

Moduuli 4

Kotitehtävä 23_VASTAUS (5p)

17.09.2017

Loven vahvistus ruuvilla (1p)

$$h = 450 \text{ mm} \quad h_{ef} = 450 - 100 = 350 \text{ mm} \quad h - h_{ef} = 100 \text{ mm} \quad \alpha = \frac{h_{ef}}{h} = 0,778$$

Loven vahvistaminen ruuvilla (WT-T-8.2x190), joka porataan palkin alapuolelta:

Yhden ruuvin vetokapasiteetti on (ks. KERTO-käsikirja)

$$F_{ax,Rk} = n_{ef} \times f_{ax,k} \times d \times l_{ef}$$

$$n_{ef} = 1$$

$$f_{ax,k} = 14,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (KERTO-käsikirja, table 6)}$$

$$d = 8,2 \text{ mm (kierteen ulkohalkaisija, ks. KERTO-käsikirja)}$$

$$l_{ef} = \min(s_{spann} - 6,5 \text{ mm}; s_g) \Rightarrow l_{ef} = \min(80 \text{ mm} - 6,5 \text{ mm}; 80 \text{ mm}) \Rightarrow l_{ef} = 73,5 \text{ mm}$$

$$f_{ax,k} = 14,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (KERTO-käsikirja, table 6)}$$

$$\Rightarrow F_{ax,Rk} = 1 \times 14,6 \text{ N/mm}^2 \times 8,2 \text{ mm} \times 73,5 \text{ mm} \Rightarrow F_{ax,Rk} = 8799 \text{ N}$$

$$F_{N,Rd} = \frac{k_{mod} \times F_{ax,Rk}}{\gamma_M} \Rightarrow F_{N,Rd} = \frac{0,8 \times 8,8}{1,3} = 5,42 \text{ kN}$$

Lasketaan maksimi leikkausvoima, $V_{max,d}$ (DIN –EN 1995-1-1/NA mukaan):

$$F_{N,Rd} = 1,3 \times V_{max,d} \times (3 \times (1 - \alpha)^2 - 2 \times (1 - \alpha)^3)$$

$$\Rightarrow V_{max,d} = \frac{F_{N,Rd}}{1,3 \times (3 \times (1 - \alpha)^2 - 2 \times (1 - \alpha)^3)}$$

$$\Rightarrow V_{max,d} = \frac{5,42 \text{ kN}}{1,3 \times (3 \times (1 - 0,778)^2 - 2 \times (1 - 0,778)^3)} = 33,1 \text{ kN}$$

Palkin leikkausvoimakestävyys lovella madallettuna (1p)

$$V_d = \frac{2}{3} \times h_{ef} \times b \times f_{v,d} \Rightarrow V_d = \frac{2}{3} \times 350 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times \frac{0,8}{1,2} \times 4,1 \text{ N/mm}^2 = 47,8 \text{ kN}$$

Tukipinta (kertopuun puoli) (1p)

Kertopuun tukipinnan pinta-ala: $A = 75 \times 148 = 11\,100 \text{ mm}^2$

Kertopuun kohtisuorapuristuslujuus:

$$f_{c,90,k} = 6,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \times f_{c,90,k} \Rightarrow f_{c,90,d} = \frac{0,8}{1,2} \times 6,0 = 4,0 \text{ N/mm}^2$$

Seuraavan ehdon tulee täyttyä: $\sigma_{c,90d} \leq k_{c,\perp} \times f_{c,90,d}$

Tukipainekerroin lasketaan seuraavasti:

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l} \times k_{c,90}$$

$$\text{kerroin } k_{c,90} = \begin{cases} 1,25 \text{ (1,5) havupuinen sahatavara ja CLT:n lapepinta} \\ 1,5 \text{ (1,75) havupuinen liimapuu} \\ 1,4 \text{ (1,6) Kerto-LVL lapepinta} \end{cases}$$

, muissa tapauksissa käytetään arvoa 1,0

$$k_{c,90} = 1,0 \text{ (Kerto-S:n syrjäpinta)}$$

$$l_{c,90,ef} = 148 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 178 \text{ mm}$$

$$l = 148 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow k_{c,\perp} = \frac{178}{148} \times 1,0 = 1,2$$

Maksimi leikkausvoima lasketaan seuraavasti:

$$k_{c,\perp} \times f_{c,90d} = \frac{V_{\text{max},d}}{A} \Rightarrow V_{\text{max},d} = A \times k_{c,\perp} \times f_{c,90d} \Rightarrow V_{\text{max},d} = 11\,100 \times 1,2 \times 4,0 = 53,4 \text{ kN}$$

Tukipinta (sahatavaran puoli) (1p)

Sahatavaran (C24) tukipinnan pinta-ala: $A = 75 \times 148 = 11\,100 \text{ mm}^2$

Sahatavaran (C24) kohtisuorapuristuslujuus:

$$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \times f_{c,90,k} \Rightarrow f_{c,90,d} = \frac{0,8}{1,3} \times 2,5 = 1,48 \text{ N/mm}^2$$

Seuraavan ehdon tulee täyttyä: $\sigma_{c,90d} \leq k_{c,\perp} \times f_{c,90,d}$

Tukipainekerroin lasketaan seuraavasti:

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l} \times k_{c,90}$$

$$\text{kerroin } k_{c,90} = \begin{cases} 1,25 \text{ (1,5) havupuinen sahatavara ja CLT:n lapepinta} \\ 1,5 \text{ (1,75) havupuinen liimapuu} \\ 1,4 \text{ (1,6) Kerto-LVL lapepinta} \end{cases}$$

, muissa tapauksissa käytetään arvoa 1,0

$$k_{c,90} = 1,25 \text{ (sahatavara)}$$

$$l_{c,90,ef} = 75 \text{ mm} + 30 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 135 \text{ mm}$$

$$l = 75 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow k_{c,\perp} = \frac{135}{75} \times 1,25 = 2,25$$

Maksimi leikkausvoima lasketaan seuraavasti:

$$k_{c,\perp} \times f_{c,90d} = \frac{V_{\max,d}}{A} \Rightarrow V_{\max,d} = A \times k_{c,\perp} \times f_{c,90d} \Rightarrow V_{\max,d} = 11100 \times 2,25 \times 1,48 = 37,0 \text{ kN}$$

Kulmakiinnitys (1p)

Käytetään liitoksessa Simpson Strong-Tie kulmia (2kpl) ABR90 (ETA-06/0106) ja naulaus 8+10 kpl ankkurinauloja 4,0x40 (ETA-04/0013). 8 naulaa Kertopuuhun ja 10 sahatavaraan / kulma.

2 ABR90 per connection				Modified characteristic capacity per connection (kN)			
Nailing	Load duration	R _{1,k}	R _{2,k} = R _{3,k}		R _{4,k} = R _{5,k}		
		Connector nail according to ETA-04/0013					
		4,0x40	4,0x60	4,0x40	4,0x60	4,0x40	4,0x60

Maximum Nailing 8+10 See fig. D1-3	P	4,8	8,0	5,6	7,1	$\frac{6,3 \cdot b + 431}{e - 10,7}$	$\frac{7,2 \cdot b + 430}{e - 10,7}$
		1,4	3,2			max 7,8	max 11,7
	L	5,6	9,3	6,5	8,3	$\frac{6,5 \cdot b + 431}{e - 10,7}$	$\frac{7,59 \cdot b + 429}{e - 10,7}$
		1,8	4,2			max 8,8	max 13,4
	M	6,4	10,6	7,4	9,5	$\frac{6,7 \cdot b + 430}{e - 10,7}$	$\frac{7,98 \cdot b + 429}{e - 10,7}$
		2,2	5,3			max 9,7	max 15,0
	S	7,1	12,0	8,3	10,6	$\frac{7,0 \cdot b + 430}{e - 10,7}$	$\frac{8,37 \cdot b + 429}{e - 10,7}$
		2,7	6,5			max 10,7	max 16,6
	I	8,7	14,6	10,2	13,0	$\frac{7,4 \cdot b + 430}{e - 10,7}$	$\frac{9,15 \cdot b + 428}{e - 10,7}$
		3,8	9,0			max 12,7	max 19,9

C2-1 : Forces - Beam to beam connection, beam to support with bolts

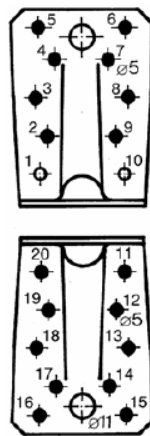
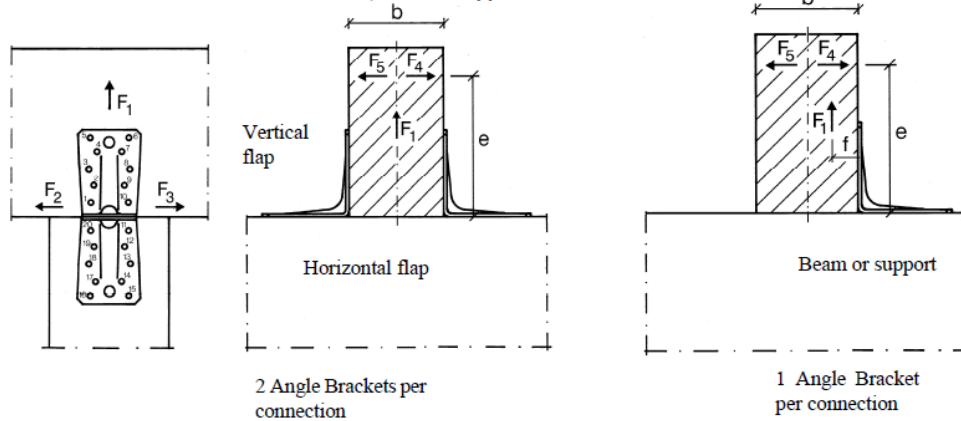


Figure D1-3
Maximum nailing
Nails in holes number
2,3,4,5,6,7,8,9/
11,12,13,14,15,16,17,18,19,
20

Taulukko huomioi aikaluokan, jolloin liitoksen kapasiteetti lasketaan seuraavasti:

$$R_{\max,d} = \frac{R_{2,k}}{\gamma_M} \Rightarrow R_{\max,d} = \frac{10,2}{1,3} = 7,8 \text{ kN}$$

Liitoksen kapasiteetti

Loven vahvistus ruuvilla:	$V_{d,\max} = 33,1 \text{ kN}$ (pysty, keskipitkä)
Palkin leikkausvoimakkestävyys lovella madallettuna:	$V_{d,\max} = 47,8 \text{ kN}$ (pysty, keskipitkä)
Tukipinta (kertopuun puoli):	$V_{d,\max} = 53,4 \text{ kN}$ (pysty, keskipitkä)
Tukipinta (sahatavaran puoli):	$V_{d,\max} = 37,0 \text{ kN}$ (pysty, keskipitkä)
Kulmakiinnitys:	$V_{d,\max} = 7,8 \text{ kN}$ (vaaka, hetkellinen)

⇒ Liitoksen kapasiteetti pystysuunnassa (aikaluokka keskipitkä): $V_{\max,d} = 37,0 \text{ kN}$

⇒ Liitoksen kapasiteetti palkin suunnassa (aikaluokka hetkellinen): $R_{\max,d} = 7,8 \text{ kN}$