
Tilaja	Ristek Oy Askonkatu 11 15110 Lahti
Tilaus	15.3.2017 Kimmo Köntti
Yhteyshenkilö	VTT Expert Services Oy Ari Kevarinmäki PL 1001, 02044 VTT Puh. 020 722 5566 ari.kevarinmaki@vtt.fi

Tehtävä **Naulalevylausunno LL13 naulalevylle**

Yleistä Tämä lausunto perustuu EN 14545:2008 ja EN 1075:2014 standardien mukaiseen naulalevyn testaukseen, joka on raportoitu VTT:n tutkimusraportissa nro VTT-S-07152-07. Naulalevyn ominaisarvot on laskettu koetuloksista noudattaen standardeja EN 14545:2008 ja EN 14358:2016.

Naulalevyn rakenne on kuvan 1 mukainen. Naulalevyn mitat ovat leveyden osalta 12 mm kerrannaisia 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 1,3 mm, minimipaksuus sinkittynä 1,25 mm ja laskentapaksuus vähintään 1,21 mm.

Yllämainitun tutkimusaineiston perusteella VTT Expert Services Oy pitää LL13 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 39 mm paksua. Puutavara voi olla sahatavaraa, liimapuuta tai Kerto-S- tai Kerto-T-LVL:ää.

Lausunnossa annetaan lujuusarvot ja niiden yhteydessä käytettävät vakiot ominaisarvoina X_k Eurocode 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

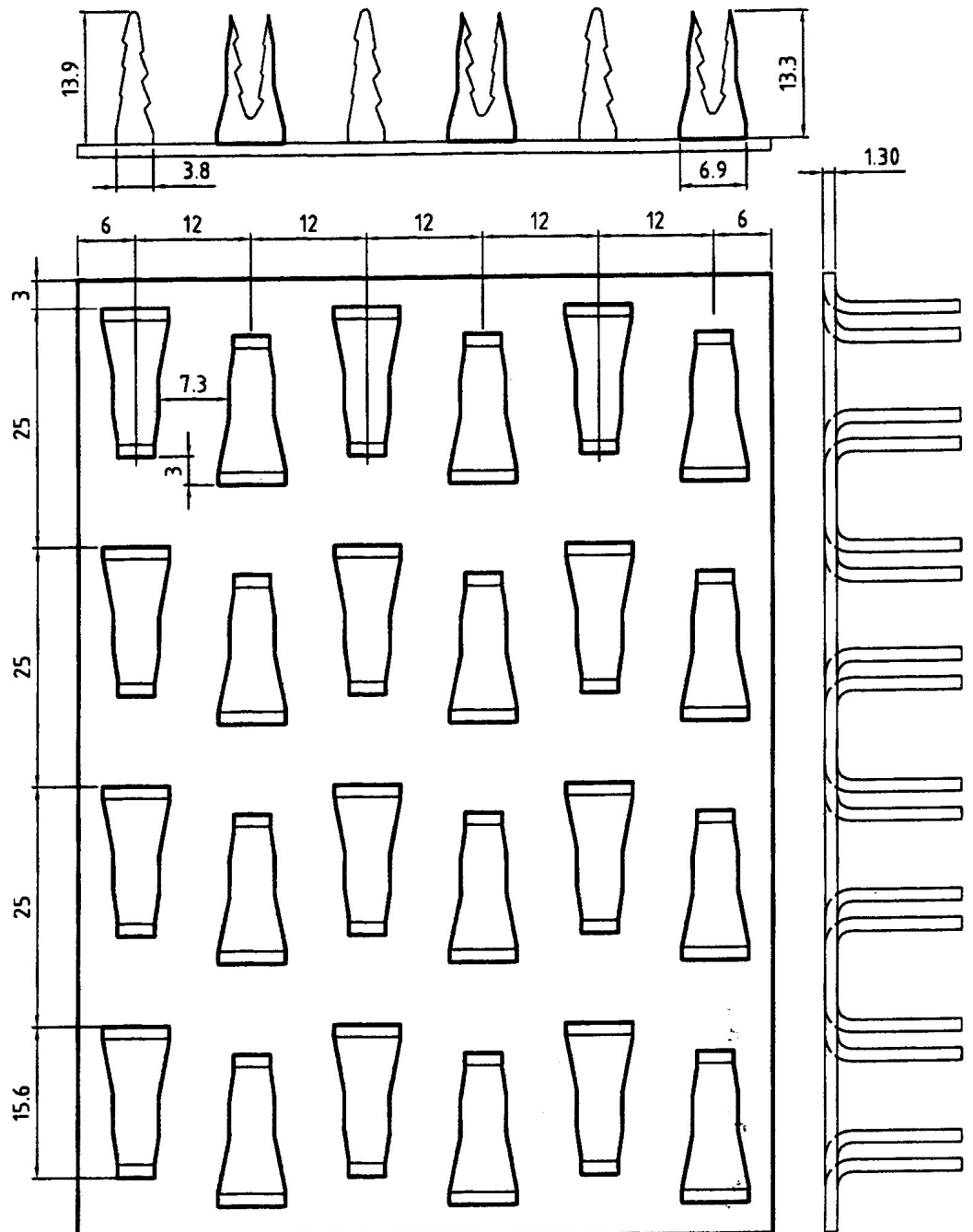
γ_M on materiaaliominaisuuden osavarmuusluku, joka on Suomessa:

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

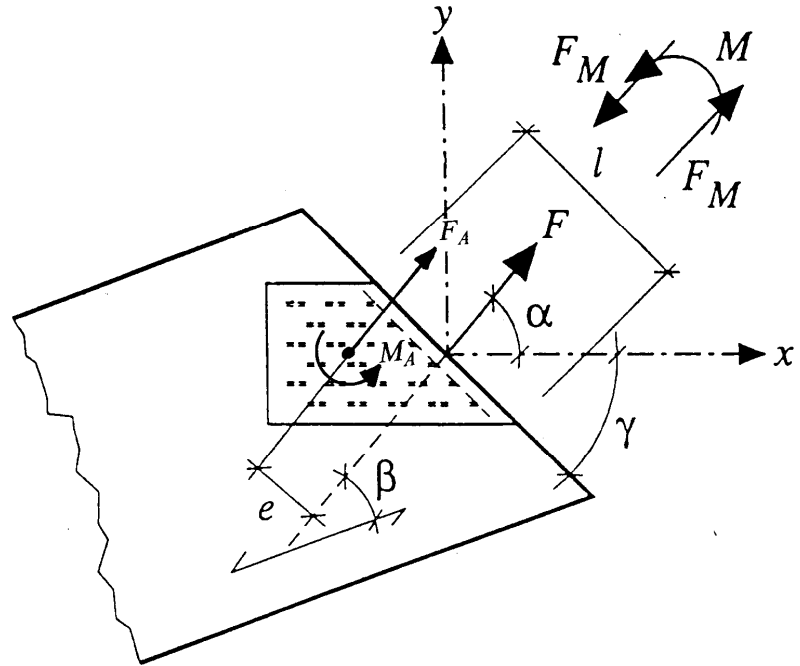
Merkinnät Lausunnossa käytetyt levyn lujuusominaisuuksia ja geometriaa koskevat merkinnät:

- 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 ($\alpha = 0^\circ$),
 $f_{t,90}$ 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. LL13 naulalevyn rakenne.



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

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

$$\begin{aligned} f_{a,0,0,k} &= 3,68 \text{ N/mm}^2 \\ f_{a,90,90,k} &= 2,00 \text{ N/mm}^2 \\ k_1 &= -0,003 \\ k_2 &= -0,040 \\ \alpha_0 &= 63^\circ \end{aligned}$$

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

$$k_\rho = \sqrt{\frac{\rho_k}{350 \text{ kg/m}^3}}$$

missä ρ_k on sahatavaran ominaistiheys.

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

$$k_\rho = \sqrt{\frac{\rho_k}{390 \text{ kg/m}^3}}$$

missä ρ_k on liimapuun ominaistiheys.

Kun käytetään VTT:n sertifikaatin nro 184/03 mukaista Kerto-S-LVL:ää, tartuntalujuuden parametreilla on seuraavat ominaisarvot:

$$\begin{aligned}f_{a,0,0,k} &= 3,90 \text{ N/mm}^2 \\f_{a,90,90,k} &= 2,07 \text{ N/mm}^2 \\k_1 &= 0,018 \\k_2 &= -0,030 \\\alpha_0 &= 45^\circ\end{aligned}$$

Sertifikaatin nro VTT-C-1781-21 mukaisen Kerto-T-LVL:n yhteydessä tartuntalujuus saadaan kertomalla vastaava Kerto-S:n tartuntalujuus luvulla 0,92.

Levyn kestävyys Liitossauman levykestävyyksimitoitusta tehdään suunnitteluohjeen /1/ mukaan. Levylujuuksien ominaisarvot ja korjauskertoimet ovat:

$$\begin{aligned}f_{t,0,k} &= 264 \text{ N/mm} \\f_{c,0,k} &= 111 \text{ N/mm} \\f_{v,0,k} &= 123 \text{ N/mm} \\f_{t,90,k} &= 192 \text{ N/mm} \\f_{c,90,k} &= 111 \text{ N/mm} \\f_{v,90,k} &= 97 \text{ N/mm} \\\gamma_0 &= 25^\circ \\k_v &= 0,53\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}K_{F,\alpha,ser} &= 7,6 + 0,1\alpha \quad \text{N/mm}^3, & \text{kun } \alpha \leq 50^\circ \\K_{F,\alpha,ser} &= 20,1 - 0,15\alpha \quad \text{N/mm}^3, & \text{kun } 50^\circ < \alpha \leq 90^\circ\end{aligned}$$

Kiertymäjäykkyyden laskennassa käytettävä siirtymäkertoimien keskiarvo

$$K_{F,ser} = 8,7 \text{ N/mm}^3$$

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 $\rho_{mean} = 430 \text{ kg/m}^3$.

Kerto-S-LVL:llä edellä esitettyjä siirtymäkertoimia saadaan korottaa kertoimella 1,06.

Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 31.5.2022 asti.

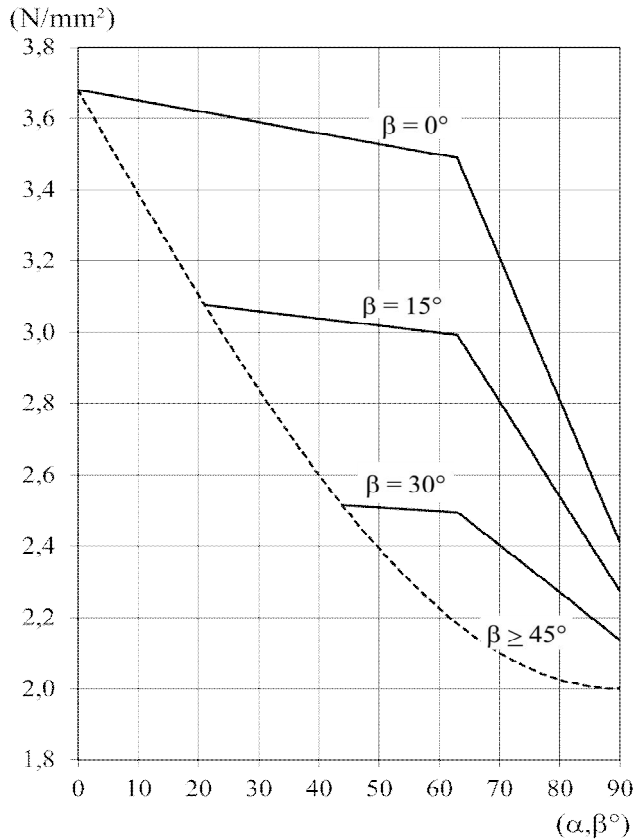
Espoo, 2.5.2017

Markku Hentinen
Liiketoimintapäällikkö

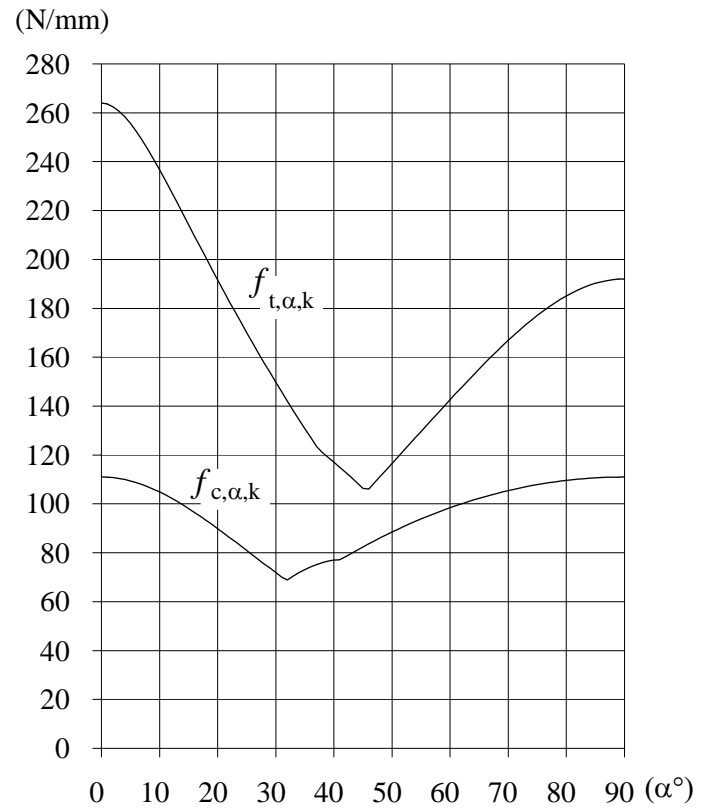
Ari Kevarinmäki
Johtava asiantuntija

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	Tilaaaja VTT Expert Services Oy / arkisto	Alkuperäinen, sähköisesti allekirjoitettu Alkuperäinen

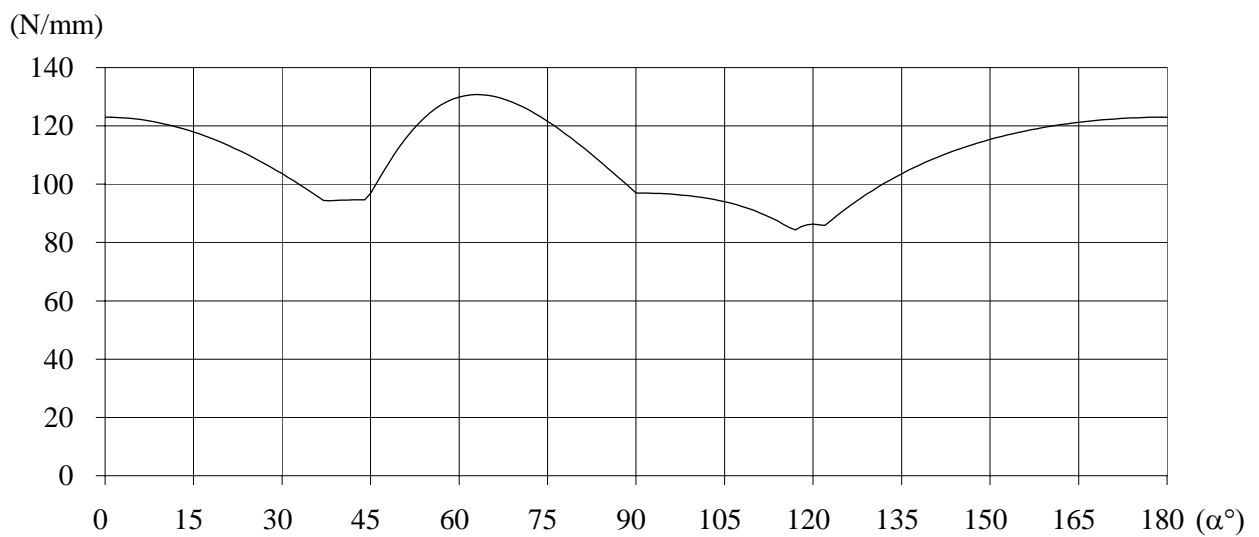
LL13 naulalevyn ominaislujuudet graafisesti esitettynä



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.