



## DALA MASSIVTRÄ

Projekt: 19903 TCC Utvecklingsprojekt

### Böjprovning av trä-betongsamverkansbjälklag (TCC)

Syftet med delmomentet är att prova tillverkningsegenskaper och mekaniska egenskaper hos ett prefabricerat träbetongbjälklag.

### Provtillverkning och provning

Projektet lät tillverka två provkroppar med sammansättning enligt resultatet. En av dessa böjprovades sedan av egen personal.



Figur 1. Formning och armering.

Postadress:  
Dala Massivträ AB  
Bengtsgårdsvägen 32  
SE – 790 22 Sågmyra

Telefon: 023 59 000  
E-post: info@dalamassivtra.se  
Företaget är registrerat för F-skatt

Säte i Falun, Dalarnas län  
Org.nr. 559004-5596



Figur 2. Gjutning från betongbil i provisorisk station.



## Böjprovning

Provbjälklaget riggades i en hydraulpress som var bestyckad med lastceller (vågsensorer) och mätklockor kunde både belastning och nedböjning mätas. Genom att försiktigt öka hydraultrycket ökade nedböjningen av bjälklaget stegvis.

Provningen genomfördes omsorgsfullt under flera timmar ända tills bjälklaget gick av. Det hade då belastats med ca 13 ton. Omräknat per yta är det som om vi hade klämt in mer än två personbilar per kvadratmeter! Svårparkerat...



Bjälklaget gick av när samverkan mellan materialen upphörde, dvs då träet gick sönder brast även betongen.



Vi är mycket nöjda med böjprovningens resultat. Utifrån provningen kunde olika materialparametrar beräknas vilket hjälper oss att optimera produkten ytterligare i framtiden.



## Material

Följande material användes:

- CLT 140 L5s
- Betong C30/37
- Skruv 10x220
- Armering.

Provningsutrustning:

- Hydraulpress med hög kapacitet.
- Vågenhet.
- 4 st lastceller.
- 2 st indikatorklockor 0-50 mm. 0,1 mm avläsning. Noggrannheten kontrollerades med skjutmått och befanns vara inom 0,3 mm.
- Måttband klass 1, Hultafors.
- GoPro att dokumentera nedböjning.
- Nikon för fotodokumentation.

## Metod

### Provkroppstillverkning

Två bjälklagsprovkroppar tillverkades, vardera med måtten bredd ca 550 mm x 6 900 mm. Falsad skarv tillverkas, 50 mm bred och 70 mm djup (t/2). Gjutning skedde på plant underlag.

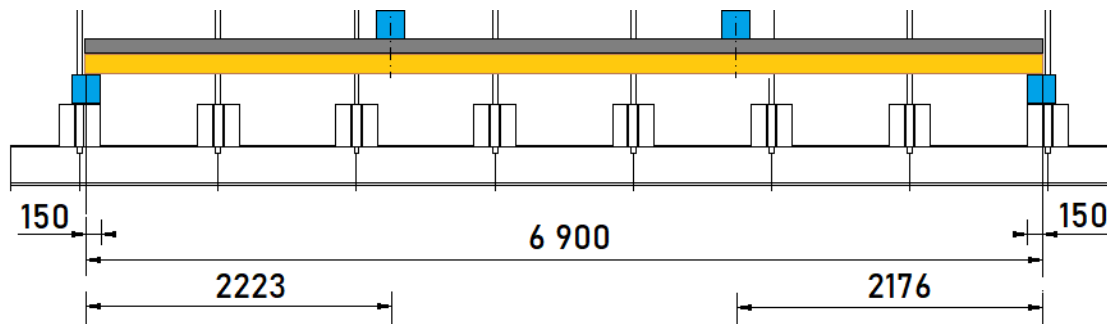
Formning skedde mot regler som fästs mot skivornas kanter.

100 mm gjöts på kort tid. Bjälklagen vattnades enligt anvisning men temperaturen var ca 15 °C under hela lagringen (inte 20 °C som i anvisningar). De första 14 dagarna flyttades inte provkropparna från platsen för gjutningen. Bjälklagen förvarades i samma temperatur fram till provningen.

### Provning

Vid provningen användes tillverkningsutrustning för trä-träsamverkansbjälklag med hög tryckkapacitet. Pressen ställdes i ordning så att total kapacitet om 24 tons total tryckkraft kunde nyttjas.

5(7)



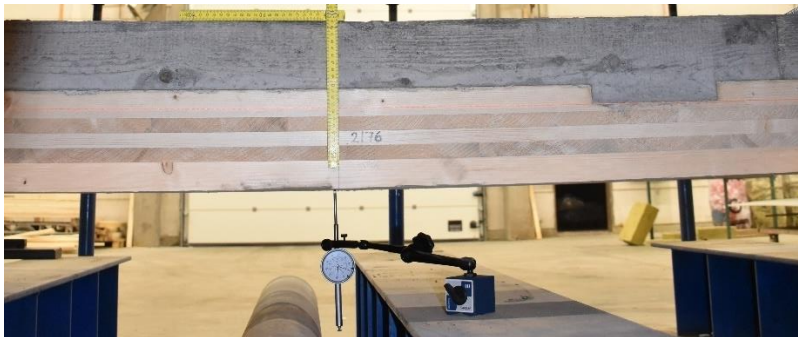
**Figur 3. Uppställning provning av bjälklagselement.**

Provkroppen lades upp på limtråkloss. Upplagslängden var 148 resp 149 mm. Under cylindrar vid  $\sim L/3$  på respektive sida ställdes VKR 220x120x8(x1000) mm att agera distans (egenvikt 40,2 kg/st). Mellan pressfötter och distanser monterades lastcellerna, en per cylinder.

När lastceller nått maximalt slag (vid ca 80 mm nedböjning) monterades plattjärn 30x100x1000 mm mellan lastcell och pressfot (egenvikt 24 kg/st).

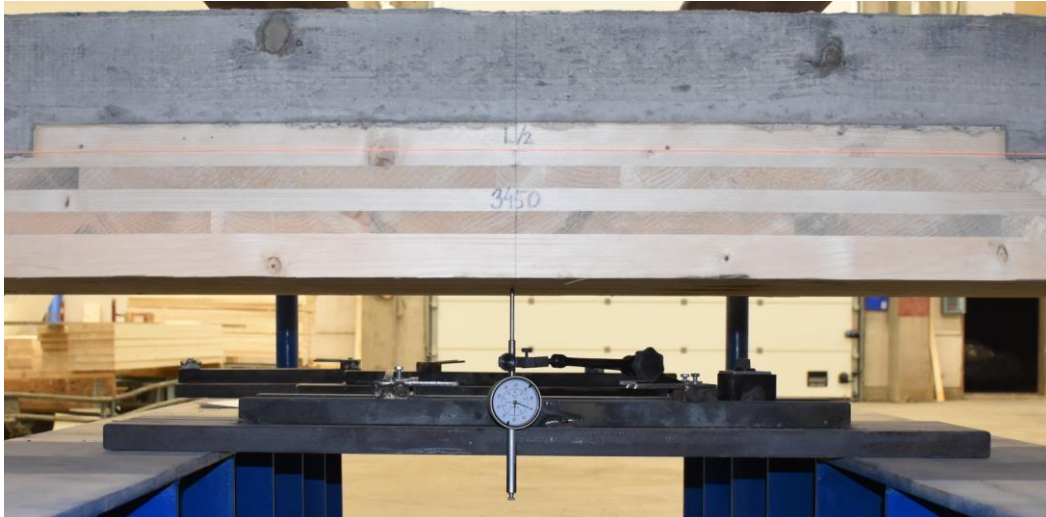
Flera omtag gjordes pga justering av hydraultryck, omflyttning av mätklockor samt ökning av distanser under pressfötter. Vid varje sådant släpptes presstrycket och lades sedan på igen vilket innebär en lastcykling av provkroppen.

En mätklocka monterades centrerat mitt under spannet och en vid den högra tryckbalken (Figur 3, Figur 4 och Figur 5).



**Figur 4. Mätklocka linjeras mot tryckcylinder.**

Nedböjning av egenvikt kontrollerades med hjälp av snöre som fästs i limfogen under översta lamellen och millimeterskala (Figur 5).



Figur 5. Mätlocka monterad under mitten av spannet.

### Beräkningar

Beräkning av E-modul gjordes enligt EN408:2010 med ignorerande av faktor för skjuvdeformation, dvs enligt,

$$E_{m,g} = \frac{3al^2 - 4a^3}{2bh^3 \left( 2 \frac{w^2 - w^1}{F_2 - F_1} \right)}$$

och böjstyrkan enligt samma standard som,

$$f_m = \frac{3aF_{max}}{bh^2}$$

där,

a = avstånd från upplagskant till belastningspunkt (medelvärde användes)

b = bredd på betongdelen av bjälklaget

h = bjälklagets höjd

w = deformation vid 4% av maxlast samt vid 23% av maxlast

F = 4% av maxlast samt 23% av maxlast

F<sub>max</sub> = belastning vid brott

### Resultat och diskussion

Betongen hade härdnat i 76 dagar och kan anses uthärdad.

Nedböjning första provomgången användes för att beräkna E-modul, med resultat 16 500 N/mm<sup>2</sup>.

Nedböjning vid andra provomgången användes i första hand för att utvärdera bjälklagets kapacitet/böjstyrka. Brottlasten 127,7 kN motsvarar en böjstyrka om 27,8 N/mm<sup>2</sup>.

Bjälklaget uppfyller redan krav med god marginal. Framtida analys av provningen kommer att visa på optimeringsmöjligheter.

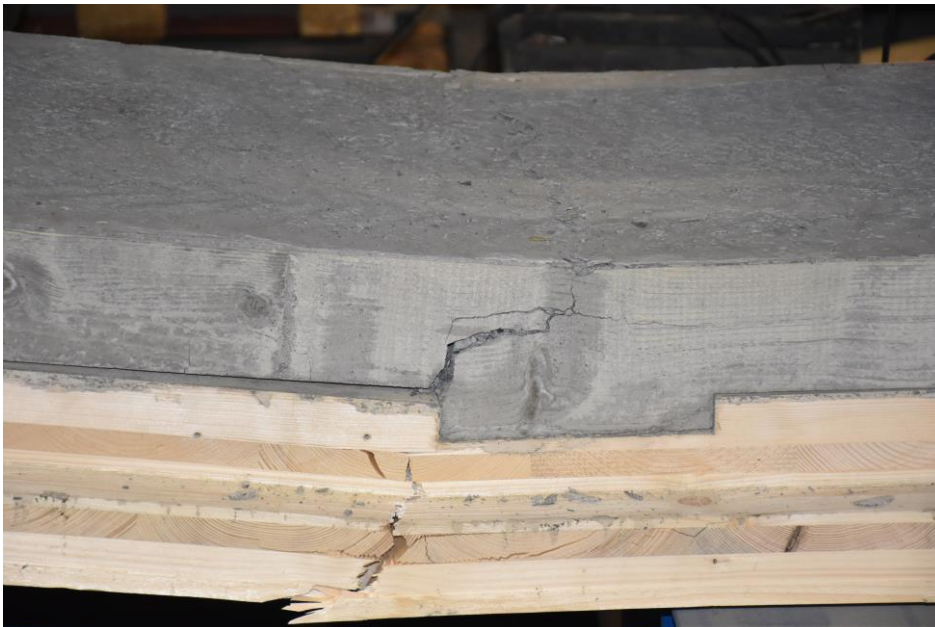
7(7)



**Figur 6.** Bjälklaget vid 126 kN last, dvs endast 200 kg till krävdes för att bryta bjälklaget. Notera de tydliga 45°-sprickorna på upplagssidorna av urtagen. Den högra ledde sedan till brott. Notera även hur betongskivan försöker lyfta sig ur trä.



**Figur 7.** Förstoring av Figur 6.



**Figur 8.** Betong och träböjbrott.