

Moduuli 2

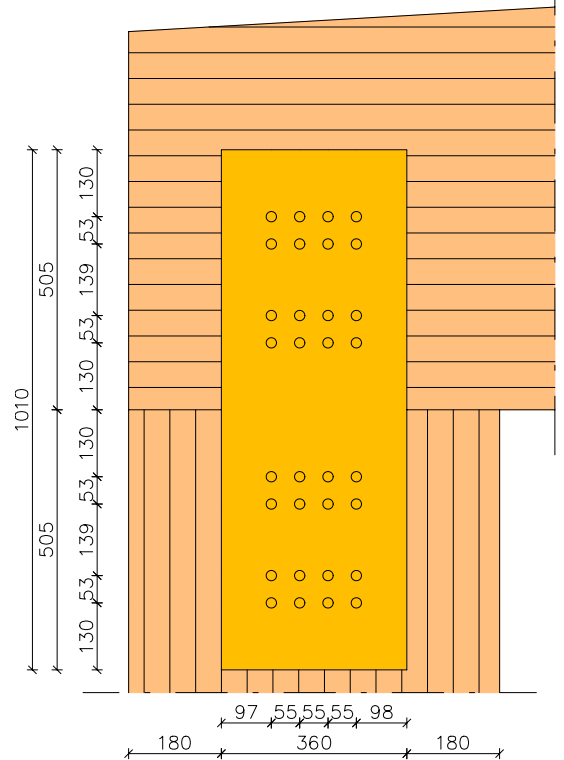
Kotitehtävä 8_KYSYMYS

01.12.2018

Mitoita alla oleva hankolautaliitos.

Lähtötiedot ovat seuraavat:

- Käyttöluokka: 2
- Aikaluokka: Hetkellinen
- Puutavarat: Liimapuu GL30c (hankolauta GL30cs)
 - Pilari: 190x720
 - Harjapalkki: 190x1350-2045-1350, L = 30 m
 - Hankolaudat 66x360 mm, L=1010 mm
- Liittimet: Würth ASSY plus VG 10x160 (ETA-11/0190)
 - Reunaetäisyydet 97(98) mm
 - Päätyetäisyydet 130 mm
 - Vaakaetäisyydet 55 mm
 - Pystyetäisyydet 53 mm
 - 2 liitinryhmää pilarissa ja 2 liitinryhmää palkissa per hankolauta
 - Liitinryhmässä 2 riviä, jossa 4 liitintä per rivi
- Harjapalkki kallellaan (asennuksesta 10 mm ja kuormista 30 mm eli epäkeskisyyss e = 40 mm) pystykuormalle (kyseisellä kuormituksella) => kaltevuus: $\tan \alpha = \frac{40}{1350} \Rightarrow \alpha = 1,7^\circ$
- Liitokseen vaikuttavat ulkoiset voimat:
 - Palkin pystytukireaktio, $N_d = 300 \text{ kN}$
 - Palkin vaakatukireaktio, $H_d = 12 \text{ kN}$ (kehän suuntaan, pilarin päässä)



Moduuli 2

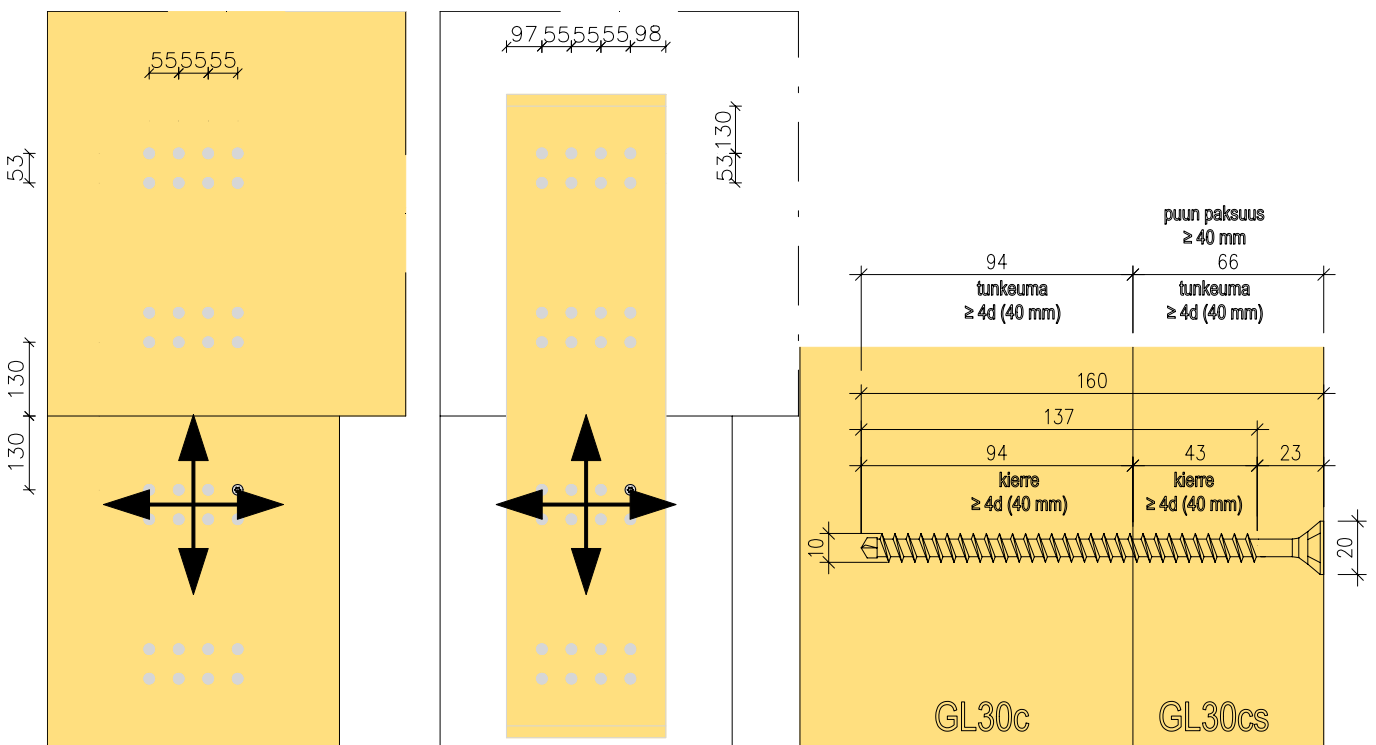
Kotitehtävä 8_VASTAUS (7p)

15.04.2019

Tarkistetaan ehto: $L \leq H / 3 \Rightarrow (130+53+139+53) = 375 \text{ mm} \leq 1350 / 3 = 450 \text{ mm}$, OK!

Ruuvivalmistajan ETA:n mukaan seuraavat säännöt ovat voimassa

- Esiporausta ei tarvita, kun ruuvien paksuus $d \geq 8 \text{ mm}$ ja puu on kuusi tai mänty (ETA s.10, kohta 4.2) (esiporaus hankolautaan on suositeltavaa ruuvien asennuksen helpottamiseksi)
- Ruuvien tunkeumasyvyyks vähintään $4d$ (ETA s.12, kohta A.1.1.1)
- Ruuvien tehollinen halkaisija $d_{ef} = d$ (ETA s.12, kohta A.1.2.1)
- Aksiaalisesti kuormitetun ruuvien kierteisen osan pituus puussa on vähintään $4d$ (ETA s.14, kohta A.1.2.3)
- Liitettävän puuosan paksuus vähintään 40 mm , kun ruuvien paksuus on 10 mm (ETA s.16, kohta A.1.4)
- Reunaetäisyydet EN 1995 taulukon 8.2 mukaan ($d_{ef} = d$ ja ASSY-ruuvilla esiporatun mukaan) (ETA s.16, kohta A.1.4.1)
- $n_{ef} = n^{0,9}$ (ETA s.13, kohta A.1.3.1)



Etäisyydet 10 mm:n ruuville EN 1995 taulukon 8.2 mukaan (esiporaus)

Pisteet 0,25p

Liittimien keskinäinen etäisyys syyn suunnassa:

Palkki:

$$\begin{cases} a_{1,0^\circ} = (4 + \cos 0^\circ) \times d = 5d = 50 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm}, OK! \\ a_{1,90^\circ} = (4 + \cos 90^\circ) \times d = 4d = 40 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Hankolauta:

$$\begin{cases} a_{1,0^\circ} = (4 + \cos 0^\circ) \times d = 5d = 50 \text{ mm} \leq 53 \text{ mm}, OK! \\ a_{1,90^\circ} = (4 + \cos 90^\circ) \times d = 4d = 40 \text{ mm} \leq 53 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Liittimien keskinäinen etäisyys kohtisuoraan syitä vastaan:

Palkki

$$\begin{cases} a_{2,0^\circ} = (3 + \sin 0^\circ) \times d = 3d = 30 \text{ mm} \leq 53 \text{ mm}, OK! \\ a_{2,90^\circ} = (3 + \sin 90^\circ) \times d = 4d = 40 \text{ mm} \leq 53 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Hankolauta

$$\begin{cases} a_{2,0^\circ} = (3 + \sin 0^\circ) \times d = 3d = 30 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm}, OK! \\ a_{2,90^\circ} = (3 + \sin 90^\circ) \times d = 4d = 40 \text{ mm} \leq 55 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Liittimien päätyetäisyys:

Pilari

$$\begin{cases} a_{3,t,0^\circ} = (7 + 5 \times \cos 0^\circ) \times d = 12d = 120 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm}, OK! \\ a_{3,t,90^\circ} = (7 + 5 \times \cos 90^\circ) \times d = 7d = 70 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Hankolauta

$$\begin{cases} a_{3,t,0^\circ} = (7 + 5 \times \cos 0^\circ) \times d = 12d = 120 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm}, OK! \\ a_{3,t,90^\circ} = (7 + 5 \times \cos 90^\circ) \times d = 7d = 70 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Liittimien reunaetäisyydet:

Palkki

$$\begin{cases} a_{4,t,0^\circ} = (3 + 4 \times \sin 0^\circ) \times d = 3d = 30 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm}, OK! \\ a_{4,t,90^\circ} = (3 + 4 \times \sin 90^\circ) \times d = 7d = 70 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Hankolauta

$$\begin{cases} a_{4,t,0^\circ} = (3 + 4 \times \sin 0^\circ) \times d = 3d = 30 \text{ mm} \leq 97(98) \text{ mm}, OK! \\ a_{4,t,90^\circ} = (3 + 4 \times \sin 90^\circ) \times d = 7d = 70 \text{ mm} \leq 97(98) \text{ mm}, OK! \end{cases}$$

Pisteet 0,25p

Ulkoiset voimasuureet

Pääkannattimen tukireaktio: $A_d = N_d = 300 \text{ kN}$

Pääkannattimen vinoudesta aiheutuva momentti: $M_d = A_d \times e \Rightarrow M_d = 300 \text{ kN} \times 0,040 \text{ m} = 12 \text{ kNm}$

Tuulen aiheuttama vaakavoima pilarin päässä: $H_d = 12 \text{ kN}$

Pääkannattimen vinoudesta aiheutuva leikkausvoima: $V_d = A_d \times \sin \alpha \Rightarrow V_d = 300 \text{ kN} \times \sin 1,7^\circ = 8,9 \text{ kN}$

Liitosvoimat

Ruuviryhmien määrä/hankolaudan puolisko: $n_R = 2$ kpl

Hankolautojen määrä/liitos: $n_H = 2$ kpl

Alimman liitinryhmän etäisyys palkin alapinnasta, $a = 157$ mm

Liitinryhmien välinen etäisyys, $b = 192$ mm

Liitinryhmien painopisteen etäisyys palkin alapinnasta, $c = 253$ mm

Etäisyys hankolaudan keskeltä keskelle, $z = 256$ mm

$$V_{x,d} = \frac{M_d}{z \times n_R}$$

$$\Rightarrow V_{x,d} = \frac{12,0 \times 10^3 \text{ kNmm}}{256 \text{ mm} \times 2} = 23,4 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = \frac{H_d}{n_H \times n_R} + \frac{H_d \times c}{n_H \times b}$$

$$\Rightarrow V_{z,d} = \frac{12 \text{ kN}}{2 \times 2} + \frac{12 \text{ kN} \times 253 \text{ mm}}{2 \times 192 \text{ mm}} = 10,9 \text{ kN}$$

$$N_{y,d} = -\frac{\frac{V_d \times c}{b} + \frac{V_d}{n_R}}{n_H}$$

$$\Rightarrow N_{y,d} = -\frac{\frac{8,9 \text{ kN} \times 253 \text{ mm}}{192 \text{ mm}} + \frac{8,9 \text{ kN}}{2}}{2} = 8,1 \text{ kN}$$

$$M_{z,d} = \frac{V_d \times c}{n_H} - \frac{V_d \times b}{n_H \times n_R}$$

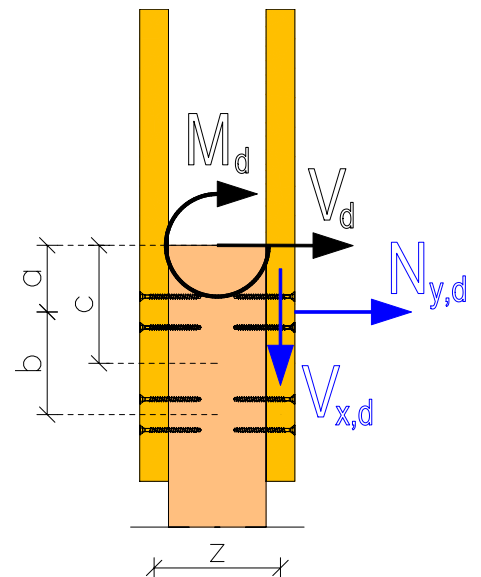
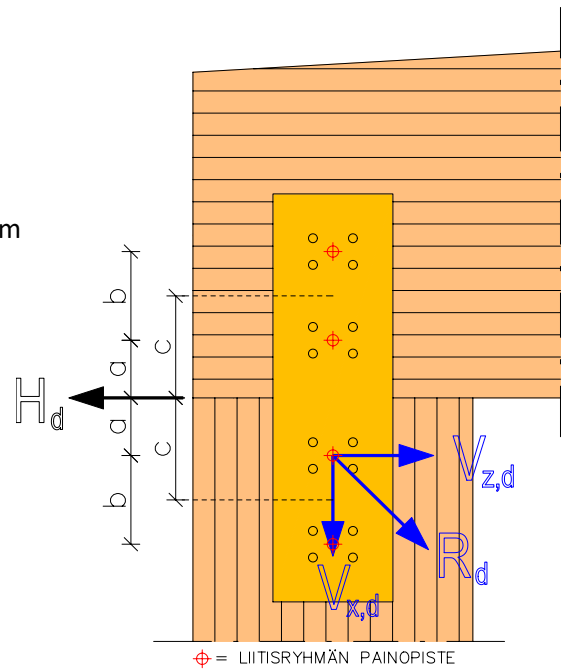
$$\Rightarrow M_{z,d} = \frac{8,9 \text{ kN} \times 0,253 \text{ m}}{2} - \frac{8,9 \text{ kN} \times 0,192 \text{ m}}{2 \times 2} = 0,7 \text{ kNm}$$

$$Q_{z,d,hankolauta} = \frac{V_d}{n_H}$$

$$\Rightarrow Q_{z,d,hankolauta} = \frac{8,9 \text{ kN}}{2} = 4,5 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = \frac{H_d \times c}{n_H} - \frac{H_d \times b}{n_H \times n_R}$$

$$\Rightarrow M_{y,d} = \frac{12,0 \text{ kN} \times 0,253 \text{ m}}{2} - \frac{12,0 \text{ kN} \times 0,192 \text{ m}}{2 \times 2} = 0,9 \text{ kNm}$$



$$Q_{y,d,hankolauta} = \frac{H_d}{n_H}$$

$$\Rightarrow Q_{y,d,hankolauta} = \frac{12,0 \text{ kN}}{2} = 6,0 \text{ kN}$$

Pisteet 0,5p

Liittimien mitoitus

Ruuviryhmään vaikuttavat voimat:

leikkaus $V_{x,d} = 23,4 \text{ kN}$

leikkaus $V_{z,d} = 10,9 \text{ kN}$

ja niiden resultantti: $R_d = \sqrt{V_{x,d}^2 + V_{z,d}^2} \Rightarrow R_d = \sqrt{23,4^2 + 10,9^2} = 25,8 \text{ kN}$

ulosveto $N_{y,d} = 8,1 \text{ kN}$

Ruuviryhmän mitoitus leikkaukselle (ETA-11/0190):

Hankolaudassa on esiporaus, jotta ruuvien asentaminen ruuviryhmäksi on helppoa. Palkkiin ei tehdä esiporausta. Laskelman yksinkertaistamiseksi käytetään mitoituksessa esiporaamattoman ruuvin reunapuristuslujuutta sekä palkille että hankolaudalle.

$$\text{Reunapuristuslujuus: } f_{h,k} = \frac{0,082 \times \rho_k \times d^{-0,3}}{2,5 \times \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \Rightarrow f_{h,k} = \frac{0,082 \times 390 \times 10^{-0,3}}{2,5 \times (\cos(90^\circ))^2 + (\sin(90^\circ))^2} = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

(HUOM! Liittimen ja syyn välinen kulma huomioitu, esiporattu)

Kärjen puolen tunkeuma, $t_2 = 160 - 66 = 94 \text{ mm}$

ja kannan puolen tunkeuma, $t_1 = 66 \text{ mm}$

Liittimen myötömomentti, $M_{y,k} = 36\,000 \text{ Nmm}$

Liittimen paksuus, $d = d_{ef} = 10 \text{ mm}$ (kierteen ulkohalkaisija ETA:n mukaan)

Liittimen sydänhalkaisija, $d_{ef} = 10 \text{ mm}$ ($> 6 \text{ mm} \Rightarrow$ pulttien kaavat)

Liittimen ja syyn välinen kulma, $\alpha = 90^\circ$

Liittimen ulosvetoparametri, $f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$

Tehollisten liitinten määrä, $n_{ef} = n = 1,0$ (köysivaikutukselle)

Kerroin (liittimen ja syyn välinen kulma), $k_{ax} = 1,0$

tehollinen kierteen pituus, $l_{ef} = \min(94 \text{ mm}; 43 \text{ mm}) = l_{ef} = 43 \text{ mm}$ (kannan puoli mitoittaa)

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef} \times k_{ax} \times f_{ax,k} \times d \times l_{ef} \times \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8} \Rightarrow F_{ax,\alpha,Rk} = 1 \times 1,0 \times 10,0 \times 10 \times 43 \times \left(\frac{390}{350} \right)^{0,8} = 4689 \text{ N}$$

Liittimen leikkauskestävyys:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{h,1,k} t_1 d & = 10\,560 \text{ N} \\ f_{h,2,k} t_2 d & = 15\,040 \text{ N} \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1+\beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & = 6\,612 \text{ N} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2+\beta} \left[\sqrt{2\beta(1+\beta) + \frac{4\beta(2+\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & = 5\,420 \text{ N} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1+2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1+\beta) + \frac{4\beta(1+2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & = 6\,831 \text{ N} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & = 5\,075 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = 5,1 \text{ kN}$$

Liittimien määrä/liitinryhmä $n_1 = 8$

Mitoitusehto: $R_d \leq F_{v,Rk} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times n_1 \Rightarrow 25,8 \text{ kN} \leq 5,1 \text{ kN} \times \frac{1,1}{1,3} \times 8 \text{ kpl} = 34,5 \text{ kN} (75\%, \text{ ennen } 69\%)$

Pisteet 0,5p

Liitinryhmän mitoitus vedolle (ETA-11/0190):

Liitinryhmän kestävyys:

$$F_{tens,k} = 32,0 \text{ kN} \Rightarrow F_{tens,d} = n_{ef} \times \frac{F_{tens,k}}{\gamma_M} \Rightarrow F_{tens,d} = 6,5 \times \frac{32,0}{1,25} = 166,4 \text{ kN}$$

Mitoitusehto: $N_{y,d} \leq F_{tens,d} \Rightarrow 8,1 \text{ kN} \leq 166,4 \text{ kN} (5\%)$

Pisteet 0,5p

Liittimen tartuntakapasiteetti (voiman ja syyn välinen kulma $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$):

$$\text{Tehollisten liitinten määrä, } n_{ef} = \max \left\{ \begin{array}{l} n^{0,9} \\ 0,9 \times n (\text{vain vinoruuvaus}) \end{array} \right. \Rightarrow n_{ef} = 8^{0,9} = 6,5$$

$$k_{ax} = 1,0 \text{ (voiman ja syyn välinen kulma } 45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ)$$

$$f_{ax,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (} d \geq 10 \text{ mm)}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Kärjen puolen kierteen pituus, } l_{ef,1} = 160 - 66 = 94 \text{ mm}$$

$$\text{Kannan puolen kierteen pituus, } l_{ef,2} = 43 \text{ mm}$$

Kannan puoli mitoittaa

$$\rho_k = 390 \text{ kg/m}^3$$

$$F_{ax,k,Rk} = n_{ef} \times k_{ax} \times f_{ax,k} \times d \times l_{ef} \times \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^{0,8}$$

$$\Rightarrow F_{ax,k,Rk} = 6,5 \times 1,0 \times 10,0 \times 10 \times 43 \times \left(\frac{390}{350} \right)^{0,8} = 30,5 \text{ kN}$$

$$F_{ax,\alpha,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times F_{ax,\alpha,k} \Rightarrow F_{tens,d} = \frac{1,1}{1,3} \times 30,5 = 25,8 \text{ kN}$$

Mitoitusehto: $N_{y,d} \leq F_{ax,\alpha,d} \Rightarrow 8,1 \text{ kN} \leq 25,8 \text{ kN} (31 \%)$

HUOM! Kannan ja kierteen yhteistoimintaa ei saa laskea kuin vinoruuviliitoksissa

Pisteet 0,5p

Yhdistetty veto ja leikkaus

$$\left(\frac{N_{y,d}}{F_{ax,\alpha,d}} \right)^2 + \left(\frac{R_d}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1,0 \Rightarrow \left(\frac{8,1}{25,8} \right)^2 + \left(\frac{25,8}{34,5} \right)^2 = 0,66 \leq 1,0 (66 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan mitoitus (GL30cs)

Hankolaudan leikkauskestävyys (Z-suuntaan):

$$f_{v,k} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$b_{ef} = b = 66 \text{ mm (käyttöluokka 2)}$$

$$h = 360 \text{ mm}$$

$$\frac{3}{2} \times \frac{Q_{z,d,hankolauta}}{b_{ef} \times h} \leq f_{v,d} \Rightarrow \frac{3}{2} \times \frac{4500 \text{ N}}{66 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}} \leq \frac{1,1}{1,25} \times 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow 0,3 \text{ N/mm}^2 \leq 3,08 \text{ N/mm}^2 (10 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan leikkauskestävyys (Y-suuntaan):

$$f_{v,k} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$b_{ef} = b = 360 \text{ mm (käyttöluokka 2)}$$

$$h = 66 \text{ mm}$$

$$\frac{3}{2} \times \frac{Q_{y,d,hankolauta}}{b_{ef} \times h} \leq f_{v,d} \Rightarrow \frac{3}{2} \times \frac{6000 \text{ N}}{360 \text{ mm} \times 66 \text{ mm}} \leq \frac{1,1}{1,25} \times 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow 0,38 \text{ N/mm}^2 \leq 3,08 \text{ N/mm}^2 (12 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan taivutuskestävyys (Z-akselin suhteen):

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d,hankolauta}}{\frac{1}{6} \times b \times h^2} \leq f_{m,d}$$

$$\Rightarrow \sigma_{m,z,d} = \frac{0,7 \times 10^6 \text{ Nmm}}{\frac{1}{6} \times 360 \times 66^2} = 2,7 \text{ N/mm}^2 \leq \frac{1,1}{1,25} \times 28 \text{ N/mm}^2 = 24,6 \text{ N/mm}^2 (11 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan taivutuskestävyys (Y-akselin suhteen):

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d,hankolauta}}{\frac{1}{6} \times b \times h^2} \leq f_{m,d}$$

$$\Rightarrow \sigma_{m,y,d} = \frac{0,9 \times 10^6 \text{ Nmm}}{\frac{1}{6} \times 66 \times 360^2} = 0,6 \text{ N/mm}^2 \leq \frac{1,1}{1,25} \times 28 \text{ N/mm}^2 = 24,6 \text{ N/mm}^2 (2 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan vetokestävyys:

Hankolautaan tuleva veto/puristus:

$$N_{d,hankolauta} = 2 \times V_{x,d} \Rightarrow N_{d,hankolauta} = 2 \times 23,4 \text{ kN} = 46,8 \text{ kN}$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{d,hankolauta}}{b \times h} \leq f_{t,0,d}$$

$$\Rightarrow \sigma_{t,0,d} = \frac{46800 \text{ N}}{66 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}} = 2,0 \text{ N/mm}^2 \leq \frac{1,1}{1,25} \times 18,7 \text{ N/mm}^2 = 16,5 \text{ N/mm}^2 (12 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan puristuskestävyys:

Hankolautaan tuleva veto/puristus:

$$N_{d,hankolauta} = 2 \times V_{x,d} \Rightarrow N_{d,hankolauta} = 2 \times 23,4 \text{ kN} = 46,8 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{d,hankolauta}}{b \times h} \leq f_{c,0,d}$$

$$\Rightarrow \sigma_{c,0,d} = \frac{46800 \text{ N}}{66 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}} = 2,0 \text{ N/mm}^2 \leq \frac{1,1}{1,25} \times 23,3 \text{ N/mm}^2 = 20,5 \text{ N/mm}^2 (10 \%)$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan yhdistetty veto- ja taivutuskestävyys:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \times \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1,00$$

$$\Rightarrow \frac{2,0}{16,5} + \frac{0,6}{24,6} + 0,7 \times \frac{2,7}{24,6} = 0,22 \leq 1,00 (22 \%)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \times \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1,00$$

$$\Rightarrow \frac{2,0}{16,5} + 0,7 \times \frac{0,6}{24,6} + \frac{2,7}{24,6} = 0,25 \leq 1,00 \text{ (25 \%)}$$

Pisteet 0,5p

Hankolaudan yhdistetty puristus- ja taivutuskestävyys:

(Oletus, että hankolauta ei nurjahda)

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} + k_m \times \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1,00$$

$$\Rightarrow \left(\frac{2,0}{20,5} \right)^2 + \frac{2,7}{24,6} + 0,7 \times \frac{0,6}{24,6} = 0,14 \leq 1,00 \text{ (14 \%)}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \times \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1,00$$

$$\Rightarrow \left(\frac{2,0}{20,5} \right)^2 + 0,7 \times \frac{2,7}{24,6} + \frac{0,6}{24,6} = 0,11 \leq 1,00 \text{ (11\%)}$$

Pisteet 0,5p

Palalohkeaminen

Ei tarvitse tarkastaa puuosien välisissä puikkoliitoksissa (RIL 205-1-2017 s.108)

Läpilohkeaminen

Ei tarvitse tarkistaa, koska peräkkäisiä liittimiä on enintään 4 kpl ja etäisyys $a_2 > 5d$ (53/55 mm > 50 mm)

Yhteenveto

Liitinryhmä:

- Leikkauskestävyys: 75 %
- Vetokapasiteetti: 5 %
- Tartuntakapasiteetti: 31 %
- Yhdistetty veto ja leikkaus: 66 %

Hankolauta:

- Leikkauskestävyys (Z-suunta): 10 %
- Leikkauskestävyys (Y-suunta): 12 %
- Taivutuskestävyys (Z-akselin suhteen): 11 %
- Taivutuskestävyys (Y-akselin suhteen): 2 %
- Vetokestävyys: 12 %
- Puristuskestävyys: 10 %
- Yhdistetty veto- ja taivutuskestävyys: 22 % / 25 %
- Yhdistetty puristus- ja taivutuskestävyys: 14 % / 11 %