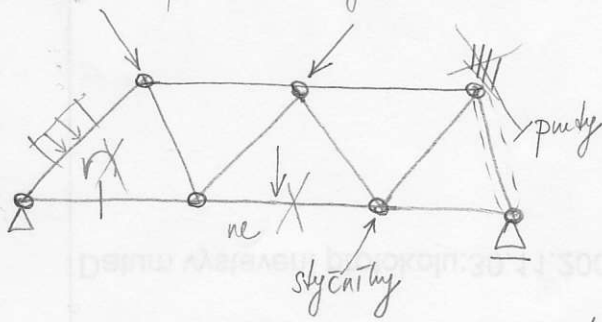


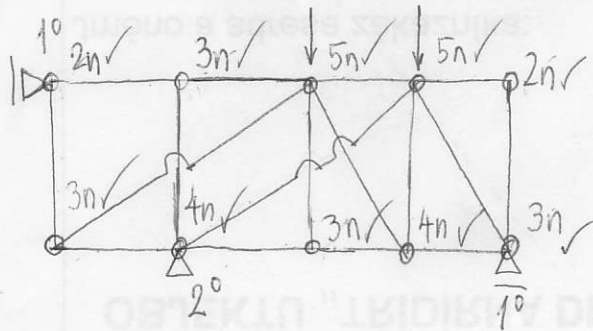
- Příhradová kce = puntová kce tvořená kloubové připojeními pruty, zatížena pouze ve styčnicích ~ soustava hmotných bodů v rovině



⇒ pouze osové síly v jednotlivých prutech

- Statická určitost - soustava hmotných bodů
- soustava tuhých desek

Pr. 1 Posuďte statickou určitost dané konstrukce



5x2 styčníků
17 prutů

Varianta 1 - Soustava tuhých desek

- stupně volnosti : $(5 + 8 + 2 + 2) \times 3 = 17 \times 3 = 51$
(1) (-) (✓) (✓)

- vazby : • vnější : $1 + 2 + 1 = 4$

- vnitřní : 2-násobné klouby : $2 \times 2 = 4$
3n. $4 \times 4 = 16$
4n $2 \times 6 = 12$
5n $2 \times 8 = 16$
 $\Sigma = 48$

$$S = 51 - 4 - 48 = -1 \Rightarrow 1 \times \text{staticky neurčitá}$$

Varianta 2 - Soustava hmotných bodů

- Stupně volnosti : $10 \times 2 = 20$

- Vazby : • vnější : 4

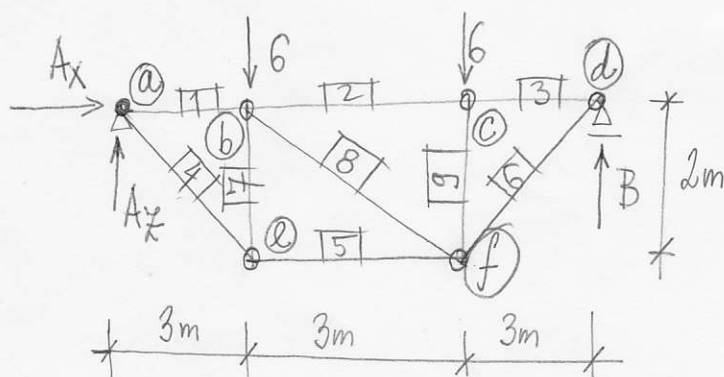
- vnitřní : 17

$$S = 20 - 4 - 17 = -1 \checkmark$$

▷ Vyhodnějši; budeme používat dále. -

- V každém styčném můžeme psát 2 podmínky rovnováhy (hmotný bod).
- ▷ Musíme najít styčník, kde můžeme vyjádřit alespoň jednu neznámou.
- Tu vyjádříme a pokračujeme dále

Pr.: 2 Určete osové síly v následující konstrukci.



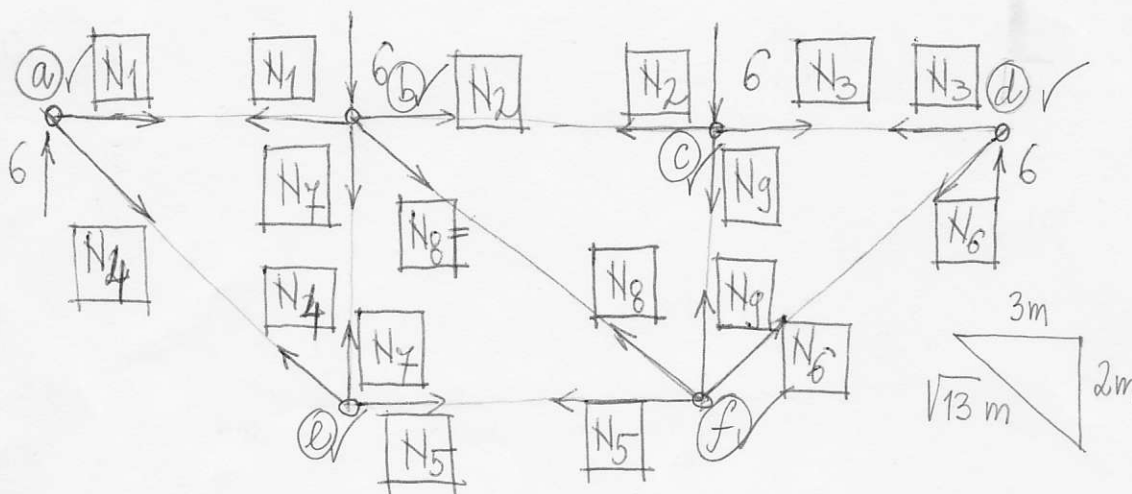
6 styčníků ... 12 st. rovností
 vnější vazby ... 3
 vnitřní vazby ... 9
 Keč je vně i vnitřně
 staticky neurčitá.

Vnější statická neurčitost $\Rightarrow$ můžeme určit reakce

$$\rightarrow : A_x = 0$$

$$\overset{\curvearrowleft}{A} : -6 \cdot 3 - 6 \cdot 6 + 9B = 0 \Rightarrow B = 6 \text{ kN}$$

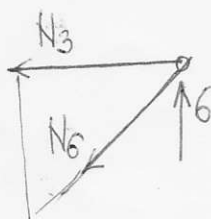
$$\uparrow : A_y + B - 12 = 0 \Rightarrow A_y = 6 \text{ kN}$$



$\uparrow : 6 - N_4 \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = 0 \Rightarrow N_4 = 3\sqrt{13} \text{ kN}$
 $\rightarrow : N_1 + N_4 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = 0$
 $N_1 + 3\sqrt{13} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = 0 \Rightarrow N_1 = -9 \text{ kN}$

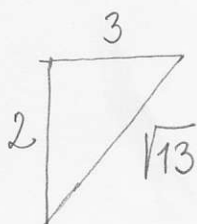
Stýčnick (d)

3/7

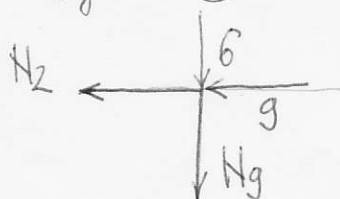


$$\uparrow : 6 - N_6 \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = 0 \Rightarrow N_6 = 3\sqrt{13} \text{ kN}$$

$$\rightarrow : -N_3 - N_6 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = 0 \Rightarrow N_3 = -9 \text{ kN}$$



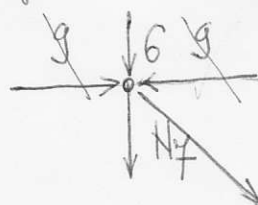
Stýčnick (c)



$$\rightarrow : -N_2 - 9 = 0 \Rightarrow N_2 = -9 \text{ kN}$$

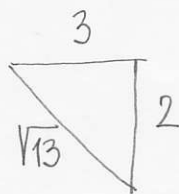
$$\downarrow : 6 + N_g = 0 \Rightarrow N_g = -6 \text{ kN}$$

Stýčnick (b)

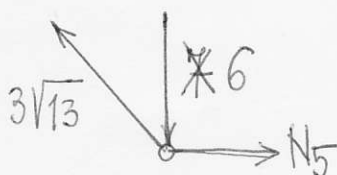


$$\rightarrow N_8 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = 0 \Rightarrow N_8 = 0$$

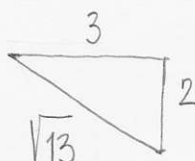
$$\uparrow : -6 - N_7 = 0 \Rightarrow N_7 = -6 \text{ kN}$$



Stýčnick (e)

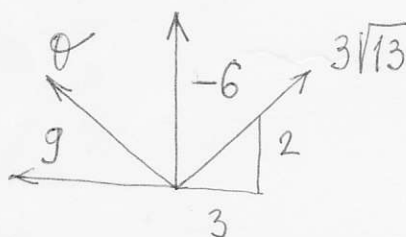


$$\rightarrow : -3\sqrt{13} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} + N_5 = 0 \Rightarrow N_5 = 9 \text{ kN}$$



$$(K) \uparrow : -6 + 3\sqrt{13} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = -6 + 6 = 0$$

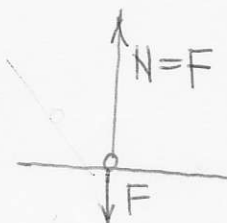
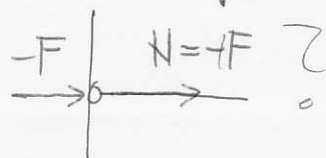
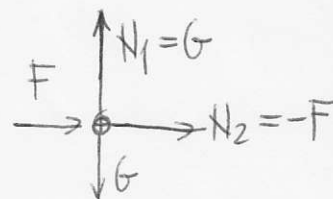
Stýčnick (f) (kontrola)



$$\uparrow : -6 + 3\sqrt{13} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = 0 \quad \checkmark$$

$$\rightarrow : -9 + 3\sqrt{13} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = 0 \quad \checkmark$$

- Jednoduchá metoda, ale nelze použít vždy
- Při nevhodném postupu po stýčnicích může být náročně
- Chyby se kopírují dále
- Pozor na kolmé stýčnicky
Výhodně hlavně, je-li $F \equiv 0 \text{ N}$

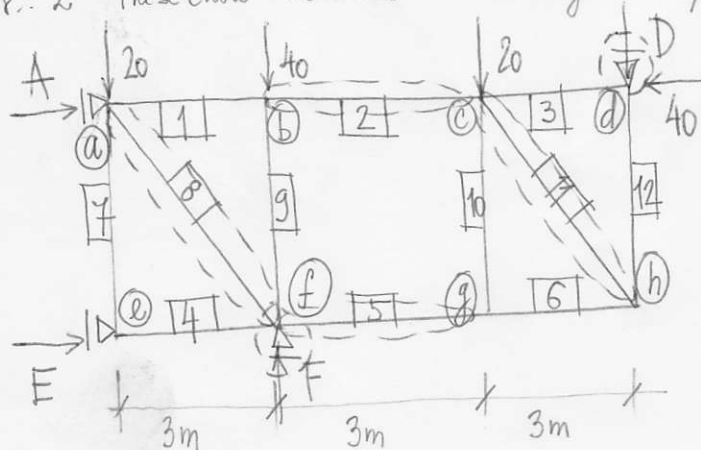


PRŮŘEČNÁ METODA (METODA ŘEZU)

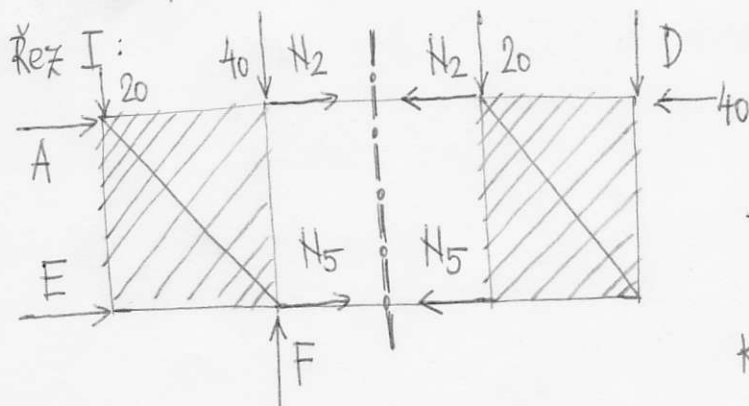
4/7

- Princip výpočtu - myšleným řezem rozdělím příhradovou kci na dvě tuhé desky
 - přenesené punkty ~ vnitřní vazby ~ osové síly
 - ze 3 podmínek rovnováhy vyjádřím neznámé

Př.: 2. Průřeznou metodou určete síly ve vyznačených punktech a podporách.

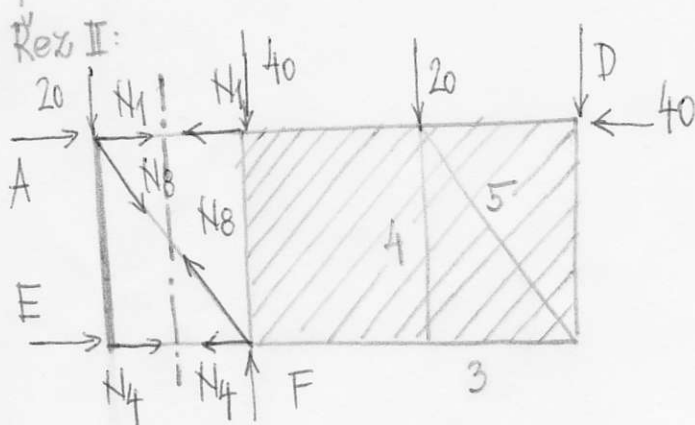


$4 \times 2 = 8$ styčnicí
 4 vnější vazby
 12 punkty
 $S = 16 - 4 - 12 = 0$ celkově
 staticky určitá
 vne 1x staticky neurčitá



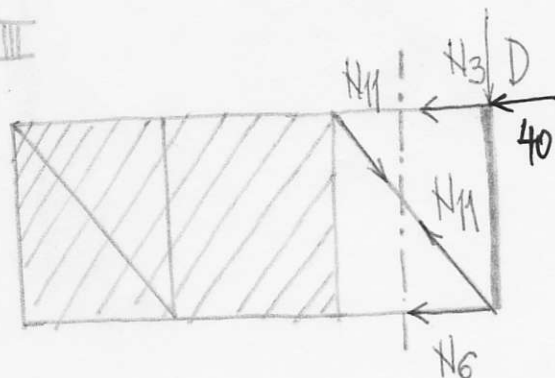
$$\begin{aligned}
 \uparrow : -20 - D &= 0 \Rightarrow D = -20 \text{ kN} \\
 \curvearrow : 20 \cdot 3 - 4N_5 &= 0 \Rightarrow N_5 = 15 \text{ kN} \\
 \rightarrow : -N_2 - N_5 - 40 &= 0 \\
 N_2 &= -15 - 40 = -55 \text{ kN} \\
 \text{Kontrola } \curvearrow : 4N_2 + 4 \cdot 40 - 3D &= 0 \checkmark
 \end{aligned}$$

$$\uparrow : -20 - 40 + F = 0 \Rightarrow F = 60 \text{ kN}$$



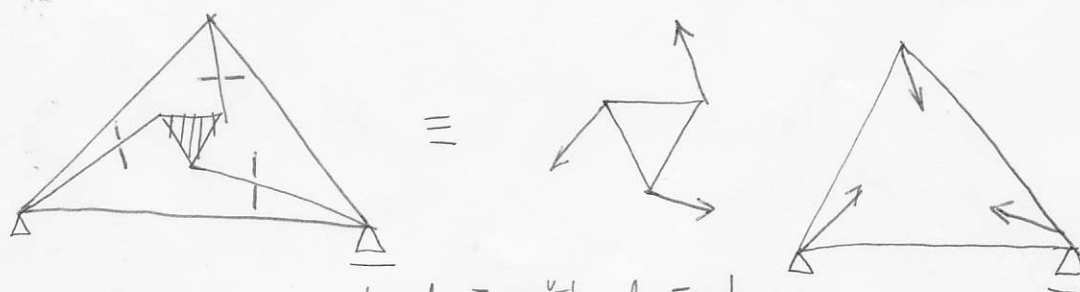
$$\uparrow : -20 - N_8 \cdot \frac{4}{5} = 0 \Rightarrow N_8 = -25 \text{ kN}$$

Řez III

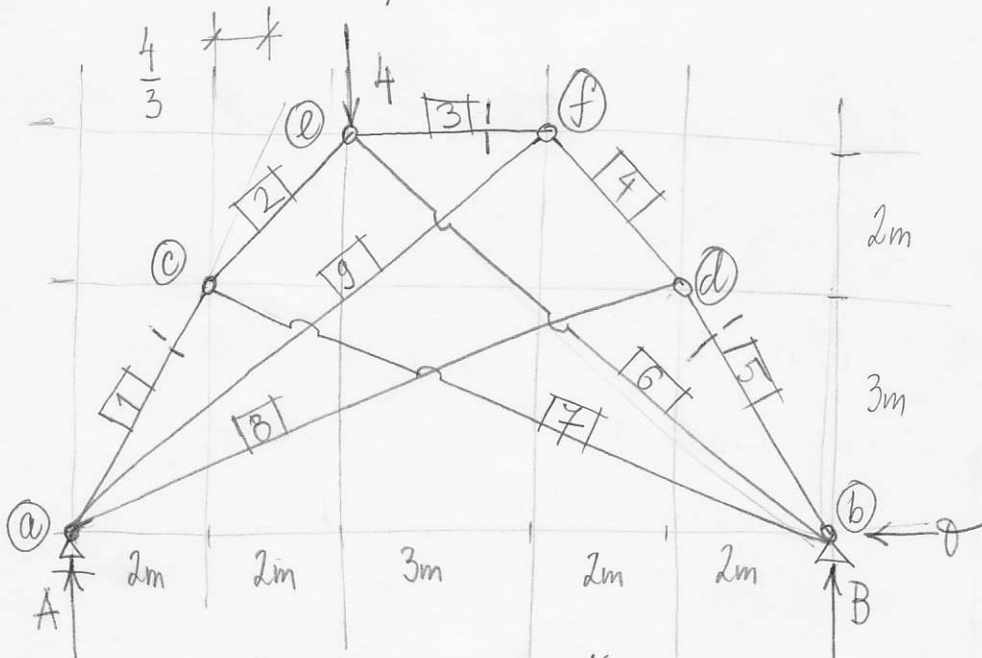


$$\uparrow : N_{11} \cdot \frac{4}{5} - D = 0$$

$$N_{11} = \frac{5}{4} \cdot (-20) = -25 \text{ kN}$$



Pr.: 4 Určete osové síly dané příhradové kce



6 styčnicí

3 vnější vazby

9 prutů

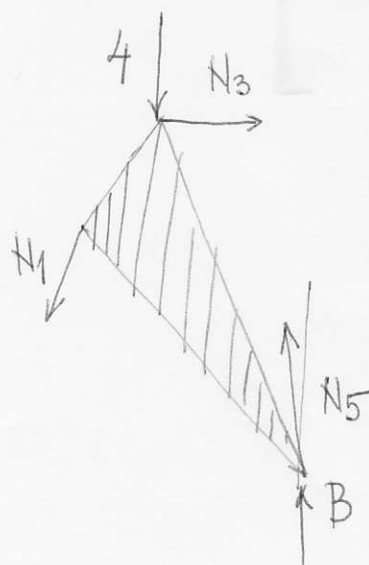
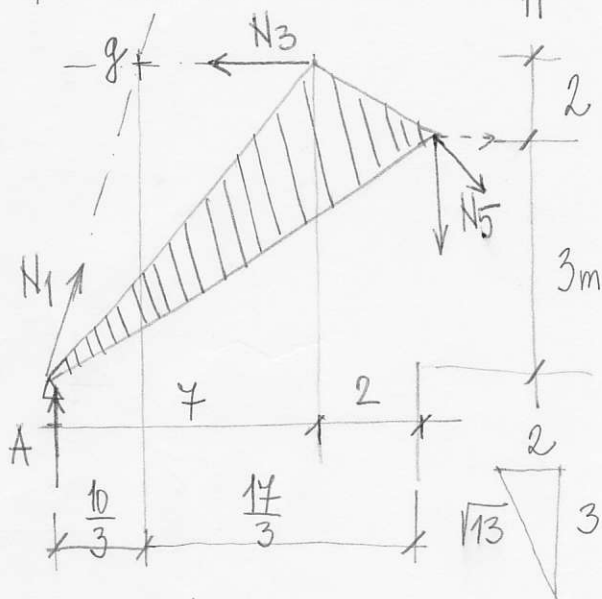
$$s = 12 - 3 - 9 = 0$$

Kce • vně staticky určitá

• staticky určitá

$$\curvearrowleft : -4 \cdot 4 + 11 \cdot B = 0 \Rightarrow B = \frac{16}{11}$$

$$\uparrow : A - 4 + B = 0 \Rightarrow A = \frac{28}{11}$$



$$\curvearrowleft : -\frac{10}{3} \cdot A + N_5 \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} \cdot 2 - N_5 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} \cdot \frac{17}{3} = 0$$

$$\Rightarrow N_5 = \frac{-10}{3} \cdot \frac{28}{11} \cdot \left(\frac{17}{\sqrt{13}} - \frac{4}{\sqrt{13}} \right)^{-1} = \frac{-280}{33} \cdot \sqrt{13} = -2,353 \text{ kN}$$

• Oba postupy výhodně kombinovat

0) Určit vnější reakce (je-li to možné)

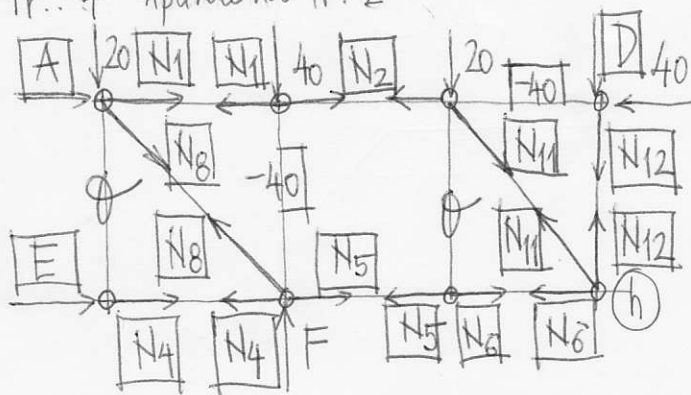
1) Rovnou určit hodnoty osových sil a/nebo

ve vybraných prutech určit osové síly průsečnou metodou

3) Dopočítat styčnickovou metodou.

4) Kontrola průsečnou metodou

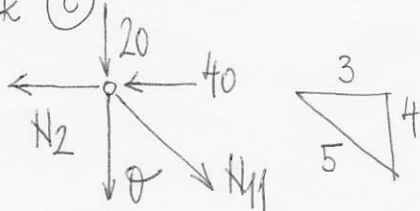
Pr.: 4 Aplikace na Pr. 2



0) Není možné určit vnější reakce

1) Nulové pruty / pruty s předepsanou hodnotou

Styčnick (C)



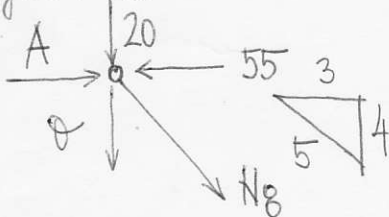
$$\uparrow : -N_{11} \cdot \frac{4}{5} - 20 = 0$$

$$N_{11} = -20 \cdot \frac{5}{4} = -25 \text{ kN} \checkmark$$

$$\rightarrow : -N_2 - 40 + N_{11} \cdot \frac{3}{5} = 0$$

$$N_2 = \frac{3}{5} \cdot (-25) - 40 = -55 \text{ kN} \checkmark = N_1$$

Styčnick (A)

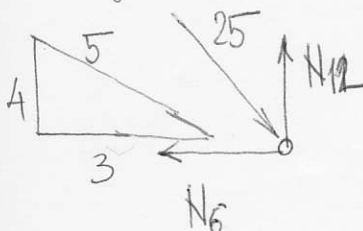


$$\uparrow : -20 - N_8 \cdot \frac{4}{5} = 0 \Rightarrow N_8 = -25 \text{ kN} \checkmark$$

$$\rightarrow : A - 55 + N_8 \cdot \frac{3}{5} = 0$$

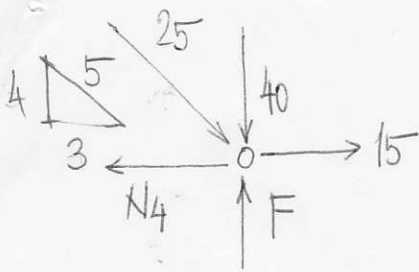
$$A = 55 - (-25) \cdot \frac{3}{5} = 70 \text{ kN}$$

Styčnick (h)



$$\rightarrow : -N_6 + 25 \cdot \frac{3}{5} = 0 \Rightarrow N_6 = 15 \text{ kN} = N_5$$

$$\uparrow : N_{12} - 25 \cdot \frac{4}{5} = 0 \Rightarrow N_{12} = 20 \text{ kN} \Rightarrow D = -20 \text{ kN} \checkmark$$



$$\rightarrow: -N_4 + 25 \cdot \frac{3}{5} + 15 = 0 \Rightarrow N_4 = 30 \text{ kN} = -F$$

$$\uparrow: -40 + F - 25 \cdot \frac{4}{5} = 0$$

$$F = 60 \text{ kN} \checkmark$$