

RIL 205-1-2017 lisäohjeet: CrossLam Kuhmo CLT

Tämä lisäohje koskee Oy CrossLam Kuhmo Ltd valmistamaa tuotesertifikaatin VTT-C-11272-14 mukaista ristiinliimattua massiivipuulevyä CrossLam Kuhmo CLT. Ohjeessa esitetyt CrossLam Kuhmo CLT:n materiaaliarvot ja suunnittelusäännöt ovat tuotteen Suomen käyttöä varten myönnetyn tuotesertifikaatin ja asiantuntijalausunnon VTT-S-05748-17 mukaisia.

Tämä lisäohje täydentää Puurakenteiden suunnitteluohjeissa RIL 205-1-2017 esitettyjä CLT-tuotteiden yleisiä suunnitteluohjeita. Kappaleiden numeroinnit viittaavat täydennettäviin RIL 205-1-2017 ohjeen kohtiin.

3.8S CLT

3.8.1S Yleistä

Tämä ohje koskee CrossLam Kuhmo CLT:n käyttöä tavanomaisissa mekaanisin liittimin koottavissa käyttöluokan 1 ja 2 puurakenteissa, kuten käyttöä kantavana ja/tai jäykistävänä massiivipuuisena seinäelementtinä, välipohjalaattana tai yläpohjalevynä.

3.8.2S Massiivipuulevyn rakenne

CrossLam Kuhmo CLT valmistetaan lujuusluokan C24 sormijatketusta kuusi- tai mäntylamelleista. Ympärihöylätyn laudan paksuus on 20...60 mm. Lamellin leveys on vähintään $\max(80 \text{ mm}, 3t)$, kun t on laudan paksuus.

Risteävät lautakerrokset liimataan 90° kulmassa toisiinsa nähden. Rinnakkaisia lautoja ei liimata toisiinsa syrjäpinnoista. Rinnakkaisten lautojen välinen rako on enintään 2 mm joka toisessa saumassa ja enintään 5 mm 10 %:ssa saumoista.

CrossLam Kuhmo CLT:ssä on 3, 5 tai 7 lamellikerrosta. Levyn paksuus on 60...300 mm. Laatan valmistusleveys on enintään 3,2 m ja pituus on enintään 12 m. Poikkileikkaus on symmetrinen ja päällekkäiset lamellikerrokset ovat aina kohtisuorasti ristikkäin toisiinsa nähden. CrossLam Kuhmo CLT:n valmistuskombinaatiot on esitetty taulukoissa 3.14S ja 3.15S.

3.8.3S Mitoitusperiaatteet ja materiaaliarvot

CrossLam Kuhmo CLT -poikkileikkauksen mitoituksessa otetaan huomioon kuormia kantavina vain ne kerrokset, joissa laudan syysuunta on samansuuntainen ulkoisten kuormien aiheuttaminen jännitysten kanssa. Jännitysten ja levyn sisäisten rasitusten määrittelyssä on otettava huomioon leikkausmuodonmuutosten vaikutus.

Levyn kantavien kerrosten ominaislujuuksina ja jäykkyyksinä käytetään lautojen lujuusluokan C24 mukaisia standardissa EN 338 esitettyjä arvoja (ks. RIL 205-1-2017 taulukko 3.3S). Pituussuuntaisten kerrosten keskimääräisenä kimmomoduulina voidaan kuitenkin käyttää arvoa

$$E_{0,\text{mean}} = 11500 \text{ N/mm}^2.$$

CrossLam Kuhmo CLT:n poikittaisen kerroksen tasoleikkausmoduulin keskiarvo

$$G_{R,\text{mean}} = 65 \text{ N/mm}^2.$$

CrossLam Kuhmo CLT:n eri valmistuskombinaatioiden syrjä- ja lapeleikkauslujuudet, $f_{v,k}$ ja $f_{R,k}$, on esitetty taulukoissa 3.14S ja 3.15S.

3.8.4S Mitoitus lappeellaan

CrossLam Kuhmo CLT:n lapetaivutuksessa sahatavaran taivutuslujuuden ominaisarvo voidaan kertoa kuormanjakoluvulla

$$k_{\text{sys}} = \min_i \left(\frac{1 + 0,025 \times n}{1,2} \right) \quad (3.8.1S)$$

missä n on vierekkäisten lautojen lukumäärä tarkasteltavassa kerroksessa.

Enintään viisikerroksisten laattojen taivutus- ja leikkauskestävyyden mitoitus voidaan tehdä soveltaen RIL 205-1-2017 kohdan 9.1.3.2S mukaista joustavasti kootun kerrospalkin teoriaa. Leikkausvoimien aiheuttamat muodonmuutokset otetaan huomioon korvaamalla liitoksen jäykkyyserroin s_i/K_i kertoimella $d_{ij}/(G_{R,\text{mean}} \cdot b)$. Tällöin tehollinen jäyhyysmomentti lasketaan kaavalla

$$I_{\text{ef}} = \sum_1^3 \left(I_i + g_i \times A_i \times a_i^2 \right) \quad \text{jossa} \quad A_i = b_i \times h_i ; \quad I_i = \frac{b_i \times h_i^3}{12}$$

$$g_1 = \frac{1}{1 + \frac{\rho^2 \times E_{0,\text{mean}} \times A_1 \times d_{12}}{G_{R,\text{mean}} \times b \times l^2}} ; \quad g_2 = 1 ; \quad g_3 = \frac{1}{1 + \frac{\rho^2 \times E_{0,\text{mean}} \times A_3 \times d_{23}}{G_{R,\text{mean}} \times b \times l^2}}$$

$$a_1 = \frac{a_{h_1}}{e} + d_{12} + \frac{h_2}{2} \times \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \times a_2 ; \quad a_3 = \frac{a_{h_2}}{e} + d_{23} + \frac{h_3}{2} \times \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \times a_2$$

$$a_2 = \frac{g_1 \times A_1 \times \frac{a_{h_1}}{e} + d_{12} + \frac{h_2}{2} \times \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \times g_3 \times A_3 \times \frac{a_{h_2}}{e} + d_{23} + \frac{h_3}{2} \times \frac{\ddot{o}}{\varnothing}}{\sum_1^3 (g_i \times A_i)} \quad (3.8.2S)$$

missä

- h_i kuormitusta ottavan pituussuuntaisen kerroksen i paksuus
- d_{ij} pituussuuntaisten kerrosten i ja j välissä olevan poikkittaisen kerroksen paksuus
- b laatan leveys
- l jänneväli
- $G_{R,\text{mean}}$ tasoleikkausmoduulin keskiarvo
- $E_{0,\text{mean}}$ kimmomoduulin ominaisarvo syyn suuntaan.

Symmetrisessä 5-kerroslevyissä kaavassa (3.8.2S) $a_2 = 0$ ja $g_1 = g_3$. Kolmikerroslevyissä vastaavasti $h_2 = 0$, $d_{12} = d_{23} = d/2$ (puolet keskellä olevan poikkittaislamellin paksuudesta d).

Taivutuskestävyys mitoitetaan laskemalla taivutusjännitys pituussuuntaisten lautojen reunoilla kaavalla

$$s_{\text{m,flat,i,d}} = \frac{M_d}{I_{\text{ef}}} \times \frac{a_{h_1}}{e} \times g_1 \times a_i + \frac{h_i}{2} \times \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \quad (3.8.3S)$$

Liimasauman kohdalla vaikuttavan tasoleikkausjännityksen tulee toteuttaa seuraava ehto:

$$t_{R,d} = \frac{V_d \times g_i \times S_i}{I_{\text{ef}} \times b} \leq f_{R,d} \quad (3.8.4S)$$

missä

- V_d leikkausvoiman mitoitusarvo
 S_i liimasauman erottaman poikkileikkausosan staattinen momentti neutraaliakselin suhteen
 g ja l_{ef} lasketaan kaavan (3.8.2S) mukaan
 $\hat{f}_{R,d}$ poikittaislamellin syysuuntaa vastaan kohtisuoran tasoleikkauslujuuden mitoitusarvo.

Pituussuuntaisten lamellien leikkauskestävyys mitoitetaan sahatavaran syysuuntaisen leikkauslujuuden mukaan (määrävä leikkausjännitys kolmikerroslevyissä, jossa pituussuuntainen lamelli on keskellä). Laattaan kohtisuorasti kohdistuvia vektorasituksia tulee välttää.

Taulukko 3.14S. CrossLam Kuhmo CLT:n *C Panel* -tuotteiden valmistuskombinaatiot ja leikkauslujuudet. *C Panel* -tuotteissa pintakerrokset ovat valmistuslinjassa poikittain. Tasoleikkauslujuuden suunnassa 0° pintalamellit on rasiattu pituussuuntaan ja 90° on pintalamelleja vastaan kohtisuora rasiussuunta.

Tuote nro	h (mm)	n	C L C L C L C							$f_{v,k}$ (N/mm ²)	$f_{R,k}$ 0° (N/mm ²)	$f_{R,k}$ 90° (N/mm ²)
			kerrosten paksuudet (mm)									
C3-60-20	60	3	20	20	20				2,67	1,3	-	
C3-70-20	70	3	20	30	20				2,30	1,3	-	
C3-80-20	80	3	20	40	20				2,17	1,3	-	
C3-80-30	80	3	30	20	30				2,00	1,3	-	
C3-90-20	90	3	20	50	20				2,14	1,1	-	
C3-90-30	90	3	30	30	30				2,00	1,3	-	
C3-100-30	100	3	30	40	30				1,88	1,3	-	
C3-100-40	100	3	40	20	40				1,60	1,3	-	
C3-110-30	110	3	30	50	30				1,85	1,1	-	
C3-120-40	120	3	40	40	40				2,00	1,3	-	
C3-130-50	130	3	50	30	50				1,57	1,3	-	
C3-140-50	140	3	50	40	50				1,76	1,3	-	
C3-160-60	160	3	60	40	60				1,63	1,3	-	
C5-100-20	100	5	20	20	20	20	20		3,20	1,3	1,3	
C5-120-20	120	5	20	30	20	30	20		2,69	1,3	1,3	
C5-130-30	130	5	30	20	30	20	30		2,46	1,3	1,3	
C5-150-30	150	5	30	30	30	30	30		2,40	1,3	1,3	
C5-160-40	160	5	40	20	40	20	40		2,00	1,3	1,3	
C5-180-40	180	5	40	30	40	30	40		2,08	1,3	1,3	
C5-200-40	200	5	40	40	40	40	40		2,40	1,3	1,3	
C5-220-60	220	5	60	20	60	20	60		1,45	1,3	0,9	
C5-240-40	240	5	40	60	40	60	40		2,17	0,9	1,3	
C7-140-20	140	7	20	20	20	20	20	20	3,43	1,3	1,3	
C7-180-30	180	7	30	20	30	20	30	20	2,67	1,3	1,3	
C7-200-20	200	7	20	40	20	40	20	40	2,60	1,3	1,3	
C7-220-40	220	7	40	20	40	20	40	20	2,18	1,3	1,3	
C7-240-30	240	7	30	40	30	40	30	40	2,34	1,3	1,3	
C7-260-50	260	7	50	20	50	20	50	20	1,85	1,3	1,1	
C7-300-60	300	7	60	20	60	20	60	20	1,60	1,3	0,9	

Taulukko 3.15S. CrossLam Kuhmo CLT:n *L Panel* -tuotteiden valmistuskombinaatiot ja leikkauslujuudet. *L Panel* -tuotteissa pintakerrokset ovat valmistuslinjassa pituussuuntaan. Tasoleikkauslujuuden suunnassa 0° pintalamellit on rasitettu pituussuuntaan ja 90° on pintalamelleja vastaan kohtisuora rasitusuunta.

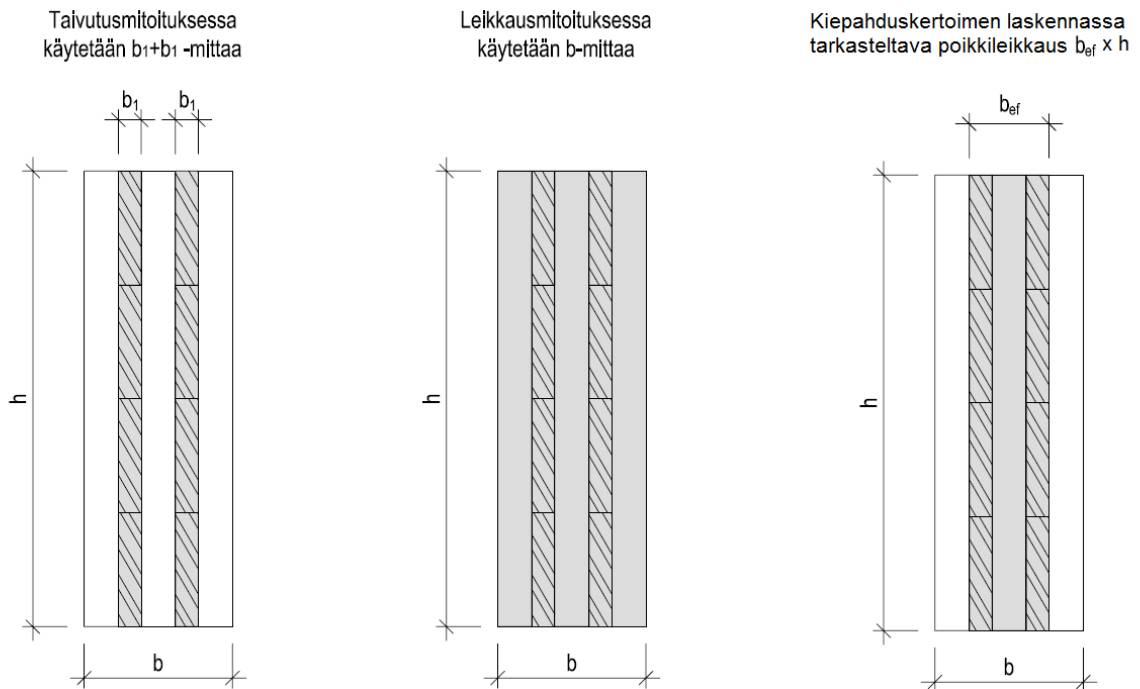
Tuote nro	<i>h</i> (mm)	<i>n</i>	<i>L C L C L C L</i> kerrosten paksuudet (mm)							$f_{v,k}$ (N/mm ²)	$f_{R,k}$ 0° (N/mm ²)	$f_{R,k}$ 90° (N/mm ²)
L3-60-20	60	3	20	20	20					2,67	1,3	-
L3-70-20	70	3	20	30	20					2,30	1,3	-
L3-80-20	80	3	20	40	20					2,17	1,3	-
L3-80-30	80	3	30	20	30					2,00	1,3	-
L3-90-20	90	3	20	50	20					2,14	1,1	-
L3-90-30	90	3	30	30	30					2,00	1,3	-
L3-100-30	100	3	30	40	30					1,88	1,3	-
L3-100-40	100	3	40	20	40					1,60	1,3	-
L3-110-30	110	3	30	50	30					1,85	1,1	-
L3-120-40	120	3	40	40	40					2,00	1,3	-
L3-130-50	130	3	50	30	50					1,57	1,3	-
L3-140-50	140	3	50	40	50					1,76	1,3	-
L3-160-60	160	3	60	40	60					1,63	1,3	-
L5-100-20	100	5	20	20	20	20	20			3,20	1,3	1,3
L5-120-20	120	5	20	30	20	30	20			2,69	1,3	1,3
L5-130-30	130	5	30	20	30	20	30			2,46	1,3	1,3
L5-150-30	150	5	30	30	30	30	30			2,40	1,3	1,3
L5-160-40	160	5	40	20	40	20	40			2,00	1,3	1,3
L5-180-40	180	5	40	30	40	30	40			2,08	1,3	1,3
L5-200-40	200	5	40	40	40	40	40			2,40	1,3	1,3
L5-220-60	220	5	60	20	60	20	60			1,45	1,3	0,9
L5-240-40	240	5	40	60	40	60	40			2,17	0,9	1,3
L7-140-20	140	7	20	20	20	20	20	20		3,43	1,3	1,3
L7-180-30	180	7	30	20	30	20	30	20	30	2,67	1,3	1,3
L7-200-20	200	7	20	40	20	40	20	40	20	2,60	1,3	1,3
L7-220-40	220	7	40	20	40	20	40	20	40	2,18	1,3	1,3
L7-240-30	240	7	30	40	30	40	30	40	30	2,34	1,3	1,3
L7-260-50	260	7	50	20	50	20	50	20	50	1,85	1,3	1,1
L7-300-60	300	7	60	20	60	20	60	20	60	1,60	1,3	0,9

3.8.5S Mitoitus syrjällä

Taivutus-, veto- ja puristuskestävyydet mitoitetaan huomioimalla ainoastaan ne kerrokset, joissa syyn suunta on samansuuntainen kuormituksen aiheuttamien jännitysten kanssa (ks. kuva 3.2S).

Taivutuslujuutta voidaan korottaa kaavan (3.8.1S) mukaisella pituussuuntaisten lamellikerrosten lukumäärästä *n* riippuvalla kertoimella k_{sys} .

Syrjällä kuormitetun CrossLam Kuhmo CLT levyn leikkauskestävyys voidaan mitoittaa massiivisena poikkileikkauksena käyttäen CLT:n leikkauslujuuden ominaisarvona taulukoissa 3.14S ja 3.15S esitettyä syrjäleikkauslujuutta $f_{v,k}$.



Kuva 3.2S. Mitoitus syrjällään – tarkasteltava CrossLam Kuhmo CLT poikkileikkaus.

6.1.7 Leikkaus

Leikkausvoimaa laskettaessa tuen lähellä vaikuttava kuormitus on huomioitava kokonaan (CrossLam Kuhmo CLT:llä ei saa tehdä leikkausvoiman pienennystä).

6.3.3 Taivutetun sauvan kiepahduskestävyys

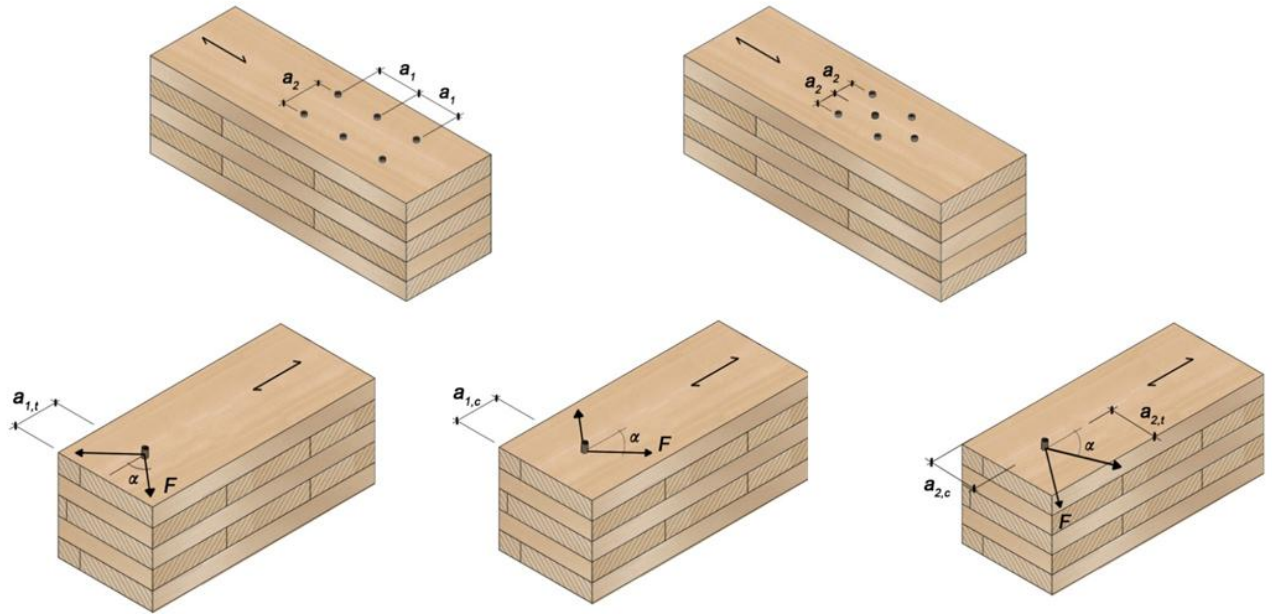
Syrjällään taivutetun CrossLam Kuhmo CLT:n kriittinen taivutusjännitys lasketaan RIL 205-1-2017 kaavalla (6.31). Taivutusvastus W_y lasketaan huomioimalla vain pituussuuntaiset lamellit. Poikkitaissuunnan jäyhyysmomentti I_z lasketaan kohdan 3.8.4S *Mitoitus lappeellaan* mukaan käyttäen jännevälinä tehollista kiepahduspituutta l_{ef} . Vääntöjäyhyysmomentti I_{hor} lasketaan reunimaisten pituussuuntaisten lamellien rajoittamalle poikkileikkaukselle (kuvan 3.2S poikkileikkaus $b_{ef} \times h$).

8. MEKAANISET LIITOKSET

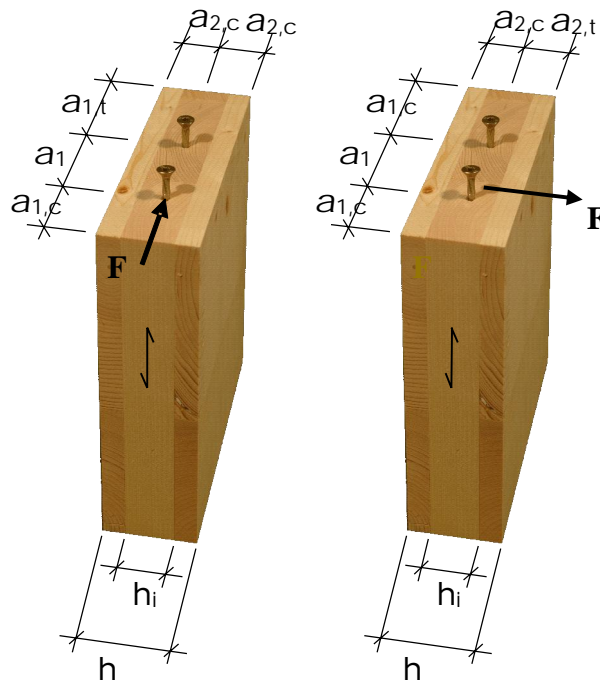
8.1 Yleistä

Liittiminä voidaan käyttää sahatavara- tai liimapuurakenteiden liitoksiin tarkoitettuja CE-merkittyjä nauloja, ruuveja, pultteja, tappivaarvoja, rengasvaarvoja tai hammasvaarvoja. Naulojen paksuuden d on oltava vähintään 4 mm ja ruuvien halkaisijan d on oltava vähintään 6 mm. CrossLam Kuhmo CLT:n syrjäpintojen leikkausliittiminä voidaan käyttää vain itseporautuvia ruuveja, joiden halkaisija d on vähintään 8 mm.

Leikkauskuormitettujen puikkoliittimien liitinvälien sekä reuna- ja päätyetäisyyksien vähimmäisarvot ovat taulukoiden 8.5S ja 8.6S mukaisia, kun kuormitussuunta a on kuorman ja pintalamellin syysuunnan välinen kulma. Etäisyyksien merkinnät ovat kuvien 8.16S ja 8.17S mukaisia.



Kuva 8.16S. Etäisyyksien ja liitinvälien määritelmät CrossLam Kuhmo CLT:n lapepinnan leikkausliitoksille.



Kuva 8.17S. Etäisyyksien ja liitinvälien määritelmät syrjäpinnan leikkausliitoksille

Taulukko 8.5S. Liitinvälien sekä reuna- ja päätyetäisyyksien minimiarvot CrossLam Kuhmo CLT:n leikkauskuormitetuille lapeliitoksille.

Liitin	a_1	$a_{1,t}$	$a_{1,c}$	a_2	$a_{2,t}$	$a_{2,c}$
Naulat	$(3+3\cos\alpha)d$	$(7+3\cos\alpha)d$	$6d$	$3d$	$(3+4\sin\alpha)d$	$3d$
Ruuvit	$4d$	$6d$	$6d$	$2,5d$	$6d$	$2,5d$
Tappivaarnat	$(3+2\cos\alpha)d$	$5d$	$\max\left\{\begin{array}{l} 4d \times \sin\alpha \\ 3d \end{array}\right.$	$3d$	$3d$	$3d$
Pultit	$\max\left\{\begin{array}{l} (3+2\cos\alpha)d \\ 4d \end{array}\right.$	$4d$	$4d$	$3d$	$3d$	$3d$

Taulukko 8.6S. Liitinvälien sekä reuna- ja päätyetäisyyksien minimiarvot leikkauskuormitetuille CrossLam Kuhmo CLT syrjäliitoksille.

Liitin	a_1	$a_{1,t}$	$a_{1,c}$	a_2	$a_{2,t}$	$a_{2,c}$
Itseporautuvat ruuvit	$10d$	$12d$	$7d$	$3d$	$6d$	$3d$

8.3.1 Leikkauskuormitetut naulaliitokset

Naulan leikkauskestävyys lasketaan RIL 205-1-2017 mukaan lujuusluokan C24 sahataveraliitoksena. Syysuunnassa peräkkäisiä nauloja ei tarvitse kuitenkaan limittää syysuunnasta sivuun, kun pintalamellin paksuus on enintään 40 mm.

CLT:n syrjänaulauksen ei katsota välittävän voimia.

8.3.2 Pituussuunnassa kuormitetut naulat

CrossLam Kuhmo CLT:ssä pituussuuntaisesti kuormitettujen naulojen tulee olla profiloituja ja seuraavien ehtojen tulee toteutua:

- naulan halkisija $d \geq 4$ mm
- naula on kohtisuorasti CLT:n lapepintaan nähden
- profiloituneen osuuden tunkeumasyvyyden CLT:ssä $t_{pen} \geq 8d$
- naulan ulosvetolujuuden ominaisarvo sahatavaran lujuusluokassa C24 $f_{ax,k} > 6$ N/mm².

Tällöin naulan ulosvetokestävyyden ominaisarvo lasketaan kaavalla:

$$R_k \geq 3 \cdot 14d^{0,6} t_{pen} \quad \text{N/mm}^2 \quad (8.23aS)$$

missä d ja t_{pen} ovat millimetreinä.

8.5.1 Leikkauskuormitetut pulttiliitokset

Pulttiliitoksissa CrossLam Kuhmo CLT:lle käytetään lujuusluokan C24 sahatavaran reunapuristuslujuutta, kun kuormitussuunta otetaan pintakerroksen syysuunnan mukaan. Mikäli pintalamellin paksuus on suurempi kuin 40 mm, pulttien tehollinen lukumäärä lasketaan RIL 205-1-2017 kaavan (8.33.3S) mukaan. Muussa tapauksessa $n_{ef} = n_i$.

CrossLam Kuhmo CLT:n syrjäpintaan asennettävien pulttien ei katsota välittävän voimia.

8.7.1 Leikkauskuormitetut ruuvit

Ruuvatuissa syrjäliitoksissa vaadittavat CLT:n ja lamellien vähimmäispaksuudet sekä vaadittava ruuvien tunkeumasyvyyks on esitetty taulukossa 8.7S. CrossLam Kuhmo CLT:n syrjäpinnan päätylautojen kohdalla leikkausvoimaa välittävinä ruuveina voidaan käyttää ainoastaan esiporaamattomia itseporautuvia ruuveja, joiden halkaisija $d = 8 \dots 10$ mm ja joiden tunkeuma CLT:ssä on vähintään $12d$.

CrossLam Kuhmo CLT:n syrjäliitoksissa itseporautuvan ruuvien reunapuristuslujuus voidaan laskea kaavalla:

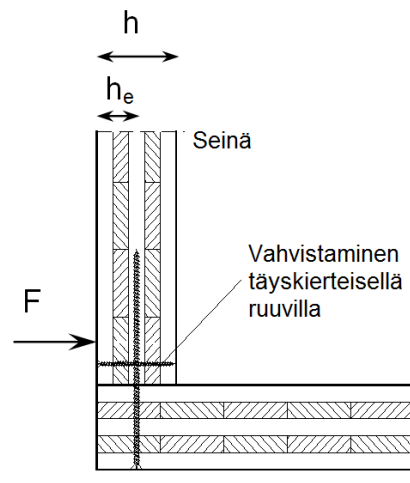
$$f_{h,k} = 20d^{0,5} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (8.31\text{S})$$

missä d on ruuvien halkaisija millimetreinä.

Taulukko 8.7S. CrossLam Kuhmo CLT syrjäliitoksien paksuusvaatimukset ja ruuvien vähimmäistunkeuma.

Liitin	Lamellin minimipaksuus h_i (mm)	CLT:n minimipaksuus h (mm)	Liitimen vähimmäistunkeuma t_{pen} (mm)
Itseporautuvat ruuvit	$d > 8$ mm: $3d$ $d = 8$ mm: 20	$10d$	$10d$

CrossLam Kuhmo CLT levyn tasoon nähden kohtisuorissa liitosrasituksissa tulee ottaa huomioon poikittaisen vedon aiheuttama halkeamisherkkyys. Syrjäliitokset pitää vahvistaa täyskierteisillä ruuveilla (ks. kuvan 8.18S esimerkki), jos liitintäisyys $h_e < 0,7h$, kun h on levyn paksuus ja h_e on kauimmaisen ruuvien etäisyys kuormitetulta reunalta.



Kuva 8.18S. Liitosalueen vahvistaminen täyskierteisillä ruuveilla.

8.7.2 Pituussuunnassa kuormitetut ruuvit

CrossLam Kuhmo CLT:ssä pituussuuntaisesti ruuvien tulee olla itseporautuvia ja seuraavien ehtojen tulee toteutua:

- ruuvien halkaisija on lapeliitoksissa vähintään 6 mm ja syrjäliitoksissa vähintään 8 mm
- ruuvien tartuntapituus lamellikerroksessa $l_{ef,i} \geq 4 d$
- ruuvien pituussuunnan ja puun syysuunnan välinen kulma $\alpha \geq 30^\circ$
- syrjäliitoksissa ruuvit tulee asentaa siten, että ne ovat aina kokonaan yhdessä lamellikerroksessa (ruuvi ei saa olla lamellikerrosten saumassa).

Tällöin ruuvien ulosvetokestävyyden ominaisarvo lasketaan lape- ja syrjäliitoksissa kaavalla:

$$R_{ax,k} = \sum_{i=1}^n f_{ax,i,k} \times l_{ef,i} \times d \quad [N] \quad (8.38S)$$

missä

d = ruuvien nimellishalkaisija [mm],

$f_{ax,i,k}$ = ruuvien ulosvetolujuuden ominaisarvo [N/mm²] sahatavaran lujuusluokan C24 mukaan riippuen ruuvien akselin ja puun syysuunnan välisestä kulmasta lamellikerroksessa i

$l_{ef,i}$ = ruuvien kierteisen osan tartuntapituus [mm] lamellikerroksessa i

n = ruuvien kierteisellä osalla olevien lamellikerrosten lukumäärä

CrossLam Kuhmo CLT:ssä ruuvien kannan läpiveto- ja kierteisyyden ominaisarvona voidaan käyttää sahatavaran lujuusluokan C24 mukaista arvoa

9.1.2 Liimatut laattapalkit

Laattapalkeissa CLT-laipan tehollinen leveys voidaan määrittää RIL 205-1-2017 taulukossa 9.1 vanerille esitettyjen sääntöjen mukaan pintaviilun syysuunnan vastatessa ulkolamellin syysuuntaa.