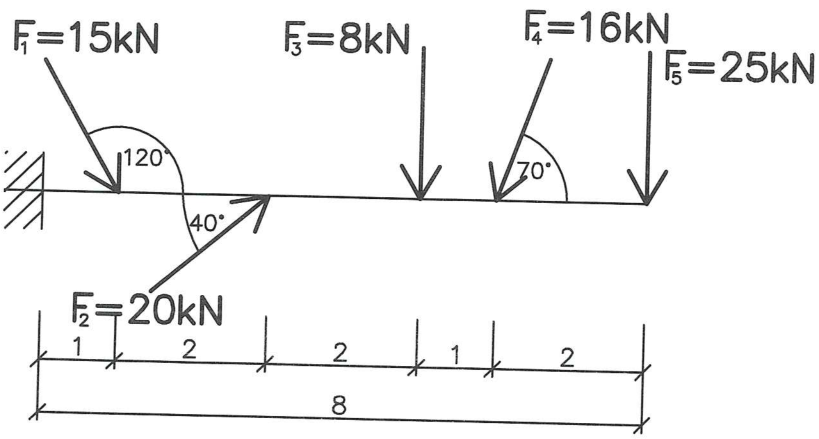
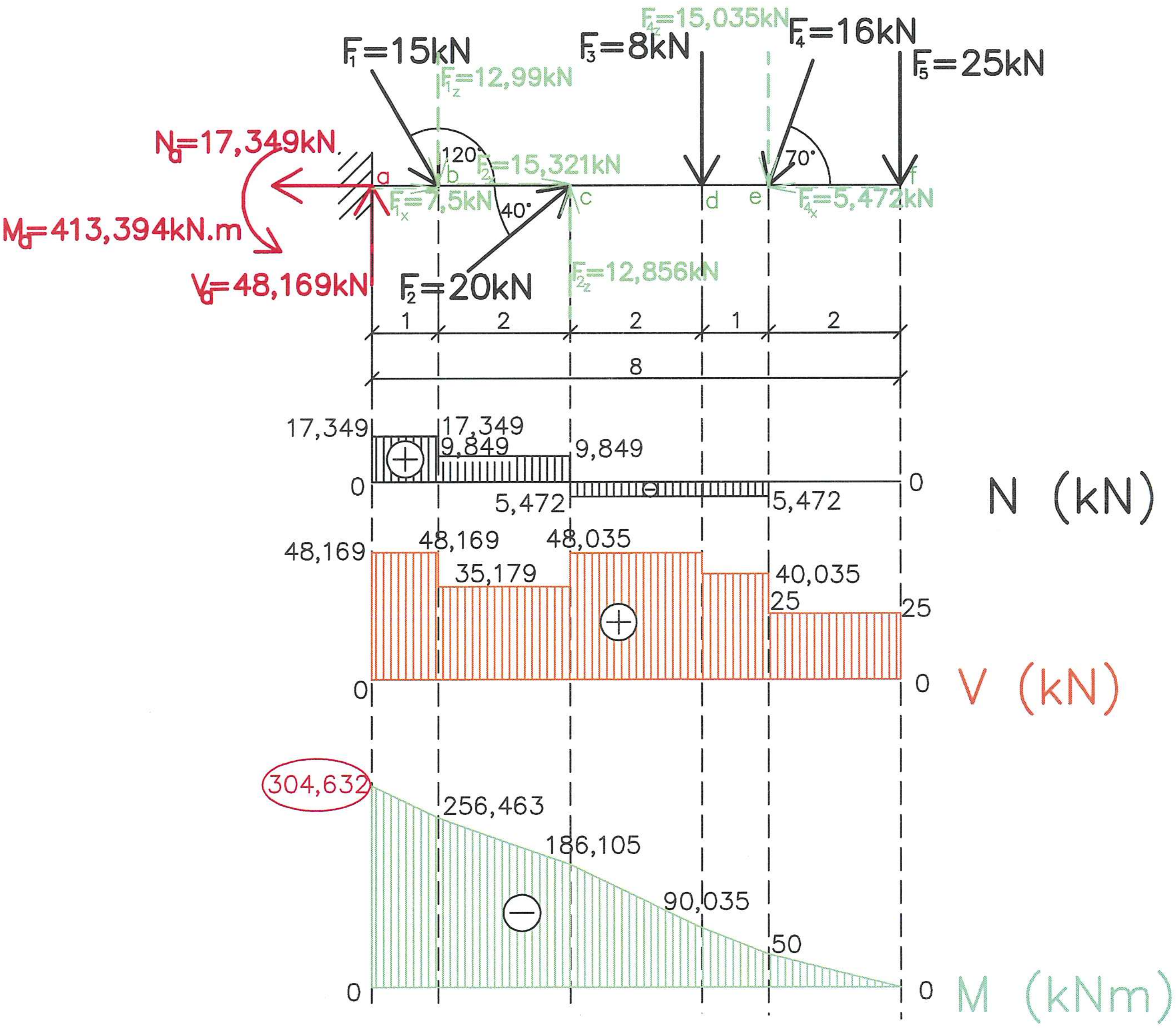
1.2.3 Konzola zatížená osamělými břemeny

ZADÁNÍ



ŘEŠENÍ



<u>POSTUP K ŘEŠENÍ:</u>

A/ VYŘEŠÍME REAKCE

1) <u>Rozložení šikmých sil</u>

F_1: $F_{1x} = F_1 \,.\, \cos 60° = 15 \,.\, \cos 60° = \underline{7{,}5 \text{ kN}}$

$F_{1z} = F_1 \,.\, \sin 60° = 15 \,.\, \sin 60° = \underline{12{,}99 \text{ kN}}$

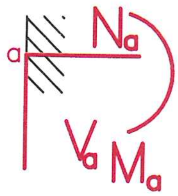
F_2: $F_{2x} = F_2 \,.\, \cos 40° = 20 \,.\, \cos 40° = \underline{15{,}321 \text{ kN}}$

$F_{2z} = F_4 \,.\, \sin 40° = 20 \,.\, \sin 40° = \underline{12{,}856 \text{ kN}}$

F_4: $F_{4x} = F_4 \,.\, \cos 70° = 16 \,.\, \cos 70° = \underline{5{,}472 \text{ kN}}$

$F_{4z} = F_4 \,.\, \sin 70° = 16 \,.\, \sin 70° = \underline{15{,}035 \text{ kN}}$

2) Označím podporu a
3) Podle typu podpory naznačím přepokládané reakce:



4) Vypočítáme reakce

a) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy **x** vypočítáme reakci N_a:

$$\sum_{i=1}^{n} F_{xi} = 0 \quad \overset{-\quad +}{\longleftrightarrow}$$

$$N_a + F_{1x} + F_{2x} - F_{4x} = 0$$

$$N_a + 7{,}5 + 15{,}321 - 5{,}472 = 0$$

$$N_a = \underline{\underline{-\,17{,}349 \text{ kN} \leftarrow}}$$

b) Pomocí silové podmínky do osy **<u>z</u>** vypočítáme reakci V_a :

$$\sum_{i=1}^{n} F_{zi} = 0 \quad \updownarrow \begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$$

$$V_a - F_{1z} + F_{2z} - F_3 - F_{4z} - F_5 = 0$$

$$V_a - 12{,}99 + 12{,}856 - 8 - 15{,}035 - 25 = 0$$

$$V_a = \underline{\underline{48{,}169 \text{ kN} \uparrow}}$$

c) Pomocí momentové podmínky k bodu f vypočítáme reakci M_a .

$$\sum_{i=1}^{n} M_{fi} = 0 \quad \overset{+}{\curvearrowright} \quad \overset{-}{\curvearrowleft}$$

$$M_a + V_a \,.\, 8 - F_{1z} \,.\, 7 + F_{2z} \,.\, 5 - F_3 \,.\, 3 - F_{4z} \,.\, 2 = 0$$

$M_a + 48{,}169 \cdot 8 - 12{,}99 \cdot 7 + 12{,}856 \cdot 5 - 8 \cdot 3 - 15{,}035 \cdot 2 = 0$

$M_a = \underline{-304{,}632\ \text{kNm}}$

d) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu a můžeme zjistit správnost vypočítané hodnoty reakce V_a :

$$\sum_{i=1}^{n} M_{ai} = 0 \qquad + \curvearrowright \qquad - \curvearrowleft$$

$$-M_a + F_{1z} \cdot 1 - F_{2z} \cdot 3 + F_3 \cdot 5 + F_{4z} \cdot 6 + F_5 \cdot 8 = 0$$

$$-304{,}632 + 12{,}99 \cdot 1 - 12{,}856 \cdot 3 + 8 \cdot 5 + 15{,}035 \cdot 6 + 25 \cdot 8 = 0$$

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

B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

1) Průběh normálových sil na nosníku(znaménková konvence $\leftarrow\boxplus\rightarrow$)
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 f: $N_f^P = \underline{0}$
v bodě e: $N_e^P = -F_{4x} = \underline{-5{,}472\ \text{kN}}$
v bodě d: $N_d^P = N_e^P = \underline{-5{,}472\ \text{kN}}$
v bodě c: $N_c^P = N_d^P + F_{2x} = -5{,}472 + 15{,}321 = \underline{9{,}849\ \text{kN}}$
v bodě b: $N_b^P = N_c^P + F_{1x} = 9{,}849 + 7{,}5 = \underline{17{,}349\ \text{kN}}$
v bodě a: $N_a^P = N_b^P - N_a = 17{,}349 - 17{,}349 = \underline{0}$ Vracíme se na základní čáru.

2) Průběh posouvajících sil na nosníku (znaménková konvence $\uparrow\boxplus\downarrow$)
Mezi dvěmi osamělými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této posouvající síly.
v bodě f: $V_f^P = F_5 = \underline{25\ \text{kN}}$
v bodě e: $V_e^P = V_f^P + F_{4z} = 25 + 15{,}035 = \underline{40{,}035\ \text{kN}}$
v bodě d: $V_d^P = V_e^P + F_3 = 40{,}035 + 8 = \underline{48{,}035\ \text{kN}}$
v bodě c: $V_c^P = V_d^P - F_{2z} = 48{,}035 - 12{,}856 = \underline{35{,}179\ \text{kN}}$
v bodě b: $V_b^P = V_c^P + F_{1z} = 35{,}179 + 12{,}99 = \underline{48{,}169\ \text{kN}}$
v bodě a: $V_a^P = V_b^P - V_a = 48{,}169 - 48{,}169 = \underline{0}$ Vracíme se na základní čáru.

3) Průběh ohybových momentů na nosníku (znaménková konvence $\boxplus$)
Mezi dvěmi osamělými břemeny je vždy lineární průběh (křivka 1.stupně) V působišti osamělého břemena se průběh lomí.
v bodě f: $M_f^P = \underline{0}$
v bodě e: $M_e^P = -F_5 \cdot 2 = -25 \cdot 2 = \underline{-50\ \text{kNm}}$
v bodě d: $M_d^P = -F_5 \cdot 3 - F_{4z} \cdot 1 = -25 \cdot 3 - 15{,}035 \cdot 1 = \underline{-90{,}035\ \text{kNm}}$
v bodě c: $M_c^P = -F_5 \cdot 5 - F_{4z} \cdot 3 - F_3 \cdot 2 = -25 \cdot 5 - 15{,}035 \cdot 3 - 8 \cdot 2 = \underline{-186{,}105\ \text{kNm}}$
v bodě b: $M_b^L = -M_a + V_a \cdot 1 = -304{,}632 + 48{,}169 \cdot 1 = \underline{-256{,}463\ \text{kNm}}$
v bodě a: $M_a^L = -M_a = \underline{-304{,}632\ \text{kNm}}$
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 -304,632 kNm.