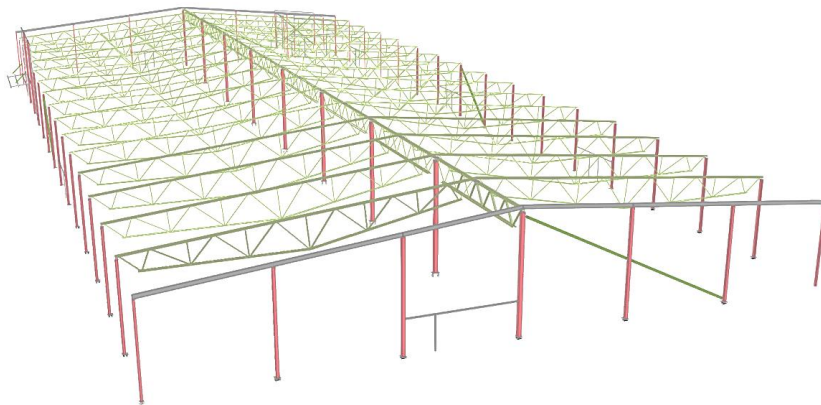


# ALTERNATIV METOD FÖR VÄRDERING AV PERSONRISK I HALLBYGGNADER VID BRAND

*En sammanfattande vägledning*

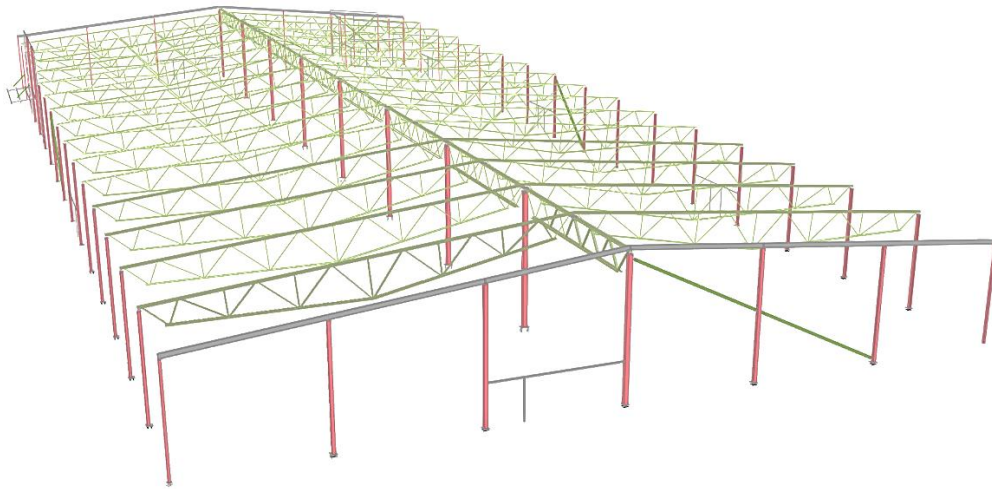


**Joakim Sandström**

**2019-06-13**

VÄGLEDNING

# Alternativ metod för värdering av personrisk i hallbyggnader vid brand



SBUF Projekt 13330

Joakim Sandström, PhD

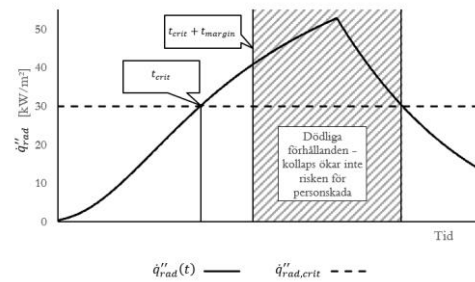
**Vid projektering** av byggnader ställs ofta krav på bärande funktion i brandfallet. Hur mycket brandskydd som krävs är direkt kopplat till hur stor sannolikheten, eller risken för personskador vid brott i brandfallet är. Då det saknas någon tydlig metod att bestämma risken för personskada vid brand har SBUF finansierat ett projekt som tagit fram ett sätt för att kvantifiera personrisk i förhållande till brandutsatta bärande konstruktioner.

**Metoden** bygger på principen att brott i en bärverksdel till följd av brand inte bidrar till ökad risk för personskada om det redan är omöjligt att vistas i skadeområdet. Genom att beräkna tiden för brottet och utvärdera hur stor följdskadan blir och ställa det mot de brandförhållanden som råder i samma område går det att se om brottet i sig ökar risken för personskada eller inte.

**Utvärderingen av personrisk** kan göras antingen i tids- eller areadomänen. Båda tillvägagångssätten bygger på ovanstående princip men ser lite olika ut. Beräkning av tider och areor enligt nedan bör göras som ett samarbete mellan ett projekts brandprojektör och konstruktör.

**Dimensionering i tidsdomänen** är mest relevant för de fall brandförhållandena i hela byggnaden är lika vid tiden för brott. För att kunna göra en beräkning behöver någon form av brandmodell kopplas ihop med en modell för hållfasthet vid brand. I byggnader med ett rum, exempelvis lager, kan denna metod vara framgångsrik. För dessa fall gäller det att säkerställa att brott inte inträffar innan kritiska förhållanden uppstått i byggnaden, se Figur 1.

**Kritiska förhållanden** uppstår när den termiska strålningen från brandgaslagret är så intensiv att kortvarig exponering leder till död. Detta förhållande inträffar vid tidpunkten  $t_{crit}$  och längden på den kortvariga exponeringen noteras  $t_{margin}$ . Vid tiden  $t_{crit} + t_{margin}$  har alltså kritiska förhållanden uppstått och pågått så länge att överlevnad kan ses som omöjlig.



Figur 1 Brott i konstruktionen vid tid för dödliga förhållanden ökar inte risken för personskador.

**En rimlig nivå** på den kritiska termiska strålningen,  $q''_{rad,crit}$ , för att bestämma  $t_{crit}$  kan antas till  $30 \text{ kW/m}^2$ . Ett så högt värde uppkommer antingen i brandens direkta närhet, eller, vid rumsbrand, efter övertändning.  $t_{crit}$  är den tid det tar för den termiska strålningen i brandrummet att uppnå  $q''_{rad,crit}$  från brandgaslagret.  $t_{margin}$  antas till  $150 \text{ s}$  vilket för  $q''_{rad,crit} = 30 \text{ kW/m}^2$  orsakar sådana brännskador på räddningstjänstpersonal att överlevnad kan ses som omöjliggjord.

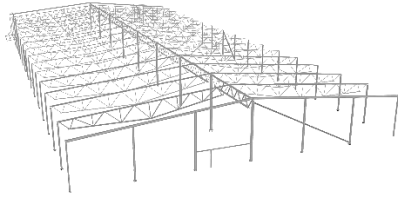
**Tiden för brott** noteras  $t_{str}$  och vid design i tidsdomänen kan anses godtagbar om ekvation 1 är uppfylld.

$$t_{str} \geq (t_{crit} + t_{margin}) \quad (1)$$

**Design i areadomänen** bygger på samma princip men innefattar endast en begränsad del av en byggnad och utgår istället från tiden till brott,  $t_{str}$ . För ett skadeområde vid tiden för brott,  $A_{str}(t_{str})$ , ska kritiska förhållanden ha uppstått med viss tidsmarginal,  $A_{crit}(t_{str} - t_{margin})$ . Design i areadomänen kan anses godtagbar om ekvation 2 är uppfylld.

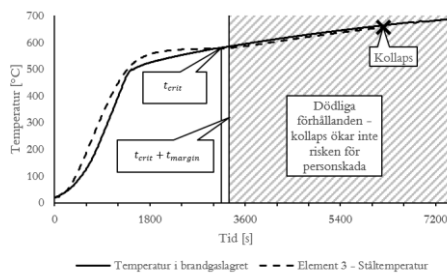
$$A_{crit}(t_{str} - t_{margin}) \geq A_{str}(t_{str}) \quad (2)$$

**Vid en fallstudie** av en hallbyggnad med oskyddade stålfackverk tillämpades dimensionering i tidsdomänen för att utvärdera personsäkerheten, se Figur 2. Risken för personskada till följd av fortskridande ras vid brand hanteras implicit genom att ingen kan vistas någonstans i byggnaden vid tiden för brott.



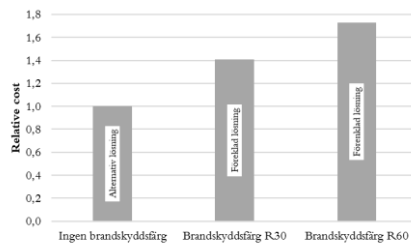
Figur 2 Stommen hos byggnaden som utvärderades.

**Studien visade** att byggnaden med marginal kunde förväntas hålla ihop till efter det att dödliga förhållanden infunnit sig i hela byggnaden, se Figur 3. Risken för personskador ansågs därför inte öka vid brott i konstruktionen vid brand.



Figur 3 Brott till följd av brand inträffade långt efter dödlighet i brandnummet.

**Tillräcklig säkerhet** kunde därför uppnås i byggnaden även utan skydd på fackverket vilket gör att kostnader för att måla med brandskyddsfärg kan undvikas, se Figur 4.



Figur 4 Relativ kostnad för målning av fackverk beroende på skyddsmängd.

**En probabilistisk studie** visade att sannolikheten att ett fackverk ska gå till brott i byggnaden var stor. Samtidigt förstärkte studien också slutsatsen att sannolikheten för personskada i händelse av brott vid brand var mycket liten. I aktuellt fall bestämdes sannolikheten för personskada till  $1,90 \cdot 10^{-5}$ , vilket motsvarar säkerhetsindex 4,9 för en referenstid på ett år.

**För fallstudien** gäller att brott i fackverk medför en måttlig risk för personskador och fackverket ska därför hänföras till brandsäkerhetsklass 3 [1]. Ett förslag på säkerhetsnivå kopplat till brandsäkerhetsklass och målsannolikhet för personskada görs i tabell 1 utifrån de säkerhetsnivåer som finns angivna för brottsannolikhet i EKS. Med  $\beta = 3,7$  som målsäkerhet för en referenstid på ett år och en faktisk säkerhet motsvarande  $\beta = 4,9$  kan det anses att säkerheten i fallstudien med råge är uppfylld.

Tabell 1 Säkerhetsindex för en referenstid på ett år i förhållande till olika brandsäkerhetsklasser (BSK).

BSK	R-krav	Säkerhetsindex, $\beta$
1	-	-
2	R15	3,1
3	R30	3,7
4	R60/120/180	4,3
5	R90/180/240	4,8

**I varje byggprojekt** behöver en mer noggrann analys göras i samråd mellan projektets konstruktör och brandprojektör. För att underlätta en initial dimensionering kan dock följande tumregler tillämpas för fackverk:

1. Fackverket ska klara en lokal brand placerad rakt under respektive element fram till övertändning.
2. Fackverket ska klara en generell kritisk uppvärmning till ca  $600^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>.

**Att följa** dessa två tumregler betyder inte att konstruktionen garanterat är säker men sannolikheten för en lyckad analys ökar.

**Ytterligare information** om dimensioneringsmetoden och praktiska råd vid tillämpning går att läsa i Joakim Sandströms avhandling [2].

- [1] Boverket, *EKS 10*, vol. BFS 2015:6. 2015.  
 [2] J. Sandström, "The Life Safety Objective in Structural Fire Safety Design", PhD Thesis, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden, 2019.

<sup>1</sup>  $600^{\circ}\text{C}$  motsvarar ungefär  $\mu_{0,fi}=30\%$  för tryckta element och  $\mu_{0,fi}=45\%$  för dragta element.

