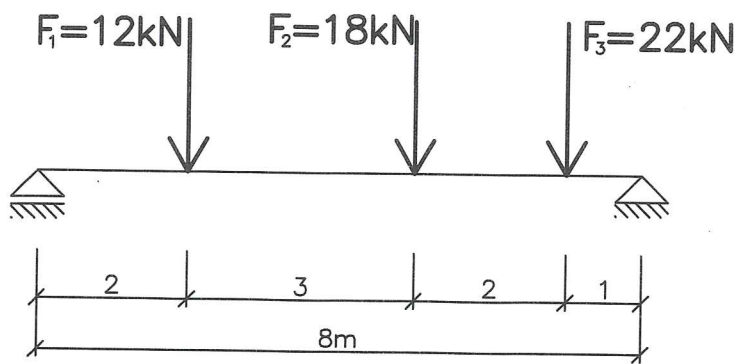
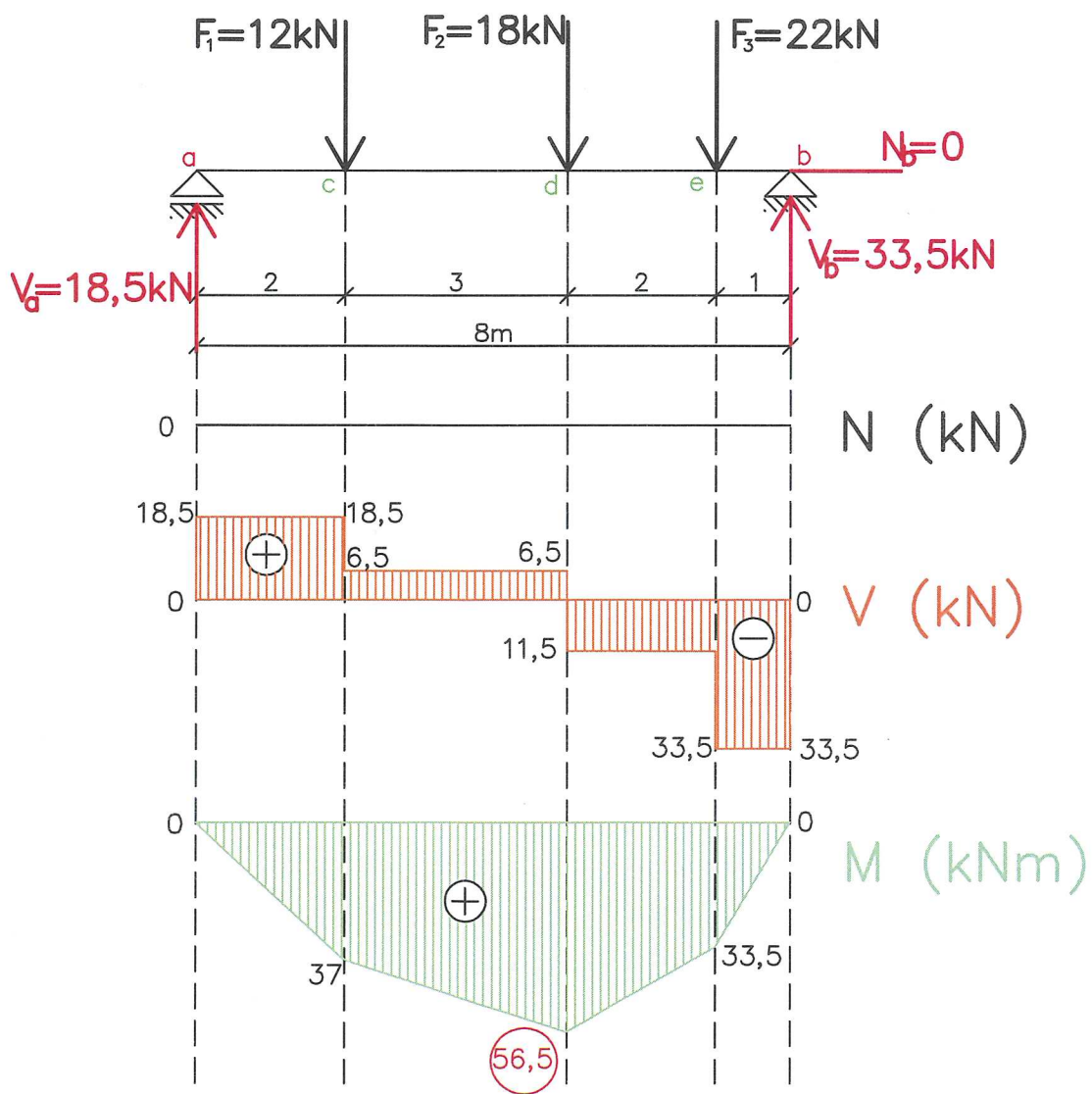


1.1.2. Prostý nosník zatížený svislými osamělými břemeny

ZADÁNÍ:



ŘEŠENÍ:



## POSTUP K ŘEŠENÍ:

### A/ VYŘEŠÍME REAKCE:

- 1) Označíme podpory **a**, **b**
- 2) Naznačíme předpokládané reakce podle typu podpory:



- 3) Vypočítáme reakce

- a) Momentovou podmínkou k bodu **a** vypočítáme reakci **V<sub>b</sub>**

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

$$F_1 \cdot 2 + F_2 \cdot 5 + F_3 \cdot 7 + V_b \cdot 8 = 0$$

$$12 \cdot 2 + 18 \cdot 5 + 22 \cdot 7 + V_b \cdot 8 = 0$$

$$268 + V_b \cdot 8 = 0$$

$$V_b \cdot 8 = -268$$

$$V_b = \underline{-33,5 \text{ kN}} \quad \curvearrowleft$$

- b) Momentovou podmínkou k bodu **b** vypočítáme reakci **V<sub>a</sub>**

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

$$-F_1 \cdot 6 + F_2 \cdot 3 + F_3 \cdot 1 + V_a \cdot 8 = 0$$

$$12 \cdot 6 + 18 \cdot 3 + 22 \cdot 1 + V_a \cdot 8 = 0$$

$$-148 + V_a \cdot 8 = 0$$

$$V_a = \underline{18,5 \text{ kN}} \quad \curvearrowright$$

- c) Správnost výpočtu lze lehce zkontrolovat pomocí silové podmínky do osy **z**.

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

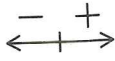
$$V_a - F_1 - F_2 - F_3 + V_b = 0$$

$$18,5 - 12 - 18 - 22 + 33,5 = 0$$

$$\underline{0 = 0} \quad \checkmark$$


- d) Hodnota reakce **N<sub>b</sub>** je zřejmá již na první pohled. Na nosníku se nenachází žádná vodorovná ani šikmá síla:  $N_b = \underline{0}$

(Lze samozřejmě také vypočítat ze silové podmínky rovnováhy do osy x.)


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


$$N_b = \underline{0}$$

## B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

- 1) Výpočet průběhu normálových sil (znaménková konvence )

Na nosníku se nenacházejí žádné normálové síly, proto mají normálové síly nulovou hodnotu po celé délce nosníku.

- 2) Výpočet průběhu posouvajících sil (znaménková konvence )

Budeme postupovat po nosníku zleva

**v bodě a** - Zleva nepůsobí žádná síla, takže začínáme v 0 a to přímo v bodě **a**.

- Působí pouze reakce  $V_a$  a to směrem nahoru  $\uparrow$  je kladná,  $V_a^L = \underline{18,5 \text{ kN}}$

**v bodě c** - Zleva působí směrem nahoru reakce  $V_a \uparrow$  je kladná a síla  $F_1$  směrem dolů  $\downarrow$ , je záporná:

$$V_c^L = V_a^L - F_1 = 18,5 - 12 = \underline{6,5 \text{ kN}}$$

Mezi body **a** a **c** bude konstantní průběh posouvajících sil, protože jde o úsek mezi dvěma osamělými břemeny. Až v bodě **c** dojde ke změně průběhu posouvajících sil skokem o hodnotu síly  $F_1 = -12 \text{ kN}$ .

**v bodě d** - Zleva působí směrem nahoru reakce  $V_a \uparrow (+)$ , síla  $F_1$  směrem dolů  $\downarrow (-)$  a síla  $F_2$  také směrem dolů  $\downarrow (-)$ :

$$V_d^L = V_a - F_1 - F_2 = 18,5 - 12 - 18 = \underline{-11,5 \text{ kN}}$$

nebo jednodušeji:  $V_d^L = V_c^L - F_2 = 6,5 - 18 = \underline{-11,5 \text{ kN}}$

Pro průběh posouvajících sil mezi body **c** a **d** platí obdobná pravidla jako pro průběh mezi body **a** a **c**, tzn. že mezi těmito dvěma body je konstantní průběh, protože se jedná o úsek mezi dvěma osamělými břemeny a v bodě **d** se mění skokem a to o hodnotu síly  $F_2 = -18 \text{ kN}$ .

**v bodě e**: Zleva působí směrem nahoru reakce  $V_a \uparrow (+)$ , směrem dolů  $\downarrow$  síla  $F_1 (-)$ , síla  $F_2 (-)$  a síla  $F_3 (-)$ :

$$V_e^L = V_a - F_1 - F_2 - F_3 = 18,5 - 12 - 18 - 22 = \underline{-33,5 \text{ kN}}$$

nebo jednodušeji:  $V_e^L = V_d^L - F_3 = -11,5 - 22 = \underline{-33,5 \text{ kN}}$

Také pro průběh posouvajících sil mezi body **d** a **e** platí stejná pravidla jako pro průběh mezi body **a** a **c** nebo body **c** a **d**, tzn. že mezi těmito dvěma body je konstantní průběh, protože se jedná o úsek mezi dvěma osamělými břemeny a v bodě **e** se mění skokem a to o hodnotu síly  $F_3 = -22 \text{ kN}$ .

**v bodě b**: Je zřejmé, že výhodnější by bylo v tomto místě postupovat zprava, ale pro procvičení zachovejte postup zleva.


Zleva působí směrem nahoru  $\uparrow$  reakce  $V_a (+)$ , směrem dolů  $\downarrow$  síly  $F_1 (-)$ ,  $F_2 (-)$  i  $F_3 (-)$  a směrem nahoru  $\uparrow$  reakce  $V_b (+)$ :

$$V_b^L = V_a - F_1 - F_2 - F_3 + V_b = 18,5 - 12 - 18 - 22 + 33,5 = \underline{0}$$

nebo jednodušeji:  $V_b^L = V_e^L + V_b = -33,5 + 33,5 = \underline{0}$

Mezi body **e** a **b** je opět konstantní průběh, protože jde o úsek mezi dvěma osamělými břemeny. Přímo v bodě **b** působí skokem reakce  $V_b = 33,5 \text{ kN}$ , čímž se vracíme na 0, tj. na základní čáru.

**Poznámka:** V bodě **d** mění průběh posouvajících sil své znaménko, a protože jde o jediné místo na nosníku, je evidentní, že půjde o místo s maximální hodnotou ohybového momentu, tzn. o tzv. **NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ**.

3) Výpočet průběhu ohybových momentů (znaménková konvence )

Ať již budeme postupovat zleva nebo zprava, vždy musíme logicky získat stejnou hodnotu ohybového momentu. Budeme tedy počítat vždy z té strany, ze které to bude výhodnější. Pokud půjdeme po nosníku zleva, označíme moment horním indexem  $^L(M^L)$ , pokud půjdeme zprava, označíme moment horním indexem  $^P(M^P)$ .

k bodu **a** : Zleva nepůsobí žádná síla, navíc jde o konec prostého nosníku:  $M_a^L = 0$

k bodu **c** : Zleva působí reakce  $V_a$  na rameni 2m :  $M_c^L = V_a \cdot 2 = 18,5 \cdot 2 = \underline{37 \text{ kNm}}$

k bodu **d** : Zleva působí reakce  $V_a$  na rameni 5m a síla  $F_1$  na rameni 3m.

$$M_d^L = V_a \cdot 5 - F_1 \cdot 3 = 18,5 \cdot 5 - 12 \cdot 3 = \underline{56,5 \text{ kNm}}$$

k bodu **e** : Zprava působí reakce  $V_b$  na rameni 1m :  $M_e^P = V_b \cdot 1 = 33,5 \cdot 1 = \underline{33,5 \text{ kNm}}$

k bodu **b** : Zprava nepůsobí žádné síly a navíc jde o konec prostého nosníku:  $M_b^P = 0$

Průběh mezi jednotlivými body bude vždy lineární ( křivka 1. stupně), protože se jedná pouze o úseky mezi osamělými břemeny. V každém místě, kde působí osamělé břemeno, dojde v průběhu ohybových momentů ke zlomu.

**Poznámka:** **NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ**, tzn. hodnota ohybového momentu, na který navrhujeme a posuzujeme nosník, je skutečně v bodě **d**, protože právě zde působí maximální ohybový moment 56,5 kNm.