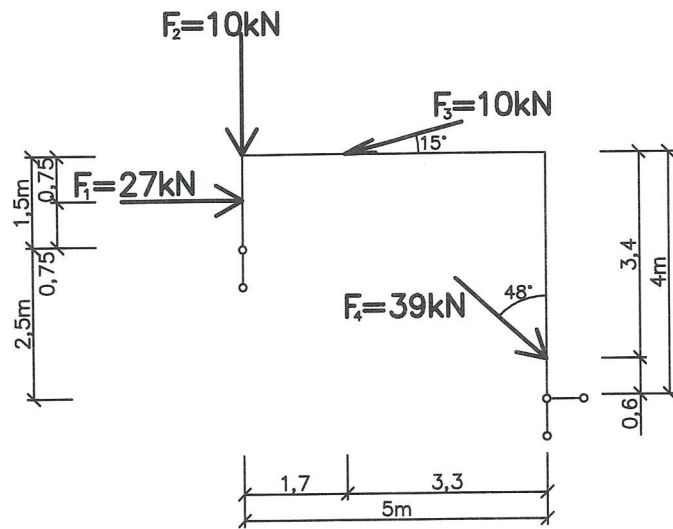
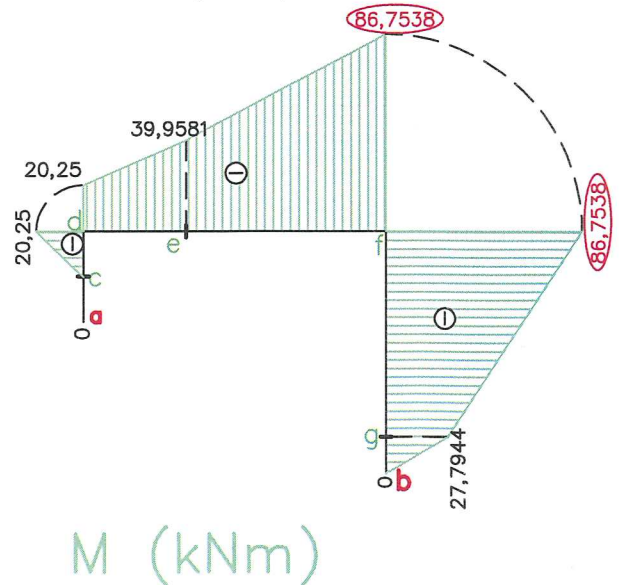
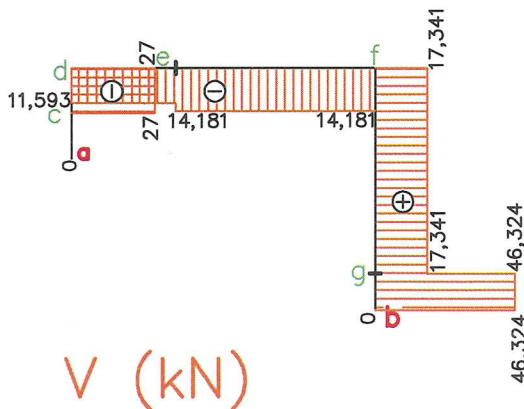
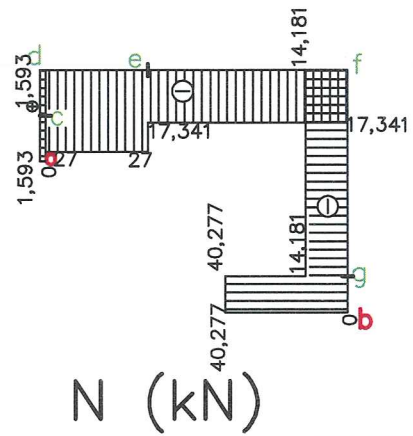
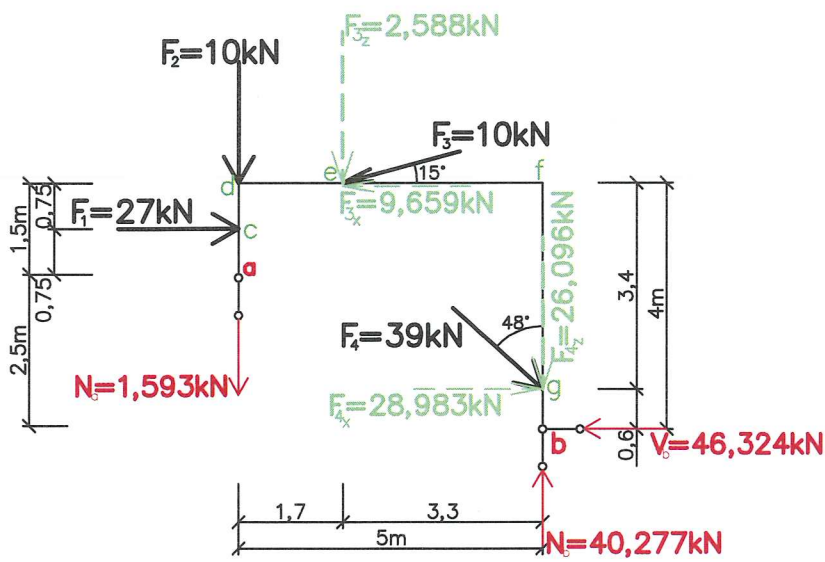


1.3.3 Lomený nosník zatížený osamělými břemeny

ZADÁNÍ



ŘEŠENÍ



POSTUP K ŘEŠENÍ:

A/ VYŘEŠÍME REAKCE

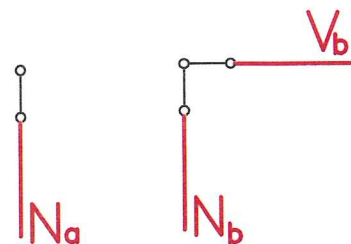
1) Rozložení šikmých sil

$$\begin{aligned} F_3 & \begin{cases} F_{3x} = F_3 \cdot \cos 15^\circ = 10 \cdot \cos 15^\circ = \underline{9,659 \text{ kN}} \\ F_{3z} = F_3 \cdot \sin 15^\circ = 10 \cdot \sin 15^\circ = \underline{2,588 \text{ kN}} \end{cases} \\ F_4 & \begin{cases} F_{4x} = F_4 \cdot \sin 48^\circ = 39 \cdot \sin 48^\circ = \underline{28,983 \text{ kN}} \\ F_{4z} = F_4 \cdot \cos 48^\circ = 39 \cdot \cos 48^\circ = \underline{26,096 \text{ kN}} \end{cases} \end{aligned}$$

2) Výpočet reakcí

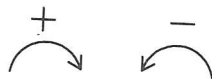
a) Označíme podpory a,b.

b) Podle typu podpory naznačíme předpokládané reakce.



c) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu b vypočítáme reakci N_a .

$$\sum_{i=1}^n M_{b_i} = 0$$



$$N_a \cdot 5 + F_1 \cdot 3,25 - F_2 \cdot 5 - F_{3z} \cdot 3,3 - F_{3x} \cdot 4 = 0$$

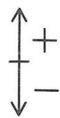
$$N_a \cdot 5 + 27 \cdot 3,25 - 10 \cdot 5 - 2,588 \cdot 3,3 - 9,659 \cdot 4 + 28,983 \cdot 0,6 = 0$$

$$N_a \cdot 5 = -7,9634$$

$$N_a = \underline{-1,593 \text{ kN}}$$

d) Pomocí silové podmínky do osy z vypočítáme reakci N_b .

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



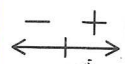
$$-N_a - F_2 - F_{3z} - F_{4z} + N_b = 0$$

$$-1,593 - 10 - 2,588 - 26,096 + N_b = 0$$

$$N_b = \underline{40,277 \text{ kN}} \uparrow$$

e) Pomocí silové podmínky do osy x vypočítáme reakci V_b .

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




$$F_1 - F_{3x} + F_{4x} + V_b = 0$$

$$27 - 9,659 + 28,983 + V_b = 0$$

$$V_b = \underline{-46,324 \text{ kN}} \leftarrow$$

f) Pomocí momentové podmínky k bodu e si můžeme zkontrolovat, že máme reakce vypočítané správně.


$$\sum_{i=1}^n M_{e,i} = 0$$


$$-N_a \cdot 1,7 - F_1 \cdot 0,75 - F_2 \cdot 1,7 + F_{4z} \cdot 3,3 - F_{4x} \cdot 3,4 - N_b \cdot 3,3 + V_b \cdot 4 = 0$$

$$-1,593 \cdot 1,7 - 27 \cdot 0,75 - 10 \cdot 1,7 + 26,096 \cdot 3,3 - 28,983 \cdot 3,4 - 40,277 \cdot 3,3 + 46,324 \cdot 4 = 0$$

$$\underline{0,0016 \doteq 0} \checkmark$$

B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

- 1) Průběh normálových sil na nosníku (znaménková konvence )

Mezi dvěma osamělými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této normálové síly.

! Podélná osa nosníku se mění po délce a tím se mění vnímání normálových sil!

LEVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě a: $N_a^L = N_a = \underline{1,593 \text{ kN}}$

v bodě c: $N_c^L = N_a^L = \underline{1,593 \text{ kN}}$

v bodě d: $N_d^L = N_c^L = \underline{1,593 \text{ kN}}$

VODOROVNÉ RAMENO:

v bodě d: $N_d^L = -F_1 = \underline{-27 \text{ kN}}$

v bodě e: $N_e^L = N_d^L + F_{3x} = -27 + 9,659 = \underline{-17,341 \text{ kN}}$

v bodě f: $N_f^L = N_e^L = \underline{-17,341 \text{ kN}}$


PRAVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě b: $N_b^P = -N_b = \underline{-40,277 \text{ kN}}$

v bodě g: $N_g^P = N_d^P + F_{4z} = -40,277 + 26,096 = \underline{-14,181 \text{ kN}}$

v bodě f: $N_f^P = N_g^P = \underline{-14,181 \text{ kN}}$



- 2) Průběh posouvajících sil na nosníku (znaménková konvence )

Mezi dvěma osamělými břemeny je vždy konstantní průběh. V působišti osamělého břemena se vždy tento průběh mění skokem právě o hodnotu této posouvající síly.

! Podélná osa nosníku se mění po délce a tím se mění i vnímání posouvajících sil!

LEVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě a: $V_a^L = \underline{0}$

v bodě c: $V_c^L = -F_1 = \underline{-27 \text{ kN}}$

v bodě d: $V_d^L = V_c^L = \underline{-27 \text{ kN}}$

VODOROVNÉ RAMENO:

v bodě d: $V_d^L = -N_a - F_2 = -1,593 - 10 = \underline{-11,593 \text{ kN}}$

v bodě e: $V_e^L = V_d^L - F_{3z} = -11,593 - 2,588 = \underline{-14,181 \text{ kN}}$


v bodě f: $V_f^L = V_e^L = \underline{-14,181 \text{ kN}}$

PRAVÉ SVISLÉ RAMENO:

v bodě b: $V_b^P = V_b = 46,324 \text{ kN}$

v bodě g: $V_g^P = V_b^P - F_{4x} = 46,324 - 28,983 = 17,341 \text{ kN}$

v bodě f: $V_f^P = V_g^P = 17,341 \text{ kN}$

- 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: $M_a^L = 0$

v bodě c: $M_c^L = 0$

v bodě d: $M_d^L = -F_1 \cdot 0,75 = -27 \cdot 0,75 = -20,25 \text{ kNm}$

v bodě e: $M_e^L = -N_a \cdot 1,7 - F_1 \cdot 0,75 - F_2 \cdot 1,7 = -1,593 \cdot 1,7 - 27 \cdot 0,75 - 10 \cdot 1,7 =$
 $= -39,9581 \text{ kNm}$

v bodě f: $M_f^P = -V_b \cdot 4 + F_{4x} \cdot 3,4 = -46,324 \cdot 4 + 28,983 \cdot 3,4 = -86,7538 \text{ kNm}$

v bodě g: $M_g^P = -V_b \cdot 0,6 = -46,324 \cdot 0,6 = -27,7944 \text{ kNm}$

v bodě b: $M_b^P = 0$

Poznámka: NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě **f**, kde je maximální ohybový moment o velikosti $-86,7538 \text{ kNm}$.