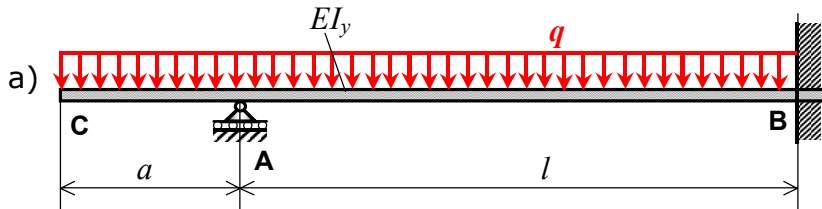


2. Primjer: Savijanje statički neodređenog ravnog nosača na više oslonaca

Za ravni nosač konstantne fleksijske krutosti koji je zadan i opterećen prema slici a), primjenom metode triju momenata (Clapeyronova jednačnja) treba odrediti reakcije veza u osloncima. Skicirati dijagrame poprečnih sila i momenata savijanja. Odrediti iznos dopuštenog kontinuiranog opterećenja nosača, ako je poprečni presjek nosača standardni I - profil. Skicirati elastičnu liniju nosača.



Zadano:

$q, l, a = l/3, EI_y = \text{konst.};$
 $l = 2 \text{ m}, \sigma_{\text{dop}} = 100 \text{ MPa},$
 profil I NP300.

Rješenje:

Reakcije veza u osloncima nosača prikazane su na slici b).

Zadatak je jedanput statički neodređen: $n = k - s = 3 - 2 = 1$.

1. Rastavljanjem nosača na sastavne dijelove uporabom **jednačnji ravnoteže** odrede se sastavnice reakcija veza u osloncima od vanjskog opterećenja:

$$F'_A = q \cdot a + \frac{q \cdot l}{2} = \frac{5}{6} q l, \quad F'_B = \frac{1}{2} q l.$$

Moment savijanja na mjestu oslonca A od vanjskog opterećenja na prepustu AC nosača jest:

$$M_A = -\frac{q \cdot a^2}{2} = -\frac{q l^2}{18}.$$

Dijagram momenata savijanja od vanjskog opterećenja na dijelu AB nosača (određeni nosač na dva oslonca A i B) prikazan je na slici c). On se koristi kao opterećenje q^* za određivanje reakcija analogne grede A*B*, potrebnih u jednačnji triju momenata.

2. **Opterećenje analogne grede A*B*** i pripadajuće reakcije u osloncima su, slika b):

$$F^* = \frac{2}{3} \frac{q l^2}{8} \cdot l = \frac{q l^3}{12}, \quad F_A^* = F_B^* = \frac{F^*}{2} = \frac{q l^3}{24}.$$

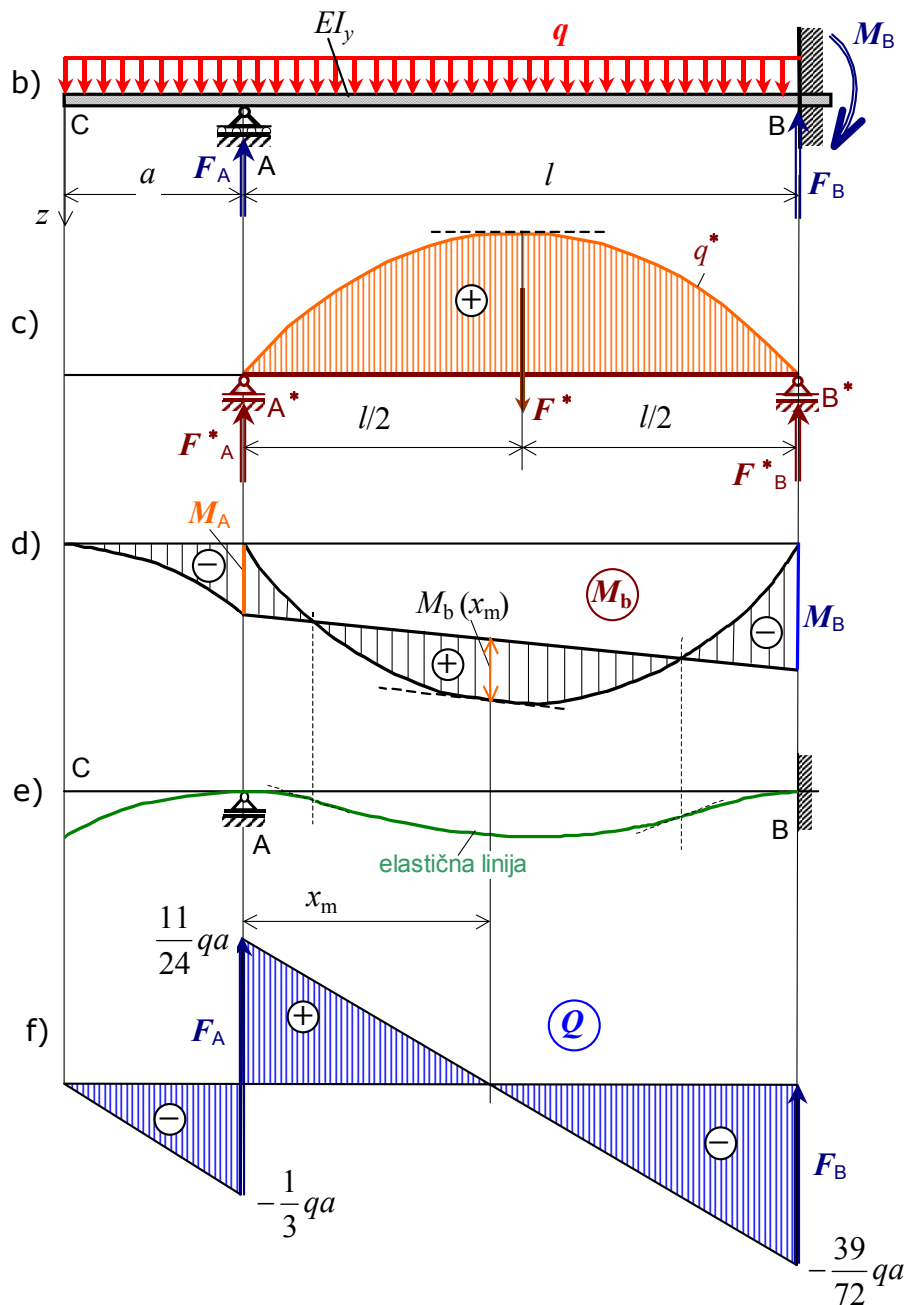
3. **Jednačnja triju momenata** (Clapeyronova jednačnja) za srednji (krajnji) oslonac B nosača, slika c), jest:

$$s = B: \quad M_A \cdot l + 2M_B \cdot l = -6 \cdot F_B^* = -\frac{6}{24} q l^3 / : 2l$$

Sređivanjem jednačnje slijedi izraz za unutarnji moment savijanja u presjeku B nosača:

$$M_B = -\frac{M_A}{2} - \frac{1}{8} q l^2 = -\frac{7}{72} q l^2.$$

Pripadajući rezultirajući dijagram momenata savijanja nosača prikazan je na slici d), a elastična linija nosača na slici e).



4. Reakcije veza u osloncima nosača određene su sastavnicama od vanjskog opterećenja i od unutarnjih momenata savijanja na mjestima oslonaca:

$$F_A = F'_A + \frac{-M_A + M_B}{l} = \left[\frac{5}{6} + \left(\frac{1}{18} - \frac{7}{72} \right) \right] \cdot ql = \frac{57}{72} ql,$$

$$F_B = F'_B + \frac{M_A - M_B}{l} = \left[\frac{1}{2} + \left(-\frac{1}{18} + \frac{7}{72} \right) \right] \cdot ql = \frac{39}{72} ql.$$

Pripadajući dijagram poprečnih sila prikazan je na slici f).

Mjesto ekstremne vrijednosti momenta savijanja na dijelu AB nosača jest:

$$Q(x_m) = 0 = q \cdot (a + x_m) - F_A,$$

$$x_m = \frac{F_A}{q} - a = \frac{57}{72} l - \frac{l}{3} = \frac{11}{24} l \approx 0,4583l.$$

Ekstremna vrijednost momenta savijanja na dijelu AB nosača jest:

$$M_b(x_m) = -\frac{q}{2}(a + x_m)^2 + F_A \cdot x_m \approx 0,0495ql^2.$$

Maksimalna vrijednost momenta savijanja na nosaču jest:

$$M_{b\max} = |M_B| = \frac{7}{72}ql^2 \approx 0,0972ql^2.$$

5. Određivanje dopuštenog opterećenja nosača

Iz tablice u Inženjerskom priručniku IP1 za standardni I-profil NP300 je aksijalni modul (moment otpora) presjeka: $W_y = 653 \text{ cm}^3$.

Dopušteno kontinuirano opterećenje nosača jest:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{b\max}}{W_y} \leq \sigma_{\text{dop}} \Rightarrow M_{b\max} = \frac{7}{72} \cdot ql^2 \leq W_y \cdot \sigma_{\text{dop}},$$

$$q_{\text{dop}} \leq \frac{72 \cdot W_y \cdot \sigma_{\text{dop}}}{7 \cdot l^2} = \frac{72 \cdot 653 \cdot 100}{7 \cdot 2^2} = 167914 \text{ N/m},$$

$$\boxed{q_{\text{dop}} \leq 167,9 \text{ kN/m}}.$$