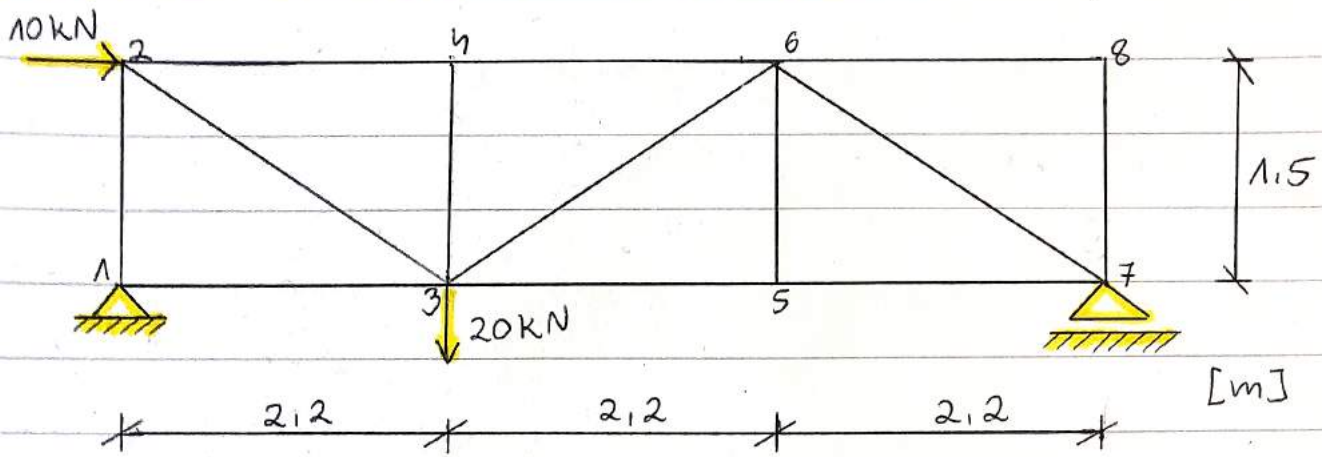


# ANALIZA GEOMETRYCZNEJ NIEZMIENNOŚCI



## 1) WARUNEK KONIECZNY

$$p = 2N - N$$

$p$  - liczba prętów

$N$  - liczba węzłów

$N$  - liczba węzłów podporowych

$$13 = 2 \cdot 8 - 3$$

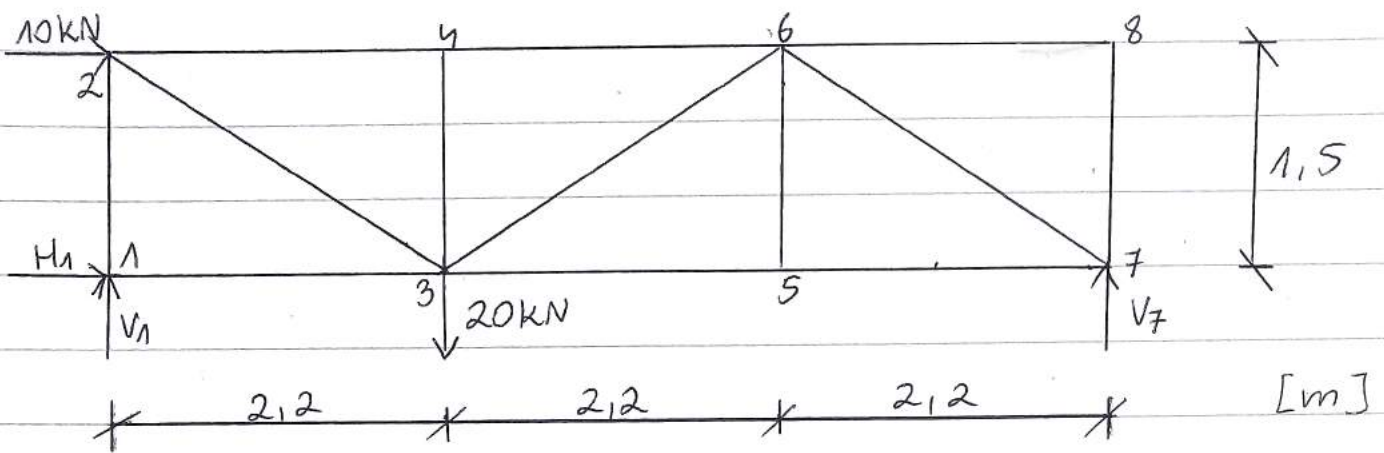
$$13 = 13$$

## 2) WARUNEK DOSTATECZNY

Klatownica ma strukturę złożoną z trójkątów, jest to więc klatownica o strukturze prostej, w której wszystkie pręty można zastąpić jedną tarczą, zastępczą. Tarczą zastępczą podparta jest w punkcie 1 podpora, przegubowo-nieprzesuwna, oraz w punkcie 7 podpora, przegubowo-przesuwna. Przegub nie leży na kierunku pręta.

Tarczą zastępczą ma odebrane 3 stopnie swobody, więc układ ten jest geometrycznie niezmienny.

# WYZNACZENIE REAKCJI I PODPORACH



$$1) \sum P_{ix} = 0$$

$$H_1 + 10 = 0$$

$$\underline{H_1 = -10 \text{ kN}}$$

$$2) \sum M_1 = 0$$

$$20 \cdot 2,2 + 10 \cdot 1,5 - V_7 \cdot 6,6 = 0$$

$$44 + 15 = 6,6 V_7$$

$$6,6 V_7 = 59$$

$$\underline{V_7 = 8,939 \text{ kN}}$$

$$3) \sum P_{iy} = 0$$

$$V_1 - 20 + V_7 = 0$$

$$V_1 - 20 + 8,939 = 0$$

$$\underline{V_1 = 11,061 \text{ kN}}$$

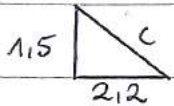
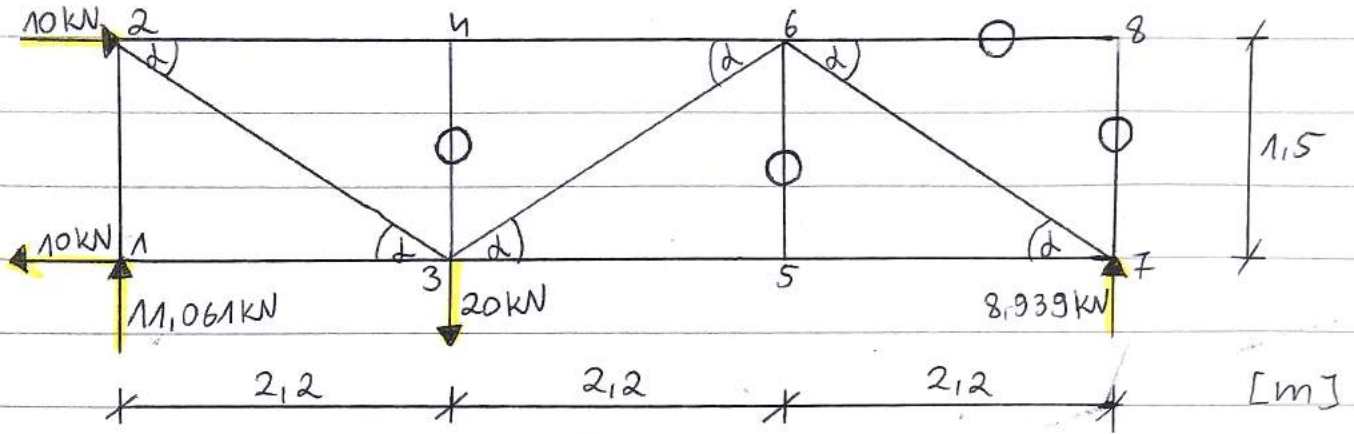
## SPRĄDZENIE

$$\sum M_6 = V_1 \cdot 4,4 - H_1 \cdot 1,5 - 20 \cdot 2,2 - V_7 \cdot 2,2 =$$

$$= 11,061 \cdot 4,4 + 10 \cdot 1,5 - 20 \cdot 2,2 - 8,939 \cdot 2,2 =$$

$$= 48,67 + 15 - 44 - 19,67 = \underline{0}$$

# WYZNACZENIE SIŁ METODĄ RÓWNOWAŻENIA WEZŁÓW



$$(1,5)^2 + (2,2)^2 = c^2$$

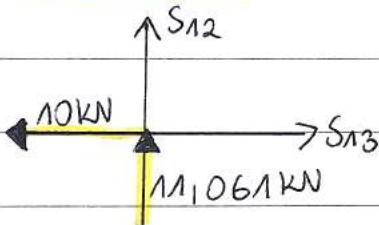
$$c^2 = 7,09$$

$$c = 2,663$$

$$\sin \alpha = \frac{1,5}{2,663} \approx 0,5633$$

$$\cos \alpha = \frac{2,2}{2,663} \approx 0,8261$$

## WEZŁE 1



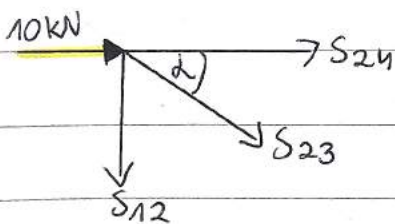
$$1) \sum P_{iy} = 0$$

$$S_{12} = -11,061 \text{ kN}$$

$$2) \sum P_{ix} = 0$$

$$S_{13} = 10 \text{ kN}$$

## WEZŁE 2



$$1) \sum P_{iy} = 0$$

$$-S_{12} - S_{23} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$11,061 = S_{23} \cdot 0,5633$$

$$S_{23} = 19,64 \text{ kN}$$

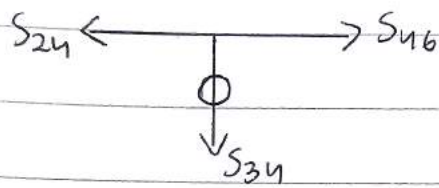
$$2) \sum P_{ix} = 0$$

$$10 + S_{24} + S_{23} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$10 + S_{24} + 19,64 \cdot 0,8261 = 0$$

$$S_{24} = -26,22 \text{ kN}$$

### NEZET 4



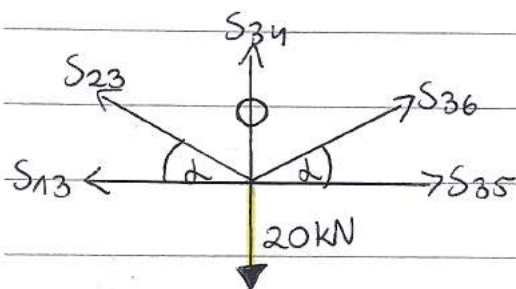
$$1) \sum P_{ix} = 0$$

$$-S_{24} + S_{46} = 0$$

$$S_{24} = S_{46}$$

$$S_{46} = -26,22 \text{ kN}$$

### NEZET 3



$$1) \sum P_{iy} = 0$$

$$S_{23} \cdot \sin \alpha + S_{36} \cdot \sin \alpha - 20 = 0$$

$$19,64 \cdot 0,5633 + S_{36} \cdot 0,5633 - 20 = 0$$

$$0,5633 \cdot S_{36} = 8,94$$

$$S_{36} = 15,87 \text{ kN}$$

$$2) \sum P_{ix} = 0$$

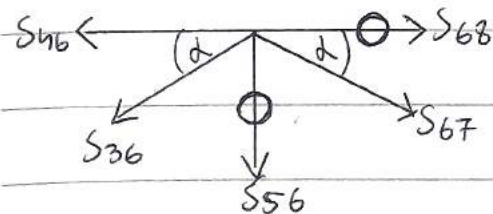
$$-S_{13} + S_{35} - S_{23} \cdot \cos \alpha + S_{36} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$-10 + S_{35} - 19,64 \cdot 0,8261 + 15,87 \cdot 0,8261 = 0$$

$$-S_{35} = -10 - 16,22 + 13,11$$

$$S_{35} = 13,11 \text{ kN}$$

### NEZET 6



$$1) \sum P_{iy} = 0$$

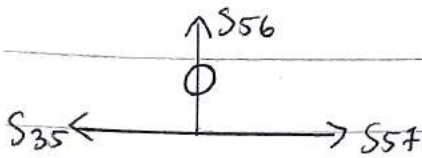
$$-S_{36} \cdot \sin \alpha - S_{67} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$-S_{36} \sin \alpha = S_{67} \sin \alpha \quad | : \sin \alpha$$

$$S_{67} = -S_{36}$$

$$S_{67} = -15,87 \text{ kN}$$

### NETZ 5



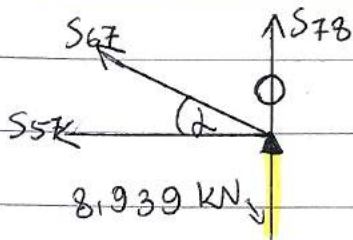
$$1) \sum P_{ix} = 0$$

$$-S_{35} + S_{57} = 0$$

$$S_{35} = S_{57}$$

$$S_{57} = 13,11 \text{ kN}$$

### SPRÄNDZENNIE - NETZ 7



$$*\sum P_{iy} = 0$$

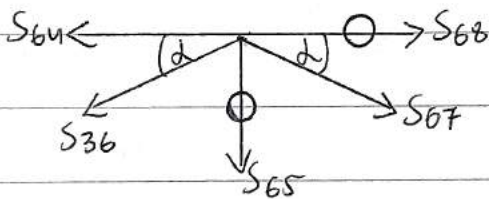
$$8,939 + 0 + S_{67} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$8,939 - 15,87 \cdot 0,5633 = 0$$

$$8,939 - 8,939 = 0$$

$$\underline{0 = 0}$$

### SPRÄNDZENNIE - NETZ 6



$$*\sum P_{ix} = 0$$

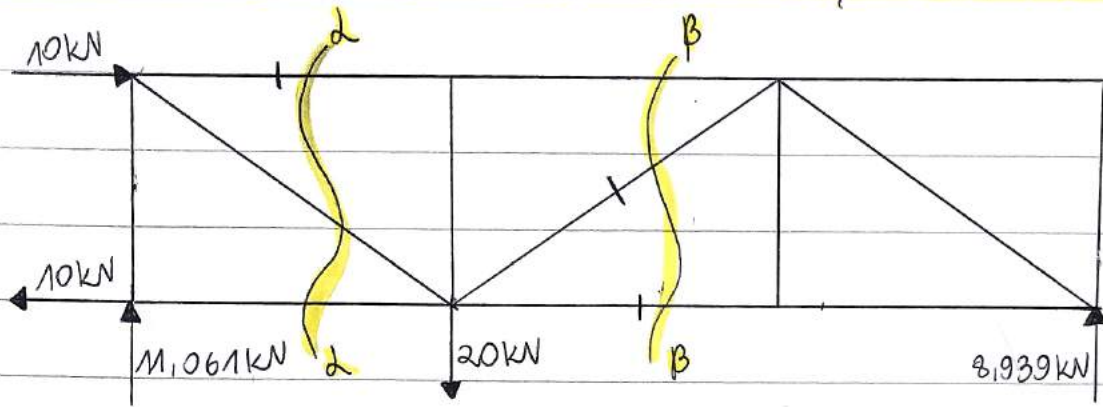
$$-S_{64} + S_{68} - S_{36} \cdot \cos \alpha + S_{67} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$26,22 + S_{68} - 15,87 \cdot 0,8261 - 15,87 \cdot 0,8261 = 0$$

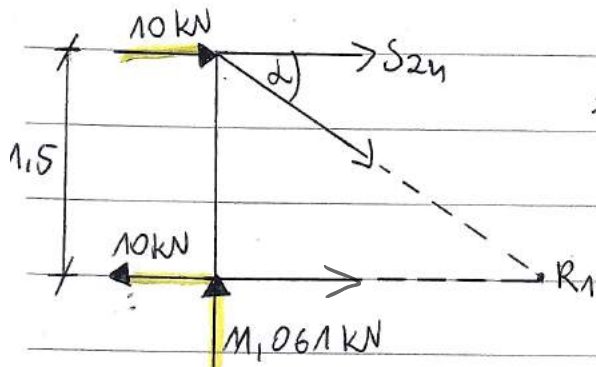
$$26,22 - 13,11 - 13,11 + S_{68} = 0$$

$$\underline{S_{68} = 0 \text{ kN}}$$

# WYZNACZENIE SIŁ METODĄ RITTERA



SIŁY DO WYZNACZENIA:  $S_{24}$ ,  $S_{36}$ ,  $S_{35}$



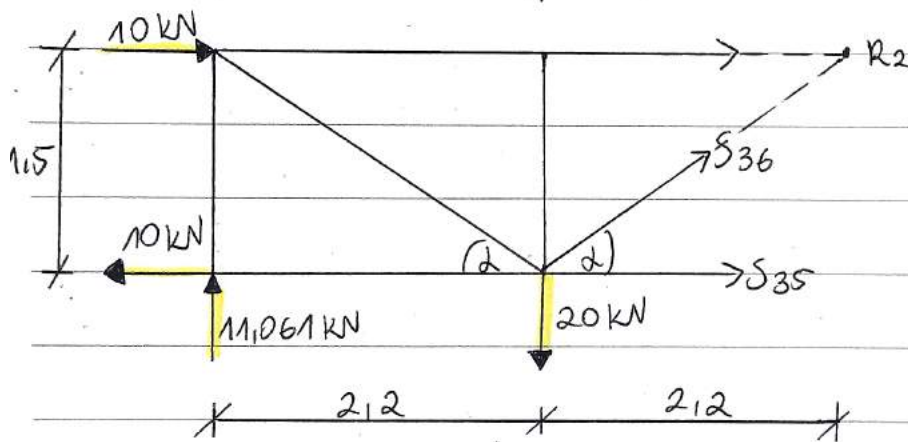
$$*\sum M_{R1} = 0$$

$$S_{24} \cdot 1,5 + 1,061 \cdot 2,2 + 10 \cdot 1,5 = 0$$

$$1,5 S_{24} + 27,33 + 15 = 0$$

$$1,5 S_{24} = -39,33$$

$$S_{24} = -26,22 \text{ kN}$$



$$*\sum M_{R2} = 0$$

$$10 \cdot 1,5 + 1,061 \cdot 4,4 - 20 \cdot 2,2 - S_{35} \cdot 1,5 = 0$$

$$1,5 S_{35} = 15 + 48,67 - 44$$

$$S_{35} = 13,11 \text{ kN}$$

$$*\sum P_{iy} = 0$$

$$1,061 - 20 + S_{36} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$0,5633 S_{36} = 8,939$$

$$S_{36} = 15,87 \text{ kN}$$

# RYSUNEK ZESTAWIENIOWY

