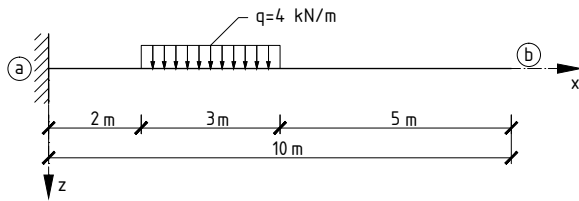


Vzorový příklad č. 7

Konzola zatížená rovnoměrným spojitým zatížením q

Zadání

Pro danou konzolu a uvedené zatížení na obrázku 1 vypočítejte velikost reakcí vnějších vazeb R_{ax} , R_{az} , M_a a stanovte průběhy vnitřních sil N , V , M .

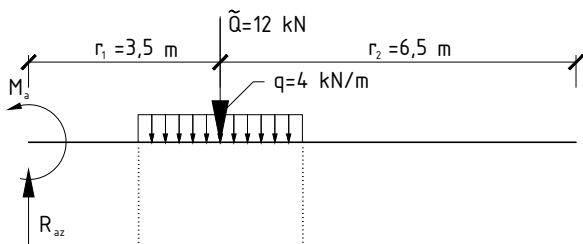


Obrázek 1: Zadání

Řešení

Řešení reakcí

Pro vyřešení reakcí na zadané konzole je třeba nejprve provést uvolnění konstrukce z vnějších vazeb a účinek těchto vnějších vazeb¹ nahradit složkami reakcí R_{ax} , R_{az} , M_a . Smysl složek reakcí lze libovolně zvolit a při následujícím výpočtu se jejich orientace buď potvrdí (znaménko \oplus) nebo obrátí (znaménko \ominus). Uvolněním konzoly a nahrazením vazeb složkami reakcí vznikne soustava sil a statických momentů v rovině. Tato soustava má být v rovnováze. **Na nosník však nepůsobí vodorovné zatížení, tudíž nevzniká horizontální reakce a pro řešení rovnováhy postačují 2 podmínky: momentová k podpoře @ a silová do svislé osy z.**



Obrázek 2: Nosič uvolněný z vazeb, reakce

$$(b) \sum F_{i,z} = 0 : [\uparrow \oplus]$$

$$R_{az} - \tilde{Q} = 0$$

$$R_{az} - q \cdot 3 = 0$$

¹Vnější vazba neboli podpora zamezuje pohybu (posunu či rotaci) konstrukce. Říkáme, že konstrukci odebírá stupně volnosti. Podle počtu odebraných stupňů volnosti rozlišujeme (v rovině) vazby jednonásobné, dvojnásobné a trojnásobné.

$$R_{az} = q \cdot 3$$

$$R_{az} = 4 \cdot 3 = \underline{12,0} \text{ kN } [\uparrow] \checkmark$$

$$(c) \sum M_{i,a} = 0 : [\odot \oplus]$$

$$M_a - \tilde{Q} \cdot (2 + \frac{1}{2} \cdot 3) = 0$$

$$M_a - q \cdot 3 \cdot (2 + \frac{1}{2} \cdot 3) = 0$$

$$M_a = q \cdot 3 \cdot (2 + \frac{1}{2} \cdot 3)$$

$$M_a = 4 \cdot 3 \cdot 3,5 = \underline{42,0} \text{ kNm } [\odot] \checkmark$$

Kontrola

Pro kontrolu lze využít např. momentové podmínky k volnému konci (b).

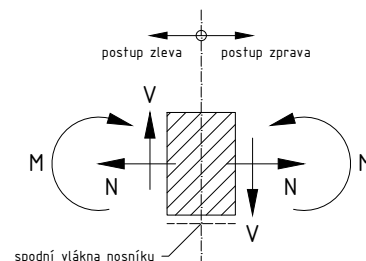
$$\sum M_{i,b} = 0 : [\odot \oplus]$$

$$R_{az} \cdot 10 - M_a - \tilde{Q}(5 + \frac{1}{2} \cdot 3) =$$

$$= 12,0 \cdot 10 - 42,0 - 12,0 \cdot 6,5 = 0,0 \text{ kN } \checkmark$$

Řešení průběhů vnitřních sil N , V , M

Při řešení průběhů vnitřních sil se uplatňuje následující konvence pro složky výslednice vnitřních sil: **Kladné** normálové síly N vyvozují v uvažovaném řezu **tah**, **kladné** posouvající síly V se snaží otočit řezem **ve směru chodu hodinových ručiček** $[\odot]$ a **kladný moment M natahuje spodní vlákna** nosníku. Uvedenou konvenci dokumentuje níže uvedený obrázek 3.



Obrázek 3: Konvence složek výslednice vnitřních sil

Normálové síly N

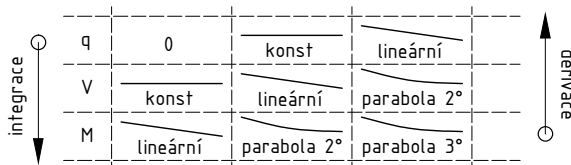
Na nosník nepůsobí vodorovné zatížení. Normálové síly jsou nulové.

Posouvající síly V

Vykreslení posouvajících sil při postupu zleva se začne v podpoře @, kde působí reakce $R_{az} = 12,0$ kN se směrem [↑]. Tato síla je dle dříve uvedené konvence kladná.² Až po začátek rovnoměrného spojitého zatížení q nepůsobí na konzolu žádná svislá síla a tak je průběh posouvající síly v tomto úseku konstantní. Dále působí na konzolu rovnoměrné spojitě zatížení $q = 4,0$ kN/m. Toto zatížení, které působí na délce 3,0 m lze v jeho těžišti nahradit silou $\tilde{Q} = 3,0 \cdot 4,0 = 12,0$ kN. Hodnota posouvající síly na konci spojitě zatížení je tedy:

$$V_{5m} = R_{az} - \tilde{Q} = 12,0 - 12,0 = 0,0 \text{ kN}$$

Průběh posouvající síly v tomto úseku lze jednoduše určit na základě diferenciálních podmínek rovnováhy a z nich plynoucího *derivačně-integračního schématu* na obrázku 4.



Obrázek 4: Derivačně-integrační schéma

Na konzolu dále nepůsobí žádné svislé silové zatížení a tak mají posouvající síly až po volný konec konzoly nulovou hodnotu.

Ohybové momenty M

Ohybové momenty se vždy určují jako součet statických momentů všech sil, osamělých momentů i reakcí k danému řezu. Vykreslení ohybových momentů se řídí následující konvencí: **hodnota momentu se vynášší na stranu tažených vláken, kladné pod základní čáru, záporné nad základní čáru!** Jednotlivé hodnoty momentů pro zadaný příklad lze při postupu zleva určit následujícím způsobem: [⊖ ⊕]

$$M_{0m} = -M_a = -42,0 \text{ kNm}$$

$$M_{2m} = -M_a + R_{az} \cdot 2 = -42,0 + 12,0 \cdot 2 = -18,0 \text{ kNm}$$

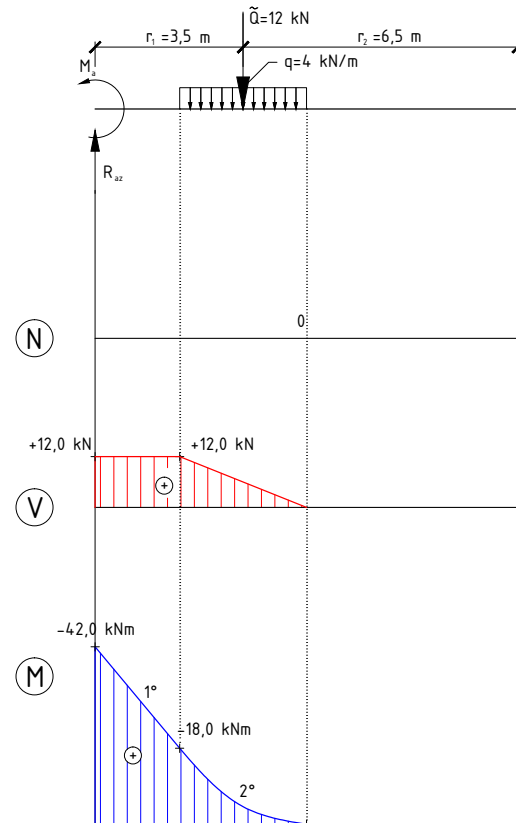
$$\begin{aligned} M_{5m} &= -M_a + R_{az} \cdot 5 - q \cdot \frac{1}{2} 3^2 = \\ &= -42,0 + 12,0 \cdot 5 - 4 \cdot 0,5 \cdot 9 = 0,0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

²Kladné hodnoty posouvající síly V vynáššíme nad základní čáru, záporné hodnoty V vynáššíme pod základní čáru.

Kontrola

Kontrolu lze provést výpočtem zprava. [⊖ ⊕] Např.:

$$M_{2m} = -q \frac{1}{2} 3^2 = -4 \cdot 0,5 \cdot 9 = -18,0 \text{ kNm} \checkmark$$



Obrázek 5: Průběhy vnitřních sil