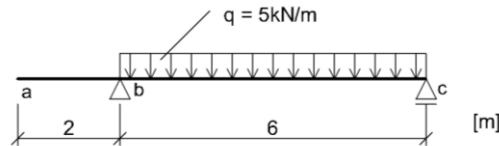


### 3. Příklad č. 3 – Svislý posun na nosníku

#### Zadání

Vypočítejte svislý posun  $w_a$  v bodě  $a$  nosníku podle obrázku. Nosník je ocelový ( $E = 210 \text{ GPa}$ ,  $G = 81 \text{ GPa}$ ), průřezová plocha je  $A = 3,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ , moment setrvačnosti je  $I = 21,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ , smyková plocha je přibližně  $A_\kappa = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$  (I200). Uvažujte práci všech vnitřních sil.



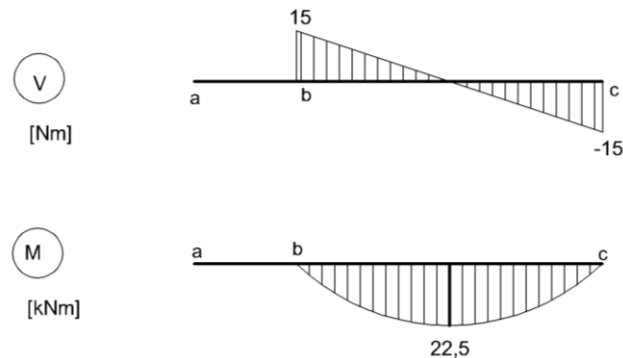
Obr. 3.1: Model konstrukce a zatížení

#### Řešení

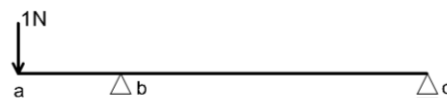
Z Maxwell-Mohrova vzorce pro výpočet přemístění

$$\delta = \int_L \frac{N\bar{N}}{EA} ds + \int_L \frac{V\bar{V}}{GA_\kappa} ds + \int_L \frac{M\bar{M}}{EI} ds + \int_L \bar{N}\alpha_t \Delta t_0 ds + \int_L \bar{M}\alpha_t \frac{\Delta t_1}{h} ds - \sum_r (\bar{R}_{rx} u_r + \bar{R}_{rz} w_r + \bar{M}_r \varphi_r)$$

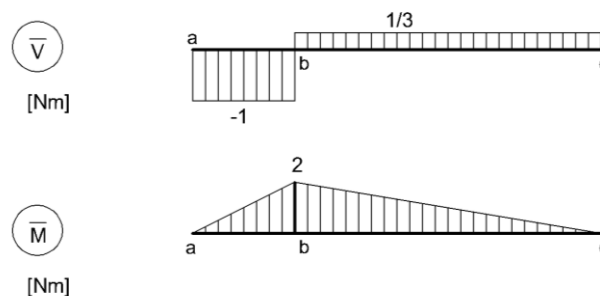
se použije druhý a třetí integrál, protože normálové síly jsou nulové, stejně jako deformační zatížení. Je tedy třeba určit průběhy posouvajících sil a ohybových momentů od vlastního zatížení  $V$ ,  $M$  a od jednotkového impulsu v místě a směru hledaného přemístění  $\bar{V}$  a  $\bar{M}$  (tedy svislé jednotkové síly v bodě  $a$ ).



Obr. 3.2: Průběh posouvajících sil a ohybových momentů od původního zatížení



Obr. 3.3: Zatížení nosníku jednotkovou silou



Obr. 3.4: Průběh posouvajících sil a ohybových momentů od jednotkové síly

$$EI = 210 \cdot 10^9 \cdot 21,4 \cdot 10^{-6} = 4,496 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2$$

$$GA_k = 81 \cdot 10^9 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 101,25 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$w_a = \frac{1}{EI} \left[ \frac{1}{3} M_d \bar{M}_b L_{bc} \right] + \frac{1}{GA_k} \left[ \frac{1}{2} V_b \bar{V}_b L_{bd} + \frac{1}{2} V_c \bar{V}_c L_{dc} \right]$$

$$w_a = \frac{1}{4,496 \cdot 10^6} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot 22,5 \cdot 10^3 \cdot (-2) \cdot 6 \right] + \frac{1}{101,25 \cdot 10^6} \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 1,333 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot (-15 \cdot 10^3) \cdot 1,333 \cdot 3 \right]$$

$$w_a = -0,020018 \text{ m} = -20,018 \text{ mm}$$

Průhyb nosníku v bodě a je  $-20,018 \text{ mm}$ . Předpokládaný kladný směr byl dolů. Nosník se tedy v bodě a prohne nahoru.