

## 8 Dimensionering av dragna, tryckta, böjda och skjuvade konstruktioner i brottgränstillstånd, när stabilitet inte är avgörande

**Tabell 8.1** Dragning parallellt med fiberriktningen enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.2.

$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_{t,0,d}}{A_n} \leq f_{t,0,d}$		
där:		
$\sigma_{t,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för dragspänning parallellt fibrerna.	
$f_{t,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för draghållfasthet parallellt fibrerna. *	
$F_{t,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för dragkraft parallellt fibrerna.	
$A_n$	är nettotvärsnittets area.	
$h \leq 231$ mm	$f_{t,k} \cdot 1,1$	
$231$ mm < $h$ < $600$ mm	$f_{t,k} \cdot \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1}$	
$h \geq 600$ mm	$f_{t,k}$	

\* Karakteristisk draghållfasthet beror av  $h$ .

**Tabell 8.2** Tryck parallellt med fiberriktningen enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.4.

$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{A_n} \leq f_{c,0,d}$		
där:		
$\sigma_{c,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckspänning parallellt fibrerna.	
$f_{c,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckhållfasthet parallellt fibrerna.	
$F_{c,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckkraft parallellt fibrerna.	
$A_n$	är nettotvärsnittets area.	
$h \leq 231$ mm	$f_{c,k} \cdot 1,1$	
$231$ mm < $h$ < $600$ mm	$f_{c,k} \cdot \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1}$	
$h \geq 600$ mm	$f_{c,k}$	

**Tabell 8.3** Böjning i förhållande till en huvudaxel enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.6.

$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_n} \leq f_{m,d}$		
där:		
$\sigma_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjspänning i förhållande till y-axeln.	
$f_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjhållfasthet. *	
$M_d$	är dimensioneringsvärdet för böjmoment.	
$W_n$	är nettotvärsnittets böjmotstånd.	
$h \leq 231$ mm	$f_{m,k} \cdot 1,1$	
$231$ mm < $h$ < $600$ mm	$f_{m,k} \cdot \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1}$	
$h \geq 600$ mm	$f_{m,k}$	

\* Karakteristisk böjhållfasthet beror av  $h$ .

**Tabell 8.4** Böjning i förhållande till två huvudaxlar enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.6.

$\frac{M_{y,d}}{W_{n,y} \cdot f_{m,y,d}} + 0,7 \cdot \frac{M_{z,d}}{W_{n,z} \cdot f_{m,z,d}} \leq 1$ <p>och</p> $0,7 \cdot \frac{M_{y,d}}{W_{n,y} \cdot f_{m,y,d}} + \frac{M_{z,d}}{W_{n,z} \cdot f_{m,z,d}} \leq 1$		
<p>där:</p>		
$f_{m,y,d}$ och $f_{m,z,d}$	är dimensioneringsvärdena för böjspänningarna i förhållande till y- och z-axeln.	
$W_{ny}$ och $W_{nz}$	är nettotvårsnittets böjmotstånd i förhållande till y- och z-axeln.	
$M_{y,d}$ och $M_{z,d}$	är dimensioneringsvärdena för böjmomenten i förhållande till y- och z-axeln.	

**Tabell 8.5** Tvärkraft vid upplag.

	<p>Dimensioneringsvärdet för tvärkraft kan reduceras vid upplagen enligt ovanstående figur. Dessutom kan inverkan av punktlaster på övre sidan av balken lämnas obeaktad, om lasten befinner sig närmare än avstånd "h" från upplagskanten.</p>
--	---

**Tabell 8.6** Skjuvning förorsakad av böjning enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.7.

$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{I \cdot b} \leq k_{cr} \cdot f_{v,d}$		
där:		
$\tau_d$	är dimensioneringsvärdet för skjuvspänning.	
$f_{v,d}$	är dimensioneringsvärdet för skjuvhållfasthet.	
$V_d$	är dimensioneringsvärdet för tvärkraft.	
$S$	är tvärsnittets maximala statiska moment (för fyrkantstvårsnitt $S = b \cdot h^2/8$ ).	
$I$	är tvärsnittets tröghetsmoment i förhållande till neutralaxeln (för fyrkantstvårsnitt $I = b \cdot h^3/12$ ).	
$k_{cr}$	= 0,67 för limträ som är exponerat eller 0,857 för limträ som inte är exponerat för nederbörd och solstrålning.	

**Tabell 8.7** Överföring av tvärkrafter som förmedlas av konsoler.

$\tau_d = \frac{V_d}{A^*} \leq \begin{cases} 0,5 \cdot f_{v,d} & \text{vid skjuvning // fibrerna (figur a)} \\ f_{r,d} & \text{vid skjuvning } \perp \text{ fibrerna (figur b)} \end{cases}$		
där:		
$\tau_d$	är dimensioneringsvärdet för skjuvspänning.	
$f_{v,d}$	är dimensioneringsvärdet för skjuvhållfasthet parallellt fibrerna.	
$f_{r,d}$	är dimensioneringsvärdet för skjuvhållfasthet vinkelrätt fibrerna (rullskjuvning).	
$V_d$	är dimensioneringsvärdet för tvärkraft.	
$A^*$	är arean som är utsatt för skjuvning ( $A^* = b \cdot d$ , där $d = \min\{a, 8 \cdot t\}$ ).	
<p><b>Observera</b> att knapen alltid ska limmas under kontrollerade fukt- och temperaturförhållanden, företrädesvis redan hos limträ tillverkaren. Dessutom rekommenderas att man alltid använder förstärkande träskruvar, som visas i figurerna till höger, om dragning vinkelrätt fibrerna kan förekomma.</p>		

**Tabell 8.8** Kombinerad böjning och axiell dragning enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.2.3.

$\frac{F_{t,0,d}}{A_n \cdot f_{t,0,d}} + \frac{M_d}{W_n \cdot f_{m,d}} \leq 1$		
där:		
$f_{t,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för draghållfasthet parallellt fibrerna.	
$f_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjhållfasthet.	
$F_{t,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för dragkraft parallellt fibrerna.	
$M_d$	är dimensioneringsvärdet för böjmoment.	
$A_n$	är nettotvårsnittets area.	
$W_n$	är nettotvårsnittets böjmotstånd.	

**Tabell 8.9** Kombinerad böjning och axiellt tryck enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.2.4.

$\left( \frac{F_{c,0,d}}{A_n \cdot f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{M_d}{W_n \cdot f_{m,d}} \leq 1$		
där:		
$f_{c,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckhållfasthet parallellt fibrerna.	
$f_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjhållfasthet.	
$F_{c,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckkraft parallellt fibrerna.	
$M_d$	är dimensioneringsvärdet för böjmoment.	
$A_n$	är nettotvårsnittets area.	
$W_n$	är nettotvårsnittets böjmotstånd.	

**Tabell 8.10** Effektiv kontaktarea i tryck vinkelrätt mot fiberriktningen enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.5.

$l_{ef} = l + l_l + l_r$ $A_{ef} = b \cdot (l + l_l + l_r)$	
där:	
$l_{ef}$	är upplagets effektiva längd vid tryck vinkelrätt fibrerna.
$A_{ef}$	är upplagets effektiva kontaktarea vid tryck vinkelrätt fibrerna.
$b$	är balkens bredd.
$l$	är upplagets verkliga längd.
$l_l$ och $l_r$	är upplagets fiktiva tillägglängder (= min {30 mm; l}).

**Tabell 8.11** Effektiv kontaktarea i tryck med vinkeln  $\alpha$  mot fiberriktningen, enligt Colling, F., Holzbau Grundlagen, Bemessungshilfen 2. überarbeitete Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2008.

$l_{ef} = l + 30 \cdot \cos \gamma$	$t_{ef} = t + 30 \cdot \sin \gamma$	$l_{ef} = l + \min \left( \frac{l_l}{30 \cdot \sin \alpha} \right) + 30 \cdot \cos \gamma$

**Tabell 8.12** Tryck vinkelrätt mot fiberriktningen enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.5.

( $k_1$  är en faktor som rekommenderas av författarna till *Dimensionering av limträkonstruktioner* men saknas i SS-EN 1995-1-1).

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{l_{ef} \cdot b} \leq k_{c,90} \cdot k_1 \cdot f_{c,90,d}$		
<p>där:</p>		
$\sigma_{c,90,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckspänning vinkelrätt fibrerna.	
$f_{c,90,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckhållfasthet vinkelrätt fibrerna.	
$F_{c,90,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckkraft vinkelrätt fibrerna.	
$l_{ef}$	är upplagets effektiva längd, se tabell 8.10.	
$k_{c,90}$	är en förstoringfaktor ( $k_{c,90} = 1,75$ ). <sup>1)</sup>	
$k_1$	är en faktor som beaktar förhållandet mellan permanent och variabel last $g_k/q_k$ . <b>Observera</b> att Eurokod 5 antar $k_1 = 1$ , oberoende av förhållandet.	
<b>Värden för <math>k_1</math></b>		
	$g_k/q_k \leq 0,4$	$g_k/q_k > 0,4$
	$k_1 = \frac{f_{c,90,k}}{f_{c,90,d}}$	$k_1 = 1$

<sup>1)</sup> Om  $l > 400$  mm, kan den effektiva längden antas vara  $l_{ef} = 400$  mm +  $l_r$ , och förstoringfaktorn kan antas vara  $k_{c,90} = 1,75$ .

Upplagslängder  $l > 600$  mm rekommenderas ej.

**Observera** att Eurokod 5 rekommenderar  $k_{c,90} = 1,75$  endast om  $l \leq 400$  mm. Om  $l > 400$  mm, rekommenderar Eurokod 5  $l_{ef} = l$  och  $k_{c,90} = 1,0$ .

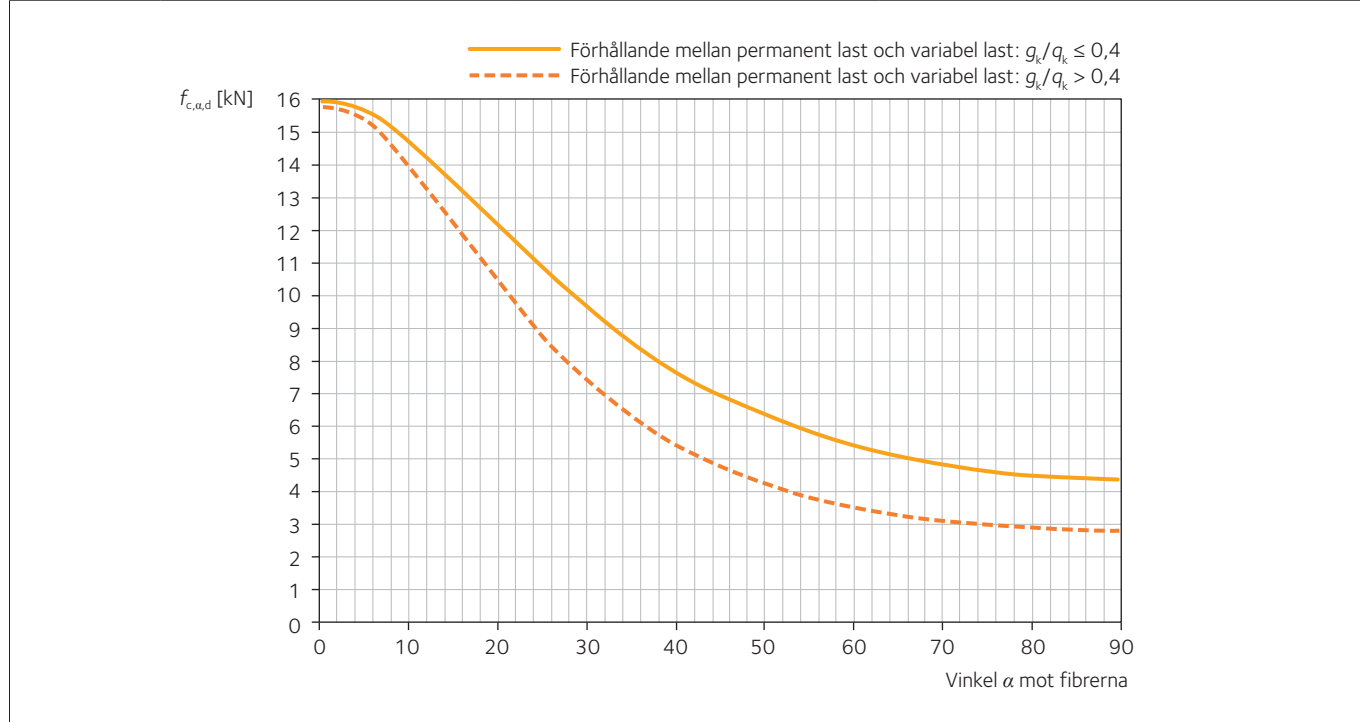
Enligt EKS 10 kan i många fall  $\gamma_M = 1,0$  och  $k_{mod} = 1,0$  tillämpas, vilket ger  $f_{c,90,k} = f_{c,90,d} = 2,5$  MPa. För fall där intryckning av limträet kan bedömas påverka bärförmågan, exempelvis i lokalt tryck i fackverk, eller där deformationer har väsentlig effekt för funktionen, exempelvis i hus med mer än två våningar, bör  $\gamma_M = 1,25$  användas. För limträkonstruktioner i klimatklass 3 rekommenderas att  $k_{mod}$  väljs enligt tabell 7,3, sidan 1 i avsnitt 7.

**Tabell 8.13** Tryck med vinkeln  $\alpha$  mot fibreriktningen enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.1.5.

( $k_1$  är en faktor som rekommenderas av författarna till *Dimensionering av limträkonstruktioner* men saknas i SS-EN 1995-1-1).

$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{l_{ef} \cdot b} \leq f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90}} \cdot k_1 \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha$					
där:					
$\sigma_{c,\alpha,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckspänning i vinkeln $\alpha$ mot fibrerna.				
$f_{c,\alpha,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckhållfasthet i vinkeln $\alpha$ mot fibrerna.				
$f_{c,90,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckhållfasthet vinkelrätt fibrerna.				
$f_{c,0,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckhållfasthet parallellt fibrerna.				
$F_{c,\alpha,d}$	är dimensioneringsvärdet för tryckkraft i vinkeln $\alpha$ mot fibrerna.				
$l_{ef}$	är upplagets effektiva längd, se tabell 8.11, sidan 5.				
$k_{c,90}$	är en förstöringsfaktor ( $k_{c,90} = 1,75$ om $l \leq 400$ mm).				
$k_1$	är en faktor som beaktar förhållandet mellan permanent och variabel last $g_k/q_k$ . <b>Observera</b> att Eurokod 5 antar $k_1 = 1$ , oberoende av förhållandet.				
<b>Värden för <math>k_1</math></b>					
<table border="1"> <tr> <td>Förhållandet mellan permanent och variabel last: <math>g_k/q_k \leq 0,4</math>.</td> <td>Förhållandet mellan permanent och variabel last: <math>g_k/q_k &gt; 0,4</math>.</td> </tr> <tr> <td><math>k_1 = \frac{f_{c,90,k}}{f_{c,90,d}}</math></td> <td><math>k_1 = 1</math></td> </tr> </table>			Förhållandet mellan permanent och variabel last: $g_k/q_k \leq 0,4$ .	Förhållandet mellan permanent och variabel last: $g_k/q_k > 0,4$ .	$k_1 = \frac{f_{c,90,k}}{f_{c,90,d}}$
Förhållandet mellan permanent och variabel last: $g_k/q_k \leq 0,4$ .	Förhållandet mellan permanent och variabel last: $g_k/q_k > 0,4$ .				
$k_1 = \frac{f_{c,90,k}}{f_{c,90,d}}$	$k_1 = 1$				

Värden för  $f_{c,\alpha,d}$ . Limträ i hållfasthetsklass GL30c. Klimatklass: 1. Lastens varaktighet: medellång.



**Tabell 8.14** Förstärkning av upplaget med hjälp av självborrande träskruvar, enligt Bejtka, I. et al.

$R_{90,k} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_{c,90} \cdot b \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,k} + n \cdot \min(R_{ax,k}; R_{kl,k}) \\ b \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,k} \end{array} \right.$ $R_{90,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{90,k}}{\gamma_m}$		
där:		
$R_{90,k}$	är den karakteristiska bärförmågan för tryckkraft vinkelrätt fibrerna vid upplaget.	
$k_{c,90}$	= 1,75 förstöringsfaktor ( $k_{c,90} = 1,75$ om $l_{sup} \leq 400$ mm).	
$f_{c,90,k}$	är det karakteristiska värdet för tryckhållfasthet vinkelrätt fibrerna.	
$b$	är balkens bredd.	
$l_{ef}$	är längden av träskruvens gängade del.	
$l_{sup}$	är upplagets längd.	
$l_{ef,1}$	= $l_{sup} + 30$ mm.	
$l_{ef,2}$	= $l_{sup} + 0,25 \cdot l_{ef} \cdot e^{3,3 \frac{l_{ef}}{h}}$	
$n$	är antalet förstärkande träskruvar.	
$R_{ax,k}$	är den karakteristiska bärförmågan relaterad till träskruvens utdragning. Värdet anges vanligtvis av träskruvstillverkaren.	
$R_{kl,k}$	är den karakteristiska bärförmågan relaterad till träskruvens knäckning, se tabell 8.15, sidan 8.	
$k_{mod}$	är en modifieringsfaktor, se tabell 8.3, sidan 1.	
$\gamma_m$	= 1,3	

**Tabell 8.15** Förstärkning av upplaget med hjälp av självborrande träskruvar: träskruvens bärförmåga relaterad till träskruvens knäckning, enligt Bejtka, I. et al.

$R_{k,l,k} = k_c \cdot \left( \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \right) \cdot f_{y,k}$		
där:		
$k_c$	är en reduktionsfaktor vid knäckning: $k_c = \begin{cases} 1 & \text{för } \lambda_{rel} \leq 0,2 \\ \left( k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2} \right)^{-1} & \text{för } \lambda_{rel} > 0,2 \end{cases}$ $k = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (\lambda_{rel} - 0,2) + \lambda_{rel}^2 \right]$	
$\lambda_{rel}$	är det relativa slankhetstalet: $\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{N_{pl}}{N_{cr}}}$	
$N_{pl}$	är bärförmågan relaterad till träskruvens flytgräns: $N_{pl} = \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \cdot f_{y,k}$	
$N_{cr}$	är bärförmågan relaterad till träskruvens knäckning: $N_{cr} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$	
$c_h$	är en konstant för horisontell styvhet $c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k$	
$d$	är gängans ytterdiameter	
$d_m$	är gängans innerdiameter	
$f_{y,k}$	är träskruvens sträckgräns	
$E_s$	är träskruvens elasticitetsmodul (till exempel för stål: $E_s = 210\,000$ MPa)	
$I_s$	är träskruvens tröghetsmoment vid ogängade delen $I_s = \pi \cdot (d_m)^4 / 64$	