

En metod för identifiering av brandskyddets verifieringsbehov vid analytisk dimensionering av Br1-, Br2- och Br3-byggnader

Anton Håkansson

Marcus Larsson

Division of Fire Safety Engineering

Lund University, Sweden

Brandteknik

Lunds Tekniska Högskola

Lunds Universitet

Report 5566

**En metod för identifiering av
brandskyddets verifieringsbehov vid
analytisk dimensionering av Br1-, Br2-
och Br3-byggnader**

**Anton Håkansson
Marcus Larsson**

Lund 2018

En metod för identifiering av brandskyddets verifieringsbehov vid analytisk dimensionering av Br1-, Br2- och Br3-byggnader

Anton Håkansson

Marcus Larsson

Report 5566

ISRN: LUTVDG/TVBB--5566-SE

ISSN: 1402-3504

Number of pages: 119

Sökord: verifiering, verifieringsbehov, analytisk dimensionering, brandskyddsprojektering, brandteknisk projektering, funktionsbaserade regler, allmänt råd.

Keywords: verification, identification of need for verification, fire safety engineering, fire safety design, performance requirements, deemed-to-satisfy.

Abstract:

In this report a method is proposed that aims to deepen the understanding for identification of the need for verification that is recommended in Swedish regulations for performance based design of fire safety in buildings. The purpose of this report is to provide guidance to engineers on how to thoroughly identify the effect that an alteration to a building design has on the buildings total fire safety system.

To assess the impact of an alteration on a fire safety system, the system is broken down from its main objectives into smaller components using a hierarchical model. Each component is then assessed individually based on how the alteration affects that component's fire technical properties. The affected components are then isolated and compiled in order to map the total impact to the system. The method is then applied to a fictional case for the purpose of demonstration.

© **Copyright:** Div. of Fire Safety Engineering, Lund University, Lund, 2018.

Brandteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund
brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>
Telefon: 046 - 222 73 60

Fire Safety Engineering
Lund University
P.O. Box 118. Box 118
SE-221 00 Lund, Sweden
brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>
Telephone: +46 46 222 73 60

Förord

Rapporten utgör examensarbetet i kursen Brandteknik - Civilingenjör (VBRM10) och är en avslutande del i utbildningen till Brandingenjör och Civilingenjör i riskhantering vid Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet.

Vi vill framföra ett speciellt tack till:

Håkan Frantzich - Universitetslektor, Docent, Tekn. Dr. på Brandteknik, LTH. Tack för god handledning, värdefulla kommentarer och för att du gjorde det här examensarbetet till den mest lärorika tiden på LTH.

Marcus Runefors - Brandingenjör och Civilingenjör i riskhantering och doktorand vid avdelningen för brandteknik vid LTH. Tack för god handledning, alltid tillmötesgående och behjälplig vid bland annat studiebesök.

I övrigt vill vi framföra ett tack till följande personer som på olika sätt bidragit till att föra detta examensarbete framåt:

Martin Wier - Brandingenjör och Civilingenjör i riskhantering på Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB. Tack för värdefulla kommentarer och tips.

Robert Jönsson - Civilingenjör och brandkonsult vid Sweco i Malmö. Tack för värdefulla kommentarer och tips.

Christian Ståleker - Brandingenjör vid Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB. Tack för anordnande av studiebesök.

Michael Strömgren - Brandingenjör vid Research Institutes of Sweden. Tack för hjälp vid litteraturstudie.

Alexander Leandersson - Brandingenjör vid Sweco Systems AB. Tack för hjälp vid litteraturstudie.

Frida Vermina Lundström - Brandingenjör vid Research Institutes of Sweden. Tack för anordnande av studiebesök.

Karl Sundholm - Fastighetsförvaltare Mästerhuset, Stockholm. Tack för rundvisning på Mästerhuset.

Lund 2018

Anton Håkansson & Marcus Larsson

Sammanfattning

I Sverige regleras byggnaders brandskydd i Plan- och bygglagen (PBL), Plan- och byggförordningen (PBF) och Boverkets byggregler (BBR). Boverkets byggregler är sedan 1994 funktionsbaserade och består av föreskrifter med tillhörande allmänna råd. Reglerna visar hur egenskapskraven i PBF ska uppfyllas. Föreskriften i ett funktionsbaserat krav bestämmer vilken funktion byggnaden ska uppfylla, och det allmänna rådet ger exempel på en teknisk utformning som uppfyller den funktionen. När samtliga allmänna råd följs kallas det för förenklad dimensionering. När ett eller flera allmänna råd frångås och ersätts med andra tekniska lösningar kallas det för analytisk dimensionering. I Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd (BBRAD) ges förslag på fyra steg som kan användas för att verifiera analytisk dimensionering: 1. Identifiering av verifieringsbehovet, 2. Verifiering av tillfredsställande brandskydd, 3. Kontroll och 4. Dokumentation av brandskyddets utformning.

I BBRAD behandlas identifieringen av verifieringsbehovet genom en helhetsbedömning av hur egenskapskraven enligt PBL och PBF samt funktionskraven i BBR påverkas av ändringen. Ett avsteg från ett allmänt råd som bidrar till att uppfylla ett egenskapskrav ska vägas upp med ett tillägg som bidrar till att uppfylla samma egenskapskrav. Problemet uppstår när ett eller flera avsteg påverkar flera av egenskapskraven, och BBRAD-metoden inte längre är tillräckligt detaljerad för att reda ut exakt vad som behöver verifieras med den nya utformningen. Målet med detta arbete är därför att utveckla den metod som föreslås i BBRAD, och som i dagsläget används för att kartlägga verifieringsbehovet vid förändringar som påverkar många olika delar av brandskyddet.

Den föreslagna metoden består av tre delar: nedbrytning av brandskyddet i mindre ingående komponenter, bedömning av hur varje komponent påverkas av förändringen samt sammanställning av påverkan på komponenterna så att den totala påverkan kan visualiseras. Brandskyddets minsta ingående komponenter togs fram genom att brandskyddet kartlades i hierarkisk form. Egenskapskraven enligt PBF bröts ned i dess delmål, delmålen bröts ned till strategier som uppfyller delmålen och strategierna bröts ned i komponenter. Komponenterna bedömdes sedan individuellt baserat på hur förändringen påverkade varje komponents brandtekniska egenskaper. Komponenterna som påverkades mest lyftes sedan fram och sammanställdes till den totala påverkan.

Metoden applicerades på ett fiktivt fall där förändringen innebar att personantalet höjdes från 50 till 75 personer i en kontorslokal med tillgång till endast en utrymningsväg. Det fiktiva fallet visade att metoden ger en mer detaljerad bild av förändringen än den metod som föreslås i BBRAD.

Summary

In Sweden, fire safety in buildings is regulated in the *Planning and Building Act* (Plan- och bygglagen), the *Planning and Building Ordinance* (Plan- och byggförordningen) and *Boverket's Building Regulations* (Boverkets byggregler). *Boverket's Building Regulations* are performance based since 1994 and consist of Performance Requirement with adhering Deemed-to-Satisfy Provisions (DTS). The Performance Requirements set out how the building design should perform in order to satisfy the objectives in PBF, and a design that complies with a DTS Provision is deemed to satisfy the corresponding Performance Requirement. If the design complies to the DTS, the design is referred to as simplified design (*förenklad dimensionering*). If the design complies to the Performance Requirements by a solution that alters from the DTS, the design is referred to as analytical design (*analytisk dimensionering*). In *Boverket's general recommendations on the analytical design of a building's fire protection* (BBRAD), four steps are recommended to verify an analytical design: 1. Identification of the need for verification, 2. Verification of satisfactory fire safety design, 3. Control and 4. Documentation of the fire safety design.

In BBRAD, the step *identification of the need for verification* is accomplished through an overall assessment regarding an alterations effect on the objects in PBL and PBF. For each negative effect that an alternative solution has on an objective, it must also contain an element that has a corresponding positive effect on the same objective. However, a problem occurs when an alteration has negative effects on more than one objective, and the BBRAD method is no longer sufficiently detailed to determine the needs of verification in the new building design. The objective in this report is to develop the method presented in BBRAD, to be used to identify the need for verification when alterations that affect several parts of the fire safety system are made.

The proposed method consists of three parts: decomposition of the fire safety design into smaller components, evaluation of how each component is affected by the alteration from the DTS and the compilation and visualization of the effect that the alteration has on the design in total. The smallest components were found by breaking down the objectives using a hierarchical model. The objectives were broken down into partial objectives, the partial objectives were broken down into strategies to comply with the partial objectives, and the strategies were broken down into their consisting components. The components were then assessed based on how the alteration affected each individual component's fire technical properties. The components that were affected the most were isolated and compiled to show the alterations effect on the design in total.

The method was applied to a fictive case where the alteration consisted of raising the maximum number of people allowed to 75 instead of 50 in an office dwelling with access to only one exit. The fictive case shows that the proposed method gives a more detailed result than the one proposed in BBRAD.

Förkortningar

- AHP Analytical Hierarchy Process
- BBR Boverkets byggregler, (version *BFS 2011:6 med ändring till och med BFS 2017:5*)
- BBRAD Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd
- DTS Deemed to satisfy
- IFEG International Fire Engineering Guidelines
- LTH Lunds tekniska högskola
- PBF Plan- och byggförordningen
- PBL Plan- och bygglagen
- SBA Systematiskt brandskyddsarbete

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problematik	3
1.3 Syfte	5
1.4 Mål	6
1.5 Frågeställningar	6
1.6 Metod	7
1.7 Målgrupp	7
1.8 Avgränsningar	7
2 Teoretisk grund	8
2.1 Lagar och regelverk	8
2.2 Dimensionering - förenklad och analytisk	10
2.3 Identifiering av verifieringsbehovet	11
2.3.1 Identifiering av verifieringsbehovet enligt BBRAD	11
2.3.3 Indelning av brandskyddet enligt hierarkisk modell	12
2.3.4 Brandskyddets egenskaper	13
2.3.4.1 Funktionen	14
2.3.4.2 Mänskligt agerande	14
2.3.4.3 Komplexitet	14
2.3.4.4 Flexibilitet	15
2.3.4.5 Känslighet	15
2.3.4.6 Tillförlitlighet	16
2.3.4.7 Sårbarhet	16
2.4 Verifiering av alternativ brandteknisk utformning	16
2.4.1 Acceptanskriterier	17
2.4.2 Verifiering enligt BBRAD	18
2.4.3 Andra brandriskanalysmetoder	18
2.5 Kontroll av verifiering	20
2.6 Dokumentation av verifiering	20
2.7 Riskhantering inom byggnadstekniskt brandskydd	21
2.8 Kognitiv bias och funktionsfixering	21

2.9 First principle	22
2.10 Hur identifieringen av verifieringsbehovet görs utomlands	23
3 Utveckling av metodik	25
3.1 Funktionsfixering och first principle i brandskydd	25
3.2 Hur brandskyddet kartläggs	27
3.3 Hur brandskyddets påverkan värderas	30
3.4 Hur verifieringsbehovet sammanställs	32
4 Beskrivning av föreslagen metodik	34
4.1 Kartläggning av brandskyddet	34
4.2 Värdering av påverkan på komponent	37
4.3 Sammanställning av verifieringsbehovet	41
4.4 Sammanfattning av framtagen metod	42
5 Tillämpningsfall	46
5.1 Identifiering av brandskyddets delar	47
5.1.1 Byggnadens bärförmåga vid brand ska bestå under en bestämd tid	47
5.1.2 Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden ska begränsas	47
5.1.2.1 Begränsa uppkomst av brand	47
5.1.2.2 Begränsa spridning av brand och rök inom byggnaden	49
5.1.3 Spridning av brand till närliggande byggnader begränsas	51
5.1.4 Personer som befinner sig i byggnaden vid brand ska kunna lämna byggnaden eller räddas på annat sätt	51
5.1.5 Räddningsmanskapets säkerhet vid brand ska tas hänsyn till	55
5.2 Värdering av påverkan på komponenterna	59
5.3 Sammanställning av verifieringsbehovet	100
5.3.1 Byggnadens bärförmåga vid brand ska bestå under en bestämd tid	101
5.3.3 Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden ska begränsas	101
5.3.4 Begränsa spridning till närliggande byggnader	104
5.3.5 Personer som befinner sig i byggnaden ska kunna utrymma eller räddas på annat sätt	104
5.3.6 Räddningsmanskapets säkerhet i byggnaden ska tas hänsyn till	106
5.3.7 Påverkan på varje egenskapskrav i PBF	106
6 Diskussion	108
7 Slutsatser	114
8 Vidare forskning	115

1 Inledning

Följande kapitel redogör för bakgrunden till arbetet, dess syfte och mål, den metod som används för att nå målet samt vilka avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

I Sverige regleras byggnadstekniskt brandskydd av lagar, förordningar och föreskrifter. Plan- och bygglagen och Plan- och byggförordningen beskriver fem egenskapskrav som brandskyddet i varje byggnad ska uppfylla. I Boverkets byggregler beskrivs sedan vilka funktionskrav som olika byggnadstyper ska uppfylla för att egenskapskraven i sin tur ska uppfyllas. Funktionskrav beskrivs i regel i form av en föreskrift med tillhörande allmänt råd. Föreskriften beskriver en speciell funktion som det byggnadstekniska brandskyddet ska uppfylla och det allmänna rådet beskriver hur byggnadstekniska detaljer bör utformas för att åstadkomma detta. Egenskapskraven enligt PBL och PBF samt funktionskraven enligt BBR måste uppfyllas. De allmänna råden får däremot frångås under förutsättningen att brandskyddet har andra lösningar som uppfyller funktionskraven lika bra som de allmänna råden hade gjort.

Ett funktionskrav uppfylls automatiskt om byggnaden utformas enligt det allmänna rådet. Om samtliga funktionskrav uppfylls genom att de allmänna råden uppfylls kallas detta för förenklad dimensionering. Om funktionskraven uppfylls genom andra lösningar än de allmänna råden kallas detta för analytisk dimensionering (Boverket, 2017). Att en analytisk dimensionering är likvärdig med en förenklad dimensionering måste bevisas genom beräkningar, bedömningar eller en kombination av de båda. Detta kallas för att den analytiska dimensioneringen verifieras. I Boverkets byggreglers allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd (BBRAD) rekommenderas att verifiering av en analytisk dimensionering sker i fyra steg:

- identifiering av verifieringsbehovet
- verifiering av tillfredsställande brandskydd
- kontroll av verifiering
- dokumentation av brandskyddets utformning (Boverket, 2013).

Identifieringen av verifieringsbehovet innebär att projektören identifierar det i den alternativa utformningen som avviker från den förenklade utformningen (Boverket, 2013). Enligt BBAD ska identifieringen utgå ifrån de sex delar av brandskyddet som behandlas i kap 5:2-7 i BBR samt Avd. C, kap. 1.1.2 i EKS (Boverket, 2015). Varje förändring, som påverkar en av dessa sju delar, ska kryssas i en tabell. Avsteg innebär negativa förändringar för brandskyddet och tillägg innebär positiva förändringar för brandskyddet. Tabellen kan ses i tabell 1 på nästa sida.

Tabell 1. Tabell för att identifiera avvikelser från förenklad dimensionering (Boverket, 2013).

Tabell 1		Matris för att identifiera avvikelser från förenklad dimensionering (FD)							
Del av brandskyddet		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Avsteg				Tillägg			
		1	2	3	4	1	2	3	4
5:2	Brandtekniska klasser och övriga förutsättningar								
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand								
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad								
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader								
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
Avd. C, kap. 1.1.2 i EKS	Bärförmåga vid brand								

Tabellen förklaras av Lundin (2001) och det ges vägledning för hur den ska tolkas. Vägledningen beskriver att tabellen kan användas för att snabbt konstatera om förändringen påverkar ett eller flera egenskapskrav. Om ett avsteg medför flera kryss i vertikalled indikerar det att förändringen påverkar flera olika skyddskedjor och därmed att verifieringen bör bli omfattande. Den kan även visa att om flera mindre skyddsåtgärder ersätts med en större skyddsåtgärd ökar risken för *common cause failure* (en händelse slår ut flera delar av systemet). I tabellen visas detta genom att flera kryss på avstegssidan vägs upp för med ett kryss på tilläggsidan. Tabellen är således tänkt att användas för att bedöma om verifieringsbehovet blir stort eller litet, om det finns risk för *common cause failure* eller inte samt för att i övrigt göra förändringen överblickbar (Lundin, 2001). I BBRAD finns inte dessa förklaringar till tabellen med.

Verifiering av tillfredsställande brandsäkerhet innebär att byggherren, för varje föreskrift, visar att kravet uppfylls utifrån avsedd användning (Boverket, 2013). Verifieringen utgår ifrån identifieringen av verifieringsbehovet i föregående steg. De föreskrifter som inte uppfylls genom förenklad dimensionering måste verifieras genom analytisk dimensionering. Detta kan göras genom antingen *kvalitativ bedömning*, *scenarioanalys* eller *kvantitativ riskanalys*. Dessa står beskrivna i BBRAD kap 2.2.1–3. När ett allmänt råd ersätts av en alternativ lösning kallas detta för ett tekniskt byte. Om flera tekniska byten görs samtidigt bör byggnadens brandskydd som helhet bedömas utifrån dess robusthet.

Kontroll av verifiering innebär att verifieringen kvalitetssäkras. Det ska säkerställas att:

- Samtliga avvikelser från förenklad dimensionering är verifierade
- Att dimensioneringskontroll är genomförd
- Att dimensioneringsförutsättningarna är riktiga

Slutligen ska hela verifieringen dokumenteras så att det är möjligt att kontrollera samtliga steg i efterhand.

1.2 Problematik

Eftersom identifiering av verifieringsbehovet ligger till grund för verifieringen är det viktigt att identifieringen görs på ett utförligt sätt. Enligt BBRAD kan tabellen för identifiering av verifieringsbehovet användas för att visa vilka avsteg och tillägg som görs till följd av förändringen. Men eftersom det inte finns någon utförlig beskrivning av hur tabellen är tänkt att användas finns det risk för feltolkning. Tabellen är ju tänkt att indikera vilket sorts avsteg- och tillägg som görs i syfte att visa om verifieringen behöver bli omfattande eller ej. I identifieringen av verifieringsbehovet bestäms det hur avsteget från förenklad dimensionering påverkar brandskyddet, vilken alternativ utformning som ska verifieras samt om beräkningar ska göras och i så fall vilka.

Brandskyddet kan ses som ett system som utgörs av komponenter (Carlens, 2006). System är komplexa till sin natur, och komponenterna påverkar varandra. När det görs ett avsteg från ett allmänt råd kommer komponenterna påverkas negativt, och detta kommer att påverka brandskyddet som system negativt. Detta innebär att när en komponent påverkas så påverkas i regel fler komponenter - i ett andra led - av att den första komponenten påverkas, vilket leder till att ytterligare komponenter påverkas i ett tredje led. För att modellera hur ett avsteg påverkar brandskyddet som system används därför tabell 1 som visas på föregående sida.







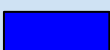
Förändringen på systemet är komplex och svårbedömd, och måste i nuläget bedömas i huvudet på användaren. Bedömningen påverkas därför av användarens erfarenheter och kognitiva bias (Kahneman, 2014). Det uppstår fyra problem när påverkan på ett system modelleras genom att en tabell fylls i. Det första problemet är att olika användare kan göra olika bedömningar om hur allvarligt avsteget är. Problematiken visas i tabell 2. Kolumnen *Faktisk negativ påverkan* visar principiellt hur en förändring påverkar brandskyddssystemet i verkligheten, och *scenario 1* och *scenario 2* visar hur två användare uppfattar verkligheten olika och därför fyller i tabellen olika.

Det andra problemet är att tabellen är binär och säger bara "påverkan har skett" eller "påverkan har inte skett". Detta innebär att även om en användare bedömer att ett av egenskapskraven påverkas mer och ett annat påverkas mindre, så får egenskapskraven trots detta varsitt kryss i tabellen. Även detta kan visualiseras i tabell 2. Användaren uppfattar att en förändring påverkar alla egenskapskrav hos brandskyddet, och att *möjlighet till utrymning vid brand* påverkas mest, men står inför valet om hur tabellen ska fyllas i. Projektör 1 väljer att markera alla egenskapskrav. Detta medför risk för att fokus tas från det egenskapskrav som påverkas mest. Projektör 2 väljer att endast markera det som påverkas mest. Risken blir då att många små försämringar hos övriga egenskapskrav förbises. Detta kan bero på att projektör 2 antingen inte uppfattar de små förändringarna eller inte tycker att de är tillräckligt viktiga. En granskare kan inte, utifrån den ikryssade tabellen, se hur den som fyllde i tabellen såg på avstegets omfattning.

Det tredje problemet är det finns risk att användaren feltolkar tabellens syfte. Grundtanken med tabellen är inte att se till att det är samma antal kryss på tilläggsidan som på avstegssidan, utan grundtanken är att om antalet kryss skiljer sig, antingen totalt, i vertikalled eller i horisontalled, så ökar kravet på själva verifieringen, det vill säga hur avancerad verifieringsmetoden behöver vara.

Ett fjärde problem med tabellen är att tilläggen ska väljas i samma steg som avsteget. Eftersom tilläggen väljs samtidigt som avsteget kan tabellen tolkas som att det inte ska utredas vilken effekt avsteget får på brandskyddet innan det att den alternativa utformningen väljs. Detta bjuder in till att tilläggen väljs som en ansats, som sedan testas i nästkommande steg av den analytiska dimensioneringen. Istället borde *identifiering av verifieringsbehovet* ha ett steg där avstegets effekt på brandskyddssystemet kartläggs, och ett andra steg där rätt alternativ lösning – som är optimerad för att väga upp för avsteget – väljs.

Tabell 2. Beskrivning av en eventuell förändrings påverkan på de olika egenskapskraven och hur två projektörer kan bedöma dem olika.

<i>Egenskapskrav</i>	<i>Faktisk negativ påverkan</i>	Projektör 1	Projektör 2
Brandtekniska klasser och övriga förutsättningar		X	
Möjlighet till utrymning vid brand		X	X
Skydd mot uppkomst av brand		X	
Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad		X	
Skydd mot brandspridning mellan byggnader		X	
Möjligheter till räddningsinsats		X	
Bärförmåga vid brand		X	

Följande exempel är taget från en SP-rapport (Nystedt & Östman, Tekniska byten i sprinklade byggnader - Fallstudier, 2012) och syftar till att illustrera varför det är viktigt att *identifieringen av verifieringsbehovet* sker i två steg. Exemplet har ingen koppling till exemplet i tabell 2. En projektör vill använda analytisk dimensionering för att sänka kraven på ytskikt i en byggnad. Projektören kryssar avsteg på punkten ” skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad”. I samma skede tar projektören fram en åtgärd, sprinkler, och kryssar i tillägg på ”skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad”, ”skydd mot brandspridning mellan byggnader” och ”bärförmåga vid brand”.

I en vidare analys hade det upptäckts att brandförloppet blir snabbare när ytskiktskraven sänks, eftersom brand sprider sig snabbare inom brandcellen. Detta innebär att tiden till kritiska förhållanden blir kortare, och att personer får mindre tid på sig att utrymma. Om det hade upptäckts att ytskiktskraven även har en koppling till säker utrymning hade projektören som en åtgärd kunnat göra utrymningsförloppet kortare genom ett förhållandevis billigt tillägg i form av bredare dörrar och större trapphus. Detta exempel visar att de stora besluten tas i början och avgör hur själva verifieringen kommer att bli, och därför måste identifieringen av verifieringsbehovet göras noggrant och i flera steg.

Identifiering av verifieringsbehovet är ett viktigt steg i analytisk dimensionering. I steget avgörs verifieringens omfattning, det görs en ansats om den alternativa utformningen och det görs avgränsningar om vad den analytiska dimensioneringen ska behandla. Förslaget på metodik som ges i BBRAD består endast av en tabell (tabell 1) och det finns utrymme för misstolkning. Originalmetoden enligt Lundin (2001) är mer omfattande och föreslår exempelvis att brandskyddssystemet ska bedömas även efter dess systemegenskaper, PBFs egenskapskrav och föreskriftens ursprungssyfte. Dessa aspekter ska dock beaktas genom att brandskyddssystemet bedöms i sin helhet. Detta ger upphov till att olika användaren kan få olika resultat. Därför strävar arbetet i denna rapport efter att utveckla metoden till att bli mer systematisk.

I denna rapport behandlas även personantalsdimensionering för brandceller med tillgång till endast en utrymningsväg. Då storstäderna förtätas (Boverket, 2016) uppstår ett behov av att använda golvytor mer effektivt. Lundin (2001) beskriver en integrerad skyddsåtgärd som en skyddsåtgärd som påverkar många delar av brandskyddet och som när den skall ersättas, därför också medför avsteg på många delar av brandskyddet. En sådan skyddsåtgärd medför stora krav på verifiering och det är därför viktigt att öknings av personantal verifieras utförligt och systematiskt (Lundin, 2001).

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är i första hand att öka möjligheterna att identifiera verifieringsbehovet vid analytisk dimensionering på ett mer precist sätt än det som föreslås i BBRAD. Syftet i andra hand är att kartlägga verifieringsbehovet som uppstår då personantalet i en brandcell med tillgång till endast en utrymningsväg höjs.

1.4 Mål

Det primära målet med arbetet är att utveckla den befintliga metoden i BBRAD för att kartlägga verifieringsbehovet som uppstår då en förändring som påverkar brandskyddet sker i en specifik lokal eller byggnad. Metoden ska innefatta: en kartläggning av brandskyddets alla delar, ett värderingssystem som mäter påverkan av den förändring som sker samt en beskrivning av hur verifieringsbehovet slutligen kan sammanställas.

Det sekundära målet med arbetet är att, genom tillämpning av den föreslagna metoden, sammanställa verifieringsbehovet som uppstår då personantalet i en lokal med endast en utrymningsväg höjs.

1.5 Frågeställningar

För att uppnå målet ska följande frågor besvaras:

- Hur kan brandskyddet beskrivas på ett överskådligt och logiskt sätt?
- Hur kan påverkan på brandskyddet, till följd av den förändring som sker, värderas och mätas?
- Hur omsätts metoden i praktiken?
- Vilket verifieringsbehov uppstår då personantalet höjs i en lokal med endast en utrymningsväg?

1.6 Metod

En litteraturstudie utförs med fokus på att hitta: en metod för att kartlägga och dela upp brandskyddet i mindre delar, en metod för att värdera hur brandskyddet påverkas av förändringar och en metod för att sammanställa verifieringsbehovet. Efter genomförd litteraturstudie sammanställs fakta i ett teorikapitel. Därefter väljs de befintliga system och metoder ut som anses bäst lämpade för att undersökas djupare och för att sedan fogas samman för att skapa detta arbetes slutliga metod.

Till sist används den föreslagna metodiken i ett tillämpningsfall, dels för att tydligare visa läsaren hur metoden är tänkt att användas men också för att testa metoden.

Tillämpningsfallet utgör på så sätt också en mindre utvärdering av den föreslagna metoden. I figur 1 åskådliggörs arbetsgången i ett flödesschema.



Figur 1. Flödesschema för arbetet.

1.7 Målgrupp

Arbetet riktar sig till intressenter inom byggnadsteknisk projektering, främst brandsakkunniga som önskar att fördjupa sig i identifieringen av verifieringsbehovet när de utför eller granskar analytisk dimensionering. För de verksamheter som önskar ett högre personantal i sina lokaler är arbetet extra intressant.

Arbetet riktar sig även till kravställande myndigheter, eftersom det skapar tydligare koppling mellan lagkrav och föreskrifter.

1.8 Avgränsningar

Av de fyra steg som bör utföras i analytisk dimensionering enligt BBRAD behandlar arbetet endast *Identifieringen av verifieringsbehovet*. Därmed ges inga förslag på verifieringsmetoder.

Arbetet behandlar endast hur brandskyddets olika delar påverkas individuellt av en förändring. Arbetet tar inte hänsyn till hur brandskyddets komponenter påverkar varandra.

2 Teoretisk grund

Följande kapitel redogör för: vad brandskyddsprojektering baseras på, hur dagens brandskyddsprojektörer arbetar, vilka delar brandskyddsprojekteringen utgörs av samt vad som påträffats för vardera området i den utförda litteraturstudien.

2.1 Lagar och regelverk

Plan- och Bygglagen (PBL) måste följas vid brandteknisk projektering av en byggnad. PBL behandlar främst människors säkerhet i byggnader och andra anläggningar, och gäller för såväl ombyggnad som nybyggnation eller ändring av befintlig byggnad eller anläggning. Lagen säger bland annat att:

“Ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om

- 1. bärförmåga, stadga och beständighet,*
- 2. säkerhet i händelse av brand,*
- 3. skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljön...” (SFS 2010:900).*

I Plan- och Byggförordningen (PBF) förtydligas de krav på brandskydd som återges i PBL. Detta görs genom att ett antal egenskapskrav listas. De egenskapskrav som behandlar brand lyder:

“För att uppfylla det krav på säkerhet i händelse av brand som anges i 8 kap. 4 § första stycket 2 plan- och bygglagen (2010:900) ska ett byggnadsverk vara projekterat och utfört på ett sätt som innebär att

- 1. byggnadsverkets bärförmåga vid brand kan antas bestå under en bestämd tid,*
- 2. utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas,*
- 3. spridning av brand till närliggande byggnadsverk begränsas,*
- 4. personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt, och*
- 5. hänsyn har tagits till räddningsmanskaps säkerhet vid brand.” (SFS 2011:338)*

För att underlätta tolkning av lagarna för projektörer och för att få ett mer samlat arbetssätt mellan projektörerna i Sverige har Boverket tagit fram föreskrifter och allmänna råd och sammanställt dessa. Författningssamlingen heter Boverkets Byggregler (BBR) och har indelats i kapitel utefter egenskapskraven i PBF:

- 5:3 Möjlighet till utrymning vid brand.
- 5:4 Skydd mot uppkomst av brand.
- 5:5 Skydd mot utveckling och spridning av brand och brandgas inom byggnader.
- 5:6 Skydd mot brandspridning mellan byggnader.
- 5:7 Möjlighet till räddningsinsatser. (Boverket, 2017)

I en föreskrift beskrivs kravet på en viss funktion (*funktionskrav*) som brandskyddet i en byggnad ska ha, och i föreskriftens tillhörande allmänna råd ges rekommendationer om tillämpningen av föreskrifterna och hur någon kan eller bör handla för att uppfylla föreskrifterna.

Brandskyddet ska dessutom projekteras efter de allmänna principer som beskrivs i BBR 5:1. De allmänna principerna är att säkerheten ska bli tillfredställande och att brand ska förutsättas uppkomma. Det finns alltså inga undantag där brandskyddet kan bortses ifrån utan det måste alltid beaktas. Dessutom får brandskyddet inte slås ut av enskilda händelser eller påfrestningar. Detta innebär att en störning inte får slå ut flera system som beror på en och samma faktor, exempelvis elektricitet. Det innebär också att ett system som ensamt påverkar en stor del av brandskyddet inte får slås ut av en enskild händelse, exempelvis sprinkler (Boverket, 2017).

Det kan uppstå situationer då projektören av olika skäl vill uppnå egenskapskraven på annat sätt än genom att följa samtliga allmänna råd. Det är då möjligt att utföra en analytisk dimensionering som visar att en alternativ lösning uppfyller funktionskraven. Råd och föreskrifter för analytisk dimensionering har sammanställts i BBRAD (Boverkets ändring av verkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd). (Boverket, 2013).

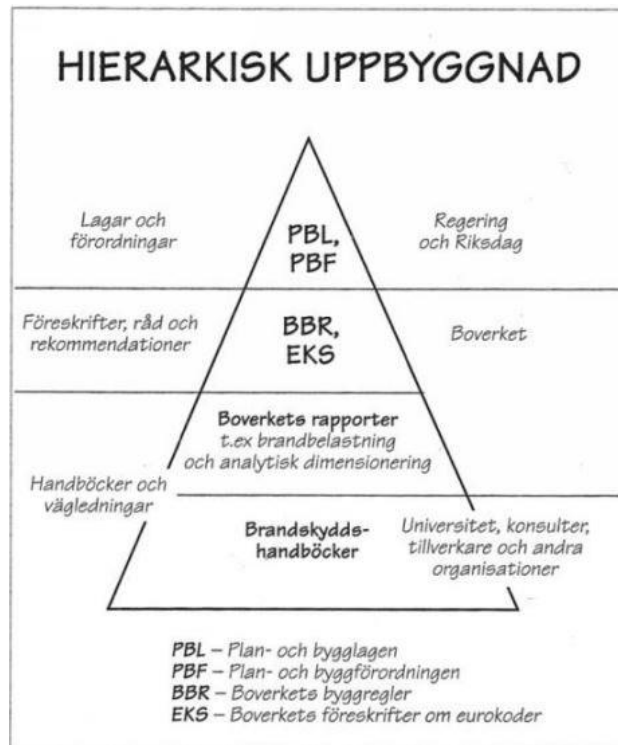
Utöver detta är det viktigt att val av verifieringsmetod sker med avseende på brandskyddets komplexitet. Mer komplexa lösningar kräver mer avancerade och mer kvantitativa metoder. Kvalitativa bedömningar får endast användas vid begränsade avvikelser eller om utformningens effekt på brandskyddet är väl känt (Boverket, 2017).

Kapitel 5:2 i BBR behandlar brandtekniska klasser och övriga förutsättningar. Kapitel 5:8 behandlar ändring av befintliga byggnaders brandskydd.

Utöver de tidigare nämnda byggreglerna finns det även europeiska konstruktionsstandarder som ska följas under projekteringen. I EKS har europeiska råd, i kombination med nationella val som gjorts, samlats av Boverket och dokumentets officiella namn är *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder* (Boverket, 2015). Enligt EKS ska byggnadsdelar hänföras till brandsäkerhetsklasser utifrån risken för personskador om byggnadsdelen kollapsar under ett brandförlopp. I bedömningen ska hänsyn tas till:

- risken för att personer, såsom utrymmande eller räddningspersonal, vistas i skadeområdet
- sekundära effekter som kan uppstå, såsom fortskridande ras till angränsande delar av det bärande systemet
- påverkan på funktioner i byggnaden som har väsentlig betydelse för utrymnings- och insatsmöjligheter. (Boverket, 2015)

Nedan åskådliggörs lagsystemets uppbyggnad, figur 2.



Figur 2. Hierarkisk uppbyggnad av regelsystemet (Bengtson, Johansson, & Vester, 2017).

2.2 Dimensionering - förenklad och analytisk

När en brandskyddsprojektör arbetar med ett projekt, oavsett om det gäller nybyggnation eller ändring av en befintlig byggnad, kallas det att brandskyddet *dimensioneras*. *Förenklad dimensionering* innebär att de allmänna råden och föreskrifterna i BBR följs utan några avsteg eller avvikelser. Om detta utförs innebär det att dimensioneringen uppfyller samhällets lägsta krav på brandsäkerhet. Dock kan det uppstå situationer som kräver avsteg från den förenklade dimensioneringen på grund av ekonomiska, estetiska, funktionella, fysiska eller andra skäl. Då behöver projektören istället ta fram en alternativ lösning som uppfyller funktionskravet, en så kallad *analytisk dimensionering*.

Den analytiska dimensioneringen godtas om projektören kan bevisa att den alternativa lösningen lägst uppfyller samma brandsäkerhetsnivå som i det fall den hade utförts med förenklad dimensionering. När den analytiska dimensioneringen utförs kan projektören använda sig av BBRAD, vilket är en samling av Boverkets allmänna råd och föreskrifter gällande analytisk dimensionering. Dock har projektören möjlighet att själv välja vilka verifieringsmetoder som ska användas och göra avsteg från verifiering i vissa delar om varje avsteg kan motiveras. Som nämns i 1.1 Bakgrund rekommenderas det i BBRAD att fyra steg bör ingå i den analytiska dimensioneringen:

- Identifiering av verifieringsbehovet.
- Verifiering av tillfredsställande brandsäkerhet.

- Kontroll av verifiering.
- Dokumentation av brandskyddets utformning. (Boverket, 2013)

Stegen beskrivs och förklaras nedan tillsammans med exempel på olika metoder att utföra respektive steg på.

2.3 Identifiering av verifieringsbehovet

När en förändring sker är det viktigt att ta hänsyn till vilka delar av brandskyddet som påverkas så att tillägget blir adekvat för det aktuella avsteget:

“Vid identifiering av verifieringsbehovet bör avvikelser från förenklad dimensionering klargöras så att det framgår vilka delar av byggnadens brandskydd som berörs av förändringen.” (Boverket, 2013)

Identifieringen av verifieringsbehovet är ett viktigt steg, eftersom ett tillägg som inte väger upp för avsteget inte gör att samhällets lägsta krav på brandskydd uppfylls. Exempelvis kan inte ett talat utrymningslarm kompensera för ett minskat avstånd mellan två byggnader eftersom utrymningslarmet behandlar personers möjlighet till utrymning medan avståndet mellan byggnader behandlar brandspridning mellan byggnader.

Nedan beskrivs hur identifieringen av verifieringsbehovet utförs i Sverige idag samt alternativa sätt att kartlägga och identifiera brandskyddets delar på.

2.3.1 Identifiering av verifieringsbehovet enligt BBRAD

För att bestämma hur brandskyddet påverkas av att utformningen skiljer sig från förenklad dimensionering tillhandahåller BBRAD en tabell. Samma tabell används också för att bestämma vilka tillägg som behöver göras, och för att säkerställa att tilläggen behandlar den del av brandskyddet som är aktuell för tillfället, det vill säga den del som avsteget skett för.

Tabell 3. Tabell för att identifiera avvikelser från förenklad dimensionering (Boverket, 2013).

Tabell 1		Matris för att identifiera avvikelser från förenklad dimensionering (FD)							
Del av brandskyddet		Avvikelser från förenklad dimensionering							
		Avsteg				Tillägg			
		1	2	3	4	1	2	3	4
5:2	Brandtekniska klasser och övriga förutsättningar								
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand								
5:4	Skydd mot uppkomst av brand								
5:5	Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad								
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader								
5:7	Möjligheter till räddningsinsats								
Avd. C, kap. 1.1.2 i EKS	Bärförmåga vid brand								

Tabellen (tabell 3) bygger på ikryssande av de tomma rutorna för att markera för vilket egenskapskrav som avsteg och tillägg har skett. Ett funktionskrav kan stå skrivet under ett av kapitlen i BBR men ändå påverka övergripande mål i andra kapitel. Tabellen bygger på att användaren tolkar vilka av de övergripande målen som påverkas av avvikelserna från förenklad dimensionering. Eftersom analytisk dimensionering måste uppnå minst samma säkerhetsnivå som motsvarande förenklad dimensionering måste även mindre avsteg belysas. Både avsteg som subjektivt bedöms som "mindre" och avsteg som bedöms vara "större" markeras likvärdigt i tabellen.

2.3.3 Indelning av brandskyddet enligt hierarkisk modell

PBL, PBF och BBR kan ses som hierarkiska till sin natur eftersom krav blir mer detaljerade när det går från högre till lägre nivåer. (Bengtson, Johansson, & Vester, 2017)

Dessutom kan beslutsfattande underlättas genom användande av en hierarkisk struktur (Saaty, 1978). Saaty införde 1980 den process som benämns *analytical hierarchy process* (AHP), som kom att användas inom flera olika områden och discipliner. Exempel på hur det använts inom brandskydd är NFPA: s *Fire safety concepts tree* (NFPA, 2017).

Frantzich tillämpar hierarkisk struktur på brandskydd (Frantzich, 2000). I rapporten beskrivs det att det ofta kan vara många faktorer som kan påverka den totala brandsäkerheten när en säkerhetsmetod ska utvecklas och att ett passande sätt att dela upp brandskyddet i är efter en hierarkisk struktur med *övergripande mål, delmål, strategier och komponenter*, se tabell 4.

Tabell 4, Hierarkisk struktur över brandskyddet, (Frantzich, 2000).

Nivå	Benämning	Beskrivning
1	Övergripande målsättning	Beskriver den övergripande målsättningen med analysen. Den kan formuleras som till exempel att tillgodose att brandskyddet är bra för person, egendom, kulturarv och miljö.
2	Delmål	Personsäkerhet, egendomsskydd, bevarande av kulturarv etc.
3	Strategi	Utgör de strategier eller taktiker som kan användas för att helt eller delvis uppfylla de delmål som anges i den andra nivån.
4	Komponent	Utgör de väsentliga attributen för brandskyddet som genom direkt eller indirekt mätning eller beräkning kan bestämmas.
5	Underkomponent	Uppdelning av komponenterna i lägre nivå om det visar sig behövas

2.3.4 Brandskyddets egenskaper

När brandskyddet byggs upp av komponenter som interagerar med varandra kan det behandlas som ett system (Carlens, 2006). Hur systemet beter sig kan beskrivas genom att systemets egenskaper beskrivs (Meister, 1991). Meister definierade ett antal systemegenskaper, och dessa har sedan anpassats för brandskyddssystem (Lundin, 2001) och är som följer:

- Funktion
- Mänskligt agerande
- Komplexitet:
 - Brandskyddsstrategins komplexitet
 - Brandskyddssystemets komplexitet
- Flexibilitet
- Känslighet
- Tillförlitlighet
- Sårbarhet

Systemegenskaperna används ofta för att både bedöma brandskyddssystemet som helhet, men även för att bedöma specifika komponenter (Carlens, 2006), (Hellström, 2014), (Nystedt & Östman, 2012). Varje brandskyddskomponent har dessa egenskaper. Likt en idrottare som redan har egenskaper så som snabbhet, styrka och så vidare, på samma sätt har brandskyddskomponenter en

uppsättning egenskaper. För att dessa egenskaper praktiskt ska kunna användas på brandskyddskomponenter, förklaras nedan hur de definieras.

Egenskapsanalys av brandskyddssystemet är en viktig dimension inom brandsäkerhet eftersom skyddsnivån är flerdimensionell (Carlens, 2006). Det finns även andra systemegenskaper som kan användas vid analysen, exempelvis kostnad och estetisk utformning, och ju fler egenskaper som tas med desto mer omfattande blir analysen (Carlens, 2006). I den här rapporten utgås det ifrån systemegenskaper på föregående sida, men endast de egenskaper som kan appliceras på specifika komponenter väljs ut för vidare användning. De egenskaper som endast kan tillämpas på hela system väljs bort (brandskyddsstrategins komplexitet och brandskyddssystemets komplexitet).

2.3.4.1 Funktionen

Funktionen hos en komponent svarar på frågan "Vad tillför komponenten för att uppnå målen med brandskyddet?" (Carlens, 2006). Till exempel är ett av målen med brandskyddet att människor ska kunna utrymma vid brand. Eftersom utrymmande människor kan skadas av brandgaser kan ett sätt att uppnå målet vara att minska mängden brandgaser i brandrummet. Mängden brandgaser i rummet kan minskas genom att de får passera genom rökluckor från brandrummet till det fria. Rökluckans funktion är därför att låta brandgaser passera från brandrummet till det fria. Funktionen ska även vara mätbar (Lundin, 2001). Om exempelvis en av åtta rökluckor inte öppnas vid brand innebär det att funktionen försämrats med en åttondel. En komponent kan ha flera funktioner samtidigt. När det inte brinner är rökluckornas funktion istället att upprätthålla klimatskalet genom att förhindra vind och nederbörd från att komma in i byggnaden (Hellström, 2014).

2.3.4.2 Mänskligt agerande

Mänskligt agerande hos en komponent svarar på frågan: "Beror komponenten på mänskligt agerande för att fungera?". Det finns många aspekter att ta i beaktande vid mänskligt agerande. Ett exempel är att människan både kan ha en direkt styrande roll, det vill säga öppna dörrar eller aktivera ett släcksystem, men människan kan också ha en passiv roll, där denne ingriper när systemet inte fungerar som det är tänkt (Carlens, 2006). I den här rapporten definieras *mänskligt agerande* som att det krävs att en människa gör ett medvetet val för att en komponents funktion ska upprätthållas. Sannolikheten att en komponent fungerar har dock inte med mänskligt agerande att göra utan beror på tillförlitligheten (se 2.3.4.6 Tillförlitlighet).

Mänskligt agerande är kopplat till de som vistas i byggnaden och beror därför på exempelvis utbildning och personalomsättning. Exempelvis baseras användandet av handbrandsläckare på mänskligt agerande eftersom det krävs att en människa väljer att ingripa mot branden för att handbrandsläckarens funktion ska upprätthållas. (Hellström, 2014)

2.3.4.3 Komplexitet

Detta stycke behandlar brandskyddsstrategins komplexitet och brandskyddssystemets komplexitet. Ett systems komplexitet avgörs av hur många komponenter det innehåller och hur

sammanlänkade komponenterna är med varandra. Ju fler komponenter, ju fler kopplingar det finns mellan komponenter och ju starkare dessa kopplingar är, desto mer komplext är systemet. Ju mer komplext ett system är, desto mer påverkas systemet som helhet när en enskild komponent påverkas. Komplexiteten kan öka antingen genom att antalet komponenter ökar eller genom att beroendena mellan dem blir starkare (Meister, 1991). En ökad komplexitet bidrar till större sannolikhet för fel, och därför är det önskvärt att minska komplexiteten (Carlens, 2006). Eftersom det här arbetet endast behandlar egenskaperna hos individuella komponenter är komplexiteten inte relevant att behandlas vidare, utan måste istället behandlas separat. För att utreda komplexiteten måste varje relation och koppling mellan olika komponenter undersökas. Detta görs inte i denna rapport.

2.3.4.4 Flexibilitet

Flexibilitet hos komponenter innebär att komponenten kan fungera under skiftande omständigheter. Ett exempel på en flexibel skyddsåtgärd är två av varandra oberoende utrymningsvägar. Funktionen säker utrymning då kan uppnås på mer än ett sätt, eftersom en av utrymningsvägarna troligtvis är fri om den andra är blockerad. Flexibilitet i sig kan delas upp i ytterligare två egenskaper: *anpassningsbarhet* och *robusthet*. Anpassningsbarhet innebär att komponenten går att anpassa efter *förutsägbara faktorer*, exempelvis förväntad temperatur eller personantal. Robusthet innebär att effekterna av *oförutsägbara faktorer* är låga. Exempel på oförutsägbara faktorer kan vara: tidpunkt då brand inträffar, vindens riktning och hastighet samt andra faktorer som inte går att förutse. Flexibilitet är starkt förknippat med tillförlitlighet och sårbarhet eftersom en hög flexibilitet medför att åtgärden eller systemet med stor sannolikhet kommer att uppfylla sin funktion. Ett system som utformas för att fungera under ovanliga påfrestningar och onormala förhållanden är robust och därmed minskas sårbarheten. (Carlens, 2006)

Det finns även en koppling mellan flexibilitet och tillförlitlighet; i vissa lokaler tillåts två av varandra oberoende trapphus bytas ut mot ett trapphus i klass Tr2 (Lundin, 2001). Ett trapphus Tr2 är avskilt mot brandutrymnet via sluss vilket minskar risken att brand sprids till trapphuset. Minskning i redundansen och därmed också i flexibiliteten när två av varandra oberoende utrymningsvägar ersätts med ett trapphus Tr2 ger samma nivå på brandskyddet eftersom Tr2-trapphuset innebär ökad tillförlitlighet. Flexibiliteten svarar på frågan: "Hur mycket påverkas komponenten av varierande förutsättningar?"

2.3.4.5 Känslighet

Egenskapen känslighet ger en uppfattning om hur *mycket* en åtgärd eller ett system påverkas då omgivning eller andra förhållanden ändras (Meister, 1991). Svarar på frågan: "Beror komponenten på omgivningen eller andra komponenter för att fungera och hur mycket påverkas den vid förändringar?". Det är fördelaktigt att redan i ett tidigt skede identifiera vad de olika komponenterna är känsliga mot för att kunna motverka den totala känsligheten hos ett system (Lundin, 2001).

Exempel på en mindre känslig komponent är ytskiktssklassning eftersom den inte ställer krav på omgivningen för att upprätthålla sin funktion: att begränsa brand- och brandgasspridning samt droppbildning. Exempel på en känslig komponent är utrymningshiss, dels eftersom den ställer krav på andra komponenter som exempelvis säker strömförsörjning eller brandcellsindelning, men även för att den påverkas kraftigt av förändringar såsom ökning av personantalet, då det tar längre tid att utrymma fler personer i samma hiss.

2.3.4.6 Tillförlitlighet

Tillförlitlighet är den egenskap som beskriver hur sannolikt det är att en komponent uppfyller sin funktion. Tillförlitlighet svarar på frågan: "Hur stor är sannolikheten att komponenten upprätthåller sin funktion i händelse av brand?" Eftersom brandskyddet som system är uppbyggt av komponenter beror systemets tillförlitlighet på de enskilda komponenternas tillförlitlighet (Carlens, 2006).

Tillförlitlighet kan bero på rent tekniska funktioner eller på mänskligt agerande.

Ett exempel på tillförlitlighet hos en teknisk komponent är dörröppnare. På grund av förslitning och risk för elfel eller liknande ökar risken för att komponenten ska felfunktionera som en funktion av tid (Nystedt, Riskanalysmetoder, 2000). Ett exempel på tillförlitlighet hos en komponent som kräver mänskligt agerande är handbrandsläckare, där tillförlitligheten ökar med ökat personantal, eftersom sannolikheten att någon är i närheten av branden och en handbrandsläckare då ökar.

2.3.4.7 Sårbarhet

En låg sårbarhet kännetecknas av: en god förmåga att motstå störningar, god uthållighet och en hög stabilitet (Lundin, 2001). I denna rapport definieras sårbarhet för en specifik påfrestning hos en komponent enligt tre fundamentala element: händelser (*events*), mottaglighet för händelserna (*susceptibility*) och det slutliga resultatet (*outcome*) (Boudreau & Dilley, 2001). För att en komponent ska vara sårbar måste det därför finnas ett hot, komponenten får inte vara motståndskraftigt mot hotet och det måste finnas en konsekvens för brandskyddssystemet i det fall hotet slår ut komponenten.

Vid bedömning av sårbarheten hos en komponent måste först potentiella hot mot komponentens funktion identifieras. Sedan ska komponentens möjligheter att motstå hoten värderas. Slutligen ska konsekvensen av att komponenten fallerar bedömas. Till exempel är en enda utrymningsväg sårbar mot att utrymningsvägen blockeras. Som motstånd till hotet hålls utrymningsvägen fri från inredning och handbrandsläckare är placerade i närheten. Konsekvensen av att utrymningsvägen trots detta blockeras blir att personer inte kan utrymma.

2.4 Verifiering av alternativ brandteknisk utformning

Följande kapitel sammanfattar de steg som innefattas i verifiering: val av acceptanskriterier, hur dessa definieras för den aktuella brandskyddsdimensioneringen samt hur verifiering kan genomföras enligt BBRAD. Det nämns även ett antal andra metoder för brandriskanalys som kan användas för verifiering av en alternativ utformning.

2.4.1 Acceptanskriterier

Acceptanskriterier talar om vad samhällets lägsta krav på brandskydd är. Vid en kvalitativ bedömning används inte absoluta mått utan riskerna bedöms genom helhetsbedömning. Vid en scenarioanalys uttrycks acceptanskriterier som de kritiska förhållanden som människor inte får utsättas vid under utrymning. Den föreslagna brandskyddslösningen kan godtas då alla människor hinner ut i alla scenarier utan att utsättas för kritiska förhållanden. Vid en kvantitativ riskanalys definieras acceptanskriterier som den risk (uttryckt i exempelvis riskmåttet individrisk, samhällsrisk, expected risk-to-life) som finns i en referensbyggnad som är godkänd enligt BBR. I den kvantitativa riskanalysen kan där ingå scenarier där en del personer utsätts för kritiska förhållanden, men där den föreslagna lösningen ändå kan godtas om risken är lägre än risken i referensfallet.

I BBRAD säger det allmänna rådet om *tillfredsställande brandsäkerhet* att brandskyddet kan verifieras genom en jämförelse med det skydd som ges av förenklad dimensionering för en referensbyggnad (jämförelseanalys) eller mot de absoluta kriterier för kritiska förhållanden som anges i BBRAD. Kriterier från BBRAD ses i Tabell 5. Exempel på kriterier för kritiska förhållanden (Boverket, 2013).

Tabell 5. Exempel på kriterier för kritiska förhållanden (Boverket, 2013).

Nivå för kritisk påverkan vid analys av utrymningssäkerhet	
Kriterium	Nivå
1. Brandgaslagrets nivå ovan golv	lägst 1,6 + (rumshöjden (m) x 0,1)
2. Siktbarhet, 2,0 ovan golv	10,0 m i utrymmen > 100 m ²
	5,0 m i utrymmen ≤ 100 m ² . Kriteriet kan även tillämpas för situationer där köbildning inträffar i ett tidigt skede vid den plats kön uppstår.
3. Värmestrålning/Värmedos	max 2,5 kW/m ² eller en kortvarig strålning på max 10 kW/m ² i kombination med max 60 kJ/m ² utöver energin från en strålningsnivå på 1 kW/m ²
4. Temperatur	max 80 °C
5. Toxicitet, 2,0 m ovan golv	Kolmonoxidkoncentration (CO) < 2 000 ppm Koldioxidkoncentration (CO ₂) < 5 % Syrgaskoncentration (O ₂) > 15 %

(BFS 2012:13).

Då en referensbyggnad används för att verifiera den alternativa lösningen ska det säkerställas att referensbyggnaden motsvarar den aktuella byggnaden ifall den hade utförts med förenklad dimensionering med avseende på faktorer som t.ex. byggnadsklass, verksamhetsklass, brandbelastning, antal plan och antal personer som får vistas i byggnaden. (Boverket, 2013)

2.4.2 Verifiering enligt BBRAD

Enligt BBRAD bör en verifiering omfatta en riskidentifiering för att identifiera relevanta scenarier som utgör en påfrestning för den aktuella byggnadens brandskydd. Scenarierna bör väljas utifrån deras risknivåer, dvs. sannolikheten för att ett scenario inträffar och vilka konsekvenserna blir. BBRAD beskriver tre olika sätt att utföra verifiering på: *verifiering med kvalitativ bedömning*, *verifiering med scenarioanalys* och *verifiering med kvantitativ riskanalys*.

Den kvalitativa bedömningen bör utgå ifrån riskidentifieringen som bör göras vid analytisk dimensionering. Den kvalitativa bedömningen kan baseras på olika saker, exempelvis: logiska resonemang, statistik, beprövade lösningar, provning eller objektsspecifika försök. Det påpekas att verifiering med utgångspunkt i tidigare erfarenheter bör kontrolleras med hänsyn till att risker och förutsättningar över tid kan förändras. (Boverket, 2013)

Verifiering med scenarioanalys bör utgå från att byggnadens brandskydd utsätts för ett eller flera scenarier. Scenarierna bör väljas utifrån riskidentifieringen, med hänsyn till att förutsättningarna och själva påfrestningen i sig kan variera. De valda brandscenarierna bör identifieras och motiveras så att de utgör en *trolig värsta* påfrestning. Verifiering med scenarioanalys bör dessutom omfatta en känslighetsanalys för att identifiera vilka variabler som har stor påverkan på säkerhetsnivån. Exempel på variabler som kan ingå i känslighetsanalysen är brandeffekt, flamtemperatur, utrymmande personers gånghastighet och personers fördelning mellan olika utrymningsvägar. Dessa variabler bör behandlas konservativt. (Boverket, 2013)

I BBRAD nämns det att verifiering med kvantitativ riskanalys bör baseras på fördelningar av ingående variabler. Variablernas fördelningar bör vara rimligt antagna så att de speglar de förhållanden som kan förväntas uppstå under byggnadens ekonomiska livslängd. Likt för scenarioanalysen bör det även för verifiering med kvantitativ riskanalys utföras en känslighetsanalys för att identifiera vilka variabler som har stor påverkan på säkerhetsnivån, dessa variabler bör behandlas konservativt. Om variablerna behöver studeras ytterligare kan en osäkerhetsanalys komplettera känslighetsanalysen.

Känslighetsanalysen bör ingå i bedömningen för att avgöra om den föreslagna brandskyddslösningen är tillfredsställande. Exempel på några variabler som kan ingå i känslighetsanalysen är brandeffekt, tillförlitligheten på tekniska system, personers gånghastighet och utrymmande personers fördelning mellan olika utrymningsvägar. Resultatet från den kvantitativa riskanalysen kan presenteras med olika riskmått, varav några exempelvis är individrisk eller samhällsrisk. (Boverket, 2013)

2.4.3 Andra brandriskanalysmetoder

Vid framtagandet av en ny metod för identifiering av verifieringsbehovet är det fördelaktigt att även ha kännedom om andra brandriskanalysmetoder än de i BBRAD, dock innebär det inte att samtliga metoder alltid är lämpliga att använda för dimensionering. I detta kapitel ges därför en överblick över de kategorier av brandriskanalysmetoder som finns.

Enligt SFPE-handboken (Hall Jr & Watts Jr, 2002) kan brandriskanalysmetoder delas in i fyra kategorier:

- Checklistor
- Anvisningar (*Narratives*)
- Index
- Probabilistisk riskanalys

I en brandteknisk *checklista* listas ett antal brandskyddskomponenter som är avgörande för brandskyddet i en byggnad. Checklistan är vanligtvis anpassad efter byggnaden med avseende på byggnadsklass och verksamhetsklass (Hall Jr & Watts Jr, 2002). Checklistan är enkel att förstå och effektiv att arbeta med, men den är ett grovt verktyg som inte tar med eventuell interaktion mellan komponenterna på listan.

I SFPE-handboken beskrivs *narratives*, som här översätts till anvisningar, som en serie rekommendationer av att göra/inte göra relaterat till brandskydd. En anvisning belyser riskfyllda förhållanden och ger förslag på sätt hur risken kan minskas. Ett grundläggande exempel på en brandteknisk anvisning kan vara att brännbara ytor sprider brand snabbare än obrännbara ytor, och att utrymningsvägar därför borde utföras med obrännbara ytor. (Hall Jr & Watts Jr, 2002)

Indexering av brandskydd för en byggnadstyp innebär att brandskyddet bryts ned i dess ingående komponenter och att dessa komponenter viktas gentemot varandra utifrån varje komponents totala påverkan på brandskyddet. Komponenterna värdesätts sedan utifrån hur mycket de förekommer i en byggnad. Slutligen sammanställs resultaten i ett index, och detta index kan sedan användas för att jämföra olika byggnader av samma typ med varandra. Exempel på indexmetoder är: Gretenersystemet, FRIM-MAB och BSV-vård (Davidsson, Haeffler, Ljungman, & Frantzich, 2003).

Probabilistisk riskanalys innebär att brandskyddet beskrivs utifrån sannolikhet och konsekvens i kvantitativa termer. Brandfrekvens, utrymningsförlopp, brandförlopp och räddningstjänstens insats är exempel på variabler som kan värderas och beräknas samtidigt som osäkerheter, sannolikheter och konsekvenser inkluderas. Probabilistisk riskanalys kan appliceras på brandskyddet som helhet eller på specifika delar av det. Exempel på probabilistiska metoder för riskhantering är: händelseträdsanalys, felträdsanalys och beslutsträdsanalys. (Hall Jr & Watts Jr, 2002)

Kvantitativ riskanalys görs genom komparativ analys, där risknivån jämförs mot risknivån i en referensbyggnad. Komparativa acceptanskriterier innebär att en alternativ lösning jämförs mot en lösning som är godkänd enligt förenklad dimensionering. Vid jämförelse av risknivån kan ett antal olika riskmått användas, där risknivån hos en förenklad lösning jämförs med en alternativ lösning uttryckt i samma riskmått. Exempel på riskmått är: individrisk [omkomna per år på en viss plats], samhällsrisk [kurva över scenarier uttryckta i frekvens och konsekvens] (Davidsson, Haeffler,

Ljundman, & Frantzich, 2003) och Expected Risk-to-life [förväntat antal döda/ (personantal*byggnadens förväntad brukstid)] (IFEG, 2005).

2.5 Kontroll av verifiering

När verifieringen utförts ska den kontrolleras. BBRAD listar tre kontrollpunkter från PBL som bör finnas i kontrollplanen för dimensioneringen. Dessa är:

- Att samtliga avvikelser från förenklad dimensionering är verifierade.
- Att dimensioneringskontroll är genomförd.
- Att dimensioneringsförutsättningarna är riktiga.

En förklaring till dessa lyder enligt följande:

“Om beräkningar används som underlag till scenarioanalys eller kvantitativ riskanalys bör beräkningarnas riktighet styrkas genom dimensioneringskontroll. Med dimensioneringskontroll avses kontroll av dimensioneringsförutsättningar, bygghandlingar och beräkningar. Denna kontroll bör utföras av en person som inte tidigare varit delaktig i projektet.” (Boverket, 2013)

Kontroll av den analytiska dimensioneringen kan utföras på tre olika nivåer, av tre olika aktörer. Den första är egenkontroll, vilket innebär att projektören själv går igenom och kontrollerar sitt arbete. Den andra nivån är internkontroll, vilket innebär att en brandskyddsprojektör inom samma organisation granskar och kontrollerar lösningen. Den granskande projektören ska dock inte själv ha varit involverad i projekteringen eftersom en oberoende granskning eftersträvas. Den tredje nivån är externkontroll, vilket innebär att en aktör utanför den organisation som utfört den analytiska dimensioneringen genomför en kontroll. (Lundin, 2001)

2.6 Dokumentation av verifiering

Enligt BBR ska en brandskyddsdocumentation upprättas, vilken ska redovisa vilka förutsättningarna för det byggnadstekniska brandskyddet i byggnaden är och hur brandskyddet i byggnaden är utformat. (Boverket, 2017)

I BBRAD nämns det att brandskyddsdocumentationer för byggnader som utformats med analytisk dimensionering i något avseende bör innehålla en beskrivning av den analytiska utformningen. Dokumentationen bör innehålla följande delar:

- Vad som avviker i jämförelse med förenklad dimensionering.
- Genomförd riskidentifiering.
- Dimensionerande förutsättning och antaganden som verifieringen bygger på.
- Planer för drift och underhåll.
- Beskrivning och motivering av använda metoder och modeller.

- Redovisning av och genomförda beräkningar i sådan omfattning att beräkningsprocessen kan följas.
- Avvikelser från de allmänna råden i BBRAD samt motiv till dem.
- Slutsatser grundade på den analytiska verifieringen.
(Boverket, 2013)

2.7 Riskhantering inom byggnadstekniskt brandskydd

Brandteknisk projektering av en byggnad syftar till att minska sannolikheten och konsekvensen av brand i byggnaden. Föregående avsnitt handlade om hur risken för brand hanteras inom svensk lagstiftning, både genom förenklad och analytisk dimensionering, och även andra brandriskanalysmetoder samt utländska regelverk belystes. Ett första steg vid hantering av risken för brand är identifiering och karaktärisering av riskerna, och i det här kapitlet definieras en modell för att beskriva dessa risker.

Risk kan definieras som en riskkällas påverkan på något skyddsvärt (Merkhofer, 1987). På liknande sätt kan sårbarhet beskrivas genom att följande tre begrepp ses som fundamentala: händelser, mottaglighet (susceptibility) och det slutliga resultatet (outcome) (Boudreau & Dilley, 2001). Brandrisk kan visualiseras genom att risken delas upp i de tre elementen *riskkälla*, *exponering*, och *effekt* (på det skyddsvärda) (Lundin, 2001), och det är denna modell som används i detta arbete.

Risken hanteras genom att något av elementen *riskkälla*, *exponering*, *effekt* (på det skyddsvärda) hanteras. En skyddsåtgärd kan kategoriseras under ett eller flera av dessa element. En skyddsåtgärd kan antingen eliminera eller reducera risken som finns i något av elementen. Till exempel kan riskkällan avlägsnas/försvagas, exponeringen minskas eller skyddsvärdet avlägsnas/förstärkas. Reducering av risken sker genom åtgärder som antingen minskar riskens sannolikhet eller dess konsekvens. Modellen används i detta arbete för att ta fram delmål, strategier och komponenter i avsnitt 4.1.

2.8 Kognitiv bias och funktionsfixering

En kognitiv bias är ett systematiskt fel som uppstår när folk bedömer någonting, resonerar, minns eller när de genomgår någon annan tankeprocess (Emmons, Mazzuchi, Sarkani, & Larsen, 2018). Exempel på kognitiva bias är bekräftelsebias (en tendens att fokusera på fakta som stödjer uppfattningar man redan har) (Oswald & Grosjean, 2004) och tillgänglighetsbias (en tendens att forma sin världsbild efter sådant som hänt en själv istället för fakta) (Dobelli, 2011). Ur ett evolutionärt perspektiv är det inte alltid praktiskt att tänka igenom varje beslut, och därför har den mänskliga hjärnan utvecklat förenklingar av beslutfattandet, som lever kvar i form av kognitiva bias (Kahneman, 2014). Brandskyddet i en byggnad är ett komplext system, och analytisk dimensionering innebär att en person måste bedöma hur det komplexa systemet påverkas av förändringar. Det är därför viktigt att kognitiva bias tas hänsyn till när metoder för analytisk dimensionering tas fram.

I denna rapport behandlas främst den kognitiva biasen *funktionsfixering*. Funktionsfixering är en kognitiv bias som innebär att en person inte kan se andra nyttor med ett föremål än de nyttor som personen är van vid att se (Duncker, 1945). I ett experiment ombads testpersoner att sätta upp ett ljus på en vägg utan att stearinet fick droppa ned på golvet. Till sin hjälp fick testgruppen en låda som innehöll stearinljus, tändstickor och häftstift. En kontrollgrupp fick samma föremål, men lådan hölls istället skild från övriga föremål. Resultatet visade att personerna i testgruppen inte tänkte på att även lådan kunde användas för att nå målet, medan personerna i kontrollgruppen gjorde det i långt större utsträckning (Birch & Rabinowitz, 1951) och (Adamson, 1952). Detta beror på att personerna i testgruppen såg lådans funktion som en behållare för övriga föremål, och inte som ett föremål i sig självt. Experimentet visar att när ett föremål - i det här fallet lådan - ges en funktion i förväg, så har personer svårt att se andra funktioner med föremålet.

Funktionsfixering är en kognitiv bias som gör det svårt för personer att tänka nytt om saker som de redan vet. Forskning på barns beteende visar att biasen träder in vid omkring fem års ålder (Defeyter & German, 2000). Vid brandteknisk projektering används regelverken i PBL och PBF för att bestämma brandskyddets mål, och föreskrifter – som förtydligas i form av allmänna råd – används för att bestämma brandskyddets komponenter (se 2.3.3). Eftersom brandskyddet i byggnader byggs upp av förutbestämda krav och i vissa fall lösningar på dessa krav, finns det en risk att *funktionsfixering* påverkar hur dessa krav och lösningar tolkas av slutanvändaren.

Det finns många kognitiva biases som påverkar hur människor uppfattar världen och hur de tar beslut därefter (exempelvis *illusion of truth effect*¹ (Truthhawk, 2017), *subadditivity effect*² (Viriversity, 2018), *mere-exposure effect*³ (Fournier, 2016) eller *risk compensation*⁴ (Aviva, 2018)). I den här rapporten eftersträvas det att ge en objektiv bild av brandskyddet som system, och att underlätta för användaren att se funktionen och syftet bakom de komponenter som bygger upp brandskyddet. *Funktionsfixering* är den bias som identifierats som bäst beskriver problemet och som därför diskuteras vid framtagandet av metoden i den här rapporten.

2.9 First principle

Som nämnts i 1.4 är en del av målsättningen i det här arbetet att kartlägga brandskyddet delar, vilket kan göras genom att bryta ned brandskyddet i mindre delar. För att göra detta på ett systematiskt sätt kan tankesättet *first principles användas*.

First principles innebär att det som ska utredas först bryts ned i sina minsta beståndsdelar för att sedan byggas upp igen i syfte att ge en ny syn på helheten. En *first principle* är ett grundläggande antagande som inte kan härledas från andra antaganden. Tankesättet kan på så vis användas inom alla vetenskapliga åtaganden, och är ett verktyg för att åstadkomma innovation och för att optimera gamla lösningar. *First principles* som vetenskaplig metod introducerades först av den grekiske

¹ Tendensen att tro på något om det är lättare att bearbeta eller om det angivits flera gånger

² Tendensen att bedöma sannolikheten för det hela att vara mindre än sannolikheten för de ingående delarna

³ Tendensen att uttrycka obefogad smak för saker enbart på grund av bekantskap med dem

⁴ Tendensen att ta större risker när den upplevda säkerheten ökar

filosofen Aristoteles (Aristoteles, f. 384 BC - d. 322 BC) och omarbetades senare av (Descartes, 1641). Metoden applicerades på brandingenjörsvetenskapen av bland andra (Abrahams & Stollard, 1991) och (Karlsson & Quintiere, Enclosure Fire Dynamics, 1999).

Tankesättet motverkar också att personer drar förhastade beslut baserade på tidigare erfarenheter, vilka inte alltid måste vara korrekta. Det har visats att människor använder sig av "*biases and heuristics*" när de gör snabba bedömningar (Kahneman, 2014). Det innebär att en snabb bedömning riskerar att bli fel eftersom den grundar sig på kognitiv bias utifrån tidigare erfarenheter, hastiga/felaktiga bedömningar, överskattning av mycket låga sannolikheter med mera.

Syftena med PBL och PBF utgör grundläggande antaganden. De utgör därför första principer för brandskydd. Därmed har ett *first principle*-liknande tankesätt använts av myndighetsidan vid framtagande av lagar, förordning med mera. Det finns i dagsläget ett behov av att förstå syftet med föreskrifterna i BBR för att de ska kunna tillämpas som det är tänkt. Av just denna anledning har det tagits fram en syfteshandbok, vilken syftar till att öka förståelsen för kraven och kvaliteten vid analytisk dimensionering (Sveriges Brandkonsultförening, 2018). Därför är också *first principle* ett lämpligt verktyg att använda för att bryta ned ett brandskydd i mindre delar.

2.10 Hur identifieringen av verifieringsbehovet görs utomlands

I exempelvis Australien används ett funktionsbaserat regelverk som ställer höga krav på verifiering (IFEG, 2005). Ett funktionskrav kan precis som i Sverige utformas antingen genom preskriptiva lösningar, så kallade *deemed-to-satisfy provisions*, eller genom verifiering av alternativa lösningar. I Australien är det, liksom i Sverige, viktigt att samtliga funktionskrav tas i beaktande. Skillnaden är att i Australien preciseras de byggnadsspecifika förutsättningar som påverkar hur funktionskravet ska implementeras. Som exempel kan ett funktionskrav i australiensisk bygglagstiftning (fritt översatt) vara: "brandcellsgräns ska, i tillräcklig grad, begränsa brandspridning till... [olika utrymmen i byggnad]" och "undvikande av brandspridning via brandcellsgräns ska vara i relation till... [brandbelastning, brandintensitet, aktivt brandsystem osv]". Funktionskravet preciserar alltså även vilka faktorer i byggnaden som påverkar behovet av brandcellsgränsen. (IFEG, 2005) I IFEG ges ett exempel på hur verifieringen går till när ett internt fönster ska placeras i brandcellsgräns mellan ett trapphus och en lägenhet i ett bostadshus.

Först listas vilka utrymmen i en byggnad som brandspridning ska begränsas mot med hjälp av brandcellsgräns, exempelvis utrymningsvägar, andra brandceller, etc. Sedan listas elva byggnadsspecifika förutsättningar som påverkar behovet av brandcellsgränsen och som måste tas i beaktande. Följande faktorer avgör hur stor skillnad ett fönster i brandcellsgränsen gör:

- byggnadens funktion
- brandbelastning
- brandintensitet
- risk för brandstart
- våningsantal

- närhet till andra fastigheter
- aktivt brandsystem
- brandcellens storlek
- räddningstjänstens insats
- andra bärverk i anslutning
- utrymningstid. (IFEG, 2005)

Genom att undersöka de faktorer som listas ovan ges en bild av hur viktig den aktuella brandcellsgränsen är för det specifika projektet. När detta är fastställt går det att se vilket verifieringsbehov som uppstår då ett fönster införs i brandcellsgränsen. (IFEG, 2005)

Även i Kanada används funktionsbaserade byggregler. I de kanadensiska byggreglerna används *intent statements*, vilket innebär att funktionskraven kompletteras med syftesbeskrivningar. Detta gör det enklare för användaren att förstå hur och var funktionskraven ska appliceras. Detta underlättar för användaren vid verifiering eftersom det blir tydligare vad en alternativ åtgärd måste åstadkomma för att väga upp för avsteget. (IFEG, 2005)

3 Utveckling av metodik

I följande kapitel plockas metoder och teorier, som bedöms lämpade för användning i den slutliga metoden, ut från litteraturstudien för att studeras närmare och fogas samman. Metoderna beskrivs närmare för att fastslå hur de ska användas i slutmetoden.

3.1 Funktionsfixering och first principle i brandskydd

First principles inom brandskydd syftar till att gå tillbaka till grundtanken och det basala syftet med varje komponent. Brandskyddet kan sedan byggas upp utifrån dess första principer för att skapa en ny helhet som är enklare att förstå (Abrahams & Stollard, 1991). Vid verifiering måste brandskyddet bedömas som helhet (Boverket, 2013), och det kan därför vara bra att utgå ifrån *first principles*.

Som nämnts i 2.7 har PBL och PBF tagits fram med ett *first principle*-liknande tankesätt. Eftersom myndighetssidan har utgått ifrån detta tankesätt när föreskrifterna tagits fram bör även utförandesidan använda sig av tankesättet när föreskrifterna ska tillämpas. Detta görs för att skapa förståelse för varje brandskyddskomponents högre syfte.

Det är inte säkert att det allmänna rådet gör att föreskriftens syfte kommer till sin rätt i samtliga fall där det ställs krav. Grundtanken med funktionsbaserade byggregler är att byggherren ska kunna anpassa tekniska lösningar efter rådande förutsättningar. Om projektören förstår syftet med en föreskrift, är det enklare att tolka den skyddsnivå som illustreras av det allmänna rådet och sedan anpassa en teknisk lösning för att uppnå den skyddsnivån.

Vid både helhetsbedömningar, där bedömaren är van vid att hantera föreskrifter, krav och komponenter, och vid bedömning av enskilda komponenter, finns det en risk att det görs felbedömningar till följd av *funktionsfixering* (se 2.8). Som exempel, om en projektör har projekterat många byggnader där krav på ytskikt endast syftar till att förhindra brandspridning inom brandcellen, innebär fenomenet *funktionsfixering* att det finns en risk att projektören inte överväger möjligheten att krav på ytskikt även kan syfta till att uppfylla övriga egenskapskrav i PBF än det om brandspridning inom brandcellen. När projektören sedan ska projektera en annan byggnad och överväger att sänka krav på ytskikt, bör den därför överväga möjligheten att komponenten bidrar till att uppfylla något av de övriga PBF-målen, exempelvis det om utrymning. Högre krav på ytskikt kan förlänga tiden till att kritiska förhållanden uppstår, vilket är positivt för människors möjligheter till utrymning vid brand. Genom att resonera från *first principles* kan risken minskas att det uppstår fel på grund av *funktionsfixering*. Det är viktigt att projektören kan avgöra vilka PBF-krav en föreskrift i BBR syftar till att uppfylla, och det är också viktigt att den vet hur brandkomponenterna ska utformas för att åstadkomma detta. Därför ges det nedan ett exempel, där en föreskrift kopplas till egenskapskraven i PBF, och där det resoneras kring hur brandkomponenterna ska utformas för att bäst uppfylla föreskriftens syfte.

Föreskriften

I BBR (5:343) regleras nödbelysning genom att belysningen ska lysa i 60 minuter och det allmänna rådet säger att en eventuell kabel kan vara brandavskild i 30 minuter.

Resonemanget

I det följande fastslås komponenten *Nödbelysnings* koppling till egenskapskraven i PBF genom resonemang utifrån *first principle*. Då ställs följande frågor:

- Vad är nödbelysningens syfte?
Som brandkomponent är nödbelysningens syfte att ge utrymmande personer tillräckligt ljus för att hitta ut i de fall då strömbortfall inträffar.
- Vilka egenskapskrav bidrar föreskriften till att uppfylla?
Belysning påverkar inte byggnadsdelar utan påverkar endast människor, därför går tre av egenskapskraven bort:
 - Föreskriften bidrar inte till att uppfylla byggnadsverkets bärverkskrav.
 - Föreskriften bidrar inte till att motverka utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket.
 - Föreskriften bidrar inte till att motverka spridning till närliggande byggnadsverk.Nödbelysning underlättar utrymning eftersom människor använder sig av synen för att orientera sig i en byggnad. Nödbelysning medger därför utrymning i de fall där ordinarie belysning slutar fungera och inga andra ljuskällor finns att tillgå.
 - Föreskriften bidrar till personers möjlighet till utrymning.

Räddningstjänsten behöver inte ha belysning för att kunna genomföra sin uppgift. Räddningstjänsten använder i regel egna lampor, värmekameror, komradio och brandslang mot dörren för att orientera sig i mörklagda byggnader. När elektricitet försvinner i ett rökfritt utrymme, tidigt i brandförloppet, gör nödbelysning stor skillnad för personer som saknar ficklampa. När elektriciteten försvinner i ett rökfyllt utrymme, där räddningstjänsten har tillgång till egna lampor, värmekamera, komradio och brandslang mot dörren gör nödbelysningen liten skillnad. Vid det tillfälle där röken blir tillräckligt tjock bidrar inte längre ljus till att öka sikten genom röken. Om nödbelysning hade haft väsentlig inverkan på räddningstjänstens orienteringsförmåga i mörka rum borde föreskriften gälla för alla utrymnen i alla byggnader där det kan bli mörkt och räddningstjänsten förväntas göra en insats.

Det finns inte krav på nödbelysning i samtliga byggnader där det kan bli mörkt och där räddningstjänsten förväntas genomföra insatser:

- Föreskriften bidrar sannolikt inte till att höja räddningsmanskapets säkerhet vid brand.
- Vad kräver nödbelysning för att fungera?
Nödbelysningen behöver ge tillräckligt ljus under hela den tid som personer förväntas utrymma från den aktuella lokalen. Därför måste nödbelysningens strömtillförsel

säkerställas under denna tid. Detta kan göras genom att ett batteri med tillräcklig strömtillförseln installeras samt genom att brandklassade kablar som står emot påverkan av brand används.

- Vad kan störa nödbelysningen och hur minskas risken för det?
Föråldrande av batteri kan bidra till att nödbelysningens funktion inte uppfylls. Därför behöver batterierna kontrolleras och bytas ut med jämna mellanrum.
Nödbelysningsarmaturerna kan täckas för av rök eller fysiska objekt och därmed inte kunna lysa upp det utrymme som det är tänkt. Detta kan minskas genom skyltar som uppmanar människor att inte placera blockerande objekt framför nödbelysningsarmaturerna.

Därför kommer följande förutsättningar i byggnaden påverka hur nödbelysning ska utformas:

- Utrymningstiden
 - Batteri/brandklassad kabel
- Inredning och geometrisk utformning av lokalen
 - Placering av nödbelysningsarmatur

Frågorna blir en kravställning som måste uppfyllas för att syftet ska kunna uppfyllas. Hoten som identifieras blir variabler som måste tas hänsyn till vid dimensionering av nödbelysningen. Dessa variabler gör så att projektören kan se till att nödbelysningen uppfyller sitt syfte. Utformningen blir därmed funktionsbaserad.

3.2 Hur brandskyddet kartläggs

I detta arbete används en hierarkisk struktur för att systematiskt kartlägga brandskyddet och dess ingående delar. I det följande beskrivs tankegången för hur kartläggningen av delmål, strategier och komponenter ska göras. I avsnitt 4 ges vägledning för hur metoden ska användas.

Överst i brandskyddshierarkin finns de **övergripande målen**. Dessa utgörs av egenskapskraven i PBF, samt eventuella andra krav som byggherren fastslår (exempelvis ekonomiska krav eller krav på estetisk utformning). Ett av de övergripande målen är att: *“personer som befinner sig i byggnaden vid brand ska kunna lämna byggnaden eller räddas på annat sätt”* (Sveriges Regering, 2015).

För att uppfylla det övergripande målet bryts det ner i ett antal **delmål**. För att ta fram dessa används modellen för hantering av brandrisker med *riskkälla, exponering* och *effekt (på det skyddsvärda)* enligt Merkhofer (1987) i avsnitt 2.7. I modellen utgör egenskapskraven i PBF det skyddsvärda och det som kan hota egenskapskraven utgör riskkällor. Med utgång i denna modell ställs frågan: *vad kan leda till att det övergripande målet inte uppfylls?*

För att identifiera vad som utgör riskkälla bör de grundläggande principerna hos en brand fastställas enligt resonemang utifrån *first principles*. En rimlig nivå är att utgå ifrån de kemiska och fysikaliska reaktioner och fenomen som sker då något brinner.

Bränder avger energi i form av strålning, konvektion och ledning, men även rök i form av oförbränt bränsle som kan vara giftigt för människor och medföra en försämrad sikt i en lokal, osv. Delmålen bör därmed syfta till att hantera dessa fenomen.

Se avsnitt 4.1 för vägledning av hur delmål tas fram.

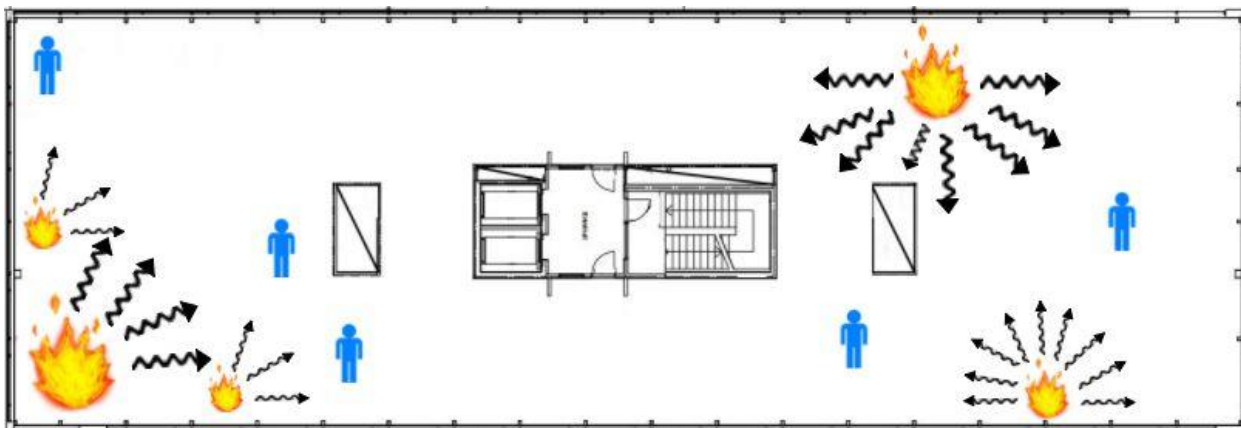
Exempel på delmål till det övergripande målet i det förra stycket kan vara:

- *personer ska inte utsättas för toxiska gaser*
- *personer ska inte utsättas för kritisk strålning*
- *personer ska inte utsättas för kritisk värme*
- *personer ska inte kunna stängas in till följd av brand*
- *personer ska inte behöva lyfta tunga saker eller öppna tunga dörrar under utrymning*
- *utrymning ska kunna ske av samtliga personer som kan tänkas befinna sig i byggnaden, oavsett funktionsnedsättning*
- *utrymning ska kunna ske även om ett antal tekniska system fallerar.*

För att uppfylla de uppsatta delmålen behöver ett antal **strategier** upprättas. En brandskyddsstrategi är uppbyggd av en eller flera brandskyddskomponenter som syftar till att hantera brandrisker. För att beskriva risker som hotar delmålen används Merkhofers modell (1987). För att uppfylla delmålet ska inte riskkällan skada det skyddsvärda. Beroende på vilket delmål som behandlas varierar det skyddsvärda och riskkällan. En strategi syftar till att sänka brandrisken genom att hantera något av de tre elementen (riskkälla, exponering och det skyddsvärda). Det finns tre typer av strategier som minskar risken att delmålet inte uppfylls:

- försvaga eller avlägsna riskkällan
- minska eller ta bort exponeringen
- stärka eller avlägsna det skyddsvärda.

Som exempel: för delmålet *personer ska inte utsättas för kritisk strålning* utgör personerna det skyddsvärda, strålande objekt utgör riskkällor och synfaktorn emellan dessa utgör exponeringen. Bilderna nedan syftar till att få läsaren att börja se byggnadsdelar som faktiska brandskyddskomponenter och hur dessa fungerar i sina brandskyddsstrategier i verkligheten. I exemplet har en specifik variabel i brandförloppet isolerats och beaktats enskilt, nämligen strålning från flammor. Personerna på planet i figur 3 utsätts för strålning från flammorna.



Figur 3. Symbolisering av hur skyddsvärde (personer) kan exponeras (via strålning) för riskkällor (flammar).

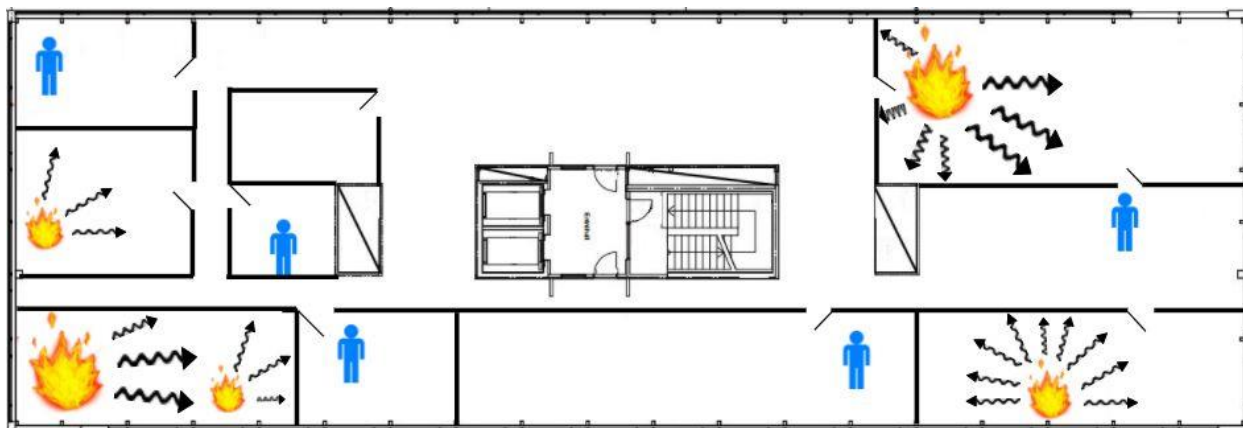
Exempel på strategier som bidrar till att uppfylla delmålet *personer ska inte utsättas för kritisk strålning* kan vara:

- När något brinner avges värmestrålning som kan orsaka skada på personer. Det som kan avge strålning är flammor, rökgaslager samt uppvärma byggnadsdetaljer. En strategi som hanterar riskkällan kan vara att avlägsna föremål som riskerar att börja brinna.
- En andra strategi som hanterar riskkällan kan innebära att tilldela riskkällan ett mer brandmotståndigt ytskikt, vilket leder till att sannolikheten minskar för att det aktuella objektet börjar brinna.
- En strategi som hanterar exponeringen mellan riskkälla och skyddsvärde är att uppföra fysiska barriärer emellan dem. Exempel på sådana kan vara brandcellsgränser och brandklassade fönster och dörrar.
- En strategi som hanterar det skyddsvärda är att säkerställa att personer inte vistas i de utrymmen som riskerar utsättas för hög strålning (detta kan dock vara praktiskt svårt att genomföra).

Nästa nivå i brandskyddshierarkin utgörs av tekniska installationer och åtgärder, vilka benämns **komponenter** och syftar till att påverka brandskyddet så att strategierna uppnås. Komponenterna är redan införda i referensutformningen, antingen i en befintlig byggnad eller på ritning. Besluten över vilka komponenter som ska finnas i byggnaden är redan tagna. Det gäller nu att identifiera vilka komponenterna är och vilket eller vilka strategier de bidrar till att uppfylla.

För att identifiera komponenterna kan användaren utgå från sin referensutformning och ställa sig frågan: *finns det några komponenter som bidrar till att uppfylla denna strategi i praktiken?* Det finns dock en risk att viktiga komponenter missas. För att minska risken för detta kan följande referenser användas som jämförelse: NFPA:s konceptträd (National Fire Protection Association, 1976), Brandskyddsvärdering av vårdavdelningar – ett riskanalysverktyg (Frantzich, 2000), FRIM-MAB (Karlsson, Fire Risk Index Method - Multistorey Apartment Buildings, 2002) och Brandskyddsvärdering av skola och danslokal (Frantzich, 2005). Det finns också längre fram i denna rapport en lista över komponenter som kan användas som checklista för att komplettera för komponenter i andra tillämpningar. Även i dessa verktyg används hierarkiska modeller för att bryta ned brandskyddet till komponenter. Komponenterna som används i dem är relevanta för

flerbostadshus, vårdlokaler och skolbyggnader. I byggnader som skiljer sig från den typen av byggnader kan det finnas andra komponenter som behöver beaktas.



Figur 4. Symbolisering av hur det skyddsvärda exponering mot riskkällan kan minskas genom att brandskyddskomponenter införs. I detta fall minskas personernas exponering för strålning genom fysiska barriärer i form av internväggar.

I figur 4 har internväggar uppförts på planet, vilka minskar personernas exponering för flamstrålning. På detta vis kan internväggar lättare identifieras som faktiska brandskyddskomponenter och kopplas till en specifik variabel, nämligen strålning från flammor.

När en helhetsbild över brandskyddet i byggnaden har uppnåtts finns det goda möjligheter att finna komponenter som kan komplettera varandra på ett bra sätt och som skapar redundans i systemet. När hela brandskyddet har kartlagts kan den aktuella förändringens påverkan på varje del värderas, vilket görs genom en kvalitativ analys av varje komponent.

3.3 Hur brandskyddets påverkan värderas

När en komponent i brandskyddssystemet läggs till, tas bort eller ändras, kommer en grupp andra komponenter också att påverkas, eftersom de på något sätt beror på ursprungskomponenten. Dessa komponenter påverkas i sin tur en rad andra komponenter. Det är dessa kopplingar som utgör ett systems komplexitet. Ju fler komponenter som påverkas, och ju större systemet som helhet påverkas, när en enskild komponent påverkas, desto mer komplext är systemet.

Att analysera ett större brandskyddssystem kan snabbt bli komplicerat, dels på grund av antalet komponenter men även på grund av att komponenterna interagerar med varandra. När komponenterna istället bedöms var för sig kan de bedömas mer systematiskt. Vid mindre system är det fördelaktigt att göra en helhetsbedömning, men vid större system med många komponenter kan det vara fördelaktigt att studera komponenterna var för sig. För att värdera hur varje komponent påverkas, används brandskyddets egenskaper. Egenskaperna analyseras var och en för sig med hänsyn till den förändring som skett.

Av de egenskaper som Lundin listar är det två som sticker ut, *brandskyddsstrategins komplexitet* och *brandskyddssystemets komplexitet* (2001). Dessa två egenskaper syftar till att få användaren att

göra helhetsbedömningar av dels brandskyddsstrategin och dels brandskyddssystemet. I metoden som föreslås i den här rapporten eftersträvas det att frångå helhetsbedömningar, eftersom de kan leda till variation i resultatet mellan användare. Därför arbetas det inte vidare med de två egenskaper som berör helhetsbedömningar av komplexitet.

För att bedöma hur varje egenskap påverkar en komponent behöver användaren ha förståelse för vad samtliga egenskaper innebär, se avsnitt 2.3.4. Därefter bedömer användaren hur varje egenskap hos en komponent individuellt påverkas av en förändring. Slutligen sammanställs den påverkan som skett på komponentens olika egenskaper.

När påverkan på en komponent ska bedömas ska det göras en jämförelse mellan hur den beter sig före förändringen och hur den beter sig efter förändringen. Som ett ramverk för bedömning av komponenter används egenskaperna i avsnitt 2.3.4. Först ska det klargöras vad de individuella egenskaperna spelar för roll för hur en komponent beter sig. Sedan ska det undersökas ifall egenskaperna hos en viss komponent påverkas till följd av en förändring i brandskyddet.

Principiellt kan detta beskrivas genom att följande två frågor besvaras:

1. Vilken roll spelar den specifika egenskapen för komponenten?
2. Förändras detta när det sker en förändring i brandskyddet och hur?

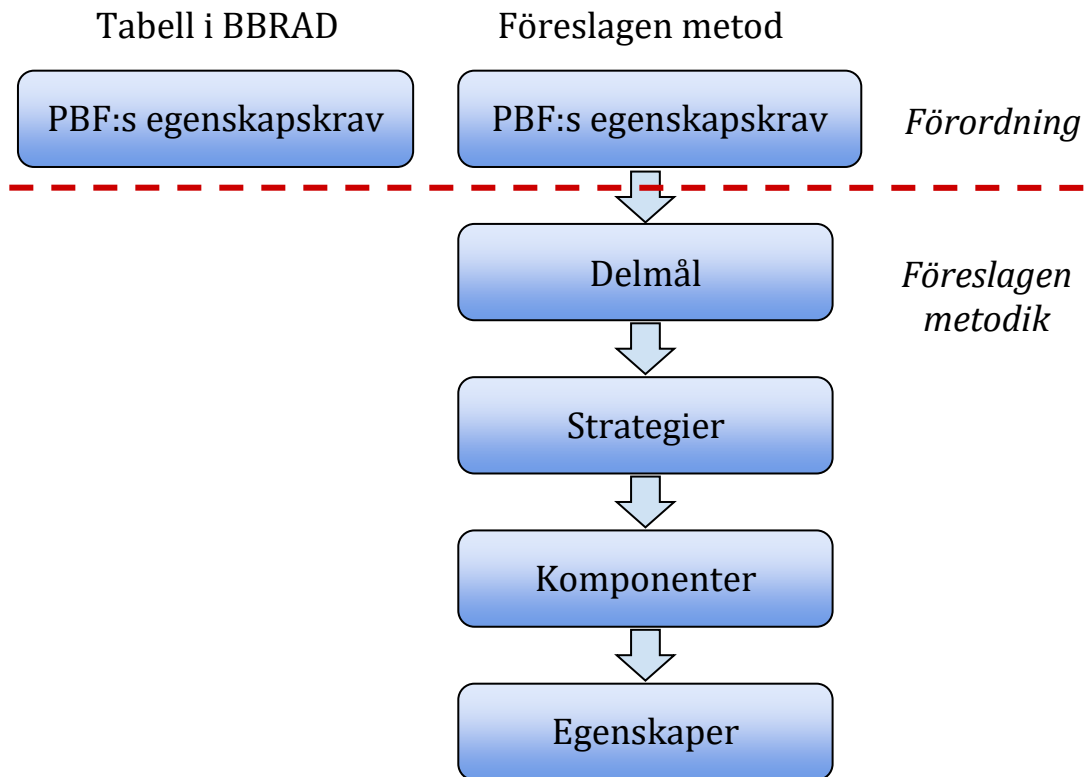
Det ges vägledning för hur detta görs för de individuella egenskaperna i avsnitt 4.2.

Genom att bedöma varje komponents egenskaper individuellt, och sedan lägga ihop påverkan, går det att bedöma påverkan på brandskyddets komponenter och därmed också brandskyddet som helhet mer systematiskt.

Egenskaperna sammanställs i tabellform för att göra dem överskådliga.

I figur 6 jämförs detaljeringsgraden mellan tabellen för identifiering av verifieringsbehovet som föreslås i BBRAD med den metod som föreslås i detta arbete.

Detaljeringsgrad



Figur 5. Beskrivning av skillnader mellan de båda metodernas detaljeringsgrad.

3.4 Hur verifieringsbehovet sammanställs

Brandskyddshierarkin och egenskaperna tillhandahåller tillsammans verktyg för att uppfylla de två första delarna *kartläggning av brandskyddets delar* och *värdering av påverkan efter förändring*. Den sista delen i metoden syftar till att sammanställa verifieringsbehovet så att det blir översiktligt. Detta görs genom att komponenter, med problem som identifierats till följd av ändringen, väljs ut för behandling och vidare verifiering.

Nästa steg är att verifieringsbehovet sammanställas. Utöver att enbart utgå ifrån värderingsmatriserna för varje komponent, kan faktorer listade av (Lundin, 2001) vara behjälpliga. Verifieringsbehovet beror på:

- Om flera och/eller beroende skyddssystem påverkas
- Om det är ett komplicerat objekt med nya lösningar
- Om det är ett okomplicerat objekt med traditionella lösningar
- Om maxkonsekvensen blir större efter förändringen, t.ex. om en skyddsåtgärd inte fungerar
- Om det hänvisats till vedertagen praxis vid verifiering
- Om krav på särskild utredning eller dimensioneringskontroll ställs i BBR.

Om en eller flera av dessa faktorer indikerar att: ändringen är komplex, innebär nya lösningar eller att systemet blir sårbart för fallerande komponenter, så ökar behovet av verifiering.

Lundin föreslår även att faktorn ”om det finns flera syften med något av de krav eller råd som frångås” beaktas. Den föreslagna metoden kopplar föreskrift och allmänt råd till PBF-kraven per automatik och att det därför är överflödigt att beakta faktorn enskilt, men detta är upp till användaren.

Lundin föreslår också att faktorn ”om krav på särskild utredning eller dimensioneringskontroll ställs i BBR” beaktas. Om det föreligger krav på särskild utredning eller dimensioneringskontroll så bör användaren följa kraven utöver att använda den föreslagna metoden.

Eftersom en omfattande värdering av påverkan på komponenterna har utförts i den tidigare delen finns det stor sannolikhet att en stor mängd av komponenter har påverkats i någon form. Även om påverkan på de flesta komponenter är väldigt liten så finns det en risk att deras summerade påverkan medför en betydande påverkan på systemet. Därför bör komponenterna väljas ut utifrån uppsatta kriterier. Kriterierna bör utgå ifrån detaljeringsgrad samt storleken på projektet. Vid större projekt med behov av låg detaljeringsgrad kan mindre stränga kriterier användas. Vid mindre projekt med behov av hög detaljeringsgrad kan strängare kriterier användas. Förslagsvis sammanställs de utvalda komponenterna och deras påverkan i tabellform. Den mängd komponenter som ej behandlas i detalj minskas med strängare kriterier.

4 Beskrivning av föreslagen metodik

I följande kapitel beskrivs den föreslagna metoden i dess tre olika faser:

- Kartläggning av brandskyddet
- Värdering av påverkan på komponenter
- Sammanställning av verifieringsbehovet

4.1 Kartläggning av brandskyddet

Första delen i användandet av metoden är att kartlägga det befintliga brandskyddet i byggnaden eller, om det gäller en nybyggnation, det brandskydd som projekterats enligt förenklad dimensionering. De övergripande målen bör som regel ha sin utgångspunkt i egenskapskraven i PBF. Dessa måste alltid uppfyllas genom att föreskrifterna i BBR uppfylls. Dessutom kan även andra mål tillkomma på beställning av byggherre eller fastighetsägare, exempelvis ekonomiska, miljömässiga eller estetiska. Därmed måste projektören i samarbete med byggherren själva sätta upp tillkommande övergripande mål utöver dem i PBF. Även i den fortsatta kartläggningen måste projektören själv identifiera vilka delmålen, strategierna och komponenterna är, förslagsvis med hjälp av resonemang utifrån *first principles* (2.9 First principle). Brandskyddshierarkin illustreras i figur 6.



Figur 6. Brandskyddshierarkin med tillhörande tabeller för påverkan av varje komponents egenskaper.

Hierarkin utgår ifrån egenskapskraven i PBF. De övergripande målen kan ses som att de består av flera delmål. Om samtliga delmål uppfylls innebär det per definition att det övergripande målet också uppfylls. För att identifiera delmålen används Merkhofers modell för risk och det undersöks vad som är skyddsvärt, vilka riskkällorna är och hur det skyddsvärda är exponerat mot en riskkälla (Merkhofer, 1987).

Först fastslås vad som är skyddsvärt. För egenskapskravet *"personer som befinner sig i byggnaden vid brand ska kunna lämna byggnaden eller räddas på annat sätt"* så är det skyddsvärda personer samt personernas möjlighet att sätta sig själva i säkerhet.

Nästa steg är att identifiera riskkällor som kan hota personer samt personernas möjlighet att sätta sig själva i säkerhet (det skyddsvärda). För att göra detta kan följande frågor ställas:

- Vilka riskkällor utgör hot mot det skyddsvärda?

I ett brandrum sker det en snabb exoterm oxidering på grund av att bindningarna i ett bränsle reagerar med syret i luften. Då frigges värme i form av strålning, konvektion och ledning (Kreith, 1973). Det bildas även restprodukter i form av sot, kolmonoxid och andra giftiga ämnen beroende på bränslet (Drysdale, 2011). De delar av byggnaden som kommer påverkas är inredning, golv, väggar och tak. Beroende på byggnadsmaterial finns det därför risk att det bildas droppar, att byggnadsdelar faller ned samt att syret tar slut. Brandgaser sänker sikten och försvårar utrymning. Tekniska system, exempelvis belysning eller dörröppnare, kan slås ut om branden bryter elförsörjningen.

- Hur kan dessa hot motverkas?

Svaren på frågan ovan leder till olika sätt som en människa kan komma till skada vid en brand. De olika sätten kan beskrivas som delmängder av en större mängd, där den större mängden är "skada vid brand". För att uppnå målet "människor ska inte skadas vid brand" måste därför samtliga av delmålen nedan uppfyllas:

- Brand ska detekteras i ett tidigt skede
- Personer ska ej utsättas för kritisk strålning
- Personer ska ej utsättas för kritisk toxicitet
- Personer ska ej utsättas för kritisk värme, osv.

För att ta fram strategier som hanterar delmålen utgår det ifrån Merkhofers definition av risk. Strategier delas upp i tre kategorier: strategier som hanterar riskkällan, strategier som hanterar det skyddsvärda, eller strategier som hanterar hur det skyddsvärda exponeras för riskkällan. Frågorna i följande stycke kan ställas för att analysera var och hur det skyddsvärda exponeras mot riskkällan. På så sätt uppdagas också var det behöver läggas in åtgärder i form av strategier.

För att ta fram strategier behöver följande frågor besvaras:

- Vad i byggnaden kan ge upphov till att respektive delmål inte uppfylls? (riskkällor)
- Var i byggnaden finns risk att delmålen inte uppfylls? (exponering av det skyddsvärda)
- Hur kan byggnaden utformas så att strategierna uppfylls?

När ovanstående frågor besvaras är det möjligt att bedöma hur stor sannolikheten är att respektive delmål inte uppfylls samt hur stor konsekvensen blir. Ett exempel på detta är delmålet "*personer ska inte utsättas för kritisk strålningsvärme*". Riskkällan är branden i form av flammor eller rökgaslager, exponeringen är avståndet samt synfaktorn, och det skyddsvärda är människorna under utrymning.

Det finns tre typer av strategier som minskar risken att delmålet inte uppfylls:

- försvaga eller avlägsna riskkällan
- minska eller ta bort exponeringen
- stärka eller avlägsna det skyddsvärda, se avsnitt 2.7.

I det här stycket följer exempel på en strategi från respektive kategori som hanterar strålningspåverkan. Ett exempel på en strategi som försvagar riskkällan är släckning av branden. Exempel på minskad exponering mellan det skyddsvärda och riskkällan är fysiska objekt som blockerar strålning. Exempel på stärkning av det skyddsvärda är skyddsdräkter (opraktiskt i verkligheten, men principiellt är det en korrekt brandskyddsstrategi).

När strategierna tagits fram ska brandskyddskomponenter identifieras. Brandskyddskomponenter är de tekniska lösningar som uppfyller strategierna. En komponent kan vara en del av flera strategier och således också flera delmål. Det är möjligt för användaren att börja identifiera komponenter samtidigt som den identifierar strategier. Det undersöks alltså om det finns en komponent som syftar till att påverka antingen exponering mellan det skyddsvärda och riskkällan, det skyddsvärda, eller riskkällan. Nedan följer exempel på detta.

- *Finns det några komponenter i referensutformningen som bidrar till att minska **riskkällans** avgivande strålningsmängd?*
Svaret på denna fråga utgörs av åtgärder som minskar eller hämmar flamutvecklingen och därmed strålningsavgivningen. Fysiska exempel på sådana komponenter kan vara: *ett mer brandmotståndigt ytskikt eller släcksystem.*
- *Finns det några komponenter i referensutformningen som bidrar till att minska personers **exponering** för värmestrålning?*
Svaret på denna fråga utgörs av skyddande barriärer som bryter strålningsvägen mellan riskkälla och det skyddsvärda. Fysiska exempel på sådana komponenter kan vara; *brandcellsgränser, brandklassade fönster och dörrar.*
- *Finns det några komponenter i referensutformningen som bidrar till att avlägsna eller förstärka det **skyddsvärda**?*
Svaret på denna fråga utgörs av åtgärder som avlägsnar personerna från de strålande objekten eller åtgärder som förstärker personernas skydd mot strålning. Exempel på sådana komponenter är svåra att definiera men en åtgärd kan vara att *säkerställa att personer inte vistas i områden där det föreligger risk att brand uppstår och att hög strålningsmängd avges.*

Det finns dock en risk att inte alla viktiga komponenter har identifierats med föregående tillvägagångssätt. De rapporter som tidigare nämnts i avsnitt 3.2 kan då användas som checklistor för att komplettera med komponenter som användaren själv ej identifierat.

Efter att komponenterna har identifierats för varje strategi, delmål och övergripande mål kan en överblickbar bild över brandskyddshierarkin skapas.

4.2 Värdering av påverkan på komponent

Nästa steg i metoden är att undersöka hur brandskyddets komponenter påverkas av att brandskyddet förändras. Komponenterna bedöms utifrån var och en av de egenskaper som beskrevs i kapitel 2.3.4. Bland dessa egenskaper inkluderas inte de som involverar komplexitet, eftersom komplexitet inte går att applicera på en enskild komponent. Bedömningen kan i detta skede göras förhållandevis grovt och kan förslagsvis ske med hjälp av tabell 6 nedan. Tabellen med egenskaperna kan ses som den lägsta nivån i hierarkin.

Under värderingen bedöms komponenterna var för sig under tankesättet *first principles*. Detta innebär att påverkan på varje komponents basala funktioner bedöms kvalitativt och med logiska resonemang. I detta avsnitt ges förslag på frågor som kan besvaras för att värdera påverkan på varje egenskap hos varje komponent. Påverkans gradering sker på en 5-gradig skala (-2 till +2). Negativ poäng betyder att förändringen leder till att komponenten påverkas negativt ur brandskyddssynpunkt och positiv poäng betyder att förändringen leder till att komponenten påverkas positivt ur brandskyddssynpunkt. I tabell 6 beskrivs varje värdes betydelse.

Tabell 6. Beskrivning av varje värdes betydelse.

-2	Det bedöms <u>sannolikt</u> att negativ påverkan sker.
-1	Det bedöms <u>mindre sannolikt</u> att negativ påverkan sker.
0	Påverkan bedöms <u>ej</u> ske.
+1	Det bedöms <u>mindre sannolikt</u> att positiv påverkan sker.
+2	Det bedöms <u>sannolikt</u> att positiv påverkan sker.

Om en egenskap bedöms påverkas både i positiv och negativ riktning markeras två rutor på samma rad, exempelvis rutorna för -2 och +1. Det är viktigt att användaren inte låter plus och minus ta ut

varandra utan att alla förändringar som är identifierade noteras och beaktas i den fortsatta analysen.

Kolumnerna under *egenskapens påverkan* markeras för att visa i vilken riktning påverkan sker, positivt eller negativt för brandskyddet och säkerheten då en förändring sker.

I det följande analyseras brandskyddskomponenten dörröppnare. Komponentens har inneboende egenskaper, som listades i kap 2.3.4 Brandskyddets egenskaper. I följande exempel ska varje egenskap hos komponenten analyseras var för sig, med avseende på vad som händer med just den egenskapen när personantalet höjs i en lokal eller en byggnad.

Nedan illustreras hur egenskaperna appliceras på en komponent, och hur egenskaperna påverkas när det görs ett avsteg från de allmänna råden. I exemplet redogörs även för vilka frågor användaren kan använda för att bedöma påverkan på varje egenskap.

Tabell 7.1 Tabell för sammanställning av påverkan på varje komponents egenskaper.

#X. Automatisk dörröppningsfunktion

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>					
<i>Mänskligt agerande</i>					
<i>Flexibilitet</i>					
<i>Känslighet</i>					
<i>Tillförlitlighet</i>					
<i>Sårbarhet</i>					

Funktion: Komponentens funktion beskrivs genom att följande frågor besvaras:

- *Vad är komponentens huvudsakliga syfte?*
- *Ändras komponentens syfte när förändringen sker?*
- *Tillkommer nya mål?*

Exempel: Möjliggöra för de som har svårt att öppna dörrar på egen hand (funktionsnedsatta) att utrymma. Komponentens syfte är detsamma vid höjt personantal och det tillkommer inga nya mål. Funktionen förändras inte vid ökat personantal.

Motsvarar värde:

0	Påverkan bedöms <u>ej</u> ske.
----------	--------------------------------

Mänskligt agerande: De frågor som besvarats för denna egenskap lyder:

- *Baseras komponenten på mänskligt agerande för att fungera?*
- *Blir komponenten mer eller mindre beroende av det mänskliga agerandet när förändringen sker?*

Exempel: Dörröppningsfunktionen beror generellt sett på mänskligt agerande eftersom det krävs att någon trycker på knappen som aktiverar dörröppningen. Funktionen bedöms dock inte vara mer beroende av det mänskliga agerandet när personantalet ökar.

Motsvarar värde:

0	Påverkan bedöms <u>ej</u> ske.
----------	--------------------------------

Flexibilitet: Flexibiliteten beskrivs genom att besvara frågorna:

- *Hur anpassningsbar är komponenten efter eventuella förändringar i aktuell lokal?*
- *Påverkas komponentens möjlighet att anpassa sig när förändringen sker?*
- *Hur robust är komponenten mot hot som ej ännu är kända och påverkas robustheten av att förändringen sker?*

Exempel: Robustheten förändras inte eftersom dörren kan blockeras av fysiska objekt och sannolikheten för detta bedöms vara densamma då personantalet ökas.

Dörröppningsfunktionens möjligheter att anpassas efter ändring i lokalen bedöms vara densamma efter ökat personantal.

Motsvarar värde:

0	Påverkan bedöms <u>ej</u> ske.
----------	--------------------------------

Känslighet: Frågor som besvaras för att beskriva komponentens känslighet är:

- *Beror komponenten på andra komponenter eller variabler i sin omgivning för att fungera korrekt?*
- *Hur starkt beroende är komponenten av de övriga komponenterna eller variablerna och ändras detta av förändringen?*
- *Beror komponenten på några nya komponenter eller variabler i sin omgivning då förändringen skett?*

Exempel: Dörröppningsfunktionen beror inte på ytterligare komponenter till följd av ökat personantal och inga befintliga beroenden blir heller starkare. Känsligheten är därmed oförändrad.

Motsvarar värde:

0	Påverkan bedöms <u>ej</u> ske.
---	--------------------------------

Tillförlitlighet: Besvarande av följande frågor ger en beskrivning av tillförlitligheten:

- *Vad är sannolikheten att komponenten uppfyller sin funktion?*
- *Påverkas sannolikheten att komponenten kan uppfylla sin funktion på grund av mänsklig tillförlitlighet när förändringen sker?*
- *Påverkas sannolikheten att komponenten kan uppfylla sin funktion på grund av teknisk tillförlitlighet när förändringen sker?*

Exempel: När personantalet ökar kommer rimligtvis dörrarna öppnas oftare, vilket kan ge ett större slitage på dörröppnarna och därmed en minskad tillförlitlighet

Motsvarar värde:

-1	Det bedöms <u>mindre sannolikt</u> att negativ påverkan sker.
----	---

Sårbarhet: Besvarande av följande frågor ger en beskrivning av sårbarheten:

- *Finns det några hot som kan slå ut komponenten?*
- *Tillkommer några hot eller blir komponenten mer sårbar mot befintliga hot när förändringen sker?*
- *Ökar konsekvensen av att komponenten fallerar då förändringen sker?*

Exempel: Dörröppningsfunktionen är sårbar mot felfunktion som följd av mänsklig påverkan eller till följd av tekniska fel och slitage. Komponenter är även sårbara då öppningsfunktionen fallerar och då det inte finns någon person som kan öppna dörren utan hjälpmedel i närheten, exempelvis då en funktionsnedsatt arbetar själv på övertid. Generellt ökar sårbarheten också, då ett ökat personantal innebär ökad chans att ej funktionsnedsatta personer är i närheten och kan hjälpa funktionsnedsatta.

Motsvarar värde:

0	Påverkan bedöms <u>ej</u> ske.
---	--------------------------------

Det är nu möjligt att sammanställa värdena i matrisen, vilken då kan användas för att få en mer samlad bild över påverkan på komponenten, tabellen ser då ut som följande:

Tabell 7.2 Tabell för sammanställning av påverkan på varje komponents egenskaper.

#X. Automatisk dörröppningsfunktion

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>			X		

4.3 Sammanställning av verifieringsbehovet

I detta skede har förändringens påverkan på varje enskild komponent bedömts och diskuterats. Nu behöver verifieringsbehovet som uppdragats sammanställas för att kunna bearbetas.

Som tidigare nämnts är värderingen i matrisen inget absolut mått, utan snarare en relativ gradering som hjälper användaren att lättare åskådliggöra hur komponenten påverkas av den föreslagna förändringen. Bedömningen är relativ och kryssen gäller bara för en specifik komponent. Komponenterna har olika stor del i brandskyddet beroende på vilken byggnad det rör sig om.

Det är möjligt att välja olika detaljeringsgrad när verifieringsbehovet ska sammanställas. Den högsta detaljeringsgraden är att samtliga komponenter som påverkas väljs ut för vidare analys. En lägre detaljeringsgrad är att de komponenter som påverkas mest väljs ut. Den lägsta detaljeringsgraden är att matriserna används för att ge användaren en uppfattning om ändringens omfattning, men att själva bedömningen görs ur ett helhetsperspektiv. Detaljeringsgraden väljs beroende på projektets omfattning och tidsåtgång. Oavsett vilken detaljeringsgrad som väljs blir detaljeringen antingen mer eller lika detaljerad som en helhetsbedömning enligt tabellen i BBRAD.

Om användaren bedömer att en mer begränsad detaljeringsgrad är tillräcklig kan komponenterna väljas utifrån förutbestämda kriterier. Förslag på kriterier kan vara att de komponenter som får fler negativa poäng än -2 väljs ut. Även de komponenter där en specifik egenskap får -2 poäng kan väljas för vidare analys. Om detaljeringsgraden är låg kan exempelvis komponenterna med totalt

mindre än -5 poäng väljas ut. Även de komponenter där en specifik egenskap får +2 poäng kan väljas ut och tas i beaktande i den slutliga helhetsbedömningen, även om en positiv påverkan per definition inte ger upphov till något verifieringsbehov.

Vid dokumentation av arbetet kan med fördel även komponenter som endast påverkats lite eller komponenter som inte fått någon klargjord påverkan också redovisas med motivering till varför de inte behandlas vidare.

När komponenterna valts ut identifieras och listas de egenskapskrav som påverkas och därmed preciseras vilka delar av egenskapskravet som fallerat eller fått en försämrad funktion till följd av förändringen. Ett sätt att göra detta överskådligt på är att punkta upp negativa respektive positiva effekter i tabellform och i grova drag återge de effekter som tidigare uppmärksammats i värderingen.

Ett exempel på hur en sådan tabell kan se ut visas i tabell 8, vilken återger den negativa påverkan på komponenten *förekomst av riskkällor* som uppstår då personantalet i en lokal eller byggnad höjs (eftersom den mänskliga faktorn ofta är orsak till uppkomst av brand gäller rimligtvis påståendet för samtliga typer av byggnader och lokaler).

Tabell 8. Tabell för sammanställning av påverkan på komponenten SBA.

- **Förekomst av riskkällor**

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - Det mänskliga agerandet bidrar till uppkomst av eventuella bränder, och detta ökar med ökat personantal (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015) 	

Efter att tabellerna, likt den ovan, har sammanställts samlas de huvudsakliga faktorerna som ger upphov till verifieringsbehov under varje egenskapskrav i PBF för att ge en lättöverskådlig bild över det totala verifieringsbehovet.

4.4 Sammanfattning av framtagen metod

För att kunna använda den framtagna metoden behöver först referensutformningen fastställas, det vill säga den utformning av brandskyddet som dimensionerats efter förenklad dimensionering. Det är mot denna utformning brandskyddet ska verifieras. När referensutformningen för en befintlig byggnad tas finns det redan en given utformning att utgå ifrån. När referensutformningen för en nybyggnation ska tas fram är behöver det utgå från ritningar och användaren behöver själv skaffa sig en uppfattning om hur referensutformningen kommer se ut.

Kartläggning av brandskyddet

De **övergripande målen** i denna metod utgår ifrån egenskapskraven i PBF eftersom dessa gäller för alla typer av byggnadsverk. Exempel på övergripande mål kan vara: *personer som befinner sig i byggnaden vid brand ska kunna lämna byggnaden eller räddas på annat sätt.*

För att identifiera **delmål**, behöver det tas reda på vilka *hot* som riskerar leda till att de övergripande målen inte uppfylls. Delmålen blir då att motverka dessa hot, exempelvis blir ett delmål att *personer inte ska utsättas för kritisk strålning.*

För att ta reda på vilka **strategier** som kan användas för att uppnå delmålen behöver det fastslås vad som är *skyddsvärt*, vad som är *riskkälla* och hur det skyddsvärda *exponeras* för riskkällan i det aktuella delmålet. En strategi kan innebära en av tre saker:

- försvaga eller avlägsna riskkällan
- minska eller ta bort exponeringen
- förstärka eller avlägsna det skyddsvärda.

Exempel på en strategi kan vara: För att utrymmande personer inte ska utsättas för kritisk strålning behöver någon form av strålningsblockerande barriär upprättas. Strålningsbarriären innebär då en minskning i exponering mellan riskkällan och det skyddsvärda.

När strategier fastställts ska **brandskyddskomponenter** identifieras. Dessa är brandtekniska installationer och åtgärder som används för att uppfylla strategierna. *Brandcellsgräns* och *brandklassade fönster* är exempel på brandskyddskomponenter som uppfyller strategin om skydd mot strålning i föregående stycke. Komponenterna identifieras genom att användaren studerar sin referensutformning och ställer sig frågan: *finns det några komponenter som bidrar till att uppfylla en viss strategi i praktiken?* Användaren kan även studera tidigare nämnda referenslitteraturer för att använda dessa som checklistor för komponentidentifiering.

Värdering av påverkan på komponenterna

När brandskyddets ingående delar har kartlagts utförs en kvalitativ värdering av hur varje komponent påverkas av den aktuella förändringen. Komponenterna värderas systematiskt efter hur deras brandtekniska egenskaper påverkas. Vägledning för det sistnämnda finns tidigare i detta avsnitt.

Värderingen sammanställs i tabeller, en för varje komponent.

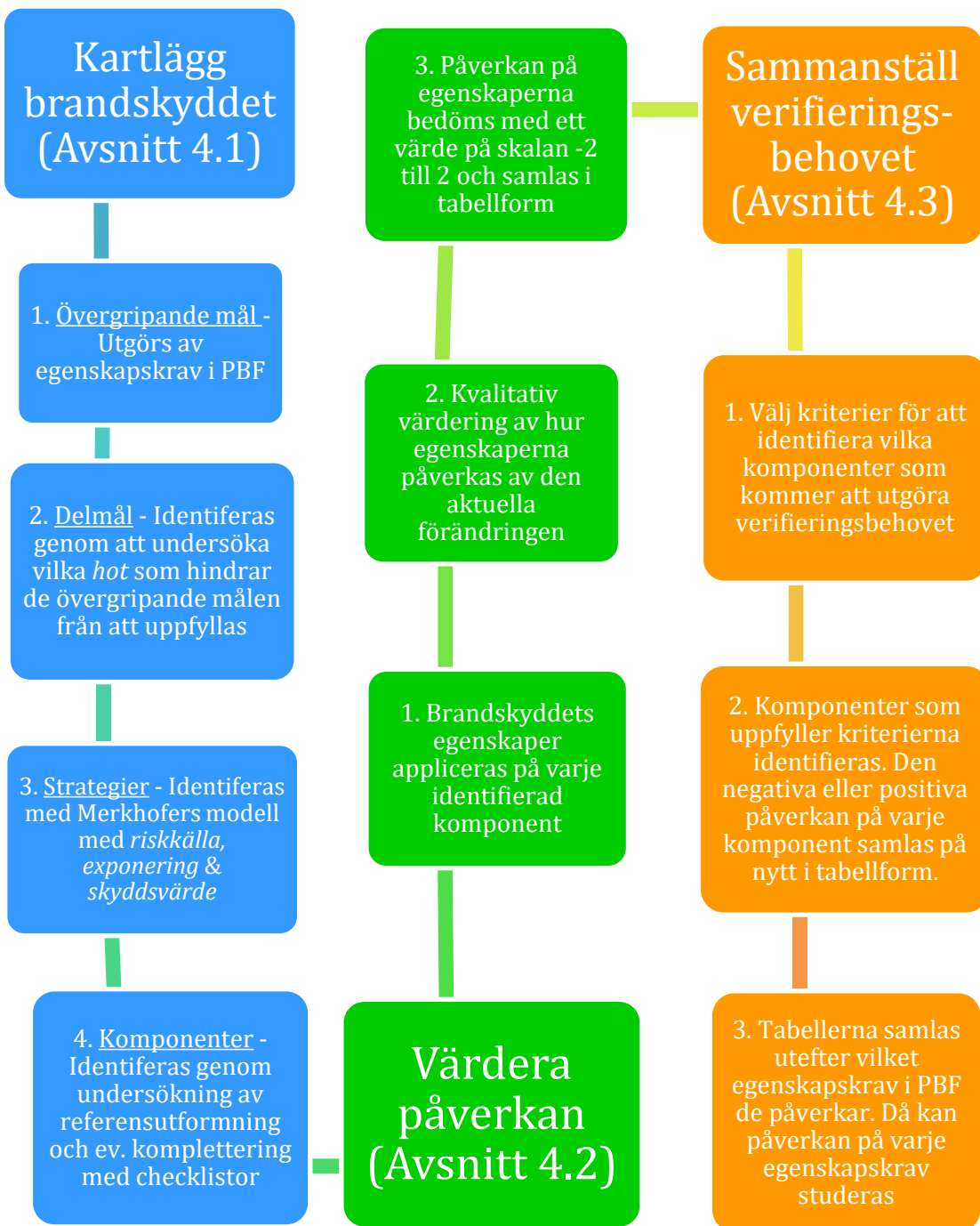
Sammanställning av verifieringsbehovet

När verifieringsbehovet, d.v.s. påverkan på brandskyddet ska sammanställas, kan olika kriterier användas för att välja vilka komponenter som det ska arbetas vidare med. I detta arbete ges följande förslag på kriterier:

- komponenter med en totalsumma lägre än -2 poäng
- komponenter med -2 poäng på en specifik egenskap
- komponenter med +2 poäng på en specifik egenskap (även om detta inte ger ett direkt verifieringsbehov bör positiva aspekter av förändringen också beaktas).

För att sammanställa påverkan på ett lättöverskådligt sätt används tabeller som redogör om påverkan är positiv eller negativ för brandskyddet samtidigt som det beskrivs det hur påverkan skett. Komponenternas tabeller listas efter vilka egenskapskrav i PBF som de bidrar att uppfylla. För med vägledning se tidigare avsnitt 4.4. Därefter är det möjligt att ta fram tillägg som väger upp för avstegen och därmed också att ta fram lösningar som är optimerade för problemet.

För att ytterligare förtydliga den framtagna metodens arbetsgång illustreras den i följande figur (7).



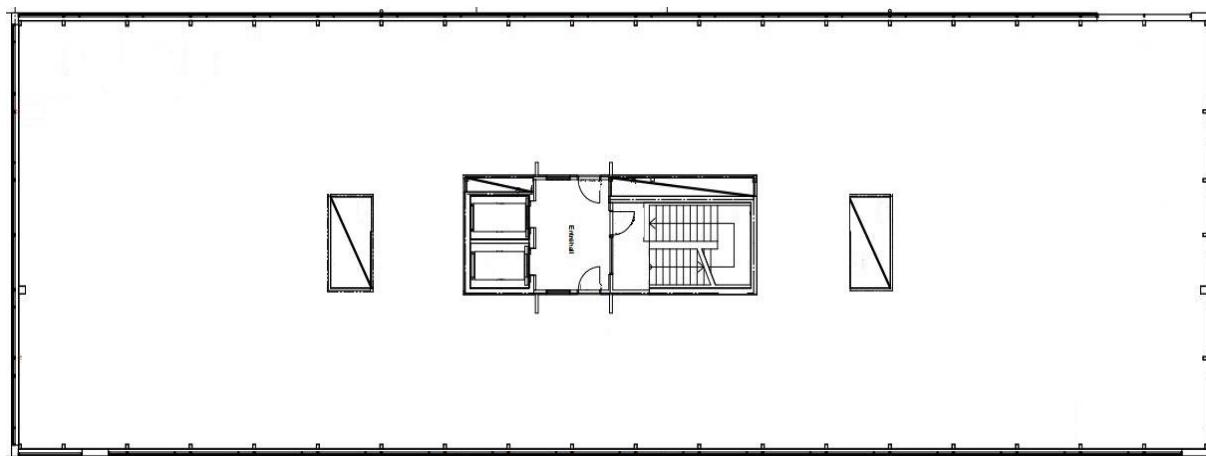
Figur 7. Illustration av den framtagna metodens arbetsgång med alla delsteg beskrivna.

5 Tillämpningsfall

I följande kapitel tillämpas metoden på ett fiktivt fall där det ska göras ett avsteg från det allmänna rådet som begränsar personantalet till 50 personer i varje brandcell. Personssäkerheten är ett av de grundläggande syftena med brandskydd och personantalet är en väldigt komplex och integrerad komponent i brandskyddet som har stor påverkan på både personssäkerhet och ekonomi. Eftersom metoden är framtagen för att hantera stora och komplexa avsteg, är en höjning av personantalet ett lämpligt avsteg och en lämplig komponent att tillämpa den på. Tillämpningsfallet hade även kunnat ha utgått ifrån ett annat referensfall, i vilket användaren jämför skillnaden med att ha två brandceller med 50 personer i varje brandcell och sedan undersöker hur brandskyddet påverkas när brandcells-gränsen tas bort, men det valda tillämpningsfallet ansågs vara mer intuitivt.

Byggnaden består av åtta våningar och utrymningsvägen utgörs av ett enda trapphus i klass Tr2 som är placerat i byggnadens mitt. I övrigt uppfyller byggnaden kraven enligt BBR. I det fiktiva fallet ska metoden användas för att undersöka hur brandskyddet påverkas av att personantalet ökas till 75 personer i varje brandcell. Metoden kan även tillämpas på samma sätt när flera avsteg görs samtidigt. En del av komponenterna, som ju har brandskyddsfunktion, kan förekomma i kontorsmiljö utan att det ställs krav på att de ska finnas enligt BBR. Även dessa undersöks trots att de inte omfattas av krav enligt BBR. Detta görs i syfte att demonstrera principen och för att ge vägledning till användaren av metoden. I en verklig byggnad återfinns troligtvis inte alla de komponenter som undersöks i detta kapitel.

Nedan visas en principskiss av ett plan i byggnaden som bedöms i det fiktiva fallet. Skissen innehåller inga internväggar och ingen inredning, men det gör det fiktiva våningsplanet i tillämpningsfallets analys. När varje individuell komponent bedöms förutsätts det att just den komponenten förekommer i väsentlig omfattning i byggnaden. Vid bedömning av komponenter som beror på huruvida planet innehåller exempelvis öppen planlösning eller många internväggar ska komponenter bedömas efter hur det aktuella objektet ser ut. I det fiktiva fallet i den här rapporten eftersträvas att demonstrera principen i generella termer, och därför bedöms varje komponent efter alla de förutsättningar som kan tänkas förekomma.



Figur 8. Principskiss över hur kontorslokalen som behandlas i tillämpningsfallet kan se ut.

5.1 Identifiering av brandskyddets delar

I följande kapitel kartläggs och bryts brandskyddet ned hela vägen från de övergripande målen till komponentnivå.

De övergripande målen utgår från egenskapskraven i PBF:

- Byggnadens bärförmåga vid brand ska bestå under en bestämd tid
- Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden begränsas
- Spridning av brand till närliggande byggnader begränsas
- Personer som befinner sig i byggnaden vid brand kan lämna byggnaden eller räddas på annat sätt
- Räddningsmanskapets säkerhet vid brand ska tas hänsyn till (Sveriges Regering, 2015)

Nedan behandlas de övergripande målen i enskilda kapitel.

5.1.1 Byggnadens bärförmåga vid brand ska bestå under en bestämd tid

Då bärförmåga vid brand främst berör det sena brandförloppet är faktorer som brandbelastning, ventilation, öppningar i fasad och räddningstjänstens insats viktiga. Exemplet i den här rapporten handlar om ökat personantal, vilket inte direkt korrelerar med dessa faktorer. Det är troligt att brandbelastningen ökar något med ökat personantal, men det är inte troligt att 800 MJ/m² enligt förenklad dimensionering överskrids. Enligt Boverkets handbok om brandbelastning (Boverket, 2008) är den dimensionerande brandbelastningen för kontor 520 MJ/m², och de verksamheter som har dimensionerande brandbelastning närmast 800 MJ/m² utgörs av shoppingcentrum (730 MJ/m²) och bostäder (800 MJ/m²). Kontor bedöms inte uppnå samma mängder brännbart material som dessa verksamheter, därmed behandlas inte detta övergripande mål i den här rapporten.

5.1.2 Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden ska begränsas

Följande kapitel delas in i två delar: *Begränsa uppkomst av brand* och *Begränsa spridning av brand och rök inom byggnaden*.

5.1.2.1 Begränsa uppkomst av brand

5 delmål kan identifieras med Merkhofers modell enligt avsnitt 4.1 Kartläggning av brandskyddet:

- Brand ska inte starta till följd av öppen flamma eller rökning
- Brand ska inte starta till följd av elektrisk utrustning, gnistor, tekniska fel
- Brand ska inte starta till följd av matlagning
- Brand ska inte starta till följd av anlagd brand
- Brand ska inte starta till följd av värmeöverföring

Följande strategier för delmålen kan identifieras:

Motverka att brand uppstår till följd av öppna flammor eller rökning

Risikkällor som utgörs av öppna flammor kan vara ljus, tändare, öppna spisar, eldstäder och kaminer med mera i lokalen. Det skyddsvärda utgörs av inredning och invändiga ytor. En strategi för att minska risken för uppkomst kan vara att förbjuda eller begränsa mängden öppna flammor i lokalen. Ett annat sätt är att minska exponeringen mellan de öppna flammorna och det skyddsvärda, exempelvis genom att använda säkerhetsavstånd, ljushållare och glaskåpor. Ett välutvecklat SBA kan bidra med en kraftigt minskad sannolikhet att öppna flammor agerar brandstiftare, speciellt i de fall där den mänskliga faktorn spelar roll, till exempel då stearinljus eller liknande inte släcks när personer lämnar ett rum.

Motverka att brand uppstår till följd av elektrisk utrustning

För att säkerställa att elektrisk utrustning inte bidrar till bränder kan det noggrant undersökas att ingen föråldrad utrustning som kan bidra till kortslutningar och andra tekniska och eventuellt brandfarliga problem används. Elektrisk utrustning som riskerar att bli överhettad och därmed bidra till eventuell uppkomst av brand kan förses med timer, vilket stänger av utrustningen efter angiven tid.

Motverka att brand uppstår till följd av matlagning

Risikkällor för detta delmål utgörs av exempelvis kokplattor, ugnar, kaffebryggare och mobilladdare. Det skyddsvärda utgörs även här av omgivningen. En första strategi kan vara att avlägsna alla eller begränsa antalet matlagningsanordningar i lokalen. En väldigt vedertagen och troligtvis effektiv åtgärd för att förhindra att brand uppstår till följd av matlagning är SBA. Vid de tillfällen då användandet av spisar och kokplattor förekommer kan ett SBA vara till stor hjälp då det påminner folk att stänga av dem då de inte används. Även utbildning av de personer som vistas i lokalen kan bidra till en minskad risk för uppkomst av brand eftersom brandutbildningar kan uppmärksamma vikten av att inte glömma kokplattor på, samtidigt som förekomsten av torrkokningar och liknande kan påpekas. Även här kan timer vara ett lämpligt alternativ. I övrigt kan små åtgärder såsom påminnelse skyltar också vara positivt bidragande. Alla dessa strategier minskar sannolikheten för att brand uppstår till följd av matlagning.

Säkerställande att spisfläkt inte monteras för nära ovensidan av spis bör också utföras.

Motverka anlagda bränder

Risikkällor för detta delmål utgörs av antagonistiska människor som ämnar att anlägga bränder inom lokalen. Det skyddsvärda utgörs av brännbart material som finns i eller i anslutningen i lokalen, exempelvis papperskorgar och andra lättantändliga saker. En strategi kan vara att avlägsna det skyddsvärda så att det inte föreligger någon risk för brand i sådant material. Exempelvis kan antalet papperskorgar i lokalen minskas och ersättas med ett fåtal större soptunnor istället. Det bör även säkerställas att sopcontainrar och liknande inte placeras i närheten av byggnaden. En strategi som hanterar exponeringen mellan risikkällan och det skyddsvärda och som minskar sannolikheten för anlagd brand kan vara att använda av passerkort, övervakning och låsgränser för att få en bättre kontroll på vilka personer som har tillgång till lokalen.

Motverka att brand uppstår till följd av värmeöverföring

Risikkällor för detta delmål utgörs av värmealstrande element, lampor och liknande. Det skyddsvärda utgörs av omgivningen. En strategi för att motverka brand till följd av värmeöverföring kan vara att undvika element eller att placera informerande skyltar om att inte täcka för element eller liknande.

Följande komponenter för strategierna kan identifieras:

- SBA (Systematiskt brandskyddsarbete)
- Timer för elektrisk utrustning
- Skyltning
- Säkerställande att kaminer och eldstäder är besiktigade och rensade samt att installationsanvisningar följts
- Förekomst av risikkällor
- Driftpersonal

5.1.2.2 Begränsa spridning av brand och rök inom byggnaden

11 delmål kan identifieras med Merkhofers modell enligt avsnitt 4.1 Kartläggning av brandskyddet:⁵

- Brandspridning via strålning ska begränsas
- Brandspridning via konvektion ska begränsas
- Brandspridning via ledning ska begränsas
- Rökspridning ska begränsas

Följande strategier för delmålen kan identifieras:

Brand ska inte spridas via strålning

När någonting börjar brinna avger det strålning mot omgivningen. Det strålande objektet blir då en riskkälla och allting i objektets omgivning blir då skyddsvårt. Brandspridning via strålning kan ske från alla brännbara ytor i en byggnad, flammor, rökgaslager eller andra uppvärmda objekt. Brännbara ytor utgörs av golv, tak, väggar samt inredning. Eftersom strålning minskar med ett längre avstånd kan en strategi vara att avlägsna det strålande objektet (riskkällan) från omgivningen eller att försämra det strålande objektets möjlighet att stråla genom att ge objektet ett mer brandmotståndigt ytskikt.

Det är också möjligt att minska exponeringen mellan det skyddsvärda och riskkällan. Detta kan göras antingen genom att förlänga avstånden mellan dem eller genom att uppföra fysiska barriärer som förhindrar direktstrålning. Exempelvis kan internväggar, brandcellsgränser och brandklassade fönster uppföras.

Det skyddsvärda kan, liksom riskkällan, avlägsnas eller beläggas med ett mer brandmotståndigt ytskikt.

⁵ Spridningen ska begränsas under de tider som preciseras i BBR eller annan tid som verifierats analytiskt.

Brand ska inte spridas via konvektion

Ett brinnande objekt som avger brandgaser utgör en riskkälla för detta delmål och på samma sätt som i förra stycket utgör omgivningen det skyddsvärda, exempelvis övrig inredning, golv, väggar, tak och andra rum. Brandspridning via konvektion sker via varma gaser, vilka kan vara rök eller luft. Därmed blir strategierna för detta delmål snarlikt strategierna för att minska rökspridning. En strategi för att minska spridning via konvektion kan vara att avlägsna det brinnande objektet eller att ge det ett mer brandmotståndigt ytskikt.

Andra strategier bygger på att exponering minskas, detta genom utnyttjandet att varma gaser inte kan färdas igenom fasta objekt så som väggar, dörrar och liknande. Av just denna anledning är det viktigt att dörrar som ska hållas stängda förses med dörrstängare och att fönster görs ej öppningsbara eller att det säkerställs att de hålls låsta. För att hindra varma gaser från att spridas via ventilationsrör kan andra tekniska installationer införas, exempelvis spjäll. Andra alternativ för att förhindra spridning via ventilationskanaler är att använda sig av fläktar som ventilerar ut de varma gaserna eller att det inte görs några genomgående ventilationskanaler i byggnaden utan att varje brandcell förses med ett eget ventilations aggregat.

Det behöver också säkerställas att det inte finns hål till följd av genomföringar i de väggar som ska hindra brandspridning via konvektion. Ännu en strategi för att säkerställa att brandspridning via konvektion inte sker är att uppföra luftslussar, vilka fångar upp en del av de varma gaser som annars hade hamnat i närliggande rum eller trapphus.

Det finns också möjlighet att avlägsna eller ge det skyddsvärda ett mer brandmotståndigt ytskikt för att förhindra konvektionsspridning.

Brand ska inte spridas via ledning

Riskkällan för detta delmål utgörs av en brinnande yta på ett objekt, exempelvis på väggar, golv och tak. Det skyddsvärda utgörs av materialet på objektets andra sida eller värmekänsliga delar inne i objektet. För att brandspridning genom värmeledning ska begränsas krävs det att material som kommer i kontakt med branden har en hög termisk tröghet eller att materialet är tillräckligt tjockt, det vill säga att värme sprids tillräckligt långsamt i materialet (Kreith, 1973). En brandcellsgräns måste därför utformas så att den inte leder värme fortare än vad klassning på brandcellsgränsen anger.

Rök ska inte spridas inom byggnad

Riskkällan för detta delmål utgörs av föremål som kan avge rökgaser vid brand. Dessa föremål faller i regel under kategorierna; inredning, väggar, golv och tak. Det skyddsvärda är det som omger det som brinner, exempelvis golv, väggar, tak, övrig inredning och andra rum. Exponeringen sker genom att röken stiger via konvektion och fördelas över utrymmet. En strategi för att hantera riskkällan kan vara att avlägsna startföremålet innan brand hinner uppstå. Riskkällor kan även förses med brandmotståndiga ytskikt. Exponeringen hanteras genom att fysiska föremål och barriärer sätts upp, exempelvis väggar, dörrar och fönster. För att hindra rök från att spridas via ventilationskanaler kan tekniska installationer införas, exempelvis spjäll. Ett annat alternativ är att

använda fläktar som ventilerar ut de varma gaserna via ventilationskanaler. Ett tredje alternativ är att varje brandcell förses med ett eget ventilationsaggregat och att det därmed inte föreligger någon risk för vidare spridning.

Det behöver också säkerställas att det inte finns hål till följd av genomföringar i de väggar som ska hindra spridning av rök. Ännu en strategi för att säkerställa att rökspridning inte sker är att uppföra luftslussar, vilka fångar upp en del av de varma gaser som annars hade hamnat i närliggande rum eller trapphus.

Det finns också möjlighet att avlägsna eller ge det skyddsvärda ett mer brandmotståndigt ytskikt för att förhindra konvektionsspridning.

Följande komponenter för strategierna kan identifieras:

- Brandcellsgräns
- Ytskikt
- Fläktsystem
- Brand-/brandgasspjäll
- Slussar
- System för trycksättning av trapphus
- Brandklassade dörrar
- Dörrstängare
- Brandklassade fönster
- Tillräckligt avstånd mellan fönster
- Sprinkler och liknande släckanläggningar
- Handbrandsläckare
- Räddningstjänst

5.1.3 Spridning av brand till närliggande byggnader begränsas

Spridning av brand till närliggande byggnader baseras på beslut tagna i planeringsfasen, där det viktigaste beslutet är byggnadens placering. En ökning av personantalet påverkar inte brandspridningen till andra byggnader och beaktas därför inte.

5.1.4 Personer som befinner sig i byggnaden vid brand ska kunna lämna byggnaden eller räddas på annat sätt

11 delmål kan identifieras med Merkhofers modell enligt avsnitt 4.1 Kartläggning av brandskyddet:

- Brand ska detekteras i ett tidigt skede
- Personer ska bli varse om brand
- Personer ska kunna orientera sig till utrymningsvägar
- Personer ska ej utsättas för kritisk strålning
- Personer ska ej utsättas för kritisk toxicitet
- Personer ska ej utsättas för kritisk värme

- God sikt ska upprätthållas
- Personer ska ej behöva lyfta saker eller tunga dörrar
- Personer ska ej bli instängda av brand eller annat
- Funktionsnedsatta och rullstolsburna personer ska kunna evakuera
- Tekniska system som fallerar får ej vara avgörande
- Ej utsättas för nedfallande byggnadsdelar

Följande strategier för delmålen kan identifieras:

Detektion av brand i ett tidigt skede

För att utrymning överhuvudtaget ska påbörjas krävs en detektion av branden, antingen genom manuell detektion (där person upptäcker brand innan detektionssystem) eller via automatisk detektion. Detektionssystemet bör anpassas till den typ av verksamhet, material och andra förhållanden som råder i lokalen för att på bästa sätt kunna få en snabb detektion vid inträffande av brand samtidigt som sannolikheten för falsklarm hålls nere.

Personer ska bli varse om brand

Detektionssystemet behöver vara kopplat till någon form av larm som ger signal i de berörda delarna av lokalen eller huset.

Personer ska kunna orientera sig till utrymningsvägar

För att personer ska kunna utrymma krävs det att personerna vet vilken väg inom lokalen de ska ta. För att säkerställa detta krävs det att någon form av vägledande markeringar införs i lokalen.

Strålning

Strålning kommer antingen direkt från flammor, från brandgaslagret i taket eller från en kombination av de båda. Strålning direkt från flammor har lokal påverkan och strategin för att motverka är att antingen ha alternativa utrymningsvägar så att personer inte stängs in till följd av strålning eller/och ha väggar/skärmar osv som gör att strålning inte kan ske över längre avstånd. Strålning från brandgaslagret bör beaktas separat då man har öppen eller stängd planlösning. Öppen planlösning gör att stora ytor kan bli påverkade av strålning relativt snabbt. Stängd planlösning gör att brandgasens spridning kan begränsas. Det blir värre förhållanden i det instängda rummet, och mildare förhållanden fast över större ytor för öppen planlösning. Då planet har stor öppen planlösning minskar risken för lokal strålningspåverkan. Detta grundar sig främst i att utrymmande kan manövrera runt branden.

Toxicitet

Toxicitet uppstår huvudsakligen i två fall. Det första fallet är då ett toxiskt material brinner (främst plaster men även kemikalier och liknande). Det andra fallet är då branden är syrekontrollerad, då mycket kolmonoxid bildas. Strategin för att minska riskerna av toxisk påverkan är att minska förekomsten av sådant material inom brandcellen. Alternativt kan sådant material placeras på ett sådant sätt att det är avskilt från antändningskällor. Ännu en strategi är att använda en väl fungerande ventilation i byggnaden, då detta minskar risken för syrekontrollerade bränder som producerar kolmonoxid. Ökad ventilation ger även den motsatta effekten av att brandens tillväxt snabbas på, vilket är en negativ sidoeffekt.

I det tidiga brandförloppet är det fördelaktigt med välventilerad miljö, eftersom det minskar risken för toxiska gaser. I det senare brandförloppet är det dock positivt med dåligt ventilerad miljö, eftersom branden inte växer lika snabbt och att räddningstjänsten då har större chans att göra sin insats. Räddningstjänsten är inte lika känsliga för toxiska gaser eftersom de bär luftpaket kopplade till andningsmasker.

Värme

Värme sprids huvudsakligen genom att brandgaser sprider sig i brandcellen, men även genom att väggar och inredning värms upp av strålning från branden och sedan värmer upp luften via konvektion. Det är främst brandgasspridningen som behöver beaktas i det tidiga brandförloppet. Konvektionsvärme från väggar och tak blir mer relevant i det senare brandförloppet. Strategin för att hantera värmepåverkan är således att hantera brandgasspridningen. Detta kan göras genom att:

- Fysiska barriärer sätts upp
- Material väljs som inte leder till snabba brandförlopp
- Ventilationen är dålig och inte medför snabb brandtillväxt och brandgasspridning
- Öka takhöjden
- Stora möjligheter till öppning av fönster (naturlig brandgasventilation)
- Brandcellen är stor där möjlighet ges att röra sig bort från branden
- Brandcellen är stor och det tar lång tid innan brandgaser spridit sig över hela planet
- Brandcellen är liten och snabbt går att utrymma
- Brandcellen är liten och varma rökgaser sprider sig långsamt från rum till rum

Upprätthålla god sikt

Sikttnedsättning kan ske på två sätt. Antingen skymms sikten av väggar och inredning, eller så skymms sikten av rökgaser vid brand. Byggnadens geometri samt inredningens rökpotential är viktiga faktorer. Geometrin avgör hur snabbt röken sprider sig över planet. Komplicerad geometri ger långsam rökspredning, öppen geometri ger snabb rökspredning. Öppen geometri ger dock större luftinblandning, så sikttnedsättningen blir inte lika stor per golvarea. Sikttnedsättningen blir dock snabbt allvarlig vid komplicerad geometri, exempelvis korridorer eller små arbetsrum. Takhöjden är också högst relevant för sikten i lokalen, en låg takhöjd kommer resultera i att sikten snabbt försämras och en hög takhöjd resulterar i att risken för försämrad sikt minskar. Detta på grund av att rök och brandgaser ansamlas i taket.

Rökpotentialen beror på vilket material som brinner, om byggnaden innehåller material med hög rökpotential (exempelvis plast) blir det en snabb rökutveckling, och om byggnaden innehåller material med låg rökpotential (papper) blir rökutvecklingen långsammare.

Lyfta tunga saker

Personer som utrymmer ska inte behöva lyfta tunga saker för att kunna utrymma lokalen, likaså får inte dörrar i utrymningsväg kräva en för stor öppningskraft. Huvudstrategin för att åstadkomma detta är att generellt låta en bred gångväg vara fri från föremål som kan välta eller falla ner.

Gångvägen ska vara i nära anslutning till samtliga rum på planet samt trapphuset. Andra strategier

för att uppnå detta kan bland annat innefatta att kontinuerligt följa anvisningar i ett upprättat systematiskt brandskyddsarbete om att utrymningsvägar hålls fria från blockerande föremål, att utföra mätningar på dörrars öppningskraft och säkerställa att denna inte är för stor, att införa dörröppningsautomatik om så är nödvändigt mm. Det är även möjligt att införa markeringar på marken för att minska risken att väg till utrymningsväg blockeras av inredning.

Instängda

Personer kan bli instängda på två vis, antingen genom att dörrar låses automatiskt, eller genom att branden sprider sig så att kritiska förhållanden blockerar vägen mellan utrymmande och utrymningsväg.

För att förhindra att personer blir instängda på grund av automatiskt låsande dörrar under utrymning behöver lokalen förses med möjligheten till återinrymning där behovet finns. I övrigt behöver rum i lokalen förses med dörrbeslag som inte gör det möjligt för personer att bli inlåsta.

Scenarioanalys:

För att förhindra att utrymmande blockeras av rök, flammor eller strålning måste planet som helhet bedömas. Detta görs mest effektivt genom scenarioanalys. En sakkunnig placerar scenariobränderna på olika ställen på planet. I kontorsmiljö går detta relativt enkelt till, det viktiga är att ett värsta scenario och andra troliga scenarion identifieras. I nära anslutning till utrymningsväg är troligtvis värst, eftersom möjligheten till utrymning minskar mest där. När väl scenarioanalysen gjorts ska helhetsbedömningen ske. Detta kan antingen ske genom datorsimuleringar, eller genom expertbedömningar. Datorsimuleringar är inte en effektiv lösning till detta eftersom det krävs stor beräkningskraft, och resultatet beror starkt på vilken indata som valts och vilka scenariobränder som valts. Om bedömningen sker via expertbedömning finns större chans att helhetsbedömningen blir bra, och att många små faktorer tagits med. Detta beror dock starkt på erfarenheten hos experten och vilka värderingar den har, men det har gång på gång visats att expertbedömningar i de flesta fall ger mycket bra resultat (Klein, 1989).

Funktionsnedsatta personer

Personer med funktionsnedsättning och rullstolsburna personer ska kunna utrymma lokalen utan problem. En strategi för att tillgodose detta är att placera hissar i anslutning till trapphusen eftersom trappor försvårar eller helt förhindrar personer med funktionsnedsättning från att utrymma i nedåtgående riktning. En annan strategi är att undvika nivåförändringar, dörrkarmar och dörrar inom planet. Där dörrar placeras kan dessa förses med automatisk dörröppnare. En annan strategi kan vara att anordna utrymningsplatser där det är aktuellt. Antingen utgörs trapphuset så att det är möjligt där eller så installeras andra avskilda utrymnen för detta ändamål.

Fallerande tekniska system

Som strategi för att låta funktionsnedsatta personer utrymma installeras ibland tekniska hjälpmedel (exempelvis dörröppnare, men även utrymningsrobotar skulle kunna vara ett exempel). Det är viktigt att man därför implementerar strategier som syftar till att säkerställa att dessa tekniska installationer upprätthåller sin funktion oavsett var branden uppstår och under hela den

tänkta funktionstiden. Strategin kan mer konkret vara att skydda det som den tekniska installationen beror på. Beror installationen på elektricitet så kan tillförseln säkras genom att kablar med mera utförs i brandteknisk klass. Eltillförseln kan utföras så att två av varandra oberoende strömkällor tillför el.

Nedfallande byggnadsdelar

Byggnadsdelar som är högt monterade ska förankras tillräckligt säkert för att utrymmande personer ska undgå att få nedfallande delar över sig under en eventuell utrymning.

Följande komponenter för strategierna kan identifieras:

- Övriga personer
- Dörrbeslag
- Planets utformning
 - *Takhöjd*
 - *Placering av internrum*
- Antal utrymningsvägar
- Gångavstånd till utrymningsväg
- Dörrbredd
- Antal dörrar in till sluss
- Avstånd mellan dörrar till sluss
- Strömförsörjningssystem till elektriska installationer
- Automatiska dörröppnare
- Brandcellsgräns
- Drift och underhåll
- Utrymningslarm
- SBA
- Driftpersonal
- Allmänbelysning och nödbelysning
- Ytskikt på väggar och tak
- Sprinkler
- Brandgasventilation
- Trapphus
- Utrymningsplats
- Vägledande markeringar
- Personer som vistas på planet regelbundet

5.1.5 Räddningsmanskapets säkerhet vid brand ska tas hänsyn till

9 delmål kan identifieras:

- Bärverket måste motstå brand under hela insatsen.
- Brandmän ska inte utsättas för explosioner
- Brandmän ska inte utsättas för kritisk strålning
- Brandmän ska inte utsättas för kritisk temperatur

- Brandmän ska inte utsättas för kritiskt nedsatt sikt
- Brandmän ska inte utsättas för kritisk mängd skadliga kemikalier eller andra vådliga substanser
- Brandmän ska ha möjlighet att orientera sig i byggnaden
- Brandmän ska ha möjlighet att manövrera sig och sin utrustning i byggnaden
- Brandmän ska ej utsättas för nedfallande byggnadsdelar eller droppar av smält material

Följande strategier för delmålen kan identifieras:

Bärverket

Bärverket måste vara utfört så att den lokala räddningstjänsten hinner anlända till platsen och slutföra sig insats. Strategin är att se till att bärverkets brandtekniska klass REI XX, det vill säga tiden bärverket kan upprätthållas under brand, överskrider den tid som räddningstjänsten kräver till insats.

Explosiva varor

Där explosiva varor förväntas förekomma måste räddningstjänsten få reda på detta innan insatsen påbörjas. Utrymmen som huserar explosiva varor ska utföras så att säker förvaring kan ske och så att det vid tillbud inte har påverkan på resterande del av lokalen.

Strålning

Strålning kommer, som nämnts tidigare, direkt från flammor eller från brandgaslager i taket. Strategin för att räddningstjänsten inte ska utsättas för hög strålning är att brandgaser ska kunna ventileras ut innan brandmän träder in i byggnaden. Detta kan göras genom att fönster görs öppningsbara utifrån, genom att ventilationssystemet utförs med brandfunktion eller annan lösning.

Strålning direkt från flammor kan bekämpas direkt med strålröret, i övrigt utgör brandmännens klädsel det primära skyddet mot strålning.

Temperatur

Temperatur kan avhjälpas likt ovan, att brandgaserna ventileras ut innan brandmännen träder in i byggnaden eller genom släckning med strålrör.

Dålig sikt

Dålig sikt kan avhjälpas genom att brandgaser ventileras ut innan brandmän träder in i byggnaden, eller genom att belysning, naturligt ljus eller nödbelysning tränger igenom rökgaslagret (det senare kräver en låg brandbelastning samt stor brandcell så att röken inte är tät).

Kemikalier eller vådliga substanser

Kemikalier och vådliga substanser bör märkas ut tydligt så att räddningstjänsten görs medvetna om dem tidigt. Beroende på vilken typ av kemikalier som finns i lokalen behöver förvaringsutrymmet anpassas så att säker förvaring och hantering kan ske.

Möjlighet till orientering (ritningar/insatsplan)

Ritningar bör hållas uppdaterade och nära till hands i markplan så att räddningsspersonal enkelt kan få tag i dem och orientera sig till rätt plats för vidare insats.

Nedfallande byggnadsdelar

Byggnadsdelar som är högt monterade ska förankras tillräckligt säkert för att räddningstjänst ska undgå att få nedfallande delar över sig under en insats och ytskikten ska vara utformade med räddningstjänstens insats i åtanke.

Brandmän ska ha möjlighet att manövrera sig och sin utrustning i byggnaden

Trappor och gångvägar görs tillräckligt breda för räddningstjänstpersonalen och dess utrustning.

Följande komponenter för strategierna kan identifieras:

- Bärverk i tillräcklig brandteknisk klass
- Gångavstånd till utrymningsväg
- Säker förvaring av brandfarliga varor och kemikalier
- Brandförsvarstablåer, översiktsritningar och övrig information
- Brandgasventilation
- Allmänbelysning och nödbelysning
- Räddningstjänst

Nedan följer en lista på alla komponenter som identifierats för samtliga övergripande mål, sorterade i bokstavsordning:

1. Allmänbelysning och nödbelysning
2. Antal utrymningsvägar
3. Automatiska dörrstängare
4. Automatiska dörröppnare
5. Avstånd mellan fönster
6. Brandcellsgräns
7. Brandförsvarstablåer, översiktsritningar och övrig information
8. Brandgasventilation
9. Brandklassade dörrar
10. Brandklassade fönster
11. Drift och underhåll
12. Driftpersonal
13. Dubbla strömförsörjningssystem till elektriska installationer
14. Dörrbeslag
15. Dörrbredd
16. Förekomst av riskkällor
17. Gångavstånd till utrymningsväg
18. Handbrandsläckare
19. Personer som vistas på planet regelbundet
20. Planets utformning

21. Räddningstjänst
22. SBA (Systematiskt brandskyddsarbete)
23. Skydd mot brand- och brandgasspridning via schakt
24. Skyltning
25. Slussar
26. Sprinkler
27. System för trycksättning av trapphus
28. Säker förvaring av kemikalier och brandfarliga varor
29. Timer för elektrisk utrustning
30. Trapphus
31. Två separata dörrar till samma sluss
32. Utrymningslarm
33. Utrymningsplats
34. Ventilationssystem
35. Vägledande markeringar
36. Ytskikt
37. Övriga personer (befinner sig i byggnaden men har ingen kunskap om byggnaden eller brandskyddet)

5.2 Värdering av påverkan på komponenterna

I följande kapitel beskrivs hur varje egenskap för varje komponent påverkas av ett förhöjt personantal i den fiktiva referenslokalen. Komponenterna har bedömts genom att de båda författarna bedömde vardera komponent separat, och efteråt jämförde sina resultat och diskuterade var de hade resonerat olika.

1. Allmänbelysning och nödbelysning

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Upprätthålla belysning under utrymningsförloppet. Funktionen bedöms inte påverkas vid ökat personantal.

Mänskligt agerande: Belysningen beror endast på mänskligt agerande i det fall då belysningen tänds manuellt av personer i lokalen. Beroendet av mänskligt agerande är oförändrat då personantalet ökar.

Flexibilitet: Det finns goda möjligheter att anpassa belysningen i en lokal eftersom det endast handlar om små tekniska installationer. Anpassningsbarheten är oförändrad vid ett ökat personantal.

Känslighet: Belysning och nödbelysning är särskilt känsliga mot att ljuset blockeras av skärmar och liknande till följd av designåtgärder i lokalen. Risker att detta sker beror på mänsklig påverkan, och kan därför öka med ett högre personantal.

Tillförlitlighet: Systemet bedöms ha hög tillförlitlighet då det syns när allmänbelysning behöver lagas, och nödbelysning utförs med backupsystem i form av batteri eller alternativ kraftmatning. Då fler personer vistas i lokalerna ställs högre krav på fungerande belysning, eftersom ytan måste användas mer effektivt. Dock är tillförlitligheten oförändrad.

Sårbarhet: Det största hotet mot fungerande belysning är då rökgaslagret i taket blockerar ljuset. Belysningen är lika sårbar mot blockering av rök oavsett personantal. Hotet innebär en risk att personer blir instängda till följd av att de inte hittat ut, och ett högre personantal leder till högre konsekvens eftersom det då finns en risk att fler människor inte hittar ut från lokalen.

2. Antal utrymningsvägar

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>	X				
<i>Sårbarhet</i>	X				

I tillämpningsfallet finns enbart en utrymningsväg, detta utgör en av de grundläggande förutsättningarna i fallet.

Funktion: Dörrens funktion är att släppa ut de personer som befinner sig i lokalen. Funktionen bedöms inte förändras då personantalet ökar.

Mänskligt agerande: Dörrarna är passiva delar av brandskyddet och påverkas inte av det mänskliga agerandet.

Flexibilitet: Dörrarna bedöms inte vara flexibla eftersom de är del av det passiva brandskyddet i lokalen. Dörrar bedöms i övrigt vara robusta, då de av praktiska skäl inte täcks för (folk måste kunna ta sig in och ut ur byggnaden vid daglig drift) och då handbrandsläckare ofta placerats i nära anslutning. Flexibiliteten bedöms inte förändras vid ökat personantal.

Känslighet:

Kraven som utrymningsvägen ställer på omgivningen är:

- gångavstånden till utrymningsvägen ej är för långa
- att utrymningsvägen ej blockeras

Ökat personantal innebär inte att utrymningsvägen ställer högre krav på sin omgivning.

Tillförlitlighet: Sannolikheten att dörren fysiskt blockeras eller täcks för bedöms inte förändras då personantalet i lokalen ökar eftersom det alltid kommer finnas ett stort behov att kunna ta sig in

och ut ur lokalen. Dock kan dörren även blockeras av brand och rök och även kritiska förhållanden till följd av hög strålning. Sannolikheten för detta bedöms öka eftersom risken för brandstart påverkas av personantalet. (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015)

Sårbarhet: Sårbarheten är att det inte går att utrymma när den enda utrymningsvägen blockerats. Detta innebär större konsekvenser med ökat personantal, eftersom fler personer riskerar förolyckas vid likadan olycka.

3. Automatiska dörrstängare

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Dörrstängarens funktion är att automatiskt stänga dörrar i brandcellsgräns för att motverka brand och brandgasspridning via dessa dörrar. Funktionen bedöms inte påverkas av förändrat personantal

Mänskligt agerande: Komponenten kräver inte mänskligt agerande för att fungera.

Flexibilitet: Flexibiliteten bedöms inte förändras då personantalet ökar.

Känslighet: När personantalet ökar kommer rimligtvis dörrarna öppnas oftare, vilket kan ge ett större slitage på dörrstängarna. Dörrstängaren kräver då mer av omgivningen i form av ett ökat underhåll.

Tillförlitlighet: Hoten mot dörrstängaren är att dörren blockeras av föremål, att den har satts ur spel till följd av slitage eller att den medvetet hängts av, av personal. Både slitage och blockering med föremål beror på mänskligt agerande. När personantalet ökar, ökar därför också risken att något av detta sker.

Sårbarhet: Hotet mot funktionen är att sluss eller trapphus rökfylls då dörrstängaren inte fungerar. Konsekvensen av rökfyllt trapphus eller rökfylld sluss är att personer inte kan utrymma. Detta innebär att konsekvensen ökar med ökat personantal, eftersom det finns fler potentiella personer som riskerar bli inneslagna. Sårbarheten ökar därmed med ett ökat personantal.

4. Automatiska dörröppnare

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>				X	

Funktion: Möjliggöra för funktionsnedsatta att utrymma. Funktionen förändras inte vid ökat personantal.

Mänskligt agerande: Dörröppningsfunktionen beror generellt sett på mänskligt agerande, eftersom det krävs att någon trycker på knappen som aktiverar dörröppningen (kan även förekomma dörrar där öppningsfunktionen aktiveras via rörelsesensorer). Funktionen bedöms dock inte vara mer beroende av det mänskliga agerandet när personantalet ökar.

Flexibilitet: Robustheten är inte optimal eftersom dörren kan blockeras av fysiska objekt, sannolikheten för detta bedöms vara densamma efter ökat personantal. Dörröppningsfunktionens möjligheter att anpassas efter ändring i lokalen bedöms vara densamma efter ökat personantal.

Känslighet: Automatisk dörröppnare påverkas ej med avseende på känslighet då personantalet höjs.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten bedöms hög och oförändrad vid ökat personantal.

Sårbarhet: Dörröppningsfunktionen är sårbar mot felfunktion som följd av mänsklig påverkan eller till följd av tekniska fel och slitage. Motståndskraften mot hotet består av att i det fall dörröppningsfunktionen fallerat kan det finnas ej funktionsnedsatta personer i närheten som kan

hjälpa funktionsnedsatta. Sannolikheten för detta ökar då personantalet i lokalen ökar. Komponenten är dock sårbar då öppningsfunktionen fallerat och då det inte finns någon person som kan öppna dörren utan hjälpmedel i närheten, exempelvis då en funktionsnedsatt arbetar själv på övertid.

5. Avstånd mellan fönster

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Passiv del av systemet, minskar brandspridningsrisk mellan fönster. Funktionen förändras inte med ett ökat personantal.

Mänskligt agerande: Komponenten påverkas inte av det mänskliga agerandet och därmed inte heller av ett högre personantal.

Flexibilitet: Det finns en begränsad möjlighet att flytta fönster som hamnat för nära varandra, vanligare är då att fönsterna byts ut och uppgraderas till en högre brandklass, se komponenten *Brandklassade fönster*. Den flexibilitet som finns bedöms inte påverkas av ett högre personantal.

Känslighet: Det är möjligt att ett högre personantal genererar ett större behov av fler kontor. Exempelvis kan ett förråd göras om till kontor och därmed tillkommer ett nytt fönster i fasaden. Om detta utförs utan att ta hänsyn till brandspridningsrisken försämras brandskyddet.

Tillförlitlighet: Eftersom avståndet är en byggnadsteknisk detalj kan den inte falla på samma sätt som t.ex. en detektor. Hög brandbelastning precis i anslutning till ett fönster (exempelvis en brinnande soffa) innebär dock ökad risk för att höga flammor slår ut genom öppningen. Ett högre personantal kan generera en högre brandbelastning.

Sårbarhet: Hotet är att brand sprider sig till närliggande brandcell. Personer från andra våningsplan förväntas hinna utrymma innan brand sprider sig. Sårbarheten påverkas därför inte.

6. Brandcellsgräns

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>		X			
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Funktionen är att förhindra brand- och brandgasspridning mellan brandceller. Komponentens påverkan inte av ökat personantal.

Mänskligt agerande: Brandcellsgränsen är ett passivt system som inte berörs av mänsklig påverkan.

Flexibilitet: Vid nybyggnation är brandcellsgränser enkla att placera där de behövs. De är en grundläggande del av brandskyddet och har överlag hög robusthet om det inte finns genomföringar i dem.

Vid ombyggnation är brandcellsgränser inte lika flexibla. Om t.ex. personantalet, storleken på verksamheten eller brandbelastningen skulle öka i en del av byggnaden så måste placeringen av brandcellsgränser göras om med en ny helhet i åtanke. Om placeringen av brandcellsgränser inte följer resten av byggnadens utveckling finns risk för att skyddsnivån sakta urholkas. I vissa fall har det valts att sättas in interna utrymningskorridorer på planet för att tillgodose tillfredställande utrymning. Då personantalet ökar, minskar den yta som kan användas för att ställa upp brandcellsgränser.

Känslighet: Brandcellsgränser dimensioneras vanligen efter temperatur-tid-kurvan ISO 834, vilket innebär att brandbelastningen och fasadöppningar måste vara sådana att temperaturen inte överstiger kurvan. Komponentens är alltså känslig för förändring i mängden brännbart material och förändring i öppningar, vilket kan följa av förändrat personantal. En större mängd brännbart material kan leda till större flammor som slår ut genom fönstret, vilket kan leda till en högre risk för brandspridning via fasad.

Tillförlitlighet: Ett ökat personantal kan innebära att fler genomföringar utförs eftersom personer i kontorsmiljö ofta kräver tillgång till bland annat elektricitet och internet. Det finns risk att sådana ingrepp sker utan att brandtätas i efterhand. När personantalet ökar finns det en ökad risk att detta inträffar. Brandcellsgränsens tillförlitlighet förväntas därför minska något vid ökat personantal.

Sårbarhet: Funktionen är sårbar mot att brandcellen släpper igenom brand- och brandgaser, detta till följd av att håll uppstår och inte tätas. Motståndet mot hotet är förtätningar, brandspjäll med mera. Konsekvensen blir att både personsäkerheten och egendomsskyddet hämmas vid brand. Sårbarheten mot personsäkerheten och egendomsskyddet utökas från att bara gälla personer och egendomen i den aktuella brandcellen till att även gälla personer och egendomen i närliggande brandceller.

7. Brandförvarstablåer, översiktsritningar och övrig information

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Funktionen innefattar att snabbt ge räddningstjänst och annan personal, information över byggnaden eller lokalen, samt ge övrig information som är viktig vid händelse av brand. Funktionen ändras inte då personantalet ökar.

Mänskligt agerande: Mänskligt agerande är avgörande för att komponenten ska fungera. Handlingarna måste vara korrekt utförda och insatspersonalen måste få relevant information. Även då personantalet är högre beror komponenten på det mänskliga agerandet till lika stor del. Räddningstjänsten används dock inte vid utrymning, därmed påverkas inte komponenten av ökat personantal.

Flexibilitet: Komponenten är mycket flexibel eftersom den kan anpassas efter hur byggnaden är konstruerad. Det är dock svårt att täcka in de variationer som kan uppstå under daglig drift (varuleveranser i korridorer, ommöblering med mera), men de stora konstruktionsdetaljerna, förvaring av brandfarlig vara med mera kan täckas in. Variationerna kan öka med ökat personantal,

men det finns stora möjligheter att kostnadsfritt anpassa denna komponent till ökat personantal. Flexibiliteten påverkas inte av ökat personantal.

Känslighet: Det är viktigt att tabblåerna och informationen hålls tydlig så att funktionen kan uppnås. Ett förhöjt personantal kan leda till förändrad planlösning, vilket måste föras in i tabblåerna. När personantalet höjs finns det dessutom en risk att den som är ansvarig för att hålla tabblåerna uppdaterade blir upptagen med annat arbete, eftersom denna person ofta är drift- och underhållsansvarig. Därmed kan känsligheten öka då personantalet höjs.

Tillförlitlighet: Så länge tabblåerna hålls uppdaterade påverkar inte personantalet i lokalen sannolikheten för att komponenten kan uppfylla sitt syfte.

Sårbarhet: Komponenten är sårbar mot ett dåligt utförande av tabblåerna, mot att de är inaktuella samt mot att de fysiskt kan gå sönder eller påverkas, till exempel av vatten eller brand. Motstånd mot detta är att de kontrolleras och uppdateras regelbundet samt att de förvaras i ett tätt skåp. Konsekvensen av förlorade tabblåer är densamma vid ett ökat personantal.

8. Brandgasventilation

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>				X	
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Funktionen är att:

- ventilera ut brandgaser så att en säkrare utrymning kan ske
- sänka temperaturen i lokalen
- förhindra att brandgaser ansamlas och antänds
- minska sannolikheten för vidare brand- och brandgasspridning.

Funktionen är densamma även då personantalet är högre i lokalen.

Mänskligt agerande: Brandgasventilationen påverkas i regel inte av det mänskliga agerandet.

Då brandgasventilation sker genom öppning i fasad krävs mänskligt agerande. Detta kan vara positivt då giftig och varm rök ventileras ut, men kan även vara negativt då branden får mer syre. Vad gäller det tidiga brandförloppet är det viktigast att giftiga och varma gaser ventileras ut och därför är det positivt att fasaden öppnas upp. Om fönstren är öppningsbara medför ett ökat personantal en större sannolikhet att någon - speciellt under sommaren - öppnar ett fönster, varför denna komponent potentiellt kan förbättras vid ökat personantal. (Dock utförs fönster i kontor ofta ej öppningsbara vid nybyggnation, men hos befintliga byggnader kan det förekomma öppningsbara fönster i kontor.)

Flexibilitet: Flexibiliteten hos brandgasventilationen förändras inte vid ett ökat personantal.

Känslighet: Då mängden brännbart material kan öka med personantalet och risken för snabb brandspridning ökar, minskar brandgasventilationens effektivitet. Nya förhållanden måste därför medföra att brandgasventilationen uppdateras. Vid ett ökat personantal kan spridningen av personerna på planet förväntas vara större och vissa platser som tidigare inte varit försedda med brandgasventilation kan därför behöva förses med det.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten påverkas inte av ökat personantal.

Sårbarhet: Brandgasventilationen bedöms vara sårbar mot felfunktion till följd av tekniska eller mänskliga fel. Felfungerande brandgasluckor som inte håller stängt i icke-brandutsatt läge kan bli blockerade på mekanisk väg, vilket förhindrar dem från att öppnas i skarpt läge. Problem kan uppstå med brandgasfläktar, genom att strömförsörjningen fallerar, bråte blockerar fläktbladen eller annat tekniskt fel. Eftersom luckor i fasad som öppnas manuellt av personer inte är en förutsättning för brandskyddet innebär det ingen sårbarhet att de inte öppnas vid brand. Sårbarheten är därmed oförändrad då personantalet höjs i lokalen.

9. Brandklassade dörrar

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: De brandklassade dörrarnas funktion är att upprätthålla brandcellsgränserna och samtidigt möjliggöra utrymning. Ett högre personantal påverkar inte funktionen.

Mänskligt agerande: Dörrar som inte har dörröppnare kräver mänskligt agerande för att öppnas, men detta påverkas inte av ökat personantal.

Flexibilitet: Slagdörrar går att anpassa till det mesta, skjutdörrar är svårangepassade; påverkas inte av ökat personantal.

Känslighet: Inte känslig komponent.

Tillförlitlighet: Dörrens tillförlitlighet påverkas negativt eftersom ett högre personantal medför att dörren öppnas ofta och därmed får ett större slitage.

Sårbarhet: Sårbar mot: att dörren byts ut mot icke brandklassad dörr vid ombyggnation, att skador på dörren uppstår som innebär att dörren inte upprätthåller sin brandklass och att den ställs öppen. Motståndet mot hotet är uppmanande skyltar om att hålla dörren stängd och dörrstängare. Konsekvensen av att den brandklassade dörrens funktion fallerar är att brand sprids till andra brandceller, trapphus eller utrymningsvägar. Ökat personantal ökar konsekvensen för detta eftersom fler människor då utsätts för brand-/brandgaser.

10. Brandklassade fönster

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Begränsa brand- och brandgasspridning från och till intilliggande brandceller eller byggnader. Ett högre personantal påverkar inte funktionen.

Mänskligt agerande: Mänsklig interaktion med brandklassade fönster är begränsad i byggreglerna genom att fönsterna endast ska kunna öppnas med verktyg, nyckel eller liknande (Boverket, 2017). Detta påverkas inte av ökat personantal.

Flexibilitet: Brandklassade fönster går att installera varhelst fönster går att installera och påverkas inte av ökat personantal.

Känslighet: Fönsterna är känsliga mot fysiskt våld då detta kan generera sprickor i glaset vilket leder till att fönstrens funktion inte upprätthålls. Fönster är dessutom känsliga för temperaturförhållanden, vilket i sin tur beror på hur brandens tillväxt ser ut. Om mängden brännbart i byggnaden förändras - till exempel som följd av förändrad verksamhet, personantal, planlösning - kan detta påverka fönstrens funktion vid brand. Ökat personantal kan leda till häftigare brandförlopp och därmed en tidigare spridning mellan fönster.

Tillförlitlighet: Brandklassade fönster bedöms ha hög tillförlitlighet när de är stängda, och det finns heller ingen möjlighet att göra genomföringar i dem. Om fönsterna utförs öppningsbara är de även känsliga mot att lämnas öppna och därmed ökar risken för brandspridning mellan byggnader. Då personantalet ökas kan behovet av frisk luft öka, vilket i sin tur hade sänkt tillförlitligheten. Viljan att öppna fönster under exempelvis sommartid ökar vilket medför att tillförlitligheten minskar.

Sårbarhet: Hot mot brandklassat fönster är att de går sönder genom mekanisk påverkan och att de öppnas med verktyg, nyckel eller liknande. Mekanisk påverkan bedöms komma som följd av

nedfallande byggnadsdelar eller fysiskt våld, sannolikheten för detta ökar inte när personantalet ökar. Motståndet mot hotet av att fönstren öppnas består av restriktioner av öppnandet via verktyg, nyckel och liknande och motståndet är oberört av ökat personantal.

11. Drift och underhåll

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Funktionen för denna komponent innefattar att kontrollera övriga komponenter och se till så att dessa fungerar som det är tänkt. Funktionen förändras ej då personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Det mänskliga agerandet är kopplat till komponenten eftersom den ofta är knuten till en eller ett fåtal specifika personer. Komponentens bygger på det mänskliga agerandet i samma utsträckning även då personantalet är högre.

Flexibilitet: Flexibiliteten är stor för denna komponent eftersom arbetsuppgifterna kan anpassas efter behov. Vid ett högre personantal bedöms inte flexibiliteten påverkas.

Känslighet: Ett ökat personantal påverkar inte känsligheten för drift och underhåll.

Tillförlitlighet: När personantalet i en lokal eller byggnad höjs, sker ett större slitage på komponenter som involverar mänsklig påverkan. När personantalet höjs är dessutom sannolikheten större att mer teknisk utrustning tillförs lokalen. Dessa två faktorer bidrar till att drift- och underhållsansvarig får en större arbetsbelastning. Det blir då mindre tid att ägna på varje enskild komponent och sannolikheten att en enskild komponent blivit kontrollerad då brand inträffar minskar och därmed sänks tillförlitligheten för komponenten.

Sårbarhet: Komponentens är sårbar mot stress, överbelastning, sjukdom eller frånvaro pga. annan anledning, eftersom komponenten ofta är knuten till en specifik person. Sannolikheten för detta bedöms öka då personantalet höjs. Det är även av större vikt att denna person utför sitt dagliga

underhållsarbete då personantalet är högre, dessutom kan konsekvenserna av uteblivet underhållsarbete bli större då personantalet högre. Därmed bedöms sårbarheten öka med ökat personantal.

12. Driftpersonal

Egenskap hos komponent:	Egenskapens påverkan:				
	-2	-1	0	+1	+2
Funktion			X		
Mänskligt Agerande			X		
Flexibilitet			X		
Känslighet	X				
Tillförlitlighet		X			
Sårbarhet	X				

Funktion: Driftpersonals uppgifter:

- Understödjer övrig personal med lokalvård (sladdar/elarmatur och andra riskkällor ska hållas ordning på)
- Upprätthållande av ordning (brännbart material i utrymningsvägar etc.)
- Service av brandinstallationer (detektorer, genomföringar, larm, brandsläckare mm).⁶

Funktionen som den anställda personalen ska utföra bedöms vara densamma även vid ett högre personantal.

Driftpersonal förväntas inte vara avgörande vid en första insats, och inte heller nödvändigtvis medverka vid utrymning.

Mänskligt agerande: Komponentens funktion baseras helt och hållet på det mänskliga agerandet, även efter det att personantalet ökas.

Flexibilitet: Om personantalet höjs finns goda möjligheter för de anställda personerna att anpassa sig eftersom detta är en utmärkande mänsklig förmåga. En ökad arbetsbörda kan motverkas med ökad personalstyrka. Arbetets svårighetsgrad kan motverkas med en mer kompetent personal. Robustheten i systemet är överlag gott och påverkas inte direkt av ökat personantal.

⁶ Driftpersonalens uppgifter varierar mellan olika arbetsplatser. Punkterna ovan är möjliga arbetsuppgifter. Enligt LSO 2 Kap 2 § faller ansvaret för förebyggande brandskydd på ägaren eller nyttjanderättshavaren

Känslighet: Komponenten är känslig och förändras av ett ökat personantal. Ett ökat antal personer ökar belastningen på fastighetsskötaren, vilket kan leda till sämre upprätthållande av ordning; mer slitage i andra delar av byggnaden kan leda till att mindre tid läggs på upprätthållande av brandskydd. Fler personer leder till oordning vilket leder till att driftpersonal inte hinner hålla nere riskkällor innan nya dyker upp. En ökning i driftpersonalstyrkan kan vara nödvändig, men eftersom driftpersonalstyrkan är en kostsam komponent som är enkel att lägga till och ta bort är den känslig mot ekonomiska besparingar.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten kan försämrans då personantalet ökar eftersom arbetsbelastningen ökar och därmed möjligtvis kvaliteten på arbetet, kopplat till det mänskliga agerandet. Risken att genomföringar ej tätas och att brandinstallationer ej är underhållna vid inträffande av brand ökar på grund av tidsbrist.

Sårbarhet: Komponenten bedöms vara relativt sårbar då det är svårt att förutse vad som kan hända med de anställda. De kan drabbas av sjukdom, olycksfall, överbelastning, utbrändhet, nedskärningar i organisationen, att personerna blir "hemmablinda" och sakta låter brandskyddet glida utför med mera. Om personantalet höjs kan sårbarheten öka med den tillkommande arbetsbelastningen. Ju fler personer i en byggnad, desto viktigare är det att brandskyddet upprätthålls. Motstånd mot hotet är att det sätts in kompetenta vikarier. Om en arbetsledare med mycket ansvar försvinner, riskerar också alla viktiga brandskyddaspekter som arbetsledaren ansvarade för att försvinna och konsekvensen blir därmed större.

13. Dubbla strömförsörjningssystem till elektriska installationer

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Skapa redundans i elektriska system så att minst ett av systemen fungerar i händelse av brand. Funktionen är densamma när personantalet ökar.

Mänskligt agerande: Komponenten berör tekniska system som inte kräver mänsklig interaktion för att fungera.

Flexibilitet: Påverkas inte av ett högre personantal.

Känslighet: Komponenten påverkas inte av ökat personantal eftersom elektriska system beror på att de tekniska aspekterna fungerar.

Tillförlitlighet: Komponenten påverkas inte då personantalet höjs eftersom systemen ofta är placerade brandtekniskt avskilt från där personer befinner sig.

Sårbarhet: Eftersom dubbla strömförsörjningssystem är en åtgärd mot sårbarheten i ett enkelt strömförsörjningssystem är denna komponent i sig inte sårbar.

14. Dörrbeslag

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Göra dörrar tillräckligt enkla att öppna vid brand, samt minska risken att dörren inte går att öppna vid köbildning eller går i baklås. Funktionen är densamma även då personantalet höjts.

Mänskligt agerande: Det mänskliga agerandet spelar en försumbar roll när det gäller användandet av dörrbeslag. Beslagen utförs så att de endast går att använda på ett sätt för att öppna dörren. Plomberade beslag löper risk för att användas i onödan och vid ett skarpt läge då inte möjliggöra återinrymning. Sannolikheten för detta bedöms vara densamma även om personantalet höjs.

Flexibilitet: Det finns många typer av beslag som lämpar sig vid olika tillfällen, och dörrar kan utföras med det beslag som det finns behov av. Denna flexibilitet kvarstår även då personantalet höjs.

Känslighet: Beslagens funktion kan komma att påverkas vid ett för högt personantal. Skulle det uppstå en kö eller en kraftig flaskhals vid en dörr som leder till utrymningsväg är det viktigt att rätt typ av beslag används, därmed kan beslagens känslighet påverkas negativt av ökat personantal.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten bedöms inte ändras då personantalet höjs.

Sårbarhet: Fel dörrbeslag kan resultera i att personer hindras från att utrymma. Vid ett högre personantal kan då konsekvensen blir större och därmed också sårbarheten.

15. Dörrbredd

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>		X			
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Skall tillgodose ett tillräckligt personflöde genom dörr som utgör utrymningsväg. Dörren bör utföras med en tillräcklig bredd för att en rullstol ska kunna passera. Funktionen är densamma även då personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Passagetiden beror på hur trångt personer kan gå. Äldre går med större mellanrum, yngre kan gå närmre varandra till följd av skillnad i rörlighet. Gånghastighet påverkar även om det blir köbildning, om långsamma personer går först stoppar de upp hela flödet genom dörrpassagen. Ökar personantalet ökar risken för att långsammare personer förekommer på planet.

Flexibilitet: Dörrbredder kan alltid anpassas och justeras efter lokalens behov. Flexibiliteten påverkas inte av ökat personantal.

Känslighet: Komponenten är starkt beroende av personantalet, detta beroende blir starkare då personantalet ökar, därmed påverkas känsligheten.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten bedöms oförändrad vid ett högre personantal.

Sårbarhet: Vid ett ökat personantal är det inte säkert att den aktuella bredden täcker personflödet. Konsekvensen kan bli att tillfredställande utrymning inte sker. Därmed bedöms sårbarheten öka när personantalet höjs.

16. Förekomst av riskkällor

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>	X				
<i>Flexibilitet</i>		X			
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Brandskyddsfunktionen “förekomst av riskkällor” syftar till att minska förekomsten av riskkällor. Denna funktion bedöms vara densamma även då personantalet ökat.

Mänskligt agerande: Säkerhetskulturen i byggnaden avgör hur väl komponenten fungerar. Säkerhetskultur varierar över tid och plats i byggnader och i verksamheter. Speciellt faktorer som tända ljus, övertäckning av element eller urkopplande av brandvarnare är vanligt förekommande (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015). Det mänskliga agerandet är stort bidragande till uppkomst av eventuella bränder, ökar med ökat personantal, därmed behöver denna komponent beaktas. Det antas att varje individ innebär en viss risk med avseende på benägenhet att bidra till ökandet av riskkällor, och när personantalet ökar, ökar sannolikheten att riskkällor uppstår.

Flexibilitet: Beroende på vilka krav på komfort som ställs på verksamheten i övrigt är denna komponent anpassningsbar. I vissa verksamheter krävs riskkällor som kaffebryggare, pentry, levande ljus, gnistor med mera. Enligt Räddningstjänst i siffror (2010 och 2015) är tekniskt fel, värmeöverföring, levande ljus och andra orsaker de vanligaste brandorsakerna som kan förekomma i den här typen av byggnader. Ökat personantal medför ökad risk för brandstart och ett ökat behov av “riskkällor” till följd av komfortkraven, och gör det därför svårare att anpassa denna komponent efter planlösningen.

Känslighet: Säkerhetskulturen bör vara sådan att när förekomster av riskkällor ökar - även om det bara är tillfälligt, exempelvis tända ljus vid juletid - bör detta uppmärksammas (Frantzich, 2005).

Där det bedöms behövas kan personalen påminnas om handbrandsläckare, brandfilter med mera samt att inte lämna tända ljus framme. Förekomsten av riskkällor som inte är en del av den fasta inredningen, såsom spisar och kaminer, utan snarare värmeljus, kaffebryggare, mobilladdare med mera kan antas öka med ett förhöjt personantal.

Tillförlitlighet: Då faktorn beror på mänskligt interagerande samt att den varierar över tid är tillförlitligheten låg men förväntas inte förändras vid ökat personantal.

Sårbarhet: Förekomsten av riskkällor är sårbart för ett eroderande risktänk, då verksamheten sakta tar mindre seriöst på att undvika onödiga riskkällor. Arbete med säkerhetskulturen är en viktig åtgärd. Oklart hur detta påverkas av ökat personantal, därför väljs en potentiell negativ påverkan.

17. Gångavstånd till utrymningsväg

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>	X				
<i>Sårbarhet</i>	X				

Funktion: Begränsa risken att väg till utrymningsväg blockeras av brand, rökgaser eller byggnadsdelar. Begränsa gångtid vid utrymning. Funktionen ändras inte då personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Beror inte på mänskligt agerande.

Flexibilitet: Beror på tillgång till trapphus eller annan utrymningsväg, förändras inte med ökat personantal.

Känslighet: Beror på tillgång till trapphus eller annan utrymningsväg, förändras inte med ökat personantal.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten att funktionen upprätthålls beror på sannolikheten att väg till utrymningsväg inte blockeras. Då personantalet ökas kan ökad mängd inredning samt risken för

brandstart öka, vilket leder till ökad sannolikhet att utrymningsvägen blockeras. Därmed minskar tillförlitligheten.

Sårbarhet: Om funktionen fallerar innebär detta att väg till utrymningsväg blockerats till följd av brand. Konsekvensen blir att personer inte längre kan utrymma och därmed att det övergripande målet enligt PBF inte uppfylls. En ökning av personantalet innebär att risken för att fler människor inte kan utrymma ökar, att konsekvensen ökar då fler människor potentiellt blockeras och därmed att sårbarheten ökat.

18. Handbrandsläckare

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>					X
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Möjliggöra för första insats av personer i närheten av branden. Påverkas inte av ett ökat personantal.

Mänskligt agerande: Handbrandsläckare baseras helt och hållet på det mänskliga agerandet och gör det även i det fall då personantalet har höjts.

Flexibilitet: Handbrandsläckare kan placeras var som helst och det finns många olika typer av släckmedel. Släckverkan är även anpassningsbar efter hur inredningen ser ut. Flexibiliteten påverkas inte av ökat personantal.

Känslighet: Handbrandsläckare är känsliga för förändringar i inredning som påverkar vilken typ av släckmedel som krävs och placering av släckarna. Personantalsförändringar kan innebära förändringar i inredning, typ av brännbart material (ex. fler soffor, elektriska apparater etc), och därför behöver denna komponent beaktas vid ökat personantal.

Tillförlitlighet: Varje enskild handbrandsläckares tillförlitlighet påverkas inte av förändrat personantal. Dock leder fler personer till att chansen ökar att någon är i närheten av branden vid

start och även chansen att en person som är kapabel att bruka handbrandsläckaren ökar. Därför ges egenskapen +2 vid ökat personantal.

Sårbarhet: Handbrandsläckare är sårbara för brand i material som släckmedlet inte är effektivt mot samt bristfälligt underhåll. Påverkas inte av ökat personantal.

19. Personer som vistas på planet regelbundet

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>					X
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Brandskyddsfunktionen som personerna uppfyller är att de ska kunna:

- ta emot signaler som följer av brand
- besluta om, när och vart de ska utrymma
- genomföra utrymning
- meddela övriga personer i närheten om faran

Komponenten tas med i detta tillämpningsfall för att påvisa att det behöver göras en bedömning av vilken typ av personer som kommer befinna sig i lokalen.

Mänskligt agerande: Majoriteten av de utrymmande förutsätts ha god lokalkännedom, men det är även sannolikt att en del av de utrymmande vistas tillfälligt i lokalen. Det kan därför uppstå variation i hur snabbt personerna hittar utrymningsvägen. Personer som känner till lokalen förutsätts gå snabbt mot utgången.

Det är inte säkert att personer reagerar långsammare eller felaktigt som en direkt följd av ökat personantal. Varje människa är en egen individ och den enskildes förmåga att tolka information och fatta beslut varken ökar eller minskar då personantalet ändras.

Flexibilitet: Flexibiliteten innefattar varje enskild persons förmåga att anpassa sig efter omgivningen och efter oförutsägbara situationer. Denna förmåga ändras inte då personantalet ökar.

Känslighet: Med ett högre personantal ökar sannolikheten för att nya nyanställda vistas i byggnaden. I det fall personalomsättningen är hög blir det svårare att anpassa komponenten eller personerna efter brandskyddet. De personer som befinner sig regelbundet i lokalen kan påverkas genom att utrymningsövningar genomförs, som leder till effektivare utrymningsförlopp. Effekten av detta minskar dock då personalomsättningen ökar.

Personernas rörelseförmåga är också viktig och då urvalet blir större med ökat personantal, ökar även sannolikheten att personer med nedsatt rörelseförmåga vistas i byggnaden.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten hos enskilda personer ligger hos den fysiska och psykiska förmågan hos varje person och varierar stort och bedöms inte påverkas av ett högre personantal.

Sårbarhet: Det finns olika grader av uppmärksamhet hos personer beroende på en rad faktorer: det kan finnas ljudisolerade rum, personer med ljudisolerade hörlurar, avskärmade utrymmen, draperier med mera, som påverkar reaktionstiden bland personerna. Om någon av dessa faktorer är med och påverkar personerna fallerar funktionen genom att personer inte har möjlighet att ta emot och tolka information. Risken för detta ökar då förekomsten av den här typen av personer ökar med högre personantal, och komponenten blir därmed mer sårbar.

20. Planets utformning

a. Placering av internrum

b. Takhöjd

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Funktionen hos byggnadens utformning är att utrymnande personer enkelt ska kunna orientera sig och att spridning av brand och brandgaser ska begränsas. Funktionen ändras inte då personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Mänskligt agerande beror på planets utformning. Människor beter sig även annorlunda i grupp jämfört med när de är själva. I vissa fall kan personer i grupp snabbare ta beslut

om utrymning än ensam person (Räddningsverket, 2001). I kontorsmiljö förväntas inte ensam person förekomma under en majoritet av tiden, och grupp beteende förväntas inte påverkas av en ökning av personantalet.

Flexibilitet: Flexibiliteten hos byggnadens utformning bedöms inte påverkas av ett förhöjt personantal.

Känslighet: Funktionen planets utformning beror på vilken typ av människor som befinner sig på planet, samt de faktorer som leder till snabbare spridning av brandgas. Ingen av dessa faktorer får dock ökad effekt på planets utformning när personantalet höjs.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten hos planets utformning påverkas inte av ett högre personantal.

Sårbarhet: Hot mot planets utformning som brandkomponent är att planet är feldimensionerat. Brandförloppet kan bli för häftigt i förhållande till planets storlek. Konsekvensen av detta när personantalet ökas blir att fler utsätts för fara.

21. Räddningstjänst

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>	X				
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Räddningstjänstens funktion innefattar att:

- Livräddning
- Släcka brand
- Hindra brandspridning mellan närstående byggnader
- Rädde egendom
- Rädde miljö

Bedöms inte påverkas av ett högre personantal.

Kommentar: Brandskyddet med avseende på personsäkerhet bygger inte på att räddningstjänstens livräddning ska utföras inom den branddrabbade brandcellen. Det utesluts dock inte att livräddning kan ske inom den aktuella brandcellen.

Mänskligt agerande: Räddningstjänst baseras helt på det mänskliga agerandet. Bortsett från den träning, de rutiner och tidigare erfarenheter som räddningspersonalen har, behöver de anpassa sig efter de aktuella förhållanden som råder vid insatsen. Räddningsarbetet baseras dock på det mänskliga agerandet till lika stor del även efter det att personantalet höjts.

Flexibilitet: Räddningstjänstens flexibilitet riskerar att minska till följd av ökat personantal. Anledningen är att ett ökat personantal med stor sannolikhet innebär att byggnadens totala utrymningstid ökar, speciellt i de fall där ett flervåningshus har tillgång till ett enda trapphus. Utrymningstiden förväntas öka i takt med att personantalet ökar. Detta ökar sannolikheten att räddningstjänsten behöver vänta till dess att utrymningsförloppet är slut innan de kan påbörja insats. Det är alltså sannolikt att det tar längre tid innan de kan inleda brandsläckningsarbetet, vilket minskar deras möjlighet att anpassa sig efter brandskyddet. Därmed har flexibiliteten minskat.

Känslighet: Räddningstjänsten ställer samma krav på andra komponenter även efter det att personantalet ökats, därmed påverkas inte känsligheten.

Tillförlitlighet: Faktorer som kan leda till att komponenten *räddningstjänst* inte fungerar som tilltänkt i händelse av brand kan vara att: resurserna är upptagna med andra insatser vid samma tidpunkt, trafikstockningar inträffar, utrustning fallerar eller kommunikationsproblem med SOS alarm som leder till orienteringsproblem. Detta beror på externa faktorer och påverkas inte av den aktuella byggnaden eller ökat personantal.

Sårbarhet: Exempel på hot mot räddningstjänst som komponent är samma som listades under tillförlitlighet: Resurser upptagna med annan insats vid samma tidpunkt, trafikstockningar inträffar, utrustning fallerar eller kommunikationsproblem med SOS alarm som leder till orienteringsproblem. Det finns många system som används av räddningstjänsten för att motverka dessa hot. Konsekvenserna av att räddningstjänsten fallerar kan vara:

- Rökspridning sker till trapphuset och närliggande lägenheter blir innestängda.
- Brand fortlöper obehindrat vilket leder till att bärande konstruktion påverkas.
- Brandspridning sker till närliggande byggnader.

Eftersom ett fallerande av komponenten kan leda till att människor blir innestängda leder ett ökat personantal till att konsekvensen ökar, och därmed även sårbarheten.

22. SBA (Systematiskt brandskyddsarbete)

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Se till att:

- Personer har grundläggande utbildning inom brandskydd
- Personer kan utföra första insats
- Personer vet var de ska utrymma
- Kontinuerligt analysera och uppdatera brandskyddet

Vid ett förhöjt personantal bedöms funktionen vara densamma.

Mänskligt agerande: SBA är beroende av det mänskliga agerandet då det innefattar utbildning och underhåll av olika brandtekniska installationer med mera. Fler personer kan både innebära att fokus läggs på andra saker än brandskyddet, men det kan även innebära att en väl inarbetad säkerhetskultur blir mer beständig och mindre känslig för hög personalomsättning. Det mänskliga agerandet värderas därför opåverkat av ett högre personantal.

Flexibilitet: Anpassningsbarheten hos ett SBA bedöms vara densamma då personantalet höjs. Robustheten hos SBA bedöms vara relativt lågt eftersom det ofta inte tar hänsyn till händelser som ej förväntas. Dock påverkas inte robustheten av att personantalet höjs. Flexibiliteten hos SBA bedöms därmed vara oförändrad vid ett ökat personantal.

Känslighet: SBA innebär bland annat att personer i byggnaden ska ha grundläggande utbildning inom brandskydd. Om personalomsättningen är samma vid ökat personantal leder det till ett större antal nya personer varje år, vilket innebär att SBA-utbildningar måste ske oftare. Därför ökar känsligheten med ökat personantal.

Tillförlitlighet: SBA:s tillförlitlighet bedöms oförändrat med ett ökat personantal.

Sårbarhet: SBA är sårbart mot att ansvarig byts ut för ofta, vilket leder till att dessa personer inte får tillräcklig tid att sätta sig in i vad ett SBA innebär och vilka arbetsuppgifter det medför att vara ansvarig. Om den SBA-ansvarige inte heller får de medel som denne kräver kanske inte SBA:et uppfyller sin funktion. SBA-ansvarig har som huvuduppgift att utveckla brandskyddet som helhet och att upprätthålla de organisatoriska bitarna, och detta kräver både god insikt i brandskyddet och god insikt i historiken. I det fall då SBA:et försämras till följd av ett högre personantal kan konsekvensen öka eftersom fler personer blir drabbade.

23. Skydd mot brand- och brandgasspridning via schakt

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Säkerställer att spridning inte sker via konstruktioner som sträcker sig över flera plan. Funktionen bedöms oförändrad då personantalet ökar eftersom detta är en del av det passiva brandskyddet och normalt sett inte berörs av mindre ändringar i byggnaden.

Mänskligt agerande: Påverkas inte av mänskligt agerande, oförändrad vid högre personantal.

Flexibilitet: Oförändrad vid högre personantal.

Känslighet: Komponenten blir inte mer beroende av andra komponenter och därmed ökar inte känsligheten.

Tillförlitlighet: Ändras inte med ett högre personantal.

Sårbarhet: Ingrepp och ändringar i konstruktionen där hissar, schakt finns kan leda till att brandspridning inte förhindras. Dock bedöms inte sannolikheten för detta öka med ett högre personantal.

Ett högre personantal kan leda till ökat hot i form av:

- ett ökat behov av schakt dvs större utsatthet

- ökad risk av brännbart material totalt och därmed i närheten av schakt

Då risken för brand samt mängden brännbart material ökar så ökar hoten mot komponenten. I de fall schakt blir fler eller större ökas utsattheten och därmed sårbarheten. Brand i schakt får även större konsekvens då fler personers egendom hotas av brandspridning.

24. Skyltning

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>				X	
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Skyltning ska påvisa olika funktioner och förbud, vägleda, minska tid till utrymning och främja jämnt flöde under utrymning. Komponentens funktion bedöms inte påverkas när personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Skyltningens funktion kan delas upp i två faser, förmedlandet av information och mottagandet av informationen. Själva informationsförmedlingen baseras inte på det mänskliga agerandet, dock gör mottagandet det. Personerna måste själva tolka informationen och agera utefter den. Tydlig skyltning kan vara ett sätt att förkorta beslutsfattandetiden (Averill, Kuligowski, & Peacock, 2011). När personantalet ökar påverkas inte skyltningen i sig, med avseende på det mänskliga agerandet, utan snarare beteendet hos de utrymmande.

Flexibilitet: Skyltarna kan placeras var som helst, men med fördel där de är väl synliga, vilket de ofta är ovanför dörrar och i takhöjd. Flexibiliteten hos skyltningen bedöms inte ändras med ett högre personantal.

Känslighet: Det finns risk att folk blir hemmablinda och inte ser skyltarna efter ett tag. Placering och val av illustration och text på skyltarna kan ha stor inverkan på hur lätt det är att uppfatta vad skyltarna syftar till. Känsligheten påverkas inte av ökat personantal.

Tillförlitlighet: När personantalet ökar finns det fler potentiella personer som kan se skyltningen. Därmed kan beslutsfattandetiden för den första initiativtagare till utrymning minska. Tillförlitligheten kan därför öka med ett högre personantal.

Sårbarhet: I de fall skyltars funktion fallerar, genom att de täcks för eller på andra sätt blockeras och inte kan ses av de utrymmande, kan konsekvensen bli att utrymningsförloppet blir längre eftersom beslutsfattande- och informationssökarfasen förlängs. Konsekvensen kan då bli att fler människor riskerar utsättas för kritiska förhållanden, och att sårbarheten ökar som följd av ökat personantal.

25. Slussar

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Ska bidra till att minska risken för brand- och brandgasspridning in till trapphus och övriga våningsplan samt att utgöra en säker plats för personer under utrymningsförloppet. Funktionen bedöms inte ändras när personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Slussarnas funktion baseras på att personer själva tar sig till dem för att undvika skada av brand och brandgas. Ett högre personantal påverkar inte beroende av mänskligt agerande hos komponenten.

Flexibilitet: Flexibiliteten är oförändrad då personantalet ökar.

Känslighet: Slussen beror på antalet personer eftersom det finns plats för ett begränsat antal personer. Därmed blir slussen känsligare när personantalet ökar.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten påverkas inte av ett högre personantal.

Sårbarhet: Sårbarheten hos slussen bedöms öka med ett högre personantal eftersom konsekvenserna av att slussens funktions fallerar bedöms vara större i det fall där personantalet är högre, och närliggande våningsplan kan inte utrymma.

26. Sprinkler

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Sprinklers funktion är att begränsa brand i den sena delen av brandförloppet genom att:

- Begränsa brand
- Begränsa spridning inom och utanför brandcellen
- Begränsa påverkan på konstruktionen

Sprinklerfunktionen är framför allt viktig i det sena skedet av brandförloppet och förändras inte av ett högre personantal.

Mänskligt agerande: Mekanisk installation som inte kräver mänsklig påverkan. Påverkas inte av ökat personantal.

Flexibilitet: Förändringar i byggnaden så som berör exempelvis rumsgeometri och brandbelastning bör beaktas eftersom sprinklersystemet är dimensionerat och beräknat för specifika behov. Det finns goda förutsättningar att anpassa systemet efter förändring, flexibiliteten ändras inte med högre personantal.

Känslighet: Systemet kräver vattentillgång, trycksättning av rör och två separata kraftsystem till pumpen. Även då personantalet höjs finns dessa krav, därmed påverkas inte känsligheten hos sprinklersystemet.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten är opåverkad då personantalet ökas.

Sårbarhet: Hot mot sprinklersystemet är:

- Fallande kraftsystem

Kan resultera i att pump som driver vatten i systemet ej fungerar, därmed faller systemet i sig. Om exempelvis den sekundära kraftkällan till sprinklersystemet byts från dieselpump till elpump i annat nät ökar risken att sprinklern slås ut vid extrema strömbortfall som påverkar stora delar av samhället. Påverkas inte av ökat personantal.

- Minskad vattentillförsel

Kan resultera i att systemet inte får tillräcklig slagkraft mot brand eller att det inte kommer något vatten alls från vissa sprinklerhuvuden. Påverkas inte av ökat personantal.

- Felaktig aktiveringstemperatur

Kan resultera i att brandförloppet hinner gå för långt innan motverkan sker. Påverkas inte av ökat personantal.

- Felaktigt RTI-värde

RTI avgör hur snabbt ett sprinklerhuvud reagerar på temperaturförändringar. Felaktigt RTI-värde kan leda till sen aktivering av sprinkler, vilket leder till att branden hinner bli större innan den påverkas av sprinkler. Påverkas inte av ökat personantal.

- Tryckförluster (läckor)

Tryckförluster i sprinklersystemet påverkar vattenflödet och därmed funktionen negativt. Påverkas inte av ökat personantal.

- Avstånd mellan noder

Om avståndet är felaktigt med avseende på byggnaden finns det risk för att brand uppstår mellan två noder, vilket minskar effektiviteten av sprinklern. Detta kan påverkas av ökat personantal, eftersom det ofta leder till att inredning och liknande placeras tätare över planet.

- Fysiskt blockage

Fysiska hinder hindrar vatten från att motverka brandspridning.

Om sprinklern fallerar blir konsekvenserna stora eftersom införandet av sprinkler medför lättnader på en rad andra komponenter, exempelvis ytskikt, gångavstånd med mera. När en rad andra komponenter kombineras med varandra uppstår en redundans på grund av att om en komponent fallerar finns det andra komponenter som fortfarande upprätthåller brandskyddet. När många mindre komponenter byts ut mot en större komponent, uppstår en sårbarhet som måste synliggöras och tas ställning till. Detta kallas vanligtvis för *common cause failure* och innebär att ett fel i en viktig komponent orsakar flera följdfel i andra delar av systemet (Lundin, 2001). När personantalet höjs och sprinklersystemet fallerar ökar konsekvensen eftersom fler personer riskerar bli utsatta för kritiska förhållanden.

27. System för trycksättning av trapphus

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Minska risk för brandspridning från plan in i trapphus. Påverkas ej vid ett högre personantal.

Mänskligt agerande: Komponenten fungerar utan mänsklig interaktion och påverkas inte av det mänskliga agerandet.

Flexibilitet: Trycksättning av trapphus bör dimensioneras efter varje specifik byggnad och är således i regel väl anpassat. Påverkas inte av högre personantal.

Känslighet: Trycksättning kräver fläkt, strömförsörjning och tätade utrymmen. Känsligheten påverkas inte av ett högre personantal.

Tillförlitlighet: Komponenten är tillförlitlig om det finns reservström och korrekta beräkningar för dimensionering utförts. Tillförlitligheten påverkas inte av ett högre personantal.

Sårbarhet: Systemet är sårbart mot exempelvis kraftbortfall och installationsfel. Då systemet fallerar blir konsekvensen större, eftersom att fler personer hindras från att utrymma.

28. Säker förvaring av kemikalier och brandfarliga varor

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Tillåta förvaring av kemikalier och brandfarliga varor med bibehållen brandskydds- och säkerhetsnivå. Funktionen förändras inte av ökat personantal.

Mänskligt agerande: Förvaringen beror inte på mänskligt agerande bortsett från att varorna måste ställas undan säkert när de inte används och föreskrifter som är uppsatta följs. Påverkas inte av ökat personantal.

Flexibilitet: Förvaring av kemikalier eller brandfarlig vara påverkas inte med ett högre personantal.

Känslighet: Förvaringen ställer krav på en del andra komponenter i sin omgivning, exempelvis: förslutning i form av täta och brandklassade väggar, ventilationssystemet i rummet samt att förvaringsutrymmet inte ska vara tillgängligt för allmänheten. Förvaringen är känslig för förändringar i dessa komponenter, dock inte för förändringar av personantal.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten beror främst på hur hanteringen av varorna sker. Tillförlitligheten fallerar när hanteringen av varorna är bristfällig, och när förvaringen inte sker korrekt exempelvis genom att personalen inte ställer tillbaka varan i designerat skåp efter användning. Detta kan korrelera med ökat personantal enligt teorin om undvikande av ansvar i större organisationer (Kramer, 2005), men ej nödvändigtvis.

Sårbarhet: Komponenten är sårbar mot dåliga förvaringsmöjligheter. Exempel kan vara att dragskåp och andra brandavskiljande skåp är av undermålig kvalitet. Konsekvensen av att förvaringen inte fungerar som tänkt är att personer kan bli utsatta för kritiska förhållanden. Därmed ökar konsekvensen med ett högre personantal.

29. Timer för elektrisk utrustning

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion: Minskar risk för att brand uppstår till följd av den mänskliga faktorn då elektriska apparater glöms stängas av. Funktionen bedöms inte påverkas förändras då personantalet höjs.

Mänskligt agerande: Undanröjer mänskligt agerande, därmed påverkas inte denna egenskap av ett ökat personantal.

Flexibilitet: Den flexibilitet som finns hos en timer påverkas inte av ett högre personantal. Dock bör det också nämnas att många enkla elektroniska apparater kan moderniseras och automatiseras. Ny elektronik har detta inbyggt, exempelvis överhettningsskydd i laptops.

Känslighet: Komponenten ställer inga krav på sin omgivning och påverkas inte av ett högre personantal.

Tillförlitlighet: Om installation av timer är utförd är sannolikheten att timern används som vanligt oförändrad då personantalet ökar. Om timern kan plockas bort manuellt kan risken att någon gör det öka med ökat personantal. När personantalet ökar finns det en chans att även antalet elektriska apparater ökar (till exempel kaffekokare och mobilladdare eller liknande). Då finns det även en risk att det glöms bort att installera en timer till apparaten.

Sårbarhet: Timers är sårbara mot att personer plockar ut dem från eluttagen på grund av att de framstår som otympliga. Motverkan mot detta kan vara att det tydligt framgår i ett SBA vilken funktion timers uppfyller. Konsekvensen är oförändrad med ett högre personantal.

30. Trapphus

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>		X			
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Möjliggöra utrymning vertikalt i flervåningshus. Förändras inte med ett högre personantal.

Mänskligt agerande: Trapphuset kräver mänsklig inverkan eftersom människor måste förflytta sig in i, genom och ut ur trapphuset. Komponenten är lika beroende av det mänskliga agerandet även då personantalet höjts.

Flexibilitet: Trapphuset är anpassningsbart och robust och påverkas inte av ett högre personantal.

Känslighet: Komponenten påverkas av antalet personer i lokalen. Därmed blir påverkan starkare när personantalet höjs och därför påverkas känsligheten.

Tillförlitlighet: Trapphusets funktion är känsligt för brand- och brandgasspridning, samt för köbildning. Risken för köbildning ökar med ett högre personantal, därmed minskar tillförlitligheten.

Sårbarhet: Trapphuset är sårbart mot att brand och brandgaser tränger in i det samt att det uppstår köbildning. Konsekvensen av detta när personantalet höjs ökar.

31. Två separata dörrar som leder till samma sluss

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Komponenten ökar redundansen i systemet, en brand ska inte slå ut två utrymningsvägar. Funktionen förändras inte av ökat personantal.

Mänskligt agerande: Komponenten är en del av det passiva brandskyddet och påverkas inte av det mänskliga agerandet.

Flexibilitet: Anpassningsbarheten är hög eftersom dörrar kan placeras var som helst, så länge grundkraven för trapphusen är uppfyllda, och påverkas därför inte vid ett högre personantal. Även robustheten för de båda dörrarna är hög och påverkas inte heller av personantalet.

Känslighet: Funktionen i sig finns till för att skapa redundans i utrymningsskedet då en av dörrarna blockeras av brand. Redundansen bedöms inte påverkas då personantalet ökar. Det är möjligt att risken för köbildning ökar, men det har ingenting med själva redundansen att göra. Ökat personantal kan leda till jämnare fördelning mellan dörrarna, eftersom planet måste användas med effektivt när fler personer använder det.

Tillförlitlighet: Eftersom det är högst osannolikt att båda dörrarna slås ut samtidigt oavsett personantalet är tillförlitligheten oförändrad då personantalet höjs.

Sårbarhet: Komponenten är sårbar mot att båda dörrarna blockeras av brand samtidigt. I fallet där personantalet har höjts blir konsekvensen högre om detta inträffar. Därmed blir även sårbarheten högre.

32. Utrymningslarm

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Förkorta förberedelsetiden genom att förkorta informationssökar- och beslutsfattarfasen i utrymningsförloppet (Frantzich, 1993). Samma funktion oavsett personantal.

Mänskligt agerande: Det mänskliga agerandet spelar stor roll då en persons beteende påverkar andra personer i omgivningen. Ett fenomen som förklaras av social påverkan är att varje individ väntar på att andra individer ska agera innan de själva gör det, så kallat normativt socialt inflytande (Deutsch & Gerard, 1955), vilket kan leda till att utrymningen fördröjs. Detta är dock mest relevant i kontorsmiljöer där mindre företag delar plan med varandra och personerna inte känner övriga de delar plan med, eftersom det scenariot liknar förutsättningarna i en biograf eller ett köpcentrum (Johansson & Nilsson, 2008). Huruvida en förändring av personantalet påverkar funktionen utrymningslarm beror därför på ifall personerna känner varandra samt vilken arbetskultur som råder.

Flexibilitet: Utrymningslarmet går att anpassa och installera i de flesta byggnadstyper. Även detektortyp kan anpassas för varje del av planet. Det finns alltså goda möjligheter att anpassa utrymningslarmet efter förändringar. Flexibiliteten kvarstår efter ökat personantal.

Känslighet: Utrymningslarmet är känsligt mot felplacerande av- eller otillräckligt antal larmdon. Förändringar i planlösning kan påverka larmet negativt. Dessutom måste rätt typ av detektor installeras eftersom fel typ kan ge en kraftigt försenad detektion eller ingen detektion överhuvudtaget. Då fler personer vistas i lokalen är sannolikheten större att någon befinner sig i ett utrymme dit larmdon inte når eller att någon har skärmat av sig själv mot omgivningen med t.ex. hög musik i hörlurar och inte heller har möjlighet att uppfatta optiska signaler till följd av rumsplacering, därmed ökar känsligheten.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten påverkas inte av ett högre personantal.

Sårbarhet: Systemet är sårbart mot strömbortfall, felaktig detektion, otillräcklig ljudnivå på larmdon, detektor som blockeras fysiskt av föremål, damm eller smuts. Ljudisolerade rum som inte tillgodosetts med eget larmdon eller ljusindikator som informerar om brand är en speciell risk. Fler personer innebär att chansen är större att personer blir varseblivna av varandra. Det finns även en risk att personer, på grund av grupp beteende, väntar med utrymning eftersom de inte ser någon annan reagera.

I det fall utrymningslarmet fallerar blir konsekvensen större eftersom fler personer riskerar utsättas för kritiska förhållanden.

33. Utrymningsplats

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>		X			
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Utrymningsplatsen har till funktion att tillåta funktionsnedsatta att befinna sig på en plats som står emot brand tillräckligt länge för att räddningstjänst ska kunna möta upp dem. Funktionen förändras inte av ett högre personantal.

Mänskligt agerande: Utrymningsplatsens funktion kräver att de personer som ska bruka utrymningsplatsen har kunskap om hur den är tänkt att användas, exempelvis hur tvåvägskommunikationen (vilket ska vara installerat) fungerar. Den påverkas inte av att det blir fler personer i lokalen.

Flexibilitet: Ökat personantal kan leda till att lokalen blir trängre, vilket leder till att det finns mindre utrymme att placera en utrymningsplats på. Därmed minskar flexibiliteten med ett ökat personantal.

Känslighet: Utrymningsplatsen har samma känslighet som en enda utrymningsväg, eftersom vägen till den enda dörren riskerar blockeras av inredning och risken att detta händer ökar då inredningen blir trängre.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten kan påverkas av slitage på dörrar och väggar inom utrymningsplatsen. Då utrymningsplatsen inte används vid dagligt bruk ökar inte slitaget på dess funktioner, och tillförlitligheten påverkas inte.

Sårbarhet: Utrymningsplatsen är sårbar mot att tvåvägskommunikationen fallerar, dock påverkas inte denna sårbarhet mot att personantalet ökar. Ökat personantal leder till en ökad förekomst av rullstolsburna och således ett ökat behov av utrymningsplatser.

Då antalet rullstolsburna per utrymningsplats ökar, ökar sårbarheten för utrymningsplatsen.

34. Ventilationssystem

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>				X	
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Att omsätta luften i byggnaden så att gammal luft byts ut mot ny. Funktionen förändras inte av ett högre personantal.

Mänskligt agerande: Ventilationen styrs centralt via ventilationssystem och via öppningar i fasad. Huruvida människor öppnar fönster i högre eller lägre grad med ökat personantal är ej klarlagt, men om personantalshöjningen görs utan att det vanliga ventilationssystemet anpassas efter förändringen kan det leda till ökat behov av frisk luft och därmed att viljan att öppna fönster ökar.

Flexibilitet: Vid behov kan ventilationssystemet anpassas genom installation av nya rör och fläktar. Eftersom ventilationssystemets huvudsyfte inte är brandgasventilation orsakar denna egenskap inga problem ur brandsynpunkt och påverkas inte heller av personantalet.

Känslighet: Då personantalet ökas måste ventilationskapaciteten höjas för att kunna betjäna personerna rent miljömässigt. En ökad ventilation förbättrar även brandförloppet genom att tid till kritiska förhållanden förlängs, då brandgaserna ventileras ut snabbare. Denna komponent blir därför positivt påverkad av ökat personantal.

Tillförlitlighet: Eftersom ventilationssystemet är en förutsättning för verksamhetens dagliga drift upptäcks driftfel snabbt och åtgärdas snabbt. Risken att ventilationssystemet fallerar samtidigt som brand inträffar är liten och bedöms inte påverkas av ett högre personantal.

Sårbarhet: Då ventilationssystemet fallerar minskar tid till kritiska förhållanden. Då fler personer befinner sig i lokalen när detta händer blir konsekvensen större, och därmed ökar sårbarheten.

35. Vägledande markeringar

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>			X		
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Att vägleda och visa utrymmande personer vilken väg de bör ta för att nå närmaste utrymningsväg. Funktionen förändras inte av förändringen.

Mänskligt agerande: De vägledande markeringarnas funktion baseras endast på omänskligt agerande i den utsträckning att människor letar efter och tittar på dem. Beroende på vilken typ av vägledande markering som används behöver de olika grad av underhåll och service. Komponenten beror lika mycket på det mänskliga agerandet även vid ett högre personantal.

Flexibilitet: Beroende på vilken typ av vägledande markeringar som nyttjas kan de vara olika mycket flexibla. En digital monitor med vägledande markeringar kan ge dynamiska bilder och är därför mer flexibel än en statisk skylt som inte kan ändra sitt meddelande eller sin grafik till något annat. Oavsett typ av vägledande markering ändras inte flexibiliteten av ett högre personantal.

Känslighet: De vägledande markeringarna är känsliga mot skymd sikt, rök och eventuellt tekniska fel. Känsligheten bedöms inte påverkas av ett högre personantal.

Tillförlitlighet: De vägledande markeringarna är passiva brandskyddskomponenter som har hög tillförlitlighet, vilken inte påverkas av ett högre personantal.

Sårbarhet: Komponenten är sårbar mot att de vägledande markeringarna inte placeras i en tillräcklig utsträckning eller mot att de skymms av fysiska objekt. Om komponenten fallerar kan den resulterande konsekvensen bli högre då personantalet höjts eftersom fler människor riskerar att påverkas.

36. Ytskikt på väggar och tak

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>			X		

Funktion Ytskikt som brandskyddskomponent har till funktion att begränsa brandspridning genom att reglera hur snabbt flamfronten sprider sig och att reglera hur rök- och droppbildning sker. Funktionen förändras inte av personantalet.

Mänskligt agerande: Ytskikt är en del av det passiva brandskyddet och det begränsar brand utan mänsklig interaktion. Därför påverkas inte egenskapen av ökat personantal.

Flexibilitet: Den flexibilitet som finns hos ytskikt är att det är relativt lätt att ändra ett ytskikt så att brandmotståndet ökar och spridningsrisken minskar. Det bästa ur brandskyddssynpunkt är att utföra byggnaden i endast obrännbart material. Detta är dock inte rimligt eftersom det finns andra värden som estetik, bekvämlighet och annat att ta hänsyn till, vilket begränsar flexibiliteten. Dock bedöms denna flexibilitet inte påverkas med ett högre personantal.

Känslighet: Komponenten är känslig med avseende på lös inredning, som med stor sannolikhet kommer att öka vid ett högre personantal. Lös inredning är ofta i brännbart material av bekvämlighetsskäl i form av soffor, stolar eller liknande. Därmed ökar känsligheten med personantalet.

Tillförlitlighet: Passivt system, hög tillförlitlighet. Beroende på vilket ytskikt som används ser dock tillförlitligheten något olika ut, bedöms dock inte förändras med personantalet.

Sårbarhet: Sårbart mot dåligt applicerande eller val av fel ytskikt. Detta är ett problem som uppstår vid byggnation och har därför inget med personantal att göra.

37. Övriga personer (befinner sig i byggnaden, men har ingen kunskap om byggnaden eller brandskyddet)

<i>Egenskap hos komponent:</i>	<i>Egenskapens påverkan:</i>				
	-2	-1	0	+1	+2
<i>Funktion</i>			X		
<i>Mänskligt Agerande</i>			X		
<i>Flexibilitet</i>			X		
<i>Känslighet</i>		X			
<i>Tillförlitlighet</i>			X		
<i>Sårbarhet</i>		X			

Funktion: Brandskyddsfunktionen som de övriga personerna uppfyller är att de ska kunna:

- ta emot signaler som följer av brand
- besluta om, när och vart de ska utrymma
- genomföra utrymning
- meddela övriga personer i närheten om faran

Komponenten tas med i detta tillämpningsfall för att påvisa att det behöver göras en bedömning av vilken typ av personer som kommer befinna sig i lokalen.

Mänskligt agerande: Majoriteten av de utrymmande förutsätts ha god lokalkännedom, men det är även sannolikt att en del av de utrymmande vistas tillfälligt i lokalen. Det kan därför uppstå variation i hur snabbt personerna hittar utrymningsvägen. Personer som inte känner till lokalen riskerar att leta efter en annan utgång under en okänd tid.

Det är inte säkert att personer reagerar långsammare eller felaktigt som en direkt följd av ökat personantal. Varje människa är en egen individ och den enskildes förmåga att tolka information och fatta beslut varken ökar eller minskar då personantalet ändras.

Flexibilitet: Flexibiliteten innefattar varje enskild persons förmåga att anpassa sig efter omgivningen och efter oförutsägbara situationer. Denna förmåga ändras inte då personantalet ökar.

Känslighet: Med ett högre personantal ökar sannolikheten för att nya nyanställda, inhyrda eller besökare vistas i byggnaden. I det fall personalomsättningen är hög blir det svårare att anpassa komponenten eller personerna efter brandskyddet. De personer som befinner sig regelbundet i

lokalen kan påverkas genom att utrymningsövningar genomförs, som leder till effektivare utrymningsförlopp. Effekten av detta minskar dock då personalomsättningen ökar. Personernas rörelseförmåga är också viktig och då urvalet blir större med ökat personantal, ökar även sannolikheten att personer med nedsatt rörelseförmåga vistas i byggnaden.

Tillförlitlighet: Tillförlitligheten hos enskilda personer ligger hos den fysiska och psykiska förmågan hos varje person och varierar stort och bedöms inte påverkas av ett högre personantal.

Sårbarhet: Det finns olika grader av uppmärksamhet hos personer beroende på en rad faktorer: det kan finnas ljudisolerade rum, personer med ljudisolerade hörlurar, avskärmade utrymmen, draperier med mera, som påverkar reaktionstiden bland personerna. Om någon av dessa faktorer är med och påverkar personerna fallerar funktionen genom att personer inte har möjlighet att ta emot och tolka information. Risken för detta ökar då förekomsten av den här typen av personer ökar med högre personantal, och komponenten blir därmed mer sårbar.

5.3 Sammanställning av verifieringsbehovet

I det här avsnittet ges ett exempel på hur verifieringsbehovet kan sammanställas. Först väljs den detaljeringsgrad som bedöms vara tillräcklig. Detaljeringsgraden väljs beroende på projektets omfattning och tidsåtgång. Oavsett vilken detaljeringsgrad som väljs blir detaljeringen antingen mer eller lika detaljerad som en helhetsbedömning enligt tabellen i BBRAD.

Därefter sätts kriterier som uppfyller detaljeringsgraden och sen plockas de komponenter som uppfyller kriterierna ut. Komponenterna som valts ut för att utgöra grunden till den samlade bilden av verifieringsbehovet sammanställs i tabellform och sorteras efter vilket/vilka egenskapskrav de påverkar. I det sista steget sammanställs alla påverkade komponenter inom samma egenskapskrav i en gemensam sammanfattning.

I det här exemplet har komponenterna valts ut efter något av följande kriterier:

- Komponenter med en lägre totalsumma än -2 poäng.
- Komponenter med -2 poäng på en specifik egenskap.
- Komponenter med +2 poäng på en specifik egenskap.

Nedan listas de komponenter som valts ut för vidare behandling för respektive övergripande mål.

Byggnadens bärförmåga vid brand ska bestå under en bestämd tid

-

Begränsa utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden

- Automatiska dörrstängare
- Brandcellsgräns
- Drift- och underhåll
- Driftpersonal
- Förekomst av riskkällor
- Handbrandsläckare
- Räddningstjänst

Begränsa spridning till närliggande byggnader

-

Personer som befinner sig i byggnaden ska kunna utrymma eller räddas på annat sätt

- Antal utrymningsvägar
- Driftpersonal
- Dörrbredd
- Gångavstånd till utrymningsväg
- Personer som vistas regelbundet i byggnaden
- Trapphus
- Utrymningsplats

Räddningsmanskapets säkerhet i byggnaden ska tas hänsyn till

-

Nedan behandlas de utvalda komponenterna i tabellform utifrån hur de har påverkats, positivt och negativt. Komponenterna har sorterats under de egenskapskrav som de syftar till att uppfylla.

5.3.1 Byggnadens bärförmåga vid brand ska bestå under en bestämd tid

Behandlas ej.

5.3.3 Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden ska begränsas

- Automatiska dörrstängare

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none">- Hoten mot dörrstängaren är att dörren blockeras av föremål, att den har satts ur spel till följd av slitage eller att den avhäktats medvetet av personal. Både slitage och blockering med föremål beror på mänskligt agerande. När personantalet ökar, ökar därför också risken att något av detta sker	
<ul style="list-style-type: none">- När personantalet ökar kommer rimligtvis dörrarna öppnas oftare, vilket kan ge ett större slitage på dörrstängarna. Dörrstängaren kräver då mer av omgivningen i form av ett ökat underhåll	

- Brandcellsgräns

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none">- Om personantalet ökar i en del av byggnaden kan placeringen av brandcellsgränser behöva göras om med en ny helhet i åtanke.	

<ul style="list-style-type: none"> - Ett ökat personantal kan innebära att fler genomföringar utförs eftersom personer i kontorsmiljö ofta kräver tillgång till bland annat elektricitet och internet. Det finns risk att sådana ingrepp sker utan att brandtätas i efterhand. När personantalet ökar finns det en ökad risk att detta inträffar. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Då personantalet ökar, minskar den yta som kan användas för att ställa upp nya brandcellsgränser. 	

- Drift och underhåll

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - När personantalet höjs sker ett större slitage på flertalet komponenter som involverar mänsklig påverkan, samtidigt som det blir en större sannolikhet att mer teknisk utrustning tillförs lokalen. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Komponenten är sårbar mot stress, överbelastning, sjukdom eller frånvaro pga annan anledning, eftersom komponenten ofta är knuten till en specifik person. Sannolikheten för detta bedöms öka då personantalet höjs. Dessutom kan konsekvenserna av uteblivet underhållsarbete bli större då personantalet är högre. 	

- Driftpersonal

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - Ett ökat antal personer ökar belastningen på fastighetsskötaren, vilket kan leda till sämre upprätthållande av ordning. Exempelvis kan oordning vad gäller sladdar och kablar, levande ljus, elapparater som inte underhålls innebära 	

riskkällor, men sopkärl som inte töms och brännbart material exempelvis pappkartonger som lämnas på lastkajer kan leda till ökad risk för anlagd brand.	
---	--

- Förekomst av riskkällor

Negativt	Positivt
- Det mänskliga agerandet bidrar till uppkomst av eventuella bränder; detta ökar därmed generellt med ökat personantal (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015)	

- Handbrandsläckare

Negativt	Positivt
-	- Chansen att någon är i närheten av branden vid start och att personen är kapabel att bruka handbrandsläckaren ökar.

- Räddningstjänst

Negativt	Positivt
- Räddningstjänstens flexibilitet riskerar att minska till följd av ökat personantal. Anledningen är att ett ökat personantal med stor sannolikhet innebär att byggnadens totala utrymningstid ökar, speciellt i de fall där ett flervåningshus har tillgång till ett enda trapphus. Detta ökar sannolikheten att räddningstjänsten behöver understödja i utrymningsförloppet i början av insatsen. Det är alltså sannolikt att det	

tar längre tid innan de kan inleda brandsläckningsarbetet.	
--	--

5.3.4 Begränsa spridning till närliggande byggnader

Behandlas ej.

5.3.5 Personer som befinner sig i byggnaden ska kunna utrymma eller räddas på annat sätt

- Antal utrymningsvägar

Negativt	Positivt
- Dörren kan blockeras av kritiska mängder brand, rök och strålning. Sannolikheten för detta bedöms öka med ökad risk för brandstart.	
- Sårbarheten är att det inte går att utrymma när den enda utrymningsvägen blockerats. Detta innebär större konsekvenser med ökat personantal, eftersom fler personer riskerar förolyckas vid brand.	

- Dörrbredd

Negativt	Positivt
- Ett ökat personantal innebär en ökad risk för köbildning under utrymning på grund av att för smala dörrbredder blir flaskhalsar.	
- Ökad förekomst av långsammare människor.	

- **Driftpersonal**

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - Utrymnings säkerheten bygger på att utrymningsvägar och väg till utrymningsväg inte blockeras fysiskt av bråte, stolar eller allmän oordning. Risken för detta ökar då komponenten belastas med ökat personantal. 	

- **Gångavstånd till utrymningsväg**

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - Tillförlitligheten hos gångavståndet beror på sannolikheten att vägen till utrymningsväg inte blockeras. Då personantalet ökas kan större mängd inredning samt risken för brandstart öka, vilket leder till höjd sannolikhet att utrymningsvägen blockeras. 	

- **Trapphus**

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - Om personantalet ökar på varje plan i byggnaden kommer det resultera i att den gemensamma utrymningsvägen (trapphuset) inte kommer räcka till och personer tvingas då uppehålla sig i sluss eller inne på våningsplanet. 	

- **Utrymningsplats**

Negativt	Positivt
<ul style="list-style-type: none"> - Risk att dörr till utrymningsplats blockeras då ökat personantal leder till trängsel 	
<ul style="list-style-type: none"> - Ökad förekomst av rullstolsburna gör att konsekvensen blir större då utrymningsvägen blockeras. 	

5.3.6 Räddningsmanskapets säkerhet i byggnaden ska tas hänsyn till

Räddningsmanskapets säkerhet påverkas inte av ett högre personantal.

5.3.7 Påverkan på varje egenskapskrav i PBF

I avsnitt 5.3.1 – 5.3.6 sorterades de komponenter som har tillräcklig påverkan för att behandlas vidare efter vilka egenskapskrav i PBF de bidrar till att uppfylla. De sammanställdes i tabeller med ”positivt” och ”negativt” i syfte att ge en överblick över påverkan. Sedan sammanfattades de negativa och positiva effekterna i sina respektive kolumner. För att ytterligare underlätta för användaren att förstå och överblicka verifieringsbehovet sammanställs påverkan i tabellerna i textform för varje egenskapskrav. Nedan följer sammanställningar av verifieringsbehovet för varje egenskapskrav i tillämpningsfallet:

Byggnadens bärförmåga

Behandlas ej.

Utveckling och spridning av brand och rök inom byggnaden ska begränsas

När personantalet i lokalen ökar kommer det generellt sett föreligga en högre risk för brandstart eftersom det mänskliga agerandet ofta är en bidragande faktor till att brand utbryter (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015). Belastningen på driftpersonal (exempelvis fastighetsskötare) blir större vilket kan bidra till mer oordning och fler potentiella riskkällor, samt att drift och underhåll av brandskyddet riskerar att hämmas. I samband med detta är de största konsekvenserna att blockerande föremål placeras på golvet, vilket hindrar dörrstängare från att upprätthålla brandcellsgränser, samt att det görs genomföringar i brandcellsgränser som inte följs upp och tätas.

Det finns också en risk att utrymningsförloppet blir förlängt och därmed också att räddningstjänstens insats och möjlighet att begränsa branden blir försenad.

En positiv aspekt som kan vara bra att ta i beaktande är att det föreligger en större sannolikhet att handbrandsläckare används och därmed också att dess funktion uppfylls.

Spridning av brand mellan byggnader ska begränsas

Behandlas ej.

Personer som befinner sig i byggnaden vid brand ska kunna lämna byggnaden eller räddas på annat sätt

När personantalet ökar finns det en risk att bredden på dörr till utrymningsväg inte är tillräcklig. Dessutom kommer det, rent statistiskt, att förekomma fler långsamma personer, vilka stoppar upp flödet av personer bakom sig då personantalet ökar. Den ökade risken för brandstart och den eventuellt ökade mängden inredning resulterar i att det också finns en högre risk att dörr till utrymningsväg blockeras av brand och rök, detsamma gäller även för väg till utrymningsväg. Ett ökat personantal medför därmed både en större konsekvens och en större sannolikhet att människor blir drabbade av brand eller rök.

Trapphus som fungerar som utrymningsväg riskerar att inte räcka till då personantalet ökar på flera plan, personer måste då uppehålla sig längre tid i sluss eller inne på våningsplanet. För rullstolsburna personer föreligger det en högre risk att dörr till utrymningsplats blockerats av fysiska objekt samt att utrymningsplatsens yta behöver förstöras.

Räddningsmanskapets säkerhet vid brand ska tas hänsyn till

Ingen påverkan.

När detta är utfört ska alternativa lösningar tas fram. De alternativa lösningarna kan antingen innefatta att befintliga komponenter förstärks eller att nya tekniska lösningar införs. Lösningarna bör väljas efter de försämringar som identifierats i metoden, men även utifrån kraven i BBR 5:1 och kravet på robusthet i BBRAD.

Beroende på vilken alternativ lösning som ska verifieras kan detta utföras antingen kvalitativt eller kvantitativt.

6 Diskussion

Allmänna reflektioner

Metoden är i huvudsak ett tankeverktyg som ska användas för att underlätta vid resonemang om hur ett brandskyddssystem fungerar och hur det påverkas av förändringar. Metoden används för att analysera brandskyddssystemet systematiskt och den minskar risken att bedömningen färgas av *kognitiv bias* från personliga erfarenheter och att viktiga faktorer missas. Den är speciellt anpassad för att hantera integrerande åtgärder, åtgärder som påverkar olika delar av brandskyddssystemet. Det gjordes ett val mellan att: belägga varje resonemang noggrant till priset av att färre resonemang tas fram och att fokusera på att ta fram fler resonemang till priset av att samtliga inte beläggs. Vi anser att resonemanget kring grundläggande principer är viktigare än att ha belägg för specifika detaljer som gäller under specifika förutsättningar.

I det här arbetet har metoden applicerats på ett fiktivt fall i en vanligt förekommande typ av byggnad. Syftet har varit att illustrera hur metoden ska användas, det vill säga hur man kan resonera och hur man kan strukturera upp sin bedömning. Syftet har inte varit att göra en slutlig utredning. Vi har inte hunnit genomföra alla delar av exemplet noggrant, det finns inte tid att belägga varje enskilt resonemang utan merparten av arbetet har gått åt till att ta fram metodiken och föra resonemang.

Metoden är tidskrävande om den utförs grundligt. Den blir mer tidskrävande vid: stora och komplicerade byggnader, då integrerade åtgärder finns, då flera avsteg sker samtidigt samt när det ställs höga krav på detaljeringsnivån.

Metoden kan både användas av byggherren vid framtagande av alternativa lösningar och av granskande instans vid granskning av alternativa lösningar. Den ger underlag till vilken typ av tillkommande åtgärder som behövs och den ger även underlag till verifiering av alternativa lösningar.

För- och nackdelar med metoden

Metodens styrka ligger i att den är omfattande och systematisk. Eftersom brandskyddet bryts ned i dess ingående komponenter och varje individuell komponent bedöms med avseende på flera olika aspekter minskar risken att påverkan på mindre komponenter missas. Även om mindre komponenter enskilt har en liten påverkan på helheten så kan de tillsammans ha en betydande påverkan.

Systematiken gör att olika användare arbetar mot samma mål. Det kan uppstå skillnader mellan två användare som arbetat på samma projekt, men den hierarkiska strukturen gör att samtliga användare kommer att arbeta mot samma mål.

Metodens omfattning och systematiska karaktär gör att kontrolldelen av den analytiska dimensioneringen blir enklare, detta eftersom det för varje komponent beskrivs vilka logiska resonemang och bedömningar som har gjorts. Därmed blir det lätt för de aktörer som inte varit involverade i projektet att följa projektörens tankegång. Systematiken och detaljnivån gör

dessutom att det dels är svårt att missa kritiska delar av brandskyddet men även att det är svårt att undvika att nämna kritiska delar.

Metoden är tidskrävande eftersom systemet först måste kartläggas och för att varje komponent ska värderas. Dock behöver den nödvändigtvis inte tillämpas i den utsträckning som har gjorts i detta arbete. Det är även möjligt att använda delar av metoden, till exempel: att endast studera ett fåtal komponenter, att bedöma komponenterna utan att ta hänsyn till egenskaperna eller att endast kartlägga brandskyddet ner till delmålsnivå. Det tar speciellt längre tid första gången metoden används eftersom projektören behöver lära känna metodens olika delar, hur de utförs samt att förstå hur *first principles* används.

Metoden är framtagen i syfte att två olika användare ska få så lika resultat som möjligt då de tillämpar den på samma objekt. Metoden förlitar sig dock på personliga bedömningar vilket medför att användaren kommer att inverka på resultatet. Metoden kräver därför att användaren har viss kunskap och erfarenhet.

Komponenternas betydelser i brandskyddssystemet är ej viktade mot varandra. Metoden kan därför inte användas till att jämföra komponenters värderingsmatriser mot varandra. Metoden är endast till för att identifiera vilka komponenter som har störst påverkan på brandskyddet som helhet.

När brandskyddet ska kartläggas kan det vara svårt att veta om någonting har missats, det finns alltid en risk att användaren missar något delmål, någon strategi eller komponent. Risken att viktiga delar missas minskar om handböcker och checklistor studeras, men det är heller inte säkert att en ensam handbok innehåller alla lösningar.

Varför väljs tillägg innan avstegen undersökts?

I Boverkets byggreglers allmänna råd om analytisk dimensionering ges råd om hur det första steget, identifiering av verifieringsbehovet, kan gå till. Rådet går ut på att de PBF-krav som påverkas av avsteget markeras i en tabell. Användaren bedömer sedan avsteget utifrån hur den karaktäriserats i tabellen (se 1.1 för förklaring av hur tabellen ska tolkas enligt Lundin), och gör en ansats till en alternativ utformning. Nyckelordet här är ansats, eftersom tabellen bjuder in till att tillägget eller tilläggen väljs innan avstegets eller avstegens påverkan på brandskyddet faktiskt har utretts. I metoden ges ingen vägledning för hur tilläggen ska väljas för att vara adekvata för avstegen. I nästföljande steg, verifiering av verifieringsbehovet, testas den alternativa utformningen efter ett antal kriterier. Om den alternativa utformningen inte medför likvärdigt skydd som referensutformningen måste det göras en ny ansats på alternativ utformning. Varför denna iterativa process?

Som alternativ till BBRAD:s befintliga råd föreslås det att avstegens påverkan på brandskyddet utreds innan det att tilläggen väljs. Som exempel: i en byggnad ska det göras avsteg från personantalet och gångavstånd till utrymningsväg. Avstegen är integrerade eftersom förändringen innebär flertalet kryss i vertikalled i BBRAD-tabellen. Som visats i den här rapporten är det

sannolikt att tiotals komponenter påverkas negativt av förändringen. En lösning som ofta föreslås är installation av sprinkler. Även den är en integrerad åtgärd, eftersom den har positiv inverkan på flera av PBF:s egenskapskrav. Men genom att undersöka avstegens negativa påverkan närmre innan det görs en ansats om tillägg kan den alternativa utformningen bli mer specialanpassad för den aktuella byggnaden. Exempel: Personantalet ökar risk för köbildning i och utanför trapphuset. Genom att göra trapphuset större och dörrarna bredare ges den alternativa utformningen en redundant och kostnadseffektiv lösning som kan specialanpassas efter ändringen i personantal. Väg till utrymningsväg är känsligt för att tid till utrymning blir längre än tid till kritiska förhållanden. Genom att höja takhöjden och att införa brandgasventilation, samt utforma planet så att det finns alternativa vägar att ta runt en brand, behandlas även detta avsteg med punktanpassade åtgärder. Om byggherren dessutom installerar sprinkler har problemet med brandskyddets robusthet som helhet behandlats.

Vad ska jämföras med? - Referensutformning

För att jämföra en alternativ utformning med en utformning enligt förenklad dimensionering (referensutformning) behöver utformningen enligt förenklad dimensionering först bestämmas. Referensutformningen ska ha ett brandskydd som ligger på samhällets lägsta nivå, och ska användas som referens mot den alternativa utformningen.

Att bestämma referensutformningen vid en nybyggnation skiljer sig från att göra det för en befintlig byggnad eftersom vissa byggnadsdetaljer ännu inte är klarlagda i ett projekteringskedje. Exempel på sådana detaljer kan vara: om belysningen ska bestå av dioder eller lysrör, hur drift- och underhållsorganisationen ser ut, hur inredningen ser ut, med mera. Vid en befintlig byggnad går det att bedöma hur huset sköts och hur organisationen ser ut. Det kan finnas byggnadsdetaljer och komponenter av andra skäl än brand men som ändå bidrar positivt till brandskyddet. Dörrstängare är ett exempel på en komponent som kravställs i brandcellsgränser där det finns risk att dörren lämnas öppen. Dörrstängare kan dock installeras av andra skäl än brand, exempelvis som en akustikåtgärd eller på ett internrum som ett byggherrekrav. En stängd dörr ökar chansen att en brand i exempelvis ett förråd självslocknar eller begränsas, och en dörrstängare kan då bidra till detta utan att den kravställs enligt BBR. En byggnad kan ha vissa komponenter som följer av byggherrekrav och som sänker brandrisken, men som inte finns kravställda i BBR. Sådana komponenter bör belysas vid framtagande av alternativ lösning.

Hur stora avsteg kan bedömas?

I det fiktiva fallet undersöktes en ökning från 50 personer per brandcell till 75 personer per brandcell, det vill säga faktorn ökades med 50%. Utfallet visade att 11 av 35 komponenter skulle väljas ut för vidare analys, baserat på detaljeringsnivån. De 24 komponenter som inte valdes ut påverkades inte i tillräcklig grad för att behandlas vidare enligt detaljeringsnivån. I många fall rörde det sig om att de fick -1 eller -2 i poäng. Om förändringen istället hade behandlat en ökning till 100 personer per brandcell, det vill säga en ökning med 100%, hade troligtvis dessa poäng gått från "möjlig påverkan" till "trolig påverkan". Dessutom hade de 11 utvalda komponenterna också påverkats mer. Därför måste en iterativ process användas där det görs en ansats och sedan en undersökning av hur mycket den önskade förändringen påverkar systemet. Därefter undersöks det

om det är möjligt att väga upp för försämringen med andra lösningar. Om verifieringen inte fungerar bör ansatsen sänkas. Om avsteget blir för stort blir påverkan för komplex för att överblicka. Ju fler komponenter som beaktas och säkerställs fungera desto mer robust blir brandskyddet.

Kartläggning av komplexiteten

Brandskyddet som system är redan klart enligt förenklad dimensionering. När en projektör inför en helt ny åtgärd eller tar bort en befintlig åtgärd så innebär det förändringar i hela systemet. Exempel på detta kan vara att man ersätter separata ventilationssystem för varje brandcell med ett brandlarmsystem som kopplar samman detektorer med brandspjällsaktivering. Efter förändringen krävs det att *detektorn* fungerar för att brandcellsgränsen ska upprätthållas, därmed har det uppstått en ny koppling mellan dessa komponenter som inte fanns tidigare. Antalet kopplingar mellan komponenter har ökat och komplexiteten har blivit större.

I den föreslagna metoden går man igenom varje komponent individuellt och ställer frågan "Hur påverkar de nya åtgärderna (tillagda/borttagna komponenter) just den här komponenten?". Användaren får då en bild över hur komplexiteten mellan befintliga komponenter och de komponenter som tillförs eller tas bort förändras.

Dock kan redan befintliga komponenter bero på varandra. Ett tillägg kan därför ha sekundär påverkan på en viss komponent genom att påverka en annan komponent. Detta beaktas inte i vår metod.

När vi höjde personantalet och funderade igenom, komponent för komponent, hur systemet påverkas så insåg vi att komplexiteten är långt mycket större än man tror. I illustrationen nedan (figur 9) har komponenter från tillämpningsfallet i rapporten, som direkt kan bedömas påverka varandra på något vis, kopplats ihop, vilket gör en del av komplexiteten överskådbar.

Riskhanteringsens roll i metoden

Arbetets fundamentala syfte är att åstadkomma likvärdig eller lägre risknivå i efter att det gjorts avsteg från de allmänna råden i en byggnad. Vid bedömningen av komponenterna beaktas både sannolikhet och konsekvens, vilket ligger till grund för själva riskbedömningen i slutet. Arbetet är därför en studie i hur risknivån i en byggnad ska sänkas efter det att avsteg utförts. Problemet är dock att all riskhantering sker genom kvalitativa bedömningar. Kvalitativa bedömningar löper risk att påverkas av användarens erfarenhet och kognitiva bias, vilket diskuterats i rapporten. Denna problematik har behandlats till en viss grad, men det finns utrymme för att utveckla den biten av metoden. Det hade varit bra om metoden lett till att individens inverkan på resultatet minimerats.

Validitet

En validering kan vara att olika metoder testas mot varandra genom att de ges samma ingångsdata, och att deras resultat sedan jämförs. Metoden har inte validerats i det att dess resultat jämförts med andra metoder med samma syfte. Det är dock inte relevant att undersöka detta innan metoden tas i bruk eftersom den inte genererar ett resultat. Den är mer tänkt som ett tankeverktyg som användaren kan använda för att själv ta fram alternativa lösningar vid en analytisk dimensionering.

Metoden ställer heller inga krav på i vilken omfattning den måste användas för att fungera. Användaren väljer själv hur utförligt den vill utföra identifieringen. I den här rapporten har identifieringen gjorts mycket utförligt men det kan fortfarande finnas ett värde i att använda samma metodik i mindre omfattning. Under framtagandet av metoden framgick det att en stor del av resultatet framkom relativt snabbt och med mindre arbete. Resultatet som erhålls genom användandet av den här metoden blir därefter endast marginellt bättre ju mer tid som läggs. För att metoden ska bli tidseffektiv är det därför en förutsättning att användaren avgränsar sig till en detaljnivå som är rimlig till uppgiften.

Det är dock viktigt att användaren tar sig tid att ta fram hierarkin och bedöma komponenterna, så att den inte används som en checklista. Det har visats att människor använder sig av "*biases and heuristics*" när de gör snabba bedömningar (Kahneman, 2014). Det innebär att en snabb bedömning kan bli fel eftersom den grundar sig på tidigare erfarenheter som inte har bäring i det nya fallet och även på omständigheterna för bedömningen. I det här fallet kan det leda till att en användare som arbetar i flera år med exempelvis ventilationsbrandskydd tenderar att överskatta just ventilationsdelarna av bedömningen. Det är därför viktigt att användaren tänker "långsamt", dvs är objektiv och tänker nytt. Användaren måste vara medveten om detta för att få fram bra resultat.

Metoden gör sig bäst om det utförs en ny kartläggning i hierarkiform för varje nytt objekt. Det är inte bra om det sätts i system att samma hierarki återanvänds för liknande objekt eller om den enbart justeras för att passa ett nytt objekt. En helt ny kartläggning bör utföras för varje nytt objekt, för att bibehålla *first principle*-tänket.

Användning vid utveckling av byggregler

I dagsläget är det upp till var och en att tolka hur en föreskrift relaterar till egenskapskraven i PBF och vad föreskriftens syfte är. Byggreglerna ger mycket liten vägledning när det kommer till hur en användare ska koppla föreskrifterna till egenskapskraven i PBF. Som svar har Sveriges Brandkonsultförening tagit fram syfteshandboken, vars mål är att klargöra vad grundtanken och syftet är med föreskrifterna i BBR genom att undersöka äldre regelverk, utländska regelverk och att intervjua experter inom området.

I den här rapporten ges det istället exempel på hur en specifik föreskrift påverkar brandskyddet genom att påverka dess ingående komponenter. När föreskriften implementeras i brandskyddet kan användaren se hur specifika komponenter tillkommer eller förstärks, före och efter det att föreskriften implementerats. När användaren sedan avgör hur varje specifik komponent bidrar till att uppfylla de olika PBF-kraven, kan den se hur föreskriften i sin tur påverkar PBF-kraven i praktiken. Syftena med föreskrifterna blir klarare om föreskrifterna, via de komponenter som de påverkar, sätts i relation till strategi, delmål och övergripande mål, än om syftena efterkonstrueras i takt med att byggreglerna revideras.

Vad behöver förbättras hos metoden?

Metoden är tidskrävande i sin nuvarande form och kräver att användaren läser in sig för att kunna förstå och använda den. Dessa faktorer talar emot en implementering av metoden i

brandprojekteringsbranschen. Vidareutveckling av metoden för att effektivisera processen och för att göra den mer överskådlig och lättare att förstå är nödvändig.

7 Slutsatser

En första slutsats är att brandskyddet är ett komplext system, där många av de ingående delarna påverkar och interagerar med varandra. En enda förändring kan påverka många komponenter och det krävs därför en grundlig undersökning för att kartlägga varje komponents påverkan. Om brandskyddet bryts ned till komponentnivå kan analysen bli mer omfattande.

Identifiering av verifieringsbehovet är ett viktigt steg som kommer att avgöra vad som ska verifieras senare. En noggrant utförd identifiering ökar sannolikheten att både verifieringen blir bra och att rätt tillägg görs. Dessutom kan det finnas ekonomisk vinning i att utföra en noggrann identifiering av verifieringsbehovet. En noggrann identifiering kan leda till mer kostnadseffektiva tillägg. Tabellen för identifiering av verifieringsbehovet i BBRAD går inte på ett tillräckligt djup eftersom den bygger på helhetsbedömningar av egenskapskraven enligt PBF.

Metoden är en utökning av tabellen i BBRAD och medför inga avsteg från den. Resultatet innebär att verifieringsbehovet undersöks djupare, men metoden är tidskrävande och behöver bli mer användarvänlig.

Utredningen visar att flera komponenter påverkas av ageranden av eller närvaron av personerna i byggnaden. Personantalet kan i många fall påverka hur människan påverkar komponenter, antingen genom att beteende hos människan ändras eller genom att den totala mängden interaktion mellan människa och komponent ökar. Faktorer som särskilt bör beaktas då personantalet höjs är flödet av personer under utrymning samt den ökade risken för uppkomst av brand.

Det borde först undersökas hur mycket ett avsteg/flera avsteg påverkar brandskyddssystemet innan det ges förslag på vilket tillägg/vilka tillägg som bör göras.

8 Vidare forskning

Kognitiv bias vid helhetsbedömningar och verifiering

Vidare forskning bör undersöka hur kognitiv bias påverkar resultatet på en analytisk dimensionering och hur denna påverkan kan minimeras. Det finns risk för varians mellan användare vid subjektiva bedömningar, men det finns också mycket forskning om kognition och mänskligt beslutsfattande som förklarar denna varians. Framtida arbeten, som behandlar subjektiva bedömningar och beslutsfattande om brandskydd, bör ta denna forskning i beaktande.

Verktyg för tolkning av föreskrifter och allmänna råd

Vid utveckling av framtida byggregler föreslås att det tas fram ett tolkningsverktyg för föreskrifter och allmänna råd. I detta arbete har en ansats gjorts till hur ett sådant verktyg kan se ut, men ett framtida arbete skulle kunna ha som syfte att ge vägledning till hur användaren ska tolka föreskrifterna och koppla dessa till egenskapskraven i PBF.

Verktyg för identifiering av referensutformning

I framtiden borde ett verktyg tas fram för att identifiera referensutformningar som ska nyttjas för jämförelse vid komparativa analyser. Verktuget bör ha som syfte att olika användare ska identifiera samma referensutformning, så att även risknivån som används som acceptanskriterium blir samma för olika användare.

9 Referenser

- Abrahams, J., & Stollard, P. (1991). *Fire from first principles*. London: E & FN Spon.
- Adamson, R. E. (1952). *Functional fixedness as related to problem solving: A repetition of three experiments*. Stanford University.
- Aristoteles. (f. 384 BC - d. 322 BC). *Physics*. (R. Hardie, & R. K. Gaye, Övers.) Alex Catalogue; NetLibrary.
- Averill, J., Kuligowski, E., & Peacock, R. (2011). *Pedestrian and Evacuation Dynamics*.
- Aviva. (2018). *Aviva.co.uk*. Hämtat från [www.aviva.co.uk](https://www.aviva.co.uk/news-and-guides/article/what-risk-compensation/): <https://www.aviva.co.uk/news-and-guides/article/what-risk-compensation/> den 8 Mars 2018
- Bengtson, S., Johansson, N., & Vester, M. (2017). *Brandskyddshandboken: en handbok för projektering av brandskydd i byggnader*. Lund: Lunds tekniska högskola.
- Birch, H. G., & Rabinowitz, H. S. (1951). The negative effect of previous experience on productive thinking. *Journal of Experimental Psychology*, 41, ss. 121-125.
- Boudreau, T., & Dilley, M. (2001). *Coming to terms with vulnerability: a critique of the food security definition*. Elsevier.
- Boverket. (2008). *Handbok om brandbelastning*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2013). *Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*. Boverket.
- Boverket. (2015). *Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2016). *Rätt tätt - en idéskrift om förtätning av städer och orter*. Hämtat från [Boverket.se](https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/ratt-tatt-en-ideskraft-om-fortatning-av-stader-orter.pdf): <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/ratt-tatt-en-ideskraft-om-fortatning-av-stader-orter.pdf>
- Boverket. (2017). *Boverkets byggregler: BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2017:5*. Karlskrona: Boverket. Hämtat från https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_bfs_2011-6.pdf
- Carlens, K. (2006). *Analys av brandskyddet egenskaper*. Lund: Lunds tekniska högskola.

- Davidsson, G., Haeffler, L., Ljungman, B., & Frantzich, H. (2003). *Handbok för riskanalys*. Enskede: TPB.
- Defeyter, M. A., & German, T. P. (Dec 2000). Immunity to functional fixedness in young children. *Psychon Bull Rev*, 707-712.
- Descartes, R. (1641). *Meditations on First Philosophy*. (E. S. Haldane 1911, Övers.) London: Cambridge University Press.
- Deutsch, M., & Gerard, H. (1955). *A study of normative and informational social influences upon individual judgement*. New York University.
- Dobelli, R. (2011). *Konsten att tänka klart*. Munchen: Carl Hansen verlag.
- Drysdale, D. (2011). *An Introduction to Fire Dynamics*. Edinburgh, Scotland: John Wiley & Sons Ltd Publications.
- Duncker, K. (1945). On Problem Solving. *Psychological Monographs*.
- Emmons, D. L., Mazzuchi, T. A., Sarkani, S., & Larsen, C. E. (January 2018). Mitigating cognitive biases in risk identification: Practitioner Checklist for the aerospace sector. 25.
- Fournier, G. (den 17 Juli 2016). *PsychCentral.com*. Hämtat från www.psychcentral.com: <https://psychcentral.com/encyclopedia/mere-exposure-effect/> den 8 Mars 2018
- Frantzich, H. (1993). *Varseblivningstid och reaktionstid vid utrymning. Sammanställning av enkätundersökning gällande för varuhus, restaurang och danslokal*.
- Frantzich, H. (2000). *Brandskyddsvärdering av vårdanläggningar - ett riskanalysverktyg*. Lund: Lunds Universitet.
- Frantzich, H. (2005). *Brandskyddsvärdering, Brandskyddsindex för skola och danslokal*. Karlstad: Räddningsverket.
- Hall Jr, J. R., & Watts Jr, J. M. (2002). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Third Edition*. Society of Fire Protection Engineers.
- Hellström, C. (2014). *Verifieringsbehov vid analytisk dimensionering*. Lund: Lunds Universitet.
- IFEG. (2005). *International Fire Engineering Guidelines*. Canberra: Australian Building Codes Board.
- Johansson, A., & Nilsson, D. (2008). *Social influence during the initial phase of a fire evacuation - Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre*.

- Johansson, H., & Jönsson, H. (2007). *Metoder för risk- och sårbarhetsanalys ur ett systemperspektiv*. Lund: Lunds Universitet.
- Kahneman, D. (2014). *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Karlsson, B. (2002). *Fire Risk Index Method - Multistorey Apartment Buildings*. Stockholm: SP - Sveriges forskningsinstitut (Institutet för träteknisk forskning).
- Karlsson, B., & Quintiere, J. (1999). *Enclosure Fire Dynamics*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press Inc.
- Klein, G. (1989). *A Recognition-Primed Decision (RPD) Model of Rapid Decision Making*.
- Kramer, R. (2005). *A Failure to Communicate: 9/11 and the Tragedy of the Informational Commons*. International Public Management Journal.
- Kreith, F. (1973). *Principles of Heat Transfer*. New York: Intext educational Publishers.
- Lundin, J. (2001). *Verifiering, kontroll och dokumentation vid brandteknisk projektering*. Lund: Lunds universitet.
- Meister, D. (1991). *Psychology of System Design*. San Diego: Elsevier.
- Merkhofer, M. (1987). *Decision science and social risk management*. Netherlands: D. Riedel Publishing Company.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2015). *Räddningstjänst i siffror*. Karlstad. Hämtat från <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28203.pdf>
- National Fire Protection Association. (1976). *The Systems Approach to Fire Protection, SPP 36*. Boston: NFPA.
- NFPA. (2017). *NFPA 550: Guide to the Fire Safety Concepts Tree*.
- Nystedt, F. (2000). *Risikanalysetoder*. Lund: Lunds Universitet.
- Nystedt, F., & Östman, B. (2012). *Tekniska byten i sprinklade byggnader - Fallstudier*. Stockholm: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- Oswald, M. E., & Grosjean, S. (2004). *Cognitive illusions: A handbook on fallacies and biases in thinking, judgement and memory*. Hove, UK: Psychology Press.
- Räddningsverket. (2001). *Tid för utrymning vid brand*.

- Saaty, T. (1978). *Modeling unstructured decision problems - the theory of analytical hierarchies*. Pittsburgh: Elsevier.
- Saaty, T. (u.d.). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*.
- Sveriges Brandkonsultförening. (den 6 Februari 2018). Hämtat från Brandkonsultföreningen.se: <https://www.brandkonsultforeningen.se/syfteshandboken/1-forord-inledning/>
- Sveriges Regering. (den 31 Mars 2015). *Plan- och byggförordningen (2011:338) med ändringar till och med SFS 2017:978*. Vadstena, Sverige: Förlagshuset.
- Sveriges Riksdag. (den 1 Juli 2011). *Plan- och bygglagen (2010:900) med ändringar till och med SFS 2017:985*. Vadstena, Sverige: Förlagshuset.
- Truthhawk. (den 22 April 2017). *Truthhawk*. Hämtat från www.truthhawk.com: <https://www.truthhawk.com/repetition-creates-illusion-of-truth/> den 8 Mars 2018
- Viriversity. (2018). *www.viriversity.com*. Hämtat från https://www.viriversity.com/tools/oc/courses/cognitivebiases/6gKLFQsNSv#Subadditivit_y_Effect den 8 Mars 2018