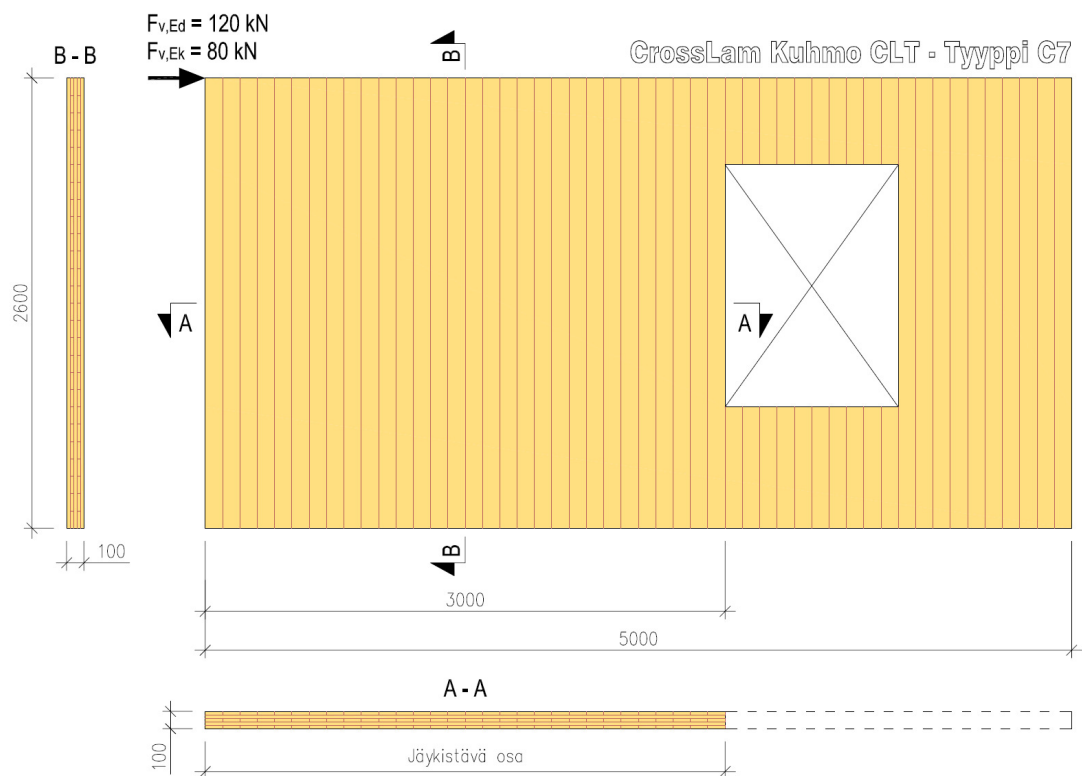


Jäykistävän seinän kestävyys

1.0 Kuormitus

Jäykistävän seinän ominaiskuormat on esitetty alla olevassa kuvassa. Laskelman yksinkertaistamiseksi tarkastellaan seinästä vain ikkuna-aukon vasemman puoleista osaa, vaikka käytännössä myös oikean puoleinen osa toimii jäykisteenä. Mikäli ikkuna-aukon molemmat puolet halutaan huomioida jäykistäväksi, tulee ulkoinen vaakakuormitus jakaa jäykistäville osille niiden jäykkyyksien suhteessa. Seuraamusluokka on CC2 → $K_{FI} = 1,0$ (ei esitetä laskelmassa). Tässä laskelmassa tarkastetaan vain yksi kuormitustapaus. Myös muut kuormitustapaukset tulee tarkastaa.



2.0 Poikkileikkaus

CrossLam Kuhmo CLT-jäykisteen leikkauskestävyys mitoitetaan jäykisteen bruttopoikkileikkauksen avulla käyttäen leikkauslujuutena kyseiselle CLT-levylle määritettyä leikkauslujuutta $f_{v,k}$ (ks. osa 1 taulukko 3).

2.1 Jäykisteen poikkileikkausala

$k_{cr} = 1,0$ (CrossLam Kuhmo CLT - halkeilukerroin)

$L = 3000$ mm (jäykisteen pituus)

$t = 100$ mm (CLT-levyn paksuus)

$$A = k_{cr} \cdot t \cdot L = 1,0 \cdot 100 \cdot 3000 = 300000 \text{ mm}^2$$

3.0 Leikkauskestävyys

$k_{mod} = 1,1$ (hetkellinen aikaluokka / käyttöluokka 1)

$\gamma_M = 1,25$ (CrossLam Kuhmo CLT - materiaalin osavarmuusluku)

$f_{v,k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$ (CrossLam Kuhmo CLT - Tyyppi C7 - leikkauslujuus syrjällä, ks. osa 1 taulukko 3)

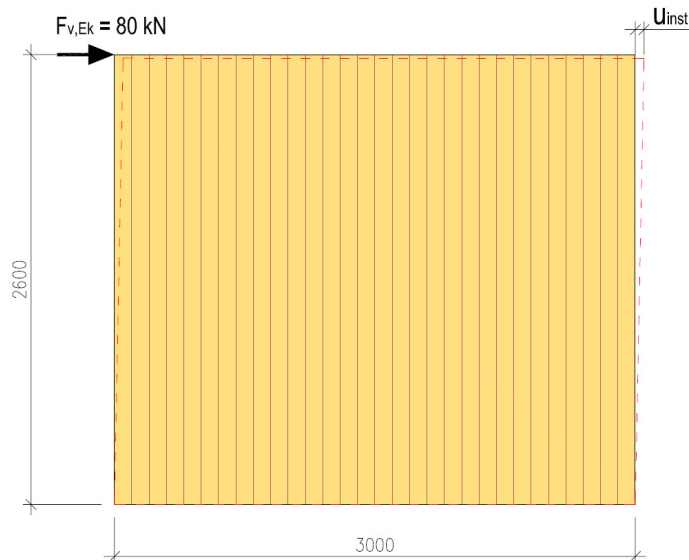
$V_d = F_{v,Ed} = 120 \text{ kN}$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{120000}{300000} = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} = \frac{1,1}{1,25} \cdot 3,2 = 2,8 \text{ N/mm}^2 > 0,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 21 \%) OK}$$

4.0 Jäykisteen leikkaussiirtymä

Jäykisteen kokonaissiirtymä muodostuu leikkausvoiman aiheuttamasta siirtymästä, taivutusmomentin aiheuttamasta siirtymästä sekä jäykisteen ja alustan välisen liitoksen siirtymästä. Tässä esimerkissä käsitellään vain leikkausvoiman aiheuttamaa siirtymää.



4.1 Jäykisteen leikkausjäykkyys

$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$ (CrossLam Kuhmo CLT - lamellin liukumoduuli)

$L = 3000 \text{ mm}$ (jäykisteen pituus)

$H = 2600 \text{ mm}$ (jäykisteen korkeus)

$t = 100 \text{ mm}$ (CLT-levyn paksuus)

$V_k = F_{v,Ek} = 80 \text{ kN}$

$$C_v = \frac{1}{H} = \frac{1}{2600} = 79615 \text{ N/mm}$$

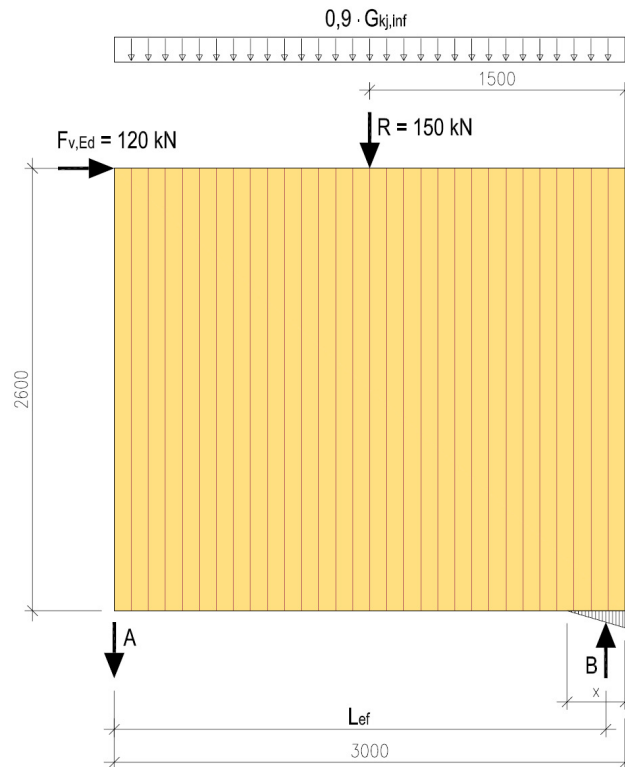
$$\frac{1}{L \cdot G_{mean} \cdot t} = \frac{1}{3000 \cdot 690 \cdot 100}$$

4.2 Jäykisteen leikkaussiirtymä

$$U_{inst} = \frac{V_k}{C_v} = \frac{80000}{79615} = 1,0 \text{ mm}$$

5.0 Jäykisteen tukien kestävyys

Tukipinnan kestävyyttä mitoitettaessa vain pystysuuntaiset lamellit voidaan huomioida. Tässä laskelmassa seinän päällä on pysyvä kuorma, joka muodostaa resultantin R.



5.1 Puristetun alueen pituus tukireaktiolle B

Pystysuuntaisten lamellien yhteenlaskettu paksuus $t_{ef} = 20 + 20 + 20 = 60$ mm

Jäykisteen pituus $L = 3000$ mm

Jäykisteen korkeus $H = 2600$ mm

Tasaisen pysyvän kuorman $0,9 \cdot G_{k,j,inf}$ resultantti $R = 150$ kN

$k_{mod} = 1,1$ (hetkellinen aikaluokka / käyttöluokka 1)

$\gamma_M = 1,25$ (CrossLam Kuhmo CLT - materiaalin osavarmuusluku)

$f_{c,0,k} = 21,0$ N/mm² (CrossLam Kuhmo CLT - lamellin puristuslujuus)

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{c,0,k} = \frac{1,1}{1,25} \cdot 21,0 = 18,5 \text{ N/mm}^2$$

$$x = \frac{\frac{F_{v,Ed} \cdot H}{\left(L - \frac{x}{3}\right)} + \frac{R \cdot \frac{L}{2}}{\left(L - \frac{x}{3}\right)}}{0,5 \cdot f_{c,0,d} \cdot t_{ef}} \Rightarrow \frac{\frac{120000 \cdot 2600}{\left(3000 - \frac{x}{3}\right)} + \frac{150000 \cdot \frac{3000}{2}}{\left(3000 - \frac{x}{3}\right)}}{0,5 \cdot 18,5 \cdot 60} \Rightarrow \frac{312000000}{\left(3000 - \frac{x}{3}\right)} + \frac{225000000}{\left(3000 - \frac{x}{3}\right)}$$

$$555x = \frac{537000000}{\left(3000 - \frac{x}{3}\right)} \Rightarrow \left(3000 - \frac{x}{3}\right) \cdot 555x = 537000000$$

$$1665000x - 185x^2 = 537000000$$

$$-185x^2 + 1665000x - 537000000 = 0$$

$$x = \frac{-1665000 \pm \sqrt{1665000^2 - (4 \cdot -185 \cdot -537000000)}}{2 \cdot -185}$$

$$x = 335 \text{ mm}$$

5.2 Tuen B tukipainekestävyys

$k_{mod} = 1,1$ (hetkellinen aikaluokka / käyttöluokka 1)

$\gamma_M = 1,25$ (CrossLam Kuhmo CLT - materiaalin osavarmuusluku)

$f_{c,0,k} = 21,0 \text{ N/mm}^2$ (CrossLam Kuhmo CLT - lamellin puristuslujuus)

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{c,0,k} = \frac{1,1}{1,25} \cdot 21,0 = 18,5 \text{ N/mm}^2$$

Tukireaktioiden A ja B välinen etäisyys $L_{ef} = L - \frac{x}{3} = 3000 - \frac{335}{3} = 2888 \text{ mm}$

$$B = \frac{F_{v,Ed} \cdot H}{L_{ef}} + \frac{R \cdot \frac{L}{2}}{L_{ef}} = \frac{120000 \cdot 2600}{2888} + \frac{150000 \cdot \frac{3000}{2}}{2888} = 185942 \text{ N} \approx 186 \text{ kN}$$

$$f_{c,d,mean} = \frac{B}{0,5 \cdot t_{ef} \cdot x} = \frac{185942}{0,5 \cdot 60 \cdot 335} = 18,5 \text{ N/mm}^2 \leq 18,5 \text{ N/mm}^2 \text{ (käyttöaste 100 \%)} \text{ OK}$$

5.3 Tuen A ankkurointi

$$A = B - R = 185942 - 150000 = 35942 \text{ N} \approx 36 \text{ kN}$$

Tuki A tulee ankkuroida alustaan nostavalle voimalle 36 kN.

Ankkurointi tehdään tavallisesti teräsrakenteisilla liitososilla. Alla olevassa kuvassa on esitetty yksi esimerkki ankkurointiliitoksesta. Käytettävästä ankkurointiliitostyyppistä riippuen CLT-levystä tulee tarkastaa liitinten kestävyys lisäksi seuraava:

- CLT-levyn palalohkeamismurtokestävyys
- CLT-levyn lohkeamismurtokestävyys



6.0 Jäykisteen kiinnitys alustaan

Mikäli jäykiste tarvitsee ankkurointia, kiinnitetään jäykiste alustaan tukireaktion A mukaiselle vetovoimalle. Jäykiste kiinnitetään alustaan myös vaakavoimalle $F_{v,Ed}$.

Lisätiedot

- Tuotesertifikaatti VTT-C-11272-14
- RIL 205-1-2009 CrossLam Kuhmo CLT päivitys
- EN 1995-1-1 + kansalliset liitteet
- EN 338

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.