

Tilaaja	Ristek Oy Kimmo Köntti Teollisuustie 7 15540 Villähde kimmo.kontti@ristek.fi
Tilaus	Antti Kyösti, tilaus 28.3.2022 koskien lausunnon nro VTT-S-02368-17 päivittämistä
Yhteyshenkilö	Eurofins Expert Services Oy Ari Kevarinmäki Tekniikantie 4B, Espoo PL 47, 02151 Espoo AriKevarinmaki@eurofins.fi

Tehtävä **Naulalevylausunto LL13 Combi naulalevylle**

Yleistä Tämä lausunto perustuu VTT:n tutkimusselostuksissa nro VTT-S-07152-07 ja VTT-S-00001-08 raportoituihin EN 14545:2008 ja EN 1075:2014 standardien mukaisiin naulalevyjen testauksiin 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 Eurofins Expert Services Oy:n lausunnon nro EUFI29-22001516-T1 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 puussauvojen päittäisjatkoksissa (paarrejatkoksissa) ja kuvan 2 mukaisissa jatkuvaan paarteeseen yhtyvissä sauvanpääliitoksissa siten, että levyn leveyssuunta (x-suunta) on liitossauman suuntainen. Puussauvat voivat olla sahatavaraa tai Kerto-S- ja Kerto-T-LVL:ää.

Combilevyt naulataan joko kaikista rei'istä tai osanaulauksena siten, että yksi tai kaksi reunimmaista naulariviä levyn molemmissa reunoissa jätetään naulaamatta, jolloin naulamäärän vähennys on joko 4 tai 8 levykoosta riippumatta (ks. kuva 1). Nauloina käytetään 4 mm paksuja kartiokantaisia kampanauloja (ns. ankkurinauloja), jotka täyttävät EN 14592 standardissa profiloiduille nauloille asetetut vaatimukset. Naulan profiloidun osuuden pituus tulee olla vähintään 24 mm ja naulan myötömomentin $M_{y,k}$ tulee olla vähintään 6500 Nmm.

Yllämainitun tutkimusaineiston perusteella Eurofins 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 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.

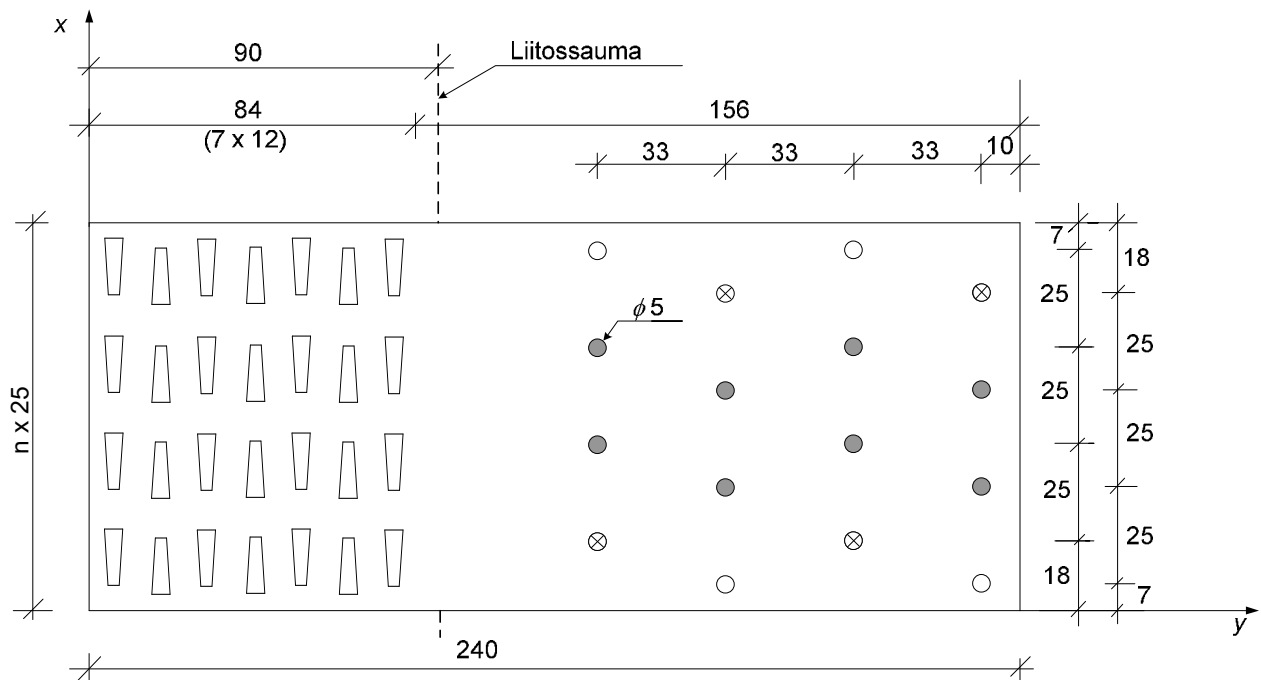
Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Lausunnossa annetaan lujuusarvot ja niiden yhteydessä käytettävät vakiot ominaisarvoina X_k Eurokoodi 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 muuntokerroin ja γ_M on materiaaliominaisuuden osavarmuusluku, jolle Suomessa käytetään seuraavia arvoja:

- 1,25 laskettaessa naulalevyn tartuntakestävyyttä,
- 1,1 laskettaessa levysauman kestävyttä (teräsmurto) ja
- 1,3 laskettaessa naulaliitoksen kestävyttä.



Kuva 1. LL13 Combi naulalevyn rakenne ja mitat sekä sijoitus liitossauman suhteen. Osanaulauksessa jätetään naulaamatta joko kuvassa tyhjinä ympyröinä esitetyt 4 reikää tai näiden lisäksi rastilla merkityt yhteensä 8 reikää.



Kuva 2. LL13 Combi naulalevyjen käyttö jatkuvaan paarteeseen yhtyvissä sauvanpäällytöksissä. Sauvanpää voi olla kohtisuoraan (a) tai vinosti (b) sahattu. Combilevyn piikkiosa voi olla kiinni joko sauvanpäässä tai paarteosassa.

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

Merkinnät

Lausunnossa käytetyt levyn lujuusominaisuuksia ja geometriaa koskevat merkinnät:

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

Liitoslevyn voimasuureet

Yleisesti combilevyliitoksen voimasuureet lasketaan yhtä liitoslevyä kohden seuraavasti:

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

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

- missä N_d on liitossolmussa vaikuttava levyn y -suuntainen sauvarakenteen normaalivoima,
 V_d on liitossauman suuntainen liitossolmussa vaikuttava leikkausvoima (levyn x -suuntainen voimakomponentti) ja
 M_d on liitossolmussa vaikuttava taivutusmomentti.

Puristetun paarrejatkoksen liitosvoimasuureet

Puristetussa tai pelkästään taivutetussa paarrejatkoksesta 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 paarteiden korkeus,
 N_d on paarteiden normaalivoima liitossolmussa,
 V_d on paarteiden leikkausvoima ja
 M_d on paarteiden taivutusmomentti liitossolmussa.

Liitosmitoitusta varten lasketaan redusoitua liitosvoimaa ($F_{A,d}$) vastaava suuntakulma α ($= \beta - 90^\circ$).

Kaavojen (3) ja (4) käyttö edellyttää, että combilevyt sijoitetaan paarteiden keskilinjalle, liitoslevyn korkeus on vähintään 2/3 paarteiden korkeudesta ja että liitosrako on keskimäärin enintään 1,5 mm ja reunalta enintään 3 mm leveä. Elleivät nämä kaikki ehdot toteudu, puristetun paarrejatkoksen liitosvoimasuureet lasketaan kaavoilla (1) ja (2).

Tartunta

Naulalevyosuuden tartunta mitoitetaan NR-suunnitteluohjeen /2/ mukaisesti voimasuureille $F_{A,d}$ ja $M_{A,d}$ käyttäen voimassa olevassa LL13 naulalevylausunnossa (EUFI29-22001516-T1) esitettyjä tartuntalujuuksia.

Levyn kestävyys

Liitossauman levykestävyyssmitoitus tehdään suunnitteluohjeen /2/ ja voimassa olevan LL13 naulalevylausunnon (EUFI29-22001516-T1) mukaan voimasuureille $F_{A,d}$ ja $M_{A,d}$. Naulalevyn y -suunnan puristuslujuuden ominaisarvona saa käyttää kuitenkin enintään arvoa:

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

Käytettäessä osanaulausta liitossauman tehollisesta pituudesta vähennetään 12,5 mm kutakin naulaamatta jätettyä reikäriviä kohden. Tällöin mitoituksessa hyödynnettävästä liitossauman pituudesta vähennetään 50 mm, kun levyn molemmilta puolilta jätetään kaksi reikäriviä naulaamatta ja vastaavasti 25 mm, kun molemmilta puolilta jätetään yksi reikärivi naulaamatta.

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 naulojen 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 reikäriiviin sijoitettuja nauloja (päätyetäisyys on liian pieni).

Liitosjäykkyys

LL13 Combi liitoksen naulalevyn puoleisen osan liitosliukuma lasketaan NR-suunnitteluohjeen /2/ ja voimassa olevan *LL13* naulalevylausunnon (EUFI29-22001516-T1) mukaan.

Naulauslevyn puoleisen osan käyttörajatilan siirtymäkerroin

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

ja kiertymäjäykkyys

$$k_{r,ser} = 2K_{ser} \sum_1^n r_i^2 \quad (8)$$

kun K_{ser} on naulan siirtymäkerroin käyttörajatilan kuormalla,
 n on mitoituksessa huomioitavien naulojen 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 kiertymäjäykkyydet saadaan kertomalla kaavojen (7) ja (8) arvot luvulla 2/3.

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

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

missä ρ_{mean} on lujuusluokan mukainen puutavaran keskimääräinen tiheys [kg/m³].

Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 22.4.2027 asti.

Espoo, 22.4.2022

Ari Kevarinmäki

Johtava asiantuntija, TkT

Viitteet	/1/ SFS-EN 1995-1-1+A1+A2+AC. Eurokoodi 5. Puurakenteiden Suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Suomen Standardi-soimisliitto 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.		
Liite	Graafisesti esitetyt ominaislujuudet.		
Jakelu	Tilaaaja	Sähköisesti allekirjoitettu	