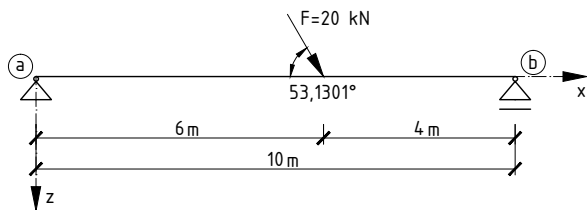


Vzorový příklad č. 1

Prostý nosník zatížený šikmou silou F

Zadání

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

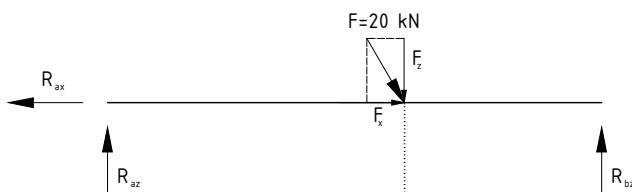


Obrázek 1: Zadání

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 a tak vyřešíme velikosti složek reakcí ze tří podmínek rovnováhy (2 momentové k bodům a a b a jedné silové do osy nosníku x).



Obrázek 2: Nosník uvolněný z vazeb, reakce

$$(a) \sum F_{i,x} = 0 : [\rightarrow \oplus]$$

$$-R_{ax} + F_x = -R_{ax} + F \cdot \cos 53,1301 = 0$$

$$R_{ax} = F \cdot \cos 53,1301 = 20 \cdot 0,6 = \underline{12,0} \text{ kN} [\leftarrow] \checkmark$$

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.

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

$$R_{bz} \cdot 10 - F_z \cdot 6 = 0$$

$$R_{bz} \cdot 10 - F \cdot 6 \cdot \sin 53,1301 = 0$$

$$R_{bz} = \frac{F \cdot 6 \cdot \sin 53,1301}{10}$$

$$R_{bz} = \frac{20 \cdot 6 \cdot 0,8}{10} = \underline{9,6} \text{ kN} [\uparrow] \checkmark$$

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

$$R_{az} \cdot 10 - F_z \cdot 4 = 0$$

$$R_{az} \cdot 10 - F \cdot 4 \cdot \sin 53,1301 = 0$$

$$R_{az} = \frac{F \cdot 4 \cdot \sin 53,1301}{10}$$

$$R_{az} = \frac{20 \cdot 4 \cdot 0,8}{10} = \underline{6,4} \text{ kN} [\uparrow] \checkmark$$

Kontrola

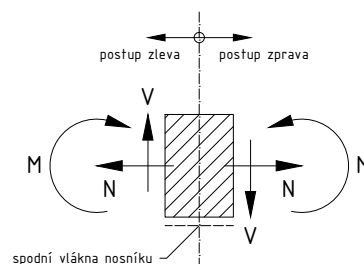
Pro kontrolu lze využít zbývající silové podmínky do svislé osy z .

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

$$R_{az} - F_z + R_{bz} = 6,4 - 16 + 9,6 = 0,0 \text{ kN} \checkmark$$

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

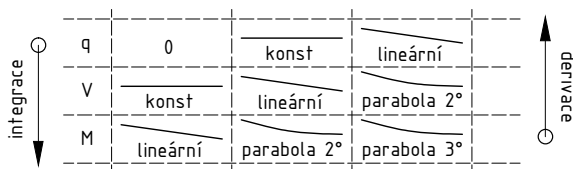
Normálové síly N

Vykreslení průběhu normálové síly N při postupu zleva se začne v podpoře \textcircled{a} , kde působí reakce $R_{ax} = 12,0 \text{ kN}$ se směrem $[\leftarrow]$. Reakce vyvozuje tah, je tedy kladná.² V místě působí síla F působí její složka $F_x = 12,0 \text{ kN}$ se směrem $[\rightarrow]$. Uvedená složka způsobuje tlak a ruší hodnotu vodorovné reakce. Dále jsou na nosníku N nulové.

Posouvající síly V

Vykreslení posouvajících sil při postupu zleva se začne v podpoře \textcircled{a} , kde působí reakce $R_{az} = 6,4 \text{ kN}$ se směrem $[\uparrow]$. Tato síla je dle dříve uvedené konvence kladná.³ Na nosník až po sílu F nepůsobí další svislé zatížení a tak je hodnota posouvající síly konstantní a má velikost $6,4 \text{ kN}$.

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



Obrázek 4: Derivačně-integrační schéma

V místě působí síla F působí svislá složka této síly o velikosti $F_z = 16,0 \text{ kN}$ se směrem $[\downarrow]$. Vzhledem k tomuto směru je při postupu zleva dle zavedené konvence záporná a hodnota posouvající síly se v tomto místě mění skokem na hodnotu:

$$V_{6m} = 6,4 - 16,0 = \underline{-9,6 \text{ kN}}$$

Na nosník pak působí jen reakce $R_{bz} = 9,6 \text{ kN}$ se směrem $[\uparrow]$ a to v místě podpory \textcircled{b} .

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: $[\ominus \oplus]$

$$M_{6m} = M_{max} = R_{az} \cdot 6 = 6,4 \cdot 6 = \underline{38,4 \text{ kNm}}$$

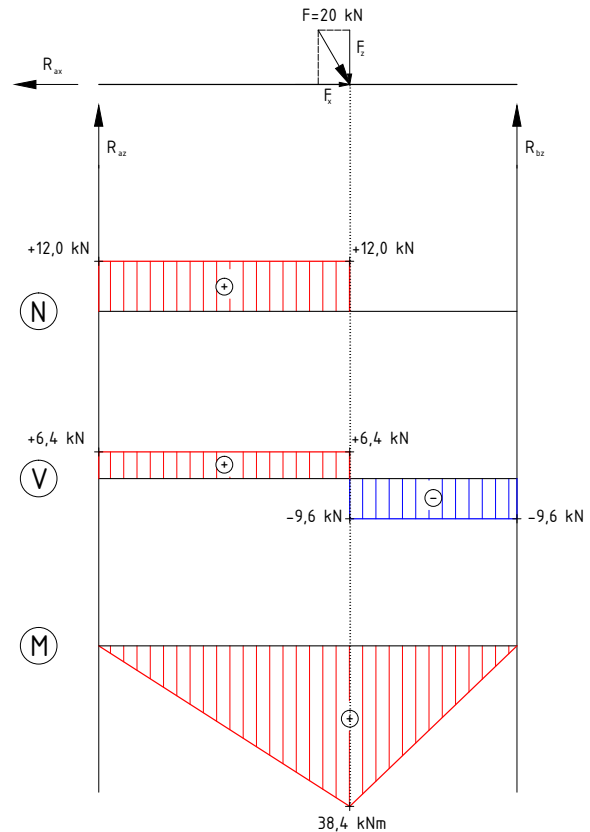
²Kladné hodnoty normálové síly N vynáššíme **nad** základní čáru, záporné hodnoty N vynáššíme **pod** základní čáru.

³Kladné hodnoty posouvající síly V vynáššíme **nad** základní čáru, záporné hodnoty V vynáššíme **pod** základní čáru.

Kontrola

Kontrolu lze provést výpočtem zprava. $[\ominus \oplus]$ Např.:

$$M_{6m} = R_{bz} \cdot 4 = 9,6 \cdot 4 = 38,4 \text{ kNm} \checkmark$$



Obrázek 5: Průběhy vnitřních sil