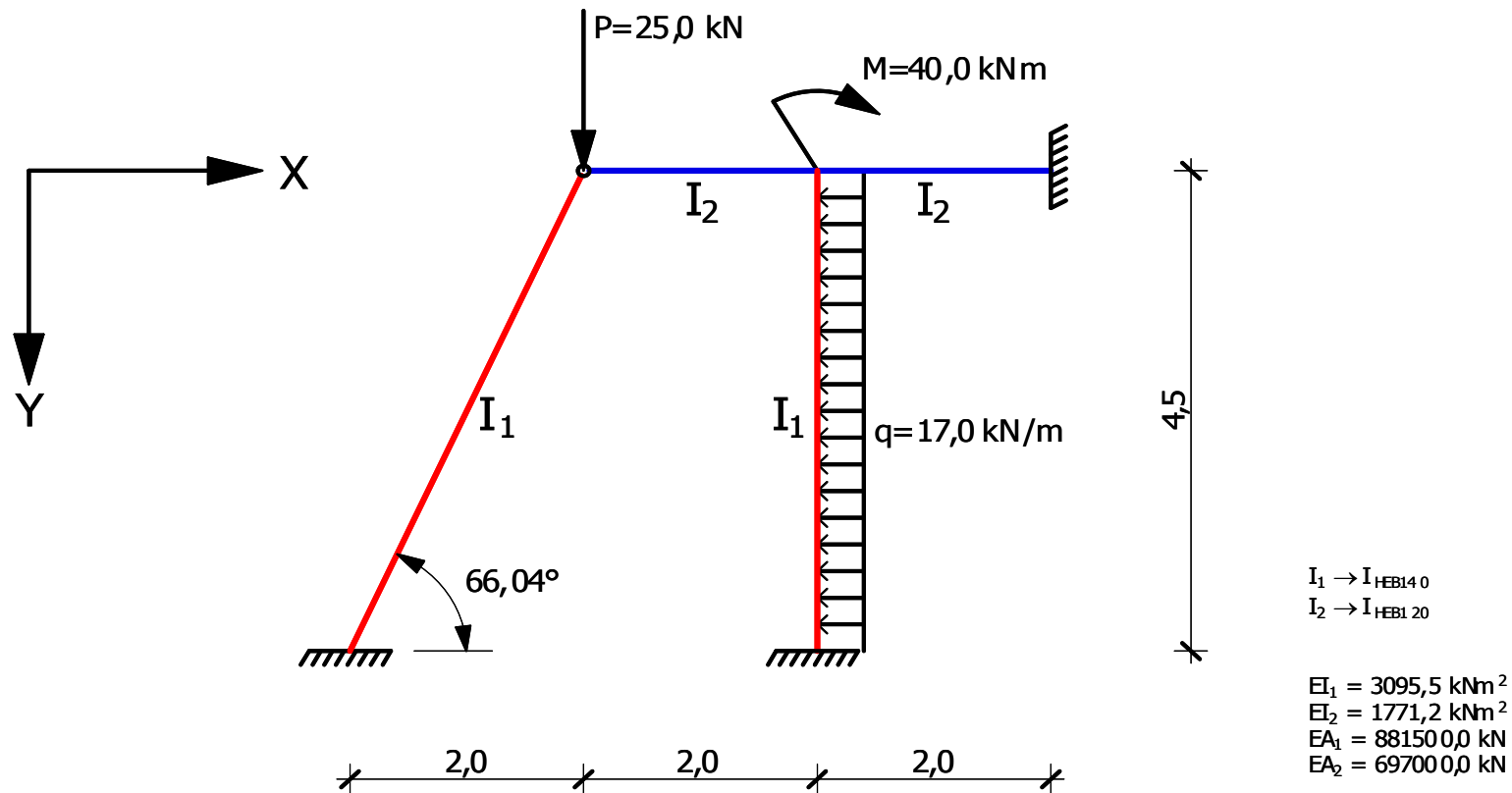
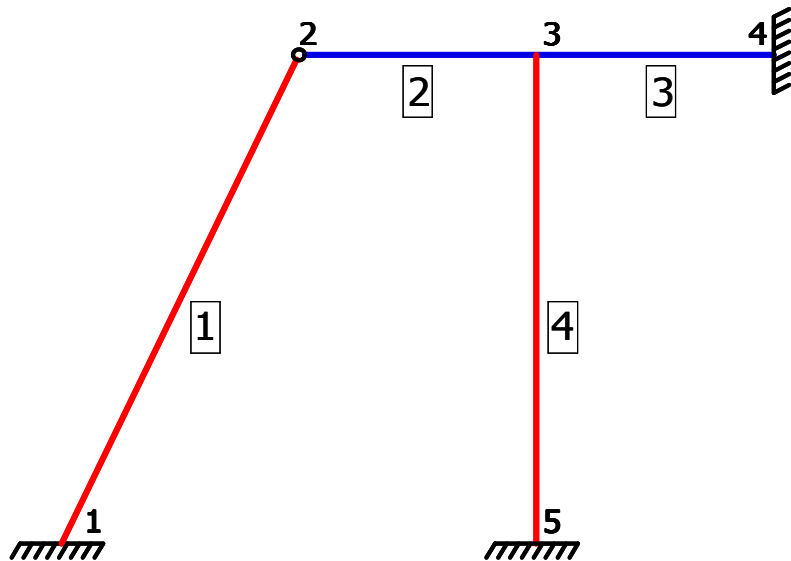
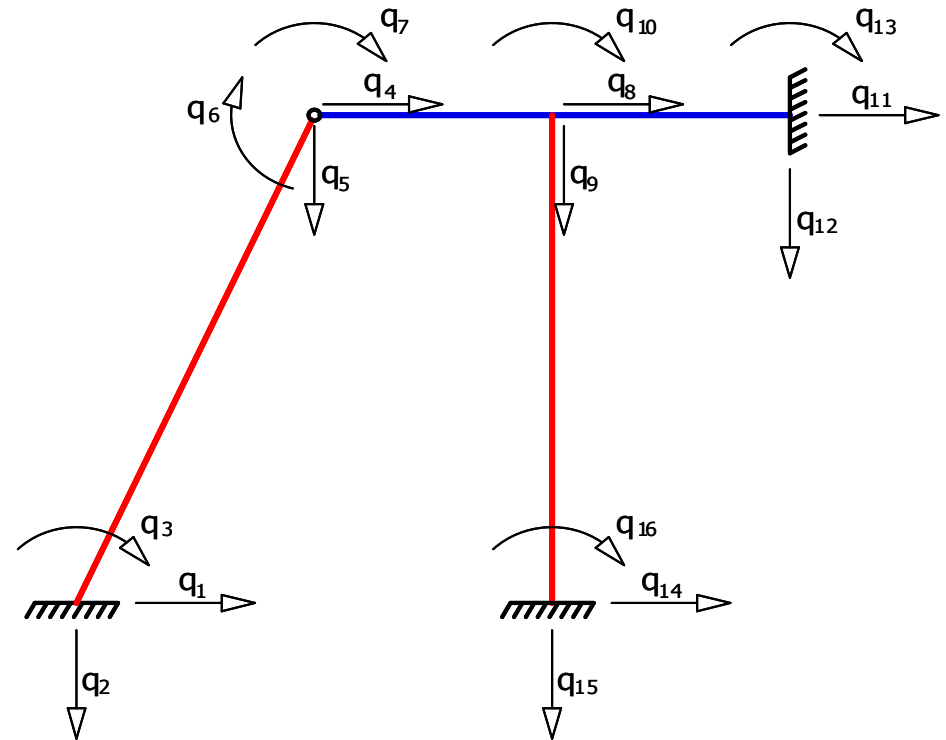


METODA PRZEMIESZCZEŃ W UJĘCIU KOMPUTEROWYM**ZADANY UKŁAD STATYCZNY I PRZYĘCIE PRZEKROJÓW PRĘTÓW**

NUMERACJA WĘZŁÓW I PRĘTÓW



PRZEMIESZCZENIA W UKŁADZIE GLOBALNYM



WEKTOR PRZEMIESZCZENIA W UKŁADZIE GLOBALNYM

$$q = \text{col} (q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6 q_7 q_8 q_9 q_{10} q_{11} q_{12} q_{13} q_{14} q_{15} q_{16})$$

MACIERZE SZTYWNOŚCI PRĘTA 1

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE LOKALNYM *Ke*

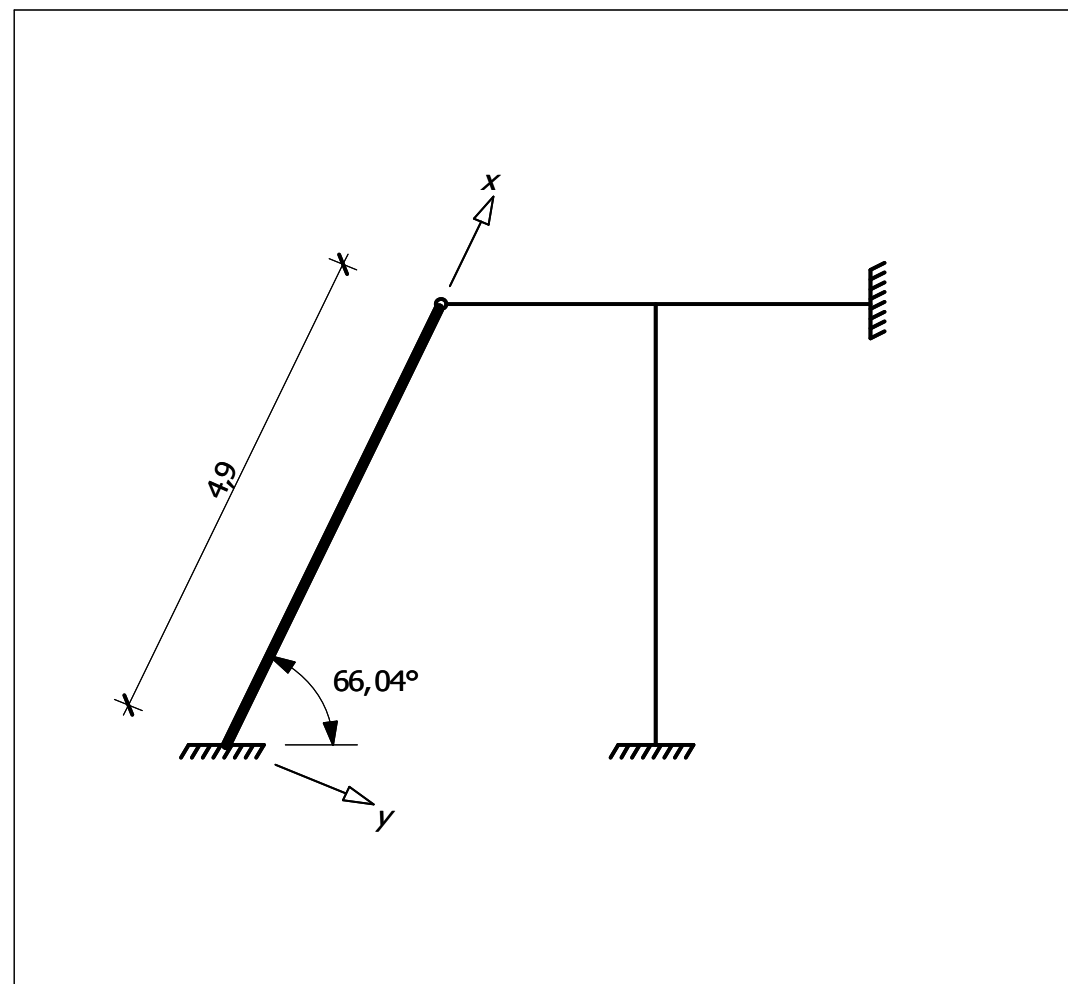
	1	2	3	4	5	6
1	179000,0	0,0	0,0	-179000,0	0,0	0,0
2	0,0	77,8	382,9	0,0	-77,8	0,0
3	0,0	382,9	1886,0	0,0	-382,9	0,0
4	-179000,0	0,0	0,0	179000,0	0,0	0,0
5	0,0	-77,8	-382,9	0,0	77,8	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MACIERZ TRANSFORMACJI *Te*

	1	2	3	4	5	6
1	0,406	-0,914	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,914	0,406	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,406	-0,914	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,914	0,406	0,000
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE GLOBALNYM *Ke*

	1	2	3	4	5	6
1	29590,0	-66410,0	349,9	-29590,0	66410,0	0,0
2	-66410,0	149500,0	155,5	66410,0	-149500,0	0,0
3	349,9	155,5	1886,0	-349,9	-155,5	0,0
4	-29590,0	66410,0	-349,9	29590,0	-66410,0	0,0
5	66410,0	-149500,0	-155,5	-66410,0	149500,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



MACIERZE SZTYWNOŚCI PRĘTA 2

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE LOKALNYM *Ke*

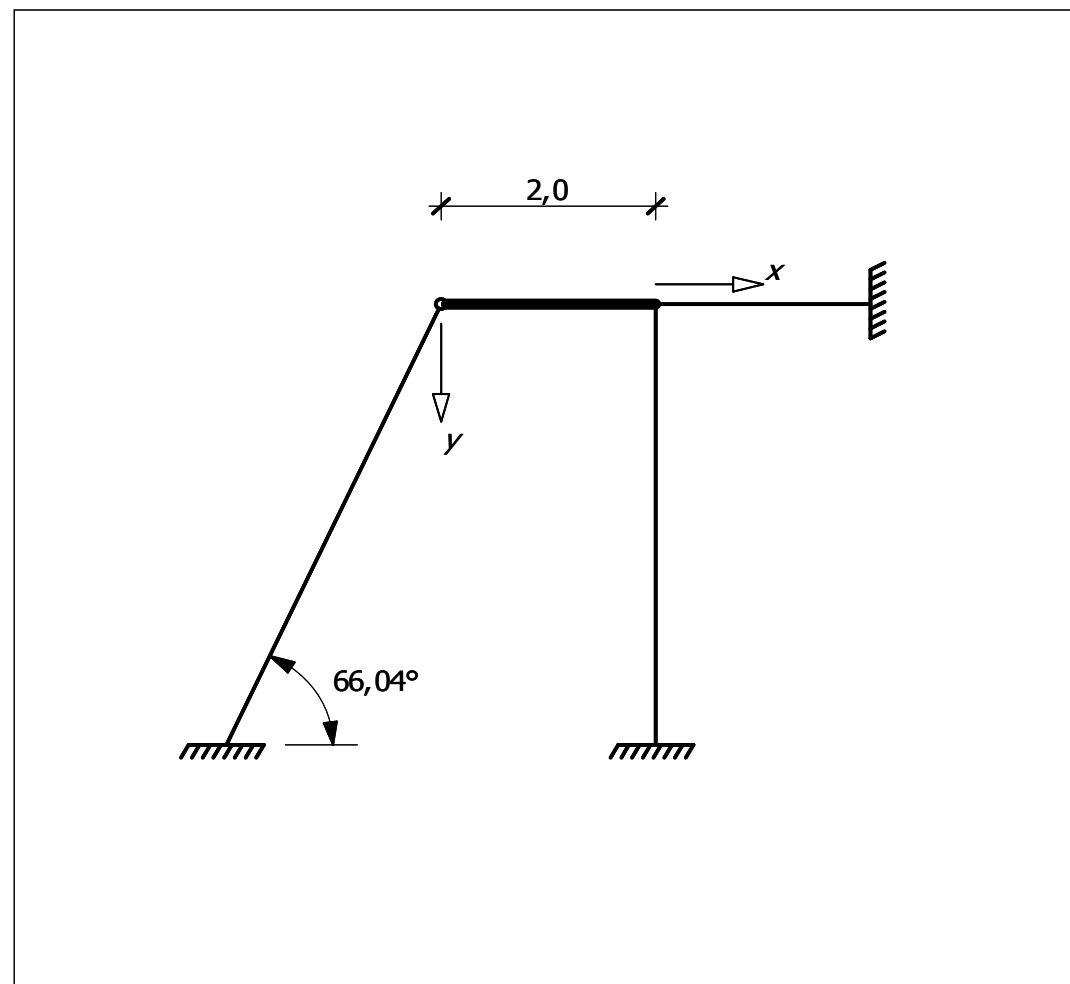
	4	5	7	8	9	10
4	348500,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0
5	0,0	664,2	0,0	0,0	-664,2	1328,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0
9	0,0	-664,2	0,0	0,0	664,2	-1328,0
10	0,0	1328,0	0,0	0,0	-1328,0	2657,0

MACIERZ TRANSFORMACJI *Te*

	4	5	7	8	9	10
4	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE GLOBALNYM *Ke*

	4	5	7	8	9	10
4	348500,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0
5	0,0	664,2	0,0	0,0	-664,2	1328,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0
9	0,0	-664,2	0,0	0,0	664,2	-1328,0
10	0,0	1328,0	0,0	0,0	-1328,0	2657,0



MACIERZE SZTYWNOŚCI PRĘTA 3

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE LOKALNYM K_e

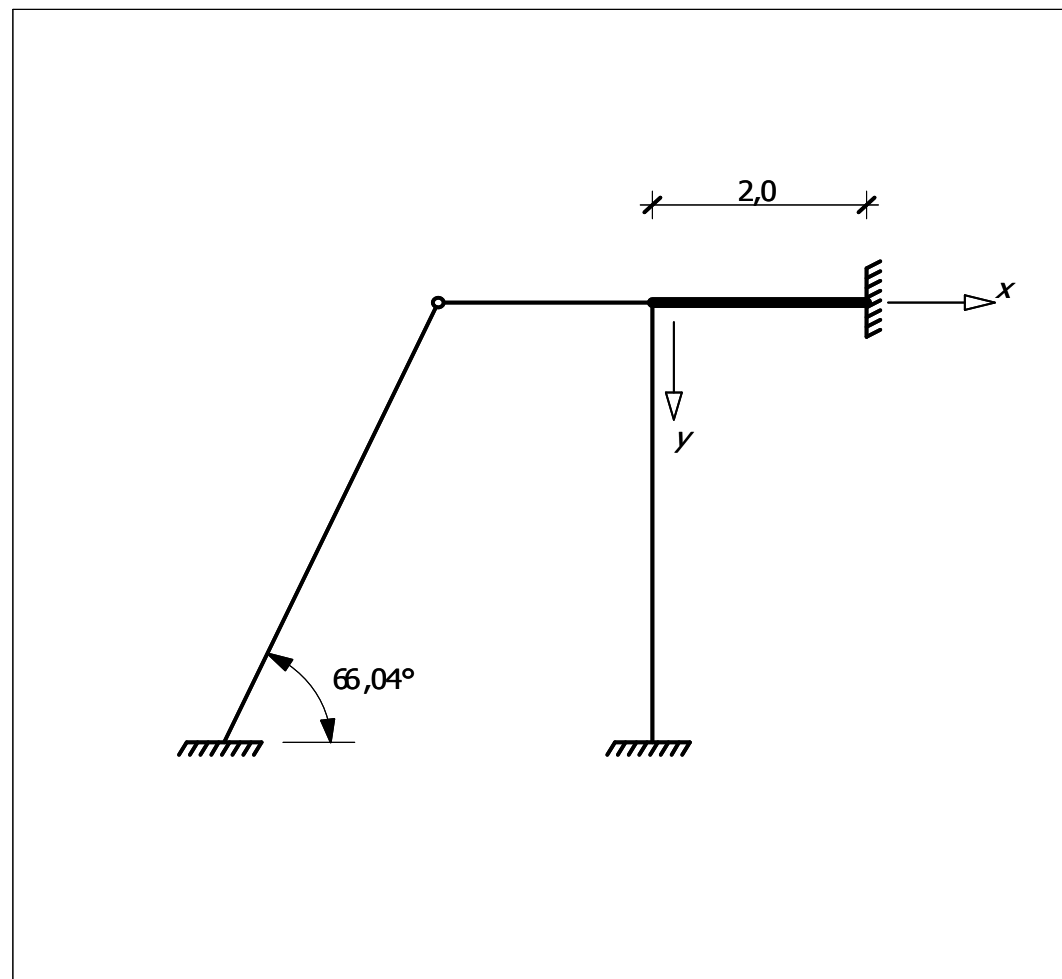
	8	9	10	11	12	13
8	348500,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0
9	0,0	2657,0	2657,0	0,0	-2657,0	2657,0
10	0,0	2657,0	3542,0	0,0	-2657,0	1771,0
11	-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0
12	0,0	-2657,0	-2657,0	0,0	2657,0	-2657,0
13	0,0	2657,0	1771,0	0,0	-2657,0	3542,0

MACIERZ TRANSFORMACJI T_e

	8	9	10	11	12	13
8	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE GLOBALNYM K_e

	8	9	10	11	12	13
8	348500,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0
9	0,0	2657,0	2657,0	0,0	-2657,0	2657,0
10	0,0	2657,0	3542,0	0,0	-2657,0	1771,0
11	-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0
12	0,0	-2657,0	-2657,0	0,0	2657,0	-2657,0
13	0,0	2657,0	1771,0	0,0	-2657,0	3542,0



MACIERZE SZTYWNOŚCI PRĘTA 4

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE LOKALNYM **Ke**

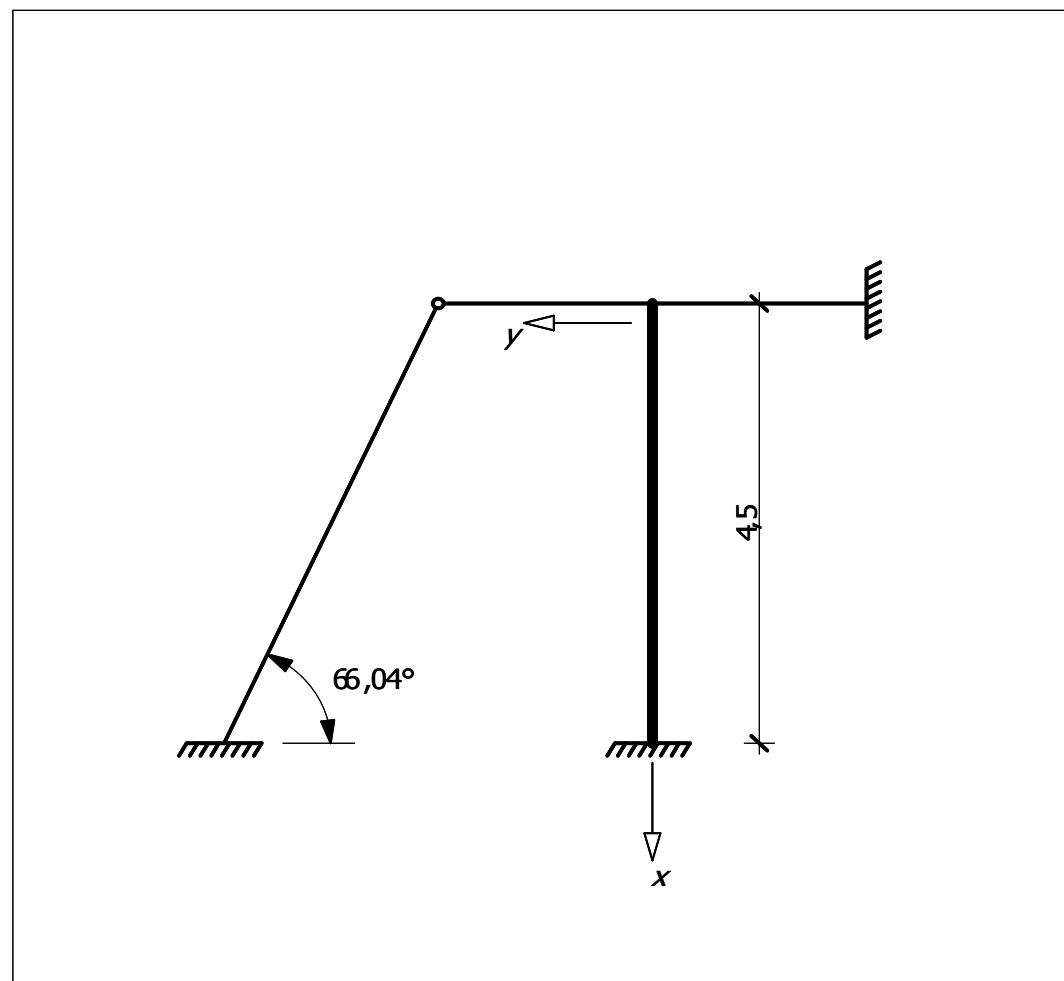
	8	9	10	14	15	16
8	195900,0	0,0	0,0	-195900,0	0,0	0,0
9	0,0	407,6	917,2	0,0	-407,6	917,2
10	0,0	917,2	2752,0	0,0	-917,2	1376,0
14	-195900,0	0,0	0,0	195900,0	0,0	0,0
15	0,0	-407,6	-917,2	0,0	407,6	-917,2
16	0,0	917,2	1376,0	0,0	-917,2	2752,0

MACIERZ TRANSFORMACJI **Te**

	8	9	10	14	15	16
8	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	-1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
15	0,000	0,000	0,000	-1,000	0,000	0,000
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

MACIERZ SZTYWNOŚCI W UKŁADZIE GLOBALNYM **Ke**

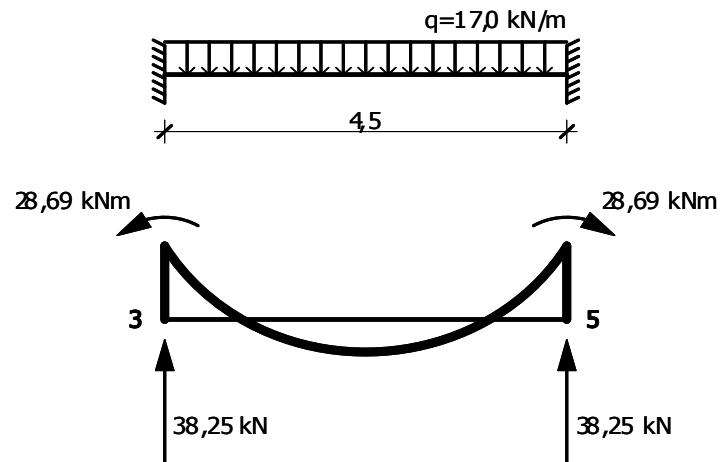
	8	9	10	14	15	16
8	407,6	0,0	-917,2	-407,6	0,0	-917,2
9	0,0	195900,0	0,0	0,0	-195900,0	0,0
10	-917,2	0,0	2752,0	917,2	0,0	1376,0
14	-407,6	0,0	917,2	407,6	0,0	917,2
15	0,0	-195900,0	0,0	0,0	195900,0	0,0
16	-917,2	0,0	1376,0	917,2	0,0	2752,0



WEKTOR OBCIĄŻENIA ZEWNĘTRZNEGO

WEKTOR SIŁ PRZYWĘZŁOWYCH OD OBCIĄŻENIA PRZĘŚLOWEGO DLA PRĘTA 4

T_e^T			X	R^0		
8	0,000	-1,000		0,00	38,25	
9	1,000	0,000	-38,25	0,00		
10	0,000	0,000	-28,69	-28,69		
T_e^T			X	R^0		
14	0,000	-1,000		0,00	38,25	
15	1,000	0,000	-38,25	0,00		
16	0,000	0,000	28,69	28,69		



WEKTOR SIŁ ZEWNĘTRZNYCH DZIAŁAJĄCYCH NA WĘZŁY

P^w	
1	0,00
2	węzeł 1
3	0,00
4	0,00
5	węzeł 2
6	25,00
7	0,00
8	0,00
9	węzeł 3
10	0,00
11	40,00
12	0,00
13	węzeł 4
14	0,00
15	węzeł 5
16	0,00

WEKTOR OBCIĄŻENIA ZEWNĘTRZNEGO

P^w		R^0		=		P	
1	0,00	1	0,00	1	0,00	1	0,00
2	0,00	2	0,00	2	0,00	2	0,00
3	0,00	3	0,00	3	0,00	3	0,00
4	0,00	4	0,00	4	0,00	4	0,00
5	25,00	5	0,00	5	25,00	5	węzeł 2
6	0,00	6	0,00	6	0,00	6	0,00
7	0,00	7	0,00	7	0,00	7	0,00
8	0,00	8	38,25	8	-38,25	8	węzeł 3
9	0,00	9	0,00	9	0,00	9	0,00
10	40,00	10	-28,69	10	68,69	10	0,00
11	0,00	11	0,00	11	0,00	11	0,00
12	0,00	12	0,00	12	0,00	12	węzeł 4
13	0,00	13	0,00	13	0,00	13	0,00
14	0,00	14	38,25	14	-38,25	14	węzeł 5
15	0,00	15	0,00	15	0,00	15	0,00
16	0,00	16	28,69	16	-28,69	16	0,00

$$P = P^w - R^0$$

AGREGACJA MACIERZY SZTYWNOŚCI

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	29590,0	-66410,0	349,9	-29590,0	66410,0	0,0										
2	-66410,0	149500,0	155,5	66410,0	-149500,0	0,0										
3	349,9	155,5	1886,0	-349,9	-155,5	0,0										
4	-29590,0	66410,0	-349,9	378090,0	-66410,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0						
5	66410,0	-149500,0	-155,5	-66410,0	150164,2	0,0	0,0	0,0	-664,2	1328,0						
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0										
7				0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0						
8				-348500,0	0,0		0,0	697407,6	0,0	-917,2	-348500,0	0,0	0,0	-407,6	0,0	-917,2
9				0,0	-664,2		0,0	0,0	199221,2	1329,0	0,0	-2657,0	2657,0	0,0	-195900,0	0,0
10				0,0	1328,0		0,0	-917,2	1329,0	8951,0	0,0	-2657,0	1771,0	917,2	0,0	1376,0
11								-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0			
12								0,0	-2657,0	-2657,0	0,0	2657,0	-2657,0			
13								0,0	2657,0	1771,0	0,0	-2657,0	3542,0			
14								-407,6	0,0	917,2				407,6	0,0	917,2
15								0,0	-195900,0	0,0				0,0	195900,0	0,0
16								-917,2	0,0	1376,0				917,2	0,0	2752,0

MACIERZ SZTYWNOŚCI UKŁADU PO REDUKCJI STATYCZNEJ I MACIERZ ODWROTNA

	4	5	8	9	10
4	378090,0	-66410,0	-348500,0	0,0	0,0
5	-66410,0	150164,2	0,0	-664,2	1328,0
8	-348500,0	0,0	697407,6	0,0	-917,2
9	0,0	-664,2	0,0	199221,2	1329,0
10	0,0	1328,0	-917,2	1329,0	8951,0

5,73E-06	2,53E-06	2,86E-06	9,01E-09	-8,40E-08
2,53E-06	7,79E-06	1,26E-06	3,28E-08	-1,03E-06
2,86E-06	1,26E-06	2,86E-06	3,51E-09	1,05E-07
9,01E-09	3,28E-08	3,51E-09	5,02E-06	-7,51E-07
-8,40E-08	-1,03E-06	1,05E-07	-7,51E-07	1,12E-04

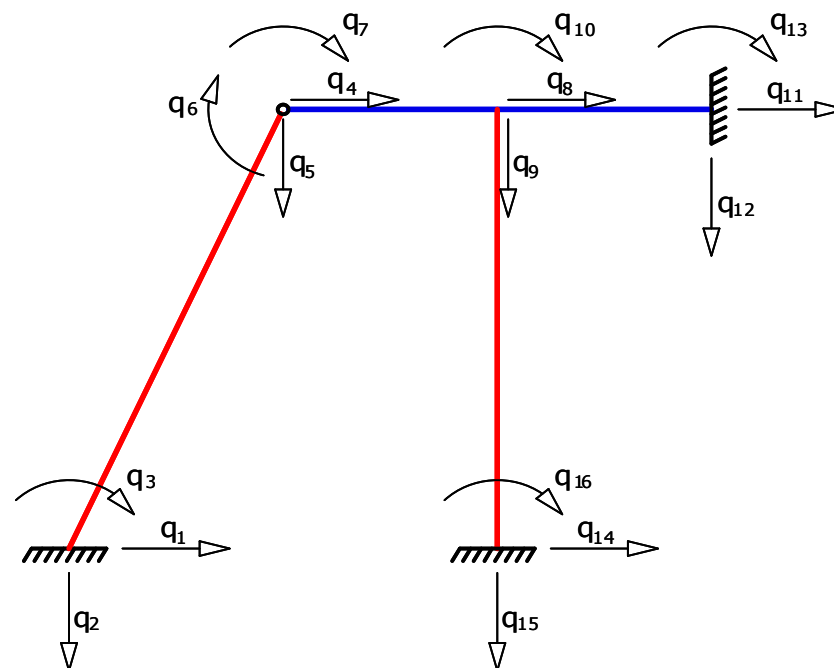
UKŁAD RÓWNAŃ METODY PRZEMIESZCZEŃ

$$K * q = P \rightarrow q = K^{-1} * P$$

K^{-1}					P	$=$	q	
5,73E-06	2,53E-06	2,86E-06	9,01E-09	-8,40E-08	0,00		-0,000052	4
2,53E-06	7,79E-06	1,26E-06	3,28E-08	-1,03E-06	25,00		0,000076	5
2,86E-06	1,26E-06	2,86E-06	3,51E-09	1,05E-07	-38,25		-0,000071	8
9,01E-09	3,28E-08	3,51E-09	5,02E-06	-7,51E-07	0,00		-0,000051	9
-8,40E-08	-1,03E-06	1,05E-07	-7,51E-07	1,12E-04	68,69		0,007663	10

PRZEMIESZCZENIA W UKŁADZIE GLOBALNYM

	q
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	-0,000052
5	0,000076
6	1,00
7	1,00
8	-0,000071
9	-0,000051
10	0,007663
11	0,00
12	0,00
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00



WEKTORY PRZEMIESZCZEŃ W UKŁADZIE LOKALNYM

PRĘT 1

1					
2					
3					
4	Te			q	
4	0,406	-0,914	0,000	-0,000052	0,00
5	0,914	0,406	0,000	0,000076	0,00
6	0,000	0,000	1,000	1,00	0,00

PRĘT 2

4					
5					
7					
8					
9					
10					

PRĘT 3

8					
9					
10					
11					
12					
13					

PRĘT 4

8	Te			q	
8	0,000	1,000	0,000	-0,000071	-0,000051
9	-1,000	0,000	0,000	-0,000051	0,000071
10	0,000	0,000	1,000	0,007663	0,007663
14					
15					
16					

WEKTORY SIŁ PRZYWĘZŁOWYCH W UKŁADZIE LOKALNYM

PRĘT 1

	1	2	3	4	5	6
1	179000,0	0,0	0,0	-179000,0	0,0	0,0
2	0,0	77,8	382,9	0,0	-77,8	0,0
3	0,0	382,9	1886,0	0,0	-382,9	0,0
4	-179000,0	0,0	0,0	179000,0	0,0	0,0
5	0,0	-77,8	-382,9	0,0	77,8	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

q
0,000000
0,000000
0,000000
-0,000090
-0,000017
1,000000

N-T-M
16,128
0,001
0,006
-16,128
-0,001
0,000

X =

N-1	T-1	M-1	N-2	T-2	M-2
-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRĘT 2

	4	5	7	8	9	10
4	348500,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0
5	0,0	664,2	0,0	0,0	-664,2	1328,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0
9	0,0	-664,2	0,0	0,0	664,2	-1328,0
10	0,0	1328,0	0,0	0,0	-1328,0	2657,0

q
-0,000052
0,000076
1,000000
-0,000071
-0,000051
0,007663

N-T-M
6,552
10,261
0,000
-6,552
-10,261
20,529

X =

N-2	T-2	M-2	N-3	T-3	M-3
-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRĘT 3

	8	9	10	11	12	13
8	348500,0	0,0	0,0	-348500,0	0,0	0,0
9	0,0	2657,0	2657,0	0,0	-2657,0	2657,0
10	0,0	2657,0	3542,0	0,0	-2657,0	1771,0
11	-348500,0	0,0	0,0	348500,0	0,0	0,0
12	0,0	-2657,0	-2657,0	0,0	2657,0	-2657,0
13	0,0	2657,0	1771,0	0,0	-2657,0	3542,0

q
-0,000071
-0,000051
0,007663
0,000000
0,000000
0,000000

N-T-M
-24,640
20,226
27,008
24,640
-20,226
13,436

X =

N-3	T-3	M-3	N-4	T-4	M-4
-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRĘT 4

	8	9	10	14	15	16
8	195900,0	0,0	0,0	-195900,0	0,0	0,0
9	0,0	407,6	917,2	0,0	-407,6	917,2
10	0,0	917,2	2752,0	0,0	-917,2	1376,0
14	-195900,0	0,0	0,0	195900,0	0,0	0,0
15	0,0	-407,6	-917,2	0,0	407,6	-917,2
16	0,0	917,2	1376,0	0,0	-917,2	2752,0

q
-0,000051
0,000071
0,007663
0,000000
0,000000
0,000000

N-T-M
-9,965
7,057
21,154
9,965
-7,057
10,609

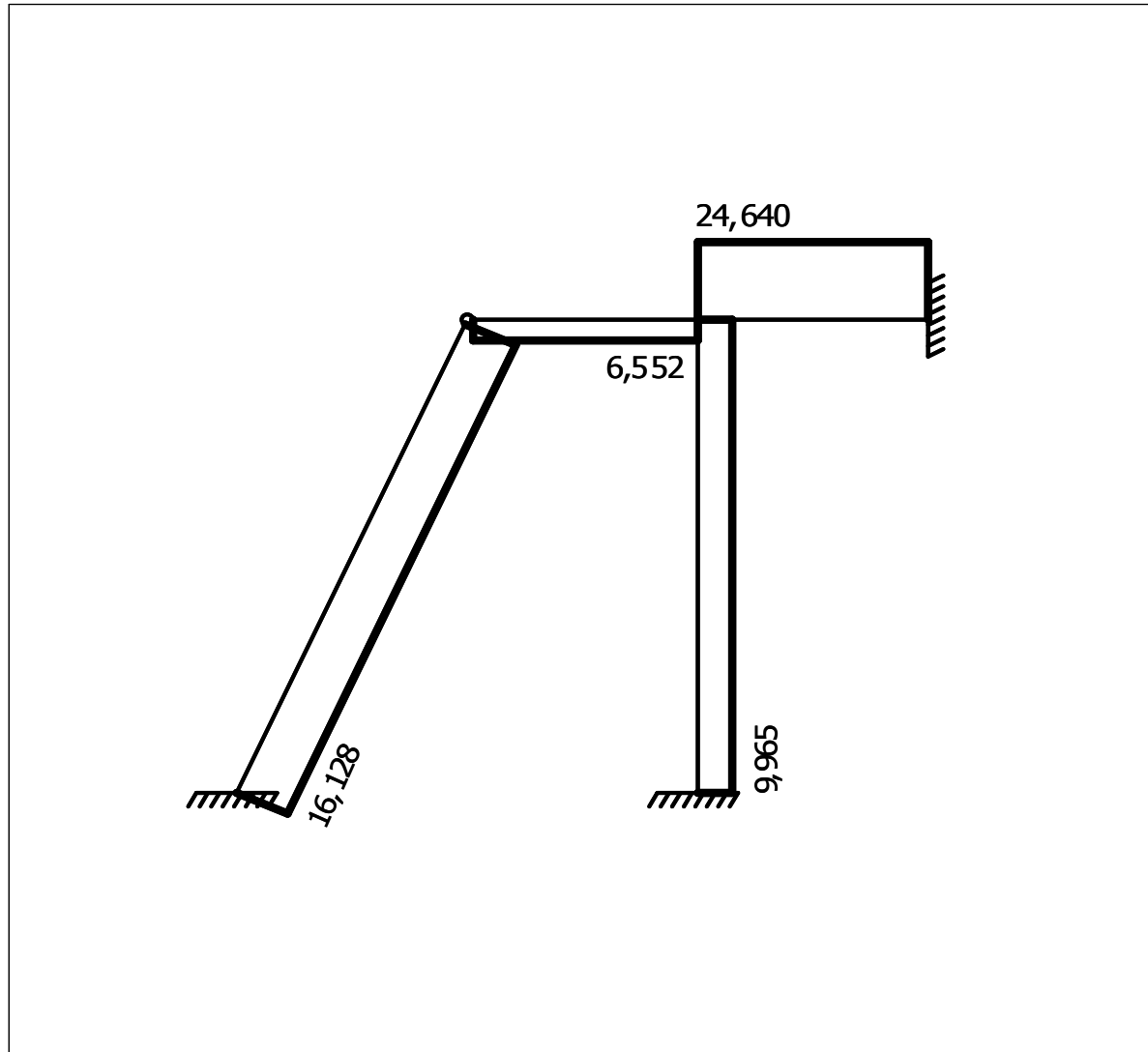
R ⁰
0,00
-38,25
-28,69
0,00
-38,25
28,69

N-T-M
-9,965
-31,193
-7,536
9,965
-45,307
39,299

X = + =

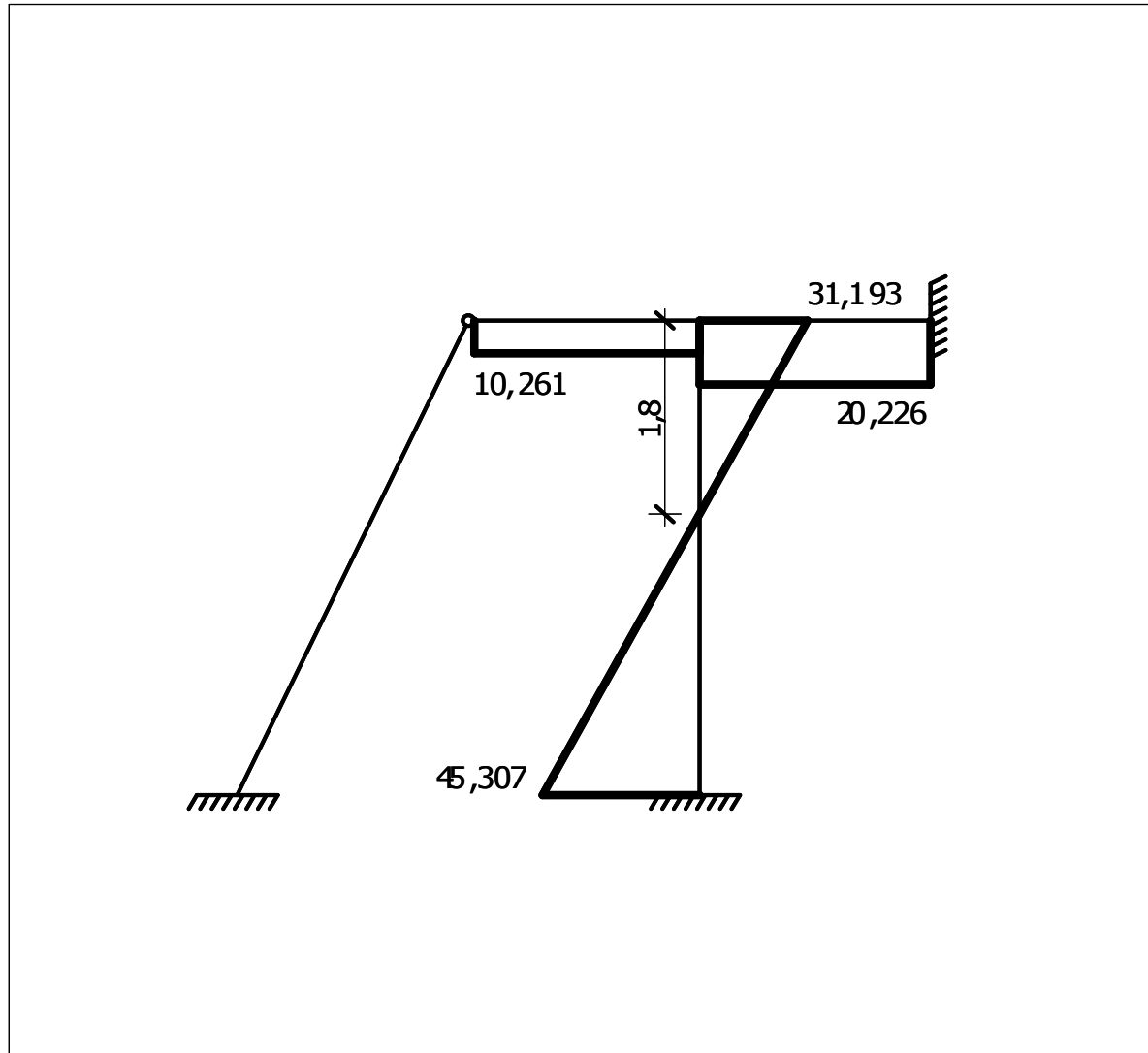
N-3	T-3	M-3	N-5	T-5	M-5
-----	-----	-----	-----	-----	-----

WYKRES SIŁ NORMALNYCH



N

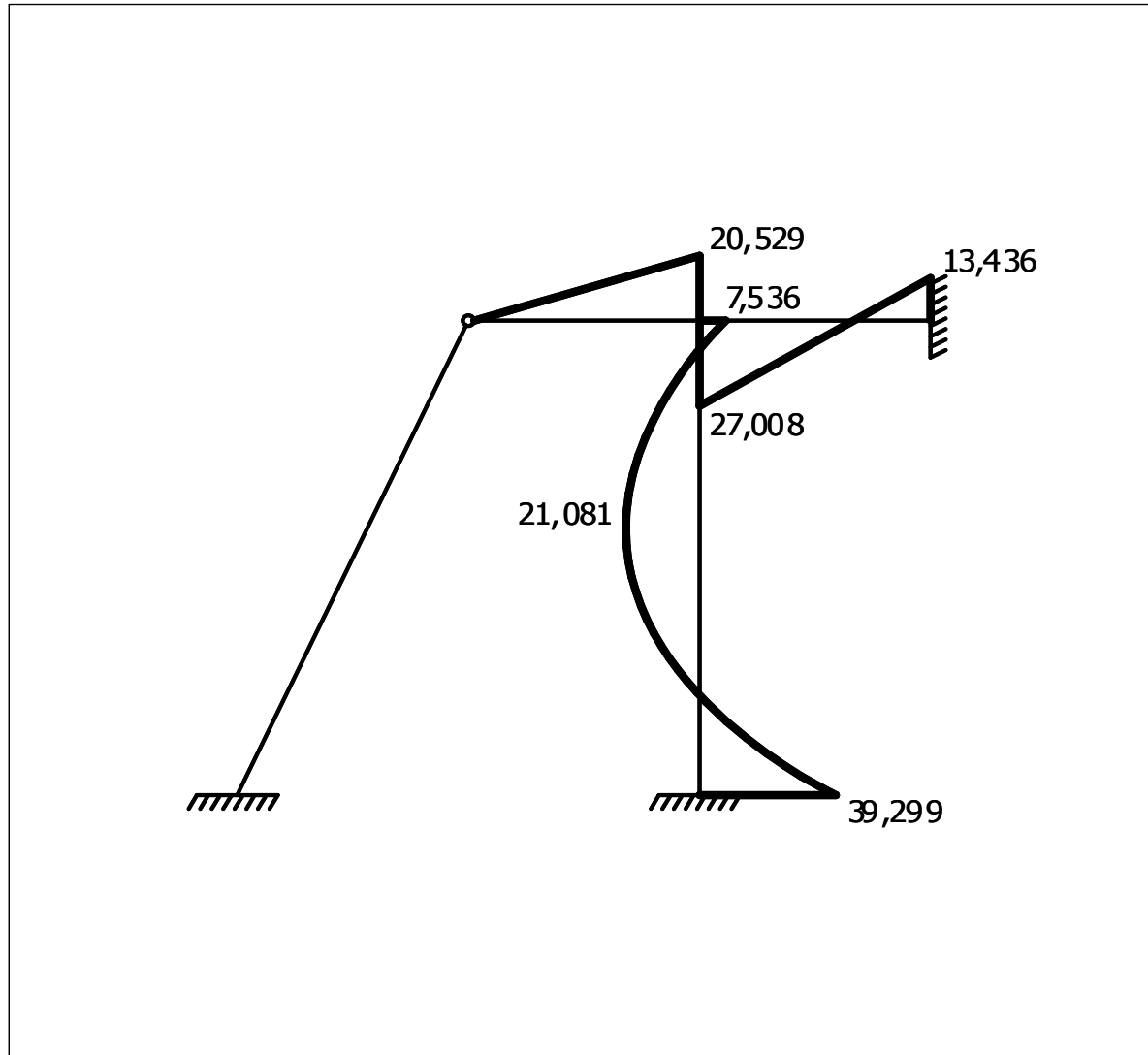
WYKRES SIŁ TNĄCYCH



T

WYKRES MOMENTÓW

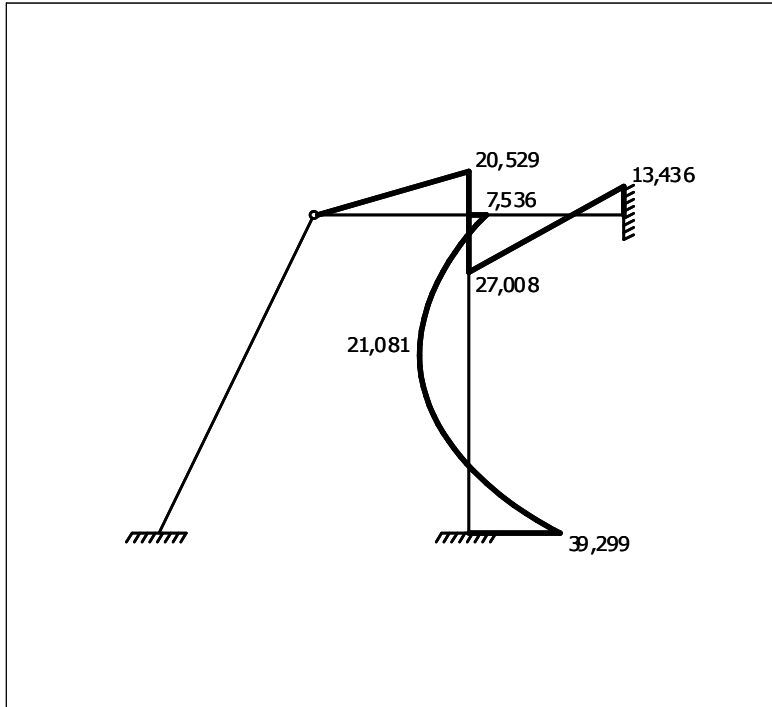
$x_{T=0}^{3-5} = 1,83 \rightarrow M_{MAX}^{3-5} = 21,081$



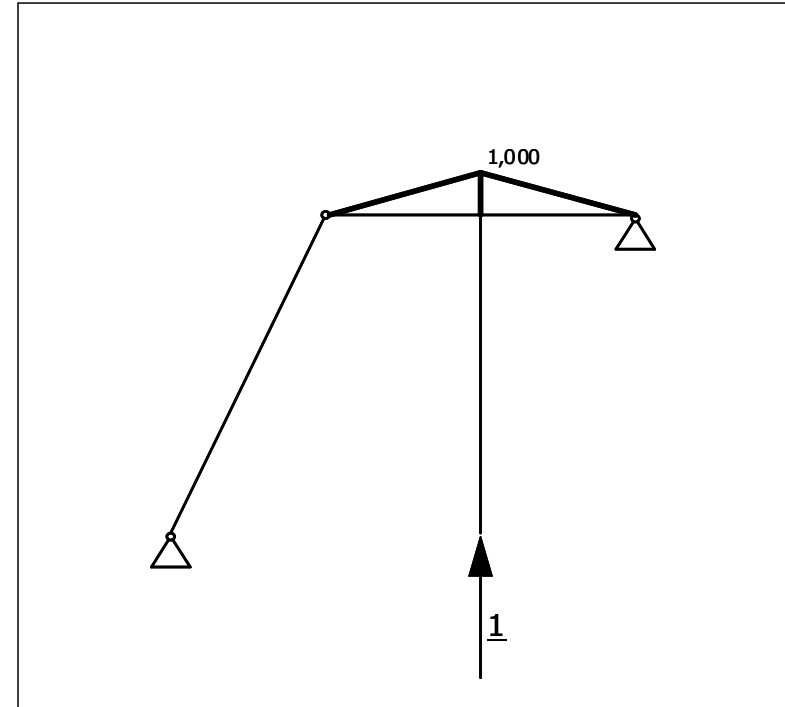
M

KONTROLA KINEMATYCZNA

WYKRES MOMENTÓW W UKŁADZIE RZECZYWISTYM



WYKRES MOMENTÓW W UKŁADZIE PODSTAWOWYM



$$\underline{1} \cdot \delta_V = \int_x \frac{M \cdot \bar{M}}{EI} dx \Rightarrow 0$$

$$\int_x \frac{M \cdot \bar{M}}{EI} dx = \frac{1}{EI_2} \cdot \left[\frac{2,0}{6} \cdot (-2 \cdot 27,008 \cdot 1,0 + 13,436 \cdot 1,0) + \left(\frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot 20,529 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,0 \right) \right] = \frac{0,1593}{EI_2} = 0,0899 \cdot 10^{-3} = 0,0000899 \cong 0 \text{ m}$$