
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 **Naulalevylausunto LL13 Combi naulalevylle**

Yleistä

Tämä lausunto perustuu VTT:n tutkimuseloituksissa nro VTT-S-07152-07 ja VTT-S-00001-08 raportoituuihin EN 14545:2008 ja EN 1075:2014 standardien mukaisiin naulalevyjen testaukseen sekä EN 1995-1-1:2004+A1:2008+A2:2014 suunnittelustandardiin /1/. Koetuloksiin perustuvien naulalevyn ominaisarvojen määrittämisessä on noudatettu standardeja EN 14545:2008 ja EN 14358:2016.

LL13 Combi naulalevyn rakenne on kuvan 1 mukainen. Naulalevy valmistetaan kuumasinkitystä rakenneteräksestä S350GD+Z275 (EN 10346), jonka myötöraja on vähintään 350 N/mm² ja vetolujuus vähintään 420 N/mm². Levyn nimellispaksuus on 1,3 mm, minimipaksuus sinkittynä 1,25 mm ja laskentapaksuus vähintään 1,21 mm.

Naulalevyosuus vastaa VTT Expert Services Oy:n lausunnon nro VTT-S-02366-17 mukaista LL13 naulalevyä. Combilevyn leveys on 25 mm:n kerrannainen kuvan 1 mukaisesti ja pituus 240 mm, josta naulalevyosuuden pituus on 84 mm. Naulakiinnitystä varten levyssä on 5 mm reiät.

Tämä lausunto koskee LL13 Combi naulalevyjen käyttöä sahatavaran sekä Kerto-S- ja Kerto-T-LVL:n päittäisjatkoksissa (parrejjatkoksissa) siten, että levyn pituussuunta (y-suunta) yhtyy puun syysuuntaan. Combilevyt naulataan joko kaikista rei'istä tai osanaulauksena siten, että kaksi reunimmaista naulariviä levyn molemmissa reunoissa jätetään naulaamatta, jolloin naulamäärän vähennys on aina 8 levykoosta riippumatta (ks. kuva 1). Nauloina käytetään 4 mm paksuja kartiokantaisia kampanauloja (ns. ankkurinauloja), jotka täyttävät EN 14592 standardissa profiloituille nauiloille asetetut vaatimukset. Naulan profiloitun osuuden pituus tulee olla vähintään 24 mm ja naulan myötömomentin $M_{y,k}$ tulee olla vähintään 6500 Nmm.

Yllämainitun tutkimusaineiston perusteella VTT Expert Services Oy pitää LL13 Combi naulalevyä sopivana käytettäväksi kantavien puurakenteiden liitoksissa käyttöluokissa 1 ja 2 edellyttäen, että liitokset muotoillaan, mitoitetaan ja valmistetaan lähteissä /1/, /2/ ja /3/ esitetyllä tavalla noudattaen tässä lausunnossa annettuja täydentäviä tai korvaavia ohjeita.

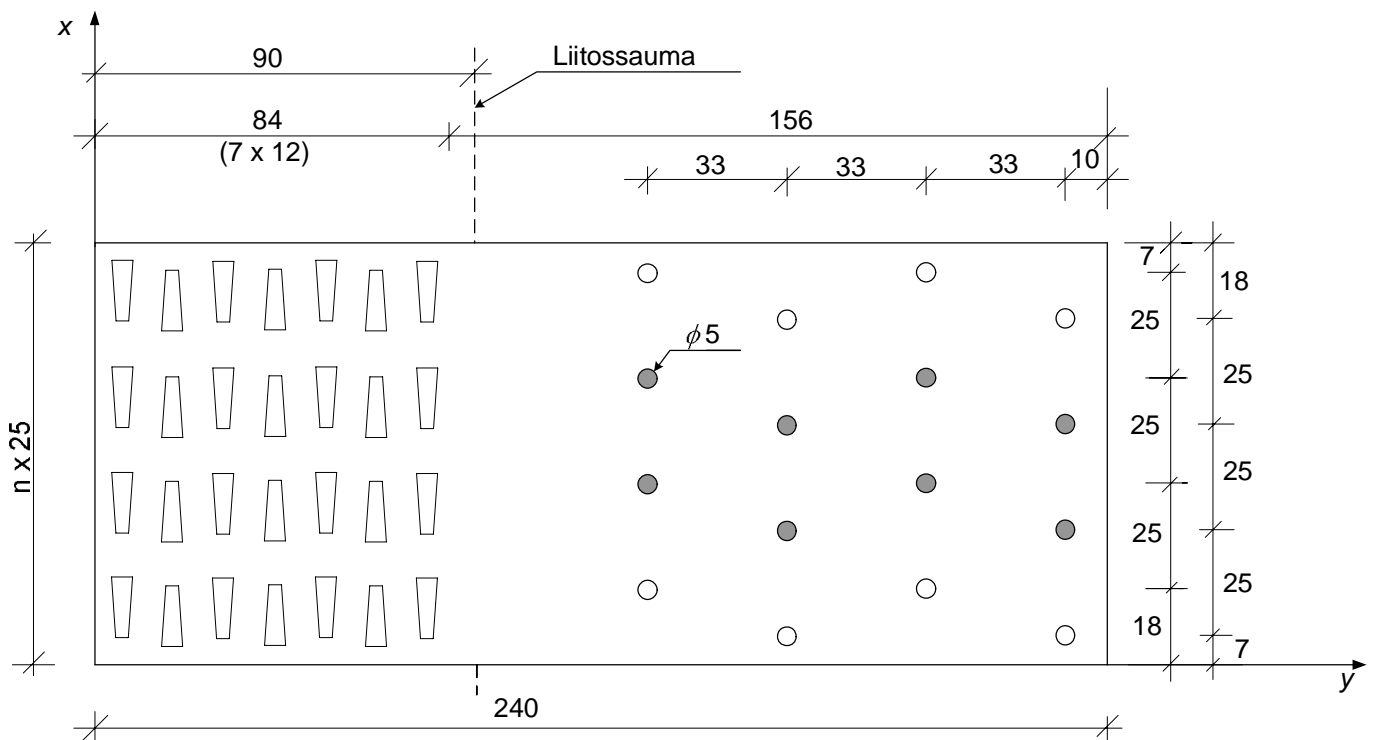
LL13 Combi naulalevyt sijoitetaan puusauvan keskilinjalle samalle kohtaa liitoksen molemmin puolin siten, että naulalevypuolen kiinnityspituus on 90 mm (ks. kuva 1). Combilevyjen sijoitustoleranssi on ± 5 mm. Puun paksuuden tulee olla vähintään 40 mm. Naulat

eivät saa ulottua puun läpi. Naulojen reuna- ja päätyetäisyyksien tulee täyttää Eurokoodi 5:ssä /1/ esitetyt vaatimukset, kun tarkastelu tehdään levyn nimellisasemassa.

Lausunnossa annetaan lujuusarvot ominaisarvoina X_k Eurocode 5:n mukaisesti. Mitoitusarvot X_d saadaan kaavasta

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

- missä k_{mod} on levyn tartunta- ja naulakapasiteettia laskettaessa käytettävä kuorman vaikutusajan ja rakenteen kosteuden vaikutuksen huomioon ottava muunnokerroin ja
- γ_M materiaaliominaisuuden osavarmuusluku, jolle Suomessa käytetään seuraavia arvoja:
- 1,25 laskettaessa naulalevyn tartuntakestävyyttä,
 - 1,1 laskettaessa levysauman kestävyyttä (teräsmurto) ja
 - 1,3 laskettaessa naulaliitoksen kestävyyttä.



Kuva 1. LL13 Combi naulalevyn rakenne ja mitat sekä sijoitus liitossauman suhteen. Osanaulauksessa kuvassa tyhjinä ympyröinä esitetyt 8 reikää jätetään naulaamatta.

Merkinnät

Lausunnossa käytetyt levyn lujuusominaisuuksia ja geometriaa koskevat merkinnät:

- x -suunta levyn naulalevyosuuden meistosuunta eli pääsuunta (= levyn leveysuunta),
 y -suunta kohtisuoraan levyn meistosuuntaa vastaan (= levyn pituussuunta),
 α x -suunnan ja voiman F välinen kulma (= $90^\circ - \beta$),
 β puun syysuunnan ja voiman F välinen kulma (= $90^\circ - \alpha$),
 $f_{c,90}$ levyn puristuskestävyys levyn leveysyksikköä kohti y -suunnassa ($\alpha = 90^\circ$).

Paarrejaikoksen liitosvoimasuureet

Vedetyssä paarrejaikoksessa liitoslevyn voimasuureet ovat

$$F_{A,d} = \sqrt{\left(\frac{N_d}{2}\right)^2 + \left(\frac{V_d}{2}\right)^2} \quad (1)$$

ja $M_{A,d} = \frac{1}{2}|M_d|$ (2)

missä N_d on paarteen normaalivoima,
 V_d on paarteen leikkausvoima ja
 M_d on paarteen momentti liitossolmussa.

Puristetussa tai pelkästään taivutetussa paarrejaikoksessa voidaan hyödyntää liitoskontaktia, jolloin redusoidut liitosvoimasuureet lasketaan seuraavasti:

$$F_{A,d} = \sqrt{\left(\frac{N_d}{4} - \frac{3|M_d|}{4h}\right)^2 + \left(\frac{V_d}{2}\right)^2} \quad (3)$$

ja $M_{A,d} = \frac{1}{4}|M_d|$ (4)

missä h on paarteen korkeus ja
 N_d on paarteen normaalivoima liitossolmussa.

Kaavojen (3) ja (4) käyttö edellyttää, että liitoslevyn korkeus on vähintään 2/3 paarteiden korkeudesta ja että liitosrako on keskimäärin enintään 1,5 mm ja reunalta enintään 3 mm leveä.

Liitosmitoitusta varten lasketaan redusoitua liitosvoimaa ($F_{A,d}$) vastaava suuntakulma α ($= \beta - 90^\circ$). Naulalevyosuuden tartunta ja liitoslevyn levysauma mitoitetaan NR-suunnitteluohjeen /2/ mukaisesti voimasuureille $F_{A,d}$ ja $M_{A,d}$.

Tartunta

Naulalevyosuuden tartuntamitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen /2/ mukaisesti käyttäen voimassa olevassa LL13 naulalevylausunnossa (VTT-S-02366-17) annettuja tartuntalujuuksia.

Levyn kestävyys

Liitossauman levykestävyyksimitoitusta tehdään suunnitteluohjeen /2/ ja voimassa olevan LL13 naulalevylausunnon (VTT-S-02366-17) mukaan. Naulalevyn y-suunnan puristuslujuuden ominaisarvona saa käyttää kuitenkin enintään arvoa:

$$f_{c,90,k} = 85 \text{ N/mm.}$$

Käytettäessä osanaulausta liitossauman pituudesta vähennetään 25 mm levyn molemmilta puolin eli mitoituksessa hyödynnettävä liitossauman pituus = levyn leveys – 50 mm.

Naularyhmän leikkauskestävyys

Naulauslevyliitoksen tulee toteuttaa ehto:

$$q_{\max,d} \leq R_d \quad (5)$$

missä R_d on naulaliitoksen leikkauslujuuden mitoitusarvo combilevyliitoksessa ja

$$q_{\max,d} = \frac{F_{A,d}}{n} + \frac{M_{A,d} r_{\max}}{\sum_1^n r_i^2} \quad (6)$$

kun n on nauhojen lukumäärä yhdessä combilevyssä,
 r_i on naulan etäisyys naularyhmän painopisteestä ja
 r_{\max} on suurin naulan ja naularyhmän painopisteen välinen etäisyys.

Vähintään 40 mm pitkille ankkurinauloille voidaan käyttää seuraavia leikkauslujuuden ominaisarvoja:

$R_k = 1280$ N lujuusluokassa C40,
 $R_k = 1250$ N lujuusluokassa C35,
 $R_k = 1220$ N lujuusluokassa C30,
 $R_k = 1120$ N lujuusluokassa C24,
 $R_k = 1030$ N lujuusluokassa C18,
 $R_k = 930$ N lujuusluokassa C14,
 $R_k = 1440$ N Kerto-S-LVL:lle (naulaus LVL:n lapepintaan) ja
 $R_k = 1320$ N Kerto-T-LVL:lle (naulaus lapepintaan).

Vedetyissä liitoksissa naularyhmän liitoskestävyyden laskennassa ei saa ottaa huomioon lähinnä liitossaumaa sijaitsevaan reikäriviin sijoitettuja nauhoja (päätyetäisyys on liian pieni).

Liitosjäykkyys LL13 combilevyliitoksen naulalevyn puoleisen osan liitosliukuma lasketaan NR-suunnitteluohjeen /2/ ja voimassa olevan LL13 naulalevylausunnon (VTT-S-02366-17) mukaan.

Naulauslevyn puoleisen osan käyttörajatilan siirtymäkerroin

$$k_{F,ser} = 2nK_{ser} \quad (7)$$

ja kiertymäjäykkyys

$$k_{r,ser} = 2K_{ser} \sum r_i^2 \quad (8)$$

kun K_{ser} on naulan siirtymäkerroin käyttörajatilan kuormalla,
 n on mitoituksessa huomioitavien nauhojen lukumäärä yhdessä levyssä (vedetyssä liitoksessa ei huomioida lähinnä liitossaumaa olevaa naulariviä) ja
 r_i on mitoituksessa huomioitavan naulan i etäisyys naularyhmän (n) painopisteestä.

Naulauslevyliitoksen murtorajatilan keskimääräiset siirtymä- ja kiertymäjäykkyudet saadaan kertomalla kaavojen (7) ja (8) arvot luvulla 2/3.

Kartiokantaisen ankkurinaulan ($d = 4$ mm) keskimääräisenä hetkellisenä siirtymäkertoimenä voidaan käyttää arvoa:

$$K_{ser} = 0,2\rho_m^{1,5} \quad \text{N/mm} \quad (9)$$

missä ρ_m on lujuusluokasta riippuva puutavaran keskimääräinen tiheys [kg/m^3].

Voimassaolo Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 31.5.2022 asti.

Espoo, 2.5.2017

Markku Hentinen
Liiketoimintapäällikkö

Ari Kevarinmäki
Johtava asiantuntija

Viitteet

- /1/ SFS-EN 1995-1-1+A1+A2+AC. Eurokoodi 5. Puurakenteiden Suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 2014-06-15. 222 s.
- /2/ Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 - EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje. Inspecta Sertifiointi Oy. 1.2.2017. 73 s.
- /3/ SFS-EN 14250:2010. Puurakenteet. Tuotevaatimukset tehdasvalmisteisille naulalevyrakenteille. Suomen Standardisoimisliitto SFS. 33 s.

Jakelu

Tilaja	alkuperäinen, sähköisesti allekirjoitettu
VTT Expert Services Oy / arkisto	alkuperäinen