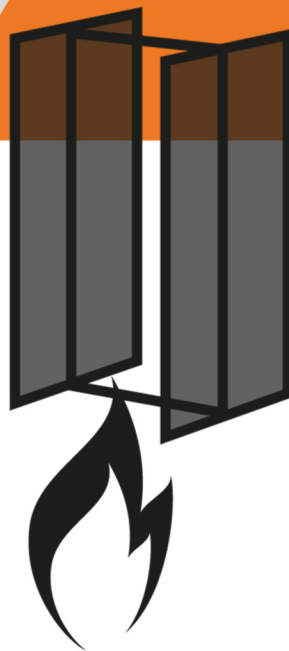




# LOCAFI+

## Referensdokument

Temperaturberäkning för bärverk i stål, utsatt för lokal brand



## Förord

Detta projekt har finansierats av Research Fund for Coal and Steel (projektnummer 754072). Författaren ansvarar för innehållet i publikationen och Europeiska Kommissionen är ej ansvarig för hur innehållet används. Denna publikation är en del i det av EU finansierade projektet *Temperature assessment of a vertical steel member subjected to localised fire – Valorisation (LOCAFI-plus)*.

<b>ArcelorMittal B&amp;D</b> (Coordinator) Luxembourg	<b>Centre Technique Industriel de la Construction Métallique</b> France
<b>Universitatea Politehnica Timisoara</b> Romania	<b>Liège Université</b> Belgium
<b>Ulster University</b> UK	<b>Università Degli Studi Di Trento</b> Italy
<b>Tallinna Tehnikaulikool</b> Estonia	<b>Univerza V Ljubljani</b> Slovenia
<b>Instytut Techniki Budowlanej</b> Poland	<b>Universitat Politecnica de Valencia</b> Spain
<b>Technicka Univerzita V Kosiciach</b> Slovakia	<b>Stichting Bouwen Met Staal</b> The Netherlands
<b>InfoSteel</b> Belgium	<b>Ceske Vysoke Ucení Technické V Praze</b> Czech Republic
<b>Miskolci Egyetem</b> Hungary	<b>Tampere University of Technology</b> Finland
<b>Universidade de Aveiro</b> Portugal	<b>The Steel Construction Institute</b> UK
<b>Bauforumstahl ev</b> Germany	<b>RISE</b> Sweden

# Innehållsförteckning

1. Inledning .....	3
2. Föreskrivande metod .....	5
3. Analytisk metod .....	7
3.1. Naturligt brandförlopp och identifiering av nationella val.....	7
3.2. Kontrollförfarande.....	8
4. Mekanisk verkan av brand.....	9
Referenser .....	10

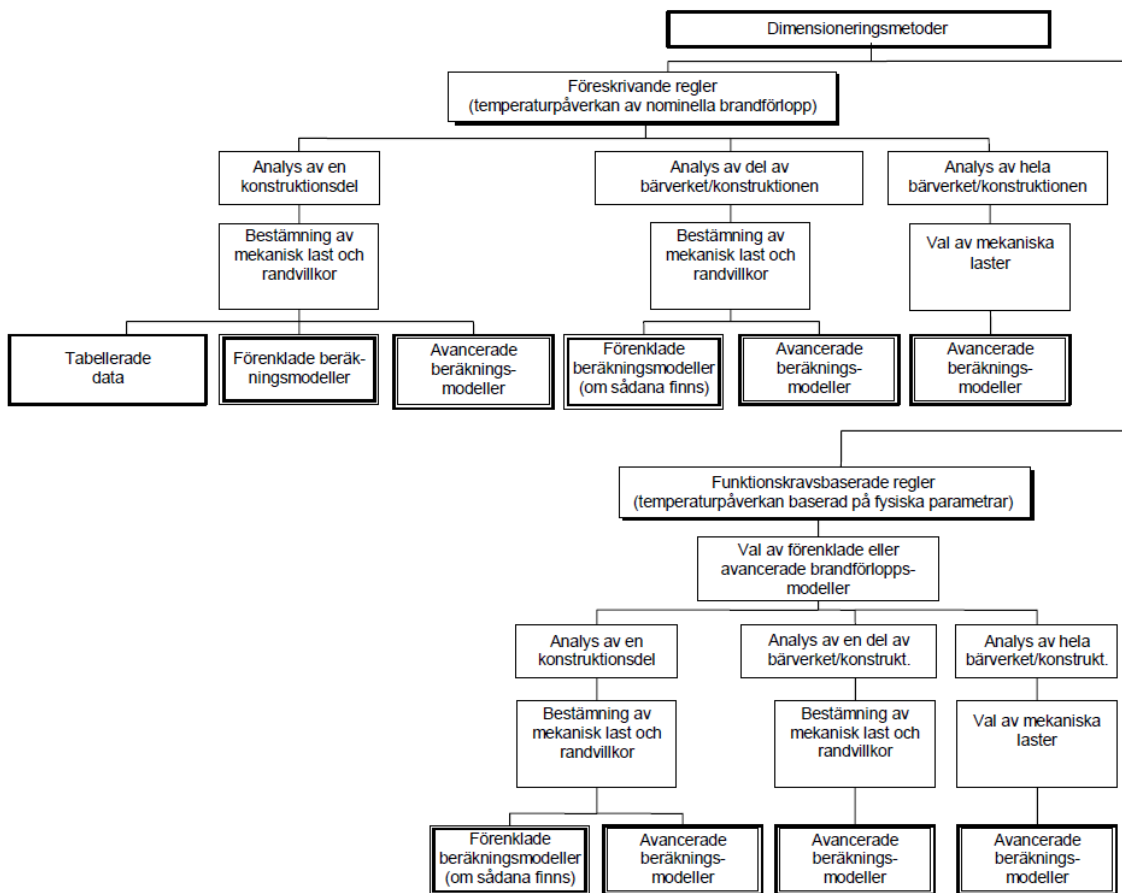
# 1. Inledning

I Sverige ställs krav på bärande konstruktioner i Plan- och bygglag (2010:900). I 8 kap. 4 § anges att byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i händelse av brand [1]. Själva dimensioneringen utförs med hjälp av tre olika dokument. De europeiskt harmoniserade bestämmelser finns angivna i Eurokod 1 (SS-EN 1991-1-2), som i Sverige ges ut av SIS [2]. Denna skrift tillåter ett antal nationella val. I Sverige ansvarar Boverket och Trafikverket för specificering av de nationellt valda parametrarna, dessa anges i BFS 2010:28 – EKS 10 respektive VVFS 2004:43 (eller uppdateringar av dessa) [3,4]. Syftet med detta referensdokument är att sammanfatta de olika typerna av dokument och därmed tillhandahålla ett verktyg för hur de nationella föreskrifterna kan tillämpas för att dimensionera bärverket i en byggnad med avseende på brandskydd.

Svenska riktlinjer för byggnaders bärförmåga vid brand baseras på parametrar som kan inverka på risken för personskada, t.ex. våningsantal och verksamhetsutövning. Kravnivån är anpassad efter risken för att personer skadas och konsekvenserna om en olycka sker.

Eurokod 1 möjliggör två angreppssätt för att dimensionera byggnadens bärförmåga vid brand; föreskrivande och funktionsbaserade regler. Föreskrivande regler innebär att reglerna baseras på resultat från en standardiserad tid-temperaturkurva. Denna kurva (ISO 834) anses representera en rumsbrand vid provning av konstruktioners brandmotstånd.

Med utgångspunkt i SS-EN 1991-1-2 har också funktionsbaserade beräkningsmetoder utvecklats, som tar hänsyn till hur ett eller flera brandförlopp tar sig för byggnaden i fråga. Dessa s.k. dimensionerande brandförlopp ska inkludera en trolig värsta påfrestning. De specifika krav som gäller för att använda både föreskrivande och analytisk dimensionering i enlighet med SS-EN 1991-1-2 visas i flödesschemat i Fig. 1. Ytterligare information finns i Boverkets Byggregler (BBR) [5].



Figur 1. Dimensioneringsmetoder enligt SS-EN 1991-1-2 [2]

## 2. Föreskrivande metod

Brandskydds krav i byggnader tillhandahålls av Boverket i BBR. Enligt BBR kategoriseras byggnader i olika *brandtekniska byggnadsklasser* (Br) efter hur stor risken är för personskador vid brand och faktorer som påverkar utrymningsmöjligheter. Klasserna är indelade i Br0, Br1, Br2 och Br3, där Br0 kräver att brandskyddet påvisas med hjälp av analytisk dimensionering. För övriga klasser kan föreskrivande regler användas.

Byggnadsklasserna, tillsammans med konstruktionsdelarnas funktion, fastställer sedan de brandtekniska klasserna för byggnadens konstruktionsdelar. Byggnadsdelarna betecknas med R (bärförmåga), E (integritet) och I (isolering) åtföljt av en tidsangivelse (15, 30, 45, 60, 90, 120 osv.). Dessa tider anger hur lång tid byggnadsdelen klarar att uppfylla sin bärande och/eller avskiljande funktion då den utsätts för en standardbrand.

*Bärande brandteknisk klass* är relaterat till beteckningen bärförmåga (R), och innebär att bärande konstruktioner dimensioneras så att kollaps av bärverket inte sker under den angivna tidsperioden då konstruktionen utsätts för en standardbrand. Bärande konstruktioner delas upp efter *brandsäkerhetsklass* 1-5, där hänsyn tas till hur stor risken för personskada är om byggnadsdelen kollapsar. Brandsäkerhetsklasserna presenteras i Tabell 1. Värt att notera är att brandsäkerhetsklasserna är omvänd jämfört med byggnadsklasserna dvs ett lågt tal i brandsäkerhetsklass är ett lågt skydd medan ett lågt tal i byggnadsklass är ett högt skyddsbehov.

Tabell 1. Brandsäkerhetsklasser

Brandsäkerhetsklass	Risk för personskada vid kollaps av byggnadsdel	Krav på bärverksdel vid brandbelastning $\leq 800 \text{ MJ/m}^2$
1	Ringa	R0
2	Liten	R15
3	Måttlig	R30 (R15)†
4	Stor	R60*
5	Mycket stor	R90** (R60) †

\*Om verksamheten innebär hög brandbelastning ( $>800 \text{ MJ/m}^2$ ) ställs högre krav ( $\leq R90-180$ )

\*\*Om verksamheten innebär hög brandbelastning ( $>800 \text{ MJ/m}^2$ ) ställs högre krav ( $\leq R120-240$ )

†Om sprinkler finns installerat

Förutom kriterierna i Tabell 1 bestäms bärverksdelens brandsäkerhetsklass också av byggnadens byggnadsklass. En pelare t.ex. kan därför ha olika brandsäkerhetsklass i olika byggnader. Därför är det en kombination av byggnadsklass och brandsäkerhetsklass som bestämmer konstruktionens brandtekniska klass till t.ex. R30. En sammanfattning av allmänna råd för bärverk vid brand listas nedan:

### **Brandteknisk byggnadsklass Br0 (mycket högt skyddsbehov)**

Brandskydd verifieras med analytisk dimensionering

### **Brandteknisk byggnadsklass Br1 (stort skyddsbehov)**

Hotell, kontor och vissa flerbostadshus utformas efter våningsantal enligt Tabell 2.

Tabell 2. Exempel på brandteknisk klass för Br1-byggnader

<i>Byggnadstyp</i>	<i>Vad ?</i>	<i>Brandsäkerhetsklass</i>
Låga byggnader (<4 våningar)	Vissa bärverk, takfot och icke-bärande innervägg	1
Medelhög (5-8 våningar)	Vissa bärverk i säkerhetsklass 2 och 3	4
	Bjälklag	4

### **Brandteknisk byggnadsklass Br2 (måttligt skyddsbehov)**

Bärande konstruktioner ska ha brandteknisk klass R30 (brandsäkerhetsklass 3). Byggnadsdelar kan hänföras till brandsäkerhetsklass 1 om det visas att den totala arean som omfattas vid kollaps är mindre än 300 m<sup>2</sup> i vk1-byggnader.

### **Brandteknisk byggnadsklass Br3 (skyddsbehov)**

Generellt finns inga formella krav för Br3-byggnader. Undantaget är bärverk till bostadshus som har brandteknisk klass R15, och byggnader med fler än ett källarplan, där bärverk som är belägna under det översta källarplanet har brandsäkerhetsklass 5.

## 3. Analytisk metod

### 3.1. Naturligt brandförlopp och identifiering av nationella val

I föregående kapitel beskrevs hur bärverk dimensioneras med hjälp av nominella temperatur-tidförlopp (standardbrandkurva) (Tabell 1). Analytisk dimensionering är istället baserat på möjliga brandscenarier. Sådana naturliga brandförlopp kan antingen beräknas med en förenklad metod eller med avancerade brandförloppsmodeller. Boverket rekommenderar att beräkningar mha förenklade brandförloppsmodeller sker enligt Bilaga A i SS-EN 1991-1-2 (nationellt val 2.4 (4) - Kraven i avsnitt 5 i Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar ska tillämpas vid nominella temperatur-tidförlopp), för brandceller mindre än 500 m<sup>2</sup> golvarea, maximal takhöjd på 4 m och utan öppningar i taket. Avancerade brandförloppsmodeller, t.ex. CFD modeller (Computational Fluid Dynamics), kan också användas. Den termiska påverkan på bärverket beräknas då efter en metod angiven i Bilaga D i SS-EN 1991-1-2 (nationellt val 3.3.2(2) – rekommendationen i bilaga D kan användas). Till skillnad från standardbrandkurvan representerar naturliga brandförlopp olika stadier i brandförloppet, dvs antändning, tillväxt, fullt utvecklad brand och avsvafningsfas.

Både nominella temperatur-tidförlopp och naturliga brandförlopp kan användas för dimensionering av byggnadsverk (nationellt val 3.1(10) – använd rekommendationerna i 3.2 eller 3.3). Däremot får brandmotstånd endast klassificeras med hjälp av ett nominellt temperatur-tidförlopp).

För dimensionering med naturligt brandförlopp listas kravet för bärverksdelar enligt varje brandsäkerhetsklass i Tabell 3. För varje brandsäkerhetsklass finns en tidsangivelse för hur länge bärverket (byggnaden) ska exponeras för branden.

Tabell 3. Krav på byggnadsdelar vid naturligt brandförlopp

Brandsäkerhetsklass	Tid av brandförlopp (min)
1	0
2	15
3	30
4	Hela brandförloppet (inkl. avsvafningsfas)
5	Hela brandförloppet + 50 % ökad brandbelastning (inkl. avsvafningsfas)

Boverkets allmänna råd är att dimensionering mha ett naturligt brandförlopp bör utföras för en fullt utvecklad rumsbrand, såsom är angivet i Bilaga A i SS-EN 1991-1-2. De huvudsakliga faktorerna som inverkar på bärverken är följande:

- Gastemperaturen inne i brandcellen. Denna beräknas med hjälp av bilaga A i SS-EN 1991-1-2 (nationellt val 3.3.1.2(1) – använd rekommendationen i bilaga A)



- Strålning mot utvändig konstruktionsdel. Denna beräknas med hjälp av bilaga B i SS-EN 1991-1-2 (nationellt val 3.3.1.2(2) – använd rekommendationen i bilaga B)

I byggnader med brandteknisk byggnadsklass Br2 eller Br3 kan en lokal brand användas vid dimensioneringen, givet att sannolikheten för övertändning är mindre än 0.5 % om en brand uppstår. Detta kan garanteras genom minst två oberoende tekniska system med säkerställd driftsäkerhet eller med hänsyn till låg brandbelastning (Ref. [4] s. 28). Påverkan på bärverk vid en lokal brand beaktas också i SS-EN 1991-1-2:

- Temperaturpåverkan av lokal brand: Denna beräknas med hjälp av Bilaga C i SS-EN 1991-1-2 (nationellt val 3.3.1.3(1) – använd rekommendationen i Bilaga C)

Notera att bränslets höjd och placering i rummet för beaktas.

### 3.2. Kontrollförfarande

Dokumentation ska utföras enligt krav i EKS. Detta betyder att dokumentation om bärverkets brandskydd ska finnas som komplement till den brandskyddsdocumentation som krävs enligt BBR.

Då bärverk dimensioneras med ett naturligt brandförlopp är verifieringskraven högre än då föreskrivande metod används.

## 4. Mekanisk verkan av brand

När krav på brandmotstånd för den termiska verkan bestämts för ett bärverk ska konstruktionens bärförmåga bestämmas. Brottlastdimensioneringen (dimensioneringen av bärverk av olika konstruktionsmaterial vid normal belastning) behandlas i Eurokod 2, 3, 4 etc. I Eurokoderna finns också mekaniska data vid brandtemperaturer specificerade. Brandlastfallet är ibland avgörande för erforderliga dimensioner av vissa element. Generellt gäller att Eurokoderna hänvisar dimensionering vid brandlastfallet i relation till brottlastdimensioneringen. Vid lastfallet brand förutsätts lägre laster och koefficienter än i brottlastfallet, med en faktor av ca 0.5-0.8.

Den variabla huvudlasten utgörs i Sverige av sitt frekventa värde vid brand (nationellt val 4.3.1(2) - den variabla huvudlasten sätts till sitt frekventa värde vid brand).

## Referenser

- [1] Sveriges Riksdag, Plan- och bygglag (2010:900), Sverige, 2010.
- [2] Swedish Standards Institute, Eurokod 1: Laster på bärverk - Del 1-2: Allmänna laster - Termisk och mekanisk verkan av brand, n.d.
- [3] Boverket, Boverkets konstruktionsregler, EKS 10, (2016).
- [4] Vägverket, Vägverkets föreskrifter om ändring i föreskrifterna (VVFS 2004:43) om tillämpningen av europeiska beräkningsstandarder, n.d.