

Trekonstruksjoner – Rasjonell bruk av tre i bygg

22. og 23. januar 2013

Rica Ishavshotell i Tromsø

EUROKODE – Hvordan forholder vi oss inntil den er revidert?

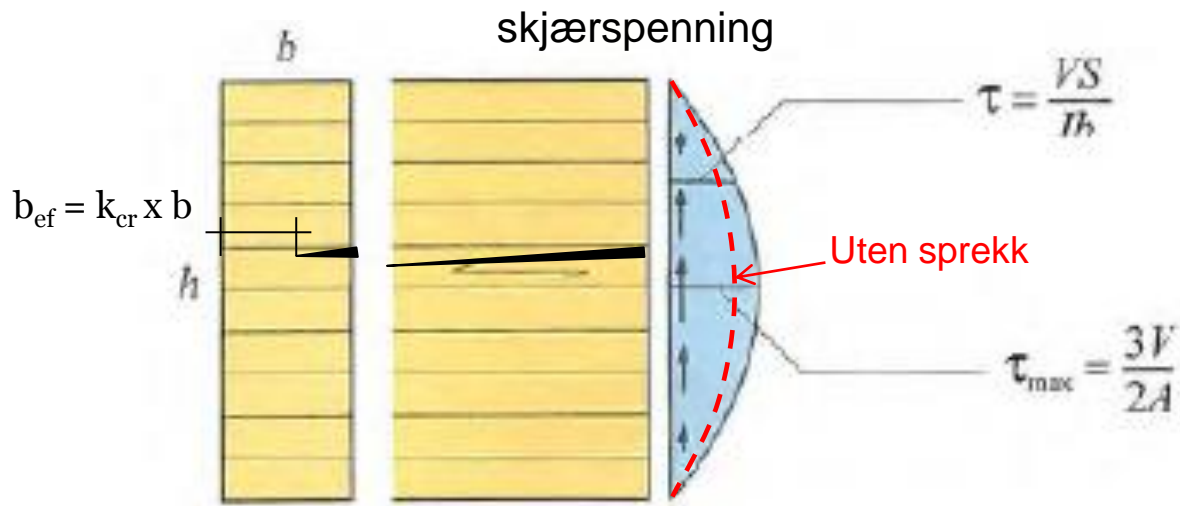
Håvard Thorsrud

Kartro - ITW Constuction Products AS

Norske tilpasninger til EK 5

1. Skjærkapasitet og sprekkefaktor for limtre
2. Svilletrykk – trykk vinkelrett fiberretning
3. Vibrasjoner i bjelkelag. Komfortegenskaper

Skjærkapasitet med tørkesprekker



SKJÆR - Kapasiteter

NS-EN 1995-1-1:2004 + A1:2008

6.1.7 Skjær

- (1)P For skjær med en spenningskomponent i fiberretning, og for skjær med begge spenningskomponenter vinkelrett på fiberretningen, skal følgende betingelse være oppfylt:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

der τ_d er den dimensjonerende skjærspenningen
 $f_{v,d}$ er den dimensjonerende skjærfastheten under de faktiske forhold

MERKNAD: Skjærfastheten for rulleskjær er tilnærmet det dobbelte av strekkfastheten vinkelrett på fiberretningen.

- (2) For å påvise skjærmotstanden i en konstruksjonsdel i bøyning bør det tas hensyn til innflytelsen av sprekker og den effektive bredden av tverrsnittet nyttes i dimensjoneringen som følger:

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

der b er tverrsnittsbredden på den aktuelle konstruksjonsdel

MERKNAD: Den anbefalte verdien for k_{cr} er som følger:

$$k_{cr} = 0,67$$

for konstruksjonstre

$$k_{cr} = 0,67$$

for limtre

$$k_{cr} = 1,0$$

for andre trebaserte produkter i overensstemmelse med NS-EN 13986 og NS-EN 14374

Informasjon om de nasjonale valgene fremgår av det nasjonale anvendelsesdokumentet

Ny limtre standard EN 14080:

CEN/TC 124
Date: 2011-12
FprEN 14080:2011
CEN/TC 124
Secretariat: AFNOR

Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber

Holzbauwerke — Brettschichtholz und Balkenschichtholz — Anforderungen
Structures en bois — Bois lamellé collé et bois massif reconstitué — Exigences

Erstatter bl.a. EN 1194:

NS-EN 1194:1999

Trekonstruksjoner - Limtre - Fasthetsklasser og bestemmelse av karakteristiske verdier

SKJÆR – Kapasiteter (prEN 14080)

Table 9 — Characteristic strength and stiffness properties in N/mm² and densities in kg/m³ for combined glulam

Property ^a	Symbol	Glulam strength class						
		GL 20c	GL 22c	GL 24c	GL 26c	GL 28c	GL 30c	GL 32c
Bending strength	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Tensile strength	$f_{t,g,k}$	15	16	17	19	19,5	20	20
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compression strength	$f_{c,g,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	25	25
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Shear strength (shear and torsion)	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rolling shear strength	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulus of elasticity	$E_{0,g,mean}$	10 400	10 400	11 000	12 000	12 500	13 000	13 500
	$E_{0,g,05}$	8 600	8 600	9 100	10 000	10 400	10 800	11 200
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Shear-modulus	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	542						
Rolling shear modulus	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Density ^b	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	430	430	440

INS-EN 1194 er:
 $f_{v,g,k} = 2,2 - 3,2$

^a Properties given in this Table have been calculated according to 6.1.4 on the basis of the layups given in Table 7. If different layups for a certain strength class lead to different characteristic values the lowest values are given here.

^b Calculated as the weighted mean of the densities of the different lamination zones, see 6.1.4.3, 5th paragraph.

SKJÆR – Kapasitet for limtre

Forslag til endring i NS-EN 1995-1-1/NA pkt 6.1.7:

$f_{vk} = 3,5 \text{ N/mm}^2$ som i prEN 14080

$k_{cr} = 0,8$

$f_{vk} \times k_{cr} \leq 2,8 \text{ N/mm}^2$ (eff. karakteristisk kapasitet)

Denne tilpasningen skal da gjelde både for gjeldende standard NS-EN 1194 og kommende ny NS-EN 14080

Norske tilpasninger til EK 5 – Limtre CE L40C



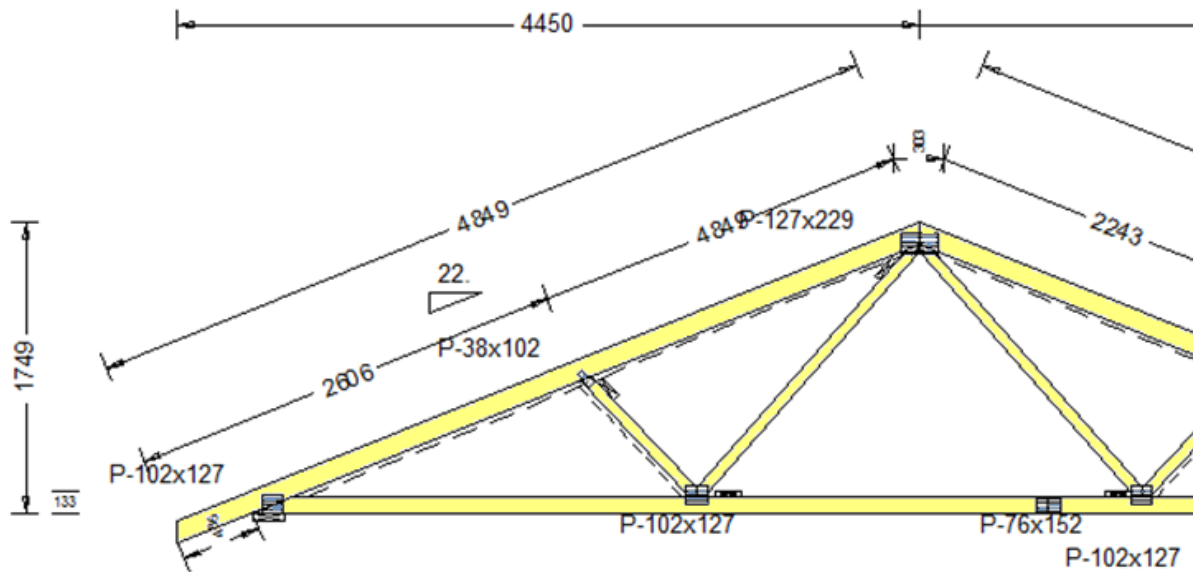
KARAKTERISTISKE FASTHETER LIMTRE OG SMALT LIMTRE

	Egenskap/enhet		Limtre CE L40C	Smalt Limtre - i to splittet i deler	Smalt Limtre - i tre splittet i deler
Bøyning	$f_{m,k}$	N/mm ²	30,8	28	24
Strekk	$f_{t,0,k}$	N/mm ²	17,6	17,6	17,6
	$f_{t,90,k}$	N/mm ²	0,4	0,4	0,4
Trykk	$f_{c,0,k}$	N/mm ²	25,4	25,4	25,4
	$f_{c,90,k}$	N/mm ²	2,7 (5,7*)	2,7 (5,7*)	2,7 (5,7*)
Skjær	$f_{v,k}$	N/mm ²	3,5 **	3,5 **	3,5 **
Elastisitetsmodul	$E_{0, \text{mean}}$ deformasjonsberegning	N/mm ²	13 000	12 500	12 500
	$E_{0,05}$ stabilitetsberegning	N/mm ²	10 500	10 000	10 000
	$E_{90, \text{mean}}$ deformasjonsberegning	N/mm ²	410	410	410
Skjærmodul	$G_{0, \text{mean}}$	N/mm ²	760	760	760
Densitet	ρ_k styrkeberegning	kg/m ³	400	400	400
	ρ_{mean} lastberegning	kg/m ³	470	470	470

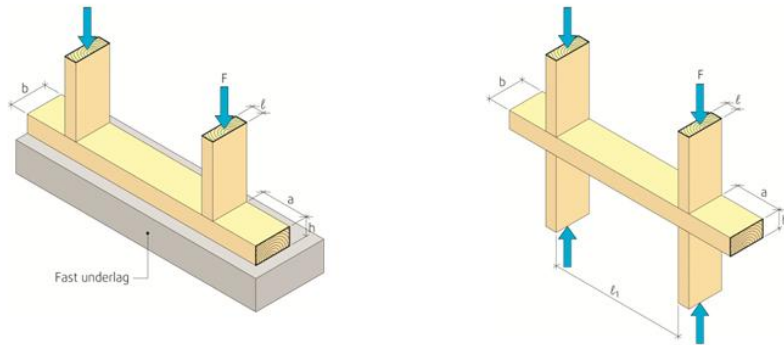
*) skal KUN benyttes sammen med NS3470-1:1999/A1:2008 pkt. 12.1.4 Trykk på tvers av fiberretning. Dette som alternativ metode til EK5 pkt. 6.1.5

**) sprekkefaktor k_{cr} iht EK5 pkt 6.1.7 settes lik 0.80

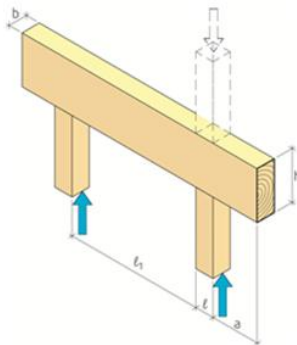
SKJÆR – Spekkfaktor for takstoler?



Trykk tvers på fiberretning - Svilletrykk



Figur 1a og 1b. Sviller.



Figur 2. Bjelker.

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90}^* f_{c,90,d}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{net,t}}$$

der

$$f_{c,90,d} = f_{c,90,k}^* \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$$

Konstruksjonstrevirke

	Trykfasthet på tvers av fiberretningen				Kommentar
	Fasthetsklasse				
	C14	C18	C24	C30	
$f_{c,90k}$	2,0	2,2	2,5	2,7	Verdier gitt i NS-EN 338
$f_{c,90,k}^*$	4,3	4,8	5,3	5,7	Anbefalte verdier, basert på ASTM-D143

Tabell 1. Karakteristisk trykfasthet $f_{c,90,k}^*$ på tvers av fiberretningen.

Limtre

	Trykfasthet på tvers av fiberretningen							Kommentar
	Limtreklasse, kombinert limtre				Limtreklasse, homogent limtre			
	GL28c	CE L40c	GL32c	GL36c	GL28h	GL32h	GL36h	
$f_{c,90k}$	2,7	-	3,0	3,3	3,0	3,3	3,6	Verdier gitt i NS-EN 1194
$f_{c,90,k}^*$	5,3	5,7	5,7	6,3	5,3	5,7	6,3	Anbefalte verdier, basert på ASTM-D143

Tabell 2. Karakteristisk trykfasthet $f_{c,90,k}^*$ på tvers av fiberretningen.

Konfigurasjon (Fig. 1 og 2)	$k_{c,90}^*$ for $l_1 < 150$ mm	$k_{c,90}^*$ for $l_1 > 150$ mm	
		$a \geq 100$ mm	$a < 100$ mm
$l \geq 150$ mm	1,0	1,0	1,0
$150 > l \geq 15$ mm	1,0	$1 + \frac{150-l}{170}$	$1 + \frac{a(150-l)}{17000}$
15 mm $> l$	1,0	1,8	$1 + \frac{a}{125}$

Tabell 3. Faktor $k_{c,90}^*$.

ENDRINGSBLAD AV NA til NS-EN 1995-1-1

- Skjærfasthet 3,5 N/mm² som i prEN 14080
- Sprekkfaktor 0,8
- Trykk vinkelrett fiberretningen (som NS 3470, ASTM-D143)

Anbefalinger gis ut som et dokument fra Treteknisk, og det tas inn henvisning til dette i NA som et NCCI (non-contradictory complementary information)

Dokumentet legges ut på nett.

Vibrasjoner i bjelkelag - komfortegenskaper

NA.7.3.3 Gulv i boliger

NA.7.3.3(2) Grenseverdien, a , for bjelker med spenn inntil 4,5 meter settes lik, avhengig av kravet til stivhet:

- normal stivhet: $a = 0,9 \text{ mm/kN}$
- høy stivhet: $a = 0,6 \text{ mm/kN}$

Det er ikke nasjonale begrensninger i forbindelse med ligning (7.4), men egenfrekvensen må vurderes i forbindelse med lange spenn.

Vibrasjoner i bjelkelag - komfortegenskaper

Se Byggforskserien 522.351 Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse

212 *Beregningsmetoder.* Bjelkelagstabellene i denne anvisningen er basert på beregninger i henhold til et såkalt komfortkriterium, i tillegg til at kontroll av bæreevne er utført i henhold til NS-EN 1991-1-1 og NS-EN 1995-1-1 med tilhørende nasjonale tillegg.

Komfortkriteriet omfatter følgende krav, se [525]:

- $\Delta < 1,3$ mm
- $f > 10$ Hz
- $f/(\Delta^{0,44}) > 18,7$

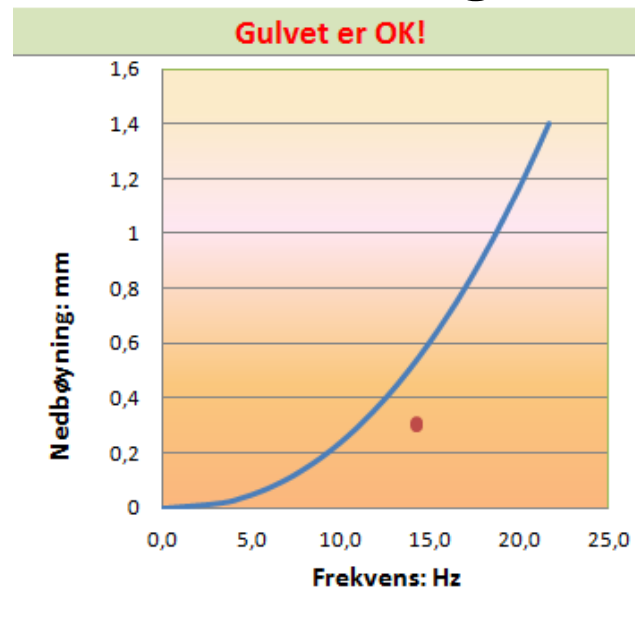
hvor:

- Δ er beregnet nedbøyning under 1 kN punktlast (mm)
- f er beregnet egenfrekvens (Hz)

Nedbøyningen, Δ , beregnes med programmet BTAB, se [524], og egenfrekvensen på basis av formler utviklet av Ohlsson, se [523].

Beregnet total nedbøyning under jevnt fordelt egenlast pluss nyttelast er kontrollert for maks 1/200 av spennvidden.

NTFs Metode (regneark):



Det tas ikke ansvar for feil bruk av programmet!



Document CEN/TC 250/SC 5: **N 281**

**Draft Corrigendum to EN 1995-1-1,
August 2012**

CEN/TC 250/SC 5 Eurocode 5 – Design of timber structures

SECRETARIAT SIS
SP Trä • P. O. Box 5600 • SE-114 86 Stockholm
Tel: +46 10 516 02 02 • E-mail: jan.brundin@sp.se

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1

August 2012

- 1.2 Normative references
- 1.6 Symboler
- 2.2.3 Bruksgrensetilstanden
- 2.3.2.2 Lastvarighet og fuktinflytelse.....
- 4.2 Korrosjonsbeskyttelse
- 6.1.5 Trykk vinkelrett fibrene
- 6.1.8 Torsjon
- 6.2.3 Kombinert bøyning og aksialt stekk
- 6.5.2 Bjelker med innsnitt ved opplegg
- 8.3.2 Aksialbelastede spikre
- 8.4 Krampeforbindelser
- 8.5 Dybelforbindelser

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

- 8.7.1 Tverrbelastede skruer
- 8.7.2 Aksialbelastede skruer. **Kun presisering**
- 8.8.5.1 Forankringskapasitet spikerplater
- 8.8.5.2 Platekapasitet
- 8.9 Ring- og plateforbindere. **Kun avstander**
- 8.10 Tannede forbindere. **Kun avstander**
- Anneks A Blokk- og pluggutrijving
- Anneks B B4. Mekanisk sammensatte bjelker

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

Bruksgrensetilstanden

2.2.3 Avsnitt (3) og (4) omskrevet og dermed rettet til:

Kryp skal beregnes etter formel 6.5.3(2)(c) i NS-EN 1990 og legges til øyeblikksdeformasjonen beregnet fra 2.2.3(2) for å få beregne den total nedbøyning. Tilsvarende for sammensatt tverrsnitt.

6.5.3(2) i NS-EN 1990:

Karakteristisk lastkombination, irreversibelt tilstand:

$$E_d = 1,0G_k + 1,0Q_k + \sum 1,0 \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14.b)$$

Ofte forekommende lastkombinasjon, reversibelt tilstand:

$$E_d = 1,0G_k + 1,0 \psi_1 Q_k + \sum 1,0 \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15.b)$$

Kvasipermanent lastkombinasjon:

$$E_d = 1,0G_k + \sum 1,0 \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16.b)$$

2.3.2.2 Innflytelse av lastvarighet og fukt på deformasjoner

Avsnitt (1) omskrevet og metoden tydeliggjort

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1

August 2012

4.2 Korrosjonsbeskyttelse. Merknad ^a i Tabell 4.1

Tabell 4.1 – Eksempler på minste korrosjonsbeskyttelse av forbindelsesmidler
(i henhold til ISO 2081)

Forbindelsesmiddel		Klimaklasse ^b		
		1	2	3
Spikre og skruer med	$d \leq 4$ mm	Ingen	Fe/Zn 12c ^a	Fe/Zn 25c ^a
Bolter, dybler, spikre og skruer med	$d > 4$ mm	Ingen	Ingen	Fe/Zn 25c ^a
Kramper		Fe/Zn 12c ^a	Fe/Zn 12c ^a	Rustfritt stål
Spikerplater/stålplater med tykkelse	$t \leq 3$ mm	Fe/Zn 12c ^a	Fe/Zn 12c ^a	Rustfritt stål
Stålplater	$3 \text{ mm} < t \leq 5 \text{ mm}$	Ingen	Fe/Zn 12c ^a	Fe/Zn 25c ^a
	$t > 5$ mm	Ingen	Ingen	Fe/Zn 25c ^a

NS EN 10364

^a Varmforsinking av stålplater medfører følgende endringer i samsvar med NS-EN 10147: Z275 for Fe/Zn 12c og Z350 for Fe/Zn 25c. Varmforsinking av stavformede forbindere medfører endringer i samsvar med NS-EN ISO 1651: Sinkbelegg på min. 39 µm for Fe/Zn 12C og sinkbelegg på min. 49 µm for Fe/Zn 25C

^b I spesielt korrosive miljøer brukes en kraftigere varmforsinking eller et rustfritt stål.

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

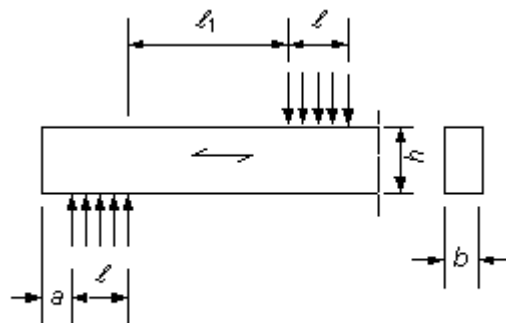
6.1.5 Trykk vinkelrett fibre

Avsnitt (4) erstattes med:

”For konstruksjonsdeler som hviler på enkeltopplegg , med fordelt last og/eller punktlast med større avstand fra opplegget enn $l_1 = 2h$, se fig. 6.2b, forutsettes følgende verdier av $k_{c,90}$ nyttet:

$k_{c,90} = 1,5$ for massivt barvirke

$k_{c,90} = 1,75$ for limtre av massivt barvirke forutsatt at $l \leq 400$ mm”



(b)

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

6.2.3 Kombinert bøyning og aksialt stekk

Ny linje i avsnitt (2):

”Merknad. For å kontrollere stabilitet kan metoden gitt i 6.3 nyttes med $\sigma_{t,o,d} = 0$ ”

6.5.2 Bjelker med innsnitt ved opplegg

Ligning (6.60) erstattes med:

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

8.3.2 Aksialbelastede spikre

Definasjon av t_{pen} er endret:

Spissen skal trekkes fra inntrengningsdybden (t_{pen})

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

8.4 Krampeforbindelser

Ligning (8.29), momentkapasiteten er endres til:

$$M_{y,Rk} = 150 d^3 \text{ (etter kommentarrunde)}$$

og $n_{ef} = n$ (ikke redusert etter 8.3.1.1(8))

8.5 Dybelforbindelser

Tabell 8.5 Minste avstander ... er endret:

a _{3,c} (ubelastet ende)	90° ≤ α < 150°	max. (a_{3,t} sin α) d, 3d]	α _{3,t} sin α max(3,5d; 40 mm)
	150° ≤ α < 210°	3 d	
	210° ≤ α ≤ 270°	max. (a_{3,t} sin α) d, 3d]	α _{3,t} sin α

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

8.7.1 Tverrbelastede skruer

Avsnitt (1), (4) og (5) erstattes med nye. Avsnitt (6) flyttes til (7) og nytt (6) tilkommer:

d_{ef} benyttes for beregning av gjengede dels kapasiteter, d (ytre diameter) for avstander

og "skruer med glatt skaft" endres til bare "skruer"

Draft Corrigendum to EN 1995-1-1 August 2012

8.8.5.1 Forankringskapasitet spikerplater

For å unngå tvil er definisjonene på $F_{A,Ed}$ og r korrigert

Reduksjon av F_{ed} kun for kraft vinkelrett fugen

Ligning (8.50) omskrevet for å håndtere trykk/strekk:
$$F_{A,Ed} = \frac{F_x}{|F_x|} \sqrt{F_x^2 + (F_{Ed} \sin \beta)^2}$$

8.8.5.2 Platekapasitet

Ny merknad: F_{ed} kan reduseres ved kontaktrykk bestemt i 8.8.5.1

CE- MERKING BLIR OBLIGATORISK

Etter at EU i 2011 vedtok en revisjon av byggevaredirektivet, er nye krav til varer som inngår i bygge- og anleggsarbeider innført i EU fra 1. juli 2013.

Ved revisjonen er direktivet endret til forordning for å sikre et harmonisert regelverk i alle EU-landene.

BYGGEVAREFORORDNINGEN (LOVBESTEMMELSE)

- Klargjøring av plikter mht. fremskaffelse av **produkt dokumentasjon** for produsent, importør, distributør og handelsledd
- **CE-merking** blir obligatorisk for byggevarer der det finnes en harmonisert produktstandard.
- Det innføres mulighet for enklere dokumentasjonsmetoder (**Specific Technical Documentation – STD**) for byggevarer produsert **av små- og mellomstore bedrifter**.
- Bærekraftighet innføres som et nytt vesentlig krav, og byggevarer som benytter farlige stoffer skal merkes spesielt om mulige helse- og sikkerhetsfarer.
- Landene plikter å opprettes uavhengige produktkontaktpunkter hvor man fritt skal kunne få informasjon om konstruksjonsmaterialer og bruken av disse.
- Det gis større mulighet for frivillig **merking av byggevarer**, **utover CE-merking**, dersom det kan dokumenteres en tilleggseffekt av merkene.

Utvikling av Eurokodene

1. Stabilitet av konstruksjonsdeler. Ikke robust
2. Trykk vinkelrett fibrene. Ikke robust
3. Forbindelser i vinkel og med forsterkning. Ikke robust. *Se DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12*
4. Hull i bjelker. Tillegg. *Se DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12*
5. Forsterkninger. F. eks. innsnitt ved opplegg. Tillegg. *Se DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12*
6. Vibrasjon i bjelkelag. Forbedring og polarisering
7. Veggskiver. Forbedring og polarisering

Utvikling av Eurokode 5 – kfr. NA Tyskland

6.6 Members with holes

(1) Holes in members are openings with inside dimensions $d > 50$ mm (see Figure 6.12). The following rules only apply to unreinforced holes in members of glued-laminated timber or LVL. Unreinforced holes should not be placed in areas which are already exposed to systematic tensile stresses perpendicular to the grain. In addition, the following minimum and maximum dimensions apply:

$\ell_1 \geq h$	$\ell_2 \geq 1.5 h$, not less than 300 mm	$\ell_A \geq h/2$	$h_{10(N)} \geq 0,35 \cdot h$	$a \leq 0,4 h$	$h_d \leq 0,15 \cdot h$
-----------------	--	-------------------	-------------------------------	----------------	-------------------------

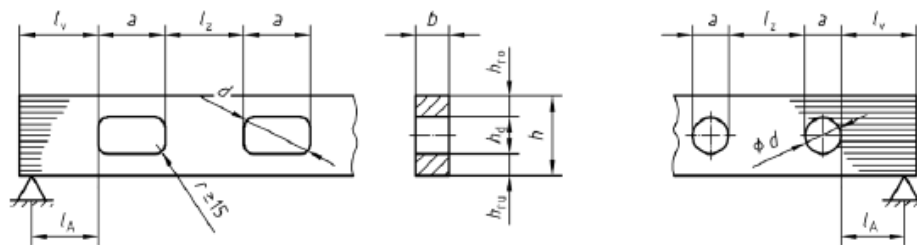


Figure 6.12 - Members with unreinforced holes (dimensions in mm)

$$\frac{F_{t,90,d}}{0,5 \cdot \ell_{t,90} \cdot b \cdot k_{t,90} \cdot f_{t,90,d}} \leq 1$$

with

$$k_{t,90} = \min\{1; (450/h)^{0,5}\}; h \text{ in mm}$$

$$\ell_{t,90} = 0,5 \cdot (h_d + h) \quad \text{for rectangular holes}$$

$$\ell_{t,90} = 0,353 \cdot h_d + 0,5 \cdot h \quad \text{for round holes}$$

Se også Byggforskserien 522.351 Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse

Utvikling av Eurokode 5 – kfr. NA Tyskland

8.11.4 Reinforcement to carry tensile stresses perpendicular to the grain at holes in members with rectangular cross-section

following expression should be satisfied for all areas prone to tensile stresses perpendicular to the grain. The following minimum and maximum dimensions apply:

$\ell_v \geq h$	$\ell_z \geq h$, not less than 300 mm ^c	$\ell_A \geq h/2$	$h_{ro(nu)} \geq 0,25 \cdot h$	$a \leq h$ $a/h_d \leq 2,5$	$h_d \leq 0,3 \cdot h^a$ $h_d \leq 0,4 \cdot h^b$
^a for internal reinforcement ^b for external reinforcement ^c for ℓ_z see Figure 6.12					

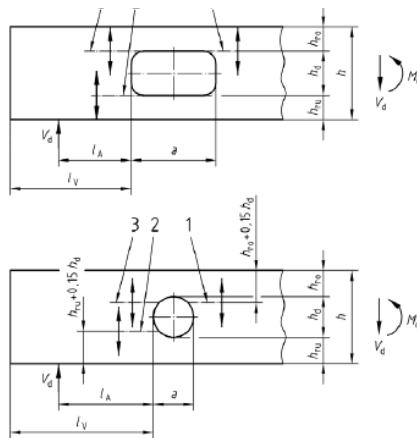


Figure 8.17 – Rectangular and round holes in a member in bending
 (1 – area exposed to tensile stresses perpendicular to the grain at the right side of the hole)

- (2 – area exposed to tensile stresses perpendicular to the grain at the left side of the hole, if $F_{t,ed} \leq F_{t,v,d}$)
 (3 – additional area exposed to tensile stresses perpendicular to the grain at the left side of the hole, if $F_{t,ed} > F_{t,v,d}$)

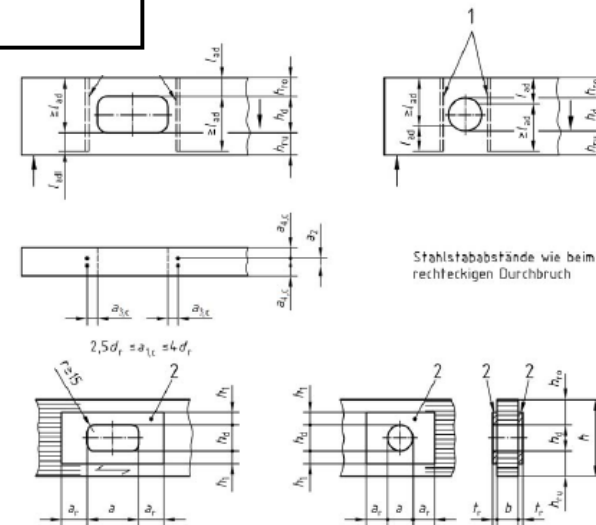


Figure 8.18 – Examples of reinforcements of holes exposed to tensile stresses perpendicular to the grain, for areas 1 and 2, according to Figure 8.17

- (1 – internal reinforcement)
 (2 – external reinforcement)

Utvikling av Eurokode 5 – kfr. NA Tyskland

8.1.4 Connection forces at an angle to the grain

...

(4) In all cases, which are not covered by Figure 8.1 (e.g. joints cross-connections with rows of fasteners parallel to the grain in the member loaded by tensile stresses perpendicular to the grain), the following expressions should be satisfied.

(5) For members with rectangular cross-section which are loaded at an angle α to the grain (see Figure 8.2), the tensile stresses perpendicular to the grain due to a tensile force component perpendicular to the grain $F_{v,Ed} = F_{Ed} \cdot \sin \alpha$ may be accounted for as follows:

For cross-connections with $h_e/h > 0,7$ (see Figure 8.2), no further verification is required. Cross-connections with $h_e/h < 0,2$ should only be loaded by forces of short duration (e.g. wind suction).

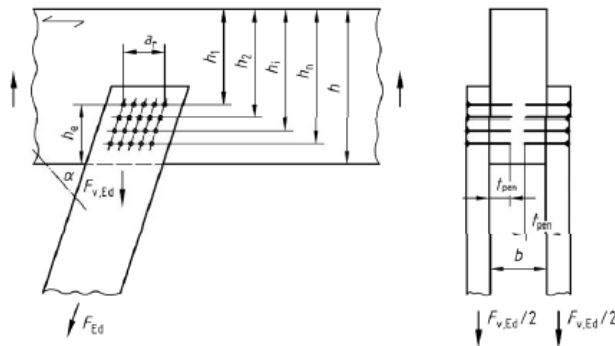


Figure 8.2 – Example of a cross-connection with symbols

8.11.2 Reinforcement to carry tensile stresses perpendicular to the grain in connections with a tensile force component perpendicular to the grain

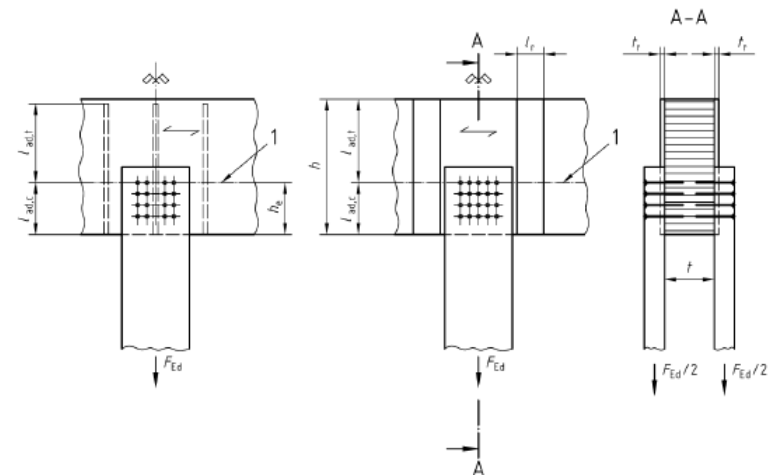


Figure 8.14 – Examples for reinforcements of cross-connections
(1 – area prone to splitting)

Utvikling av Eurokode 5 – kfr. NA Tyskland

Forsterkning av innsnitt ved opplegg (uten forsterkning se EK 5, 6.5.2)

8.11.3 Reinforcement to carry tensile stresses perpendicular to the grain at rectangular notches in members with rectangular cross-section

(1) The reinforcement of a rectangular notch on the loaded side of a member support (see Figure 8.15) may be designed for a tensile force $F_{t,90,d}$:

$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot V_d \cdot [3 \cdot (1 - \alpha)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha)^3] \quad (8.87)$$

where

V_d is the design value of the shear force;

$\alpha = h_g / h$ see Figure (8.15);

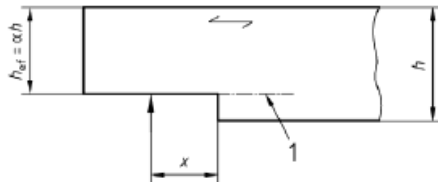


Figure 8.15 – Rectangular notch on the loaded side of a member
(1 – area prone to splitting)

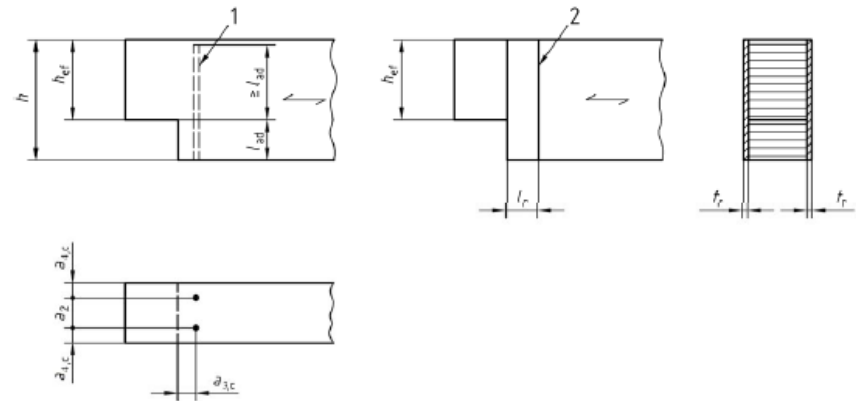


Figure 8.16 – Reinforcements of members with rectangular notches
(1 – steel rod with outer thread diameter d_s)
(2 – reinforcement panels)

Nye standarder

1. Technical Guideline for Europe.
"Fire safety in timber buildings". **Forslag foreligger**
2. Utførelsesstandard for trekonstruksjoner.
Kommunikasjonsdokument mellom prosjektering
og utførelse. **Kun foreslått**

Forslag til Technical Guideline for Europe. "Fire safety in timber buildings"

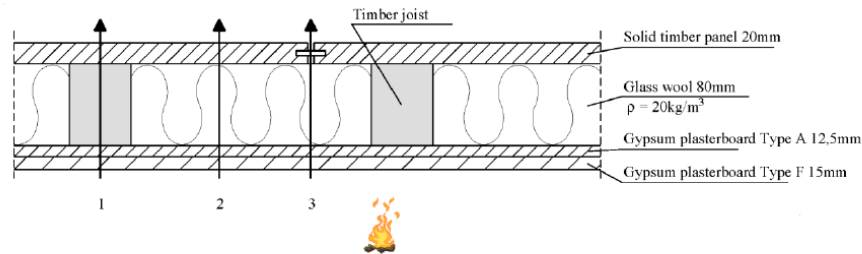


Figure 5.8. Cross-section of the timber frame floor assembly.

Protection time of Type F gypsum plasterboard (Layer 1)

$$t_{\text{prot},0,1} = 30 \cdot \left(\frac{h_1}{15}\right)^{1,2} = 30 \cdot \left(\frac{15}{15}\right)^{1,2} = 30 \text{ min}$$

$$k_{\text{pos,exp},1} = 1,0 \quad (\text{no layer preceding the gypsum plasterboard})$$

$$k_{\text{pos,ins},1} = 1,0 \quad (\text{Type A gypsum plasterboard backing the Type F gypsum plasterboard})$$

$$k_{j,1} = 1,0 \quad (\text{Type A gypsum plasterboard backing the Type F gypsum plasterboard})$$

$$t_{\text{prot},1} = (t_{\text{prot},0,1} \cdot k_{\text{pos,exp},1} \cdot k_{\text{pos,ins},1} + \Delta t_1) \cdot k_{j,1} = (30 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 0) \cdot 1,0 = 30 \text{ min}$$

Protection time of gypsum plasterboard Type A (Layer 2)

$$t_{\text{prot},0,2} = 30 \cdot \left(\frac{h_2}{15}\right)^{1,2} = 30 \cdot \left(\frac{12,5}{15}\right)^{1,2} = 24,1 \text{ min}$$

$$\sum_{i=1}^{i=1} t_{\text{prot},i} > \frac{t_{\text{prot},0,2}}{2} \rightarrow k_{\text{pos,exp},2} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{t_{\text{prot},0,2}}{\sum_{i=1}^{i=1} t_{\text{prot},i}}} \Rightarrow 30 > \frac{24,1}{2} \rightarrow k_{\text{pos,exp},2} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{24,1}{30}} = 0,45$$

$$k_{\text{pos,ins},2} = 0,5 \cdot h_2^{0,15} = 0,5 \cdot 12,5^{0,15} = 0,73 \quad (\text{insulation backing the Type A gypsum plasterboard})$$

$$t_{\text{prot},0,2} \geq 8 \text{ min} \rightarrow \Delta t_2 = 0,1 \cdot t_{\text{prot},1} - 0,035 \cdot t_{\text{prot},0,2} + 1,2 = 0,1 \cdot 30 - 0,035 \cdot 24,1 + 1,2 = 3,3 \text{ min}$$

$$k_{j,2} = 1,0 \quad (\text{insulation backing the Type A gypsum plasterboard})$$

$$t_{\text{prot},2} = (t_{\text{prot},0,2} \cdot k_{\text{pos,exp},2} \cdot k_{\text{pos,ins},2} + \Delta t_2) \cdot k_{j,2} = (41,2 \cdot 0,45 \cdot 0,73 + 3,3) \cdot 1,0 = 11,2 \text{ min}$$

Protection time of glass wool insulation (Layer 3)

$$t_{\text{prot},0,3} = (0,0007 \cdot \rho_3 + 0,046) \cdot h_3 + 13 = (0,0007 \cdot 20 + 0,046) \cdot 80 + 13 = 17,8 \text{ min}$$

$$\sum_{i=1}^{i=2} t_{\text{prot},i} > \frac{t_{\text{prot},0,3}}{4} \rightarrow k_{\text{pos,exp},3} = (0,001 \cdot \rho_3 + 0,27) \cdot \left[\frac{t_{\text{prot},0,3}}{\sum_{i=1}^{i=2} t_{\text{prot},i}} \right]^{(0,75 - 0,002 \cdot \rho_3)}$$

$$\Rightarrow 30 + 11,2 = 41,2 > \frac{17,8}{4} \rightarrow k_{\text{pos,exp},3} = (0,001 \cdot 20 + 0,27) \cdot \left[\frac{17,8}{41,2} \right]^{(0,75 - 0,002 \cdot 20)} = 0,16$$

$$k_{\text{pos,ins},3} = 1,0 \quad (\text{solid timber panel backing the insulation})$$

$$k_{j,3} = 1,0 \quad (\text{solid timber panel backing the insulation})$$

$$t_{\text{prot},3} = (t_{\text{prot},0,3} \cdot k_{\text{pos,exp},3} \cdot k_{\text{pos,ins},3} + \Delta t_3) \cdot k_{j,3} = (7,8 \cdot 0,16 \cdot 1,0 + 0) \cdot 1,0 = 2,8 \text{ min}$$

Insulation time of solid timber panel (Layer 4, last layer)

$$t_{\text{ins},0,4} = 19 \cdot \left(\frac{h_4}{20}\right)^{1,4} = 19 \cdot \left(\frac{20}{20}\right)^{1,4} = 19 \text{ min}$$

$$\sum_{i=1}^{i=3} t_{\text{prot},i} > \frac{t_{\text{ins},0,4}}{2} \rightarrow k_{\text{pos,exp},4} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{t_{\text{ins},0,4}}{\sum_{i=1}^{i=3} t_{\text{prot},i}}} \Rightarrow 30 + 11,2 + 2,8 = 44 > \frac{19}{2} \rightarrow k_{\text{pos,exp},4} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{19}{44}} = 0,33$$

$$k_{j,4} = 0,4 \quad (\text{solid timber panel with single tongued and grooved joints})$$

$$t_{\text{ins},4} = (t_{\text{ins},0,4} \cdot k_{\text{pos,exp},4} + \Delta t_4) \cdot k_{j,4} = (9,0 \cdot 0,33 + 0) \cdot 0,4 = 2,5 \text{ min}$$

Insulation time t_{ins} (fire resistance) of the timber floor

$$t_{\text{ins}} = \sum_{i=1}^{i=3} t_{\text{prot},i} + t_{\text{ins},4} = t_{\text{prot},1} + t_{\text{prot},2} + t_{\text{prot},3} + t_{\text{ins},4} = 30 + 11,2 + 2,8 + 2,5 = 46,5 \text{ min} \geq t_{\text{req}} = 30 \text{ min}$$