



Funktionsbaserad design av bärförmåga vid brand

Alla stommar har ett inbyggt brandmotstånd även utan att man vidtar speciella skyddsåtgärder. Frågan är om detta inbyggda brandmotstånd räcker för att uppnå tillfredställande liten risk för personskador eller inte vid brand och hur mycket stommen eventuellt behöver skyddas. Det saknas idag en accepterad metod för att visa på risk för personskador till följd av kollaps vid brand i en byggnad. Till följd av det projekteras många byggnader idag med mer skydd än nödvändigt medan andra projekteras med för lite.

En byggnad innehåller en stor mängd olika konstruktionselement med nästan lika många olika risknivåer. Med risk menas här risk för allvarlig personskada eller att någon dör i händelse av kollaps av ett konstruktionselement vid brand. I de allmänna råden till EKS [1] anges, för en och samma byggnad, en enhetlig skyddsnivå



Joakim Sandström
LTU/Brandskyddslaget AB



Jörgen Thor
Brandskyddslaget AB

i form av krav på brandteknisk klass, till exempel R 30/60 och så vidare för samtliga konstruktionselement vilket är allt för grovt för att kunna optimera skyddet i en byggnad. I vissa fall är det mer kostnadseffektivt och rationellt att bygga med samma skyddsnivå i hela byggnaden men det finns samtidigt också fall där kostnaden kan bli oproportionerligt stor jämfört med den reella skyddseffekten. Ytterligare kan nämnas att det förekommer fall då det är rimligt att kräva en högre skyddsnivå än angivet som schablon, något som inte fångas in i de allmänna råden.

Handboks lösningar och Br0

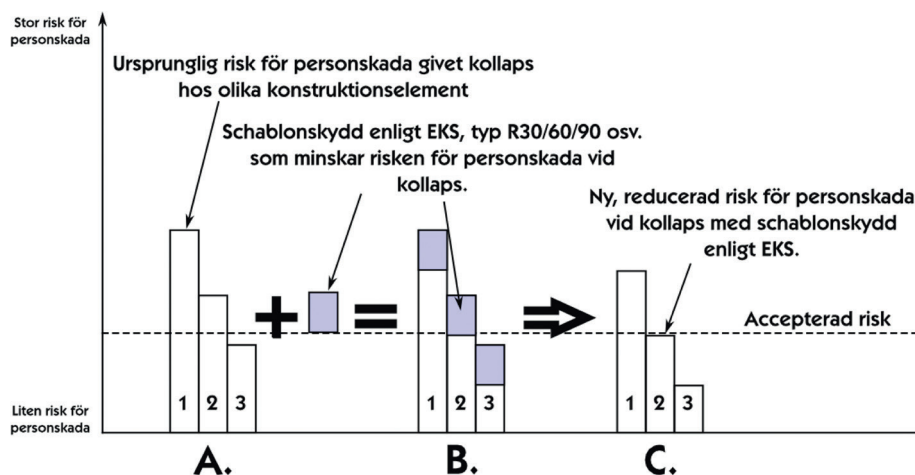
För många befintliga konstruktioner och för många konstruktioner som kommer

att byggas behöver detta inte vara ett problem, men i vissa fall räcker inte de allmänna råden i nuvarande utformning till, utan en generell metod för konsekvensanalys behövs. Metoden behövs om inte annat för att kunna hantera olika typer av specialfall och praxis med undantag som vi idag accepterar som handbokslösningar. Alternativt behöver råden kompletteras med en lista med alla dessa undantag, en lista som riskerar att bli lång och onödigt komplicerad.

Vid projektering av byggnader i brandteknisk byggnadsklass Br0 är dessutom vägledning kring skyddsnivåer mycket liten och projektören måste istället hemfalla åt ingenjörsmässiga bedömningar. Dessa bedömningar kan vara bra och på säkra sidan men då det saknas transparens i många lösningar kan de lika gärna hamna på osäkra sidan, utan att någon vet om eller har möjlighet att upptäcka det.

Mål med brandskyddet

Vid funktionsbaserad dimensionering av bärande konstruktioner finns två övergripande mål som utgör basen för all analys:



Figur 1: I en och samma byggnad finns konstruktionselement där sannolikheten för personskada är olika stor beroende på vilket konstruktionselement som kollapsar vid brand (A). Genom att skydda konstruktionselementen med en schablonnivå reduceras sannolikheten (B). Reduktionen av sannolikhet för personskador för olika konstruktionselement, givet att de är skyddade med en schablonnivå kan vara allt från för liten till obehövlig (C).

- Rädda liv, och
- Rädda egendom.

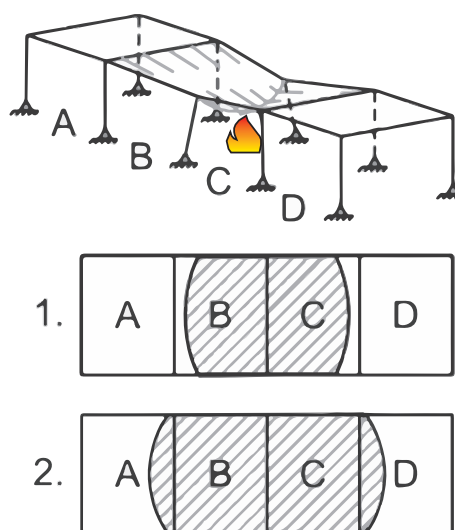
Tidigare har ofta målet att rädda liv blandats i större eller mindre omfattning med målet att rädda egendom vilket leder till en del svårigheter vid projektering. Om syftet är att bestämma personsäkerhet utifrån sannolikheten att en byggnad står kvar efter en brand är det svårt att visa på skillnaden mellan ett oskyddat konstruktionselement och ett konstruktions-element med väldigt lågt formellt krav på skydd. Då skyddet i byggnader med lågt formellt krav på skydd oftast är utformat för att fördröja kollaps och inte förhindra densamma blir i sannolikheten för kollaps i praktiken lika stor. I och med att sannolikheten för kollaps är lika stor finns då alltid möjligheten att visa att skydd är obehövligt även om fördröjningen av kollapsen är högst önskvärd ur ett personsäkerhetsperspektiv.

SBUF finansierar ett projekt där LTU har i uppdrag att ta fram en metod för att kunna bestämma konsekvensen vid skada på bärande konstruktioner i förhållande till skada på människor vid brand. Upphovet till studien är ett upplevt behov av samsyn i branschen kring dessa frågor. Enligt EKS 10, avd. C, kapitel 1.1.2 2§ ska bärande element i en stomme skyddas mot brand beroende på den risk för personskada som finns vid kollaps av ett konstruktionselement. I bedömningen anges ett antal parametrar som ska finnas med i bedömningen men vägledning kring hur bedömningen praktiskt ska gå till saknas. Projektet har fokuserat på att hålla isär dessa parametrar och skapa en tydlig modell för analys av personrisk i förhållande

till skada på bärverk vid brand. För att kunna göra det krävs en förklaring av två begrepp som sedan ställs emot varandra: område med kritiska förhållanden och skadeområde vid brand.

Område med kritiska förhållanden

Här skiljer sig dimensionering av bärande konstruktioner vid brand från dimensionering av utrymning. De kritiska förhållanden som åsyftas här handlar uteslutande om omedelbart dödliga förhållanden och då i första hand om dödliga förhållanden i form av termisk strålning. Om det finns ett område i hela eller en del av en byggnad där den termiska påverkan gör att inget levande kan finnas, kan en kollaps inom samma område inte ytterligare skada någon.



Figur 2: Samma skadeområde men olika stora områden med kritiska förhållanden ger olika säkra byggnader.

Det är viktigt att notera att de kritiska förhållanden som bestämmer områdets omfattning bygger på temperaturer. Höga temperaturer är skadliga både för människor och konstruktioner och blir därför direkt jämförbara. Andra typer av kritiska förhållanden som exempelvis rökfylldhet kan diskuteras men blir mycket svårare att tillämpa. Bland annat på grund av att rökfylldhet kan hanteras av räddningstjänsten oavsett dos, vilket inte är fallet med temperaturer.

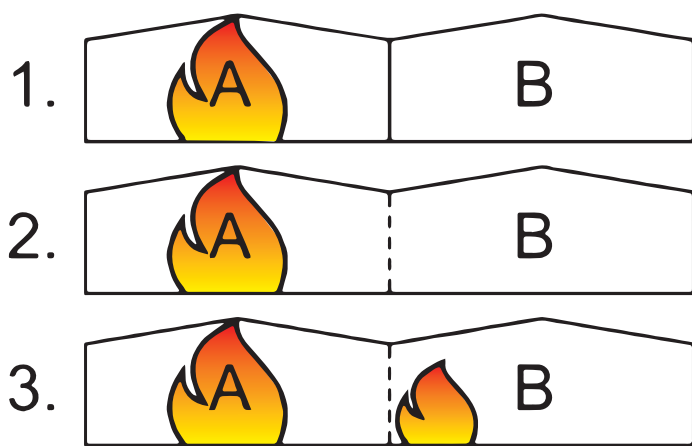
Skadeområde vid brand

Skadeområdet vid en brand är det område där skadan på stommen kan ge direkta skador på människor. En direkt skada i det här fallet är till exempel att få ett konstruktionselement över sig eller att golvet försvinner under fötterna. Fortskridande ras bör alltså hanteras så att skadeområdet minimeras i förhållande till brandens storlek och området med kritiska förhållanden.

Mål och funktionella krav

Om målet för design av bärande konstruktioner vid brand är att skydda liv kan det funktionella kravet, det som kan om-sättas i praktisk design, formuleras som att området med kritiska förhållanden måste vara större än skadeområdet till följd av brand vid tidpunkten för kollaps. Då området med kritiska förhållanden kan antas växa med tid blir det huvudsakliga sättet att göra en byggnad säkrare genom att förstärka konstruktionen i brandteknisk mening så tidpunkten för kollaps senareläggs. Genom att senarelägga kollapsen kan det säkerställas att området med kritiska förhållanden hinner växa sig större än skadeområdet. Det är också så som den förenklade lösningen för byggnader med låga formella krav på skydd i regelverkets allmänna råd kan ses, skyddet är till för att fördröja en kollaps så länge att kollapsen blir ointressant ur personskyddssynpunkt.

Ett exempel på det kan vara i en hallbyggnad där skadeområdet vid kollaps antas vara spann B och C. Fortskridande ras hanteras i brandfallet så att A och D inte påverkas av kollapsen. I samband med att branden växer över tid, växer också området med kritiska förhållanden (streckat i figur 2). Genom att förstärka konstruktionen på strategiska ställen och fördröja en kollaps kan stommen gå från att vara osäker, fall 1 i figur 2, till att vara säker, fall 2 i figur 2. I fall 1 är skadeområdet vid kollaps större än området med kritiska förhållanden vilket gör att personer kan överleva i skadeområdet vid tiden för kollaps. I fall 2 är istället skadeområ-

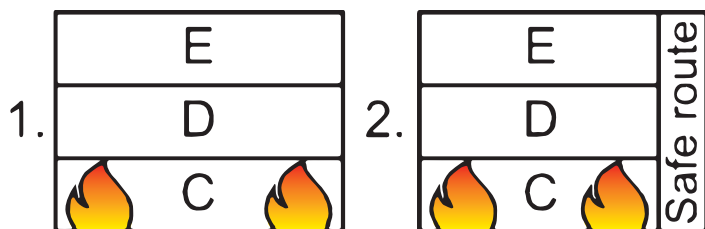


Figur 3: Risk för personskador i byggnader med flera brandceller.

det mindre än området med kritiska förhållanden vilket gör att en kollaps inom detta område inte utgör någon ytterligare risk för personskada. Genom att förstärka konstruktionen motsvarande skillnaden mellan fall 1 och 2 kan en byggnad göras säkrare då kollapsen fördröjs tillräckligt länge för att området med kritiska förhållanden ska ha hunnit växa sig större än skadeområdet vid tidpunkten för kollaps.

Det här resonemanget kan också tillämpas på till byggnader med flera brandceller både i ett och flera plan. För enplansbyggnader begränsas ett område med kritiska förhållanden av en brandcellsgräns och

det är då viktigt att en kollaps i brandrummet inte fortskrider till angränsande brandceller. I en byggnad med flera brandceller bör personer i angränsande brandceller antas vara omedvetna om branden varför förhindrandet av kollaps utanför brandrummet är extra viktigt, se figur 3. Dock kan en kollaps tillåtas i den ursprungliga brandcellen om stommen står kvar i den angränsande brandcellen även efter att brandcellsgränsen gett vika. I fallet med fallerad brandcellsgräns gäller att de två (eller flera) brandcellerna ska ses som en stor brandcell där skadeområdet på grund av kollaps ska vara mindre



Figur 4: Vid brand i en flervåningsbyggnad kan människor på våningar ovanför branden bli instängda (1). Även om de skulle ha en väg ut (2) är det inte säkert att de kan antas vara medvetna om en brand.

än området med kritiska förhållanden för att konstruktionen ska kunna anses säker.

För flervåningsbyggnader gäller i grunden samma resonemang men med några ytterligare komplikationer. Att kunna utrymma en lokal eller brandcell kan då helt förhindras av en brand på nedanförliggande plan. Ett exempel på detta är World Trade Center efter attackerna 2001 där människor blev instängda på grund av brand. Även om människor inte blir instängda i en flervåningsbyggnad är det mer troligt att en kollaps skadar även ovanförliggande plan där medvetenheten om en brand kan vara obefintlig, exempelvis flerbostadshus där människor kan sova sig genom ett brandförlopp, se figur 4.

Sammanfattning

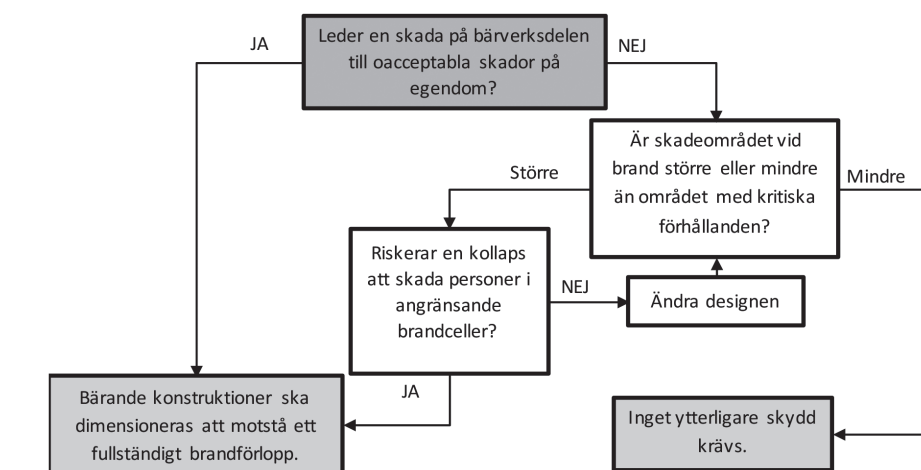
Hela analys- och dimensioneringsprocessen kan sammanfattas i det flödesschema som anges i figur 5.

Med det här angreppssättet kan byggnader oavsett form och färg dimensioneras med jämförbar nivå på skyddet mot personskador till följd av en kollaps vid brand. Det här är också i grunden ett angreppssätt som är granskningsbart och i förlängningen därför har potential att fungera bra att kontrollera på ett likartat sätt oavsett vem som gjort analysen. Många byggnader och konstruktions-element kommer i och med det här att kunna anses tillräckligt säkra med bara det inbyggda brandmotstånd som finns i stommen utan ytterligare skydd. Samtidigt som vissa byggnader vid närmare granskning kommer att behöva mer skydd än vad som är angivet i regelverket för att kunna uppnå samma säkerhet. Oavsett vilket, ökar möjligheten att göra funktionsbaserad design av brandutsatta bärande konstruktioner med kostnadseffektiva lösningar där personsäkerhet står i fokus.

Under hösten och våren kommer arbetet med konsekvensanalysmetodiken att fortsätta och som ett första steg har en artikel publicerats i samband med konferensen Fire and Blast i London i september 2017 [2]. ■

Referenser

- [1] Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurocoder), BFS 2015:6. Karlskrona: Boverket, 2016.
- [2] J. Sandström, U. Wickström, S. Thelandersson och O. Lagerqvist "The life safety objective in performance-based design for structural fire safety," i Proceedings of the 2nd International Conference on Structural Safety Under Fire and Blast Loading, London 2017.



Figur 5: Flödesschema över analys- och dimensioneringsprocessen.