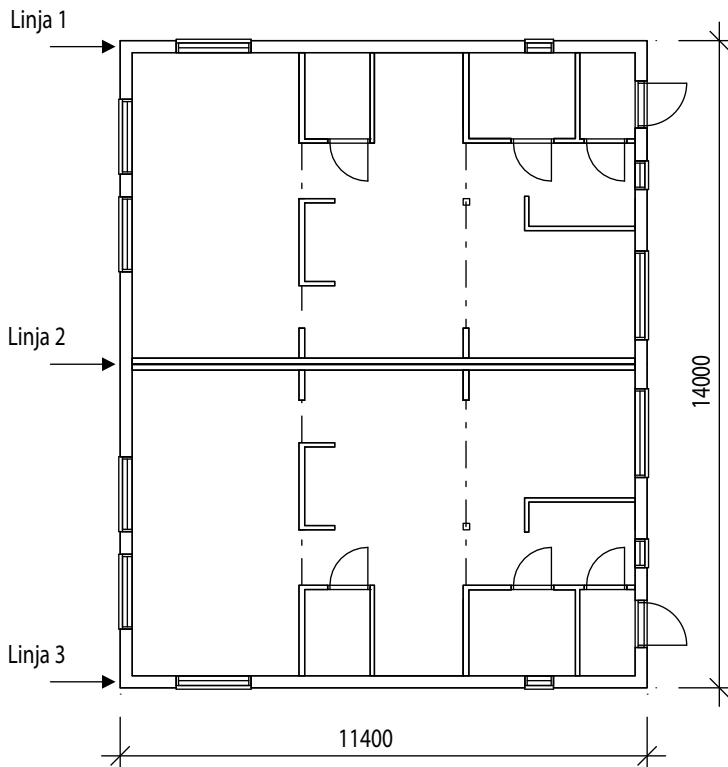


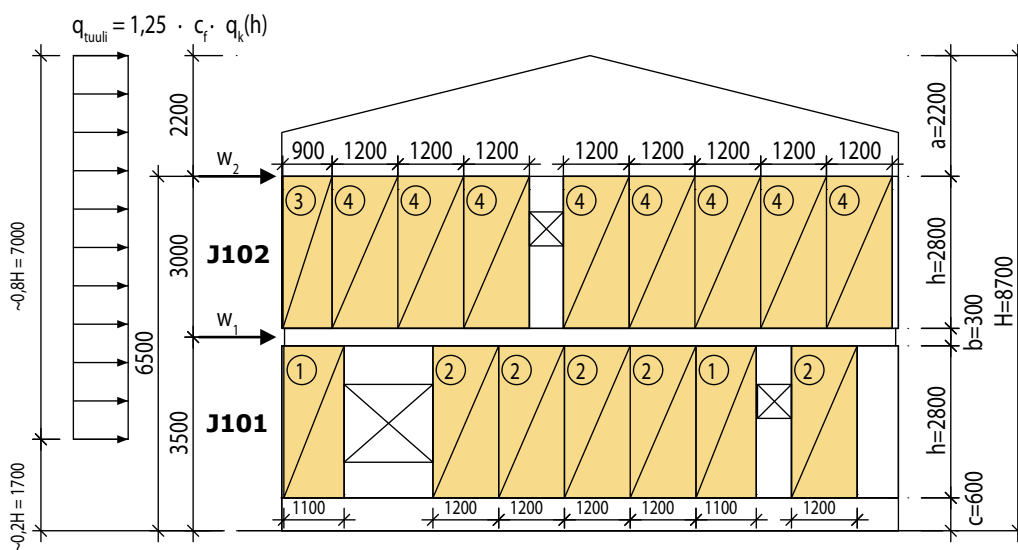
ESIMERKKI 6: Päätyseinän levyjäykistys

Perustietoja

- Rakennuksen poikittaissuunnan jäykistys toteutetaan jäykistelinjojen 1, 2 ja 3 avulla molemmissa kerroksissa.
- Ulkoseinissä jäykistävänä levytyksenä käytetään tuulensuojalevytystä (havuvaneri 9 mm).



Linja 3-3



① = Seinälohkon numero

Esimerkki 6

Mitoitetaan linjalla 3 olevat jäykistävät seinät ensimmäisessä (J101) ja toisessa (J102) kerroksessa. Jäykisteseinät tulee mitoittaa hetkellisessä aikaluokassa.

Jäykisteseinän runkomateriaali

Sahatavara C24 (taulukko B.3.3)

$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$	puristus syysuuntaan
$f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$	taivutus
$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$	ominaistiheys
$\gamma_M = 1,4$	materiaalin osavarmuusluku (taulukko B.2.7)

Kuormat

$q_k(h) = 0,45 \text{ kN/m}^2$	nopeuspaine (taulukko B.2.2, kuva B.2.4)
$c_f = 1,3$	voimakerroin (taulukko B.2.3)

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet

$a = 2,2 \text{ m}$	yläpohjan projektion korkeus
$b = 0,3 \text{ m}$	välipohjan paksuus
$c = 0,6 \text{ m}$	perusmuurin korkeus
$h = 2,8 \text{ m}$	huonekorkeus
$H = 8,7 \text{ m}$	rakennuksen korkeus
$L = 14 \text{ m}$	rakennuksen pidemmän sivun mitta

Välipohjatasoon kohdistuva viivakuorma käyttörajatilassa (taso korkeudella 3,5 m maasta)

$$w_{k,1} = 1,25 \cdot c_f \cdot q_k(h) \cdot \left[(c + h - 0,2 \cdot H) + b + \left(\frac{h}{2} \right) \right]$$

$$w_{k,1} = 1,25 \cdot 1,3 \cdot 0,45 \cdot \left[(0,6 + 2,8 - 0,2 \cdot 8,7) + 0,3 + \frac{2,8}{2} \right] \quad w_{k,1} = 2,5 \text{ kN/m}$$

Yläpohjatasoon kohdistuva viivakuorma käyttörajatilassa (taso korkeudella 6,5 m maasta)

$$w_{k,2} = 1,25 \cdot c_f \cdot q_k(h) \cdot \left(a + \frac{h}{2} \right) = 1,25 \cdot 1,3 \cdot 0,45 \cdot \left(2,2 + \frac{2,8}{2} \right) \quad w_{k,2} = 2,63 \text{ kN/m}$$

Jäykisteseinän J101 kuorma murtorajatilassa

$$F_{d,1} = 1,5 \cdot (w_{k,1} + w_{k,2}) \cdot \frac{L}{4} = 1,5 \cdot (2,5 + 2,63) \cdot \frac{14}{4} \quad F_{d,1} = 26,93 \text{ kN}$$

Jäykisteseinän J102 kuorma murtorajatilassa

$$F_{d,2} = 1,5 \cdot w_{k,2} \cdot \frac{L}{4} = 1,5 \cdot 2,63 \cdot \frac{14}{4} \quad F_{d,2} = 13,8 \text{ kN}$$

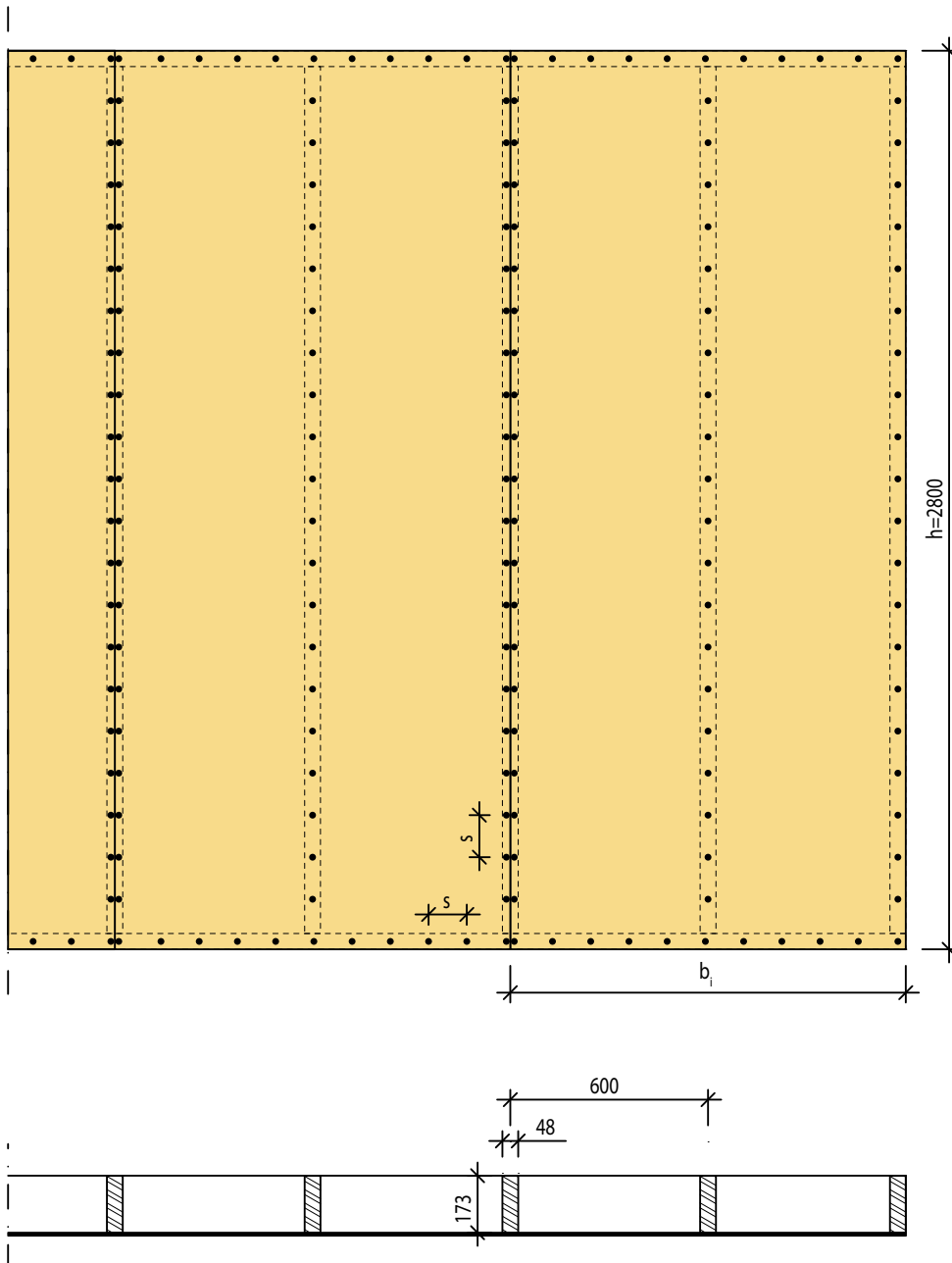
Jäykisteseinän lähtötiedot

Seinän ulkopinnan vanerit kiinnitetään runkotolppiin pyöreillä konenauloilla 2,1x50.

$t = 9 \text{ mm}$ vanerin paksuus

$d = 2,1 \text{ mm}$ naulan halkaisija

Seinälohkon minimileveys $b_i = h/4$ eli tässä tapauksessa levyjäykisteeksi voidaan huomioida seinälohkot, joiden leveys $b_i \geq 700 \text{ mm}$.



1.0 Naulan leikkauskestävyys

Korjauskerroin k_ρ

$$k_\rho = \sqrt{\frac{\rho_k}{350}} = \sqrt{\frac{350}{350}} \quad (\text{kaava B.6.7}) \quad k_\rho = 1,0$$

Korjauskerroin k_ℓ

$$k_\ell = \left(0,5 + \frac{t}{12d}\right) \cdot k_\rho = \left(0,5 + \frac{9}{12 \cdot 2,1}\right) \cdot 1,0 \quad (\text{kaava B.6.9}) \quad k_\ell = 0,86$$

Naulan leikkauskestävyys

$$k_{\text{mod}} = 1,1 \quad (\text{taulukko B.3.1})$$

Naulan tartuntapituus 41 mm > 12d, joten leikkauskestävyyttä ei tarvitse pienentää.

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot k_\ell \cdot 120 \cdot d^{1,7} = \frac{1,1}{1,4} \cdot 0,86 \cdot 120 \cdot 2,1^{1,7} \quad (\text{kaava B.6.8}) \quad R_d = 286 \text{ N}$$

Naulan leikkauskestävyys jäykistävässä levyssä

Naulan leikkauskestävyyttä saadaan korottaa kertoimella 1,2 (luku B.7.3)

$$F_{f,Rd} = 1,2 \cdot R_d = 1,2 \cdot 286 \quad F_{f,Rd} = 343 \text{ N}$$

1.1 Seinän vaakaleikkausvoimakestävyys 1. kerroksessa

Seinälohkon 1 leikkausvoimakestävyys

$s = 80 \text{ mm}$ liitinväli
 $b_1 = 1100 \text{ mm}$ lohkon leveys

$$c_1 = \frac{2 \cdot b_1}{h} = \frac{2 \cdot 1100}{2800} = 0,79 \quad (\text{kaava B.7.7})$$

$$F_{1,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_1 \cdot c_1}{s} = \frac{343 \cdot 1100 \cdot 0,79}{80} \quad F_{1,v,Rd} = 3725,8 \text{ N}$$

Seinälohkon 2 leikkausvoimakestävyys

$s = 80 \text{ mm}$ liitinväli
 $b_2 = 1200 \text{ mm}$ lohkon leveys

$$c_2 = \frac{2 \cdot b_2}{h} = \frac{2 \cdot 1200}{2800} = 0,86 \quad (\text{kaava B.7.7})$$

$$F_{2,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_2 \cdot c_2}{s} = \frac{343 \cdot 1200 \cdot 0,86}{80} \quad F_{2,v,Rd} = 4424,7 \text{ N}$$

Seinän leikkausvoimakestävyys

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} \quad (\text{kaava B.7.5})$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{1,v,Rd} + 5 \cdot F_{2,v,Rd} = 2 \cdot 3725,8 + 5 \cdot 4424,7 \quad F_{v,Rd} = 29,6 \text{ kN}$$

Mitoitusehto

$$F_{d,1} \leq F_{v,Rd} \Rightarrow 26,93 \leq 29,6$$

Käyttöaste 91 %

OK kestää

1.2 Seinän vaakaleikkausvoimakestävyys 2. kerroksessa

Seinälohkon 3 leikkausvoimakestävyys

$s = 150 \text{ mm}$ liitinväli
 $b_3 = 900 \text{ mm}$ lohkon leveys

$$c_3 = \frac{2 \cdot b_3}{h} = \frac{2 \cdot 900}{2800} = 0,64 \quad (\text{kaava B.7.7})$$

$$F_{3,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_3 \cdot c_3}{s} = \frac{343 \cdot 900 \cdot 0,64}{150} \quad F_{3,v,Rd} = 1317,1 \text{ N}$$

Seinälohkon 4 leikkausvoimakestävyys

$s = 150 \text{ mm}$ liitinväli
 $b_4 = 1200 \text{ mm}$ lohkon leveys

$$c_4 = \frac{2 \cdot b_4}{h} = \frac{2 \cdot 1200}{2800} = 0,86 \quad (\text{kaava B.7.7})$$

$$F_{4,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_4 \cdot c_4}{s} = \frac{343 \cdot 1200 \cdot 0,86}{150} \quad F_{4,v,Rd} = 2359,8 \text{ N}$$

Seinän leikkausvoimakestävyys

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} \quad (\text{kaava B.7.5})$$

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot F_{3,v,Rd} + 8 \cdot F_{4,v,Rd} = 1 \cdot 1317,1 + 8 \cdot 2359,8 \quad F_{v,Rd} = 20,2 \text{ kN}$$

Mitoitusehto

$$F_{d,2} \leq F_{v,Rd} \Rightarrow 13,8 \leq 20,2$$

Käyttöaste 68 %

OK kestää

1.3 Seinälohkojen ulkoiset pystyvoimat

Seinälohko 1

$$F_{1,v,Ed} = \frac{F_{1,v,Rd}}{F_{v,Rd}} \cdot F_{d,1} = \frac{3725,8}{29,6} \cdot 26,93$$

$$F_{1,v,Ed} = 3,4 \text{ kN}$$

$$F_{1,c,Ed} = F_{1,t,Ed} = \frac{F_{1,v,Ed} \cdot h}{b_1} = \frac{3,4 \cdot 2800}{1100}$$

$$F_{1,c,Ed} = F_{1,t,Ed} = 8,7 \text{ kN}$$

Seinälohko 2

$$F_{2,v,Ed} = \frac{F_{2,v,Rd}}{F_{v,Rd}} \cdot F_{d,1} = \frac{4424,7}{29,6} \cdot 26,93$$

$$F_{2,v,Ed} = 4,0 \text{ kN}$$

$$F_{2,c,Ed} = F_{2,t,Ed} = \frac{F_{2,v,Ed} \cdot h}{b_2} = \frac{4,0 \cdot 2800}{1200}$$

$$F_{2,c,Ed} = F_{2,t,Ed} = 9,3 \text{ kN}$$

Seinälohko 3

$$F_{3,v,Ed} = \frac{F_{3,v,Rd}}{F_{v,Rd}} \cdot F_{d,2} = \frac{1317,1}{20,2} \cdot 13,8$$

$$F_{3,v,Ed} = 0,9 \text{ kN}$$

$$F_{3,c,Ed} = F_{3,t,Ed} = \frac{F_{3,v,Ed} \cdot h}{b_3} = \frac{0,9 \cdot 2800}{900}$$

$$F_{3,c,Ed} = F_{3,t,Ed} = 2,8 \text{ kN}$$

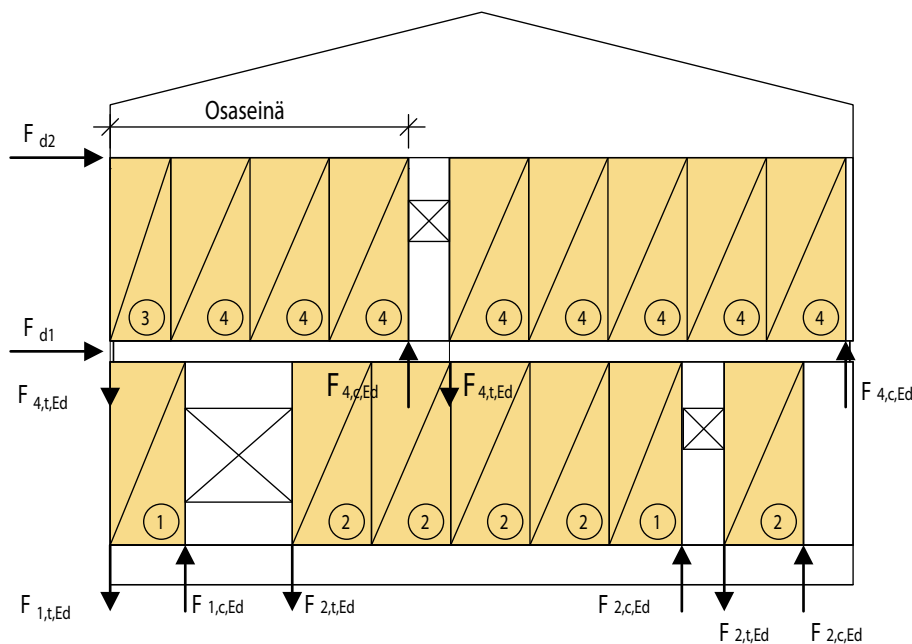
Seinälohko 4

$$F_{4,v,Ed} = \frac{F_{4,v,Rd}}{F_{v,Rd}} \cdot F_{d,2} = \frac{2359,8}{20,2} \cdot 13,8$$

$$F_{4,v,Ed} = 1,6 \text{ kN}$$

$$F_{4,c,Ed} = F_{4,t,Ed} = \frac{F_{4,v,Ed} \cdot h}{b_4} = \frac{1,6 \cdot 2800}{1200}$$

$$F_{4,c,Ed} = F_{4,t,Ed} = 3,7 \text{ kN}$$



Esimerkin 6 mitoitustulosten tarkastelu

Tuulensuojalevytyksen (havuvaneri 9 mm) jäykistyskapasiteetti on riittävä. Jäykistävät levyt kiinnitetään konenauloilla 2,1x50. Kiinnitys tehdään kaikilta levyn reunoilta ja lisäksi levyn keskialueelta, mikäli keskialueella on tolppia. Ensimmäisessä kerroksessa jäykistävässä seinässä J101 liitinjako levyn reunoilla on 80 mm ja levyn keskialueella enintään 160 mm. Toisessa kerroksessa jäykistävässä seinässä J102 liitinjako levyn reunoilla on 150 mm ja levyn keskialueella enintään 300 mm. Jokaisen jäykistävän osaseinän nurkat ankkuroidaan vetovoimalle, joka vastaa ko. osaseinän lohkojen suurinta pystyvoimaa $F_{i,t,Ed}$. Lisäksi jäykistävät seinät kiinnitetään vaakavoimille F_{d2} ja F_{d1} .

