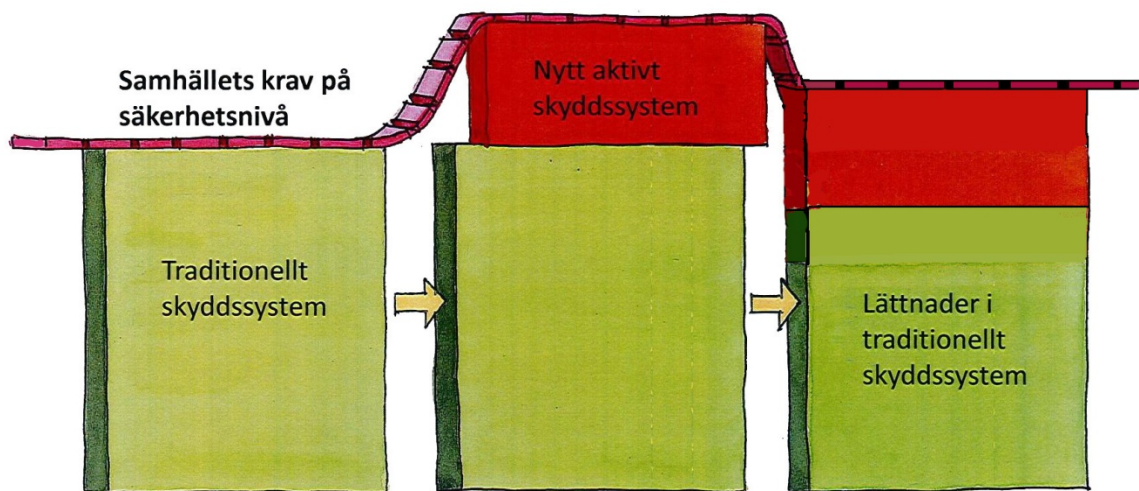


Tekniska byten i sprinklade byggnader - Fallstudier

Fredrik Nystedt
LTH

Birgit Östman

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Tekniska byten i sprinklade byggnader – Fallstudier

Fredrik Nystedt
LTH

Birgit Östman
SP

Abstract

Five cases with design alternatives in sprinkled buildings have been verified by analytical design:

- Combustible linings in an apartment building
- Extended travel distance to exits in a retail store
- Reduced fire rating on windows in an office building
- Combustible façade materials in an apartment building
- Combining trade-offs in an office building

Both residential and conventional sprinklers have been used.

The verification is based on a new verification method presented in the report *Verifying Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*, LTH report 3150, 2011. An extended version of the case studies is available as *Case studies on the Verification of Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*, LTH report 7035, 2012.

Key words: Fire safety, verification method, case study, performance based design, sprinkler systems, quantitative risk assessment, reliability, design alternatives, design alternatives.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2012:33
ISBN 978-91-87017-47-6
ISSN 0284-5172
Stockholm 2012

Förord

Dessa fallstudier har finansierats av SBUF Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond och Sprinklerfrämjandet.

Denna svenska rapport bygger på två rapporter från LTH, Lunds tekniska högskola:

- *Verifying Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*, LTH rapport 3150, 2011
- *Case studies on the Verification of Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*, LTH rapport 7035, 2012

Den förstnämnda rapporten ingår i ett nordiskt samarbete om sprinkler i byggnader och har även lett till en nordisk teknisk specifikation inom INSTA (Inter Nordiskt Standardiseringsarbete) med arbetsnamnet *Fire Safety Engineering – Verification of fire safety design in buildings*.

Den andra rapporten är en mer utförlig redovisning av fallstudierna på engelska.

Syftet med fallstudierna är att visa hur verifiering av brandsäkerheten i byggnader med sprinklersystem kan utföras och att öka kunskapen bland projektörer om lämpliga tillvägagångssätt för verifieringar.

En referensgrupp med de svenska deltagarna från det tidigare nordiska projektet har bestått av Michael Strömgren SP Brandteknik, tidigare Boverket, Staffan Bengtson Brandskyddslaget, Per-Anders Marberg Bengt Dahlgren samt Henrik Johansson och Tomas Farestveit Sprinklerfrämjandet. Från SBUF och FoU-Väst medverkar Rolf Jonsson Väst Bygg, Claes Josefsson Skanska Teknik samt Pär Åhman Sveriges Byggindustrier.

Representanter från det nordiska samarbetet om sprinkler i byggnader har beretts tillfälle att lämna synpunkter på fallstudierna.

Alla medverkande tackas varmt för sitt engagemang i arbetet.

Stockholm juni 2012

Birgit Östman

Innehåll

Sammanfattning	8
Introduktion	9
Syfte och målsättning	9
Metodik	9
Målgrupp	9
Typ av sprinklersystem	10
Allmänna förutsättningar	10
Analytisk dimensionering av brandskydd	11
Skyddssystem i det byggnadstekniska brandskyddet	12
Brandskyddsgenomgång	12
Metoder för dimensionering av brandskydd	14
Verifiering	15
Dokumentation och kontroll	16
Fallstudie 1: Brännbara ytskikt i ett flerbostadshus	17
Brandskyddsgenomgång	17
Verifiering med kvalitativ analys	19
Slutsatser	20
Fallstudie 2: Förlängt gångavstånd till utrymningsväg i en affärslokal	21
Brandskyddsgenomgång	21
Verifiering med scenarioanalys	24
Slutsatser	26
Fallstudie 3: Minskat krav brandklass på fönster i en kontorsbyggnad	27
Brandskyddsgenomgång	27
Verifiering med kvantitativ riskanalys	30
Slutsatser	31
Fallstudie 4: Brännbar fasad i flerbostadshus	32
Brandskyddsgenomgång	32
Verifiering med kvantitativ riskanalys	35
Slutsatser	36
Fallstudie 5: Kombinationer av flera tekniska byten i en kontorsbyggnad	37
Brandskyddsgenomgång	37
Verifiering med kvalitativ analys	39
Slutsatser	40
Referenser	41

Sammanfattning

Denna rapport omfattar fem genomarbetade fallstudier där brandsäkerheten i byggnader med sprinklerinstallation har verifierats med analytisk dimensionering. Både konventionell sprinkler (automatisk vattensprinkler enligt BBR) och boendesprinkler har använts som kompensation för avsteg från förenklad dimensionering i följande fall:

Fallstudie 1: Brännbara ytskikt i flerbostadshus

Fallstudie 2: Förlängt gångavstånd till utrymningsväg i en affärslokal

Fallstudie 3: Minskat krav på brandteknisk klass för fönster i kontorsbyggnad

Fallstudie 4: Brännbar fasad i flerbostadshus

Fallstudie 5: Kombinationer av flera tekniska byten i kontorsbyggnad

Verifieringen har utförts genom kvalitativ analys, scenarioanalys och kvantitativ analys.

Rapporten visar att sprinklersystem gör byggnader betydligt mindre beroende av räddningstjänstens insats för att begränsa bränders utveckling och spridning. Skillnaderna mellan byggnader med sprinkler och utan sprinkler är mycket stor, vilket i sin tur skapar förutsättningar från avsteg från de detaljkrav som BBR ställer på byggnader enligt förenklad dimensionering.

Fallstudierna är fiktiva, men de använder uppgifter som är relevanta för den aktuella dimensioneringssituationen. Projektörer som är vill tillämpa principerna från fallstudierna i egna projekt kan använda dessa uppgifter och metoder som inspiration och vägledning. Projektören måste dock försäkra sig om att uppgifterna är relevanta och tillämpbara för de aktuella fallen.

Introduktion

Syfte och målsättning

Denna rapport syftar till att visa hur brandskydd i byggnader med sprinklersystem kan verifieras. Målet är att öka kunskapen bland brandskyddsprojektörer.

De metoder som använts beskrivs av Nystedt (2011) och en utförlig redovisning av fallstudierna finns i Nystedt (2012).

Metodik

Tre metoder har använts för att verifiera brandsäkerheten:

- Kvalitativ analys
- Scenarioanalys
- Kvantitativ riskanalys

Fallstudierna omfattar följande dimensioneringssituationer:

Fallstudie 1: Brännbara ytskikt i flerbostadshus

Fallstudie 2: Förlängt gångavstånd till utrymningsväg i en affärslokal.

Fallstudie 3: Minskat krav på brandteknisk klass för fönster i kontorsbyggnad

Fallstudie 4: Brännbar fasad i flerbostadshus

Fallstudie 5: Kombinationer av flera tekniska byten i kontorsbyggnad

Dimensioneringen börjar med en brandskyddsgenomgång vars syfte är att ta fram ett förslag till utformning av brandskyddet som är lämplig för byggnaden, dess verksamhet och byggherrens önskemål. Brandskyddsgenomgången avslutas med att ta fram principerna för verifiering av brandsäkerheten omfattande

1. Analys av verifieringsbehovet
2. Val av modell för verifiering
3. Kontroll av verifiering.

Därefter utförs själva verifieringen och arbetet dokumenteras samt kontrolleras.

Målgrupp

Målgruppen för denna rapport är i huvudsak brandskyddsprojektörer med utbildning och erfarenhet av att utföra analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd. Projektörerna bör ha brandingenjörskompetens eller motsvarande.

Rapporten kan också användas för att ge ökad förståelse samt inspiration för andra aktörer i byggbranschen såsom byggherrar, byggföretag och myndigheter (byggnadsinspektörer och räddningstjänst).

Typ av sprinklersystem

De flesta sprinklersystem har utformats för att kontrollera branden och förhindra att den sprids. Avsikten är att branden slutligen ska släckas av räddningstjänsten. I verkligheten överträffas ofta förväntningarna då sprinklersystemet i flera fall klarar av att släcka branden. Rapporten behandlar två typer av sprinklersystem – automatisk vattensprinkler (även kallad konventionell sprinkler) och boendesprinkler.

Automatisk vattensprinkler kan användas i alla typer av lokaler, såsom kontor, detaljhandel, sjukhus, etc. Boendesprinkler används i första hand i boendelika miljöer som småhus, flerbostadshus, vårdboenden, hotell, etc.

Skillnaden mellan systemen är i huvudsak att kravet på vattenkällan är lägre för boendesprinkler. Automatiska vattensprinkleranläggningar utförs ofta med högre robusthet än boendesprinkler. Anledningen är att dessa system ska klara av en betydligt större variation i brandscenarier än vad som kan uppkomma i boendemiljöer. Boendesprinklersystem är särskilt utformade till att hantera bränder som inträffar i rum av mindre storlek och kan vara mindre sårbara.

Det antas att ett sprinklersystem som är utformat enligt tillämpbara standarder (t.ex. NFPA 13, EN 12845, NFPA 13R och INSTA 900-1) kan begränsa/släcka en brand i det aktuella utrymmet. De flesta standarderna för boendesprinkler (INSTA 900-1 och NFPA 13R) tillåter dock en begränsad vattenkälla, med en varaktighet på t.ex. 10 eller 30 minuter jämfört med sprinkleranläggningar som fordrar en varaktighet på 60 eller 90 minuter. Om ett dimensioneringsalternativ inkluderar ett tekniskt byte för åtgärder som begränsar brandspridningen inom och mellan byggnader eller förhindrar strukturell kollaps måste vattenkällans varaktighet utökas för boendesprinkler. Varaktigheten bör då jämföras med kraven i EN 12845 genom att använda en lämplig riskklassificering. Se även avsnitt 5:252 i BBR.

Allmänna förutsättningar

Fallstudierna i denna rapport är fiktiva. De använder emellertid verkliga uppgifter som är lämpliga för den aktuella dimensioneringssituationen. Projektörer som är intresserade av att tillämpa fallstudierna i egna projekt kan använda dessa uppgifter och metoder som inspiration och vägledning. Projektören måste dock försäkra sig om att uppgifterna är tillämpbara i det aktuella fallet.

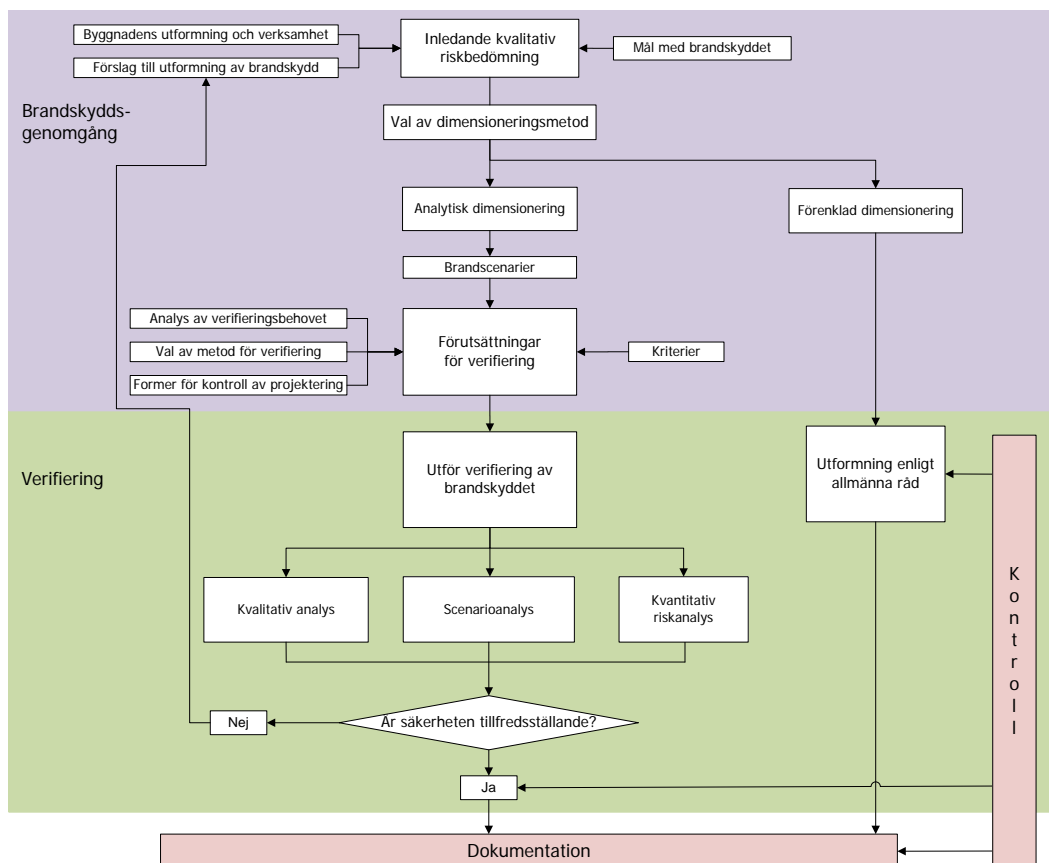
Fallstudierna är specifika för en viss byggnad, t.ex. "brännbara ytskikt i ett flerbostadshus" och "reducerade brandtekniska klasser för fönster i en kontorsbyggnad". Men tillämpningen av dimensioneringssituationen begränsas inte till den specifika fallstudien. Projektören är fri att använda metoderna i denna rapport för andra liknande dimensioneringssituationer, om indata justeras och anpassas för det aktuella fallet.

Fallstudierna i denna rapport är alla relaterade till dimensioneringssituationer där jämförande analyser kan användas vid verifiering av brandsäkerheten. Metoderna och resultaten i denna rapport är således giltiga för de fall där förenklad dimensionering enligt BBRs allmänna råd är tillämpbar, dvs. för alla byggnader utom de i byggnadsklass Br0.

Det är brandskyddsprojektörens uppgift att ta fram specifikationer för det sprinklersystem som ska kunna hantera potentiella bränder i byggnaden. I många fall är föreskriven vattentäthet tillräcklig, men projektören behöver överväga om det finns brandscenarier som kräver en högre vattentäthet eller ett högre krav på vattenkällans varaktighet.

Analytisk dimensionering av brandskydd

Detaljerad information om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd finns bl.a. i NKB (1994), BS 7974 (2001), SFPE (2007) och CAENZ (2008). Boverkets allmänna råd i BBR innehåller också värdefull information. Dessa fallstudier fokuserar på dimensionering med hjälp av analytiska metoder, och i figuren nedan visas ett exempel på arbetsgång vid projektering.

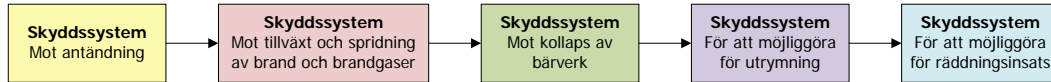


Principiell arbetsgång vid projektering av brandskydd.

Arbetsgången i figuren diskuteras mer ingående nedan med fokus på brandskyddsgenomgången, verifieringens utförande samt dokumentation och kontroll.

Skyddssystem i det byggnadstekniska brandskyddet

Brandskyddet i en byggnad består flera olika skyddssystem med syfte att släcka brand eller att begränsa konsekvenserna av en brand. Figuren nedan visar de huvudsakliga skyddssystem som utgör brandskyddet i en byggnad.



Huvudsakliga skyddssystem som bygger upp det byggnadstekniska brandskyddet.

Exempel på skyddssystem är ytskikt och beklädnader, brandceller, brandsektioneringar, brandgasventilation, automatiska släcksystem och brandlarm. Det finns en direkt koppling mellan de huvudsakliga skyddssystemen och de tekniska egenskapskraven i NKB (1994) för brandskydd.

Brandskyddsgenomgång

Brandskyddsgenomgången är det första momentet i projekteringen. Arbetet inleds med en inledande kvalitativ riskbedömning, som är oberoende av vilken dimensioneringsmetod (förenklad eller analytisk) som kommer att väljas. Brandskyddsgenomgången syftar till att ta fram förslag till utformning av lämpligt brandskydd för byggnaden, dess verksamhet och byggherrens önskemål. En brandskyddsgenomgång är uppdelad i följande steg:

1. Genomgång av byggnadens utformning och dess verksamhet
2. Mål för brandskydd
3. Identifiering och beskrivning av erforderade brandscenarier
4. Förslag till utformning av brandskyddet
5. Principer för verifiering av brandsäkerheten.

Brandskyddsgenomgångens omfattning varierar beroende på byggnadens komplexitet och dess avsedda användning. Följande tabell kan användas i samband med brandskyddsgenomgången och kompletterande information finns i BS 7974.

Checklista för brandskyddsgenomgång.

Område	Parameter
Byggnadens utformning	Byggnadens storlek, antal våningar samt yttre utseende
	Typ av konstruktion
	Brandteknisk klass på byggnaden
	Byggnadens inre geometri (brandcellsindelning, öppna förbindelser, gångstråk, etc.)
	Kartläggning av rörelsemönster i byggnaden
	Tillgängliga utrymningsvägar
	Insattid, åtkomlighet och tillgänglighet för räddningstjänsten
Avstånd till närliggande byggnader	

Personer	Antal personer och deras fördelning inom byggnaden
	Verksamhet
	Rörlighet och medvetenhet
	Vana att vistas i byggnaden
	Social grupptillhörighet
Rum/byggnadsdel	Lokaler med brandfarlig verksamhet
	Potentiella tändkällor och brandbelastning
	Ytskikt på väggar och i tak
	Ventilationssystem
	Möjliga spridningsvägar för brand och brandgaser
Andra faktorer	Begränsningar, t.ex. K-märkta byggnader
	Ändringar av byggnadens utformning som ev. kan förväntas
	Klimatfaktorer som snö, vind, nederbörd och extrema temperaturer

Brandskyddsgenomgången omfattar även förslag till brandskyddslösning där det ska framgå vilka skyddssystem som är aktuella och hur dessa ska utformas. Om något skyddssystem avses utformas med analytisk dimensionering fortsätter brandskyddsgenomgången med att specificera förutsättningarna för verifiering samt med att välja verifieringsmetod. I tabellen nedan visas ett exempel på förslag till brandskyddslösning.

Exempel på redovisning av förslag till brandskyddslösning.

Skyddssystem	Åtgärd	Prestandakrav
Mot antändning	Isolering av rökaskanaler	Enligt förenklad dimensionering
	Elrevisionsbesiktning	Enligt standard
Mot tillväxt och spridning av brand	Svårantändliga ytskikt	Enligt förenklad dimensionering
	Brandcellsgränser	Enligt förenklad dimensionering
	Skyddsavstånd mellan byggnader	Enligt förenklad dimensionering
Mot spridning av brandgaser	Brandgasventilation	Avgörs med analys
För möjlighet till trygg utrymning	Flera oberoende utrymningsvägar	Avgörs med analys
	Utrymningslarm	Enligt förenklad dimensionering
	Brandgasventilation	Avgörs med analys

Metoder för dimensionering av brandskydd

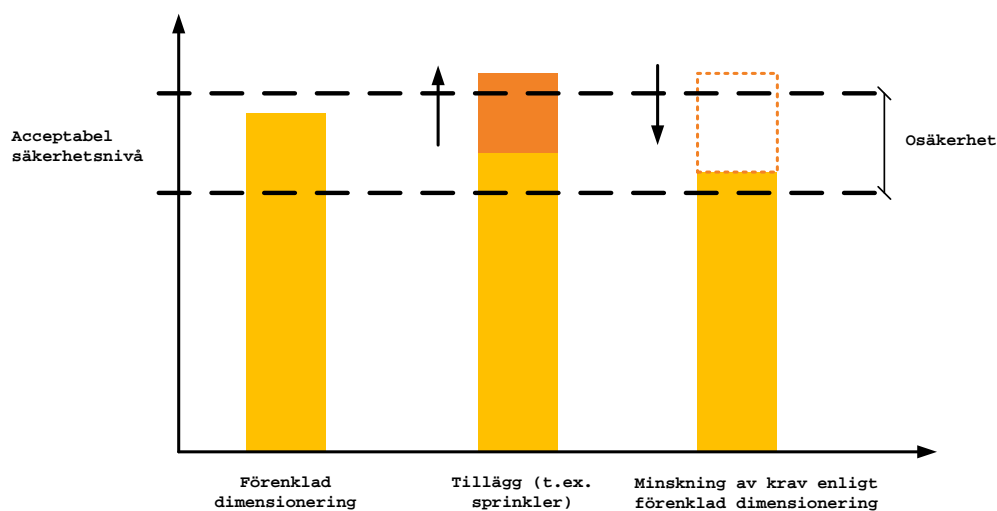
Brandskyddsteknisk dimensionering kan för de flesta byggnadstyper i princip ske på två olika sätt och de båda dimensioneringsmetoderna är

1. Förenklad dimensionering
2. Analytisk dimensionering

Förenklad dimensionering följer alla de krav och allmänna råd som finns i byggreglerna. Om det finns anledning att frånga förenklad dimensionering ska projektering ske med analytisk dimensionering, vilket ställer betydligt högre krav på byggherren att visa att brandskyddet uppfyller samhällets krav.

Förenklad dimensionering har sitt ursprung i tidigare byggnormer. Det är i princip samma metod för dimensionering som användes innan de funktionsbaserade föreskrifterna infördes. Det finns vissa tekniska byten som kan göras inom ramen för förenklad dimensionering och dessa finns beskrivna t.ex. i rådtexten till BBR. Som exempel kan nämnas att det är tillåtet att reducera den brandskyddstekniska klassen på bärverk i byggnader med hög brandbelastning om automatisk vattensprinkleranläggning installeras. Den förenklade dimensioneringen förutsätter att alla krav och allmänna råd som är relevanta för det aktuella objektet följs. Det är inte tillåtet att göra några avsteg eller tekniska byten, utöver de exempel som anges i BBRs rådtext och i av Boverket utgivna rapporter. Om det ändå görs något tekniskt byte, innebär det direkt att utformningen anses tillhöra analytisk dimensionering, med i vissa fall betydligt högre krav på verifiering.

Beroende på i hur stor grad brandskyddet förändras jämfört med förenklad dimensionering, bör olika omfattande beräkningsmetoder användas för att verifiera att erforderlig säkerhet är uppnådd. Ett övergripande krav vid analytisk dimensionering är att byggnadens totala brandskydd inte blir sämre än om alla kraven i BBR uppfylls. Metoden karaktäriseras av att den har som mål att visa att säkerheten i en lösning är tillräckligt bra i förhållande till kraven i BBR. Ett nyckelord i sammanhanget är "visa" eller "verifiera". Det ställs krav på att projektören kan visa att en föreslagen lösning uppfyller samhällets krav på säkerhet, vilket är att en lösning skall medföra lika hög eller högre säkerhet än alla relevanta krav och råd i BBR. Eftersom analytisk dimensionering bygger på brandsäkerheten skall verifieras behövs kunskap om bland annat syftet med föreskrifterna och lagstiftningen, vilka beräkningsverktyg som är lämpliga i den aktuella situationen och de osäkerheter som påverkar dimensioneringen. Principen för att utföra tekniska byten inom ramen för analytisk dimensionering förklaras i figuren nedan där ett skyddssystem läggs till och ett annat tas bort. Målsättningen är att bibehålla den säkerhetsnivå som förenklad dimensionering resulterar i.



Princip för optimering av brandskydd i byggnader.

När en byggnad förses med ett sprinklersystem kan tekniska byten göras för andra skyddssystem, exempelvis avseende brandcellsindelning, brandtekniska klasser, tillgänglig utrymningsbredd, etc. Dessa tekniska byten behöver dock verifieras för att säkerställa att kraven i byggreglerna uppfylls. I verifieringen ska det undersökas hur brandskyddet förändras med avseende på exempelvis funktion, tillförlitlighet, komplexitet, behov av mänskligt agerande och sårbarhet. Se Lundin (2005) för ytterligare information.

Verifiering

Verifieringen av brandskyddets utformning kan ske med någon av nedanstående metoder, som också kan kombineras:

- ◆ Kvalitativ analys
- ◆ Scenarioanalys
- ◆ Kvantitativ riskanalys

Den kvalitativa analysen har ett begränsat användningsområde och kan i princip endast användas om avvikelserna från förenklad dimensionering är få och den föreslagna utformningens effektivitet är väldokumenterad i exempelvis provningsresultat, forskningspublikationer, andra länders byggregler, osv. För alla andra situationer krävs att projektören själv tar fram det underlag som krävs för att kunna avgöra om säkerheten är tillfredsställande. Det handlar oftast om olika nivåer på beräkningar. Valet av metod styrs av flera faktorer varav nedanstående anses ha störst påverkan:

- ◆ Antalet avsteg och tillägg som görs i förhållande till förenklad dimensionering.
- ◆ Brandskyddslösningens komplexitet och hur konservativt den har valts

Kvalitativ analys får endast användas om:

- ◆ Projektet är okomplicerat, påverkar få personer och traditionella lösningar används i huvudsak
- ◆ Begränsad och överblickbar avvikelse från förenklad dimensionering

Med begränsad avvikelse menas ett eller två påtaliga avsteg från förenklad dimensionering eller flera mindre avsteg. Det krävs självfallet att de logiska resonemang som används är väl förankrade och dokumenterade, t.ex. genom statistik, tidigare experimentella studier eller utredningar.

Verifiering med scenarioanalys eller kvantitativ riskanalys ska användas om:

- ♦ Objektet är komplicerat och nya lösningar används
- ♦ Flera och/eller beroende skyddsåtgärder påverkas
- ♦ De avsteg som görs påverkar flera syften (barriärer) med brandskyddet

Med komplicerade objekt avses objekt som är stora och svåra att överblicka. Brandskyddet består av flera tekniska system med funktion, syfte och beroende av skyddsåtgärder, som inte är tydliga. Om dessutom nya lösningar tillämpas finns det liten erfarenhet och det blir extra viktigt att belysa effekten av systemen och vad som händer vid olika typer av fel. Valet mellan scenarioanalys och kvantitativ riskanalys beror oftast inte på dimensioneringsproblemet, utan på hur konservativ projektören kan tillåtas vara. Scenarioanalysen innebär i princip en mer konservativ lösning, eftersom byggnadens brandsäkerhet inte mäts i explicita riskmått, utan i dess förmåga att ge tillfredsställande säkerhet för ett antal brandscenarier.

Dokumentation och kontroll

Analytisk dimensionering kräver en mer omfattande egenkontroll än vad som är aktuellt vid förenklad dimensionering. Egenkontrollen bör utföras löpande och formerna för kontroll bör avgöras tidigt i projektet. Ju tidigare kontrollen påbörjas, desto mer effektiv blir brandskyddsprojekteringen. I vissa fall kan det finnas behov av en tredjepartskontroll (s.k. "peer-review"). Denna kontroll är fortfarande att beakta som egenkontroll inom ramen för byggherrens ansvar och är en möjlighet för byggherren att kvalitetssäkra särskilt komplicerade byggprojekt.

Även dokumentationen av projekteringen bör ske löpande och den bör åtminstone omfatta två delar – brandskyddsgenomgången och verifieringen. Det är lämpligt att brandskyddsgenomgången är klar i samband med det tekniska samrådet (eller tidigare). Därefter kompletteras dokumentet med genomförandet och resultatet av verifieringen efterhand som projekteringen fortskrider. Slutsatserna från den analytiska dimensioneringen avseende detaljer i brandskyddets utformning ska föras in i brandskyddsdokumentationen som utgör ett projekteringsunderlag för övriga konsulter involverade i byggprojektet.

Fallstudie 1:

Brännbara ytskikt i ett flerbostadshus

I denna fallstudie har boendesprinkler använts som tekniskt byte för att tillåta brännbara ytskikt på väggar i ett flerbostadshus. Fallstudien kan tillämpas på andra byggnader, men de uppgifter och resultat som presenteras är specifika för flerbostadshus.

Brandskyddsgenomgång

Byggnadens utformning och verksamhet

Byggnaden i fallstudien är ett typiskt flerbostadshus med fyra våningar. Den är byggd med trästomme och har tre lägenheter på varje våning. De boende i byggnaden (ca 30-40 personer) antas känna byggnaden väl och kunna sköta utrymningen självständigt, eller med hjälp av räddningstjänsten om den ordinarie utrymningsvägen (trapphuset) är blockerad. Om trapphuset är blockerat av brandgaser bör de boende stanna kvar i sina lägenheter och vänta på räddningstjänstens insats. Räddningstjänstens insatstid är mindre än 10 minuter och det kortaste avståndet till närliggande byggnader är ca 15 m.

Brandrisker och andra faktorer

I bostäder är brandbelastningen välkänd och likformig. Bränderna sprids oftast inte till andra lägenheter och det är ovanligt med dödsfall i andra utrymmen än den brandcell där branden startar. Lägenheterna har fönster i två riktningar, vilket påverkar flammornas utseende när de slår ut genom fönsterna.

Förslag till utformning av brandskyddet

Föreslagen utformning av brandskyddet bygger till största delen på förenklad dimensionering. Dock kommer byggnaden att förses med boendesprinkler för att kompensera för ett avsteg gällande kraven på ytskikt på innerväggar. Det föreslås att innerväggar förses med träbeklädnad i Euroclass D, i stället för krav på beklädnad i Euroclass C. Tabell 1.1 visar förslaget till utformning av byggnadens brandskydd.

Tabell 1.1 Förslag till utformning av brandskydd.

Skyddssystem	Åtgärd	Prestandakrav
Mot antändning	Isolering av imkanaler	Förenklad dimensionering
Mot tillväxt av brand	Brännbara ytskikt (Euroklass D)	Analytisk dimensionering
Mot spridning av brandgaser	Brandgasspjäll	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brand inom bygganden	Brandcellsindelning (EI 60) Boendesprinkler	Förenklad dimensionering Relevant standard
Mot spridning av brand till annan byggnad	Skyddsavstånd till närliggande byggnad	Förenklad dimensionering
För möjlighet till trygg utrymning	Brandvarnare Trapphus Räddningstjänstens utrustning	Förenklad dimensionering Förenklad dimensionering Förenklad dimensionering
För möjlighet för räddningsinsats	Tillgänglighet till byggnaden Brandgasventilation av trapphus	Förenklad dimensionering Förenklad dimensionering
Mot kollaps av byggnad	Skydd av bärande konstruktion (R 60)	Förenklad dimensionering

Val av dimensioneringsmetod

Eftersom en avvikelse från förenklad dimensionering föreslås är det nödvändigt att använda analytisk dimensionering för att verifiera brandsäkerheten i byggnaden.

Förutsättningar för verifiering

Analysen av verifieringsbehovet görs med verktyg enligt Lundin, se figur 1.1.

Del av brandskyddet enligt BBR och EKS		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Tillägg				Avsteg			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand								
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad	X				X			
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader	X							
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
EKS C 1.1.2	Bärförmåga vid brand	X							

Figur 1.1 Identifiering av avvikelser från förenklad dimensionering.

Notera att T₁ är boendesprinkler och A₁ ytskikt i Euroklass D.

Boendesprinkler kommer antingen att släcka eller kontrollera branden. Eftersom förenklad dimensionering inte ställer krav på sprinklersystem i flerbostadshus utgör boendesprinklersystemet ett tillägg (T₁), vilket i sin tur påverkar flera delar av brandskyddet – skydd mot brand- och brandgasspridning inom och mellan byggnader samt bärförmåga vid brand. En annan avvikelse från förenklad dimensionering är användningen av ytskikt i Euroklass D. Denna avvikelse behandlas som ett avsteg (A₁) och berör brandskyddet som relaterar till skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad. Figur 1.1 visar att tillägget ger en positiv påverkan på fler delar av brandskyddet än vad avsteget påverkar negativt. Det finns en numerär balans mellan antal tillägg och antal avsteg, vilket förenklar verifieringsuppgiften. Det är också viktigt att göra en utvärdering av det tillagda brandskyddssystemet egenskaper, se tabell 1.2.

Tabell 1.2 Utvärdering av brandskyddets egenskaper.

Egenskap	Svar
Krävs mänskligt agerande för att skyddssystemen ska fungera?	Nej
Innebär det tekniska bytet att flera oberoende skyddssystem ersatts med ett enda tillägg?	Nej
Är tillagt skyddssystem beroende av flera undersystem för att fungera korrekt?	Nej
Har föreslagen brandskyddsutformning tillräcklig flexibilitet för att hantera möjliga bränder i byggnaden?	Ja
Hur påverkas funktionen hos skyddssystemet över tiden och i vilken grad krävs service och underhåll?	Sprinklersystem kräver underhåll enligt relevant standard
Hur sårbart är det tillagda skyddssystemet för elavbrott, väderförhållanden, mjukvaruproblem etc?	Inte sårbart

Den föreslagna brandskyddsutformningen anses kunna verifieras med kvalitativ analys eftersom:

- Utformningen är okomplicerad, påverkar ett mindre antal personer och förenklad dimensionering används i stor utsträckning
- Brandskyddsutformningen omfattar endast ett avsteg från förenklad dimensionering där boendesprinkler används för att kompensera för ytskikt i Euroklass D.

Verifieringen av föreslagen brandskyddsutformning kommer att utföras genom att samla bevis på att boendesprinkler är en lämplig kompensation för användning av ytskikt Euroklass D. Verifieringen kommer att utföras genom att kvalitativt analysera brandskyddsutformningen och dess förmåga i händelse av en brand.

Verifiering med kvalitativ analys

Den viktigaste uppgiften vid en kvalitativ analys är att samla in bevis för att kombinationen av boendesprinkler och ytskikt i Euroklass D är bättre för att skydda mot spridning av brand än ytskikt i Euroklass C (utan sprinklersystem).

Frågor som bör besvaras i samband med verifieringen är bl.a.:

- Vilken roll spelar ytskikten i det tidiga brandförloppet?
- Hur skiljer sig brandförloppet i ett rum med ytskikt i Euroklass C i jämförelse med ett rum med ytskikt i Euroklass D?
- Hur kommer sprinklersystemet att påverka brandförloppet i ett rum med ytskikt i Euroklass D?

Ytskiktens betydelse för brandförloppet

I de flesta fall har den lösa inredningen i ett rum större betydelse för brandens tillväxt och storlek än ytskikt på väggar och tak. Brännbara ytskikt i Euroclass C och D kommer dock att resultera i mer allvarliga bränder om branden fortsätter att växa och sprider sig till ytskikten. Dock kommer förhållandena i rummet att vara kritiska för utrymning innan ytskikten involverats i branden.

Skillnader mellan Euroclass C och Euroclass D

Material i Euroclass C anses ha ”begränsat bidrag till brandens utveckling” och exempel på produkter som uppfyller denna klass är gipsskivor med olika ytskikt som papperstapet eller färg. Material i Euroclass D anses ha ”acceptabelt bidrag till brandens utveckling” och träpanel är ett exempel på material i denna klass. Produkten får sin klass efter ett testförförande där Euroclass D innebär att övertändning inträffar mellan 2 och 10 minuter. Om övertändning inträffar efter 10 minuter erhåller produkten Euroclass C. Skillnaden mellan produkter i dessa klasser kan uppfattas som relativt stor, men när de sätts in i ett möblerat rum minskar ytskiktens betydelse. Dock kommer båda typerna av ytskikt att bidra till brandutvecklingen och skillnaden mellan dem är tiden att nå övertändning. Det är viktigt att sprinklersystemet aktiverar snabbt och förhindrar övertändning.

Boendesprinklersystemets förmåga

Boendesprinkler har en tillförlitlighet på ca 96 % i flerbostadshus (Nystedt 2011). När sprinklersystemet aktiveras är det sannolikt att branden släcks. Endast 3 % av bränderna i flerbostadshus med sprinkler resulterar i brandskador utanför rummet där branden startar. Försök har visat att boendesprinkler i kombination med ytskikt av Euroclass D ger en betydligt mindre allvarlig brand än om rummet har ytskikt i Euroclass B. Försöket utfördes i ett normalt möblerat vardagsrum där en stoppad fåtölj antändes (Arvidson).

Australisk forskning konstaterar att personsäkerheten inte äventyras vid användning av ytskikt i Euroclass D samt att sprinklersystem troligen är det enda brandskyddssystem som kan påverka antändning och brandutveckling i väggbeklädnader (Fire Code Reform Centre). Det är dock betydelsefullt att material med sämre egenskaper än Euroclass D inte används då sprinklersystemets effektivitet inte kan garanteras i sådana fall.

Slutsatser

Statistik och försök har visat att sprinklersystem kan släcka eller kontrollera bränder i byggnader även om väggarna har brännbara ytskikt. Dock kan en snabb brandutveckling i brännbara ytskikt i tak leda till en brand som överstiger sprinklersystemets kapacitet. Brännbara ytskikt i tak bör således undvikas om inte försök kan visa att sprinklersystemet kan hantera detta scenario. För att sprinklersystemen ska vara effektiva är det nödvändigt att väggbeklädnader i minst Euroclass D används, vilket är allmänt råd i BBR.

Om sprinklersystemet inte fungerar som avsett (ca 4 % av bränderna i flerbostadshus) kommer ytskikten så småningom att involveras i branden. Eftersom lägenheten ska vara utrustad med brandvarnare (krav i BBR) kommer de boende troligen att hinna utrymma innan branden blir övertänd och det brännbara ytskiktets betydelse för personsäkerheten blir marginell.

Vanligen kan således invändiga väggytor vara i ytskiktets klass D i flerbostadshus, om boendesprinkler installeras. För att använda även invändiga takytor av brännbart material krävs en särskild utredning som visar att valt sprinklersystem kan hantera tänkbara scenarier.

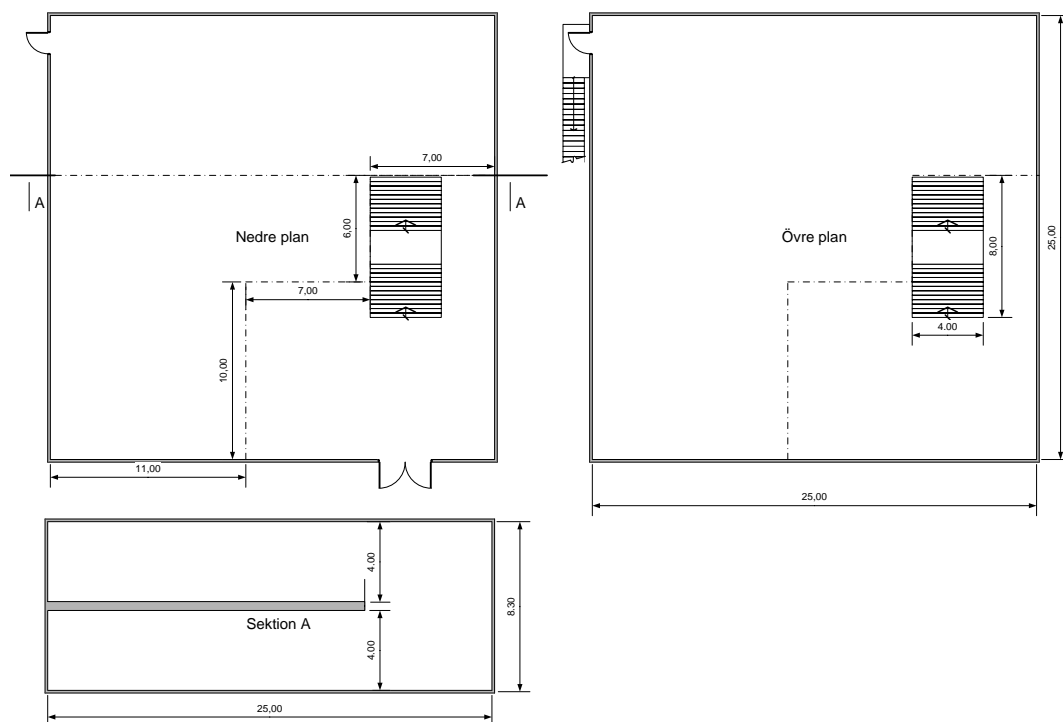
Fallstudie 2: Förlängt gångavstånd till utrymningsväg i en affärslokal

I denna fallstudie används automatisk vattensprinkler som en kompenserande åtgärd i en affärslokal för att möjliggöra förlängt avstånd till utrymningsväg. Byggreglerna tillåter en ökning av det maximala gångavståndet med 1/3, dvs från 30 m till 40 m i en affärslokal om denna utrustas med en sprinkleranläggning. I denna fallstudie visas hur brandsäkerheten ska verifieras om det är önskvärt att överskrida tillåten förlängning. Fallstudien kan tillämpas på andra byggnader, men de uppgifter och resultat som presenteras är specifika för affärslokaler.

Brandskyddsgenomgång

Byggnadens utformning och verksamhet

Byggnaden inrymmer en detaljhandel och har två våningar med en total golvyta på 1 100 m². Skisser av byggnadsritningen visas i figur 2.1.



Figur 2.1 Ritning av affärslokalen.

Våningshöjden är 4,0 m och det finns en stor öppning mellan våningsplanen. Personer som vistas i byggnaden är av olika åldrar och har olika rörlighet. Det är troligt att det kommer att finnas personer med funktionsnedsättning i byggnaden. De personer som vistas i byggnaden antas inte känna byggnaden väl, särskilt inte var utrymningsvägarna är placerade. Personantalet förutsätts vara 0,5 personer per m², vilket ger ett totalt personantal på 540 personer, fördelade på respektive våning enligt nedan:

- Nedre plan har en golvyta på 600 m² vilket ger 300 personer
- Övre plan har en golvyta på 480 m² vilket ger 240 personer

Räddningstjänsten har en insatstid på mindre än 10 minuter och det kortaste avståndet till närliggande byggnader är ca 25 m.

Brandrisker och andra faktorer

Det finns flera olika frågor som behöver belysas för byggnaden:

- Byggnaden rymmer ett stort antal personer, vilket kan ge potentiellt stora konsekvenser vid brand
- Inredningen kan göra det svårt att orientera sig i byggnaden och personerna som vistas i där är inte bekanta med dess utformning
- Den stora öppningen mellan våningsplanen är ofördelaktig vid bränder som börjas på nedre plan då denna ger upphov till stora spillplymer
- Spillplymerna kommer att öka brandgasernas volym och förkorta den tillgängliga tiden för utrymning
- En stor del av utrymningskapaciteten är placerad på nedre plan, vilket leder till en relativt lång utrymningstid från övre plan.

Förslag till utformning av brandskyddet

Föreslagen utformning av brandskyddet bygger till största del på förenklad dimensionering. Dock har automatisk vattensprinkler installerats för att kompensera för långa gångavstånd till utrymningsväg på övre plan. Gångavståndet är 50 m, vilket kan jämföras med ett tillåtet avstånd på 40 m enligt BBR.

Byggnaden har två utgångar från nedre plan, huvudentrén (1,8 m dörrbredd) och en bakre utrymningsväg (1,2 m dörrbredd). Det finns en trappa med en bredd på 1,8 m från övre plan till nedre plan. Övre plan har också en utgång (1,2 m bredd) direkt till det fria (med trappa till markplan).

Byggnaden är utrustad med ett automatiskt brand- och utrymningslarm. Detektion sker via rökdetektorer och utrymningslarmet utgörs av ett talat informativt meddelande. Byggnaden är även utrustad med automatisk vattensprinkler, som har utformats i enlighet med relevanta standarder.

Byggnaden är inte uppdelad i olika brandceller. Tabell 2.1 visar byggnadens huvudsakliga brandtekniska egenskaper.

Tabell 2.1 Förslag till utformning av brandskydd.

Skyddssystem	Åtgärd	Prestandakrav
Mot antändning	-	-
Mot tillväxt av brand	Ytskikt i Euroklass B	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brandgaser	Brandgasspjäll	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brand inom bygganden	Automatisk vattensprinkler	Relevant standard
Mot spridning av brand till annan byggnad	Skyddsavstånd till närliggande byggnad	Förenklad dimensionering
För möjlighet till trygg utrymning	Brandlarm Utrymningslarm (talat meddelande) Två utrymningsvägar från nedre plan En utrymningsväg från övre plan	Relevant standard Relevant standard Förenklad dimensionering Analytisk dimensionering
För möjlighet för räddningsinsats	Tillgänglighet till byggnaden	Förenklad dimensionering
Mot kollaps av byggnad	Skydd av bärande konstruktion (R 30)	Förenklad dimensionering

Val av dimensioneringsmetod

Eftersom en avvikelse från förenklad dimensionering föreslås är det nödvändigt att använda analytisk dimensionering för att verifiera brandsäkerheten i byggnaden.

Förutsättningar för verifiering

Analysen av verifieringsbehovet görs med verktyg enligt Lundin, se figur 2.2.

Del av brandskyddet enligt BBR och EKS		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Tillägg				Avsteg			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand					X			
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgas-spridning inom byggnad	X							
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader	X							
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
EKS C 1.1.2	Bärförmåga vid brand	X							

Figur 2.2 Identifiering av avvikelser från förenklad dimensionering.

Notera att T₁ är automatisk vattensprinkler och A₁ utökat gångavstånd till utrymningsväg.

Den automatiska vattensprinklern kommer antingen att släcka eller kontrollera branden. Eftersom förenklad dimensionering inte ställer krav på sprinklersystem i affärslokaler utgör den automatiska vattensprinklern ett tillägg (T₁), vilket i sin tur påverkar flera delar

av brandskyddet – skydd mot brand- och brandgasspridning inom och mellan byggnader samt bärformåga vid brand. En annan avvikelse från förenklad dimensionering är det förlängda gångavståndet till utrymningsväg på övre plan. Denna avvikelse behandlas som ett avsteg (A₁) och berör brandskyddet som relaterar till möjlighet till utrymning vid brand. Figur 2.1 visar att tillägget ger en positiv påverkan på fler delar av brandskyddet än vad avsteget påverkar negativt, samtidigt som det inte har gjorts något explicit tillägg som berör möjlighet till utrymning. Dock innebär förbättringarna av skyddet mot spridning av brand och brandgaser i byggnaden att en längre utrymningstid kan tillåtas. Det finns en numerär balans mellan antal tillägg och antal avsteg, vilket förenklar verifieringsuppgiften. Det är också viktigt att göra en utvärdering av det tillagda brandskyddssystemets egenskaper, se tabell 2.2.

Tabell 2.2 Utvärdering av brandskyddets egenskaper.

Egenskaper	Svar
Krävs mänskligt agerande för att skyddssystemen ska fungera?	Nej
Innebär det tekniska bytet att flera oberoende skyddssystem ersatts med ett enda tillägg?	Nej
Är tillagt skyddssystem beroende av flera undersystem för att fungera korrekt?	Nej
Har föreslagen brandskyddsutformning tillräcklig flexibilitet för att hantera möjliga bränder i byggnaden?	Ja
Hur påverkas funktionen hos skyddssystemet över tiden och i vilken grad krävs service och underhåll?	Sprinklers kräver underhåll enligt relevant standard
Hur sårbart är det tillagda skyddssystemet för elavbrott, väderförhållanden, mjukvaruproblem etc?	Inte sårbart

Den föreslagna brandskyddsutformningen anses kunna verifieras med scenarioanalys eftersom:

- Det måste säkerställas att tillgänglig tid för utrymning (ASET) är längre än den tid som krävs för utrymning (RSET).
- Det är nödvändigt att studera hur utrymning kan ske i händelse av att sprinklersystemet inte är tillgängligt, då byggnaden inrymmer en samlingslokal och har en potential för stor personskada vid brand.

Verifieringen kommer att göras genom att beräkna brandförlopp och utrymningstid. Byggnaden anses vara säker om tid till kritiska förhållandens för utrymning (ASET) är längre än den tid det tar att utrymma byggnaden (RSET).

Verifiering med scenarioanalys

Verifieringen omfattar två huvudsakliga uppgifter – att beräkna brandförloppet och att beräkna tid för utrymning, för att sedan kunna jämföra dessa. Frågor som ska behandlas i samband med verifieringen är bl.a:

- Vilka brandscenarier bör beaktas?
- Vilka gränsvärden för kritiska förhållanden för utrymning ska användas?
- Hur lång tid finns tillgänglig för utrymning (ASET)?
- Hur lång tid tar utrymningen (RSET)?

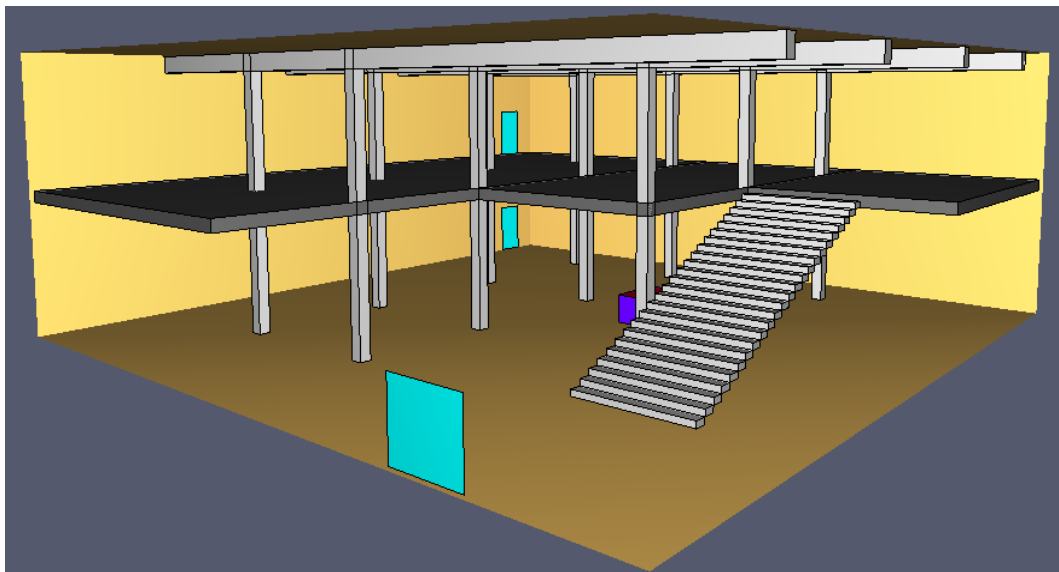
Dimensionerande bränder och gränsvärden för kritiska förhållanden

I byggnader med sprinklersystem räcker det vanligen att beräkna det s.k. robusthetsscenariot, dvs. det scenario då sprinklersystemet är otillgängligt. Enligt Nystedt (2011) gäller detta antagande om sprinklersystemet aktiveras innan branden når en storlek på 5 MW. I aktuell byggnad beräknas sprinklersystemet aktivera vid en brandstorlek på ca 1 MW. Robusthetsscenariot omfattar en brand av mer genomsnittliga mått då denna endast inträffar i ca 5 % av bränderna. Att använda en brand motsvarande ”värsta troliga” i en byggnad utan sprinklersystem skulle vara alltför konservativt. Dimensionerande brand i detta fall är en brand med medumsnabb tillväxthastighet och en maximal effekt på 10 MW. Branden består av 50 % trä och 50 % plast, vilket ger en sotproduktion på 0,06 g/g.

Två brandplaceringar studeras då det på förhand inte går att avgöra om en brand på övre plan är värre än en brand på nedre plan. Anledningen till detta är den stora öppningen mellan bjälklagen, vilken skapar en stor spillplym vid brand på nedre plan. Brandförloppsberäkningarna utvärderas mot ett kriterium för siktbarhet där Nystedt (2011) föreslår att minst 5 m sikt ska gälla i byggnader med sprinklersystem när robusthetsscenariot utvärderas.

Brandförloppsberäkningar

Brandförloppen beräknades med Fire Dynamics Simulator (FDS, v. 5.5.3; McGrattan) med $n Q^* = 1,2$ och $D^*/\delta x = 12$. Referensvärden för Q^* är 0,3-2,5 och för $D^*/\delta x$ 10-20. En bild av modellen redovisas i figur 2.3.



Figur 2.3 Modell av byggnaden för brandförloppsberäkningarna i FDS.

Vid brand på nedre plan blir tiden (ASET) till mindre än 5 m sikt 360 s på nedre plan och 320 s på övre plan. Vid brand på övre plan blir tiden (ASET) till mindre än 5 m sikt 260 s på övre plan och 320 s på övre plan. På nedre plan inträffar inte kritiska förhållanden med denna brandplacering.

Utrymningsberäkning

Tid för utrymning (RSET) omfattar tid för detektion, tid för beslut, reaktion och förflyttning. Tiden för detektion är 30 s, som beräknats med FDS. Tid för beslut och reaktion är 60 s när det finns ett talat informativt utrymningsmeddelande. Förflyttningstiden beror på den tillgängliga utrymningsbredden, som är totalt 3,0 m från nedre plan. Från övre plan är den också 3,0 m, men här antas branden (på övre plan) blockera dörren direkt till det fria vilket minskar tillgänglig bredd till 1,8 m. Vid brand på nedre plan har personer på det övre planet endast tillgång till en dörr (1,2 m) till det fria. Tid för utrymning (RSET) vid brand på nedre plan är 260 s på nedre plan och 290 s på övre plan. Motsvarande tid för utrymning från övre plan vid brand på övre plan är 220 s.

Slutsatser

Byggnaden anses säker om tillgänglig tid för utrymning (ASET) är längre än den tid som krävs för att utrymma (RSET). Beräkningar visar att säkerhetsmarginalen är minst 30 s och förelagen utformning av brandskyddet ger tillfredsställande säkerhet.

Det går inte att dra generella slutsatser kring möjligheten till förlängning av gångavstånd till utrymningsväg då brandsäkerheten får verifieras för varje specifikt fall med den metodik som redovisas ovan. Anledningen till detta är variabler som takhöjd, tillgänglig utrymningsbredd, utrymningsvägarnas placering och lokalens geometri har så pass stor påverkan på den tillgängliga resp. erforderliga tiden för utrymning att en generalisering inte är möjlig.

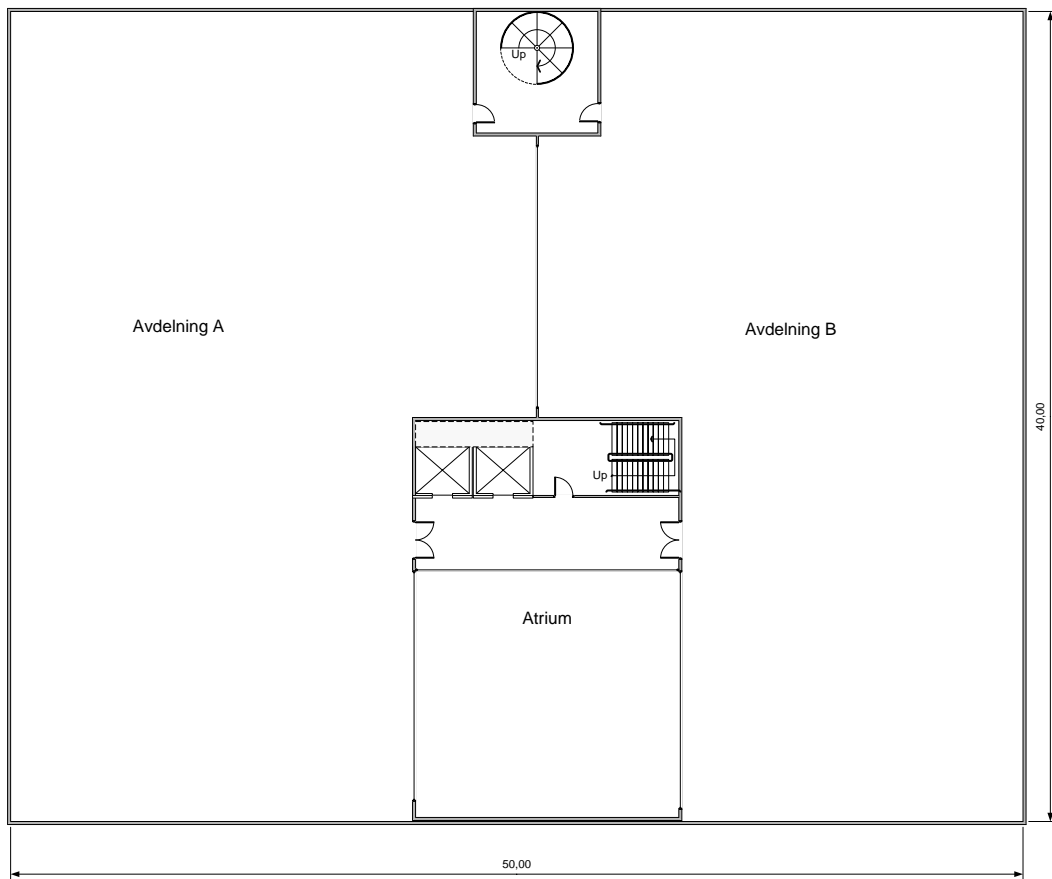
Fallstudie 3: Minskat krav brandklass på fönster i en kontorsbyggnad

I denna fallstudie används automatisk vattensprinkler som en kompenserande åtgärd i en kontorsbyggnad för att möjliggöra en minskning av brandteknisk klass på fönster i brandcellsgräns. Fallstudien kan tillämpas på andra byggnader, men de uppgifter och resultat som presenteras är specifika för kontorsbyggnader.

Brandskyddsgenomgång

Byggnadens utformning och verksamhet

Byggnaden är en kontorsbyggnad i fyra våningar. Den är uppförd i betong och har två kontorslokaler per våningsplan och ett centralt placerat atrium. De personer som vistas i byggnaden (ca 400 personer) antas känna till byggnaden väl och kunna utrymma på egen hand. En planritning visas i figur 3.1.



Figur 3.1 Planritning av kontorsbyggnaden.

Varje kontorslokal är en egen brandcell. Dock önskas glaspartier i brandcellsgräns mellan kontorslokalerna. Dessutom utgör trapphusen och atriet egna brandceller. Utrymning är möjlig via trapphuset i atriet eller via spiraltrappan. Räddningstjänsten har en insatstid på mindre än 10 minuter och det finns inga närliggande byggnader.

Brandrisker och andra faktorer

Brandbelastningen i kontor är väletablerad och konsekvent. Ofta behöver man ha maximal flexibilitet vid dimensioneringen för att kunna anpassa byggnaden till hyresgästernas krav.

Förslag till utformning av brandskyddet

Föreslagen utformning av brandskyddet bygger till största del på förenklad dimensionering för kontorsbyggnader. Dock har automatisk vattensprinkler installerats för att möjliggöra minskad brandteknisk klass på glaspartier mellan kontorslokalerna från kravet på EI 60 till E 30. Tabell 3.1 visar byggnadens huvudsakliga brandtekniska egenskaper.

Tabell 3.1 Förslag till utformning av brandskydd.

Skyddssystem	Åtgärd	Prestandakrav
Mot antändning	Textilier	Relevant standard
Mot tillväxt av brand	Ytskikt i Euroklass B	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brandgaser	Brandspjäll	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brand inom bygganden	Brandcellsgränser (EI 60) Glaspartier (E 30) Automatisk vattensprinkler	Förenklad dimensionering Analytisk dimensionering Relevant standard
Mot spridning av brand till annan byggnad	-	-
För möjlighet till trygg utrymning	Två trapphus	Förenklad dimensionering
För möjlighet för räddningsinsats	Tillgänglighet till byggnaden	Förenklad dimensionering
Mot kollaps av byggnad	Skydd av bärande konstruktion (R 60)	Förenklad dimensionering

Val av dimensioneringsmetod

Eftersom en avvikelse från förenklad dimensionering föreslås är det nödvändigt att använda analytisk dimensionering för att verifiera brandsäkerheten i byggnaden.

Förutsättningar för verifiering

Analysen av verifieringsbehovet görs med verktyg enligt av Lundin, se figur 3.2.

Del av brandskyddet enligt BBR och EKS		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Tillägg				Avsteg			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand								
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad	X				X			
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader	X							
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
EKS C 1.1.2	Bärförmåga vid brand	X							

Figur 3.2 Identifiering av avvikelser från förenklad dimensionering.
 Notera att T₁ är automatisk vattensprinkler och A₁ minskat krav på brandteknisk klass på glaspartier.

Den automatiska vattensprinklern kommer antingen att släcka eller kontrollera branden. Eftersom förenklad dimensionering inte ställer krav på sprinklersystem i kontorsbyggnader utgör den automatiska vattensprinklern ett tillägg (T₁), vilket i sin tur påverkar flera delar av brandskyddet – skydd mot brand- och brandgasspridning inom och mellan byggnader samt bärförmåga vid brand. En annan avvikelse från förenklad dimensionering är minskat krav på glaspartier i brandcellsgräns. Denna avvikelse behandlas som ett avsteg (A₁) och berör brandskyddet som relaterar till skydd mot brandspridning inom byggnad. Figur 3.2 visar att tillägget ger en positiv påverkan på fler delar av brandskyddet än vad avsteget påverkar negativt. Dessutom har tillägg och avsteg skett inom samma del av brandskyddet. Det finns en numerär balans mellan antal tillägg och antal avsteg, vilket förenklar verifieringsuppgiften. Det är också viktigt att göra en utvärdering av det tillagda brandskyddssystemet egenskaper, se tabell 3.2.

Tabell 3.2 Utvärdering av brandskyddets egenskaper.

Egenskaper	Svar
Krävs mänskligt agerande för att skyddssystemen ska fungera?	Nej
Innebär det tekniska bytet att flera oberoende skyddssystem ersatts med ett enda tillägg?	Nej
Är tillagt skyddssystem beroende av flera undersystem för att fungera korrekt?	Nej
Har föreslagen brandskyddsutformning tillräcklig flexibilitet för att hantera möjliga bränder i byggnaden?	Ja
Hur påverkas funktionen hos skyddssystemet över tiden och i vilken grad krävs service och underhåll?	Sprinklers kräver underhåll enligt relevant standard
Hur sårbart är det tillagda skyddssystemet för elavbrott, väderförhållanden, mjukvaruproblem etc?	Inte sårbart

Den föreslagna brandskyddsutformningen anses kunna verifieras med en kvantitativ riskanalys eftersom:

- Det måste säkerställas att kombinationen av sprinkler och minskad brandteknisk klass ger tillräcklig säkerhet i form av skydd mot brandspridning inom byggnaden
- Möjligheten att sprinklersystem inte är tillgängligt måste tas med i analysen.

Verifiering av föreslagen utformning av brandskyddet ska således beräkna risken för brandspridning i kontorsbyggnaden och jämföra denna med risken för brandspridning i en kontorsbyggnad uppförd enligt förenklad dimensionering.

Verifiering med kvantitativ riskanalys

Verifieringens huvuduppgift är beräkna risken för brandspridning i byggnaden med sprinkler och glasparti i E 30, samt jämföra denna risk med den i en byggnad utan sprinkler och med glasparti i EI 60. Frågor som ska behandlas i samband med verifieringen är bl.a:

- Vad kan förväntas av sprinklersystemet i en kontorsbyggnad?
- Hur stor är sannolikheten för brandspridning i en kontorsbyggnad med brandteknisk klass E 30?
- Hur stor är sannolikheten för brandspridning i en kontorsbyggnad med brandteknisk klass EI 60?
- Finns det andra begränsningar som man bör ta hänsyn till när kravet på isolering för glaspartierna tas bort, dvs användning av "E" istället för "EI"?

Sprinklersystemets effektivitet i en kontorsbyggnad

Statistik visar att sprinklersystemet är effektivt i 95 % av bränderna. Tester har visat att sprinklerkontrollerade bränder i kontor oftast släcks eller har liten brandeffekt (högst 1 MW). Statistik visar också att flammor begränsas till det rum där branden startar i 93 av 100 bränder (Hall).

Sannolikhet för brandspridning

Sannolikheten för brandspridning beror på dels sannolikheten för att branden blir fullt utvecklad och dels vilken klassificering den brandavskiljande konstruktionen har. Klassificeringen visas genom provning. En konstruktion i EI 60 uppfyller kraven på avskiljande och isolerande förmåga i minst 60 minuter. En konstruktion i E 30 uppfyller kraven för avskiljande förmåga i minst 30 minuter. Att en konstruktion i E 30 saknar isolerande förmåga innebär att värmestrålning kan antända föremål på andra sidan glaspartiet, även om den avskiljande förmågan bibehålls.

Statistik visar att sannolikheten för att en brand blir fullt utvecklad på ett kontor (utan sprinklersystem) är ca 47 %. Om byggnaden är försedd med sprinkler minskar sannolikheten till ca 2 %. Sprinklersystemet skapar således utrymme för att tillåta högre sannolikhet för brandspridning via glaspartiet. Brandvaraktigheten i ett kontor kan bedömas med kännedom om brandbelastningen. För en konstruktion i EI 60 är sannolikheten att brandförloppet är längre än brandmotståndet ca 11 %. För en konstruktion i E 30 är motsvarande sannolikhet ca 89 %. Men då sprinklersystemet minskar sannolikheten för fullt utvecklad brand ca 20 ggr blir den kombinerade sannolikheten för brandspridning i byggnaden knappt 2 %, vilket kan jämföras med 5 % i referensbyggnaden.

Bedömningen av sannolikheten för brandspridning bygger på en förenklad modell där det förutsätts att brandspridning endast sker om brandens varaktighet är längre än konstruktionens brandmotstånd. Det finns andra orsaker till brandspridning som exempelvis felaktig montering av vägg, förekomst av öppna dörrar eller felaktigt utförda genomföringar. Det kan också vara så att brandförloppets intensitet överstiger påverkan av standardbrandkurvan. För dessa fall är sprinklersystemet mer förlåtande då detta förväntas kunna kontrollera eller släcka de flesta bränder i byggnaden.

Andra aspekter och begränsningar

Beräknad sannolikhet för brandspridning tar inte hänsyn till det faktum att E 30 partier inte skyddar mot värmestrålning, vilket kan sprida brand mellan kontorslokalerna även om glaspartiet är intakt. Detta kan dock bara ske om sprinklersystemet inte är tillgängligt samtidigt som branden blir fullt utvecklad och även om brandspridning p g a värmestrålning skulle kunna ske är denna risk fortfarande hälften av den i en byggnad utan sprinkler.

Slutsatser

Målsättningen för verifikationen i denna fallstudie var att belysa skillnaderna i risk för brandspridning i en byggnad med sprinklersystem och glaspartier i E 30 och en byggnad utan sprinklersystem med glaspartier i EI 60. Slutsatsen är att enbart sprinklersystemet är dubbelt så bra som en avskiljning i EI 60 till att förhindra brandspridning. Sprinklersystemet ger också andra brandsäkerhetsfördelar som minskad personrisk och bättre skydd för egendomen.

Om sprinklersystemet inte fungerar kan branden sprida sig till andra sidan glaspartiet genom värmestrålning. Det rekommenderas därför att ytor närmst glaspartiet hålls fria från brännbar inredning.

Vanligen kan således fönster i brandklass E 30 i stället för EI 60 användas i en kontorsbyggnad, om konventionell sprinkler installeras.

Fallstudie 4: Brännbar fasad i flerbostadshus

I denna fallstudie används boendesprinkler för att möjliggöra brännbart fasadmateriäl i ett flerbostadshus. Notera att detta tekniska byte inryms inom förenklad dimensionering i BBR, men det har tagits med i denna rapport för att visa hur avsteget kan verifieras. Fallstudien kan tillämpas på andra byggnader, men de uppgifter och resultat som presenteras är specifika för flerbostadshus.

Brandskyddsgenomgång

Byggnadens utformning och verksamhet

Byggnaden i fallstudien är ett typiskt flerbostadshus med fyra våningar. Den är byggd med trästomme och har tre lägenheter på varje våning. De boende i byggnaden (ca 30-40 personer) antas känna byggnaden väl och kunna sköta utrymningen självständigt eller med hjälp av räddningstjänsten om den ordinarie utrymningsvägen (trapphuset) är blockerad. Om trapphuset är blockerat av brandgaser bör de boende stanna kvar i sina lägenheter och vänta på brandkårens insats. Räddningstjänstens insatstid är mindre än 10 minuter och det kortaste avståndet till närliggande byggnader är ca 15 m.

Brandrisker och andra faktorer

I bostäder är brandbelastningen välkänd och likformig. Bränderna sprids oftast inte till andra lägenheter och det är ovanligt med dödsfall i andra utrymmen än den brandcell där branden startar. Lägenheterna har fönster i två riktningar, vilket påverkar flammornas utseende när de slår ut genom fönsterna.

Förslag till utformning av brandskyddet

Föreslagen utformning av brandskyddet bygger till största delen på förenklad dimensionering. Dock kommer byggnaden att förses med boendesprinkler för att kompensera för ett avsteg gällande kraven på obrännbar fasadbeklädnad. Det föreslås att ytterväggen förses med fasadmateriäl av trä i Euroclass D. Tabell 4.1 visar föreslaget till utformning av byggnadens brandskydd.

Tabell 4.1 Förslag till utformning av brandskydd.

Skyddssystem	Åtgärd	Prestandakrav
Mot antändning	Isolering av imkanaler	Förenklad dimensionering
Mot tillväxt av brand	Brännbara ytskikt (Euroklass C)	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brandgaser	Brandspjäll	Förenklad dimensionering
Mot spridning av brand inom bygganden	Brandcellsindelning (EI 60) Fasadmateriäl i Euroklass D Boendesprinkler	Förenklad dimensionering Analytisk dimensionering Relevant standard
Mot spridning av brand till annan byggnad	Skyddsavstånd till närliggande byggnad	Förenklad dimensionering
För möjlighet till trygg utrymning	Brandvarnare Trapphus Räddningstjänstens utrustning	Förenklad dimensionering Förenklad dimensionering Förenklad dimensionering
För möjlighet för räddningsinsats	Tillgänglighet till byggnaden Brandgasventilation av trapphus	Förenklad dimensionering Förenklad dimensionering
Mot kollaps av byggnad	Skydd av bärande konstruktion (R 60)	Förenklad dimensionering

Val av dimensioneringsmetod

För denna fallstudie sker ingen egentlig avvikelse från förenklad dimensionering i Boverkets byggregler. Fallstudien finns med i rapporten för att visa hur det tillåtna tekniska bytet kan verifieras med analytisk dimensionering.

Förutsättningar för verifiering

Analysen av verifieringsbehovet görs med verktyg enligt Lundin, se figur 4.1.

Del av brandskyddet enligt BBR och EKS		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Tillägg				Avsteg			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand								
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgas-spridning inom byggnad	X				X			
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader	X							
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
EKS C 1.1.2	Bärförmåga vid brand	X							

Figur 4.1 Identifiering av avvikelser från förenklad dimensionering. Notera att T₁ är boendesprinkler och A₁ fasadmateriäl i Euroklass D.

Den automatiska vattensprinklern kommer antingen att släcka eller kontrollera branden. Eftersom förenklad dimensionering inte ställer krav på sprinklersystem i kontorsbyggnader utgör den automatiska vattensprinklern ett tillägg (T_1), vilket i sin tur påverkar flera delar av brandskyddet – skydd mot brand- och brandgasspridning inom och mellan byggnader samt bärförmåga vid brand. En annan avvikelse från förenklad dimensionering är användning av brännbar fasadbeklädnad. Denna avvikelse behandlas som ett avsteg (A_1) och berör brandskyddet som relaterar till skydd mot brandspridning inom byggnad. Figur 4.1 visar att tillägget ger en positiv påverkan på fler delar av brandskyddet än vad avsteget påverkar negativt. Dessutom har tillägg och avsteg skett inom samma del av brandskyddet. Det finns en numerär balans mellan antal tillägg och antal avsteg, vilket förenklar verifieringsuppgiften. Det är också viktigt att göra en utvärdering av det tillagda brandskyddssystemets egenskaper, se tabell 4.2.

Tabell 4.2 Utvärdering av brandskyddets egenskaper.

Egenskaper	Svar
Krävs mänskligt agerande för att skyddssystemen ska fungera?	Nej
Innebär det tekniska bytet att flera oberoende skyddssystem ersatts med ett enda tillägg?	Nej
Är tillagt skyddssystem beroende av flera undersystem för att fungera korrekt?	Nej
Har föreslagen brandskyddsutformning tillräcklig flexibilitet för att hantera möjliga bränder i byggnaden?	Ja
Hur påverkas funktionen hos skyddssystemet över tiden och i vilken grad krävs service och underhåll?	Sprinklers kräver underhåll enligt relevant standard
Hur sårbart är det tillagda skyddssystemet för elavbrott, väderförhållanden, mjukvaruproblem etc?	Inte sårbart

Den föreslagna brandskyddsutformningen anses kunna verifieras med en kvantitativ riskanalys eftersom:

- Det måste säkerställas att kombinationen av sprinkler och brännbart fasadmateriäl ger tillräcklig säkerhet i form av skydd mot brandspridning inom byggnaden.
- Möjligheten att sprinklersystem inte är tillgängligt måste tas med i analysen.

Verifiering av föreslagen utformning av brandskyddet ska således beräkna risken för brandspridning i flerbostadshuset och jämföra denna med risken för brandspridning i ett flerbostadshus uppfört enligt förenklad dimensionering.

Verifiering med kvantitativ riskanalys

Verifieringens huvuduppgift är beräkna risken för brandspridning i mellan lägenheter via ytterväggen (fasaden) för en byggnad med sprinkler och brännbar fasadbeklädnad och jämföra denna med motsvarande risk i en byggnad utan sprinkler och med obrännbar fasadbeklädnad. Frågor som ska behandlas i samband med verifieringen är bl.a:

- Vilken påverkan har fasadmaterialet när det gäller brandspridning mellan våningsplan?
- Vad kan förväntas av sprinklersystemet i ett flerbostadshus?
- Hur stor är sannolikheten för brandspridning via fasaden i en byggnad utan sprinkler med obrännbar fasadbeklädnad?
- Hur stor är sannolikheten för brandspridning via fasaden i en byggnad med sprinkler med brännbar fasadbeklädnad (Euroclass D)?
- Finns det andra begränsningar som man bör ta hänsyn till när byggnader förses med brännbar fasadbeklädnad?

Brandspridning via fasad och fönster

Brandspridning via fasaden och fönster är en av de mer troliga brandspridningsvägarna då krav på vertikalt avstånd mellan fönster på 1,2 m (enligt förenklad dimensionering) inte ger ett fullgott skydd. En fullt utvecklade lägenhetsbrand på ca 10 MW kan ge flammor ut genom fönster som är ca 6 m höga. Ett skyddsavstånd på 1,2 m kommer inte att skydda mot brandspridning till ovanliggande lägenhet utan det krävs att räddningstjänsten gör en insats för att begränsa brandspridningen.

Sprinklersystemets effektivitet i flerbostadshus

Statistik visar att boendesprinklersystem har en tillförlitlighet på ca 96 % i flerbostadshus. För att branden ska sprida sig till ovanliggande lägenhet krävs att den är fullt utvecklade och boendesprinklersystemet är en viktig faktor för att förhindra denna händelseutveckling.

Sannolikhet för brandspridning

Sannolikheten för en fullt utvecklade brand i en lägenhet utan sprinkler är 51 %, medan den endast är 2 % i en lägenhet med boendesprinkler. I dessa siffror ingår inte eventuell räddningsinsats. Utan räddningstjänstens insats kommer branden med största sannolikhet att sprida sig till lägenheten ovanför om byggnaden saknar sprinkler eller om sprinklersystemet inte är tillgängligt. Men insatsstatistik visar att endast 3 % av bränderna i flerbostadshus sprider sig till annan brandcell, vilket visar räddningstjänstens betydelse för att begränsa brandspridningen. Räddningstjänsten är en tillgång även i byggnader med boendesprinkler, men om vi bortser från detta så är risken för brandspridning trots allt lägre i dessa byggnader än i en referensbyggnad, oavsett om fasadmaterialet är brännbart.

Andra aspekter och begränsningar

Det är viktigt att material med sämre egenskaper än Euroclass D inte används i fasadbeklädnader då dessa material kan leda till mycket snabb brandspridning och okontrollerade förlopp. Boendesprinkler kan endast förhindra brandspridning till fasaden om det brinner i rum där det finns sprinklerhuvuden installerade. Därför är det viktigt att inga undantag från sprinklerplacering görs i rum som har fönster mot den brännbara

fasaden. Vidare bör brandstopp placeras i ytterväggen om det finns en luftspalt i denna. Risken för utvändiga bränder bör också beaktas genom att exempelvis inte tillåta parkering intill byggnaden eller att undvika brännbart material på nedersta våningen.

Slutsatser

Boendesprinklersystem har stor effektivitet när det gäller att låta bränder förbli små. Risken för brandspridning i en byggnad med boendesprinkler är betydligt lägre än i en byggnad utan sprinklersystem. Användning av fasadbeklädnad i Euroclass D leder inte till någon signifikant risk så länge boendesprinklersystem är tillgängligt, eller om branden kontrolleras av exempelvis räddningstjänsten.

Om branden tillåts växa och bli fullt utvecklad kommer användning av brännbart material i fasaden att öka risken för brandspridning. För att räddningstjänsten ska kunna operera effektivt är det betydelsefullt att brandspridningen sker på ett förutsägbart sätt. Därför är det viktigt att förse eventuella luftspalter med brandstopp. Vidare är det viktigt att vidta åtgärder för att skydda den brännbara fasaden från utvändiga bränder.

Vanligen kan således fasadbeklädnad i ytskiktssklass D användas i flerbostadshus, om boendesprinkler installeras. Notera att avsteget faller inom ramen för förenklad dimensionering enligt BBR och ingen verifiering krävs. Fallstudien syftar till att visa hur en sådan verifiering kan göras.

Fallstudie 5: Kombinationer av flera tekniska byten i en kontorsbyggnad

I denna fallstudie har automatisk vattensprinkler använts som kompenserande åtgärd för att tillåta flera olika avsteg från förenklad dimensionering. Fallstudien kan tillämpas på andra byggnader, men de uppgifter och resultat som presenteras är specifika för kontorsbyggnader.

Brandskyddsgenomgång

Byggnadens utformning och verksamhet

Byggnaden är en kontorsbyggnad i fyra våningar. Den är uppförd i betong och har två kontorslokaler per våningsplan och ett centralt placerat atrium. De personer som vistas i byggnaden (ca 400 personer) antas känna till byggnaden väl och kunna utrymma på egen hand.

Förslaget till brandskyddsutformning omfattar flera avvikelser från förenklad dimensionering och en automatisk vattensprinkler installeras i byggnaden för att kompensera för följande avsteg:

- Ytskikt i Euroklass D¹
- Förlängt gångavstånd till utrymningsvägar²
- Fönster i brandteknisk klass E 30³
- Fasadmaterial i Euroklass D⁴

Ovanstående avsteg har verifierats var för sig i tidigare kapitel och verifieringen i detta kapitel fokuserar på att hantera effekterna av att dessa avsteg kombineras med varandra.

Val av dimensioneringsmetod

Eftersom avsikten är att genomföra ett flertal avvikelser från förenklad dimensionering är det nödvändigt att använda analytisk dimensionering för att verifiera brandsäkerheten i byggnaden.

Förutsättningar för verifiering

Verifieringskraven identifieras med hjälp av redskapen enligt Lundin, se figur 5.1.

¹ Krav enligt förenklad dimensionering är ytskikt i Euroclass B.

² Maximalt gångavstånd är 50 m vilket är en avvikelse från 30 m (vid utrymning i en riktning) enligt förenklad dimensionering.

³ Fönster i brandcellsgräns i klass E 30 är en avvikelse från kravet på EI 60 enligt förenklad dimensionering.

⁴ Krav enligt förenklad dimensionering är ytskikt i Euroclass A.

Del av brandskyddet enligt BBR och EKS		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Tillägg				Avsteg			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand						X		
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad	X				X		X	X
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader	X							
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
EKS C 1.1.2	Bärförmåga vid brand	X							

Figur 5.1 Identifiering av avvikelser från förenklad dimensionering.

T₁ är automatisk vattensprinkler.

A₁ ytskikt i Euroclass D, A₂ förlängt gångavstånd till utrymningsväg, A₃ minskat krav på glasparti och A₄ fasadmaterial i Euroklass D.

Den automatiska vattensprinklern kommer antingen att släcka eller kontrollera branden. Eftersom förenklad dimensionering inte ställer krav på sprinklersystem i kontorsbyggnader utgör den automatiska vattensprinklern ett tillägg (T₁), vilket i sin tur påverkar flera delar av brandskyddet – skydd mot brand- och brandgasspridning inom och mellan byggnader samt bärförmåga vid brand. Det finns flera avvikelser från förenklad dimensionering i och med avstegen avseende ytskikt i Euroclass D (A₁), förlängda gångavstånd till utrymningsväg (A₂), minskad brandteknisk klass på fönster (A₃) och brännbar fasadbeklädnad (A₄). Figur 5.1 visar att tillägget ger en positiv påverkan på fler delar av brandskyddet än vad avstegen avser. Dock kan man se att det finns endast ett tillägg för skydd mot spridning av brand inom byggnaden, medan det skett tre avsteg. Här råder en obalans som måste behandlas. Det är även viktigt att göra en utvärdering av det tillagda brandskyddssystemet egenskaper, se tabell 5.1.

Tabell 5.1 Utvärdering av brandskyddets egenskaper.

Egenskaper	Svar
Krävs mänskligt agerande för att skyddssystemen ska fungera?	Nej
Innebär det tekniska bytet att flera oberoende skyddssystem ersatts med ett enda tillägg?	Ja
Är tillagt skyddssystem beroende av flera undersystem för att fungera korrekt?	Nej
Har föreslagen brandskyddsutformning tillräcklig flexibilitet för att hantera möjliga bränder i byggnaden?	Ja
Hur påverkas funktionen hos skyddssystemet över tiden och i vilken grad krävs service och underhåll?	Sprinklers kräver underhåll enligt relevant standard
Hur sårbart är det tillagda skyddssystemet för elavbrott, väderförhållanden, mjukvaruproblem etc?	Inte sårbart

Den föreslagna brandskyddsutformningen anses kunna verifieras med en kvalitativ analys eftersom:

- Det måste bevisas att automatisk vattensprinkler är en tillräcklig kompensation för de föreslagna avstegen från förenklad dimensionering
- Möjligheten att sprinklersystem inte är tillgängligt måste tas med i analysen.

Verifiering av föreslagen utformning ska således ske kvalitativt genom att balansera fördelarna med automatisk vattensprinkler med de avsteg på andra säkerhetssystem som föreslås.

Verifiering med kvalitativ analys

Verifieringens huvuduppgift är studera kombinationen av tekniska byten för att beskriva hur den totala brandsäkerheten påverkas, samtidigt som den bedömda nivån ska jämföras med en referensbyggnad uppförd enligt förenklad dimensionering för kontorsbyggnader. Frågor som ska behandlas i samband med verifieringen är bl.a:

- Vad förväntas ske (i kvalitativa termer) när sprinklersystemet är otillgängligt vid en brand?
- Vilka andra skyddssystem finns som kan begränsa konsekvenserna av en brand?
- Vad förväntas ske (i kvalitativa termer) vid brand i en referensbyggnad utan sprinklersystem?
- Hur ser tidsförloppet ut?

Förväntat händelseförlopp när sprinklersystemet inte fungerar

Sprinklersystemet har stor betydelse för brandskyddet i byggnaden. Om branden inte förblir liten (2 av 100 bränder enligt Nystedt, 2011), antingen tack vare sprinklersystemet eller på andra åtgärder/agerande så kommer föreslagen utformning inte ha ett brandskydd som är lika bra som referensbyggnaden. Användning av brännbara ytskikt kan ge snabbare brandutveckling, men utrymning kommer troligen ha skett innan förhållandena blir kritiska, förutsatt att byggnaden förses med brand- och utrymningslarm. Utrymning kan ske på ett tryggt sätt även då gångavstånden är förlängda och trots att sprinklersystemet inte fungerar. Minskade krav på fönster i brandcellsgräns gör att en fullt utvecklad brand troligen kommer att spridas till intilliggande brandcell.

Det är nödvändigt att räddningstjänsten påbörjar en skadebegränsande insats inom 30 minuter för att förhindra brandspridning. Om fasaden involveras i branden ökar risken för brandspridning till ovanliggande våningsplan. Denna risk är dock påtaglig även om fasaden hade varit av obrännbart material p g a de stora flammor som kan slå ut genom fönsterna. Om ytterväggen är åtkomlig för räddningstjänsten samtidigt som den försetts med brandstopp kan brandspridningsrisken kontrolleras.

Förväntat händelseförlopp i en referensbyggnad

En referensbyggnad uppförd enligt förenklad dimensionering för kontorsbyggnader har ingen automatisk vattensprinkler, vilket ger en sannolikhet för att en brand blir stor på ca 47 %. Utrymning kan troligen ske vid brand, även om byggnaden inte har ett utrymningslarm. Brandavskiljande konstruktioner i EI 60 motstår brandvaraktigheten med en sannolikhet på 90 % (Nystedt, 2011).

Dock finns det några aspekter som behöver belysas. Exempelvis kan en dörr i en brandcellsgräns stå uppställd, vilket enligt brittisk statistik (BS 7974) kan ske med en sannolikhet på 20-50 %. Om dessa fel beaktas blir sannolikheten för brandspridning relativt hög och det är nödvändigt att räddningstjänsten vidtar åtgärder för att begränsa brandspridningen. Räddningstjänsten insats är också en förutsättning för att hindra brandspridning via fasaden då ett vertikalt avstånd på 1,2 m mellan fönster inte ger ett tillfredsställande skydd.

Slutsatser

En brand i en byggnad med automatisk vattensprinkler förblir liten i ca 98 av 100 bränder. Detta kan jämföras med en byggnad utan sprinklersystem där branden hålls liten i drygt 50 av 100 bränder. Byggnader utan sprinklersystem måste förlita sig på andra åtgärder/insatser för att förhindra brandspridning. Räddningstjänsten spelar en betydelsefull roll för säkerheten i byggnader utan sprinklersystem. Om räddningstjänstens insats inte beaktas kommer byggnader med sprinklersystem ha ca 25 ggr lägre risk för en tillväxande brand som kan komma att hota personer och egendom.

Precis som för en byggnad utan sprinkler förlitar sig föreslagen utformning av brandskyddet på att räddningstjänsten vidtar skadebegränsande åtgärder inom ca 30 minuter för att förhindra brandspridning inom byggnaden och inom 10-15 minuter för att förhindra brandspridning via fasaden. Viktigast är dock att en byggnad med sprinklersystem inte behöver förlita sig på räddningstjänstens insats i så stor grad som en byggnad utan sprinklersystem.

Det är således möjligt att kombinera avsteg i en byggnad med sprinkler så länge ett visst minimiskydd bibehålls i händelse av att sprinklersystemet inte fungerar. Detta minimiskydd ska säkerställa att byggnaden kan utrymmas på ett tryggt sätt och att det finns förutsättningar för räddningstjänsten att göra en lyckad insats. Hänsyn måste tas till att avstegen och tilläggen är i balans med hänsyn till vilken del av brandskyddet som påverkas.

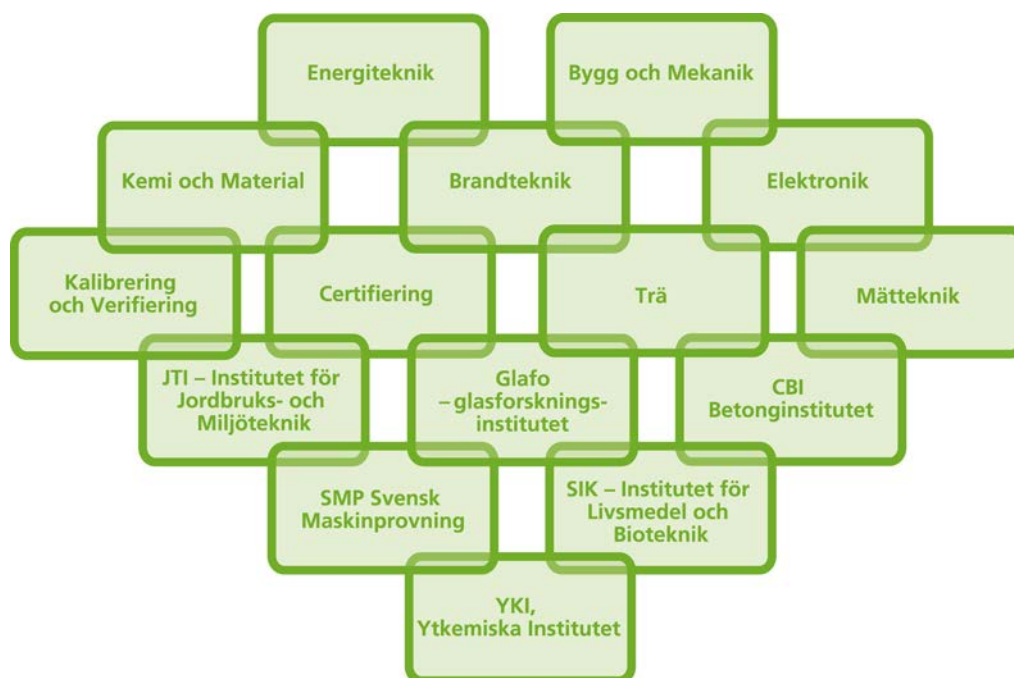
Referenser

- Arvidson M. *An Initial Evaluation of Different Residential Sprinklers using HRR Measurements*. SP Rapport 2000:18, SP Technical Research Institute of Sweden, 2000.
- BBR. *Boverkets byggregler 19*. BFS 2011:26.
- BS 7974. *Fire safety engineering principles for the design of buildings*. British Standards Institution (BSI), London, 2001.
- CAENZ. *Fire Engineering Design Guide*. 3rd Edition, New Zealand Centre for Advance Engineering, Christchurch, 2008.
- EKS. *Boverkets konstruktionsregler*, BFS 2011:10.
- EN 1991-1-2. *Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire*. European Standard, 2002.
- EN 12845. *Fixed firefighting systems. Automatic sprinkler systems. Design, installation and maintenance*. European Standard, 2009.
- FDS. McGrattan K B, Hostikka S, Floyd J. *Fire Dynamic Simulator (Version 5) – User’s Guide*. NIST Special Publication 1019-5, National Institutes of Standards and Technology, USA, 2010.
- Fire Code Reform Centre. *Fire performance of wall and ceiling lining materials*, CRC Project 2 – Stage A, Fire Performance of Materials, Project Report FCRC – PR 98-02, Fire Code Reform Research Program, FCRC, Sydney, 1998.
- Frantzich H. *Tid för utrymning vid brand*. SRV rapport P21-365/01. Statens räddningsverk, Karlstad, 2001.
- Hall J R. *U.S. Experience with Sprinklers and other Fire Extinguishing Equipment*. Fire Analysis and Research Division, National Fire Protection Association, 2010.
- INSTA 900-1. *Residential sprinkler systems – Part 1: Design, installation and maintenance*, 2009. Svensk beteckning SS 883001:2009.
- Lundin J. *Safety in the Case of Fire – the Effects of Changing Regulations*. Department of Fire Safety Engineering, Lund University, 2005.
- NFPA 13. *Standard for the installation of sprinkler systems*. National Fire Protection Association, Quincy, US, 2010.
- NFPA 13R. *Standard for the installation of sprinkler systems in residential occupancies up to and including four stories in height*. National Fire Protection Association, Quincy, US, 2010.
- NKB Utskotts- och arbetsrapporter 1994:07. *Funktionsbestemte brandkrav og teknisk vejledning for beregningsmæssig eftervisning*. Nordiska kommittén för byggbestämmelser, 1994.
- Nystedt F. *Deaths in Residential Fires - an Analysis of Appropriate Fire Safety Measures*. Report 1026, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, 2003.
- Nystedt F. *Verifying Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*. Report 3150, Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University, 2011.
- Nystedt F. *Case Studies on the Verification of Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*. Report 7035, Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University, 2012.

SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection, 2nd Edition, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, US, 2007.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM

Telefon: 010-516 50 00

E-mail: info@sp.se, Internet: www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport 2012:33

ISBN 978-91-87017-47-6

ISSN 0284-5172