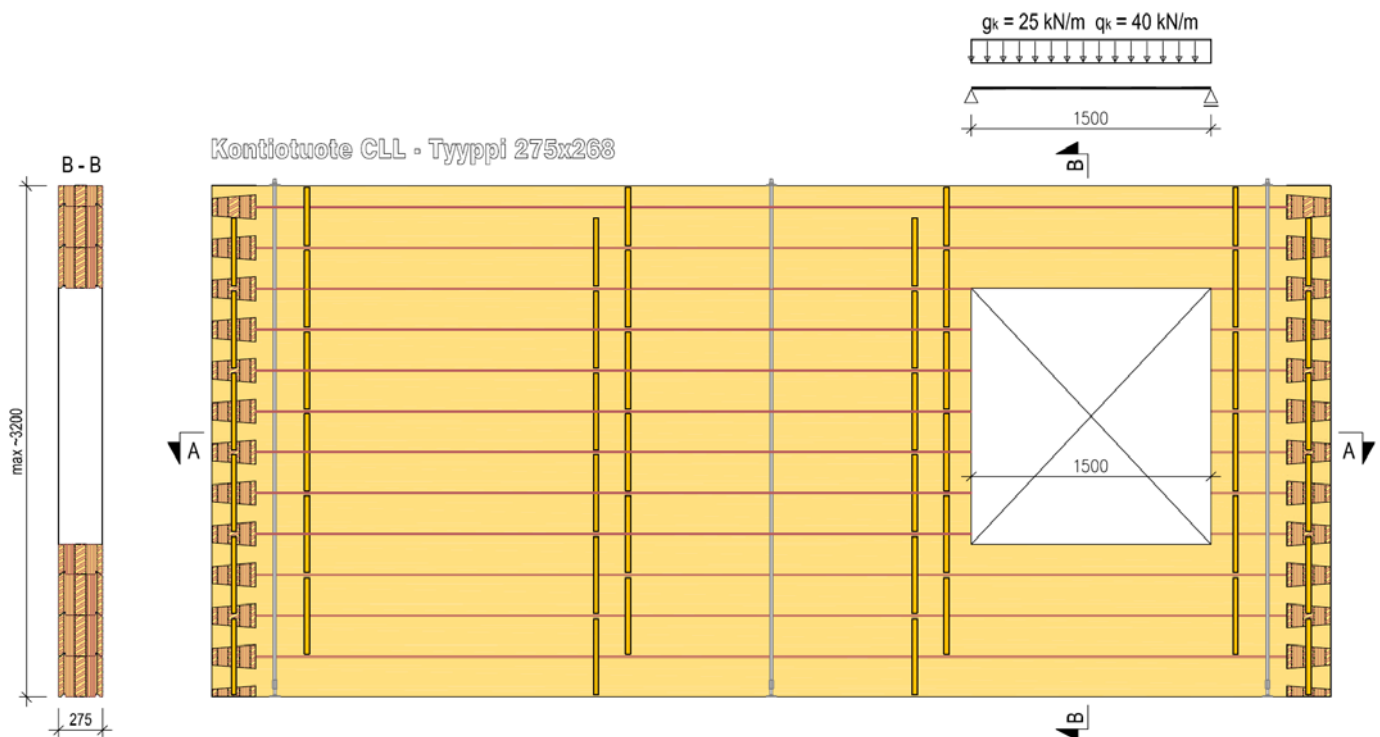


Aukkopalkin kestävyys

1.0 Kuormitus

Aukkopalkin ominaiskuormat on esitetty alla olevassa kuvassa. Tarkastellaan palkkia yksiaukkoisena nivelpäisenä palkkina. Seuraamusluokka on CC2 → $K_{FI} = 1,0$ (ei esitetä laskelmassa). Tässä laskelmassa tarkastetaan vain yksi kuormitustapaus. Myös muut kuormitustapaukset tulee tarkastaa.

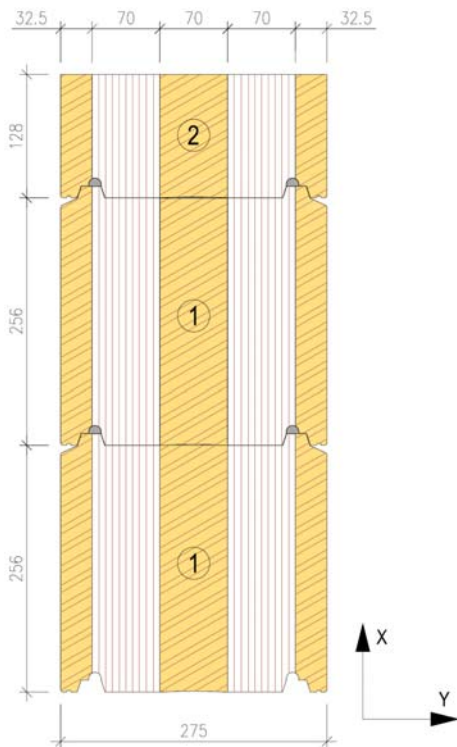


2.0 Rakennemalli

Tässä tapauksessa tarkastellaan aukon päällä olevaa kolmea hirsikertaa. Tarkastellaan päällekkäisiä hirsii irrallisina kappaleina, joille kuormitus jakautuu niiden jäykkyyksien suhteessa. Mikäli aukon päällä oleviin hirsii tehdään reikiä esimerkiksi vaarnatapeille, tulee reiät tehdä pystysuuntaisiin lamellikerroksiin ja reikien keskinäinen etäisyys saa olla minimissään 200 mm. Tällöin reikiä ei tarvitse huomioida palkin mitoituksessa.

3.0 Poikkileikkaus

CLL Log-palkin taivutus- ja leikkauskestävyys mitoitetaan palkin vaakasuuntaisten lamellien muodostaman tehollisen poikkileikkauksen perusteella. Koko hirren nousukorkeus voidaan hyödyntää mitoituksessa. Alla olevassa kuvassa on esitetty tässä tapauksessa tarkasteltava poikkileikkaus.



3.1 Tehollinen poikkileikkaus

$k_{cr} = 1,0$ (CLL Log - halkeilukerroin)

Osa 1

$$b_{ef} = 32,5 + 70 + 32,5 = 135 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 256 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = k_{cr} \cdot b_{ef} \cdot h_{ef} = 1,0 \cdot 135 \cdot 256 = 34560 \text{ mm}^2$$

Osa 2

$$b_{ef} = 32,5 + 70 + 32,5 = 135 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 128 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = k_{cr} \cdot b_{ef} \cdot h_{ef} = 1,0 \cdot 135 \cdot 128 = 17280 \text{ mm}^2$$

3.2 Tehollinen jäyhyysmomentti

Osa 1

$$b_{ef} = 135 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 256 \text{ mm}$$

$$I_{ef,y,1} = \frac{b_{ef} \cdot h_{ef}^3}{12} = \frac{135 \cdot 256^3}{12} = 0,189 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Osa 2

$$b_{ef} = 135 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 128 \text{ mm}$$

$$I_{ef,y,2} = \frac{b_{ef} \cdot h_{ef}^3}{12} = \frac{135 \cdot 128^3}{12} = 23,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

3.3 Tehollinen taivutusvastus

Osa 1

$$b_{ef} = 135 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 256 \text{ mm}$$

$$W_{ef,y,1} = \frac{b_{ef} \cdot h_{ef}^2}{6} = \frac{135 \cdot 256^2}{6} = 1,47 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Osa 2

$$b_{ef} = 135 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 128 \text{ mm}$$

$$W_{ef,y,2} = \frac{b_{ef} \cdot h_{ef}^2}{6} = \frac{135 \cdot 128^2}{6} = 0,37 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

4.0 Taivutuskestävyys

Käyttöluokka: 2

Aikaluokka: keskipitkä

$\gamma_M = 1,3$ (CLL Log, sahatavara C24)

$k_{mod} = 0,8$

Osa 1

$$M_{y,d} = \frac{(1,15 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k) \cdot L^2}{8} = \frac{(1,15 \cdot 25 + 1,5 \cdot 40) \cdot 1,5^2}{8} = 25,0 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d,1} = \frac{I_{ef,y,1}}{I_{ef,y,1} + I_{ef,y,2}} \cdot M_{y,d} = \frac{0,189 \cdot 10^9}{0,189 \cdot 10^9 + 0,189 \cdot 10^9 + 23,6 \cdot 10^6} \cdot 25,0 = 11,8 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d,1} = \frac{M_{y,d,1}}{W_{ef,y,1}} = \frac{11,8 \cdot 10^6}{1,47 \cdot 10^6} = 8,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{m,k} = \frac{0,8}{1,3} \cdot 24,0 = 14,8 \text{ N/mm}^2 > 8,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 54 \%) OK}$$

Osa 2

$$M_{y,d,2} = M_{y,d} - (M_{y,d,1} + M_{y,d,1}) = 25 - (11,8 + 11,8) = 1,4 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d,2} = \frac{M_{y,d,2}}{W_{ef,y,2}} = \frac{1,4 \cdot 10^6}{0,37 \cdot 10^6} = 3,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{m,k} = \frac{0,8}{1,3} \cdot 24,0 = 14,8 \text{ N/mm}^2 > 3,8 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 26 \%) OK}$$

5.0 Leikkauskestävyys

Käyttöluokka: 2

Aikaluokka: keskipitkä

$\gamma_M = 1,3$ (CLL Log, sahatavara C24)

$k_{mod} = 0,8$

Osa 1

$$V_d = \frac{(1,15 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k) \cdot L}{2} = \frac{(1,15 \cdot 25 + 1,5 \cdot 40) \cdot 1,5}{2} = 67,0 \text{ kN}$$

$$V_{d,1} = \frac{I_{ef,y,1}}{I_{ef,y,1} + I_{ef,y,1} + I_{ef,y,2}} \cdot V_d = \frac{0,189 \cdot 10^9}{0,189 \cdot 10^9 + 0,189 \cdot 10^9 + 23,6 \cdot 10^6} \cdot 67,0 = 31,5 \text{ kN}$$

$$\tau_{d,1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,1}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{31500}{34560} = 1,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} = \frac{0,8}{1,3} \cdot 4,0 = 2,5 \text{ N/mm}^2 > 1,4 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 56 \%) OK}$$

Osa 2

$$V_{d,2} = V_d - (V_{d,1} + V_{d,1}) = 67 - (31,5 + 31,5) = 4,0 \text{ kN}$$

$$\tau_{d,2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,2}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{4000}{17280} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} = \frac{0,8}{1,3} \cdot 4,0 = 2,5 \text{ N/mm}^2 > 0,35 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 14 \%) OK}$$

6.0 Taipuma

Käyttöluokka: 2

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$ (CLL Log, sahatavara C24)

$k_{def} = 0,8$

$\psi_2 = 0,3$ (tässä esimerkissä)

Osa 1

$$g_{k,1} = \frac{I_{ef,y,1}}{I_{ef,y,1} + I_{ef,y,1} + I_{ef,y,2}} \cdot g_k = \frac{0,189 \cdot 10^9}{0,189 \cdot 10^9 + 0,189 \cdot 10^9 + 23,6 \cdot 10^6} \cdot 25,0 = 11,8 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,1} = \frac{I_{ef,y,1}}{I_{ef,y,1} + I_{ef,y,1} + I_{ef,y,2}} \cdot q_k = \frac{0,189 \cdot 10^9}{0,189 \cdot 10^9 + 0,189 \cdot 10^9 + 23,6 \cdot 10^6} \cdot 40,0 = 18,8 \text{ kN/m}$$

$$w_{inst,g,1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{k,1} \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot I_{ef,y,1}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{11,8 \cdot 1500^4}{11000 \cdot 0,189 \cdot 10^9} = 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst,q,1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{k,1} \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot I_{ef,y,1}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{18,8 \cdot 1500^4}{11000 \cdot 0,189 \cdot 10^9} = 0,6 \text{ mm}$$

$$\Sigma w_{inst,1} = 0,4 + 0,6 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma w_{fin,1} = w_{inst,g,1} \cdot (1 + k_{def}) + (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) \cdot w_{inst,q,1} = 0,4 \cdot (1 + 0,8) + (1 + 0,3 \cdot 0,8) \cdot 0,6 = 1,5 \text{ mm}$$

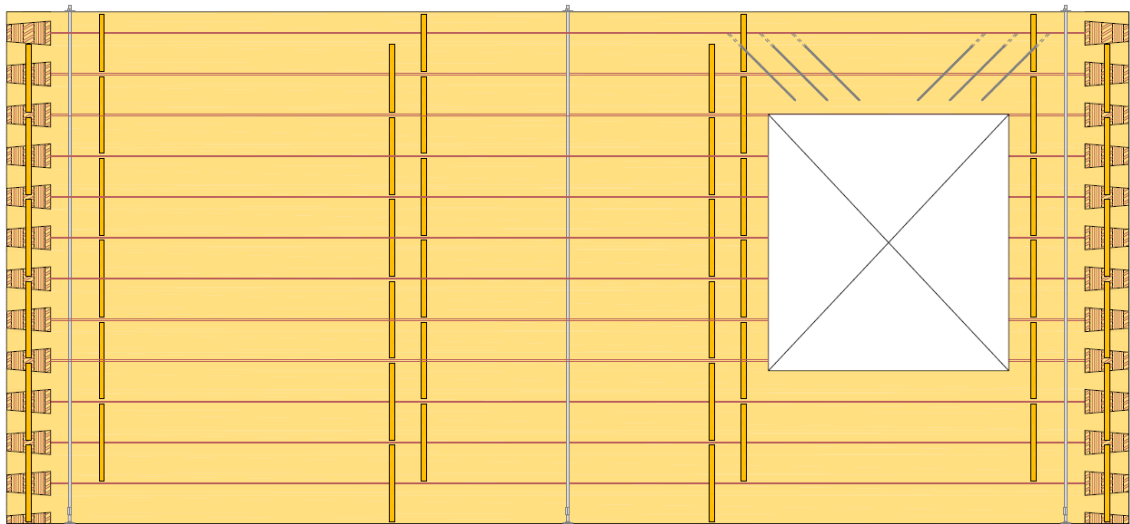
$$\Sigma w_{fin,1} = 1,5 \text{ mm} < L / 300 (5,0 \text{ mm}) \text{ (käyttöaste 30 \%) OK}$$

Osan 2 taipuma on sama kuin osan 1, koska kuormitus on jaettu osien jäykkyyksien suhteessa.

7.0 Vaarnapalkki

Päällekkäiset hirret voidaan tarvittaessa kytkeä toisiinsa siten, että niistä muodostuu vaarnapalkki. Tällöin mitoitus tehdään eurokoodissa esitetyn kootun palkin mitoituskaavoilla, joissa vaarujen liitossiirtymä otetaan huomioon. Vaarnapalkki voidaan toteuttaa esimerkiksi vinoruuveilla alla olevan kuvan periaatteella

Kontiotuote CLL - Tyyppi 275x268



Lisätiedot

- Tutkimusraportti VTT-S-01088-16

Laskelman tekijä ei vastaa laskelman mahdollisista virheistä ja niistä aiheutuneista vahingoista laskelman käyttäjälle ja mahdolliselle kolmannelle osapuolelle. Laskelman käyttäjä käyttää laskelmaa omalla vastuulla ja on itse vastuussa tulosten oikeellisuudesta.