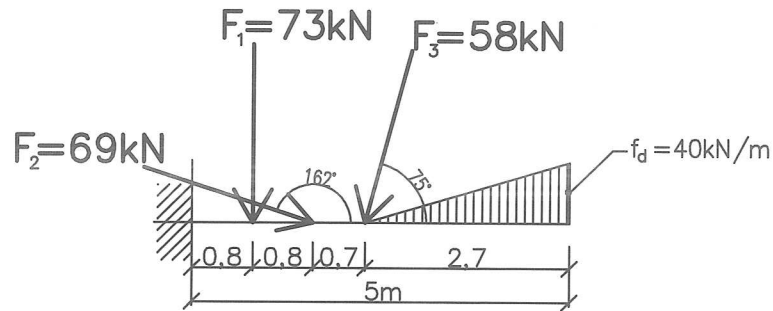
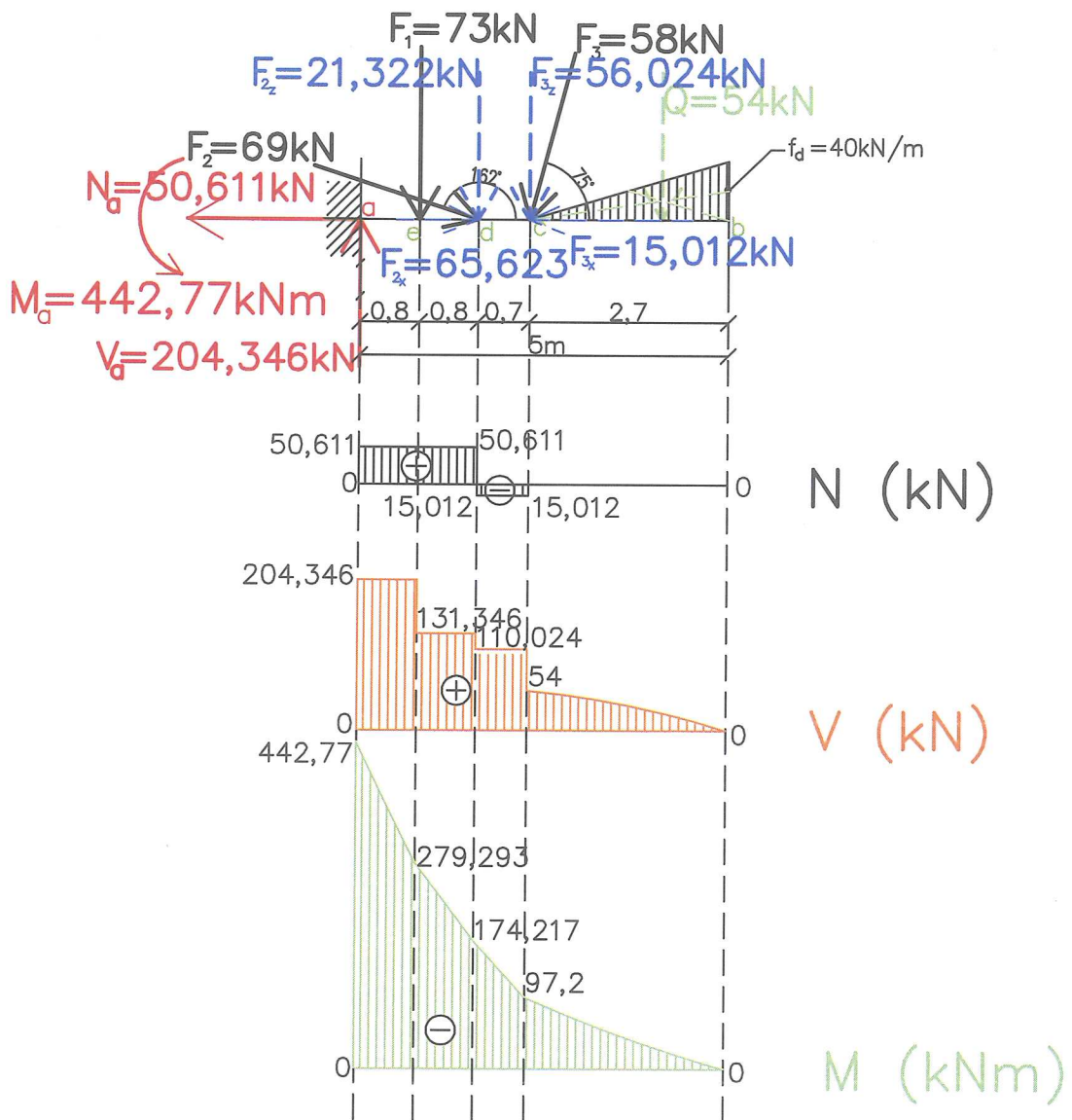


3.2.4 Konzola zatížená kombinovaným zatížením

ZADÁNÍ



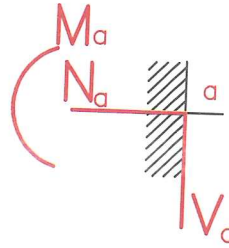
ŘEŠENÍ



POSTUP K ŘEŠENÍ:

A/ VYŘEŠÍME REAKCE

- 1) Označíme podporu **a** a další zajímavá místa **b, c, d, e**.
- 2) Naznačíme průběh reakcí podle typu podpory



- 3) Rozložení šikmých sil

$$\begin{aligned} F_2 & \begin{cases} F_{2x} = F_2 \cdot \cos 18^\circ = 69 \cdot \cos 18^\circ = \underline{65,623 \text{ kN}} \\ F_{2z} = F_2 \cdot \sin 18^\circ = 69 \cdot \sin 18^\circ = \underline{21,322 \text{ kN}} \end{cases} \\ F_3 & \begin{cases} F_{3x} = F_3 \cdot \cos 75^\circ = 58 \cdot \cos 75^\circ = \underline{15,012 \text{ kN}} \\ F_{3z} = F_3 \cdot \sin 75^\circ = 58 \cdot \sin 75^\circ = \underline{56,024 \text{ kN}} \end{cases} \end{aligned}$$

- 4) Výpočet náhradních břemen

$$Q = \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot l_1 = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 2,7 = 54 \text{ kN}$$

- 5) Vypočítáme reakce

- a) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy x vypočítáme reakci N_a .

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

$$\begin{aligned} N_a + F_{2x} - F_{3x} &= 0 \\ N_a + 65,623 - 15,012 &= 0 \\ N_a &= \underline{-50,611 \text{ kN}} \leftarrow \end{aligned}$$

- b) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy z vypočítáme reakci V_a .

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

$$\begin{aligned} V_a - F_1 - F_{2z} - F_{3z} - Q &= 0 \\ V_a - 73 - 21,322 - 15,012 - 54 &= 0 \\ V_a &= \underline{204,346 \text{ kN}} \uparrow \end{aligned}$$

- c) Reakci M_a je možno také určit pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **a**.

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


$$\begin{aligned} M_a + F_1 \cdot 0,8 + F_{2z} \cdot 1,6 + F_{3z} \cdot 2,3 + Q \cdot 4,1 &= 0 \\ M_a + 73 \cdot 0,8 + 21,322 \cdot 1,6 + 56,024 \cdot 2,3 + 54 \cdot 4,1 &= 0 \\ M_a &= \underline{-442,77 \text{ kNm}} \curvearrowright \end{aligned}$$

- d) Správnost výpočtu lze ověřit pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **b**.

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

$$\begin{aligned} -M_a + V_a \cdot 5 - F_1 \cdot 4,2 - F_{2z} \cdot 3,4 - F_{3z} \cdot 2,7 - Q \cdot 0,9 &= 0 \\ -442,77 + 204,346 \cdot 5 - 73 \cdot 4,2 - 21,322 \cdot 3,4 - 56,024 \cdot 2,7 - 54 \cdot 0,9 &= 0 \\ 0 &= 0 \quad \checkmark \end{aligned}$$

B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

- 1) Výpočet průběhu normálových sil (znaménková konvence )
- Mezi jednotlivými působišti normálových sil **a** až **c** je vždy konstantní průběh, který se mění vždy skokem v působišti nové síly a to právě o hodnotu této normálové síly.

v bodě **a**: $N_a^L = N_a = 50,611 \text{ kN}$

v bodě **e**: $N_e^L = N_a^L = 50,611 \text{ kN}$

v bodě **d**: $N_d^L = N_e^L = 50,611 \text{ kN}$

$$N_d^{L'} = N_d^L - F_{2x} = 50,611 - 65,623 = -15,012 \text{ kN}$$

v bodě **c**: $N_c^L = N_d^{L'} = -15,012 \text{ kN}$

$$N_c^{L'} = N_c^L + F_{3x} = -15,012 + 15,012 = 0$$

v bodě **b**: $N_b^L = N_c^{L'} = 0$

- 2) Výpočet průběhu posouvajících sil (znaménková konvence )

- Z bodu **a** do bodu **e** je průběh konstantní.
- V bodě **e** dojde v průběhu ke skoku a to o velikost síly F_1 .
- Z bodu **e** do bodu **d** je průběh konstantní.
- V bodě **d** dojde v průběhu ke skoku a to o velikost síly F_{2z} .
- Z bodu **d** do bodu **c** je průběh konstantní.
- V bodě **c** dojde v průběhu ke skoku a to o velikost síly F_{3z} .
- Z bodu **c** do bodu **b** je průběh křivka 2.stupně a mění se postupně o velikost náhradního břemena Q .

v bodě **a**: $V_a^L = V_a = 204,346 \text{ kN}$

v bodě **e**: $V_e^L = V_a^L = 204,346 \text{ kN}$

$$V_e^{L'} = V_e^L - F_1 = 204,346 - 73 = 131,346 \text{ kN}$$

v bodě **d**: $V_d^L = V_e^{L'} = 131,346 \text{ kN}$

$$V_d^{L'} = V_d^L - F_{2z} = 131,346 - 21,322 = 110,024 \text{ kN}$$

v bodě **c**: $V_c^L = V_d^{L'} = 110,024 \text{ kN}$

$$V_c^{L'} = V_c^L - F_{3z} = 110,024 - 56,024 = 54 \text{ kN}$$

v bodě **b**: $V_b^L = V_c^{L'} - Q = 54 - 54 = 0$

- 3) Výpočet průběhu ohybových momentů (znaménková konvence )

- Z bodu **a** do bodu **e** je průběh křivka 1.stupně, v bodě **e** dojde ke zlomu.
- Z bodu **e** do bodu **d** je průběh křivka 1.stupně, v bodě **d** dojde ke zlomu.
- Z bodu **d** do bodu **c** je průběh křivka 1.stupně, v bodě **c** dojde ke zlomu.
- Z bodu **c** do bodu **b** je průběh křivka 3.stupně.

v bodě **a**: $M_a^L = -M_a = -442,77 \text{ kNm}$

v bodě **e**: $M_e^L = -M_a + V_a \cdot 0,8 = -442,77 + 204,346 \cdot 0,8 = -279,293 \text{ kNm}$

v bodě **d**: $M_d^P = -Q \cdot 2,5 - F_{3z} \cdot 0,7 = -54 \cdot 2,5 - 56,024 \cdot 0,7 = -174,217 \text{ kNm}$

v bodě **c**: $M_c^P = -Q \cdot 1,8 = -54 \cdot 1,8 = -97,2 \text{ kNm}$

v bodě **b**: $M_b^P = 0$

Poznámka: NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě **a**, tzn. že ohybový moment má v tomto místě maximální hodnotu o velikost 442,77 kNm.