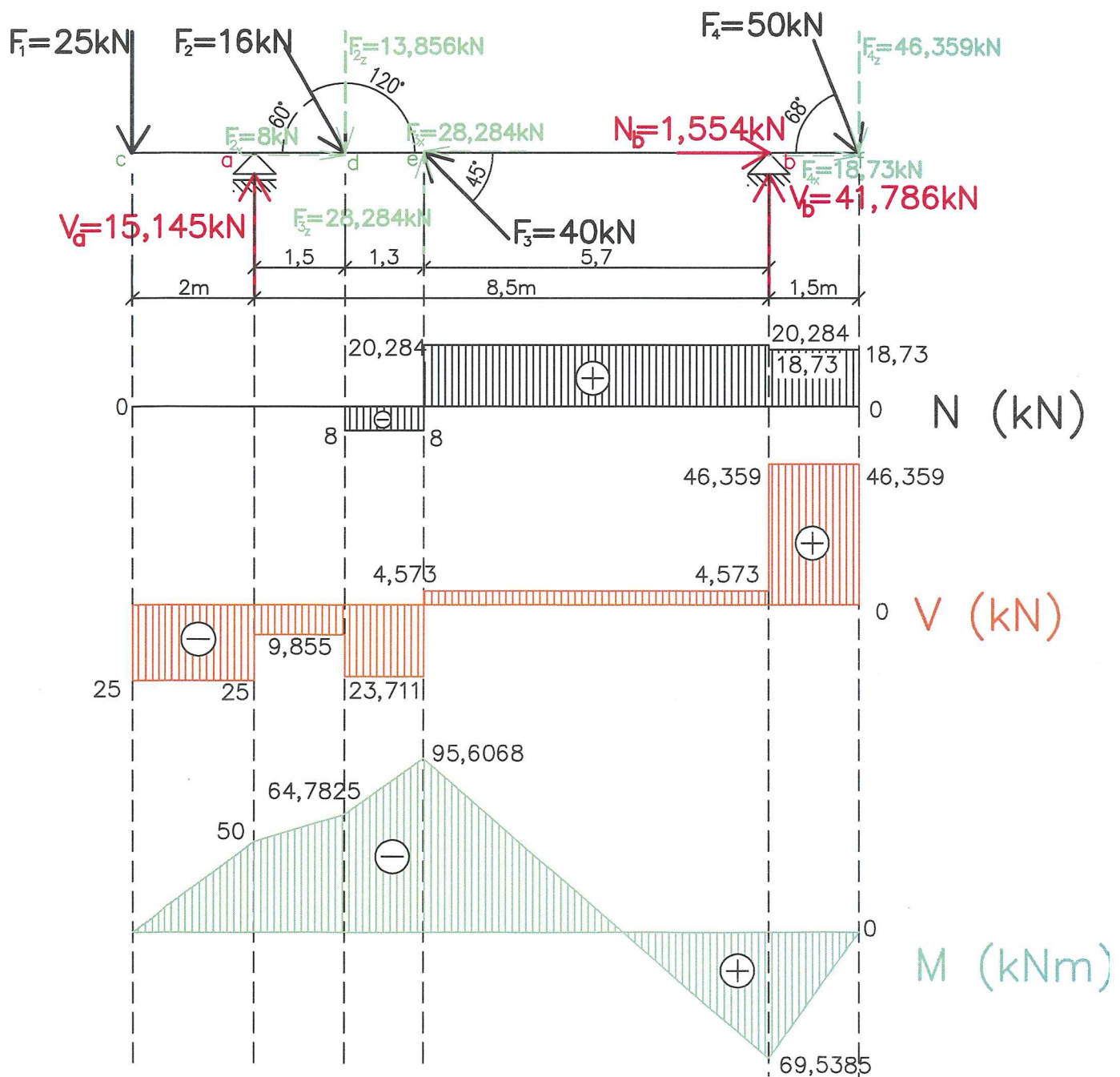
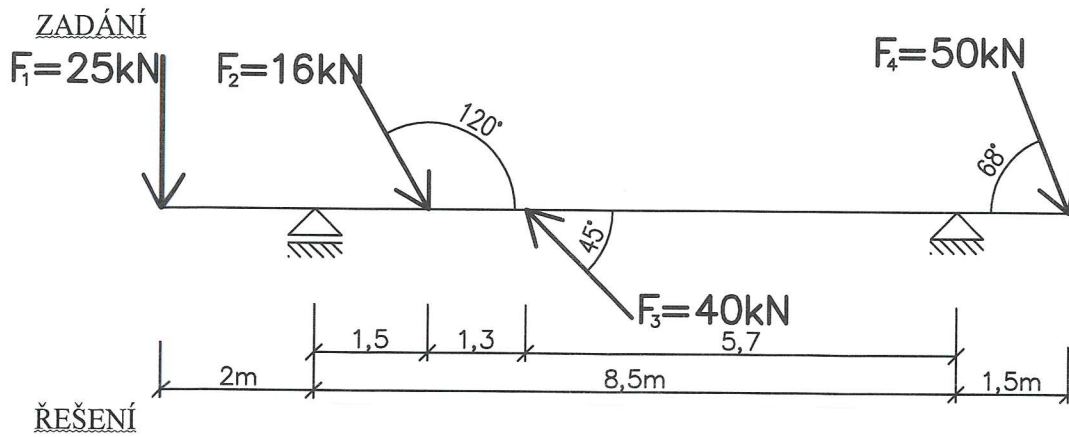


1.1.6 Prostý nosník s převislými konci zatížený osamělými břemeny



## POSTUP K ŘEŠENÍ:

### A/ VYŘEŠÍME REAKCE

#### 1) Rozložení šikmých sil

$$F_2 \begin{cases} F_{2x} = F_2 \cdot \cos 60^\circ = 16 \cdot \cos 60^\circ = \underline{8 \text{ kN}} \\ F_{2z} = F_2 \cdot \sin 60^\circ = 16 \cdot \sin 60^\circ = \underline{13,856 \text{ kN}} \end{cases}$$

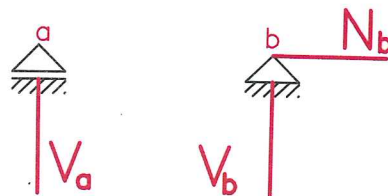
$$F_3 \begin{cases} F_{3x} = F_3 \cdot \cos 45^\circ = 40 \cdot \cos 45^\circ = \underline{28,284 \text{ kN}} \\ F_{3z} = F_3 \cdot \sin 45^\circ = 40 \cdot \sin 45^\circ = \underline{28,284 \text{ kN}} \end{cases}$$

$$F_4 \begin{cases} F_{4x} = F_4 \cdot \cos 68^\circ = 50 \cdot \cos 68^\circ = \underline{18,730 \text{ kN}} \\ F_{4z} = F_4 \cdot \sin 68^\circ = 50 \cdot \sin 68^\circ = \underline{46,359 \text{ kN}} \end{cases}$$

#### 2) Výpočet reakcí

a) Označíme podpory **a** a **b**

b) Podle typu podpory naznačíme předpokládané reakce:



c) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **b** vypočítáme reakci **Va**:

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

$$-F_1 \cdot 10,5 + V_a \cdot 8,5 - F_{2z} \cdot 7 + F_{3z} \cdot 5,7 + F_{4z} \cdot 1,5 = 0$$

$$-25 \cdot 10,5 + V_a \cdot 8,5 - 13,856 \cdot 7 + 28,284 \cdot 5,7 + 46,359 \cdot 1,5 = 0$$

$$V_a \cdot 8,5 = 128,7347$$

$$V_a = \underline{15,145 \text{ kN}} \quad \curvearrowright$$

d) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **a** vypočítáme reakci **Vb**:

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

$$-F_1 \cdot 2 + F_{2z} \cdot 1,5 + F_{3z} \cdot 2,8 + V_b \cdot 8,5 + F_{4z} \cdot 10 = 0$$

$$-25 \cdot 2 + 13,856 \cdot 1,5 - 28,284 \cdot 2,8 + V_b \cdot 8,5 + 46,359 \cdot 10 = 0$$

$$V_b \cdot 8,5 = -355,1788$$

$$V_b = \underline{-41,786 \text{ kN}} \quad \curvearrowleft$$

- e) Pomocí silové podmínky rovnováhy osy z zkontrolujeme, že máme reakce  $V_a$  a  $V_b$  vypočítáme správně :

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

$$-F_1 + V_a - F_{2z} + F_{3z} + V_b - F_{4z} = 0$$

$$-25 + 15,145 - 13,856 + 28,284 + 41,786 - 46,359 = 0$$

$$0 = 0 \quad \checkmark$$

- f) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy x vypočítáme reakci  $N_b$  :

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

$$F_{2x} - F_{3x} + N_b + F_{4x} = 0$$

$$8 - 28,284 + N_b + 18,73 = 0$$

$$N_b = \underline{\underline{1,554 \text{ kN}}} \rightarrow$$

## B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

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

Mezi jednotlivými působišti normálových sil je vždy konstantní průběh, který se mění vždy skokem v působišti nové síly a to právě o hodnotu této normálové síly.

v bodě c:  $N_c^L = 0$

v bodě a:  $N_a^L = 0$

v bodě d:  $N_d^L = -F_{2x} = -8 \text{ kN}$

v bodě e:  $N_e^L = N_d^L + F_{3x} = -8 + 28,284 = 20,284 \text{ kN}$

v bodě b:  $N_b^L = N_e^L - N_b = 20,284 - 1,554 = 18,73 \text{ kN}$

v bodě f:  $N_f^L = N_b^L - F_{4x} = 18,73 - 18,73 = 0 \text{ kN}$



- 2) Průběh posouvajících sil (znaménková konvence  $\uparrow \oplus$  )

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 c:  $V_c^L = -F_1 = -25 \text{ kN}$

v bodě a:  $V_a^L = V_c^L + V_a = -25 + 15,145 = -9,855 \text{ kN}$

v bodě d:  $V_d^L = V_a^L - F_{2z} = -9,855 - 13,856 = -23,711 \text{ kN}$

v bodě e:  $V_e^L = V_d^L - F_{3z} = -23,711 + 28,284 = 4,573 \text{ kN}$  (místo nebezpečného průřezu)

v bodě b:  $V_b^L = V_e^L + V_b = 4,573 + 41,786 = 46,359 \text{ kN}$

v bodě c:  $V_c^L = V_b^L - F_{4z} = 46,359 - 46,359 = 0 \text{ kN}$

- 3) Průběh ohybových momentů na nosníku (znaménková konvence  $\oplus$  )

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

v bodě c:  $M_c^L = 0$

Nejen, že zleva nepůsobí žádné síly, ale jde o konec prostého nosníku, kde je vždy  $M = 0$ .

v bodě a:  $M_a^L = -F_{1z} \cdot 2 = -25 \cdot 2 = \underline{-50 \text{ kNm}}$

v bodě d:  $M_d^L = -F_1 \cdot 3,5 + V_a \cdot 1,5 = -25 \cdot 3,5 + 15,145 \cdot 1,5 = \underline{-64,7825 \text{ kNm}}$

v bodě e:  $M_e^L = -F_1 \cdot 4,8 + V_a \cdot 2,8 - F_{2z} \cdot 1,3 = -25 \cdot 4,8 + 15,145 \cdot 2,8 - 13,856 \cdot 1,3$   
 $= \underline{-95,6068 \text{ kNm}}$

v bodě b:  $M_b^P = F_{4z} \cdot 1,5 = 46,359 \cdot 1,5 = \underline{69,5385 \text{ kNm}}$

v bodě f:  $M_f^P = 0$

Nejen, že zprava nepůsobí žádné síly, ale jde o konec prostého nosníku, kde je vždy  $M = 0$ .

**Poznámka:** NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě e, kde je maximální ohybový moment o velikosti -95,607 kNm.