

7. vaja

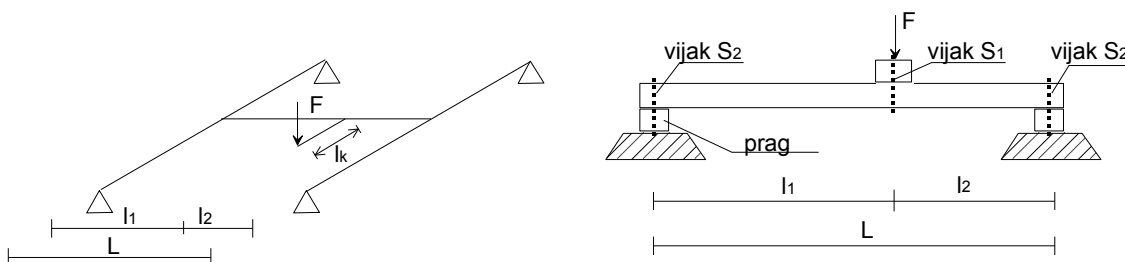
TORZIJA

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 $\ell_k = 100 - i$ (cm),
- dolžina vzdolžnega nosilca $L = 4,0$ m,
- oddaljenost konzole od podpore vzdolžnega nosilca $\ell_1 = 2,5$ m, $\ell_2 = 1,5$ 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.

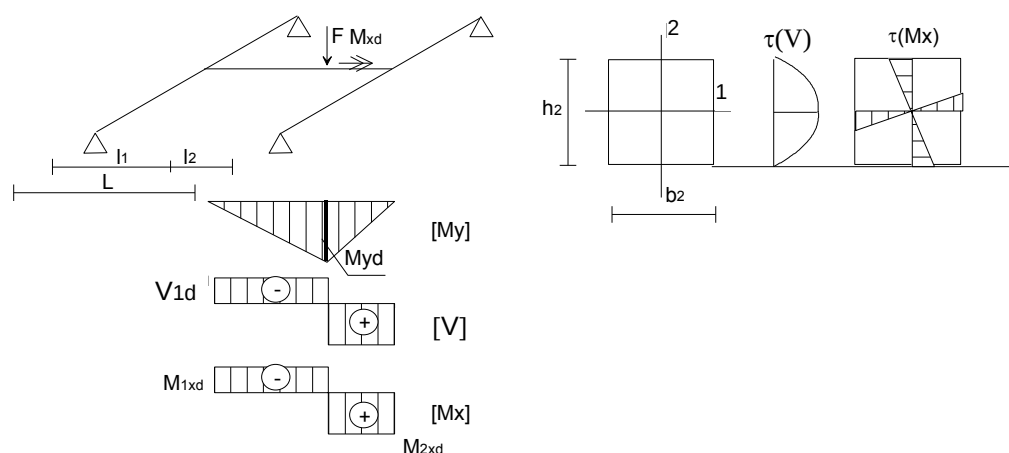


7.2 Dimenzioniranje konzole

Postopek računa:

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

7.3 Dimenzioniranje vzdolžnega nosilca



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

$$M_{yd,max} = \frac{F_d \cdot \ell_1 \cdot \ell_2}{L}; V_{1d} = \frac{F_d \cdot \ell_2}{L}; V_{2d} = \frac{F_d \cdot \ell_1}{L}; M_{1xd} = \frac{M_{xd} \cdot \ell_2}{L}; M_{2xd} = \frac{M_{xd} \cdot \ell_1}{L}$$

- 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 .

$$\tau_d = \tau_d(V_d) + \frac{\tau_{tor,d}(M_{xd})}{k_{shape}} \leq f_{v,d}; \tau_d(V_d) = \frac{V_d}{A_s}; \tau_{tor,d}(M_{xd}) = \frac{M_{xd}}{W_{t1(2)}}$$

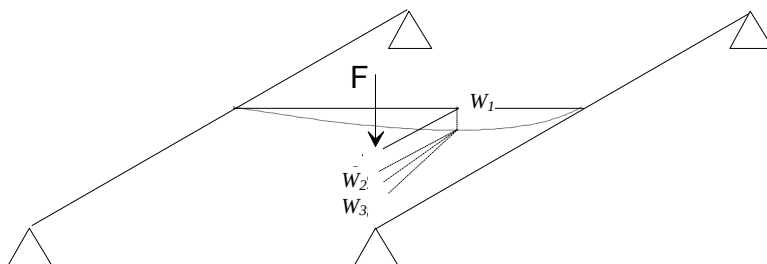
$$k_{shape} = \begin{cases} 1,2 & \text{za okrogli prerez} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{za pravokotni prerez} \end{cases}$$

V izrazu za strižno napetost $\tau_{tor,d}$ zaradi torzijskega momenta M_{xd} nastopa strižni odpornostni moment $W_{t1(2)}$, ki ga, za pravokotni prerez, določimo po spodnji enačbi (glej skico). V računu, za strižni odpornostni moment $W_{t1(2)}$, upoštevamo manjšo izmed spodnjih dveh vrednosti.

$$W_{t1} = \frac{\pi \cdot b^2 \cdot h}{16}; W_{t2} = \frac{\pi \cdot b \cdot h^2}{16}$$

- 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 (w_{inst} in $w_{net,fin}$) določimo po postopku, ki je podan v vaji 6.1. Poves je sestavljen iz treh delov:

$\Rightarrow w_1$ predstavlja poves vzdolžnega nosilca zaradi reakcije konzole (prečna sila). Določimo ga po naslednji enačbi:

$$w_1 = \frac{F_d \cdot \ell_1^2 \cdot \ell_2^2}{3 \cdot E \cdot I_n \cdot L}$$

$\Rightarrow w_2$ predstavlja poves konzole pod silo F zaradi zasuka vzdolžnega nosilca, ki je obremenjen s torzijskim momentom M_x . Določimo ga s pomočjo naslednjih izrazov:

$$w_2 = I_k \cdot \tan \theta; \tan \theta = \frac{M_{xd1} \cdot \ell_1}{G \cdot I_t}; I_t = \frac{\pi}{16} \frac{b^3 \cdot h^3}{(b^2 + h^2)}$$

$\Rightarrow w_3$ predstavlja poves konzole pod silo F zaradi delovanja sile F na koncu konzole. Določimo ga s pomočjo naslednjega izraza:

$$w_3 = \frac{F_d \cdot \ell_k^3}{3 \cdot E \cdot I_k}$$

$\Rightarrow$ Trenutni pomik w_{inst} določimo za karakteristično kombinacijo vplivov.

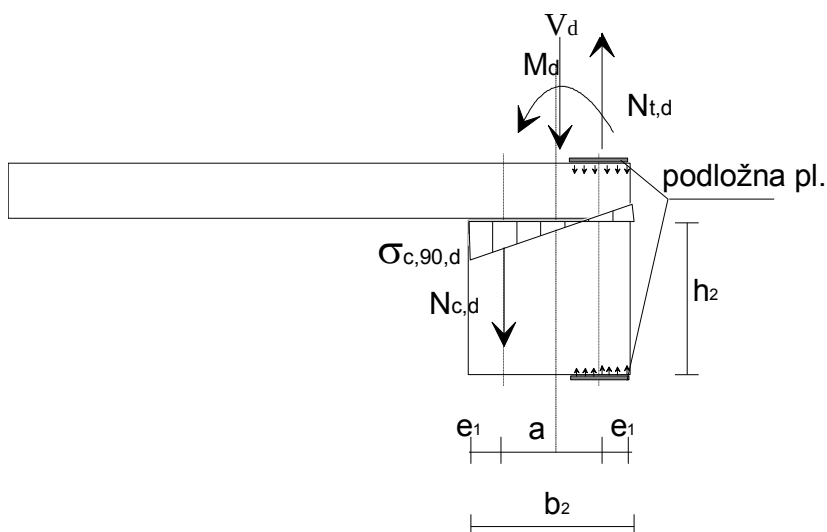
$\Rightarrow$ V končnem pomiku $w_{net,fin}$ je upoštevan še vpliv lezenja in vlage lesa, (upoštevano v faktorju k_{def}) in ga izračunamo po naslednji enačbi:

$$W_{net,fin} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,q} \cdot (1 + \Psi_2 k_{def}).$$

Mejne vrednosti pomikov nosilcev:

	w_{inst}	$w_{net,fin}$
Nosilec na dveh podporah	$\ell / 300$	$\ell / 250$
Konzolni nosilec	$\ell / 150$	$\ell / 125$

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).