

7. vaja

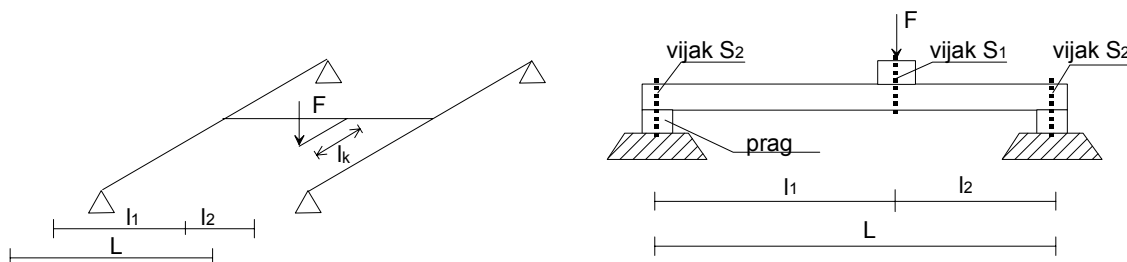
TORZIJA

7.1 Zasnova

Obravnavamo primer vzdolžnega nosilca s pritrjeno konzolo. Konzola je na koncu obremenjena s koncentrirano silo F (glej sliko). Konzola je obremenjena upogibno in strižno. Vzdolžni nosilec pa je, zaradi reakcije konzole na vzdolžni nosilec, obremenjen z upogibnim in torzijskim momentom in prečno silo. Priključki med elementi so izvedeni z vijaki. Dimenzioniraj konzolo in vzdolžni nosilec.

Podatki:

- dolžina konzole $l_k = 100 - i$ (cm),
- dolžina vzdolžnega nosilca $L = 4,0$ m,
- oddaljenost konzole od podpore vzdolžnega nosilca $l_1 = 2,5$ m, $l_2 = 1,5$ m,
- obtežba F je sestavljena iz lastne teže $F_g = 2$ kN in koristne obtežbe $F_q = 0,5 + (i/20)$, pri čemer je i podatek (glej 1. vajo),
- les C30, trajanje obtežbe M,
- vijaki S 235.

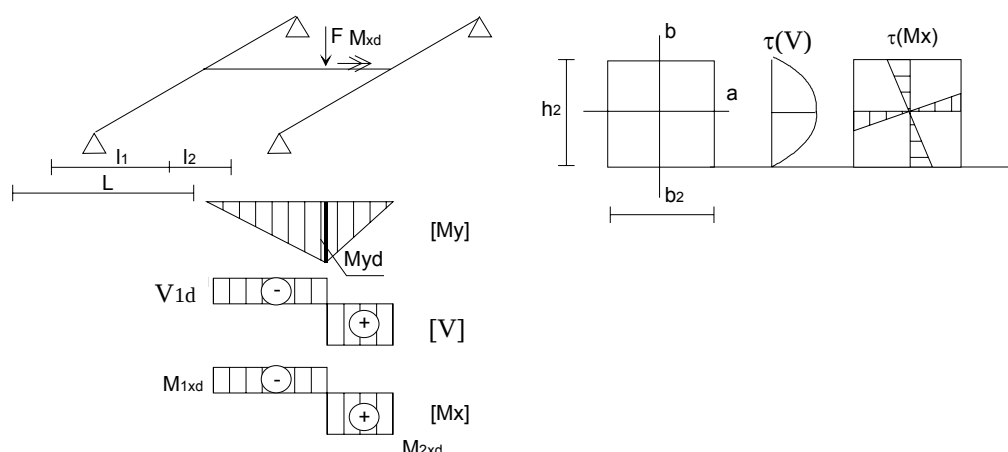


7.2 Dimenzioniranje konzole

Postopek računa:

- Določimo maksimalno vrednost projektnega upogibnega momenta in prečne sile v konzoli.
- Nadalje postopamo enako kot pri vaji 6.1 (dimenzioniranje špirovcev).

7.2 Dimenzioniranje vzdolžnega nosilca



- Določimo maksimalne notranje statične količine v vzdolžnem nosilcu po naslednjih izrazih (glej zgornjo sliko):

$$M_{yd,max} = \frac{F_d \cdot l_1 \cdot l_2}{L}; V_{1,d} = \frac{F_d \cdot l_2}{L}; V_{2,d} = \frac{F_d \cdot l_1}{L}; M_{1xd} = \frac{M_{xd} \cdot l_2}{L}; M_{2xd} = \frac{M_{xd} \cdot l_1}{L}$$

- Iz dokaza normalnih (upogibnih) napetosti določimo potreben prečni prerez vzdolžnega nosilca (prerez naj bo kvadratne oblike). Postopamo enako kot v vaji 6.1.
- Po izbiri dimenzij vzdolžnega nosilca b/h , je potrebno narediti še kontrolo strižnih napetosti. Le-te so posledica prečne sile V in torzijskega momenta M_x .

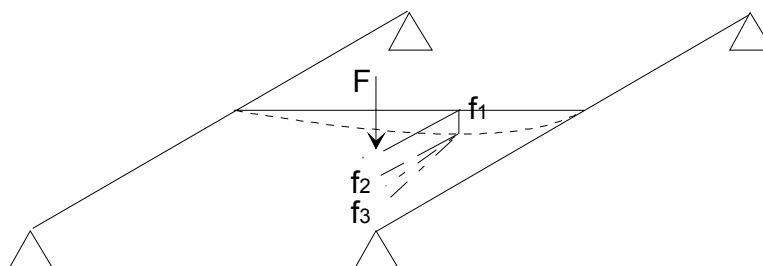
$$\tau_d = \tau_d(V_d) + \tau_d(M_{xd}) \leq f_{v,d}; \quad \tau_d(V_d) = \frac{V_d}{A_s}; \quad \tau_d(M_{xd}) = \frac{M_{xd}}{W_p}$$

V izrazu za strižno napetost τ_d zaradi torzijskega momenta M_{xd} nastopa strižni odpornostni moment W_p , ki ga, za pravokotni prerez, določimo po spodnji enačbi (glej skico). V računu, zaradi varnosti, za strižni odpornostni moment W_p , upoštevamo manjšo izmed spodnjih dveh vrednosti.

$$W_p^a = \frac{\pi \cdot b^2 \cdot h}{16}; W_p^b = \frac{\pi \cdot b \cdot h^2}{16}$$

- V primeru, da je prečni prerez vzdolžnega nosilca premejen, je potrebno le-tega ustrezno povečati.

7.4 Izračun povesa pod silo F



- Poves pod silo F izračunamo glede na projektno obtežbo (mejno stanje uporabnosti, glej vajo 6.1 in 6.2). Poves je sestavljen iz treh delov:

$\Rightarrow f_1$ predstavlja poves vzdolžnega nosilca zaradi reakcije konzole (prečna sila). Določimo ga po naslednji enačbi:

$$f_1 = \frac{F_d \cdot l_1^2 \cdot l_2^2}{3 \cdot E \cdot I^n \cdot L}$$

$\Rightarrow f_2$ predstavlja poves konzole pod silo F zaradi zasuka vzdolžnega nosilca, ki je obremenjen s torzijskim momentom M_x . Določimo ga s pomočjo naslednjih izrazov:

$$f_2 = l_k \cdot \tan \theta; \tan \theta = \frac{M_{xd1} \cdot l_1}{G \cdot I^p}; I^p = \frac{\pi \cdot b^3 \cdot h^3}{16 \cdot (b^2 + h^2)}$$

$\Rightarrow f_3$ predstavlja poves konzole pod silo F zaradi delovanja sile F na koncu konzole. Določimo ga s pomočjo naslednjega izraza:

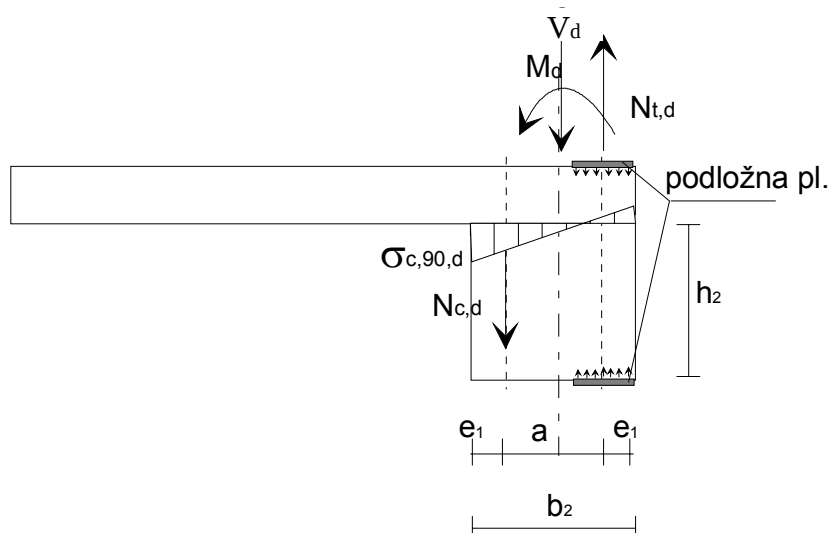
$$f_3 = \frac{F_d \cdot l_k^3}{3 \cdot E \cdot I^k}$$

$\Rightarrow$ Trenutni pomik f_{inst} predstavlja seštevek vseh treh pomikov, $f_{inst} = f_1 + f_2 + f_3$.

$\Rightarrow$ V končnem pomik f_{fin} je upoštevan še vpliv lezenja in vlage, (upoštevano v faktorju k_{def}) in ga izračunamo po naslednji enačbi:

$$f_{fin} = f_{inst} \cdot (1 + k_{def}).$$

7.5 Dimenzioniranje priključkov (konzola na vzdolžnik)



- Priključek konzole na vzdolžni nosilec izvedemo z vijaki. Podobno, z vijaki, izvedemo tudi priključek vzdolžnega nosilca na prag. Vijake izberemo sami.
- Določimo silo $N_{t,d}$ v vijaku s pomočjo spodnjega izraza. $M_{y,d}$ v spodnjem izrazu je maksimalni upogibni moment v konzoli, $V_{z,d}$ pa maksimalna prečna sila v konzoli. Za razdaljo e_1 upoštevamo $e_{1min} > 3d$, kjer je d je premer vijaka, ki si ga izberemo. Vijak preverimo glede na pogoj, da je dejanska natezna napetost $\leq$ natezne trdnosti vijaka.

$$N_{t,d} = \frac{M_{y,d} - V_{z,d} \cdot \frac{3 \cdot b_2}{8}}{\frac{7 \cdot b}{8} - e_1}$$

- Preverimo velikost kontaktnih napetosti oziroma določimo širino kontaktne ploskve b . V primeru premajhne potrebne površine, povečamo širino konzole b in s tem dobimo ustrezno večjo kontaktno površino.
- Določimo še ustrezno podložno ploščico pod vijakom (glej vajo 1.2).