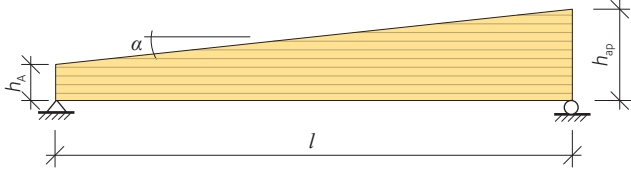
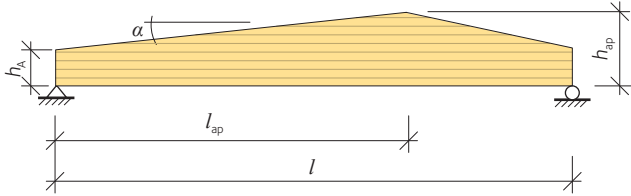
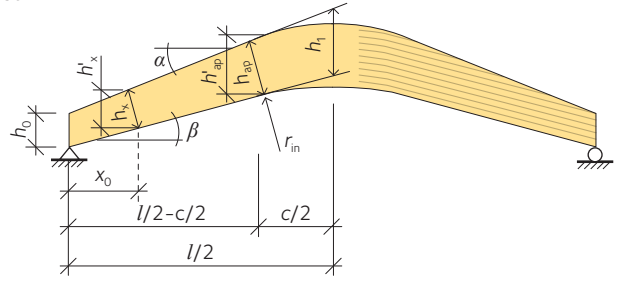
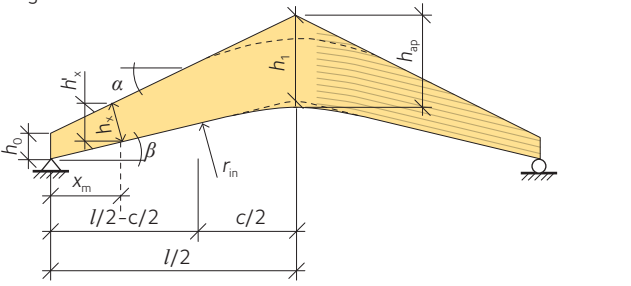
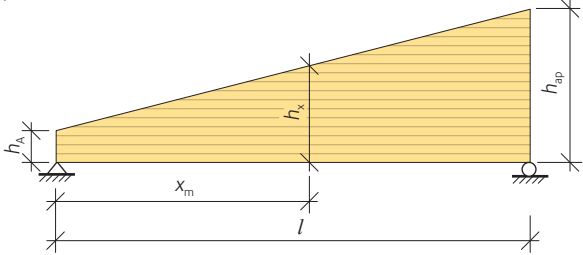
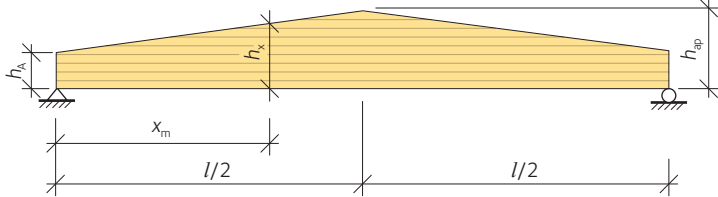
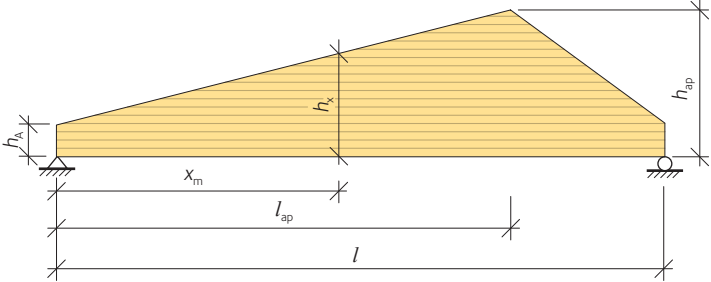
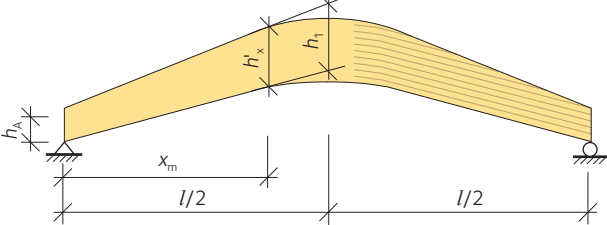
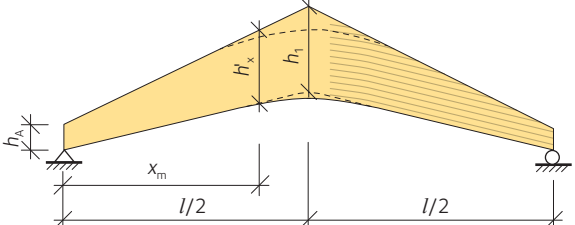


10 Dimensionering av balkar med varierande tvärsnitt och krökta balkar

Tabell 10.1 Allmänna balkformer.

<p>Pulpetbalk</p> 
<p>Sadelbalk</p> 
<p>Krökt balk</p>  <p> $\gamma = \alpha - \beta$ $c/2 = r_{in} \cdot \sin \beta$ $h_1 = h_0 + (l/2 - c/2) \cdot (\tan \alpha - \tan \beta)$ $h'_{ap} = h_0 + l/2 \cdot (\tan \alpha - \tan \beta)$ $h_x \approx h'_x \cdot \cos \gamma$ </p>
<p>Bumerangbalk</p>  <p> $\gamma = \alpha - \beta$ $c/2 = r_{in} \cdot \sin \beta$ $h_1 = h_0 + l/2 \cdot (\tan \alpha - \tan \beta)$ $h'_{ap} = h_0 + l/2 \cdot (\tan \alpha - \tan \beta) + r_{in} \cdot (1 - \cos \beta) / \cos \beta$ $h_x \approx h'_x \cdot \cos \gamma$ </p>

Tabell 10.2 Läget för tvärsnittet med största böjspänning, $x = x_m$, för fritt upplagda balkar med jämnt fördelad last.

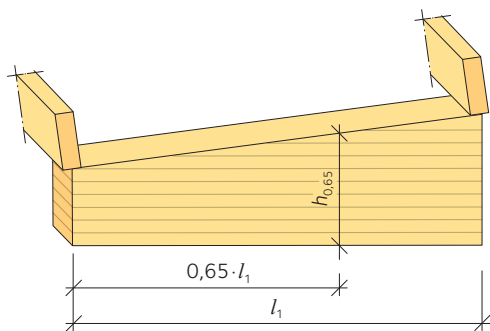
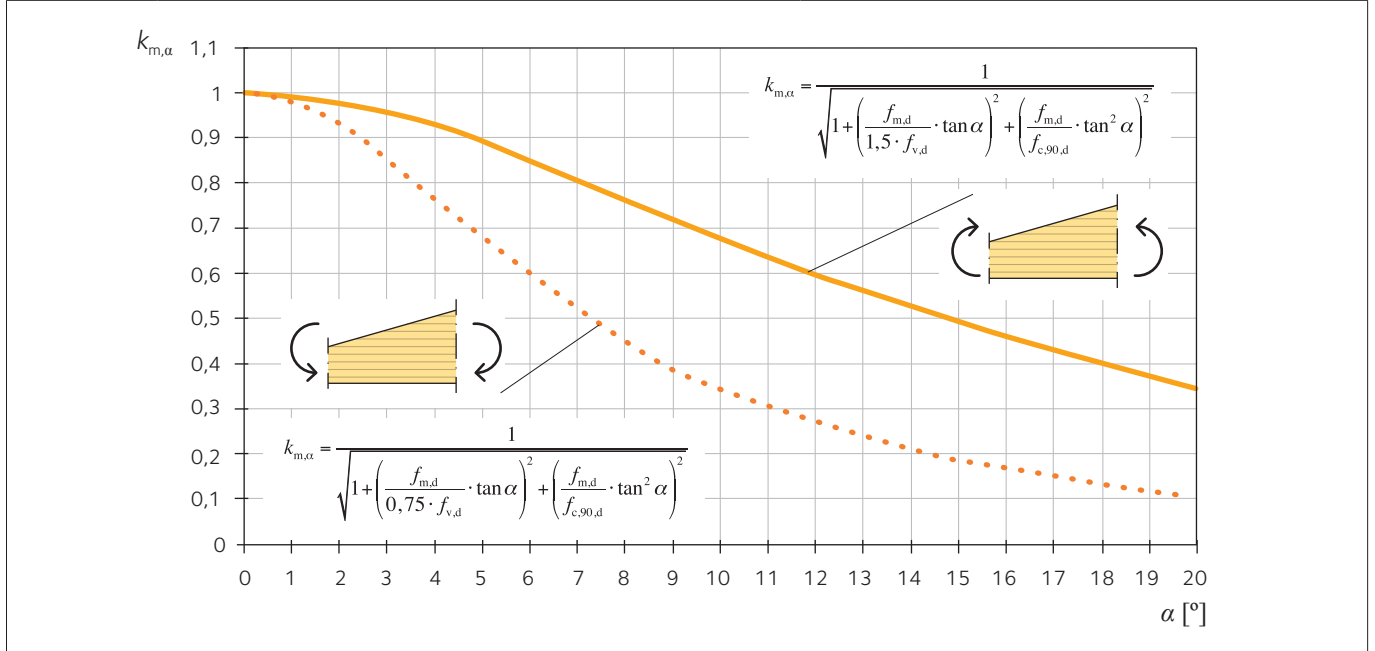
<p>Pulpetbalk</p> 	$x_m = \frac{l}{1 + h_{ap}/h_A}$ $h_x = \frac{2 \cdot h_{ap}}{1 + h_{ap}/h_A}$
<p>Sadelbalk</p> 	$x_m = \frac{l \cdot h_A}{2 \cdot h_{ap}}$ $h_x = h_A \cdot (2 - h_A/h_{ap})$
<p>Sadelbalk</p> 	$x_m = \frac{l_{ap}}{h_{ap}/h_A + 2 \cdot l_{ap}/l - 1}$ $h_x = h_A + \frac{x_m}{l_{ap}} \cdot (h_{ap} - h_A)$
<p>Krökt balk</p> 	$h'_x = h_A \cdot (2 - h_A/h_1)$
<p>Bumerangbalk</p> 	$x_m = \frac{l \cdot h_A}{2 \cdot h_1}$

Enligt EKS 10 ska räknas med osymmetrisk snölast oavsett takvinkel. Som en approximation på säkra sidan kan räknas med jämnt fördelad snölast med formfaktorn μ_4 över hela balken. Då gäller de formler som anges ovan.

Tabell 10.3 Böjspänning vid $x = x_m$ enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.4.2.

$\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} \leq k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}$		
där:		
$\sigma_{m,\alpha,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjspänning i vinkel α mot fibrerna.	
$f_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjhållfasthet.	
M_d	är dimensioneringsvärdet för böjmoment vid $x = x_m$.	
b, h	är balkens bredd och höjd vid $x = x_m$.	
$k_{m,\alpha}$	är en faktor enligt figuren nedan.	

Faktor $k_{m,\alpha}$ för hållfasthetsklass GL30c; klimatklass 1, medellång lastvaraktighet.



Figur 10.1 Val av tvärsnitt för stabilitetskontroll.

Vippning av balkar som har varierande tvärsnittshöjd

När balkens tvärsnittshöjd varierar, kontrolleras vippning vid två olika lägen:

- läget med den största böjspänningen $\sigma_{m,d}$.
- läget med den ofördelaktigaste reduktionsfaktorn för vippning k_{crit} .

Vippning av en fritt upplagd balk kontrolleras vid tvärsnittet som är beläget på ett avstånd av avstånd $0,65 \cdot l_1$ från det sidostöd som är närmast upplaget. l_1 är vippningslängden, se figur 10.1. Detta i enlighet med Colling, F., Holzbau Grundlagen, Bemessungshilfen 2. überarbeitete Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008.

Tabell 10.4 Vippning av balkar med varierande tvärsnittshöjd enligt Colling, F., Holzbau Grundlagen, Bemessungshilfen 2. überarbeitete Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008.

	<p>Vippningskontroll i läge 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{0,65}^{\text{I}}$ (eller, på den säkra sidan, $\sigma_{m,max}$). • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning, se tabell 9.7, sidan 6 i avsnitt 10, genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{0,65}^{\text{I}}$. <p>Vippningskontroll i läge 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{0,65}^{\text{II}} (= M_{0,65}^{\text{II}} / W_{0,65}^{\text{II}})$. • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning, se tabell 9.7, sidan 6 i avsnitt 10, genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{0,65}^{\text{II}}$.
--	--

Tabell 10.5 Vippning av krökta balkar enligt Colling, F., Holzbau Grundlagen, Bemessungshilfen 2. überarbeitete Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008.

<p>1. Maximal böjspänning $\sigma_{m,max}$ vid balkens raka del.</p>	
	<p>Vippningskontroll i läge 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{0,65}^{\text{I}}$ (eller, på den säkra sidan, $\sigma_{m,max}$). • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{0,65}^{\text{I}}$. <p>Vippningskontroll i läge 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{m,ap,d} (= M_{ap,d} / W_{ap})$. • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{ap}$.
<p>2. Maximal böjspänning $\sigma_{m,max}$ vid balkens krökta del.</p>	
	<p>Vippningskontroll</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{m,ap,d} (= M_{ap,d} / W_{ap})$. • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{ap}$.

Tabell 10.6 Vippning av bumerangbalkar enligt Colling, F., Holzbau Grundlagen, Bemessungshilfen 2. überarbeitete Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008.

1. Maximal böjspänning $\sigma_{m,max}$ vid balkens raka del	
	<p>Vippningskontroll i läge 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{0,65}^{\textcircled{1}}$ (eller, på den säkra sidan: $\sigma_{m,max}$). • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{0,65}^{\textcircled{1}}$. <p>Vippningskontroll i läge 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\sigma_{0,65}^{\textcircled{2}}$ ($= M_{0,65}^{\textcircled{2}} / W_{0,65}^{\textcircled{2}}$). • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{0,65}^{\textcircled{2}}$ (eller, på den säkra sidan: $b \times h_{ap}$).
2. Maximal böjspänning $\sigma_{m,max}$ vid balkens krökta del	
	<p>Vippningskontroll</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beräkna $\max \{ \sigma_{m,ap,d}; \sigma_{0,65}^{\textcircled{2}} \}$ alltså $\max \{ M_{ap,d} / W_{ap,m,ap,d}; M_{0,65}^{\textcircled{2}} / W_{0,65}^{\textcircled{2}} \}$. • Bestäm reduktionsfaktorn k_{crit} som beaktar vippning genom att anta: <ul style="list-style-type: none"> - vippningslängd $l = l_1$ och - tvärsnitt $b \times h_{0,65}^{\textcircled{2}}$ (eller, på den säkra sidan: $b \times h_{ap}$).

Tabell 10.7 Böjspänning vid nocken enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.4.3.

$\sigma_{m,d} = k_l \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h_{ap}^2} \leq k_r \cdot f_{m,d}$		
där:		
$\sigma_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjspänning vid nocken.	
$f_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för böjhållfasthet.	
M_d	är dimensioneringsvärdet för böjmoment vid nocken.	
b, h_{ap}	är balkens bredd och höjd vid nocken.	
k_l	är en faktor enligt tabell 10.8, sidan 6.	
k_r	$\begin{cases} 1 & \text{för } r_{in} \geq 240 \cdot t \\ 0,76 + \frac{r_{in}}{1000 \cdot t} & \text{för } r_{in} < 240 \cdot t \end{cases}$	

Tabell 10.8 Värderna på k_f för beräkning av böjspänning vid nocken enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.4.3.

<p style="text-align: center;">$r = r_{in} + \frac{h_{ap}}{2}$</p>	$k_f = 1 + 0,35 \cdot \frac{h_{ap}}{r} + 0,6 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2$
<p style="text-align: center;">$r = r_{in} + \frac{h_{ap}}{2}$</p>	$k_f = k_1 + k_2 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_3 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2 + k_4 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^3$ $k_1 = 1 + 1,4 \cdot \tan \alpha + 5,4 \cdot \tan^2 \alpha$ $k_2 = 0,35 - 8 \cdot \tan \alpha$ $k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \tan \alpha - 7,8 \cdot \tan^2 \alpha$ $k_4 = 6 \cdot \tan^2 \alpha$
α bör vara $\leq 15^\circ$	

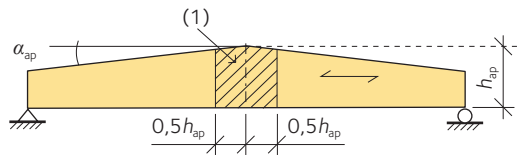
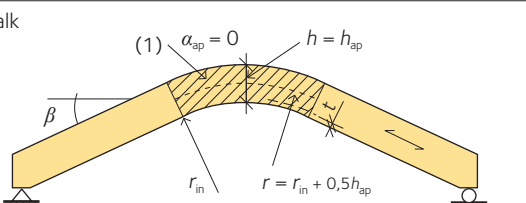
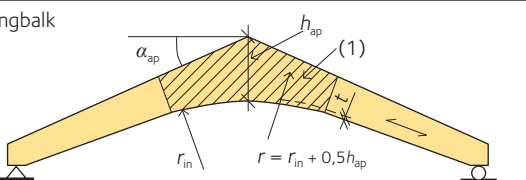
Tabell 10.9 Dragspänning vinkelrätt mot fiberriktning enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.4.3.

$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h_{ap}^2} \leq k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}$		
<p>där:</p>		
$\sigma_{t,90,d}$	är dimensioneringsvärdet för dragspänning vinkelrätt fibrerna vid nocken.	
$f_{m,d}$	är dimensioneringsvärdet för draghållfasthet vinkelrätt fibrerna vid nocken.	
M_d	är dimensioneringsvärdet för böjmoment vid nocken.	
$k_{vol} = (V_0/V)^{0,2}$	är förhållandet mellan referensvolymen V_0 (för limträ är $V_0 = 0,01 \text{ m}^3$) och den belastade volymen vid nocken, V i m^3 , se tabell 10.11, sidan 7. V bör inte vara större än 2/3 av balkens totala del.	
k_p	se tabell 10.10.	

Tabell 10.10 Värderna på k_p för beräkning av dragspänning vinkelrätt mot fiberriktningen vid nocken enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.4.3.

	$k_p = 0,2 \cdot \tan \alpha$ α bör vara $\leq 10^\circ$
<p style="text-align: center;">$r = r_{in} + \frac{h_{ap}}{2}$</p>	$k_p = 0,25 \cdot \frac{h_{ap}}{r}$
<p style="text-align: center;">$r = r_{in} + \frac{h_{ap}}{2}$</p>	$k_p = k_1 + k_2 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_3 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2$ $k_1 = 0,2 \cdot \tan \alpha$ $k_2 = 0,25 - 1,5 \cdot \tan \alpha + 2,6 \cdot \tan^2 \alpha$ $k_3 = 2,1 \cdot \tan \alpha - 4 \cdot \tan^2 \alpha$

Tabell 10.11 Värderna på k_{dis} och V enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.4.3 för olika balktyper ("b" avser balkens bredd).

Balktyp	k_{dis}	V
Dubbelsidigt snedsågad balk (sadelbalk) 	1,4	Volym av (1), se figur till vänster $\sim b \cdot (h_{ap})^2$
Krökt balk 	1,4	Volym av den krökta delen (1) ¹⁾ $\frac{\beta\pi}{180} b (h_{ap}^2 + 2h_{ap}r_{in})$
Bumerangbalk 	1,7	Volym av den krökta delen (1) ¹⁾ $b \left(\sin(\alpha_{ap}) \cos(\alpha_{ap}) (r_{in} + h_{ap})^2 - r_{in}^2 \frac{\alpha_{ap}\pi}{180} \right)$

¹⁾ Större volym för V än 2/3 av balkens totala volym V_0 behöver inte användas.
Vinklar α och β i grader. "b" avser balkens bredd.

Tabell 10.12 Placering av förstärkande träskruvar eller inlimmade skruvar enligt DIN EN 1995-1-1/NA.

Träskruv eller inlimmad skruv

Eventuell pålimmad lamell

a_1 , a_1

h_{ap}

β

r_{in} $c = 2 \cdot r_{in} \cdot \sin \beta$

$\sigma_{t,90,d}$

$c/4$, $c/2$, $c/4$

c

Läge 1: Tätare placering av skruvar.
Läge 2: Glesare placering av skruvar.

a_1

$\geq 2,5d$

$\geq 2,5d$

$n = 1$

a_1

$\geq 2,5d$

$\geq 3d$

$n = 2$

$\geq 2,5d$

$\geq 2,5d$

a_1 är avståndet mellan förstärkningarna i balkens längsriktning.
Rekommenderade avstånd: $250 \text{ mm} \leq a_1 \leq 0,75 \cdot h_{ap}$, där h_{ap} är balkens höjd vid noken.

Tabell 10.13 Förstärkning av balken mot dragspänningar vinkelrätt mot fiberriktningen.

Dimensioneringsvärdet för dragkraft vinkelrätt fibrerna i mitten av nockområdet:	
$F_{t,90,d} = \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b \cdot a_1}{n}$	
Dimensioneringsvärdet för dragkraft vinkelrätt fibrerna i de yttre fjärdedelarna av nockområdet:	
$F_{t,90,d} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b \cdot a_1}{n}$	
Kontrollera: $F_{t,90,d} \leq R_{t,d}$	
där:	
$\sigma_{t,90,d}$	är dimensioneringsvärdet för dragspänning vinkelrätt fibrerna.
b	är balkens bredd.
a_1	är avståndet mellan förstärkningarna i balkens längsriktning. Rekommenderade avstånd: $250 \text{ mm} \leq a_1 \leq 0,75 \cdot h_{ap}$, där h_{ap} är balkens höjd vid nocken, se tabell 10.12, sidan 7.
n	är antalet grupper av träskruvar eller inlimmade skruvar vinkelrätt mot balkens längsriktning, se tabell 10.12, sidan 7.
$R_{t,d}$	är dimensioneringsvärdet för axial bärförmåga för förstärkningen, träskruv/inlimmad skruv; det mindre värdet av bärförmåga vid dragning eller utdragning. Inlimningslängden i fallet inlimmade skruvar eller effektiv förankringslängd i fallet träskruvar ska väljas som värde för l_{ad} , se figur till höger.

