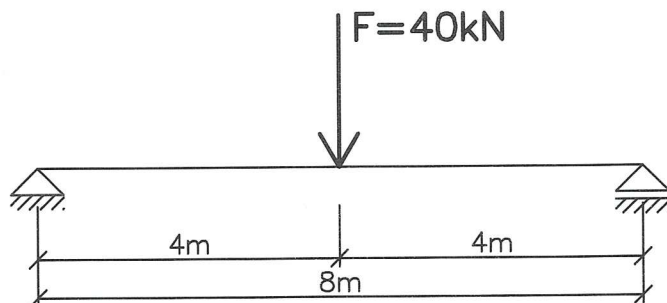


# 1. Nosníky zatížené osamělými břemeny

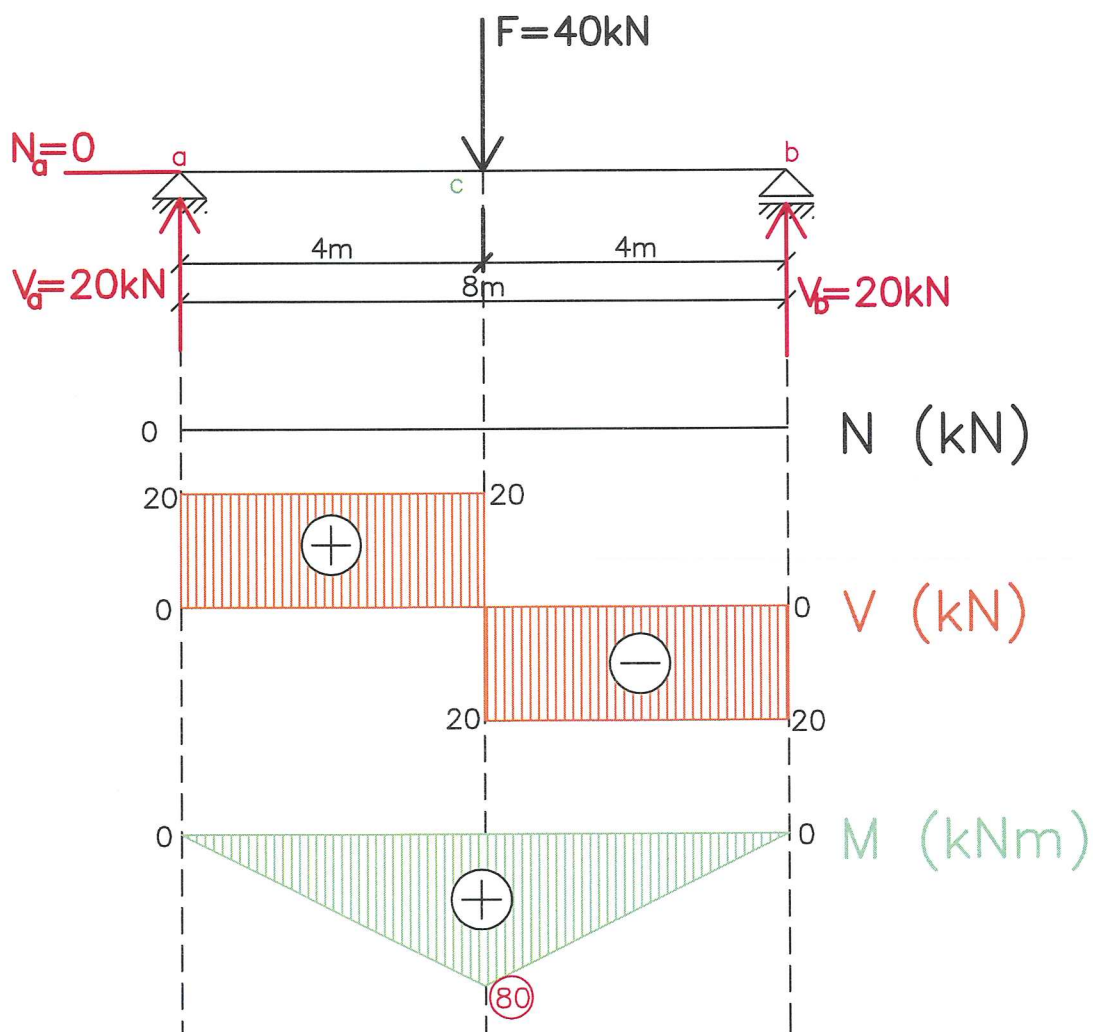
## 1.1. Prosté nosníky

### 1.1.1 Prostý nosník zatížený svislým osamělým břemenem uprostřed

ZADÁNÍ



ŘEŠENÍ




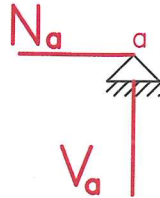
## POSTUP K ŘEŠENÍ:

### A/ VYŘEŠÍME REAKCE

1) Označíme si podpory **a** , **b**

2) Naznačíme průběh reakcí dle typu podpory

 PEVNÝ KLOUB.....odebírá 2 stupně volnosti



 POHYBLIVÝ (POSUVNÝ) KLOUB.....odebírá 1 stupeň volnosti



3) Vypočítáme reakce:

a) Protože se na nosníku nenachází žádná šikmá ani vodorovná síla, je zřejmé, že reakce  $N_a=0$ . Samozřejmě lze tuto skutečnost ověřit ze silové podmínky rovnováhy do osy x. (Znaménková konvence: všechny vodorovné síly směřující doprava  $\rightarrow$  jsou kladné)

$$\sum_{i=1}^n F_{xi} = 0$$

$$N_a = 0$$

b) Protože je nosník zatížen svisle symetricky (síla F se nachází uprostřed nosníku), je zřejmé, že:

$$V_a = V_b = F/2 = 40/2 = \underline{20 \text{ kN}} \uparrow$$

Samozřejmě i tuto skutečnost lze ověřit např. pomocí momentové podmínky rovnováhy k bodu **b**. (Znaménková konvence: všechny momenty, které se otáčejí po směru hodinových ručiček jsou kladné



např.  $\sum_{i=1}^n M_{bi} = 0$

$$V_a \cdot 8 - 40 \cdot 4 = 0$$

$$\underline{V_a = 20 \text{ kN}} \quad \curvearrowright$$

c) Reakci  $V_b$  je potom možno zjistiť buď z momentovej podmienky rovnováhy k bodu **a**, alebo ze silovej podmienky rovnováhy do osy **z**. (Znaménková konvence: všetky svislé sily směřující nahoru jsou kladné  $\uparrow$ )

$$\sum_{i=1}^n F_{zi} = 0$$

$$V_a - F + V_b = 0$$


$$20 - 40 + V_b = 0$$

$$\underline{V_b = 20 \text{ kN} \uparrow}$$

## B/ VYŘEŠÍME PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL

1) Výpočet průběhu normálových sil (znaménková konvence )

Protože se zde nevyskytují žádné normálové sily, provedeme průběh posouvajících sil po nosníku.

2) Výpočet průběhu posouvajících sil (znaménková konvence )

a) Nakreslíme základní nulovou čáru

b) Připomeneme si znaménkovou konvenci pro vykreslování průběhu posouvajících sil. Pokud jdeme po nosníku zleva, jsou kladné všechny sily směřující nahoru  $\uparrow$ . Pokud jdeme po nosníku zprava, jsou kladné všechny sily směřující dolů  $\downarrow$ .



c) Půjdeme zleva, proto budeme označovat sily horním indexem <sup>L</sup>. Pokud bychom šli po nosníku zprava, budeme označovat sily horním indexem <sup>P</sup>.

- v bodě **a**: působí reakce  $V_a = 20 \text{ kN}$  směrem nahoru  $\uparrow$ , je tedy kladná a vyneseme ji nad základní čáru

$$V_a^L = V_a = \underline{20 \text{ kN}}$$

- mezi body **a** a **c**: je konstantní průběh posouvajících sil, protože mezi dvě osamělými břemeny ( $V_a$  a  $F$ ) nepůsobí žádné jiné zatížení
- v bodě **c**: odečteme od stávající hodnoty posouvajících sil hodnotu dalšího osamělého břemene, tj. síly  $F$ . Odečteme ji, protože síla  $F$  směřuje dolů  $\downarrow$  a tudíž je záporná.

$$V_c^L = V_a^L - F = 20 - 40 = \underline{-20 \text{ kN}}$$

- vyznačíme a opět víme, že průběh posouvajících sil mezi dvěmi osamělými břemeny ( $F$  a  $V_b$ ) je konstantní až do bodu **b**.
- v bodě **b** působí reakce  $V_b$  směrem nahoru  $\uparrow$ , je tedy kladná. Proto ke stávající hodnotě  $-20 \text{ kN}$  přičteme reakci  $V_b$ .



$$V_b^L = V_c^L + V_b = -20 + 20 = \underline{0}$$

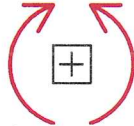
Vracíme se tedy k základní čáře.

**Poznámka:** Protože v místě **c** ( pod osamělým břemenem) mění průběh posouvajících sil své znaménko, je evidentní, že zde je místo NE BEZPEČNÉHO PRŮŘEZU, tzn. že ohybový moment má v tomto místě maximální hodnotu.

3) Výpočet průběhu ohybových momentů (znaménková konvence  )

a) Nakreslíme základní nulovou čáru

b) Připomeneme si znaménkovou konvenci pro vykreslování průběhu ohybových momentů. Pokud jdeme po nosníku zleva, jsou kladné všechny ohybové momenty otáčející se po směru hodinových ručiček  . Pokud jdeme po nosníku zprava, jsou kladné všechny ohybové momenty otáčející se proti směru hodinových ručiček  .



c) Půjdeme zleva, proto budeme označovat ohybové momenty horním indexem <sup>L</sup>. Pokud bychom šli po nosníku zprava, budeme označovat ohybové momenty horním indexem <sup>P</sup>.

- k bodu **a** nepůsobí zleva žádné momenty:  $M_a^L = 0$

- k bodu **c** působí kladným ohybovým momentem reakce  $V_a$  na rameni délky 4m:

$$M_c^L = V_a \cdot 4 = 20 \cdot 4 = \underline{80 \text{ kNm}}$$

- k bodu **b** působí zleva kladným ohybovým momentem reakce  $V_a$  na rameni délky 8m a záporným ohybovým momentem síla  $F$  na rameni 4m:

$$M_b^L = V_a \cdot 8 - F \cdot 4 = 20 \cdot 8 - 40 \cdot 4 = \underline{0}$$

Mimochodem, kdybychom šli zprava, tak je evidentní, že zprava na bod **b** nepůsobí žádná síla ohybovým momentem.

**Poznámka:** Na konci prostého nosníku je vždy nulový moment. Výjimku tvoří případ, kdy právě na konci nosníku působí osamělý ohybový moment.

- průběh momentů z bodu **a** do bodu **c** je lineární (křivka 1. stupně), protože jde o průběh mezi dvěma osamělými břemeny

- také průběh momentů mezi body **c** a **b** je lineární (křivka 1. stupně), protože jde o průběh mezi dvěma osamělými břemeny.