

Tilaaaja	Ristek Oy Antti Kyösti Teollisuustie 7 15540 Villähde antti.kyosti@ristek.fi
Tilaus	Antti Kyösti, tilaus 3.11.2023 koskien lausunnon nro S-05690-18 päivittämistä
Yhteyshenkilö	Eurofins Expert Services Oy Ari Kevarinmäki Tekniikantie 4B, Espoo PL 47, 02151 Espoo AriKevarinmaki@eurofins.fi

Tehtävä **Naulalevylausunto LL10 naulalevylle**

Yleistä Tämä lausunto perustuu EN 14545:2008 ja EN 1075:2014 standardien mukaiseen naulalevyn testaukseen, joka on raportoitu VTT:n tutkimusselostuksessa nro VTT-S-09770-08. Naulalevyn ominaisarvot on laskettu koetuloksista noudattaen standardeja EN 14545 ja EN 14358:2016.

Naulalevyn rakenne on kuvan 1 mukainen. Naulalevyn mitat ovat leveyden osalta 12,6 mm kerraisia (+1 mm) ja pituudelta 25 mm kerrannaisia. Naulalevy valmistetaan kuumasinkitystä rakenneteräksestä S350GD+Z275 (EN 10346), jonka myötöraja on vähintään 350 N/mm² ja vetolujuus vähintään 420 N/mm². Teräslevyn nimellispaksuus on 1,0 mm, minimipaksuus sinkittynä 0,95 mm ja laskentapaksuus vähintään 0,91 mm.

Yllä mainitun tutkimusaineiston perusteella Eurofins Expert Services Oy pitää LL10 naulalevyä sopivana käytettäväksi kantavien puurakenteiden liitoksissa käyttöluokissa 1 ja 2 edellyttäen, että liitokset suunnitellaan ja valmistetaan lähteissä /1/ ja /2/ esitetyllä tavalla. Puun tulee olla vähintään 42 mm paksua. Puutavara voi olla sahatavaraa tai liimapuuta.

Lausunnossa annetaan lujuusarvot ja niiden yhteydessä käytettävät vakiot ominaisarvoina X_k Eurokoodi 5:n mukaisesti. Suunnitteluohjeen /1/ mukaiset mitoitusarvot X_d saadaan kaavasta

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} X_k}{\gamma_M}$$

missä k_{mod} on tartuntakestävyyttä laskettaessa käytettävä kuorman vaikutusajan ja rakenteen kosteuden vaikutuksen huomioon ottava muuntokerroin ja γ_M on materiaaliominaisuuden osavarmuusluku, joka on Suomessa:

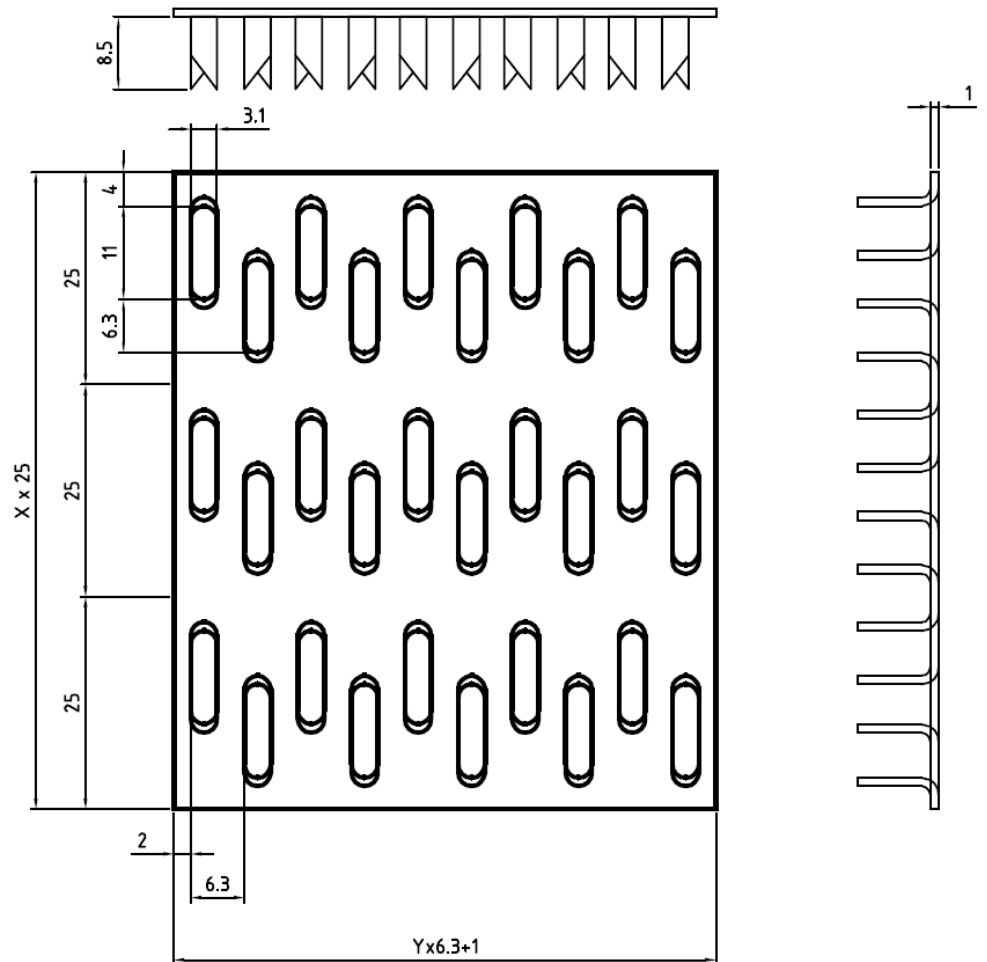
- 1,25 laskettaessa tartuntakestävyyttä ja
- 1,1 laskettaessa levysauman kestävyyttä (teräsmurto).

Merkinnät Lausunnossa käytetyt levyn lujuusominaisuuksia ja geometriaa koskevat merkinnät:

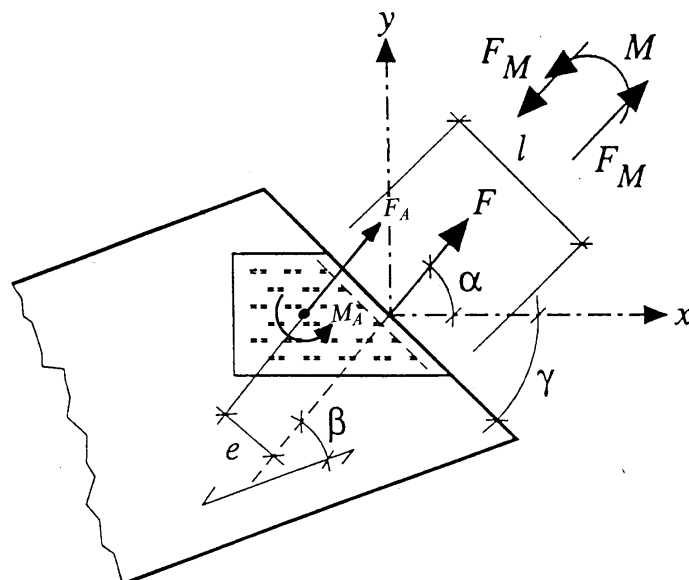
x-suunta levyn pääakselin suunta (ks. kuva 2),
y-suunta kohtisuoraan pääsuuntaa vastaan,
 α x-suunnan ja voiman F välinen kulma,
 γ x-suunnan ja liitossauman välinen kulma,
 β puun syysuunnan ja voiman F välinen kulma,
 $f_{a,0,0}$ tartuntalujuus, kun $\alpha = 0^\circ$ ja $\beta = 0^\circ$,
 $f_{a,90,90}$ tartuntalujuus, kun $\alpha = 90^\circ$ ja $\beta = 90^\circ$,
 $f_{t,0}$ levyn vetokestävyys levyn leveysyksikköä kohti x-suunnassa ($\alpha = 0^\circ$),
 $f_{c,0}$ levyn puristuskestävyys levyn leveysyksikköä kohti x-suunnassa ($\alpha = 0^\circ$),
 $f_{v,0}$ levyn leikkauskestävyys levyn leveysyksikköä kohti x-suunnassa ($\alpha = 0^\circ$),

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

$f_{t,90}$ levyn vetokestävyys levyn leveysyksikköä kohti y -suunnassa ($\alpha = 90^\circ$),
 $f_{c,90}$ levyn puristuskestävyys levyn leveysyksikköä kohti y -suunnassa ($\alpha = 90^\circ$),
 $f_{v,90}$ levyn leikkauskestävyys levyn leveysyksikköä kohti y -suunnassa ($\alpha = 90^\circ$),
 k_1, k_2, k_v, α_0 ja γ_0 ovat vakioita.



Kuva 1. LL10 naulalevyn rakenne.



Kuva 2. Voiman F ja momentin M kuormittaman naulalevyliitoksen geometria.

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Tartunta

Tartuntalujuuden ominaisarvo $f_{a,\alpha,\beta,k}$ lasketaan suunnitteluohjeen /1/ kaavoista (6.24) ja (6.25) ja puun syysuuntaisen tartuntalujuuden ominaisarvo $f_{a,\alpha,0,k}$ suunnitteluohjeen /1/ kaavalla (6.26).

Kun käytetään standardin EN 338 lujuusluokan C24 sahatavaraa tai standardin EN 14080 mukaista lujuusluokan GL30c liimapuuta, tartuntalujuuden parametreilla on seuraavat ominaisarvot:

$$f_{a,0,0,k} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{a,90,90,k} = 1,75 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = -0,010$$

$$k_2 = -0,002$$

$$\alpha_0 = 60^\circ$$

Muissa sahatavaran C-lujuusluokissa tartuntalujuus saadaan kertomalla vastaava lujuusluokan C24 tartuntalujuus luvulla

$$k_p = \sqrt{\frac{\rho_k}{350}}$$

missä ρ_k on sahatavaran ominaistiheys (kg/m^3).

Muissa liimapuun GL-lujuusluokissa tartuntalujuus saadaan kertomalla vastaava lujuusluokan GL30c tartuntalujuus luvulla

$$k_p = \sqrt{\frac{\rho_k}{390}}$$

missä ρ_k on liimapuun ominaistiheys (kg/m^3).

Levyn kestävyys

Liitossauman levykestävyyksimitoitus tehdään suunnitteluohjeen /1/ mukaan. Levylujuuksien ominaisarvot ja korjauskertoimet ovat:

$$f_{t,0,k} = 184 \text{ N/mm}$$

$$f_{c,0,k} = 79 \text{ N/mm}$$

$$f_{v,0,k} = 99 \text{ N/mm}$$

$$f_{t,90,k} = 121 \text{ N/mm}$$

$$f_{c,90,k} = 81 \text{ N/mm}$$

$$f_{v,90,k} = 73 \text{ N/mm}$$

$$\gamma_0 = 4^\circ$$

$$k_v = 0,54$$

Siirtymäkerroin

Naulalevyliitoksen siirtymien laskennassa käytettävä keskimääräinen hetkellinen siirtymäkerroin $K_{F,\alpha,ser}$ riippuu naulalevyn kuormitusuunnasta α [°] seuraavasti:

$$K_{F,\alpha,ser} = 10,5 - 0,04\alpha \quad \text{N/mm}^3, \quad \text{kun } \alpha \leq 30^\circ$$

$$K_{F,\alpha,ser} = 8,1 + 0,04\alpha \quad \text{N/mm}^3, \quad \text{kun } 30^\circ < \alpha \leq 90^\circ$$

Kiertymäjäykkyyden laskennassa käytettävä keskimääräinen siirtymäkerroin

$$K_{F,ser} = 9,6 \text{ N/mm}^3$$

mikä vastaa standardin EN 14545:2008 mukaista naulalevyn siirtymäkerrointa k_{ser} , kun sahatavaran tiheyden keskiarvo $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$ tai liimapuun tiheyden keskiarvo $\rho_{mean} = 430 \text{ kg/m}^3$.

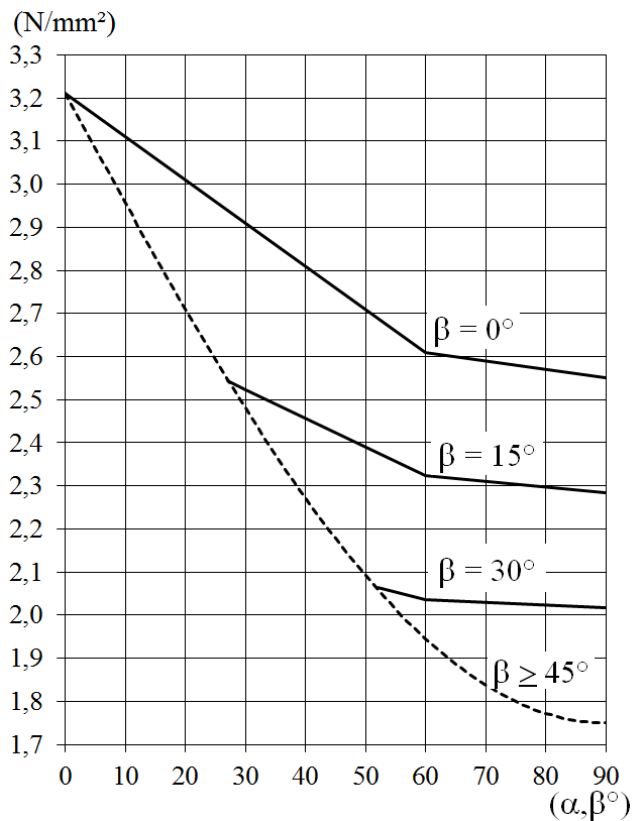
Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 23.11.2028 asti.

Espoo, 23.11.2023

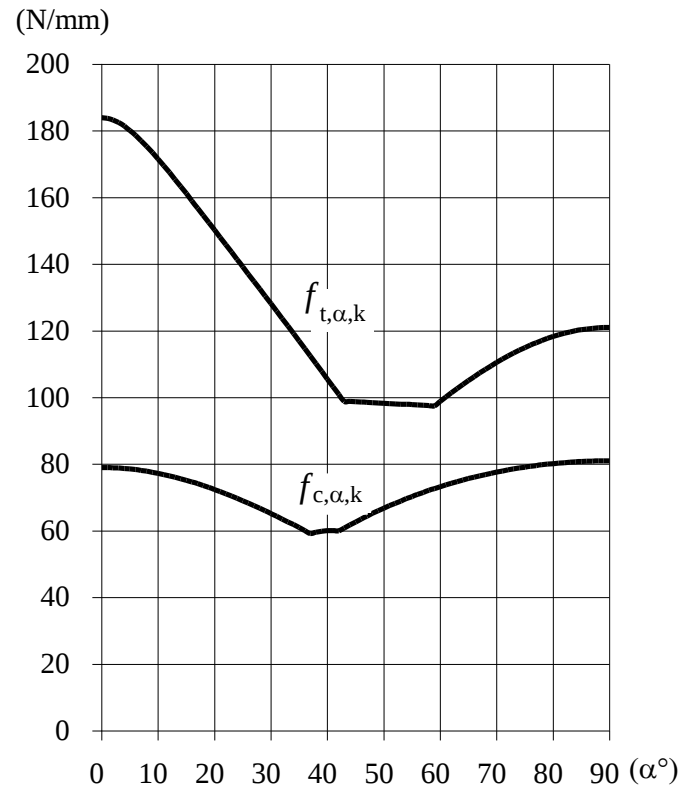
Ari Kevarinmäki

Johtava asiantuntija, TkT

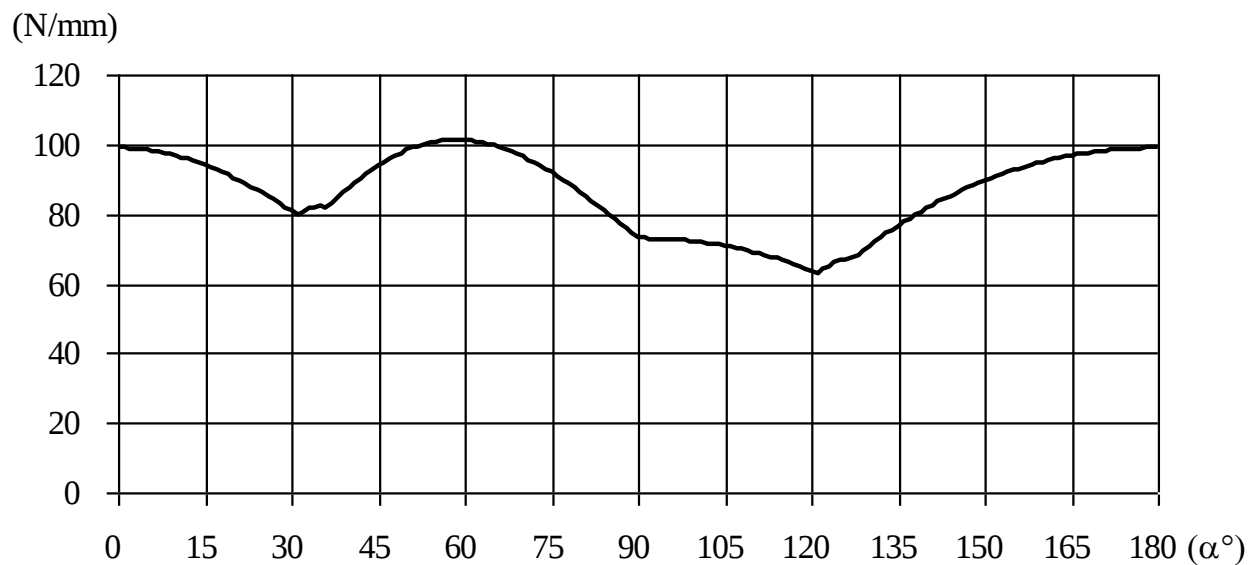
Viitteet	/1/	Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 - EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje. Inspecta Sertifiointi Oy. 1.2.2017. 73 s.
	/2/	SFS-EN 14250:2010. Puurakenteet. Tuotevaatimukset tehdasvalmisteisille naulalevyrakenteille. Suomen Standardisoimisliitto SFS. 33 s.
Liite		Graafisesti esitetyt ominaislujuudet.
Jakelu	Tilaaja	Sähköisesti allekirjoitettu

LL10 naulalevyn ominaislujuudet graafisesti esitettynä

Kuva L1. Tartuntalujuuden ominaisarvo $f_{a,\alpha,\beta,k}$ lujuusluokassa C24. Minimikäyrää (katkoviiva) käytetään suuntakulmalle $\max(\alpha,\beta)$.



Kuva L2. Levyn normaalivoimakestävyyden ominaisarvot veto- ($f_{t,\alpha,k}$) ja puristusrasituksessa ($f_{c,\alpha,k}$).



Kuva L3. Levyn leikkausvoimakestävyyden $f_{v,\alpha,k}$ ominaisarvot.