

PODSTAWY MECHANIKI / SEM.1

ĆWICZENIE NR 4

WYZNACZANIE SIŁ WEWNĘTRZNYCH
W KRATOWNICACH STATYCZNIE WYZNACZALNYCH

Termin oddania: 30.01.2025

Lp	Etapy projektu	Punkty	Przyznano
DLA KRATOWNICY PRZEDSTAWIONEJ NA SCHEMACIE: NR 5			
1.	Zwymiarowany rysunek schematu statycznego zadanej kratownicy (w skali, z przyjętymi do obliczeń oznaczeniami)		
2.	Analiza kinematyczna	5	
3.	Analiza statyczna		
	a) obliczenie reakcji + sprawdzenie + zestawienie sił czynnych i biernych działających na układ (z rzeczywistymi zwrotami)	5	
	b) wyznaczenie sił we <u>wszystkich</u> prętach kratownicy metodą równoważenia węzłów	40	
	c) zestawienie wyników (schemat kratownicy + siły czynne i biernie + siły normalne w prętach)	5	
	d) wyznaczenie sił metodą Rittera w prętach: (4-8) oraz (2-3) oraz porównanie wyników z metodą równoważenia węzłów	10	
DLA KRATOWNICY PRZEDSTAWIONEJ NA SCHEMACIE: NR 9			
4.	Zwymiarowany rysunek schematu statycznego zadanej kratownicy (w skali, z przyjętymi do obliczeń oznaczeniami)		
5.	Analiza kinematyczna	5	
6.	Analiza statyczna		
	a) obliczenie reakcji + sprawdzenie + zestawienie sił czynnych i biernych działających na układ (z rzeczywistymi zwrotami)	5	
	b) wyznaczenie sił metodą Rittera w prętach: (4-10) oraz (4-5) - z równań równowagi dla lewej części kratownicy - z równań równowagi dla prawej części kratownicy (sprawdzenie)	25	
Razem:		100	

Dane dla kratownicy nr 5

a [m]	0,8
h [m]	1,0
podpora B w węźle nr:	wg schematu

Obciążenie ¹⁾		
kierunek siły	nr węzła	wartość [kN]
pionowy	9	-13,0
pionowy	8	-5,0
poziomy	10	-10,0

Dane dla kratownicy nr 9

b [m]	1,5
h ₁ [m]	2,3
h ₂ [m]	0,8

Obciążenie ¹⁾		
kierunek siły	nr węzła	wartość [kN]
pionowy	3	35,0
pionowy	5	-50,0

¹⁾ dodatnia wartość siły oznacza, że ma ona zwrot zgodny ze zwrotem osi układu współrzędnych zaznaczonego przy schemacie kratownicy, ujemna - przeciwny



ĆWICZENIE Nr 04/01/2026

Tytuł ćwiczenia: **Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych**
Rok akademicki: 2025/2026
Rodzaj studiów: BS-I
Grupa projektowa: P4
Prowadząca: mgr inż. Anita Kaczor

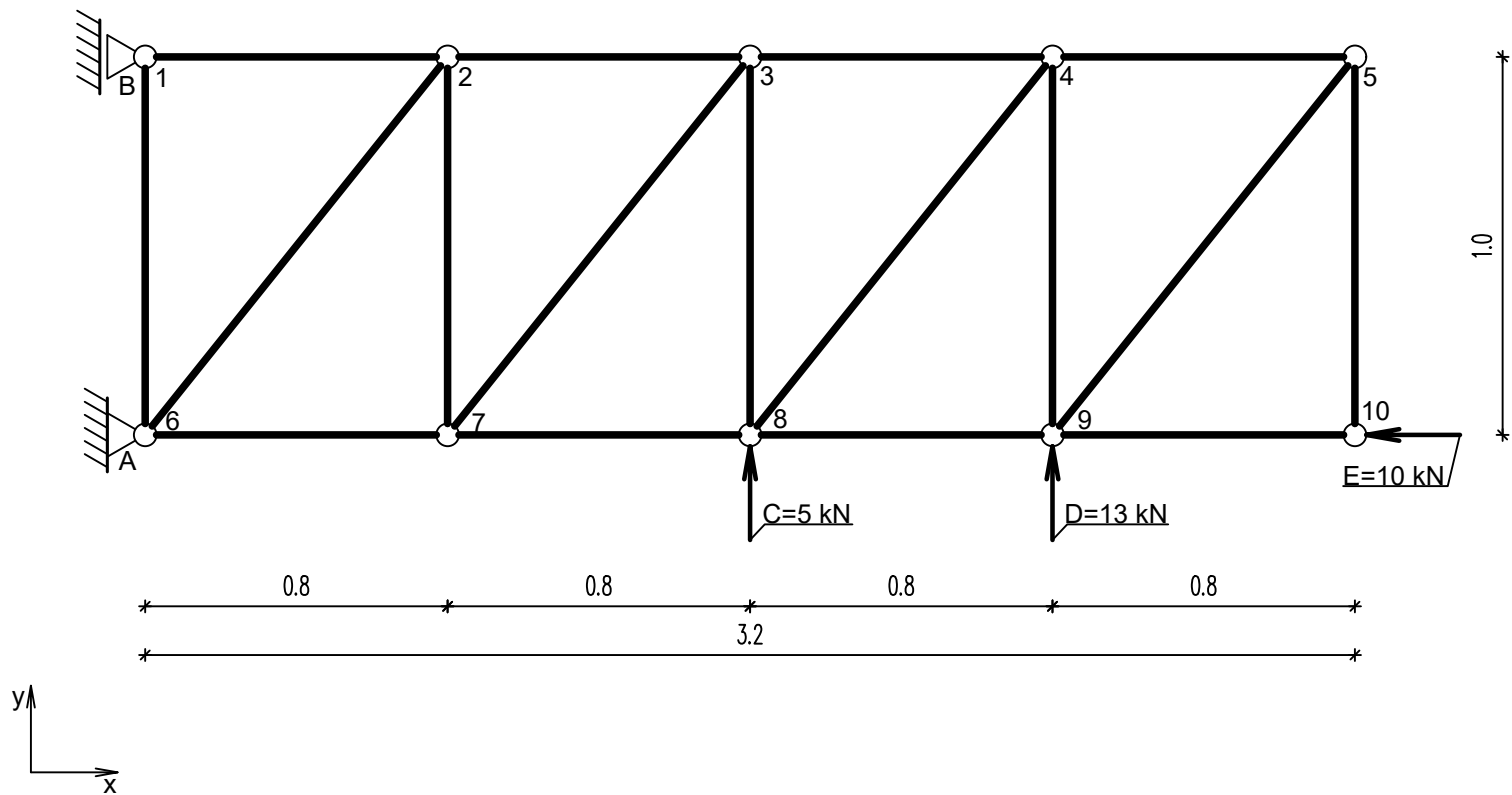
Autor		
Imię i nazwisko studenta:	Kacper Jagielski	
Nr albumu:	168433	

Data opracowania: 30.01.2026 r.

Spis treści

Formularz projektu	- 1 -
Okładka	- 2 -
KRATOWNICA A	- 4 -
Rys. S1 – Schemat kratownicy A	- 5 -
Analiza kinematyczna	- 6 -
Warunek konieczny geometrycznej niezmienności	- 6 -
Warunek dostateczny geometrycznej niezmienności	- 6 -
Wniosek	- 6 -
Rys. S2 – Schemat kratownicy A – reakcje podporowe	- 7 -
Analiza statyczna	- 8 -
Algorytm	- 8 -
Obliczenia	- 8 -
Sprawdzenie globalne	- 8 -
Rys. S3 – Zestawienie sił czynnych i biernych	- 9 -
Rys. S4 – Kratownica uwolniona od węzłów	- 10 -
Analiza sił w prętach	- 11 -
Rys. S5 – Zestawienie wyników	- 14 -
Analiza sił w prętach metodą Rittera	- 15 -
KRATOWNICA B	- 17 -
Rys. S1 – Schemat kratownicy B	- 18 -
Analiza kinematyczna	- 19 -
Warunek konieczny geometrycznej niezmienności	- 19 -
Warunek dostateczny geometrycznej niezmienności	- 19 -
Wniosek	- 19 -
Rys. S2 – Schemat kratownicy B – reakcje podporowe	- 20 -
Analiza statyczna	- 21 -
Algorytm	- 21 -
Obliczenia	- 21 -
Sprawdzenie globalne	- 21 -
Rys. S3 – Zestawienie sił czynnych i biernych	- 22 -
Rys. S4 – Schemat – przekrój $\alpha:\alpha$	- 23 -
Analiza sił w prętach metodą Rittera	- 24 -
Rys. S5 – Schemat – przekrój $\beta:\beta$	- 25 -

KRATOWNICA A



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S1
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:20
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	SCHEMAT KRATOWNICY A	Data 30 01. 2026	
Opracował: Nr albumu:	Kacper Jagielski 168433		

Analiza kinematyczna

Warunek konieczny geometrycznej niezmienności

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S1

$$p = 2 \cdot w - r \quad (1)$$

gdzie: p – liczba prętów kratownicy;

w – liczba węzłów kratownicy;

r – liczba stopni swobody odebranych przez podpory.

Analizowana kratownica składa się z 17 prętów, 10 węzłów. W układzie występują: podpora przegubowo – przesuwna, odbierająca jeden stopień swobody oraz podpora przegubowo – nieprzesuwna, odbierająca dwa stopnie swobody, zatem:

$$17 = 2 \cdot 10 - 3$$

$$17 = 17$$

$$L = P$$

Warunek konieczny geometrycznej niezmienności jest spełniony. Należy w tym momencie sprawdzić jeszcze warunek dostateczny geometrycznej niezmienności.

Warunek dostateczny geometrycznej niezmienności

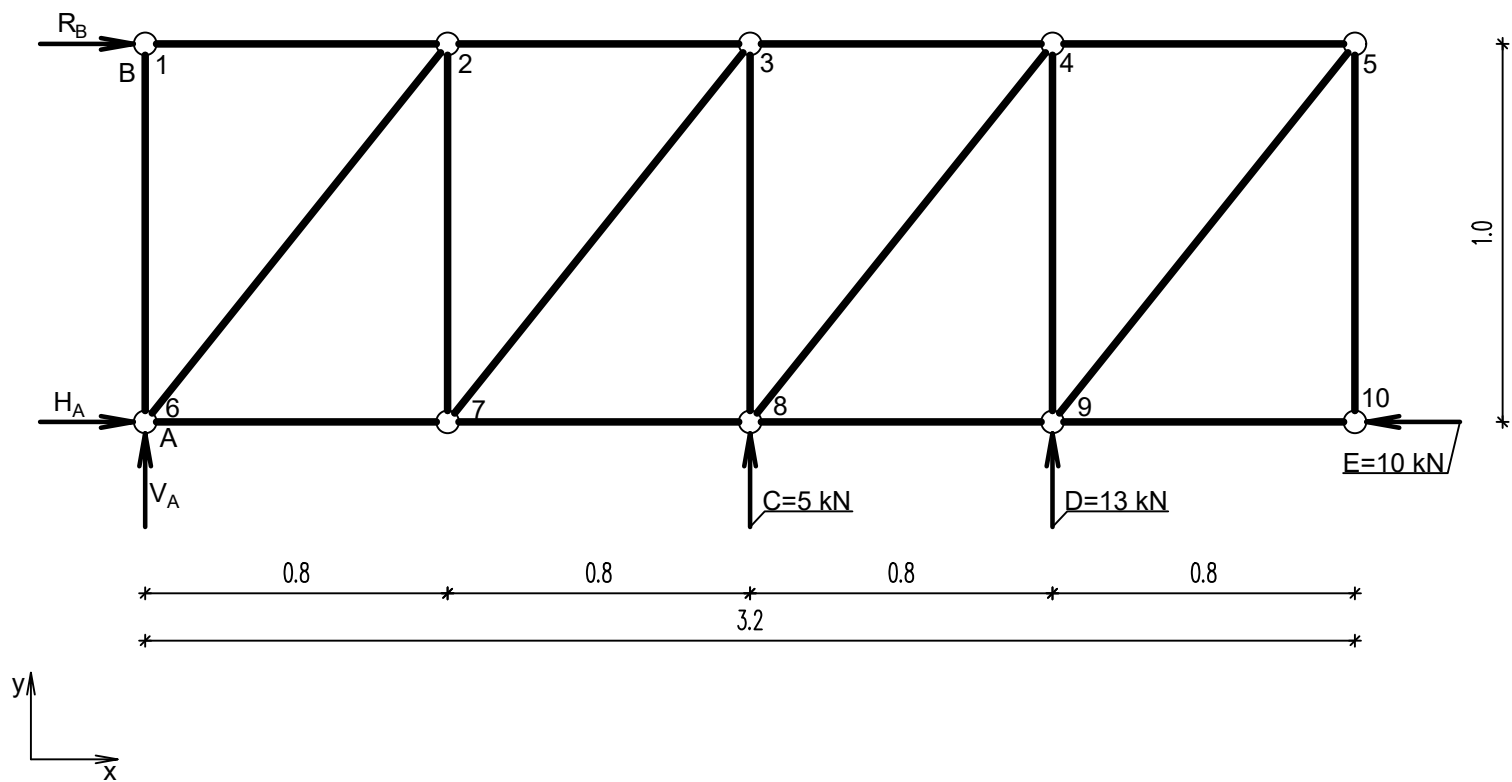
Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S1

Kratownica ma strukturę złożoną z trójkątów, zatem jest to kratownica o strukturze prostej, w której wszystkie pręty można zastąpić jedną tarczą zastępczą. Tarcza zastępcza podparta jest w punkcie A za pomocą podpory przegubowo – nieprzesuwnej oraz w punkcie B za pomocą podpory przegubowo – przesuwnej. Kierunki reakcji podpór (prętów) nie przecinają się w jednym punkcie, zatem tarcza ta poprzez odebranie 3 stopni swobody jest geometrycznie niezmienna.

Warunek dostateczny geometrycznej niezmienności jest spełniony.

Wniosek

Warunek konieczny oraz dostateczny geometrycznej niezmienności jest spełniony, zatem cała kratownica jest geometrycznie niezmienna. Ponieważ jednocześnie równanie (1) jest spełnione, to układ jest również statycznie wyznaczalny.



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S2
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka <i>m</i>
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:20
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	SCHEMAT KRATOWNICY A REAKCJE PODPOROWE	Data 30 01. 2026	
Opracował: Nr albumu:	Kacper Jagielski 168433		

Analiza statyczna

Algorytm

$$\Sigma Y = 0 \Rightarrow V_A$$

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow R_B$$

$$\Sigma X = 0 \Rightarrow H_A$$

Sprawdzenie globalne

$$\Sigma M_5 = 0$$

Obliczenia

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S2

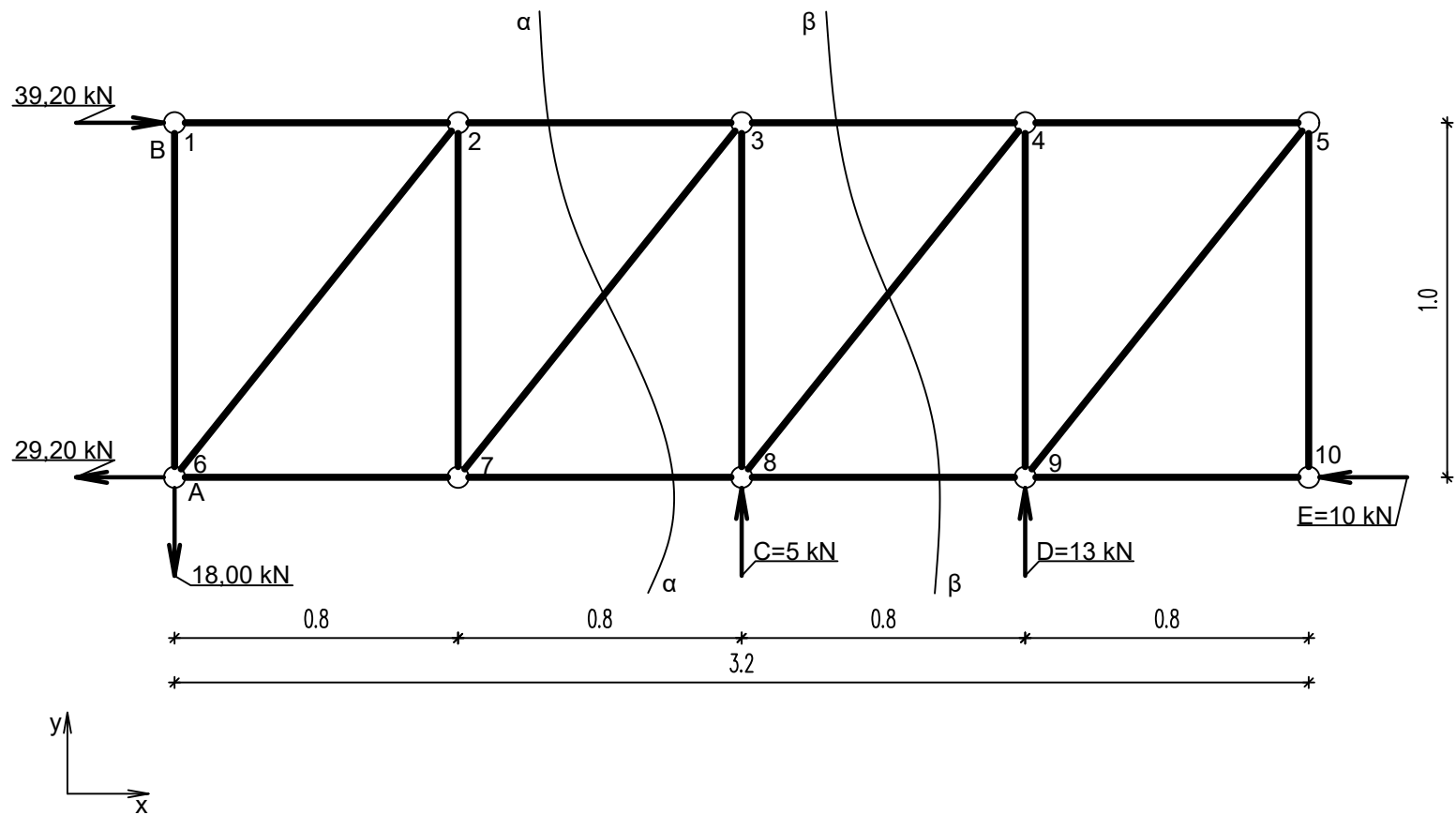
$$\begin{aligned}\Sigma Y = 0: \quad & -V_A - 5 - 13 = 0 \\ & V_A = -18,00 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_A = 0: \quad & 1,00 \cdot R_B - 1,6 \cdot C - 2,4 \cdot D = 0 \\ & R_B = 1,6 \cdot 5,000 + 2,4 \cdot 13,00 \\ & R_B = 39,2 \text{ kN}\end{aligned}$$

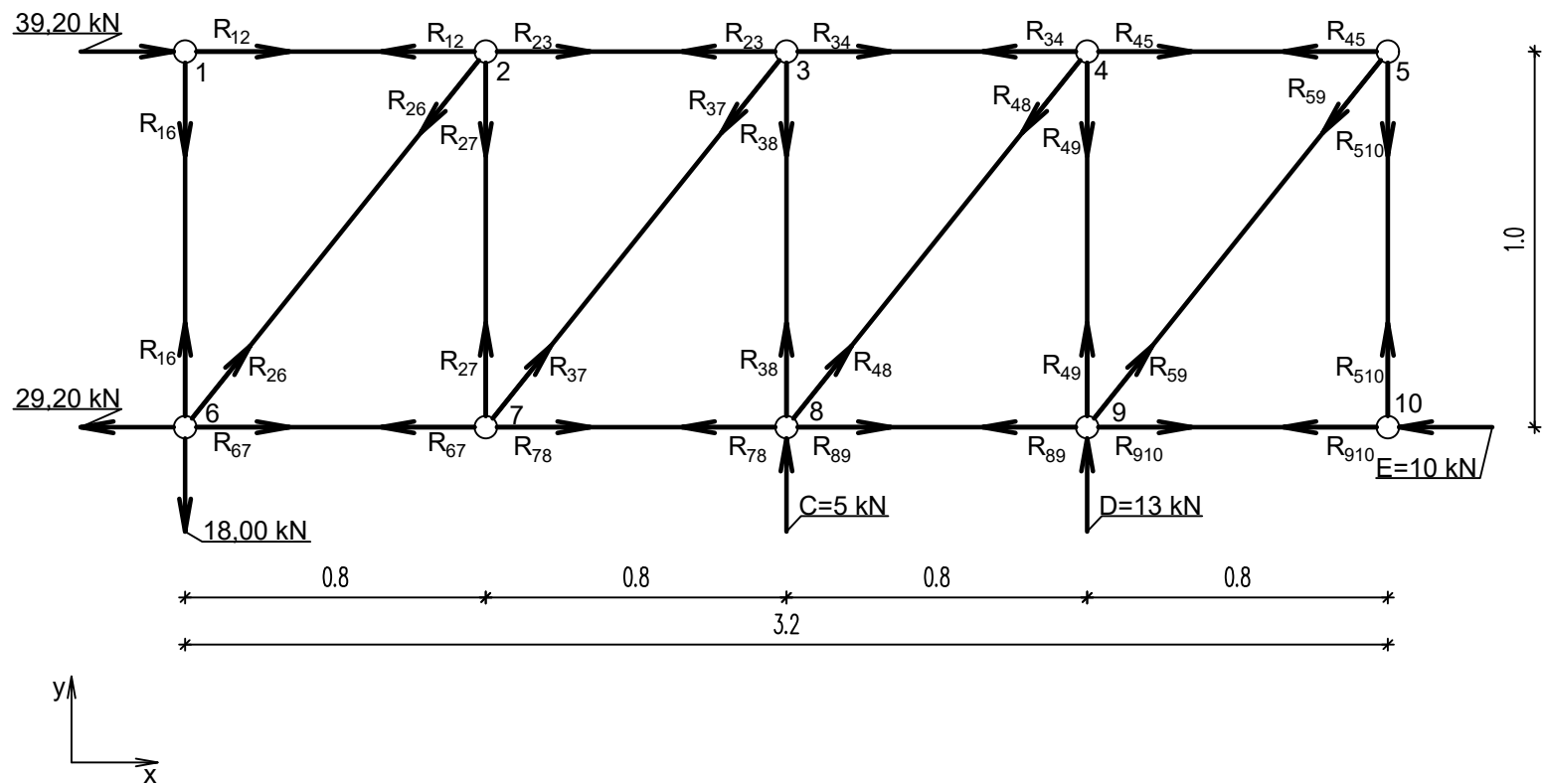
$$\begin{aligned}\Sigma X = 0: \quad & H_A + 39,20 - 10,00 = 0 \\ & H_A = -29,20 \text{ kN}\end{aligned}$$

Sprawdzenie globalne

$$\begin{aligned}\Sigma M_5 = 0: \quad & 1,00 \cdot E + 0,8 \cdot D + 1,6 \cdot C + V_A \cdot 3,2 - H_A \cdot 1,00 = 0 \\ & 1,00 \cdot 10 + 0,8 \cdot 13 + 1,6 \cdot 5 - 18 \cdot 3,2 + 29,2 \cdot 1,00 = 0 \\ & 0 = 0\end{aligned}$$



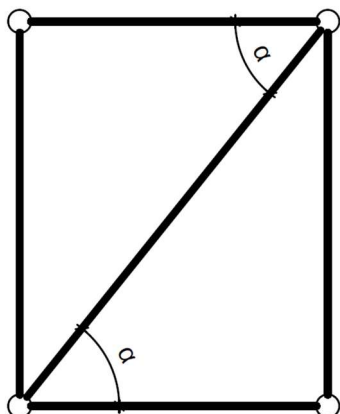
Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S3
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:20
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	ZESTAWIENIE SIŁ CZYNNYCH I BIERNYCH	Data 30.01.2026	
Opracował: Nr albumu:	Kacper Jagielski 168433		



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S4
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:20
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	KRATOWNICA UWOLNIONA OD WĘZŁÓW	Data	
Opracował:	Kacper Jagielski	30.01.2026	
Nr albumu:	168433		

Analiza sił w prętach

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S4



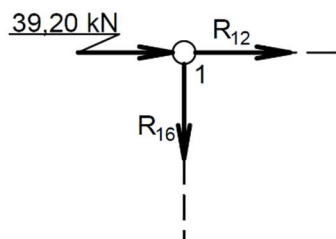
$$x^2 = 0,8^2 + 1,0^2$$

$$x = 1,281$$

$$\sin \alpha = \frac{1,0}{1,281} = 0,7806$$

$$\cos \alpha = \frac{0,8}{1,281} = 0,6245$$

Węzeł nr: 1

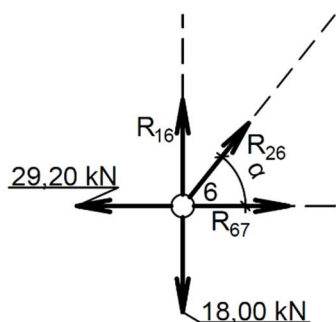


$$\Sigma Y = 0: R_{16} = 0$$

$$\Sigma X = 0: R_{12} + 39,2 = 0$$

$$R_{12} = -39,20 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 6



$$\Sigma Y = 0: -18 + R_{26} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{26} = \frac{18}{0,7806}$$

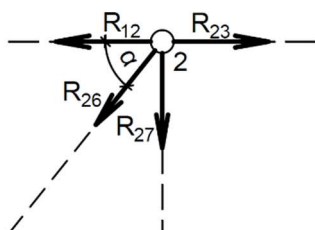
$$R_{26} = 23,06 \text{ kN}$$

$$\Sigma X = 0: -29,2 + R_{67} + R_{26} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$R_{67} = 29,2 - 23,06 \cdot 0,6245$$

$$R_{67} = 14,80 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 2



$$\Sigma Y = 0: -R_{27} - R_{26} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{27} = -23,06 \cdot 0,7806$$

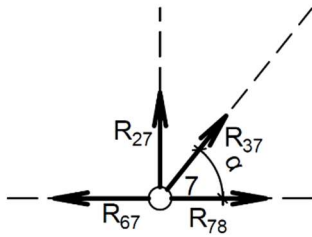
$$R_{27} = -18,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma X = 0: 39,2 + R_{23} - R_{26} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$R_{23} = -39,2 + 23,06 \cdot 0,6245$$

$$R_{23} = -24,80 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 7



$$\Sigma Y = 0: R_{27} + R_{37} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{37} = \frac{18,00}{0,7806}$$

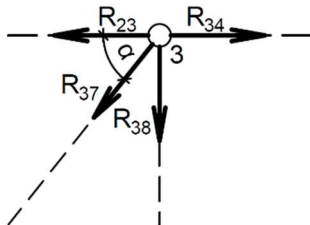
$$R_{37} = 23,06 \text{ kN}$$

$$\Sigma X = 0: -R_{67} + R_{78} + R_{37} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$R_{78} = 24,80 - 23,06 \cdot 0,6245$$

$$R_{78} = 0,399 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 3



$$\Sigma Y = 0: -R_{38} - R_{37} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{38} = -23,06 \cdot 0,7806$$

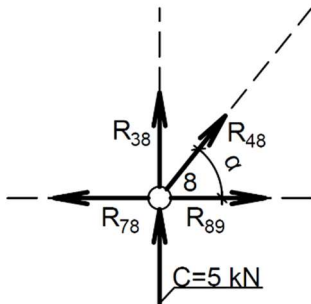
$$R_{38} = -18,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma X = 0: -R_{23} + R_{34} - R_{37} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$R_{34} = -24,80 + 23,06 \cdot 0,6245$$

$$R_{34} = -10,40 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 8



$$\Sigma Y = 0: R_{38} + 5 + R_{48} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{48} = \frac{18,00 - 5}{0,7806}$$

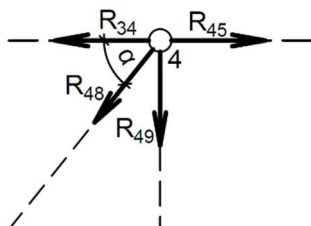
$$R_{48} = 16,65 \text{ kN}$$

$$\Sigma X = 0: -R_{78} + R_{89} + R_{48} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$R_{89} = 0,399 - 16,65 \cdot 0,6245$$

$$R_{89} = -10,00 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 4



$$\Sigma Y = 0: -R_{48} \cdot \sin \alpha - R_{49} = 0$$

$$R_{49} = -16,65 \cdot 0,7806$$

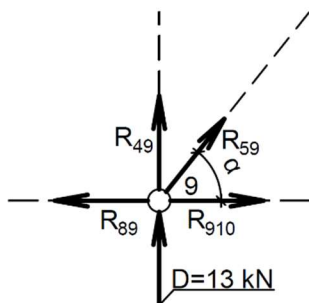
$$R_{49} = -13,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma X = 0: -R_{34} - R_{48} \cdot \cos \alpha + R_{45} = 0$$

$$R_{45} = -10,00 + 16,65 \cdot 0,6245$$

$$R_{45} \approx 0$$

Węzeł nr: 9



$$\Sigma Y = 0: R_{49} + 13 + R_{59} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{59} = \frac{13,00 - 13,00}{0,7806}$$

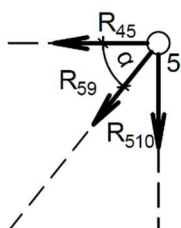
$$R_{59} = 0$$

$$\Sigma X = 0: -R_{89} + R_{910} + R_{59} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$R_{910} = -10,00 - 0 \cdot 0,6245$$

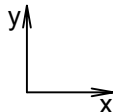
$$R_{910} = -10,00 \text{ kN}$$

Węzeł nr: 5



$$\Sigma Y = 0: -R_{510} - R_{59} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{510} = 0$$



Pręty ściskane: $(1,2);(2,3);(3,4);(2,7);$ $(3,8);(4,9);(8,9);(9,10)$ Pręty rozciągane: $(2,6);(3,7);(4,8);(6,7);$ $(7,8)$

Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S5
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka
Rodzaj studiów:	BS-I		m
Grupa projektowa:	P4		Skala
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		1:20
Rysunek:	ZESTAWIENIE WYNIKÓW	Data	
Opracował:	Kacper Jagielski 168433	30 01. 2026	
Nr albumu:		Podpis	

Analiza sił w prętach metodą Rittera

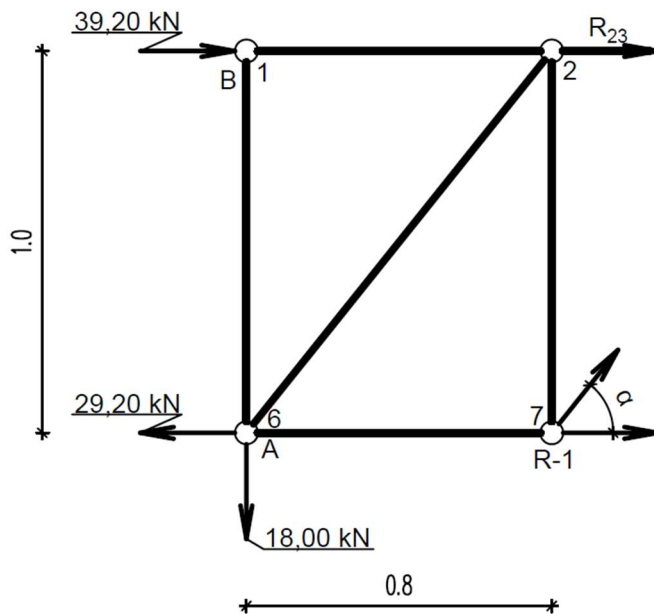
Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S3

Pręt nr:

2-3

Przekrój:

$\alpha: \alpha$



$$\Sigma M_{R-1} = 0: \quad -0,8 \cdot 18 + 1,0 \cdot R_{23} + 1,0 \cdot 39,2 = 0$$

$$R_{23} = -39,2 + 0,8 \cdot 18$$

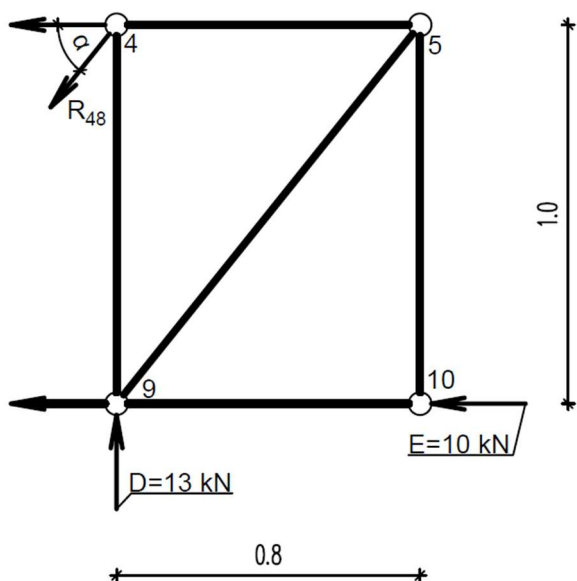
$$R_{23} = -24,80 \text{ kN} \rightarrow \text{wynik zgodny z obliczeniami}$$

Pręt nr:

4-8

Przekrój:

$\beta: \beta$

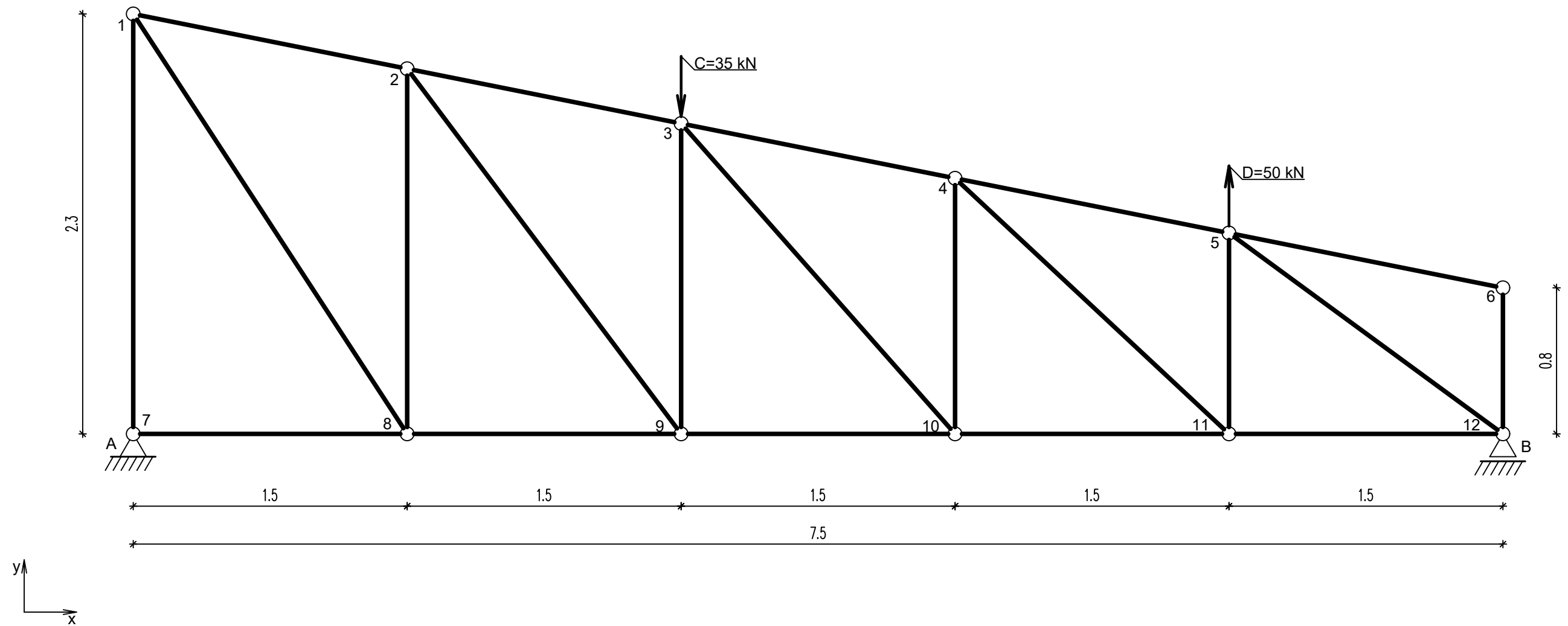


$$\Sigma Y = 0: \quad 13 - R_{48} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$R_{48} = \frac{13}{0,7806}$$

$$R_{48} = 16,65 \text{ kN} \rightarrow \text{wynik zgodny z obliczeniami}$$

KRATOWNICA B



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S1
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:25
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	SCHEMAT KRATOWNICY B	Data 30.01.2026	
Opracował: Nr albumu:	Kacper Jagielski 168433		

Analiza kinematyczna

Warunek konieczny geometrycznej niezmienności

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S1

$$p = 2 \cdot w - r \quad (1)$$

gdzie: p – liczba prętów kratownicy;

w – liczba węzłów kratownicy;

r – liczba stopni swobody odebranych przez podpory.

Analizowana kratownica składa się z 21 prętów, 12 węzłów. W układzie występują: podpora przegubowo – przesuwna, odbierająca jeden stopień swobody oraz podpora przegubowo – nieprzesuwna, odbierająca dwa stopnie swobody, zatem:

$$21 = 2 \cdot 12 - 3$$

$$21 = 21$$

$$L = P$$

Warunek konieczny geometrycznej niezmienności jest spełniony. Należy w tym momencie sprawdzić jeszcze warunek dostateczny geometrycznej niezmienności.

Warunek dostateczny geometrycznej niezmienności

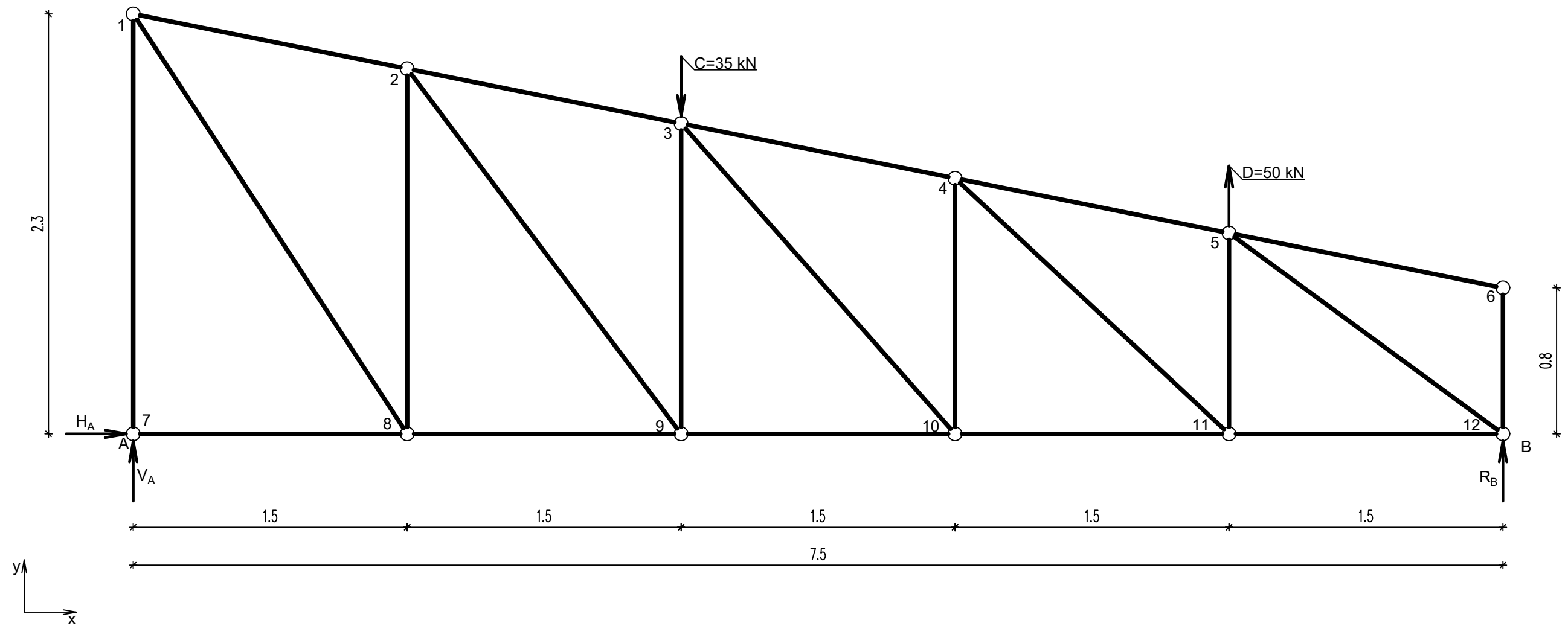
Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S1

Kratownica ma strukturę złożoną z trójkątów, zatem jest to kratownica o strukturze prostej, w której wszystkie pręty można zastąpić jedną tarczą zastępczą. Tarcza zastępcza podparta jest w punkcie A za pomocą podpory przegubowo – nieprzesuwnej oraz w punkcie B za pomocą podpory przegubowo – przesuwnej. Kierunki reakcji podpór (prętów) nie przecinają się w jednym punkcie, zatem tarcza ta poprzez odebranie 3 stopni swobody jest geometrycznie niezmienna.

Warunek dostateczny geometrycznej niezmienności jest spełniony.

Wniosek

Warunek konieczny oraz dostateczny geometrycznej niezmienności jest spełniony, zatem cała kratownica jest geometrycznie niezmienna. Ponieważ jednocześnie równanie (1) jest spełnione, to układ jest również statycznie wyznaczalny.



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S2
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:25
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	SCHEMAT KRATOWNICY B	Data	
	REAKCJE PODPOROWE	30.01.2026	
Opracował:	Kacper Jagielski		
Nr albumu:	168433		

Analiza statyczna

Algorytm

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow R_B$$

$$\Sigma Y = 0 \Rightarrow V_A$$

$$\Sigma X = 0 \Rightarrow H_A$$

Sprawdzenie globalne

$$\Sigma M_5 = 0$$

Obliczenia

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S2

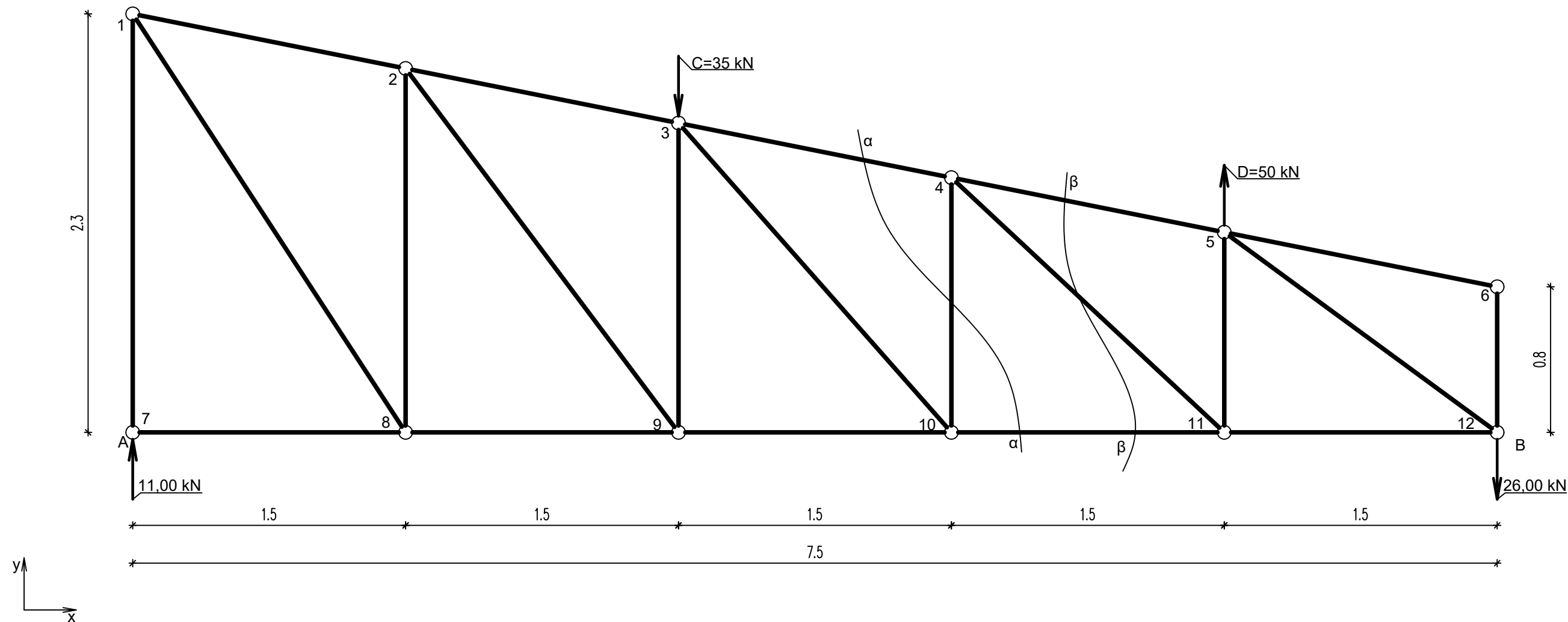
$$\begin{aligned}\Sigma M_A = 0: & \quad -7,5 \cdot R_B - 6,0 \cdot D + 3,0 \cdot C = 0 \\ & \quad R_B = \frac{-6,0 \cdot 50 + 3,0 \cdot 35}{7,5} \\ & \quad R_B = -26,00 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma Y = 0: & \quad V_A - 35 + 50 - 26 = 0 \\ & \quad V_A = 11,00 \text{ kN}\end{aligned}$$

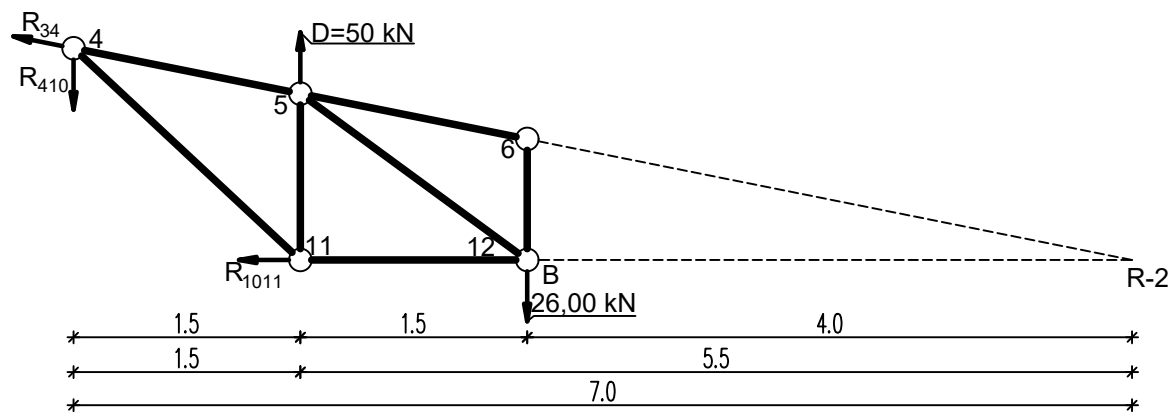
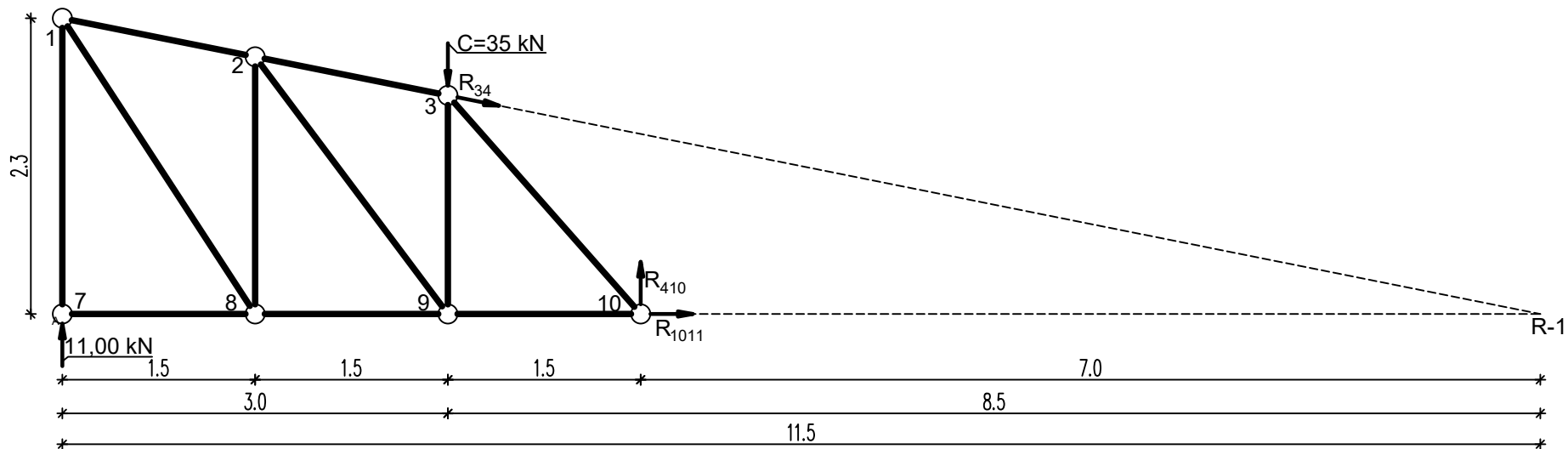
$$\Sigma X = 0: \quad H_A = 0$$

Sprawdzenie globalne

$$\begin{aligned}\Sigma M_5 = 0: & \quad 1,5 \cdot R_B - 3,0 \cdot C + 6 \cdot V_A = 0 \\ & \quad 1,5 \cdot 26 - 3,0 \cdot 35 + 6 \cdot 11 = 0 \\ & \quad 0 = 0\end{aligned}$$



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S3
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:25
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	ZESTAWIENIE SIŁ CZYNNYCH I BIERNYCH	Data 30.01.2026	
Opracował: Nr albumu:	Kacper Jagielski 168433		



Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys. S4
Rok akademicki:	2025/2026		Jednostka m
Rodzaj studiów:	BS-I		Skala
Grupa projektowa:	P4		1:50
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Podpis
Rysunek:	SCHEMAT - PRZĘKRÓJ α:α	Data 30.01.2026	
Opracował: Nr albumu:	Kacper Jagielski 168433		

Analiza sił w prętach metodą Rittera

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S4

Pręt nr: **4-10**

Przekrój:

$\alpha: \alpha$

$$\Sigma M_{R-1} = 0: 7,0 \cdot R_{410} - 8,5 \cdot 35 + 11,0 \cdot 11,5 = 0$$

$$R_{410} = \frac{8,5 \cdot 35 - 11,0 \cdot 11,5}{7}$$

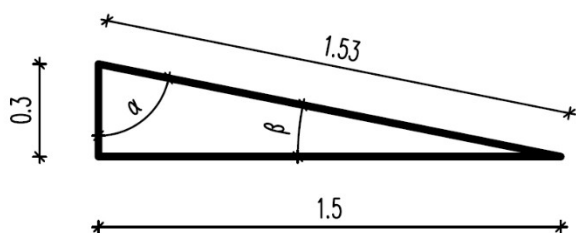
$$R_{410} = 24,43 \text{ kN}$$

Sprawdzenie:

$$\Sigma M_{R-2} = 0: -7,0 \cdot R_{410} + 5,5 \cdot 50 - 4,0 \cdot 26 = 0$$

$$R_{410} = \frac{5,5 \cdot 50 - 4,0 \cdot 26}{7}$$

$$R_{410} = 24,43 \text{ kN}$$



$$x^2 = 0,3^2 + 1,5^2$$

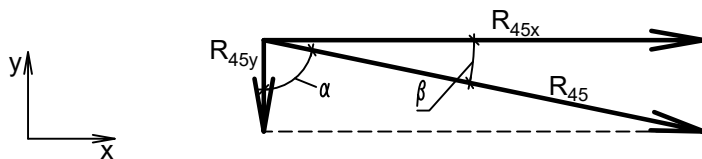
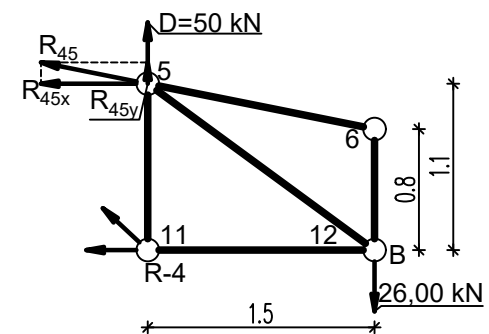
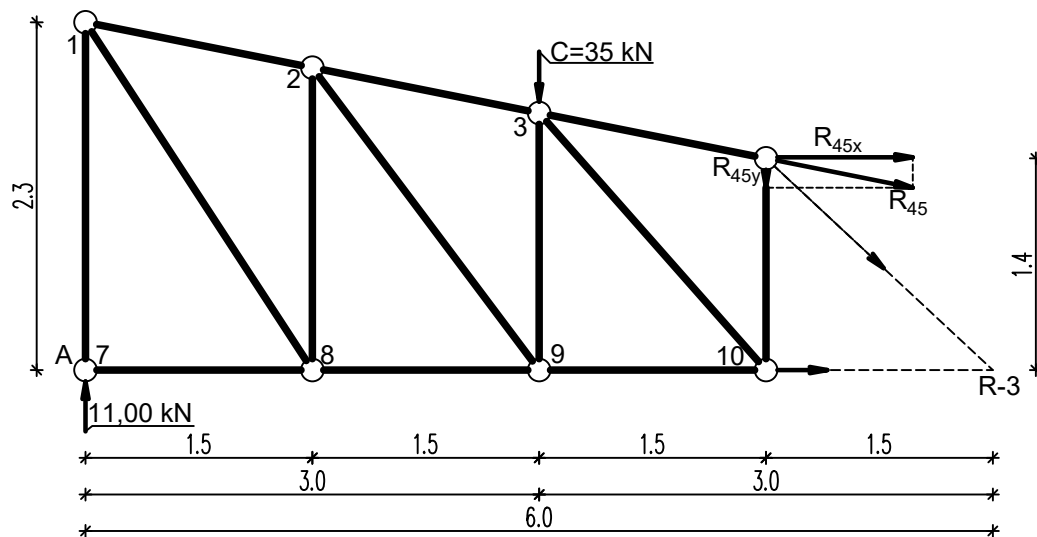
$$x = 1,53$$

$$\sin \alpha = \frac{1,5}{1,53} = 0,9804$$

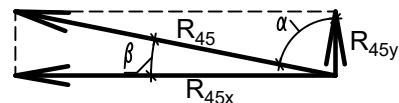
$$\cos \alpha = \frac{0,3}{1,53} = 0,1961$$

$$\sin \beta = \frac{0,3}{1,53} = 0,1961$$

$$\cos \beta = \frac{1,5}{1,53} = 0,9804$$



Szczegół sił w lewej cz. krat.



Szczegół sił w prawej cz. krat.

Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie sił wewnętrznych w kratownicach statycznie wyznaczalnych		Nr rys.
Rok akademicki:	2025/2026		S5
Rodzaj studiów:	BS-I		Jednostka
Grupa projektowa:	P4		m
Prowadząca:	mgr inż. Anita Kaczor		Skala
Rysunek:	SCHEMAT - PRZĘKRÓJ β ; β	Data	1:50
Opracował:	Kacper Jagielski		Podpis
Nr albumu:	168433		30.01.2026

Rozpatrywać łącznie z rysunkiem S5

Pręt nr:

4-5

Przekrój:

$\beta: \beta$

$\Sigma M_{R-3} = 0:$

$$-1,5 \cdot R_{45y} + 1,4 \cdot R_{45x} - 3,0 \cdot 35 + 6,0 \cdot 11,0 = 0$$

$$-1,5 \cdot R_{45} \cdot \cos \alpha + 1,4 \cdot R_{45} \cdot \sin \alpha - 3,0 \cdot 35 + 6,0 \cdot 11,0 = 0$$

$$R_{45} = \frac{39}{1,078}$$

$$R_{45} = 36,16 \text{ kN}$$

Sprawdzenie:

$\Sigma M_{R-4} = 0:$

$$1,5 \cdot 26 - 1,1 \cdot R_{45x} = 0$$

$$1,5 \cdot 26 - 1,1 \cdot R_{45} \cdot \cos \beta = 0$$

$$R_{45} = \frac{1,5 \cdot 26}{1,1 \cdot 0,9804}$$

$$R_{45} = 36,16 \text{ kN}$$