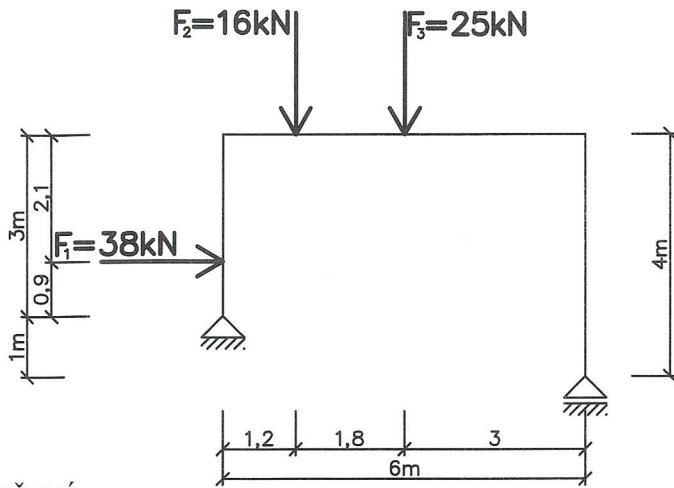


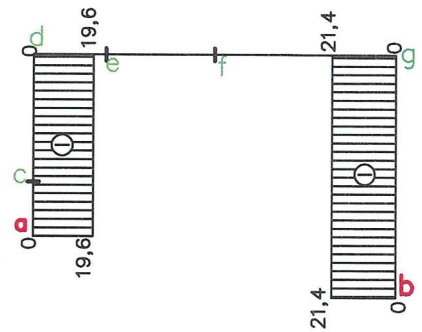
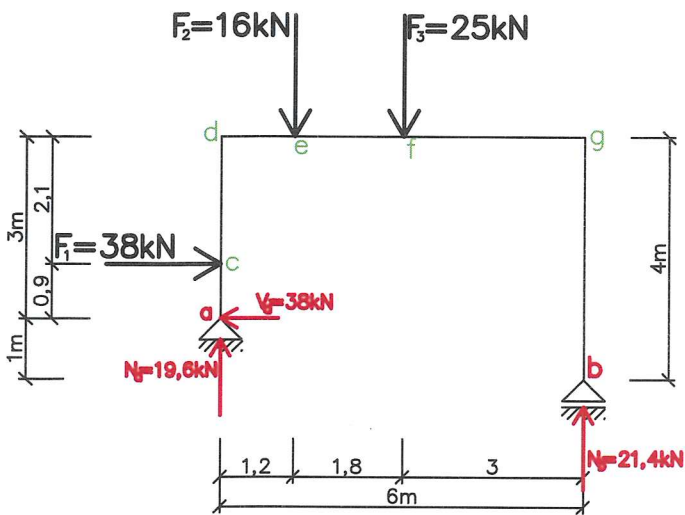
1.3 Lomené nosníky

1.3.1 Lomený nosník zatížený osamělými břemeny

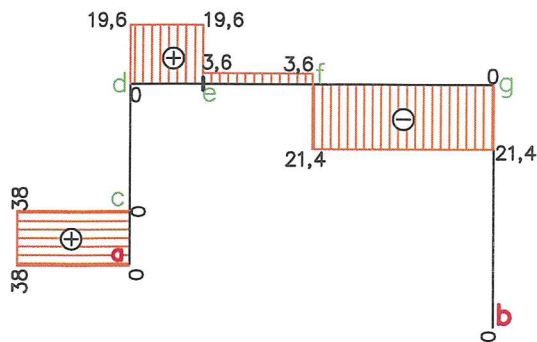
ZADÁNÍ



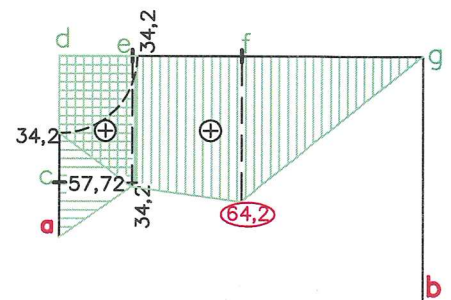
ŘEŠENÍ



N (kN)



V (kN)



M (kNm)

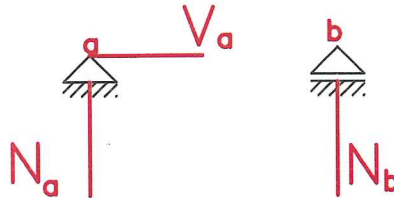
POSTUP K ŘEŠENÍ:

A/ VYŘEŠÍME REAKCE

1) Výpočet reakcí

a) označím podpory **a, b**

b) Podle typu podpory naznačíme předpokládané reakce. Protože jde o lomený nosník, je těžší určit, zda jde o normálovou nebo posouvající sílu. Budeme se držet toho, že normálová síla působí v podélné ose nosníku a posouvající síla působí kolmo na podélnou osu nosníku a tak budeme značit také reakce.



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

$$\sum_{i=1}^n M_{ai} = 0 \quad \begin{array}{c} + \\ \curvearrowright \\ - \\ \curvearrowleft \end{array}$$

$$F_1 \cdot 0,9 + F_2 \cdot 1,2 + F_3 \cdot 3 + N_b \cdot 6 = 0$$

$$38 \cdot 0,9 + 16 \cdot 1,2 + 25 \cdot 3 + N_b \cdot 6 = 0$$

$$N_b \cdot 6 = -128,4$$

$$N_b = \underline{\underline{-21,4 \text{ kN}}} \quad \curvearrowleft$$

d) Pomocí silové podmínky do osy **z** vypočítáme reakci **N_a**. I zde je na pováženu, která je vlastně osa **z**, protože podélná osa se lomí po délce nosníku. Domluvme se tedy, že osa **z** bude vždy svislá.

$$\sum_{i=1}^n F_{zi} = 0 \quad \begin{array}{c} \uparrow + \\ \downarrow - \end{array}$$

$$N_a - F_2 - F_3 + N_b = 0$$

$$N_a - 16 - 25 + 21,4 = 0$$

$$N_a = \underline{\underline{19,6 \text{ kN}}} \uparrow$$

e) Pomocí silové podmínky do osy **x** vypočítáme reakci **V_a**. Domluvme se, že osa **x** bude vodorovná osa.

$$\sum_{i=1}^n F_{xi} = 0 \quad \begin{array}{c} \leftarrow - \\ \rightarrow + \end{array}$$

$$F_1 + V_a = 0$$

$$38 + V_a = 0$$

$$V_a = \underline{\underline{-38 \text{ kN}}} \leftarrow$$

f) Pomocí momentové podmínky např. k bodu e si můžeme zkontrolovat, že máme reakce vypočítané správně.


$$\sum_{i=1}^n M_{ei} = 0 \quad \begin{array}{c} + \\ \curvearrowright \end{array} \quad \begin{array}{c} - \\ \curvearrowleft \end{array}$$

$$N_a \cdot 1,2 + V_a \cdot 3 - F_1 \cdot 2,1 + F_3 \cdot 1,8 - N_b \cdot 4,8 = 0$$

$$19,6 \cdot 1,2 + 38 \cdot 3 - 38 \cdot 2,1 + 25 \cdot 1,8 - 21,4 \cdot 4,8 = 0$$

$$0 = 0 \quad \checkmark$$

B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

- 1) Průběh normálových sil na nosníku (znaménková konvence )

Mezi jednotlivými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této normálové síly. Opět jediné, na co je třeba si u lomeného nosníku dávat pozor je fakt, že se podélná osa nosníku mění po jeho délce a tím se mění vnímání normálových sil.

LEVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě a: $N_a^L = -N_a = -19,6 \text{ kN}$

v bodě c: $N_c^L = N_a^L = -19,6 \text{ kN}$

v bodě d: $N_d^L = N_c^L = -19,6 \text{ kN}$

Lze ověřit zprava $N_d^P = N_b - F_3 - F_2 = 21,4 - 25 - 16 = -19,6 \text{ kN}$

VODOROVNÉ RAMENO:

v bodě d: $N_d^L = V_a - F_1 = 38 - 38 = 0$

v bodě e: $N_e^L = N_d^L = 0$

v bodě f: $N_f^L = N_e^L = 0$

v bodě g: $N_g^L = N_f^L = 0$

PRAVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě g: $N_g^P = N_b^P = -21,4 \text{ kN}$

v bodě b: $N_b^P = -N_b = -21,4 \text{ kN}$

- 2) Průběh posouvajících sil na nosníku (znaménková konvence )

Mezi dvěma osamělými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této posouvající síly. Podélná osa nosníku se mění po délce a tím se mění vnímání posouvajících sil.

LEVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě a: $V_a^L = V_a = 38 \text{ kN}$

v bodě c: $V_c^L = V_a^L - F_1 = 38 - 38 = 0$

v bodě d: $V_d^L = V_c^L = 0$


VODOROVNÉ RAMENO:

v bodě d: $V_d^L = N_a = 19,6 \text{ kN}$

v bodě e: $V_e^L = V_d^L - F_2 = 19,6 - 16 = \underline{3,6 \text{ kN}}$
v bodě f: $V_f^L = V_e^L - F_3 = 3,6 - 25 = \underline{-21,4 \text{ kN}}$
v bodě g: $V_g^P = -N_b = \underline{-21,4 \text{ kN}}$

PRAVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě b: $V_b^P = \underline{0}$
v bodě g: $V_g^P = V_b^P = \underline{0}$

- 3) Průběh ohybových momentů na nosníku (znaménková konvence )
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: $M_c^L = V_a \cdot 0,9 = 38 \cdot 0,9 = \underline{34,2 \text{ kNm}}$
v bodě d: $M_d^L = V_a \cdot 3 - F_1 \cdot 2,1 = 38 \cdot 3 - 38 \cdot 2,1 = \underline{34,2 \text{ kNm}}$
v bodě e: $M_e^P = N_b \cdot 4,8 - F_3 \cdot 1,8 = 21,4 \cdot 4,8 - 25 \cdot 1,8 = \underline{57,72 \text{ kNm}}$
v bodě f: $M_f^P = N_b \cdot 3 = 21,4 \cdot 3 = \underline{64,2 \text{ kNm}}$
v bodě g: $M_g^P = \underline{0}$
v bodě b: $M_b^P = \underline{0}$

Poznámka: NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě **f**, kde je maximální ohybový moment o velikosti 64,2 kNm.