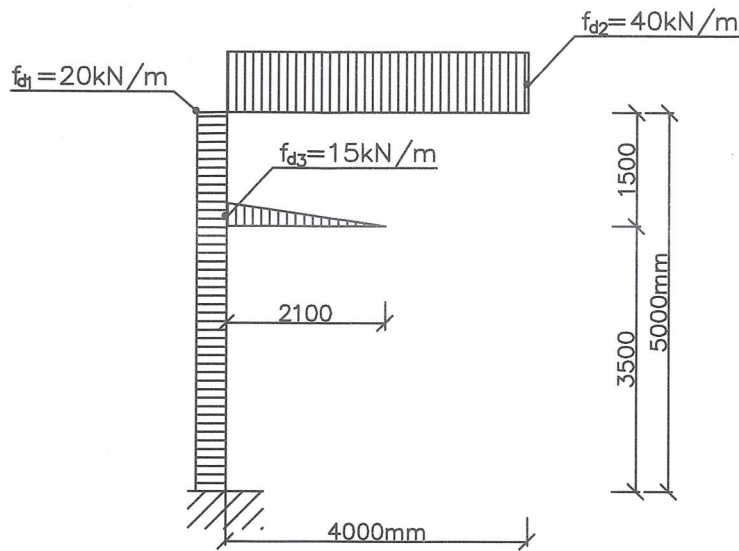
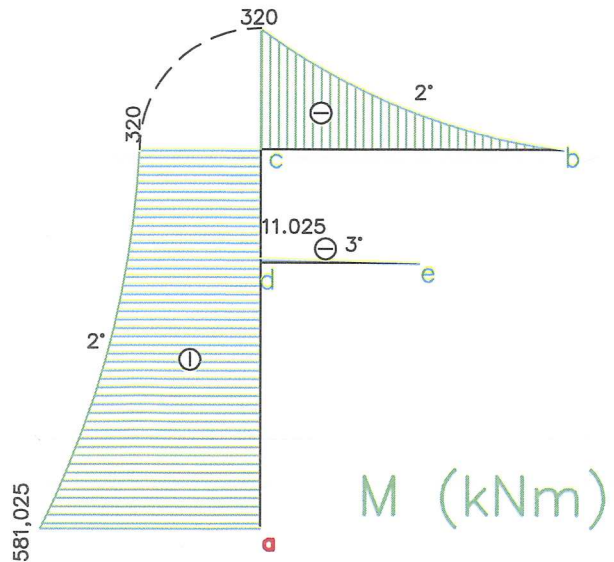
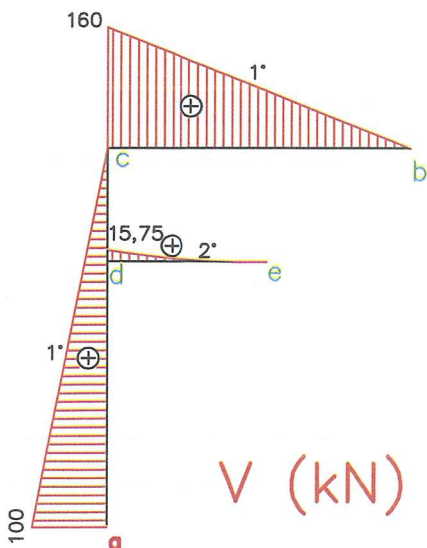
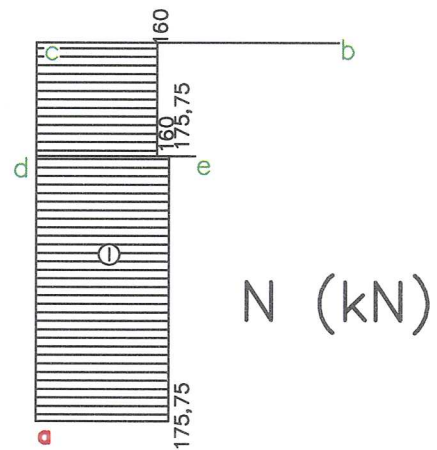
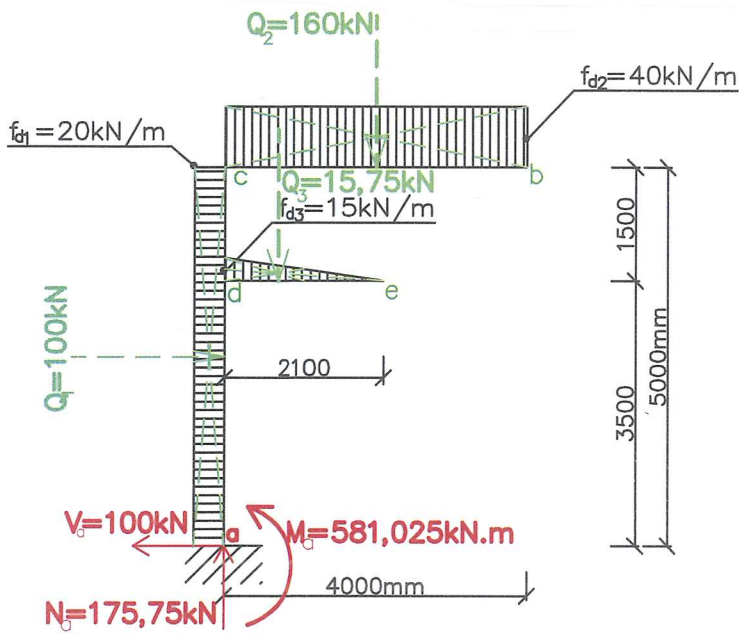


2.3.4 Lomený nosník zatížený rovnoměrným spojitým zatížením

ZADÁNÍ



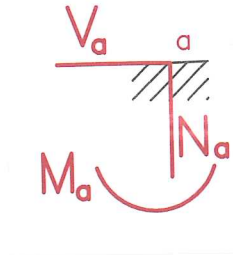
ŘEŠENÍ



## POSTUP K ŘEŠENÍ:

### A/ VYŘEŠÍME REAKCE

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



- 3) Vypočítáme náhradní břemena

$$Q_1 = f_{d1} \cdot l_1 = 20 \cdot 5 = 100 \text{ kN}$$

$$Q_2 = f_{d2} \cdot l_2 = 40 \cdot 4 = 160 \text{ kN}$$

$$Q_3 = \frac{1}{2} \cdot f_{d3} \cdot l_3 = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 2,1 = 15,75 \text{ kN}$$

- 4) Vypočítáme reakce

- a) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy x vypočítáme reakci **V<sub>a</sub>**.

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

$$V_a + Q_1 = 0$$

$$V_a + 100 = 0$$

$$V_a = \underline{\underline{-100 \text{ kN}}} \leftarrow$$

- b) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **a** vypočítáme reakci **M<sub>a</sub>**.

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

$$Q_1 \cdot 2,5 + Q_2 \cdot 2 + Q_3 \cdot 0,7 + M_a = 0$$

$$100 \cdot 2,5 + 160 \cdot 2 + 15,75 \cdot 0,7 + M_a = 0$$

$$M_a = \underline{\underline{-581,025 \text{ kNm}}} \curvearrowleft$$

- c) Pomocí silové podmínky rovnováhy do osy z vypočítáme reakci **N<sub>a</sub>**.

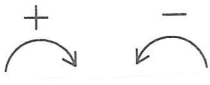
$$\sum_{i=1}^n F_{zi} = 0 \quad \begin{array}{c} + \\ - \end{array}$$

$$N_a - Q_2 - Q_3 = 0$$

$$N_a - 160 - 15,75 = 0$$

$$N_a = \underline{\underline{175,75 \text{ kN}}} \uparrow$$

- d) Pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu b si ověříme, že máme reakce vypočítány správně.

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


$$-M_a + N_a \cdot 4 + V_a \cdot 5 - Q_1 \cdot 2,5 - Q_2 \cdot 2 - Q_3 \cdot 3,3 = 0$$

$$-581,025 + 175,75 \cdot 4 + 100 \cdot 5 - 100 \cdot 2,5 - 15,75 \cdot 3,3 - 160 \cdot 2 = 0$$

$$0 = 0 \quad \checkmark$$

## B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

- 1) Výpočet průběhu normálových sil (znaménková konvence  $\leftarrow \oplus \rightarrow$ )

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

- Průběh od bodu a do bodu d je konstantní, protože jde o průběh mezi „osamělými“ břemeny, v bodě d dojde ke skoku a to o velikost síly  $Q_3$ .
- Průběh od bodu d do bodu c je konstantní, protože jde o průběh mezi „osamělými“ břemeny,
- Průběh od bodu c do bodu b je nulový, protože zde nepůsobí žádná normálová síla..
- Průběh od bodu e do bodu d je nulový, protože zde nepůsobí žádná normálová síla..

SVISLÉ RAMENO:

v bodě a:  $N_a^L = N_a = -175,75 \text{ kN}$

v bodě d:  $N_d^L = N_a^L = -175,75 \text{ kN}$

v bodě d (skok):  $N_d^L = N_d^L + Q_3 = -175,75 + 15,75 = -160 \text{ kN}$

VODOROVNÉ RAMENO:

v bodě c:  $N_c^L = V_a - Q_1 = 100 - 100 = 0$

v bodě b:  $N_b^L = N_c^L = 0$

KONZOLA:

v bodě e:  $N_e^P = 0$

v bodě d:  $N_d^P = N_e^P = 0$

- 2) Výpočet průběhu posouvajících sil (znaménková konvence  $\uparrow \oplus \downarrow$ )

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

- Průběh od bodu a do bodu c je lineární (křivka 1°), protože jde o průběh mezi začátkem a koncem spojitěho rovnoměrného zatížení.
- Průběh od bodu c do bodu b je lineární (křivka 1°), protože jde o průběh mezi začátkem a koncem spojitěho rovnoměrného zatížení.
- Průběh od bodu d do bodu e je křivka 2°, protože jde o průběh mezi začátkem a koncem spojitěho trojúhelníkového zatížení.

SVISLÉ RAMENO:

v bodě a:  $V_a^L = V_a = 100 \text{ kN}$

v bodě c:  $V_c^L = V_a^L - Q_1 = 100 - 100 = 0 \text{ kN}$

VODOROVNÉ RAMENO:

v bodě c:  $V_c^L = N_a - Q_3 = 175,75 - 15,75 = 160 \text{ kN}$

v bodě d:  $V_d^L = V_c^L - Q_2 = 160 - 160 = 0 \text{ kN}$

KONZOLA:

v bodě e:  $V_e^P = 0$

v bodě d:  $V_d^P = V_f^P + Q_3 = 0 + 15,75 = \underline{15,75 \text{ kN}}$

3) Výpočet průběhu ohybových momentů (znaménková konvence )

- Průběh od bodu **a** do bodu **c** je křivka 2°, protože jde o průběh mezi začátkem a koncem spojitěho rovnoměrného zatížení.

- Průběh od bodu **b** do bodu **c** je křivka 2°, protože jde o průběh mezi začátkem a koncem spojitěho rovnoměrného zatížení.

Průběh od bodu **e** do bodu **d** je křivka 3°, protože jde o průběh mezi začátkem a koncem spojitěho trojúhelníkového zatížení.

v bodě **a**:  $M_a^L = -M_a = \underline{-581,025 \text{ kNm}}$

v bodě **c**:  $M_c^P = -Q_2 \cdot 2 = -160 \cdot 2 = \underline{-320 \text{ kNm}}$

v bodě **b**:  $M_b^P = 0$

v bodě **e**:  $M_e^P = 0$

v bodě **d**:  $M_d^L = -Q_3 \cdot 0,7 = -15,75 \cdot 0,7 = \underline{-11,025 \text{ kNm}}$

**Poznámka:** NEBEZPEČNÝ PRŮŘEZ je v bodě **a**, tzn. že ohybový moment má v tomto místě maximální hodnotu o velikosti  $-581,025 \text{ kNm}$ .