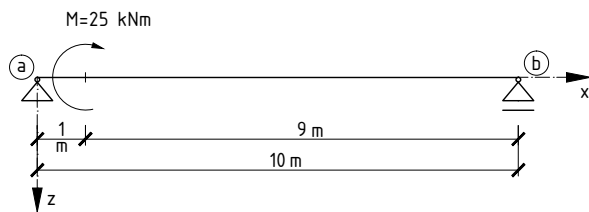


Vzorový příklad č. 2

Prostý nosník zatížený osamělým momentem M

Zadání

Pro daný nosník a uvedené zatížení na obrázku 1 vy počítejte velikost reakcí vnějších vazeb R_{ax} , R_{az} , R_{bz} a stanovte průběhy vnitřních sil N , V , M .



Obrázek 1: Zadání

Řešení

Řešení reakcí

Pro vyřešení reakcí na zadaném prostém nosníku je třeba nejprve provést uvolnění nosníku z vnějších vazeb a účinek těchto vnějších vazeb¹ nahradit složkami reakcí R_{ax} , R_{az} , R_{bz} . Smysl složek reakcí lze libovolně zvolit a při následujícím výpočtu se jejich orientace buď potvrdí (znaménko \oplus) nebo obrátí (znaménko \ominus). Uvolněním nosníku a nahrazením vazeb složkami reakcí vznikne soustava sil v rovině. Tato soustava má být v rovnováze. **Na nosník však nepůsobí vodorovné zatížení, tudíž nevzniká horizontální reakce a pro řešení rovnováhy postačují 2 momentové podmínky.**



Obrázek 2: Nosník uvolněný z vazeb, reakce

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

$$R_{bz} \cdot 10 - M = 0$$

$$R_{bz} = \frac{M}{10}$$

$$R_{bz} = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ kN} [\uparrow] \checkmark$$

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.

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

$$-R_{az} \cdot 10 + M = 0$$

$$R_{az} = \frac{M}{10}$$

$$R_{az} = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ kN} [\downarrow] \checkmark$$

Kontrola

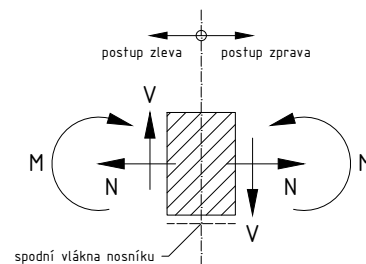
Pro kontrolu lze využít zbývající silové podmínky do svislé osy z .

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

$$-R_{az} + R_{bz} = -2,5 + 2,5 = 0 \text{ kN} \checkmark$$

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 vyvozuji 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

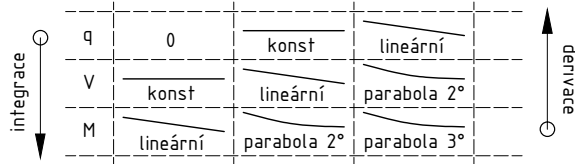
Na nosník nepůsobí vodorovné zatížení. Normálové síly jsou nulové.

Posouvající síly V

Vykreslení posouvajících sil při postupu zleva se začne v podpoře (a), kde působí reakce $R_{az} = 2,5 \text{ kN}$ se směrem $[\downarrow]$. Tato síla je dle dříve uvedené konvence záporná.² Na nosník až do podpory (b) nepůsobí žádné svislé zatížení. Hodnota posouvající síly na celém nosníku je na základě diferenciálních podmínek rovnováhy a z nich plynoucího *derivačně-integračního schématu* na obrázku 4. konstantní o velikosti 2,5 kN.

Na nosník pak působí pouze reakce $R_{bz} = 2,5 \text{ kN}$ se směrem $[\uparrow]$ a to v místě podpory (b).

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



Obrázek 4: Derivačně-integrační schéma

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 vynáší 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: [⊖ ⊕]

$$M_{1m}^L = R_{az} \cdot 1 = -2,5 \cdot 1 = \underline{-2,5 \text{ kNm}}$$

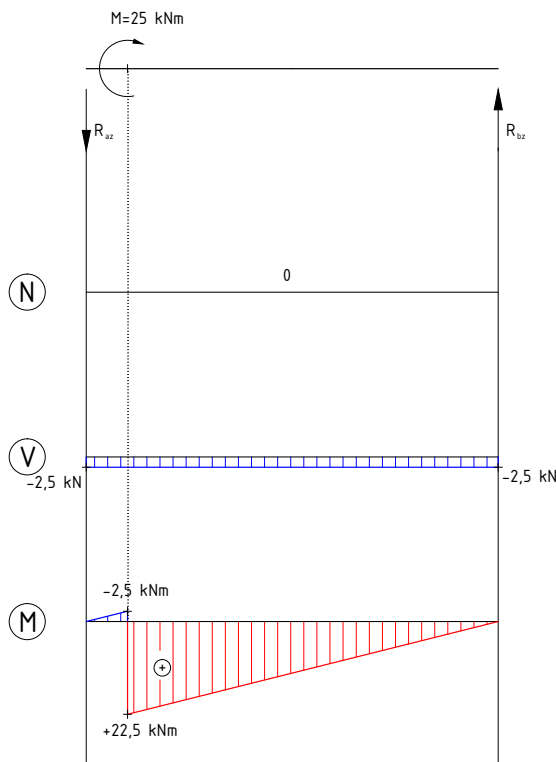
$$M_{1m}^P = R_{az} \cdot 1 + M = -2,5 \cdot 1 + 25,0 = \underline{22,5 \text{ kNm}}$$

Lineární průběh ohybového momentu vyplývá z integračně-derivačního schématu.

Kontrola

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

$$M_{1m}^P = R_{bz} \cdot 9 = 2,5 \cdot 9 = 22,5 \text{ kNm} \checkmark$$



Obrázek 5: Průběhy vnitřních sil