

# kontenta

RESULTAT I SAMMANDRAG FRÅN INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

## **EN 1995-1-2** **– Ny Eurokod om** **brandteknisk dimensionering** **av träkonstruktioner**

# EN 1995-1-2 – Ny Eurokod om brandteknisk dimensionering av träkonstruktioner

*En ny Eurokod 5 för dimensionering av träkonstruktioner är nu klar efter många års arbete inom den europeiska standardiseringskommissionen CEN och publiceras före utgången av 2004. Denna eurokod består av tre europeiska standarder EN 1995-1-1 (Allmänna regler och regler för byggnader), EN 1995-1-2 (Brandteknisk dimensionering) och EN 1995-2 (Broar). Denna Kontenta behandlar endast den brandtekniska dimensioneringen och ger en översikt över innehållet i EN 1995-1-2. Metoderna avser främst bärförmågan vid brand men behandlar även den avskiljande funktionen hos väggar och bjälklag. EN 1995-1-2 är den idag mest avancerade dimensioneringsstandarderna inom detta område och ersätter motsvarande regler i BKR som endast behandlar bärförmågan vid brand på ett övergripande sätt. Kontentan vänder sig i första hand till konstruktörer av träkonstruktioner och andra potentiella användare av EN 1995-1-2, huvudsakligen byggherrar (t ex för angivande av specifika krav), byggtreprenörer och myndigheter.*

Brandteknisk dimensionering utförs i stigande grad genom beräkning som ersätter tidigare provning.

Ett viktigt steg på denna väg är den nya konstruktionsstandarderna EN 1995-1-2 (Eurokod 5, del 1-2 Brandteknisk dimensionering av träkonstruktioner) som nyligen blev antagen efter omröstning i Europa, närmare bestämt i de länder vars nationella standardiseringsorgan (t ex SIS i Sverige) är medlem i den europeiska standardiseringskommissionen CEN. Inom den Europeiska Unionen kommer denna standard, som alla andra eurokoder, att bli obligatorisk med avseende på byggprodukter och frivillig för byggnadsverk. I Sverige kommer eurokoderna att ersätta de nationella byggreglerna i BKR. Den nya EN 1995-1-2 ersätter försöksstandarderna ENV 1995-1-2:1994 och kommer att implementeras i Sverige senast två år efter fastställande och publicering genom CEN. Under dessa två år ska standarden som nu föreligger på engelska, franska och tyska översättas till svenska och ”anpassas” till svenska förhållanden, dvs där standarden ger möjlighet till ett nationellt val kan svenska myndigheter (i detta fall Boverket) föreskriva vad som gäller i Sverige. Ett nationellt val kan t ex avse

- partialkoefficienter,
- val bland alternativa metoder,
- giltigheten av informativa bilagor.

Dessa nationella val anges i en nationell bilaga till standarden. Alternativa metoder infördes främst när full enighet vid framtagningen inte kunnat uppnås och för att ge ett land möjligheten att fortsätta använda en ”beprovad” metod. Metoder som av vissa länder anses vara

alltför nya och oprövade finns i regel i informativa bilagor. Här finns möjligheten att nationella regler tillämpas.

De olika eurokoddelen är inga heltäckande dokument. I princip ska ingenting upprepas som står i en annan eurokodel. Därför behöver användaren av EN 1995-1-2, på grund av talrika referenser till andra skrifter, även tillgång till minst följande andra eurokoder: EN 1990 för grundläggande dimensioneringsregler, EN 1991-1-2 för laster vid brand samt andra delar av EN 1991 för laster vid normal temperatur och EN 1995-1-1. Dessutom kan det behövas flera andra eurokodbranddelar för andra material (stål, betong) samt produktstandarder.

## Tillämpning av EN 1995-1-2

Generellt kan i Byggsproduktmyndigheten angivna väsentliga krav avseende säkerhet vid brand uppfyllas genom alternativa säkerhetsstrategier som konventionella eller naturliga brandförlopp. Till de första hör nominella brandförlopp uttryckta t ex genom standardbrandkurvan; till det andra alternativet hör förenklade parameterberoende brandförlopp som kan inkludera aktiva brandskyddsåtgärder. Kunskapsnivån för att kunna dimensionera träkonstruktioner för naturliga brandförlopp är fortfarande starkt begränsad. Metoderna i EN 1995-1-2 behandlar därför huvudsakligen standardbrand.

De nationella kraven avseende brandmotstånd inkluderar olika parametrar som byggnadens användning, höjd, förekomst av aktiva brandskyddsåtgärder m m på indirekt sätt. Dessa krav kommer även i

fortsättningen att anges i BBR som inte skiljer mellan olika stommaterial. Andra länder kan ställa andra krav. EN 1995-1-2 ger endast metoder för att kunna visa att kraven är uppfyllda.

En översikt över olika alternativa tillämpningar ges i figur 1. Alla metoder kan f n inte fullt ut tillämpas för träkonstruktioner. Tabellerade värden förekommer inte som t ex i EN 1992-1-2 (Brandteknisk dimensionering av betongkonstruktioner). Dimensioneringstabeller och hjälpmedel förväntas även framöver finnas i handböcker, t ex limträhandboken. Det förväntas även att kommersiella dataprogram utvecklas som hjälpmedel för konstruktörer.

## Grunder

Kapitel 2 behandlar funktionskrav vid brand, laster, dimensioneringsvärden för trä och träbaserade material och bärförmåga (t ex hur dimensioneringsvärden för hållfasthet bestäms med utgångspunkt från den karakteristiska hållfastheten) samt verifikationsmetoder.

**Krav.** Här återges de välkända acceptanskriterierna med avseende på bärförmåga (R), isolering (I) och integritet (E). Isoleringskriteriet med en tillåten temperaturökning på den oexponerade sidan (140 respektive 180 K vid standardbrand) ges även för naturligt brandförlopp beskriven genom parameterberoende brandkurvor.

**Dimensioneringsvärden i brandfallet.** Dimensioneringsvärdet för hållfasthet hos trä och träbaserade material (och på mot-

svarande sätt för styvhetsparametrar) bestäms som

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (1)$$

d v s man utgår från hållfasthetens 20-procentsfraktil  $f_{20}$ . Detta fraktilvärde kan bestämmas genom multiplikation av det karakteristiska värdet  $f_k$  med en koefficient  $k_{fi}$  som t ex är 1,25 för konstruktionsvirke och 1,15 för limträ. Omräkningsfaktorn  $k_{mod,fi}$  beaktar hållfasthetsreduktionen hos resttvärsnittet på grund av temperaturpåverkan (förkolningen beaktas separat, se följande avsnitt) och  $\gamma_{M,fi}$  är partialsäkerhetskoefficienten för material i brandfallet med det rekommenderade värdet 1,0 (här är ett annat nationellt val möjligt och ska då anges i den nationella bilagan).

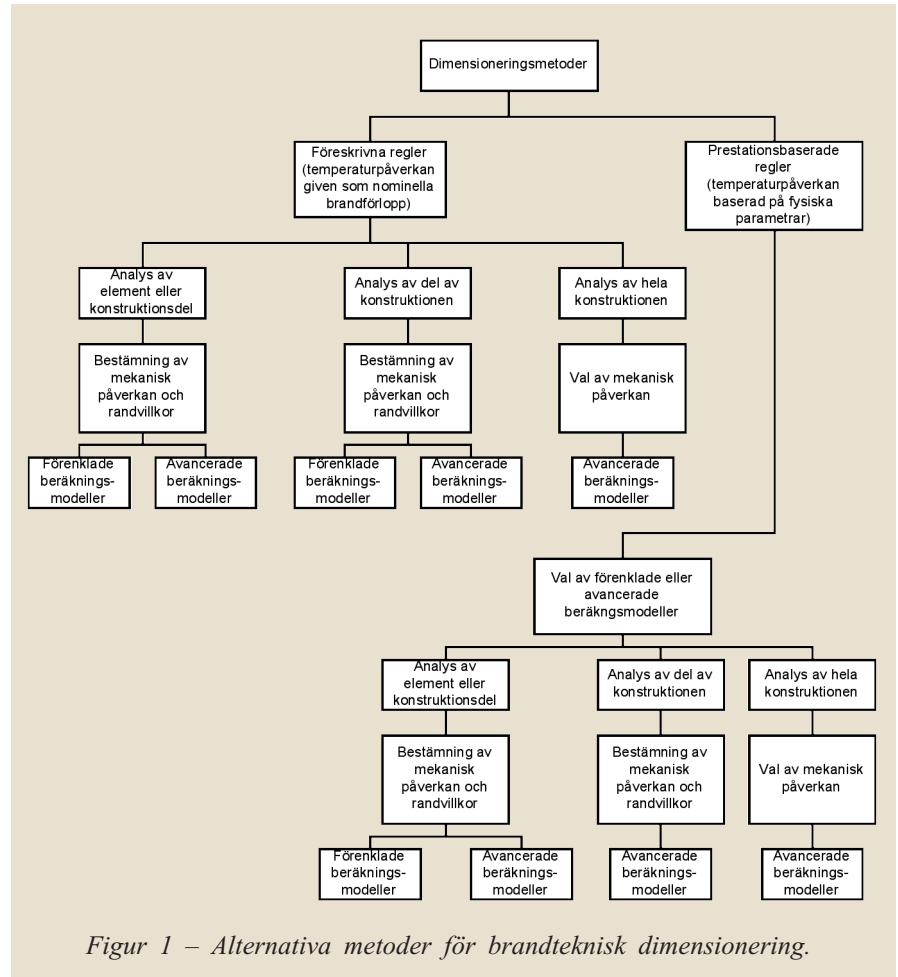
**Verifikationsmetoder.** Här avses främst i vilken omfattning bärverket ska betraktas som helhet eller om beräkningen kan utföras på delar av bärverket. På grund av träkonstruktioners försumbara termiska deformationer vid brandpåverkan är även de termiska tvångskrafterna som konstruktionsdelar av trä utövar på resten av bärverket försumbara, d v s dimensioneringen kan begränsas till konstruktionsdelar som balkar, pelare, bjälklag, väggar.

## Inbränning och förkolning

Bestämningen av en bärande träbalks eller träpelares resttvärsnitt på grund av förkolning är en central del av dimensioneringen i brandfallet (i stället för förkolning används ofta även inbränning som synonym). Som grundvärde för förkolningshastigheten anges värdet  $\beta_0$  som gäller vid exponering av en oskyddad träplatta där det råder endimensionella förhållanden med avseende på värmeflödet, se figur 2, där motsvarande förkolningsdjup betecknas  $d_{char,0}$ . Liknande förhållanden råder även hos större trätvärsnitt, t ex limträbalkar. Hos dessa ska dock den ökade inbränningen vid hörnen beaktas separat. Hörnradien får då sättas lika med  $d_{char,0}$ .

För att underlätta beräkningen är det fördelaktigt att räkna med en ekvivalent förkolningshastighet som är något större därför att den inkluderar inverkan av den lokalt större inbränningen vid tvärsnittets hörn.

För att kunna använda den noggrannare förstnämnda metoden krävs att



Figur 1 – Alternativa metoder för brandteknisk dimensionering.

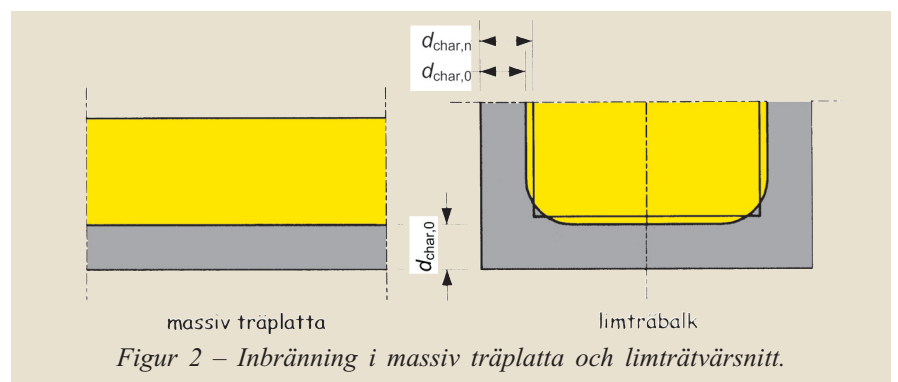
vissa krav avseende tvärsnittets minibrädd är uppfyllda.

Jämfört med ENV 1995-1-2 behandlas förkolning av skyddade trätytor betydligt mera nyanserat. Numera tas hänsyn till olika förkolningsfaser: När träet skyddas av en skivbeklädnad (t ex träbaserad eller gips) fördröjs tidpunkten när förkolningen i träet börjar. Om skivbeklädnaden faller ned vid denna tidpunkt räknar man nu med den dubbla inbränningshastigheten jämfört med det oskyddade fallet tills inbränningsdjupet uppgår till 25 mm. Därefter fortsätter inbränningen med  $\beta_0$  (eller det ekvivalenta värdet  $\beta_n$ , se figur 3). När skivbeklädnaden sitter kvar någon tid efter att inbränningen börjat,

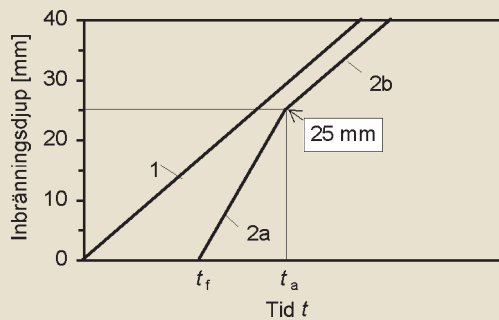
t ex om den består av gipsskivor typ F eller skivor av kalciumsilikat, ingår även en fas med reducerad inbränningshastighet, se figur 4. Skivnedfall kan förorsakas av skivbrott eller utdragsbrott av spik eller skruv. Standarden behandlar även trätytor skyddade av stenull.

## Tvärsnittets hållfasthets- och styvhetsparametrar

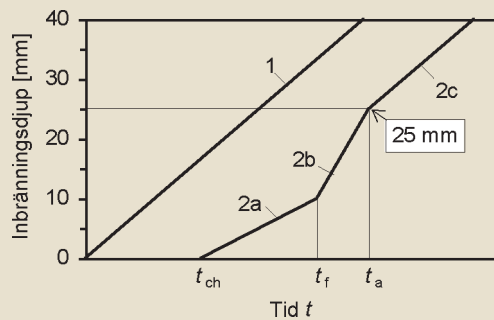
Standarden innehåller två alternativa förenklade metoder för bestämning av resttvärsnittets hållfasthets- och styvhetsvärden. Enligt den för konstruktören mest användbara metoden bestäms ett effektivt tvärsnitt genom att öka resttvär-



Figur 2 – Inbränning i massiv träplatta och limträtvärsnitt.



Figur 3 – Inbränningsförlopp vid tidigt skivnedfall.  
1: oskyddad träyta, 2a, 2b: Skyddad träyta med samtidig inbränningsbörjan och skivnedfall vid  $t = t_f$ .



Figur 4 – Inbränningsförlopp vid fördröjt skivnedfall.  
1: oskyddad träyta, 2a-c: Skyddad träyta med inbränningsbörjan vid  $t = t_{ch}$  och fördröjt skivnedfall vid  $t = t_f$ .

snittets inbränningsdjup med ytterligare maximalt 7 mm som antas kompensera reduktionen av hållfastheten och styvheten på grund av temperaturpåverkan. Värdet för  $k_{mod,fi}$  i ekvation (1) kan då sättas lika med 1. Branddimensioneringen kan genomföras med det erhållna *effektiva tvärsnittet*, se figur 5, som antas ha samma mekaniska egenskaper som vid normal temperatur. Denna metod rekommenderas i standarden.

Som alternativ (det nationella valet kan anges i den nationella bilagan) anges även en metod för direkt bestämning av  $k_{mod,fi}$  för vissa hållfasthets- och styvhetsparametrar. Metoden ger något högre bärförmåga än den förstnämnda. Metoden har dock flera nackdelar:

- Metoden ger sken av att vara mera komplex, men de högre värdena kan inte verifieras med mera avancerade beräkningar enligt denna standard, se nedan,
- Den anger inga värden för reduktionen av skjuvhållfasthet,
- Den beaktar inte den gradvisa reduktionen under de första 20 minuterna av en brandexponering samt under den tid träet skyddas av beklädnadsskivor,
- Den gäller endast för tre- eller fyrsidigt exponerade tvärsnitt och kan således inte tillämpas hos träplattor med brandexponering på en sida.

## Dimensioneringsmetoder för träregelkonstruktioner

**Avskiljande funktion.** Den i Sverige sedan 1995 använda additionsmetoden inkluderas i en informativ bilaga till EN 1995-1-2. Metoden har modifierats något enligt följande:

- Den kan även användas för bjälklag.

- Den beaktar olika alternativ för värmetransport inklusive öppna skivskarvar (figur 6).
- Vissa värden har anpassats till fler provningsresultat.

Brandmotståndet uttrycks som

$$t_{ins} = \sum_i t_{ins,0,i} k_{pos} k_j \quad (2)$$

där  $t_{ins,0,i}$  är det inneboende brandmotståndet hos själva skiktet  $i$  medan  $k_{pos}$  beaktar inverkan av skiktets position i konstruktionen och vad angränsande skikt består av,  $k_j$  beaktar inverkan av öppna skivskarvar hos beklädnadsskivor.

**Bärande funktion.** Metoden för isoleerade träregelkonstruktioner baseras på bestämning av ett ekvivalent resttvärsnitt av en träregel (figur 7) samt uttryck för bestämning av  $k_{mod,fi}$  för insättning i ekvation (1). Inverkan av beklädnadsskivor följer i stort sett framställningen i figur 3 och 4. Metoden har tagits från handboken "Brandsäkra trähus", dock något förenklad med avseende på antalet tvärsnitt. Vidare ges inga nedfallstider för beklädnadsskivor av gipsskivor typ F eftersom de i den svenska handboken angivna värden gäller för svenska skivor Protect F eller likvärdigt. Egenskaperna hos dessa skivor är i detta hänseende inte allmänt giltiga för alla gipsskivor av typ F (d v s de svenska skivorna av typ F är bättre).

Metoden för oisolerade konstruktioner är fortfarande mycket bristfällig eftersom mycket lite användbar information finns tillgänglig. Avancerade modeller som utvecklats t ex i Canada och Australien har inte kunnat användas för

härledning av enkla dimensioneringsregler som är förenliga med standardens dimensioneringsfilosofi i övrigt.

## Träförband

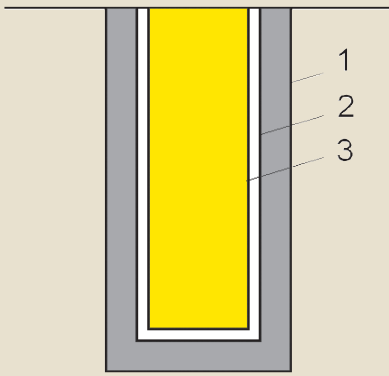
Beräkningsreglerna för träförband har förbättrats avsevärt jämfört med tidigare regler i förstandarden ENV 1995-1-2. Reglerna för förband vid tvärkraft förutsätter att de är symmetriska (figur 8). För skruvförband ges även regler för utdragskrafter.

**Oskyddade träförband.** Oskyddade träförband vid tvärkrafter som är dimensionerade för normal temperatur antas ha ett brandmotstånd lika med 15 minuter (t ex spik, skruv, bultar) eller 20 min (dymlingar). Vissa villkor avseende dimensioner måste vara uppfyllda. Brandmotstånd upp till 30 min kan åstadkommas genom ökning av trädelarnas dimensioner, dock ej för bultförband där bulthuvudet har en negativ inverkan med avseende på ökad värmeledning in i förbandet. För dessa samt för brandmotstånd upp till 60 min krävs ett extra skydd genom utanpåliggande trä eller träbaserade skivor, gipsskivor eller försänkta fästdon och inlimmade träpluggar.

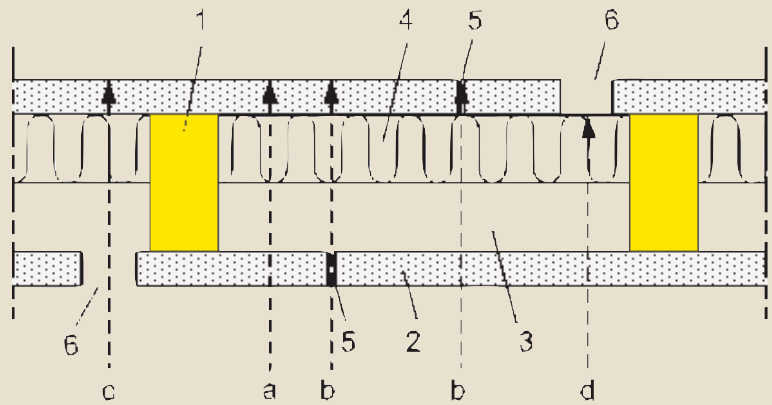
Brandmotståndet kan även ökas genom minskad utnyttjandegrad med avseende på bärförmågan. Standarden ger ett förenklat samband mellan den relativa bärförmågan  $\eta$  och exponeringstiden  $t_{d,fi}$

$$\eta = e^{-k_{d,fi}} \quad (3)$$

I figur 9 visas några exempel. Dessa samband gäller för tider upp till 20, 30 respektive 40 minuter. För större brandmotstånd krävs ökade dimensioner eller brandskyddande beklädnader.

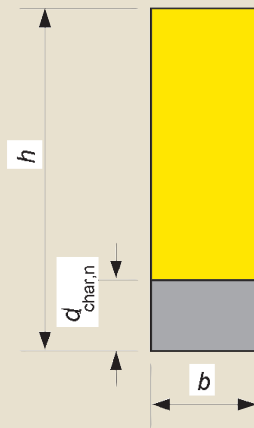
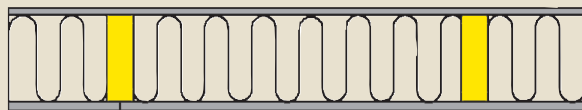


Figur 5 – Effektivt restvärmsnitt  
(1: originalvärmsnitt, 2: restvärmsnitt, 3: effektivt restvärmsnitt).



- 1 träregel
- 2 beklädnadsskiva
- 3 hålrum
- 4 isolering
- 5 öppen skivskarv
- 6 öppning för installationer (t.ex. infälld eldosa)
- a – d alternativa vägar för värmetransport

Figur 6 – Alternativa vägar för värmetransport genom träregelkonstruktioner.

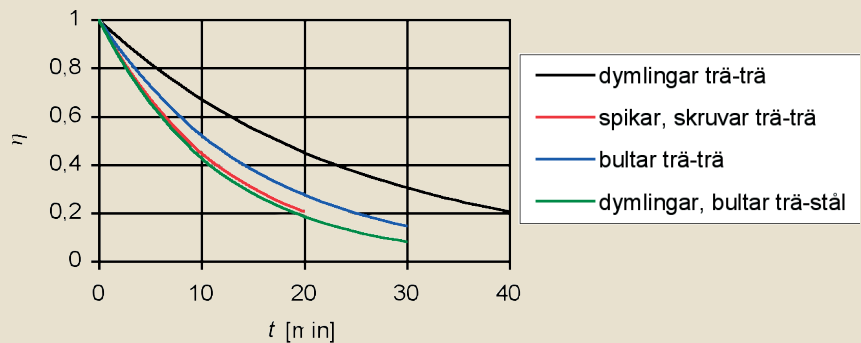


a)

b)

c)

Figur 7 – Sektion genom träregelkonstruktion (a) och förkolning av träregel med verkligt (b) och ekvivalent restvärmsnitt (c).



Figur 8 – Symmetriskt träförband.

Figur 9 – Samband mellan relativ bärförmåga  $\eta$  och exponeringstid  $t$  hos träförband vid tvärkrafter.

## Avancerade dimensioneringsmetoder

Liksom för konstruktioner av stål eller betong finns numera möjligheten att tillämpa t ex finita elementmetoder för dimensionering av träkonstruktioner. Temperaturer i ett trätvärnsnitt kan beräknas med hjälp av angivna förenklade effektiva termiska egenskaperna hos trä (värmeledning, värmekapacitet och densitet ges som funktioner av temperaturen; den angivna effektiva värmeledningen gäller endast för standardbrand). Värmeledningen för kolskiktet påverkas starkt av

sprickbildningen och träkolets fullständiga förbränning vid höga temperaturer. Båda bidrar till ökad värmetransport och reducerar kolskiktets brandskyddande förmåga. För beräkning av bärförmågan ges termomekaniska egenskaper hos trä för tryck-, drag- och skjuvhållfasthet samt elasticitetsmodulen för tryck och dragning. Dessa egenskaper påverkas starkt av fukttinnehållet i träet, i synnerhet vid temperaturer nära 100°C. Elasticitetsmodulen inkluderar även inverkan av materialets krypning, både på grund av värmepåverkan och mekanosorption vid uttorkning.

## Nationella val

Nationella valmöjligheter ges i följande fall:

- partiekoefficienter för material,
- lastreduktion vid lastkombinationer,
- bestämning av hållfasthets- och styvhetsparametrar hos tvärsnitt samt avseende giltigheten av följande informativa bilagor för beräkningar avseende:
  - naturliga brandförlopp,
  - avancerade beräkningsmetoder,
  - bärande isolerade träregelkonstruktioner,
  - förkolning av träreglar i oisolerade träregelkonstruktioner,
  - avskiljande funktionen hos träregelkonstruktioner.

## Mer att läsa

Information om eurokoderna finns på [www.eurokoder.se](http://www.eurokoder.se) och Boverkets hemsida [www.boverket.se](http://www.boverket.se).

Bakgrunden till beräkningsreglerna i EN 1995-1-2 presenteras i:

König J, Structural fire design according to Eurocode 5 – Design rules and their background (publiceras 2004 i Fire and Materials).

Handböcker:

Brandsäkra trähus – Nordisk kunskapsöversikt och vägledning (version 2), Träteknik Publikation nr 0210034, 2002 (mest utförlig).

Limträ Handbok 2001, Svenskt Limträ AB. Uppdaterad nätupplaga på [www.svensktlimtra.se](http://www.svensktlimtra.se)

Massivträ Handboken. Industrikonsortiet Massivträ, 2002. Nätupplaga på [www.solidwood.nu](http://www.solidwood.nu).

Träguiden. Nätupplaga på [www.traguiden.se](http://www.traguiden.se)

## Standardiseringsarbete med Eurokod 5

CEN/TC 250 har det övergripande ansvaret för alla eurokoder.

CEN/TC 250/SC 5 har ansvaret för Eurokod 5 Dimensionering av träkonstruktioner. Ordförande och koordinator för detta arbete är Jürgen König, Träteknik, tidigare även expert i projektgrupper för ENV 1995-1-2 och EN 1995-1-2.

SIS tekniska kommitté TK 203 har ansvar för eurokoderna i Sverige (ordförande Elisabeth Hellsing, Boverket)

SIS/TK 203/AG 5 är den svenska spegelkommittén för Eurokod 5 (ordförande Bo Källsner, Träteknik).

## Kontaktpersoner

Jürgen König, [juergen.koenig@sp.se](mailto:juergen.koenig@sp.se), tel: 08-762 18 37

Bo Källsner, [bo.kallsner@sp.se](mailto:bo.kallsner@sp.se), tel: 08-762 18 36

[www.sp.se/tratek](http://www.sp.se/tratek)

# Träteknik

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM  
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67  
Telefon: 08-762 18 00  
Telefax: 08-762 18 01

Vidéum Science Park, 351 96 VÄXJÖ  
Besöksadress: Lückligns plats 1  
Telefon: 0470-59 97 00  
Telefax: 0470-59 97 01

Skeria 2, 931 77 SKELLEFTEÅ  
Besöksadress: Laboratorgränd 2  
Telefon: 0910-28 56 00  
Telefax: 0910-28 56 01



Ingår i  
SP-koncernen