

DRVENE KONSTRUKCIJE VEŽBANJA

PRORAČUN NOSAČA NA
EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

- Krovna greda je opterećena uticajem od stalnog opterećenja, vetra i snega. Nakon proračuna M, T i N dijagrama neophodno je izvršiti dimenzionisanje iz uslova ekscentričnog pritiska i ekscentričnog zatezanja. Sledeći primer sa ove prezentacije treba koristiti kao ugledni primer za proračun krovne grede na ekscentrično zatezanje.
- Takođe, dimenzionisanje međuspratne grede treba uraditi na osnovu primera iz ove prezentacije.
- Čvrstoće materijala i druge koeficijente neophodne za dimenzionisanje usvojiti na osnovu tabela dobijenih na predavanjima.

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

Primer 9

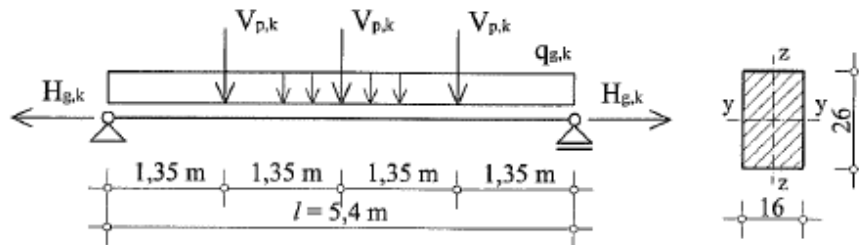
Za drvenu gredu pravougaonog poprečnog preseka $b/h = 16/26$ cm sprovesti dokaz nosivosti i upotrebljivosti. Greda je statičkog sistema proste grede, a opterećena je u svema prema skici.

Grafična vrednost ugiba: $w_{fin,lim} = l/200$ ($w_{inst,lim} = l/300$).

Materijal: monolitno drvo C30. Eksploataciona klasa: 2.

Napomene:

- greda je deo konstrukcije objekta čija je namena stanovanje;
- uticaj normalne sile na ugib se zanemaruje.



$$q_{g,k} = 1,6 \text{ kN/m (stalno opt.)}$$

$$H_{g,k} = 58,0 \text{ kN (stalno opt.)}$$

$$V_{p,k} = 4,0 \text{ kN (srednjetrojno opt.)}$$

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

REŠENJE

Ulazni podaci

Karakteristične vrednosti za monolitno drvo C30 (tabela 1.3, Prilog 1):

- karakteristična vrednost čvrstoće na smicanje: $f_{v,k} = 4 \text{ N/mm}^2$
- karakteristična vrednost čvrstoće na zatezanje paralelno vlaknima: $f_{t,0,k} = 18 \text{ N/mm}^2$
- karakteristična vrednost čvrstoće na savijanje: $f_{m,k} = 30 \text{ N/mm}^2$
- srednja vrednost modula elastičnosti paralelno vlaknima: $E_{0,mean} = 12000 \text{ N/mm}^2$

Korekcionni koeficijent za čvrstoću drveta u zavisnosti od eksploatacione klase i klase trajanja opterećenja, k_{mod} (tabela 1.8, Prilog 1):

- za monolitno drvo, eksploatacionu klasu 2 i
 - stalno opterećenje: $k_{mod} = 0,6$
 - srednjetrojajno opterećenje: $k_{mod} = 0,8$

Pri proračunu se uzima k_{mod} za opterećenje sa najkraćim trajanjem: $k_{mod} = 0,8$

Korekcionni koeficijent za proračun deformacija u zavisnosti od eksploatacione klase, k_{def} (tabela 1.11, Prilog 1):

- za monolitno drvo i eksploatacionu klasu 2: $k_{def} = 0,8$

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za opterećenja (tabela 1.1, Prilog 1):

- za granična stanja nosivosti
 - stalno opterećenje: $\gamma_G = 1,35$
 - promenljivo opterećenje: $\gamma_Q = 1,5$

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

Parcijalni koeficijent sigurnosti za svojstva materijala, γ_M (tabela 1.7, Prilog 1):

- za monolitno drvo: $\gamma_M = 1,3$

Koeficijenti za kombinovanu vrednost promenljivih dejstava (tabela 1.2, Prilog 1):

- za korisno opterećenje prostorija za stanovanje: $\psi_2 = 0,3$

Dokaz prema graničnim stanjima nosivosti

Proračunska vrednost statičkih uticaja

Osnovna kombinacija dejstava za granična stanja nosivosti:

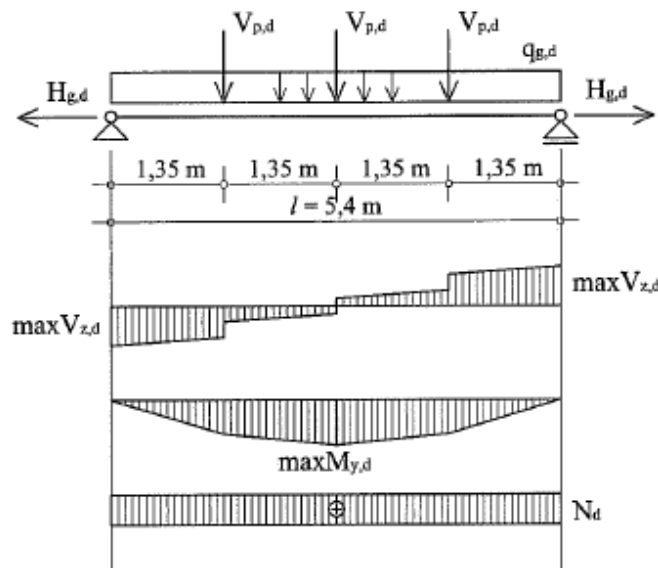
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Proračunske vrednosti opterećenja:

$$q_{g,d} = \gamma_G \cdot q_{g,k} = 1,35 \cdot 1,6 = 2,16 \text{ kN/m}$$

$$H_{g,d} = \gamma_G \cdot H_{g,k} = 1,35 \cdot 58 = 78,3 \text{ kN}$$

$$V_{p,d} = \gamma_Q \cdot V_{p,k} = 1,5 \cdot 4,0 = 6,0 \text{ kN}$$



Proračunska vrednost transverzalne sile:

$$\max V_{z,d} = q_{g,d} \cdot \frac{l}{2} + 1,5 \cdot V_{p,d} = 2,16 \cdot \frac{5,4}{2} + 1,5 \cdot 6,0 = 14,83 \text{ kN}$$

Proračunska vrednost momenta savijanja:

$$\max M_{y,d} = q_{g,d} \cdot \frac{l^2}{8} + 0,5 \cdot V_{p,d} \cdot l = 2,16 \cdot \frac{5,4^2}{8} + 0,5 \cdot 6,0 \cdot 5,4 = 24,07 \text{ kNm}$$

Proračunska vrednost normalne sile:

$$N_d = H_{g,d} = 78,3 \text{ kN}$$

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

Smicanje

Proračunska vrednost čvrstoće drveta na smicanje:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 4}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

Proračunska vrednost smičućeg napona:

$$\tau_{z,d} = 1,5 \cdot \frac{V_{z,d}}{k_{cr} \cdot A} = 1,5 \cdot \frac{14,83}{0,67 \cdot 16 \cdot 26} \cdot 10 = 0,80 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj pukotina nastalih usled skupljanja, k_{cr} :

- za monolitno drvo: $k_{cr} = 0,67$

Uslov:

$$\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} = \frac{0,80}{2,46} = 0,33 < 1$$

Zatezanje sa savijanjem

Proračunska vrednost čvrstoće drveta na zatezanje paralelno vlaknima:

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 18}{1,3} = 11,08 \text{ N/mm}^2$$

Uticaj veličine elementa na čvrstoću na zatezanje uzima se preko koeficijenta k_h :

- za monolitno drvo pravougaonog poprečnog preseka sa $h > 150 \text{ mm}$: $k_h = 1$

Proračunska vrednost čvrstoće drveta na savijanje:

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 30}{1,3} = 18,46 \text{ N/mm}^2$$

Uticaj veličine elementa na čvrstoću na savijanje uzima se preko koeficijenta k_h :

- za monolitno drvo pravougaonog poprečnog preseka sa $h > 150 \text{ mm}$: $k_h = 1$

Proračunske vrednosti normalnih napona:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_d}{A_n} = \frac{78,3}{0,8 \cdot 16 \cdot 26} \cdot 10 = 2,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{24,07}{\frac{16 \cdot 26^2}{6}} \cdot 1000 = 13,35 \text{ N/mm}^2$$

Neto površina (nepoznata slabljenja preseka):

$$A_n = 0,8 \cdot A$$

Uslov:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,35}{11,08} + \frac{13,35}{18,46} = 0,94 < 1$$

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

Dokaz prema graničnim stanjima upotrebljivosti

Proračunska vrednost opterećenja

Karakteristična kombinacija dejstava za granična stanja upotrebljivosti:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\Rightarrow q_d = q_{g,k} = 1,6 \text{ kN/m}$$

$$\Rightarrow F_d = F_{V,p,k} = 4,0 \text{ kN}$$

Kvazi-stalna kombinacija dejstava za granična stanja upotrebljivosti:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\Rightarrow q_{d,qs} = q_{g,k} = 1,6 \text{ kN/m}$$

$$\Rightarrow F_{d,qs} = \psi_2 \cdot F_{V,p,k} = 0,3 \cdot 4,0 = 1,2 \text{ kN}$$

Ugib

Maksimalna vrednost trenutnog ugiba:

$$\max w_{q,inst} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_d \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,6 \cdot 5,4^4}{12000 \cdot \frac{16 \cdot 26^3}{12}} \cdot 10^7 = 0,63 \text{ cm}$$

$$\max w_{F,inst} = \frac{19}{384} \cdot \frac{F_d \cdot l^3}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{19}{384} \cdot \frac{4,0 \cdot 5,4^3}{12000 \cdot \frac{16 \cdot 26^3}{12}} \cdot 10^7 = 1,11 \text{ cm}$$

$$\max w_{inst} = \max w_{q,inst} + \max w_{F,inst} = 0,63 + 1,11 = 1,74 \text{ cm}$$

Granična vrednost trenutnog ugiba:

$$w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{5,4}{300} \cdot 100 = 1,80 \text{ cm}$$

Uslov:

$$w_{inst} = 1,74 \text{ cm} < w_{inst,lim} = 1,80 \text{ cm}$$

Maksimalna vrednost konačnog ugiba:

$$w_{fin} = w_{inst} + k_{def} \cdot w_{qs}$$

$$\max w_{q,fin} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_d + k_{def} \cdot q_{d,qs}) \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(1,6 + 0,8 \cdot 1,6) \cdot 5,4^4}{12000 \cdot \frac{16 \cdot 26^3}{12}} \cdot 10^7 = 1,13 \text{ cm}$$

$$\max w_{F,fin} = \frac{19}{384} \cdot \frac{(F_d + k_{def} \cdot F_{d,qs}) \cdot l^3}{E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{19}{384} \cdot \frac{(4,0 + 0,8 \cdot 1,2) \cdot 5,4^3}{12000 \cdot \frac{16 \cdot 26^3}{12}} \cdot 10^7 = 1,37 \text{ cm}$$

$$\max w_{fin} = \max w_{q,fin} + \max w_{F,fin} = 1,13 + 1,37 = 2,50 \text{ cm}$$

PRORAČUN NOSAČA NA EKSCENTRIČNO ZATEZANJE

Granična vrednost konačnog ugiba:

$$w_{\text{fin,lim}} = \frac{l}{200} = \frac{5,4}{200} \cdot 100 = 2,70 \text{ cm}$$

Uslov:

$$w_{\text{fin}} = 2,50 \text{ cm} < w_{\text{fin,lim}} = 2,70 \text{ cm}$$