

Esimerkkilaskelma

Palkki-palkki vinoruuviliitos

17.1.2019

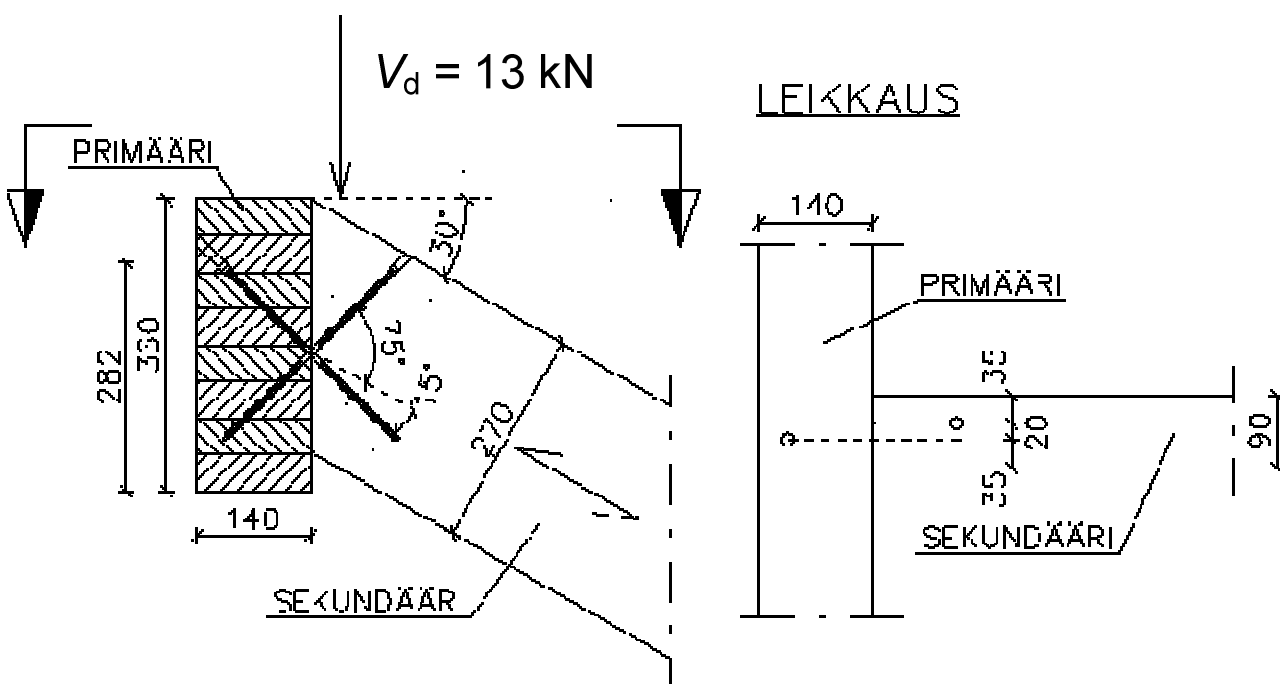
Sisällysluettelo

1	LÄHTÖTIEDOT.....	- 3 -
2	KUORMAT	- 3 -
3	MATERIAALIT	- 3 -
4	MITOITUS	- 6 -
4.1	RISTIRUUVIEN KAPASITEETTI	- 6 -
4.2	POIKITTAINEN VETO PRIMÄÄRIPALKISSA	- 7 -
4.3	LOVIVAIKUTUS SEKUNDÄÄRI PALKISSA	- 8 -

1 LÄHTÖTIEDOT

Rakennuspaikka:	Maarianhamina, teollisuusalue
Rakenne:	Liimapuupalkkien vinoruuviliitos
Seuraamusluokka:	CC2
Normit:	Puurakenteet: RIL 205-1-2017, SFS EN 1995-1-1 Kuormat: RIL 201-1-2017, SFS EN 1990, SFS EN 1991-1-1 ja SFS EN 1991-1-3

2 KUORMAT



3 MATERIAALIT

Liimapuupalkki GL30c 140x360 ja 90x270 (SFS-EN 14080)

Aikaluokka: Keskipitkä

Käyttöluokka: 2

⇒ aika- ja käyttöluokka kerroin, $k_{mod} = 0,8$

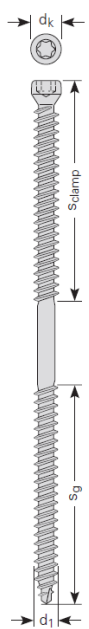
Lujuus- ja jäykkyysominaisuudet

Liimapuun osavarmuusluku $\gamma_M = 1,25$

Liitoksen osavarmuusluku $\gamma_M = 1,3$

	Ominaislujuus	Suunnittelulujuus
Leikkauslujuus:	$f_{v,k} = 3,5 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,d} = k_{mod} \times f_{v,k} / \gamma_M = 2,24 \text{ N/mm}^2$
Tiheys:	$\rho_k = 390 \text{ kg/m}^3$	

Ruuvit: WT-T 8,2x300



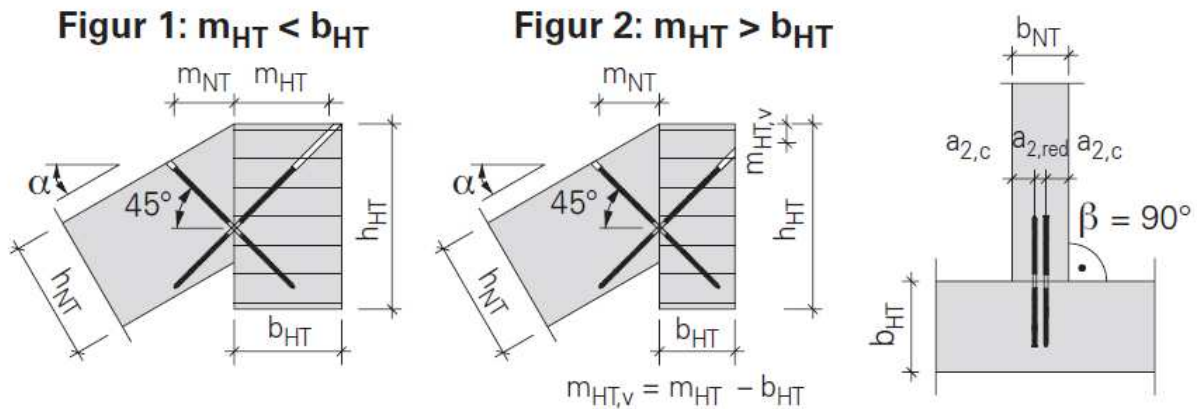
WT-S-6,5 x L / WT-T-6,5 x L / WT-T-8,2 x L fastener range									
Type	Material	Diameter	Length	S _g	S _{clamp}	d _k	Bit		
	S = stainless steel A2 T = carbon steel	d ₁ [mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
WT -	S	6,5	x 65	28	28	8.0	T30		
WT -	S	6,5	x 90	40	40	8.0	T30		
WT -	S	6,5	x 130	55	55	8.0	T30		
WT -	T	6,5	x 65	28	28	8.0	T30		
WT -	T	6,5	x 90	40	40	8.0	T30		
WT -	T	6,5	x 130	55	55	8.0	T30		
WT -	T	6,5	x 160	65	65	8.0	T30		
WT -	T	6,5	x 190	80	80	8.0	T30		
WT -	T	6,5	x 220	95	95	8.0	T30		
WT -	T	8,2	x 160	65	65	10.0	T40		
WT -	T	8,2	x 190	80	80	10.0	T40		
WT -	T	8,2	x 220	95	95	10.0	T40		
WT -	T	8,2	x 245	107	107	10.0	T40		
WT -	T	8,2	x 275	122	122	10.0	T40		
WT -	T	8,2	x 300	135	135	10.0	T40		
WT -	T	8,2	x 330	135	135	10.0	T40		

System WT	Fastener length [mm]	Minimum dimensions [mm]				Installation dim. [mm]	
		h _{HT}	b _{HT}	h _{NT}	b _{NT}	m _{HT}	m _{NT}
WT-S/T-6,5 x L	130	$(L + 20) \cdot 0,707 + m_{NT} \cdot \tan(\alpha)$	60	$(L + 20) \cdot \cos(\alpha) + a_{2,c}$	40	$m_{NT} \cdot (1 + \tan(\alpha))$	55
WT-T-6,5 x L	160		70		40		65
	190		80		40		75
	220		90		40		85
WT-T-8,2 x L	160	$(L + 20) \cdot 0,707 + m_{NT} \cdot \tan(\alpha)$	70	$(L + 20) \cdot \cos(\alpha) + a_{2,c}$	60	$m_{NT} \cdot (1 + \tan(\alpha))$	65
	190		80		60		75
	220		90		60		85
	245		100		60		95
	275		110		60		105
	300		120		60		115
	330	130	60	125			

α = Angle of incline, secondary beam

- Ruuvien pituus, L = 300 mm
- Ruuvien kierteen ulkohalkaisija, d = 8,2 mm
- Ruuvien kärjen puolen kierteen pituus, s_g = 135 mm
- Ruuvien kannan puolen kierteen pituus, S_{clamp} = 135 mm

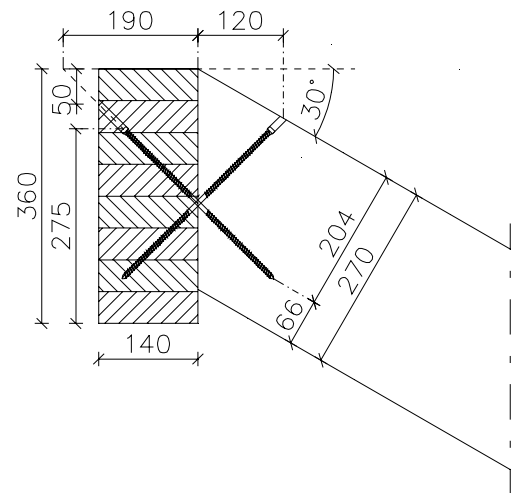
Liitoksen minimi etäisyyksiä:



Minimum spacing

Spacing [mm]	WT-S/T- 6,5 x L	WT-T- 8,2 x L	WR-T- 9 x L	WR-T- 13 x L
a_1	33	40	45	65
a_2	33	40	45	65
$a_{2,c}$	15	24	27	39
$a_{2,red}^*$	10	12	-	-

* only possible if $a_1 \geq 10 \cdot d_1$



$m_{NT} = 115 \text{ mm} \leq 120 \text{ mm}$ (poraus kohdan alku sekundäärissä) OK!

$b_{NT} = 60 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$ (sekundäärin leveys) OK!

$b_{HT} = 120 \text{ mm} \leq 140 \text{ mm}$ (primäärin leveys) OK!

$a_1 = 40 \text{ mm}$ (etäisyys syyn suunnassa => ei ole tässä tapauksessa) OK!

$a_2 = 40 \text{ mm}$ (etäisyys syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa => ei ole tässä tapauksessa) OK!

$a_{2,c} = 24 \text{ mm} < 35 \text{ mm}$ (reunaetäisyys kuormittamattomasta reunasta) OK!

$a_{2,red} = 12 \text{ mm}$ (jos $a_1 > 10 \times d_1$) OK!

$h_{HT} = (L + 20) \times 0,707 + m_{NT} \times \tan \alpha$

=> $h_{HT} = (300 + 20) \times 0,707 + 115 \times \tan 30^\circ = 293 \text{ mm} \leq 360 \text{ mm}$ (primäärin korkeus) OK!

$h_{NT} = (L + 20) \times 0,707 \cos \alpha + a_{2,c}$

=> $h_{NT} = (300 + 20) \times 0,707 \cos 30^\circ + 24 = 220 \text{ mm} \leq 270 \text{ mm}$ (sekundäärin korkeus) OK!

$m_{HT} = m_{NT} \times (1 + \tan \alpha)$

=> $m_{HT} = 115 \times (1 + \tan 30^\circ) = 181 \text{ mm} \leq 190 \text{ mm}$ (poraus kohdan alku primäärissä) OK!

Koska $m_{HT} < b_{HT}$

$m_{HT,v} = m_{HT} - b_{HT} \Rightarrow 181 \text{ mm} - 140 \text{ mm} = 41 \text{ mm} \leq 50 \text{ mm}$ (poraus kohdan alku primäärissä) OK!

4 MITOITUS

Mitoitus perustuu VTT:n lausuntoon VTT-S-02687-12. Liitokset muodostuvat symmetrisistä ruuvipareista, joista toinen ruuvi vedetty ja toinen puristettu.

4.1 RISTIRUUVIEN KAPASITEETTI

Ristiruuviliitoksen leikkauskapasiteetin ominaisarvo lasketaan seuraavasti:

$$R_k = n_p^{0,9} \times (R_{C,k} + R_{T,k}) \times \cos\alpha$$

, jossa $n_p =$ vinoruuviparien määrä = 1

$$R_{C,k} = \min \begin{cases} f_{ax,k} \times d \times s_g \\ 0,8 \times f_{tens,k} \end{cases}$$

, jossa $f_{ax,k} = 14,0 \text{ N/mm}^2$

$$d = 8,2 \text{ mm}$$

$$s_g = 135 \text{ mm}$$

$$f_{tens,k} = 19,0 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow R_{C,k} = \min \begin{cases} 14 \times 8,2 \times 135 = 15,5 \text{ kN} \\ 0,8 \times 19 = 15,2 \text{ kN} \end{cases} \Rightarrow 15,2 \text{ kN}$$

$$R_{T,k} = \min \begin{cases} f_{ax,k} \times d \times (s_g - d) \\ f_{tens,k} \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_{T,k} = \min \begin{cases} 14 \times 8,2 \times (135 - 8,2) = 14,6 \text{ kN} \\ f_{tens,k} = 19,0 \text{ kN} \end{cases} \Rightarrow 14,6 \text{ kN}$$

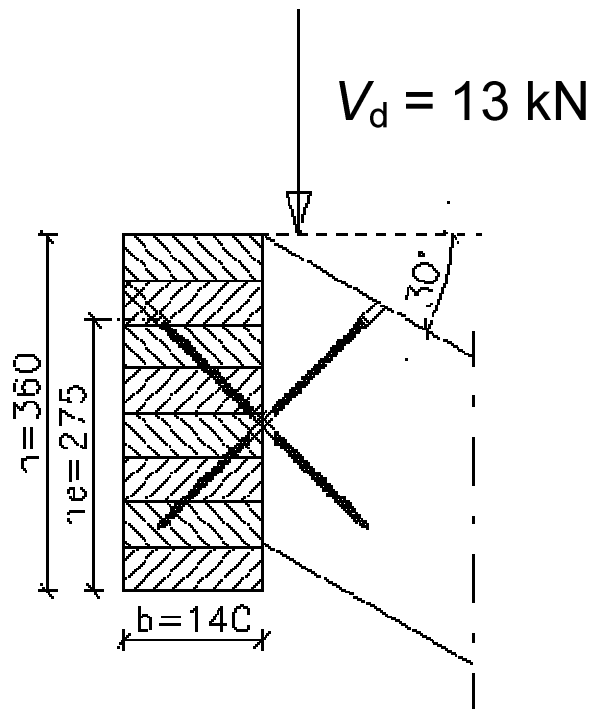
$\alpha = 45^\circ$ (liittimen ja voima välinen kulma):

$$R_k = 1^{0,9} \times (15,2 \text{ kN} + 14,6 \text{ kN}) \times \cos 45^\circ = 21,1 \text{ kN}$$

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \times R_k = \frac{0,8}{1,3} \times 21,1 \text{ kN} = 13,0 \text{ kN}$$

Mitoitusehto: $V_d \leq R_d \Rightarrow 13 \text{ kN} \leq 13,0 \text{ kN}$ (100 %)

4.2 POIKITTAINEN VETO PRIMÄÄRIPALKISSA

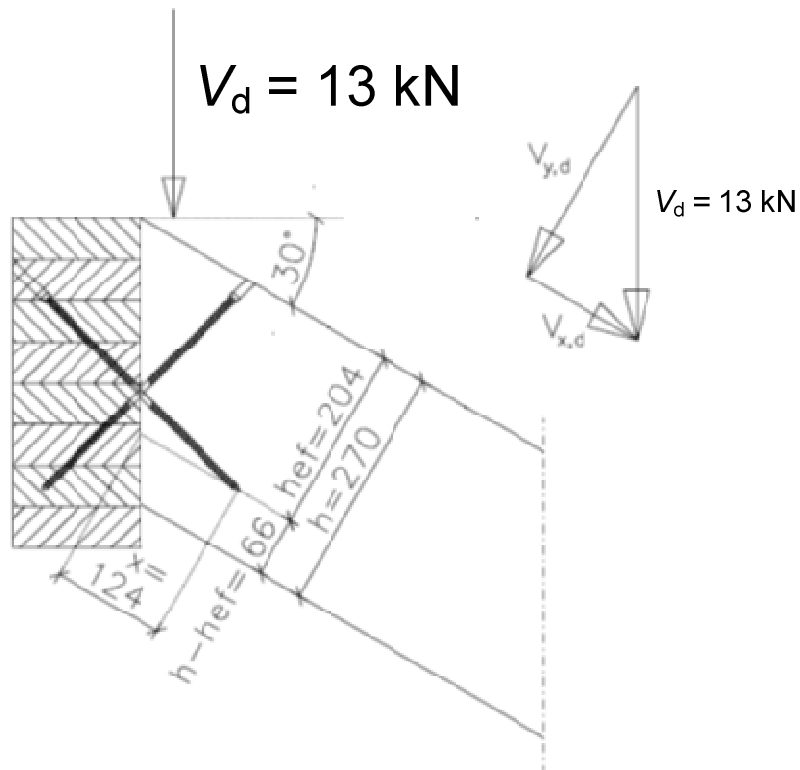


$$F_{90,d} = 14 \times b \times \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} \times \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 14 \times 140 \times \sqrt{\frac{275}{\left(1 - \frac{275}{360}\right)}} \times \frac{0,8}{1,3} = 41163 \text{ N} = 41,2 \text{ kN}$$

Mitoitusehto: $V_d \leq F_{90,d} \Rightarrow 13 \text{ kN} \leq 41,2 \text{ kN}$ (32 %)

Olettaessa, että koko voima V_d menee yhdelle pääpalkin tuelle.

4.3 LOVIVAIKUTUS SEKUNDÄÄRI PALKISSA



Jaetaan leikkausvoima komponentteihin:

$$V_{y,d} = V_d \times \cos \alpha = 13 \times \cos 30^\circ = 11,3 \text{ kN}$$

$$V_{x,d} = V_d \times \sin \alpha = 13 \times \sin 30^\circ = 6,5 \text{ kN}$$

Seuraavan ehdon tulee täyttyä: $\tau_d = \frac{1,5 \times V_d}{b_{ef} \times h_{ef}} \leq k_v \times f_{v,d}$

, jossa

$$k_v = \frac{k_n \times \left(1 + \frac{1,1 \times i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \times \left(\sqrt{\alpha \times (1 - \alpha)} + 0,8 \times \frac{x}{h} \times \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)}, \text{ kuitenkin enintään } 1,0$$

, jossa

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

$$i = \frac{a}{h - h_{ef}}$$

$$k_n = \begin{cases} 5,0 \text{ sahatavara} \\ 6,5 \text{ liimapuu} \\ 4,5 \text{ LVL yleensä} \\ 6,0 \text{ Kerto-S -LVL} \\ 16,0 \text{ Kerto-Q -LVL} \end{cases}$$

Palkin tehollinen leveys $b_{ef} = k_{cr}b$

⇒ koska kyseessä liimapuu $k_{cr} = 1,0 \Rightarrow b_{ef} = b = 90 \text{ mm}$

$$h = 270 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 204 \text{ mm}$$

$$x = 124 \text{ mm}$$

$$a = 0 \text{ mm} \quad (\text{viistesahauksen pituus})$$

$$h - h_{ef} = 66 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h} = 0,756$$

$$i = \frac{a}{h - h_{ef}} = 0$$

$$k_n = 6,5$$

$$k_v = \frac{k_n \times \left(1 + \frac{1,1 \times i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \times \left(\sqrt{\alpha \times (1 - \alpha)} + 0,8 \times \frac{x}{h} \times \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)}$$

$$\Rightarrow k_v = \frac{6,5 \times \left(1 + \frac{1,1 \times 0^{1,5}}{\sqrt{270}}\right)}{\sqrt{270} \times \left(\sqrt{0,756 \times (1 - 0,756)} + 0,8 \times \frac{124}{270} \times \sqrt{\frac{1}{0,756} - 0,756^2}\right)}$$

$$\Rightarrow k_v = \frac{6,5}{16,432 \times (0,212 + 0,367 \times 0,868)} = 0,746$$

Tarkistetaan ehto:

$$\tau_d = \frac{1,5 \times V_d}{b_{ef} \times h_{ef}} \leq k_v \times f_{v,d} \Rightarrow \frac{1,5 \times 11300 \text{ N}}{90 \text{ mm} \times 204 \text{ mm}} \leq 0,746 \times 2,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow \tau_d = 0,92 \text{ N/mm}^2 \leq 1,67 \text{ N/mm}^2 \quad (55 \%)$$