

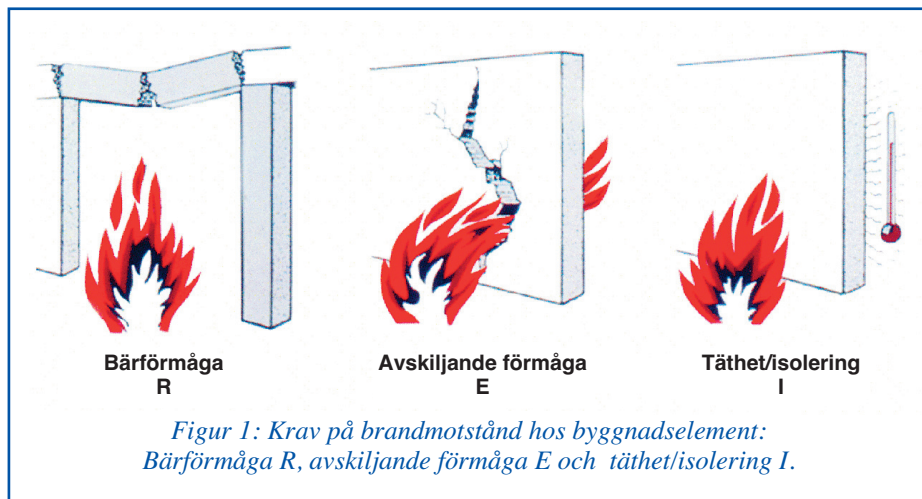
Nya modeller för att beräkna brandmotstånd hos träkonstruktioner

Nya modeller för att beräkna brandmotståndet hos bärande och eller avskiljande träkonstruktioner har utvecklats. Modellerna kommer att ingå i kommande revision av Eurokod 5 och i en ny europeisk handbok om brandsäkert träbyggnande.

Vid årsskiftet 2010/2011 slutar övergångstiden, då det var möjligt att dimensionera konstruktioner med eurokoder eller alternativt med Boverkets konstruktionsregler (BKR). För dimensionering av träkonstruktioner är det serien Eurokod 5 som ska användas i framtiden. Som för alla andra byggmaterial omfattar Eurokod 5 olika delar och måste användas tillsammans med andra delar, till exempel Eurokod 0 och 1 för allmänna dimensioneringsregler och laster. Enligt det europeiska systemet behandlar Eurokod 5 del 1-2 (EN 1995-1-2) brandteknisk dimensionering av träkonstruktioner. De som använder branddelen av Eurokod 5 upptäcker möjligtvis några frågetecken och saknar kanske beräkningsmetoder. Detta beror delvis på att man saknar kunskap i vissa områden. Ibland är även beskrivningarna för komplexa, vilket medför att dimensioneringen blir alltför krånglig.

De nya beräkningsmetoderna har tagits fram i ett stort europeiskt projekt "FireIn-Timber", där forskare från nio länder samarbetat. Resultaten presenteras i ett flertal rapporter samt en europeisk handbok *Fire safety in timber buildings*.

Nedan presenteras några av de viktigaste resultaten som kommer att påverka branddimensionering av träkonstruktioner i framtiden. Metoderna som presenteras är förenklade modeller som kan användas av vanliga konstruktörer och som



kommer att bidra till framtida versioner av Eurokod 5.

Ny metod för att beräkna EI, brandmotstånd – avskiljande förmåga

Annex E i EN 1995-1-2 behandlar avskiljande väggar och bjälklag och mycket låter välbekant eftersom additionsmetoden redan finns i *Brandsäkra trähus version 2*, ett standardverk för branddimensionering av träbyggnader i Sverige och övriga Norden (just nu pågår arbete att skapa en ny version, *Brandsäkra trähus version 3*). Metoden har vidareutvecklats av ETH Zürich i Schweiz och den baseras nu på ytterligare brandprov och hundratals simuleringar. De som har använt Annex E vet att möjligheterna för att kombinera olika material i en konstruktion är tydligt begränsad. Med den nya metoden finns det däremot nästan inga begränsningar gällande material och antal skikt i träkonstruktioner.

Principen för additionsmetoden är nu ännu tydligare: för varje skikt finns ett grundvärde för temperaturökningen på baksidan. Det finns två olika temperaturgränser i en konstruktion med flera skikt, en för temperaturökningen av ett skikt som gränsar mot en annan brandcell (isolerings-skikt) och en för alla andra skikt som skyddar isoleringsskiktet. Därför finns det två olika grundvärden: skyddsgrundvärde och isoleringsgrundvärde. Det finns även positionskoefficienter beroende på skiktets position i konstruktionen. Summan av alla tider ger resultatet i minuter, där kon-

struktionens avskiljande förmåga är uppfyllt.

$$t_{ins} = \sum_{i=1}^{i=n-1} t_{prot,i} + t_{ins,n}$$

$$\text{där } \sum_{i=1}^{i=n-1} t_{prot,i}$$

är summan av alla skyddstider $t_{prot,i}$ av alla skikt (i värmeledningens riktning) och $t_{ins,n}$ är isoleringstiden för sista skiktet på oexponerad sida.

Listan av möjliga material omfattar massivträ, korslaminerade massiva träskivor, plywood, spån- och fiberskivor, gips-skivor (typ A, H och F) och mineralull (både stenull och glasull).

En fördel med den nya additionsmetoden är att nya material kan brandtestas för att ta fram värden som kan användas i metoden.

Nya enkla modeller för att beräkna R, brandmotstånd – bärförmåga

Ett annat viktigt krav är att bärförmågan bibehålls under brand, se *figur 1*. EN 1995-1-2 kom 2004 och det finns redan två rättelsedokument. Men den kreativa träindustrin ligger alltid före standardiseringen och det finns till exempel inga lätta I-balkar eller korslaminerade massiva träskivor *Cross Laminated Timber (CLT)* med i Eurokod 5. Därför har vi, framförallt här i Sverige, i samarbete med industrin utvecklat enkla beräkningsmodeller för CLT och I-balkar vid brand. Metoderna baseras på många simuleringar och för CLT även på brandprov. I framtiden kommer det att fin-

Artikelförfattare är
Joachim Schmid,
SP Träteknik,
Stockholm.



nas en metod med reducerade resttvärsnitt i branddelen av Eurokod 5 för båda dessa nya byggprodukter. Det är en enkel metod som tar hänsyn till att uppvärmt trä finns ända ner till 45 mm under kolskiktet, som bär mindre last än trä vid rumstemperatur. Metoden är tydlig och baseras på att man;

1. beräknar inbränningsdjupet för ett bärande träelement: inbränningen ökar för oskyddade konstruktioner från början möjligtvis även för skyddade konstruktioner under skyddet eller när skyddet har fallit ned.

2. beräknar ett effektivt trätvärsnitt beroende på typ av träelement (stora balkar, små väggreglar, massiva träskivor som bjälklag, I-balkar...). Här använder man ett så kallat *zero-strength*-skikt.

Om man använder metoden med reducerat tvärsnitt för ett träelement reducerar man den ursprungliga tjockleken med inbränningen efter en bestämd tid och ett ytterligare skikt som inte kan ta laster, ett *zero-strength*-skikt med beteckningen d_0 .

Korslaminerade träskivor – CLT. Korslaminerade massiva träskivor är en ganska ny produkt som används framgångsrikt för till exempel fabrikstillverkade hus, även för höga trähus i både Sverige och Europa. Med CLT kan man tillverka hela väggar och bjälklagelement. Eftersom vartannat skikt är tvärs mot bärriktningen och eftersom inbränningen vanligtvis sker endast från en sida (det vill säga endimensionell inbränning till exempel nerifrån), behövs det särskilda värden för *zero-strength*-skikt som motsvarar lastkapacitetsförluster på grund av uppvärmningen i träet under kolskiktet. För CLT beror värdet på

1. Antal skikt;
2. Totala skivans tjocklek;
3. Typ av spänning (tryck eller drag) på den brandexponerade sidan;

4. Temperaturprofil under kolskiktet (skydd av en skiva leder till långsammare inbränning bakom skyddet, men till större djup vid förhöjda temperaturer).

För de som redan använt branddelen i Eurokod 5 är det kanske oväntat att det inte finns ett konstant värde för ett *zero-strength*-skikt för CLT. Det finns i stället olika värden beroende på geometri och möjligtvis befintligt skydd. Man skiljer även mellan bjälklags- och väggelement eftersom styvhet och hållfasthet ändras olika vid brand.

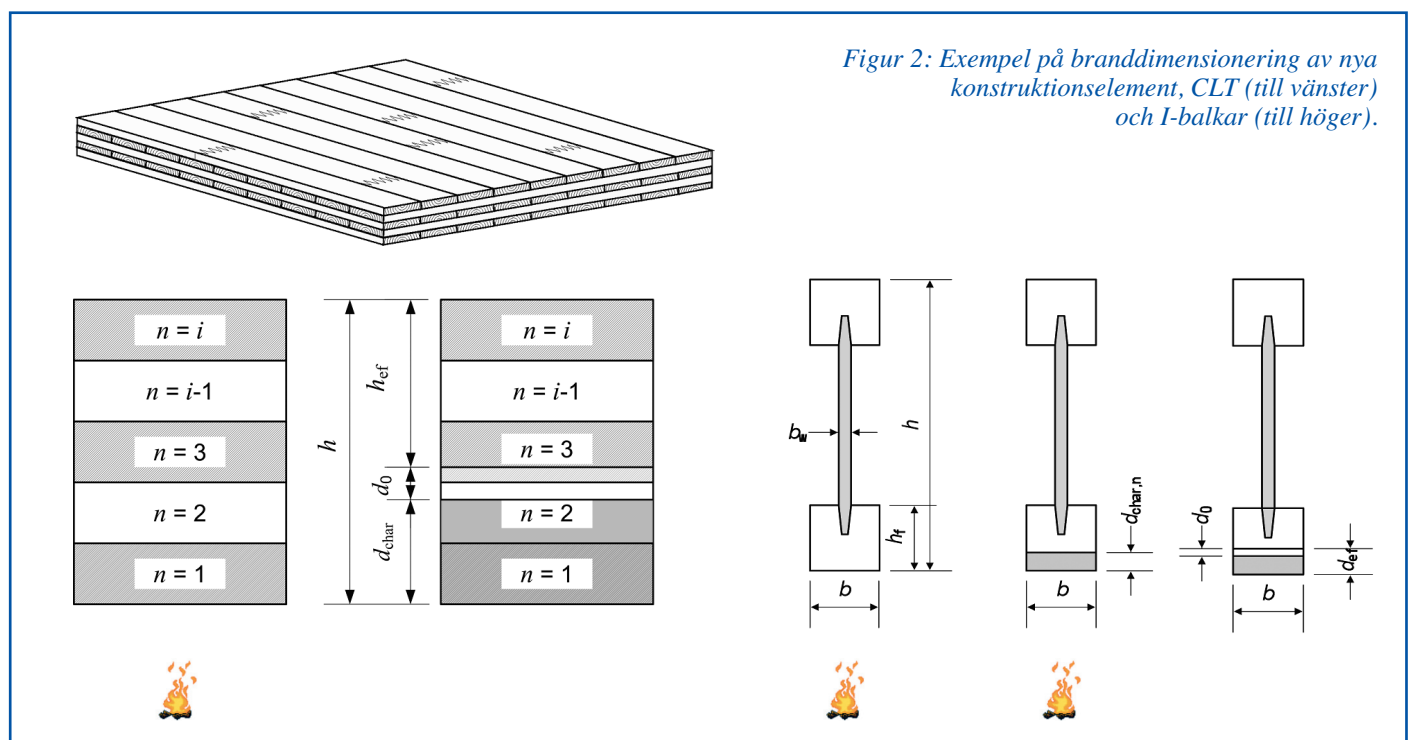


Figur 3: Exempel på en synlig bärande massiv trävägg (CLT). Flerbostadshus i Inre Hamnen i Sundsvall.

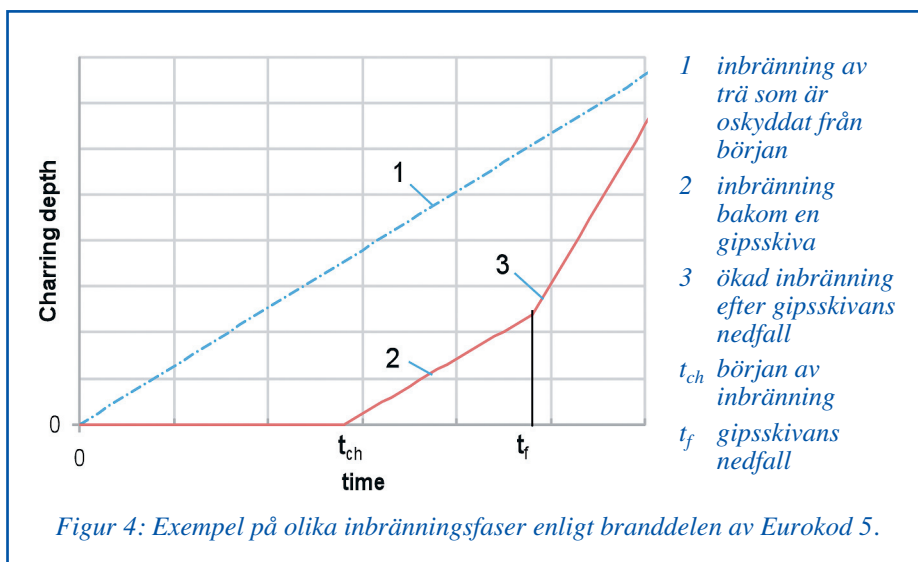
FOTO: SVANTE HARSTRÖM

I-balkar. I-balkar är ett smart sätt att bygga, fördelarna är hanterbarhet och flexibilitet. Vid brand är I-balkar känsliga eftersom även en liten inbränning eller uppvärmning av en fläns kan minska I-balkens bärförmåga kraftigt. I-balkar kan användas i bjälklag eller i väggar och i Sverige har det tidigare utvecklats en beräkningsmetod för fritt upplagda bjälklag. Ursprungligen utvecklades en modell för I-balkar vid brand baserad på en metod med reducerade träegenskaper. Nu har metoden förbättrats genom att reducerade

tvärsnitt kan användas. Liksom för massiva balkar minskas flänstvärsnittet med förkolningsdjupet och ett *zero-strength*-skikt som motsvarar träs försvagning på grund av värme. Eftersom flänsar har begränsad geometri är det speciellt viktigt



Figur 2: Exempel på branddimensionering av nya konstruktionselement, CLT (till vänster) och I-balkar (till höger).



att konstruktionerna är isolerade med till exempel stenull och har lämpligt skydd med gipsskivor. En modell för I-balkar i väggkonstruktioner vid brand finns inte än, men ett forskningsprojekt planeras.

Gipsskivor. Gipsskivor är viktiga för att skydda bärande konstruktionsdelar som I-balkar, CLT, reglar i väggkonstruktioner samt stommar och balkar, inte bara i trä. Gipsskivor finns i olika tjocklekar och kvaliteter men tyvärr finns det inte mycket information om skivornas nedfallstider i Eurokod 5 eller i någon produktstandard. För att kunna beräkna

konstruktioner skyddade med gips är det viktigt att veta när inbränningen börjar och när gipsskivan faller ned.

Den första tidpunkten bestäms framförallt av gipsskivornas tjocklek och kan beräknas relativt enkelt, medan nedfallstiden är en egenskap som skiljer mellan olika typer av gipsskivor. Nedfallstiden är en viktig parameter eftersom den skiljer två inbränningsfaser ifrån varandra: skyddad inbränning där inbränningshastigheten är cirka en tredjedel mindre än för av oskyddat trä och ökad inbränning under den så kallade efterskyddsfasen, se figur 4.

Eftersom det inte finns möjligheter att simulera kollaps vid brand av ett komplext material som gipsskivor (förutom gips kan gipsskivor innehålla glasfibrer, expanderande tillsatser som vermiculit med mera) har vi i Sverige utvecklat en databas med över 300 resultat av brandprov i full skala. Analys av observerade nedfallstider har lett till minsta nedfallstider som kan användas. I framtiden blir det en utmaning för gipsproducenter att intyga längre nedfallstider av särskilda produkter och därmed garantera bättre skydd för träkonstruktioner vid brand. ■

Mer att läsa

Eurokoder, standarder för beräkningsregler för dimensionering av bärverk, CEN, kan beställas via www.sis.se.

EN 1995-1-2:2004, Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: General – Structural fire design. European Standard. European Committee for Standardization, Brussels, 2004.

Fire safety in timber buildings – European technical guideline, SP Report 2010:19.

Schmid J, & König J, *Cross-laminated timber in fire*. SP Report 2010:11.

Just A, Schmid J, & König J, *Gypsum plasterboards used as fire protection – Analysis of a database*. SP Report 2010:28.