

Passiv Brandsikring Stålkonstruktioner



Brandbeskyttelse af bærende stålkonstruktioner

August 2017

Version 2. juli 2021

Indhold

Indledning

Brandmodstand

Kritisk ståltemperatur

Sektionsfaktor

Krav i Bygningsreglementet

Standarder

Klassifikation

CE-mærkning

Systemer – Produktbeskrivelse, Montering/Påføring:

- Gipsplader
- Stenuldsplader
- Kalciumsilikatplader
- Brandbeskyttende malinger
- Spraysystemer

Bilag: Krav i BR18: Kap. 5 og 15.



Indledning

Formålet med dette informationsblad er at belyse forskellige metoder og materialer til at brandbeskytte bærende stålkonstruktioner.

Informationsbladet anviser grundlag for både dimensionering og udførelsesmetoder for brandbeskyttelsen. Det er producenten af det pågældende brandbeskyttelses system, der beskriver den endelige dimensionering og udførelse.

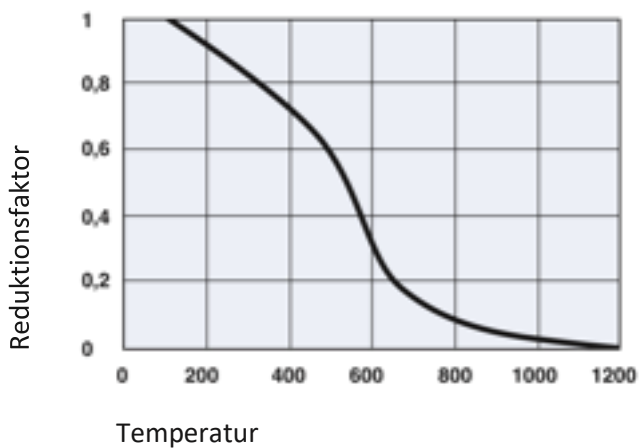
Brandmodstand

Ubeskyttede stålkonstruktioner kan normalt ikke have højere brandmodstandsevne end 10 til 15 minutter. I de fleste tilfælde vil kravet til stålkonstruktionen være meget højere. Ved brug af et brandbeskyttelsessystem forsinkes opvarmningen af stålet og dermed tidspunktet for et sammenbrud eller varig deformation. Den nødvendige tykkelse af brandbeskyttelsen, er selvfølgelig afhængig af, hvilket brandbeskyttelsessystem der vælges, profiltyper og –størrelser (sektionsfaktor), klassifikation (minutter) samt kritisk ståltemperatur.

Kritisk ståltemperatur

Når stål udsættes for varme, reduceres styrken af stålet. Det er derfor nødvendigt at tage forholdsregler, hvis man ønsker at konstruktionen skal bevare bæreevnen i tilfælde af brand. Det kan man gøre ved at isolere konstruktionen mod varmen og dermed holde stålets temperatur under den kritiske ståltemperatur.

Den kritiske ståltemperatur fastsættes af den rådgivende ingeniør og beskriver, hvor varmt stålet maksimalt må blive i tilfælde af brand. Hvis stålet opnår en højere temperatur end den kritiske temperatur, er der risiko for kollaps af konstruktionen. Det er derfor vigtigt inden arbejdet påbegyndes, at gøre sig bekendt med den kritiske temperatur.



Reduktionsfaktorer for stress-strain forholdet af kolde dannet og varmvalsede klasse 4 stålprofiler ved forhøjede temperaturer iht EN 1993-1-2

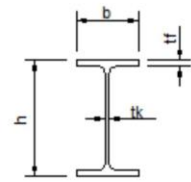

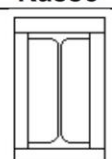
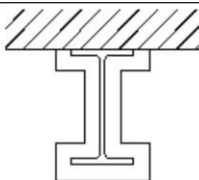
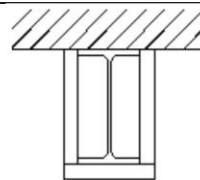
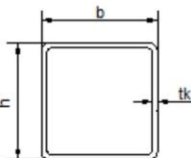
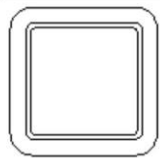
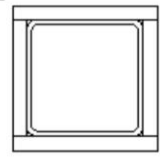
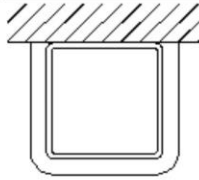
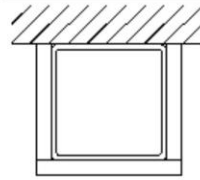
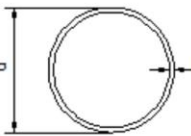
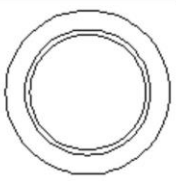
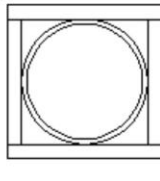
Sektionsfaktor

Omgivelsestemperaturens påvirkning af et givet stålprofil afhænger af forholdet imellem det eksponerede areal og stålprofillets volumen. Dette forhold kaldes også sektionsfaktoren.

For at finde tykkelsen af det valgte brandbeskyttelsesprodukt skal bla. stålprofillets sektionsfaktor beregnes ud fra den eksponerede omkreds og tværsnitsarealet (sektionsfaktor kan ses nævnt som μ/A -, U/A -, A_p/V_m - eller A_m/v forholdet, i det efterfølgende anvendes A_m/v). De fleste stålprofilers tværsnitsareal kan findes i Teknisk Ståbi eller oplyses af leverandøren.

Afhængig af om brandbeskyttelsesproduktet monteres så det følger stålprofillets faktiske omkreds ("Profil") eller stålprofillets ydre omkreds ("Kasse") beregnes omkredsen efter forskellige metoder, se Tabel nedenfor.

Formel for beregning af sektionsfaktor: $\text{Omkreds (} A_m \text{)} \div \text{tværsnitsareal (} V \text{)}$.

Stålprofil-tværsnitsareal	Stålprofil-omkreds "Profil"		Stålprofil-omkreds "Kasse"	
"I" & "H" profiler  Tværsnitsareal $V = tk(h-2tf) + 2(b \times tf)$	4-sider $A_m = 4b + 2h - 2tk$		4-sider $A_m = 4b + 2h$	
	3-sider $A_m = 3b + 2h - 2tk$		3-sider $A_m = b + 2h$	
Firkantede- eller rektangulære profiler  Tværsnitsareal $V = 2b \times tk(h-2tk) \times (2tk)$	4-sider $A_m = 2b + 2h$		4-sider $A_m = 2b + 2h$	
	3-sider $A_m = b + 2h$		3-sider $A_m = b + 2h$	
Cirkulære hule profiler  Tværsnitsareal $V = \pi(d-2)^2 - \pi[(d-2tk)+2]^2$	4-sider $A_m = \pi d$		4-sider $A_m = \pi d$	

Fra EN 13381-4:2013, figur 1-sektionsfaktorer:

Ved ståltrapezplader og halv indstøbte profiler gør andre forhold sig gældende

Krav i bygningsreglementet:

I BR18 er der krav til Konstruktive forhold i Kap. 5-Brand, §82-83, §87 og §99-103, samt for Dimensionering af konstruktioner i Kap. 15-Konstruktioner, §344-351. Disse krav er gengivet i denne informations bilag."

Kontrolplaner:

I BR18 kapitel 32 "Certificerede statikers og brandrådgivers virke" § 531 – 534 er det beskrevet, at den certificerede statikers og brandrådgiveres virke er at sikre, at der udarbejdes kontrolplaner for kontrol af den brandtekniske dokumentation i designfasen samt brandsikringstiltag i projekterings- & udførelsesfasen.

Det er derfor vigtigt at holde sig orienteret om gældende kontrolplaner på byggeprojektet, da disse er væsentlige for at kunne få ibrugtagningstilladelse.

Kontrolplaner kan f.eks. indeholde krav til projektering af de bærende konstruktioner, krav til udførelse herunder kontrolmåling af brandmalede emner mv.

Standarder

I det følgende er der beskrevet de prøvningsmetoder der anvendes til brug ved bestemmelse af brandtekniske egenskaber.

Brandbeskyttelsessystemer for bærende stålkonstruktioners:

Prøvning af brandbeskyttelse af stålkonstruktioners brandtekniske egenskaber foregår som angivet i Eurocode 3 der foreskriver at tykkelsen af det brandbeskyttende lag skal bestemmes på grundlag af prøvning og efterfølgende beregning efter:

- DS/EN 13381-4 Prøvningsmetoder til bestemmelse af bærende bygningsdeles bidrag til brandmodstandsevne - Del 4: Passiv beskyttelse af ståldele (Eksempel, plade og isolerings- og spray materiale)
- DS/EN 13381-8 Prøvningsmetoder til bestemmelse af bærende bygningsdeles bidrag til brandmodstandsevne - Del 8: Reaktiv beskyttelse af ståldele (Eksempelvis malingsystemer)

Klassifikation

Der skal for hver af de mulige klassifikationer (f.eks. 30 minutter, 60 minutter og 120 minutter) udarbejdes dimensioneringsdiagram eller -tabeller, der angiver den nødvendige brandbeskyttelse, fx tykkelse af isolering, som funktion af acceptabel kritisk ståltemperatur og stålprofillets sektionfaktor.

Værdierne fra dimensioneringsdiagram eller -tabeller kan efterfølgende anvendes som inputværdier ved beregning af stålkonstruktioners bærevne under brand (se under kritisk ståltemperatur).

Brandbeskyttelse system til stålkonstruktion skal i hele den klassifikationstid, som godkendelsen skal omfatte, være eftervist i henhold til ovennævnte standarder samt

- DS/EN 13501-2 Brandteknisk klassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 2: Klassifikation ud fra resultater opnået ved prøvning af brandmodstandsevne, eksklusive ventilationssystemer og
- DS/EN 13501-1 + A1:2009. Brandteknisk klassifikation af byggevarer og bygningsdele - Del 1: Klassifikation ud fra resultater opnået ved prøvning af reaktion på brand

Klassifikation i henhold til DS/EN 13501-1 af produkter, der indgår i systemet, fortolkes normalt materialerelateret.

Brandbeskyttelse systemet skal ved typeprøvning og klassifikation opfylde kravene enten:

Bygningsdel klasse R-30 A2-s1,d0

Bygningsdel klasse R-60 A2-s1,d0

Bygningsdel klasse R-120 A2-s1,d0 eller

Bygningsdel klasse R-30

Bygnings klasse R-60

Evt. klassifikationsrapport skal præcist beskrive et afgrænset anvendelsesområde ("field of application") for hver af de opnåede brandklasser.

CE-mærkning

Der kan laves en ETA iht. ETAG 18 del 2 eller del 4 for henholdsvis malinger og plader. Ved at lave en ETA, kan der laves en frivillig CE mærkning.

ETA står for europæisk teknisk vurdering (European Technical Assessment). Den er frivillig og kan søges for alle produkter, som ikke er omfattet af harmoniserede standarder. Med en ETA kan du CE-mærke dit produkt.

Systemer

Der findes flere forskellige systemer til passiv brandsikring af stålkonstruktioner. Der findes plader bestående af stenuld, hårdt pressede plader, gipsplader, specialmørtler, diverse spray produkter, kalciumsilikatplader samt brandmalingsprodukter.

Valget af brandbeskyttelsen afhænger i høj grad af det ønskede udseende, men også betragtninger som økonomi, montagetid og levetid bør komme i betragtning.

Ved benyttelse af brandbeskyttelses systemer, skal leverandørens anvisninger følges.

Følgende systemer behandles i denne information:

- Gipsplader
- Stenuldsplader
- Kalciumsilikatplader
- Brandbeskyttende malinger - Spraysystemer

Systemer som ikke behandles i denne information, men som kan være aktuelle:

- Mineraluldsfibre som spraysystem
- Udstøbning med beton i lukkede profiler
- Indstøbning i beton eller murværk
- Vermiculite
- Specialmørtel

Som tidligere nævnt skal systemet være prøvet og klassificeret i henhold til gældende standarder.

Plade- og Sprayprodukter til brandbeskyttelse skal være prøvet iht. EN13381-4 og brandmalingsystemer iht. EN13381-8. Prøvningsresultaterne skal herefter klassificeres iht. EN13501-2

Gipsplader

Produktbeskrivelse

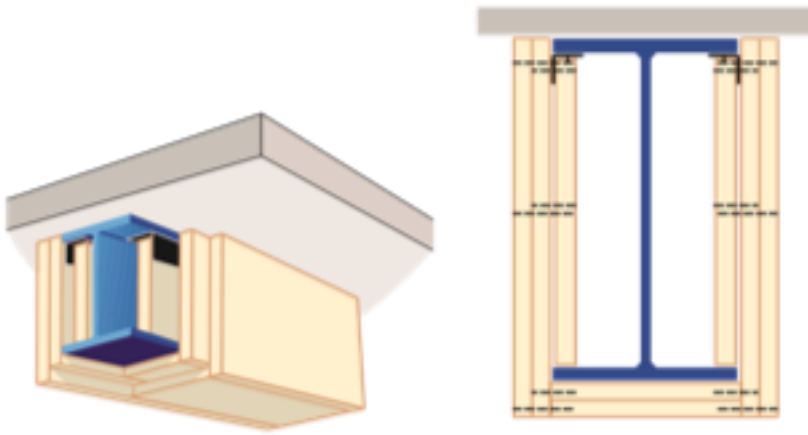
Gipsplader til brandsikring af stål er specielt fremstillede plader af ubrændbart materiale. De gængse systemer på markedet kan yde brandbeskyttelse i op til 120 minutter.

Den enkelte producent har typisk beregningsværktøjer eller tabeller til dimensionering af brandbeskyttelsen.

Montering

Stålet brandbeskyttes med et eller flere lag brandgipsplade alt efter kravet til brandmodstanden.

Montagen foretages typisk med skruer og hjørneprofiler, afhængig af producentens anvisning. De forskellige producenters produkter bør ikke blandes, idet sammensætningen af produkter er unik for brandbeskyttelsessystemet og afprøvningen af dette. Producentens anvisning bør derfor følges.



Eksempel på montage af gipssystem:

Stenuldsplader incl hårdtpressede stenuldsplader

Produktbeskrivelse

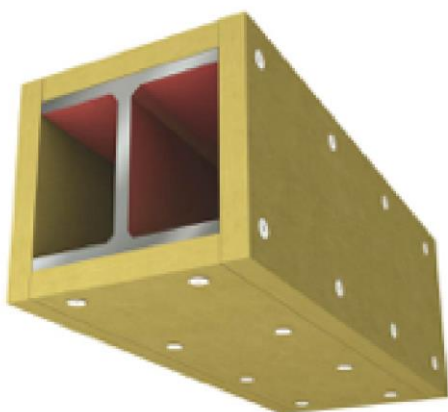
Ved brug af stenuldsplader til brandsikring af stål, anvendes der typisk plader med en densitet på minimum 150 kg/m³. Disse plader er tilstrækkeligt formstabile til at modstå en brand. De gængse systemer på markedet kan yde brandbeskyttelse i op til 120 minutter. Stenuldsplader er typisk tilgængelige både med og uden glasvæv. Enkelte producenter har en kombineret løsning med stenuldsplader pålimet gips. Den enkelte producent har typisk programmer eller tabeller til dimensionering af brandbeskyttelsen.

Montering

Stålet brandbeskyttes typisk med et lag stenuldsplade. Tykkelsen fastsættes ud fra kravet til brandmodstanden.

Montagen kan foretages på flere måder. Ved klæbning, ved brug af skruer eller med svejsestrittere. De forskellige producenters produkter bør ikke blandes, idet sammensætningen af produkter er unik for brandbeskyttelsessystemet og afprøvningen af dette. Producentens anvisning bør derfor følges.

Eksempel på stenuldsplade monteret med svejsestrittere:



Kalciumsilikatplader

Produktbeskrivelse

Pladerne er typisk i intervallet ca. 250kg/m³ og op til ca. 900kg/m³. Kalciumsilikat er et produkt, som bruges ved alle former for passiv brandsikring. Det kan være som brandadskillende konstruktion, brandbeskyttelse af stål eller som brandsikring af ventilationssystemer.

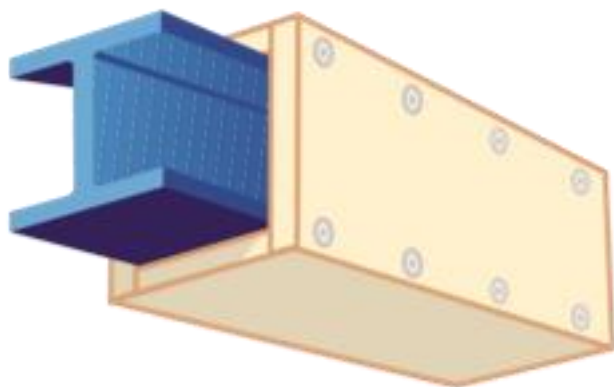
Kalciumsilikat beholder sin form, selv i miljøer med høj fugtighed. Det gør blandt andet pladerne egnede til montage tidligt i byggefasen.

Sammen med stenuldsprodukter, er kalciumsilikat plader en af de vægtmæssigt letteste former for brandbeskyttelse, forudsat der vælges produkter med lav densitet. I forhold til stenuld, er der her mulighed for at lave en overfladebehandling som man kender det fra fx gipssystemer.

Montering

Sædvanligvis, kan kalciumsilikatpladerne monteres uden brug af skinne system eller yderligere monteringsprofiler. Typisk monteres der en laske i åbne profiler, hvorpå pladerne kan monteres med skudsøm, skruer eller klammer. Dette afhænger dog af den enkelte producents godkendelse.

Eksempel på montage af kalciumsilikatplader:



Brandbeskyttende malinger

Produktbeskrivelse

Brandbeskyttende malinger, beskytter stålet ved at ekspandere når de udsættes for høje temperaturer. Ekspansionen skaber et beskyttende lag rundt om profilet, som forsinker stålets temperaturforøgelse ved varmepåvirkningen.

Brandmalinger til stål ekspanderer 30-50 gange. Det kan derfor være nødvendigt at sikre minimumsafstande til tilstødende konstruktionsdele.

Moderne brandbeskyttende malinger, kan beskytte stålet i helt op til 120 minutter, nogle systemer endda længere. Brandmaling kan give et flot visuelt resultat, ved at bygningens bærende konstruktioner kan være synlige.

Påføring

Brandbeskyttende malinger påføres typisk med rulle, pensel eller sprøjte. Det mest sædvanlige er påførsel med sprøjte, som også giver det flotteste resultat. Typisk kan brandmalinger påføres i 300-1000µm ad gangen, dog kan nogle systemer påføres i over 5000 µm. Typisk påføres der en grundmaling som korrosionsbeskyttelse af stålet og derefter en brandmaling. Nogle brandmalingsystemer kan dog påføres direkte på stålet.

Herefter kan der sluttes med en topmaling som dekor og/eller beskyttelse mod vejrlig.

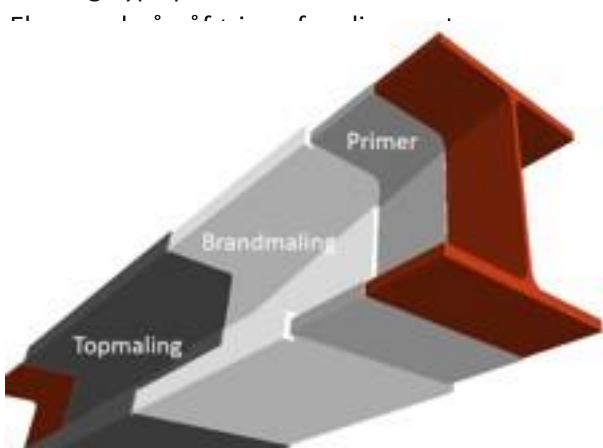
Når brandmalingen er blevet påført, er det vigtigt at den hærder inden topmalingen påføres. Hærdetiden afhænger af luftfugtighed, temperatur og luftskifte samt produkttype.

Under påføring- af samt efter hærdeningen af malingen er det nødvendigt at foretage kontrolmåling af lagtykkelsen. Disse kontrolmålinger bør udføres iht. SikkerhedsBranchens vejledninger om brandmalede konstruktioner:

- Vejledning for kontrolmåling af brandhæmmende maling på stålkonstruktioner.

September 2014

- Reparation, inspektion og vedligehold af brandmalede stålkonstruktioner. Undersøgelse af ukendt malingstype på stålkonstruktion der skal brandmales. Oktober 2015



Spraysystemer

Produktbeskrivelse

Sprayprodukter ekspanderer ikke men beskytter stålet mod brand i kraft af sin type og tykkelse.

Sprayprodukter findes i to hovedtyper tørmixet spray og vådmixet spray. Forskellen imellem disse er måden, hvorpå produktet blandes og påføres.

En tørmixet spray består af fibermateriale (fx mineraluld) blandet med en cementbinder. Trykluft sender blandingen frem til sprayslangens dyse, hvor der tilføres vand samtidig med at blandingen sprøjtes på underlaget.

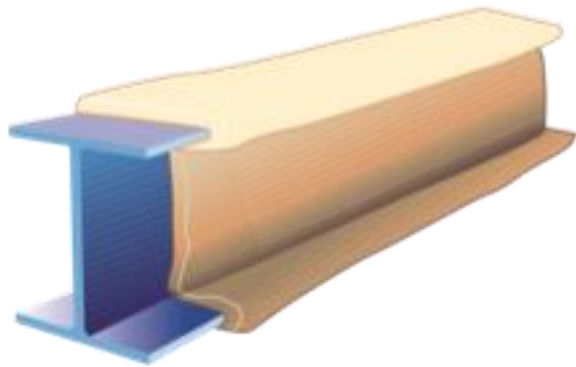
En vådmixet spray er fx baseret på vermiculite og cement eller gips. Denne spraytype bliver blandet med vand i en blandemaskine, inden den ved lavt tryk bliver pumpet til slangens dyse hvor der tilføres trykluft som sprøjter blandingen mod underlaget.

Påføring

Spraysystemer kan normalt påføres underlag af stål. Nogle typer spray kan også påføres underlag af beton samt underlag af træplader/bjælker hvis der er monteret med net af strækmetal.

For mindre og åbne stålprofiler (fx HE..A, HE..B) fyldes flangerne ofte helt i stedet for at lade sprayerne følge stålprofilets indvendige omkreds.

Vådmixet spray anvendes typisk til indendørs og semi-eksponerede klimaforhold. Tørmixet spray kan bl.a. p.gr.af fiber/gipsindholdet, typisk anvendes under indvendige klimaforhold.



BILAG:

Krav i bygningsreglementet:
Bygningsreglement 2018 – BR18

§ 82 – 83 Sikkerhed ved brand

§ 82 Byggeri skal have en tilfredsstillende sikkerhed for personer i tilfælde af brand og acceptable forhold for redning af dyr i byggeri med erhvervsmæssigt dyrehold. Brandsikkerheden i et byggeri skal opretholdes i hele levetiden.

Stk. 2. Design, projektering, udførelse, drift, kontrol og vedligehold af byggeri skal ske under hensyn til anvendelsen og under hensyn til, at:

- 1) De anvendte materialer, bygningsdele, konstruktioner og installationer er brandmæssigt egnede i relation til deres placering og anvendelse.
- 2) Der kan ske en sikker evakuering af personer i og ved byggeri.
- 3) Konstruktioner har tilstrækkelig bæreevne i tilfælde af brand.
- 4) Det sikres, at der ikke sker brandspredning til byggeri på anden grund, at brand- og røgspredning til andet byggeri på egen grund begrænses, og at brand- og røgspredning i byggeri, hvor branden er opstået, begrænses i den tid, som er nødvendig for evakuering.
- 5) Det sikres, at redningsberedskabet har forsvarlig mulighed for redning af personer og for at gennemføre det slukningsarbejde og den begrænsning af brandspredning, som er nødvendig herfor.
- 6) Det sikres, at driften af byggeri sker på en sådan måde, at sikkerheden i tilfælde af brand er opretholdt i hele levetiden.
- 7) Det sikres, at konstruktioner, bygningsdele og brandtekniske installationer kontrolleres og vedligeholdes løbende, så sikkerheden i tilfælde af brand opretholdes i hele bygningens levetid.

§ 83 Dokumentation for, at byggeri opfylder kravene i kapitel 5, skal ske i henhold til Bygningsreglementets vejledning til kapitel 5 - Brand eller på en anden måde, som på tilsvarende vis dokumenterer, at kravene er opfyldt.

§ 87 Materialer, konstruktioner og bygningsdele

Materialer, konstruktioner og bygningsdele, der skal bidrage til brandsikkerheden, skal anvendes og udføres under hensyn til deres brandmæssige egenskaber som varmeudvikling, flammespredning, røgproduktion, produktion af brændende dråber og partikler, nedfald af dele samt brandmodstandsevne og bæreevne.

§ 99 – 103 Bærende konstruktioners brandmodstandsevne

§ 99 I tilfælde af brand skal bygninger og bygningsdele have en tilstrækkelig brandmodstandssevne.

Stk. 2. Projektering og udførelse af bygningers konstruktioner skal ske under hensyn til, at:

1) Evakuering af de personer, der opholder sig i bygningen, kan ske på sikker vis, og at der ikke sker væsentlige skader på bygningen.

2) Der ikke sker skade på personer og bygninger på anden grund.

3) Redningsberedskabet har forsvarlig mulighed for redning af personer og for at gennemføre det slukningsarbejde og den begrænsning af brandspredning, som er nødvendig herfor.

4) Der ikke sker væsentlige skader på andre bygninger på egen grund, som kan medføre fare for personer eller redningsberedskabets redningsindsats.

§ 100 Brandmodstandssevnen for bærende bygningsdele bestemmes enten ved standardbrandpåvirkning eller ved anvendelse af et naturligt brandforløb som beskrevet i DS/EN 1991-1-2 Eurocode 1: Last på bærende konstruktioner- Del 1-2: Generelle laster - Brandlast og DS/EN 1991-1-2 DK NA Nationalt Anneks til Eurocode 1: Last på bygværker - Del 1-2: Generelle laster - Brandlaster.

Stk. 2. Anvendes et naturligt brandforløb i medfør af stk. 1, skal det dokumenteres, at konstruktionen kan modstå det fulde brandforløb.

§ 101 § 100 kan fraviges, hvis det på anden vis sikres og dokumenteres, at fravigelsen er forsvarlig, og der opnås et sikkerhedsniveau som beskrevet i § 82 og § 344, stk. 2, nr. 1.

§ 102 Bæreevnen under brand skal bestemmes som beskrevet i kapitel 15.

§ 103 Bygningsdele skal sammenbygges, så den samlede bygningskonstruktion i brandmæssig henseende ikke har en ringere bæreevne i tilfælde af brand, end de enkelte bygningsdele i konstruktionen har. Dette gælder både bærende og brandadskillende bygningsdele.

Link til Bygningsreglementets vejledning til kapitel 5 – Brand, kapitel 3 – Bærende konstruktioner:

https://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/05/Vejledninger/Generel_Brand#d6195704-5be2-4a94-b9d4-d1c652245d46

Link til BR 18 kapitel 15 – Konstruktioner (§ 340 - § 357)

https://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/15/Krav/340_343#7a9d2a13-b93e-4341-8428-687cb21f0efe

Link til BR 18 kapitel 15 – vejledning om konstruktioner

<https://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/15/Vejledninger#Indholdsoversigt>

SikkerhedsBranchen
Roskildevej 22
2620 Albertslund

Telefon 36 49 40 80
info@sikkerhedsbranchen.dk

www.sikkerhedsbranchen.dk

Få mere at vide...

SikkerhedsBranchens Fagudvalg for Passiv Brandsikring arbejder for en optimal, grundlæggende brandsikring af vores bygninger, der kan sikre samfundsmæssige værdier og redde menneskeliv.

Vi vejleder alle parter i byggeriet og er en aktiv sparringspartner for lovgivere, myndigheder, brandvæsen, politi og bygherrer.

Bliv medlem!

Få mere at vide om vores arbejde og om fordelene ved et medlemskab på www.sikkerhedsbranchen.dk eller kontakt os på telefon 36 49 40 80.