

Dimensionering av träkonstruktioner

Regler och formler enligt Eurokod 5

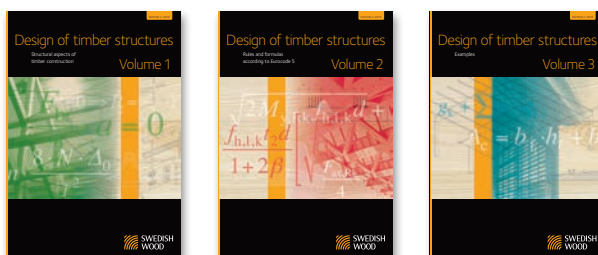
Del 2

$$\frac{\sqrt{2M_{y,Rk}}}{f_{h,1,k} t_2 d} \leq \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$



Dimensionering av träkonstruktioner Del 1–3 är anpassade till Eurokod 5 och till de svenska tillämpningsreglerna EKS 11 (BFS 2019:1).

- Del 1: Projektering av träkonstruktioner
- Del 2: Regler och formler enligt Eurokod 5
- Del 3: Dimensioneringsexempel



Design of timber structures
 Volume 1: Structural aspects of timber construction
 Volume 2: Rules and formulas according to Eurocode 5
 Volume 3: Examples

Förord

Det här är den tredje omarbetade utgåvan sedan den första *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2, Regler och formler enligt Eurokod 5* gavs ut 2015. Regler och standarder förändras i takt med samhällsutvecklingen, varför en publikation av det här slaget regelbundet måste ses över.

Bokserien *Dimensionering av träkonstruktioner Del 1–3* har tagits fram främst för att underlätta för konstruktörer att beräkna träkonstruktioner och är anpassad till Eurokoder samt till svenska byggregler enligt EKS 11 (BFS 2019:1). Den används även vid den högre utbildningen på universitet och högskolor.

I bokserien *Dimensionering av träkonstruktioner Del 1–3* ingår också *Del 1, Projektering av träkonstruktioner* samt *Del 3, Dimensioneringsexempel*. Samtliga tre böcker finns på svenska och engelska. I och med att böckerna finns på båda språken är vår målsättning att de ska fylla en funktion hos många användare med olika kunskapsnivåer.

Sammanställningen och redigeringen av *Del 2* har gjorts av Tord Isaksson och Sven Thelandersson vid Lunds Tekniska Högskola i samarbete med författarna till böckerna som nämns ovan; Roberto Crocetti, Marie Johansson, Helena Lidelöw, Robert Kliger, Annika Mårtensson, Bert Norlin och Anna Pousette.

För ytterligare kunskap, information och praktiska anvisningar om trä, limträ och träbyggande finns TräGuiden, www.traguiden.se, som uppdateras kontinuerligt med ny kunskap och praktiska erfarenheter. TräGuiden är mycket omfattande med tabeller, ritningar och illustrationer.

Välkommen in på www.traguiden.se!

Övrig information om trä, limträ och träbyggande finns på www.svenskttra.se.

Stockholm, december 2019

Johan Fröbel
Svenskt Trä

Innehållsförteckning

Inledning 5

Generella begrepp 5

2.1 Lastvaraktighetsklasser 5

2.2 Klimatklasser 6

2.3 Lastkombinationsfaktorer ψ 6

Materialegenskaper 7

3.1 Dimensioneringsvärde för hållfasthet i brottgränstillstånd 7

3.2 Hållfasthetsmodifieringsfaktor k_{mod} 8

3.3 Storlekseffekter 9

3.4 Materialegenskaper för standardiserade träprodukter 10

3.5 Slutlig elasticitetsmodul 20

Böjning 21

Axiell belastning 22

5.1 Dragning 22

5.2 Tryck 23

Tvärsnitt utsatt för skjuvning 25

Tvärsnitt utsatt för kombinerade spänningar 26

7.1 Tryckspänningar i en vinkel mot fibrerna 26

7.2 Kombinerad böjning och axiell dragning 26

7.3 Kombinerad böjning och axiellt tryck 27

Element med varierande tvärsnitt eller krökt form 28

8.1 Snedsågade balkar 28

8.2 Sadelbalkar, krökta balkar och bumerangbalkar 29

8.3 Balkar med urtag 31

Bruksgränstillstånd 32

9.1 Allmänt 32

9.2 Förskjutning i knutpunkter 33

9.3 Nedböjningar 34

9.4 Vibrationer 35

Förband med förbindare av stål 36

10.1 Allmänt 36

10.2 Tvärkraftsbärförmåga för förband trä mot trä och trä mot skiva 36

10.3 Tvärkraftsbärförmåga för förband stål mot trä 38

10.4 Spikförband 40

10.5 Skruv- och dymlingsförband 44

10.6 Förband med träskruv 46

Skivverkan i träregelväggar 49

11.1 Förenklad analysmetod A 49

11.2 Förenklad analysmetod B 50

Stagning 51

12.1 Enskilda element i tryck 51

12.2 Stagning av balk- eller fackverkssystem 52

Symboler 53

Friskrivningar 57

Publikationer och hemsidor från Svenskt Trä 59

Inledning

Målsättningen med denna publikation är att tillhandahålla formler, information och dimensioneringsregler relaterade till europeisk standard EN 1995-1-1 i ett behändigt och lättillgängligt format. Reglerna som tillhandahålls baseras på de svenska tillämpningsreglerna för EN 1995-1-1, beskrivna i publikationen EKS 11 (BFS 2019:1). Hänvisningar till europeiska standarder antagna och tillämpade i Sverige görs i det följande till prefix SS (Svensk Standard), vilket anger att standarden är tillämpad enligt specifikationerna i EKS 11. Uppmärksamma att SIS och Boverket kontinuerligt ger ut rättelser, tillägg och ändringar till standarderna och de svenska tillämpningsreglerna.

Denna publikation är primärt avsedd för undervisningsbruk och i praktisk konstruktionsdimensionering bör inte hänvisningar göras till denna bok som till ett officiellt dokument. För det syftet bör originaldokumenten SS-EN 1995-1-1, EKS 11 och EN-standarder användas.

Generella begrepp

2.1 Lastvaraktighetsklasser

Tabell 2.1 Lastvaraktighetsklasser.

Exempel på indelning av laster efter varaktighet.

Lastvaraktighet	Exempel på laster
Permanent	Egentyngd
Lång	Nyttig last i lagerlokal
Medel	Nyttig last i byggnader förutom i lagerlokal Snölast
Kort	Vindlast när den är samverkande variabel last
Momentan	Vindlast när den är variabel huvudlast Olyckslast Tillfällig koncentrerad last på yttertak

Källa: Tabell enligt BFS 2019:1, tabell G-2.

2.1 Lastvaraktighetsklasser 5

2.2 Klimatklasser 6

2.3 Lastkombinationsfaktorer ψ 6

2.2 Klimatklasser (SS-EN 1995-1-1, 2.3.1.3)

Klimatklass 1

Medelfuktkvoten för virke av barrträ överstiger inte 12 %, vilket motsvarar en miljö med temperaturen 20 °C och en relativ luftfuktighet som överstiger 65 % endast några veckor per år.

Exempel: Ytterväggar som omger permanent uppvärmda utrymmen och är skyddade av tät och ventilerad beklädnad. Träelement i uppvärmda inomhusmiljöer.

Klimatklass 2

Medelfuktkvoten för virke av barrträ överstiger inte 20 %, vilket motsvarar en miljö med temperaturen 20 °C och en relativ luftfuktighet som överstiger 85 % endast några veckor per år.

Exempel: Träelement som är ventilerade och skyddade mot nederbörd, såsom takstolar, vindar och kryprumsbjälklag. Stommar i ventilerade byggnader som inte är permanent uppvärmda eller utrymmen med aktiviteter eller förvaring som inte alstrar någon fukt, såsom sommarhus, uppvärmda vindar, garage och förråd, lantbruksbyggnader och kryprum ventilerade med utomhusluft.

Klimatklass 3

Medelfuktkvoten för virke av barrträ överstiger 20 %, vilket ger en högre fuktkvot än den specificerad för klimatklass 2.

Exempel: Stommar som inte skyddas mot nederbörd eller är i markkontakt, samt byggnadsställningar.

2.3 Lastkombinationsfaktorer ψ

Tabell 2.2 Lastkombinationsfaktorer.

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nyttig last i byggnader, kategori ¹⁾			
A: Rum och utrymmen i bostäder	0,7	0,5	0,3
B: Kontorslokaler	0,7	0,5	0,3
C: Samlingslokaler	0,7	0,7	0,6
D: Affärslokaler	0,7	0,7	0,6
E: Lagerutrymmen	1,0	0,9	0,8
F: Utrymmen med fordonstrafik, fordonstyngd ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G: Utrymmen med fordonstrafik, 30 kN < fordonstyngd ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H: Yttertak	0	0	0
Snölast			
$s_k \geq 3$ kN/m ²	0,8	0,6	0,2
$2,0 \leq s_k < 3,0$ kN/m ²	0,7	0,4	0,2
$1,0 \leq s_k < 2,0$ kN/m ²	0,6	0,3	0,1
Vindlast	0,3	0,2	0
Temperaturlast (ej brand) i byggnader	0,6	0,5	0

¹⁾ Kategori enligt SS-EN 1991-1-1.

Källa: Tabell enligt EKS 11, tabell B-1 (BFS 2019:1).

Materialegenskaper

3.1 Dimensioneringsvärde för hållfasthet i brottgränstillstånd

$$f_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_k}{\gamma_M}$$

där:

- f_d är dimensioneringsvärde för hållfasthetsparameter.
- f_k är karakteristiskt värde för hållfasthetsparameter.
- k_{mod} är modifieringsfaktor som tar hänsyn till effekten av lastvaraktighet och klimatklass för hållfasthetsparametrar.
- γ_M är partialkoefficient för material, se *tabell 3.1*.

Tabell 3.1 Partialkoefficient γ_M för material i brottgränstillstånd.

Material	γ_M
Konstruktionsvirke	1,3
Limträ	1,25
LVL, plywood, OSB	1,2
Spånskiva	1,3
Träfiberskiva (hård, medelhård, MDF)	1,3
Träförband ¹⁾	1,3
Spikplåtsförband ²⁾	1,25

¹⁾ Avser alla typer av förband i en träkonstruktion, där inget annat anges.

²⁾ Avser förband med pressade spikplåtar som utförs under kontrollerade former.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 2.4.1.

3.1 Dimensioneringsvärde för hållfasthet i brottgränstillstånd 7

3.2 Hållfasthetsmodifieringsfaktor k_{mod} 8

3.3 Storlekseffekter 9

3.4 Materialegenskaper för standardiserade träprodukter 10

3.4.1 Konstruktionsvirke 10

3.4.2 Limträ 12

3.4.3 Fanerträ (LVL) 14

3.4.4 Träfiberskivor 15

3.4.5 Spånskivor 17

3.4.6 OSB-skivor

(Oriented Strand Boards, strimlespånskivor) 18

3.4.7 Plywood 19

3.5 Slutlig elasticitetsmodul 20

3.2 Hållfasthetsmodifieringsfaktor k_{mod}

I ett förband mellan trämaterial med olika värden på k_{mod} , kan hållfasthetsmodifieringsfaktorn bestämmas som:

$$k_{\text{mod}} = \sqrt{k_{\text{mod},1} k_{\text{mod},2}}$$

där $k_{\text{mod},i}$ är hållfasthetsmodifieringsfaktorn för materialen 1 och 2.

Tabell 3.2 Hållfasthetsmodifieringsfaktorer k_{mod} för klimatklasser och lastvaraktighetsklasser.

Material	Tillhörande materialstandard	Klimatklass	Lastvaraktighetsklass				
			P	L	M	S	I
Konstruktionsvirke	SS-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Limträ	SS-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Fanerträ (LVL)	SS-EN 14374	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	SS-EN 14279	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Plywood	SS-EN 636						
	Typ 1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Typ 2	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Typ 3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB (Oriented Strand Board, strimlespånskiva)	SS-EN 300						
	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Spånskiva	SS-EN 312						
	Typ P4, P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Typ P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Typ P6, P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	Typ P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Träfiberskiva, hård	SS-EN 622-2						
	HB.LA, HB.HLA 1, 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA 1, 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Träfiberskiva, medelhård	SS-EN 622-3						
	MBH.LA 1, 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS 1, 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS 1, 2	2	¹⁾	¹⁾	¹⁾	0,45	0,80
Träfiberskiva, MDF	SS-EN 622-5						
	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	¹⁾	¹⁾	¹⁾	0,45	0,80

¹⁾ I klimatklass 2, varaktighetsklasserna P, L och M, tillåts inte fiberskivor i klasserna MBH.HLS1, MBH.HLS2 och MDF.HLS.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 3.1.3.

3.3 Storlekseffekter

För en del material och brottmoder kan storlekseffekter, även kallat volymeffekter, beaktas, se SS-EN 1995-1-1, 3.2–3.4.

Konstruktionsvirke i böjning och dragnig: För dimensioner med höjden h mindre än 150 mm kan de karakteristiska värdena $f_{m,k}$ och $f_{t,0,k}$ ökas med faktorn k_h , där:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} \\ 1,3 \end{array} \right.$$

där:

h är tvärsnittshöjden uttryckt i mm.

Limträ i böjning och dragnig: För rektangulära tvärsnitt med tvärsnittshöjder mindre än 600 mm, kan värdena $f_{m,k}$ och $f_{t,0,k}$ ökas med faktorn k_h , där:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \\ 1,1 \end{array} \right.$$

där:

h är tvärsnittshöjden uttryckt i mm.

Fanerträ (LVL) i böjning: För andra tvärsnittshöjder än 300 mm, bör värdet för $f_{m,k}$ korrigeras med en faktor k_h , där:

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

där:

h är tvärsnittshöjden uttryckt i mm.

s är parameter för storlekseffekt, se avsnitt 3.4.3, sidan 14.

Fanerträ (LVL) i dragnig: Referenslängden vid dragnig är 3 000 mm. För andra längder bör draghållfastheten $f_{t,0,k}$ multipliceras med faktorn k_ℓ , där:

$$k_\ell = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{3000}{\ell} \right)^{s/2} \\ 1,1 \end{array} \right.$$

där:

ℓ är längden uttryckt i mm.

De värden för parametern s , som ges i SS-EN 14374, för storlekseffekten gällande fanerträ ska användas, se även avsnitt 3.4.3, sidan 14.



Vasaplan, Umeå.

3.4 Materialegenskaper för standardiserade träprodukter

3.4.1 Konstruktionsvirke

Tabell 3.3 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetssegenskaper uttryckta i MPa och densitet kg/m³ för konstruktionsvirke i hållfasthetsklass C14 – C40. ¹⁾

Egenskaper	C14	C16	C18	C20	C22
Hållfasthetsvärden					
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k}$	14	16	18	20	22
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	7,2	8,5	10	11,5	13
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4
Längsskjuvning $f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
Styvhetsvärden för analys av bärförmåga					
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	4 700	5 400	6 000	6 400	6 700
Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden					
Elasticitetsmodul parallellt med fibrerna $E_{0,mean}$	7 000	8 000	9 000	9 500	10 000
Elasticitetsmodul vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,mean}$	230	270	300	320	330
Skjuvmodul G_{mean}	440	500	560	590	630
Densitet					
Densitet ρ_k ²⁾	290	310	320	330	340
Densitet ρ_{mean} ³⁾	350	370	380	400	410
Egenskaper					
C24 C27 C30 C35 C40					
Hållfasthetsvärden					
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k}$	24	27	30	35	40
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	14,5	16,5	19	22,5	26
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	21	22	24	25	27
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,7	2,7	2,8
Längsskjuvning $f_{v,k}$	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Styvhetsvärden för analys av bärförmåga					
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	7 400	7 700	8 000	8 700	9 400
Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden					
Elasticitetsmodul parallellt med fibrerna $E_{0,mean}$	11 000	11 500	12 000	13 000	14 000
Elasticitetsmodul vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,mean}$	370	380	400	430	470
Skjuvmodul G_{mean}	690	720	750	810	880
Densitet					
Densitet ρ_k ²⁾	350	360	380	390	400
Densitet ρ_{mean} ³⁾	420	430	460	470	480

¹⁾ För tillämpningar i Sverige är de dominerande hållfasthetsklasserna för konstruktionsvirke C14 och C24.

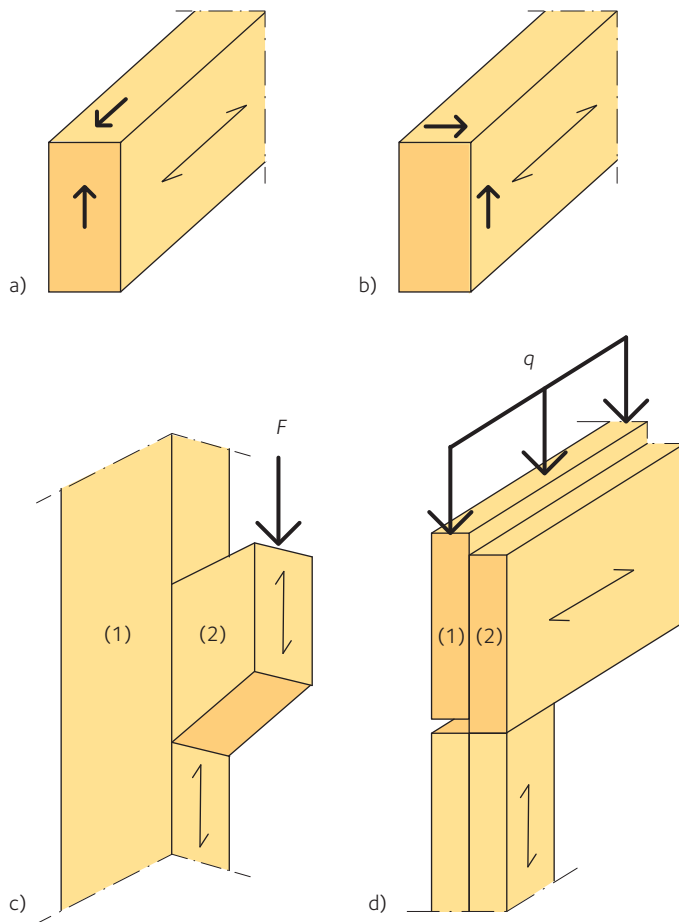
Även hållfasthetsklass C18, C30 och C35 förekommer i Sverige.

²⁾ ρ_k motsvarar 0,05-percentilen.

³⁾ ρ_{mean} motsvarar 0,50-percentilen.

Källa: Tabell enligt SS-EN 338:2016.

Hållfastheten vid rullskjuvning hos konstruktionsvirke är ungefär två gånger draghållfastheten vinkelrätt mot fibrerna enligt SS-EN 1995-1-1, 6.1.7, det vill säga 0,8 MPa. Se figur 3.1.



Figur 3.1 a) Element med en skjuvspänningskomponent vinkelrätt mot fibrerna (längsskjuvning).
 b) Element med båda skjuvspänningskomponenterna vinkelrätt mot fibrerna (rullskjuvning).
 Två praktiska exempel. c) Pålimmat träknäp på pelare, längsskjuvning mellan kontaktyta (1) och (2).
 d) Två ihoplimmade balkar, rullskjuvning mellan kontaktyta (1) och (2).

3.4.2 Limträ

Tabell 3.4 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetssegenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m³ för kombinerat (c), homogent (h) och klyvsågat (s) limträ. ^{1) 2) 3)}

Egenskaper	GL22c	GL24c	GL26c	GL28c	GL28cs	GL30c	GL32c
Hållfasthetsvärden							
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k}$ ⁴⁾	22	24	26	28	28	30	32
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	16	17	19	19,5	19,5	19,5	19,5
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	20	21,5	23,5	24	24	24,5	24,5
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Längsskjuvning $f_{v,k}$ (skjuvning och vridning)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Rullskjuvning $f_{r,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Styvhetsvärden för analys av bärförmåga							
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	8 600	9 100	10 000	10 400	10 400	10 800	11 200
Elasticitetsmodul $E_{90,05}$	250	250	250	250	250	250	250
Skjuvmodul G_{05}	540	540	540	540	540	540	540
Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden							
Elasticitetsmodul $E_{0,mean}$	10 400	11 000	12 000	12 500	12 500	13 000	13 500
Elasticitetsmodul $E_{90,mean}$	300	300	300	300	300	300	300
Skjuvmodul G_{mean}	650	650	650	650	650	650	650
Densitet							
Densitet ρ_k	355	365	385	390	390	390	400
Densitet ρ_{mean}	390	400	420	420	430	430	440
Egenskaper							
Hållfasthetsvärden							
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k}$ ⁴⁾	22	24	26	28	28	30	32
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	17,6	19,2	20,8	22,4	22,4	24	25,6
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	22	24	26	28	28	30	32
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Längsskjuvning $f_{v,k}$ (skjuvning och vridning)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Rullskjuvning $f_{r,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Styvhetsvärden för analys av bärförmåga							
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	8 800	9 600	10 100	10 500	10 500	11 300	11 800
Elasticitetsmodul $E_{90,05}$	250	250	250	250	250	250	250
Skjuvmodul G_{05}	540	540	540	540	540	540	540
Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden							
Elasticitetsmodul $E_{0,mean}$	10 500	11 500	12 100	12 600	13 100	13 600	14 200
Elasticitetsmodul $E_{90,mean}$	300	300	300	300	300	300	300
Skjuvmodul G_{mean}	650	650	650	650	650	650	650
Densitet							
Densitet ρ_k	370	385	405	425	430	430	440
Densitet ρ_{mean}	410	420	445	460	480	480	490

¹⁾ Här har index g (för glulam) i egenskapsbeteckningarna utelämnats.

²⁾ För tillämpningar i Sverige är den dominerande hållfasthetsklassen för limträ GL30c. Även hållfasthetsklass GL28cs, GL28hs och GL30h förekommer i Sverige, se tabell 3.5, sidan 13. Tillgängligheten på övriga hållfasthetsklasser och dimensioner bör kontrolleras med de svenska limträ tillverkarna före projektering sker. Se även *Limträhandbok Del 1* för mer information om limträ.

³⁾ Karakteristiska värden för böjning och dragning gäller för limträ med en tvärsnittshöjd av 600 mm. För storlekseffekter, se avsnitt 3.3, sidan 9.

⁴⁾ Böjhållfastheten i förhållande till den vea axeln antas vara lika med böjhållfastheten i förhållande till den styva axeln.

Källa: Tabell enligt SS-EN 14080:2013.

Tabell 3.5 Tillverknings Sortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige, i aktuella hållfasthetsklasser.

Bredd <i>b</i> (mm)	42	56	66	78	90	115	140	160	165	190	215
Höjd <i>h</i> (mm)											
90	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL30h	GL30h	GL30h		GL30h	GL30h	GL30h
115						GL30h	GL30h		GL30h	GL30h	GL30h
135	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL30h	GL30h	GL30h		GL30h	GL30h	GL30h
140							GL30h				
160								GL30h			
165									GL30h		
180	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c
225	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
270	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
315	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
360	GL28cs*	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
405	GL28cs*	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
450		GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
495		GL28cs*	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
540		GL28cs*	GL28cs*	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
585			GL28cs*	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
630			GL28cs*	GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
675				GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
720				GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
765				GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
810					GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
855					GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
900					GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
945						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
990						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 035						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 080						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 125						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 170							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 215							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 260							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 305							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 350							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 395							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 440									GL30c	GL30c	GL30c
1 485									GL30c	GL30c	GL30c
1 530									GL30c	GL30c	GL30c
1 575									GL30c	GL30c	GL30c
1 620									GL30c	GL30c	GL30c

Fet stil = Lagertyp för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige.

* Klyvsågat limträ i hållfasthetsklasserna GL28cs och GL28hs ska ha ett höjd-/breddförhållande $h/b \leq 8/1$.

Om en klyvsågad limträbalk med ett höjd-/breddförhållande $h/b > 8$ klarar sig hållfasthetsmässigt, får dock höjden på limträbalken ökas med bibehållen bredd om så önskas (dock rekommenderas av praktiska skäl ett maximalt höjd-/breddförhållande $h/b = 10$).

Förklaring:

h = homogeneous, homogent limträ, c = combined, kombinerat limträ, s = split, klyvsågat limträ.

3.4.3 Fanerträ (LVL)

Tabell 3.6 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetsgenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m³ för fanerträ (LVL)¹⁾.

Egenskaper	Kerto-S Tjocklek 21–90 mm	Kerto-Q Tjocklek 21–24 mm	Kerto-Q Tjocklek 27–69 mm
Hållfasthetsvärden			
Böjning på högkant (momentvektor vinkelrätt limfogarna) $f_{m,0,edge,k}$	44	28	32
- Parameter för storlekseffekt s	0,12	0,12	0,12
Böjning på lågkant (momentvektor parallellt limfogarna), parallellt med fibrerna $f_{m,0,flat,k}$ (tjocklek 21–90 mm)	50	32	36
Böjning på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{m,90,flat,k}$	-	8,0 ²⁾	8,0
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	35	19	26
Dragning på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,edge,k}$	0,8	6,0	6,0
Dragning på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,flat,k}$	-	-	-
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	35	19	26
Tryck på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,edge,k}$	6	9	9
Tryck på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,flat,k}$	1,8	2,2	2,2
Skjuvning på högkant $f_{v,0,edge,k}$	4,1	4,5	4,5
Skjuvning på lågkant, parallellt med fibrerna $f_{v,0,flat,k}$	2,3	1,3	1,3
Skjuvning på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{v,90,flat,k}$	-	0,6	0,6
Styvhetsvärden för analys av bärförmåga			
Elasticitetsmodul			
- parallellt med fibrerna, längs $E_{0,k}$	11 600	8 300	8 800
- parallellt med fibrerna, tvärs $E_{90,k}$	-	1 000 ²⁾	1 700
- på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,edge,k}$	350	2 000	2 000
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,flat,k}$	100	100	100
Skjuvmodul			
- på högkant $G_{0,edge,k}$	400	400	400
- på lågkant, parallellt med fibrerna $G_{0,flat,k}$	400	60	100
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $G_{90,flat,k}$	-	16	16
Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden			
Elasticitetsmodul			
- parallellt med fibrerna, längs $E_{0,mean}$	13 800	10 000	10 500
- parallellt med fibrerna, tvärs $E_{90,mean}$	-	1 200 ²⁾	2 000
- på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,edge,mean}$	430	2 400	2 400
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,flat,mean}$	130	130	130
Skjuvmodul			
- på högkant $G_{0,edge,mean}$	600	600	600
- på lågkant, parallellt med fibrerna $G_{0,flat,mean}$	600	60	120
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $G_{90,flat,mean}$	-	22	22
Densitet			
Densitet ρ_k	480	480	480
Densitet ρ_{mean}	510	510	510

¹⁾ Värdena i tabellen baseras på ett tekniskt godkännande (VTT Certificate No 184/03, daterat 2012) för den dominerande europeiska leverantören (Metsä Wood) av fanerträ (Kerto) och gäller inte för produkter från andra leverantörer. För mer information om och specifika egenskaper för Kerto liksom vanligt förekommande fanerträdimensioner, se VTT Certificate No 184/03 som tillhandahålls av leverantören.

²⁾ För uppbyggnad I–III–I kan värdena 14,0; 2 900 och 3 300 användas istället för värdena 8,0; 1 000 och 1 200.

3.4.4 Träfiberskivor

Tabell 3.7 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetssegenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m³ för träfiberskivor.^{1) 3)} Hårda skivor (fuktiga förhållanden HB.HLA2) och medelhårda skivor (torra förhållanden MBH.LA2).

Egenskaper	Hårda träfiberskivor (SS-EN 622-2) HB.HLA2			Medelhårda träfiberskivor (SS-EN 622-3) MBH.LA2	
	Nominell tjocklek t_{nom} (mm)				
	≤ 3,5	> 3,5 – 5,5	> 5,5	≤ 10	> 10
Hållfasthetsvärden					
Böjning f_m	37	35	32	17	15
Dragning f_t	27	26	23	9	8
Tryck f_c	28	27	24	9	8
Panelskjuvning f_v	19	18	16	5,5	4,5
Skiktskjuvning f_r	3	3	2,5	0,3	0,25
Medelvärden för styvhet²⁾					
Böjning E_m	5 000	4 800	4 600	3 100	2 900
Dragning och tryck E_t, E_c	5 000	4 800	4 600	3 100	2 900
Panelskjuvning G_v	2 100	2 000	1 900	1 300	1 200
Densitet					
Densitet ρ_k	900	850	800	650	600

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{mod} eller k_{def} enligt tabell 3.2, sidan 8, och tabell 9.1, sidan 32. MBH.LA2 kan bara användas i klimatklass 1. HB.HLA2 kan även användas i klimatklass 2.

²⁾ 5-percentilvärden fastställs som 0,8 gånger medelvärdena.

³⁾ Tillgängligheten på skivtyper och skivtjocklekar bör kontrolleras med de svenska skivtillverkarna eller skivleverantörerna före projektering sker.

Tabell 3.8 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetsgenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m³ för MDF. ^{1) 3)} MDF.HLS för fuktiga och MDF.LA för torra förhållanden (SS-EN 622-5).

Egenskaper	Typ	Nominell tjocklek t_{nom} (mm)			
		> 1,8 – 12	> 12 – 19	> 19 – 30	> 30
Hållfasthetsvärden					
Böjning f_m	MDF.HLS	22,0	22,0	21,0	18,0
	MDF.LA	21,0	21,0	21,0	19,0
Dragning f_t	MDF.HLS	18,0	16,5	16,0	13,0
	MDF.LA	13,0	12,5	12,0	10,0
Tryck f_c	MDF.HLS	18,0	16,5	16,0	13,0
	MDF.LA	13,0	12,5	12,0	10,0
Panelskjuvning f_v	MDF.HLS	8,5	8,5	8,5	7,0
	MDF.LA	6,5	6,5	6,5	5,0
Medelvärden för styvhet ²⁾					
Böjning E_m	MDF.HLS	3 700	3 200	3 100	2 800
	MDF.LA	3 700	3 000	2 900	2 700
Dragning och tryck E_t, E_c	MDF.HLS	3 100	2 800	2 700	2 400
	MDF.LA	2 900	2 700	2 000	1 600
Panelskjuvning G_v	MDF.HLS	1 000	1 000	1 000	800
	MDF.LA	800	800	800	600
Densitet					
Densitet ρ_k	MDF.HLS	650	600	550	500
	MDF.LA	650	600	550	500

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{mod} eller k_{def} enligt tabell 3.2, sidan 8, och tabell 9.1, sidan 32.

MDF.LA kan bara användas i klimatklass 1. MDF.HLS kan även användas i klimatklass 2 i lastvaraktighetsklass S och I.

²⁾ 5-percentilvärden fastställs som 0,85 gånger medelvärdena.

³⁾ Tillgängligheten på skivtyper och skivtjocklekar bör kontrolleras med de svenska skivtillverkarna eller skivleverantörerna före projektering sker.

Källa: Tabeller enligt SS-EN 12369-1:2001.

3.4.5 Spånskivor

Tabell 3.9 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetsgenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m³ för spånskivor. ^{1) 4)}

Egenskaper	Typ ²⁾	Nominell tjocklek t_{nom} (mm)					
		> 6-13	> 13 – 20	> 20 – 25	> 25 – 32	> 32 – 40	> 40
Böjning f_m	P4	14,2	12,5	10,8	9,2	7,5	5,8
	P5	15,0	13,3	11,7	10,0	8,3	7,5
	P6	16,5	15,0	13,3	12,5	11,7	10,0
	P7	18,3	16,7	15,4	14,2	13,3	12,5
Dragning f_t	P4	8,9	7,9	6,9	6,1	5,0	4,4
	P5	9,4	8,5	7,4	6,6	5,6	5,6
	P6	10,5	9,5	8,5	8,3	7,8	7,5
	P7	11,5	10,6	9,8	9,4	9,0	8,0
Tryck f_c	P4	12,0	11,1	9,6	9,0	7,6	6,1
	P5	12,7	11,8	10,3	9,8	8,5	7,8
	P6	14,1	13,3	12,8	12,2	11,9	10,4
	P7	15,5	14,7	13,7	13,5	13,2	13,0
Panelskjuvning f_v	P4	6,6	6,1	5,5	4,8	4,4	4,2
	P5	7,0	6,5	5,9	5,2	4,8	4,4
	P6	7,8	7,3	6,8	6,5	6,0	5,5
	P7	8,6	8,1	7,9	7,4	7,2	7,0
Skiktskjuvning f_r	P4	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
	P5	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
	P6	1,9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
	P7	2,4	2,2	2,0	1,9	1,9	1,8
Medelvärden för styvhet ³⁾							
Böjning E_m	P4	3 200	2 900	2 700	2 400	2 100	1 800
	P5	3 500	3 300	3 000	2 600	2 400	2 100
	P6	4 400	4 100	3 500	3 300	3 100	2 800
	P7	4 600	4 200	4 000	3 900	3 500	3 200
Dragning E_t Tryck E_c	P4	1 800	1 700	1 600	1 400	1 200	1 100
	P5	2 000	1 900	1 800	1 500	1 400	1 300
	P6	2 500	2 400	2 100	1 900	1 800	1 700
	P7	2 600	2 500	2 400	2 300	2 100	2 000
Panelskjuvning G_v	P4	860	830	770	680	600	550
	P5	960	930	860	750	690	660
	P6	1 200	1 150	1 050	950	900	880
	P7	1 250	1 200	1 150	1 100	1 050	1 000
Densitet							
Densitet ρ_k	P4	650	600	550	550	500	500
	P5	650	600	550	550	500	500
	P6	650	600	550	550	500	500
	P7	650	600	550	550	500	500

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{mod} eller k_{def} enligt tabell 3.2, sidan 8, och tabell 9.1, sidan 32.

Spånskivor typ 4 och 6 kan endast användas i klimatklass 1. Spånskivor typ 5 och 7 kan även användas i klimatklass 2.

²⁾ Spånskivor delas in i typerna P4 – P7 enligt SS-EN 312 i respektive del 4 – 7.

³⁾ 5-percentilvärden fastställs som 0,8 gånger medelvärdena.

⁴⁾ Tillgängligheten på skivtyper och skivtjocklekar bör kontrolleras med de svenska skivtillverkarna eller skivleverantörerna före projektering sker.

Källa: Tabell enligt SS-EN 12369-1:2001.

3.4.6 OSB-skivor (Oriented Strand Boards, strimlespånskivor)

Tabell 3.10 Karakteristiska hållfasthets- och styvhetsegenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m³ för OSB.¹⁾⁶⁾

Nominell tjocklek t_{nom} (mm)	OSB/2, OSB/3 ⁴⁾			OSB/4 ⁴⁾		
	> 6 – 10	> 10 – 18	> 18 – 25	> 6 – 10	> 10 – 18	> 18 – 25
Hållfasthetsvärden						
Böjning f_m parallellt med spånen // ²⁾	18,0	16,4	14,8	24,5	23,0	21,0
Böjning f_m vinkelrätt mot spånen \perp ³⁾	9,0	8,2	7,4	13,0	12,2	11,4
Dragning f_t parallellt med spånen // ²⁾	9,9	9,4	9,0	11,9	11,4	10,9
Dragning f_t vinkelrätt mot spånen \perp ³⁾	7,2	7,0	6,8	8,5	8,2	8,0
Tryck f_c parallellt med spånen // ²⁾	15,9	15,4	14,8	18,1	17,6	17,0
Tryck f_c vinkelrätt mot spånen \perp ³⁾	12,9	12,7	12,4	14,3	14,0	13,7
Panelskjuvning f_v	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9
Skiktskjuvning f_r	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Medelvärden för styvhet⁵⁾						
Böjning E_m parallellt med spånen // ²⁾	4 930	4 930	4 930	6 780	6 780	6 780
Böjning E_m vinkelrätt mot spånen \perp ³⁾	1 980	1 980	1 980	2 680	2 680	2 680
Dragning E_t parallellt med spånen // ²⁾	3 800	3 800	3 800	4 300	4 300	4 300
Dragning E_t vinkelrätt mot spånen \perp ³⁾	3 000	3 000	3 000	3 200	3 200	3 200
Tryck E_c parallellt med spånen // ²⁾	3 800	3 800	3 800	4 300	4 300	4 300
Tryck E_c vinkelrätt mot spånen \perp ³⁾	3 000	3 000	3 000	3 200	3 200	3 200
Panelskjuvning G_v	1 080	1 080	1 080	1 090	1 090	1 090
Skiktskjuvning G_r	50	50	50	60	60	60
Densitet						
Densitet ρ_k	550	550	550	550	550	550

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{mod} eller k_{def} enligt tabell 3.2, sidan 8, och tabell 9.1, sidan 32.

OSB/2 kan endast användas i klimatklass 1. OSB/3 och OSB/4 kan även användas i klimatklass 2.

²⁾ Parallellt med spånen i det yttre lagret.

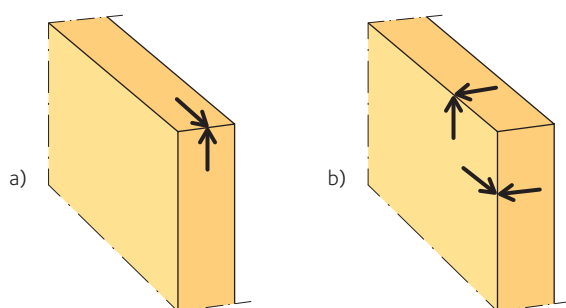
³⁾ Vinkelrätt mot spånen i det yttre lagret.

⁴⁾ OSB delas in i typerna OSB/2–OSB/4, enligt SS-EN 300.

⁵⁾ 5-percentilvärden fastställs som 0,85 gånger medelvärdena.

⁶⁾ Tillgängligheten på skivtyper och skivtjocklekar bör kontrolleras med de svenska skivtillverkarna eller skivleverantörerna före projektering sker.

Källa: Tabell enligt SS-EN 12369-1:2001.


Figur 3.2 Definition av a) panelskjuvning och b) skiktskjuvning.

3.4.7 Plywood

Tabell 3.11 Karakteristiska hållfasthetsvärden för plywood, för användning vid dimensionering.¹⁾

Hållfasthetsklass ²⁾	Karakteristiska hållfasthetsvärden (MPa)		
	Fiberriktning i ytskiktet ²⁾		
	0 och 90	0	90
	Böjning f_m	Dragning f_t Tryck f_c	
F3	3	1,2	1,5
F5	5	2	2,5
F10	10	4	5
F15	15	6	7,5
F20	20	8	10
F25	25	10	12,5
F30	30	12	15
F40	40	16	20
F50	50	20	25
F60	60	24	30
F70	70	28	35
F80	80	32	40

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{mod} enligt tabell 3.2, sidan 8.

²⁾ Klasserna identifieras för båda riktningarna parallellt med fibrerna (0) respektive vinkelrätt mot fibrerna (90).

F-klasserna för hållfasthet definieras i SS-EN 636.

Tabell 3.12 Klassificering av elasticitetsmodul för plywood vid böjning, dragning och tryck.¹⁾

Styvhetsklass ²⁾	Medelmodul (MPa) ³⁾		
	Fiberriktning i ytskiktet ²⁾		
	0 och 90	0	90
	Böjning E_m	Dragning E_t Tryck E_c	
E5	500	250	400
E10	1 000	500	800
E15	1 500	750	1 200
E20	2 000	1 000	1 600
E25	2 500	1 250	2 000
E30	3 000	1 500	2 400
E40	4 000	2 000	3 200
E50	5 000	2 500	4 000
E60	6 000	3 000	4 800
E70	7 000	3 500	5 600
E80	8 000	4 000	6 400
E90	9 000	4 500	7 200
E100	10 000	5 000	8 000
E120	12 000	6 000	9 600
E140	14 000	7 000	11 200

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{def} enligt tabell 9.1, sidan 32.

²⁾ Klasserna identifieras för båda riktningarna parallellt med fibrerna (0) respektive vinkelrätt mot fibrerna (90).

E-klasserna för styvhet definieras i SS-EN 636.

³⁾ 5-percentilvärden ska bestämmas enligt nedan.

Observera Klasserna för hållfasthet (F) och styvhet (E) ska identifieras för båda riktningarna, 0 respektive 90, baserat på böjningsegenskaper, se SS-EN 636. Värden för dragning och tryck i riktningarna 0 respektive 90 bör bestämmas baserat på klasserna som är giltiga för samma riktningar.

5-percentilen för styvhet tas som X gånger de medelvärden som ges i tabell 3.12, där:

- X = 0,67 för skivor bestående av träarter med en medeldensitet < 640 kg/m³.
- X = 0,84 för skivor bestående av träarter med en medeldensitet ≥ 640 kg/m³.

Då 5-percentilen $\rho_{w,05}$ för densiteten är känd, kan medelvärdet härledas ur:

$$\rho_{w,mean} = \frac{\rho_{w,05}}{0,823}$$

Tabell 3.13 Medelvärden för skjuvstyvhet och karakteristisk skjuvhållfasthet för plywood.^{1) 2)}

$\rho_{w,mean}$ (kg/m ³)	G_v	f_v	G_r	f_r
	(MPa)			
350	220	1,8	7,3	0,4
400	270	2,7	11	0,5
450	310	3,5	16	0,6
500	360	4,3	22	0,7
550	400	5,0	32	0,8
600	440	5,7	44	0,9
650	480	6,3	60	1,0
700	520	6,9	82	1,1
750	550	7,5	110	1,2

¹⁾ Värdena ska modifieras med k_{mod} eller k_{def} enligt tabell 3.2, sidan 8, och tabell 9.1, sidan 32.

²⁾ Tillgängligheten på skivtyper och skivtjocklekar bör kontrolleras med de svenska skivtillverkarna eller skivleverantörerna före projektering sker.

Källa: Tabeller enligt SS-EN 12369-2:2011.

3.5 Slutlig elasticitetsmodul

Vid analys av snittkrafter i brottgränstillståndet, där konstruktions-elementens styvhet är av betydelse, bör slutliga elasticitetsmodulen $E_{\text{mean,fin}}$ bestämmas enligt:

$$E_{\text{mean,fin}} = \frac{E_{\text{mean}}}{1 + \psi_2 k_{\text{def}}}$$

där:

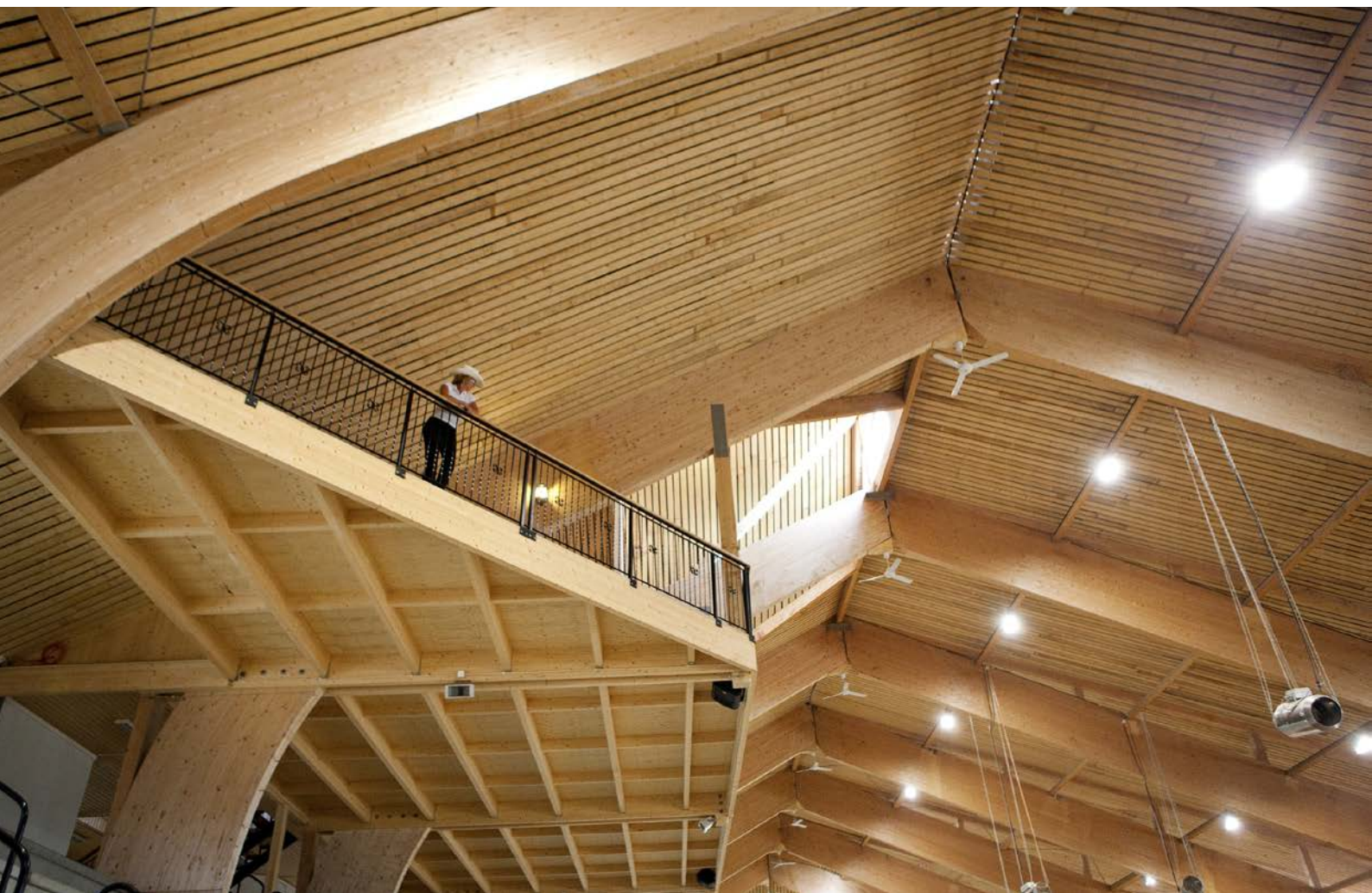
E_{mean} är elasticitetsmodulens medelvärde.

ψ_2 är kvasipermanent lastkombinationsfaktor för den last som orsakar den största spänningen i relation till hållfastheten.

k_{def} är faktor som tar hänsyn till inverkan av klimatklass på deformationer.

Ett analogt uttryck bör tillämpas för skjuvmodulen G_{mean} och förskjutningsmodulen K_{ser} för knutpunkter med förbindare av dymlingstyp.

Se även *kapitel 9, sidan 32*.



Bökebergs ridhus.

Böjning

Dimensionerande böjmomentkapacitet M_{Rd} bestäms ur:

$$M_{Rd} = f_{m,d} \cdot W \cdot k_{crit}$$

där:

$f_{m,d}$ är dimensioneringsvärde för böjhållfasthet.

k_{crit} är faktor som tar hänsyn till vippning.

W är böjmotstånd.

$\lambda_{rel,m}$ är relativt slankhetstal vid böjning.

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{för } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{för } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{för } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

där $\sigma_{m,crit}$ är kritisk böjspänning beräknad enligt klassisk vippnings-teori, baserat på 5-percentilvärden för styvhetsgenskaper (SS-EN 1995-1-1, 6.3.3):

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{\ell_{ef} W_y}$$

där:

$M_{y,crit}$ är kritiskt böjmoment vid böjning kring den styva axeln (y).

$E_{0,05}$ är 5-percentilvärde för elasticitetsmodul parallellt med fibrerna.

$G_{0,05}$ är 5-percentilvärde för skjuvmodul parallellt med fibrerna.

I_z är tröghetsmoment kring den veka axeln (z).

I_{tor} är vridtröghetsmoment.

ℓ_{ef} är effektiv längd för balken, beroende av upplagsförhållanden och lastkonfiguration, se tabell 4.1.

W_y är böjmotstånd kring den styva axeln (y).

För konstruktionsvirke och limträ av barrträ med rektangulärt, massivt tvärsnitt kan den kritiska böjspänningen tas som:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \ell_{ef}} E_{0,05}$$

Tabell 4.1 Effektiv längd som andel av spännvidden ¹⁾.

Balktyp	Belastning	ℓ_{ef}/ℓ
Fritt upplagd	Konstant moment	1,0
	Jämnt utbredd last	0,9
	Koncentrerad kraft mitt på spannet	0,8
Konsol	Jämnt utbredd last	0,5
	Koncentrerad kraft vid den fria änden	0,8

¹⁾ Värdena i tabellen gäller för en balk som är fixerad mot vridning vid upplagen och belastad i tvärsnittets tyngdpunkt. Om lasten påförs vid den tryckta kanten, så bör ℓ_{ef} ökas med $2h$, medan ℓ_{ef} kan minskas med $0,5h$ för en last som angriper vid den dragka kanten.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 6.3.3.

Axiell belastning

5.1 Dragning 22

5.2 Tryck 23

5.1 Dragning

Bärförmågan $N_{t,0,Rd}$ vid dragning parallellt fiberriktningen är:

$$N_{t,0,Rd} = f_{t,0,d} A$$

där:

$f_{t,0,d}$ är dimensionerande draghållfasthet parallellt fiberriktningen.

A är tvärsnittsarea, vid beräkning av tvärsnittsarean ska hänsyn tas till tvärsnittsförminskningar på grund av exempelvis borrhål och slitsar.

Bärförmågan $N_{t,90,Rd}$ vid dragning vinkelrätt fiberriktningen är:

$$N_{t,90,Rd} = f_{t,90,d} \cdot A \quad (\text{för konstruktionsvirke})$$

$$N_{t,90,Rd} = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} f_{t,90,d} \cdot A \quad (\text{för limträ})$$

där:

$f_{t,90,d}$ är dimensionerande draghållfasthet vinkelrätt fiberriktningen.

V_0 är referensvolym = 0,01 m³.

V är dragpåverkad volym.



Universeum, Göteborg.

5.2 Tryck

Bärförmågan $N_{c,0,Rd}$ vid tryck parallellt fiberriktningen är:

$$N_{c,0,Rd} = f_{c,0,d} \cdot A \cdot k_c$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} \quad \text{för } \lambda_{rel} > 0,3$$

$$k = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2 \right)$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda = \frac{\ell_e}{i}$$

$$i = \sqrt{I/A}$$

där:

$f_{c,0,d}$ är dimensionerande tryckhållfasthet parallellt fiberriktningen.

$f_{c,0,k}$ är karakteristisk tryckhållfasthet parallellt fiberriktningen.

A är tvärsnittsarea.

k_c, k är instabilitetsfaktorer.

λ_{rel} är relativt slankhetstal.

λ är slankhetstal.

$E_{0,05}$ är elasticitetsmodulens 5-procentsfraktil.

ℓ_e är effektiv knäcklängd vid tryck.

i är tröghetsradie.

I är tröghetsmoment.

Parametern β_c tar hänsyn till initiella avvikelser från rakt tillstånd och kan sättas till 0,2 för konstruktionsvirke och 0,1 för limträ och fanerträ (LVL).

Tvärsnittsförminskningar på grund av exempelvis borrhål och slitsar kan reducera bärförmågan väsentligt.

Bärförmågan vid tryck vinkelrätt fiberriktningen (notera ej axiell belastning) är:

$$N_{c,90,Rd} = k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \cdot A_{ef}$$

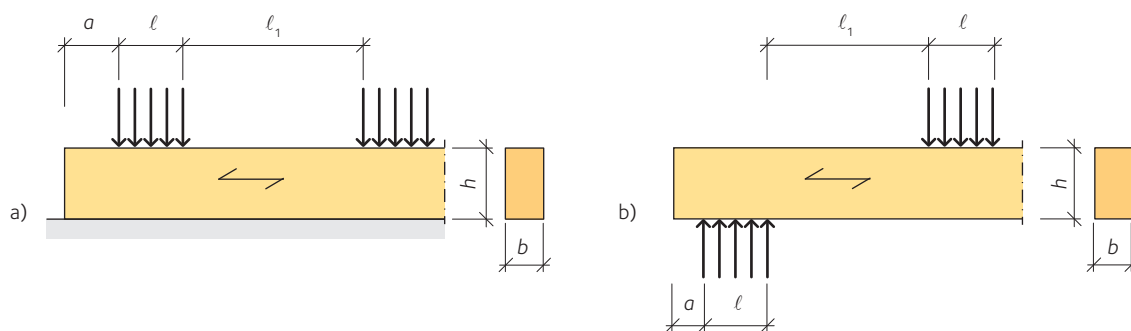
där:

$k_{c,90}$ är faktor som tar hänsyn till hur lasten angriper och graden av sammantryckning (SS-EN 1995-1-1, 6.1.5).

$f_{c,90,d}$ är dimensionerande tryckhållfasthet vinkelrätt fiberriktningen, dimensionerande värdet bestäms enligt *Dimensionering av träkonstruktioner Del 1, avsnitt 3.1.3*.

A_{ef} är effektiv kontaktyta vid tryck vinkelrätt fiberriktningen.

A_{ef} bör bestämmas med hänsyn till effektiv kontaktlängd ℓ_{ef} parallellt fiberriktningen, där den verkliga kontaktlängden ℓ på varje sida kan ökas med 30 mm, dock inte med mer än a , ℓ eller $\ell_1/2$, se figur 5.1, sidan 24.



Figur 5.1 Element som är a) helt understött (exempelvis en syll på en betongplatta) och b) som ligger på upplag (exempelvis en balk upplagd på pelare).

För ett element som är helt understött, förutsatt att $l_1 \geq 2h$, se figur 5.1 a), bör värdet för $k_{c,90}$ sättas till:

$k_{c,90} = 1,25$ för konstruktionsvirke av barrträ

$k_{c,90} = 1,5$ för limträ

Måtten l , l_1 och a definieras i figur 5.1 och h är elementets tvärsnittshöjd.

För element på upplag belastade med jämnt utbredd last och/eller punktlaster, förutsatt att $l_1 \geq 2h$, se figur 5.1 b), bör värdet för $k_{c,90}$ sättas till:

$k_{c,90} = 1,5$ för konstruktionsvirke av barrträ

$k_{c,90} = 1,75$ för limträ förutsatt att $l \leq 400$ mm

Exempelvis takbalkar med centrumavstånd < 610 mm får därvid betraktas som jämnt utbredd last.

I övriga fall bör värdet för $k_{c,90}$ sättas till 1,0. Se även *Dimensionering av träkonstruktioner Del 1, avsnitt 3.1.3*.

Enligt EKS 11:

”Stycke 2.4.1(1)P

Allmänt råd

7 a § Om verifiering för tryck vinkelrätt mot fiberriktningen avser dimensioneringssituationer där konsekvensen enbart är förhöjda deformationer som inte har någon väsentlig inverkan på systemets stabilitet och bärförmåga kan $\gamma_M = 1,0$ och $k_{mod} = 1,0$ användas när dimensionerande hållfasthet $f_{c,90,d}$ beräknas. Exempel på sådana fall är intryckning av regler mot syll och hammarband i låga byggnader, samt upplagstryck mot balkar. För fall där intryckning av träet kan bedömas påverka bärförmågan (t.ex. lokalt tryck i fackverk) eller där deformationer har väsentlig effekt för funktionen (t.ex. vid höga byggnader) bör i tabell 3.2, i SS-EN 1995-1-1 rekommenderade partialkoefficienter användas. För andra materialvärden används i tabell 2.3 i SS-EN 1995-1-1 rekommenderade partialkoefficienter.”

(Ur EKS 11 (BFS 2019:1))

Tvärsnitt utsatt för skjuvning

För ett rektangulärt tvärsnitt belastat i böjning bestäms tvärkraftsbärförmågan genom:

$$V_{Rd} = \frac{A \cdot f_{v,d}}{1,5}$$

där:

$f_{v,d}$ är dimensionerande längsskjuvhållfasthet.

Vid verifiering av skjuvhållfastheten för element i böjning, tas hänsyn till inverkan av sprickor genom användning av en effektiv bredd b_{ef} för elementet, som ges av:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

där:

b är elementets bredd vid det betraktade snittet.

$k_{cr} = 0,67$ för konstruktionsvirke och limträ exponerat för nederbörd och solstrålning.

$k_{cr} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{3,0}{f_{v,k}} \\ 1,0 \end{array} \right.$ för konstruktionsvirke och limträ i övriga fall.

$k_{cr} = 1,0$ för andra träbaserade produkter i enlighet med SS-EN 13986 och SS-EN 14374, till exempel fanerträ (LVL).

$f_{v,k}$ är karakteristisk längsskjuvhållfasthet i MPa.

För möjlighet till tvärkraftsreduktion vid upplag, se SS-EN 1995-1-1, 6.1.7 (3).

För tvärsnitt utsatta för vridning, se SS-EN 1995-1-1, 6.1.8.



Smedstad ridhus, Linköping.

Tvårsnitt utsatt för kombinerade spänningar

7.1 Tryckspänningar i en vinkel mot fibrerna 26

7.2 Kombinerad böjning och axiell dragning 26

7.3 Kombinerad böjning och axiellt tryck 27

7.1 Tryckspänningar i en vinkel mot fibrerna

Tryckspänningarna $\sigma_{c,\alpha,d}$ i en vinkel α mot fibrerna, se figur 7.1, bör uppfylla följande villkor:

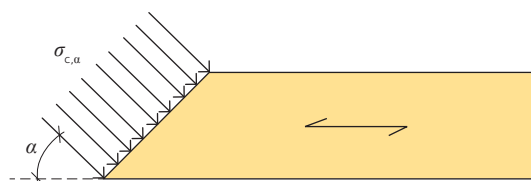
$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

där:

$f_{c,0,d}$ är dimensionerande tryckhållfasthet parallellt fiberriktningen.

$f_{c,90,d}$ är dimensionerande tryckhållfasthet vinkelrätt fiberriktningen.

$k_{c,90}$ är faktor enligt avsnitt 5.2, sidan 23 som tar hänsyn till inverkan av tryckspänningar vinkelrätt fiberriktningen.



Figur 7.1 Tryckspänningar i vinkel mot fiberriktningen.

7.2 Kombinerad böjning och axiell dragning

Vid kombinerad böjning och dragning ska följande villkor uppfyllas:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_m \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{t,0,Ed}}{N_{t,0,Rd}} \leq 1$$

$$k_m \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{t,0,Ed}}{N_{t,0,Rd}} \leq 1$$

där:

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ är dimensionerande lasteffekt av böjmoment kring huvudaxlarna y respektive z.

$N_{t,0,Ed}$ är dimensionerande lasteffekt av axiell dragning.

$M_{y,Rd}$, $M_{z,Rd}$ är dimensionerande bärförmåga vid böjning kring huvudaxlarna y respektive z.

$N_{t,0,Rd}$ är dimensionerande bärförmåga vid axiell dragning.

k_m är reduktionsfaktor = 0,7 för rektangulära tvårsnitt och = 1,0 för andra typer av tvårsnitt.

7.3 Kombinerad böjning och axiellt tryck

Vid kombinerad böjning och tryck utan risk för knäckning, det vill säga om $\lambda_{rel} \leq 0,3$, ska följande villkor uppfyllas:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_m \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \left(\frac{N_{c,0,Ed}}{N_{c,0,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$k_m \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \left(\frac{N_{c,0,Ed}}{N_{c,0,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

där:

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ är dimensionerande lasteffekt av böjmoment kring huvudaxlarna y respektive z .

$N_{c,0,Ed}$ är dimensionerande lasteffekt av axiellt tryck.

$M_{y,Rd}$, $M_{z,Rd}$ är dimensionerande bärförmåga vid böjning kring huvudaxlarna y respektive z .

$N_{c,0,Rd}$ är dimensionerande bärförmåga vid axiellt tryck.

k_m är reduktionsfaktor = 0,7 för rektangulära tvärsnitt och = 1,0 för andra typer av tvärsnitt.

Vid kombinerad böjning och tryck med risk för knäckning, det vill säga om $\lambda_{rel} > 0,3$, ska följande villkor uppfyllas:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_m \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{c,0,Ed}}{k_{c,y} N_{c,0,Rd}} \leq 1$$

$$k_m \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{c,0,Ed}}{k_{c,z} N_{c,0,Rd}} \leq 1$$

För beaktande av samtidig vippning och knäckning, se *kapitel 4*, *sidan 21*, respektive *avsnitt 5.2*, *sidan 23*, för faktor k_{crit} respektive k_c samt se även SS-EN 1995-1-1, 6.3.3 (6).



Linköpings bibliotek.

Element med varierande tvärsnitt eller krökt form

- 8.1 Snedsågade balkar 28
- 8.2 Sadelbalkar, krökta balkar och bumerangbalkar 29
- 8.3 Balkar med urtag 31

8.1 Snedsågade balkar

Spänningarna $\sigma_{m,\alpha,d}$ vid den snedsågade kanten av en balk med rektangulärt tvärsnitt $b \times h$ bör uppfylla följande villkor:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{6M_d}{bh^2} \leq k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}$$

där:

- M_d är dimensionerande böjmoment.
- $f_{m,d}$ är dimensionerande böjhållfasthet.
- $f_{v,d}$ är dimensionerande längsskjuvhållfasthet.
- $f_{t,90,d}$ är dimensionerande draghållfasthet vinkelrätt fiberriktningen.
- $k_{m,\alpha}$ är reduktionsfaktor som beskrivs nedan.

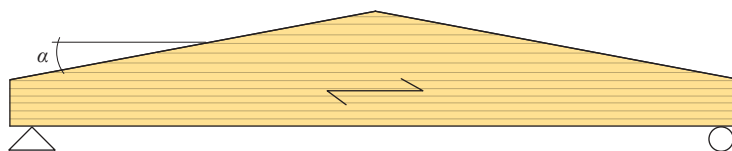
För dragspänningar parallellt med den snedsågade kanten:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}}$$

För tryckspänningar parallellt med den snedsågade kanten:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}}$$

Villkoret ovan ska uppfyllas för pulpetbalkar och för sadelbalkar i delar som har en enkel snedskärning med vinkeln α , se figur 8.1.



Figur 8.1 Sadelbalk

8.2 Sadelbalkar, krökta balkar och bumerangbalkar

Spänningen från ett böjmoment $M_{ap,d}$ vid hjässan, se figur 8.2, sidan 30, ska uppfylla följande villkor:

$$\sigma_{m,d} = k_\ell \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2} \leq k_r f_{m,d}$$

med:

$$k_\ell = k_1 + k_2 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right) + k_3 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2 + k_4 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^3$$

$$k_1 = 1 + 1,4 \tan \alpha_{ap} + 5,4 \tan^2 \alpha_{ap}$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \tan \alpha_{ap}$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \tan \alpha_{ap} - 7,8 \tan^2 \alpha_{ap}$$

$$k_4 = 6 \tan^2 \alpha_{ap}$$

$$r = r_{in} + 0,5h_{ap}$$

$$k_r = 1,0 \quad (\text{sadelbalkar})$$

$$k_r = \begin{cases} 1 & \text{för } \frac{r_{in}}{t} \geq 240 \\ 0,76 + 0,001 \frac{r_{in}}{t} & \text{för } \frac{r_{in}}{t} < 240 \end{cases} \quad (\text{krökta balkar och bumerangbalkar})$$

där:

k_ℓ är korrektionsfaktor, se ovan.

b är balkens bredd.

h_{ap} är balkens höjd vid hjässan, se figur 8.2, sidan 30.

k_r är reduktionsfaktor på grund av lamellernas krökning.

α_{ap} är ytans lutning vid hjässans mitt, se figur 8.2, sidan 30.

r_{in} är den inre radien, se figur 8.2, sidan 30.

t är limträlamellernas tjocklek.

Vid hjässan bör den största dragspänningen vinkelrätt mot fibrerna $\sigma_{t,90,d}$ uppfylla följande villkor:

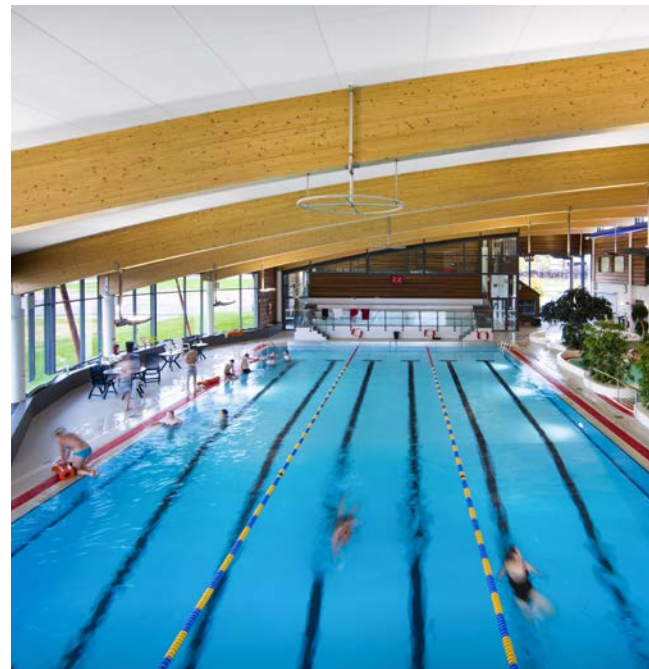
$$\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}$$

med:

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} \quad \text{för limträ och fanerträ (LVL) med alla faner parallella med balkaxeln.}$$

$$k_{dis} = 1,4 \quad \text{för sadelbalkar och krökta balkar.}$$

$$k_{dis} = 1,7 \quad \text{för bumerangbalkar.}$$



Sannabadet, Kristinehamn.



Göransson Arena, Sandviken.

där:

- k_{dis} är faktor som tar hänsyn till effekten av spänningsfördelning vid hjässan.
- k_{vol} är volymfaktor.
- $f_{t,90,d}$ är dimensionerande draghållfasthet vinkelrätt fiberriktningen.
- V_0 är referensvolym 0,01 m³.
- V är belastad volym i hjässzonen, i m³, se figur 8.2, dock högst 2/3 av balkens totala volym. Se beräkningsuttryck i Dimensionering av träkonstruktioner Del 1, tabell 3.4.

Den största dragspänningen $\sigma_{t,90,d}$ vinkelrätt fiberriktningen orsakad av böjmoment kan beräknas som:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2}$$

där:

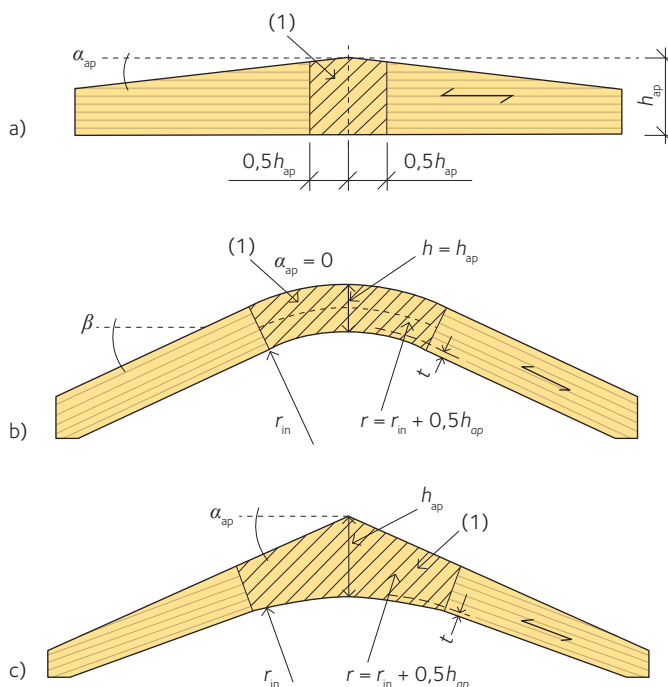
- $M_{ap,d}$ är dimensionerande moment som orsakar dragspänningar parallellt med den inre krökta kanten.
- k_p är korrektionsfaktor, se nedan.

$$k_p = k_5 + k_6 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right) + k_7 \left(\frac{h_{ap}}{r} \right)^2$$

$$k_5 = 0,2 \tan \alpha_{ap}$$

$$k_6 = 0,25 - 1,5 \tan \alpha_{ap} + 2,6 \tan^2 \alpha_{ap}$$

$$k_7 = 2,1 \cdot \tan \alpha_{ap} - 4 \cdot \tan^2 \alpha_{ap}$$



Figur 8.2 a) Sadelbalk, b) krökt balk och c) bumerangbalk. Fiberriktningen är parallell med den undre kanten. Delen markerad med (1) i figuren är den belastade/krökta volymen V.

8.3 Balkar med urtag

För balkar med urtag och rektangulära tvärsnitt där fiberriktningen i huvudsak är parallell med elementets längdaxel, bör den effektiva skjivspänningen τ_d i balken vid ett urtag vid upplaget, uppfylla följande villkor:

$$\tau_d = \frac{1,5V_d}{b_{ef}h_{ef}} \leq k_v f_{v,d}$$

där:

h_{ef} är effektiv höjd på tvärsnittet, definierad i figur 8.3.

V_d är dimensionerande tvärkraft.

b_{ef} är tvärsnittets effektiva bredd, enligt kapitel 6, sidan 25.

k_v är reduktionsfaktor, se nedan.

$f_{v,d}$ är dimensionerande längsskjuvhållfasthet.

För balkar med urtag på motsatta sidan av upplaget, se figur 8.3 b), är $k_v = 1,0$.

För balkar med urtag på samma sida som upplaget, se figur 8.3 a), gäller:

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{k_n \left(1 + \frac{1,1 \cdot i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right)}{\sqrt{h} \left(\sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)} \end{array} \right.$$

där:

i är urtagets lutning, se figur 8.3 a).

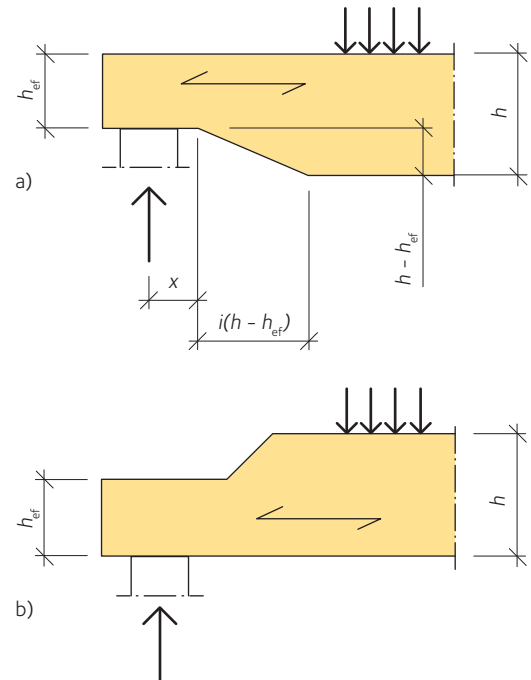
h är balkhöjd, i mm.

x är avstånd från upplagets verkningslinje till urtagets inre hörn, i mm, se figur 8.3 a).

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

$$k_n = \begin{cases} 4,5 \\ 5 \\ 6,5 \end{cases}$$

Notera att eventuell tvärkraftsreduktion endast är tillåten i fall b).



Figur 8.3 Balkar med ändurtag.

Bruksgränstillstånd

- 9.1 Allmänt 32
- 9.2 Förskjutning i knutpunkter 33
- 9.3 Nedböjningar 34
- 9.4 Vibrationer 35

9.1 Allmänt

Beräkning av nedböjningar baseras vanligtvis på medelvärden av styvhetsgenskaper. Tidsberoende kan tas i beaktande genom att definiera en slutlig elasticitetsmodul $E_{\text{mean,fin}}$ som:

$$E_{\text{mean,fin}} = \frac{E_{\text{mean}}}{1 + k_{\text{def}}}$$

där E_{mean} är elasticitetsmodulens medelvärde och k_{def} tar hänsyn till inverkan av klimatklass på deformationer, enligt *tabell 9.1*.

Tabell 9.1 Värderna på k_{def} för virke och träbaserade material.

Material	Tillhörande materialstandard	Klimatklass		
		1	2	3
Konstruktionsvirke	SS-EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Limträ	SS-EN 14080	0,60	0,80	2,00
Fanerträ (LVL)	SS-EN 14374, SS-EN 14279	0,60	0,80	2,00
Plywood	SS-EN 636			
	Typ 1	0,80	-	-
	Typ 2	0,80	1,00	-
	Typ 3	0,80	1,00	2,50
OSB (Oriented Strand Board, strimlespånskiva)	SS-EN 300			
	OSB/2	2,25	-	-
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	-
Spånskiva	SS-EN 312			
	Typ P4	2,25	-	-
	Typ P5	2,25	3,00	-
	Typ P6	1,50	-	-
	Typ P7	1,50	2,25	-
Träfiberskiva, hård	SS-EN 622-2			
	HB.LA	2,25	-	-
	HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	-
Träfiberskiva, medium	SS-EN 622-3			
	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-	-
	MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	-
Träfiberskiva, MDF	SS-EN 622-5			
	MDF.LA	2,25	-	-
	MDF.HLS	2,25	3,00	-

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 3.1.4.

9.2 Förskjutning i knutpunkter

För knutpunkter med förbindare av dymlingstyp kan förskjutningsmodulen för varje skjuvningsplan och förbindare bestämmas ur *tabell 9.2*.

Tabell 9.2 Förskjutningsmodul K_{ser} för förbindare i förband trä mot trä och träskiva mot trä.

Typ av förbindare	K_{ser} (N/mm)
Dymlingar	$\rho_m^{1,5} d/23$
Skruv med eller utan glapp ¹⁾	
Träskruv	
Spik (med förborring)	$\rho_m^{1,5} d^{0,8}/30$
Spik (utan förborring)	
Klammer	$\rho_m^{1,5} d^{0,8}/80$
Slitsade ringbrickor typ A	$\rho_m d_c/2$
Skjuvbrickor typ B	
Tandbrickor	$\rho_m d_c/2$
- typ C1-C9	
- typ C10 och C11	

¹⁾ Glappet bör adderas separat till förbindarens förskjutning.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 7.1.

där:

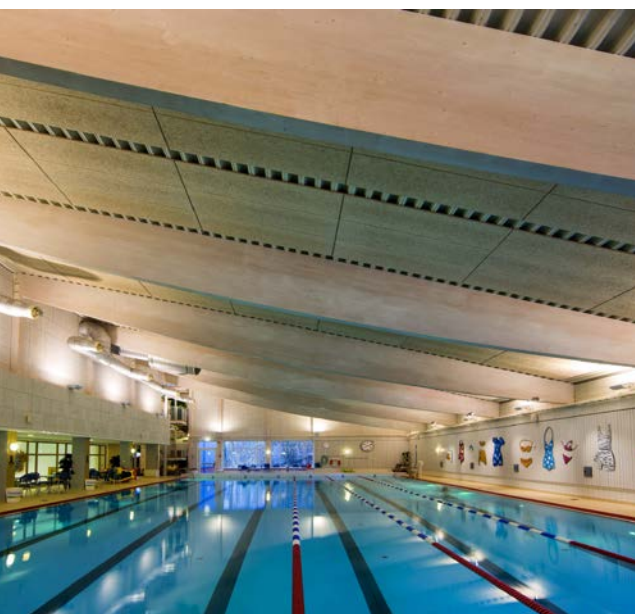
ρ_m är medeldensitet för ingående trämaterial, i kg/m³.

d är förbindarens ytterdiameter, i mm.

d_c är förbindardiameter, enligt definition i SS-EN 13271.

Om medeldensiteterna $\rho_{m,1}$ och $\rho_{m,2}$ för två förbundna element är olika, så bör ρ_m i *tabell 9.2* sättas till:

$$\rho_m = \sqrt{\rho_{m,1} \rho_{m,2}}$$



Holjebadet, Olofström.

9.3 Nedböjningar

Kontroll av nedböjning w kan baseras på olika lastkombinationer definierade i SS-EN 1990. Den totala nettonedböjningen $w_{\text{net,fin}}$ efter lång tid ges av:

$$w_{\text{net,fin}} = w_{\text{inst}} + w_{\text{creep}} - w_c = w_{\text{fin}} - w_c$$

där:

w_{inst} är momentan nedböjning baserad på relevant lastkombination.

w_{creep} är nedböjning orsakad av krypning.

w_c är överhöjning (i förekommande fall).

w_{fin} är slutlig nedböjning av dimensionerande last.

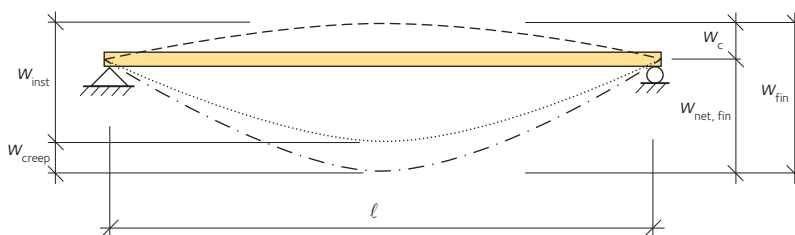
De olika komponenterna visas i *figur 9.1*.

Krypdeformationen w_{creep} beräknas som:

$$w_{\text{creep}} = k_{\text{def}} \cdot w_{\text{inst,qp}}$$

där $w_{\text{inst,qp}}$ är momentan nedböjning vid kvasi-permanent kombination av aktuella laster.

De gränsvärden för nedböjning som anges i *tabell 9.3* rekommenderas i SS-EN 1995-1-1.



Figur 9.1 Definitioner av nedböjning.

Tabell 9.3 Exempel på gränsvärden för nedböjning av balkar.

	w_{inst}	$w_{\text{net,fin}}$	w_{fin}
Balk på två upplag	$l/300 - l/500$	$l/250 - l/350$	$l/150 - l/300$
Konsolbalk	$l/150 - l/250$	$l/125 - l/175$	$l/75 - l/150$

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 7.2.

Se även *tabell 6.1* i *Limträhandbok Del 2* (2016).

9.4 Vibrationer

För bjälklag i bostäder med en egenfrekvens lägre än eller lika med 8 Hz ($f_1 \leq 8$ Hz) bör en särskild utredning göras. För bjälklag i bostäder med en egenfrekvens högre än 8 Hz ($f_1 > 8$ Hz) bör följande krav uppfyllas:

$$\frac{w}{F} \leq a$$

$$v \leq b^{(f_1 \zeta - 1)}$$

där:

- w är omedelbar maximal vertikal nedböjning av en koncentrerad statisk kraft F som angriper i en godtycklig punkt på bjälklaget, med beaktande av horisontell lastspridning.
- v är bjälklagets impulshastighetsrespons, vilket är vertikal initialhastighet orsakad av en impuls med storleken 1 Ns som påförs i godtycklig punkt på bjälklaget.
- ζ är relativ dämpning (ett typiskt värde för träbjälklag kan vara 0,01).
- f_1 är bjälklagets lägsta egenfrekvens.

Enligt EKS 11 kan följande värden användas i Sverige:

$$a = 1,5 \text{ mm/kN} \quad b = 100 \text{ m/(Ns}^2\text{)}$$

För ett fritt upplagt rektangulärt bjälklag med primärbalkar med spännvidd ℓ , kan f_1 och v beräknas ur:

$$f_1 = \frac{\pi}{2\ell^2} \sqrt{\frac{(EI)_\ell}{m}}$$

$$v = \frac{4(0,4 + 0,6n_{40})}{mB\ell + 200}$$

där:

- m är massa per ytenhet, i kg/m².
- ℓ är spännvidd, i m.
- $(EI)_\ell$ är bjälklagets ekvivalenta plattböjstyvhets kring en axel vinkelrät mot den primära balkriktningen, uttryckt i Nm²/m.
- n_{40} är antalet moder av första ordningen med egenfrekvenser upp till 40 Hz.
- B är bjälklagsbredd, i m, notera skrivs b i SS-EN 1995-1-1 och ej att förväxla med b ovan.

Värdet för n_{40} kan beräknas ur:

$$n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \left(\frac{B}{\ell} \right)^4 \frac{(EI)_\ell}{(EI)_B} \right\}^{0,25}$$

där:

- $(EI)_B$ är motsvarande plattas böjstyvhets för bjälklaget kring en axel parallell med balkarna, under antagandet att $(EI)_B < (EI)_\ell$.

Förband med förbindare av stål

10.1 Allmänt 36

10.2 Tvärkraftsbärförmåga för förband trä mot trä och trä mot skiva 36

10.3 Tvärkraftsbärförmåga för förband stål mot trä 38

10.4 Spikförband 40

10.4.1 Tvärkraftsbelastade spikar 40

10.4.2 Krav på spikavstånd och inträngningsdjup 41

10.4.3 Axiellt belastade spikar 43

10.4.4 Kombinerad tvärkraftsbelastning och axiell belastning 44

10.5 Skruv- och dymlingsförband 44

10.6 Förband med träskruv 46

10.6.1 Tvärkraftsbelastade träskruvar 46

10.6.2 Axiellt belastade träskruvar 46

10.1 Allmänt

Dimensionerande bärförmåga F_{Rd} för ett träförband i brottgränstillståndet anges vanligtvis som:

$$F_{Rd} = k_{\text{mod}} \frac{F_{Rk}}{\gamma_M}$$

där:

F_{Rd} är total dimensionerande bärförmåga för förbandet.

F_{Rk} är total karakteristisk bärförmåga för förbandet.

γ_M är partialkoefficient för material enligt tabell 3.1, sidan 7.

k_{mod} är hållfasthetsmodifieringsfaktor för trämaterial som ingår i förbandet enligt tabell 3.2, sidan 8.

För beaktande av blockskjuvbrott och klossbrott, se *Dimensionering av träkonstruktioner Del 1, avsnitt 4.9.3* respektive *SS-EN 1995-1-1, Bilaga A*.

10.2 Tvärkraftsbärförmåga för förband trä mot trä och trä mot skiva

Karakteristisk bärförmåga för spikar, klamrar, skruvar, dymlingar och träskruvar per skjuvningsplan och förbindare, bestäms som ett minimivärde erhållet ur följande uttryck motsvarande olika brottmoder:

Förbindare med enkelt skjuvningsplan, se figur 10.1, sidan 37:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{h,1,k} t_1 d & \text{a)} \\ f_{h,2,k} t_2 d & \text{b)} \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1 + \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{c)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta) M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{d)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta) M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{e)} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{f)} \end{array} \right.$$

Förbindare med dubbla skjvningsplan, se figur 10.1:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} t_1 d & \text{g)} \\ 0,5 f_{h,2,k} t_2 d & \text{h)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta) M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{j)} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{k)} \end{cases}$$

där:

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$$

$F_{v,Rk}$ är karakteristisk bärförmåga per skjvningsplan och förbindare.

t_i är tjocklek hos virke eller skiva, eller inträngningsdjup, $i = (1, 2)$.

$f_{h,i,k}$ är karakteristisk hållkanthållfasthet för virkesdel i .

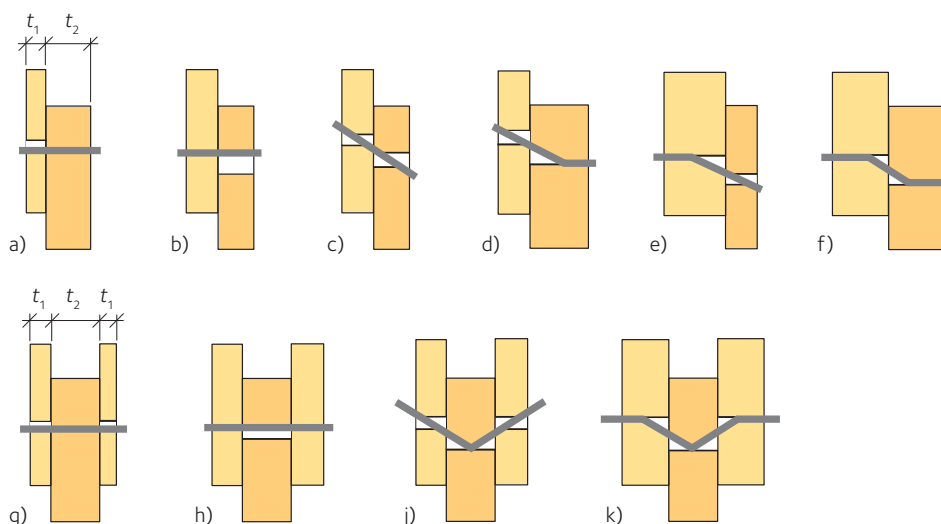
d är förbindarens diameter.

$M_{y,Rk}$ är karakteristiskt flytmoment hos förbindaren.

β är förhållandet mellan de ingående träelementens hållkanthållfastheter.

$F_{ax,Rk}$ är karakteristisk utdragshållfasthet hos förbindaren.

För förbindare med ett skjvningsplan tas värdet för $F_{ax,Rk}$ som det lägre av värdena på hållfastheten för de två virkesdelarna. De olika brottmoderna visas i figur 10.1.



Figur 10.1 Brottmoder för virkes- och skivförband.

Övre raden: Enkelt skjvningsplan. Undre raden: Dubbla skjvningsplan.

Bokstäverna refererar till respektive dimensioneringsuttryck ovan.



Byggvaruhus, Uddevalla.

Bidraget $F_{ax,Rk}/4$ (linverkan) bör inte överstiga följande procenttal av bärförmågan baserat på flyttledsteori, som beskrivs av första termen i högra ledet i var och en av ekvationerna c), d), e), f), j) och k) ovan:

- runda spikar: 15 %
- fyrkantiga och räfflade spikar: 25 %
- andra spikar: 50 %
- träskruvar: 100 %
- skruvar: 25 %
- dymlingar: 0 %

10.3 Tvärkraftsbärförmåga för förband stål mot trä

Karakteristisk bärförmåga för spikar, skruvar, dymlingar och träskruvar per skjvningsplan och förbindare, bestäms som ett minimivärde erhållet ur följande uttryck motsvarande olika brottmoder:

Tunna stålplåtar (tjocklek $\leq 0,5 d$) vid enkelt skjvningsplan:

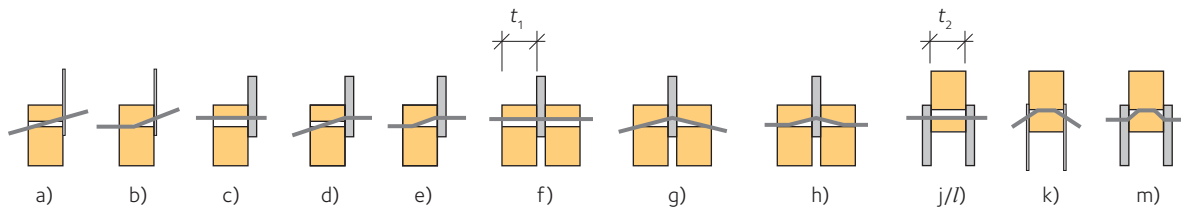
$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0,4 f_{h,k} t_1 d & \text{a)} \\ 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{b)} \end{cases}$$

Tjocka stålplåtar (tjocklek $\geq d$, tolerans för håldiameter $\leq 0,1 d$) vid enkelt skjvningsplan:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,k} t_1 d & \text{c)} \\ f_{h,k} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{d)} \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{e)} \end{cases}$$

Stålplåt med godtycklig tjocklek som mittelelement i förband med dubbla skjvningsplan:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,i,k} t_1 d & \text{f)} \\ f_{h,i,k} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,i,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{g)} \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,i,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{h)} \end{cases}$$



Figur 10.2 Brottmoder för förband stål mot trä. Bokstäverna refererar till respektive dimensioneringsuttryck ovan.

Tunna stålplåtar (tjocklek $\leq 0,5 d$) som yttre element i förband med dubbla skjuvningsplan:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0,5 f_{h,2,k} t_2 d & \text{j)} \\ 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{k)} \end{cases}$$

Tjocka stålplåtar (tjocklek $\geq d$) som yttre element i förband med dubbla skjuvningsplan:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0,5 f_{h,2,k} t_2 d & \text{l)} \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{m)} \end{cases}$$

där:

- t_1 är den mindre av sidoelementens virkestjocklekar, eller inträngningsdjupet.
- t_2 är tjocklek hos det mellersta träelementet.

För övriga beteckningar, se avsnitt 10.2, sidan 36. De olika brottmoderna visas i figur 10.2. För mellanliggande plåttjocklekar som är varken tunna eller tjocka, kan bärförmågan beräknas med hjälp av linjär interpolering mellan gränsvärdena för tunn respektive tjock plåt.



Torsbybadet

10.4 Spikförband

10.4.1 Tvärkraftsbelastade spikar

Symbolerna för tjocklek i förband med enkla eller dubbla skjvningsplan, *se figur 10.3 a) och b)*, definieras nedan:

- t_1 Förband med enkelt skjvningsplan, elementtjocklek på huvudsidan. Förband med dubbla skjvningsplan, minimivärdet av tjocklek på huvudsidan och inträngningsdjup för spetsen.
- t_2 Förband med enkelt skjvningsplan, inträngningsdjup för spetsen. Förband med dubbla skjvningsplan, mitt-elementets tjocklek.

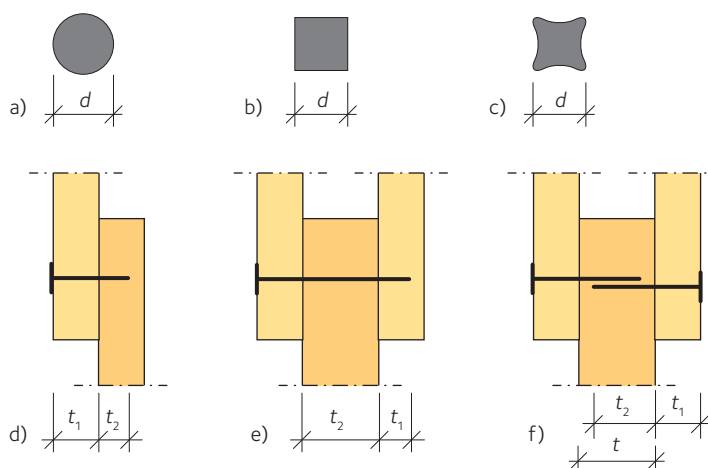
För släta spikar med minsta draghållfasthet 600 MPa, bestäms karakteristiskt värde $M_{y,Rk}$ (Nmm) för flytmomentet av:

$$M_{y,Rk} = \frac{f_u}{600} 180d^{2,6} \quad \text{för runda spikar}$$

$$M_{y,Rk} = \frac{f_u}{600} 270d^{2,6} \quad \text{för fyrkantiga och räfflade spikar}$$

där:

- d är spikdiameter enligt definition i SS-EN 14592, i mm, *se figur 10.3 a) – c)*.
- f_u är karakteristisk draghållfasthet för spikmaterialet, i MPa.



Figur 10.3 Nominell diameter d för a) rund, b) fyrkantig och c) räfflad spik. Definition av t_1 och t_2 för förband med d) enkelt och e) dubbla skjvningsplan och f) för överlappande spikar.

För spikar med diameter upp till 8 mm, bestäms karakteristisk hållkanthållfasthet $f_{h,k}$ för trä och fanerträ (LVL) som:

$$f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} \quad \text{utan förborrade hål}$$

$$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01d) \rho_k \quad \text{med förborrade hål}$$

där:

ρ_k är träets karakteristiska densitet, i kg/m^3 .

d är spikdiameter, i mm.

Förbörning bör utföras om:

$$\rho_k > 500 \text{ kg/m}^3$$

$$d > 6 \text{ mm}$$

därvid bör diametern hos förborrade hål inte överstiga $0,8d$.

För spikar med huvuddiameter av minst $2d$, är den karakteristiska hållkanthållfastheten $f_{h,k}$ i MPa för träskivor:

$$f_{h,k} = 0,11 \cdot \rho_k d^{-0,3} \quad \text{för plywood}$$

$$f_{h,k} = 30 \cdot d^{-0,3} t^{0,6} \quad \text{för hård träfiberskiva (SS-EN 622-2)}$$

$$f_{h,k} = 65 \cdot d^{-0,7} t^{0,1} \quad \text{för spånskiva och OSB}$$

där t är skivtjocklek i mm, d är spikdiameter i mm och ρ_k är karakteristisk skivdensitet i kg/m^3 .

10.4.2 Krav på spikavstånd och inträngningsdjup

Det krävs minst två spikar i ett förband. För släta spikar bör spetsidans inträngningsdjup vara minst $8d$.

I ett förband med tre element, se figur 10.3 f), sidan 40, får spikarna överlappa varandra i det mellersta elementet, förutsatt att $t - t_2 > 4d$.

För en rad med n spikar parallellt med fiberriktningen, bör bärförmågan parallellt med fiberriktningen beräknas för ett effektivt antal förbindare n_{ef} enligt:

$$n_{ef} = n^{k_{ef}}$$

där:

n är antalet spikar i raden.

k_{ef} se tabell 10.1.

Om spikarna förskjuts med minst $1d$ i tvärled behöver bärförmågan inte reduceras.

Tabell 10.1 Värdet för k_{ef}

Centrum-avstånd ¹⁾	k_{ef}	
	Utan förbörning	Med förbörning
$a_1 \geq 14d$	1,0	1,0
$a_1 = 10d$	0,85	0,85
$a_1 = 7d$	0,7	0,7
$a_1 = 5d$	-	0,5

¹⁾ Linjär interpolation tillåten.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 8.3.1.1.

Tabell 10.2 Minsta centrumavstånd med d i mm samt änd- och kantavstånd för spikar i förband trä mot trä.

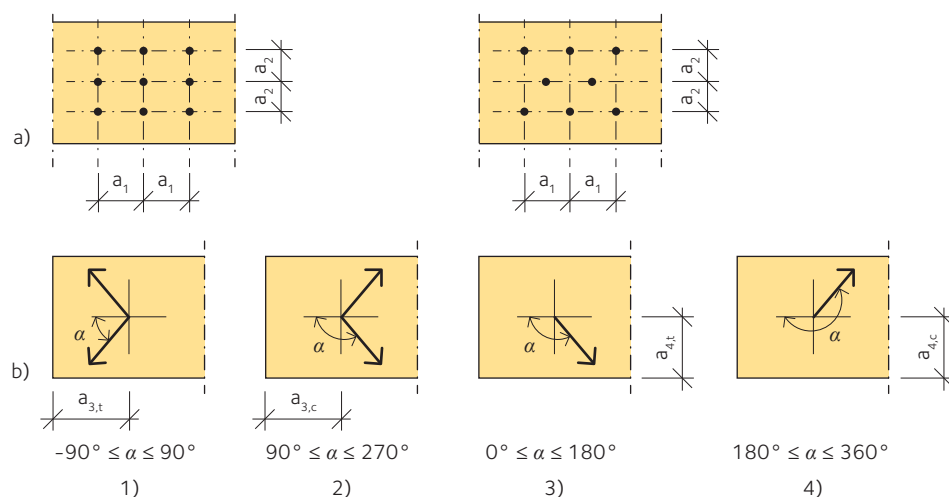
Centrumavstånd och änd-/kantavstånd	Vinkel α	Minsta avstånd		
		Utan förborrade hål		Förborrade hål
		$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$	
a_1 (parallellt fiberriktningen)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cos \alpha)d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 7 \cos \alpha)d$	$(7 + 8 \cos \alpha)d$	$(4 + \cos \alpha)d$
a_2 (vinkelrätt fiberriktningen)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5d$	$7d$	$(3 + \sin \alpha)d$
$a_{3,t}$ (belastad ände)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha)d$	$(15 + 5 \cos \alpha)d$	$(7 + 5 \cos \alpha)d$
$a_{3,c}$ (obelastad ände)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10d$	$15d$	$7d$
$a_{4,t}$ (belastad kant)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 2 \sin \alpha)d$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 2 \sin \alpha)d$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(3 + 2 \sin \alpha)d$
		$d \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \sin \alpha)d$	$d \geq 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \sin \alpha)d$	$d \geq 5 \text{ mm:}$ $(3 + 4 \sin \alpha)d$
$a_{4,c}$ (obelastad kant)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5d$	$7d$	$3d$

För förband av träskivor mot trä kan centrumavståndet reduceras med en faktor 0,85 (SS-EN 1995-1-1, 8.3.1.3). För förband med stål mot trä kan centrumavståndet reduceras med en faktor 0,7 (SS-EN 1995-1-1, 8.3.1.4). Beteckningar definieras i figur 10.4.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 8.3.1.2.

Tabell 10.3 Vanliga spikdimensioner, avser räfflad spik. Spikar identifieras av diameter/tvärmått (mm) och längd (mm).

Diameter eller tvärmått (mm)	Längd (mm)
1,4	25
1,7	35
2,0	40, 50, 60
2,3	50, 60
2,5	60
2,8	75
3,1	75
3,4	100
3,7	100
4,0	125
4,3	125
4,7	150
5,1	150
5,5	175
6,0	200
6,5	225
7,0	250
8,0	300



Figur 10.4 Definition av kant- och ändavstånd samt centrumavstånd mellan förbindare.

a) Avstånd parallellt (a_1) och vinkelrätt (a_2) fiberriktningen.
 b) Kant- och ändavstånd (α är vinkeln mellan fiber- och kraftriktning);
 1) belastad ände, 2) obelastad ände, 3) belastad kant, 4) obelastad kant.

10.4.3 Axiellt belastade spikar

- Spikar som används för att motstå permanent eller långvarig axiell belastning ska vara kamförsedda.
- Axiell lastkapacitet för spikar i ändträ bör inte tillgodoräknas.

Karakteristisk utdragsbärförmåga för en spik $F_{ax,Rk}$ vid spikriktning vinkelrätt mot fiberriktningen, se figur 10.5 a), och vid skråspikning, se figur 10.5 b), ges av:

- För andra spikar än släta spikar (definierade i SS-EN 14592):

$$F_{ax,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,k} dt_{pen} \\ f_{head,k} d_h^2 \end{cases}$$

- För släta spikar:

$$F_{ax,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,k} dt_{pen} \\ f_{ax,k} dt + f_{head,k} d_h^2 \end{cases}$$

där:

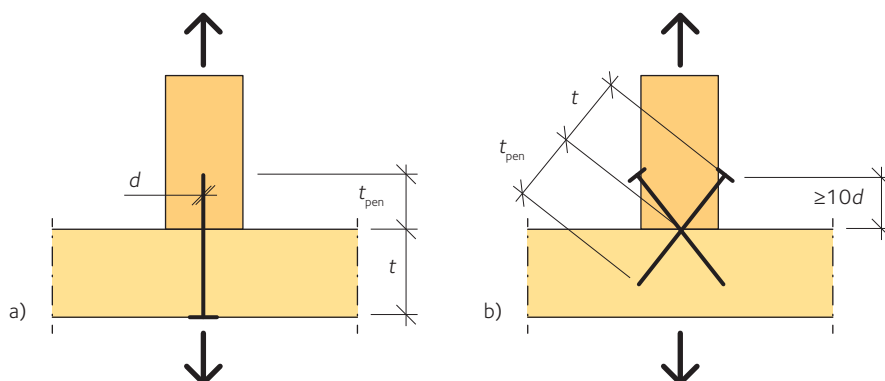
- $f_{ax,k}$ är karakteristisk utdrags hållfasthet för spetsviden.
- $f_{head,k}$ är karakteristisk genomdrags hållfasthet för huvudet.
- d är spikdiameter.
- t_{pen} är inträngningsdjup på spetsviden eller längd hos den kamförsedda delen av elementet på spetsviden.
- t är tjocklek av elementet på huvudsidan.
- d_h är spikhuvudets diameter.

För slät spik med ett inträngningsdjup av minst $12d$, bör följande uttryck för utdrags- och genomdrags hållfasthet användas:

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \rho_k^2 \quad f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \rho_k^2$$

där ρ_k är den karakteristiska densiteten för virket, i kg/m^3 .

Värden för $f_{ax,k}$ och $f_{head,k}$ bör bestämmas genom försök enligt SS-EN 1382, SS-EN 1383 och SS-EN 14358. I praktiskt konstruktionsarbete inhämtas dessa värden från spiktillverkarnas prestandadeklARATIONER.



Figur 10.5 Spikning a) vinkelrätt fiberriktningen och b) skråspikning.



Holjebadet, Olofström.

10.4.4 Kombinerad tvärkraftsbelastning och axiell belastning

För förband med kombinerad axiell last $F_{ax,Ed}$ och tvärkraft $F_{v,Ed}$ gäller följande interaktionsformler:

- För slät spik:

$$\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

- För övriga spiktyper:

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

där $F_{ax,Rd}$ och $F_{v,Rd}$ är dimensionerande bärförmåga vid axiell belastning respektive tvärkraft.

10.5 Skruv- och dymlingsförband

Karakteristiskt värde för flytmomentet $M_{y,Rk}$ för skruvar och dymlingar:

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_u d^{2,6}$$

där:

f_u är karakteristisk draghållfasthet, i MPa.
 d är skruv- eller dymlingsdiameter, i mm.

För $d \leq 30$ mm erhålls den karakteristiska hållkanthållfastheten vid en vinkel α mot fiberriktningen ur:

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

$$f_{h,0,k} = 0,082(1 - 0,01d) \rho_k$$

där:

$$k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015d & \text{för barrträ} \\ 1,30 + 0,015d & \text{för fanerträ (LVL)} \\ 0,90 + 0,015d & \text{för lövträ} \end{cases}$$

och:

ρ_k är karakteristisk virkesdensitet, i kg/m^3 .
 d är skruv- eller dymlingsdiameter, i mm.

För en rad med n skruvar eller dymlingar parallellt med fiberriktningen, bör bärförmågan parallellt med fiberriktningen beräknas för ett effektivt antal n_{ef} förbindare enligt:

$$n_{\text{ef}} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \end{array} \right.$$

där:

- n är antalet skruvar eller dymlingar i raden.
- a_1 är avstånd mellan förbindarna, i mm.
- d är diameter hos skruvar eller dymlingar, i mm.

För laster vinkelrätt fiberriktningen bör effektivt antal förbindare sättas till $n_{\text{ef}} = n$ och för vinklar $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ mellan last- och fiberriktning, får linjär interpolation tillämpas.

För skruvade eller dymlade förband med stål mot trä kan reglerna i avsnitt 10.3, sidan 38, användas.

Tabell 10.4 Minsta centrumavstånd i mm samt änd- och kantavstånd för skruv.

Centrumavstånd och änd-/kantavstånd	Vinkel	Minsta avstånd
a_1 (parallellt fiberriktningen)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 + \cos \alpha)d$
a_2 (vinkelrätt fiberriktningen)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4d$
$a_{3,t}$ (belastad ände)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7d; 80\text{mm})$
$a_{3,c}$ (obelastad ände)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha)d$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha)d$
$a_{4,t}$ (belastad kant)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha)d; 3d]$
$a_{4,c}$ (obelastad kant)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

För beteckningar, se figur 10.4, sidan 42.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 8.5.1.1.

Tabell 10.5 Minsta centrumavstånd i mm samt änd- och kantavstånd för dymlingar.

Centrumavstånd och änd-/kantavstånd	Vinkel	Minsta avstånd
a_1 (parallellt fiberriktningen)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 + 2 \cos \alpha)d$
a_2 (vinkelrätt fiberriktningen)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$
$a_{3,t}$ (belastad ände)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7d; 80\text{mm})$
$a_{3,c}$ (obelastad ände)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$a_{3,t} \sin \alpha $
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$\max(3,5d; 40\text{mm})$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$a_{3,t} \sin \alpha $
$a_{4,t}$ (belastad kant)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha)d; 3d]$
$a_{4,c}$ (obelastad kant)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

För beteckningar, se figur 10.4, sidan 42.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004/A2:2014, 8.6.

10.6 Förband med träskruv

10.6.1 Tvärkraftsbelastade träskruvar

För träskruv med slät hals gäller följande:

- Reglerna i *avsnitt 10.2, sidan 36*, kan användas, förutsatt att en effektiv diameter d_{ef} används för att ta hänsyn till den gängade delen av träskruven. d_{ef} ska användas när flytmomentkapaciteten och hållkanthållfastheten för den gängade delen bestäms. d ska användas för att bestämma centrum-, änd- och kantavstånd samt effektivt antal träskruvar.
- För $d \leq 6$ mm kan reglerna i *avsnitt 10.4.1, sidan 40*, och *10.4.2, sidan 41*, tillämpas.
- För $d > 6$ mm kan reglerna i *avsnitt 10.5, sidan 44*, tillämpas.

Om den yttre gängdiametern är lika med halsdiametern och den släta halsen tränger in minst $4d$ i den spetsmottagande virkesdelen, kan d_{ef} sättas lika med diametern hos den släta halsen. I övriga fall bör d_{ef} sättas till 1,1 gånger inre gängdiametern.

10.6.2 Axiellt belastade träskruvar

Kapaciteten för ett axiellt belastat träskruvsförband bestäms som minimivärdet för följande brottmoder:

- utdragsbrott för träskruvens gängade del
- genomdragningsbrott för skruvhuvudet
- dragbrott i träskruven.

Brottnod 1:

Den karakteristiska utdragsbärförmågan $F_{ax,\alpha,Rk}$ för ett förband med axiellt belastade träskruvar med $6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$ och $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$, kan beräknas ur:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d \cdot \ell_{ef} \cdot k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$f_{ax,k} = 0,52 \cdot d^{-0,5} \ell_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8}$$

$$k_d = \min \left\{ \begin{array}{l} d/8 \\ 1 \end{array} \right.$$

där:

- $f_{ax,k}$ är karakteristisk utdragshållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen, i MPa.
- d är yttre gängdiameter, i mm.
- d_1 är inre gängdiameter, i mm.
- n_{ef} är effektivt antal träskruvar, se nedan.
- ℓ_{ef} är inträngningsdjup för den gängade delen, i mm.
- ρ_k är karakteristisk densitet för träet, i kg/m^3 .
- α vinkel mellan träskruvens axel och fiberriktningen, med $\alpha \geq 30^\circ$.

Då kraven på yttre och inre gängdiameter inte uppfylls, hänvisas till skruvtillverkarnas deklarerade värden.

Brottnod 2:

Den karakteristiska genomdragsbärförmågan $F_{ax,\alpha,Rk}$ för ett förband med axiellt belastade träskruvar, kan beräknas ur:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef} \cdot f_{head,k} \cdot d_h^2 \left(\frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8}$$

där:

$f_{head,k}$ är karakteristisk genomdrags hållfasthet för träskruven enligt SS-EN 14592 för densiteten ρ_a , se värden i skruvtillverkarnas prestandadeklarationer.

d_h är träskruvshuvudets diameter, i mm.

Övriga beteckningar anges ovan för brottnod 1.

Brottnod 3:

Den karakteristiska dragbärförmågan $F_{t,Rk}$ för ett förband med axiellt belastade träskruvar, kan beräknas ur:

$$F_{t,Rk} = n_{ef} \cdot f_{tens,k}$$

där:

$f_{tens,k}$ är karakteristisk hållfasthet för träskruven vid dragbelastning enligt SS-EN 14592, se värden i skruvtillverkarnas prestandadeklarationer.

För ett förband med en grupp av n träskruvar belastade med en kraftkomponent parallellt med skruvhalsen, är det effektiva antalet träskruvar:

$$n_{ef} = n^{0,9}$$

För kombinerad tvärkraft och axiell belastning i träskruvsförband kan interaktionsuttrycket för övriga spiktyper i *avsnitt 10.4.4, sidan 44*, användas.

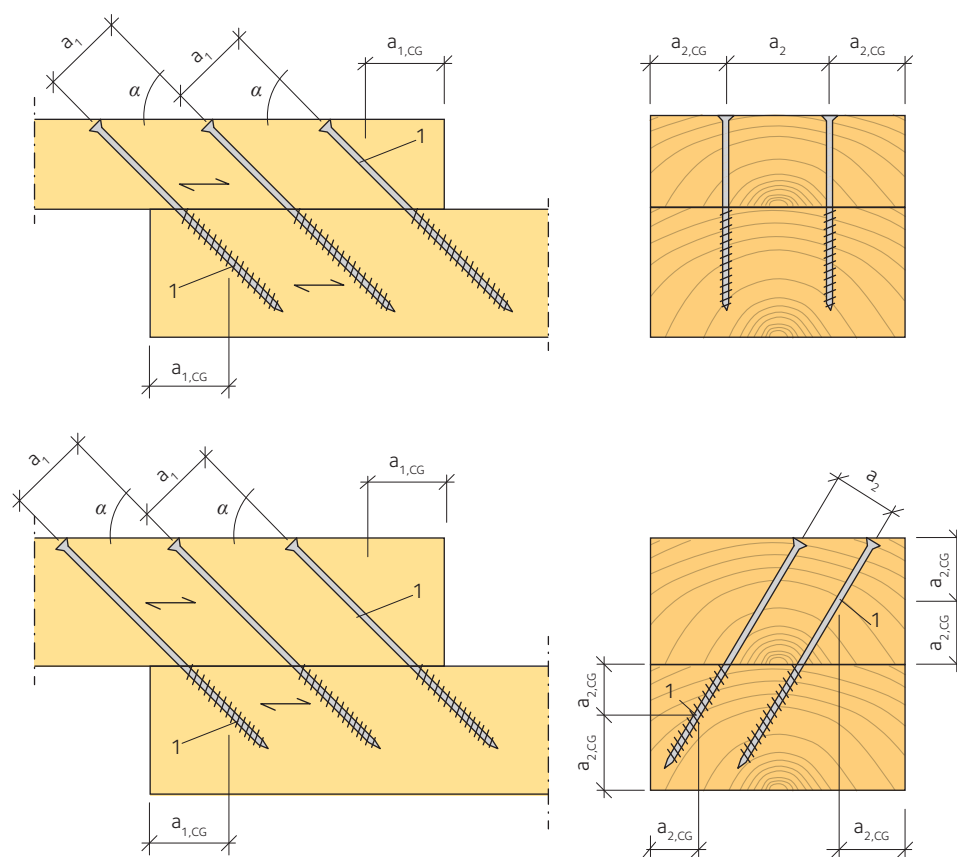
Tabell 10.6 Minsta centrumavstånd i mm samt änd- och kantavstånd för axiellt belastade träskruvar.

Minsta centrumavstånd parallellt fiberriktningen	Minsta centrumavstånd vinkelrätt mot fiberriktningen	Minsta ändavstånd till tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel	Minsta kantavstånd till tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel
a_1	a_2	$a_{1,CG}$	$a_{2,CG}$
$7d$	$5d$	$10d$	$4d$

För beteckningar, se figur 10.6.

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 8.7.2.

Förklaring: Tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel.



Figur 10.6 Minsta centrumavstånd i mm samt änd-/kantavstånd för axiellt belastade träskruvsförband.

Skivverkan i träregelväggar

11.1 Förenklad analysmetod A

11.1 Förenklad analysmetod A 49

11.2 Förenklad analysmetod B 50

Analysmetod A är endast tillämpbar på skivor med ändförankringar och då bredden för varje skiva är större än eller lika med $h/4$, där h är höjden på väggen, se figur 11.1. Det förutsätts också att avståndet mellan förbindare är konstant längs varje enskild skivas kanter.

För en vägg med flera väggskivor ges den dimensionerande bärförmågan för horisontell belastning i skivans plan $F_{v,Rd}$ av:

$$F_{v,Rd} = \sum_i F_{i,v,Rd}$$

där:

$F_{i,v,Rd}$ är den dimensionerande bärförmågan mot horisontalbelastning av väggskivan i (med kraft $F_{i,v,Ed}$) som visas i figur 11.1:

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i c_i}{s}$$

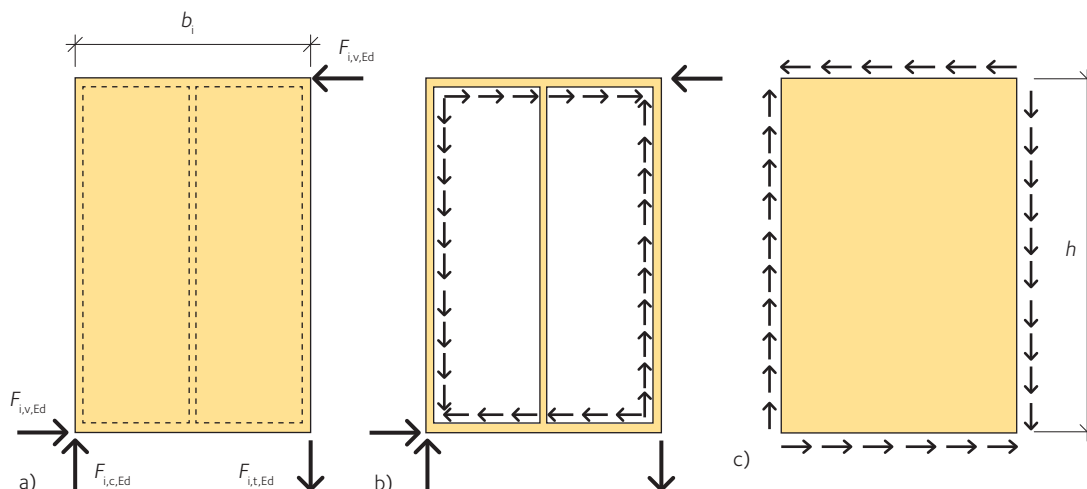
där:

$F_{f,Rd}$ är dimensionerande tvärkraftskapacitet för en enskild förbindare.

b_i är bredd hos väggskiva i , se figur 11.1.

s är inbördes avstånd mellan förbindare (konstant längs kanten av varje beklädnadsskiva).

$$c_i = \begin{cases} 1 & \text{om } b_i \geq b_0 = h/2 \\ \frac{b_i}{b_0} & \text{om } b_i < b_0 = h/2 \end{cases}$$



Figur 11.1 Krafter verkande på a) väggskiva, b) regelstomme och c) beklädnaden på en väggskiva.

Väggskivor med dörr- eller fönsteröppningar antas inte bidra till bärförmågan vid horisontalbelastning i skivans plan.

Reaktionerna $F_{i,c,Ed}$ och $F_{i,t,Ed}$ beräknas som:

$$F_{i,c,Ed} = F_{i,t,Ed} = \frac{F_{i,v,Ed} \cdot h}{b_i}$$

1 1.2 Förenklad analysmetod B

En mer generell metod som även tar hänsyn till bärförmågan för väggelement med öppningar och de positiva effekterna av vertikal last på väggskivorna, beskrivs i SS-EN 1995-1-1, 9.2.4.3.

Stagning

12.1 Enskilda element i tryck

Varje mellanliggande sidostöd som utnyttjas för stagning bör ha en minsta fjäderstyvhet C bestämd som:

$$C = k_s \frac{N_d}{a}$$

där:

- k_s är modifieringsfaktor enligt *tabell 12.1*.
- N_d är medelvärde för dimensionerande tryckkraft i det stagade elementet.
- a är facklängd, se *figur 12.1*.

Dimensionerande stabiliserande kraft F_d vid varje sidostöd är:

$$F_d = \begin{cases} \frac{N_d}{k_{f,1}} & \text{för konstruktionsvirke} \\ \frac{N_d}{k_{f,2}} & \text{för limträ och fanerträ (LVL)} \end{cases}$$

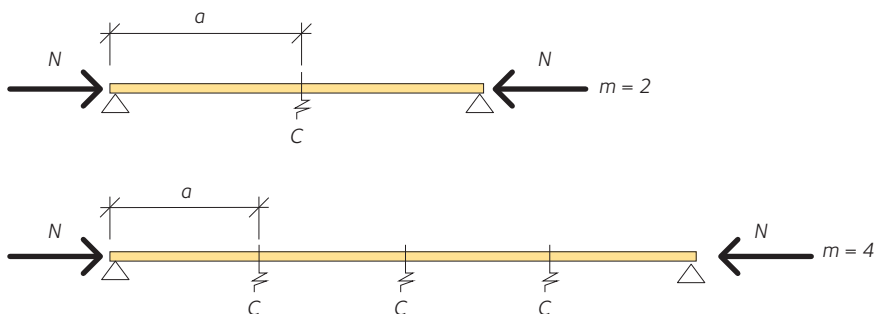
där $k_{f,1}$ och $k_{f,2}$ är modifieringsfaktorer med värden enligt *tabell 12.1*.

Detta uttryck kan även användas för den sidostabiliserande kraften F_d som krävs för den tryckta kanten av en rektangulär balk i böjning om tryckkraften bestäms på basis av:

$$N_d = (1 - k_{\text{crit}}) \frac{M_d}{h}$$

där:

- M_d är maximivärde för dimensionerande böjmoment.
- h är balkhöjd.
- k_{crit} är faktor som tar hänsyn till effekten av vippning, se *kapitel 4, sidan 21*.



Figur 12.1 Enskilda element i tryck stagade av sidostöd (C).

12.1 Enskilda element i tryck 51

12.2 Stagning av balk- eller fackverkssystem 52

Tabell 12.1 Modifieringsfaktorer för dimensionering av stagningar.

Modifieringsfaktor	Värde
k_s	4
$k_{f,1}$	50
$k_{f,2}$	80
$k_{f,3}$	30

Källa: Tabell enligt SS-EN 1995-1-1:2004, 9.2.5.3.

12.2 Stagning av balk- eller fackverkssystem

För en serie av n parallella element som tillsammans sidostagas av ett stabiliserande system, se figur 12.2, kan dimensionerande stabiliserande last som verkar på stagningssystemet representeras av en jämnt fördelad last q_d som ges av:

$$q_d = k_\ell \frac{n \cdot N_d}{k_{f,3} \ell}$$

där:

$$k_\ell = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \sqrt{\frac{15}{\ell}} \end{array} \right.$$

och:

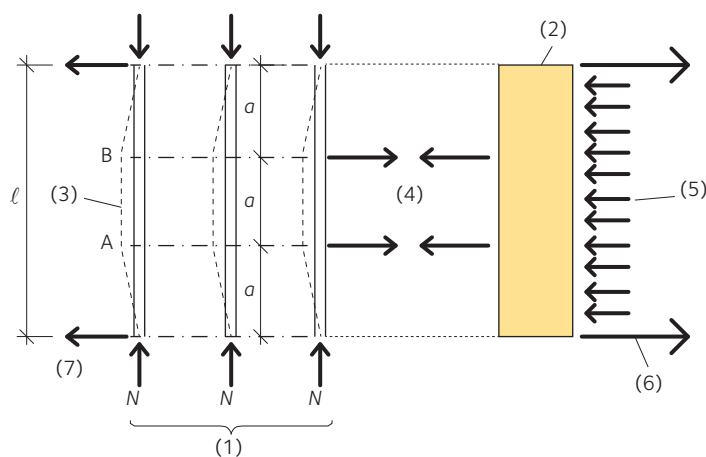
N_d är medelvärdet av dimensionerande tryckkraft i ett element.

n är antalet element som ska stagas.

ℓ är systemets spännvidd, i m, se figur 12.2.

$k_{f,3}$ är modifieringsfaktor enligt tabell 12.1, sidan 51.

Horisontell förskjutning hos det stagande systemet bör inte överstiga $\ell/500$, inklusive inverkan av yttre laster.



- 1) n element i systemet.
- 2) Stagning.
- 3) Horisontell förskjutning av systemet på grund av imperfektioner och av andra ordningens effekter.
- 4) Stabiliserande krafter.
- 5) Yttre laster som verkar på stagningen.
- 6) Reaktionskrafter på stagningen på grund av yttre laster.
- 7) Reaktionskrafter på balkar eller fackverk från stabiliserande krafter.

Figur 12.2 System av balkar eller fackverk, stagat i sidled.

Symboler

Symboler i SS-EN 1995-1-1.

Symbol	Förklaring
Latinska versaler	
A	Tvärsnittsytta
A_{ef}	Effektiv area för kontaktytan mellan en spikplåt och det underliggande träet; effektiv kontaktyta vid tryck vinkelrätt mot fiberriktningen
A_f	Flänsens tvärsnittsarea
$A_{net,t}$	Nettotvärsnittsarea vinkelrätt fiberriktningen
$A_{net,v}$	Nettoskjuvarea parallellt fiberriktningen
C	Fjäderkonstant
$E_{0,05}$	Elasticitetsmodulens 5-procentsfraktil
E_d	Elasticitetsmodulens dimensioneringsvärde
E_{mean}	Elasticitetsmodulens medelvärde
$E_{mean,fn}$	Slutligt medelvärde på elasticitetsmodulen
F	Kraft
$F_{A,Ed}$	Dimensionerande kraft på en spikplåt verkande i den effektiva areans tyngdpunkt
$F_{A,min,d}$	Minsta dimensionerande kraft på en spikplåt verkande i den effektiva areans tyngdpunkt
$F_{ax,Ed}$	Dimensionerande axialkraft på en förbindare
$F_{ax,Rd}$	Dimensionerande värde för axiell utdragsbärförmåga för en förbindare
$F_{ax,Rk}$	Karakteristiskt värde för axiell utdragsbärförmåga för en förbindare
F_c	Tryckkraft
F_d	Dimensionerande kraft
$F_{d,ser}$	Dimensionerande kraft i bruksgränstillståndet
$F_{f,Rd}$	Dimensionerande bärförmåga per förbindare i ett väggelement
$F_{i,c,Ed}$	Dimensionerande reaktionskraft (tryck) i änden av en väggskiva
$F_{i,t,Ed}$	Dimensionerande reaktionskraft (dragning) i änden av en väggskiva
$F_{i,vert,Ed}$	Vertikal last på en vägg
$F_{i,v,Rd}$	Dimensionerande bärförmåga vid skivverkan för delement i eller vägg i
F_{la}	Tvärgående last
$F_{M,Ed}$	Dimensionerande kraft från ett dimensionerande moment
F_t	Dragkraft
$F_{t,Rk}$	Karakteristiskt värde för dragbärförmågan hos ett förband
$F_{v,0,Rk}$	Karakteristisk bärförmåga för en skruv med mellanlänggsbricka längs fiberriktningen

$F_{v,Ed}$	Dimensionerande tvärkraft per skjuvningsplan för en förbindare; horisontell dimensionerande kraft på en väggskiva
$F_{v,Rd}$	Dimensionerande tvärkraftsbärförmåga per skjuvningsplan för en förbindare; dimensionerande tvärkraftsbärförmåga
$F_{v,Rk}$	Karakteristisk tvärkraftsbärförmåga per skjuvningsplan för en förbindare
$F_{v,w,Ed}$	Dimensionerande tvärkraft i balkliv
$F_{x,Ed}$	Dimensioneringsvärde för en kraft i x-riktningen
$F_{y,Ed}$	Dimensioneringsvärde för en kraft i y-riktningen
$F_{x,Rd}$	Dimensioneringsvärde för en plåts bärförmåga i x-riktningen
$F_{y,Rd}$	Dimensioneringsvärde för en plåts bärförmåga i y-riktningen
$F_{x,Rk}$	Plåtens karakteristiska bärförmåga i x-riktningen
$F_{y,Rk}$	Plåtens karakteristiska bärförmåga i y-riktningen
$G_{0,05}$	Skjuvmodulens 5-procentsfraktil
G_d	Skjuvmodulens dimensioneringsvärde
G_{mean}	Skjuvmodulens medelvärde
H	En takstols totala höjd
I_f	Flänsens tröghetsmoment
I_{tor}	Vridtröghetsmoment
I_z	Tröghetsmoment kring den vekare axeln
K_{ser}	Förskjutningsmodul
$K_{ser,fn}$	Slutlig förskjutningsmodul
K_u	Momentan förskjutningsmodul vid brottgränstillstånd
$L_{net,t}$	Tvärsnittareans nettobredd vinkelrätt mot fiberriktningen
$L_{net,v}$	Nettolängd av brottyta vid skjuvning
$M_{A,Ed}$	Dimensionerande moment på en spikplåt
$M_{ap,d}$	Dimensionerande moment i hjässzonen
M_d	Dimensionerande moment
$M_{y,Rk}$	Karakteristiskt flytmoment för en förbindare
N	Axialkraft
$R_{90,d}$	Dimensionerande fläkbärförmåga
$R_{90,k}$	Karakteristisk fläkbärförmåga
$R_{ax,d}$	Dimensionerande bärförmåga för ett axiellt belastat förband
$R_{ax,k}$	Karakteristisk bärförmåga för ett axiellt belastat förband

Källa: SS-EN 1995-1-1:2004, 1.6

$R_{\alpha,\alpha,k}$	Karakteristisk bärförmåga i en vinkel α mot fiberriktningen
R_d	Dimensionerande värde på bärförmåga
$R_{ef,k}$	Effektiv karakteristisk bärförmåga för ett förband
$R_{iv,d}$	Dimensionerande tvärkraftsbärförmåga för en vägg
R_k	Karakteristisk bärförmåga
$R_{sp,k}$	Karakteristisk fläkbärförmåga
$R_{to,k}$	Karakteristisk bärförmåga för en tandbricka
$R_{v,d}$	Dimensionerande tvärkraftsbärförmåga för en vägg
V	Tvärkraft; volym
V_u, V_ℓ	Tvärkrafterna i övre respektive nedre delen av en balk med ett hål
W_y	Böjmotstånd kring y -axeln
X_d	Dimensionerande värde för en hållfasthetsegenskap
X_k	Karakteristiskt värde för en hållfasthetsegenskap
Latinska gemena	
a	Avstånd
a_1	Avstånd, parallellt fiberriktningen, mellan förbindare inom en rad
$a_{1,CG}$	Minsta ändavstånd till tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel
a_2	Avstånd, vinkelrätt fiberriktningen, mellan rader av förbindare
$a_{2,CG}$	Minsta kantavstånd till tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel
$a_{3,c}$	Avstånd mellan förbindare och obelastad ände
$a_{3,t}$	Avstånd mellan förbindare och belastad ände
$a_{4,c}$	Avstånd mellan förbindare och obelastad kant
$a_{4,t}$	Avstånd mellan förbindare och belastad kant
a_{bow}	Största initialkrokighet i en virkesdel i ett fackverk
$a_{bow,perm}$	Största tillåtna initialkrokighet i en virkesdel i ett fackverk
a_{dev}	Största placeringsavvikelse för ett fackverk
$a_{dev,perm}$	Största tillåtna placeringsavvikelse för ett fackverk
b	Bredd
b_i	Bredd hos skiva i eller vägg i
b_{net}	Fritt avstånd mellan väggreglar
b_w	Livets bredd
d	Diameter; gängans ytterdiameter
d_1	Diameter för centrumhålet hos en mellanläggsbricka; gängans innerdiameter
d_c	Mellanläggsbrickans diameter
d_{ef}	Effektiv diameter

d_h	Förbindarens huvuddiameter
$f_{h,i,k}$	Karakteristisk hållkanthållfasthet för trädel i
$f_{a,0,0}$	Karakteristisk förankringshållfasthet per ytenhet för $\alpha = 0^\circ$ och $\beta = 0^\circ$
$f_{a,90,90}$	Karakteristisk förankringshållfasthet per ytenhet för $\alpha = 90^\circ$ och $\beta = 90^\circ$
$f_{a,\alpha,\beta,k}$	Karakteristisk förankringshållfasthet
$f_{ax,k}$	Karakteristisk utdragshållfasthet för spetsändan för en spik; karakteristisk utdragshållfasthet
$f_{c,0,d}$	Dimensionerande tryckhållfasthet längs fiberriktningen
$f_{c,w,d}$	Dimensionerande tryckhållfasthet hos balkliv
$f_{c,d}$	Dimensionerande tryckhållfasthet hos balkfläns
$f_{c,90,k}$	Karakteristisk tryckhållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen
$f_{f,t,d}$	Dimensionerande draghållfasthet hos balkfläns
$f_{h,k}$	Karakteristisk hållkanthållfasthet
$f_{head,k}$	Karakteristisk genomdragshållfasthet för förbindare
f_1	Lägsta egenfrekvens
$f_{m,k}$	Karakteristisk böjhållfasthet
$f_{m,y,d}$	Dimensionerande böjhållfasthet kring y -axeln (huvudaxel)
$f_{m,z,d}$	Dimensionerande böjhållfasthet kring z -axeln (huvudaxel)
$f_{m,\alpha,d}$	Dimensionerande böjhållfasthet i vinkeln α mot fiberriktningen
$f_{t,0,d}$	Dimensionerande draghållfasthet längs fiberriktningen
$f_{t,0,k}$	Karakteristisk draghållfasthet längs fiberriktningen
$f_{t,90,d}$	Dimensionerande draghållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen
$f_{t,w,d}$	Dimensionerande draghållfasthet hos balkliv
$f_{u,k}$	Karakteristisk draghållfasthet för skruv
$f_{v,0,d}$	Dimensionerande panelskjuvhållfasthet
$f_{v,\alpha,\alpha,k}$	Karakteristisk utdragshållfasthet i vinkel α mot fiberriktningen
$f_{v,\alpha,90,k}$	Karakteristisk utdragshållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen
$f_{v,d}$	Dimensionerande skjuvhållfasthet
h	Höjd; vägghöjd
h_{ap}	Hjässzonens höjd
h_d	Håldjup
h_e	Inträngningsdjup; avstånd till belastad kant
h_{ef}	Effektiv höjd
$h_{f,c}$	Höjd hos tryckt fläns
$h_{f,t}$	Höjd hos dragen fläns

h_{rl}	Avstånd från hålets undre kant till elementets underkant
h_{ru}	Avstånd från hålets övre kant till elementets överkant
h_w	Livhöjd
i	Vinkel på urtag
$k_{c,y}, k_{c,z}$	Instabilitetsfaktor
k_{cr}	Sprickfaktor för tvärkraftsbärförmåga
k_{crit}	Faktor som används vid beräkning av vippning
k_d	Dimensionsfaktor för skiva
k_{def}	Deformationsfaktor
k_{dis}	Korrektionsfaktor som tar hänsyn till spänningsfördelningen i hjässzonen
$k_{f,1}, k_{f,2}, k_{f,3}$	Korrektionsfaktorer för bärförmåga hos stagningar
k_h	Höjdfaktor
$k_{i,q}$	Faktor för utbredd last
k_m	Faktor som tar hänsyn till omfördelning av böjspänningar i ett tvärsnitt
k_{mod}	Lastvaraktighets- och fuktfaktor
k_n	Faktor för väggs beklädnad
k_r	Reduktionsfaktor
$k_{R,red}$	Reduktionsfaktor för bärförmåga
k_s	Faktor för avstånd mellan förbindare; korrektionsfaktor för fjäderkonstant
$k_{s,red}$	Reduktionsfaktor för inbördes avstånd
k_{shape}	Faktor beroende på tvärsnittets form
k_{sys}	Faktor för bärförmåga hos ett system
k_v	Reduktionsfaktor för balkar med urtag
k_{vol}	Volymfaktor
k_y eller k_z	Instabilitetsfaktor
$\ell_{a,min}$	Minsta förankringslängd för en inlimmad skruv
ℓ	Spännvidd; kontaktlängd
ℓ_A	Avstånd från ett hål till elementupplagets centrumlinje
ℓ_{ef}	Effektiv längd; effektiv fördelningslängd
ℓ_V	Avstånd från ett hål till elementets ände
ℓ_z	Centrumavstånd mellan hål
m	Massa per ytenhet
n_{40}	Antal frekvenser under 40 Hz
n_{ef}	Effektivt antal förbindare
ρ_d	Utbredd last
q_i	Ekvivalent jämnt utbredd last
r	Krökningsradie
s	Avstånd/delning
s_0	Basavstånd mellan förbindare
r_{in}	Innerradie

t	Tjocklek
t_{pen}	Inträngning
U_{creep}	Krypdeformation
U_{fin}	Slutlig deformation
$U_{fin,G}$	Slutlig deformation för permanent last G
$U_{fin,Q,1}$	Slutlig deformation för den variabla huvudlasten Q_1
$U_{fin,Q,i}$	Slutlig deformation för samhörande variabla laster Q_i
U_{inst}	Momentan deformation
$U_{inst,G}$	Momentan deformation för permanent last G
$U_{inst,Q,1}$	Momentan deformation för den variabla huvudlasten Q_1
$U_{inst,Q,i}$	Momentan deformation för samhörande variabla laster Q_i
w_c	Överhöjning
w_{creep}	Krypnedböjning
w_{fin}	Slutlig nedböjning
w_{inst}	Momentan nedböjning
$w_{net,fin}$	Slutlig nettonedböjning
v	Impulshastighetsrespons
Grekiska gemena	
α	Vinkeln mellan x-riktningen och kraften i en spikplåt; vinkeln mellan kraft och fiberriktning; vinkeln mellan lastens angrepp och den belastade kanten (eller änden)
β	Vinkeln mellan fiberriktningen och kraften för en spikplåt
β_c	Rakhetsfaktor
γ	Vinkel mellan x-riktningen för en spikplåt och träelementets huvudriktning
γ_M	Partialkoefficient för materialegenskaper, tar också hänsyn till osäkerheter i beräkningsmodell och måttavvikelser
λ_y	Slankhetstal svarande mot böjning kring y-axeln
λ_z	Slankhetstal svarande mot böjning kring z-axeln
$\lambda_{rel,y}$	Relativt slankhetstal svarande mot böjning kring y-axeln
$\lambda_{rel,z}$	Relativt slankhetstal svarande mot böjning kring z-axeln
ρ_k	Karakteristisk densitet
ρ_m	Medeldensitet
$\sigma_{c,0,d}$	Dimensionerande tryckspänning längs fiberriktningen
$\sigma_{c,\alpha,d}$	Dimensionerande tryckspänning i vinkeln α mot fiberriktningen
$\sigma_{f,c,d}$	Medelvärde för dimensionerande tryckspänning i fläns

$\sigma_{f,c,max,d}$	Dimensionerande tryckspänning i flänsens yttersta fiber
$\sigma_{f,t,d}$	Medelvärde för dimensionerande dragspänning i fläns
$\sigma_{f,t,max,d}$	Dimensionerande dragspänning i flänsens yttersta fiber
$\sigma_{m,crit}$	Kritisk böjspänning
$\sigma_{m,y,d}$	Dimensionerande böjspänning kring y-axeln (huvudaxel)
$\sigma_{m,z,d}$	Dimensionerande böjspänning kring z-axeln (huvudaxel)
$\sigma_{m,\alpha,d}$	Dimensionerande böjspänning i vinkeln α mot fiberriktningen
σ_N	Normalspänning
$\sigma_{t,0,d}$	Dimensionerande dragspänning längs fiberriktningen
$\sigma_{t,90,d}$	Dimensionerande dragspänning vinkelrätt fiberriktningen
$\sigma_{w,c,d}$	Dimensionerande tryckspänning i balkliv
$\sigma_{w,t,d}$	Dimensionerande dragspänning i balkliv
τ_d	Dimensionerande skjuvspänning
$\tau_{F,d}$	Dimensionerande förankringsspänning av axiell kraft
$\tau_{M,d}$	Dimensionerande förankringsspänning av moment
$\tau_{tor,d}$	Dimensionerande skjuvspänning av vridning
ψ_0	Faktor för kombinationsvärde av variabla laster
ψ_1	Faktor för frekvent värde på variabel last
ψ_2	Faktor för kvasipermanent värde på variabel last
ζ	Relativ dämpning

Friskrivningar

Genom att använda innehållet i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2* godkänner du nedan angivna användarvillkor. All information i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2* tillhandahålls endast i informationssyfte och ska inte anses vara en rådgivande eller professionell relation med läsaren.

All information tillhandahålls i befintligt skick och utan någon form av garanti, i den utsträckning som tillåts av gällande lag. Även om utgivaren i rimlig omfattning försöker tillhandahålla tillförlitlig information i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2*, garanterar inte utgivaren att innehållet är fritt från felaktigheter, misstag och/eller avsaknad av information eller att innehållet är aktuellt och relevant för användarens behov.

Utgivaren, Föreningen Sveriges Skogsindustrier, lämnar ingen garanti för några resultat som härrör från nyttjandet av informationen som finns i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2*. All användning av information i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2* sker på eget ansvar och på egen risk.

Rättigheterna till innehållet i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2* tillkommer Föreningen Sveriges Skogsindustrier. Innehållet skyddas enligt upphovsrättslagen. Missbruk beivras. Kopiering av innehållet är förbjuden.

Föreningen Sveriges Skogsindustrier tar inte något ansvar för skada som må orsakas på grund av innehållet i *Dimensionering av träkonstruktioner Del 2*.

Dimensionering av träkonstruktioner Del 2

© Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2019
Tredje utgåvan

Utgivare

Skogsindustrierna
Svenskt Trä
Box 55525
102 04 STOCKHOLM
Tel: 08-762 72 60
Fax: 08-762 79 90
E-post: info@svenskttra.se
www.svenskttra.se

Projektledare

Johan Fröbel – Svenskt Trä

Faktagranskare

Eric Borgström
Patrice Godonou – Svenskt Trä
Rune Karlsson – Rune Karlssons Byggprojektering i Hedemora

Illustrationer

Vendela Martinac – Thelander Arkitektur & Design AB
Cornelia Thelander – Thelander Arkitektur & Design AB

Foto

Åke E:son Lindman, sidan 9
Sören Håkanlind, sidan 20, 22, 25, 27, 29, 30, 34, 38, 40, 44

Grafisk form och produktion

ProService Kommunikation AB

ISBN 978-91-985214-8-1

Publikationer och hemsidor från Svenskt Trä

Publikationer om trä

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Att välja trä

Samlad information om materialet trä. 148 sidor. Format A4.



Dimensionering av träkonstruktioner, 3 delar

1. Projektering av träkonstruktioner. 256 sidor.
2. Regler och formler enligt Eurokod 5. 60 sidor.
3. Exempel. 60 sidor.
Format A4.



Förpackningshandbok

Fakta, projektering och dimensionering av förpackningar i trä. 80 sidor. Format A4.



Hantera virket rätt

Folder och etikett som beskriver hur man lagrar trä på bygg- arbetsplatsen. 6 sidor och etikett. Format A4.



Guide för handels- sortering och hållfasthetsklasser

16 sidor. Format A4.



Handelssortering

Regelverk för sortering av trävaror. 84 sidor. Format A5.



KL-trähandbok

Fakta och projektering av KL-träkonstruktioner. 188 sidor. Format A4.



Lathunden

En hjälpreda vid dimensionering och virkesåtgång. 84 sidor. Format A6. Finns även som app. Sök efter Lathunden i App Store eller Google Play och ladda ner.

Publikationer om limträ

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Drift och underhåll av limträ

Folder som beskriver ytbehandling och underhåll av limträ. 6 sidor. Format A4.



Hantera limträ rätt

Folder och snabbguide som beskriver lagring av limträ på bygg- arbetsplatsen. 6 sidor och etikett. Format A4.



Limträ PocketGuide

Samlad information om limträ. 36 sidor. Format A6.



Limträhandbok, 4 delar

1. Fakta om limträ. 88 sidor. Format A4.
2. Projektering av limträkonstruktioner. 268 sidor. Format A4.
3. Dimensionering av limträkonstruktioner. 224 sidor. Format A4.
4. Planering och montage av limträkonstruktioner. 76 sidor. Format A4.

Hemsidor



www.svenskttra.se



www.svenskttra.se/limtra



www.traguiden.se



www.traradhuset.se



Svenskt Träs huvuduppdrag är att bredda marknaden för, och öka värdet på, svenskt trä och träprodukter inom byggande, inredning och emballage. Genom att inspirera, informera och sprida kunskap lyfter vi fram trä som ett konkurrenskraftigt, förnybart, mångsidigt och naturligt material. Svenskt Trä driver också viktiga bransch- och handelsfrågor för sina medlemmar.

Svenskt Trä representerar svensk sågverksnäring och är en del av branschorganisationen Skogsindustrierna. Svenskt Trä företräder också svensk limträ- och förpackningsindustri samt har ett nära samarbete med svensk bygghandel och trävarugrossisterna.

© Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2019.

Box 55525
102 04 Stockholm
Tel: 08-762 72 60
Fax: 08-762 79 90
info@svenskttra.se
svenskttra.se



ISBN 978-91-985214-8-1