Kontinualni nosači

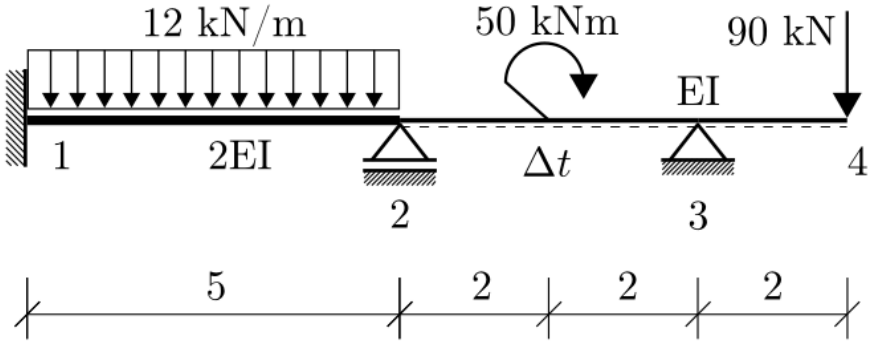
Teorija konstrukcija — HVE

Vežbe: 9. sedmica

Primer 1

Za nosač prikazan na slici, nacrtati dijagrame presečnih sila.

Uticaj transverzalnih sila na deformaciju zanemariti.



$$\mathrm{EI} = 10^5\,\mathrm{kNm}^2$$
$$\mathrm{I/F} = 0$$
$$\Delta t = 20\,^{\circ}\mathrm{C}$$
$$\mathrm{h} = 1\,\mathrm{m}$$
$$\alpha_t = 10^{-5}\,1/^{\circ}\mathrm{C}$$

Primer 1

- Nosač na slici je kontinualni nosač na dva polja.
- U pitanju je statički neodređen nosač $(n = 2)$ pa do sila u presecima dolazimo koristeći *Metodu sila*.
- Sile sa prepusta 3-4 redukovaćemo na ostatak nosača, nakon čega ćemo pristupiti rešavanju statički neodređenog nosača.

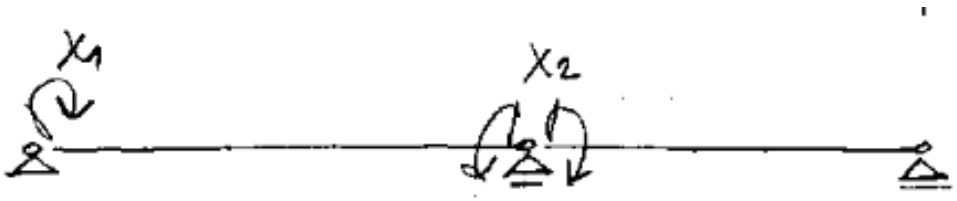
Primer 1

Domaći zadatak:
Prebrojati elemente i izvršiti statičku/kinematičku klasifikaciju nosača.

Primer 1

Osnovni sistem

Pošto je u pitanju kontinualni nosač, osnovni sistem biramo tako da bude sistem vezanih prostih greda



Primer 1

Uslovne jednačine metode sila:

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{1\otimes} = 0$$
$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{2\otimes} = 0$$

Primer 1

Koeficijenti i slobodni članovi uslovnih jednačina metode sila predstavljaju pomeranja u statički određenom osnovnom sistemu. Njihove vrednosti možemo odrediti primenom principa virtualnih sila:

$$\delta_{ik} = \int_s \frac{M_i M_k}{EI} ds + \int_s \frac{N_i N_k}{EF} ds + k \int_s \frac{T_i T_k}{EF} ds$$

$$\delta_{i0} = \int_s \frac{M_i M_0}{EI} ds + \int_s \frac{N_i N_0}{EF} ds + k \int_s \frac{T_i T_0}{GF} ds$$

$$\delta_{it} = \int_s N_i \alpha_t t^o ds + \int_s M_i \alpha_t \frac{\Delta t}{h} ds$$

$$\delta_{ic} = -\sum_j C_{ji} c_j$$

Primer 1

- S obzirom na vrstu opterećenja, u nosaču se neće javiti normalne sile.
- Uticaj transverzalnih sila na deformaciju je zanemaren.
- Oslonci datog nosača su nepomerljivi (nema sleganja, $c_j = 0$).
- Nije zadata temperatura u osi štapa, $t^o = 0$.

Na osnovu ove analize možemo uprostiti izraze za određivanje koeficijenata δ.

Primer 1

$$\delta_{ik} = \int_s \frac{M_i M_k}{EI} ds$$

$$\delta_{i0} = \int_s \frac{M_i M_0}{EI} ds$$

$$\delta_{it} = \int_s M_i \alpha_t \frac{\Delta t}{h} ds$$

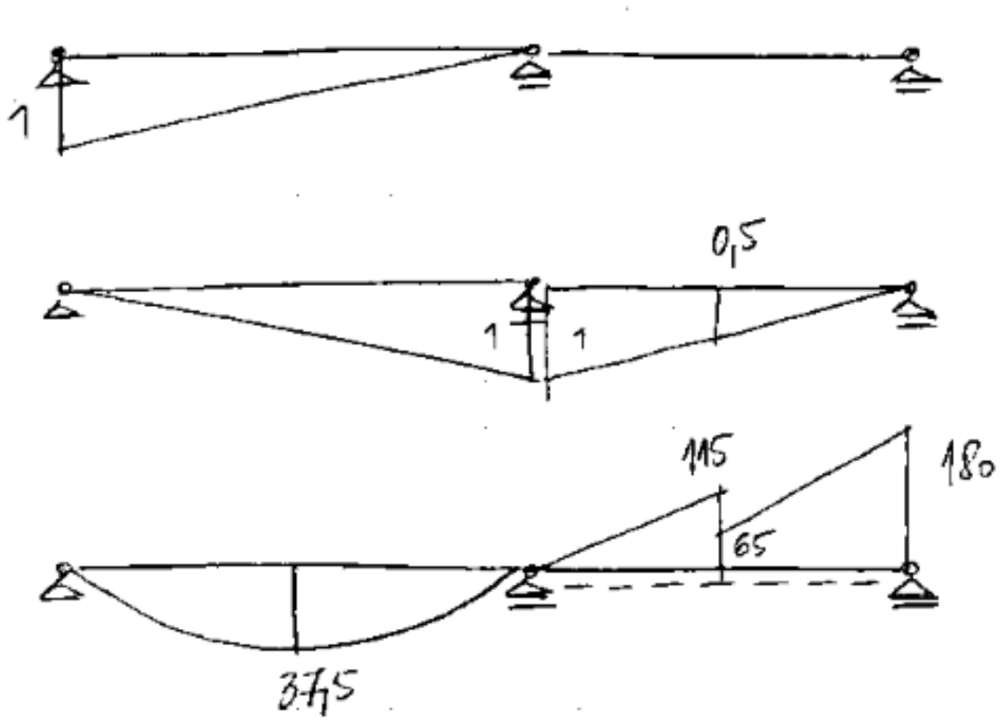
$$\delta_{i\otimes} = \delta_{i0} + \delta_{it}$$

Da bismo izračunali δ koeficijente, dovoljno je da odredimo dijagrame momenata savijanja u osnovnom sistemu usled stanja usled stanja $X_1 = 1$, $X_2 = 1$ i $X_i = 0$.

Primer 1

Sile u presecima usled stanja

- $X_1 = 1$ (dijagram M_1)
- $X_2 = 1$ (dijagram M_2)
- $X_i = 0$ (dijagram M_0)



M_1

M_2

M_0

Primer 1

$$
\begin{aligned}
EI\delta_{11} =& \frac{1}{2}\frac{5}{3}1^2 = \boxed{0{,}83} \\
EI\delta_{11} =& \frac{1}{2}\frac{5}{3}1^2 + \frac{4}{3} = \boxed{2{,}17} \\
EI\delta_{12} =& \frac{1}{2}\frac{5}{6}1^2 = \boxed{0{,}417} \\
EI\delta_{1\otimes} =& \frac{1}{2}\frac{5}{3}1 \cdot 37{,}5 = \boxed{31{,}25} \\
EI\delta_{2\otimes} =& 31{,}25 - \frac{2}{6}115(0{,}5 \cdot 2 + 1) \\
& - \frac{2}{6}0{,}5(65 \cdot 2 + 180) + \frac{20}{1}\frac{1 \cdot 4}{2} = \boxed{-57{,}08}
\end{aligned}
$$

Primer 1

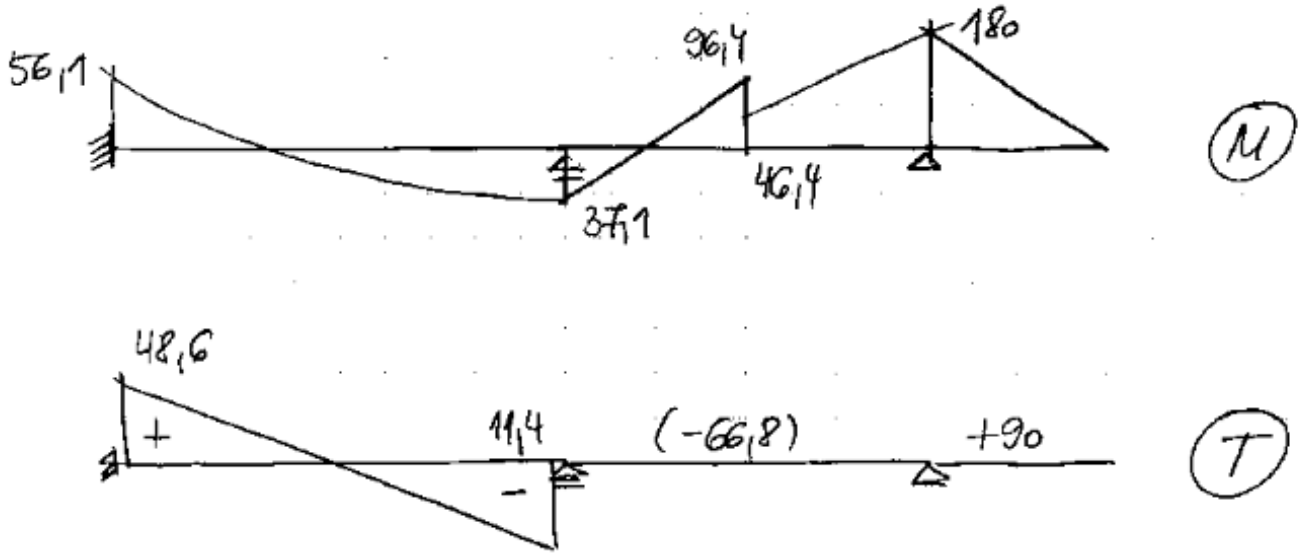
$$\begin{bmatrix} 0{,}83 & 0{,}417 \\ 0{,}417 & 2{,}17 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 31{,}25 \\ -57{,}08 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$X_1 = -56{,}1\,\mathrm{kNm}$$

$$X_2 = 37{,}1\,\mathrm{kNm}$$

Primer 1

Dijagram momenata savijanja na datom, statički neodređenom nosaču, računamo koristeći princip superpozicije

$$M = M_0 + M_1 X_1 + M_2 X_2$$

Dijagram T sila određujemo na osnovu dijagrama momenata savijanja.