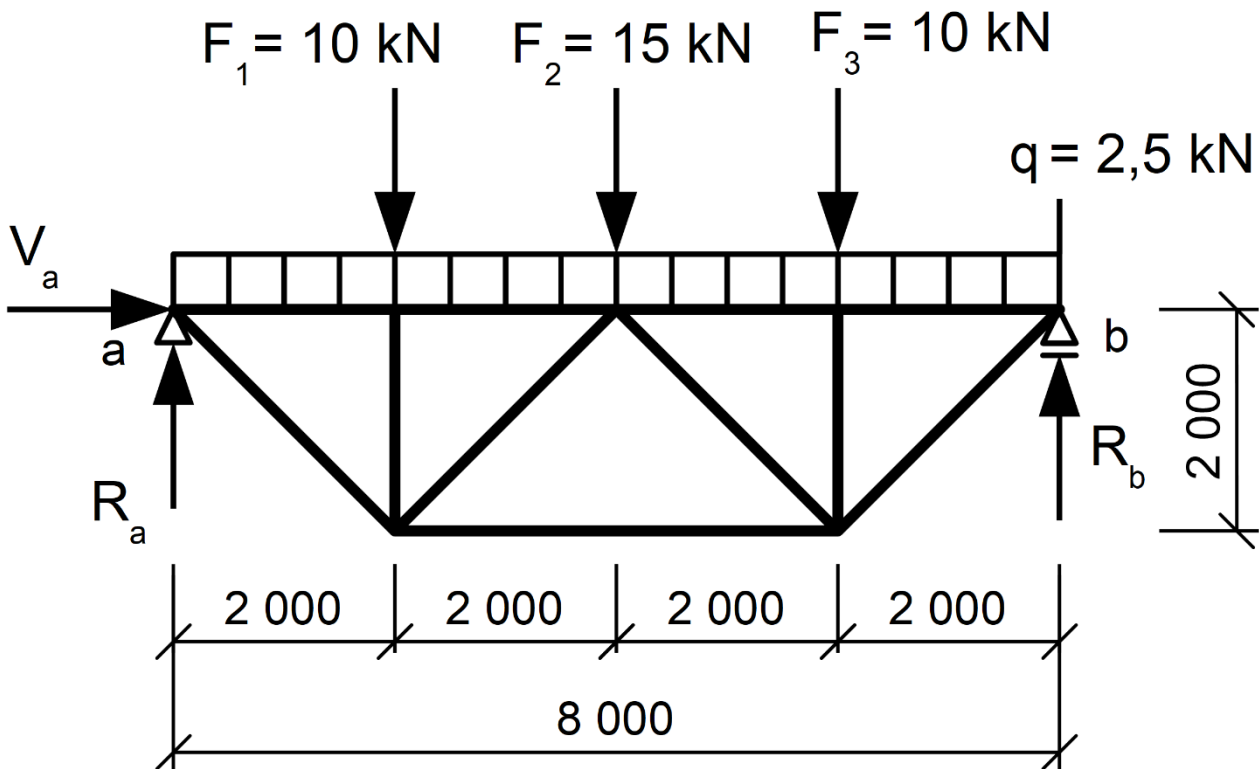


Vypočítejte osové síly v příhradovém nosníku pomocí styčnickové metody!



**Řešení:**

1. Horní pás příhradového nosníku je zatížen spojitým zatížením. Než přikročíme k výpočtům, musíme spojitě zatížení nahradit styčnickovým zatížením. Do každého styčnicku přiložíme polovinu náhradního břemena z každého sousedního pole. Pozor (!), protože se jedná o náhradu zatížení mimo podporu, musíme do výpočtu zahrnout také síly, které působí přímo v podpoře.

Výpočet náhradních břemen pro podporové styčnický:

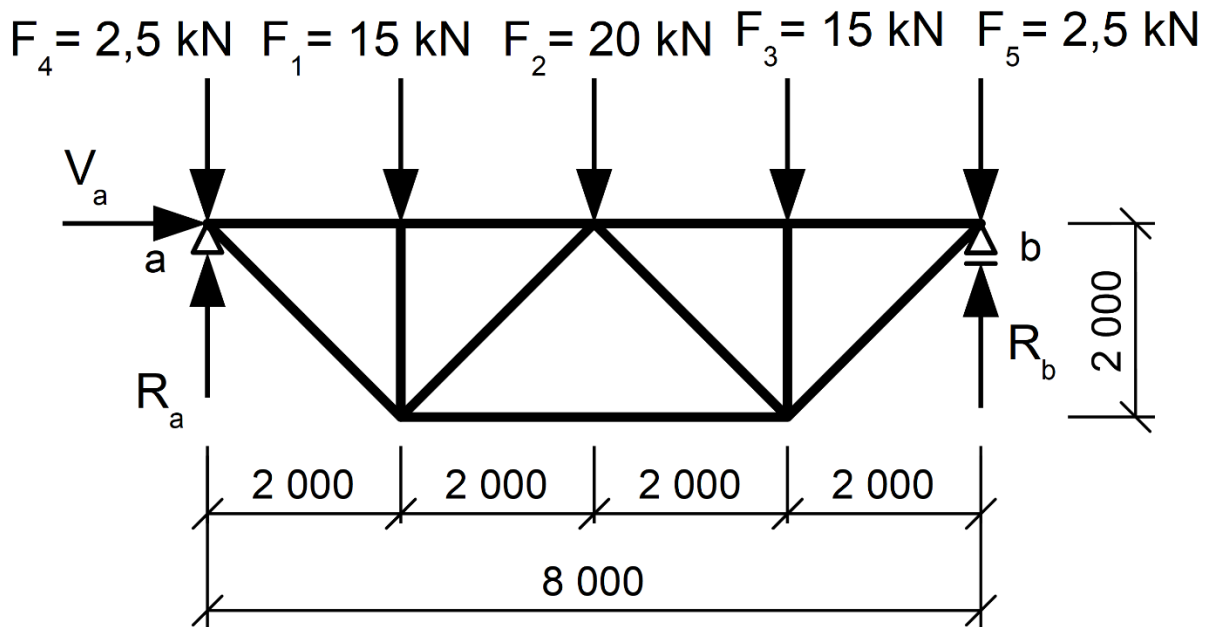
$$F_4 = F_5 = \frac{q \cdot 2}{2} = 2,5 \text{ kN}$$

Číslice dva, kterou násobíme intenzitu spojitěho zatížení je délka pole mezi sousedními styčnickými. Dvojka pod zlomkovou čarou vyjadřuje skutečnost, že se do podpory přenáší spojitě zatížení pouze z jedné poloviny pole. Druhá polovina se přenáší do sousedního styčnicku. Vnitřní styčnický přenáší zatížení z polovin obou sousedních polí (zleva i zprava).

Výpočet náhradních břemen pro ostatní styčnický (přičteme k silám):

$$F = q \cdot 2 = 5 \text{ kN}$$

Po rozložení spojitěho zatížení je zatížení zadáno takto:



2. Vypočítáme reakce nosníku jako celku (nahradíme prostým nosníkem).

*reakce  $R_a$ :*  $R_a \cdot 8 - F_4 \cdot 8 - F_1 \cdot 6 - F_2 \cdot 4 - F_3 \cdot 2 = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow R_a = \frac{2,5 \cdot 8 + 15 \cdot 6 + 20 \cdot 4 + 15 \cdot 2}{8} = 27,5 \text{ kN}$$

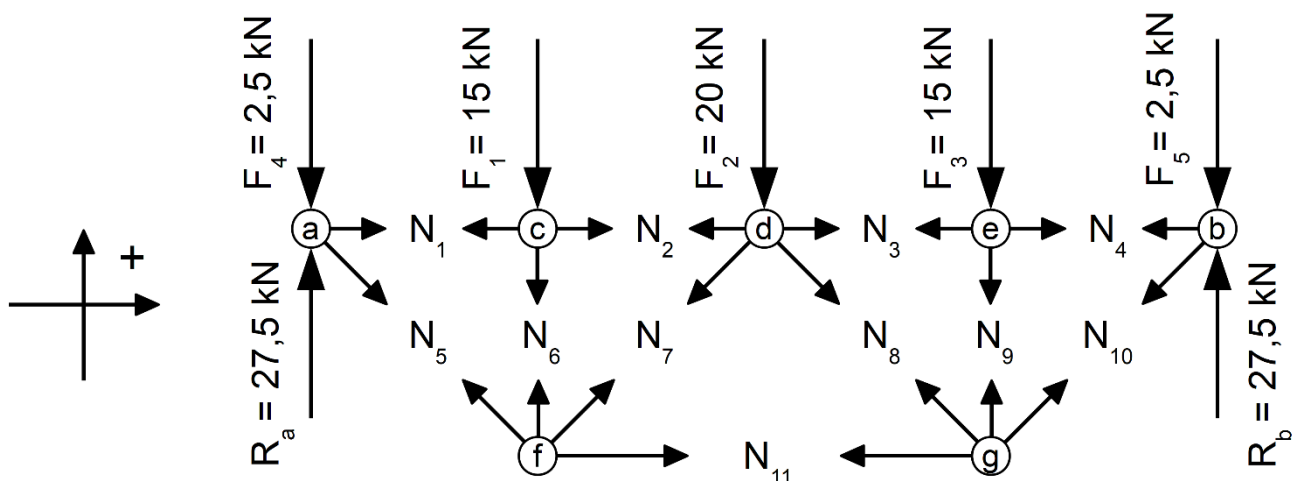
*reakce  $R_b$ :*  $R_b \cdot 8 - F_5 \cdot 8 - F_3 \cdot 6 - F_2 \cdot 4 - F_1 \cdot 2 = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow R_b = \frac{2,5 \cdot 8 + 15 \cdot 6 + 20 \cdot 4 + 15 \cdot 2}{8} = 27,5 \text{ kN}$$

*kontrola:*  $R_a + R_b - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 - F_5 = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow 27,5 + 27,5 - 15 - 20 - 15 - 2,5 - 2,5 = 0$$

3. Nosník rozložíme na jednotlivé styčníky a k nim navazující pruty



Předpokládáme, že všechny síly budou tahové, proto všechny síly směřují ven ze styčnicku. Pokud předpoklad bude mylný, vyjde nám záporná hodnota a síla bude tlaková. Každý styčnick budeme řešit samostatně. Při zohlednění symetrie nosníku, lze uvažovat silové působení ve styčnicích  $a = b$ ,  $c = e$ ,  $f = g$ .

#### 4. Řešení styčnicku a.

a. Sestavení podmínek rovnováhy.

$$\sum_{i=1}^n N_i \cdot \cos \alpha_i + \sum_{k=1}^n F_k \cdot \cos \varphi_k = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow N_1 + N_5 \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$\sum_{i=1}^n N_i \cdot \sin \alpha_i + \sum_{k=1}^n F_k \cdot \sin \varphi_k = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow -N_5 \cdot \sin 45^\circ + R_a - F_4 = 0$$

b. Vyčíslíme sílu  $N_5$  z podmínky rovnováhy do svislého směru (obsahuje pouze jednu neznámou).

$$-N_5 \cdot \sin 45^\circ + R_a - F_4 = 0 \rightarrow N_5 = \frac{R_a - F_4}{\sin 45^\circ} = \frac{27,5 - 2,5}{\sin 45^\circ} = 35,36 \text{ kN}$$

c. Ze zbývajících podmínky rovnováhy (vodorovný směr) vyčíslíme sílu  $N_1$ .

$$N_1 + N_5 \cdot \cos 45^\circ = 0 \rightarrow N_1 = -35,36 \cdot \cos 45^\circ = -25 \text{ kN}$$

d. Shrnutí výsledků

$$N_1 = N_4 = -25 \text{ kN} - \text{tlak}$$

$$N_5 = N_{10} = 35,36 \text{ kN} - \text{tah}$$

#### 5. Řešení styčnicku c.

Sestavení podmínek rovnováhy (již nevypisujeme obecné vzorce). Při dosazování zachováváme znaménka (+/-) z předchozích výpočtů.

$$-N_1 + N_2 = 0 \rightarrow N_2 = N_1 = -25 \text{ kN} - \text{tlak} = N_3$$

$$-N_6 - F_1 = 0 \rightarrow N_6 = -F_1 = -15 \text{ kN} - \text{tlak} = N_9$$

#### 6. Řešení styčnicku f.

a. Sestavení podmínek rovnováhy (již nevypisujeme obecné vzorce). Při dosazování zachováváme znaménka (+/-) z předchozích výpočtů.

$$-N_5 \cdot \cos 45^\circ + N_7 \cdot \cos 45^\circ + N_{11} = 0$$

$$N_5 \cdot \sin 45^\circ + N_6 + N_7 \cdot \sin 45^\circ = 0$$

b. Vyčíslíme sílu  $N_7$  z podmínky rovnováhy do svislého směru (obsahuje pouze jednu neznámou).

$$N_5 \cdot \sin 45^\circ + N_6 + N_7 \cdot \sin 45^\circ = 0 \rightarrow N_7 = \frac{-N_5 \cdot \sin 45^\circ - N_6}{\sin 45^\circ} \rightarrow$$
$$\rightarrow N_7 = \frac{-35,36 \cdot \sin 45^\circ - (-15)}{\sin 45^\circ} = -14,15 \text{ kN}$$

c. Ze zbývajících podmínky rovnováhy (vodor. směr) vyčíslíme sílu  $N_{11}$ .

$$-N_5 \cdot \cos 45^\circ + N_7 \cdot \cos 45^\circ + N_{11} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow N_{11} = N_5 \cdot \cos 45^\circ - N_7 \cdot \cos 45^\circ \rightarrow$$

$$\rightarrow N_{11} = 35,36 \cdot \cos 45^\circ - (-14,15) \cdot \cos 45^\circ = 35,01 \text{ kN}$$

d. Shrnutí výsledků

$$N_7 = N_8 = -14,15 \text{ kN} - \textit{tlak}$$

$$N_{11} = 35,01 \text{ kN} - \textit{tah}$$

7. Řešení styčnicku d – provedeme pro kontrolu, všechny osové síly již známe, musí tedy platit podmínky rovnováhy.

$$-N_2 + N_3 - N_7 \cdot \cos 45^\circ + N_8 \cdot \cos 45^\circ = 0 \rightarrow$$

$$-(-25) + (-25) - (-14,15) \cdot \cos 45^\circ + (-14,15) \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$-F_2 - N_7 \cdot \sin 45^\circ - N_8 \cdot \sin 45^\circ = 0$$

$$-20 - (-14,15) \cdot \sin 45^\circ - (-14,15) \cdot \sin 45^\circ = 0$$

Protože podmínky rovnováhy platí, výpočet je správný

Pokud při kontrole vyjde malé desetinné číslo (např. 0,0011) jde o chybu v zaokrouhlení, ne ve výpočtu.