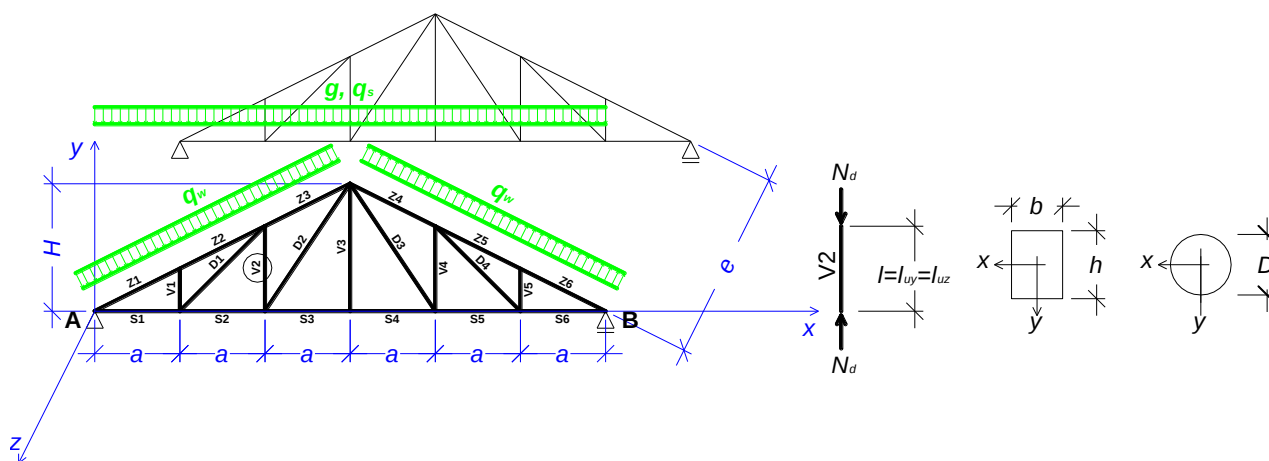


## 4. vaja

# DIMENSIONIRANJE TLAČNIH ELEMENTOV

### 4.1 DIMENSIONIRANJE VERTIKALE

V paličju dimenzionirajte vertikalni element V<sub>2</sub>. Uporabite les trdnostnega razreda C30. Upoštevajte, da se tlačni element lahko ukloni.



Postopek računa:

- V standardu EN 1995-1-1:2005 so podane naslednje omejitve:

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{N_d}{A} \leq \begin{cases} f_{c,o,d} & \text{v primeru, da je } \lambda_{rel} \leq 0,3 \\ k_c \cdot f_{c,o,d} & \text{v primeru, da je } \lambda_{rel} > 0,3 \end{cases}$$

Pri tem je  $\lambda_{rel}$  relativna vitkost elementa,  $k_c$  ( $k_{c,y}$ ,  $k_{c,z}$ ) pa uklonski koeficient, odvisen od  $\lambda_{rel}$ . Relativna vitkost  $\lambda_{rel}$  je odvisna od vitkosti elementa  $\lambda$  in od trdnostnega razreda izbranega lesa ter jo izračunamo po naslednjem izrazu:

$$\lambda_{rel,z(y)} = \frac{\lambda_{z(y)}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{u,z}}{i_z}; \quad \lambda_y = \frac{l_{u,y}}{i_y}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

⇒ Pri tem

$\lambda_z$  pomeni vitkost elementa okoli osi z (indeks  $z$  pomeni, da se element ukloni okoli osi z oziroma se pomakne v smeri osi  $y$ ).

⇒  $\lambda_y$  pomeni vitkost elementa okoli osi  $y$  (indeks  $y$  pomeni, da se element ukloni okoli osi  $y$  oziroma se pomakne v smeri osi  $z$ ).

Koeficient  $k_c$  je določen z naslednjimi izrazi:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \quad k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$$

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{za masiven les} \\ 0,1 & \text{za lepljen lameliran les} \end{cases}$$

Za praktično uporabo je uklonski koeficient  $k_c$  v odvisnosti od relativne vitkosti  $\lambda_{rel}$  izračunan na podlagi gornjih izrazov in podan v preglednici 4.1. Uklonski koeficient  $k_c$  v odvisnosti od vitkosti  $\lambda$  za les C30 pa je podan v preglednici 4.2.

*Preglednica 4.1: Uklonski koeficient v odvisnosti od relativne vitkosti  $\lambda_{rel}$  (za poljubeno vrsto lesa)*

| uklonski koeficient $k_c$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\lambda_{rel}$           | 0,00  | 0,01  | 0,02  | 0,03  | 0,04  | 0,05  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  |
| 0,30                      | 1,000 | 0,998 | 0,996 | 0,993 | 0,991 | 0,989 | 0,986 | 0,984 | 0,982 | 0,979 |
| 0,40                      | 0,977 | 0,974 | 0,972 | 0,969 | 0,967 | 0,964 | 0,961 | 0,959 | 0,956 | 0,953 |
| 0,50                      | 0,950 | 0,947 | 0,944 | 0,941 | 0,938 | 0,935 | 0,932 | 0,928 | 0,925 | 0,921 |
| 0,60                      | 0,918 | 0,914 | 0,910 | 0,907 | 0,903 | 0,899 | 0,894 | 0,890 | 0,886 | 0,882 |
| 0,70                      | 0,877 | 0,872 | 0,868 | 0,863 | 0,858 | 0,853 | 0,847 | 0,842 | 0,836 | 0,831 |
| 0,80                      | 0,825 | 0,819 | 0,813 | 0,807 | 0,801 | 0,795 | 0,788 | 0,782 | 0,775 | 0,768 |
| 0,90                      | 0,762 | 0,755 | 0,748 | 0,740 | 0,733 | 0,726 | 0,719 | 0,712 | 0,704 | 0,697 |
| 1,00                      | 0,689 | 0,682 | 0,674 | 0,667 | 0,660 | 0,652 | 0,645 | 0,637 | 0,630 | 0,622 |
| 1,10                      | 0,615 | 0,608 | 0,601 | 0,593 | 0,586 | 0,579 | 0,572 | 0,565 | 0,558 | 0,552 |
| 1,20                      | 0,545 | 0,538 | 0,532 | 0,525 | 0,519 | 0,512 | 0,506 | 0,500 | 0,494 | 0,488 |
| 1,30                      | 0,482 | 0,476 | 0,470 | 0,464 | 0,459 | 0,453 | 0,448 | 0,442 | 0,437 | 0,432 |
| 1,40                      | 0,427 | 0,422 | 0,417 | 0,412 | 0,407 | 0,402 | 0,397 | 0,393 | 0,388 | 0,384 |
| 1,50                      | 0,379 | 0,375 | 0,371 | 0,366 | 0,362 | 0,358 | 0,354 | 0,350 | 0,346 | 0,342 |
| 1,60                      | 0,339 | 0,335 | 0,331 | 0,328 | 0,324 | 0,321 | 0,317 | 0,314 | 0,310 | 0,307 |
| 1,70                      | 0,304 | 0,301 | 0,297 | 0,294 | 0,291 | 0,288 | 0,285 | 0,282 | 0,279 | 0,277 |
| 1,80                      | 0,274 | 0,271 | 0,268 | 0,266 | 0,263 | 0,260 | 0,258 | 0,255 | 0,253 | 0,250 |
| 1,90                      | 0,248 | 0,245 | 0,243 | 0,241 | 0,238 | 0,236 | 0,234 | 0,232 | 0,230 | 0,227 |
| 2,00                      | 0,225 | 0,223 | 0,221 | 0,219 | 0,217 | 0,215 | 0,213 | 0,211 | 0,209 | 0,207 |
| 2,10                      | 0,206 | 0,204 | 0,202 | 0,200 | 0,198 | 0,197 | 0,195 | 0,193 | 0,192 | 0,190 |
| 2,20                      | 0,188 | 0,187 | 0,185 | 0,184 | 0,182 | 0,181 | 0,179 | 0,178 | 0,176 | 0,175 |
| 2,30                      | 0,173 | 0,172 | 0,170 | 0,169 | 0,168 | 0,166 | 0,165 | 0,164 | 0,162 | 0,161 |
| 2,40                      | 0,160 | 0,158 | 0,157 | 0,156 | 0,155 | 0,154 | 0,152 | 0,151 | 0,150 | 0,149 |
| 2,50                      | 0,148 | 0,147 | 0,146 | 0,144 | 0,143 | 0,142 | 0,141 | 0,140 | 0,139 | 0,138 |
| 2,60                      | 0,137 | 0,136 | 0,135 | 0,134 | 0,133 | 0,132 | 0,131 | 0,130 | 0,129 | 0,128 |
| 2,70                      | 0,128 | 0,127 | 0,126 | 0,125 | 0,124 | 0,123 | 0,122 | 0,121 | 0,121 | 0,120 |
| 2,80                      | 0,119 | 0,118 | 0,117 | 0,117 | 0,116 | 0,115 | 0,114 | 0,113 | 0,113 | 0,112 |
| 2,90                      | 0,111 | 0,110 | 0,110 | 0,109 | 0,108 | 0,108 | 0,107 | 0,106 | 0,105 | 0,105 |

- Določimo projektno obremenitev  $V_{2d}$ . Pri tem upoštevamo posamezne obtežne kombinacije.
- Prvo izbiro dimenzij tlačnega elementa (upoštevanje uklona) naredimo s pomočjo pomožnih izrazov in sicer:

$$\Rightarrow \text{za pravokotni prerez} \quad \Delta b = \frac{I_u(cm)}{89}; \quad b = \Delta b + \sqrt{\Delta b^2 + \frac{N_d}{n \cdot f_{c,o,d}}}$$

pri čemer je  $n = h/b$

$$\Rightarrow \text{za okrogli prerez} \quad \Delta D = \frac{I_u(cm)}{77}; \quad D = \Delta D + \sqrt{\Delta D^2 + \frac{128 \cdot N_d}{f_{c,o,d}}}$$

- Na podlagi dobljenih dimenzij elementa izvedemo kontrolo napetosti in preverimo izkoriščenost napetosti.
- Ker je element obremenjen tlačno, je potrebno preveriti tudi kontaktne napetosti (glej vajo 1.3). Pri tem je potrebno paziti na pravilno določitev kontaktnega prereza (priključek izveden s čepom!).

## 4.2 DIMENZIONIRANJE ZGORNJEGA TLAČNEGA PASU (Elementi $Z_1$ do $Z_3$ )

Dimenzioniraj elemente  $Z_1$  do  $Z_3$  zgornjega tlačnega pasu obravnavanega paličja.

Postopek računa:

- Obravnavamo dva primera izvedbe uklonskega zavarovanja elementov  $Z_1$  do  $Z_3$ :
  - $\Rightarrow$  Vozlišča zgornjega pasu niso uklonsko zavarovana (zavarovano le začetno in končno vozlišče). V tem primeru je
 
$$I_{uy} = 3 \cdot a' \text{ in } I_{uz} = a', \text{ pri čemer } a' \text{ pomeni dolžino enega polja zgornje pasnice.}$$
  - $\Rightarrow$  Vozlišča zgornjega pasu so uklonsko zavarovana. V tem primeru je
 
$$I_{uy} = I_{uz} = a', \text{ pri čemer } a' \text{ pomeni dolžino enega polja zgornje pasnice.}$$
- Projektno obremenitev  $N_d$ , ob upoštevanju posamezne obtežne kombinacije, določimo s pomočjo notranjih sil v palici  $Z_1$  (največja vrednost).
- Določitev začetnih dimenzij in nato kontrolo napetosti, za oba zgoraj omenjena primera, izvedemo na enak način kot v vaji 4.1.