

TUOTTEEN NIMI

Kerto-S ja Kerto-Q
Rakenteellinen LVL

VALMISTAJA

Metsäliitto Osuuskunta
Metsä Wood
PL 24
08101 LOHJA



TUOTEKUVAUS

Kerto-S ja Kerto-Q ovat puuviiluista liimattuja tuotteita joita käytetään sekä kantavina että ei-kantavina rakenneosina rakennuksissa ja silloissa. Kerto-S tuotteen paksuus on 21 - 90 mm ja Kerto-Q tuotteen paksuus on 21 - 69 mm. Muut mitat vaihtelevat tarpeen mukaan. Kerto-tuotteet valmistetaan kuusi- (*Picea abies*) tai mänty- (*Pinus sylvestris*) viiluista, joiden nimellispaksuus on 3 mm. Käytetty liima on säänkestävä. Kerto-S tuotteessa kaikkien viilujen syysuunta on sama. Kerto-Q tuotteessa osa viiluista on käännetty poikittain.

SERTIFIOINTIMENETTELY

Tämä sertifikaatti on myönnetty akkreditoituna sertifiointilaitoksena. VTT Expert Services Oy on Mittatekniikan keskuksen akkreditoima (FINAS- akkreditoitu) sertifiointilaitos, tunnus S017 (EN 45011).

Tämä sertifikaatti perustuu tuotteen tyyppitestaukseen ja tuotteeseen liittyvän laadunvarmistusjärjestelmän tarkastamiseen. Sertifiointin yleiset menettelyt perustuvat VTT Expert Services Oy:n sertifiointijärjestelmään.

Tämän sertifikaatin voimassaolon ehdot on esitetty kohdissa 15 - 17.

Sertifikaatin voimassaolon voi tarkistaa VTT Expert Services Oy:stä, puh. 020 722 4911. VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen missään muussa muodossa mainoksissa tai tämän sertifikaatin osittainen jakelu on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

MÄÄRÄYKSET, STANDARDIT JA OHJEET

1. Eurooppalaiset tuotevaatimusstandardit

1.1 Tämä sertifikaatti kuvaa kertopuutuotteet standardin EN 14374 ja muiden oleellisten eurooppalaisten standardien mukaisesti sekä antaa Eurokoodien mukaisen mitoitusmenetelmän tarvitsemat lähtötiedot. Koska kansallisia vaatimuksia ei ole harmonisoitu, niin käyttäjää kehoitetaan ottamaan erikseen huomioon käyttökohdetta koskevat kansalliset vaatimukset.

1.2 Kertopuutuotteet täyttävät seuraavassa eurooppalaisessa standardissa esitetyt vaatimukset:

EN 14374 Puurakenteet - Rakenteellinen LVL - Vaatimukset

2. Muut standardit ja ohjeet

2.1 Kertopuutuotteita käytettäessä myös seuraavat eurooppalaiset standardit ovat oleellisia (mahdolliset kansallisesti määritetyt parametrit tulee erikseen ottaa huomioon):

EN 335-1	Durability of wood and wood-based products - Definition of use classes - Part 1: General [Puun ja puutuotteiden kestävyys – Käyttöluokkien määrittely – Osa 1: Yleistä]
EN 1995-1-1+A1	Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleistä - Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
EN 1995-1-2	Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleistä - Puurakenteiden palomitoitus
EN 1995-2	Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 2: Sillat
EN 12524	Rakennusmateriaalit ja -tuotteet - Lämpö- ja kosteustekniset ominaisuudet - Taulukoidut suunnitteluarvot.

TUOTETIEDOT

3. Tuotekuvaus, merkintä ja laadunvalvonta

3.1 Kerto-S ja Kerto-Q tuotteet valmistetaan Metsäliitto Osuuskunnan Metsä Woodin Lohjan ja Punkaharjun tehtailla.

3.2 Kertopuutuotteet valmistetaan kuusesta (*Picea abies*) tai männystä (*Pinus sylvestris*) sorvatuista viiluista. Puristuksen jälkeen viilujen nimellispaksuus on 3 mm. Kaikki viilut lajitellaan lujuuden ja ulkonäön perusteella, jotta tuotteelle saadaan halutut ominaisuudet. Kertopuutuotteissa on vähintään 7 viilua.

3.3 Kerto-S tuotteessa kaikkien viilujen syysuunta on sama kuin laatan pituussuunta.

3.4 Kerto-Q tuotteessa osa viiluista on käännetty poikittain laatan pituussuuntaan nähden. Poikkileikkauksien viilurakenne on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kerto-Q tuotteiden poikkileikkauksien viilurakenteet.

Nimellis- paksuus mm	Viilujen määrä	Poikkileikkauksen viilurakenne
21	7	— —
21	7	— —
24	8	— —
27	9	— —
30	10	— —
33	11	— —
39	13	— — —
45	15	— — —
51	17	— — —
57	19	— — — —
63	21	— — — —
69	23	— — — — —

3.5 Viilut liimataan yhteen säänkestävällä liimalla. Fenoli-formaldehydiliima levitetään tasaisesti viilun toiselle pinnalle. Pintaviilut voidaan myös liimata melamiiniliimalla. Viilut jatketaan viistesaumoilla käyttämällä fenoli-formaldehydi- tai melamiiniliimaa.

3.6 Kertopuutuotteet sahataan asiakkaiden antamien mittojen mukaan. Vakiopoikkileikkaukset on esitetty taulukossa 2.

Kertopuupalkkien ja -levyjen pituus määräytyy asiakkaan antamien mittojen mukaan tai markkina-alueella käytössä olevien standardimittojen mukaan. Maksimipituus on 23 m.

3.7 Tasapainokosteutta $10 \pm 2 \%$ vastaavat mittatoleranssit on esitetty taulukossa 3.

Poikkileikkauksen suorakulmaisuuden poikkeama saa olla enintään 1:50 (noin 1,1°).

Taulukko 2. Kertopuutuotteiden vakiopoikkileikkauksien mitat.

Tuote ¹	Paksuus mm	Leveys / korkeus (mm)								
		200	225	260	300	360	400	450	500	600
S/Q	27	X	X							
S/Q	33	X	X	X						
S/Q	39	X	X	X	X					
S/Q	45	X	X	X	X	X				
S/Q	51	X	X	X	X	X	X			
S/Q	57	X	X	X	X	X	X	X		
S/Q	63	X	X	X	X	X	X	X	X	
S/Q	69	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S	75	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S	81	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S	90	X	X	X	X	X	X	X	X	X

¹ Kerto-Q tuotetta on myös saatavana 1800 ja 2500 mm levyisenä.

Taulukko 3. Kertopuutuotteiden mittatoleranssit.

Mitta	Koko, mm	Toleranssi, mm tai %
Paksuus	Kaikki	+ (0,8+0,03 t) mm ja – (0,4+0,03 t) mm
Leveys	< 400	± 2 mm
	≥ 400	± 0,5 %
Pituus	Kaikki	± 5,0 mm

t on paksuus

3.8 Pintaviilujen laatu ja luokitus on määritelty valmistajan tuote-ohjeessa.

3.9 Tämän sertifiikaatin mukaiset kertopuutuotteet merkitään VTT:n soikealla sertifiikaattimerkillä, jossa on numero 184/03. Lisäksi ilmoitetaan tuotteen tyyppi, S tai Q.

Vaihtoehtoinen merkintätapa on numero 184/03 ja tuotteen tyyppi,

VTT 184/03 Kerto S (tai Q)

3.10 Kertopuutuotteiden valmistus sisältyy Lohjan ja Punkaharjun tehtaiden ISO 9001 sertifioituun laatujärjestelmään. Valmistajan laadunvalvonta on jatkuvaa ja se kattaa laitteet, raaka-aineet, tuotantoprosessit ja lopputuotteet.

3.11 Valmistajalla on laadunvalvontasopimus VTT Expert Service Oy:n kanssa. Valvontakäyntejä tehdään vähintään kahdesti vuodessa.

4. Toimitus ja varastointi työmaalla

4.1 Kertopuutuotteet toimitetaan muoviin pakattuina. Jokaiseen pakkaukseen merkitään kertopuutuotteen tyyppi ja poikkileikkaus koko sekä toimitusosoite tai toimitusnumero.

4.2 Kertopuutuotteita tulee säilyttää työmaalla ainoastaan tilapäisesti. Tuotteiden kostuminen ja erityisesti pakettien sisällä tapahtuva kondenssi pitää huolellisesti estää. Tästä syystä tulee käyttää suojapeitteitä suojaamaan tuotteet sateelta, pölyltä ja voimakkaalta auringon säteilyltä. Kertopuutuotteiden muovipakkaukset ovat tarkoitettu ainoastaan kuljetuksen aikaiseksi suojaksi. Ne eivät anna riittävää suojaa säälle.

Kertopuutuotteet tulee varastoida tasaisella alustalla riittävästi tuettuina valmistajan ohjeiden mukaan.

4.3 Kertopuutuotteisiin kohdistuvaa sadetta, valuvaa vettä tai muista rakenteista siirtyvää kosteutta on vältettävä. Kertopuutuotteet kestävät lyhytaikaista kosteusrasitusta asennuksen aikana. Kastuneet kertopuutuotteet tulee kuivattaa ennen käyttöä.

SUUNNITTELUTIEDOT

5. Yleistä

5.1 Kertopuutuotteita käytetään sekä kantavina että ei-kantavina rakenneosina rakennuksissa ja silloissa.

5.2 Kertopuutuotteita voidaan maalata tai värjätä. Pintakäsittelyn sopivuus tulee tarkistaa käsittelyaineen valmistajalta.

6. Lujuus

6.1 Kertopuutuotteiden rakenteellinen kantokyky tarkastellaan Eurokoodi 5:n mukaisen rajatilamitoituksen mukaan. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kansallisia suunnittelunormeja edellyttäen että ne ovat yhdenmukaisia Eurokoodijärjestelmän kanssa. Mitoituksessa käytetään liimapuun menettelyjä, ellei kertopuutuotteille ole määritelty omia. Tämän lisäksi voidaan käyttää sertifikaatin liitteessä olevia menetelmiä.

6.2 Kertopuutuotteiden ominaislujuudet ja jäykkyydet on annettu taulukossa 4. Merkinnot eri vaikutussuunnissa on määritelty kuvassa 1. Annetut arvot ovat yhteensopivat yllä mainitun mitoitusmenetelmän kanssa.

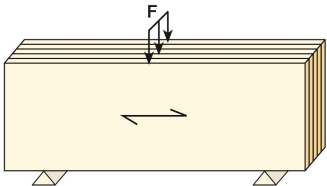
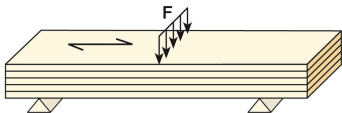
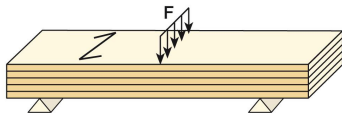
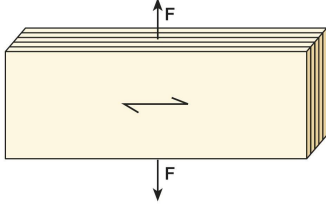
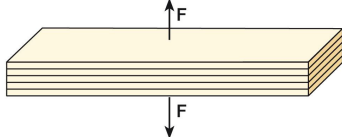
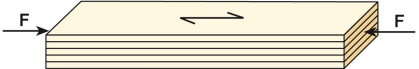
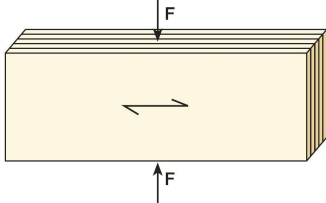
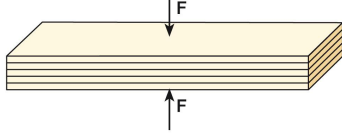
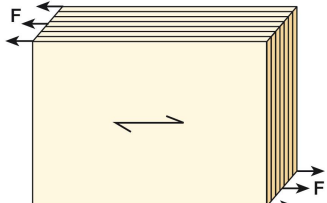
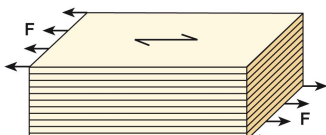
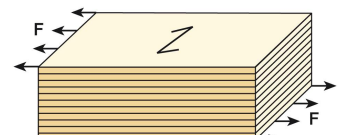
Ominaislujuudet ja jäykkyydet on annettu ilman lämpötilaa 20 °C ja suhteellista kosteutta 65 % vastaavassa tasapainokosteustilassa. Kuormituksen vaikutusaika on 5 minuuttia.

Syrjätaivutuksen arvot vastaavat leveyttä 300 mm (palkkien korkeus) ja syynsuuntaisen vedon arvot pituutta 3000 mm.

Taulukko 4. Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden ominaisarvot ja keskiarvot.

Ominaisuus	Merkintä	Kuva 1	Ominaisarvo, N/mm ² tai kg/m ³		
			Kerto-S Paksuus 21 - 90 mm	Kerto-Q Paksuus 21 - 24 mm	Kerto-Q Paksuus 27 - 69 mm
Ominaisarvot					
Taivutuslujuus:					
Syrjä, (korkeus 300 mm)	$f_{m,0,edge,k}$	A	44,0	28,0	32,0
Kokovaikutuskerroin	S	-	0,12	0,12	0,12
Lape, syiden suuntaan	$f_{m,0,flat,k}$	B	50,0	32,0	36,0
Lape, syitä vastaan kohtisuoraan	$f_{m,90,flat,k}$	C	-	8,0 ¹	8,0
Vetolujuus:					
Syiden suuntaan (pituus 3000 mm)	$f_{t,0,k}$	D	35,0	19,0	26,0
Syitä vastaan kohtisuoraan, syrjä	$f_{t,90,edge,k}$	E	0,8	6,0	6,0
Syitä vastaan kohtisuoraan, lape	$f_{t,90,flat,k}$	F	-	-	-
Puristuslujuus:					
Syiden suuntaan	$f_{c,0,k}$	G	35,0	19,0	26,0
Syitä vastaan kohtisuoraan, syrjä	$f_{c,90,edge,k}$	H	6,0	9,0	9,0
Syitä vastaan kohtisuoraan, lape	$f_{c,90,flat,k}$	I	1,8	2,2	2,2
Leikkauslujuus					
Syrjä	$f_{v,0,edge,k}$	J	4,1	4,5	4,5
Lape, syiden suuntaan	$f_{v,0,flat,k}$	K	2,3	1,3	1,3
Lape, syitä vastaan kohtisuoraan	$f_{v,90,flat,k}$	L	-	0,6	0,6
Kimmomoduuli:					
Syiden suuntaan, pitkittäin	$E_{0,k}$	ABDG	11600	8300	8800
Syiden suuntaan, poikittain	$E_{90,k}$	C	-	1000 ¹	1700
Syitä vastaan kohtisuoraan, syrjä	$E_{90,edge,k}$	H	350	2000	2000
Syitä vastaan kohtisuoraan, lape	$E_{90,flat,k}$	I	100	100	100
Liukumoduuli:					
Syrjä	$G_{0,edge,k}$	J	400	400	400
Lape, syiden suuntaan	$G_{0,flat,k}$	K	400	60	100
Lape, syitä vastaan kohtisuoraan	$G_{90,flat,k}$	L	-	16	16
Tiheys	ρ_k		480	480	480
Keskiarvot					
Kimmomoduuli:					
Syiden suuntaan, pitkittäin	$E_{0,mean}$	ABDG	13800	10000	10500
Syiden suuntaan, poikittain	$E_{90,mean}$	C	-	1200 ¹	2000
Syitä vastaan kohtisuoraan, syrjä	$E_{90,edge,mean}$	H	430	2400	2400
Syitä vastaan kohtisuoraan, lape	$E_{90,flat,mean}$	I	130	130	130
Liukumoduuli:					
Syrjä	$G_{0,edge,mean}$	J	600	600	600
Lape, syiden suuntaan	$G_{0,flat,mean}$	K	600	60	120
Lape, syitä vastaan kohtisuoraan	$G_{90,flat,mean}$	L	-	22	22
Tiheys	ρ_{mean}	-	510	510	510

¹ Viilurakenteelle I-III-I voidaan käyttää arvot 14,0; 2900 ja 3300 arvojen 8,0; 1000 ja 1200 sijasta.

 A. Taivutus syrjällään, syiden suuntaan (m,0,edge)	 B. Taivutus lappeellaan, syiden suuntaan (m,0,flat)	 C. Taivutus lappeellaan, syitä vastaan kohtisuoraan (m,90,flat)
 D. Veto, syiden suuntaan (t,0)	 E. Veto syrjällään, syitä vastaan kohtisuoraan (t,90,edge)	 F. Veto lappeellaan, syitä vastaan kohtisuoraan (t,90,flat)
 G. Puristus, syiden suuntaan (c,0)	 H. Puristus syrjällään, syitä vastaan kohtisuoraan (c,90,edge)	 I. Puristus lappeellaan, syitä vastaan kohtisuoraan (c,90,flat)
 J. Leikkaus syrjällään, syiden suuntaan (v,0,edge)	 K. Leikkaus lappeellaan, syiden suuntaan (v,0,flat)	 L. Leikkaus lappeellaan, syitä vastaan kohtisuoraan (v,90,flat)

Kuva 1. Lujuuden ja jäykkyyden merkinnät eri vaikutussuunnissa.

6.3 Kosteuspitoisuuden ja kuormitusajan vaikutukset lujuuteen otetaan suunnittelussa huomioon muunnoskertoimella k_{mod} ja muodonmuutoksiin muunnoskertoimella k_{def} Eurokoodin mukaisesti. Kerto-Q tuotteiden ollessaan lappeellaan käytetään vanerin k_{mod} ja k_{def} -arvoja. Kerto-Q tuotteiden ollessaan syrjällä käytetään LVL:n k_{mod} ja k_{def} -arvoja.

6.4 Rakenneosan kokovaikutus lujuuteen pitää ottaa huomioon. Syrjätaivutuksessa käytetään Eurokoodi 5:ssä annettua k_h kerrointa ja sytten suuntaisessa vedossa k_f kerrointa. Kokovaikutuksen eksponentti s on annettu taulukossa 4.

6.5 Taulukossa 4 annettuja ominaisarvoja voidaan käyttää sellaisenaan kun lämpötila ylittää 50 °C vain satunnaisesti.

6.6 Mitoituksessa ei yleensä tarvitse erikseen huomioida lämpötilan muutoksen aiheuttamia vaikutuksia sillä kertopuutuotteiden mitat eivät merkittävästi muutu lämpötilan muuttuessa.

6.7 Joissakin sovellutuksissa Kerto-Q tuotteet sahataan pintaviilun syynsuuntaan nähden kulmaan α . Suunnan vaikutus lujuusarvoihin otetaan huomioon taulukon 5 mukaisella muunnoskertoimella.

Taulukko 5. Lujuuden muunnoskerroin kun Kerto-Q tuotteet sahataan pintaviilun syynsuuntaan nähden kulmaan α .

	Kulma α				
	0	15	30	45 - 60	90
Taivutus syrjällä	1,00	0,40	0,25	0,20	0,20
Taivutus lappeella	1,00	0,50	0,25	0,20	0,20
Veto syiden suuntaan	1,00	0,30	0,20	0,15	0,20
Puristus syiden suuntaan	1,00	0,50	0,35	0,25	0,35
Kimmomoduuli	1,00	0,40	0,15	0,10	0,10

6.8 Rakennesuunnittelijan tulee erikseen arvioida ja hyväksyä rakennustyömaalla tehtävät reiät ja loveukset. Mitoitettaessa tuen kohdalta lovettuja palkkeja Eurokoodi 5:n mukaan voidaan käyttää seuraavia k_n arvoja:

$$k_n = \begin{cases} 6 & \text{Kerto-S, syrjä} \\ 16 & \text{Kerto-Q, syrjä} \end{cases}$$

6.9 Kertopuutuotteiden reikien mitoitus on esitetty liitteessä A.

6.10 Kertopuutuotteet tulee suunnitella niin, että kosteuspitoisuuden vaihteluista johtuvat muodonmuutokset eivät aiheuta rakenteissa liian suuria jännityksiä. Erityistä huomiota tulee käyttää liitosten suunnittelussa.

6.11 Kertopuutuotteiden puikkoliitosten mitoitus on esitetty liitteissä B ja C.

6.12 Rakennesuunnittelijan tulee arvioida asennusvaiheessa olevien rakenneosien väliaikaisen jäykistyksen tarpeellisuutta.

6.13 Mitoittaessa kertopuutuotteita puristukselle syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa voidaan kontaktipintaa kasvattaa taulukon 6 mukaisesti. Lisäksi voidaan käyttää taulukon 6 mukaisia $k_{c,90}$ kertoimia.

Taulukko 6. Kontaktipinnan pituus ja $k_{c,90}$ kertoimet.

Puristus	Kontaktipinnan pidennys ¹	$k_{c,90}$ ²	
		(a)	(b)
Kerto-S, syrjä	30 mm pitkittäin	1,0	1,0
Kerto-S, lape	30 mm pitkittäin 15 mm poikittain	1,4	1,6
Kerto-Q, syrjä	0 mm pitkittäin	1,3	1,3
Kerto-Q, lape	30 mm pitkittäin 15 mm poikittain	1,4	1,6

¹ Todellista kontaktipintaa voidaan kasvattaa molemmilta puolilta, ei kuitenkaan enempää kuin mitan a , l tai $l_1/2$ verran, katso Eurokoodi 5.

Pitkittäin = kontaktipituus pintaviilujen syitten suunnassa.

Poikittain = kontaktipituus pintaviilujen syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa.

² Jatkuvilla tuilla käytetään sarakkeen (a) arvoja ja erillisillä tuilla missä $l_1 \geq 2h$ sarakkeen (b) arvoja, katso Eurokoodi 5.

7. Kosteustekniset ominaisuudet

7.1 Kertopuutuotteiden kosteuspitoisuus ω on toimitettaessa noin 8 - 10 %. Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaikutuksesta kosteuspitoisuus vaihtelee jatkuvasti. Käyttöluokassa 1 kosteuspitoisuus on yleensä 6 - 10 % ja käyttöluokassa 2 yleensä 10 - 16 %.

Kosteuspitoisuus ω määritellään yhtälöllä

$$\omega = \frac{m_{\omega} - m_0}{m_0}$$

missä m_{ω} on tuotteen paino kosteuspitoisuuden ollessa ω ja m_0 on tuotteen kuivapaino.

7.2 Kertopuutuotteet turpoavat kosteuspitoisuuden kasvaessa ja kutistuvat kosteuspitoisuuden vähentyessä. Näiden mittamuutosten suuruus riippuu syiden suunnasta. Kastuminen aiheuttaa pysyviä muodonmuutoksia, vaurioittaa pintaviiluja sekä irrottaa oksia.

Kertopuutuotteiden pituuden muutos ΔL voidaan laskea seuraavan yhtälön avulla:

$$\Delta L = \Delta \omega \cdot \alpha_H \cdot L$$

missä $\Delta \omega$ on kosteuspitoisuuden muutos [%], α_H on kosteuden muodonmuutoskerroin ja L on pituus. Kosteuden muodonmuutuskertoimet on annettu taulukossa 7.

Taulukko 7. Kosteuden muodonmuutuskertoimet.

	Kerto-S	Kerto-Q
Paksuus	0,0024	0,0024
Leveys	0,0032	0,0003
Pituus	0,0001	0,0001

7.3 Kertopuutuotteiden vesihöyryn diffuusiovastuskerroin μ on annettu taulukossa 8.

Taulukko 8. Vesihöyryn diffuusiovastuskerroin μ .

	Kerto-S	Kerto-Q
Paksuussuunnassa	80	62
Leveyssuunnassa	82	9,5
Pituussuunnassa	3,9	4,7

8. Paloturvallisuus

8.1 Kertopuutuotteen palonkestävyys mitoitetaan Eurokoodi 5:n mukaan seuraavasti:

Hiiltemissävyvyyden mitoitussarvo $d_{char,0}$ yksidimensionaalisessa hiiltemisessä lasketaan yhtälöstä

$$d_{char,0} = \beta_0 t$$

missä t on palorasituksen kesto ja β_0 on yksidimensionaalisen hiiltemisnopeuden mitoitussarvo standardipalorasituksessa. Kertopuutuotteiden β_0 on 0,65 mm/min.

Nimellisen hiiltemissävyvyyden mitoitussarvo $d_{char,n}$ johon sisältyy kulmapyöritysten ja halkeamien vaikutus lasketaan yhtälöstä

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

missä t on palorasituksen kesto ja β_n on nimellisen hiiltemisnopeuden mitoitussarvo jonka arvoon sisältyy kulmapyöritysten ja halkeamien vaikutus. Kertopuutuotteiden β_n on 0,70 mm/min.

Kertopuutuotteiden palonkestävyyden lisäksi suunnittelijan tulee erikseen tarkistaa liitosten palonkestävyys.

8.2 Pintakäsittelemättömät kertopuutuotteet kuuluvat paloluokkaan D-s1, d0.

8.3 Kertopuutuotteiden palokuorma on 17 MJ/kg.

8.4 Tämä sertifikaatti ei koske palosuojattuja kertopuutuotteita.

9. Hygienia, terveys ja ympäristö

9.1 Ulkokäyttö tai käyttö liian kosteissa olosuhteissa voi aiheuttaa homeen kasvua kertopuutuotteiden pinnoilla. Jos tällaisia olosuhteita on odotettavissa pystytyksen aikana, niin on syytä käyttää siveltävää tai ruiskutettavaa pintakäsittelyä. Tämänkaltaisella käsittelyllä ei ole haitallisia vaikutuksia kertopuutuotteiden lujuusominaisuuksiin.

9.2 Jos liiallinen kastuminen on aiheuttanut kertopuutuotteiden pinnoilla homekasvustoa, se tulee poistaa hiomalla.

9.3 Kertopuutuotteiden formaldehydiluokka on E1.

10. Lämmöneristävyys

10.1 Kertopuutuotteiden lämmönjohtavuus on 0,13 W/(m K).

11. Kestävyys

11.1 Kertopuutuotteissa käytettävä liima soveltuu käyttöluokkiin 1, 2 ja 3. Kertopuutuotteita voidaan käyttää käyttöluokissa 1 ja 2 Eurokoodi 5:n mukaisesti. Nämä luokat vastaavat EN 355-1:ssä määritellyjä käyttöluokkia 1 ja 2. Kertopuutuotteita ei tulisi käyttää käyttöluokassa 3 ilman erillistä suojaavaa käsittelyä. Rakennesuunnittelijan tulee huolehtia rakenteellisista yksityiskohdista ja varmistua siitä ettei vesitaskuja muodostu.

Pystytyksen aikana kertopuutuotteet ja rakenteet kestävät hyvin tilapäistä kostumista ilman lahovaurioita, jos niiden annetaan jälkeenkäin kuivua riittävästi.

11.2 Kertopuutuotteet voidaan tarvittaessa tai paikallisten viranomaisten vaatiessa kyllästää biologisia rasituksia vastaan noudattaen paikallisia säännöksiä. Tämä sertifikaatti ei koske kyllästettyjä kertopuutuotteita. Kaikki kyllästyksen vaikutukset kertopuutuotteiden ominaisuuksiin tulee huomioida erillisten selvitysten mukaisesti.

ASENNUS JA KÄYTTÖOHJEET

12. Valmistajan ohjeet

12.1 Kertopuutuotteita tulee käsitellä varovaisesti, jotta ne eivät vaurioidu tai likaannu.

12.2 Kertopuutuotteita voidaan työstää tavanomaisilla puuntyöstömenetelmillä kuten esimerkiksi sahaamalla, höyläämällä, poraamalla, naulaamalla ja ruuvaamalla.

12.3 Kertopuutuotteiden asennuksessa ja käytössä tulee noudattaa yleisiä puurakentamiseen liittyviä ohjeita.

12.4 Käytön jälkeen kertopuutuotteet tulee hävittää paikallisten vaatimusten mukaisesti. Yleensä tuotteet voidaan käyttää uudestaan, kompostoida tai polttaa.

TEKNISET SELVITYKSET

13. Alkuarviointi

13.1 Kertopuutuotteiden alkuarviointi perustuu eurooppalaisiin tuotestandardeihin sekä VTT Expert Services Oy:n kokemukseen kertopuutuotteiden sekä muiden kantavien puutuotteiden ominaisuuksista ja toiminnasta.

13.2 Lujuuslaskelmissa käytettävät ominaisarvot perustuvat useimpien ominaisuuksien osalta menetelmiin, jotka on määritelty standardissa EN 14374.

13.3 Kosteuskäyttäytymisen arviot perustuvat VTT Expert Services Oy:n kokemukseen ja Teknillisessä Korkeakoulussa tehtyihin kokeisiin.

13.4 Paloturvallisuudessa käytettävä hiiltymisnopeus perustuu Eurokoodi 5:n taulukkoarvoihin. Palokäyttäytyminen perustuu euroluokituksen mukaisiin testeihin. Palokuorman suuruus perustuu Ympäristöministeriön taulukoituihin arvoihin.

13.5 Vapautuvan formaldehydin määrä perustuu kokeisiin.

13.6 Lämmönjohtavuus perustuu taulukkoarvoihin, jotka on annettu standardissa EN 12524.

13.7 Biologinen kestävyys on selvitetty standardin EN 350 mukaan.

14. Alkutarkastus

14.1 Tehtaiden laadunvalvonnan ja tuotannon alkutarkastukset perustuvat eurooppalaiseen tuotestandardiin sekä VTT Expert Services Oy:n kokemukseen kertopuutuotteiden sekä muiden kantavien puutuotteiden valmistuksesta ja valvonnasta.

14.2 Tehtaiden laadunvalvonnan alkutarkastuksessa VTT Expert Services Oy totesi, että valmistaja on luonut, dokumentoinut ja ylläpitänyt laadunvalvontajärjestelmää, joka täyttää standardissa EN 14374 asetetut vaatimukset. Tämän lisäksi valmistaja tekee EN 14374 mukaan vaadittuja laadunvalvontatestejä.

14.3 Tehtaiden tuotannon alkutarkastuksessa VTT Expert Services Oy totesi, että tuotantomenetelmät, tuotantolaitteet ja niiden valvonta ovat dokumentoidun laadunvalvontajärjestelmän mukaiset.

SERTIFIKAATIN VOIMASSAOLO

15. Sertifikaatin voimassaoloaika

Tämä sertifikaatti on voimassa enintään viisi vuotta myöntämispäivästä laskien.

16. Voimassaolon ehdot

Sertifikaatti on voimassa sillä edellytyksellä, että tuotetta ei oleellisesti muuteta ja että valmistajalla on voimassaoleva sertifiointisopimus. Luettelo voimassaolevista sertifikaateista on saatavissa VTT Expert Services Oy:stä.

17. Muut ehdot

Tässä sertifikaatissa esitetyt viittaukset standardeihin ja ohjeisiin koskevat näitä siinä muodossa, kuin ne olivat voimassa sertifikaatin antopäivänä.

Tässä sertifikaatissa esitetyt suositukset tuotteen turvallisesta käytöstä ovat vähimmäisvaatimuksia, joita on noudatettava tuotetta käytettäessä. Sertifikaatti ei kumoa laissa ja asetuksissa esitettyjä nykyisiä tai tulevia vaatimuksia. Sen lisäksi, mitä tässä sertifikaatissa on esitetty, noudatetaan suunnittelussa, valmistuksessa ja käytössä yleistä hyvää rakentamistapaa.

Tuotteen laadusta ja jatkuvasta laadunvalvonnasta vastaa valmistaja. VTT Expert Services Oy ei tämän sertifikaatin myöntäessään sitoudu minkäänlaiseen vahingonkorvausvastuuseen henkilö- tai muusta vahingosta, mikä sertifikaatin mukaista tuotetta käytettäessä välittömästi tai epäsuorasti mahdollisesti aiheutuu.

VTT Expert Services Oy:n käsityksen mukaan Kerto LVL soveltuu tässä sertifikaatissa esitetyllä tavalla rakennuskäyttöön. Tämä sertifikaatti nro VTT-C-184-03 on edellä olevan mukaisesti myönnetty Metsäliitto Osuuskunnalle Metsä Wood:lle

VTT Expert Services Oy:n puolesta 28.8.2012



Tiina Ala-Outinen
Palvelupäällikkö



Mikael Fonselius
Pääarvioija

VTT EXPERT SERVICES OY

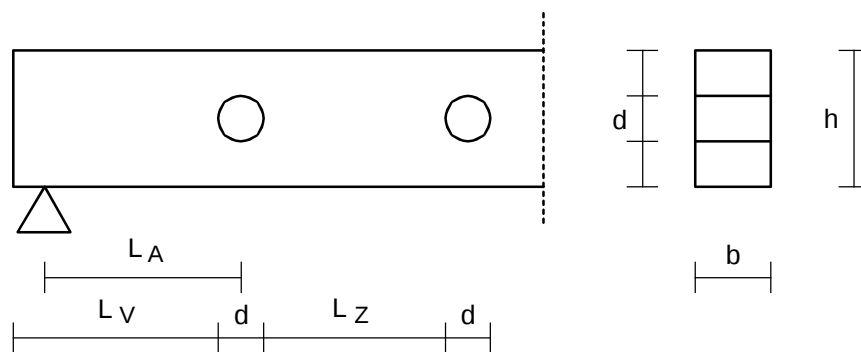
Sertifiointi ja Tuotehyväksyntä
PL 1001, 02044 VTT

Puh. 020 722 111
Fax 020 722 7003

etunimi.sukunimi@vtt.fi
www.vtt.fi
Y-tunnus 2297513-2

LIITE A: REIKIEN MITOITUS

Seuraavassa esitetään neutraaliakselille sijoitettujen pyöreiden reikien mitoitusohje, kun reiän halkaisija on yli 50 mm. Pystysuuntainen sijaintitoleranssi on $\pm 5\%$.



Kuva 1. Mittojen ja etäisyyksien määrittely.

Kuvassa 1 esitettyjen mittojen ja etäisyyksien tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

$$L_V \geq h$$

$$L_Z \geq \max \begin{cases} h \\ 300 \end{cases}$$

$$L_A \geq h/2$$

$$d \leq h/2$$

Rakenneosan taivutuskestävyys lasketaan reiän kohdalla tavanomaiseen tapaan (reiän vaikutus taivutusvastukseen otetaan huomioon). Leikkauskestävyys tarkastellaan reiän kohdalla vaikuttavalle leikkausvoimalle V samalla tavalla kuin sellaisen loven tapauksessa, jossa vaikuttaa leikkausvoima $V/2$. Ulkoisen kuorman aiheuttaman leikkausjännityksen mitoitusarvon τ_d tulee olla pienempi kuin rakenneosan leikkauslujuuden mitoitusarvo $f_{v,d}$.

$$\tau_d = \frac{3}{2} \frac{V}{b(h-d)} \leq k_v f_{v,d}$$

missä Kerto-S tuotteelle

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{9(1.1 + \sqrt{h/2})}{\sqrt{d(h-d)}} \end{array} \right.$$

ja Kerto-Q tuotteelle

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} h/(h-d) \\ \frac{24(1.1 + \sqrt{h/2})}{\sqrt{d(h-d)}} \end{array} \right.$$

Laskennassa voidaan käyttää taulukossa A1 annettuja arvoja.

Taulukko A1. Sallittu reikäkoko Kerto-S ja Kerto-Q tuotteille.

Palkin korkeus h [mm]	Sallittu reikä missä tahansa neutraaliakselilla d [mm]	Etäisyys palkin päästä L _V min [mm]	Etäisyys tuesta L _A min [mm]	Reikien välinen etäisyys L _Z min [mm]	Suurin sallittu reiän koko d [mm]
200	20	200	100	300	100
220	22	220	110	300	110
225	22,5	225	112,5	300	112
260	26	260	130	300	130
300	30	300	150	300	150
360	36	360	180	360	180
400	40	400	200	400	200
450	45	450	225	450	225
500	50	500	250	500	250
540	50	540	270	540	270
600	50	600	300	600	300
750	50	750	375	750	375
900	50	900	450	900	450

Taulukko A2. Reiällisen Kerto-S tuotteen leikkauskestävyyden prosenttiosuus ehjän palkin leikkauskestävyydestä.

Korkeus	Reiän halkaisija [mm]														
h [mm]	30	40	50	60	80	100	130	150	175	200	225	250	300	350	400
200	85	80	75	70	60	50									
220	86	82	77	73	63	52									
225	87	82	78	73	63	52									
260	88	85	81	77	65	55	43								
300	100	87	83	80	66	57	46	40							
360	100	89	86	81	68	59	48	43	36						
400	100	100	88	82	69	59	49	44	39	34					
450	100	100	89	82	69	60	51	46	40	36	32				
500	100	100	100	82	70	61	51	46	41	37	34	30			
540	100	100	100	83	70	61	52	47	42	38	35	31			
600	100	100	100	83	70	62	53	48	43	39	36	33	28		
750	100	100	100	83	71	63	54	49	45	41	38	35	30	26	
900	100	100	100	83	71	63	54	50	45	42	39	36	32	28	25

Taulukko A3. Reiällisen Kerto-Q tuotteen leikkauskestävyyden prosenttiosuus ehjän palkin leikkauskestävyydestä.

Korkeus	Reiän halkaisija [mm]														
h [mm]	30	40	50	60	80	100	130	150	175	200	225	250	300	350	400
200	100	100	100	100	100	100									
220	100	100	100	100	100	100									
225	100	100	100	100	100	100									
260	100	100	100	100	100	100	100								
300	100	100	100	100	100	100	100	100							
360	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
400	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91					
450	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	86				
500	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	90	81			
540	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	84			
600	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	87	74		
750	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	80	70	
900	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	84	75	67

LIITE B: LEIKKAUSKUORMITETTUIJEN PUIKKOLIITOSTEN SUUNNITTELU

Yleistä

Leikkauskuormitettujen puiikkoliitosten suunnitteluperiaatteet on esitetty standardissa EN 1995-1-1+A1:2008 (Eurokoodi 5) ja niitä voidaan soveltaa kertopuutuotteille seuraavilla Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden ominaisuuksista johtuvilla suunnitteluarvojen ja -periaatteiden täydennyksillä ja muutoksilla. Tämä liite koskee kertopuutuotteiden lape- ja syrjäliitoksia. Lapeliitoksissa liittimet ovat kohtisuorassa pintaviilua vastaan, kun syrjäliitoksissa liittimet ovat viilujen suuntaisia ja kohtisuorassa pintaviilujen syynsuuntaa vastaan.

Kerto-Kerto ja Kerto-teräs liitosten osavarmuuslukuna γ_M voidaan käyttää arvoa 1,2 murtorajatilamitoituksen perusyhdistelmissä ellei EN 1995-1-1 kansallisessa liitteessä ole muuta esitetty.

EN 1995-1-1 yhtälöä (8.4) ei käytetä Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa, koska Kerto-Q tuote sisältää poikkiviiluja, jotka ehkäisevät syitä vastaan kohtisuoraan vaikuttavasta voimasta johtuvaa halkeamista.

Naulaliitokset

Eurokoodi 5:ssä määritellyjä naulaliitosten sääntöjä voidaan soveltaa kertotuotteille seuraavin lisäyksin.

Kerto-Q tuotteen syrjäliitoksissa kohdan 8.3.1.1(5) mukaista reunapuristuslujuutta $f_{h,k}$ pienennetään kertoimella $(1-2/d) \geq 1/3$, missä d on naulan halkaisija [mm].

Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa kohta 8.3.1.1(8) jätetään huomiotta. Naulat voidaan sijoittaa suoriin riveihin Kerto-Q tuotteilla ilman lukumäärävähennystä laskettaessa kuormituskestävyyttä.

EN 1995-1-1 yhtälössä (8.17) oleva kerroin k_{ef} lasketaan syrjäliitoksissa alla olevan kaavan mukaisesti:

$$k_{ef} = 1 - 0,03(20d - a_1) / d \leq 1$$

EN 1995-1-1 taulukon 8.2 sarakkeessa $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ esitettyjä naulojen sijoittelun minimiarvoja voidaan käyttää Kerto-S tuotteen lapeliitoksissa ilman esiporausta. Syrjäliitoksissa naulojen sijoittelun minimiarvoina tulisi käyttää taulukon 8.2 saraketta $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$.

Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa ilman esiporausta voidaan naulojen sijoittelussa käyttää seuraavia vähimmäisetäisyyksiä (kohta 8.3.1.2(5)):

$$a_1 = (5 + 2|\cos \alpha|)d$$

$$a_2 = 5d$$

$$a_{3,t} = (4 + 3|\cos \alpha|)d$$

$$a_{3,c} = 4d$$

$$a_{4,t} = (3 + 4|\sin \alpha|)d$$

$$a_{4,c} = 3d$$

Eurokoodi 5:n kohtia 8.3.1.2(6) ja 8.3.1.2(7) ei tarvitse huomioida Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa. Kerto-Q tuotteen paksuutta ei ole rajoitettu esiporatuissa naulaliitoksissa. Kerto-S tuotteen lapeliitoksissa tulee noudattaa Eurokoodi 5 kohtaa 8.3.1.2(6) ja kohta 8.3.1.2(7) jätetään huomiotta. Kohtaa 8.3.1.2(7) on käytettävä syrjäliitoksille.

Hakasliitokset

Eurokoodi 5 annettuja ohjeita leikkauskuormitetuista hakasista voidaan soveltaa myös kertopuutuotteiden liitoksissa. Kuormituskestävyys hakasta kohden tarkastellaan Eurokoodi 5 kohdan 8.4(5) mukaisesti vastaavasti kuin kahden naulan kestävyys kertopuutuotteen lape- tai syrjäliitoksissa.

Pultti- ja tappivaarnaliitokset

Eurokoodi 5:ssä annetut ohjeet soveltuvat kertopuutuotteiden pultti- ja tappivaarnaliitosten mitoittamiseen seuraavin lisäyksin ja korvauksin.

Kerto-Q tuotteella Eurokoodi 5 kohta 8.2.1.1(2) korvataan seuraavasti:

Enintään 30 mm paksuille pulteille ja tappivaarnoille käytetään kulmassa α syysuuntaan nähden seuraava Kerto-Q tuotteen reunapuristuslujuuden arvoja:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \geq f_{h,45,k}$$

$$f_{h,0,k} = 37 k_Q (1 - 0,01d)$$

missä:

$$k_Q = \begin{cases} 1 & \text{lapeliitok sille} \\ 1 - \frac{2}{d} \leq 0,87 & \text{syrjäliito ksille} \end{cases}$$

$$k_{90} = 1,15 + 0,015d$$

ja:

$f_{h,0,k}$ on reunapuristuslujuuden ominaisarvo pintaviilun syynsuunnassa, N/mm²;

α on kuormituksen suunta pintaviilun syynsuuntaan nähden;

d on liittimen halkaisija, mm.

Huom: $f_{h,\alpha,k} = f_{h,45,k}$, kun $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$.

Pultti- ja tappivaarnaliitoksissa Kerto-S tuotteen ja syrjäliitoksissa Kerto-Q tuotteen minimiarvot liitinvälille syynsuuntaan a_1 ja päätyetäisyydelle kuormitetusta reunasta $a_{3,t}$ (Eurokoodi 5 taulukot 8.4 ja 8.5) ovat seuraavat::

$$a_1 = (4 + 3|\cos \alpha|)d \quad ^1)$$

$$a_{3,t} = \max \begin{cases} 7d \\ 105 \text{ mm} \end{cases} \quad ^2)$$

¹⁾ Liitinväli voidaan pienentää arvoon $5d$ saakka edellyttäen että reunapuristuslujuutta $f_{h,0,k}$ pienennetään kertoimella $\sqrt{\frac{a_1}{(4 + 3|\cos \alpha|)d}}$.

²⁾ Kun $d < 15$ mm, päätyetäisyys voidaan pienentää arvoon $7d$ saakka edellyttäen että reunapuristuslujuutta $f_{h,0,k}$ pienennetään kertoimella $\frac{a_3}{105 \text{ mm}}$.

Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa pulteille ja tappivaarnoille voidaan käyttää seuraavia minimivälejä ja -etäisyyksiä, kohdat 8.5.1.1(3) ja 8.6(3):

Minimietäisyydet	Pultti Kerto-Q liitos	Tappivaarna Kerto-Q liitos
a_1 (syiden suuntaan)	$4d$	$(3+ \cos\alpha)d$
a_2 (syitä vastaan kohtisuoraan)	$4d$	$3d$
$a_{3,t}$ (kuormitettu pääty)	$\max(4d; 60 \text{ mm})^{*)}$	$\max(4d; 60 \text{ mm})^{*)}$
$a_{3,c}$ (kuormittamaton pääty)	$4d$	$(3+ \sin\alpha)d$
$a_{4,t}$ (kuormitettu reuna)	$\max\{(2+2 \sin\alpha)d; 3d\}$	$\max\{(2+2 \sin\alpha)d; 3d\}$
$a_{4,c}$ (kuormittamaton reuna)	$3d$	$3d$
*) Kun $d < 15 \text{ mm}$, päätyetäisyyttä voidaan pienentää arvoon $4d$ saakka edellyttäen että reunapuristuslujuutta $f_{h,0,k}$ pienennetään kertoimella $a_{3,t}/(60 \text{ mm})$.		

Pulteille ja tappivaarnoille, jotka muodostavat momenttia siirtävän Kerto-Kerto lapeliitoksen ympyräkehänmuotoisella liitinasettelulla, voidaan käyttää seuraavia minimivälejä ja -etäisyyksiä:

Minimietäisyydet	Kerto-S - Kerto-Q ¹⁾	Kerto-S - Kerto-S	Kerto-Q - Kerto-Q
Päätyetäisyys	$6d$ Kerto-S $4d$ Kerto-Q	$7d$	$4d$
Reunaetäisyys	$4d$ Kerto-S $3d$ Kerto-Q	$4d$	$3d$
Liitinväli kehällä	$5d$	$6d$	$4d$
Kehien välinen etäisyys ²⁾	$5d$	$5d$	$4d$
¹⁾ kun Kerto-Q:ta käytetään ulkopuolisena osana			
²⁾ kehien säteiden välillä			

Liitosalueen puustamurtokestävyys

Seuraavia ohjeita tulee noudattaa leikkausvoiman kuormittamille kertopuutuotteiden pultti- ja tappivaarna liitoksille, kun voimalla on puun syiden suuntainen komponentti. Nämä ohjeet korvaavat Eurokoodi 5:n kohdat 8.1.2(4)-(5) ja 8.5.1.1(4) sekä liitteen A (liittimien tehollinen lukumäärä ja lohkeamis-/palamurtuminen). Nämä ohjeet pätevät niin puu-puu liitokselle kuin puu-teräs liitoksille.

Jotta puun syiden suuntainen liitosvoimakomponentti $F_{0,Ed}$ ei aiheuta liitosalueen puun halkeamista, leikkautumista tai vetomurtoa, tulee seuraavan ehdon olla voimassa:

$$F_{0,Ed} \leq F_{0,Rd} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} F_{0,Rk} \quad (B.1)$$

missä $F_{0,Rk}$ on liitosalueen puustamurtokestävyuden ominaisarvo laskettuna seuraavan yksinkertaistetun menetelmän tai kaavan (B.2) mukaan.

Yksinkertaistettu menetelmä

Tätä yksinkertaistettua menetelmää voidaan käyttää yleisen tarkastelun sijaan kertopuutuotteiden lapeliitoksissa, mikäli seuraavat ehdot täyttyvät:

- liittimien lukumäärä $n \leq 25$;
- liittimien lukumäärä syysuunnassa $n_1 \leq 5$;
- kaikkien kertopuulamellien paksuudet $t_i \geq 3d$ ja teräs-puu liitoksissa keskimmäisen kertopuulamellin paksuus $t_2 \geq 5d$;
- tappivaarnojen etäisyys syitä vastaan kohtisuoraan $a_2 \geq 3,5d$;
- suunnittelussa käytettävän kiinnikkeen vetolujuus $f_{u,k} \leq 800 \text{ N/mm}^2$;
- teräs-puu liitoksen mitoitus tehdään ohuen teräslevyn laskentakaavoilla ;
- puuliitoksien köysivaikutusta $F_{ax,Rk}/4$ ei huomioida puu-teräs liitoksissa.

Liitosalueen puustamurtokestävyuden ominaisarvo

$$F_{0,Rk} = n_{1,ef} n_2 F_{v,Rk}$$

missä:

n_2 on vierekkäisten liittimien maksimimäärä puun syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa (katso kuva B.1) ;

$F_{v,Rk}$ on yksittäisen liittimen ominaisleikkauskestävyys puun syiden suuntaisessa kuormituksessa.

Liittimien tehollinen lukumäärä puun syiden suuntaisessa rivissä

$$n_{1,ef} = \min \left\{ n_1; n_1^{0,94} \sqrt{\frac{a \cdot t}{50 \cdot d^2}} \right\}$$

missä:

$$a = \min(a_1; a_3)$$

$$t = \begin{cases} \min(t_1; t_2) & \text{yksileikkiselle liitokselle} \\ \min(2t_1; t_2) & \text{useampileikkiselle puu - puu liitokselle} \\ \min(t_{1,ef}; t_2) & \text{useampileikkiselle puu - teräs liitokselle} \end{cases}$$

$$t_{1,ef} = \min \left\{ t_1; 2 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,0,k} \cdot d}} \right\}$$

missä:

n_1 on liittimien keskimääräinen lukumäärä puun syiden suuntaisessa rivissä ($n_1 = n/n_2$);

d on liittimen halkaisija;

a_1 on liitinväli syynsuunnassa;

a_3 on päätyetäisyys;

t_1, t_2 ovat puun paksuudet Eurokoodi 5 kuvien 8.2 ja 8.3 mukaan

Huom: useampileikkisessä liitoksessa t_1 on reunaosien pienin paksuus ja t_2 on keskiosien pienin paksuus;

$M_{y,Rk}$ on liittimen myötömomentin ominaisarvo;

$f_{h,0,k}$ on reunapuristuslujuuden ominaisarvo puun syiden suunnassa puuosassa t_1 .

Yleinen tarkastelu

Liitosalueen puustamurtokestävyyden ominaisarvo

$$F_{0,Rk} = \sum_{i=1}^m F_{i,0,Rk} \quad (\text{B.2})$$

missä $F_{i,0,Rk}$ on kertopuulamellin i puustamurtokestävyys, joka lasketaan kaavan (B.3) mukaisesti ja m on liitettävien kertopuuosien lukumäärä.

Lamellin i puustamurtokestävyys lasketaan seuraavasti

$$F_{i,0,Rk} = F_{ip,Rk} + F_{ep,Rk} \quad (\text{B.3})$$

Lamellin sisäosan puustamurtokestävyys

$$F_{ip,Rk} = \begin{cases} \min\{A_{h,ip} f_{h,0,k}; F_{tv,k}\} & \text{vedetyt liitokset} \\ \min\{A_{h,ip} f_{h,0,k}; F_{cv,k}\} & \text{puristetut liitokset} \end{cases} \quad (\text{B.4})$$

missä:

$f_{h,0,k}$ on kertopuun reunapuristuslujuus syynsuunnassa ;

$$A_{h,ip} = (n - n_1)dt_i \quad (\text{B.5})$$

$$F_{cv,k} = F_{v,k} + (n_2 - 1)dt_{ef,i} f_{h,0,k} \quad (\text{B.6})$$

$$F_{tv,k} = \begin{cases} F_{t,k} \left(1 - 0,3 \frac{F_{t,k}}{F_{v,k}}\right) & \text{kun } F_{t,k} \leq F_{v,k} \\ F_{v,k} \left(1 - 0,3 \frac{F_{v,k}}{F_{t,k}}\right) & \text{kun } F_{v,k} < F_{t,k} \end{cases} \quad (\text{B.7})$$

missä:

$$F_{t,k} = 1,7n_1^{-0,1}A_{t,ip} f_{t,0,k} \quad (\text{B.8})$$

$$F_{v,k} = k_v n_1^{-0,1}A_{v,ip} f_{v,k} \quad (\text{B.9})$$

n on liittimien lukumäärä ;

n_1 on liittimien keskimääräinen lukumäärä puun syiden suuntaisessa rivissä ($n_1 = n/n_2$) ;

d on liittimen halkaisija ;

t_i on lamellin paksuus $\leq$ liittimen asennussyvyys ;

n_2 on vierekkäisten liittimien maksimimäärä puun syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa (katso kuva B.1);

$f_{t,0,k}$ on Kerto -tuotteen vetolujuus ilman pituusvaikutuskerrointa ;

$f_{v,k}$ on Kerto -tuotteen leikkauslujuus; lapeliitoksissa $f_{v,k} = f_{v,0,edge,k}$ ja syrjäliitoksissa $f_{v,k} = f_{v,0,flat,k}$;

$$k_v = \begin{cases} 0,7 & \text{Kerto-S ja Kerto-Q syrjällään} \\ 1,0 & \text{Kerto-Q lappeellaan} \end{cases}$$

$$t_{ef,i} = \begin{cases} 0,68d \sqrt{\frac{f_y}{f_{h,0,k}}} \leq t_i & \text{reunalamel leille} \\ 1,63d \sqrt{\frac{f_y}{f_{h,0,k}}} \leq t_i & \text{keskilamel leille} \end{cases} \quad (\text{B.10})$$

$$A_{t,ip} = (n_2 - 1)(a_2 - d)t_i \quad (\text{B.11})$$

$$A_{v,ip} = 2(n_2 - 1)((n_1 - 1)a_1 + a_{3,t})t_{ef,i} \quad (\text{B.12})$$

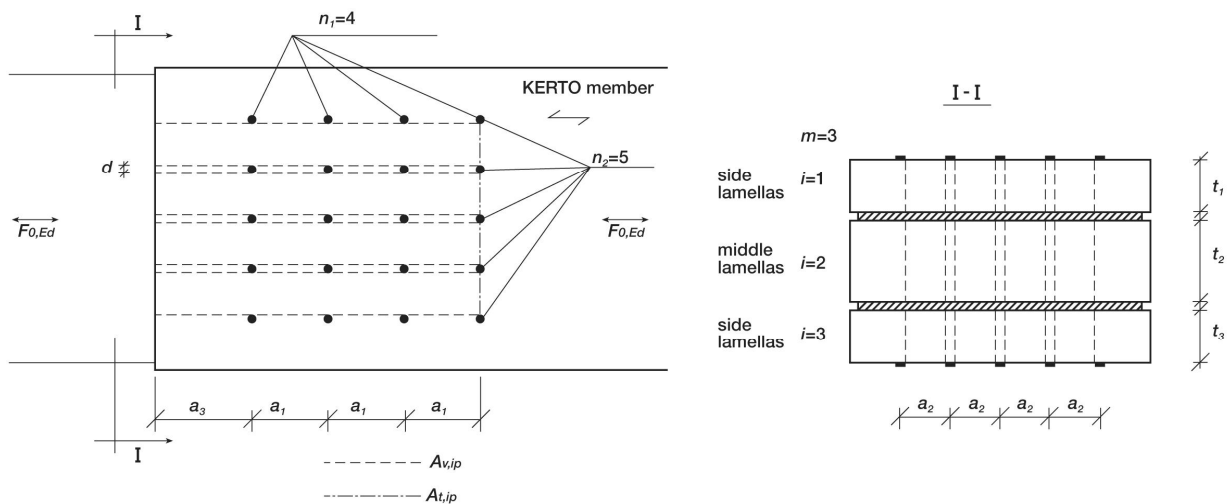
missä:

f_y on liittimen myötölujuus ;

a_1 on liitinväli syynsuunnassa ;

a_2 on liitinväli syitä vastaan kohtisuoraan ;

a_3 on päätyetäisyys.



Kuva B.1. Lamellien sisäosien puustamurtopinnat ja merkinnät

Lamellin reunaosien puustamurtokestävyys

$$F_{ep,Rk} = \begin{cases} \min \{ A_{h,ep} f_{h,0,k}; F_{tv,k}; F_{sv,k}; F_{se,k} \} & \text{vedetyt liitokset} \\ \min \{ A_{h,ep} f_{h,0,k}; F_{cv,k} \} & \text{puristetut liitokset} \end{cases} \quad (\text{B.13})$$

missä:

$$A_{h,ep} = n_1 d t_i \quad (\text{B.14})$$

$$F_{cv,k} = F_{v,k} + d t_{ef,i} f_{h,0,k} \quad (\text{B.15})$$

$$F_{sv,k} = \begin{cases} F_{s,k} \left(1 - 0,3 \frac{F_{s,k}}{F_{v,k}} \right) & \text{kun } F_{s,k} \leq F_{v,k} \\ F_{v,k} \left(1 - 0,3 \frac{F_{v,k}}{F_{s,k}} \right) & \text{kun } F_{v,k} < F_{s,k} \end{cases} \quad (\text{B.16})$$

ja $F_{tv,k}$ lasketaan kuten kaavoissa (B.7) - (B.9) sijoituksilla $A_{t,ip} = k_{t,ep} A_{t,ep}$ ja $A_{v,ip} = A_{v,ep}$:

$$A_{t,ep} = (2a_4 - d)t_i \quad (\text{katso kuva B.2}) \quad (\text{B.17})$$

$$A_{v,ep} = 2((n_1 - 1)a_1 + a_3)t_{ef,i} \quad (\text{B.18})$$

$$k_{t,ep} = \frac{1}{1 + \frac{A_{t,ep}}{A_{v,ep}}} \quad (\text{B.19})$$

missä a_4 on reunaetäisyys.

Kaavojen (B.13) ja (B.16) halkeilukestävyydet

$$F_{s,k} = \frac{14n_1^{0,9}}{s_{hole}} t_{ef,i} (a_3 - 0,5d) f_{t,90,k} \quad (\text{B.20})$$

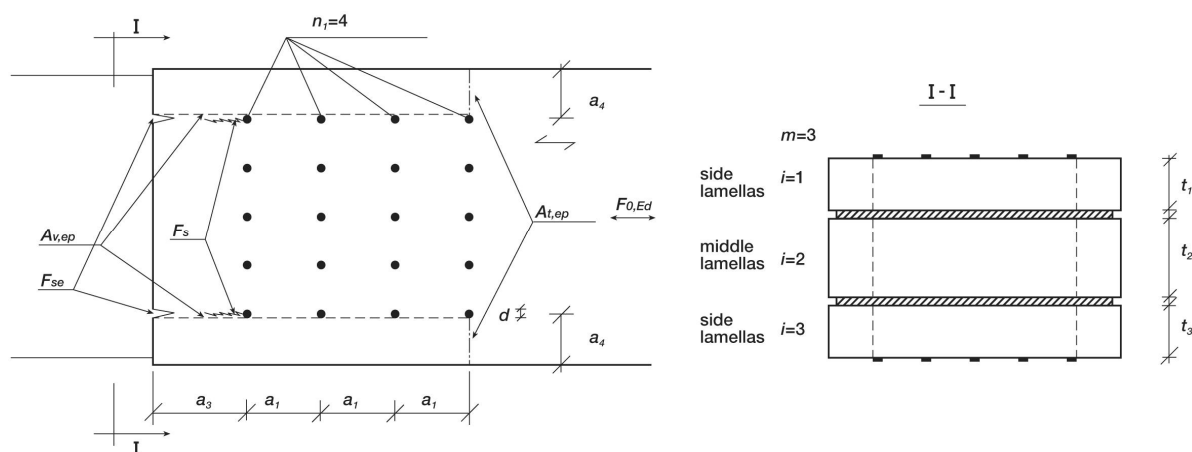
$$F_{se,k} = \frac{14n_1^{0,9}}{s_{end}} t_{ef,i} (a_3 - 0,5d) f_{t,90,k} \quad (\text{B.21})$$

missä:

$f_{t,90,k}$ on kertopuutuotteen vetolujuus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa; Lapeliitoksissa voidaan käyttää $f_{t,90,k} = f_{t,90,edge,k}$; Syrjäliitoksissa voidaan käyttää arvoa $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ N/mm}^2$;

$$s_{hole} = \max \begin{cases} 1 \\ 0,65 \frac{a_3}{a_4} \end{cases} \quad (\text{B.22})$$

$$s_{end} = \frac{2,7}{\cosh \left(\frac{a_3}{a_4} - 1,4 \right)} \quad (\text{B.23})$$



Kuva B.2. Lamellien reunaosien puustamurtopinnat ja merkinnät.

Ruuviliitokset

Leikkauskuormitettuja ruuveja koskevat Eurokoodi 5:n ohjeet ovat sovellettavissa kertopuutuotteiden liitoksiin. Kansiruuveille, joiden nimellishalkaisija $d > 6$ mm, sovelletaan tässä sertifikaatissa leikkauskuormitetuille pulttiliitoksille annettuja suunnitteluohjeiden täydennyksiä ja korvauksia.

Kansiruuveille, joiden sileän osan paksuus $d \leq 6$ mm ja ruuvien nimellispaksuus $d_s = d$ sekä itseporautuville ruuveille, joiden sisähalkaisija $d_1 \leq 0,7d$ ja sileänosan paksuus $d_s \leq 0,8d$, voidaan soveltaa Eurokoodi 5 leikkauskuormitettujen naulojen mitoitusohjeita ottaen huomioon tässä sertifikaatissa annetut leikkauskuormitettuja naulaliitoksia koskevat täydentävät ja korvaavat suunnitteluohjeet. Naulaliitosten ohjeiden mukaan mitoitettaville itseporautuville ruuveille voidaan käyttää seuraavia tehollisen halkaisijan yleistäyksiä:

$$d_{ef} = 0,66d \quad \text{laskettaessa kuormituskestävyyttä ja}$$

$$d_{ef} = 0,8d \quad \text{määriteltäessä minimietäisyyksiä,}$$

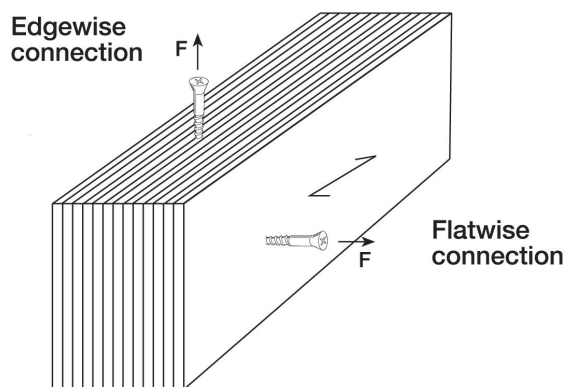
missä d on ruuvien nimellispaksuus (= kierteen ulkohalkaisija).

LIITE C: PITUUSSUUNNASSA KUORMITETTUIJEN PUIKKOLIITOSTEN SUUNNITTELU

Yleistä

EN 1995-1-1+A1:2008 (Eurokoodi 5) mukaisia pituussuunnassa kuormitettujen puikkoliitosten ohjeita voidaan soveltaa Kerto-S ja Kerto-Q tuotteille seuraavassa esitetyn suunnitteluarvoja ja vaatimuksia koskevin lisäyksin ja muutoksin.

Liittimen pituussuunnassa kuormitettujen kertopuuliitoksien (katso kuva C.1) osavarmuuslukuna γ_M voidaan käyttää arvoa 1,2 murtorajatilamitoituksen perusyhdistelmissä ellei EN 1995-1-1 kansallisessa liitteessä ole muuta esitetty.



Kuva C.1. Pituussuunnassa kuormitettu liitin (edgewise connection = syrjäliitos ja flatwise connection = lapeliitos).

Pituussuunnassa kuormitetut naulat

Eurokoodi 5:n kohtia 8.3.2 ja 8.3.3 voidaan soveltaa Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden lapeliitoksissa, kun naulat ovat kohtisuorassa viilutasoon nähden. Syrjäliitoksissa, joissa naulan kärki on kiinnitetty Kerto-S tai Kerto-Q tuotteen syrjään ilman esiporausta, seuraavat suunnitteluohjeiden täydennykset tulee ottaa huomioon.

Kohta 8.3.2(6):

Silleille nauloille, joiden upotussyvyys Kerto-S tai Kerto-Q tuotteen syrjässä on vähintään $12d$, voidaan laskea ulosvetolujuuden ominaisarvo seuraavan kaavan mukaisesti:

$$f_{ax,k} = 0,32d + 0,8 \quad \text{N/mm}^2 \quad (\text{C.1})$$

Kerto-Q tuotteen syrjäliitoksessa pienin sallittu naulan nimellishalkaisija d on 3,1 mm pyöreille nautoille ja 2,8 mm neliskanttisille nautoille.

Kohta 8.3.2(9):

Pituussuunnassa kuormitettujen naulojen syrjäliitosten liitinvälien ja etäisyyksien minimiarvoina käytetään leikkauskuormitetuille nautoille taulukon 8.2 sarakkeessa $420 \leq \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$ annettuja arvoja.

Pituussuunnassa kuormitetut ruuvit

Eurokoodi 5:n kohtia 8.7.2 ja 8.7.3 voidaan soveltaa Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden lapeliitoksiin, kun ruuvit asennetaan kohtisuoraan pintaviilua vastaan. Syrjä- ja vinoruuviliitokset tulee suunnitella seuraavassa annettujen lisäohjeiden mukaisesti.

Pituussuunnassa kuormitetut ruuvit syrjäliitoksissa

Kun ruuvit ovat viilutasojen suuntaiset ja kohtisuorassa pintaviilujen syynsuuntaan vastaan, voidaan EN 1995-1-1+A1:2008 kohdan 8.7.2 ohjeita käyttää Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden syrjäliitoksille seuraavin muutoksin.

Taulukko 8.6 kappale (2), seuraavat muutokset:

- $a_1 = 10d$ pienin ruuviväli syynsuunnassa,
- $a_{1,CG} = 12d$ pienin päätyetäisyys ja
- $a_{2,CG} = 5d$ pienin reunaetäisyys.

Kappaleet (4) ja (5) korvataan seuraavilla ohjeilla:

Itseporautuvien ruuvien liitoksilla EN 14592 mukaisesti

- $4,5 \text{ mm} \leq d \leq 7 \text{ mm}$
- $d_1 \leq 0,7d$
- $d_s \leq 0,8d$, jos sileä osa ulottuu kertopuun syrjään.

missä

d on kierteen ulkohalkaisija;

d_1 on kierteen sisähalkaisija;

d_s on sileän osan halkaisija.

Ulosvetokestävyyden ominaisarvo

$$F_{ax,Rk} = n^{0,9} f_{ax,k} d \ell_{ef} \quad (C.2)$$

missä:

$$f_{ax,k} = 10 \text{ N/mm}^2;$$

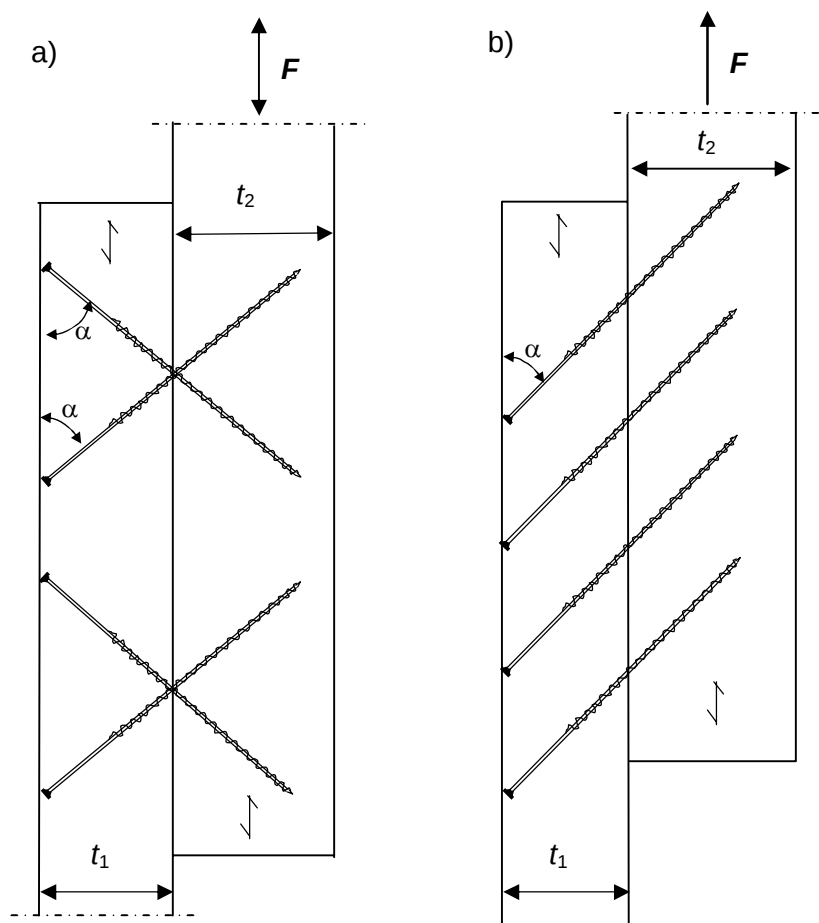
n on liitoksessa yhdessä toimivien ruuvien lukumäärä;

ℓ_{ef} on kierreosan tunkeumasyvyyys.

Huom: Teräksessä tai ruuvien ympärillä puussa tapahtuva murtuminen on tyypiltään hauras, eli murtotilassa syntyvä muodonmuutos on pieni ja siksi jännitysten uudelleen jakautumisen mahdollisuus on rajallinen.

Vinoruuviliitokset

Nämä ohjeet koskevat kuvan C.2 mukaisia yksileikkeisiä liitoksia, joissa ruuvien suuntakulma $\alpha = 30^\circ..60^\circ$ sekä kuormitus suunnan että ruuvattavan pinnan suhteen. Ruuvien tulee olla itseporautuvia ja täys- tai osakierteisiä, missä sileän osan paksuus $d_s \leq 0,8d$, kun d on kierteen ulkohalkaisija.



Kuva C.2. Vinoruuviliitos a) ristiruuviliitos b) vetoruuviliitos.

Ristiruuviliitos

Ristiruuviliitos koostuu symmetrisistä ruuvipareista, joista toinen on puristettu ja toinen vedetty.

Ristiruuviliitoksen leikkauskestävyyden ominaisarvo

$$F_{Rk} = n_p^{0,9} (F_{C,Rk} + F_{T,Rk}) \cos \alpha \quad (C.3)$$

missä:

n_p on ruuviparien lukumäärä liitoksessa;
 α on ruuvauskulma (katso kuva C.2a)

Ruuvien puristuskestävyyden ominaisarvo

$$F_{C,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,1,k} d s_1 \\ f_{ax,2,k} d s_2 \\ 0,8 f_{tens,k} \end{cases} \quad (C.4)$$

ja ruuvien ulosvetokestävyyden ominaisarvo

$$F_{T,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,1,k} d s_1 + f_{head,k} d_h^2 \\ f_{ax,2,k} d s_2 \\ f_{tens,k} \end{cases} \quad (C.5)$$

missä:

$$f_{ax,i,k} = f_{ax,45,k} \left(\frac{\alpha}{150} + 0,7 \right) \left(\frac{8d}{s_i} \right)^{0,2} \quad (C.6)$$

d on kierteen ulkohalkaisija (ruuvien nimellispaksuus);

s_1 on kierreosan pituus kannan puoleisessa puussa;

s_2 on kierreosan pituus kärjen puoleisessa puussa;

$f_{tens,k}$ on EN 14592 mukainen ruuvien vetomurtokestävyys ominaisarvo;

$f_{ax,45,k}$ on ruuvien ulosvetolujuusparametrin ominaisarvo, joka määritetään 45° kulmassa tunkeumasyvyydellä $s_2 \geq 8d$ erikseen Kerto-S ja Kerto-Q lape- ja syrjäiliitoksille EN 14592 mukaisesti; taulukossa C.1 on annettu joidenkin ruuvien ulosvetolujuusparametreja;

α on ruuvauskulma ($30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$), katso kuva C.2;

d_h on ruuvien kannan halkaisija;

$f_{\text{head},k}$ on ruuvien kannan läpivetolujuusparametrin ominaisarvo.

Ruuvien kannan läpivetolujuus määritellään kertopuutuotteille EN 14592 mukaisesti. Kun ruuvien akseliin ja pintaviilujen syysuunnan välinen asennuskulma on 45° , voidaan kannan läpivetolujuus määrittää Kerto-tuotteille seuraavasti:

$$f_{\text{head},k} = 57 \left(\frac{d_h}{d} - 1 \right) \text{ N/mm}^2, \text{ kun } d_h \leq 2d. \quad (\text{C.7})$$

Vetoruuviliitos

Liitoksessa, jossa on ainoastaan vetoruuveja, puiden välinen kontakti on välttämätön. Vetoruuviliitosta ei tulisi käyttää olosuhteissa, joissa on mahdollista, että puun kuivuminen aiheuttaa mittaa $0,2d$ leveämmän raon. Raon suuruus määritellään puun kutistumisen perusteella ruuvien pituuden matkalla ($L \sin \alpha$).

Vetoruuviliitoksen leikkauskestävyyden ominaisarvo

$$F_{Rk} = n^{0,9} F_{T,Rk} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \quad (\text{C.8})$$

missä:

n on ruuvien lukumäärä liitoksessa;

$F_{T,Rk}$ on ulosvetokestävyyden ominaisarvo, kaava (C.5);

α on ruuvauskulma (katso kuva C.2b);

μ on liitoksen puuosien välinen liikekitkakerroin.

Jos molemmat pinnat ovat käsittelemättömiä kertopuutuotteita lappeellaan (höyläämättömiä, hiomattomia ja pinnoittamattomia) voidaan kaavassa (C.8) liikekitkakertoimelle käyttää arvoa $\mu = 0,4$. Käsittelemättömille syrjäliitoksille voidaan käyttää arvoa $\mu = 0,26$.

Vinoruuviliitoksen jäykkyys

Vinoruuviliitoksen hetkellinen siirtymä

$$u_{\text{inst}} = \frac{F}{nK_{\text{ser}}} \quad (\text{C.9})$$

missä:

F on liitosvoima;

n on ruuvien lukumäärä (ristiruuviliitoksissa $n = 2n_p$);

K_{ser} on kaavan (C.10) mukainen pituussuunnassa kuormitetun ruuvinsiirtymäkerroin.

Vetoruuviliitoksen tapauksessa yhtälöön (C.9) tulee lisätä termi, jolla otetaan huomioon mahdollisesta puunosan kutistumisesta (δ) johtuva alkusiirtymä $\delta/\tan\alpha$.

Pituussuunnassa kuormitetuilla ruuveilla siirtymäkerroin

$$K_{ser} = \frac{1}{\frac{1}{K_{1,ser}} + \frac{1}{K_{2,ser}}} \quad (C.10)$$

missä:

$$K_{i,ser} = k_{i,ser} d s_i \quad (C.11)$$

Ruuvin kierreosan ulosvetojäykkyys

$$k_{i,ser} = k_{ser} \left(1 - \frac{|\alpha - 45|}{75} \right) \left(\frac{8d}{s_i} \right)^{0,3} \quad (C.12)$$

missä:

α on ruuvauskulma (katso kuva C.2);

s_i on ruuvin kierreosan pituus puuosassa i;

k_{ser} on ruuvin keskimääräinen ulosvetojäykkyys, joka määritetään kokeellisesti EN 1382 ja EN 26891 mukaan 45° kulmassa ja $s_2 \geq 8d$ asennussyvyydellä erikseen Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden lape- ja syrjäliitoksille. Joidenkin ruuvien ulosvetojäykkyyksiä on esitetty taulukossa C.2.

Rakenteelliset yksityiskohdat

Yksittäisessä liitoksessa ei saa yhdistellä erityyppisiä tai erikokoisia ruuveja. Kaikki ruuvit tulee asettaa samaan kulmaan α . Ruuvit asetetaan keskeisesti liitosvoimaan nähden.

Kerto-S tuotteen paksuuden täytyy olla vähintään (ei koske Kerto-Q tuotetta):

$$t = \max \begin{cases} 5d \\ 12d - 36 \text{ mm} \end{cases} \quad (C.13)$$

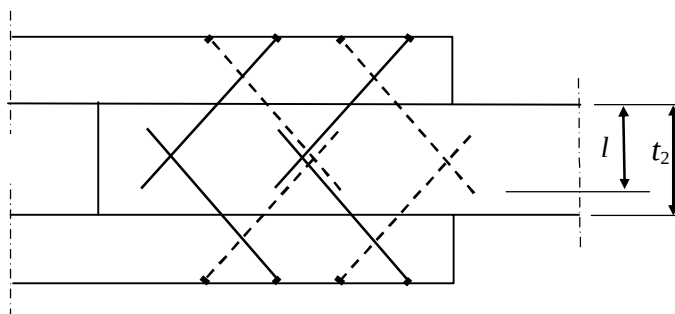
missä d on ruuvin nimellishalkaisija.

Ellei ruuville ole määritelty testaamalla muuta arvoa, tulee asennuksessa noudattaa EN 1995-1-1:2004+A1:2008 taulukon 8.6 mukaisia minimivälejä ja -etäisyyksiä käyttäen syrjäliitosten

tapauksessa seuraavia korvaavia arvoja: $a_1 = 10d$, $a_{1,CG} = 12d$ and $a_{2,CG} = 5d$.

Kolmen osan lapeliitoksessa ruuvit voivat mennä osittain limittäin keskimmaisessä puussa edellyttäen, että mitta ($t_2 - l$) on suurempi kuin $3d$ (katso kuva C.3). Syrjäliitoksessa ruuvien limitystä ei tule käyttää.

Kärjenpuoleisen kierreosan tunkeumasyvyyden tulee olla vähintään $6d$. Ruuvit ruuvataan niin syväälle, että ruuvin kanta on täydessä kontaktissa puun pinnan kanssa. Puuosat tulisi puristaa yhteen siten, että väliin ei jää rakoja. Mikäli esiporausta käytetään, reikä ei saa olla suurempi kuin kierteen sisähalkaisija d_1 .



Kuva C.3 Limittyvät ruuvit.

Ruuvien ulosvetoparametreja

Taulukossa C.1 on esitetty yleis-, AMO III ja SFS-WT-T ruuvien ulosvetolujuusparametrin ominaisarvoja $f_{ax,45,k}$ ja keskimääräisiä ulosvetojäykkyyksiä k_{ser} .

Tässä yleisruuvilla tarkoitetaan EN 14592 mukaisia itseporautuvia ruuveja, joiden sisähalkaisija $d_1 = 0,6...0,7d$ ja kierteen ulkohalkaisija $d = 5,0...7,0$ mm. Kierteen etenemän tulee olla $0,40...0,55d$ per kierros. Taulukoissa C.1 ja C.2 esitetyt arvot koskevat teräväkärkisiä yleisruuveja (kärjen kallistuskulma $15...40^\circ$), joiden kierre voi olla kärjestään aaltomainen, uritettu tai hammastettu ruuvien porautumisen parantamiseksi, mutta joiden kärjessä ei ole erillistä porakärkeä. Yleisruuvien kanta voi olla kartion tai sylinterin muotoinen. Yleisruuvien vetolujuuden $f_{u,k}$ tulee olla vähintään 500 N/mm^2 .

Würthin AMO III-ruuvit ovat täyskierteisiä ja niissä on AW-kolokanta. Taulukoissa C.1 ja C.2 esitetyt arvot koskevat nimellispaksuudeltaan (kierteen ulkohalkaisijaltaan) $d = 7,5$ mm AMO III ruuveja. Ruuvit valmistetaan $d_h = 12,0$ mm uppokannalla (tyyppi 1), kannattomina $d_h = 7,5$ mm (tyyppi 2, AW25) tai $d_h = 8,0$ mm (tyyppi 2, AW30) ja $d_h = 12,5$ mm sylinterikannalla (tyyppi 3). $7,5$ mm AMO III ruuvien vetomurtokestävyyden ominaisarvo $f_{tens,k} = 900 \text{ N}$.

SFS Intecin WT-T ruuvit ovat porakärkisiä ruuveja, jotka on kierteistetty erikseen kannan ja kärjen puolelta siten, että niissä on sileä varsi keskellä ruuvia. Kierreosan ulkohalkaisija (nimellishalkaisija) on SFS-WT-T ruuveille joko 6,5 tai 8,2 mm. Kannan halkaisija d_h on 8,0 mm WT-T-6,5 ruuvilla ja 10,0 mm WT-T-8,2 ruuvilla. WT-T-6,5 ruuvien ominaisvetomurtokestävyytenä voidaan käyttää arvoa $f_{\text{tens},k} = 10000$ N ja WT-T-8,2 ruuvilla vastaavasti $f_{\text{tens},k} = 19000$ N. SFS-WT-T ruuvien asennuksessa voidaan käyttää sekä lape- että syrjäliitoksissa EN 1995-1-1:2004+A1:2008 taulukon 8.6 mukaisia minimivälejä ja -etäisyyksiä seuraavasti pienennettynä: $a_2 = 4d$ and $a_{2,CG} = 3d$.

Taulukko C.1. Yleis-, AMO III- ja SFS-WT-T-ruuvien kierteisen osan ulosvetolujuusparametrin $f_{a,45,k}$ ominaisarvoja

Ruuvi		Yleisruuvi, $d = 5,0-7,0$ mm	AMO III, $d = 7,5$ mm	SFS-WT-T-6,5 SFS-WT-T-8,2
Materiaali ja ruuvauspinta	suunta *)	$f_{a,45,k}$ (N/mm ²)	$f_{a,45,k}$ (N/mm ²)	$f_{a,45,k}$ (N/mm ²)
Kerto-S, lape	0°	14	12	15,5
Kerto-Q, lape	0°			
Kerto-Q, lape	90°			
Kerto-S, syrjä	0°	12	10,5	13,5
Kerto-S, pääty (kärjen puoli)	90°, syrjä			

*) liitosvoiman ja pintaviilujen syysuunnan välinen kulma

Taulukko C.2. Yleis-, AMO III- ja SFS-WT-T-ruuvien kierteisen osan keskimääräisiä ulosvetojäykkyyksiä k_{ser} .

Ruuvi		Yleisruuvi, $d = 5,0-7,0$ mm	AMO III, $d = 7,5$ mm	SFS-WT-T $d = 6,5$ mm	SFS-WT-T $d = 8,2$ mm
Materiaali ja ruuvauspinta	suunta *)	k_{ser} (N/mm ³)	k_{ser} (N/mm ³)	k_{ser} (N/mm ³)	k_{ser} (N/mm ³)
Kerto-S lape	0°	19	17	13	9,5
Kerto-Q lape	0°	21	14	13	9,5
Kerto-Q lape	90°	16	13	11	9
Kerto-S syrjä	0°	13	13	12	9,5
Kerto-S, pääty (kärjen puoli)	90° syrjä				

*) liitosvoiman ja pintaviilujen syysuunnan välinen kulma