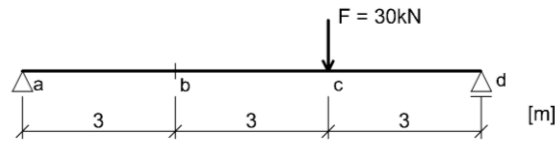


2. Příklad č. 2 – Přemístění na nosníku

Zadání

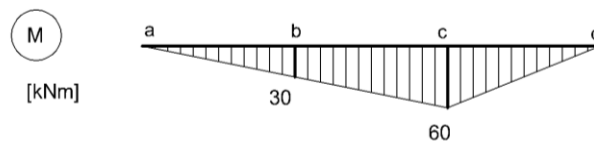
Vypočítejte svislý posun w_b a pootočení φ_b v bodě b na nosníku podle obrázku. Nosník je ocelový ($E = 210 \text{ GPa}$), moment setrvačnosti je $21,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ (I200). Zanedbejte práci posouvajících sil.



Obr. 2.1: Model konstrukce a zatížení

Řešení

V prvním kroku výpočtu se stanoví průběhy vnitřních sil (v tomto případě ohybových momentů M) od skutečného zatížení.



Obr. 2.2: Průběh Ohybových momentů od původního zatížení

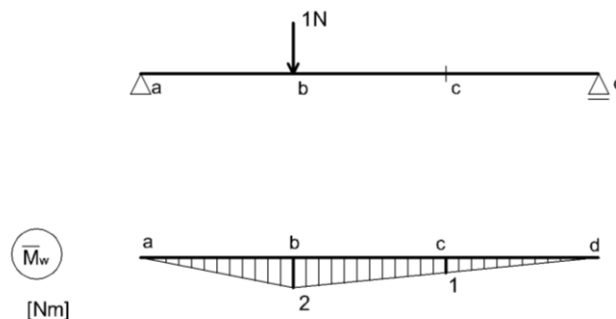
Ve druhé fázi se zatíží konstrukce jednotkovým impulsem v místě a směru hledaného přemístění. Volba kladných směrů impulsů určuje kladnou konvenci výsledných přemístění. Pro tyto impulsy se rovněž stanoví průběhy ohybových momentů \bar{M}_w a \bar{M}_φ . Z Maxwell-Mohrova vzorce pro výpočet přemístění

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

se v obou případech použije pouze třetí integrál týkající ohybových momentů.

a) výpočet průhybu v bodě b

V prvním případě se hledá svislý posun bodu b – impuls tedy představuje svislá jednotková síla v bodě b .



Obr. 2.3: Průběh ohybových momentů od jednotkové svislé síly v bodě b

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

$$w_b = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} M_b \bar{M}_b L_{ab} + \frac{1}{6} \left(M_b (2\bar{M}_b + \bar{M}_c) + M_c (\bar{M}_b + 2\bar{M}_c) \right) L_{bc} + \frac{1}{3} M_c \bar{M}_c L_{cd} \right]$$

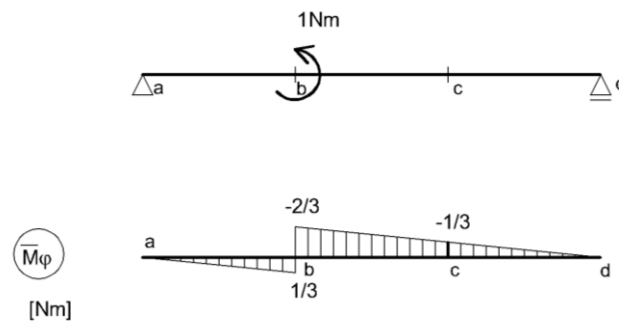
$$w_b = \frac{1}{4,496 \cdot 10^6} \cdot \left[\frac{1}{3} 30 \cdot 2 \cdot 3 + \frac{1}{6} \cdot (30 \cdot (2 \cdot 2 + 1) + 60 \cdot (2 + 2 \cdot 1)) \cdot 3 + \frac{1}{3} 60 \cdot 1 \cdot 3 \right] \cdot 10^3 = 0,070094m$$

$$w_b = 0,070094m = 70,094mm$$

Svislý průhyb nosníku v bodě b je $70,094 \text{ mm}$. Nosník se prohne dolů.

b) výpočet pootočení průřezu v bodě b

Ve druhém případě se hledá pootočení bodu b – impuls tedy představuje jednotkový moment v bodě b .



Obr. 2.4: Průběh ohybových momentů od jednotkového momentu v bodě b

$$\varphi_b = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} M_b \bar{M}_b L_{ab} + \frac{1}{6} \left(M_b (2\bar{M}_b + \bar{M}_c) + M_c (\bar{M}_b + 2\bar{M}_c) \right) L_{bc} + \frac{1}{3} M_c \bar{M}_c L_{cd} \right]$$

$$\varphi_b = \frac{1}{4,496 \cdot 10^6} \cdot \left[\frac{1}{3} 30 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 + \frac{1}{6} \cdot \left(30 \cdot 10^3 \cdot \left(2 \cdot \left(-\frac{2}{3} \right) + \left(-\frac{1}{3} \right) \right) + 60 \cdot 10^3 \cdot \left(-\frac{2}{3} + 2 \cdot \left(-\frac{1}{3} \right) \right) \right) \cdot 3 \right. \\ \left. + \frac{1}{3} 60 \cdot 10^3 \cdot \left(-\frac{1}{3} \right) \cdot 3 \right]$$

$$\varphi_b = -0,016689$$

Pootočení nosníku v bodě b je $-0,016689$. Vzhledem k předpokládanému kladnému pootočení proti směru hodinových ručiček, skutečné pootočení osy prutu je po směru hodinových ručiček.