

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 - 75 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.

Kerto-tuotteet ovat CE-merkittyjä standardin EN 14374 mukaisesti.

Tässä sertifiikaatissa annetaan lähtötietoja rakenteiden mitoitukselle sekä esitetään tuotteiden käyttöön liittyviä näkökohtia.

SERTIFIOINTIMENETTELY

Tämä sertifiikaatti on myönnetty akkreditoituna, VTT Expert Services Oy on FINAS:n akkreditoima sertifiointilaitos (S017).

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

Tämä sertifiikaatti on voimassa enintään 17.5.2021 asti ja sen voimassaolon ehdot on esitetty kohdassa 16.

MÄÄRÄYKSET, STANDARDIT JA OHJEET

1. Eurooppalaiset tuotevaatimusstandardit

1.1 Kerto-S ja Kerto-Q kertopuutuotteet on CE-merkitty standardin EN 14374 Puurakenteet – Rakenteellinen LVL – Vaatimukset mukaisesti.

1.2 Tämä sertifikaatti antaa Eurokoodien mukaisen mitoitusmenetelmän tarvitsemat lähtötiedot. Koska kansallisia vaatimuksia ei ole harmonisoitu, niin käyttäjää kehoitetaan ottamaan erikseen huomioon käyttökohdetta koskevat kansalliset 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	Durability of wood and wood-based products - Use classes: Definitions, application to solid wood and wood-based products [Puun ja puutuotteiden kestävyys – Käyttöluokat: määritelmät, soveltaminen massiivipuulle ja puutuotteille]
EN 1995-1-1+A1+A2	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 ISO 10456	Rakennusaineet ja -tuotteet. Lämpö- ja kosteustekniset ominaisuudet - Taulukoidut suunnitteluarvot ja menetelmät ilmoitetun lämpöteknisen arvon ja lämpöteknisen suunnitteluarvon määrittämiseksi.

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	— — — —
75	25	— — — —

3.5 Viilut liimataan yhteen säänkestävällä liimalla. Fenoli-formaldehydiliima levitetään tasaisesti viilun toiselle pinnalle. Viilut jatketaan viistesaumoilla käyttämällä fenoli-formaldehydiliimaa. Pintaviilut tuotteen toisella puolella jatketaan kuitenkin melamiini- tai melamiini-urea-formaldehydiliimalla liimatuilla viistesaumoilla. Osa saumoista on puskusaumoja.

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 25 m.

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/Q	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.

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

Poikkileikkauksen suorakulmaisuu den poikkeama saa olla enintään 1:50 (noin $1,1^\circ$).

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 ≥ 400	± 2,0 mm ± 0,5 %
Pituus	Kaikki	± 5,0 mm

t on paksuus

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

3.9 Tuotteet ovat CE-merkittyjä standardin EN 14374 mukaisesti. Tämän sertifi kaatin mukaiset kertopuutuotteet voidaan lisäksi merkitä soikealla VTT tuotesertifi kaattimerkillä.

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

3.11 Valmistajalla on sertifiointi- ja laadunvalvontasopimus VTT Expert Services Oy:n kanssa. Tarkastuskäyntejä 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 Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden ominaislujuudet ja jäykkyydet on annettu taulukossa 4. Kaikki arvot ovat valmistajan suoritusasoilmoituksen mukaiset. Merkinnät eri vaikutussuunnissa on määritelty kuvassa 1. Annetut arvot ovat yhteensopivat yllä mainitun mitoitustimenetelmän kanssa.

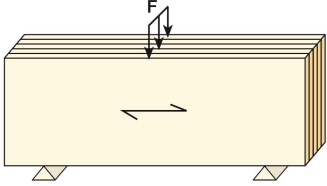
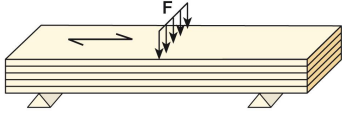
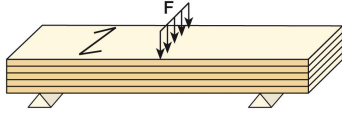
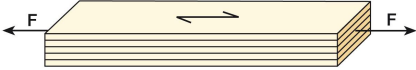
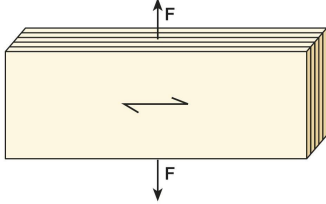
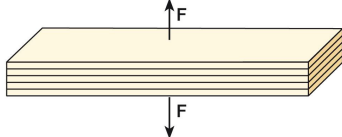
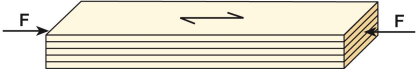
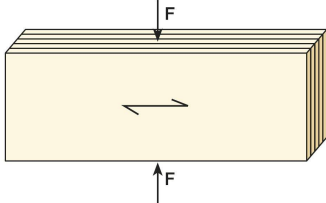
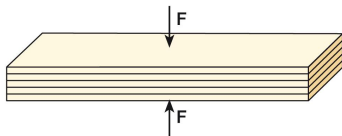
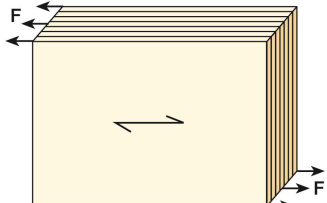
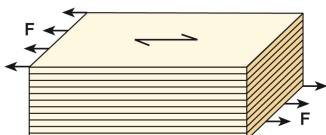
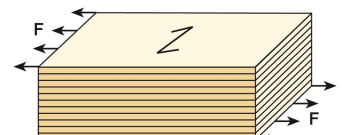
Ominaislujuudet ja jäykkyydet on annettu ilman lämpötilaa 20 °C ja suhteellista kosteutta 65 % vastaavassa tasapainokosteustilassa. Kuormituksen vaikutusaika on 5 minuuttia.

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

Taulukko 4. Kerto-S ja Kerto-Q tuotteiden lujuudet ja jäykkyydet valmistajan suoritustasoilmoituksen mukaisesti.

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 - 75 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	50	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.

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

Kuva 1. Lujuuden ja jäykkyyden merkinnät eri vaikutussuunnissa.

6.3 Kosteuspitoisuuden ja kuormitusajan vaikutukset lujuteen otetaan suunnittelussa huomioon muunnoskertoimella k_{mod} ja muodonmuutoksiin muunnoskertoimella k_{def} Eurokoodin 5 mukaisesti. Kerto-Q tuotteiden ollessaan lappeellaan käytetään vanerin k_{mod} ja k_{def} -arvoja. Kerto-Q tuotteiden ollessaan syrjällään käytetään LVL:n k_{mod} ja k_{def} -arvoja. Muunnoskertoimet on annettu taulukoissa 5 ja 6.

Taulukko 5. k_{mod} muunnoskertoimet.

Tuote	Käyttöluokka	k_{mod} kuorman aikaluokissa				
		Pysyvä	Pitkäaikainen	Keskipitkä	Lyhytaikainen	Hetkelinen
Kerto-S ja	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Kerto-Q	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Taulukko 6. k_{def} muunnoskertoimet.

Tuote	Käyttöluokka	k_{def}
Kerto-S ja Kerto-Q, syrjällä	1	0,60
	2	0,80
	3	2,00
Kerto-Q, lappeella	1	0,80
	2	1,00
	3	2,50

6.4 Rakenneosan kokovaikutus lujuteen pitää ottaa huomioon. Syrjätaivutuksessa käytetään Eurokoodi 5:ssä annettua k_h kerrointa ja syitten suuntaisessa vedossa k_l kerrointa. Kokovaikutuksen eksponentti s on annettu taulukossa 4. Kokovaikutuskertoimet ovat:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} (300/h)^{0,12} \\ 1,2 \end{array} \right.$$

$$k_l = \min \left\{ \begin{array}{l} (3000/l)^{0,06} \\ 1,1 \end{array} \right.$$

missä h on poikkileikkauksen korkeus ja l on pituus, molemmat annettu mm:ssa.

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-S ja Kerto-Q tuotteet sahataan pintaviilun syynsuuntaan nähden kulmaan α . Suunnan vaikutus lujuusarvoihin ja kimmomoduuliin otetaan huomioon taulukon 7 mukaisella muunnoskertoimella.

Taulukko 7. Muunnoskertoimet kun Kerto-S ja Kerto-Q tuotteet sahataan pintaviilun syynsuuntaan nähden kulmaan α .

	Kulma α^1								
	0°	2,5°	5°	10°	15°	30°	45°	60°	90°
Kerto-S									
- Taivutus syrjällään	1,00	0,90	0,75	0,45	0,25	0,10	0,05	0,05	0,02
- Taivutus lappeellaan	1,00	0,90	0,80	0,55	0,30	0,10	0,05	0,05	0,02
- Veto syiden suuntaan	1,00	1,00	0,90	0,60	0,30	0,05	0,02	0,02	0,02
- Puristus syiden suuntaan	1,00	1,00	0,90	0,65	0,40	0,20	0,17	0,17	0,17
- Kimmomoduuli	1,00	0,90	0,80	0,60	0,40	0,15	0,05	0,05	0,03
Kerto-Q									
- Taivutus syrjällään	1,00	0,90	0,75	0,55	0,40	0,25	0,20	0,20	0,22
- Taivutus lappeellaan	1,00	1,00	0,90	0,70	0,50	0,25	0,20	0,20	0,22
- Veto syiden suuntaan	1,00	1,00	0,90	0,70	0,40	0,25	0,20	0,20	0,23
- Puristus syiden suuntaan	1,00	1,00	0,90	0,70	0,50	0,35	0,25	0,25	0,35
- Kimmomoduuli	1,00	0,90	0,80	0,60	0,40	0,15	0,10	0,10	0,23

¹ Väliarvot saadaan interpoloimalla.

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 Mitoitettaessa kertopuutuotteita puristukselle syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa voidaan kontaktipintaa kasvattaa taulukon 8 mukaisesti. Lisäksi voidaan käyttää taulukon 8 mukaisia $k_{c,90}$ kertoimia.

Taulukko 8. Kontaktipinnan pituus ja $k_{c,90}$ kertoimet.

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

³ Jos voidaan hyväksyä 20 % kokoonpuristuma, kun tuotteen paksuus $h < 45$ mm.

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 %:ssa, α_H on kosteuden muodonmuutoskerroin ja L on pituus. Kosteuden muodonmuutoskertoimet on annettu taulukossa 9.

Taulukko 9. Kosteuden muodonmuutoskertoimet.

	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 ja diffuusiokerroin δ_p on annettu taulukossa 10.

Taulukko 10. Vesihöyryn diffuusiovastuskerroin μ ja diffuusiokerroin δ_p .

	Olosuhteet	μ (-)		δ_p (kg/Pa s m)	
		Kerto-S	Kerto-Q	Kerto-S	Kerto-Q
Paksuussuunnassa	Dry Cup ¹	200	200	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$1,0 \cdot 10^{-12}$
	Wet Cup ²	70	70	$2,7 \cdot 10^{-12}$	$2,7 \cdot 10^{-12}$
	20°C-50/75RH%	80	62	$2,4 \cdot 10^{-12}$	$3,0 \cdot 10^{-12}$
Leveyssuunnassa	20°C-50/75RH%	82	9,5	$2,3 \cdot 10^{-12}$	$20 \cdot 10^{-12}$
Pituussuunnassa	20°C-50/75RH%	3,9	4,7	$49 \cdot 10^{-12}$	$40 \cdot 10^{-12}$

¹ Dry cup arvot testattu olosuhteissa 23°C - 0/50 RH%.

² Wet cup arvot testattu olosuhteissa 23°C - 50/93 RH%.

8. Paloturvallisuus

8.1 Kertopuutuotteen palonkestävyys mitoitetaan Eurokoodi 5:n mukaan seuraavasti:

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

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

missä t on palorasituksen kesto ja β_0 on yksidimensionaalisen hiiltemissävyvyyden 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 hiiltemissävyvyyden 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 valmistajan suoritustasoilmoituksen mukaisesti 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 valmistajan suoritustasoilmoituksen mukaan E1.

10. Lämmöneristävyys

10.1 Kertopuutuotteiden lämmönjohtavuus on standardin EN ISO 10456 taulukkoarvojen mukaan 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 335:ssä määritellyjä käyttöluokkia 1 ja 2. Kertopuutuotteita ei tulisi käyttää käyttöluokassa 3 ilman erillistä suojaavaa käsitettyä. 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 jälkeensä kuivua riittävästi.

11.2 Kertopuutuotteet voidaan tarvittaessa tai paikallisten viranomaisten vaatiessa kyllästä biologiaa vastaan noudattaen paikallisia säännöksiä. Tämä sertifikaatti ei koske kyllästettyjä kertopuutuotteita. Kaikki kyllästetyksen 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 Valmistaja on ilmoittanut seuraavat ominaisuudet, valmistajan suoritustasoilmoituksissa, nro. MW/LVL/311-001/CPR/DOP ja MW/LVL/312-001/CPR/DOP:

- Kimmo- ja liukumoduuli
- Lujuus
- Tiheys
- Liimauslaatu
- Paloluokitus
- Formaldehydiemissio
- Biologinen kestävyys

SERTIFIKAATIN VOIMASSAOLO

14. Sertifikaatin voimassaoloaika

Tämä sertifikaatti on voimassa enintään 17.5.2021 asti.

15. Voimassaolon ehdot

Sertifikaatti on voimassa sillä edellytyksellä, että tuotetta ei oleellisesti muuteta ja että valmistajalla on voimassaoleva sertifiointisopimus. Sertifikaatin voimassaolon voi tarkistaa VTT Expert Services Oy:stä, www.vtt-todistus.fi.

16. Muut ehdot

Tässä sertifikaatissa esitetyt viittaukset Rakentamismääräyskokoelman julkaisuihin ja standardeihin koskevat näitä siinä muodossa, kuin ne olivat voimassa sertifikaatin allekirjoituspäivänä.

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 184/03 on päivitettyinä edellä olevan mukaisesti myönnetty Metsäliitto Osuuskunnalle Metsä Wood:lle.

VTT Expert Services Oy:n puolesta 17.5.2016

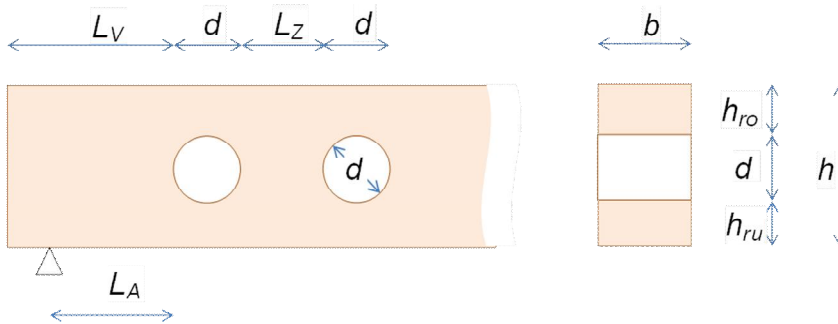

Pertti Jokinen
Tuotepäällikkö


Mikael Fonselius
Pääarvioija

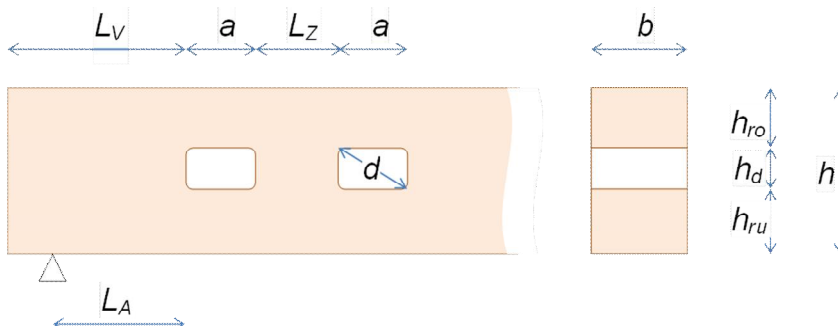
LIITE A: REIKIEN MITOITUS

Yleistä

Seuraavassa esitetään pyöreiden ja suorakaiteen muotoisten reikien mitoittaminen. Reikiin liittyvät merkinnät on annettu kuvissa A1 ja A2 ja muut merkinnät on selitetty tekstissä.



Kuva A1. Pyöreään reikään liittyvät merkinnät.



Kuva A2. Suorakaiteen muotoiseen reikään liittyvät merkinnät.

Pienet reiät

Erillistä reikämitoitusta ei tehdä kun neutraaliakselin lähellä olevien pyöreiden reikien halkaisija täyttää ehdot $d/h \leq 0,15$ ja $d \leq 50$ mm. Riittää että taivutus- veto-, puristus- ja leikkausjännitykset lasketaan reiän kohdalla poikkileikkaukselle, josta on vähennetty reiän osuus.

Erillistä reikämitoitusta ei tehdä kun neutraaliakselin lähellä olevien suorakaiteen muotoisten reikien korkeus täyttää ehdot $h_d/h \leq 0,10$ ja $h_d \leq 35$ mm sekä pituus ehdot $a/h \leq 0,10$ ja $a \leq 35$ mm. Riittää että taivutus- veto-, puristus- ja leikkausjännitykset lasketaan reiän kohdalla poikkileikkaukselle, josta on vähennetty reiän osuus.

Reiälliset Kerto-S palkit

Mitoitusmenetelmää voidaan käyttää kun yhtälöissä A1 - A10 esitetyt vaatimukset täyttyvät.

Pyöreät ja suorakaiteen muotoiset reiät:

$$L_v \geq h \quad (\text{A1})$$

$$L_A \geq 0,5h \quad (\text{A2})$$

Pyöreiden reikien lisävaatimukset:

$$d \leq 0,7h \quad (\text{A3})$$

$$h_{ro} \text{ ja } h_{ru} \geq 0,15h \quad \text{reiän keskipiste on neutraaliakselilla} \quad (\text{A4})$$

$$h_{ro} \text{ ja } h_{ru} \geq 0,25h \quad \text{reiän keskipiste ei ole neutraaliakselilla} \quad (\text{A5})$$

$$L_z \geq \max \begin{cases} 0,5h \\ 2,0d \end{cases} \quad (\text{A6})$$

Suorakaiteen muotoisten reikien lisävaatimukset:

$$a \leq 1,3h \quad (\text{A7})$$

$$h_d \leq 0,3h \quad (\text{A8})$$

$$h_{ro} \text{ ja } h_{ru} \geq 0,35h \quad (\text{A9})$$

$$L_z \geq 1,5h \quad (\text{A10})$$

Suorakaiteen muotoisten reikien kulmien kaarevuussäteen tulee olla vähintään 15 mm.

Sekä pyöreiden että suorakaiteen muotoisten reikien mitoitusehto on

$$\sigma_{t,90,d} = \frac{F_{t,90,d}}{0,5bl_{t,90}} \leq 0,85k_{hole}k_{space}k_{t,90}f_{t,90,d} \quad (\text{A11})$$

missä $\sigma_{t,90,d}$ on vetojännityksen suunnitteluarvo kohtisuoraan syitä vastaan ja $f_{t,90,d}$ on vetolujuuden suunnitteluarvo kohtisuoraan syitä vastaan. Pituus $l_{t,90}$ saadaan yhtälöistä

$$l_{t,90} = 0,35d + 0,5h \quad \text{pyöreät reiät} \quad (\text{A12})$$

$$l_{t,90} = 0,5h_d + 0,5h \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (\text{A13})$$

Sekä pyöreille että suorakaiteen muotoisille reiille reduktiokerroin $k_{t,90}$ saadaan yhtälöstä

$$k_{t,90} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ (450/h)^{0,5} \end{array} \right. \quad (\text{A14})$$

missä h on annettu mm:ssä.

Reduktiokerroin k_{hole} saadaan yhtälöistä

$$k_{hole} = \min \begin{cases} 1 \\ 1 - 1,5 \frac{d - 0,5h}{0,5h} \end{cases} \quad \text{pyöreät reiät} \quad (A15)$$

$$k_{hole} = 1 \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (A16)$$

Reduktiokerroin k_{space} saadaan yhtälöistä

$$k_{space} = \min \begin{cases} 1 \\ 1 - 0,8 \frac{h - L_z}{h} \\ 1 - 0,8 \frac{4d - L_z}{4d} \end{cases} \quad \text{pyöreät reiät} \quad (A17)$$

$$k_{space} = 1 \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (A18)$$

Vetovoiman suunnitteluvarvo $F_{t,90,d}$ saadaan yhtälöstä

$$F_{t,90,d} = \frac{V_d h_d}{4h} \left(3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right) + 0,008 \frac{M_d}{h_r} \quad (A19)$$

missä V_d on leikkausvoiman ja M_d taivutusmomentin suunnitteluvarvo reiän reunalla. Pyöreiden reikien korkeuden h_d arvona käytetään $0,7d$. Etäisyys h_r saadaan yhtälöistä

$$h_r = \min \begin{cases} h_{ro} + 0,15d \\ h_{ru} + 0,15d \end{cases} \quad \text{pyöreät reiät} \quad (A20)$$

$$h_r = \min \begin{cases} h_{ro} \\ h_{ru} \end{cases} \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (A21)$$

Reikien mitoitus ehdon (yhtälö A11) lisäksi pitää tarkistaa taivutus- veto-, puristus- ja leikkausjännitykset reiän kohdalla poikkileikkaukselle, josta on vähennetty reiän osuus.

Jos reiän keskipiste on neutraaliakselilla ($h_{ro} = h_{ru}$) taivutusjännityksen suunnitteluvarvo saadaan yhtälöstä

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d h}{2I_{red}} + \sigma_{add,d} \quad (A22)$$

missä M_d on reiän keskellä lasketun taivutusmomentin suunnitteluvarvo. I_{red} saadaan yhtälöistä

$$I_{red} = \frac{b}{12}(h^3 - d^3) \quad \text{pyöreät reiät} \quad (A23)$$

$$I_{red} = \frac{b}{12}(h^3 - h_d^3) \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (A24)$$

$\sigma_{add,d}$ saadaan yhtälöistä

$$\sigma_{add,d} = 0 \quad \text{pyöreät reiät} \quad (A25)$$

$$\sigma_{add,d} = \frac{M_{add,d}}{W_{ro}} = \frac{V_d a / 4}{bh_{ro}^2 / 6} = \frac{3V_d a}{2bh_{ro}^2} \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (A26)$$

missä V_d on reiän keskellä lasketun leikkausvoiman suunnitteluarvo.

Jos reiän keskipiste on neutraaliakselilla ($h_{ro} = h_{ru}$) vetojännityksen suunnitteluarvo $\sigma_{t,d}$ ja puristusjännityksen suunnitteluarvo $\sigma_{c,d}$ saadaan yhtälöistä

$$\sigma_{t,d} = \frac{F_{t,d}}{A_{red}} \quad (A27)$$

$$\sigma_{c,d} = \frac{F_{c,d}}{A_{red}} \quad (A28)$$

missä $F_{t,d}$ ja $F_{c,d}$ ovat reiän keskellä lasketun veto- ja puristusvoiman suunnitteluarvot. A_{red} saadaan yhtälöistä

$$A_{red} = b(h - d) \quad \text{pyöreät reiät} \quad (A29)$$

$$A_{red} = b(h - h_d) \quad \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \quad (A30)$$

Jos reiän keskipiste on neutraaliakselilla ($h_{ro} = h_{ru}$) leikkausjännityksen suunnitteluarvo saadaan yhtälöstä

$$\sigma_{v,d} = 1,5 \frac{V_d}{A_{red}} \quad (A31)$$

missä V_d on reiän keskellä lasketun leikkausvoiman suunnitteluarvo. A_{red} saadaan yhtälöistä A29 ja A30.

Reiälliset Kerto-Q palkit

Mitoitusmenetelmää voidaan käyttää kun yhtälöissä A1 - A10 esitetyt vaatimukset täyttyvät. Suorakaiteen muotoisten reikien kulmien kaarevuussäteen tulee olla vähintään 15 mm.

Kerto-Q:n vetolujuus syitä vastaan kohtisuoraan on riittävä estämään mahdollisen alkuhalkeaman kasvun. Sen vuoksi reikien mitoitusetta ei voi esittää halkeaman kasvua kuvaavan yhtälön avulla. Sen sijaan pitää tarkistaa taivutus- veto-, puristus- ja leikkausjännitykset reiän kohdalla poikkileikkaukselle, josta on vähennetty reiän osuus. Taivutus-, veto-, puristus- ja leikkausjännitykset saadaan yhtälöistä A22, A27, A28 ja A31.

LIITE B: LEIKKAUSKUORMITETTUIEN PUIKKOLIITOSTEN SUUNNITTELU

Yleistä

Leikkauskuormitettujen puikkoliitosten suunnitteluperiaatteet on esitetty standardissa EN 1995-1-1+A1:2008+A2:2014 (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 perusyhdistelmässä ellei EN 1995-1-1 kansallisessa liitteessä ole muuta esitettyä.

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 määritellyt naulaliitosten sääntöjä voidaan soveltaa kertotuotteille seuraavin lisäyksin.

Kerto-Q tuotteen syrjäliitoksissa kohdan 8.3.1.1(5) mukaista reunapuristuslujuutta $f_{h,k}$ pienennetään kertoimella:

$$\max\left\{1 - \frac{2}{d}; \frac{1}{3}\right\}$$

missä d on naulan halkaisija [mm]. Kohtisuoraan syynsuuntaa vastaan kuormitetun ($\alpha = 90^\circ$) naulaliitoksen reunapuristuslujuutta ei tarvitse kuitenkaan pienentää.

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:

$$k_{ef} = \min \left\{ 0,4 + 0,03 \frac{a_1}{d}; 1 \right\}$$

EN 1995-1-1 taulukon 8.2 sarakkeessa $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ esitettyjä nau-
lojen sijoittelun minimiarvoja voidaan käyttää Kerto-S tuotteen lapeliit-
toksissa ilman esiporausta.

Syrjäliitoksissa naulojen sijoittelun minimiarvoina tulisi käyttää
Eurokoodi 5 taulukon 8.2 sarakkeessa $420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$
esitettyjä arvoja. Käytettäessä paksuudeltaan $d < 5 \text{ mm}$ nauloja
kohtisuoraan syysuuntaa vastaan kuormitetuissa ($\alpha = 90^\circ$)
syrjäliitoksissa

- vedetyn reunan etäisyys $a_{4,t}$ voidaan pienentää arvoon $7d$
saakka edellyttäen että liittimen leikkauskestävyys $F_{v,Rk}$ kerrotaan
luvulla

$$k_{a,4} = \min \left\{ \frac{a_{4,t}}{9d} \right. \\ \left. 1 \right\}$$

- naulaväli a_1 voidaan pienentää arvoon $5d$ saakka edellyttäen että
liittimen leikkauskestävyys $F_{v,Rk}$ kerrotaan luvulla

$$k_{a,1} = \min \left\{ \frac{a_1 + 7d}{14d} \right. \\ \left. 1 \right\}$$

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 esiporamattomissa 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 Kerto -tuotteen 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 seuraavia Kerto-Q tuotteen reunapuristuslujuuden arvoja:

$$f_{h,\alpha,k} = \begin{cases} \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} & \text{kun } 0^\circ \leq \alpha < 45^\circ \\ \frac{2}{k_{90} + 1} \cdot f_{h,0,k} & \text{kun } 45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ \end{cases}$$

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

missä:

$$k_Q = \begin{cases} 1 & \text{lapeliitoksille} \\ 1 - \frac{2}{d} \leq 0,87 & \text{syrjäliitoksille} \end{cases}$$

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

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

α on kuormituksen suunta pintaviilun syysuuntaan nähden;

d on liittimen halkaisija, mm.

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 $\frac{a_{3,t}}{105 \text{ mm}}$.

Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa pulteille ja tappivaarnoille voidaan käyttää taulukon B.1 mukaisia minimivälejä ja -etäisyyksiä, Eurokoodi 5 kohdat 8.5.1.1(3) ja 8.6(3). Pulteille ja tappivaarnoille, jotka muodostavat momenttia siirtävän Kerto-Kerto lapeliitoksen ympyräkehänmuotoisella liitinasettelulla, voidaan käyttää taulukon B.2 mukaisia minimivälejä ja -etäisyyksiä.

Taulukko B.1. Kerto-Q tuotteen lapeliitoksissa pulteille ja tappivaarnoille käytettävät minimivälit ja -etäisyydet.

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 $d < 15$ mm, päätyetäisyyttä voidaan pienentää arvoon $4d$ saakka edellyttäen että reunapuristuslujuutta $f_{h,0,k}$ pienennetään kertoimella $a_{3,t}/(60 \text{ mm})$.		

Taulukko B.2. Pulttien ja tappivaarujen minimivälit ja -etäisyydet ympyräkehänmuotoisella liitinasettelulla.

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 kerto-puutuotteiden 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 puustamurtokestävyys 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 $t_1 \geq 3d$ ja teräs-puu liitoksissa keskimmäisen kertopuulamellin paksuus $t_2 \geq 5d$;

- tappivaarujen 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 laskenta-kaavoilla ;
- puuliitoksen köysivaikutusta $F_{ax,Rk}/4$ ei huomioida puu-teräs liitoksissa.

Liitosalueen puustamurtokestävyyden 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

$$n_{1,ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n_1 \\ n_1^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a \cdot t}{50 \cdot d^2}} \end{array} \right.$$

missä:

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

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

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

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: useampileikkeisessä 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

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

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

Lamellin i puustamurtokestävyys lasketaan seuraavasti

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

Lamellin sisäosan puustamurtokestävyys

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

missä:

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

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

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

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

missä:

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

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

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 $f_{v,k} = f_{v,0,flat,k}$;

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

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

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

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

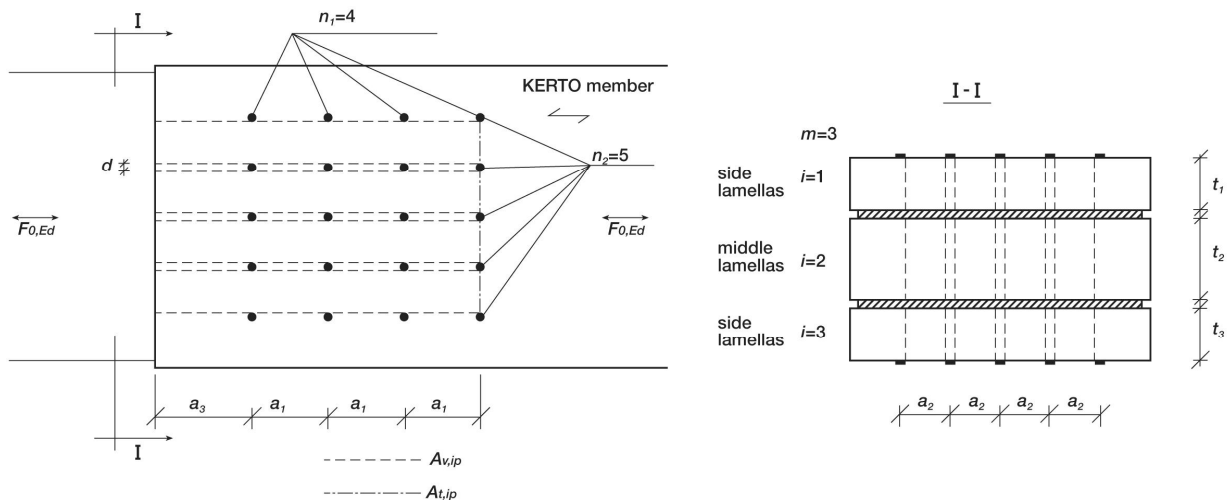
missä:

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:

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

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

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

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) halkeilukestävydet

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

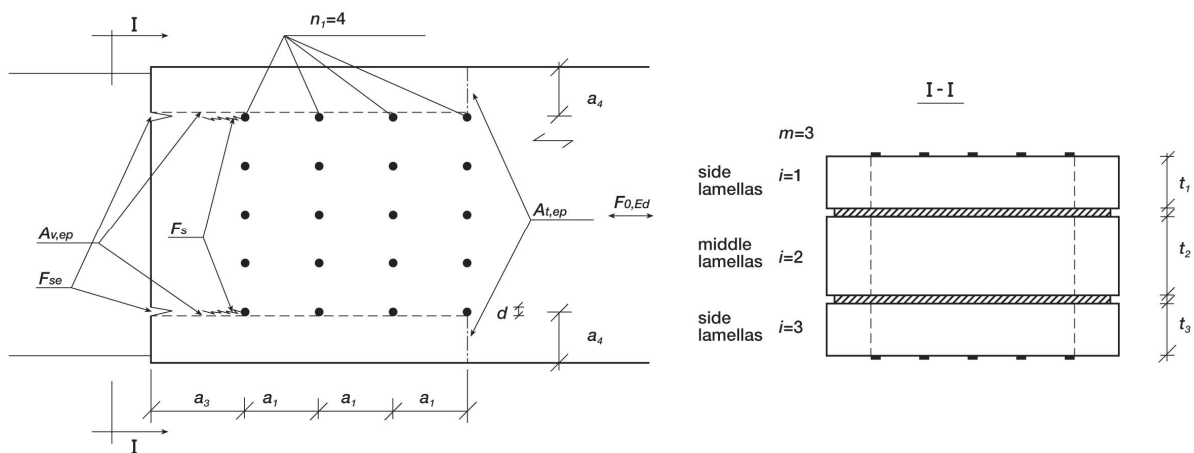
$$F_{se,k} = \frac{14n_1^{0,9}}{s_{end}} t_{ef,i} (a_3 - 0,5d) f_{t,90,k} \quad (\text{B.21})$$

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. Ruuvien myötömomentin ja reunapuristuslujuuden laskennassa käytetään ruuvien tehollista halkaisijaa d_{ef} . Liitinvälien ja reuna- ja päätyetäisyyksien sekä tehollisten ruuvien lukumäärän määrittämisessä käytetään ruuvien nimellishalkaisijaa d (= kierteen ulkohalkaisija).

Ruuveille, joiden tehollinen halkaisija $d_{ef} > 6$ mm, sovelletaan tässä sertifiikaatissa leikkauskuormitetuille pulttiliitoksille annettuja suunnitteluohjeiden täydennyksiä ja korvauksia.

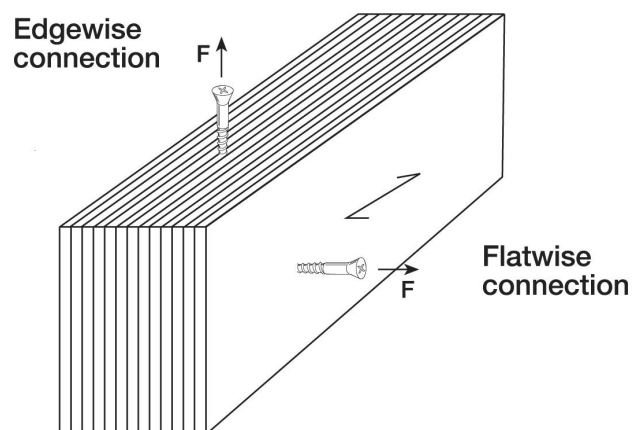
Ruuveille, joiden tehollinen halkaisija $d_{ef} \leq 6$ mm, sovelletaan Eurokoodi 5 leikkauskuormitettujen naulojen mitoitusohjeita ottaen huomioon tässä sertifiikaatissa annetut leikkauskuormitettuja naulaliitoksia koskevat täydentävät ja korvaavat suunnitteluohjeet. Syrjäliitoksissa ruuvien sijoittelun minimiarvoina voidaan kuitenkin käyttää EN 1995-1-1 taulukon 8.2 saraketta $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$.

LIITE C: PITUUSSUUNNASSA KUORMITETTUJEN PUIKKOLIITOSTEN SUUNNITTELU

Yleistä

EN 1995-1-1+A1:2008+A2:2014 (Eurokoodi 5) mukaisia pituussuunnassa kuormitettujen puikkoliitosten ohjeita voidaan soveltaa Kerto-S ja Kerto-Q -tuotteille seuraavassa esitetyin suunnitteluarvoja ja vaatimuksia koskevin lisäyksin ja muutoksin.

Liittimen pituussuunnassa kuormitettujen kertopuuliitoksien (katso kuva C.1) osavarmuuslukuna γ_M voidaan käyttää arvoa 1,2 murtorajatilamitoituksen perusyhdistelmässä 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):

Sileille nauiloille, 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 nauiloille ja 2,8 mm neliskanttisille nauiloille.

Kohta 8.3.2(9):

Pituussuunnassa kuormitettujen naulojen syrjäliitosten liitinvälien ja etäisyyksien minimiarvoina käytetään leikkauskuormitetuille nauiloille taulukon 8.2 sarakkeessa $420 \leq \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$ annettuja arvoja. Nauiloille, joiden paksuus $d < 5 \text{ mm}$, voidaan kuitenkin käyttää syrjäliitoksissa naulavälin minimiarvoa $a_{1,\min} = 5d$.

Würthin kuumasinkityille kampanauiloille 65x2,5 ja 90x3,1 voidaan käyttää Kerto-S tuotteen syrjäliitoksissa seuraavia ulosvetolujuuden ominaisarvoja:

- $f_{ax,k} = 3,43 \text{ N/mm}^2$ kampanaulalla 65x2,5
- $f_{ax,k} = 1,97 \text{ N/mm}^2$ kampanaulalla 90x3,1

Würthin sähkösinkityille ankkurinauiloille 60x4,0 voidaan käyttää Kerto-Q tuotteen syrjäliitoksissa ulosvetolujuuden ominaisarvoa $f_{ax,k} = 3,13 \text{ N/mm}^2$.

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+A2:2014 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
- $a_{2,CG} = 4d$ pienin reunaetäisyys, joka voidaan pienentää arvoon $3d$, kun käytetään Eurokoodi 5 mukaista ruuviliitoksen esiporausta.

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

Itseporautuvien ruuvien liitoksilla EN 14592 mukaisesti

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

missä:

d on kierteen ulkohalkaisija;

d_1 on kierteen sisähalkaisija;

d_s on sileän osan halkaisija.

Ulosvetokestävyyden ominaisarvo

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

missä:

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

n on liitoksessa yhdessä toimivien ruuvien lukumäärä;

l_{ef} on kierreosan tunkeumasyyvyys.

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

Porakärkiruuvien Würth Assy plus ja Assy VG plus (ETA-11/0190) $d = 6$ ja 8 mm sekä SFS WT-T-6,5 ja WT-T-8,2 (ETA-12/0063) yhteydessä voidaan Kerto-S ja Kerto-Q syrjäliitoksissa ulosvetokestävyyden ominaisarvo laskea kaavalla (C.2). Näillä ruuveilla voidaan käyttää sekä lape- että syrjäliitoksissa reunaetäisyyttä $a_{2,C6} = 3d$.

Vinoruuviliitokset

Tällä mitoitusmenetelmällä voidaan laskea kuvien C.2 ja C.3 mukaisten kaksi- ja kolmiulotteisten Kerto-S ja Kerto-Q vinoruuviliitosten leikkausvoimakestävyys ja liitosjäykkyys. Ruuvien tulee olla itseporautuvia ja täys- tai osakierteisiä, missä sileän osan paksuus $d_s \leq 0,8d$, kun d on kierteen ulkohalkaisija.

Kaksiulotteinen vinoruuviliitos

Nämä ohjeet koskevat kuvan C.2 mukaisia yksileikkeisiä liitoksia, joissa ruuvin suuntakulma $\alpha = 30^\circ..60^\circ$ sekä kuormitus suunnan että ruuvattavan pinnan suhteen. Kaksiulotteisessa vinoruuviliitoksessa ruuvi on liitosvoiman suunnan ja liitossauman normaalin määritelmässä tasossa.

Ristiruuviliitos

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

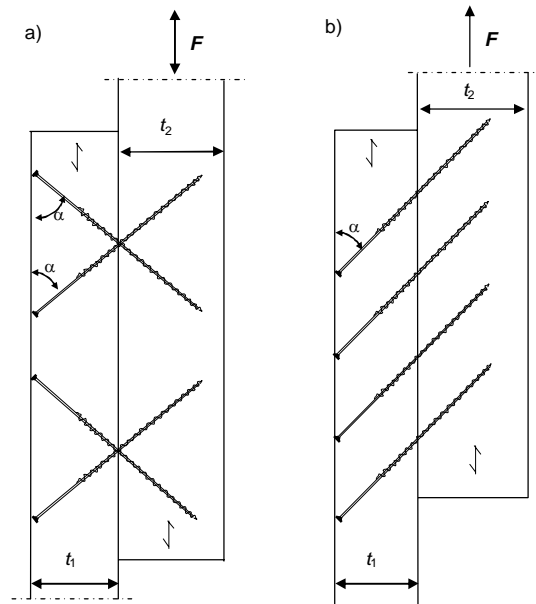
Ristiruuviliitoksen leikkauskestävyyden ominaisarvo

$$F_{2D,Rk} = n_p^{0,9} (F_{C,Rk} + F_{T,Rk}) \cos \alpha \quad (C.3)$$

missä:

n_p on ruuviparien lukumäärä liitoksessa;

α on ruuvauskulma (katso kuva C.2a)



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

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 (ruuvin nimellispaksuus);

s_1 on kierreosan pituus kannan puoleisessa puussa;

s_2 on kierreosan pituus kärjen puoleisessa puussa;

$f_{tens,k}$ on EN 14592 mukainen ruuvin vetomurtokestävyyden ominaisarvo; taulukossa C.3 on annettu joidenkin ruuvien vetomurtokestävyyksiä;

$f_{ax,45,k}$ on ruuvin ulosvetolujuusparametrin ominaisarvo, joka määritetään 45° kulmassa tunkeumasyvyydellä $s_2 \geq 8d$ erikseen Kerto-S ja Kerto-Q lape- ja syrjäliitoksille 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 ruuvin kannan halkaisija;

$f_{head,k}$ on ruuvin kannan läpivetolujuusparametrin ominaisarvo.

Ruuvin kannan läpivetolujuus määritetään EN 14592 mukaisesti. Kun ruuvin akseliin ja pintaviilujen syysuunnan välinen asennuskulma on 45° , voidaan kannan läpivetolujuus määrittää Kerto-S ja Kerto-Q -tuotteille seuraavasti:

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

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 ruuvin pituuden matkalla ($L \sin \alpha$).

Vetoruuviliitoksen leikkauskestävyyden ominaisarvo

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

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 liikekitkeroin.

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

Kaksiulotteisen vinoruuvilleitoksen jäykkyys

Vinoruuvilleitoksen hetkellinen siirtymä

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

missä:

- F on liitosvoima;
 n on ruuvien lukumäärä (ristiruuvilleitoksissa $n = 2n_p$);
 K_{ser} on kaavan (C.10) mukainen pituussuunnassa kuormitetun ruuvien siirtymäkerroin.

Vetoruuvilleitoksen tapauksessa kaavaan (C.9) tulee lisätä termi, jolla otetaan huomioon mahdollisesta puuosan kutistumisesta (δ) johtuva alkusiirtymä: $\delta/\tan\alpha$.

Pituussuunnassa kuormitetuilla ruuveilla siirtymäkerroin

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

missä:

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

Ruuvien kierreosan ulosvetojäykkyys

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

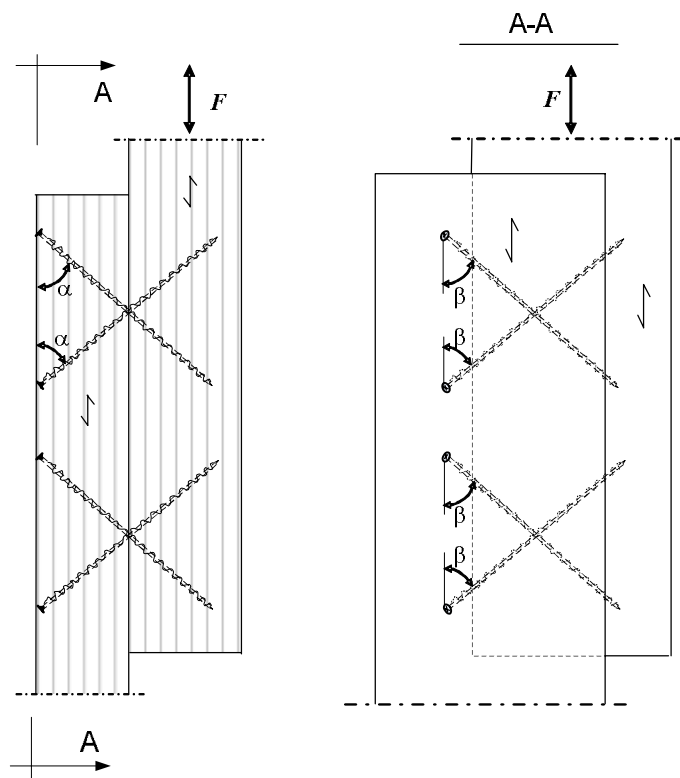
missä:

- α on ruuvauskulma (katso kuva C.2);
 s_i on ruuvien kierreosan pituus puuosassa i ;

k_{ser} on ruuvien keskimääräinen ulosvetöjäykkyys, 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 ulosvetöjäykkyyksiä on esitetty taulukossa C.2.

Kolmiulotteinen vinoruuviliitos

Seuraavia ohjeita voidaan käyttää Kerto-S ja Kerto-Q -tuotteiden yksileikkeisten kolmiulotteisten vinoruuviliitosten mitoittamiseen. Ruuviparit asennetaan kuvan C.3 mukaisesti. Liitoksen kuormituksen tulee olla Kerto-S tai Kerto-Q:n pituussuuntaista (pintaviilujen syynsuuntaista). Kolmiulotteisessa vinoruuvauksessa ruuvauskulma on $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ Kerto-tuotteen paksuuden suunnassa ja $\beta \leq 45^\circ$ Kerto-tuotteen pituussuunnassa, katso kuva C.3. Kolmiulotteiselle vinoruuviliitokselle on kaksi laskentamenetelmää riippuen siitä, jääkö liitospuiden väliin välystä vai ei.



Kuva C.3. Kolmiulotteinen vinoruuviliitos.

Liitos ilman välystä

Kun liitososat puristetaan yhteen, kolmiulotteisen vinoruuviliitoksen leikkauskestävyyden ominaisarvo

$$F_{3D,Rk} = F_{2D,Rk} \cos \beta \quad (\text{C.13})$$

missä:

$F_{2D,Rk}$ on kaavan (C.3) mukainen kaksiulotteisen vinoruuviliitoksen leikkauskestävyys ruuvauskulmalla α ;

β on ruuvauskulma Kerto-tuotteen pituussuuntaan nähden, katso kuva C.3.

Välyksellinen liitos

Kun liitettävien Kerto-tuotteiden väliin jätetään enintään $2,5d$ leveä rako, kolmiulotteisen vinoruuviliitoksen leikkauskestävyyden ominaisarvo

$$F_{3D,g,Rk} = \sqrt{nF_{v,Rk} \sin \alpha \cdot F_{2D,g,Rk} \cos \beta} \leq F_{3D,Rk} \quad (C.14)$$

missä:

n on liitoksessa olevien ruuvien lukumäärä;

$F_{v,Rk}$ on ruuviliitoksen leikkauskestävyys laskettuna Eurokoodi 5 kaavalla (8.6) tässä sertifiikaatissa annettujen sovel-lusohjeiden mukaan;

$$F_{2D,g,Rk} = n_p^{0,9} \cdot 2 \min(F_{C,Rk}; F_{T,Rk}) \cos \alpha \quad (C.15)$$

n_p on ruuviparien lukumäärä liitoksessa;

$F_{C,Rk}$ on kaavan (C.4) mukainen puristuskestävyys;

$F_{T,Rk}$ on kaavan (C.5) mukainen vetokestävyyden ominaisarvo.

Kolmiulotteisen vinoruuviliitoksen jäykkyys

Kolmiulotteisen vinoruuviliitoksen hetkellinen siirtymä lasketaan kaavalla (C.9) käyttäen seuraavia siirtymäkertoimia:

– välyksetön liitos:

$$K_{3D,ser} = K_{ser} \cos \beta \quad (C.16)$$

– välyksellinen liitos (rako $\leq 2,5d$):

$$K_{3D,g,ser} = \frac{1}{\frac{1}{K_{3D,ser}} + \frac{1}{K_{S,ser}}} \quad (C.17)$$

kun:

K_{ser} on kaavan (C.10) mukainen pituussuunnassa kuormitetun ruuvin siirtymäkerroin;

$K_{S,ser}$ on Eurokoodi 5 mukainen leikkauskuormitetun ruuvin siirty-mäkerroin (Kerto-S:lle ja Kerto-Q:lle: $K_{S,ser} = 500d$ N/mm).

Rakenteelliset yksityiskohdat

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

Kerto-S tuotteen paksuuden täytyy olla lapeliitoksissa yleensä vähintään:

$$t = \max \begin{cases} 5d \\ 12d - 36 \text{ mm} \end{cases} \quad (\text{C.18})$$

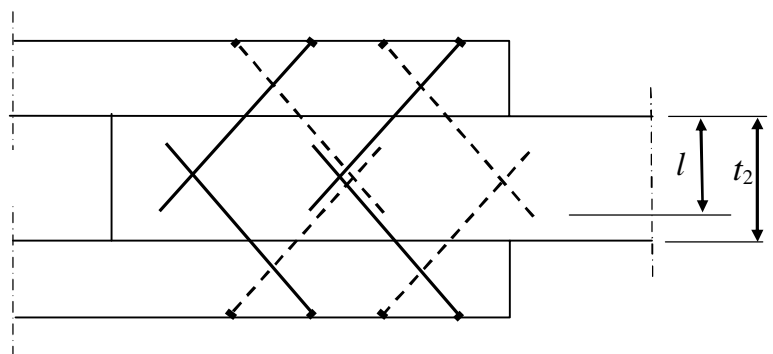
missä d on ruuvin nimellishalkaisija. Käytettäessä porakarkisia Assy VG plus tai SFS-WT-T ruuveja Kerto-S tuotteen minimipaksuus voidaan pienentää arvoon $t = 4,5d$.

Kerto-Q tuotteen paksuuden täytyy olla vähintään $3d$ ruuvin kannan puolella ja kärjen puolella se määräytyy vaadittavan tunkeumasyvyyden mukaan.

Ellei ruuville ole määritelty testaamalla muuta arvoa, tulee asennuksessa noudattaa EN 1995-1-1/A1:2008 taulukon 8.6 mukaisia minimivälejä ja -etäisyyksiä käyttäen syrjäliitosten tapauksessa seuraavia korvaavia arvoja: $a_1 = 10d$ ja $a_{1,CG} = 12d$.

Kolmen osan lapeliitoksessa ruuvit voivat mennä osittain limittäin keskimmaisessä puussa edellyttäen, että mitta ($t_2 - l$) on suurempi kuin $3d$ (katso kuva C.4). 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. Puosat tulee puristaa yhteen siten, että väliin ei jää rakoja, lukuun ottamatta välyksellistä kolmiulotteista liitosta, jossa rako saa olla enintään mitoituksessa käytetyn välyksen mukainen. Mikäli esiporausta käytetään, reikä ei saa olla suurempi kuin kierteen sisähalkaisija d_1 .



Kuva C.4 Limittyvät ruuvit.

Ruuvien ulosvetoparametreja ja vetomurtokestävyksiä

Taulukoissa C.1 ja C.2 on esitetty yleisruuvien sekä AMO III, ABC Spax-S, Assy VG plus ja SFS-WT-T ruuvien ulosvetolujuusparametrin ominaisarvoja $f_{ax,45,k}$ ja keskimääräisiä ulosvetojäykkyyksiä k_{ser} . Näille ruuveille voidaan käyttää taulukossa C.3 esitettyjä vetomurtokestävyysarvojen ominaisarvoja $f_{tens,k}$.

Tässä yleisruuvilla tarkoitetaan EN 14592 mukaisia itseporautuvia ruuveja, joiden sisähalkaisija $d_1 = 0,6...0,7d$ ja kierteen ulkohalkaisija $d = 5,0...10,0$ 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 . ABC Spax-S ruuveille voidaan käyttää taulukoissa C.1 ja C.2 yleisruuveille esitetty arvoja.

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 kartiokannalla (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).

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.

Würthin Assy VG plus ruuvit ovat täyskierteisiä porakärkiruuveja. Assy VG plus ruuvien ulkohalkaisija (nimellishalkaisija) on $6,0$ tai $8,0$ mm. Ruuveja valmistetaan eri kantatyypeillä. Sylinterinkantaisilla ruuveilla kannan halkaisija d_h on $8,0$ mm 6 mm ruuvilla ja $10,0$ mm 8 mm ruuvilla. Kartiokannan halkaisija on vastaavasti $12,0$ mm 6 mm ruuvilla ja $15,0$ mm 8 mm ruuvilla.

SFS-WT-T ja Assy VG plus ruuvien asennuksessa voidaan käyttää sekä lape- että syrjäliitoksissa EN 1995-1-1/A1:2008 taulukon 8.6 mukaisia minimivälejä ja -etäisyyksiä seuraavasti pienennettynä: $a_2 = 4d$ and $a_{2,CG} = 3d$.

Taulukko C.1. Yleisruuvien sekä ABC Spax-S, AMO III ja SFS-WT-T ja Assy VG Plus ruuvien kierteisen osan ulosvetolujuusparametrin $f_{a,45,k}$ (N/mm²) ominaisarvoja.

Materiaali ja ruuvauspinta		Ruuvi, d (mm)					
		Yleis / Spax-S		AMO III	SFS-WT-T	Assy VG Plus	
suunta ¹⁾		5,0..7,0	8,0..10,0	$d = 7,5$	6,5 tai 8,2	$d = 6,0$	$d = 8,0$
Kerto-S, -Q lape	0°	14	11	12	15,5	15	14
Kerto-S lape ²⁾	45°... 90°	14	11,5	12	15,5	15,5	14
Kerto-Q lape ²⁾	45°... 90°	14	11	12	15,5	17	15
Kerto-S syrjä/pääty ³⁾	0° / 90°	12	9,5	10,5	13,5	12,5	12
Kerto-Q syrjä/pääty ³⁾	0° / 90°	13,5	10,5	10,5	13,5	13	13

¹⁾ liitosvoiman ja pintaviilujen syysuunnan välinen kulma

²⁾ näitä arvoja voi käyttää myös kolmiulotteiselle vinoruuviliitokselle, kun $\beta = 45^\circ$

³⁾ ruuvit ovat viilutason suuntaisia

Taulukko C.2. Yleisruuvien sekä Spax-S, AMO III, SFS-WT-T ja Assy VG Plus ruuvien kierteisen osan keskimääräisiä ulosvetojäykkyyksiä k_{ser} (N/mm³).

Materiaali ja ruuvauspinta		Ruuvi, d (mm)						
		Yleis / Spax-S		AMO III	SFS-WT-T		VG Plus	
suunta ¹⁾		5,0..7,0	8,0..10,0	$d = 7,5$	6,5	8,2	6,0	8,0
Kerto-S lape	0°	19	12	17	13	9,5	12	9
Kerto-Q lape	0°	21	13	14	13	9,5	10	7,5
Kerto-S lape ²⁾	45°... 90°	11	9	10	20	18	16	14
Kerto-Q lape ²⁾	45°... 90°	16	11	13	11	9	22	17
Kerto-S syrjä/pääty ³⁾	0° / 90°	13	8,5	13	12	9,5	14	11
Kerto-Q syrjä/pääty ³⁾	0° / 90°	18	12	18	16	13	19	15

¹⁾ liitosvoiman ja pintaviilujen syysuunnan välinen kulma

²⁾ näitä arvoja voi käyttää myös kolmiulotteiselle vinoruuviliitokselle, kun $\beta = 45^\circ$

³⁾ ruuvit ovat viilutason suuntaisia

Taulukko C.3. Hiiliteräksestä valmistettujen yleisruuvien sekä ABC Spax-S, AMO III, SFS-WT-T ja Assy VG Plus ruuvien vetomurtokestävyyden ominaisarvoja $f_{tens,k}$.

Ruuvi	Yleisruuvi					ABC Spax-S hiiliteräsruuvi					AMO	SFS-WT-T		VG Plus	
	5,0	6,0	7,0	8,0	10	5,0	6,0	7,0	8,0	10	7,5	6,5	8,2	6,0	8,0
$f_{tens,k}$ (kN)	3,5	5,1	6,9	9,0	14,1	7,9	11,3	15,4	17,0	28,0	9,0	10,0	19,0	11,3	18,9