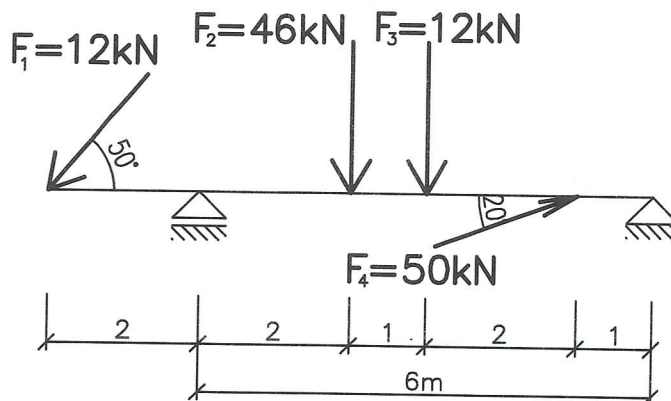
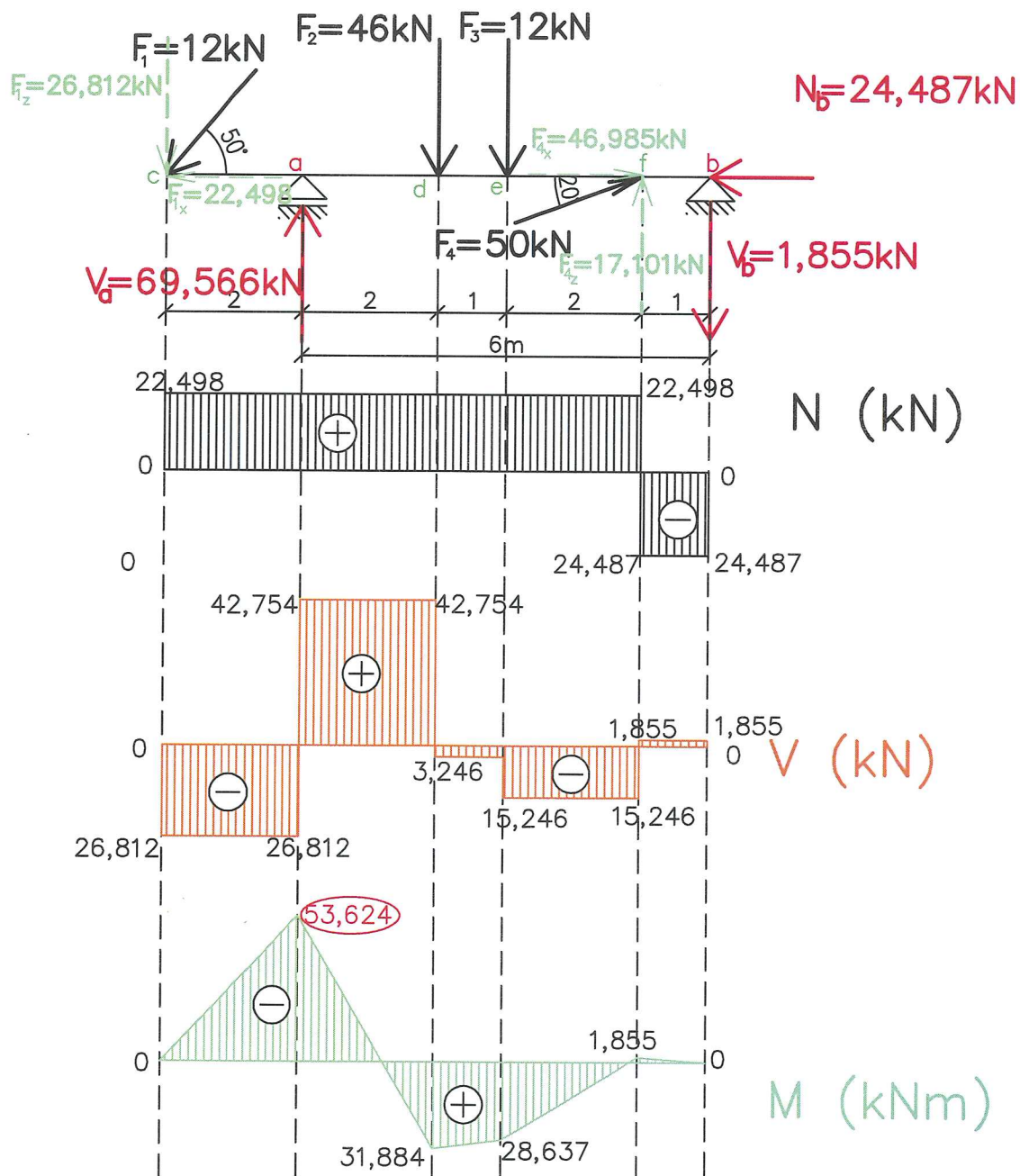


1.1.4 Prostý nosník s převislým koncem zatížený osamělými břemeny

ZADÁNÍ



ŘEŠENÍ



## POSTUP K ŘEŠENÍ:

### A/ VYŘEŠÍME REAKCE

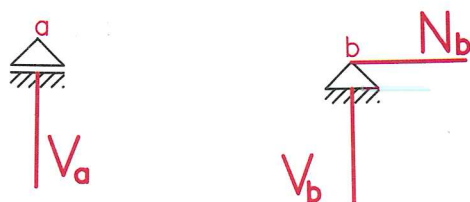
1) Rozložení šikmých sil

$$F_1 \begin{cases} F_{1x} = F_1 \cdot \cos 50^\circ = 35 \cdot \cos 50^\circ = \underline{22,498 \text{ kN}} \\ F_{1z} = F_1 \cdot \sin 50^\circ = 35 \cdot \sin 50^\circ = \underline{26,812 \text{ kN}} \end{cases}$$

$$F_4 \begin{cases} F_{4x} = F_4 \cdot \cos 20^\circ = 50 \cdot \cos 20^\circ = \underline{46,985 \text{ kN}} \\ F_{4z} = F_4 \cdot \sin 20^\circ = 50 \cdot \sin 20^\circ = \underline{17,101 \text{ kN}} \end{cases}$$

2) Označím podpory **a**, **b**

3) Podle typu podpory naznačím předpokládané reakce:



4) Vypočítáme reakce

a) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **b** vypočítáme reakci **V<sub>a</sub>**:

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

$$-F_{1z} \cdot 8 + 6 \cdot V_a - F_2 \cdot 4 - F_3 \cdot 3 + F_{4z} \cdot 1 = 0$$

$$-26,812 \cdot 8 + V_a \cdot 6 - 46 \cdot 4 - 12 \cdot 3 + 17,101 \cdot 1 = 0$$

$$V_a \cdot 6 = 417,395$$

$$V_a = \underline{69,566 \text{ kN}} \quad \curvearrowright$$

b) Pomocí momentové podmínky k bodu **a** vypočítáme reakci **V<sub>b</sub>**:


$$\sum_{i=1}^n M_{ai} = 0 \quad \begin{matrix} + \\ \curvearrowright \end{matrix} \quad \begin{matrix} - \\ \curvearrowleft \end{matrix}$$
$$-F_{1z} \cdot 2 + F_2 \cdot 2 + F_3 \cdot 3 - F_{4z} \cdot 5 + V_b \cdot 6 = 0$$

$$-26,812 \cdot 2 + 46 \cdot 2 + 12 \cdot 3 - 17,101 \cdot 5 + V_b \cdot 6 = 0$$

$$V_b \cdot 6 = 11,129$$

$$\underline{V_b = 1,855 \text{ kN}} \quad \curvearrowright$$

c) Pomocí silové podmínky osy z zkontrolujeme, že máme reakce  $V_a$  a  $V_b$  vypočítány správně :

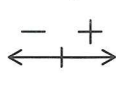
$$\sum_{i=1}^n F_{zi} = 0$$


$$-F_{1z} + V_a - F_2 - F_3 + F_{4z} - V_b = 0$$

$$-26,812 + 69,566 - 46 - 12 + 17,101 - 1,855 = 0$$

$$0 = 0 \quad \checkmark$$

d) Pomocí silové podmínky do osy x vypočítáme reakci  $N_b$  :

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


$$-F_{1x} + F_{4x} + N_b = 0$$

$$-22,498 + 46,985 + N_b = 0$$

$$N_b = \underline{\underline{-24,487 \text{ kN} \leftarrow}}$$

## 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:  $N_c^L = F_{1x} = \underline{22,498 \text{ kN}}$

Od základní čáry ( od 0) vyneseme nahoru 22,498 kN.

Další normálová síla má působišť až v bodě f, tzn. že průběh z bodu c do bodu f je konstantní.

v bodě f:  $N_f^L = N_c^L - F_{4x} = 22,498 - 46,985 = \underline{-24,487 \text{ kN}}$

Od hodnoty 22,498 kN nanese sílu  $-46,985 \text{ kN}$ , což je  $-24,487 \text{ kN}$  od základní čáry. Tato hodnota je konstantní až do bodu b, kde je působišť další normálové síly.

v bodě b:  $N_b^L = N_f^L + N_b = -24,487 + 24,487 = \underline{0}$

Vracíme se na základní čáru.



2) Průběh posouvajících sil na nosníku ( 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:  $V_c^L = -F_{1z} = \underline{-26,812 \text{ kN}}$

Od základní čáry ( od 0) vyneseme dolů 26,812 kN.

v bodě a:  $V_a^L = V_c^L + V_a = -26,812 + 69,566 = \underline{42,754 \text{ kN}}$


v bodě d:  $V_d^L = V_a^L - F_2 = 42,754 - 46 = -3,246 \text{ kN}$

v bodě e:  $V_e^L = V_d^L - F_3 = -3,246 - 12 = -15,246 \text{ kN}$

v bodě f:  $V_f^L = V_e^L - F_{4z} = -15,246 + 17,101 = 1,855 \text{ kN}$

v bodě b:  $V_b^L = V_f^L - V_b = 1,855 - 1,855 = 0$  Vracíme se k základní čáře.

**Poznámka:** V tomto případě jsou 2 místa, kde můžeme předpokládat NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ a to bod a a bod f.

- 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 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:  $M_a^L = -F_{1z} \cdot 2 = -26,812 \cdot 2 = -53,624 \text{ kNm}$

v bodě d:  $M_d^L = -F_{1z} \cdot 4 + V_a \cdot 2 = -26,812 \cdot 4 + 69,566 \cdot 2 = 31,884 \text{ kNm}$

v bodě e:  $M_e^P = -V_b \cdot 3 + F_{4z} \cdot 2 = -1,855 \cdot 3 + 17,101 \cdot 2 = 28,637 \text{ kNm}$

v bodě f:  $M_f^P = -V_b \cdot 1 = -1,855 \cdot 1 = -1,855 \text{ kNm}$

v bodě b:  $M_b^P = 0$

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

**Poznámka:** NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě a, kde je maximální ohybový moment o velikosti  $-53,624 \text{ kNm}$ .