

## A. Calcolo del CLT

La particolarità di calcolo nel caso del CLT è che gli strati orizzontali rappresentano strati sensibili al taglio. Ciò impone, di norma, di considerare la flessione dovuta a forza trasversale e il cosiddetto *rolling shear*. Vari sono i metodi di calcolo sviluppati a tal fine. Qui di seguito ne presentiamo alcuni indicando poi la letteratura di approfondimento. I pannelli in CLT/legno lamellare a strati incrociati non possono essere considerati e trattati alla stregua del legno massiccio né del legno lamellare comune.

Sul sito [www.clt.info](http://www.clt.info) la Stora Enso Timber mette a disposizione gratuitamente un programma di calcolo delle grandezze statiche per la verifica degli elementi costruttivi standard in CLT.

### A.1. Calcolo secondo la teoria dei compositi

#### A.1.1. Con l'ausilio di "fattori strutturali del pannello"

Questo tipo di calcolo non considera la flessione dovuta a forza trasversale e si applica quindi soltanto ad elementi aventi rapporti di distanza tra gli appoggi/spessore più elevati (ca. > 30). Per i pannelli con struttura simmetrica i riferimenti [1] e [2] forniscono formule per il calcolo di  $EJ_{ef}$  in piastre e lastre.

#### A.1.2. Con l'ausilio dell'adeguamento del "coefficiente di correzione del taglio"

Questo metodo permette di calcolare la flessione di solai sulla base del coefficiente di correzione del taglio per la sezione specifica. Grazie a programmi di calcolo strutturale, che considerano la flessione in funzione della forza trasversale, si può calcolare il CLT con sufficiente precisione. Il procedimento è illustrato in [3].

### A.2. Calcolo secondo il procedimento $\gamma$

Questo procedimento, sviluppato per il calcolo della trave elastica (vedi [4] e [5]), è impiegabile anche per il CLT. Dal punto di vista pratico il metodo è sufficientemente preciso e la sua applicazione al lamellare a strati incrociati è descritta in [2].

Esso è, inoltre, ancorato anche in diverse norme sull'edilizia in legno, p.es. DIN 1052-1:1988, DIN 1052:2008, ÖNORM B 4100-2:2003 ed EC 5, EN 1995-1-1.

### A.3. Calcolo secondo il metodo dell'analogia di taglio

Il metodo dell'analogia di taglio è descritto nella norma DIN 1052-1:2008 allegato D ed è considerato il procedimento più esatto per il calcolo del lamellare a strati incrociati con qualunque tipo di struttura. In [2] troviamo una breve spiegazione; in [6], [7], [8] e [9] indicazioni più dettagliate. Rispetto ai precedenti questo procedimento è relativamente impegnativo.

### A.4. Calcolo del CLT su due assi

#### A.4.1. Con l'ausilio di griglie

Con l'ausilio di programmi di calcolo strutturale è possibile modellare strutture a 2D. Alcuni cenni sono riportati in [10] e [11]; maggiori dettagli in [9].

#### A.4.2. Con l'ausilio di programmi FEM

Con l'ausilio di programmi FEM è possibile modellare strutture a 2D. Alcuni cenni si trovano in [9] e [12].

## B. Calcolo degli elementi di collegamento per il CLT

Il calcolo degli elementi di collegamento è descritto nel benessere Z-9.1-559 per il CLT. Maggiori dettagli su collegamenti realizzati tramite perni si ritrovano in [13] e [14].

**Letteratura citata:**

- [1] Blaß H. J., Fellmoser P.: Bemessung von Mehrschichtplatten. In: *Bauen mit Holz 105 (2003) numero 8, pagine 36–39, numero 9, pagine 37–39 oppure download: [www.holz.uni-karlsruhe.de](http://www.holz.uni-karlsruhe.de) rubrica "Veröffentlichungen" (ultimo aggiornamento: 10/2008)*
- [2] Blaß H. J., Görlacher R.: Brettsper Holz – Berechnungsgrundlagen. In: *Holzbaukalender 2003, pagine 580–59. Bruderverlag Karlsruhe 2003.*
- [3] Jöbstl R.: Praxisgerechte Bemessung von Brettsper Holz. In: *Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2007. Bruderverlag Karlsruhe 2007.*
- [4] Schelling W.: Zur Berechnung nachgiebig zusammengesetzter Biegeträger aus beliebig vielen Einzelquerschnitten. In: *Ehlbeck, J. (Hrsg.); Steck, G. (Hrsg.): Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis. Bruderverlag Karlsruhe 1982.*
- [5] Heimeshoff B.: Zur Berechnung von Biegeträgern aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen im Ingenieurholzbau. In: *Holz als Roh- und Werkstoff 45 (1987) pagine 237–241; 1987.*
- [6] Kreuzinger H.: Platten, Scheiben und Schalen. In: *Bauen mit Holz 1/99, pagine 34-39; 1999.*
- [7] Blaß H.J., Ehlbeck J., Kreuzinger H., Steck G.: spiegazioni relative alla DIN 1052:2004-08. *Pagine 52-56 e 81-84; Bruderverlag Karlsruhe 2004.*
- [8] Scholz A.: Schubanalogie in der Praxis. Möglichkeiten und Grenzen. In: *Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2004. Bruderverlag Karlsruhe 2004.*
- [9] Winter S., Kreuzinger H., Mestek P.: TP 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsper Holz und Verbundkonstruktionen. *TU München 2008.*
- [10] Autori vari: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich: Holzskelett- und Holzmassivbauweise. *pagine 127-128; ProHolz Austria, Vienna 2002.*
- [11] Schrentewein T.: Konzentration auf den Punkt. In: *Bauen mit Holz 1/2008, pagine 43- 47; 2008.*
- [12] Bogensperger T., Pürgstaller A.: Modellierung von Strukturen aus Brettsper Holz unter Berücksichtigung der Verbindungstechnik. In: *Tagungsband der 7. Grazer Holzbau-Fachtagung; 2008.*
- [13] Uibel T.: Brettsper Holz – Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln. In: *Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2007. Bruderverlag Karlsruhe 2007.*
- [14] Blaß H. J., Uibel T.: Tragfähigkeit von stiftförmigen Verbindungsmitteln in Brettsper Holz. *Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau – numero 8 (2007).*