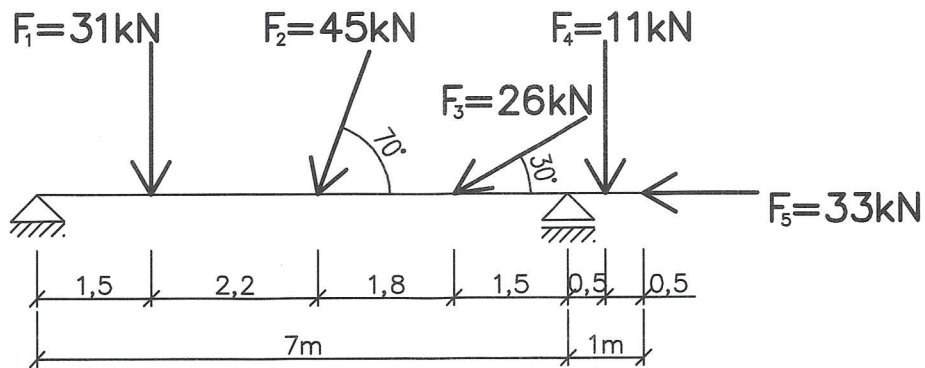
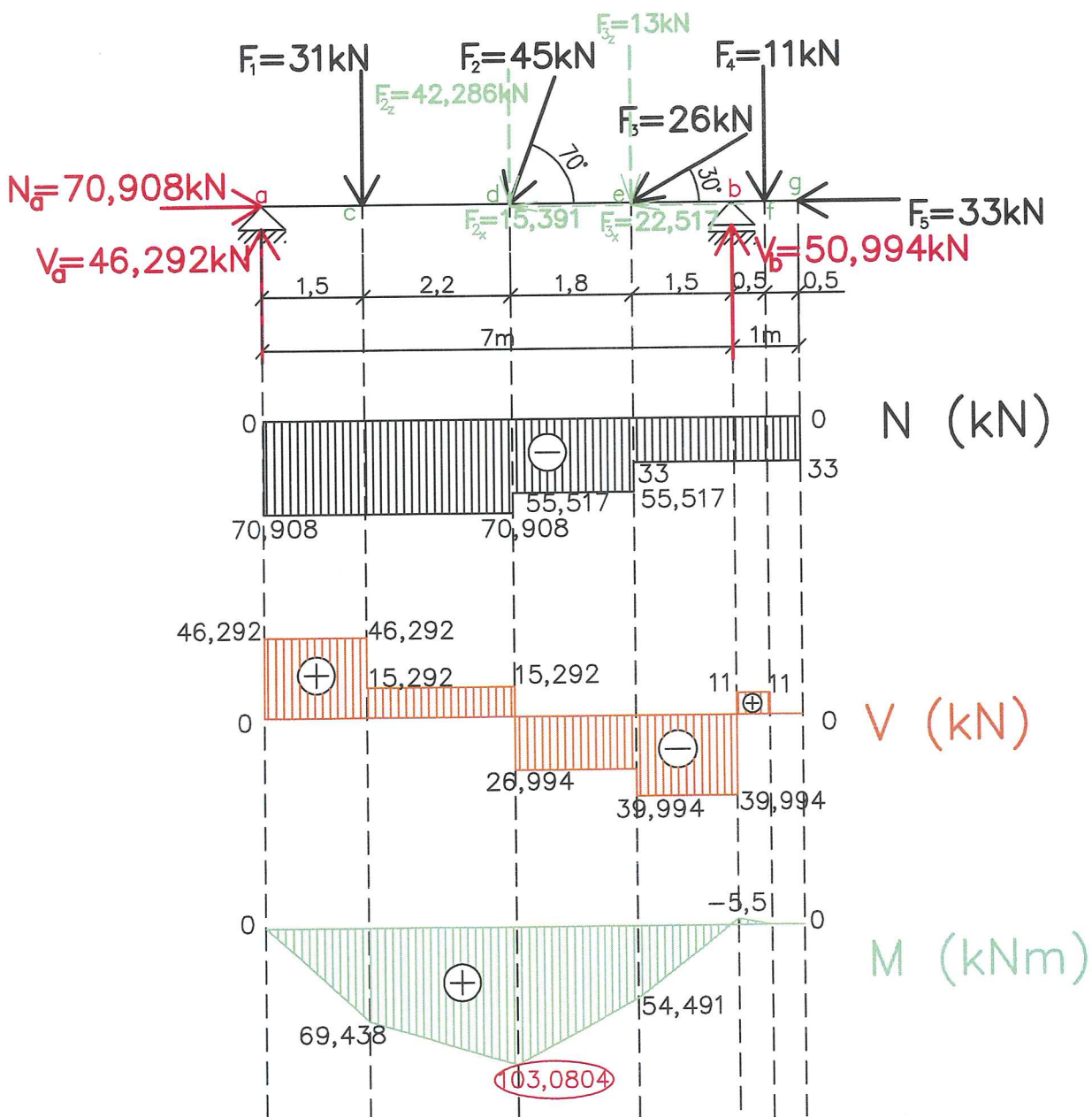


1.1.5 Prostý nosník s převislým koncem zatížený osamělými břemeny

ZADÁNÍ



ŘEŠENÍ



POSTUP K ŘEŠENÍ:

A/ VYŘEŠÍME REAKCE

1) Rozložení šikmých sil

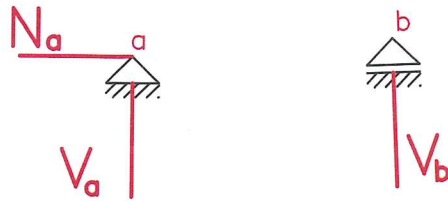
$$F_2 \begin{cases} F_{2x} = F_2 \cdot \cos 70^\circ = 45 \cdot \cos 70^\circ = \underline{15,391 \text{ kN}} \\ F_{2z} = F_2 \cdot \sin 70^\circ = 45 \cdot \sin 70^\circ = \underline{42,286 \text{ kN}} \end{cases}$$

$$F_3 \begin{cases} F_{3x} = F_3 \cdot \cos 30^\circ = 26 \cdot \cos 30^\circ = \underline{22,517 \text{ kN}} \\ F_{3z} = F_3 \cdot \sin 30^\circ = 26 \cdot \sin 30^\circ = \underline{13 \text{ kN}} \end{cases}$$

2) Výpočet reakcí

a) Označím podpory **a**, **b**

b) Podle typu podpory naznačíme předpokládané reakce:



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

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

$$V_a \cdot 7 - F_1 \cdot 5,5 - F_{2z} \cdot 3,3 - F_{3z} \cdot 1,5 + F_4 \cdot 0,5 = 0$$

$$V_a \cdot 7 - 31 \cdot 5,5 - 42,286 \cdot 3,3 - 13 \cdot 1,5 + 11 \cdot 0,5 = 0$$

$$V_a \cdot 7 = 324,0438$$

$$V_a = \underline{46,292 \text{ kN}} \quad \curvearrowright$$

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

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

$$F_1 \cdot 1,5 + F_{2z} \cdot 3,7 + F_{3z} \cdot 5,5 + V_b \cdot 7 + F_4 \cdot 7,5 = 0$$

$$-31 \cdot 1,5 + 42,286 \cdot 3,7 + 13 \cdot 5,5 + V_b \cdot 7 + 11 \cdot 7,5 = 0$$

$$V_b \cdot 7 = -356,9582$$

$$V_b = \underline{-50,994 \text{ kN}} \quad \curvearrowleft$$

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

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

$$V_a - F_1 - F_{2z} - F_{3z} + V_b - F_4 = 0$$

$$46,292 - 31 - 42,286 - 13 + 50,994 - 11 = 0$$

$$0 = 0 \quad \checkmark$$

- f) Pomocí silové podmínky do osy x vypočítáme reakci N_a :

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

$$N_a - F_{2x} - F_{3x} - F_5 = 0$$

$$N_a - 15,391 - 22,517 - 33 = 0$$

$$N_a = \underline{70,908 \text{ kN}} \quad \rightarrow$$

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 a: $N_a^L = -N_a = \underline{-70,908 \text{ kN}}$

Od základní čáry (od 0) vyneseme dolů 70,908 kN.

Další normálová síla má působíště až v bodě d, tzn. že průběh z bodu a do bodu d je konstantní.

v bodě d: $N_d^L = N_a^L + F_{2x} = -70,908 + 15,391 = \underline{-55,517 \text{ kN}}$

Od hodnoty -70,908 kN naneseme sílu 15,391 kN, což je -55,517 kN od základní čáry. Tato hodnota je konstantní až do bodu e, kde je působíště další normálové síly.

v bodě e: $N_e^L = N_d^L + F_{3x} = -55,517 + 22,517 = \underline{-33 \text{ kN}}$

Od hodnoty -55,517 kN naneseme sílu 22,517 kN, což je -33 kN od základní čáry. Tato hodnota je konstantní až do bodu g, kde je působíště další normálové síly.

v bodě g: $N_g^L = N_e^L + F_5 = -33 + 33 = \underline{0}$

Vracíme se na základní čáru.



- 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 a: $V_a^L = V_a = \underline{46,292 \text{ kN}}$

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

v bodě c: $V_c^L = V_a^L - F_1 = 46,292 - 31 = \underline{15,292 \text{ kN}}$


v bodě d: $V_d^L = V_c^L - F_{2z} = 15,292 - 42,286 = -26,994 \text{ kN}$

v bodě e: $V_e^L = V_d^L - F_{3z} = -26,994 - 13 = \underline{-39,994 \text{ kN}}$

v bodě b: $V_b^L = V_e^L + V_b = -39,994 + 50,994 = \underline{11 \text{ kN}}$

v bodě f: $V_f^L = V_b^L - F_4 = 11 - 11 = \underline{0}$ Vracíme se k základní čáře.

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

- 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: $M_a^L = \underline{0}$

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

v bodě c: $M_c^L = V_a \cdot 1,5 = 46,292 \cdot 1,5 = \underline{69,438 \text{ kNm}}$

v bodě d: $M_d^L = V_a \cdot 3,7 - F_1 \cdot 2,2 = 46,292 \cdot 3,7 - 31 \cdot 2,2 = \underline{103,0804 \text{ kNm}}$

v bodě e: $M_e^P = -F_4 \cdot 2 + V_b \cdot 1,5 = -11 \cdot 2 + 50,994 \cdot 1,5 = \underline{54,491 \text{ kNm}}$

v bodě b: $M_b^P = -F_4 \cdot 0,5 = -11 \cdot 0,5 = \underline{-5,5 \text{ kNm}}$

v bodě f: $M_f^P = \underline{0}$

v bodě g: $M_g^P = 0$

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

Poznámka: NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě **d**, kde je maximální ohybový moment o velikosti 103,0804 kNm.