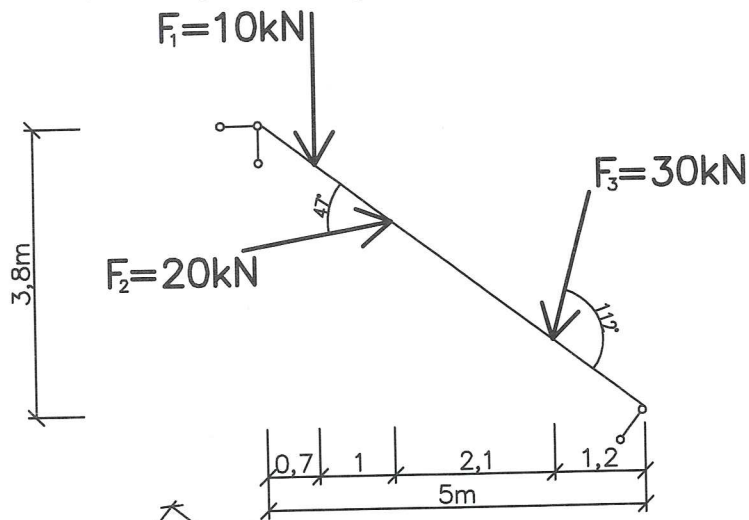
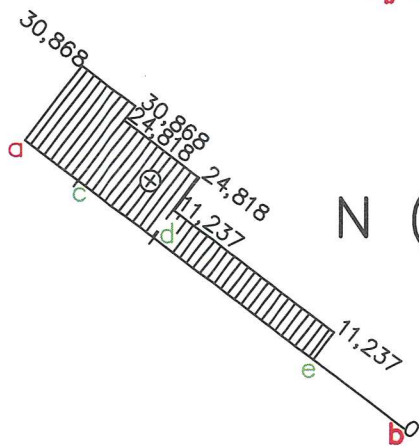
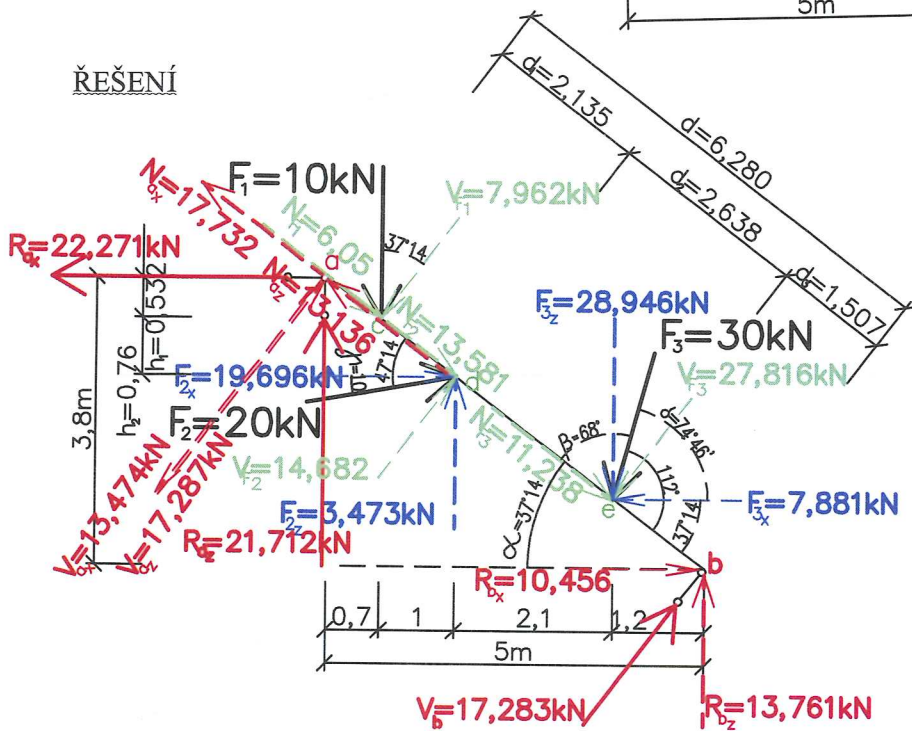


1.4.2 Šikmý nosník zatížený osamělými břemeny

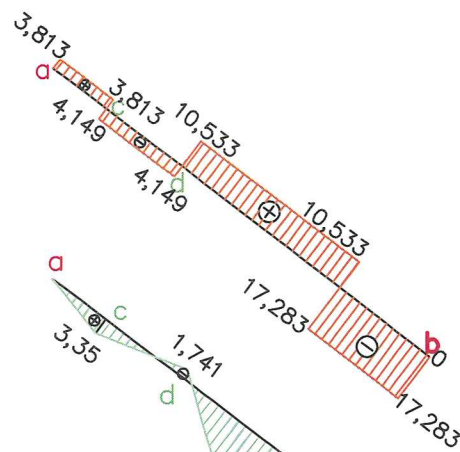
ZADÁNÍ



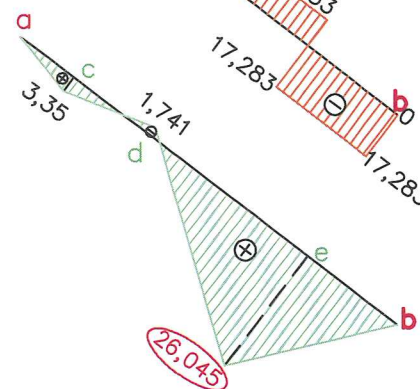
ŘEŠENÍ



N (kN)



V (kN)



M (kNm)

POSTUP K ŘEŠENÍ:

A/ VYŘEŠÍME REAKCE

1) Výpočet potřebných údajů

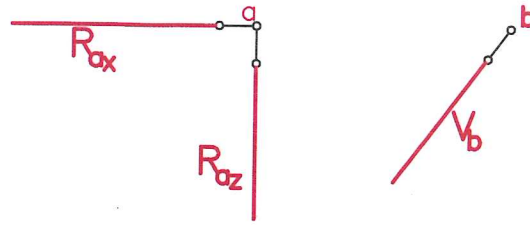
$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= 3,8 / 5 & d^2 &= 3,8^2 + 5^2 & \operatorname{tg} 37^\circ 14' &= h_1 / 0,7 \\ \operatorname{tg} \alpha &= 0,76 & d &= \sqrt{3,8^2 + 5^2} & h_1 &= 0,7 \cdot \operatorname{tg} 37^\circ 14' \\ \alpha &= \underline{37^\circ 14'} & d &= \underline{6,28 \text{ m}} & h_1 &= \underline{0,532 \text{ m}} \\ \\ \beta &= 180^\circ - 112^\circ = \underline{68^\circ} & \operatorname{tg} 37^\circ 14' &= h_2 / 1 \\ \gamma &= 47^\circ 14' - 37^\circ 14' = \underline{10^\circ} & h_2 &= 1 \cdot \operatorname{tg} 37^\circ 14' \\ \delta &= 112^\circ - 37^\circ 14' = \underline{74^\circ 46'} & h_2 &= \underline{0,76 \text{ m}} \\ \\ \cos 37^\circ 14' &= 1,7 / d_1 & \cos 37^\circ 14' &= 2,1 / d_2 \\ d_1 &= 1,7 / \cos 37^\circ 14' & d_2 &= 2,1 / \cos 37^\circ 14' \\ d_1 &= \underline{2,135 \text{ m}} & d_2 &= \underline{2,638 \text{ m}} \\ \\ d_3 &= d - d_1 - d_2 = 6,28 - 2,135 - 2,638 = \underline{1,507 \text{ m}} \end{aligned}$$

2) Rozložení šikmých sil

$$\begin{aligned} F_1 & \begin{cases} N_{F1} = F_1 \cdot \sin 37^\circ 14' = 10 \cdot \sin 37^\circ 14' = \underline{6,05 \text{ kN}} \\ V_{F1} = F_1 \cdot \cos 37^\circ 14' = 10 \cdot \cos 37^\circ 14' = \underline{7,962 \text{ kN}} \end{cases} \\ F_2 & \begin{cases} N_{F2} = F_2 \cdot \cos 47^\circ 14' = 20 \cdot \cos 47^\circ 14' = \underline{13,581 \text{ kN}} \\ V_{F2} = F_2 \cdot \sin 47^\circ 14' = 20 \cdot \sin 47^\circ 14' = \underline{14,682 \text{ kN}} \end{cases} \\ F_3 & \begin{cases} N_{F3} = F_3 \cdot \cos 68^\circ = 30 \cdot \cos 68^\circ = \underline{11,238 \text{ kN}} \\ V_{F3} = F_3 \cdot \sin 68^\circ = 30 \cdot \sin 68^\circ = \underline{27,816 \text{ kN}} \end{cases} \\ F_2 & \begin{cases} F_{2x} = F_2 \cdot \cos 10^\circ = 20 \cdot \cos 10^\circ = \underline{19,696 \text{ kN}} \\ F_{2z} = F_2 \cdot \sin 10^\circ = 20 \cdot \sin 10^\circ = \underline{3,473 \text{ kN}} \end{cases} \\ F_3 & \begin{cases} F_{3x} = F_3 \cdot \cos 74^\circ 46' = 30 \cdot \cos 74^\circ 46' = \underline{7,881 \text{ kN}} \\ F_{3z} = F_3 \cdot \sin 74^\circ 46' = 30 \cdot \sin 74^\circ 46' = \underline{28,946 \text{ kN}} \end{cases} \end{aligned}$$

3) Výpočet reakcí

- Označíme podpory **a, b**
- Podle typu podpory naznačíme předpokládané reakce



c) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **a** vypočítáme reakci V_b .

$$\sum_{i=1}^n M_{ai} = 0$$

$$F_1 \cdot 0,7 - V_{F2} \cdot 2,135 + V_{F3} \cdot 4,773 + V_b \cdot 6,28 = 0$$

$$10 \cdot 0,7 - 14,682 \cdot 2,135 + 27,816 \cdot 4,773 + V_b \cdot 6,28 = 0$$

$$V_b \cdot 6,28 = -108,42$$

$$V_b = \underline{\underline{-17,264 \text{ kN}}}$$

d) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy **x** vypočítáme reakci R_{ax} .

Nejprve si rozložíme reakci V_b také na složky **x** a **y**:

$$R_{bx} = V_b \cdot \sin 37^\circ 14' = 17,283 \cdot \sin 37^\circ 14' = \underline{\underline{10,456 \text{ kN}}}$$

$$R_{bz} = V_b \cdot \cos 37^\circ 14' = 17,283 \cdot \cos 37^\circ 14' = \underline{\underline{13,761 \text{ kN}}}$$

$$\sum_{i=1}^n F_{xi} = 0$$

$$R_{ax} + F_{2x} - F_{3x} + R_{bx} = 0$$

$$R_{ax} + 19,696 - 7,881 + 10,456 = 0$$

$$R_{ax} = \underline{\underline{-22,271 \text{ kN}}}$$

e) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy **z** vypočítáme reakci R_{az} .

$$\sum_{i=1}^n F_{zi} = 0$$

$$R_{az} - F_1 + F_{2z} - F_{3z} + R_{bz} = 0$$

$$R_{az} - 10 + 3,473 - 28,946 + 13,761 = 0$$

$$R_{az} = \underline{\underline{21,712 \text{ kN}}}$$

f) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **d** si zkontrolujeme, zda máme reakce vypočítány správně.

$$\sum_{i=1}^n M_{di} = 0$$

$$R_{az} \cdot 1,7 - R_{ax} \cdot 1,292 - F_1 \cdot 1 + V_{F3} \cdot 2,638 - V_b \cdot 4,145 = 0$$

$$21,712 \cdot 1,7 - 22,271 \cdot 1,292 - 10 \cdot 1 + 27,816 \cdot 2,638 - 17,264 \cdot 4,145 = 0$$

$$\underline{\underline{-0,04 \doteq 0}} \quad \checkmark$$

B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

Reakce R_{ax} a R_{az} si rozložíme na normálové a posouvající složky:

$$\begin{aligned} R_{ax} & \begin{cases} N_{ax} = R_{ax} \cdot \cos 37^\circ 14' = 22,271 \cdot \cos 37^\circ 14' = \underline{17,732 \text{ kN}} \\ V_{ax} = R_{ax} \cdot \sin 37^\circ 14' = 22,271 \cdot \sin 37^\circ 14' = \underline{13,474 \text{ kN}} \end{cases} \\ R_{az} & \begin{cases} N_{az} = R_{az} \cdot \sin 37^\circ 14' = 21,712 \cdot \sin 37^\circ 14' = \underline{13,136 \text{ kN}} \\ V_{az} = R_{az} \cdot \cos 37^\circ 14' = 21,712 \cdot \cos 37^\circ 14' = \underline{17,287 \text{ kN}} \end{cases} \end{aligned}$$

- 1) Průběh normálových sil na nosníku (znaménková konvence $\leftarrow \boxplus \rightarrow$)

Mezi dvěma osamělými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této normálové síly.

v bodě a: $N_a^L = N_{ax} + N_{az} = 17,732 + 13,136 = \underline{30,868 \text{ kN}}$

v bodě c: $N_c^L = N_a^L - N_{F1} = 30,868 - 6,05 = \underline{24,818 \text{ kN}}$

v bodě d: $N_d^L = N_c^L - N_{F2} = 24,818 - 13,581 = \underline{11,237 \text{ kN}}$

v bodě e: $N_e^L = N_d^L - N_{F3} = 11,237 - 11,238 = \underline{0}$ (Vracíme se k základní čáře.)

v bodě b: $N_b^L = N_e^L = \underline{0}$

- 2) Průběh posouvajících sil na nosníku (znaménková konvence $\updownarrow \boxplus$)

Mezi dvěma osamělými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této posouvající síly.

v bodě a: $V_a^L = -V_{ax} + V_{az} = -13,474 + 17,287 = \underline{3,813 \text{ kN}}$

v bodě c: $V_c^L = V_a^L - V_{F1} = 3,813 - 7,962 = \underline{-4,149 \text{ kN}}$

v bodě d: $V_d^L = V_c^L + V_{F2} = -4,149 + 14,682 = \underline{10,533 \text{ kN}}$

v bodě e: $V_e^L = V_d^L - V_{F3} = 10,533 - 27,816 = \underline{-17,283 \text{ kN}}$

v bodě b: $V_b^L = V_e^L + V_b = -17,283 + 17,283 = \underline{0}$ (Vracíme se k základní čáře.)

- 3) Průběh ohybových momentů (znaménková konvence $\curvearrowright \boxplus$)

Mezi dvěma osamělými břemeny je vždy lineární průběh (křivka 1.stupně). V působišti osamělého břemena se průběh lomí.

v bodě a: $M_a^L = \underline{0}$

v bodě c: $M_c^L = R_{az} \cdot 0,7 - R_{ax} \cdot 0,532 = 21,712 \cdot 0,7 - 22,271 \cdot 0,532 = \underline{3,35 \text{ kNm}}$

v bodě d: $M_d^P = V_b \cdot 4,145 - V_{F3} \cdot 2,638 = 17,283 \cdot 4,145 - 27,816 \cdot 2,638 = \underline{-1,741 \text{ kNm}}$

v bodě e: $M_e^P = V_b \cdot 1,507 = 17,283 \cdot 1,507 = \underline{26,045 \text{ kNm}}$

v bodě b: $M_b^P = \underline{0}$

Poznámka: NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě e, kde je maximální ohybový moment o velikosti 26,045 kNm.