

Call Tower Invest AB
Alfa Consult AS / Arthur Buchardt
N-2301 Hamar
Norge

Kävlinge 2009-10-13

Lidarände 1, Kista (Victoria Tower), nybyggnad av hotell och kontor
Fristående sakkunnigkontroll avseende vald metodik för projektering av brandskyddet

Brandingenjör och tekn. lic. Fredrik Nystedt, Wuz risk consultancy AB, har på uppdrag av Call Tower Invest AB utfört en fristående sakkunnig kontroll enligt Plan- och bygglagen (1987:10).

Stockholms stad har efter byggsamråd ansett att en sådan kontroll behövs och undertecknad, brandingenjör Fredrik Nystedt, har påtagit sig denna roll som fristående sakkunnig kontrollant för rubricerat objekt och ärende avseende det byggnadstekniska brandskyddet.

1. Uppdragsbeskrivning

Plan- och bygglagen möjliggör för kommuner, vid sin tillsyn av ett planerat eller pågående byggprojekt, att kräva kontroll av en fristående sakkunnig kontrollant. Kontrollen har omfattat nedanstående frågeställning som berör själva metodiken för projektering av brandskyddet:

- ♦ Kan man med vald metodik säkerställa att bygglagstiftningens skyddsnivå uppnås?

Således har inga andra brandtekniska frågeställningar besvarats. Vidare har enbart projekteringsmetodiken studerats och inte detaljer avseende de brandskyddstekniska lösningarna som valts med utgångspunkt i de resultat som riskanalysen redovisar.

Kontrollen grundar sig på det projekteringsunderlag som presenteras i avsnitt 3 "Tillgängligt underlag".

2. Lagrum

I samband med nybyggnad ska krav som anges i Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. med tillhörande förordning uppfyllas. Dessa krav utvecklas och förtydligas i tillhörande tillämpningsföreskrifter, Boverkets byggregler, BBR (BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2008:6).

Projekteringen har skett med utgångspunkt från BBR och i enlighet med den allmänt vedertagna praxis som gäller för byggnadstekniskt brandskydd. Brand- och utrymningssäkerheten i byggnader med fler än 16 våningsplan bör enligt BBR 5:13 verifieras med analytisk dimensionering.

3. Tillgängligt underlag

Följande skriftliga underlag har funnits tillgängligt vid kontrollen:

- ♦ Riskanalys – Brandskydd i högdelen, kv. Lidarände, Kista (Victoria Tower), upprättad av Brandskyddslaget AB, daterad 2009-09-24 (rev. 2)

Tillgängligt skriftligt material har kompletterats med intervju med Niclas Åhnberg på Brandskyddslaget AB per telefon (2009-09-28 och 2009-10-12).

4. Tolkning av krav i BVL, BVF och BBR vid projektering av höga byggnader

4.1. BVL och BVF

De brandtekniska krav samhället ställer på nya byggnader regleras i Plan- och bygglag – PBL (1987:10), Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. – BVL. och Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. – BVF. I 4 § BVF specificeras de väsentliga tekniska egenskapskrav i fråga om säkerhet i händelse av brand och det anges det att byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att:

- ♦ byggnadsverkets bärförmåga vid brand kan antas bestå under en bestämd tid,
- ♦ utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas,
- ♦ spridning av brand till närliggande byggnadsverk begränsas,
- ♦ personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt, och
- ♦ räddningsmanskapets säkerhet vid brand beaktats.

Varken i BVL eller i BVF ges några detaljerade krav för brandskyddets utformning, utan dessa anges i Boverkets byggregler BBR.

4.2. BBR

Föreskrifterna i Boverkets byggregler BBR baseras i huvudsak på BVF:s grundkrav och reglerna är främst inriktade på människors säkerhet. De krav som finns på ytskikt, brandcellsindelning m.m., samt den uppdelning av byggnaderna som görs för att hindra branden att spridas till grannbyggnader utgör också en tillräcklig nivå för egendomsskyddet.

För vissa byggnader är det osäkert om förenklad dimensionering resulterar i ett brandskydd med en tillräcklig säkerhetsnivå. I dessa byggnader ska analytisk dimensionering användas för att verifiera att brand- och utrymningssäkerheten uppfyller samhällets krav. BBR avsnitt 5:13 om analytisk dimensionering lyder:

5:13 Analytisk dimensionering

Analytisk dimensionering och vid behov tillhörande riskanalys ska verifiera brand- och utrymningssäkerheten i byggnader där brand kan medföra mycket stor risk för personskador. Analytisk dimensionering kan vara beräkning, provning, objektsspecifika försök eller kombinationer av dessa.

Allmänt råd (till BBR 5:13)

Byggnader där brand kan medföra mycket stor risk för personskador är större komplexa byggnader eller byggnader där det kan vistas ett mycket stort antal personer. Exempel på sådana byggnader kan vara byggnader med fler än 16 våningsplan, byggnader med vissa typer av samlingslokaler eller vårdanläggningar, samt komplexa byggnader under mark.

Om en byggnad kräver tvingande analytisk dimensionering är det framförallt den övergripande brandskyddsstrategin som ska verifieras. Det är viktigt att visa att den uppfyller de tekniska egenskapskraven och de övergripande målen med brandskyddet som anges i de inledande paragraferna i BBR avsnitt 5:3 – 5:9. Genom att beakta de särskilda förutsättningar som finns i de aktuella byggnader ska byggherren redovisa hur brandskyddet med avseende på:

- ♦ Utrymning vid brand.
- ♦ Skydd mot brand- och brandgasspridning mellan brandceller.
- ♦ Skydd mot brandspridning mellan byggnader.
- ♦ Bärförmåga vid brand.
- ♦ Räddningspersonalens säkerhet vid insats.

Detaljer avseende brandskyddets utformning, exempelvis mått på utrymningsvägar, ytskikt på väggar, etc. skiljer sig troligen inte mellan byggnadstyperna som anges i BBR 5:13 och övriga byggnader. Därför bör förenklad dimensionering kunna användas som underlag för brandskyddets utformning (och verifiering brand- och utrymnings säkerheten) i enskilda brandceller även för de byggnadstyper som anges i BBR 5:13, då inte detta är uppenbart olämpligt.

BBR ger inga särskilda anvisningar hur verifiering med analytisk dimensionering ska utföras. Dock, ges vissa detaljer avseende val av dimensionerande värden och beräkningsmodeller samt hur kontroll av en utrymningsdimensionering ska utföras.

4.3. Verifiering av brand- och utrymnings säkerhet med analytisk dimensionering

Byggprojekt som omfattas av krav på analytisk dimensionering enligt BBR 5:13 är särskilt komplicerade då jämförande analyser med s.k. referensbyggnader uppförda enligt förenklad dimensionering inte är möjliga i samma utsträckning som för andra byggnadstyper. En anledning till detta är att några av grundläggande förutsättningar för brandskyddets utförande kan ha ändrats pga. exempelvis hög byggnadshöjd eller komplicerade byggnader under mark.

Syftet med att tvinga byggherren till analytisk dimensionering är inte nödvändigtvis det samma som att tvinga denna till att använda beräkningsmodeller för att kvantifiera brandrisker. Syftet är snarare att använda en kvalitativ riskbedömning för att bestämma hur byggnadens övergripande brandskydd ska utformas för att hantera de särskilda förutsättningar som byggnaden medför.

Den analytiska dimensioneringen bör besvara följande:

- ♦ Vilka särskilda förutsättningar råder i byggnaden?
 - Fokus bör ligga på utrymning vid brand, skydd mot brand- och brandgasspridning inom och mellan byggnader, bärförmåga vid brand samt räddningspersonalens säkerhet.
- ♦ Utformning av brandskyddsstrategi?
- ♦ Vilka delar av brandskyddet kan utformas enligt förenklad dimensionering?
- ♦ Vilka delar av brandskyddet måste dimensioneras med beräkning?
 - Val av scenarier, dimensionerande bränder, karakteristiska värden, gränsvärden, acceptanskriterier och beräkningsmodeller
 - Krav på känslighetsanalys och tillämpning av säkerhetsfaktorer.

Dimensioneringen bör således inledas med en riskbedömning som studerar tänkt utformning, verksamhet, särskilda förutsättningar, tänkbara scenarier etc.

5. Dimensionering av brandskydd i höga byggnader

Dagens byggregler saknar en tydlig beskrivning av vad som förväntas av brandskyddet i en hög byggnad. Det finns inga särskilda krav på höga byggnader, undantaget några detaljer om utrymningssäkerhet och bärförmåga vid brand. Även om BBR 5:13 pekar ut byggnader med fler än 16 våningsplan som sådana där det kan vara stor risk för personskada och kräver analytisk dimensionering, ges inga anvisningar hur en sådan dimensionering ska ske och vilka faktorer som är särskilt viktiga när husen blir högre. I detta avsnitt redovisar jag min tolkning av hur brandskydd i höga byggnader ska dimensioneras med utgångspunkt i BBR 5:13.

5.1. Särskilda förutsättningar i höga byggnader

Förutsättningarna för byggnadens brandskydd ändras när byggnaderna blir högre och några faktorer som påverkar brandskyddets utformning är:

- ♦ Utrymning är endast möjlig via interna trappor eller från taket med hjälp av helikopter.
- ♦ Utvändig brandbekämpning är inte genomförbar och invändig insats är den enda möjligheten för räddningstjänsten att bekämpa en brand. Insatser försenas och tar längre tid, samtidigt som ledningsfunktionen står inför flera svårigheter.
- ♦ Skorstenseffekter i vertikala schakt utgör ett allvarligt problem för spridning av brandgaser.
- ♦ Det finns en potential för en stor katastrof om bärverket kollapsar vid brand.

Det finns ett antal faktorer som påverkar möjligheten till trygg utrymning från höga byggnader. Efterhand som byggnaderna blir högre ökar gångavståndet (i trappor) inom byggnaden till säker plats.

Flertalet studier av människors förmåga till att utrymma på egen hand från höga byggnader visar att äldre och rörelsehindrade personer har stora svårigheter att gå ner för höga trappor¹. Dessa fakta aktualiserar behovet av behovet av utrymning med hissar.

Skorstenseffekten, orsakad av temperaturskillnader mellan ute- och inneluft är ett delikat problem som måste lösas för att kunna kontrollera spridningen av brandgaser i en hög byggnad. I höga byggnader finns en större risk för brandspridning mellan våningsplan eftersom räddningstjänstens insats fördröjs. Det allmänna rådet i BBR 5:631 på 1,2 m vertikalt avstånd mellan fönster i yttervägg kräver en snabb räddningsinsats för att brandspridning ska undvikas.

Bärförmågan i höga byggnader är självfallet utomordentligt värdefull för att kunna utrymma tryggt och möjliggöra en säker räddningsinsats. BBR begränsar numera tillämpningen av tabell 5: 821a till att gälla för byggnader med högst 16 våningsplan. För högre byggnader än så ska nödvändig bärförmåga bestämmas analytiskt, förslagsvis baserat på brandvaraktigheten i den mest ogynnsamma brandcellen.

Räddningsinsatser i höga byggnader är komplicerade. Särskild hänsyn måste tas för att säkerställa att räddningstjänsten har tillräckliga möjligheter att genomföra en insats, samt att insatsmiljön är säker. De största utmaningarna för räddningsinsats i höga byggnader är relaterade till ledning och kommunikation, förflyttningen av personal och materiel i höjdled samt den fördröjda och förlängda insatsen.

5.2. Metodik för verifiering av brand- och utrymningssäkerheten

Analytisk dimensionering innebär inte per automatik att projektören måste ge sig i kast med avancerade beräkningsmodeller. Det är betydligt viktigare att inledningsvis göra en övergripande riskanalys² av byggnaden med hjälp av ett analytisk tänkande där projektören arbetar igenom de utmaningar som är speciella för höga byggnader (se avsnitt 5.1).

Projektörernas viktigaste uppgift är att välja lämpliga brandskyddssystem som tar hänsyn till byggnadens arkitektur, samtidigt som de hanterar de relevanta brandrisker som finns. I samband med projekteringen ska utrymningsstrategin och lämpliga brandmotståndstider bestämmas samt förväntningar på räddningstjänstens insats specificeras.

I projekteringen måste det också säkerställas att vertikal brandspridning hanteras, samt att det finns en utarbetad taktik för att minimera spridningen av brandgaser till trapphus och hisschakt. Särskild vikt ska ges till att bestämma nödvändig bärförmåga vid brand. Bärförmågan måste åtminstone tillåta fullständig utrymning av byggnaden och ge räddningstjänsten tillräcklig tid för att göra en insats för att undsätta de som kan vara instängda ovanför branden.

Det är viktigt att säkerställa en hög tillförlitlighet på valda skyddssystem. Projektören bör använda en riskanalysteknik för att identifiera händelser och kombinationer av händelser som krävs för att orsaka en allvarlig felfunktion.

¹ Pauls, J., *Selected Human Factors Aspects of Egress System Design*, Workshop on Tall Buildings and Fire, TG50-W014, CIB, 2006.

² Quiter, J., *High-Rise Buildings: What Should We Do About Them*", Fire Protection Engineering, summer 2006, pp. 8-15.

6. Bedömning av vald projekteringsmetodik

Den valda projekteringsmetodiken, redovisad av Brandskyddslaget AB i riskanalysen för Victoria Tower (se tillgängligt underlag i avsnitt 3) består av följande delar:

1. Jämförande kvalitativ bedömning.
2. Provning och objektsspecifika försök.
3. Scenarioanalys och barriärbedömning.
4. Osäkerhetsanalys.

I detta avsnitt bedöms de fyra delarna i den valda projekteringsmetodiken var för sig utifrån de förutsättningar som redovisats i avsnitt 4 och 5 i denna sakkunnigkontroll.

6.1. Jämförande kvalitativ bedömning

I den inledande kvalitativa bedömningen görs en första jämförelse mellan aktuell byggnad i 33 våningsplan mot en s.k. referensbyggnad i 16 våningsplan. Det är möjligt att uppföra ett kontor/hotell i 16 våningar inom ramen för förenklad dimensionering. Jämförelsen görs mot de tekniska egenskapskraven i BVF (se avsnitt 4.1) och för vart och ett av egenskapskraven belyses hur brandskyddet i den aktuella byggnaden är utformat i jämförelse med de krav enligt förenklad dimensionering som gäller för referensbyggnaden.

Den kvalitativa bedömningen identifierar de särskilda förutsättningar för brandskyddet som gäller i höga byggnader, samt anger vilka åtgärder som vidtagits för att möta dem. Särskild vikt har lagts vid bärförmåga vid brand, skydd mot brandspridning via fasad, skydd mot spridning av brandgaser, utrymning samt räddningsmanskapets insats. Den redovisade bedömningen täcker väl upp de betydelsefulla aspekter som gäller för höga byggnader (se avsnitt 5).

6.2. Provning och objektsspecifika försök

En verifiering med provning och objektsspecifika försök är en av möjligheterna som byggherren kan använda för att verifiera brandskyddets utformning för en viss byggnadsdel. För det aktuella fallet har fasaden provats för att motstå ett fullständigt brandförlopp i ett hotellrum utan att brandspridning sker till planet ovanför. Provet beskrivs i en separat rapport som inte har varit tillgänglig vid utförandet av denna sakkunnigkontroll. Förutsättningarna för ett bra brandskydd i ytterväggen bedöms dock vara goda utifrån redovisade resultat.

6.3. Scenarioanalys och barriärbedömning

Den scenarioanalys och barriärbedömning som redovisas i kapitel 4 i riskanalysen har ett ambitiöst upplägg och ett innehåll som tydligt beskriver mål med olika delar av brandskyddet samt de barriärer som finns där för att uppnå målen. Uppbyggnaden av BBR följer ett barriärtänkande, vilket innebär att det finns fler än ett system som branden måste övervinna för att en oönskad konsekvens ska uppkomma. Samma principer har använts vid projekteringen av Victoria Tower.

I riskanalysen används ofta skrivningar som "sprinklern kontrollerar 90 % av bränderna som i referensbyggnaden hade kunnat tillväxa obehindrat". Detta resonemang blir lite hypotetiskt efter som majoriteten byggnadsbränderna förblir små av olika anledningar. Statistik visar att

sprinklersystemet minskar risken för övertändning med en faktor 4-5³. I en jämförelse mellan en osprinklad och en sprinklad byggnad gäller det verkligen att veta om det är sprinklern som släckt/kontrollerat branden, eller om det finns en annan anledning (vilken kan vara densamma i båda byggnaderna). Exempelvis visar svensk insatsstatistik att endast 3 % av alla bränder i osprinklade flerbostadshus sprider sig till en annan brandcell.

Den genomförda scenarioanalys och barriärbedömning anger tillförlitlighetsdata i ett orienterande syfte utan att kvantifiera en risknivå, vilket är helt i sin ordning. Trots att det finns utrymme för mer noggranna tolkningar av tillförlitlighetsdata, ger den genomförda analysen en bra bild av barriärernas funktion. Felträden och resonemangen i riskanalysens avsnitt 4.2.2 och 4.3.2 är särskilt värdefulla.

6.4. Osäkerhetsanalys

I riskanalysen ingår en analys av effekten av utebliven funktion på betydelsefulla tekniska system som fel på elmatning, fallerande sprinkler och stigarledningar, fallerande brandgasventilation, fel på hisstyrning eller driftavbrott på hissen. Effekten av felen är väl beskrivna och åtgärder för att motverka effekten av enstaka fel samt flera samtidiga fel finns redovisade.

Det finns en potential för en stor katastrof i en hög byggnad olik den som kan observeras i byggnader där utvändigt räddningsinsats är möjlig. Det är min bedömning att den genomförda osäkerhetsanalysen skapar goda förutsättningar för att minimera katastrofrisken.

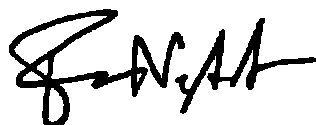
7. Sammanfattning och slutsats

Efter utförd fristående sakkunnigkontroll med ovanstående tillgängligt material som grund, med utgångspunkt från uppdragsbeskrivningen och aktuellt lagrum kan nedanstående slutsatser dras beträffande projekteringen av det byggnadstekniska brandskyddet.

Vald metodik identifierar och behandlar de svårigheter avseende brand- och utrymningssäkerheten som är relaterade till höga byggnader. Metodiken är transparent och tydlig och bygger på en kvalitativ riskbedömning med tillhörande logiska resonemang. Metodiken behandlar de frågeställningar en analytisk dimensionering bör besvara (se avsnitt 4.3).

Sammantaget anses den valda projekteringsmetodiken leva upp till de krav som anges i Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. med tillhörande förordning samt i tillhörande tillämpningsföreskrifter, Boverkets byggregler, BBR.

Med vänliga hälsningar



Fredrik Nystedt

³ Hall, J.R., *U.S. Experience with Sprinklers and other Fire Extinguishing Equipment*, Fire Analysis and Research Division National Fire Protection Association, January 2009.