

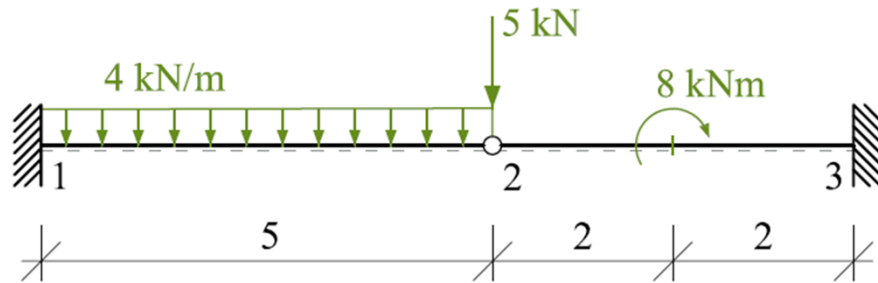


BDA016 Stavební mechanika 2

- Obecná deformační metoda – spojitý nosník

doc. Ing. Hana Šimonová, Ph.D. (Hana.Simonova@vut.cz)

Na zadané prutové konstrukci pomocí obecné deformační metody vykreslete průběhy vnitřních sil

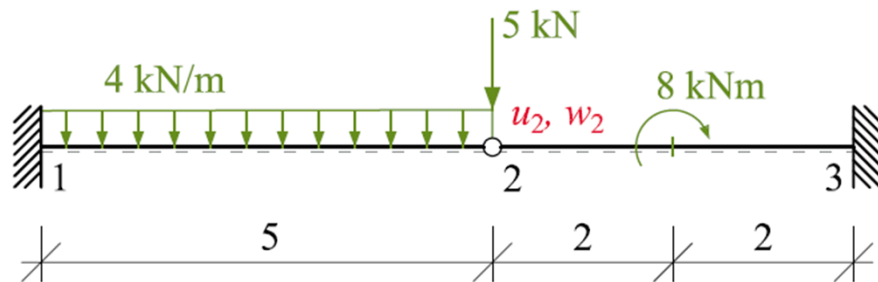


$$E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

$$A = 0,18 \text{ m}^2$$

$$I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

Na zadané prutové konstrukci pomocí obecné deformační metody vykreslete průběhy vnitřních sil



$$E = 2 \cdot 10^7 \text{ kPa}$$

$$A = 0,18 \text{ m}^2$$

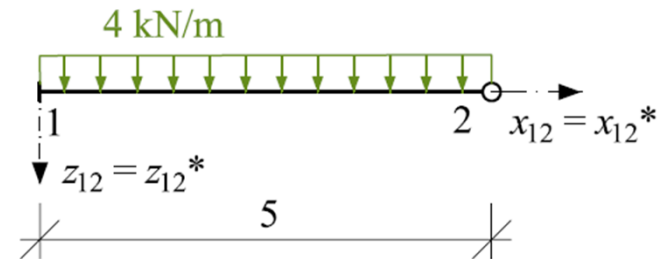
$$I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$n_p = 2 (u_2, w_2)$$

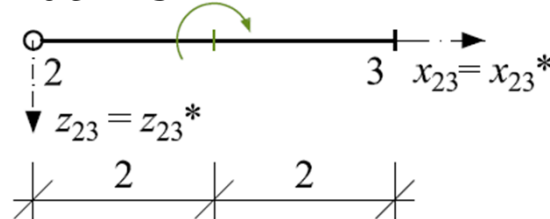
pouze příčné zatížení $\rightarrow u_2 = 0$

$$\rightarrow \min n_p = 1 (w_2)$$

Prut 1–2



Prut 2–3



globální vektor deformací

$$\mathbf{r} = \{w_2\}$$

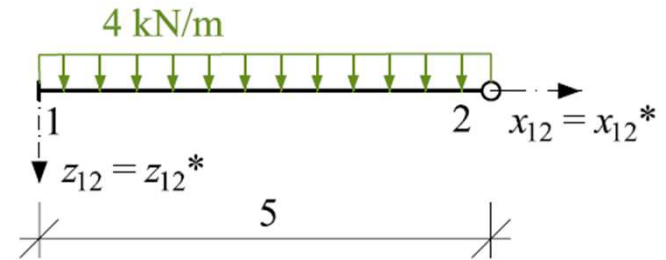
globální vektor uzlových zatížení

$$\mathbf{S} = \{5\} \cdot 10^3$$

Prut 1–2

- vektor primárních koncových sil (tab. 8.1 b/6)

$$\bar{\mathbf{R}}_{12}^* = \bar{\mathbf{R}}_{12} = \begin{Bmatrix} \bar{X}_{12} = 0 \\ \bar{Z}_{12} = -12,5 \\ \bar{M}_{12} = 12,5 \\ \bar{X}_{21} = 0 \\ \bar{Z}_{21} = -7,5 \\ \bar{M}_{21} = 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^3$$



$$\frac{3EI}{l^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{10} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{5^3} = 1,44 \cdot 10^6$$

$$\frac{3EI}{l^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{10} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{5^2} = 7,2 \cdot 10^6$$

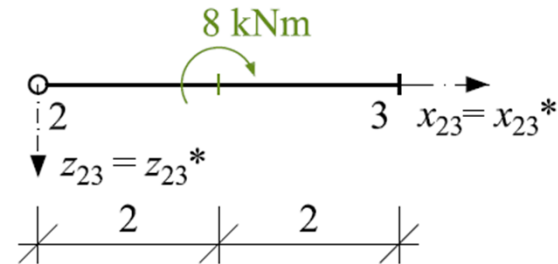
- matice tuhosti (tab. 8.3 b)

$$\mathbf{k}_{12}^* = \mathbf{k}_{12} = \begin{matrix} & u_1 & w_1 & \varphi_1 & u_2 & w_2 & \varphi_2 \\ \begin{matrix} u_1 \\ w_1 \\ \varphi_1 \\ u_2 \\ w_2 \\ \varphi_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & -1,44 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 7,2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1,44 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \end{bmatrix} & \cdot 10^6 \end{matrix}$$

Prut 2–3

- vektor primárních koncových sil (tab. 8.1 c/4)

$$\bar{\mathbf{R}}_{23}^* = \bar{\mathbf{R}}_{23} = \begin{Bmatrix} \bar{X}_{23} = 0 \\ \bar{Z}_{23} = 2,25 \\ \bar{M}_{23} = 0 \\ \bar{X}_{32} = 0 \\ \bar{Z}_{32} = -2,25 \\ \bar{M}_{32} = -1 \end{Bmatrix} \cdot 10^3$$



$$\frac{3EI}{l^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{10} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{4^3} = 2,8125 \cdot 10^6$$

$$\frac{3EI}{l^2} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{10} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{4^2} = 11,25 \cdot 10^6$$

- matice tuhosti (tab. 8.3 c)

$$\mathbf{k}_{23}^* = \mathbf{k}_{23} = \begin{matrix} & u_2 & w_2 & \varphi_2 & u_3 & w_3 & \varphi_3 \\ \begin{matrix} u_2 \\ w_2 \\ \varphi_2 \\ u_3 \\ w_3 \\ \varphi_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 2,8125 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & -2,8125 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & -11,25 & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} & \cdot 10^6 \end{matrix}$$

Soustava rovnic

$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} = \mathbf{F}$$

- globální matice tuhosti

$$\mathbf{k} = [1,44 + 2,8125] \cdot 10^6 = [4,2525] \cdot 10^6$$

- globální zatěžovací vektor

$$\mathbf{F} = \mathbf{S} - \bar{\mathbf{R}} = \{5\} \cdot 10^3 - \{-5,25\} \cdot 10^3 = \{10,25\} \cdot 10^3$$

- globální vektor primárních koncových sil

$$\bar{\mathbf{R}} = \{-7,5 + 2,25\} \cdot 10^3 = \{-5,25\} \cdot 10^3$$

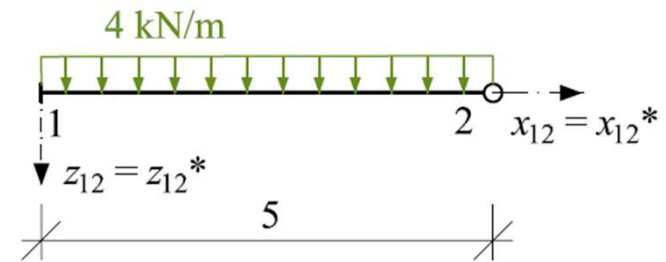
$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} = \mathbf{F}$$

$$[4,2525] \cdot 10^6 \cdot \{w_2\} = \{10,25\} \cdot 10^3 \rightarrow w_2 = 2,410 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Prut 1–2

- vektor deformací prutu

$$\mathbf{r}_{12} = \mathbf{r}_{12}^* = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2,41 \\ 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^{-3}$$



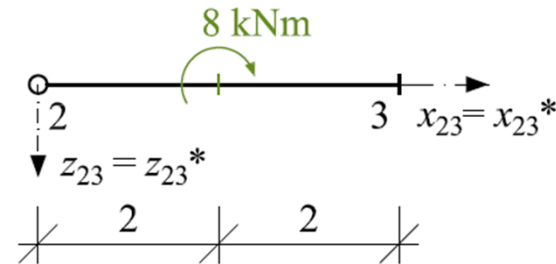
- vektor celkových koncových sil prutu $\mathbf{R}_{12} = \bar{\mathbf{R}}_{12} + \hat{\mathbf{R}}_{12} = \bar{\mathbf{R}}_{12} + \mathbf{k}_{12} \cdot \mathbf{r}_{12} = \mathbf{R}_{12}^*$

$$\mathbf{R}_{12} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -12,5 \\ 12,5 \\ 0 \\ -7,5 \\ 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^3 + \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & -1,44 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 7,2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1,44 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \end{bmatrix} \cdot 10^6 \cdot \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2,41 \\ 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^{-3} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -15,97 \\ 29,852 \\ 0 \\ -4,03 \\ 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^3$$

Prut 2–3

- vektor deformací prutu

$$\mathbf{r}_{23} = \mathbf{r}_{23}^* = \begin{Bmatrix} 0 \\ 2,41 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^{-3}$$



- vektor celkových koncových sil prutu $\mathbf{R}_{23} = \bar{\mathbf{R}}_{23} + \hat{\mathbf{R}}_{23} = \bar{\mathbf{R}}_{23} + \mathbf{k}_{23} \cdot \mathbf{r}_{23} = \mathbf{R}_{23}^*$

$$\mathbf{R}_{23} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 2,25 \\ 0 \\ 0 \\ -2,25 \\ -1 \end{Bmatrix} \cdot 10^3 + \begin{bmatrix} \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 2,8125 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & -2,8125 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & -11,25 & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \cdot 10^6 \cdot \begin{Bmatrix} 0 \\ 2,41 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \cdot 10^{-3} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 9,028 \\ 0 \\ 0 \\ -9,028 \\ -28,113 \end{Bmatrix} \cdot 10^3$$

ODM – SPOJITÝ NOSNÍK

