 + S_2 \cdot X_2 + S_p$$



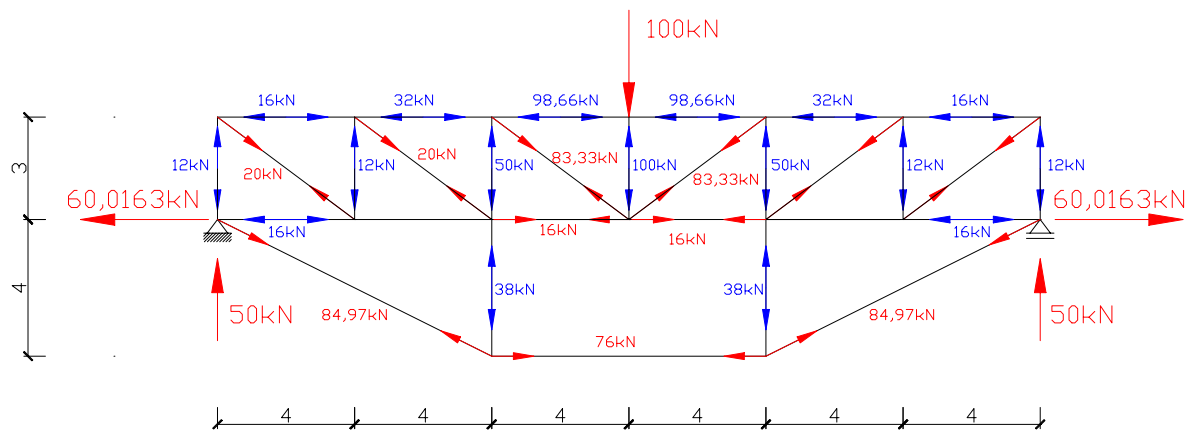
Sprawdzenie kinematyczne:

$$1 \cdot V = \sum_m \frac{S_n \cdot S_i \cdot l_m}{EA_m}$$

S_i



S_n



S_n	$\frac{S_n \cdot S_i \cdot l \cdot EA_0}{EA}$
-16	64
0	0
16	-149,333
16	-149,333
0	0
-16	64
-12	-36
-12	-36
-50	0
-100	0
-50	0
-12	-36
-12	-36
-16	-42,6667
-32	-170,667
-98,666	-526,219
-98,666	-526,219
-32	-170,667
-32	-85,3333
20	-166,667
20	-166,667
83,33	0
83,33	0
20	-166,667
20	-166,667
84,97	849,7
-38	76
76	608
-38	152
84,94	849,4
	0