

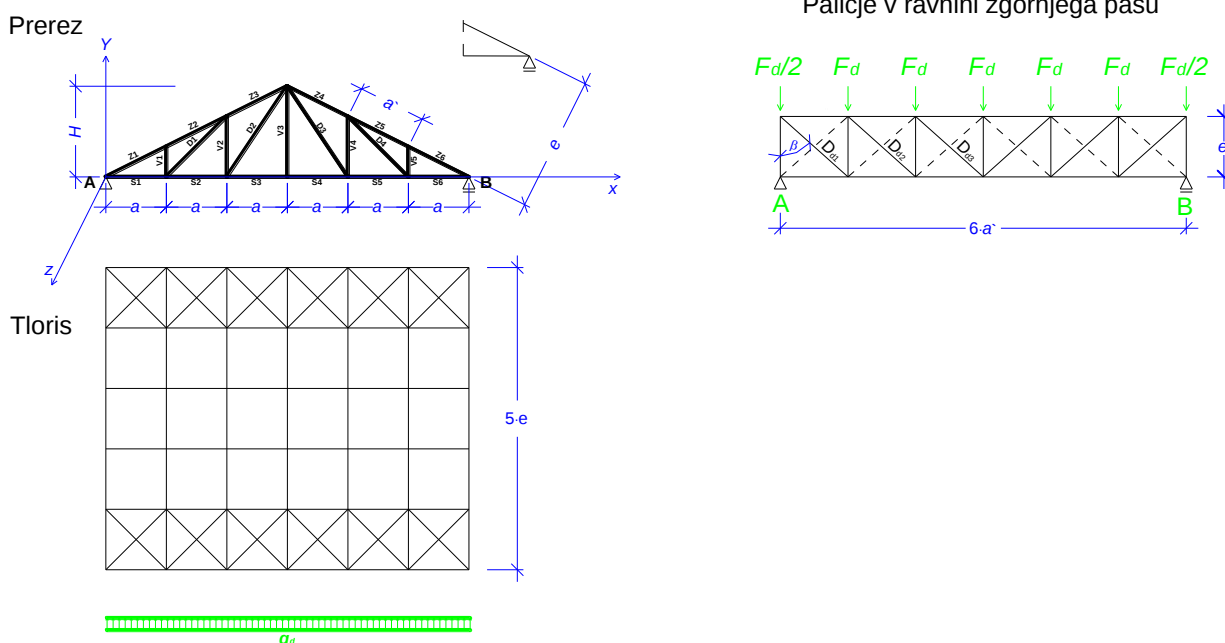
## 5. vaja

# UKLONSKO ZAVAROVANJE TLAČENEGA PASU PALIČJA

Uklonsko zavarujte leseno palično strešno konstrukcijo. To izvedite na tri različne načine:

- s paličjem v ravnini zgornjih tlačnih pasov,
- z zavarovalno konstrukcijo v ravninah vertikal – Andrejevi križi in
- z uklonskim zavarovanjem z ročicami.

### 5.1 PALIČJE V RAVNINI ZGORNJIH (TLAČENIH) PASOV



Slika 1: Palična in zavarovalna konstrukcija

Postopek računa:

- V skladu s standardom EN 1995-1-1:2005 določimo nadomestno zvezno obtežbo  $q_d$ , ki je posledica izbočnih sil v tlačnih paličah in deluje na zavarovalno konstrukcijo, po naslednjem izrazu:

$$q_d = k_l \cdot \frac{n \cdot N_d}{30 \cdot l}$$

Pri tem je:

$$k_l = \min \begin{cases} 1 \\ \sqrt{15/l(m)} \end{cases}$$

$n$  ... število paličnih nosilcev, ki jih zajamemo z eno zavarovalno konstrukcijo,

$N_d$  ... povprečna osna sila v tlačnem pasu,  
 $l$  ... dolžina zavarovalne konstrukcije, v našem primeru je  $l=6 \cdot a$ .

- Določimo projektno obremenitev  $N_d$  s pomočjo notranjih sil v zgornjih tlačnih pasnicah, pri čemer upoštevamo posamezne obtežne kombinacije. Izberemo vrsto uporabljenega lesa.
- Na podlagi nadomestne zvezne obtežbe  $q_d$  določimo nadomestne koncentrirane sile v vozliščih zavarovalne konstrukcije  $F_{d,i}$ , reakcijo  $A_d$  ter notranje sile v zavarovalni konstrukciji  $D_{d,i}$  po naslednjih izrazih:

$$D_{d,1} = \frac{\left(A_d - \frac{F_d}{2}\right)}{\cos \beta} \quad D_{d,2} = \frac{\left(A_d - \frac{3F_d}{2}\right)}{\cos \beta} \quad D_{d,3} = \frac{\left(A_d - \frac{5F_d}{2}\right)}{\cos \beta}$$

- V primeru, da so notranje sile  $D_{d,i}$  relativno majhne, za elemente zavarovalne konstrukcije izberemo deske, ki imajo minimalno dimenzijo - širino 10 cm in debelino 2,4 cm.
- Izberemo žeblice  $d/l$  s karakteristično nosilnostjo  $F_{v,Rk}$  in določimo skupno potrebno število žeblicev  $n_z$ .

$$n_v \cdot n_{ef} \geq \frac{D_{d,i}}{F_{v,Rd}}, \quad F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m}, \quad F_{v,ef,Rk} = n_{ef} F_{v,Rk}, \quad n_{ef} = n^{k_{ef}}, \quad n_z = n_v \cdot n$$

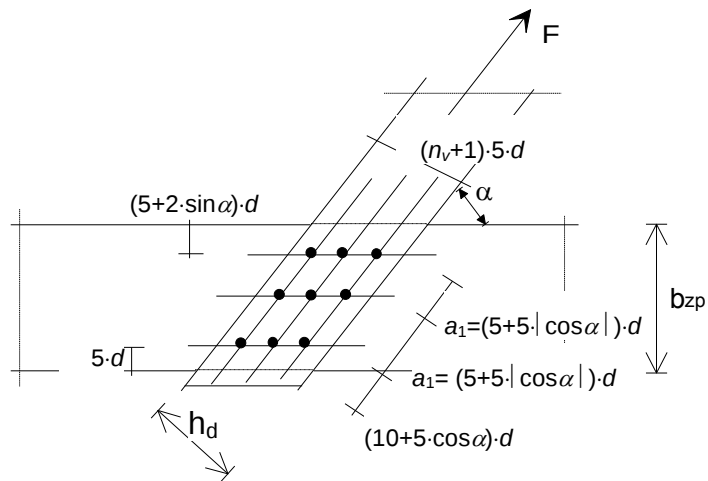
Pri tem je:

$n$  ... število žeblicev v eni vrsti vzporedni z vlakni,  
 $n_{ef}$  ... učinkovito število žeblicev v eni vrsti vzporedni z vlakni,  
 $n_v$  ... število vrst žeblicev,  
 $n_{dov}$  ... dovoljeno število žeblicev v eni vrsti vzporedni z vlakni,  
 $n_z$  ... skupno potrebno število žeblicev,  
 $F_{v,ef,Rk}$  ... učinkovita karakteristična nosilnost ene vrste žeblicev vzporedne z vlakni,  
 $k_{ef}$  ... koeficient, odvisen od razdalje med žeblici vzporedni z vlakni  $a_1$  (glej spodnjo preglednico).

| Razmak         | $k_{ef}$                      |                           |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|
|                | Brez predhodno uvrtnih lukenj | Predhodno uvrtnane luknje |
| $a_1 \geq 14d$ | 1,0                           | 1,0                       |
| $a_1 = 10d$    | 0,85                          | 0,85                      |
| $a_1 = 7d$     | 0,7                           | 0,7                       |
| $a_1 = 4d$     | -                             | 0,5                       |

Za vmesne vrednosti je dovoljena linearna interpolacija.

- Izbrano desko z zabitimi žeblici pritrdimo na zgornjo pasnico – element Z. Dobljeno število žeblicev smiselno razporedimo po površini stika z upoštevanjem minimalnih razdalj med žeblici (EN 1995-1-1:2005, slika 2). Spodnja slika velja za zabite žeblice premera  $d \leq 5$  mm in karakteristično gosto lesa  $\rho_k \leq 420$  kg/m<sup>3</sup>, brez predhodno uvrtnih lukenj. V primeru, da izbranih žeblicev, ob upoštevanju minimalnih razdalj med njimi, ni možno razporediti zaradi premajhne dimenzije elementov, povečamo širino deske in/ali dimenzijo elementa Z.



Slika 2: Minimalne razdalje med zabitimi žebli

Pogoji žebljanja glede na širino priključnih elementov:

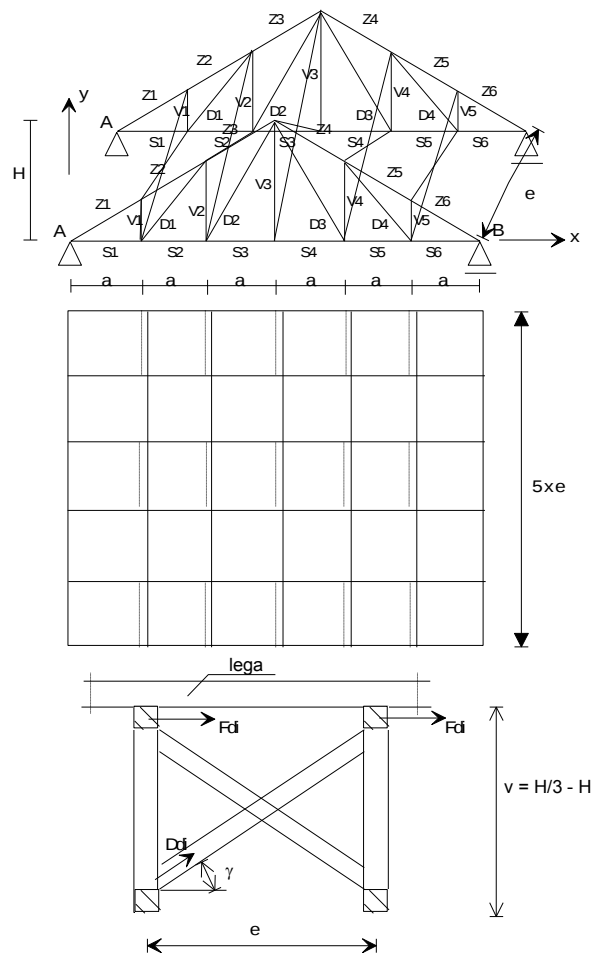
1. Glede širine priključnega elementa (v našem primeru širina deske  $h_d$ )

$$(n_v + 1) \cdot 5d \leq h_d.$$

1. Glede višine elementa na katerega se priključujemo (v našem primeru širina zg. pasnice  $b_{zp}$  – glej vajo 4.2)

$$5d + (5 + 2 \sin \alpha) \cdot d + (n_{dov} - 1) \cdot (5 + 5 |\cos \alpha|) \cdot d \cdot \sin \alpha \leq b_{zp}.$$

## 5.2 ZAVAROVALNA KONSTRUKCIJA V RAVNINAH VERTIKAL - ANDREJEV KRIŽ



Postopek računa:

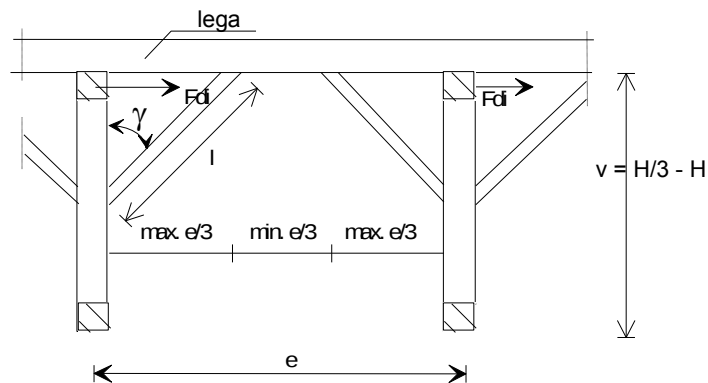
- V skladu s predpisom EC 5 določimo nadomestno izbočno silo po naslednjem izrazu:

$$F_d = \frac{N_d}{50}.$$

Pri tem je  $N_d$  povprečna osna sila v tlačnem pasu;  $N_d = 1/2 (Z_{d,i} + Z_{d,i+1})$

- Določimo projektno obremenitev  $N_d$  s pomočjo notranjih sil v zgornjih tlačnih pasnicah, pri čemer upoštevamo posamezne obtežne kombinacije. Izberemo vrsto uporabljenega lesa.
- Na podlagi nadomestne izbočne sile  $F_{d,i}$  določimo notranje sile v zavarovalni konstrukciji  $D_{d,i} = 2 \cdot F_{d,i} / \cos \gamma$ .
- Dimenzioniramo desko in žebljani priključek deske ter vertikalnega elementa V. Potrebno število žeblov v stiku smiselno razporedimo po površini stika (glej vajo 5.1)

### 5.3 UKLONSKO ZAVAROVANJE Z ROČICAMI



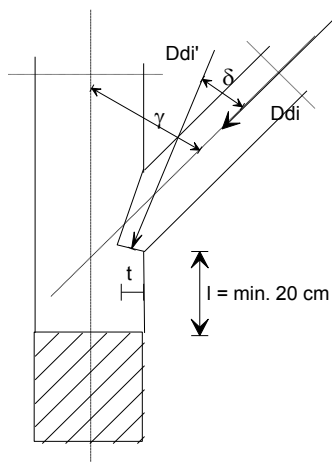
Postopek računa:

- V skladu s predpisom EC 5 določimo nadomestno izbočno silo po naslednjem izrazu:

$$F_d = \frac{N_d}{50}.$$

Pri tem je  $N_d$  povprečna osna sila v tlačnem pasu;  $N_d = 1/2 (Z_{d,i} + Z_{d,i+1})$

- Določimo projektno obremenitev  $N_d$  s pomočjo notranjih sil v zgornjih tlačnih pasnicah, pri čemer upoštevamo posamezne obtežne kombinacije. Izberemo vrsto uporabljenega lesa.
- Na podlagi nadomestne izbočne sile  $F_{d,i}$  določimo notranje sile v zavarovalni konstrukciji  $D_{d,i} = F_{d,i} / \sin \gamma$ .
- Možna sta dva primera dimenzioniranja ročice:
  - $\Rightarrow$  nosi samo tlačna ročica; upoštevamo uklonsko dolžino  $l_u = l$ , postopek računa je enak kot v vaji 4.2, vozlišča so uklonsko zavarovana,
  - $\Rightarrow$  nosi samo natezna ročica, postopek računa je enak kot v vaji 5.2.
- Dimenzioniranje priključka tlačne ročice na vertikalno (glej spodnjo skico) izvedemo po postopku iz vaje 1.1 oziroma 3.1.



- Omejitve za globino poglobitve  $t$  so:

$\Rightarrow$  za enostranski priključek:

$$t \leq \frac{h}{4}, \text{ če je } 0^\circ < \gamma \leq 50^\circ$$

$$t \leq \frac{h}{5}, \text{ če je } 50^\circ < \gamma \leq 60^\circ$$

$$t \leq \frac{h}{6}, \text{ če je } \gamma > 60^\circ$$

$\Rightarrow$  pri dvostranskem zaseku pa za vse kote priključka:

$$t \leq \frac{h}{6}, \text{ če je } 0^\circ < \gamma \leq 90^\circ$$