

## Tryck vinkelrätt fiberriktingen – en interimistisk lösning

### Innehåll

1. Bakgrund
2. Dimensionering med hänsyn till tryck vinkelrätt fibrerna – principer
3. Det karakteristiska värdet
4. Möjliga interimistiska lösningar
5. Den norska lösningen
6. Jämförelse
7. Slutsats
8. Referenser

### 1. Bakgrund

Införandet av Eurokod 5 (SS EN 1995-1-1:2010) [1] har inneburit att lastkapaciteten vid beräkning med hänsyn till tryck vinkelrätt mot fibrerna har blivit lägre. Detta kan illustreras för hållfasthetsklassen C24, som ju är den mest frekvent förekommande samt för virkestjockleken 45 mm, som är den helt dominerande i Sverige. Enligt BKR (Boverkets konstruktionsregler) [2] som användes före det fullständiga införandet av Eurokod 5 var den karakteristiska tryckhållfastheten 7 MPa. BKR medgav en uppräkningsfaktor av detta värde enligt den då gällande versionen av Eurokod 5 [3]. Uppräkningsfaktorn var 1,62, vilket innebär att den karakteristiska tryckhållfasthet man kunde räkna med blev  $7 \times 1,62 = 11,3$  MPa. Motsvarande värde enligt den nu implementerade versionen av Eurokod 5 blir  $2,5 \times 2,91 = 7,3$  MPa, där 2,5 är den karakteristiska tryckhållfastheten vinkelrätt fibrerna för C24 enligt EN338 [4] och 2,91 är en uppräkningsfaktor som beaktar risken för sprickbildning, tar hänsyn till deformationer mm.

Detta innebär en sänkning av lastkapaciteten till 65 % av värdet enligt BKR. Detta får betraktas som en mycket betydande sänkning och som inte kan motiveras av skadefall eller andra problem, t ex besvärande deformationer.

I föreliggande utlåtande föreslås en interimistisk lösning i avvaktan på en revidering av Eurokod 5.

## 2. Dimensionering med hänsyn till tryck vinkelrätt fibrerna – principer

I brottgränstillståndet är överskridande av det karakteristiska värdet normalt inget säkerhetsproblem. Däremot kan det uppstå problem med för stora deformationer i bruksgränstillståndet.

Det faktum att det snarare rör sig om en problematik i bruksgränsstadiet än i brottgränsstadiet menar jag bör vara utgångspunkt i samband med en revidering av Eurokoden.

## 3. Det karakteristiska värdet

Eurokod 5 hänvisar till EN338 som innehåller karakteristiska värden baserade på provning enligt EN 408 [5] och EN 1193[6] . I [7] argumenteras att den valda provningsmetoden ger missvisande resultat genom att inte hållfasthetshöjande randeffekter beaktas i tillräcklig utsträckning. Man rekommenderar i stället provning enligt ASTM-D143 [8]. Effekten för hållfasthetsklassen C24 blir att det karakteristiska värdet höjs från EN338s 2,5 MPa till 5,3 MPa.

## 4. Möjliga interimistisk lösningar

Det finns ett par realistiska vägar till en interimistisk lösning. En är att vidhålla den förra varianten, den i BKR. En annan är att anamma den norska lösningen, som bl a går ut på att använda en högre karakteristik hållfasthet. Det finns säkert andra vägar att gå, men de kräver med största sannolikhet stora och kostsamma forskningsinsatser.

Den norska varianten framstår för mig som den bästa genom att den hänvisar till existerande dokument och dessutom har implementerats i Norsk Standard som NS-EN 1995-1-1:2004/NA:2010/A1:2013 [9].

## 5. Den norska lösningen

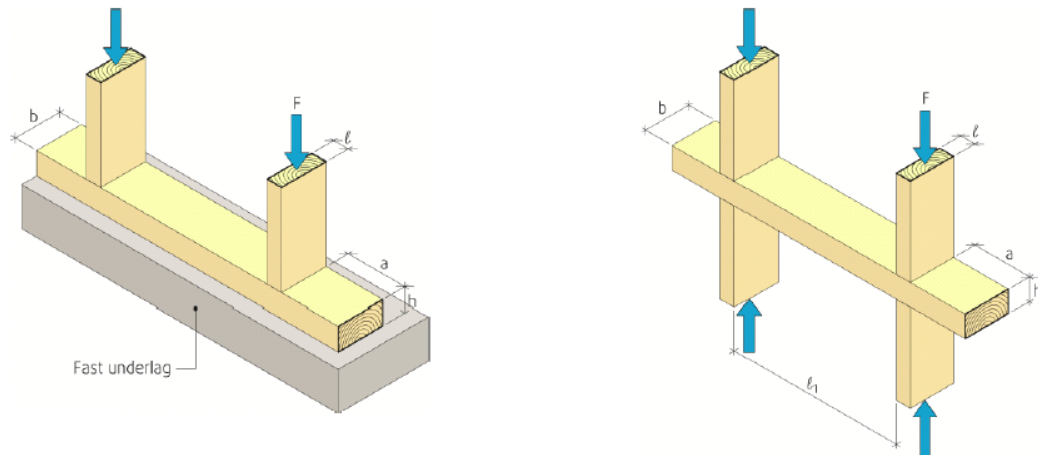
(Översättning av delar av NTI rapport 86 [10] och anpassning till svenska förhållanden.)

### 5.1 Inledning

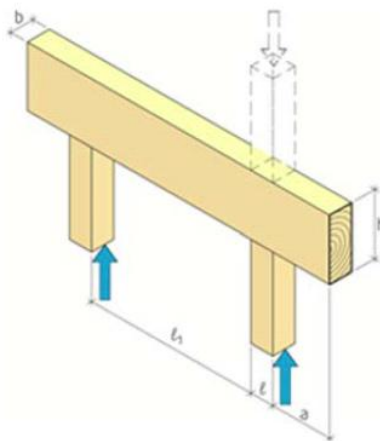
Dimensionering av träkonstruktioner enligt SS-EN1995-1-1 (Eurokod 5) med nationellt tillägg NA, tillåter lägre spänningar vinkelrätt mot fiberriktningen än beräkning enligt BKR. Det finns ingen negativ erfarenhet med konstruktioner dimensionerade enligt BKR inom detta område. En skärpning får därför ses som onödig och besvärande.

En arbetsgrupp bestående av representanter för Skogsindustrierna, TMF, Chalmers, LuTH, Linnéuniversitetet, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut m fl har värderat problemställningen. Det rekommenderas att metoden som anges i det följande kan användas som ett alternativ till dimensionering enligt 6.1.5 Tryck vinkelrätt fiberriktningen i SS-EN 1995-1-1, förutsatt att det i det betraktade snittet inte samtidigt förekommer andra spänningar av betydelse.

Rekommendationen gäller för syllar och balkar, som visas i Figur 1a, 1b, och 2. Kontroll sker bara för tryckspänningar i brottgränstillståndet. Deformationskontroll i bruksgränstillståndet anses inte vara nödvändigt.



Figur 1a och 1b. Syllar.



Figur 2. Balkar

## 5.2 Tryckspänning

Beräknad tryckspänning  $\sigma_{c,90,d}$  på belastad yta i brottgränstillståndet ska begränsas till:

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

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

där

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

där

$\sigma_{c,90,d}$	är dimensionerande tryckspänning
$F_{c,90,d}$	är dimensionerande kraft fiberriktningen
$A_{net,t}$	är kontaktytan under tryck vinkelrätt fiberriktningen, $=b \cdot l$
$f_{c,90,d}$	är dimensionerande tryckhållfasthet vinkelrätt fiberriktningen
$f_{c,90,k}^*$	är karakteristisk tryckhållfasthet enligt Tabell 1 eller 2.
$k_{mod}$	är en faktor enligt SS-EN 1995-1-1+NA:2010 Tabell 3.1.
$\gamma_m$	är en faktor enligt SS-EN 1995-1-1+NA:2010 Tabell NA.2.3
$h$	är höjden på syll/balk
$b$	är bredden på syll/balk
$l$	är kontaktytans längd
$l_1$	är avståndet mellan upplag
$a$	är avståndet till ände
$k_{c,90}^*$	är en faktor enligt Tabell 3, som tar hänsyn till att kapaciteten ökar för korta belastningslängder (avhängig lastkonfigurationen)

### 5.3 Konstruktionsvirke

**Tabell 1.** Karakteristisk tryckhållfasthet  $f_{c,90,k}^*$  tvärs fiberriktningen.

	Hållfasthetsklasser				Kommentarer
	C14	C18	C24	C30	
$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,5	2,7	Värden enligt EN 338
$f_{c,90,k}^*$	4,3	4,8	5,3	5,7	Rekommenderade värden baserat på ASTM-D143

### 5.4 Limträ

**Tabell 2.** Karakteristisk tryckhållfasthet  $f_{c,90,k}^*$  tvärs fiberriktningen.

	Hållfasthetsklasser							Kommentarer
	GL28c	CEL40c	GL30c	GL32c	GL28h	GL30h	GL32h	
$f_{c,90,k}$	2,5	2,7 <sup>1)</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Värden enligt SS-EN 338
$f_{c,90,k}^*$	5,3	5,7 <sup>1)</sup>	5,5	5,7	5,3	5,5	5,7	Rekommenderade värden baserat på ASTM-D143

<sup>1)</sup> CE L40c är en egendefinerad hållfasthetsklass

Värdena för  $f_{90,k}^*$  i Tabell 1 och 2 är baserade på provning enligt ASTM-D143. Det innebär provning av längre provstycken som bara belastas på en del av sin längd. Hållfasthetsvärdena i SS-EN 338 och SS-EN 14080 [11] är däremot baserade på provning av små provkroppar där belastning sker på hela provkroppens längd.

**Tabell 3.** Faktorn enligt ENV 1995-1-1 [3]

Konfiguration (Figur 1 och 2)	$k_{c,90}^*$ för $l_1 < 150 \text{ mm}$	$k_{c,90}^*$ för $l_1 > 150 \text{ mm}$	
		$a \geq 100 \text{ mm}$	$a < 100 \text{ mm}$
$l \geq 150 \text{ mm}$	1,0	1,0	1,0
$150 \text{ mm} > l \geq 15 \text{ mm}$	1,0	$1 + \frac{150 - l}{170}$	$1 + \frac{a(150 - l)}{17000}$
$15 \text{ mm} > l$	1,0	1,8	$1 + \frac{a}{125}$

För en lastsituation som den som visas i Figur 1b och 2, där  $a > h$ , skall värdena i Tabell 3 halveras.

## 6. Jämförelse

I Tabell 4 redovisa en jämförelse mellan BKR, Eurokods och förslagets värde på tryckhållfastheten för C24.

**Tabell 4** Värden för tryckhållfastheten vinkelrätt fiber. Resultterande värde, karakteristisk värde multiplicerat med omräkningsfaktor. Exempel för C24 med  $a > 100 \text{ mm}$  och  $a > h$ .

	$f_{c,90,k}$ (MPa)	Omräkningsfaktor	Resultterade hållfasthetsvärde (MPa)
BKR	7	1,62	11,3
Eurokod	2,5	2,92	7,3
Förslag	5,3	1,62	8,6

Den föreslagna lösningen ger, med de givna förutsättningarna, alltså betydligt lägre resulterande tryckhållfasthet and BKR, men ett 18 % högre värde än Eurokod 5.

## 7. Slutsats

Att välja det på norska erfarenheter baserade förslaget förfaller vara en smidig väg till en interimistisk lösning. Det får betraktas vara på säkra sida. Den högre nivån enligt BKR som tillämpats under många har så vitt bekant inte lett till några problem varken i brottgräns- eller i bruksgränsstadiet. En sänkning av tryckhållfastheten till den nivå som föreslås måste därför om möjligt ge ännu säkrare konstruktioner.

## 8. Referenser

- [1] EN1995-1-1. Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. 2004.
- [2] BKR 3, BFS 1998:39. Boverket, Karlskrona.

- [3] ENV 1995-1-1. Eurocode 5: Design of timber structures. Part1-1: General rules and rules for building. 1996.
- [4] EN 338 Structural timber. Strength classes.
- [5] EN 408:2010+A1:2011. Timber structures and glued laminated timber. Determination of some physical and mechanical properties.
- [6] EN 1193:1998. Timber structures and glued laminated timber. Determination of shear strength and mechanical properties perpendicular to the grain.
- [7] Eide, S., Nore, K., Aasheim, A. Research note: Compression perpendicular to the grain - the Norwegian approach. CIB W18 /44. Alghero, Italy. Aug 2011.
- [8] ASTM-D143 Standard test methods for small clear specimens of timber.
- [9] NS-EN 1995-1-1:2004/NA:2010/A1:2013.
- [10] Prosjektering av trekonstruksjoner. Trykk vinkelrett på fiberretning, en anbefaling. Treteknisk Rapport 86. 2013. Norsk treteknisk Institutt.
- [11] EN 14080 Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber – Requirements.

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut****SP Trä**

Utfört av

Carl-Johan Johansson