

Esimerkkilaskelma

Hammasvaarnaliitos

17.1.2019

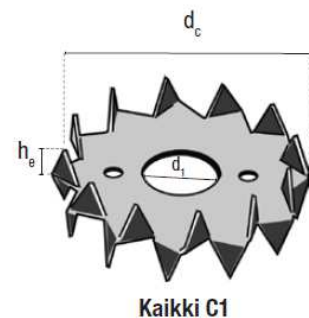
Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ.....	- 3 -
2	LÄHTÖTIEDOT.....	- 4 -
3	MATERIAALI	- 4 -
4	PULTIN KAPASITEETTI	- 5 -
5	HAMMASVAARNALIITOKSEN KAPASITEETTI	- 6 -

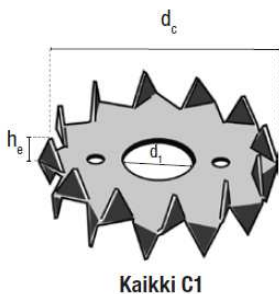
1 YLEISTÄ

Rakennuspaikka:	Helsinki
Rakenne:	hammasvaarna C1-62G-B
Seuraamusluokka:	CC2
Normit:	Puurakenteet: RIL 205-1-2017, SFS EN 1995-1-1, SFS EN 912 Kuormat: RIL 201-1-2017, SFS EN 1990, SFS EN 1991-1-1, SFS EN 1991-1-3

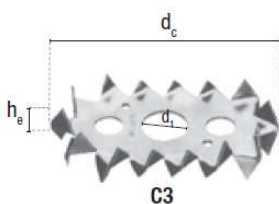
Tuoteno Uusi	Tuoteno Vanha	Pultti d	Mitat [mm]							Kestävyyden ominaisarvo leikkausta kohden [kN] $R_{v,k}$
			d_c	a_1	a_2	d_1	h_e	t_{1min}	t_{2min}	
C1-50G-B	80210	M10	50			17	6	18	30	6,4
		M12								
		M16								
C1-62G-B	80220	M12	62			21	7,4	22	37	8,8
		M16								
		M20								



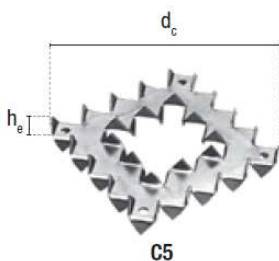
Taulukko 1: Hammasvaarnan taulukko (lähde: Simpson Strong-Tie)



Hammasvaarnalevyjen avulla vahvistetaan puurakenteiden pulttiliitoksia. Kaksipuolisia hammasvaarnalevyjä (C1, C3 ja C5) käytetään vain puu-puuliitoksissa, mutta yksipuolisia hammasvaarnalevyjä (C2 ja C4) voidaan käyttää myös teräs-puuliitoksissa.



Hammasvaarnat valmistetaan EN 912:n mukaisesti. Käytettäessä yksipuolisia hammasvaarnalevyjä sisemmän reiän halkaisijan on vastattava pultin halkaisijaa. Kaksipuolisia hammaslewyjä käytettäessä tämä ei ole välttämätöntä eli hammasvaarnalevyille voidaan käyttää erilaisen halkaisijan omaavia pultteja. Porattaessa puuhun reikää pulttia varten porausläpimitta saa olla enintään 1 mm suurempi kuin pultin halkaisija.



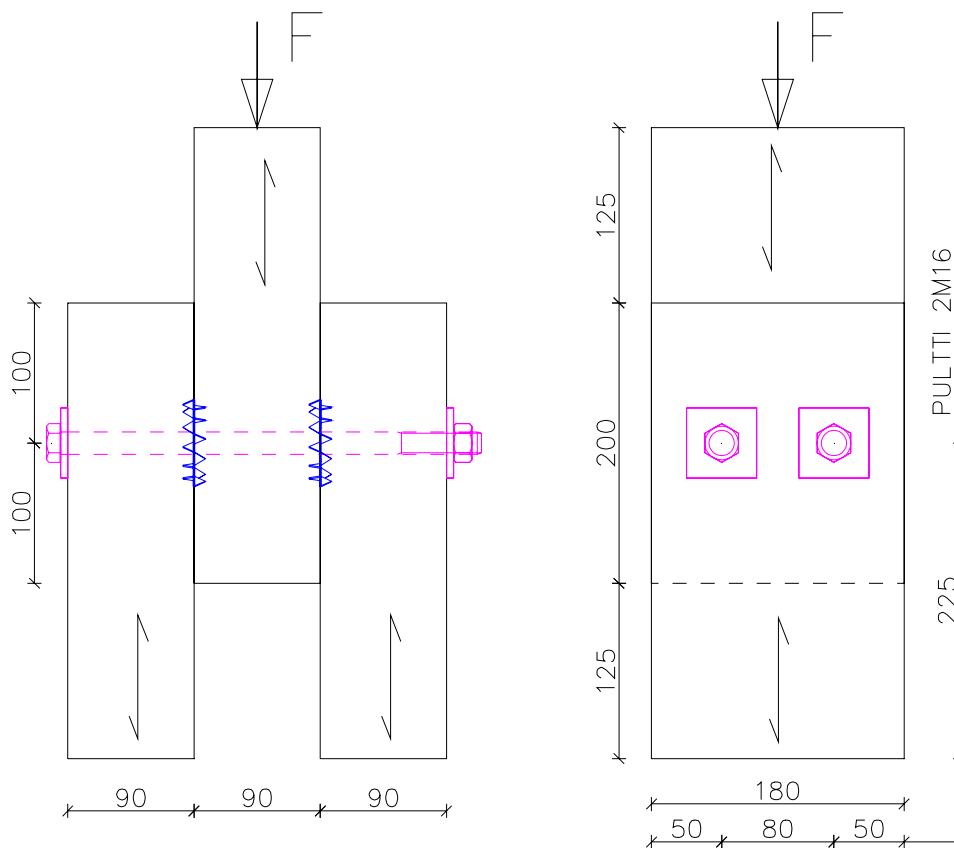
Pienin hammasvaarnalevyjen välinen etäisyys sekä hammasvaarnalevyn etäisyys reunasta ja päädyistä on esitetty Eurocode 5:n taulukossa 8.8. 5. Kiinnittämisessä käytetään M10-M24-pultteja.

Halkaisijaltaan (d_c) 62 mm ja sitä pienemmät voidaan puristaa itse pultilla kiinni. Isommat pitää prässätä kiinni. Sekä pultin, että hammasvaarnan kapasiteetti lasketaan erikseen ja sen jälkeen summataan yhteen.

Hammasvaarnalevyissä on tavallisesti 50 μ m:n kuumasinkitys. Siksi niitä saa käyttää käyttöluokassa 2, mutta ei käyttöluokassa 3, koska vaarnalevyjen paksuus vain 1,0...1,2 mm.

2 LÄHTÖTIEDOT

Mitoitetaan 2-leikkeinen liimapuuliitos käyttöluokkaan 2 ja aikaluokkaan keskipitkä. Voiman ja syyn välinen kulma on 0°.



3 MATERIAALI

Liimapuu GL30c 90x180

Aikaluokka: Keskipitkä

Käyttöluokka: 1

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

⇒ virumakerroin, $k_{def} = 0,6$

Lujuus- ja jäykkyysominaisuudet

Liitoskestävyyden osavarmuusluku, $\gamma_M = 1,3$

pultti: pultti 2M16 (8.8) ⇒ $d = 16$ mm

aluslevyt: 50x50x5 (8.8)

mutteri: 2M16 (8.8)

hammasvaarna: C1-62G-B (Bulldog), kaksipuoleinen

4 PULTIN KAPASITEETTI

Lasketaan aluksi kerroin k_{90} :

$$k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015 \times d, \text{havupuille} \\ 1,30 + 0,015 \times d, \text{Kerto-S ja -T} \\ 0,90 + 0,015 \times d, \text{lehtipuille} \end{cases}$$

$$\Rightarrow k_{90} = 1,35 + 0,015 \times d$$

$$\Rightarrow k_{90} = 1,35 + 0,015 \times 16 = 1,59$$

Lasketaan liimapuun reunapuristuslujuus:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times d) \times \rho_k$$

$$\Rightarrow f_{h,0,k} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times 16) \times 390 = 26,86 \text{ N/mm}^2$$

Lasketaan reunapuristuslujuus kulmassa α syyn suuntaan nähden. Voiman ja syyn välinen kulma, $\alpha = 0^\circ$.

$$f_{h,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \times \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow f_{h,k} = \frac{26,86}{1,59 \times \sin(0^\circ)^2 + \cos(0^\circ)^2} = 26,86 \text{ N/mm}^2$$

Lasketaan pultin myötömomentti, M_y , kun pultin vetomurtolujuus $f_{u,k} = 800 \text{ N/mm}^2$

$$M_y = 0,3 \times f_{u,k} \times d^{2,6}$$

$$\Rightarrow M_y = 0,3 \times 800 \times 16^{2,6} = 324\,282 \text{ Nmm}$$

Liitospuiden paksuudet ovat seuraavat:

reunapuut: $t_1 = t_2 = 90 \text{ mm}$ (min $4d = 64 \text{ mm}$)
keskipuu: $t_3 = 90 \text{ mm}$ (min $5d = 80 \text{ mm}$)

Lasketaan yhden leikkeen leikkauskestävyys:

$$f_h = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \\ f_{h,2,k} \\ f_{h,s,k} \end{cases} \Rightarrow f_h = \min \begin{cases} 26,86 \\ 26,86 \\ 26,86 \end{cases} \Rightarrow f_h = 26,86 \text{ N/mm}^2$$

$$t_u = \min \begin{cases} \frac{t_1 \times f_{h,1,k}}{f_h} \\ \frac{t_2 \times f_{h,2,k}}{f_h} \end{cases} \Rightarrow t_u = \min \begin{cases} \frac{90 \times 26,86}{26,86} \\ \frac{90 \times 26,86}{26,86} \end{cases} \Rightarrow t_u = 90 \text{ mm}$$

$$R_k = \min \begin{cases} 0,4 \times f_h \times t_u \times d \times \sqrt{1 + \frac{3 \times M_y}{f_h \times d \times t_u^2}} \\ 2 \times \sqrt{M_y \times f_h \times d} \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_k = \min \begin{cases} 0,4 \times 26,86 \times 90 \times 16 \times \sqrt{1 + \frac{3 \times 324\,282}{26,86 \times 16 \times 90^2}} = 17,5 \text{ kN} \\ 2 \times \sqrt{324\,282 \times 26,86 \times 16} = 23,6 \text{ kN} \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_k = 17,5 \text{ kN / leike}$$

Lasketaan koko liitoksen kapasiteetti liittimen kannalta. Liitoksessa pultteja 2 kpl ($n = 2$) ja leikkeitä per pultti 2 kpl ($m = 2$), $\gamma_M = 1,3$ ja $k_{\text{mod}} = 0,8$:

$$R_{\text{liitos,d}} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \times m \times n \times R_k = \frac{0,8}{1,3} \times 2 \times 2 \times 17,5 \text{ kN} = 43,1 \text{ kN}$$

5 HAMMASVAARNALIITOKSEN KAPASITEETTI

Kaksipuolisen hammasvaarnan (tyyppi C1) kapasiteetti lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$F_{v,Rk} = 18 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times d_c^{1,5} [N]$$

, jossa

$$k_1 = \min \begin{cases} \frac{1}{3 \times h_e} \\ \frac{1}{5 \times h_e} \end{cases} \Rightarrow k_1 = \min \begin{cases} \frac{90}{3 \times 7,4} = 4,05 \\ \frac{90}{5 \times 7,4} = 2,43 \end{cases} \Rightarrow k_1 = 1,0$$

$$a_{3,t} = \max \begin{cases} 1,1 \times d_c \\ 7 \times d \\ 80 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow a_{3,t} = \max \begin{cases} 1,1 \times 62 = 68 \\ 7 \times 16 = 112 \\ 80 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow a_{3,t} = 112$$

$$k_2 = \min \begin{cases} \frac{1}{1,5 \times d_c} \\ \frac{1}{a_{3,t}} \end{cases} \Rightarrow k_2 = \min \begin{cases} \frac{1}{1,5 \times 62} = 1,20 \\ \frac{1}{112} = 1,20 \end{cases} \Rightarrow k_2 = 1,0$$

$$k_3 = \min \begin{cases} \frac{1,5}{\rho_k} \\ \frac{1,5}{350} \end{cases} \Rightarrow k_3 = \min \begin{cases} \frac{1,5}{390} = 1,11 \\ \frac{1,5}{350} = 1,11 \end{cases} \Rightarrow k_3 = 1,11$$

$$F_{v,Rk} = 18 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times d_c^{1.5}$$

$$\Rightarrow F_{v,Rk} = 18 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,11 \times 62^{1.5} = 9754 \text{ N/hammasvaarna}$$

Lasketaan koko liitoksen kapasiteetti liittimen kannalta. Liitoksessa hammasvaarvoja 4 kpl ($n = 4$), $\gamma_M = 1,3$ ja $k_{mod} = 0,8$:

$$R_{liitos,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_m} \times n \times F_{v,Rk}$$

$$\Rightarrow R_{liitos,d} = \frac{0,8}{1,2} \times 4 \times 9,8 = 26,0 \text{ kN / liitos}$$

$$R_{liitos,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times n \times F_{v,Rk} = \frac{0,8}{1,3} \times 4 \times 9,8 \text{ kN} = 24,1 \text{ kN}$$

Koko liitoksen kapasiteetti:

$$R_d = \text{pultti} + \text{hammasvaarna} = 43,1 \text{ kN} + 24,1 \text{ kN} = 67,2 \text{ kN}$$